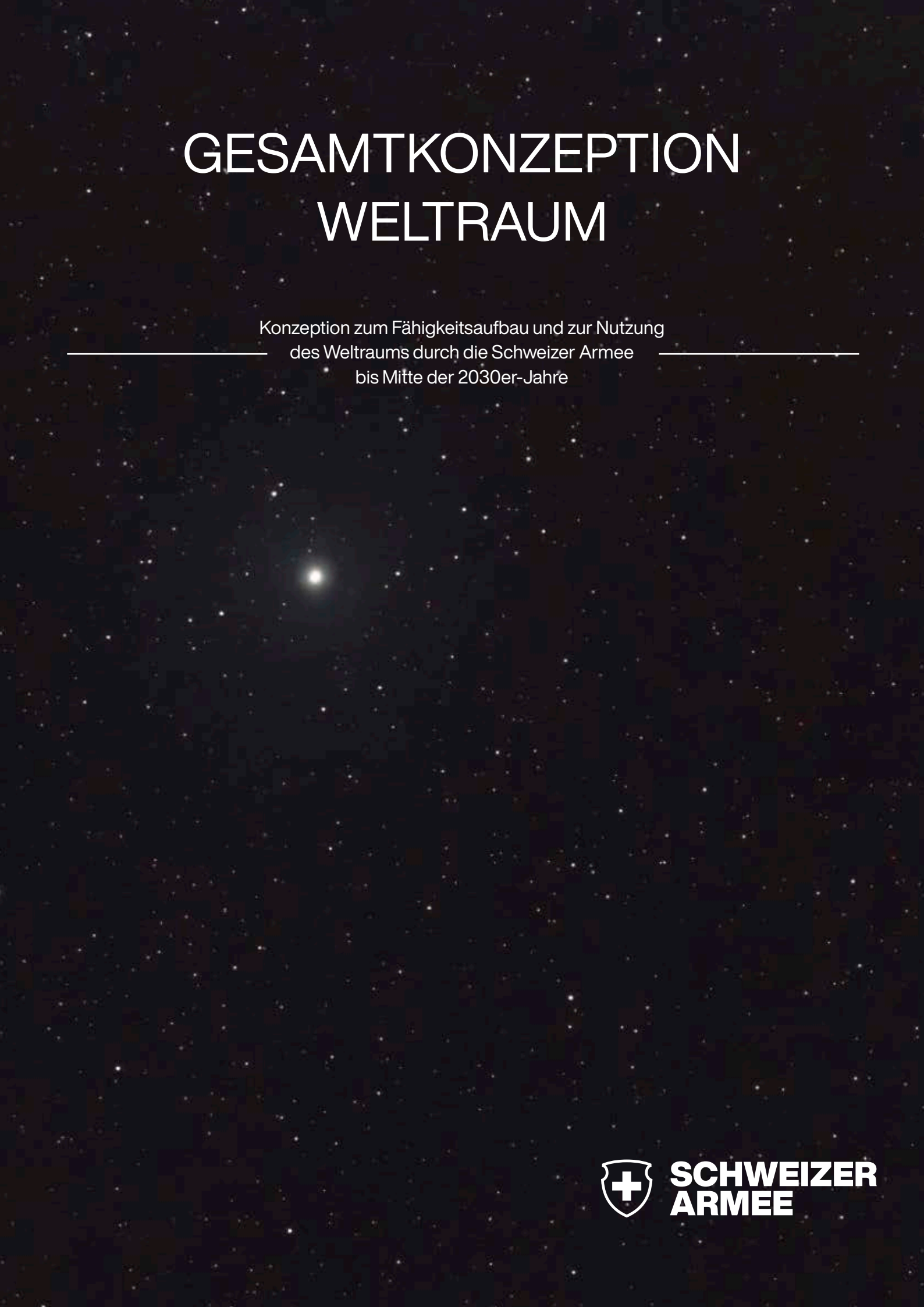
GESAMTKONZEPTION WELTRAUM

Konzeption zum Fähigkeitsaufbau und zur Nutzung
des Weltraums durch die Schweizer Armee
bis Mitte der 2030er-Jahre



SCHWEIZER ARMEE

Inhalt

Zusammenfassung **5**

1 Einleitung **10**
1.1 Ausgangslage 11
1.2 Veranlassung 12
1.3 Ziel und Zweck 14

2 Umfeld und Entwicklungstendenzen **18**
2.1 Einleitung 18
2.2 Tendenzen in der Raumfahrtindustrie 19
2.3 Internationale streitkräfterelevante Kapazitäten und Kooperation 21
2.4 Militärische Nutzung des Weltraums 23
2.5 Mittel- bis langfristige Entwicklungen im Weltraum 26
2.6 Aktuelle Weltraumfähigkeiten in der Schweiz 28
2.7 Heutige Fähigkeiten der Armee 28
2.8 Weltraumfähigkeiten im VBS 29
2.9 Erkenntnisse 30

3 Rechtliche Grundlagen, Weltraumpolitik und Kooperation **34**
3.1 Rechtliche Grundlagen 34
3.2 Strategie Rüstungskontrolle und Abrüstung 38
3.3 Schweizer Weltraumpolitik 38
3.4 Internationale Kooperationen im Raumfahrtbereich 40

4 Doktrin **44**
4.1 Einführung 44
4.2 Nutzung des Weltraums in verschiedenen Lagen 45
4.3 Duale Nutzung 46
4.4 Lagebild Weltraum 46
4.5 Erdbeobachtung 46
4.6 Telekommunikation 47
4.7 Präzisionsnavigation 48
4.8 Gegenmassnahmen 48

5 Fähigkeiten und Fähigkeitslücken **52**
5.1 Anforderungen verändern sich 52
5.2 Herleitung und Entwicklung der operationellen Fähigkeiten 52
5.3 Lagebild Weltraum 53
5.4 Erdbeobachtung (IMINT/ELINT) 54
5.5 Telekommunikation 55
5.6 Präzisionsnavigation (PNT) 57
5.7 Gegenmassnahmen (DCS) 58

6 Vorgehensweisen zur Stärkung der Verteidigungsfähigkeit 62
6.1 Aspekte bei der Schliessung der Fähigkeitslücken 62
6.2 Stossrichtung des Fähigkeitsaufbaus 63
6.3 Ausblick und Entwicklungsmöglichkeiten 64
6.4 Chancen und Schwächen der gewählten Stossrichtung 66

7 Umsetzung 70
7.1 Doktrin 71
7.2 Unternehmen 71
7.3 Organisation 71
7.4 Ausbildung 72
7.5 Material 72
7.6 Personal 73
7.7 Finanzen 74
7.8 Infrastruktur 74
7.9 Sicherheit 75

8 Anhang 78
8.1 Glossar 78
8.2 Abkürzungsverzeichnis 81

Zusammenfassung

Seit Mitte der 1950er-Jahre wird der Weltraum für zivile und militärische Zwecke genutzt. Waren Aktivitäten zu Beginn staatlich organisiert und vom Wettstreit zwischen den USA und der UdSSR geprägt, setzte ab den 1990er-Jahren eine neue Phase der Weltraumnutzung ein. Neue Raumfahrtnationen entstanden, und seit 2010 ist eine Kommerzialisierung des Weltraums durch Akteure aus dem Privatsektor zu beobachten. Kommerzielle Satellitendienste werden heute zunehmend militärisch genutzt, wie der Krieg in der Ukraine deutlich zeigt.

Die Schweizer Armee entwickelt seit 2015 systematisch Fähigkeiten zum Verständnis über die Nutzung des Weltraums. Sie nutzt auch einige Satellitendienstleistungen, verfügt derzeit aber weder über Autonomie noch über Redundanz oder Durchhaltefähigkeit bei weltraumgestützten Systemen. Gestützt auf den Sicherheitspolitischen Bericht von 2016 hat die Armee 2018 beschlossen, den Weltraum in ihre kurz-, mittel- und langfristige Fähigkeitsplanung einzubeziehen. Die vorliegende Gesamtkonzeption beschreibt, welche Aktivitäten im Weltraum geplant sind, und wie sie dazu beitragen werden, die Verteidigungsfähigkeit zu stärken.

In den vergangenen Jahren haben immer mehr Staaten eigene Weltraumkommandos aufgebaut. Dank neuer Technologien ist auch die Schweiz in der Lage, erschwingliche Weltraumfähigkeiten aufzubauen und damit vom Ausland weniger abhängig zu sein. Die Voraussetzungen sind gut: Einerseits sind in der Armee bereits viele Spezialistinnen und Spezialisten aus Wissenschaft und Wirtschaft in verschiedenen Funktionen tätig. Andererseits kann sich die Armee national auf eine weit entwickelte Raumfahrtindustrie stützen, die sich durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft, Behörden und Dienstleistern auszeichnet. Nicht zuletzt ist die Schweiz in der Raumfahrt dank internationalen Kooperationen gut vernetzt. Sie engagiert sich in internationalen Organisationen und gestaltet die globale Weltraumregulierung aktiv mit. Zu erwähnen sind etwa die Mitgliedschaften in der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), im UNO-Komitee für die friedliche Nutzung des Weltraums (COPUOS) und bei der Internationalen Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU). Darüber hinaus ist die Schweiz Gründungsmitglied der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT).

Auf internationaler Ebene regulieren insbesondere fünf völkerrechtliche Verträge und Übereinkommen der UNO den Weltraum, wovon die Schweiz vier ratifiziert hat.[1] Zu nennen ist etwa der sogenannte «Weltraumvertrag», der die Tätigkeiten von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums regelt. Das Völkerrecht und – während bewaffneten Konflikten – das Kriegsvölkerrecht gelten zudem auch für den Weltraum. Weiter bilden das Radioreglement der Internationalen Fernmeldeunion sowie die nationale Gesetzgebung den rechtlichen Rahmen für die Weltraumaktivitäten der Schweizer Armee. Der Bundesrat hat zudem Anfang 2025 die Vernehmlassung zu einem neuen Bundesgesetz über die Raum-

1 Nicht ratifiziert wurde das Übereinkommen zur Regelung der Tätigkeiten von Staaten auf dem Mond und anderen Himmelskörpern.

fahrt eröffnet. Dieses soll künftig auch auf Raumfahrtaktivitäten militärischer Verwaltungseinheiten anwendbar sein.

Die Armee hat ihre operationellen Fähigkeiten im Bereich Weltraum definiert und in die Strategie zur Stärkung der Verteidigungsfähigkeit integriert. Sie strebt an, die fünf Fähigkeiten Lagebild Weltraum, Erdbeobachtung, Telekommunikation, Präzisionsnavigation und Gegenmassnahmen aufzubauen bzw. weiterzuentwickeln. Eine Analyse des Soll- und Ist-Zustands einzelner Fähigkeiten hat gezeigt, wie weit diese bereits entwickelt sind und inwiefern noch Fähigkeitslücken bestehen. Letztere gilt es, unter Berücksichtigung der funkregulatorischen Rahmenbedingungen bis Mitte der 2030er-Jahre zu schliessen.

Die Armee verfügt in den kommenden zwölf Jahren nicht über die Mittel, um alle angestrebten Fähigkeiten autonom aufzubauen – insbesondere was eigene Systeme im Bereich der Erdbeobachtung und die Satellitenkommunikation betrifft. Daher setzt sie auf Partnerschaften. Ziel ist, gemeinsam mit nationalen Industrieunternehmen und Hochschulen operationelle Fähigkeiten mit Dual-Use-Charakter aufzubauen. Fähigkeiten also, die sowohl zivile als auch militärische Zwecke erfüllen. Gezielte Einkäufe, Outsourcing und verstärkte internationale Kooperation ergänzen den Ansatz. Mit dieser Vorgehensweise kann die Armee auf Expertise aus der Schweiz zurückgreifen und technologische Entwicklungen im dynamischen Umfeld der Weltraumindustrie flexibel nutzen. Der traditionelle Beschaffungsansatz wird einer Zusammenarbeit weichen, die von Effizienz und Anpassungsfähigkeit geprägt ist. Dazu benötigt die Armee selbst agile Strukturen.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit erlaubt es der Armee, Produkte systematisch über mehrere Generationen hinweg zu entwickeln. Dank agilen, iterativen Zyklen kann sie flexibel auf Veränderungen reagieren, Kosten senken und Produktionszeiten verkürzen. Auf Ebene der Infrastruktur wird die Armee in Boden- und Beobachtungsstationen, Empfangs- und Kontrollstationen, Satellitensysteme sowie in die Störungssicherheit ihrer Systeme investieren. In Zusammenarbeit mit Hochschulen erarbeitet sie zudem eine Ausbildung zur Weltraumspezialistin bzw. zum Weltraumspezialisten.

Ab 2026 wird die Armee ihre Kompetenzen in der neu gebildeten Organisation «Weltraum» innerhalb der Luftwaffe bündeln. Die Doktrin zur Planung und Durchführung von Weltraumaktivitäten wird bis Ende 2026 entwickelt. Das Kostendach für den Aufbau der Fähigkeiten und ihren Betrieb über einen Zeitraum von zwölf Jahren beträgt rund 850 Millionen Franken.

1

Einleitung

Neben den Wirkungsräumen Boden, maritimer Raum, Luft, elektromagnetischer Raum, Cyberraum und Informationsraum gewinnt der Weltraum in der internationalen Verteidigungspolitik an Bedeutung. 2016 hat die Armee beschlossen, den Weltraum in ihre kurz-, mittel- und langfristige Fähigkeitsplanung einzubeziehen. Das Ziel ist, operationelle Fähigkeiten im Weltraum zu erlangen bzw. auszubauen, um damit die Verteidigungsfähigkeit wesentlich zu stärken.

1 Einleitung

Seit dem Start von Sputnik 1 im Jahr 1957[2] wird der Weltraum sowohl für zivile als auch für militärische Zwecke genutzt. Inzwischen sind Satelliten wichtige Bestandteile der Infrastruktur vieler Staaten, da sie sicherheitsrelevante, wirtschaftliche, wissenschaftliche und gesellschaftliche Aufgaben erfüllen. Per 31. Dezember 2024 befanden sich über 10 400 aktive und knapp 3600 inaktive Satelliten in der Erdumlaufbahn.

Im Kalten Krieg lieferten sich die USA und die UdSSR einen Wettstreit, der 1969 mit der Mondlandung von Apollo 11 seinen Höhepunkt erreichte. In militärischer Hinsicht erlangten die USA in den 1980er-Jahren eine dominante Position, was ihnen unter anderem im Golfkrieg von 1990/91 entscheidende Vorteile verschaffte: Die USA nutzte erstmals Navigation und Aufklärung durch Satellitentelekommunikation, die den irakischen Streitkräften nicht zur Verfügung standen.

Ab den 1990er-Jahren begann eine zweite Phase der Weltraumnutzung. Weil Computersysteme leichter zugänglich und Elektronikbauteile immer kleiner wurden, beschleunigte sich die Technologieentwicklung rasant. Neue Raumfahrtnationen entstanden, beispielsweise China oder Indien. Vor 1990 verfügten zwanzig Staaten über Weltraumfähigkeiten, 2010 waren es schon über fünfzig.[3]

In den 2010er-Jahren vollzog sich erneut ein Wandel. Im Rahmen des «New Space»-Ansatzes übernahmen private Unternehmen eine immer wichtigere Rolle bei der Entwicklung von Satelliten- und Trägerraketen. Daraus resultierte ein Wettbewerb, der zu sinkenden Produktionskosten führte: Satelliten und Raketenstarts wurden erschwinglicher. Dieser Wandel wird auch als «Kommerzialisierung der Raumfahrt» bezeichnet – vorangetrieben insbesondere von den USA. Mit effizienteren Beschaffungsmodellen für Raumfahrtsysteme übernahm der Privatsektor mehr Verantwortung und Risiko, erhielt im Gegenzug aber auch mehr unternehmerische Freiheit. Das stabile finanzielle Umfeld mit niedrigen Zinssätzen am Geld- und Kapitalmarkt bis ins Jahr 2020 begünstigte die private Raumfahrt und brachte neue Akteure hervor. Diese spielen heute in verschiedenen Konfliktszenarien eine wichtige Rolle.

Der Krieg in der Ukraine hat gezeigt, dass kommerzielle Satellitendienste zunehmend für militärische Zwecke genutzt werden. Sowohl private als auch staatliche Akteure stellen Dienstleistungen für zivile und militärische Telekommunikation sowie Aufklärung bereit. Kommerzielle Anbieter nutzen hochauflösende Satellitenbilder, was die Berichterstattung über Konflikte und Katastrophen grundlegend verändert: Es gelangen heute Informationen an die Öffentlichkeit, die zuvor nur Regierungen vorbehalten waren.

2015 begann die Armee, ein systematisches Verständnis aufzubauen für die Bedeutung und Nutzung des Weltraums auf nationaler wie internationaler Ebene. Dabei analysierte sie neben militärischen auch zivile Akteure – private wie öffentliche. 2017 etablierte sie den Bereich «Weltraum» im Stab Kommando Operati-

2 Die Sowjetunion brachte mit Sputnik 1 den ersten künstlichen Satelliten in den Weltraum, der einfache Signale sendete und somit den Beginn der Raumfahrt markierte.

3 2023 waren es bereits neunzig Staaten.

onen und baut diesen seither kontinuierlich aus. Die aktuellen Leitlinien für diesen Bereich stützen sich auf ein internes Grundlagenpapier aus dem Jahr 2020 und auf Erfahrungen, die die Armee in Zusammenarbeit mit Hochschulen, Industrie und anderen Bundesbehörden gesammelt hat.

1.1 Ausgangslage

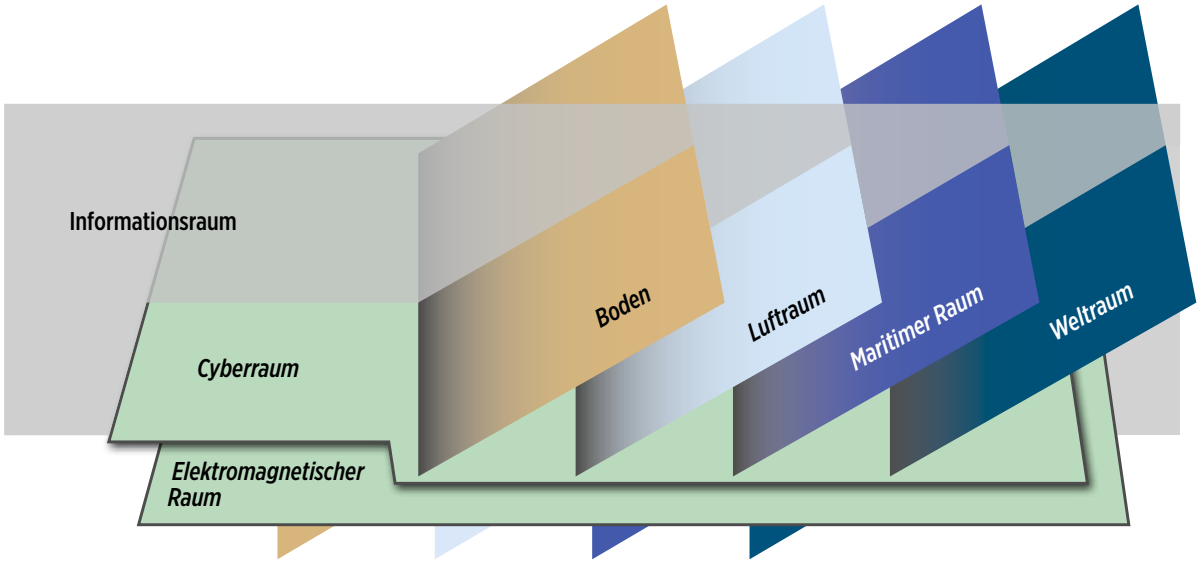
Satellitengestützte Dienstleistungen sind fester Bestandteil des modernen Alltags und somit Teil der kritischen Infrastruktur. Sie dienen unter anderem der Navigation, der Übertragung von Rundfunkprogrammen, der Wettervorhersage, der Erdbeobachtung oder der Telekommunikation. Diese Dienstleistungen spielen eine weitreichende Rolle in Wirtschaft, Gesellschaft, Sicherheit und Verteidigung. Wettersatelliten ermöglichen nicht nur präzise Vorhersagen; sie sind auch für den Katastrophenschutz und das Krisenmanagement hilfreich. Behörden nutzen Erdbeobachtungssatelliten als wichtige Informationsquelle für Umweltüberwachung, Verkehr, Nachrichtendienste, Kartografie und Verteidigung. Satellitentelekommunikation stellt in abgelegenen Gebieten breitbandige Verbindungen her und ergänzt oder ersetzt sogar terrestrische Netzwerke. Ein Ausfall eines solchen Satellitensystems hätte nicht nur in der Schweiz gravierende Auswirkungen.

