

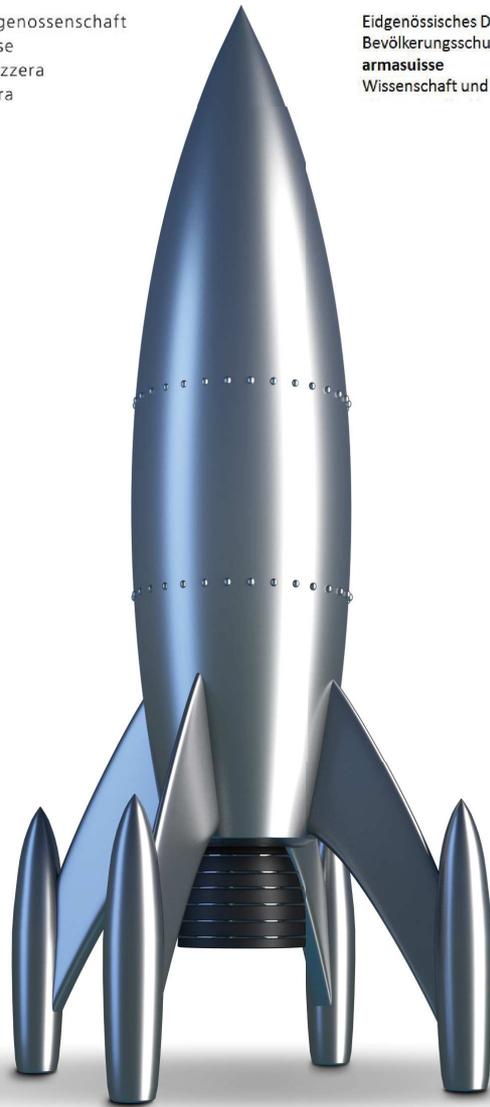


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
armasuisse
Wissenschaft und Technologie



Scenario Management International
Aktiengesellschaft für Zukunftsgestaltung
und Strategische Unternehmensführung



Die Zukunft der Raumfahrt und ihre Auswirkungen auf Sicherheit und militärische Operationen

In immer weniger Bereichen lässt sich Zukunft exakt prognostizieren. Stattdessen müssen Unternehmen und Organisationen alternative Entwicklungsmöglichkeiten in Form von Szenarien vorausdenken – so auch im Technologiemanagement. Diese Erfahrung macht auch die armasuisse, das Technologiezentrum des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS), zu dessen Aufgaben auch die Technologiefrüherkennung zählt. Im Mittelpunkt dieses Working Papers, welches auf einem Beitrag für das Symposium für Vorausschau und Technologieplanung 2016 aufsetzt, stehen die Erfahrungen der armasuisse bei der Entwicklung von Technologieumfeldszenarien für die Raumfahrt im Jahr 2035 sowie der Analyse der Auswirkungen auf Sicherheit und militärische Operationen. Zudem widmet sich der Beitrag der Szenario-Interpretation – also vor allem der Kommunikation und Bewertung der Szenarien sowie der Konsequenzanalyse.

Working paper

Technologiemanagement der armasuisse

Technologieentwicklungen erfolgen in der Regel global vernetzt. Dabei werden sie auch durch Marktbedürfnisse getrieben und wirken sich aufgrund der weitreichenden ökonomischen und politischen Vernetzung auf alle Marktteilnehmer aus. Die Identifikation, Bewertung und Beobachtung solcher Technologien ist Gegenstand des Technologiemonitorings beziehungsweise der Technologie-Vorausschau [MI08], [SSLK10], [CPP16]. So wie neue Technologien in Unternehmen zu neuen Chancen und Gefahren führen, so ermöglichen sie auch im militärischen Bereich Fähigkeiten, deren Einsatz als Bedrohung auftreten oder für eine wirksame Umsetzung des Leistungsprofils von Streitkräften genutzt werden kann [Grü12], [PHB13], [DAR15].

armasuisse ist als Bundesamt für Rüstung das Kompetenzzentrum für Beschaffung, Technologie sowie Immobilien der Schweizer Armee und gehört zum Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS). Der Kompetenzbereich »Wissenschaft und Technologie« (W+T) testet und beurteilt als Technologiezentrum die Einsatz-, Funktions- und Wirkungsfähigkeit sowie die Sicherheitserfordernisse von aktuellen und künftigen Systemen der Schweizer Armee und weiteren Kunden. Dabei spielt der Bereich Forschungsmanagement eine bedeutende Rolle, innerhalb dessen auch das Forschungsprogramm »Technologiefrüherkennung« durchgeführt wird.

Dieses Forschungsprogramm hat zum Ziel, disruptive Entwicklungen zu erkennen [Chr97]. Dabei werden Auswirkungen in einem militärischen Kontext beurteilt und mögliche Konsequenzen für die Schweizer Armee aufgezeigt. armasuisse W+T leistet damit einen Beitrag zur Identifikation von zukünftigen Technologien, welche das militärische Umfeld maßgeblich verändern. Die rechtzeitige Identifikation von Technologie-

trends mit disruptivem Potential, ermöglicht eine zeitgerechte Adressierung von Risiken bei der Weiterentwicklung und Planung der Armee. Dazu müssen Forschungsaktivitäten in verschiedenen Technologiebereichen kontinuierlich verfolgt und bewertet werden.

Eine effektive Technologiefrüherkennung muss die Aufmerksamkeit auf neue Technologien und relevante Technologieentwicklungen richten, die sich auf die Sicherheitskräfte auswirken werden. Durch Technologiemonitoring, das einen etwas näheren Zeithorizont als Technologiefrüherkennung hat, können Sicherheitskräfte im Hinblick auf die Zuverlässigkeit einer neuer Technologie ebenso beraten werden wie im Hinblick auf die Übernahme und einen möglichen richtigen Zeitpunkt der Übernahme. Auf der einen Seite wird gewährleistet, dass nur in ausgereifte Technologien investiert wird, und auf der anderen Seite wird sichergestellt, dass keine aufkommenden technologischen Fortschritte verpasst werden. Nur auf diese Weise können die finanziellen Mittel effizient in geeignete Technologien investiert werden.

Im Rahmen einer ersten Studie zur Technologiefrüherkennung hat armasuisse W+T Technologietrends und ihre Potenziale bis 2025 ins Visier genommen [Lad15a] (Bild 1). Technologiefrüherkennung mit einem 360°-Rundumblick zu betreiben ist eine intensive und kontinuierliche Herausforderung [TH16]. Glücklicherweise verfolgen mehrere militärische und zivile internationale Organisationen das gleiche Ziel. Anstatt das Rad neu zu erfinden, nutzt armasuisse die verschiedenen Berichte, um die eigenen Untersuchungen zu stützen und bestimmte Technologien sowie deren Reifegrad zu beschreiben. So ist es möglich, sich auf die Einordnung der Informationen zu konzentrieren, auf die Bedeutung der Technologien für das Militär und insbesondere für den Schweizer Kontext.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass immer mehr Technologien sowohl im zivilen als auch im militärischen Um-

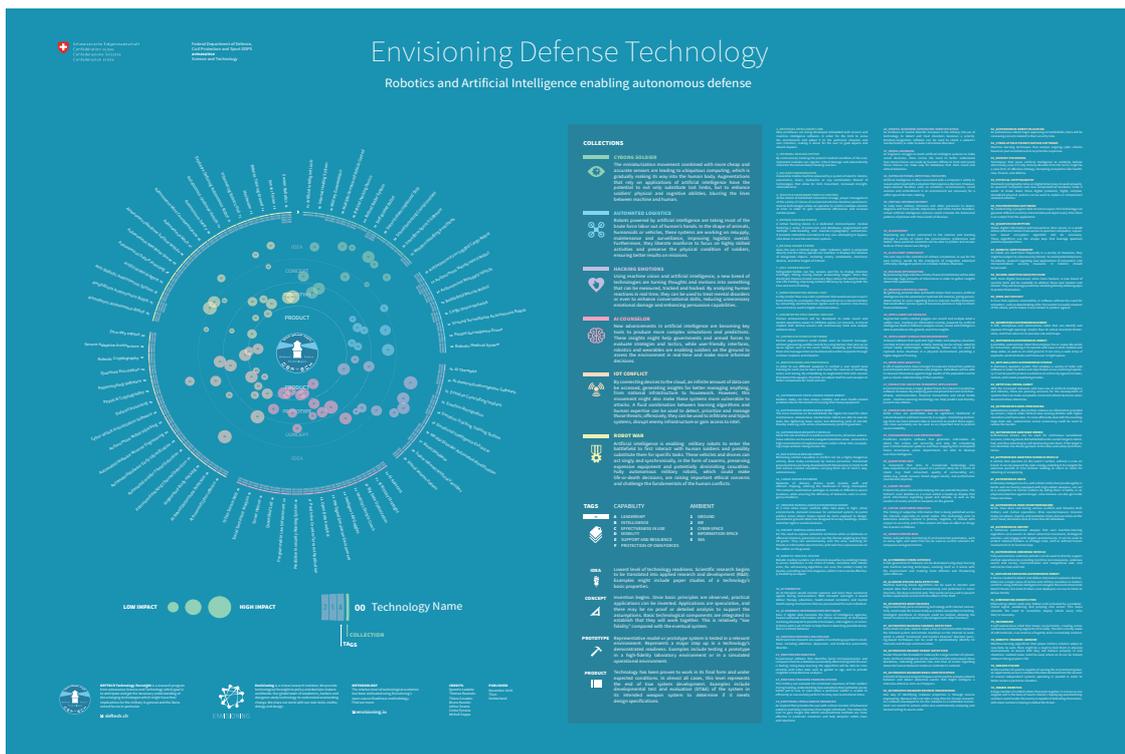


Bild 1: Auszug aus der gemeinsam mit Envisioning Ltd. entwickelten kollaborativen technologischen Plattform

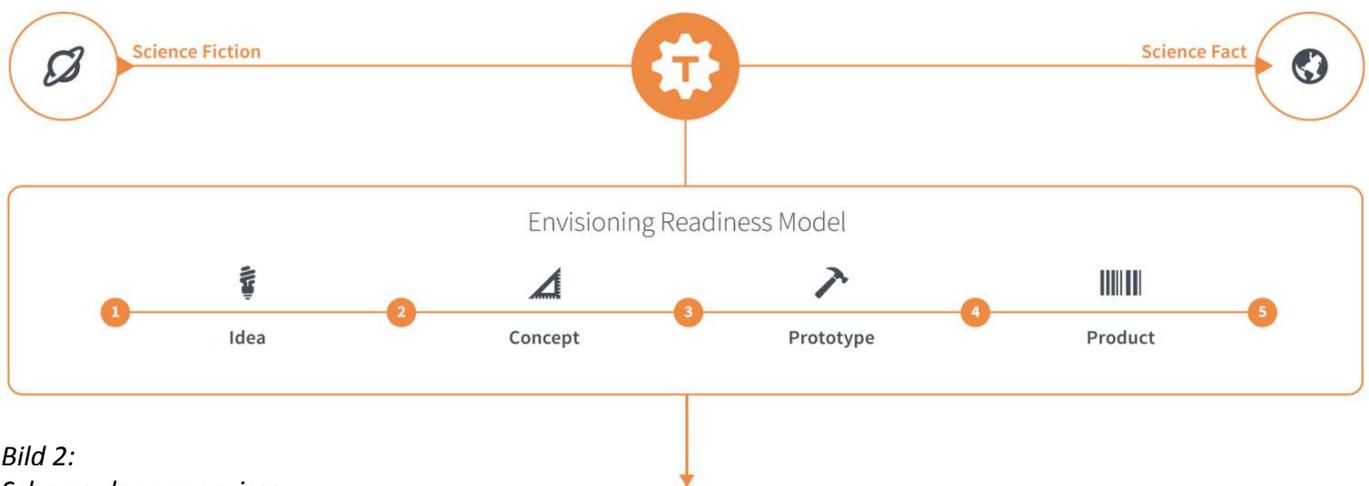


Bild 2:
*Schema der armasuisse
 zur Technologiebewertung*

feld einsetzbar sind, so dass die Sicherheitskräfte zunehmend Technologien aus dem zivilen Markt übernehmen müssen. Dies kann aus ökonomischer Perspektive sinnvoll sein – allerdings erfüllen absolut zufriedenstellende zivile Technologien nicht immer die Anforderungen der Notfalldienste, was zu teuren Anpassungen führt. In der Folge werden neueste Technologien im militärischen Bereich weniger schnell umgesetzt als im zivilen Bereich.