Angesichts weltweit zunehmender Spannungen und Konflikte gewinnt der Weltraum in der Sicherheits- und Verteidigungspolitik international an Bedeutung. Im Dezember 2019 bezeichnete die NATO den Weltraum offiziell als «Operationsbereich»[4] und anerkannte somit seine wachsende Bedeutung. Damit untermauerte das Verteidigungsbündnis seine Absicht, Bedrohungen von und für Satelliten abzuwehren und die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Telekommunikation, Navigation und Aufklärung zu stärken. Frankreich bezeichnet den Weltraum seit kurzem als «Raum der Konfrontation»[5] – weitere Staaten wie die USA, China und Russland haben ein ähnliches Verständnis. Es ist ein Wettlauf in Gang, der auf die kommerzielle und militärische Nutzung der verschiedenen Umlaufbahnen durch Satelliten abzielt und sich laufend intensiviert.

Militärische Operationen sind seit langem auf zuverlässige Telekommunikations-, Bild- und Signalaufklärungsfähigkeiten, auf Frühwarnsysteme für ballistische Lenkwaffen und auf Geolokalisierung angewiesen. Mit dem wachsenden Angebot an weltraumgestützten Dienstleistungen, die gleichermassen zivil und militärisch genutzt werden können (Dual-Use), gibt es auch immer mehr konkurrierende Anbieter.

Der Weltraum bietet die Möglichkeit, Handlungen mit höherer Geschwindigkeit, Effektivität und Präzision durchzuführen. Für den Erfolg militärischer Operationen ist entscheidend, ob und wie effektiv die Fähigkeiten in diesen Wirkungsräumen kombiniert eingesetzt werden können.

4 Englische Originalbezeichnung: operational domain
5 Französische Originalbezeichnung: espace de confrontation



Die Grafik zeigt die verschiedenen Wirkungsräume. Der Cyber-Raum, der elektromagnetische Raum und der Informationsraum durchdringen den Boden, den maritimen Raum, den Luftraum und den Weltraum.

Völkerrechtlich betrachtet ist der Weltraum hoheitsfrei. Künstliche Objekte wie Satelliten sind hingegen bestimmten Staaten zugeordnet. Sie umkreisen die Erde und verbinden sich mit Aktivitäten in anderen Räumen.

Die Armee nutzt bereits heute einige Satellitendienstleistungen, ist aber vollständig von ausländischen kommerziellen Anbietern, Drittstaaten oder überstaatlichen Organisationen abhängig. Ihre weltraumgestützten Systeme sind derzeit weder autonom noch redundant und auch nicht durchhaltefähig. In der Schweiz haben jedoch zahlreiche Bundesstellen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen wichtige Kompetenzen im Bereich weltraumgestützter Anwendungen erlangt. So haben Schweizer Akteure wesentliche Schlüsselkomponenten für Raumfahrtprogramme geliefert – etwa für das XMM-Newton-Teleskop, das James-Webb-Teleskop, das CHEOPS-Teleskop, die JUICE-Mission, das Artemis-Programm (Orion/ESM), für Ariane, Vega, Galileo, Copernicus, Meteosat Third Generation (MTG), Aeolus, METOP, das ISS-Programm, das ExoMars-Programm und viele mehr. Schweizer Unternehmen und Interessensträger sind damit in der europäischen Raumfahrtlandschaft nachhaltig etabliert – dies dank Mitgliedschaften der Schweiz in der Europäischen Weltraumorganisation ESA, der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT und der Teilnahme an Komponenten der EU-Weltraumprogramme GNSS/Galileo und EGNOS.

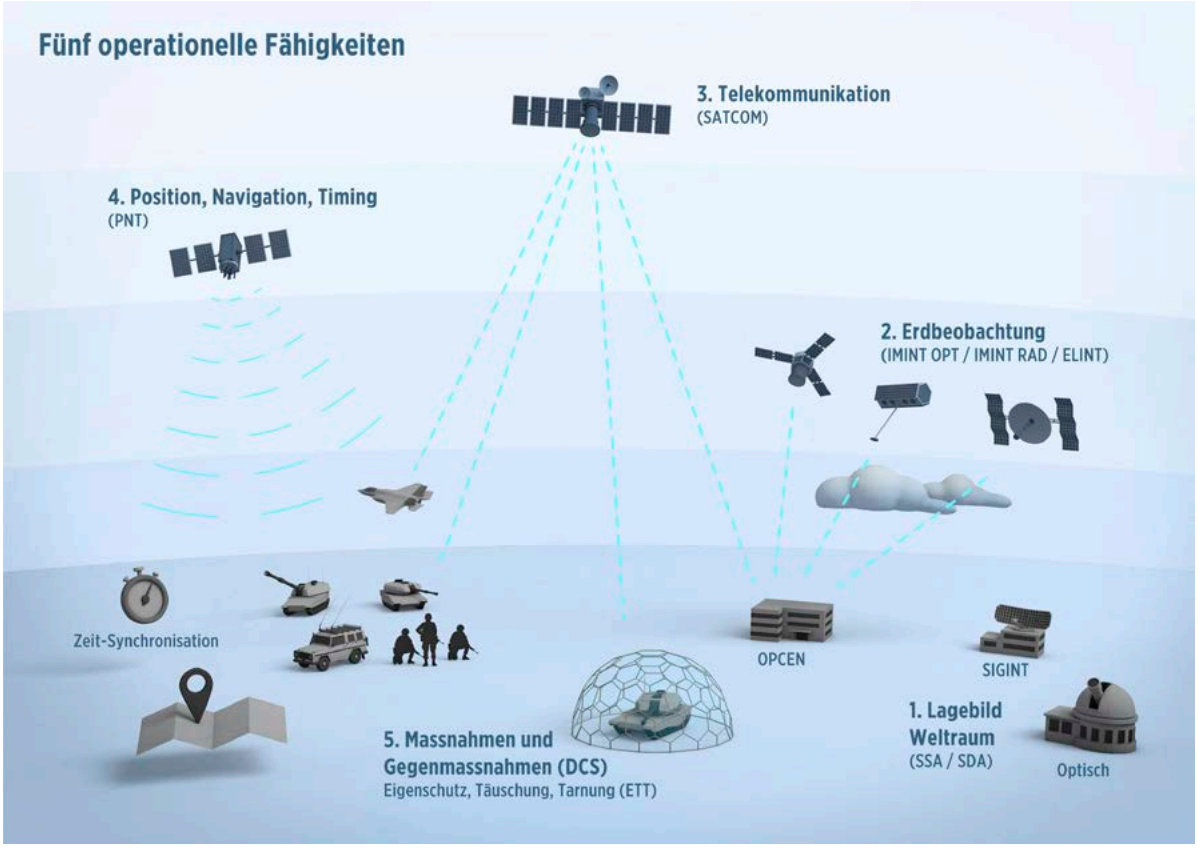
1.2 Veranlassung

Gestützt auf den Sicherheitspolitischen Bericht von 2016 hat die Armee 2018 entschieden, den Weltraum in ihre kurz-, mittel- und langfristige Fähigkeitsplanung zu integrieren. Dazu hat sie 2020 ein umfassendes Grundlagenpapier erstellt und erste exploratorische sowie operationelle Tätigkeiten ausgelöst. Der aktuelle Wissensstand wurde unter Einbezug aller relevanten Stellen innerhalb der Armee erarbeitet – beteiligt waren zudem weitere VBS-Ämter (GS-VBS, Sipol respektive das heutige SEPOS, NDB, BABS, swisstopo, armasuisse) und andere Bundesbehörden (BAKOM, SBFI, ASTRA, EDA). Die vorliegende Gesamtkonzeption basiert neben dem Grundlagenpapier auf dem Sicherheitspolitischen Bericht von

2021 und dem Zusatzbericht von 2022 mit Erkenntnissen aus dem Krieg in der Ukraine. Weitere Eckpfeiler sind die fähigkeitsorientierte Armeebotschaft 2024 und die Weltraumpolitik 2023 des Bundesrates[6].

Ausgehend vom Grundlagenpapier und dem Bericht «Zielbild und Strategie Armee der Zukunft – Die Verteidigungsfähigkeit stärken»[7] (2023) soll die Armee folgende operationelle Fähigkeiten entwickeln[8]:

— 1. Erstellung des Lagebildes Weltraum (SSA/SDA[9])
— 2. Beiträge zur Erdbeobachtung (IMINT[10] und ELINT[11])
— 3. Beiträge zur vernetzten Aktionsführung im Bereich Telekommunikation (SATCOM[12])
— 4. Beiträge zur Präzisionsnavigation (PNT[13])
— 5. Aktive und passive defensive Gegenmassnahmen (DCS[14])



Zielbild der Armee im Weltraum mit den fünf operationellen Fähigkeiten

6 Mit der Weltraumpolitik 2023 legte der Bundesrat am 19.04.2023 die künftige Ausrichtung des Bundes in seinen weltraumrelevanten Aktivitäten fest und formulierte im Weltraumbereich eine koordinierte und in den internationalen Kontext eingebettete Politik.
7 81.298, Die Verteidigungsfähigkeit stärken, 08.2023, Gruppe Verteidigung
8 U. a. auch Interpellation 23.4428 Seiler Graf zur Risikovorsorge, Resilienz und Sicherheit im Weltraum und dessen militärische Nutzung sowie der Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 23.3000 und 23.3131.
9 SSA – Space Situational Awareness, SDA – Space Domain Awareness: siehe Glossar
10 IMINT – Imagery Intelligence: siehe Glossar
11 ELINT – Electronic Intelligence: siehe Glossar
12 SATCOM – Satellite Communications: siehe Glossar
13 PNT – Positioning, Navigation, Timing: siehe Glossar
14 DCS – Defensive Counter Space: siehe Glossar

Seit 2017 setzt die Armee eigene Projekte im Bereich Software um und baut schrittweise geeignete Applikationen, Datenbanken und dergleichen auf. Die Produkte kommen der Truppe insbesondere für das Lagebild Weltraum zugute. 2021 startete armasuisse Wissenschaft und Technologie (W+T) das Forschungsprogramm Weltraum, um die Fähigkeitsentwicklung der Armee zu unterstützen. Im Rahmen dieses Programms, das sich noch im Aufbau befindet, wurden bislang über fünfzig Forschungsprojekte durchgeführt, an denen die Armee direkt beteiligt war. Die Armee hat selbst über zehn Innovationsprojekte umgesetzt, um den raschen Aufbau eigener Teilfähigkeiten im Bereich Weltraum zu unterstützen. Die Erkenntnisse aus all diesen Aktivitäten bilden die Entscheidungsgrundlage, wenn es darum geht, Fähigkeiten aufzubauen und die zukünftige Ausrichtung der Armee bei der Weltraumnutzung zu definieren.

Im März 2023 beschloss das VBS, eine Gesamtkonzeption Weltraum (GK Weltraum) zu erstellen. Dieses Dokument dient als Grundlage für den Ausbau der Fähigkeiten im Weltraum – analog den Grundlagenberichten «Luftverteidigung der Zukunft» (2017), «Zukunft der Bodentruppen» (2019) und «Gesamtkonzeption Cyber» (2022). Das Vorhaben, das in dieser Gesamtkonzeption beschrieben ist, steht im Einklang mit der «Weltraumpolitik 2023» des Bundesrates. Bei der Erarbeitung waren weitere Bundesbehörden, Hochschulen und Unternehmen aus der Schweiz involviert.

1.3 Ziel und Zweck

Die vorliegende Gesamtkonzeption bildet die Grundlage für den Aufbau von Fähigkeiten im Weltraum bis Mitte der 2030er-Jahre.

Das Dokument gibt zunächst einen Überblick über technologische, sicherheitspolitische und militärische Entwicklungen im Weltraum. Erläutert werden auch die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Doktrin der Armee. Anhand dieser Grundlagen werden das angestrebte Leistungsniveau und die aktuellen Fähigkeiten miteinander verglichen, um Fähigkeitslücken zu identifizieren. Abschliessend werden die gewählte Stossrichtung und Massnahmen dargelegt, um diese Lücken zu schliessen.

Die Gesamtkonzeption Weltraum basiert auf Überlegungen aus den Konzepten zur mittel- bis langfristigen Entwicklung der Armee und berücksichtigt insbesondere die notwendigen Fähigkeiten für die Stärkung der Verteidigungsfähigkeit. Einfluss haben auch Erkenntnisse aus der aktuellen Weltlage (z. B. der Krieg in der Ukraine) und laufenden Projekten der Armee. Die Gesamtkonzeption legt zudem ein Schwergewicht auf den Dual-Use-Charakter weltraumgestützter Anwendungen, also deren zivile wie auch militärische Nutzung. Dabei wird auch auf die angestrebten Fähigkeiten und deren Nutzen für Dritte eingegangen.

2

Umfeld und Entwicklungstendenzen

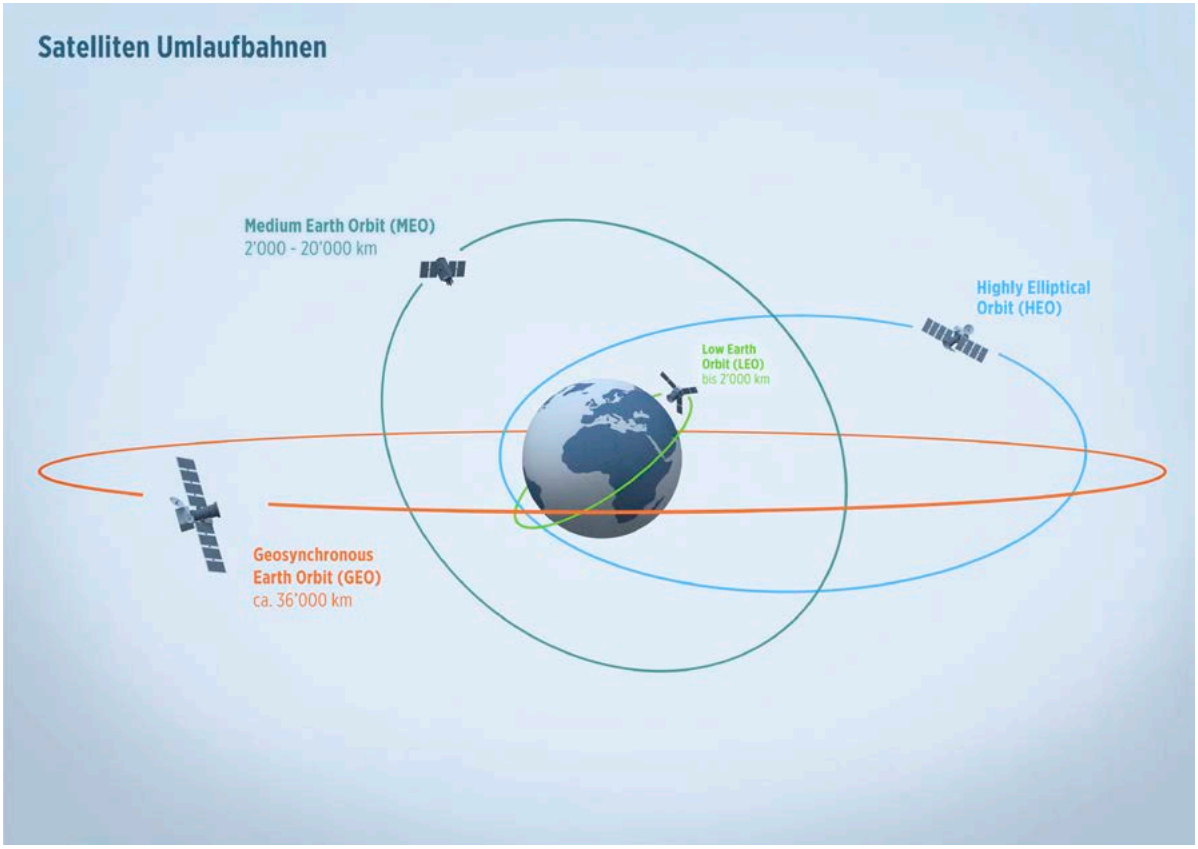
Nachdem die Raumfahrt jahrzehntelang staatlich kontrolliert war, ist sie heute zunehmend durch den kommerziellen Einfluss geprägt. Die Digitalisierung und die Miniaturisierung der Satellitentechnik haben zu vermehrtem Wettbewerb und zu einer Zunahme von Satellitenkonstellationen, Daten, aber auch Weltraumschrott (Space Debris) geführt. Aktivitäten im Weltraum können für verschiedene Akteure eine potenzielle Bedrohung darstellen. In den letzten Jahren haben immer mehr Staaten eigene Weltraumkommandos und -fähigkeiten aufgebaut. Auch die Schweiz strebt danach, verstärkt eigene Weltraumfähigkeiten zu entwickeln und bereitzustellen. Um die Sicherheit des Landes in Spannungs- und Konfliktsituationen zu gewährleisten, ist es zentral, Systeme autonom nutzen zu können und künftig weniger stark vom Ausland abhängig zu sein. Die Einbindung von kommerziellen Satellitendiensten in die Verteidigung, wie dies etwa im Krieg in der Ukraine der Fall ist, bestätigt den Dual-Use-Charakter des Wirkungsraumes Weltraum und der Weltraum-Technologien.

2 Umfeld und Entwicklungstendenzen

2.1 Einleitung

Die Raumfahrt hat sich in den vergangenen Jahrzehnten grundlegend verändert. War sie bis in die 2010er-Jahren den grossen Industrienationen vorbehalten und staatlich kontrolliert, geniesst sie heute weltweites Interesse. Kommerzielle Akteure spielen eine wichtige Rolle.

Dieser Wandel ist vor allem darauf zurückzuführen, dass sich mit Dienstleistungen in und aus dem Weltraum immer mehr Umsatz generieren lässt. Es wurden Technologien entwickelt, welche die Herstellungs- und Transportkosten von Satelliten erheblich reduziert haben. Durch die vereinfachte Nutzung des Weltraums sind grosse Satellitenkonstellationen[15] entstanden. Sie befinden sich in Umlaufbahnen unterschiedlicher Höhe.



Die wichtigsten Umlaufbahnen und ihre typischen Höhen ab Meeresspiegel

15 Gruppen von Satelliten, die vom gleichen Operator betrieben werden und ein gemeinsames Ziel verfolgen.

Im Jahr 2024 wurde ein neuer Rekord erreicht: Mit 252 erfolgreichen Trägerraketenstarts wurden rund 2900 Satelliten (davon 300 staatliche und 2600 kommerzielle) neu in die Erdumlaufbahnen gebracht. Zum Vergleich: 2016 gelangten 215 Satelliten in den Weltraum, davon 134 staatliche und 81 kommerzielle. Ein Grossteil der genannten 2600 kommerziellen Satelliten gehört einem einzigen privaten Unternehmen (SpaceX) im Rahmen einer einzigen Satellitenkonstellation (Starlink) für Telekommunikationszwecke.

2.2 Tendenzen in der Raumfahrtindustrie

Der Wettbewerb im Bereich der Trägerraketen[16] hat zugenommen, die Entwicklung wiederverwendbarer Raketen hat den Zugang zum Weltraum erleichtert. Das US-amerikanische Unternehmen SpaceX startet derzeit im Durchschnitt fast alle zweieinhalb Tage eine Trägerrakete. Dies entspricht etwa der Hälfte aller jährlichen Raketenstarts weltweit. Auch China hat seine Aktivitäten in der Raumfahrt stark ausgeweitet, während Russland seine Fähigkeiten nicht wesentlich erweitert hat. Europa hat dank den von der ESA entwickelten Trägerraketen Ariane 6 und Vega C, an denen auch Schweizer Firmen beteiligt sind, einen unabhängigen Zugang zum Weltraum. Die ESA-Ministerratskonferenzen in Paris 2022 und in Sevilla 2023 haben die nächsten Schritte festgelegt, um diesen mittelfristig zu sichern. Nach den zwei erfolgreichen Starts der Ariane 6 und dem erfolgreichen Return-to-flight von Vega C will Europa die Startkadenz wieder erhöhen. Eine weitere Herausforderung für die Europäischen Trägerraketen-Betreiber wird das Starship-Programm von SpaceX sein, das darauf abzielt, sehr grosse Lasten in den Weltraum zu transportieren – und dies mit einer vollständig wiederverwendbaren Trägerrakete.

	USA	CHN	RUS	IND	JPN	EUR	Rest
Erfolgreiche Raketenstarts	153	65	17	5	5	3	4
Fehlgeschlagene Raketenstarts	1	3	0	0	2	0	1
Total 2024	**154**	**68**	**17**	**5**	**7**	**3**	**5**

Dank der Miniaturisierung der Satellitentechnik können kleinere Satelliten in grosser Zahl kostengünstig hergestellt werden. Moderne elektrische Antriebssysteme machen auch kleinste Satelliten manövrierfähig. Dadurch können Satellitenkonstellationen mit einer noch grösseren räumlichen und zeitlichen Abdeckung realisiert werden, deren Systeme immer resilienter werden. Um die Resilienz langfristig zu erhöhen, sind jedoch nicht nur mehr Satelliten, sondern auch zusätzliche Bodenstationen erforderlich.

Die Digitalisierung und die zunehmende Vernetzung haben zu einer steigenden Datenmenge geführt, wodurch die Satellitentelekommunikation dynamischer[17] wurde. Dieser Trend geht in Richtung Beamforming[18], Internet of Things (IoT) und Direct-to-Device-Technologien (D2D)[19]. Moderne Kommunikationssatelliten passen ihre Datenübertragung dynamisch an, um eine optimale Bandbreitenver-

16 Raketen im Sinne dieser Gesamtkonzeption sind Systeme, die Nutzlasten wie Satelliten, Raumsonden, andere Gegenstände sowie Menschen in den Weltraum befördern.

17 Dynamischer durch die Nutzung adaptiver Antennen und Algorithmen, welche die Leistung von Satellitenkommunikationssystemen unter sich ändernden Bedingungen verbessern.

18 Beamforming ist eine Technik, bei der Funksignale gezielt in eine bestimmte Richtung gebündelt werden. Diese Methode kann sowohl beim Senden als auch beim Empfangen von Signalen angewendet werden.

19 Mit D2D-Services lassen sich Daten und Dienste zwischen Endgeräten auf der Erde direkt über Satelliten austauschen.

teilung zu gewährleisten. Neue Verschlüsselungstechniken ermöglichen sichere Verbindungen auch in abgelegenen Gebieten.

In den letzten zehn Jahren sind weltweit Hunderte von Unternehmen entstanden, die kommerzielle Systeme für satellitenbasierte Telekommunikation und Aufklärung mit verschiedenen Sensoren anbieten. Diese Entwicklung ist eine Folge der Kommerzialisierung des Weltraums. Private Akteure spielen eine immer wichtigere Rolle und ergänzen oder ersetzen sogar staatliche Weltraumsysteme. Sie bleiben trotzdem meist abhängig von öffentlichen Programmen und Mitteln. Der Krieg in der Ukraine verdeutlicht dies eindrücklich: Durch die Verknüpfung kommerzieller und staatlicher Systeme, unterstützt durch künstliche Intelligenz, kann die Zeit vom Erkennen eines Zielobjekts bis zum Angriff erheblich verkürzt werden – etwa bei Operationen mit Drohnen oder bei Einsätzen am Boden. Dadurch ergeben sich für Streitkräfte neue Möglichkeiten, aber auch neue Risiken.

Die Raumfahrtindustrie steht nicht nur vor neuen Chancen, sondern auch vor Herausforderungen. Dazu gehören die zunehmende Belegung der Umlaufbahnen und der wachsende Weltraumschrott[20]. Besonders in niedrigen Umlaufbahnen steigen diese Risiken stark an. Dabei geht es nicht nur um die Gefahr von Kollisionen mit Weltraumschrott, sondern auch mit aktiven, ausgedienten oder defekten Satelliten. SpaceX muss beispielsweise täglich durchschnittlich 137 Kollisionsvermeidungsmanöver[21] durchführen. Das Problem zu lösen ist die Voraussetzung, dass Aktivitäten im Weltraum langfristig möglich bleiben. Dazu braucht es nicht nur ein aktuelles, umfassendes und unverfälschtes Lagebild, sondern auch eine internationale Zusammenarbeit und innovative Ansätze.

Eine Besonderheit militärischer Weltraumoperationen ist, dass sie bereits im Rahmen der jeweiligen Streitkräfteentwicklung geplant werden. Da ein Satellit seine Umlaufbahn in der Regel nur geringfügig ändern kann, ist seine Positionierung Teil des Systemdesigns[22]. Dieses umfasst auch die Wahl der Trägerrakete. Aus diesen Gründen wurden in der Weltraumindustrie agile Entwicklungsmethoden eingeführt mit kurzen iterativen Zyklen und Tests unter realen Bedingungen – ähnlich wie bei der Softwareentwicklung. Gewisse Streitkräfte gehen dabei so weit, dass sie Industriepartner in ihre militärischen Formationen integrieren[23].

Private Betreiber von Satelliten sind selbst für die Wahl und die Sicherheit der Umlaufbahnen und Dienste verantwortlich. Sie müssen aber unter Überwachung des verantwortlichen Staates geltende Regeln einhalten.

20 Siehe Glossar
21 Gemäss U.S. Federal Communications Commission (FCC) Report vom 30.06.2023
22 Ganzheitlicher Prozess zur Definition, Planung, Entwicklung und Integration aller technischen und funktionalen Komponenten, um Missionsziele effizient und effektiv zu erfüllen.
23 Siehe U.S. Space Force Commercial Space Strategy, 08.04.2024

2.3 Internationale streitkräfterelevante Kapazitäten und Kooperation

Die nationale Autonomie spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung und Produktion von Raumfahrttechnik. Führend in diesem Bereich sind die USA, gefolgt von China, Russland, Japan und Indien. Diese Staaten sind in der Lage, eigenständige Weltraumaktivitäten durchzuführen – dazu gehören die Produktion von Satelliten und Trägerraketen, Starts vom eigenen Territorium aus und die Bodenkontrolle. Dennoch sind sie teilweise auf Technologien und Komponenten aus anderen Ländern angewiesen.

Die USA sind mit über fünfzig Prozent des weltweiten Budgets für Raumfahrtaktivitäten führend in der Entwicklung von Satelliten, Trägerraketen und Raumfahrzeugen. Prägende Unternehmen sind SpaceX, Northrop Grumman, Boeing und Lockheed Martin. Die USA sind in der Lage, fortschrittliche Weltraumverteidigungssysteme wie das Space-Based Infrared System (SBIRS) zur Frühwarnung vor ballistischen Lenkwaffen aufzubauen und zu betreiben.

China hat seine Raumfahrtkapazitäten in den letzten zwanzig Jahren erfolgreich, sehr schnell und stark ausgebaut. Neben dem Start verschiedener Satelliten hat die Volksrepublik demonstriert, dass es zur Nahinspektion von Satelliten, zum «unkooperativen Andocken»[24] und zum Transport defekter Satelliten in eine Friedhofsumlaufbahn[25] fähig ist. China betreibt zudem eine eigene Raumstation in niedriger Umlaufbahn.

Russland verfügt aufgrund seiner langen Raumfahrtgeschichte über starke industrielle Kapazitäten. Es ist bekannt für zuverlässige Trägerraketen und spezifische Fähigkeiten im Weltraum, etwa für den Betrieb von Inspektions- und elektronischen Aufklärungssatelliten. Russland verfügt auch über eine Frühwarn-Satellitenkonstellation zur Detektion von Starts ballistischer Lenkwaffen. Unzuverlässige elektronische Satellitenkomponenten bereiten der russischen Raumfahrt aber immer wieder Probleme.

Indien hat grosse Fortschritte gemacht und unabhängige optische, Radar- und elektronische Aufklärungsfähigkeiten entwickelt. Das staatliche indische Trägerraketenprogramm wird durch privates Engagement verstärkt.

Europäische Staaten führen ebenfalls eigene Programme durch und verfügen zusammen über umfangreiche Kompetenzen. Deutschland, Frankreich, Italien und das Vereinigte Königreich setzen häufig auf nationale Initiativen.

Insgesamt 23 Staaten, darunter die Schweiz[26], Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien und das Vereinigte Königreich, arbeiten unter dem gemeinsamen Dach der ESA zusammen. Sicherheitsrelevante Themen (zivil/dual-use) gewinnen zunehmend an Bedeutung; die ESA kann durch ihre Programme zum Ausbau von Kapazitäten beitragen, die diese Bedürfnisse erfüllen. Sicherheitsrelevante Aspekte des EU-Programms werden von der EUSPA[27] wahrgenommen.

---

24 Ein unkooperatives Andocken ist die Annäherung und das anschliessende Ergreifen eines passiven Zielsatelliten durch einen Jägersatelliten, um ihn zu inspizieren, zu warten oder zu evakuieren.
25 Siehe Glossar
26 Das SBFI vertritt die Schweiz in den Gremien der ESA und trägt aktiv zur Weiterentwicklung der europäischen und Schweizer Raumfahrtaktivitäten bei.
27 Siehe Abkürzungsverzeichnis

So wie die ESA im Auftrag von EUMETSAT die Wettersatelliten entwickelt, stellt die ESA im Auftrag der EU die europäischen Weltrauminfrastrukturen bereit, beispielsweise die Global Navigation Satellite Systems (GNSS), Galileo, European Geostationary Navigation (EGNOS), Copernicus und IRIS².

Der für Europa wichtigste Weltraumbahnhof befindet sich in Kourou (Französisch-Guayana). Er ist die Startbasis für den unabhängigen Zugang Europas zum Weltraum und wird daher von allen ESA-Mitgliedstaaten gemeinsam finanziert. Die von der ESA entwickelten Trägerraketen Ariane und Vega starten von Kourou aus. In jüngster Zeit haben europäische Staaten eigene Initiativen im Bereich der Microlauncher[28] lanciert, um Kleinsatelliten in niedrige Umlaufbahnen zu transportieren.

Abgesehen von Galileo, EGNOS und den öffentlich zugänglichen Komponenten von Copernicus hat die Schweiz aufgrund fehlender Abkommen bisher keinen Zugriff auf Daten und Dienstleistungen der EU.

Die Schweiz[29] ist eines der wenigen Nicht-EU-Länder, die Vollmitglied der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT) sind. Als Mitgliedstaat beteiligt sie sich an der Finanzierung und Gestaltung der EUMETSAT-Programme und erhält im Gegenzug vollen Zugang zu den Satellitendaten und -produkten.

Die Mitgliedschaft der Schweiz in der ESA ermöglicht es Schweizer Akteuren aus Wissenschaft und Industrie, sich an der Entwicklung und an Beschaffungsaktivitäten der erwähnten Programme zu beteiligen. Die Schweiz setzt in der Raumfahrt und bei der Entwicklung von Weltraum-Infrastrukturen auf internationale Zusammenarbeit. Beim Weltraumtransport leistet die Schweiz wichtige Beiträge an die Trägerraketen Ariane 6 und Vega C und nutzt diese prioritär[30]. Sie unterstützt ausserdem den Weltraumbahnhof in Kourou (siehe oben). Schweizer Satelliten werden auch in Zukunft nicht aus der Schweiz in den Weltraum starten.

Im Laufe der Jahre haben sich verschiedene Modelle der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Streitkräften entwickelt. Moderne Streitkräfte nutzen zunehmend kommerzielle Möglichkeiten, um ihre Fähigkeiten in den Bereichen Lagebild, Aufklärung, Telekommunikation und Navigation kostengünstig und mit geringerem Aufwand zu erweitern. Viele öffentlich-private Partnerschaften (Public-Private-Partnership PPP) sind entstanden. Dies, obgleich auch neue Herausforderungen und Verwundbarkeiten entstehen, sobald militärische und zivile Akteure voneinander abhängen.

28 Microlauncher sind kleine Trägerraketen, die eine Nutzlast von wenigen Hundert Kilogramm in eine niedrige Erdumlaufbahn befördern können. Sie sind eine Alternative zu herkömmlichen Trägerraketen und eignen sich vor allem für den Start kleiner Satelliten.

29 Das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) vertritt die Schweiz in den Gremien von EUMETSAT und trägt aktiv zur Weiterentwicklung der europäischen Satellitenmeteorologie bei.

30 Der Bundesrat hat am 30. November 2018 die Erklärung europäischer Regierungen über den Einsatz von Trägerraketen («Launcher Exploitation Declaration», LED) genehmigt und ratifiziert.

2.4 Militärische Nutzung des Weltraums

Mit dem Einbezug des Weltraums können Streitkräfte auf zusätzliche Beobachtungs- und Überwachungsdaten zurückgreifen, insbesondere durch den Einsatz satellitengestützter Sensoren. Die Daten beschleunigen die ersten beiden Phasen des sogenannten OODA-Loops: Dieser beschreibt den zyklischen Entscheidungsprozess mit den Phasen Observe (Beobachten), Orient (Orientieren), Decide (Entscheiden) und Act (Wirken). Er wird eingesetzt, um in dynamischen Situationen schnelle und effektive Entscheidungen zu treffen. Der OODA-Loop kommt auch im zivilen Krisenmanagement in ähnlicher Form zum Tragen.

Der OODA-Loop ist ein wichtiges Konzept in der Militärstrategie und -taktik. Er beschreibt den Zyklus, den ein Entscheidungsträger durchläuft, um eine Situation zu erfassen, sie zu interpretieren, eine Entscheidung zu treffen und diese umzusetzen. Er wird auch als Sensor-to-Shooter-Loop bezeichnet.

Auch die vierte OODA-Phase (Act / Wirken) profitiert von der weltraumgestützten Kommunikation: Weil Informationen schnell und breitflächig gestreut werden können, lassen sich Massnahmen in der Wirkung effizienter koordinieren. Armeen, die den Weltraum in ihre Aktivitäten integrieren, optimieren insgesamt den Entscheidungsprozess in kritischen Situationen.

Lagebild Weltraum

Aktivitäten im Weltraum sind für verschiedene Akteure eine potenzielle Bedrohung – auch auf der Erde und in der Luft. Um ein umfassendes Verständnis dafür zu erlangen, gilt es, Informationen über sämtliche Satelliten, über das «Weltraumwetter»[31] und den Weltraumschrott zu sammeln. Diese Informationen sind sowohl für Satellitenbetreiber als auch für Streitkräfte relevant: Sie nutzen sie, um Beeinträchtigungen ihrer weltraumgestützten Systeme frühzeitig zu erkennen und um mögliche Aufklärungstätigkeiten vorherzusagen. Mit seiner Funktion als Warnsystem ist das Lagebild Weltraum letztlich von öffentlichem Interesse.

Zum Lagebild Weltraum tragen verschiedene Quellen bei. Um diese zu erschliessen, werden Partnerschaften mit wissenschaftlichen Einrichtungen, der Industrie und Behörden geschlossen. Genutzt werden – neben öffentlich zugänglichen Daten – auch eigene Messungen, Analysen, Auswertungen und Berechnungen. Voraussetzung ist eine solide Datenbasis über alle Satelliten sowie die Kenntnis ihrer Funktionsweise und ihres Zustands.

Erdbeobachtung

Die Erdbeobachtung spielt eine wichtige Rolle im modernen Konfliktmanagement und trägt zur Prävention sowie zur Deeskalation bei. Derzeit sind über 1200 Satelliten mit Aufklärungssensoren im Einsatz. Mit optischen, radarbasierten und signalaufklärenden Sensoren nutzen sie verschiedene Technologien und liefern Aufklärungs- und Lageinformationen innert Stunden – manchmal in Echtzeit. Satelliten sind daher ein wesentlicher Bestandteil der militärischen Informationsinfrastruktur. Die Daten ihrer Sensoren werden mit Informationen aus weiteren Quellen zu einem umfassenden Lagebild zusammengeführt. Kombinieren moderne Streitkräfte die weltraumgestützte Informationsbeschaffung (Erdbeobachtung) mit Präzisionswaffen, können sie Ziele auch über grosse Entfernung präzis und effektiv bekämpfen. Die Satellitentechnologie wird in diesem Zusammenhang immer wichtiger.

Telekommunikation

Satelliten ermöglichen zuverlässige Telekommunikationsverbindungen zwischen weit entfernten Akteuren. In modernen Konfliktsituationen ist ein schneller und sicherer Informationsaustausch[32] von strategischer bis taktischer Stufe wesentlich. Dank der Satellitentechnologie können Streitkräfte rasch auf dynamische Entwicklungen reagieren und Entscheidungen auf der Grundlage präziser Daten treffen. Dazu können sowohl geostationäre als auch Satelliten in niedrigen Erdumlaufbahnen eingesetzt werden: Während geostationäre Satelliten (in ca. 36 000 km Höhe) ein bestimmtes geografisches Gebiet kontinuierlich abdecken, bieten Satelliten in niedrigen Erdumlaufbahnen (von ca. 340 bis 1200 km Höhe) den Vorteil geringer Latenzzeiten[33], wenn sie in ausreichender Zahl vorhanden sind.

---

31 Siehe Glossar

32 Nicht alle Satellitenverbindungen garantieren eine sichere Kommunikation, zum Beispiel Satellitenkonstellationen, die nicht auf internationaler Ebene koordiniert werden. Diese Systeme arbeiten auf einer «non-interference, non-protection»-Basis und geniessen keinen Schutz vor anderen Funkanwendungen.

33 Latenzzeit bezeichnet die Zeitspanne zwischen dem Senden eines Signals und seinem Empfang am Zielort.

Die meisten der weltweit aktiven Satelliten werden für zivile und militärische Telekommunikationszwecke genutzt. Ende 2023 dienten rund 6800 Satelliten der Telekommunikation. Auf staatlicher Seite verfügen die USA, Russland und China über eigene Satellitennetzwerke auf unterschiedlichen Umlaufbahnen, während etwa Frankreich, Deutschland oder Italien lediglich geostationäre Satelliten betreiben. Der Grossteil aller Telekommunikationssatelliten gehört zu kommerziellen Konstellationen wie Starlink oder OneWeb. Die Europäische Kommission plant derzeit die Satellitenkonstellation IRIS², um den EU-Mitgliedstaaten sowie Drittstaaten flächendeckende Dienstleistungen zur Verfügung zu stellen. IRIS² soll aus Komponenten in niedrigen und geostationären Umlaufbahnen bestehen.