Anstatt über die am meisten bahnbrechende Technologie in einem Gebiet zu streiten, betrachtet armasuisse W+T fortlaufend alle neuen, interessanten Entwicklungen und versucht zu verstehen, wie und unter welchen Bedingungen diese Technologien in einem militärischen und zivilen Umfeld als aufkommend, evolutionär, revolutionär oder disruptiv einzuschätzen sind. Die Definition der verwendeten Terminologie wird hier vorgestellt [Toc14]:

- Eine aufkommende Technologie ist eine Technologie, die allgemein noch nicht in Verteidigungs- und Sicherheitskreisen wahrgenommen wird und die das Potenzial hat, sich als evolutionär, revolutionär oder disruptiv zu erweisen.
- Eine evolutionäre Technologie ist eine schrittweise entwickelte Technologie, die ihre Funktion in einer Komponente, einem Sub-System oder einem System allmählich verbessert, ohne signifikante Auswirkung auf die Gesamtfunktion des Systems.
- Eine revolutionäre Technologie ist eine Technologie, die eine bestimmte Funktion einer Komponente, eines Sub-Systems oder einem Systems drastisch verbessert. Sie beschleunigt den Technologie-Entwicklungszyklus im Vergleich zu ähnlichen Technologien rasch und/oder erfüllt eine Funktion in einem neuen Markt.
- Eine disruptive Technologie stellt eine technologische Entwicklung dar, die über ein realistisches Potenzial für eine qualitative oder wesentliche quantitative Veränderung von nicht-technischen Fähigkeiten verfügt und somit zu einer qualitativen oder wesentlichen quantitativen Veränderung in den Beziehungen zwischen Staaten, Völkern oder Per-

sonen und Märkten führen kann. Sie übt ihre disruptive Auswirkung auf die Gesellschaft innerhalb von ein oder zwei Generationen aus und überfordert damit potenziell die Anpassungsfähigkeit der Menschen und des sozialen Systems. Es ist eine technologische Entwicklung, die das Konfliktverhalten oder die Einsatzregeln innerhalb von ein oder zwei Generationen wesentlich verändert und den Planungsprozess zwingt, sich anzupassen und die langfristigen Ziele, Strategien, Konzepte und Pläne zu ändern.

Im Rahmen einer detaillierteren Analyse wurden alle Technologien – von 3D-Speicher-Chips und Augmented Reality bis zu Telepräsenz-Robotern – näher untersucht und entsprechend des Envisioning Readiness Modells (siehe Bild 2) nach zehn Kriterien bewertet. Dabei beziehen sich fünf Kriterien auf die technologischen Möglichkeiten (Machbarkeit, Nachweisbarkeit, Durchbruch, Investition und Kosten), während fünf weitere Kriterien die Wichtigkeit und Relevanz der Technologie untersuchen (Erklärbarkeit, Nützlichkeit, Notwendigkeit, Wettbewerb und Herausforderung) [Lad15b] [Env16].

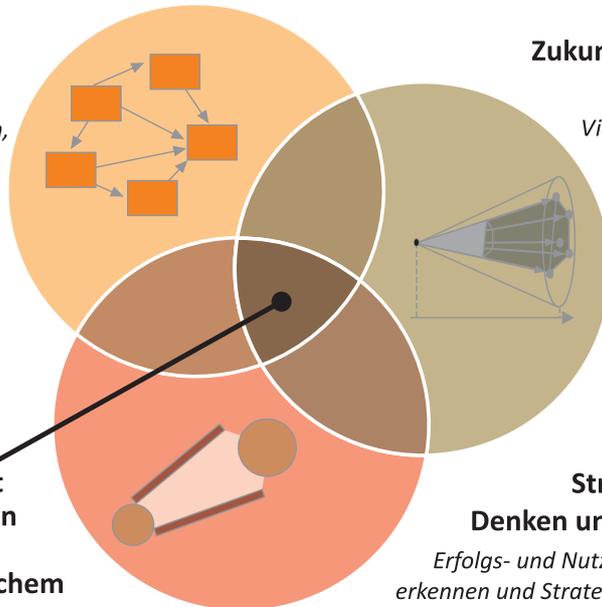
Szenario-Management – Vom Umgang mit der Zukunft im Technologiemanagement

Im Umgang mit der Zukunft dominieren die Begriffe „Planung“ und »Prognose«. Prognosen beschreiben, wie die Zukunft (voraussichtlich) aussehen wird – in den meisten Fällen auf Basis umfangreicher Untersuchungen vorliegender Vergangenheitsdaten. Planungen setzen auf solchen Prognosen auf, enthalten aber auch eigene Entscheidungen über das, was man selbst tun oder lassen und wie man es durchführen will. In der Praxis sind solche Extrapolationen aber häufig fehlerhaft, so dass sich Fehlplanungen anschließen [Bra11], [Gar11], [Gol16].

Fehlprognosen sowie offensichtliche Veränderungen in unseren Umfeldern führen dazu, dass neben vergangenheitsbezogenen Informationen auch verschiedenartige Trends ermittelt und vielfach zur Erstellung von Prognosen genutzt werden. Doch

Vernetztes Denken und Handeln

Komplexe Systeme erkennen, analysieren und für Entscheider handhabbar machen.



Zukunftsoffenes Denken und Handeln

Vielfältige Unsicherheiten erkennen und im Entscheidungsprozess berücksichtigen.

Szenario-Management ist die Verknüpfung von vernetztem, zukunfts-offenem und strategischem Denken und Handeln.

Strategisches Denken und Handeln

Erfolgs- und Nutzenpotenziale erkennen und Strategien zu deren Erschließung entwickeln und umsetzen

*Bild 3:
Grundlagen
des Szenario-
Management*

auch hier gibt es eine Vielzahl von Beispielen die zeigen, wie selbst renommierte Experten und Trendforscher die Zukunft nicht exakt vorhersagen konnten [Cou01], [BW04], [Tal08]. Daher gewinnt neben Extrapolationen und Trends ein drittes Werkzeug zunehmend an Bedeutung – sogenannte Szenarien. Sie unterscheiden sich von Prognosen und Trends anhand von zwei unterschiedlichen Denkweisen [GFS96, 16], [FS16, 12ff]:

- **Zukunftsoffenes Denken:** Aufgrund der Ungewissheit in politischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und technischen Umfeldern sowie in konkreten Branchen und Handlungsfeldern wird nicht mehr versucht, die Zukunft mittels einer Prognose exakt vorherzusagen. Stattdessen werden mehrere, vorstellbare Zukunftsbilder entwickelt und beschrieben.
- **Vernetztes Denken:** Die Vielfalt der unternehmerischen Tätigkeit hat sich durch neue Technologien (vor allem die Digitalisierung), die Globalisierung von Märkten und Branchen sowie die Notwendigkeit zur Beachtung verschiedener Anspruchsgruppen stetig erhöht. Hinzu kommt, dass die Dynamik der Änderungsprozesse im Umfeld ständig zunimmt. Daher haben wir es in der Regel mit komplexen Systemen zu tun, die adäquat nur durch vernetztes oder systemisches Denken gehandhabt werden können.

Die Kombination von zukunfts-offenem und vernetztem Denken führt zur Definition eines Szenarios. Darunter wird eines von mehreren Zukunftsbildern verstanden, das auf einer schlüssigen Kombination denkbarer Entwicklungsannahmen beruht. Szenario-Management ist ein übergreifendes Rahmenkonzept, bei dem Szenarioentwicklung und strategische Nutzung der Szenarien unmittelbar miteinander verknüpft sind. Insofern kombiniert es das zukunfts-offene und vernetzte Denken mit dem strategischen Denken und Handeln [FSS01, 20f] (siehe Bild 3).

Häufig wird die Zukunft noch durch weitere Charakteristika beschrieben. So bezieht Bob Johansen Unbeständigkeit (Volatility) und Mehrdeutigkeit (Ambiguity) in den Katalog der

grundlegenden Umfeldveränderungen ein und spricht daher von der Entstehung von VUCA-Welten (=Volatility, Uncertainty, Complexity und Ambiguity), mit denen sowohl Gefahren als auch Chancen verbunden sind [Joh07]. Dieser Ansatz lässt sich auch auf den Bereich der militärischen Sicherheitsumfelder übertragen [Cas13].

Szenarien im Technologiemanagement

Zusammenfassend lassen sich drei Ebenen des Zukunftsmanagements unterscheiden, auf denen Unternehmen versuchen, eine Vorstellung von zukünftigen Umfeldentwicklungen zu bekommen [FS11]. Diese drei Ebenen lassen sich auch auf das Technologiemanagement übertragen, wobei wir zunächst die Umfeldentwicklungen betrachten, die jeweils die Entwicklung der Technologie selbst sowie ihrer möglichen Anwendungsbe-reiche beinhalten (Bild 2):

- Auf der operativen Ebene ist es notwendig, kurzfristig ein möglichst klares Bild von der Zukunft zu erhalten. Daher kommen hier schwerpunktmäßig quantitative und auf Extrapolationen beruhende Prognosen zum Einsatz.
- Auf der taktischen Ebene reicht diese Beschreibung der Zukunft nicht aus oder sie ist schlichtweg nicht leistbar. Hier werden mittelfristig anstehende oder bereits erkennbare Veränderungen in Form von Technologietrends oder Trends in den Anwendungsfeldern identifiziert, aus denen häufig ebenfalls Prognosen erstellt werden. Daher findet man solche Beschreibungen, wie die Zukunft aussehen wird, übergreifend auf den beiden unteren Ebenen [FS16, 35f].
- Auf der strategischen Ebene – das heißt bei der langfristigen Vorausschau und der strategischen Ausrichtung des Technologiespektrums eines Unternehmens oder einer Organisation – reicht auch eine einfache Trendbetrachtung nicht mehr aus. Daher werden hier Szenarien (=Beschreibungen, wie die Zukunft aussehen könnte) zum zentralen Vorausschau-Instrument.

Auf der linken Seite von Bild 4 ist dieser Zusammenhang dargestellt, während auf der rechten Seite das zukünftige Technologiespektrum des Unternehmens betrachtet wird, was ebenfalls auf drei Ebenen geschieht:

- Auf der strategischen Ebene entwickeln das Unternehmen oder die Organisation eine visionäre Vorstellung davon, wie es in dem betrachteten Technologiefeld in der Zukunft agieren möchte.
- Auf der taktischen Ebene erfolgt die Umsetzung der Vision in ein Geschäftsmodell und konkrete Roadmaps. Dabei werden Ziele konkretisiert, die Verbindung mit Produkten und Märkten hergestellt sowie Technologie-Roadmaps entworfen [MI08].
- Auf der operativen Ebene wird diese Leitlinie in Form von konkreten Technologieplanungen umgesetzt. Hier werden Geschäftspläne erstellt, Investitionsentscheidungen getroffen, Risiken identifiziert und bewertet sowie Krisen verhindert oder bewältigt.

Der Strategiebegriff wird in Literatur und Praxis sehr vielfältig definiert und verwendet [Mal11, 19ff] [MAL99]. In Bild 2 wird deutlich, dass auch eine Technologiestrategie sowohl ein grundsätzliches Ziel beinhalten kann (Vision) als auch den Weg zu diesem Ziel (Roadmap). Die Schwerpunktsetzung obliegt letztlich der Organisation und ihres strategischen Planungssystems.