Präzisionsnavigation

Globale Satellitennavigationssysteme sind für militärische Einsätze unverzichtbar geworden. Sie ermöglichen eine präzise Positionsbestimmung, die Navigation von bemannten und unbemannten Systemen sowie eine effektive Netzwerksynchronisation. Für die Funktionalität von vielen Systemen ist eine genaue Zeitsynchronisation entscheidend. Das US-amerikanische Global Positioning System (GPS) ist das weltweit am weitesten verbreitete Positionsbestimmungssystem neben GLONASS aus Russland und Beidou aus China. Die EUSPA betreibt das europäische Satellitennavigationssystem Galileo, das bis Ende des Jahrzehnts mit dem Public Regulated Service (PRS) ein noch stabileres, präziseres und störungsresistenteres Signal als GPS liefern soll. Mit seinem High Accuracy Service bietet Galileo bereits heute eine Präzision im Bereich von einigen Dezimetern. Galileo und GPS ergänzen sich und teilen teilweise Frequenzbänder.

Staatliche oder überstaatliche Satellitennavigationssysteme sind zurzeit noch die meistgenutzten; es befinden sich aber kommerzielle Systeme wie GeeSAT in niedrigen Erdumlaufbahnen in Entwicklung mit einer noch höheren Signalgenauigkeit[34] und einer besseren Resilienz[35] gegen Störungen und Interferenzen. Aber auch ihre Signale können durch Einwirkung mit elektromagnetischen Mitteln gestört werden.

Gegenmassnahmen

Mit der zunehmenden strategischen Bedeutung von Satellitensystemen steigt auch die Gefahr von Störungen und potenziellen Angriffen. Die Bedrohungsquellen sind vielfältig und stammen sowohl vom Boden, aus dem maritimen Raum, aus der Luft und aus dem Weltraum. Häufig sind Cyber- und elektromagnetische Angriffe sowie Störquellen in den Umlaufbahnen. Kinetische Angriffe sind möglich, aber aufwendig – sie können den Angreifer enttarnen oder Weltraumschrott erzeugen, der zusätzliche Gefahren in die Umlaufbahnen bringt. Eine mögliche Folge ist das Kessler-Syndrom[36], das die Nutzbarkeit ganzer Erdumlaufbahnen einschränken könnte. Daher ist es unwahrscheinlich, dass Satelliten in Zukunft kinetisch mit Lenkwaffen angegriffen werden. Solche Angriffe würden auch grundlegende Fragen in Bezug auf die Einhaltung des Völkerrechts und insbesondere des Kriegsvölkerrechts aufwerfen. Bisher haben nur die USA, China, Russland und Indien kinetische Anti-Satelliten-Waffen[37] (ASAT) getestet, sowohl von

34 Präzision von 1 cm anstatt 20 bis 30 cm wie mit Galileo oder GPS
35 Die Resilienz ist umso grösser, je mehr Satelliten vorhanden sind und je höher ihre Umlaufbahn ist.
36 Das Kessler-Syndrom beschreibt eine unkontrollierbare Kettenreaktion von Weltraumschrott-Kollisionen in den Erdumlaufbahnen, die zu einer Gefahr für die gesamte Raumfahrt wird.
37 Siehe Glossar

der Erdoberfläche als auch aus der Atmosphäre. Angriffe mit Lasern oder Systemen im Cyber- und elektromagnetischen Raum sowie ungewolltes Andocken sind wahrscheinlicher: In letzterem Fall erfolgt ein Andocken nicht als Dienstleistung[38] zur Lebensverlängerung, Betankung oder Entsorgung von Satelliten, sondern um diese gezielt anzugreifen.

In dieser Gesamtkonzeption beziehen sich Gegenmassnahmen nicht nur auf die Verteidigung eigener weltraumgestützter Mittel als Teil des Eigenschutzes. Es gilt auch, sich vor gegnerischer Aufklärung zu schützen – etwa durch Täuschung, Ablenkung und Störung anderer Satelliten oder durch Tarnung und Dezentralisierung auf Ebene der Truppen. Als weitere defensive Massnahme dienen Ausweichmanöver zum Schutz eigener Satelliten.

2.5 Mittel- bis langfristige Entwicklungen im Weltraum

Die erwartete Entwicklung im erdnahen Weltraum bis ins Jahr 2040 bringt verschiedene Herausforderungen mit sich. Bis dahin werden sich voraussichtlich mehr als 40 000 Satelliten auf den Umlaufbahnen bewegen, bei der ITU[39] sind sogar über 70 000 Satelliten[40] glaubwürdig angemeldet[41]. Dies erhöht das Risiko von Kollisionen, unkontrollierbaren Satelliten und Weltraumschrott erheblich und damit das Bedürfnis nach Space Debris Mitigation[42] und Space Traffic Management. Kessler-Felder könnten Umlaufbahnen blockieren, wodurch sich eine Segmentierung nach Applikationen oder Nationen aufdrängen könnte.

Zukünftig werden kommerzielle Anbieter IMINT[43]-, ELINT[44]- und Satellitentelekommunikationsdienste zwischen den Satelliten verbinden und vernetzen. Dadurch wird eine «near real time»-Übertragung der Daten möglich – selbst dann, wenn sich der Datenursprungssatellit nicht im Empfangsbereich einer Bodenstation befindet. Durch den Einsatz von On-Board-Processing[45] mit entsprechenden Algorithmen auf Aufklärungssatelliten werden Satelliten zu «intelligenten» Beobachtungsposten und können Daten aus dem Weltraum auswerten. Netzwerke von In-Orbit Computing[46] werden die Geschwindigkeit der Datenverarbeitung und -verbreitung massiv erhöhen.

Ein direkter Einsatz von kinetischen Waffen im Weltraum bleibt zwar unwahrscheinlich, dennoch könnten ASAT-Konstellationen zu einer negativen Entwicklung der Gesamtlage führen. ASAT-Satelliten könnten andere Satelliten mit Technologien, wie sie bei IOS-Diensten[47] genutzt werden, direkt beeinträchtigen. Seit Februar 2024[48] wird wieder über die Bedrohungen durch Nuklearquellen im Orbit diskutiert. Die USA beschuldigen Russland der Entwicklung einer Fähigkeit,

38 In-Orbit Service (IOS)
39 International Telecommunication Union (ITU) in Genf
40 Stand 31.12.2023
41 Davon 30 000 für Starlink, 26 000 für Guowang und das Programm G60 aus China
42 Massnahmen zur Reduzierung und Entfernung von Weltraumschrott, um die Sicherheit von Raumfahrzeugen und anderen Objekten in der Erdumlaufbahn zu gewährleisten.
43 Siehe Glossar
44 Siehe Glossar
45 Beim On-Board-Processing werden Daten direkt an Bord eines Satelliten oder Raumfahrzeugs verarbeitet, anstatt sie zu diesem Zweck auf die Erde zu senden.
46 In-Orbit Computing ist die Verarbeitung von Daten und die Ausführung von Anwendungen auf einem Satelliten. Ein Satellit kann Bilder der Erde aufnehmen und diese auf dem Satelliten selbst verarbeiten, um Objekte zu erkennen und zu klassifizieren. Die Ergebnisse können in der Folge direkt an Bodenstationen oder andere Satelliten gesendet werden.
47 In-Orbit Servicing (IOS) bezeichnet die Wartung, Reparatur oder Aufrüstung von Satelliten im Weltraum. Dazu wird ein Service-Satellit zu einem Zielsatelliten gebracht, um dort die gewünschten Arbeiten durchzuführen.
48 Der 1962 durchgeführte US-Atomtest «Starfish Prime» in einer niedrigen Erdumlaufbahn hatte weitreichende Auswirkungen auf Satelliten und auf die Stromversorgung auf der Erde.

die Satelliten mit einer hohen Energiewelle[49] zerstören könnte. Ein aktuelles und präzises Lagebild des Weltraums ist daher von grösster Bedeutung; nicht nur zum Schutz eigener Ressourcen, sondern auch im Interesse der globalen Gemeinschaft. Regierungen, Wirtschaft und Gesellschaft sind zunehmend abhängig von satellitengestützten Systemen – umso grösser wird in Zukunft die Bedrohung durch Cyber-Angriffe.

IOS-Dienste werden nicht nur die Lebensdauer von Satelliten verlängern, indem sie Satelliten mit Treibstoff betanken oder Reparaturen vornehmen. Sie werden auch die Endmontage grosser Satelliten und Raumfahrzeuge ermöglichen: Trägerraketen bringen Satellitenbestandteile in den Weltraum, die in der Umlaufbahn mit Hilfe von Robotiksystemen zusammengebaut werden. IOS-Technologien bergen aber auch Risiken, da sie neue Angriffsvektoren für die Manipulation von Satellitensystemen schaffen können.

Ebenfalls ist mit Fortschritten bei der optischen Datenübertragung, der weltraumgestützten Quanten-Sensorik, der Erdbeobachtungstechnologie sowie mit dem vermehrten Einsatz von Satelliten in sehr niedrigen Erdumlaufbahnen (VLEO) zu rechnen. Parallel dazu dürften Entwicklungen im Bereich des «Space Computing» die datenverarbeitenden Kapazitäten in den Umlaufbahnen erweitern. Die Erprobung weltraumgestützter Solarstromkonzepte könnte zudem zur Diversifizierung der Energieversorgung beitragen. Missionen im Bereich des Mond- und Asteroidenbergbaus werden den Weltraumverkehr weiter intensivieren. Dazu braucht es eine effektive Koordination von Bewegungen in den Umlaufbahnen, für die es derzeit keine adäquate Lösung gibt. Zwar ist zurzeit ungewiss, ob ein kommerzieller Weltraumbergbau bis 2040 möglich sein wird – der Aufbau einer Mond-Logistik[50] und Flüge zum Mars werden indes als realistisch eingeschätzt. Die Technologiefortschritte, die für solche Vorhaben nötig sind, werden sich auch auf den Transport von Satelliten in Erdumlaufbahnen auswirken. So können mit einem einzigen Raketenstart hunderte von Kleinsatelliten gleichzeitig in die Erdumlaufbahn gebracht werden.

Das internationale politische Umfeld ist zunehmend instabil und von zahlreichen Konflikten geprägt. Eine zunehmend ausgeprägte Machtpolitik setzt bestehendes Völkerrecht unter Druck und so ist nicht auszuschliessen, dass territoriale Ansprüche im Weltraum angemeldet werden. Nationale Interessen werden darüber hinaus stärker in den Vordergrund gerückt und multilaterale Ansätze herausgefordert. Im Weltraum finden bereits heute taktische Aktionen statt, die strategische Entwicklungen in verschiedenen Lagen (Alltag, Spannung, Konflikt) beeinflussen können.

49 Ein nuklear-elektromagnetischer Impuls (NEMP) ist eine plötzliche und intensive elektromagnetische Strahlungswelle, die durch eine nukleare Explosion ausgelöst wird und elektronische Geräte beschädigen oder zerstören kann.

50 Zum Beispiel durch das ARTEMIS-Programm

2.6 Aktuelle Weltraumfähigkeiten in der Schweiz

In der Schweiz zeichnet sich das Raumfahrtumfeld durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft, Behörden und Dienstleistern[51] aus. Obwohl der Sektor stark exportorientiert ist und enge Verbindungen zur ESA pflegt, entwickelt er sich zunehmend zu einem Dienstleistungssektor.

Die Raumfahrtindustrie in der Schweiz wächst stetig und hat sich zu einem bedeutenden Wirtschaftszweig entwickelt. Sie ist in verschiedenen Bereichen aktiv: Telekommunikation, Sensorik, Software, Photonik, Mechatronik sowie Strukturkomponenten und Instrumentierung. Mehr als achtzig Akteure – etablierte Raumfahrtunternehmen und Start-ups – beschäftigten 2024 rund 2000[52] Mitarbeitende. Der jährliche Umsatz[53] lag im Jahr 2022 bei 280 Millionen Schweizer Franken, Tendenz steigend.

Insgesamt deckt die Schweizer Raumfahrtindustrie ein weites Spektrum ab – von der Produktion einzelner Komponenten bis zum Zusammenbau von Satelliten in Reinräumen und bei umfangreichen Umwelttests. Die Schweiz beteiligt sich an der Entwicklung und Herstellung von Trägerraketen und bietet Lösungen für Bodenstationen an. Ein Grossteil der erforderlichen Kompetenzen und Komponenten für nationale weltraumgestützte Fähigkeiten sind entweder bereits in der Schweiz vorhanden oder können von der heimischen Industrie international beschafft werden. Allerdings werden nicht alle Subsysteme in der Schweiz hergestellt – Systeme wie Avionik, On-board Computer und Triebwerke müssen im Ausland beschafft werden. Auch Satellitenstarts auf Schweizer Territorium sind nicht möglich.

Neben kommerziellen Unternehmen sind auch mehr als ein Dutzend wissenschaftliche Institutionen in Ausbildung, Grundlagenforschung und wissenschaftlichen Raumfahrtprogrammen engagiert, darunter die EPF Lausanne, die ETH Zürich, die Universitäten Zürich, Bern, Genf und Luzern. Auch Schweizer Hochschulen bilden Ingenieurinnen und Ingenieure für den Raumfahrtsektor aus, insbesondere in den Bereichen Mechanik und Elektronik (MINT-Berufe).

2.7 Heutige Fähigkeiten der Armee

Die Armee hat in den letzten Jahren ihre Fähigkeiten erweitert, um ein genaues Lagebild des Weltraums zu erstellen. Sie nutzt hierfür eine täglich aktualisierte Datenbank, die nicht nur Bahndaten von Satelliten[54], sondern auch Informationen über den Zustand und die Fähigkeiten enthält. Dadurch lassen sich Satellitenüberflüge und ihre Auswirkungen vorhersagen. Auch Bahnveränderungen[55] und mögliche Absichten von Akteuren kann die Armee einschätzen. Die Bahndaten stammen grösstenteils von Drittstaaten und kommerziellen Akteuren – Informationen von eigenen Sensoren ergänzen die Datenbank. Darüber hinaus berechnet eine selbstentwickelte Applikation bevorstehende Überflüge, Konjunktionen[56] und Kollisionen, was für den Schutz weltraumgestützter Systeme von grosser Bedeutung ist.

---

51 Anbieter von Dienstleistungen beispielsweise in den Bereichen Telekommunikation, Umweltdaten und Analyse-Applikationen
52 Gemäss Swiss Space Industrial Group
53 Vgl. OECDs «The Space Economy in Figures 2023»
54 Bahndaten beschreiben die Position und Bewegung eines Satelliten in seiner Umlaufbahn.
55 Bahnveränderungen beschreiben Abweichungen der tatsächlichen von der vorhergesagten Umlaufbahn eines Satelliten.
56 Bestimmung des Zeitpunkts, an dem sich zwei oder mehrere Satelliten nähern

Seit 2021 führt die Armee Forschungsprojekte mit armasuisse durch. Mit Innovationsprojekten in Zusammenarbeit mit Industrie und Akademie baut sie ihre Kompetenzen im Weltraum weiter aus und untersucht die Machbarkeit einzelner Vorhaben für den Aufbau operationeller Fähigkeiten. Die Ergebnisse liefern zudem eine solide Grundlage für die weitere Kostenabschätzung und Umsetzungsplanung.

Der militärische Nachrichtendienst (MND) verfügt über die Fähigkeit, Luft- und Weltraumbilder auszuwerten und Bedrohungen für die Schweiz und die Armee zu erkennen. Damit trägt er zur strategischen und operativen Lageverfolgung des Nachrichtendienstes des Bundes (NDB) bei. Spezialisierte Einheiten des Kommandos Cyber und der Luftwaffe werten Informationen von ELINT-Sensoren für die elektronische Kriegsführung (EKF) aus. Diese Fähigkeiten können auch für die Auswertung von satellitengestützten Sensordaten genutzt werden. Die Armee verwendet GNSS-Signale im Alltag. Nicht zuletzt verfügen die Luftwaffe, das Kommando Spezialkräfte und das Kompetenzzentrum SWISSINT über Erfahrungen im Bereich der Satellitentelekommunikation.

2.8 Weltraumfähigkeiten im VBS

Im VBS erarbeitet das Staatsekretariat für Sicherheitspolitik (SEPOS) Grundlagen und Vorgaben für die Verteidigungs- und Rüstungspolitik. Es ist zudem im VBS für die Rüstungskontroll- und Abrüstungspolitik zuständig und entwickelt zusammen mit anderen Bundesstellen politische Handlungsoptionen auch in Bezug auf den Weltraum. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) verbreitet seinerseits Warnungen vor Weltraumgefahren an zuständige Akteure. Dazu arbeitet es eng mit der ESA zusammen. Bei Katastrophen und in Notlagen beschafft es bei swisstopo und beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) Satellitenbilder, um Ereignisse zu bewältigen und sie später zu dokumentieren.

Der Nachrichtendienst des Bundes (NDB) berät das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) bei Gesuchen für die Ausfuhr von Dual-Use-Gütern im Rahmen des Güterkontrollgesetzes (GKG), worunter auch Güter mit Weltraumbezug fallen können. Der NDB stützt sich bei der strategischen Lagebeurteilung unter anderem auf Produkte aus dem Weltraum.

Als Kompetenzzentrum des Bundes für Satellitendaten und -bilder betreibt swisstopo den operativen Swiss National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) sowie das nationale Kompetenzzentrum für die Beschaffung und Auswertung von Satellitendaten (Rapid Mapping). swisstopo kann auch bei Aktivierung der «International Charter Space and Major Disasters» weltraumgestützte Daten und Informationen zur Verfügung stellen und damit Hilfsmassnahmen in Katastrophenfällen unterstützen. Diese aus Satellitendaten erstellten Umweltbeobachtungsprodukte fliessen auch in das nationale Warnsystem «Operative Warnung und Alarmierung in ausserordentlichen Notlagen und Katastrophen» (OWARNA). Zudem erstellt und überwacht swisstopo GNSS-Netze in der Schweiz, wobei es flächendeckende Satellitenpositionierungsdienste verschiedener Genauigkeit betreibt, um sie für amtliche Vermessungen bereitzustellen. Dabei erstellt swisstopo operationelle Bahn- und Uhrenberechnungen von GNSS-Satelliten im Rahmen des «Center for Orbit Determination» (CODE) in Europa. Das AGNES-Netz von swisstopo stellt heute bereits ein permanentes Monitoring der GNSS-Signale in der Schweiz sicher. Die Dienste der sicheren Satellitentelekommunikation können vom BABS, von den Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS) sowie von Partnern des Bevölkerungsschutzes genutzt werden, u. a. für

ein mobiles, breitbandiges Sicherheitskommunikationssystem (MSK). In einer Kooperation unterstützt swisstopo die Armee bei der Ausgestaltung ihrer operationellen Fähigkeiten in den Bereichen Erdbeobachtung und Präzisionsnavigation.