Raumfahrt-Szenarien

Bei der längerfristigen Vorausschau von Technologieumfeldern hat sich gezeigt, dass die Orientierung an einer eindeutig prognostizierbaren Zukunft nicht mehr ausreicht. Daher werden im Technologiemanagement neben Trends und Prognosen auch Szenarien eingesetzt [Wol91], [RG10], [FS16, 250ff]. Um bei

seiner Technologieplanung die existierenden Unsicherheiten zu berücksichtigen und gleichzeitig eine Öffnung für langfristige Entwicklungsperspektiven zu ermöglichen, entwickelt auch armasuisse alternative Zukunftsmöglichkeiten in Form von Szenarien und nutzt diese Zukunftsbilder, um den Kontext von Technologien zu verdeutlichen und eine bessere Kommunikation über mögliche, zukünftige Anwendungen zu ermöglichen.

Im Rahmen des Forschungsprogramms »Technologiefrüh-erkennung« finden regelmäßig Workshops zu spezifischen Themenbereichen statt. Diese DEFTECH-Workshops (Defence Future TECHNOlogien) haben zum Ziel, auf Entwicklungen in Technologiebereichen hinzuweisen, welche bei armasuisse W+T nicht bearbeitet werden, aber in Zukunft für die Schweizer Armee relevant sein könnten. Ein solcher Themenbereich mit zunehmender strategischer Relevanz ist »Raumfahrt«:

»Satelliten sind zu vitalen, aber auch verwundbaren Infrastrukturen moderner Gesellschaften geworden. Ein unerwarteter Ausfall wichtiger Satellitenanwendungen würde auch auf der Erde erheblichen Schaden anrichten. Auch in Europa und in der Schweiz sollten Weltraumsysteme als kritische Infrastruktur stärker ins Blickfeld rücken.« [Pig15]

Vor diesem Hintergrund hat armasuisse W+T im Frühjahr 2016 einen Szenarioprozess gestartet, mit dem mögliche Entwicklung der Raumfahrt bis zum Jahr 2035 vorausgedacht und vor allem deren Auswirkungen auf Sicherheit und militärische Operationen aufgezeigt werden sollten. Eine wesentliche Funktion der Szenarien ist dabei die gedankliche Öffnung der beteiligten Experten ebenso wie der Zielgruppe, die sich mit den Szenarien auseinandersetzen soll.

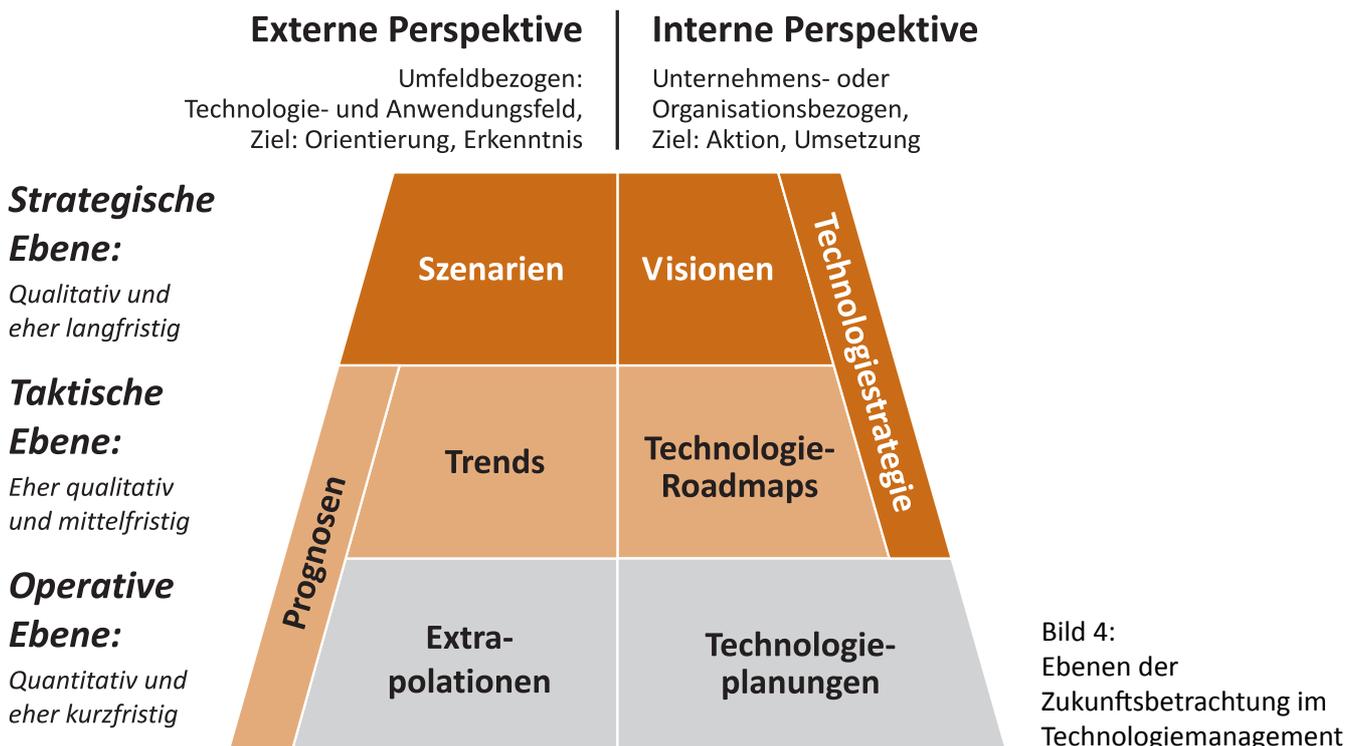


Bild 4: Ebenen der Zukunftsbetrachtung im Technologiemanagement

Vom Szenariofeld zu Schlüsselfaktoren

Am Anfang der Szenarioentwicklung stand die Definition des Szenariofeldes. So wurde verdeutlicht, wessen Zukunft in Form von Szenarien beschrieben werden sollte. Die Definition eines Szenariofeldes ist wichtig, damit alle Beteiligten über den gleichen Betrachtungsbereich sprechen. So wurde hier vereinbart, eine globale Perspektive einzunehmen. Anschließend wurde das Szenariofeld durch Systemebenen und Einflussbereiche strukturiert und in Form eines Systembildes visualisiert (siehe Bild 5) [FS16, 72ff].

Um die Entwicklungsmöglichkeiten des Szenariofeldes darzustellen, wurden die einzelnen Einflussbereiche anschließend durch insgesamt 69 Einflussfaktoren beschrieben, die im Rahmen einer Befragung des Szenarioteams sowie durch ergänzendes Desk Research identifiziert und schließlich im Kernteam ausgearbeitet wurden. Der Einflussfaktoren-Katalog enthält – hier wie in den meisten Szenarioprozessen – zunächst eine sehr hohe Anzahl von Faktoren. Auf diese Weise kann das Szenariofeld sehr weitgehend erfasst werden. Da nicht alle Faktoren gleichermaßen relevant sind und sich eine zu hohe Anzahl in den folgenden Phasen nur schwer handhaben lässt, erfolgte nun eine Reduktion auf 19 Schlüsselfaktoren, wozu eine Vernetzungsanalyse genutzt wurde.

Die Vernetzungsanalyse begann mit dem Aufbau einer Vernetzungsmatrix, in der die direkten Beziehungen oder Beeinflussungen zwischen den Faktoren bewertet wurden. Diese Bewertung erfolgte parallel durch mehrere Mitglieder des Szenarioteams, deren Urteile schließlich in einer Vernetzungsmatrix zusammengeführt wurden. Aus dieser Matrix konnten dann für jeden Faktor seine Aktivität (die Wirkung auf andere Faktoren) und seine Passivität (die Beeinflussung durch andere Faktoren) abgeleitet werden. Die Visualisierung der Ergebnisse erfolgt in einem Aktiv-Passiv-Grid, wie es exemplarisch in Bild 6 dargestellt ist. Aus dem Aktiv-Passiv-Grid ließ sich das

systematische Verhalten der einzelnen Einflussfaktoren bestimmen, so dass Hebelkräfte, Systemknoten und Indikatoren erkennbar wurden.

Verwendet wurde die Vernetzungsanalyse als Hilfsmittel für das Szenarioteam, in dem zunächst stark vernetzte Faktoren identifiziert wurden, mit denen sich ein großer Teil der Systemdynamik abbilden lässt. Dies erklärt bereits die Häufung der schwarz markierten Schlüsselfaktoren im oberen, rechten Bereich des Aktiv-Passiv-Grids. Zusätzlich wurde ermittelt, welche Faktoren einen starken direkten Einfluss auf Raumfahrt-technologien haben. Unter Berücksichtigung dieser Informationen hat das Szenarioteam anschließend die folgenden 19 Schlüsselfaktoren festgelegt:

1. Globale Stabilität / Kriege und Terrorismus
2. Schwerpunkte der Sicherheits- und Militärpolitik
3. Bedrohungen aus dem Weltraum
4. Militärische Streitkräfte
5. Rolle / Bedeutung der Raumfahrt
6. Bedrohungen der Weltraum-Systeme
7. Raumfahrt als kritische Infrastruktur
8. Raumfahrt-Budgets
9. Weltraumrecht / Governance
10. Militärische Raumfahrt-Akteure
11. Öffentliche Raumfahrt-Akteure
12. Kommerzielle Raumfahrt-Akteure / Luft- und Raumfahrtindustrie
13. Forschungsstrategien in der Raumfahrt / Forschungsgebiete
14. Raumtransportsysteme / Trägersysteme
15. Satelliten / Orbit Infrastruktur
16. Einsatz von Sensortechnologie in der RF
17. Navigationsanwendungen
18. Kommunikationsanwendungen
19. Erdbeobachtung–Überwachung, Aufklärung und Planung