2.9 Erkenntnisse

Dank neuer Technologien ist auch die Schweiz in der Lage, erschwingliche Weltraumkapazitäten aufbauen. Die Publikation «Zielbild und Strategie Armee der Zukunft – Die Verteidigungsfähigkeit stärken» betont die Verteidigung als Hauptaufgabe der Armee. Der Bundesrat hat seinerseits beschlossen, die Fähigkeitsentwicklung im Bereich Weltraum zu beschleunigen, um das für die Armee relevante Lagebild zu verbessern.[57]

Die Doktrin zur Erfüllung dieses Auftrags basiert auf einem Multidomain-Ansatz[58]: Dieser betrachtet den Weltraum als integralen Bestandteil der Verteidigungsarchitektur, dessen Produkte in den Sensor-Nachrichten-Führungs-Wirkungsverbund (SNFW) einfliessen. Ohne weltraumgestützte Fähigkeiten sind Multidomain-Operationen zur effektiven Verteidigung kaum möglich. Daher benötigt die Schweiz eigene operationelle Fähigkeiten im Weltraum, die jederzeit verfügbar sein müssen. Um die Sicherheit des Landes in Spannungs- und Konfliktsituationen zu gewährleisten, ist es zentral, solche Systeme autonom nutzen zu können. Die Bedrohungslage verändert sich ständig. Damit sich die Armee laufend anpassen kann, muss sie kurzfristig und flexibel neue Chancen nutzen, bewerten und integrieren können, die sich aus dem technologischen Fortschritt ergeben.

Die Armee ist derzeit auf weltraumgestützte Leistungen aus dem Ausland angewiesen. Diese Abhängigkeit muss sie reduzieren, will sie permanent auf benötigte Fähigkeiten zurückgreifen können. Der Weg dahin besteht darin, sich gezielt an multilateralen Kooperationsinitiativen[59] zu beteiligen und gleichzeitig die bestehenden Fähigkeiten in der Schweiz weiterzuentwickeln.

In den letzten Jahren haben immer mehr Staaten eigene Weltraumkommandos aufgebaut, um ihre Abhängigkeit von Bündnissen zu verringern und eigene Fähigkeiten zu entwickeln. Letztere bieten sie wiederum den Bündnissen als Leistung an. Dieser Trend spiegelt nicht nur den zunehmenden Wettbewerb im Weltraum wider, sondern auch die wachsende Bedeutung des Weltraums für die globale Sicherheit, Wirtschaft und Gesellschaft. Neben den USA, Russland und China haben auch Grossbritannien, Frankreich, Deutschland, Italien, Spanien, Indien, Japan und Südkorea eigene Weltraumkommandos gegründet oder planen dies. Diese Kommandos binden kommerzielle Akteure und deren Dienstleistungen in ihre Aufgaben ein.

57 Siehe Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats 23.3000 SiK-S vom 12. Januar 2023 und des Postulats 23.3131 Dittli vom 14. März 2023, S. 16

58 Synchronisiertes Zusammenwirken von Kräften aus verschiedenen Teilstreitkräften oder Bereichen, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen, siehe Glossar

59 81.298, Die Verteidigungsfähigkeit stärken, 08.2023, Gruppe Verteidigung, S. 24

Dank ihrer starken Raumfahrtindustrie und exzellenten akademischen Einrichtungen hat die Schweiz das Potenzial, die erforderlichen Weltraumfähigkeiten zu entwickeln und bereitzustellen. Die internationale Zusammenarbeit hat einen wichtigen Stellenwert in den Bereichen Elektronik und Transport in die Umlaufbahnen. Dank des Milizsystems sind bereits viele Spezialistinnen und Spezialisten aus Wissenschaft und Wirtschaft als Armeeangehörige in verschiedenen Funktionen tätig. Dadurch hat die Armee im Bereich der Lageverfolgung von Weltraumaktivitäten bereits einen hohen Stand erreicht – die Ergebnisse macht sie schon heute verschiedenen Interessengruppen zugänglich.

3

Rechtliche Grundlagen, Weltraumpolitik und Kooperation

Das Völkerrecht mit seinen fünf Verträgen und Übereinkommen zum Weltraum bildet die rechtliche Grundlage für Aktivitäten im Weltraum. Das gilt in besonderem Masse auch für die Grundsätze des Kriegsvölkerrechts in bewaffneten Konflikten – Unterscheidung, Vorsichtsmassnahmen und Verhältnismässigkeit. Die Internationale Fernmeldeunion (ITU) und die Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (CEPT) bestimmen die Frequenzbereiche für Funkdienste, beispielsweise für die Satellitenkommunikation. Die Zuweisung ziviler oder militärischer Funknutzungen erfolgt ausschliesslich auf nationaler Ebene. Für den Aufbau der operationellen Fähigkeiten stützt sich die Armee auf das Militärgesetz. Der Bundesrat schlägt zudem ein neues Bundesgesetz über die Raumfahrt vor. Es wird die Bewilligung und Aufsicht von Raumfahrtaktivitäten regeln, Haftungsfragen klären und ein nationales Register für Weltraumgegenstände enthalten. Zudem soll es auch auf Raumfahrtaktivitäten militärischer Verwaltungseinheiten anwendbar sein.

3 Rechtliche Grundlagen, Weltraumpolitik und Kooperation

3.1 Rechtliche Grundlagen

3.1.1 Völkerrechtliche Grundlagen

Auf internationaler Ebene regulieren unter anderem fünf völkerrechtliche Verträge und Übereinkommen der UNO den Weltraum. Die Schweiz hat die vier nachfolgend beschriebenen ratifiziert:

Der Weltraumvertrag[60] bildet den Rahmen des internationalen Weltraumrechts und hält allgemeine Prinzipien fest. Als Leitlinie staatlichen Handelns ist zunächst festgehalten, dass die Erforschung und Nutzung des Weltraums einschliesslich des Mondes und anderer Himmelskörper zum Vorteil und im Interesse aller Nationen durchgeführt wird und Sache der gesamten Menschheit ist[61]. Weiter wird festgelegt, dass sich kein Staat den Weltraum und dessen Himmelskörper aneignen kann; weder durch Beanspruchung der Hoheitsgewalt noch durch Benutzung, Okkupation oder durch andere Mittel. Ab welcher Höhe der Luftraum aufhört und der Weltraum beginnt, ist indessen völkerrechtlich nicht festgelegt. Der Weltraumvertrag legt weiter fest, dass Tätigkeiten im Weltraum in Übereinstimmung mit dem Völkerrecht und insbesondere mit der Charta der Vereinten Nationen (UNO-Charta)[62] erfolgen müssen – dies im Interesse des Weltfriedens, der internationalen Sicherheit und der Förderung der internationalen Zusammenarbeit[63]. Darüber hinaus enthält er Regelungen zu diversen Themen im Zusammenhang mit dem Weltraum, zum Beispiel zu Aufsicht[64], Bewilligungen, Verantwortlichkeiten und Haftungsfragen.

Aus militärischer Sicht besonders erwähnenswert ist Art. IV des Weltraumvertrags, wonach keine Gegenstände, die Kernwaffen oder andere Massenvernichtungswaffen tragen, in eine Erdumlaufbahn gebracht oder im Weltraum bzw. auf Himmelskörper stationiert werden dürfen. Die Bestimmung legt weiter fest, dass der Mond und andere Himmelskörper ausschliesslich für friedliche Zwecke genutzt werden dürfen. Verboten sind insbesondere die Errichtung militärischer Stützpunkte, Anlagen und Befestigungen, das Erproben von Waffen jeglicher Art und die Durchführung militärischer Übungen auf Himmelskörpern. Nicht-nukleare Waffen im Weltraum zu stationieren, ist nicht verboten, solange dies nicht auf Himmelskörpern erfolgt. Verschiedene Staaten, darunter die Schweiz, sehen die Platzierung von Waffen im Weltall kritisch. Militärpersonal für die wissenschaftliche Forschung oder andere friedliche Zwecke im Weltraum zu beschäftigen, ist

60 Vertrag vom 27. Januar 1967 über die Grundsätze zur Regelung der Tätigkeiten von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschliesslich des Mondes und anderer Himmelskörper, in Kraft getreten für die Schweiz am 18. Dezember 1969, SR 0.790
61 Vgl. Art. I Weltraumvertrag
62 Die UNO-Charta wurde 1945 verabschiedet und bildet die Grundlage für das moderne Völkerrecht.
63 Vgl. Art. III Weltraumvertrag
64 Vgl. Art. VI des UNO-Weltraumvertrags (RS.0.790)

erlaubt. Ebenso gestattet ist, Ausrüstungen oder Anlagen zu benutzen, die für die friedliche Erforschung des Mondes und anderer Himmelskörper notwendig sind.

Die weiteren drei von der Schweiz ratifizierten völkerrechtlichen Übereinkommen führen bereits im Weltraumvertrag angeführte Themenbereiche weiter aus. Sie regeln die Rettung und Rückführung von Astronautinnen und Astronauten sowie von in den Weltraum gestarteten Gegenständen[65], die völkerrechtliche Haftung für Schäden durch Weltraumgegenstände[66] sowie die Registrierung von in den Weltraum gebrachten Gegenständen[67]. Darüber hinaus existieren verschiedene Instrumente, z. B. COPUOS-Leitlinien und Resolutionen der UNO-Generalversammlung, die bestimmte Aspekte präzisieren. Bei diesen Instrumenten handelt es sich jedoch um sogenanntes «Soft Law» mit normativem Charakter ohne völkerrechtliche Verbindlichkeit. Für Weltraumaktivitäten ist schliesslich insbesondere das internationale Fernmelderecht unter dem Dach der ITU[68] von Bedeutung.

Nicht ratifiziert hat die Schweiz – wie die meisten anderen Staaten – den «Mondvertrag» vom 5. Dezember 1979 (Agreement Governing the Activities of States on the Moon and other Celestial Bodies)[69].

3.1.2 Völkerrecht und Kriegsvölkerrecht

Die Anwendbarkeit des Völkerrechts (z. B. UNO-Charta) und des Kriegsvölkerrechts erstreckt sich auch auf den Weltraum. Ob Staaten im Weltraum Gewalt androhen oder anwenden dürfen, beurteilt sich nach der UNO-Charta – auch gemäss dem dort verankerten Recht auf Selbstverteidigung nach Artikel 51. Der Weltraumvertrag sieht ebenfalls vor, dass die Erforschung und Nutzung des Weltraums einschliesslich des Mondes und anderer Himmelskörper in Übereinstimmung mit dem Völkerrecht und der Charta der Vereinten Nationen erfolgen (vgl. Art. I und III Weltraumvertrag).

Anwendbar sind während bewaffneten Konflikten auch die vertraglichen und die gewohnheitsrechtlichen KVR-Verpflichtungen. Im Fokus stehen die Kernprinzipien des KVR, namentlich das Prinzip der Unterscheidung, der Vorsichtsmassnahmen und der Verhältnismässigkeit. Die Rechtmässigkeit eines geplanten Mitteleinsatzes ist im Einzelfall zu prüfen und der Mitteleinsatz zu genehmigen.

Zivile Objekte im Weltraum können infolge ihrer militärischen Nutzung zu legitimen Angriffszielen werden. Die Neutralisierung von sogenannten Dual-Use-Satelliten ist demnach mit ähnlichen rechtlichen Herausforderungen verbunden wie jene von Objekten auf der Erdoberfläche, die gleichzeitig zivil wie auch militärisch genutzt werden. Kinetische Angriffe können Weltraumschrott erzeugen und die Nutzbarkeit ganzer Erdumlaufbahnen sowohl für Konfliktparteien als auch für neutrale Staaten einschränken, was grundlegende Fragen in Bezug auf die Einhaltung des Kriegsvölkerrechts aufwerfen würde.

---

65 Übereinkommen vom 22. April 1968 über die Rettung und Rückführung von Raumfahrern sowie die Rückgabe von in den Weltraum gestarteten Gegenständen, in Kraft getreten für die Schweiz am 18. Dezember 1969, SR 0.790.1

66 Übereinkommen vom 29. März 1972 über die völkerrechtliche Haftung für Schäden durch Weltraumgegenstände, in Kraft getreten für die Schweiz am 22. Januar 1974, SR 0.790.2

67 Übereinkommen vom 12. November 1974 über die Registrierung von in den Weltraum gestarteten Gegenständen, in Kraft getreten für die Schweiz am 15. Februar 1978, SR 0.790.3

68 Siehe Kapitel 3.1.3

69 Die mangelnde Ratifizierung des Mondvertrags ist unter anderem auf die fehlende politische Unterstützung, fehlende Anreize, nationale Interessen und Bedenken hinsichtlich der Ressourcennutzung zurückzuführen.

3.1.3 Das Radioreglement der Internationalen Fernmeldeunion

Die Internationale Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU) ist eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen, die sich auf globaler Ebene mit technischen und regulatorischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt. Sie ist Veranstalterin der Weltfunkkonferenzen (World Radiocommunication Conference, WRC), die das Radioreglement[70] jeweils ganz oder teilweise revidiert. Weltfunkkonferenzen finden in der Regel alle drei bis vier Jahre statt[71].

Das Radioreglement ist ein internationales Abkommen, das nach einer WRC entsprechend den völkerrechtlichen und nationalen Regeln[72] vom Bundesrat ratifiziert wird. Es regelt auf globaler Ebene die Funkdienste (Radio Services)[73] und die Nutzung von Funkfrequenzen. Dies umfasst sämtliche Funknutzungen – auch jene durch Objekte im Orbit, zum Beispiel Satelliten.

Auf europäischer Ebene ist die Schweiz Mitglied der Europäischen Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT). Die CEPT fördert die Zusammenarbeit in Europa und unterstützt die Mitglieder in regulatorischer Hinsicht, um die nationalen Rahmenbedingungen langfristig anzugleichen. Sie gliedert sich in verschiedene Komitees, wobei im Bereich der Funkregulierung der Ausschuss für elektronische Kommunikation (Electronic Communications Committee, ECC) zuständig ist. Der ECC prüft und entwickelt Strategien für elektronische Kommunikationsaktivitäten im europäischen Kontext. Er berücksichtigt internationale Gesetze und Vorschriften und setzt die an einer WRC getroffenen Entscheidungen um. Der ECC trifft Entscheidungen und gibt konkrete Empfehlungen[74] ab für die Frequenznutzung, die Bandbreite, die zulässige Leistung sowie Regeln an den Landesgrenzen. Die nationale Umsetzung von ECC-Entscheidungen und -Empfehlungen ist freiwillig. Entscheidet sich die Schweiz, eine ECC-Entscheidung oder -Empfehlung umzusetzen, so wird diese in den Nationalen Frequenzzuweisungsplan (NaFZ) integriert.

3.1.4 Nationale Rechtsgrundlagen

Das Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung (Militärgesetz, MG)[75] bildet die rechtliche Grundlage für Aktivitäten der Armee, Erdbeobachtungs- und Kommunikationssatelliten zu nutzen und zu betreiben, um damit militärische Aktivitäten und Einsätze zu unterstützen. Dabei sind die nationalen und internationalen rechtlichen Verpflichtungen der Schweiz einzuhalten.

Vorschriften zur Aufklärung mit Satelliten und zum Lagebild Weltraum enthalten das Militärgesetz in Art. 99 und das Bundesgesetz vom 25. September 2015[76] über den Nachrichtendienst (Nachrichtendienstgesetz, NDG) in Art. 14. Abs. 1. Der Einsatz terrestrischer elektromagnetischer Sensoren darf während normaler Lagen nur in begründeten Ausnahmefällen zu Nutzungseinschränkungen bei den regulierten Funkanwendungen führen. Inwieweit solche Sensoren in der Schweiz

70 Radioreglement vom 17. November 1995 (SR 0.784.403.1)
71 Vgl. Art. 13 Ziff. 2 der Änderungsurkunde zur Konstitution der Internationalen Fernmeldeunion (SR 0.784.012).
72 Art. 14 al. 1 let. c (Wiener Übereinkommen über das Recht der Verträge, SR 0.111)
73 Gemäss dem Radioreglement ist ein Funkdienst ein Dienst, der die Übertragung, die Aussendung und/oder den Empfang von Funkwellen für bestimmte Telekommunikationszwecke (z. B. Mobilfunk, Amateurfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Rundfunk etc.) beinhaltet (vgl. Art. 1.19 ff. des Radioreglements).
74 Sogenannte ECC-Entscheidungen (ECC/DEC) und ECC-Empfehlungen (ECC/REC)
75 SR 510.10
76 SR 121

an gewissen geografischen Standorten installiert werden können, soll vorgängig zusammen mit dem BAKOM untersucht werden.[77]

Für die satellitengestützte Telekommunikation ist nebst dem Militärgesetz[78] vor allem die internationale und nationale Funkregulierung zu berücksichtigen. Dies gilt auch für militärische Funkanwendungen. Das nutzbare Frequenzspektrum für Satellitenfunkdienste wird jeweils an den Weltfunkkonferenzen der Internationalen Fernmeldeunion festgelegt. Diese Entscheide bilden die Grundlage für die regionale Harmonisierung von Funkfrequenzen und für die Nutzungsvorschriften im nationalen Frequenzzuweisungsplan (NaFZ).

Das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) verwaltet als zuständige Regulierungsbehörde das Funkfrequenzspektrum auf nationaler Ebene sowie die schweizerischen Nutzungsrechte und Orbitalpositionen von Satelliten unter Beachtung der internationalen Vereinbarungen.[79] Im Zusammenhang mit Weltraumaktivitäten kommt den Funkfrequenzen eine wichtige Bedeutung zu. Satellitenkommunikation ist eine Form der drahtlosen fernmeldetechnischen Übertragung von Informationen zwischen verschiedenen Fernmeldeanlagen (z. B. Bodenstationen, Satelliten oder Endgeräten). Da Funkfrequenzen eine beschränkt verfügbare Ressource sind, wird ihre Nutzung auf globaler und regionaler Ebene koordiniert und reguliert, um den effizienten und störungsfreien Betrieb der drahtlosen Kommunikation zu gewährleisten.

Frequenzen und Orbitalpositionen für Satelliten müssen beim Funkbüro der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) in Genf anmeldet, koordiniert und notifiziert werden (sogenanntes SAT-Filing). Dieses Verfahren kann ausschliesslich über die Mitgliedsfernmeldeverwaltung der ITU eingeleitet werden. In der Schweiz führt der Anmeldeprozess auf Gesuch hin über das BAKOM. Der Prozess erfolgt mehrstufig im Rahmen eines gebührenpflichtigen Verwaltungsverfahrens in Dialogform (internationaler Koordinationsprozess gemäss dem Radioreglement der ITU). Er ist komplex und erfordert er die Kenntnis der relevanten nationalen und internationalen Rechtsgrundlagen und der daraus abgeleiteten Vorschriften für die Anmeldung und den Betrieb von Satelliten. Nach erfolgreichem Abschluss überträgt das BAKOM dem Gesuchsteller die Nutzungsrechte.

Bei der Umsetzung der angestrebten operationellen Fähigkeiten im Weltraum gilt es die Funkregulierung zu beachten und sicherzustellen, dass die für die Realisierung erforderlichen Funkfrequenzen in der Schweiz verfügbar sind.

Das vorgeschlagene neue Bundesgesetz über die Raumfahrt regelt die Bewilligung und die Aufsicht von Raumfahrtaktivitäten, Haftungsfragen und ein nationales Register für Weltraumgegenstände. Welche Bestimmungen dieses neuen Gesetzes auch für militärische und sicherheitspolitisch relevante Raumfahrtaktivitäten gelten, wird der Bundesrat festlegen können. Soweit erforderlich, wird er hierfür in der Verordnung besondere Vorschriften erlassen. Das neue Bundesgesetz[80] würde es dem Bundesrat auch ermöglichen, für Raumfahrtaktivitä-

77 Vgl. Art. 100a MG per Datum der Erstellung dieses Dokuments im parlamentarischen Gesetzgebungsverfahren (Kommission des Erstrats; 25.036 | Militärgesetz, Verordnung der Bundesversammlung über die Verwaltung der Armee und Armeeorganisation)

78 Vgl. Art. 96 MG

79 Art. 25 Abs. 1 des Fernmeldegesetzes (FMG; SR 784.10) und Art. 3 Abs. 2 der Verordnung über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VNF; SR 784.102.1)

80 Vgl. Art. 37 Abs. 1 VE-RFG

ten militärischer Verwaltungseinheiten eine eigene militärische Aufsichtsbehörde einzusetzen, wie dies z. B. bereits im Bereich der Militärluftfahrt der Fall ist[81].