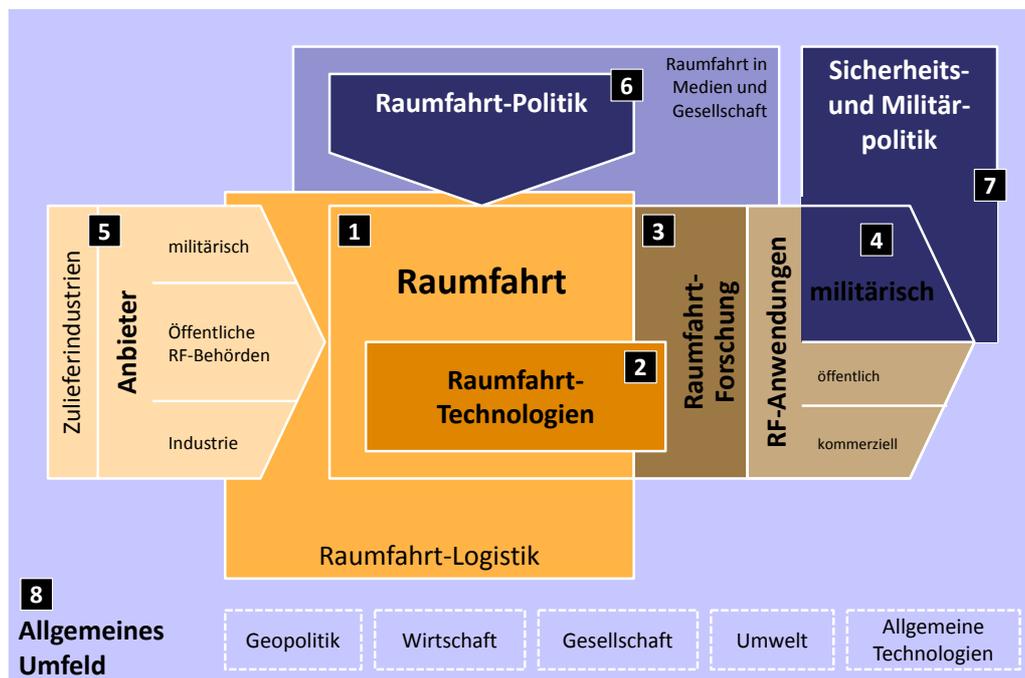


Bild 5: Systembild

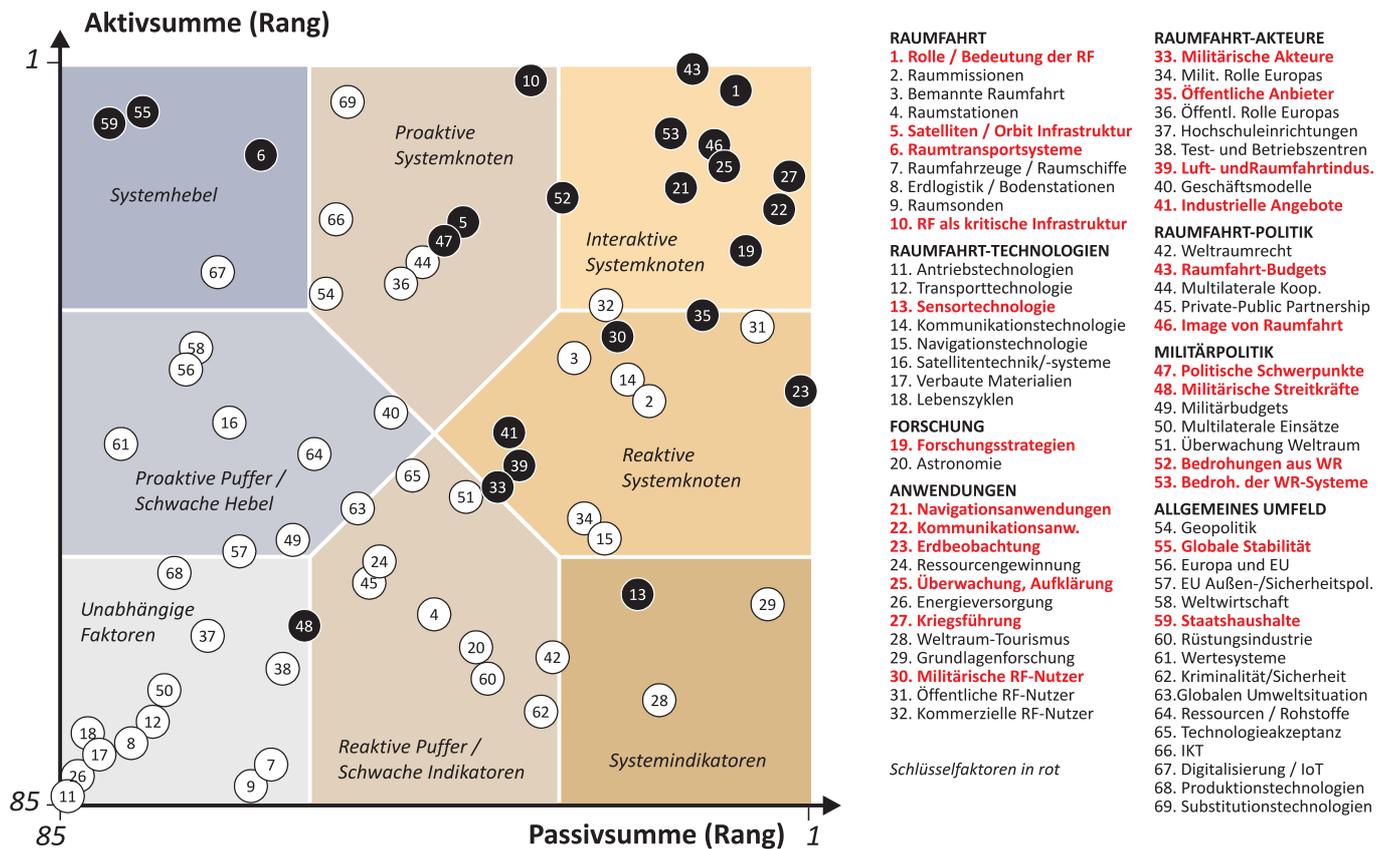


Bild 6: Schlüsselfaktoren im Aktiv-Passiv-Grid

Von Zukunftsprojektionen zu Szenarien und Zukunftsraum

Im Rahmen der Szenario-Prognostik wurden dann für jeden Schlüsselfaktor systematisch mögliche, zukünftige Zustände ermittelt und in Form sogenannter Zukunftsprojektionen beschrieben. Dies erfolgte in intensiven Diskussionen des Szenarioteams, wobei für jeden Schlüsselfaktor mindestens zwei Unsicherheiten identifiziert wurden, mit deren Hilfe sich ein Projektionsportfolio ermitteln ließ. So konnte sichergestellt werden, dass die Zukunftsprojektionen kein reines »Schwarz-Weiß-Denken« in den Szenarioprozess tragen. Diese Phase der Szenarioentwicklung ist besonders wichtig, weil davon der Inhalt der Szenarien – und damit letztlich auch die Qualität der Entscheidungsunterstützung – abhängt. Die anschließende Szenario-Bildung erfolgte in sechs Schritten [FS16, 100ff]:

- Konsistenzbewertung (Schritt 1): In einer Matrix wurde die Konsistenz (Widerspruchsfreiheit) zwischen den einzelnen Zukunftsprojektionen bewertet.
- Konsistenzanalyse (Schritt 2): Mit Hilfe einer Szenario-Software wurden anschließend alle denkbaren Gesamtkombinationen – die sogenannten Projektionsbündel – überprüft und selektiert.
- Rohszenario-Bildung (Schritt 3): Durch eine Clusteranalyse wurden ähnlichen Projektionsbündel zu „Rohszenarien“ zusammengefasst.

- Ermittlung der Szenarioelemente (Schritt 4): Nun wurde ermittelt, welche Zukunftsprojektionen in welcher Stärke in den einzelnen Rohszenarien vorkommen. Diese Projektionen werden auch als »Ausprägungen« eines Szenarios bezeichnet.
- Zukunftsraum-Mapping (Schritt 5): Um eine Übersicht über den von den Szenarien aufgespannten Zukunftsraum zu bekommen, wurden mit Hilfe einer Multidimensionalen Skalierung (MDS) die Projektionsbündel bzw. Rohszenarien so angeordnet, dass eine »Landkarte der Zukunft« entsteht.
- Szenario-Beschreibung (Schritt 6): Abschließend konnten – basierend auf den Ausprägungslisten und der Übersicht in der »Landkarte der Zukunft« – die Szenarien in einer der Zielgruppe entsprechenden Form beschrieben werden.

Im vorliegenden Projekt entstanden im Rahmen der ersten Schritte zunächst neun Szenarien, die vom Szenarioteam intensiv analysiert und diskutiert wurden – mit zwei Weiterentwicklungen:

- Zum einen wurde mit Hilfe der »Landkarte der Zukunft« eine grundlegende Unterteilung der Szenarien vorgenommen. Dies führte zu fünf Szenario-Gruppen (Wachstums-Szenarien, Parallele Szenarien, Kommerzialisierungs-Szenarien sowie ein ziviles und ein Rückgangs-Szenario). Auf diese Weise ist es möglich, das Ergebnis auch in einer kompakteren Form zu präsentieren. Außerdem wurde die Nummerierung der Szenarien an diesen fünf Gruppen orientiert.

- Zum anderen wurde festgestellt, dass für das zivile Szenario zwei grundlegende Entwicklungsalternativen bestehen, nämlich ein Fokus auf Industriepolitik oder auf Grundlagenforschung. Daher wurden diese Alternativen nun als eigenständige Szenarien beschrieben. Damit wird deutlich, dass das Szenarioteam – basierend auf einem systematischen Vorgehen – durchaus weitere Möglichkeiten der inhaltlichen Gestaltung von Szenarien hat.

Bild 7 zeigt die entstandenen Landkarte der Zukunft mit der Unterteilung der zehn Szenarien in die fünf beschriebenen Szenario-Gruppen.

Neben der grundlegenden Unterteilung der Szenarien in die fünf beschriebenen Gruppen wurde der Zukunftsraum auch noch weitergehend untersucht. Bild 8 verdeutlicht dies am Beispiel der zivilen, militärischen und kommerziellen Marktsegmente. Zunächst einmal zeigen die unterschiedliche hellen Szenarien, dass das Wachstum in den drei Segmenten sehr unterschiedlich verteilt ist: während der zivile Raumfahrtmarkt in den Z- und W-Szenarien wächst, legt der militärische Raumfahrtmarkt in den W- und P-Szenarien zu – und der kommerzielle Raumfahrt-Markt wächst in den K- und P-Szenarien.

Darüber hinaus lohnt ein Blick auf das Akteursfeld in den einzelnen Marktsegmenten. So zeigt die linke Landkarte, dass in den

Szenarien W3, P1, P2 und K1 mit einer Fragmentierung des zivilen Anbieterfeldes zu rechnen ist. Aus der mittleren Landkarte lässt sich das Wachstum para-militärischer Raumfahrt-Anbieter in den Szenarien W2, W3 und P1 ablesen. Und in der rechten Landkarte sticht vor allem die Dominanz transnationaler Konzerne in den Szenarien P2 und K1 hervor – also auch in einem der »parallelen« P-Szenarien, in dem sich militärische Akteure vor allem mit kommerziellen Anbietern wie beispielsweise »Space X« auseinandersetzen hätten.

Mit einer solchen Betrachtung von Kerndimensionen konnte das Verständnis der einzelnen Szenarien und ihrer Zusammenhänge im Szenarioteam deutlich gesteigert werden [FS 16, 113f]. Für die anschließende Kommunikation ergibt sich dabei stets die Frage, welche Dimensionen für eine einfache und prägnante Darstellung sinnvoll und geeignet sind.

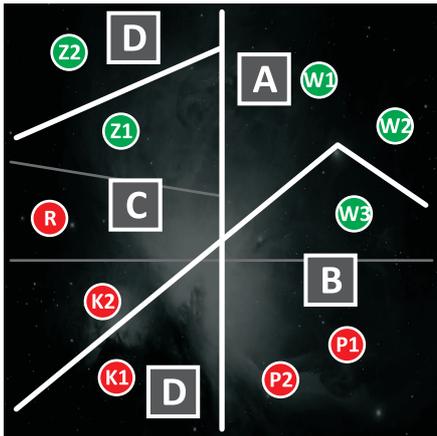
Szenario-Interpretation

Für eine erfolgreiche Nutzung von Szenarien ist es wichtig, dass alle Beteiligten ein gleiches Verständnis von der Funktion und Wirkweise von Umfeldszenarien haben. Dazu zählen mehrere grundsätzliche Annahmen:



Bild 7:
Szenario-Gruppen
im Zukunftsraum-
Mapping

Zivile Akteure

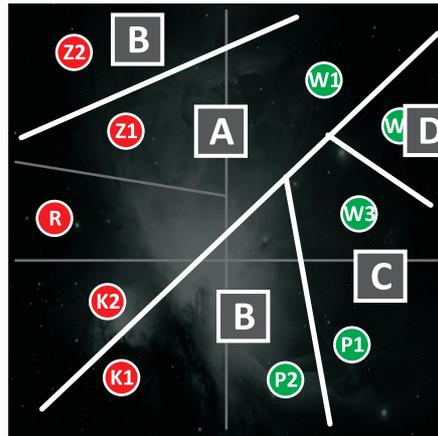


- A** Dominanz weniger großer Staaten im Feld der öffentlichen Raumfahrt-Akteure
- B** Verbreiterung des Feldes weitgehend autonomer staatlicher Akteure
- C** Wenige große Staaten prägen multilaterale Kooperationsnetze
- D** Fragmentierung des Feldes öffentlicher Raumfahrt-Akteure mit hoher Vernetzung