3.2 Strategie Rüstungskontrolle und Abrüstung

2022 verabschiedete der Bundesrat die Strategie Rüstungskontrolle und Abrüstung. Darin hat er den Weltraum als Aktionsfeld identifiziert, in dem sich die Schweiz stärker positionieren will. Ein besonderer Fokus gilt der Stärkung und Weiterentwicklung von Gouvernanzinstrumenten, die den Weltraum betreffen – insbesondere in den Bereichen Sicherheit und Nachhaltigkeit.

Schon heute beteiligt sich die Schweiz aktiv im Ausschuss für die friedliche Nutzung des Weltraums (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, COPUOS) oder an multilateral geführten Diskussionen zur Weltraumsicherheit. Diese Diskussionen werden seit 1985 grösstenteils in Genf im Rahmen der Abrüstungskonferenz (Conference on Disarmament) geführt. Da die Conference on Disarmament aber seit längerem blockiert ist, wurden verschiedene alternative Foren initiiert, um Weltraumsicherheitsfragen vorwärtsbringen, wobei diese nur kleine Erfolge erzielen konnten: In der vom ersten Ausschuss der UN-Generalversammlung etablierten «Open-ended working group on reducing space threats through norms, rules and principles of responsible behaviours», die von 2022 bis 2023 mehrmals tagte, tauschten sich Staaten erstmals in einem neuen Format zu verschiedenen Aspekten der Weltraumsicherheit aus. Sie ging ohne Abschlussdokument zu Ende. Zwischen 2023 und 2024 tagte in Genf zudem die Group of Governmental Experts (GGE). Darüber hinaus sollten ab 2025 zwei neu etablierte Open-ended working groups ihre Arbeit aufnehmen. Der erste Ausschuss beschloss 2024 auf Initiative von Ägypten und Brasilien, die zwei 2023 abgesegneten und konkurrierenden Arbeitsgruppen zur Weltraumsicherheit zusammenzuführen. Dieser Beschluss wurde jedoch nicht im Konsens gefällt, was sich auf zukünftige Diskussionen erschwerend auswirken dürfte.

3.3 Schweizer Weltraumpolitik

Am 19. April 2023 verabschiedete der Bundesrat die Weltraumpolitik 2023, um den veränderten Anforderungen an die Raumfahrt gerecht zu werden. Die Weltraumpolitik wurde unter der Leitung des Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) im WBF zusammen mit den anderen von der Raumfahrt betroffenen Departementen EDA, EDI, EFD, UVEK und VBS erarbeitet. Die Umsetzung erfolgt in den jeweiligen Departementen gemäss ihren Zuständigkeiten. Dabei ist der Weltraumpolitik in all ihren Dimensionen Rechnung zu tragen.

Die strategischen Stossrichtungen der Weltraumpolitik 2023 sind:
- «Zugang und Resilienz» mit den Handlungsfeldern: Zugang sichern, Sicherheit stärken, Nachhaltigkeit im Weltraum fördern
- «Wettbewerbsfähigkeit und Relevanz» mit den Handlungsfeldern: Wissenschaftliche Exzellenz fördern, Wettbewerbsfähigkeit fördern, Zusammenarbeit intensivieren
- «Partnerschaft und Zuverlässigkeit» mit den Handlungsfeldern: Völkerrecht und globale Gouvernanz stärken, europäische Weltraumgouvernanz mitgestalten, nationale Rahmenbedingungen weiterentwickeln

81 Vgl. Art. 3 Abs. 2 Bundesgesetz vom 21. Dezember 1948 über die Luftfahrt (Luftfahrtgesetz, LFG) sowie in deren Verordnung (Art. 37 Abs. 2 VE-RFG)

Als Hauptinstrument zur Umsetzung der Weltraumpolitik beteiligt sich die Schweiz an internationalen Raumfahrtprogrammen, namentlich der ESA. Die Schweiz hat eine vielfältige Raumfahrtindustrie, ist aber auf internationale Kooperation angewiesen. Ihren Akteuren in Wissenschaft und Wirtschaft eröffnen diese Kooperationen den Zugang zu Daten, Dienstleistungen und Beschaffungsverfahren.

Für die Armee ist insbesondere das Handlungsfeld «Sicherheit stärken» relevant. Für dessen Konkretisierung spielen auch die anderen Dimensionen der Weltraumpolitik eine Rolle. Dies gilt insbesondere für die Förderung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Akteure. Ein weiteres wichtiges Element der Weltraumpolitik ist, dass nationale Rechtsgrundlagen über die Raumfahrtaktivitäten der Schweiz geschaffen werden (siehe Kapitel 3.1.4).

3.4 Internationale Kooperationen im Raumfahrtbereich

Die Schweiz legt in der Raumfahrt grossen Wert auf internationale Zusammenarbeit. Durch ihre Mitgliedschaft in weltweiten und europäischen Organisationen gestaltet sie die globale Weltraumregulierung aktiv mit.

Als Hauptgremium der Weltraumgouvernanz gilt seit 1959 das UNO-Komitee für die friedliche Nutzung des Weltraums (COPUOS) – das einzige dem Weltraum gewidmete UNO-Gremium. Mit 104 Mitgliedstaaten inklusiv allen Weltraummächten und einer konsensorientierten Entscheidungsfindung bildet COPUOS eine Plattform für Dialog und Koordination, die im Hinblick auf die aktuellen internationalen Konflikte und geopolitischen Spannungen besonders wichtig ist. Nach der Entwicklung der fünf UNO-Weltraumverträge in den 1960- und 1970er-Jahren hat COPUOS in den letzten Jahrzehnten verschiedene Empfehlungen, Prinzipien und Leitlinien entwickelt – etwa in den Bereichen Nutzung nuklearer Energiequellen im Weltraum (1992, 2008), Registrierung von Weltraumgegenständen (2007)[82], Reduktion von Weltraumschrott (2007), nationale Weltraumgesetze (2013) und die langfristige Nachhaltigkeit von Weltraumaktivitäten (2019). Alle wurden von der UNO-Generalversammlung per Konsens verabschiedet. Durch COPUOS-Arbeiten wurden zusätzlich internationale Koordinationsinitiativen in den Bereichen GNSS, Asteroidenabwehr (Planetary Defense) und Weltraumwetter (Space Weather) ins Leben gerufen[83]. Gegenwärtig erarbeitet das COPUOS wichtige Themen der Weltraumgouvernanz, etwa die langfristige Nachhaltigkeit von Weltraumaktivitäten (inkl. Weltraumschrott), das Raumfahrt-Management (Space Traffic Management) und die Nutzung von Weltraumressourcen. Diese Themen wurden vom UNO-Generalsekretär als wichtigste Herausforderungen im Bereich Weltraum und als Teil des «Pact for the Future» von den Mitgliedstaaten genehmigt[84]. Gleichzeitig wurde empfohlen, im Jahr 2027 die vierte Konferenz der UNO zur friedlichen Erforschung und Nutzung des Weltraums (UNISPACE IV) zu halten. Die Schweiz ist seit 2008 aktiver COPUOS-Mitgliedstaat.

In Bezug auf staatliche Investitionen gehört die Schweiz weltweit zu den zwanzig führenden Raumfahrtnationen. Im Vordergrund steht ihre Mitgliedschaft bei der ESA, einer 1975 gegründeten internationalen Organisation mit Sitz in Paris. Die Schweiz ist eines der Gründungsmitglieder. Die ESA ist eine Forschungs- und Entwicklungsorganisation (Research and Development, R&D), die Programme implementiert und den Technologietransfer sowie die Wissensvermittlung vorantreibt. Sie deckt alle Bereiche der Raumfahrt ab und bietet agile und flexible Programmgefässe, um dedizierte Interessen ihrer 23 Mitgliedstaaten aufzunehmen. Über neunzig Prozent der finanziellen Mittel für Forschung und Entwicklung (R&D) in der Schweizer Raumfahrt fliessen in Projekte im Zusammenhang mit der ESA.

Die Schweiz ist auch Gründungsmitglied der Europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (EUMETSAT)[85] und Mitglied der Weltorganisation für Meteorologie (WMO)[86]. EUMETSAT ist eine internationale Organisation mit Sitz in Darmstadt. Sie wurde 1984 gegründet und zählt dreissig Mitgliedsstaaten.

82 UN Resolution A/RES/62/101, https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_62_101E.pdf
83 International Committee on GNSS (ICG), International Asteroid Warning Network (IAWN), Space Mission Planning Advisory Group (SMPAG), International Space Weather Initiative (ISWI)
84 https://www.un.org/en/common-agenda und https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/our-common-agenda-policy-brief-outer-space-en.pdf
85 Übereinkommen vom 24. Mai 1983 zur Gründung einer europäischen Organisation für die Nutzung von meteorologischen Satelliten (EUMETSAT), SR 0.425.43
86 Siehe Glossar

EUMETSAT ist für den operationellen Betrieb der europäischen Weltrauminfrastruktur im Bereich der Meteorologie zuständig und betreibt dazu eine Flotte von geostationären und polaren Wettersatelliten. Diese sammeln Daten und Bilder der Erde und ihrer Atmosphäre, die für Wettervorhersagen, Klimatologie, Hydrologie und Umweltbeobachtung genutzt werden. Ohne die von EUMETSAT bereitgestellten Daten sind präzise Wettervorhersagen undenkbar.

In den letzten zwei Jahrzehnten hat die EU ihre Tätigkeiten im Raumfahrtbereich signifikant intensiviert. Zum EU-Weltraumprogramm gehören Galileo, der European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)[87], Copernicus[88], EU Space Surveillance and Tracking (EUSST)[89] und die European Union Governmental Satellite Communications (GovSatCom)[90]. Die ESA trägt über ihre Forschungs- und Entwicklungsprogramme zum Aufbau dieser Infrastrukturen bei (Galileo, Copernicus, IRIS²). Die Umsetzung – also den Betrieb und die langfristige Sicherstellung der Kapazität – delegiert die EU an die ESA (Copernicus/Galileo) und an die EUSPA. Zu einer sicheren weltraumgestützten Kommunikation tragen zudem das «Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite»-Programm (IRIS²)[91] oder die Weltraumkomponente von EuroQCI im «Digital Europe Programme» bei. Damit sie sich an solchen Programmen beteiligen kann, muss die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied spezielle Abkommen mit der EU abschliessen. Solche bestehen bereits für die Satellitennavigationsprogramme Galileo und EGNOS, an denen die Schweiz teilnimmt[92].

Gespräche über eine Teilnahme der Schweiz am Copernicus-Programm hat der Bundesrat aufgrund der finanziellen Lage des Bundes unterbrochen. Eine Teilnahme soll im Hinblick auf den mehrjährigen Finanzrahmen der EU ab 2028 erneut geprüft werden.

Die ITU stellt auf internationaler Ebene die Funkregulierung sicher, die auch für weltraumgestützte Systeme gilt. Auf regionaler Ebene gewährleistet dies die Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (CEPT).

87 EGNOS verbessert die Genauigkeit, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Satellitennavigationsdiensten in Europa. https://egnos.gsc-europa.eu/

88 Copernicus ist ein Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Union (EU) in Zusammenarbeit mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), das Satelliten- und bodengestützte Daten nutzt. Es liefert weltweit Echtzeitdaten zum Zustand der Umwelt.

89 EUSST verschafft Europa mehr Unabhängigkeit bei der Weltraumüberwachung und reduziert die Abhängigkeit von anderen Staaten. https://www.eusst.eu/

90 GOVSATCOM ist ein sicheres Satellitenkommunikationsprogramm der EU für Regierungen und Sicherheitsbehörden. https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme/secure-satcom/govsatcom

91 Geplantes Satellitennetzwerk, das die Europäische Union bis 2027 in Betrieb nehmen will. Es ist Teil einer umfassenden EU-Weltraumstrategie, die auch die Themen Sicherheit und Verteidigung umfasst. https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/iris2-secure-connectivity_en

92 https://www.dfae.admin.ch/europa/de/home/bilateraler-weg/bilaterale-abkommen-nach-2004/satellitennavigation.html

4

Doktrin

Durch ihre Präsenz im Weltraum will die Armee militärische Aktionen zu Land, in der Luft, im Informationsraum sowie im Cyber- und elektromagnetischen Raum unterstützen können. Im Alltag betreibt sie ein Operationszentrum zur Lageverfolgung und Steuerung von Satelliten und Bodenstationen, dessen Leistungen sie in einem dualen Ansatz auch zivilen Partnern zur Verfügung stellen kann. In einer Spannungslage setzt sie die erlangten Fähigkeiten für Schutzleistungen ein, um Bedrohungen frühzeitig zu erkennen und Eskalationen zu verhindern. Im Konfliktfall setzt sie all ihre Mittel ein, um einen militärischen Angriff abzuwehren und zivile Behörden zu unterstützen.

4 Doktrin

Die Doktrin beschreibt, wie die Armee eingesetzt werden soll, um ihre Aufgaben mit Aussicht auf Erfolg zu erfüllen. Erforderlich sind operationelle Fähigkeiten in allen Wirkungsräumen: am Boden, in der Luft, im Cyber- und elektromagnetischen Raum, im Informationsraum und im Weltraum. Die Koordination dieser Fähigkeiten erfolgt durch die Führung. Bei einem Armeeeinsatz, insbesondere in einer Verteidigungsoperation, werden die Wirkungen auf operativer Stufe koordiniert, um sich gegenseitig zu ergänzen und zu verstärken.[93]

Welche weltraumgestützten Leistungen die Armee erbringen will, wird mit den operationellen Fähigkeiten beschrieben. Die Nutzung des Weltraums entspricht konkreten Bedürfnissen und wurde im Rahmen der Weiterentwicklung der Armeedoktrin[94] festgelegt.

4.1 Einführung

Aktivitäten im Weltraum dienen in erster Linie dazu, militärische Aktionen zu Land, zu Wasser, in der Luft, im Cyber- und elektromagnetischen Raum (CER) sowie im Informationsraum zu antizipieren, zu planen und auszuführen. Der Weltraum spielt also die Rolle eines «Enablers» – er wirkt als Multiplikator von Leistungen und Effekten in anderen Wirkungsräumen. Zahlreiche Geräte, Systeme, Dienste und Applikationen stützen sich mittlerweile auf Daten aus dem Weltraum. Im militärischen Kontext werden sie von taktischen Organisationen wie auch von Soldatinnen und Soldaten genutzt.

Die Leistungen, die mit weltraumgestützten Fähigkeiten erbracht werden, können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Lagebild Weltraum (SSA/SDA):
— Wissen, was im Weltraum passiert und was passieren könnte
— Wissen, wann und wie die Armee aus dem Weltraum beobachtet und abgehört werden kann
2. Erdbeobachtung (IMINT/ELINT):
— Erkundung, Aufklärung und Überwachung aus dem Weltraum
— Erkennen von Lageveränderungen und zeitnahe Weitergabe von Informationen an die Truppe und Dritte, z. B. an Behörden des Bundes und der Kantone
3. Telekommunikation (SATCOM):
— Ergänzende, redundante und widerstandsfähige Telekommunikation
— Dezentrale und dauerhafte Verbindungen innerhalb der Truppe
4. Präzisionsnavigation (PNT):
— Kontinuierliche Überprüfung der Qualität und Quantität von Geopositionierungsdaten für die Truppe

93 81.298, Die Verteidigungsfähigkeit stärken, 08.2023, Gruppe Verteidigung, insbesondere S. 24
94 81.298, Die Verteidigungsfähigkeit stärken, 08.2023, Gruppe Verteidigung

5. Gegenmassnahmen (DCS):
— Schutz der Truppe vor weltraumgestützten Sensoren
— Schutz eigener Systeme im Weltraum
— Störung und Einschränkung gegnerischer weltraumgestützter Systeme

4.2 Nutzung des Weltraums in verschiedenen Lagen

Die Armee betreibt im Alltag ein Operationszentrum zur Lageverfolgung und zur Steuerung eigener Mittel wie Satelliten und Bodenstationen.Das Operationszentrum und dessen Funktionen können Ditte in einem dualen Ansatz mitnutzen, beispielsweise Hochschulen und Unternehmen in der Schweiz. Zivile Bereiche des Operationszentrums kann die Armee auch Kooperationspartnern im befreundeten Ausland zur Verfügung stellen.

Es ist bereits im Alltag möglich, dass Vereinbarungen mit Drittstaaten und ausländischen kommerziellen Partnern durch politischen Druck der Erbringerstaaten in Frage gestellt und Leistungen unangekündigt eingeschränkt werden. Dies würde sich direkt auf die Auftragserfüllung der Armee auswirken, da diese Leistungen auch in Spannungs- und Konfliktlagen vollumfänglich zur Verfügung stehen müssen.

In einer Spannungslage erbringt die Armee Schutzleistungen, um die Handlungsfähigkeit von Bund und Kantonen zu sichern, bedrohliche Lageentwicklungen frühzeitig zu erkennen und Eskalationen zu verhindern. Die Armee erfüllt dabei dieselben Aufgaben wie im Alltag. Sie setzt jedoch vermehrt satellitengestützte Dienstleistungen ein, um ihre Führungs- und Handlungsfähigkeit sowie jene von Behörden zu erhalten und bestehende Systeme zu ergänzen und redundant abzusichern. Die Systeme und die Führungsfähigkeit von Armee und Behörden müssen zudem über längere Zeiträume vor satellitengestützter Aufklärung oder Störung geschützt werden. Hierfür setzt die Armee vermehrt auf Erdbeobachtung und aktualisiert das Lagebild häufiger. Das Operationszentrum verstärkt sie mit zusätzlichem Milizpersonal.

Im Konfliktfall setzt die Armee all ihre Mittel ein, um einen militärischen Angriff abzuwehren und gegen staatliche wie auch nichtstaatliche Konfliktparteien vorzugehen. Gleichzeitig unterstützt sie weiterhin zivile Behörden. Die Leistungen aus dem Weltraum werden dabei genauso wie bei Spannungen eingesetzt; sie werden aber mit defensiven und offensiven Massnahmen verstärkt, um den Eigenschutz zu gewährleisten.

4.3 Duale Nutzung

Die Entwicklung der operationellen Fähigkeiten im Weltraum sieht eine duale Nutzung von Leistungen und Infrastrukturen vor. Überkapazitäten macht die Armee zivilen Partnern zugänglich. So stellt sie beispielsweise Bilddaten von eigenen optischen und radarbasierten Sensoren über den Swiss National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) anderen Bundesstellen und Dritten zur Verfügung – etwa in den Bereichen Umweltüberwachung, Katastrophenschutz und Raumplanung. Die Interessenräume der Armee können auch für kommerzielle Partner interessant sein. Über eine Plattform ausserhalb ihrer Systeme kann die Armee ihre Dienstleistungen in Form von nicht-klassifizierten Daten Dritten zur Verfügung stellen, ohne ihre eigene Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen. Weiter unterstützt das Lagebild Weltraum kommerzielle, internationale und multilaterale Akteure dabei, ihre Weltraumaktivitäten zu überwachen und nötigenfalls Massnahmen zu ergreifen, um Kollisionen zu vermeiden. Nicht zuletzt ist ein gemeinsamer, also zivil-militärischer Betrieb von operationellen Fähigkeiten vor allem in den Bereichen Satellitentelekommunikation, Erdbeobachtung und Lagebild Weltraum denkbar.