Wachstum des Segments

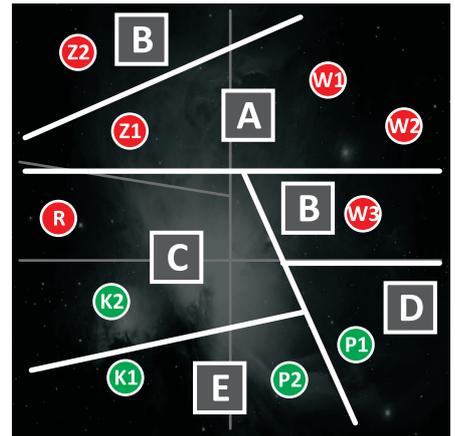
Kein Wachstum des Segments

Militärische Akteure



- A** Militärische Raumfahrt bleibt weitgehend auf große, staatliche Akteure konzentriert
- B** Militärische Raumfahrt wird von einem breiten Feld staatlicher Akteure geprägt
- C** Massive Erweiterung des Feldes militärischer Akteure um kleinere Staaten UND para-militärische Gruppen
- D** Militärische Raumfahrt wird geprägt von großen Staaten UND para-militärischen Gruppen

Kommerzielle Akteure



- A** Dominanz nationaler Champions in der kommerziellen Raumfahrt
- B** Viele kleinere kommerzielle Raumfahrt-Anbieter mit Fokus auf die öffentliche Hand
- C** Entstehung nationaler Monopolstrukturen in den wichtigsten Raumfahrt-Märkten
- D** Fragmentierung der kommerziellen Raumfahrt jenseits der öffentlichen Hand
- E** Transnationale Konzerne dominieren kommerzielle Raumfahrt

Bild 8: Detailanalyse der Szenarien am Beispiel der Marktsegmente

- Ein Szenario stellt nicht die »einzig wahre« Zukunft dar, sondern eine mögliche Zukunft. Einzelne Elemente in einem Szenario sind nicht »die einzige Möglichkeit«, sondern in der Regel »die mit der höchsten Stimmigkeit zu den anderen Elementen im Szenario«.
 - Ein Szenario ist keine Strategie, sondern ein (Denk-)Werkzeug zur Entwicklung besserer Strategien.
 - Ein Szenario ist nicht objektiv, sondern »gruppen-subjektiv« – das heißt, es repräsentiert die Sichtweise des Szenarioteams.
 - Ein Szenario beinhaltet keine Entscheidungen, sondern stellt ein Umfeld dar, innerhalb dessen wir Entscheidungen zu treffen haben.
 - Ein Szenario ist nicht dann »gut entwickelt«, wenn es exakt eintritt, sondern wenn es Orientierungsprozesse in Unternehmen gezielt unterstützt und so zu besseren Entscheidungen beiträgt.
- Die Szenario-Entwicklung führt also zunächst zu inhaltlich geprägten Zukunftsbildern von unseren Umfeldern, die alle gleichwertig sind. Diese Annahmen werden nun in den drei Teilprozessen der Szenario-Interpretation wieder aufgehoben [FS16, 123]:
- **Szenario-Aufbereitung und Szenario-Kommunikation:** Die inhaltlich korrekt skizzierten Szenarien werden nun in einer für die späteren Zielgruppen geeigneten Form kommunizierbar gemacht, wobei bei Bedarf eine inhaltliche Aufbereitung vorgeschaltet wird – beispielsweise durch Kombination mehrerer Szenarien, deren Abgleich mit Wildcards oder die Erweiterung und Quantifizierung der Szenarien.
 - **Szenario-Bewertung:** Bis hierhin wurden alle Szenarien als gleichwertig erachtet. Nun erfolgt eine Interpretation der Szenarien hinsichtlich ihrer Nähe zur Gegenwart sowie zur erwarteten und gewünschten Zukunft. Dazu gehört auch eine Visualisierung möglicher zeitlicher Abfolgen der ermittelten Szenarien in Form von Entwicklungspfaden.
 - **Konsequenzanalyse:** Bis hier wurde das eigene Unternehmen oder die eigene Organisation explizit nicht betrachtet. Nun erfolgt der Transfer vom Szenariofeld (=Umfeld) zurück zum Gestaltungsfeld. Die Konsequenzanalyse beinhaltet vor allem die Ableitung von Chancen, Gefahren und Handlungsoptionen.

Szenario-Aufbereitung und Kommunikation

Im vorliegenden Projekt wurden die Szenarien im Rahmen einer Veranstaltung der armasuisse W+T einem Fachpublikum vorgestellt. Dabei kam es vor allem darauf an, einen Überblick über die verschiedenen, zukünftigen Möglichkeiten zu geben. Darüber hinaus wurde für die einzelnen Szenarien eine Kompakt-Beschreibung erstellt, die nachfolgend wiedergegeben wird.

Kalter Krieg im All – Wenige große Akteure prägen die Raumfahrt (Szenario W1)

Das geopolitische Umfeld ist durch eine signifikante Zunahme zwischenstaatlicher Konflikte und durch starke militärische Akteure gekennzeichnet, wie vielfach in einander misstrauenden Militärblöcken gegenüberstehen. Weltraumsysteme werden zunehmend militärisch bedroht und daher als kritische Infrastruktur breit abgesichert. Nur wenige Akteure verfügen über den Zugang zu Raumtransportsystemen und die Fähigkeit zum Einsatz weltraumgestützter Waffensysteme. Die öffentliche Hand investiert umfangreich in zivile und militärische Raumfahrt. In der öffentlichen Raumfahrt dominieren große, staatliche Akteure, während der kommerzielle Bereich durch nationale Champions geprägt wird, die in hohem Umfang von der öffentlichen Hand finanziert werden. Das Militär konzentriert sich auf Kernthemen und ist bereit gewisse »neue« Themen auszulagern, solange es die Kontrolle behält. Raumfahrtanwendungen sind weitgehend öffentlich geprägt.

All Kaida – Staatengemeinschaft trotz Space-Terror (Szenario W2)

Die Staatengemeinschaft befindet sich in anhaltenden asymmetrischen Konflikten mit Terroristen und paramilitärischen Gruppen, die von einzelnen »Schurkenstaaten« unterstützt werden. In dem Zuge verlagert sich der Schwerpunkt des Militärs von der äußeren zur inneren Sicherheit – mit entsprechenden Transformationsprozessen. Es bestehen vielfältige Varianten von Raumtransportsystemen, so dass der Zugang zur Raumfahrt relativ leicht geworden ist. Weltraumsysteme werden zunehmend militärisch bedroht – und zwar vor allem von nicht-staatlichen Gruppen. Daher wird eine breite Absicherung angestrebt. Die öffentliche Hand investiert umfangreich in zivile und militärische Raumfahrt. In der öffentlichen Raumfahrt dominieren große staatliche Akteure, die vielfach den neuen, para-militärischen Gruppen gegenüberstehen. Der kommerzielle Bereich ist von nationale Champions geprägt, die in hohem Umfang von der öffentlichen Hand finanziert werden. Raumfahrtanwendungen sind weitgehend öffentlich geprägt.

Star Wars – Breite Militarisierung der Raumfahrt (Szenario W3)

Die geopolitische Umfeld ist höchstvolatil und von einer Vielzahl von zwischenstaatlichen und asymmetrischen Konflikten gekennzeichnet. Nationale Egoisten stehen vor multilatera-

len Überlegungen. Die Bedeutung des Militärs hat insgesamt zugenommen – sowohl in der klassischen Außenpolitik als auch bei der inneren Sicherheit. Es bestehen vielfältige Zugänge zur Raumfahrt, so dass sich das Feld militärischer Akteure stark erweitert hat – um neue staatliche Akteure ebenso wie um para-militärische Gruppen. In diesem hochkonfliktären Umfeld werden Weltraumsysteme vielfältig militärisch bedroht. Daher wird eine breite, vor allem auch aktive Absicherung angestrebt. Die öffentliche Hand investiert umfangreich in zivile und militärische Raumfahrt, wobei sich die Industriepolitik primär auf die eigene Verteidigungsindustrie bezieht. Im kommerziellen Bereich gibt es viele, kleinere Raumfahrtanbieter, die jeweils stark auf die eigenen nationalen Regierungen fokussiert sind. Raumfahrtanwendungen sind weitgehend öffentlich geprägt.

Wild West im Weltraum – Fragmentierung aller Segmente (Szenario P1)

Die geopolitische Umfeld ist höchst volatil und von einer Vielzahl von zwischenstaatlichen und asymmetrischen Konflikten gekennzeichnet. Nationale Egoisten stehen vor multilateralen Überlegungen. Die Bedeutung des Militärs hat insgesamt zugenommen – sowohl in der klassischen Außenpolitik als auch bei der inneren Sicherheit. Es bestehen vielfältige Zugänge zur Raumfahrt, so dass sich das Feld militärischer Akteure stark erweitert hat – um neue staatliche Akteure ebenso wie um para-militärische Gruppen. In diesem hochkonfliktären Umfeld werden Weltraumsysteme vielfältig militärisch bedroht, so dass deren Absicherung vor allem auf aktiven Schutz setzt. Die zivile Raumfahrt wird zurückgefahren, so dass die Raumfahrt-Branche in zwei parallele Segmente zerfällt. Viele wachstumsträchtige Raumfahrtanwendungen wie Navigation oder Erdbeobachtung werden kommerzialisiert. Parallel entwickelt sich ein militärisches Raumfahrt-Segment, in dem vielfach redundante Strukturen geschaffen werden, um Unabhängigkeit zu sichern. Sowohl das kommerzielle als auch das militärische Segment werden von einem stark fragmentierten Anbieterfeld charakterisiert.

Global vs. National – Nebeneinander kommerzieller und militärischer Segmente (Szenario P2)

Das geopolitische Umfeld ist durch eine signifikante Zunahme zwischenstaatlicher Konflikte und durch starke militärische Akteure gekennzeichnet, wie vielfach in einander misstrauenden Militärblöcken gegenüberstehen. Die einzelnen Blöcke haben jeweils eigene Raumtransportsysteme entwickelt, über die sie versuchen, den Zugang zum Weltraum kontrollieren. Hinzu kommen kommerzielle Systeme, so dass die Zahl der Raumfahrt-Akteure insgesamt zugenommen hat. In diesem von traditionellen Konflikten gekennzeichneten Umfeld werden Weltraumsysteme vielfältig militärisch bedroht, so dass deren Absicherung vor allem auf aktiven Schutz setzt. Das zivile Raumfahrt-Segment erodiert: Zivile Anwendungen werden kommerzialisiert und zivile Budgets werden militarisiert. Im kommerziellen Wachstumsmarkt »Raumfahrt« dominieren wenige transnationale Konzerne – bis hin zur Entstehung von Monopolstrukturen. Parallel entwickelt sich ein militärisches

Raumfahrt-Segment, in dem vielfach redundante Strukturen geschaffen werden, um Unabhängigkeit (auch und gerade von globalen Konzernen) zu sichern.

Space Economy – Globalisierung erreicht den Weltraum (Szenario K1)

Das geopolitische Umfeld ist durch vielfältige Kooperationen und einen relativ geringen Grad zwischenstaatlicher und asymmetrischer Konflikte gekennzeichnet. Es gibt keine nennenswerten Bedrohungen aus dem Weltraum und die Bedeutung des Militärs ist insgesamt rückläufig. Das kooperative und friedvolle Umfeld hat zu einer weiteren Beschleunigung der Globalisierung geführt. Dies zeigt sich auch in der Raumfahrt, wo zivile Aktivitäten in massivem Umfang kommerzialisiert worden sind. Es bestehen verschiedene Varianten von Raumtransportsystemen, so dass der Zugang zur Raumfahrt relativ leicht geworden ist. Allerdings ist die Luftfahrtbranche und damit auch die kommerzielle Raumfahrt von einer starken Konzentration gekennzeichnet: es dominieren wenige transnationale Konzerne, die kaum noch nationale Charakteristika aufweisen. Der Raumfahrt-Boom hat zu einer starken Bedrohung der Systeme durch Weltraum-Schrott geführt, welche allerdings von den kommerziellen Akteuren kaum thematisiert wird. Auch das Militär greift auf kommerzielle Marktdaten zurück.

Regionale Märkte – Kommerzialisierung in nationalen Umfeldern (Szenario K2)

Das geopolitische Umfeld ist durch einen relativ geringen Grad zwischenstaatlicher und asymmetrischer Konflikte gekennzeichnet. Es gibt keine nennenswerten Bedrohungen aus dem Weltraum und die Bedeutung des Militärs ist insgesamt rückläufig. Die wesentlichen Konflikte werden in der globalen Weltwirtschaft ausgetragen. Hier ist die Globalisierung ins Stocken geraten und an vielen Stellen zeigt sich Re-Regulierung und Marktabschottung. In der Raumfahrt fallen so zwei Entwicklungen zusammen: Einerseits reduziert die öffentliche Hand ihre Budgets und Aktivitäten, so dass es zu einer massiven Kommerzialisierung kommt. Andererseits fördert die Politik durch gezielte Rahmenbedingungen die Entstehung nationaler Monopolstrukturen in den wichtigsten Raumfahrt-Märkten. In der stark rückläufigen zivilen Raumfahrt sichern die von wenigen großen Staaten geprägten multilateralen Kooperationsnetze die Mindeststandards. Für das Militär spielt das Weltall nur noch eine untergeordnete Rolle. Es greift bei Bedarf auf kommerzielle Marktdaten – beispielsweise zur Erdbeobachtung – zurück.

Raumfahrt als Industriepolitik – Dominanz des öffentlichen Sektors (Szenario Z1)

Das geopolitische Umfeld ist durch einen relativ geringen Grad zwischenstaatlicher und asymmetrischer Konflikte gekennzeichnet. Es gibt keine nennenswerten Bedrohungen aus dem Weltraum und die Bedeutung des Militärs ist insgesamt rück-

läufig. Die öffentliche Hand sieht Raumfahrtspolitik vornehmlich als Industriepolitik: Investitionen werden auf zivile Raumfahrt und öffentliche Forschung konzentriert – der militärische Sektor verliert an Bedeutung und die kommerzielle Luft- und Raumfahrt wird von nationalen Champions geprägt, die sich vornehmlich staatlich finanzieren. Raumfahrt wird als eine kritische Infrastruktur wahrgenommen, so dass Anwendungen wie Navigation oder Erdbeobachtung vornehmlich öffentlich betrieben werden. Im Rahmen langfristiger Forschungsstrategien kommt es zu intensiver F&E, um die Robustheit der Systeme zu erhöhen. Aktiver Schutz spielt in diesem kooperativen Umfeld keine Rolle. Global prägen die großen und mächtigen Staaten mit ihren umfangreichen Investitionsmöglichkeiten die vielfach multilateralen Kooperationen. Militärisch spielt das Weltall nur eine untergeordnete Rolle – Streitkräfte greifen bei Bedarf auf kommerzielle Marktdaten zurück.

Unendliche Weiten – Raumfahrt als Thema der Grundlagenforschung (Szenario Z2)

Das geopolitische Umfeld ist durch einen relativ geringen Grad zwischenstaatlicher und asymmetrischer Konflikte gekennzeichnet. Es gibt keine nennenswerten Bedrohungen aus dem Weltraum und die Bedeutung des Militärs ist insgesamt rückläufig. Global kommt es zu intensiver multilateraler Zusammenarbeit, die sich auch auf die Raumfahrt überträgt. Es kommt zu einem Boom wissenschaftlich-explorativer Forschung. Verbunden damit ist ein positives Image der Raumfahrt im Sinne der Entdeckung neuer Welten und Möglichkeiten. Dabei stehen vielfältige und kooperativ umgesetzte Raumfahrtmissionen im Mittelpunkt. Der Boom der zivilen Raumfahrt führt zu einem stark fragmentierten Akteursfeld: auch kleinere Staaten suchen ihre Nischen und bringen sich in globale Kooperationen ein. Die Raumfahrt wird als kritische Infrastruktur erkannt. Raumfahrtanwendungen wie Navigation oder Erdbeobachtung werden vornehmlich öffentlich betrieben. Sowohl der militärische als auch der rein kommerzielle Sektor verlieren an Bedeutung und werden durch viele kleine Akteure mit starkem Bezug auf die zivile Raumfahrt geprägt. Das Militär greift bei Bedarf auf zivile Daten zurück.

Rückgang der Raumfahrt – Alternativen stellen Nutzen der Raumfahrt in Frage (Szenario R)

Das geopolitische Umfeld ist durch einen relativ geringen Grad zwischenstaatlicher und asymmetrischer Konflikte gekennzeichnet. Es gibt keine nennenswerten Bedrohungen aus dem Weltraum und die Bedeutung des Militärs ist insgesamt rückläufig. Raumfahrtanwendungen werden in vielen Bereichen durch alternative Systeme abgelöst: dies gilt sowohl für Kommunikation, die häufig nicht mehr satellitengestützt erfolgt, aber auch für Navigationssysteme. In anderen Feldern wie der Wettervorhersage verändern sich Nutzeranforderungen. Damit geht die Kritikalität insgesamt zurück. Das Interesse an Raumfahrt schwindet in allen drei Segmenten – zivil, militärisch und kommerziell. Damit kommt es verstärkt zu Rentabilitätsproblemen, so dass Forschungsprogramme und Investitionsvorhaben zurückgefahren werden. Dies kann bei abrupten

Rückgängen zu kritischen Situationen führen. Raumfahrt wird insgesamt ein Randthema. Für das Militär spielt das Weltall kaum noch eine Rolle. Bei Bedarf versucht es auf öffentliche Daten zurückzugreifen, wobei es durch fehlende Ressourcen durchaus zu Einschränkungen kommen kann.

Szenario-Bewertung

Wer möchte nicht wissen, wie die Zukunft aussieht? Daher lautet eine häufig gestellte Frage: »Und welches Szenario wird jetzt eintreten?« Diese Frage lässt sich angesichts der vielfältigen Unsicherheiten nicht eindeutig beantworten, aber es kann aus heutiger Sicht eine Einschätzung vorgenommen werden, welche Szenarien eher erwartet, gewünscht – oder auch in der Gegenwart bereits erkannt werden. Diese Abschätzung wurde zunächst grob von den Teilnehmern der DEFTECH-Tagung vorgenommen und anschließend detailliert auf der Ebene der Schlüsselfaktoren und Projektionen durchgeführt. Dabei erfolgten die Bewertungen sowohl durch Mitglieder des Szenarioteams als auch durch weitere, externe Experten. Die Ergebnisse konnten schließlich auf die verschiedenen Szenarien hochgerechnet werden (siehe Bild 9).

Die Bewertung führt zu folgenden Einschätzungen, die auch auf der in Bild 10 dargestellten Landkarte visualisiert werden können:

- Die gegenwärtige Situation weist vor allem Parallelen zu den Szenarien W1 und Z2 auf, die als Gegenwartsraum interpretiert werden können.
- Die erwartete Zukunft zeigt sich besonders deutlich in den Szenarien W1 und W2, die im engeren Sinne den Erwartungsraum bilden. Dieser lässt sich um die übrigen W-, K- und P-Szenarien zu einem erweiterten Erwartungsraum ausdehnen.
- Die gewünschte Zukunft schließt neben den Szenarien W1 und Z2 (Gegenwartsraum) auch das Szenario Z1 ein. Insofern weist der von diesen drei Szenarien aufgespannte Wunschraum tendenziell in eine andere Richtung als der Erwartungsraum.