4.4 Lagebild Weltraum

In ihrem Lageverfolgungszentrum erstellt die Armee schon heute ein umfassendes Lagebild über Aktivitäten und Fähigkeiten im Weltraum. Sie beschafft sich damit wichtige Daten für ihre Aktionsplanung. Als Informationsquellen dienen sowohl militärische als auch zivile Sensoren.

Das Lagebild Weltraum liefert bereits im Alltag Informationen über Funktionsweisen und Verhalten relevanter Satelliten. Kompetenzen der verschiedenen Akteure werden laufend beobachtet und analysiert – so etwa die Entwicklung von Trägersystemen, Bodenstationen, Satellitenplattformen oder Sensoren. Dadurch kann die Armee die Potenziale von Akteuren bewerten und mögliche Bedrohungen identifizieren. Die Ergebnisse fliessen in das integrale Lagebild der Armee und in den Nachrichtenverbund ein.

In Spannungslagen beeinflusst das Wissen über die Lage gegnerischer Sensoren im Weltraum die Aktionen der Truppe und trägt zum Eigenschutz bei. Die Armee nutzt vermehrt Sensoren, um den Weltraum zu überwachen und erhöht gleichzeitig deren Schutz; unter anderem, indem sie die Standorte halbmobiler Systeme regelmässig ändert.

Im Falle eines bewaffneten Konflikts trägt das Lagebild Weltraum dazu bei, mögliche Absichten gegnerischer Akteure zu erkennen und Überraschungen zu vermeiden. Das Verhalten bestimmter Schlüsselsysteme im Weltraum – etwa von Frühwarnungs- oder Inspektionssatelliten – liefert wichtige Hinweise.

4.5 Erdbeobachtung

Das Operationszentrum Weltraum liefert wichtige Informationen aus dem Weltraum durch Erkundung, Aufklärung und Überwachung. Damit gewinnt die Armee ein aktuelles Verständnis über Aktivitäten in all ihren Einsatz- und Interessenräumen – national wie auch international. Im Gegensatz zu Drohnen und anderen Flugkörpern verletzen Satelliten grundsätzlich keine Hoheitsrechte anderer Staaten und liefern dennoch rasch Aufklärungsergebnisse.

Mit der Erdbeobachtung unterstützt die Armee ihre eigene Truppe bei der Erfüllung ihrer Aufgaben. Der Fokus liegt vor allem darin, Veränderungen zu erkennen und Signaturen[95] zu detektieren.

Zur Erdbeobachtung gehören die bildgebende Aufklärung (IMINT) und die elektronische Aufklärung (ELINT). Damit können zuverlässige Daten über aktuelle Kräfte, Einrichtungen oder Aktivitäten gewonnen, ausgewertet und verbreitet werden. Die georeferenzierten Daten über Lage und Umwelt werden in den Führungs- und Informationssystemen der Armee kontinuierlich aktualisiert und dezentral zur Verfügung gestellt.

Bei Spannungen intensiviert die Armee die Erdbeobachtung, insbesondere zur Aufklärung und Überwachung gegnerischer Verbände und Fähigkeiten, die über grosse Distanzen eingesetzt werden können. Das Ziel ist auch hier, Überraschungen zu vermeiden und betroffene Verbände zeitnah über Veränderungen zu informieren.

Um gegnerische Infrastruktur und Aktivitäten zu überwachen sowie eigene Aktionen vorzubereiten und durchzuführen, braucht die Armee im Konfliktfall Informationen in hoher Frequenz (z. B. stündlich). Der Vorteil der Erdbeobachtung besteht darin, dass eine weltweite Abdeckung möglich ist. Anzeichen bevorstehender gegnerischer Handlungen, auch in Distanzen über 500 km, werden frühzeitig erkannt. Dadurch kann die Armee die Lageentwicklung antizipieren und den Einsatz kritischer Mittel besser planen – beispielsweise jener des Kampfflugzeugs F-35. Die Erdbeobachtung durch Satelliten ersetzt jedoch kein bodengestütztes System und ist für eine permanente Überwachung der Schweiz und des grenznahen Auslandes nicht geeignet.

4.6 Telekommunikation

Die Telekommunikation der Armee besteht aus bodengestützten Verbindungen, die bei Bedarf durch satellitengestützte Lösungen ergänzt oder ersetzt werden. Sie sind täglich in Betrieb und gewährleisten die Führungsfähigkeit der Armee – insbesondere bei Naturkatastrophen oder anderen Ereignissen, die die Infrastruktur beeinträchtigen oder ausfallen lassen.

Die satellitengestützte Telekommunikation ist integraler Bestandteil der zukünftigen Führungsmittel der Armee. Mit ihren breitbandigen Verbindungen zwischen Verbänden verbessert sie die Anwendung verschiedener Systeme, zum Beispiel als Redundanz oder als Ergänzung des «Line-of-Sight»-Datenlinks (LOS) zur Steuerung von Drohnen[96]. Künftig wird sie auch zur Übermittlung von Aufklärungs- und Überwachungsdaten oder im D2D-Bereich[97] dienen.

Bei Spannungen kann ein Gegner die Telekommunikation stören oder unterbrechen, was die Führungsfähigkeit von zivilen Behörden und Armee beeinträchtigt. In solchen Fällen greift die Armee vermehrt auf satellitengestützte Telekommunikation zurück, um die Redundanz und Resilienz der Führungsnetze zu erhöhen. Sie nutzt dafür dezentrale und sichere Verbindungen aus dem Weltraum in Kombination mit halbmobilen Bodenstationen.

---

95 Signaturen sind in diesem Kontext spezifische Merkmale oder Muster in Daten und Signalen. Sie sind essenziell für die Analyse und Interpretation von Erdbeobachtungsdaten.
96 Zum Beispiel das Aufklärungs-Drohnen-System ADS-15 der Schweizer Luftwaffe
97 Siehe Glossar

Auch während eines Konfliktes müssen satellitengestützte Telekommunikationssysteme weitgehend zugänglich bleiben. Damit kann die Armee sichere und redundante Kommunikationskanäle bereitstellen, insbesondere aus der niedrigen Erdumlaufbahn. Umweltfaktoren und Kampfhandlungen können terrestrische Verbindungen stören; die Armee braucht deshalb künftig ein integriertes System von terrestrischen und weltraumgestützten Telekommunikationsmitteln.

4.7 Präzisionsnavigation

Die Präzisionsnavigation (PNT) spielt bereits im Alltag eine wichtige Rolle bei Aktionen der Armee, zum Beispiel bei der Navigation oder beim Verfolgen von Boden- und Luftfahrzeugen. Sie dient auch der Zeitsynchronisation. Daher sind alternative und redundante Systeme, welche die Funktionsfähigkeit der Führungssysteme auch bei einem langfristigen Ausfall des GNSS (Global Navigation Satellite System) sicherstellen, für die Schweiz unverzichtbar. Die Armee arbeitet eng dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo[98] zusammen, um Signale über den Alltag hinaus zu überwachen und Korrekturdaten sowie zusätzliche PNT-Signale als Redundanz bereitzustellen.

Bei Spannungen oder während eines Konflikts muss die Armee ihre Systeme auch bei lokalen oder regionalen Störungen der GNSS-Signale nutzen können. Sie braucht deshalb PNT-Prüfsysteme, die sie selbst betreibt und schützt. Für ferngesteuerte Systeme der Armee (z. B. Aufklärungsdrohnen oder teilautonome Logistik-Dienste) müssen die Signale zudem hochpräzise und robust sein.

4.8 Gegenmassnahmen

Die defensiven Gegenmassnahmen (DCS) dienen zum Eigenschutz und Informationsschutz. Im Alltag werden sie passiv angewendet durch Dezentralisierung und Tarnung, damit sich die Truppe ausgewählten weltraumgestützten Sensoren aus dem Weltraum entziehen kann. Ein aktuelles, umfassendes und präzises Lagebild des Weltraums bildet die Grundlage.

In einer Eskalationslage erlaubt das Völkerrecht, verhältnismässige aktive Massnahmen zu ergreifen, um sich gegen weltraumrelevante militärische Mittel zu verteidigen. Dies geschieht beispielsweise durch reversible[99] Aktionen wie Täuschen, Stören und Blenden von Satelliten vom Boden aus – oder durch kinetische Aktionen[100] gegen legitime Ziele am Boden (z. B. Kontrollstationen). Ein weiteres Mittel bei einer Eskalation ist, gegnerische weltraumgestützte Telekommunikationsmittel durch aktive Gegenmassnahmen zu stören.

Im Rahmen der Verteidigung muss die Armee auch den Eigenschutz der Schweizer Satelliten gewährleisten. Dazu gehört unter anderem die Überwachung der genutzten Umlaufbahnen sowie die Fähigkeit, Ausweichmanöver bei einer bedrohlichen Annäherung durchzuführen.

98 Die Notwendigkeit einer generellen Prüfung von PNT-Signalen wird bereits von verschiedenen Ämtern anerkannt, darunter die Armee, das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und swisstopo. Als mögliche Grundlage kann das AGNES-Netz von swisstopo dienen, das bereits heute ein permanentes Monitoring der GNSS-Signale im VBS sicherstellt.

99 Reversibel sind Aktionen dann, wenn sie keine bleibende Auswirkung bzw. Zerstörung hinterlassen.

100 Kinetische Aktionen werden als letztes Mittel eingesetzt und nur dann, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Sie zielen im Kontext dieser Gesamtkonzeption auf die Neutralisierung von Infrastrukturen oder Mittel ab.

5

Fähigkeiten und Fähigkeitslücken

Die Armee hat für den Bereich Weltraum insgesamt fünf operationelle Fähigkeiten definiert: Lagebild Weltraum, Erdbeobachtung, Telekommunikation, Präzisionsnavigation und Gegenmassnahmen. Der Soll- und der Ist-Zustand zeigen jeweils auf, wie weit diese bereits entwickelt sind und inwiefern noch Fähigkeitslücken bestehen. Letztere gilt es, bis Mitte der 2030er-Jahre zu schliessen. Die Armee steht vor der Herausforderung, ihr Leistungsniveau kontinuierlich an die rasant fortschreitende Entwicklung im Weltraum sowie an Innovationen, neue Technologien und Systeme anzupassen. Eine wichtige Rolle spielen dabei eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern.

5 Fähigkeiten und Fähigkeitslücken

In diesem Kapitel werden die Leistungen und Fähigkeiten beschrieben, die die Armee benötigt, um ihre Aufträge zu erfüllen. Ausgangslage sind die doktrinellen Überlegungen aus dem vorangehenden Kapitel. Es wird dargestellt, welche Fähigkeiten bereits vorhanden sind oder geplant werden und welche Fähigkeitslücken bis Mitte der 2030er-Jahre geschlossen werden sollen.

5.1 Anforderungen verändern sich

Die Armee wird in den 2030er-Jahren gegenüber heute in sämtlichen Wirkungsräumen über erweiterte Fähigkeiten verfügen. Gleichzeitig muss sie ihr Leistungsniveau kontinuierlich an die rasante Entwicklung im Weltraum und an den schnellen Aufbau neuer Fähigkeiten anpassen. Es ist mit vielen gleichzeitigen Innovationen zu rechnen, was eine Antizipation erheblich erschwert. Um einzelne Fähigkeiten aufzubauen, arbeitet die Armee mit einem Planungshorizont von maximal fünf Jahren. Unerwartete Durchbrüche bei Technologien, Systemen und Anwendungen sind jederzeit möglich und können einen Leistungsbedarf innert Kürze grundlegend verändern.

Das Leistungsniveau wird auch von den Kosten und Budgets beeinflusst. Es gilt, günstige Gelegenheiten rasch zu erkennen und zu nutzen. Dies insbesondere durch eigene Entwicklungsaktivitäten in Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft, Industrie und internationalen Projekten.

5.2 Herleitung und Entwicklung der operationellen Fähigkeiten

Die Armee hat ihre operationellen Fähigkeiten im Weltraum durch detaillierte Planung, theoretische Überprüfung von Operationsplänen und Abstimmungen auf Stufe Verteidigung definiert und in die Strategie zur Stärkung der Verteidigungsfähigkeit integriert. Die fünf definierten Fähigkeiten sind Teil von insgesamt vierzig operationellen Fähigkeiten der Armee und tragen zu einem kohärenten Ganzen bei. Sie wurden unabhängig von bestehenden Strukturen, Systemen oder Produkten erarbeitet und folgen den Bedürfnissen der Armee – insbesondere im Hinblick auf die Auftragserfüllung der Kampf- und Kampfunterstützungstruppen. Die Fähigkeiten wurden grundlegend neu entworfen und existieren in dieser Form bisher nirgendwo, auch nicht bei etablierten Weltraumorganisationen. Durch ihren innovativen Charakter bedürfen sie einer gezielten Entwicklung und Umsetzung.

5.3 Lagebild Weltraum

5.3.1 SOLL- und IST Zustand

Die Armee braucht ein umfassendes und aktuelles Lagebild Weltraum, um die Antizipation, Planung und den Eigenschutz auf allen Führungsebenen zu unterstützen. Als Leistungsniveau strebt sie die tägliche Überwachung des Weltraums an, um Erkenntnisse über Bahndaten, Fähigkeiten, Anwendungen, Zustände und konkrete Aktivitäten von Satelliten zu gewinnen.

Beim Lagebild Weltraum verfügt die Armee bereits über erste Kompetenzen. Sie nutzt Applikationen, Systeme und Datenbanken, die sie mit der Unterstützung ziviler Anbieter auf dem Gebiet der Beobachtung entwickelt hat. Das resultierende Lagebild und seine Produkte wie Tages-, Wochen- und Monatsberichte werden international anerkannt.

5.3.2 Nutzen für Dritte

Die Produkte und Anwendungen der Armee im Bereich des Lagebildes Weltraum können nach dem Subsidiaritätsprinzip auch zivile Organisationen nutzen. Die Armee stellt zurzeit folgende Leistungen zur Verfügung:

— Vorhersage von Überflügen von Aufklärungssatelliten, die sensitive Tätigkeiten aufklären. Dies dient dem Eigenschutz Dritter und liefert Erkenntnisse über Wirtschaftsspionage oder andere Formen der Aufklärung aus dem Weltraum.
— Alarmierung von Satellitenbetreibern bei drohenden Kollisionen. Die Daten sind auch für laufende Untersuchungen zu Haftungs- und Versicherungsfällen nützlich, denn sie können Kollisionen, Annäherungen oder Einschläge in urbanem Gebiet mit Simulationen und Berechnungen rekonstruieren.
— Aufsicht von Schweizer Satelliten oder Satelliten, die von der Schweiz genutzt werden, um potenzielle Gefahren und Bedrohungen vorherzusehen oder zu erkennen. Dies trägt dazu bei, dass der Bund seine Verantwortung in diesem Bereich wahrnehmen kann.

Ihr Lagebild Weltraum wird die Armee auch internationalen Kooperationspartnern zur Verfügung stellen; etwa bei einer Zusammenarbeit mit anderen Streitkräften oder im Rahmen öffentlicher und privater Initiativen für die nachhaltige Nutzung der Umlaufbahnen.

5.3.3 Fähigkeitslücke

Die grösste Lücke im Bereich des Lagebildes Weltraum besteht in der Beschaffung von Positionsdaten von Objekten im Weltraum wie Satelliten und Weltraumschrott. Derzeit bezieht die Schweizer Armee Bahndaten vom amerikanischen Weltraumkommando. Diese sind jedoch nicht zuverlässig verfügbar und meist nicht verifiziert. Zudem enthalten sie keine Informationen über klassifizierte Satelliten. Künftig werden immer mehr Daten von grossen Konstellationsbetreibern wie SpaceX, OneWeb usw. in das Lagebild Weltraum einfliessen.

Seit 2018 pflegt die Armee eine Kooperation mit der Universität Bern, die es ihr ermöglicht, Satelliten zu beobachten und zu charakterisieren. In Zusammenarbeit mit Schweizer Unternehmen hat sie zudem eigene Sensoren und Prototypen von funktionierenden Beobachtungsstationen am Boden entwickelt. Die derzeitige Beobachtung von Umlaufbahnen und die automatisierte Auswertung entspre-

chen jedoch noch nicht den Anforderungen, um ein aktuelles und klares Verständnis der Lage im Weltraum zu gewinnen: Zurzeit muss sich die Armee darauf beschränken, einzelne Satelliten zu beobachten und auf internationale Datenbanken und Kooperationen zurückzugreifen.

5.4 Erdbeobachtung (IMINT/ELINT)

5.4.1 SOLL- und IST-Zustand

Die Erdbeobachtung ist ein wichtiges Instrument für die Armee. Sie braucht weltraumgestützte Informationen über das Geschehen auf der Erde, um ihre Führungsstufen bei der Planung und Führung von Aktionen zu unterstützen. Satellitenbilder liefern Informationen über Gelände, feindliche Aktivitäten, Truppenbewegungen oder Infrastrukturen.

Die Bedürfnisse gehen vor allem von den taktischen Verbänden aus: Für ihre Entscheidungszyklen brauchen sie zielgerichtete und zeitnahe Produkte – für die Führungs- und Informationssysteme sind sie auf aktuelle Geodaten angewiesen. Das angestrebte Leistungsniveau umfasst die Aufklärung und Überwachung von Interessensgebieten mit zehn bis zwanzig Überflügen pro Tag. Um Veränderungen festzustellen (Change Detection) und Signaturen zu erkennen, sollen optische Bildaufklärung hoher Auflösung mit Radarbildaufklärung hoher bis mittlerer Auflösung und Signalaufklärung kombiniert werden.

Die Armee verfügt derzeit über keine eigenen Satelliten. Die Beschaffung von Satellitenbildern erfolgt heute, hauptsächlich im sichtbaren Bereich, über den Swiss National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) von swisstopo über kommerzielle Anbieter. Ab 2025 werden zusätzlich die Bilder vom Satellitensystem CSO[101] aus einer Kooperation mit Frankreich verfügbar sein. Parallel dazu hat die Armee zusammen mit Schweizer Unternehmen eine Plattform entwickelt, die Bilder mithilfe künstlicher Intelligenz automatisiert auswertet und Veränderungen erkennt. Diese Plattform erlaubt es der taktischen Ebene, mit grossen Mengen an Satellitenbildern umzugehen. Sie ist seit 2021 als Entwicklungsprototyp bei einzelnen Truppen im Einsatz und soll schrittweise in der gesamten Armee eingeführt werden[102]. Dies entspricht einem logischen Aufbau: Erst, wenn die Auswertungskapazität bereitsteht, kann die Armee Sensordaten verarbeiten und ihre Schlüsse daraus ziehen.