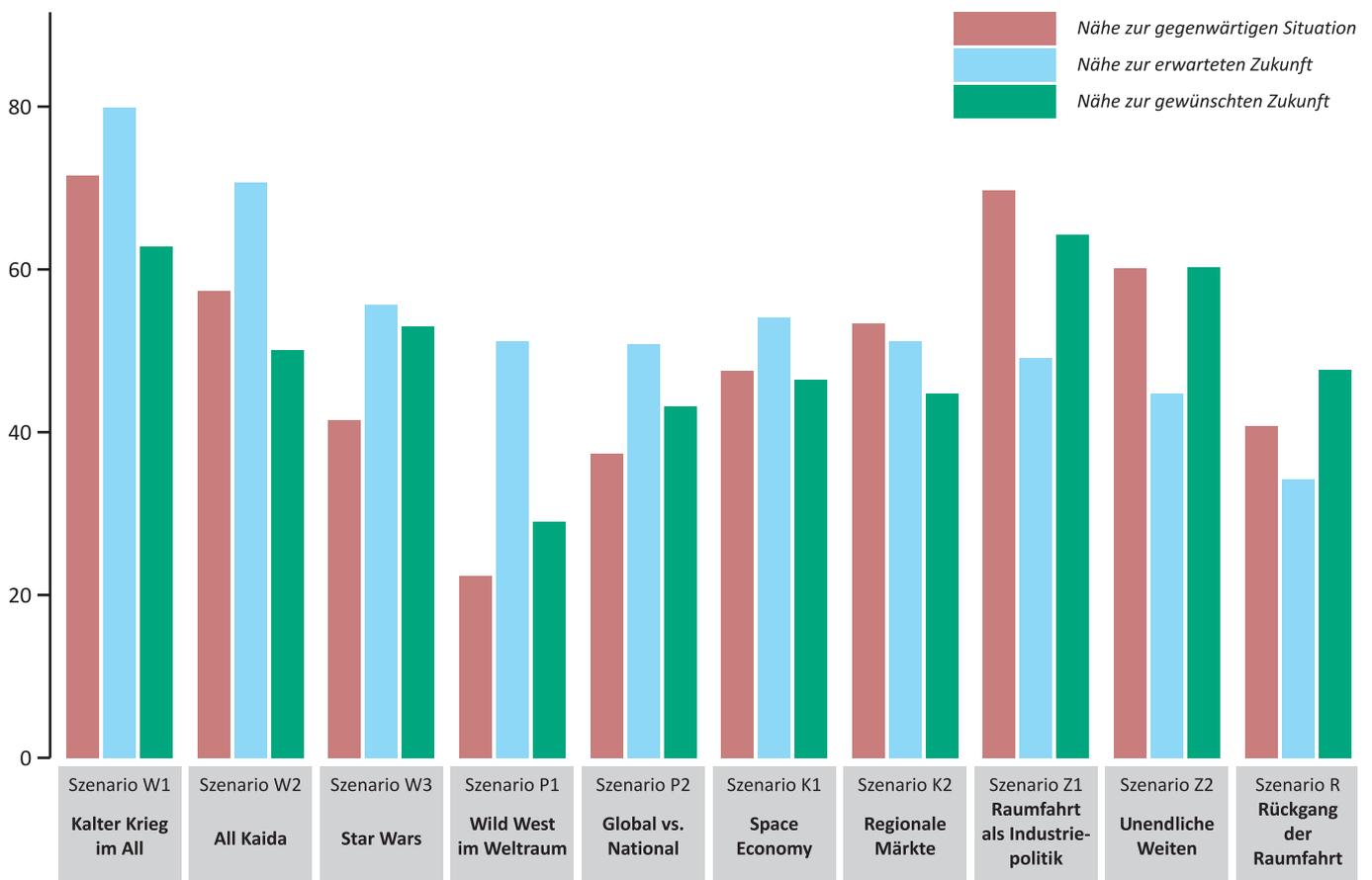


Bild 9: Szenario-Bewertung

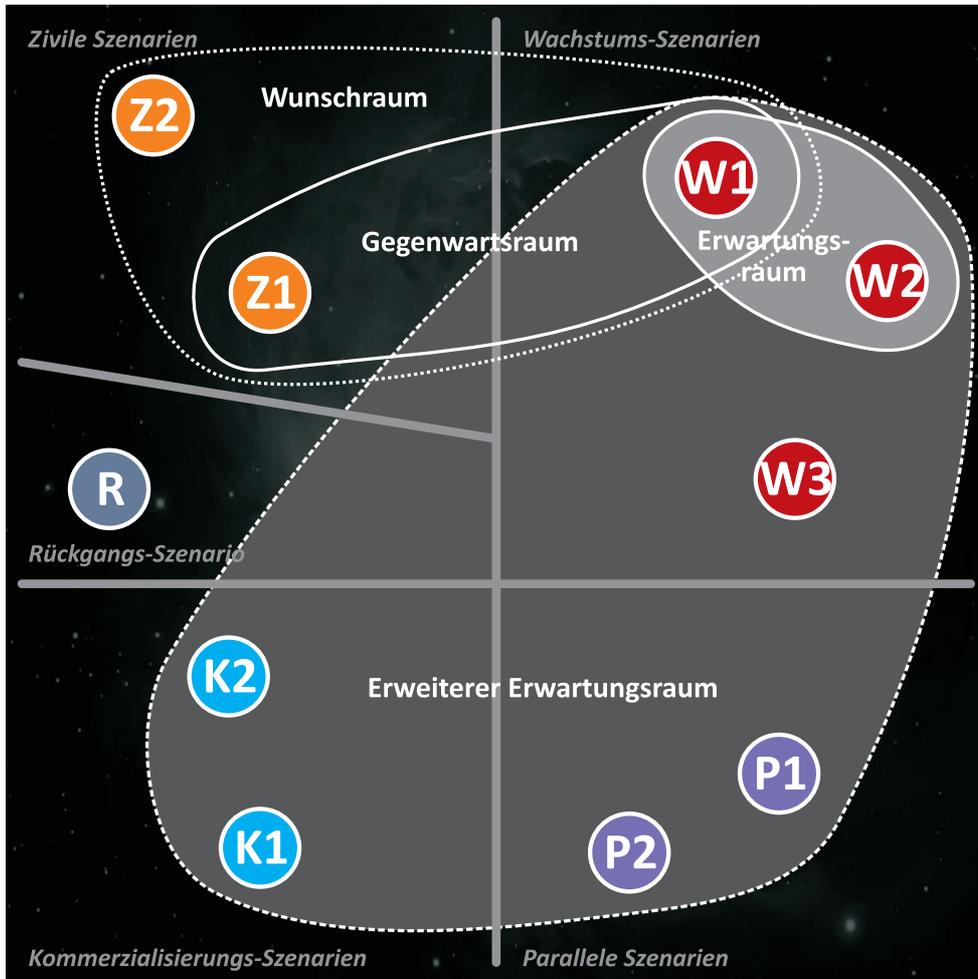


Bild 10:
Gegenwarts-, Erwartungs-
und Wunschräume

Konsequenzanalyse

Schließlich ist es notwendig, die Konsequenzen der einzelnen Szenarien für die Schweizer Armee und deren Technologieplanung zu durchdenken. Dies erfolgte zunächst auf der Ebene der einzelnen Szenarien, in dem die Konsequenzen und Handlungsmöglichkeiten für die Streitkräfte, die Raumfahrtspolitik oder die Verteidigungspolitik abgeleitet wurden.

Anschließend wurden aus den Szenarien und deren Bewertung heraus einige Kernaussagen für eine weitere Diskussion der Raumfahrt im Bereich der Sicherheits- und Militärpolitik abgeleitet:

1. Die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Raumfahrt sind vielfältig und unsicher. Daher ist die Betrachtung von zehn Szenarien sinnvoll und notwendig.
2. Zentrale Unterscheidungsmerkmale der Szenarien – und damit wesentliche Umfeld-Unsicherheiten – sind (a) der Grad der globalen Konfrontation inklusive des Einbezugs des Weltraums, (b) der Grad der Kommerzialisierung der Raumfahrt sowie (c) der Stellenwert der zivilen Raumfahrt.
3. Eine besonders hohe Unsicherheit besteht bezüglich des zukünftigen Akteursfeldes – und zwar zivil, militärisch und kommerziell.
4. Der Erwartungsraum verschiebt sich von Szenarien mit primär ziviler Raumfahrt zu Szenarien mit verstärkter militärischer Nutzung der Raumfahrt
5. Die Kommerzialisierung der Raumfahrt wird von vielen Experten erwartet – findet sich aber nicht zwingend in den Szenarien mit dem höchsten Erwartungswert.
 - Kommerzielle Raumfahrt steht häufig im Wettbewerb mit einer höheren Bedeutung der Raumfahrt als Industriepolitik.
 - Die heute vielfach national geprägte kommerzielle Raumfahrt-Branche wird von stärkeren Endkunden und transnationalen Akteuren herausgefordert.
 - Es ist möglich, dass sich kommerzielle und militärische Raumfahrt parallel zueinander entwickeln – also teilweise auch redundante Strukturen geschaffen werden (P-Szenarien).
6. Die Absicherung der Raumfahrt als kritische Infrastruktur wird in der Zukunft an Bedeutung gewinnen – und zwar sowohl aktiv, als auch über deren Robustheit.
7. Heute dominieren nicht-autonome Satelliten mit Bodenstationen. Für die Zukunft werden verstärkt kleinere und autonome Satelliten erwartet.
- Der Weltraum wird für das Militär in der Zukunft eine größere Rolle spielen.
- Öffentliche Raumfahrt-Budgets werden nicht mehr primär zivil, sondern in stärkerem Umfang auch militärisch sein.

Ausblick

Szenarien sind kein Selbstzweck, sondern werden in der Regel erstellt, um strategische Orientierungs- und/oder Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Daher haben sich Unternehmens- und Geschäftsstrategien sowie Innovationsprozesse als wesentliche Anwendungsfelder herauskristallisiert [FS16]. Nachfolgend stellen wir zunächst die »Lessons Learned« aus dem beschriebenen Szenarioprozess dar und vertiefen anschließend die für armasuisse relevante Nutzung von Szenarien im Rahmen eines Technologie- und Innovationsmanagements. Auf die für Raumfahrt-Szenarien ebenfalls relevante Nutzung als Strategie-Werkzeug gehen wir an dieser Stelle nicht ein [Fink14].

Lessons Learned

Im Rahmen des Pilot-Szenarioprojektes zur Zukunft der Raumfahrt und deren Auswirkungen auf Sicherheit und militärische Operationen wurden eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen, die nunmehr für weitere Szenarioentwicklungen genutzt werden:

- Szenario-Management ist keine Simulationstechnik, sondern ein Ansatz zur Zusammenführung von Zukunftswissen. Daher ist es notwendig, am Beginn eines Szenarioprozesses ein geeignetes Team zusammenzustellen, welches einerseits über eine gute Wissensbasis verfügt, und andererseits über das notwendige Vertrauen des späteren Nutzer- oder Entscheiderkreises.
- Szenario-Management ist ein Werkzeug zum Komplexitätsmanagement. Daher ist es zunächst in der Lage, eine höchst komplexe Themenstellung in Form alternativer Zukunftsbilder zu beschreiben. Dabei gewinnt das Szenarioteam wertvolle Erkenntnisse. Später ist es allerdings

sinnvoll, diese Erkenntnisse so aufzubereiten, dass sie für die Zielgruppe(n) verständlich sind. Dabei gilt der Grundsatz: So komplex wie notwendig, so einfach wie möglich.

- Szenario-Management ist kein einmaliges Projekt, sondern ein kontinuierlicher Prozess. Dies bedeutet aber nicht, dass Szenarien ständig neu entwickelt werden müssen. Einmal erarbeitete Szenarien – gerade wenn sie einen längeren Zeithorizont haben – sollten möglichst über mehrere Jahre unverändert genutzt werden. Die kurz- und mittelfristigen Umfeldveränderungen sollten dann aber in einer jeweils aktualisierten Szenario-Bewertung ausgedrückt werden. Im übertragenen Sinne könnte man sagen: die von den Szenarien aufgespannte Landkarte wird mehrfach genutzt, die eigenen Position und Richtung aber immer wieder neu bestimmt.
- Szenario-Management ist kein allumfassendes Werkzeug, sondern sollte mit anderen Instrumenten wie beispielsweise dem Roadmapping oder der Technologieführerkennung eng verknüpft werden.

Mit Szenarien vom Technologie- zum Innovationsmanagement

Im Umgangssprachlichen wird Innovation häufig mit einer Idee, einer Erfindung, oder schlicht etwas »Neuem« gleichgesetzt. Diese Sichtweise ist eigentlich seit den Überlegungen von Joseph Schumpeter überholt, denn er sah bereits vor mehr als hundert Jahren Innovation nicht als die reine Erfindung, sondern als die Durchsetzung einer technischen oder organisatorischen Neuerung [Schu06]. Insofern ist auch armasuisse bei der Betrachtung von zukünftigen Technologien nicht auf ein reines Technologiemanagement begrenzt, sondern an Innovationen für seine spezifischen Anwendungsfelder interessiert.

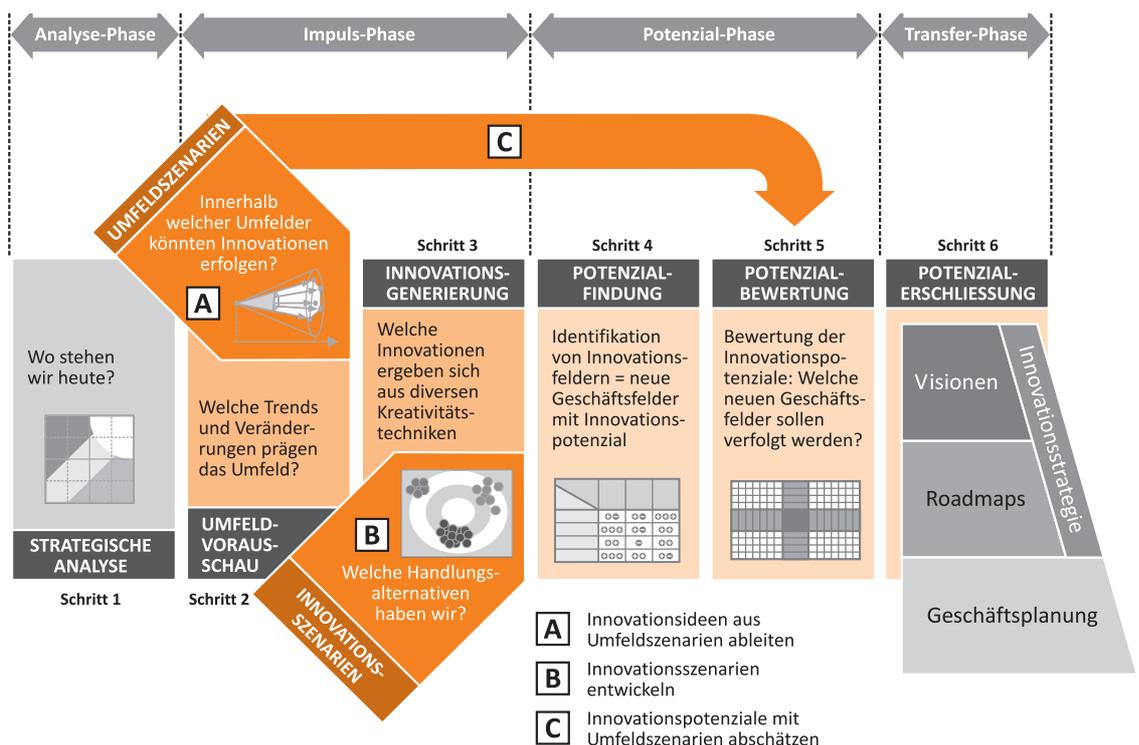


Bild 11:
Szenarien im Innovationsprozess

Die Nutzung von Szenarien im Rahmen eines Innovationsprozesses umfasst sechs Schritte, die den vier grundlegenden Phasen eines Innovationsprozesses zugeordnet werden können (siehe Bild 9) [FS16, 231ff]:

Strategische Analyse (Schritt 1): Die Analyse der Ausgangssituation fokussiert zunächst auf die heutigen Produkte, Technologien und Zielmärkte, kann aber darüber hinaus auch potenzielle (d.h. heute bereits vorhandene aber von der eigenen Organisation noch nicht bearbeitete) Produkte, Technologien und Anwendungsfelder in die Analyse einbeziehen.

Umfeld-Vorausschau (Schritt 2): Hier geht es darum, die Rahmenbedingungen für die avisierte (oder vorliegende) Innovation vorausdenken. Diese Rahmenbedingungen können – wie in Abschnitt 1.1 bereits erläutert – sowohl die allgemeinen Entwicklungen einer Technologie als auch spezifische Anwendungsfelder beinhalten. Insofern kommen hier zunächst Umfeldszenarien, aber auch Umfeld- oder Ökosysteme zum Einsatz [FS16, 199]. Zusätzlich ist es auch vorstellbar, dass sich Rahmenbedingungen aus der eigenen Organisationen heraus ergeben – beispielsweise als politische Rahmensetzungen oder Prämissen [Fink13].

Innovationsgenerierung (Schritt 3): Kein Innovationsprozess kommt ohne eine Idee von etwas »Neuem« aus. Dabei kann es sich sowohl um etwas grundsätzlich »Neues«, das es heute noch gar nicht gibt, handeln – aber auch um etwas, das es zwar heute schon gibt, welches aber für die eigene Organisation etwas »Neues« darstellt. Für diesen Schritt lassen sich – neben vielen anderen Instrumenten – auch Lenkungs- sowie Innovationsszenarien nutzen.

Potenzialfindung (Schritt 4): Nun werden die identifizierten Innovationsideen in einen Zusammenhang mit ihrer späteren Anwendung gebracht, in dem zukünftige Geschäfts- oder Anwendungsfelder identifiziert werden. Sind diese Felder grundsätzlich realisierbar, so wird auch von Innovationsfeldern gesprochen.

Potenzialbewertung (Schritt 5): Anschließend werden die Geschäfts- oder Anwendungspotenziale der Innovationsfelder bewertet. Dies ist notwendig um festzulegen, welche Innovationsideen weiterverfolgt werden sollen. Für diese Potenzialbewertung können verschiedene Werkzeuge eingesetzt werden, wobei Szenarien aufgrund ihrer Zukunftsoffenheit wiederum eine große Rolle spielen.

Potenzialerschließung (Schritt 6): Diese Transferphase kann entsprechend des Ebenenmodells des Zukunftsmanagements auf drei Arten erfolgen: (1) auf der strategischen Ebene können zunächst grundlegende Zielbilder in Form von Anwendungsszenarien oder Leitbildern entworfen und gegebenenfalls in übergeordnete Innovationsstrategien eingebettet werden. (2) Auf der taktischen Ebene kann die Erschließung in eine Roadmap integriert werden – beispielsweise in eine Produkt- oder eine Technologie-Roadmap. (3) Auf der operativen Ebene können konkrete Pläne oder Investitionsprojekte betrachtet werden.

Literatur

- [Bra11] – BRATER, J.: Keine Ahnung, aber davon viel. Die peinlichsten Prognosen der Welt, Ullstein, Berlin, 2011
- [BW04] – BAZERMAN, M. H.; WATKINS, M. D.: Predictable Surprises. The Disasters you Should have seen coming and how to prevent them, Harvard Business School Press, Boston, 2004
- [Cas13] – CASEY JR., G.W.: Volatile, Uncertain, Complay, and Ambiguous: Leadership Lessons from Iraq. In: WELLS II., L. / HAILES, T.C. / DAVIES, M.C.: Changing Mindsets to Transform Security. Leader Development for an Unpredictable and Complex World. Center for Technology and National Security Policy, Institute for National Security Studies, National Defense University, 2013, S. 7-24
- [Chr97] – CHRISTENSEN, C.M.: The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail. Harvard Business School Press, Boston, 1997
- [Cou01] – COURTNEY, H.: 20|20 Foresight. Crafting Strategy in an Uncertain World, Harvard Business School Press, Boston, 2001
- [CPP16] – CETINDAMAR, D. / PHAAL, R. / PROBERT, D.: Technology Management. Activities & Tools. 2. Aufl., Palgrave, London, 2016
- [DAR15] – DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA): Breakthrough Technologies for National Security, 2015. URL: <http://www.darpa.mil/attachments/DARPA2015.pdf>
- [Env16] – Envisioning Ltd: <http://envisioning.io/deftech>
- [Fink13] – FINK, A.: Der strategische Managementprozess im BMLVS – Mit Profilvarian-ten und Umfeldszenarien zu robusten Strategien; in: FRANK, J. / MATYAS, W. (Hrsg.): Strategie und Sicherheit 2013. Chancen und Grenzen europäischer militärischer Integration. Böhlau-Verlag, Wien/Köln/ Weimar, S. 565-585
- [Fink14] – FINK, A.: Wir sollten uns fragen, wie lange Menschen auf anderen Planeten leben werden. Interview im ZukunftsManager 5/2014, S. 13-15
- [FS11] – FINK, A.; SIEBE, A.: Handbuch Zukunftsmanagement. Werkzeuge der strategischen Planung und Früherkennung. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Campus, Frankfurt, 2011
- [FS16] – FINK, A.; SIEBE, A.: Szenario-Management. Von strategischem Vorausdenken zu zukunftsrobusten Entscheidungen. Campus, Frankfurt, 2016
- [FSS01] – FINK, A.; SCHLAKE, O.; SIEBE, A.: Erfolg durch Szenario-Management. Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau, Campus, Frankfurt/New York, 2001
- [Gar11] – GARDNER, D.: Future Babble. Why Expert predictions are next to worthless. And You can do better, Virgin, New York, 2011
- [GFS96] – GAUSEMEIER, J; FINK, A.; SCHLAKE, O.: Szenario-Management. Planen und Führen mit Szenarien, 2. Auflage, Carl Hanser, München, 1996
- [Gol16] – GOLLUCH, N.: Das Automobil ist nur eine vorübergehende Erscheinung. Kuriose Prognosen, die knapp danebengingen. Riva, München, 2016

- [Grü12] – GRÜNE, M.: Technologiefrühaufklärung im Verteidigungsbereich. Fraunhofer Institute for Technological Trend Analysis INT, 2012
- [HBW10] – HUNTLEY, W.L. / BOCK, J.G. / WEINGARTNER, M.: Planning the unplannable: Scenarios on the future of space. In: Space Policy, Vol. 26, Issue 1, February 2010, S. 25-38
- [Joh07] – JOHANSEN, B.: Get There Early. Sensing the Future to Compete in the Present. Using Foresight to Provoke Strategy and Innovation. Berrett-Koehler, San Francisco, 2007
- [Lad15a] – LADETTO, Q.: Technologie-Früherkennung. Trends und Potenziale 2015-2025. Eidgenössisches Departement für Verteidigung Bevölkerungsschutz und Sport VBS, armasuisse Wissenschaft + Technologie, Thun, 2015
- [Lad15b] – LADETTO, Q.: DEFTECH VISION 2015. Interactive visualization, 2015. URL: <http://visualization.deftech.ch>
- [Mal11] – MALIK, F.: Strategie. Navigieren in der Komplexität der Neuen Welt, Campus, Frankfurt/New York, 2011
- [MAL99] – MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J.: Strategy Safari. Eine Reise durch die Wildnis des strategischen Managements, Ueberreuther, Wien/Frankfurt, 1999
- [MI08] – MÖHRLE, M. G.; ISENMANN, R. (Hrsg.): Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. 3., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Springer, Berlin/Heidelberg, 2008
- [PHB13] – PENNY, M. / HELLGREN, T. / BASSFORD, M.: Future Technology Landscapes: Insights, analysis and implications for defence. RAND Europe, 2011. URL: http://www.rand.org/pubs/research_reports/RR478.html
- [Pig15] – PIGONI, L.: Weltraum: Sicherheitspolitik in neuen Sphären. In: CSS Analysen zur Sicherheitspolitik, Nr. 171, April 2015
- [RG10] – The Rockefeller Foundation / GBN Global Business Network: Scenarios for the Future of Technology and International Development. New York / San Francisco, 2010. URL: <http://www.nommeraadio.ee/meedia/pdf/RRS/Rockefeller%20Foundation.pdf>
- [Schu06] – SCHUMPETER, J.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Nachdruck der 1. Auflage von 1912. Herausgegeben und ergänzt um eine Einführung von RÖPKE, J. / STILLER, O., Duncker & Humblot, Berlin, 2006
- [SSLK10] – SPATH, D. (Hrsg.) / SCHIMPF, S. / LANG-KOETZ, C.: Technologiemonitoring. Technologien identifizieren, beobachten und bewerten. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2010
- [Tal08] – TALEB, N. N.: Der Schwarze Schwan. Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse. Hanser, München, 2008
- [TH16] – <https://technologyhorizon.org>
- [Toc14] – TOCHER, M.: Future Emerging Technology Trends. Version 3. HQ Supreme AI-led Commander Transformation - Defence Planning Policy und Analysis Branch, 2014
- [Wol91] – WOLFRUM, B.: Strategisches Technologiemanagement. Neue betriebswirtschaftliche Forschung, Vol. 77, Gabler, Wiesbaden, 1991

Weitere Informationen zum Thema:



Eine vertiefende Darstellung des methodischen Ansatzes sowie verschiedener Anwendungsmöglichkeiten finden sich in:

Alexander Fink / Andreas Siebe: Szenario-Management - Von strategischem Vorüberdenken zu zukunftsrobusten Entscheidungen Campus-Verlag, 2016



Eine Übersicht des Technologiemanagement-Prozesses der armasuisse gibt die folgende Publikation:

Quentin Ladetto: Technologie-Früherkennung. Trends und Potenziale 2015-2025. Eidgenössisches Departement für Verteidigung Bevölkerungsschutz und Sport VBS, armasuisse Wissenschaft + Technologie, Thun, 2015



Den diesem Working Paper zugrundeliegenden Beitrag sowie weitere Impulse für das Thema Technologie-Vorausschau enthält der folgende Tagungsband:

Jürgen Gausemeier (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung 12. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, 8./9. Dezember 2016, Berlin Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Institut, 2016

Ansprechpartner:



Dr.-Ing. Alexander Fink
Scenario Management International AG
Mitglied des Vorstandes
Kontakt: fink@scmi.de



Dr.-Ing. Quentin Ladetto
armasuisse Science + Technology
Research Management and
Operations Research
Kontakt: quentin.ladetto@armasuisse.ch



Kim Miyajima
Scenario Management International AG
Consultant
Kontakt: miyajima@scmi.de

Herausgeber: ScMI Scenario Management International AG,
Klingenderstr. 10-14, D-33100 Paderborn
Telefon: +49 5251-150570, Telefax: +49 5251-150579
E-Mail: info@scmi.de, www.scmi.de

Eidgenössisches Departement für Verteidigung
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
armasuisse
Wissenschaft + Technologie
Feuerwerkerstraße 39, CH-3602 Thun
Telefon: +41 58-4682800, Telefax: +41 58-4682841
E-Mail: wt@armasuisse.ch, www.armasuisse.ch/wt

Redaktion: Dr.-Ing. Alexander Fink (ScMI)
Dr.-Ing. Quentin Ladetto (armasuisse)

Fotos: Titelblatt: © sk_com - Fotolia.com