5.4.2 Nutzen für Dritte

Die Fähigkeiten der Armee im Bereich der Erdbeobachtung sollen auch von anderen Bundesbehörden sowie von zivilen Behörden auf Kantons- und Gemeindeebene genutzt werden. Insbesondere swisstopo soll vollen Zugang zu den Daten haben. Geplant sind folgende Leistungen:

— Aufklärung und Überwachung von sensiblen Räumen und Objekten zur Unterstützung sicherheitsrelevanter Aufgaben des NDB, ziviler Behörden wie dem Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG), des Bundesamts für Polizei (fedpol) und des Bevölkerungsschutzes (BABS)

101 Bilaterale Kooperation: 0.514.134.911, Rahmenvereinbarung vom 20. Juni 2023 zwischen dem Eidgenössischen Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport der schweizerischen Eidgenossenschaft und dem Verteidigungsminister der Französischen Republik über die bilaterale Kooperation zur Nutzung des Satellitensystems «Composante Spatiale Optique» (CSO)

102 Das Projekt «Taktische Überwachung aus dem Weltraum» ist Bestandteil der Armeebotschaft 2024.

— Überwachung von eigenen Objekten, Aktivitäten und Gebieten zur Unterstützung öffentlicher Aufgaben wie die Nutzungsplanung, die Verwaltung von Ressourcen und die Katastrophenprävention
— Erkundung und Überwachung von Interessenräumen bei Krisen im Ausland, die für Schweizer Interessen relevant sind und im Rahmen von Tätigkeiten der diplomatischen Vertretung, der Entwicklungszusammenarbeit[103], der humanitären Hilfe oder zur Unterstützung lokaler Partner

5.4.3 Fähigkeitslücke

Die Armee ist bei der Erdbeobachtung derzeit vollständig von ausländischen Partnern abhängig und verfügt im Verteidigungsfall nicht einmal über eine minimale Autonomie. Dank der Zusammenarbeit mit Frankreich wird das Satellitensystem CSO künftig qualitativ hochwertige Produkte für strategische Aufgaben liefern. Für taktische Belange wie Aufklärung, Überwachung und Erkundung müssen diese Fähigkeiten massiv erweitert werden. Lücken gilt es insbesondere bei permanent verfügbaren Leistungen zu schliessen, die unabhängig sind von Tageszeit und Wetterbedingungen, und die der Verteidigung dienen. Die Fähigkeit, Informationen aus dem Weltraum autonom mit eigenen Sensoren zu generieren, ist derzeit nicht vorhanden und muss schnell aufgebaut werden.

5.5 Telekommunikation

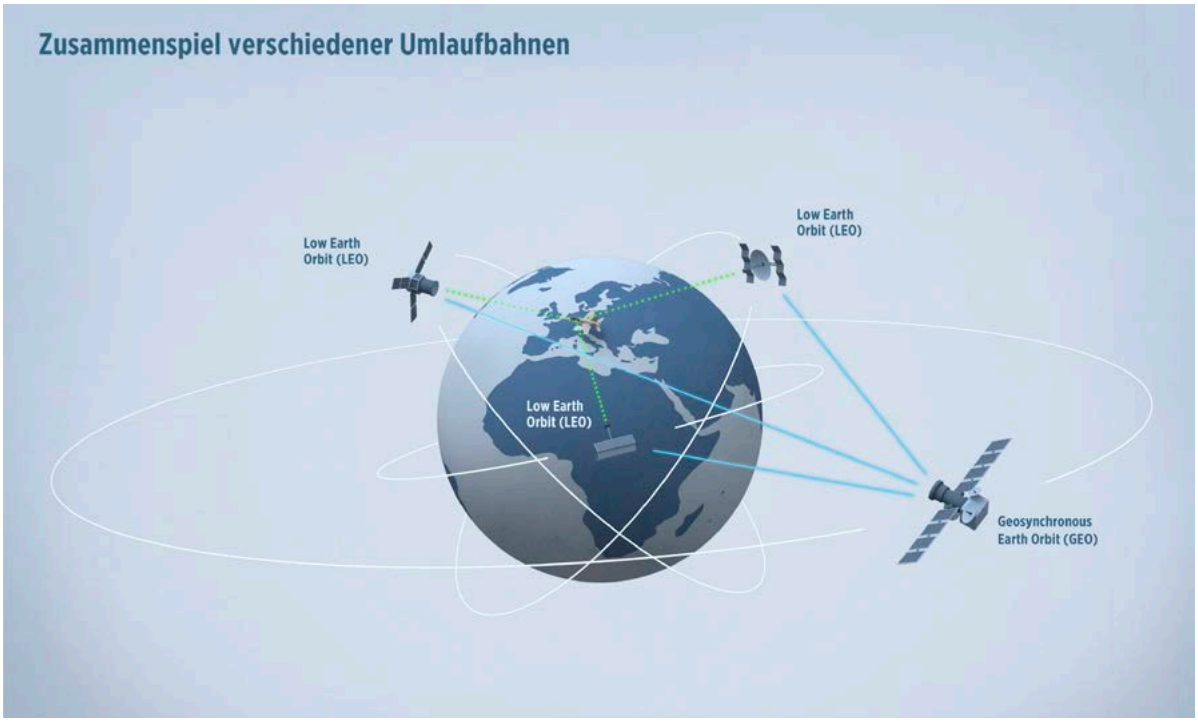
5.5.1 SOLL- und IST-Zustand

Mit der Satellitentelekommunikation will die Armee die Verfügbarkeit ihrer bestehenden Kommunikationsmittel verbessern und redundant absichern. Sie sieht dabei eine Kombination aus Fixed-Satellite Services (FSS) und Mobile-Satellite Services (MSS) vor. Diese Dienste stellen Verbindungen her zwischen Satelliten, Bodenstationen und Nutzersegmenten[104] oder zwischen Satelliten und Flugzeugen. Diese Verbindungen gelten als sehr sicher und werden ebenfalls für die Steuerung des Weltraumsegments – also von Satelliten – verwendet. Die Frequenznutzung muss international koordiniert werden. Das angestrebte Leistungsniveau der Schweizer Armee sieht folgendes vor:

— Permanente Abdeckung mit breitbandigen Verbindungen über die ganze Schweiz sowie im grenznahen Ausland für die Vernetzung von Verbänden und Hauptsystemen (weltweit regelmässig mit reduzierten Leistungen);
— Regelmässige bis permanente Abdeckung mit schmal-[105] bis breitbandigen Verbindungen für die Vernetzung von Menschen und Objekten

Die Armee verfügt derzeit nicht über eigene permanente weltraumgestützte Telekommunikationsleistungen. Einzelne Verbände nutzen kommerzielle Lösungen für ihre Einsätze, insbesondere im Ausland. Im Hinblick auf die Fähigkeitsentwicklung im Telekommunikationsbereich und das Projekt Telekommunikation der Armee wurde bei der ITU (via BAKOM) ein Verfahren zur internationalen Koordination von fünf Positionen für Schweizer Satelliten in der geostationären Umlaufbahn eingeleitet. Weil dieser Prozess bis zu sieben Jahre dauern kann, müssen die Umsetzungsvarianten zur Schliessung der Fähigkeitslücken im Bereich der Satellitentelekommunikation womöglich neuen Umständen angepasst werden.

103 Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)
104 Beispielsweise Endgeräte, Systeme, Anwenderinnen und Anwender etc.
105 Siehe Glossar



Die Grafik zeigt das Zusammenspiel von Satelliten in niedrigen Erdumlaufbahnen, z. B. D2D- oder Aufklärungssatelliten. Sie können Daten entweder direkt oder via Kommunikationssatelliten in der geostationären Umlaufbahn zur Erde übertragen.

5.5.2 Nutzen für Dritte

Auch die Fähigkeiten im Bereich Telekommunikation kann die Armee Dritten zur Verfügung stellen. Besonderes Synergiepotenzial liegt im Projekt des mobilen breitbandigen Sicherheitskommunikationssystems (MSK). Es soll das Sicherheitsfunksystem Polycom bis Ende 2035 ablösen. Satellitentelekommunikation kann hier als Redundanz innerhalb des MSK eingesetzt werden, um die Durchhaltefähigkeit und Resilienz des Systems zu erhöhen. Davon profitieren alle Organisationen, die in das Projekt involviert sind: Polizei, Feuerwehr, Sanitätsdienste und weitere Organisationen des Bevölkerungsschutzes sowie Betreiber kritischer Infrastrukturen.

Im Alltag und ausserhalb des Assistenz- oder Aktivdienstes wird die Armee nur einen Teil der verfügbaren Kapazität der angestrebten Satellitentelekommunikationssysteme beanspruchen. Die restliche Kapazität kann auch von zivilen Partnern genutzt werden, beispielsweise für die Erbringung von Fernmeldediensten.

5.5.3 Fähigkeitslücke

Derzeit kann die Armee nur begrenzt auf weltraumgestützte Verbindungen zugreifen. Es fehlen die erforderlichen Leistungen aus dem Weltraum sowie die Boden- und Nutzersegmente. Der Aufbau dieser Fähigkeiten ist zum Teil im Projekt Telekommunikation der Armee vorgesehen – die Grundlagen dafür werden derzeit erarbeitet.

5.6 Präzisionsnavigation (PNT)

5.6.1 SOLL- und IST-Zustand

Die Armee benötigt GNSS-Signale in allen Lagen, um ferngesteuerte Systeme und Präzisionsmunition einzusetzen, Flugsicherungsdienste (skyguide) zu betreiben und militärische Verbände zu führen. Sie strebt an, die Genauigkeit und Verfügbarkeit von Geopositionierungssignalen in Bezug auf Raum und Zeit permanent überprüfen zu können. Zudem will sie die Genauigkeit der Daten in der Schweiz für den Einsatz von militärischen Mitteln sicherstellen.

Aktuell verfügt die Armee nicht über die Mittel, um die Verfügbarkeit und Genauigkeit der GNSS-Signale mit alternativen PNT-Systemen sicherzustellen. Zwar stellt das AGNES-Netz von swisstopo kontinuierlich GNSS-Signale für die Landesvermessung bereit und empfängt bzw. überwacht Signale von GPS, Galileo, GLONASS und Beidou. Als Teil der nationalen Geoinformationsstrategie[106] berücksichtigt AGNES sowohl zivile als auch militärische Belange. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung ist ausgezeichnet und für militärische Anwendungen im Alltag ausreichend. Der Dienst wurde aber nicht für den Verteidigungsfall konzipiert.

Die Schweiz hat mit der EU ein unbefristetes Kooperationsabkommen unterzeichnet, das ihr den Zugang zu allen europäischen GNSS-Diensten garantiert[107]. Um den Public Regulated Service (PRS) von Galileo nutzen zu können, der für die Sicherheitsbehörden und die Armee von hoher Relevanz ist, braucht es ein Zusatzabkommen, das noch aussteht. Nicht zuletzt kann die Armee seit dem Kauf des Kampfflugzeuges F/A-18 Hornet die präzisesten militärischen Signale des GPS (M-Code) nutzen, die eine störungsresistentere und genauere Navigation ermöglichen als jene mit den öffentlichen Signalen.

5.6.2 Nutzen für Dritte

Die Fähigkeiten der Armee im Bereich Präzisionsnavigation können auch von Dritten genutzt werden – zum Beispiel von anderen Bundesstellen oder Blaulichtorganisationen. Dies nicht nur ergänzend und als Redundanz, sondern auch, um die Resilienz ihrer Systeme und Einsatzelemente in besonderen oder ausserordentlichen Lagen zu verbessern.

5.6.3 Fähigkeitslücke

Die Armee nutzt derzeit das terrestrische AGNES-Netz als Referenz. Das AGNES-Netz ist ungeschützt und nicht gegen elektromagnetische oder kinetische Störungen gesichert, wodurch es beeinträchtigt werden kann. Selbst wenn es gezielt gehärtet würde, wäre dies kein garantierter Schutz. Daher sind mittelfristig weitere Referenzsignale nötig.

106 Strategie Geoinformation Schweiz vom 2. November 2020
107 Siehe Kapitel 3.4

5.7 Gegenmassnahmen (DCS)

5.7.1 SOLL- und IST-Zustand

Gegenmassnahmen versteht sich die Abwehr gegen gegnerische weltraumgestützte militärische Systeme oder der Schutz davor. Die Bedrohung kann von militärischen oder zivilen Systemen ausgehen, die ein Gegner regelmässig und intensiv für seine militärischen Aktionen nutzt. Das angestrebte Leistungsniveau lautet:

- Punktuelle bis permanente Massnahmen, um Verbände und Objekte weltraumgestützten Sensoren zu entziehen und sie zu schützen
- Punktuelle Massnahmen, um unerwünschte weltraumgestützte Fähigkeiten zu stören und einzuschränken
- Punktuelle Massnahmen, um eigene Satelliten vor Risiken und Bedrohungen durch Überwachung und Manöver zu schützen

Die Armee hat eine Applikation für die taktische Ebene entwickelt, die Überflüge von Aufklärungssatelliten berechnet. Die Applikation gibt auch Empfehlungen zur Tarnung militärischer Systeme und Aktionen ab, insbesondere während Bewegungen. Diese Anwendung wird regelmässig von Stäben genutzt, um kritische Informationen zu schützen. Eine vereinfachte Demonstrator-Version[108] hat die Truppe bereits in Feldversuchen getestet.

Die Armee verfügt heute über keinerlei Fähigkeiten für aktive reversible Massnahmen – mit Ausnahme der Beeinträchtigung von bodengestützten Weltraumsystemen im Rahmen der bestehenden Fähigkeiten zur präzisen Wirkung am Boden.

Eine Möglichkeit, aktiv auf drohende Kollisionen oder Abfangkurse von Satelliten zu reagieren, sind Ausweichmanöver. In solchen Fällen muss der betroffene Satellit in der Lage sein, seine Bahn oder Position entsprechend anzupassen.

5.7.2 Nutzen für Dritte

Die Fähigkeiten der Armee im Bereich der Gegenmassnahmen können zum Teil von Dritten genutzt werden. So können Unternehmen von der Armee lernen, sich selbst vor Weltraumaufklärung zu schützen. Ein Beispiel dafür ist die Wirtschaftsspionage, bei der betriebliche Aktivitäten von einem anderen Akteur überwacht[109] werden.

5.7.3 Fähigkeitslücken

Die erwähnte Applikation der Armee ist nur ein Teil der notwendigen Fähigkeiten im Bereich der passiven Massnahmen, die weiterzuentwickeln sind. Bei der Wirkung auf gegnerische weltraumgestützte Systeme sowie beim Eigenschutz im Weltraum sind derzeit keinerlei Kompetenzen vorhanden. Es gilt, diese in den nächsten Jahren sukzessive aufzubauen.

108 Siehe Glossar
109 Einschliesslich des thermischen Bereichs, z. B. Infrarot

6

Vorgehensweisen zur Stärkung der Verteidigungsfähigkeit

Um die Fähigkeitslücken im Weltraum zu schliessen, setzt die Armee auf eine Strategie mit Fokus auf Partnerschaften. Ziel ist, gemeinsam mit nationalen Industrieunternehmen und Hochschulen operationelle Fähigkeiten mit Dual-Use-Charakter aufzubauen und damit die Verteidigungsfähigkeit zu stärken. Ergänzt wird dieser Ansatz durch gezielte Einkäufe und Kooperationen. Durch den partnerschaftlichen Ansatz kann die Armee auf Expertise aus der Schweiz zurückgreifen und technologische Entwicklungen im dynamischen Umfeld der Weltraumindustrie flexibel nutzen. Dazu braucht sie selbst agile Strukturen. Dank Kooperationen mit internationalen Partnern, insbesondere mit der ESA, kann die Armee globale Standards anwenden und Kosten senken. Dabei behält sie jederzeit die Autonomie ihrer militärischen Kernfunktionen und nutzt gezielt Innovationen aus der Privatwirtschaft und der Forschung.

6 Vorgehensweisen zur Stärkung der Verteidigungsfähigkeit

6.1 Aspekte bei der Schliessung der Fähigkeitslücken

In Kapitel 5 wurden die Fähigkeitslücken der Schweizer Armee im Weltraum beschrieben. Wenn es darum geht, sie zu schliessen und die Vorgehensweisen dafür zu definieren, ist das zentrale Kriterium die Frage, inwiefern damit die Verteidigungsfähigkeit gestärkt wird. Dabei sind die autonome Kontrolle der Systeme in allen Lagen und die duale Nutzung entscheidende Faktoren. Die vorgesehenen Mittel in den kommenden zwölf Jahren werden voraussichtlich nicht ausreichen, um die angestrebten Fähigkeiten autonom aufzubauen – insbesondere was eigene Systeme im Bereich der Erdbeobachtung und die Satellitenkommunikation betrifft.

Wo wirtschaftlich sinnvoll, setzt die Armee daher auf Partnerschaften. Sie wird dabei vertragliche Vereinbarungen mit kommerziellen Unternehmen oder Institutionen treffen, die national oder international tätig sind. Ziel ist, gemeinsam operationelle Fähigkeiten in den Bereichen Lagebild Weltraum, Erdbeobachtung, Telekommunikation und Präzisionsnavigation aufzubauen. Die Armee übernimmt bei einer solchen Partnerschaft beispielsweise die Steuerung der Satelliten und nutzt die dazu nötigen Dienste der anderen Partei gemäss Vereinbarung. Die jeweilige Partnerorganisation nutzt die vertraglich festgelegten Systemleistungen zu eigenen Zwecken. Die Verantwortung für den Betrieb und die Bereitstellung der jeweiligen Dienste wird zwischen den Partnern klar geregelt. Andere öffentlich-rechtliche Institutionen in der Schweiz wie auch international können von den entstehenden Synergien profitieren.

Die partnerschaftliche Grundausrichtung schliesst andere Ansätze nicht aus: Nationale und internationale Kooperationen[110], die Nutzung kommerzieller Dienste oder Beschaffungen im klassischen Sinn bleiben je nach Situation möglich. Es gilt, das bestmögliche Ergebnis im Hinblick auf das verfügbare Budget und das dynamische Entwicklungsumfeld der Weltraumindustrie zu erzielen.

Zusätzlich stehen folgende Aspekte im Fokus:

— Transformation durch adaptive Weiterentwicklung: Die Armee reagiert rasch, flexibel und schrittweise auf Veränderungen des technologischen Umfelds und auf eine Verschlechterung der Sicherheitslage.
— Innovation durch technologischen Fortschritt: Durch die Digitalisierung gewinnt die Armee umfassendere und genauere Informationen und erzielt einen Wissens- und Entscheidungsvorsprung.
— Intensivierung der internationalen Zusammenarbeit: Die Armee profitiert von Erfahrungen und Standards anderer Streitkräfte und trägt gleichzeitig zum Zugang Europas zum Weltraum und zur Sicherheit in Europa bei.

110 Bei einer Kooperation bringen Parteien ihre Ressourcen und Fähigkeiten projektbezogen ein und teilen Informationen, um einen gegenseitigen Nutzen zu erzielen. Im Unterschied zu Partnerschaften sind Kooperationen weniger verbindlich und kommen ohne rechtliche Vereinbarungen aus. Siehe auch Glossar.

Im Rahmen der Gesamtkonzeption werden auch personelle, finanzielle und infrastrukturelle Aspekte berücksichtigt, insbesondere im Hinblick auf die Nutzung nationaler Kompetenzen und Fähigkeiten. Zudem fliessen folgende Grundsätze in die Methodengestaltung ein:

— Flexibilität: Die Fähigkeitsentwicklung kann sich im Laufe der Zeit anpassen, wenn sich neue, bislang als unrealistisch erachtete Chancen ergeben.
— Standardisierung: Um die Interoperabilität mit anderen europäischen Streitkräften und der NATO sicherzustellen, hält die Armee internationale Standards ein, insbesondere das Federated Mission Networking (FMN).
— Europäische Kooperation: Projekte werden systematisch auf mögliche Kooperationen hin geprüft, beispielsweise mit der ESA, der EU oder anderen Staaten. Dies, um Synergien zu schaffen, diese zu nutzen und Entwicklungskosten zu senken.
— Nationale Synergien: Synergien mit anderen Bundesämtern und staatlichen Behörden werden geprüft und, wo möglich, genutzt.

6.2 Stossrichtung des Fähigkeitsaufbaus

6.2.1 Lagebild Weltraum

Im Rahmen von Partnerschaften mit Schweizer Unternehmen entwickelt die Armee eigenständig Soft- und Hardware. Durch den Aufbau eigener Infrastrukturen (z. B. Beobachtungsstationen) stärkt sie ihre Kompetenz in der Herstellung und im Betrieb des Weltraum-Lagebildes innerhalb der Schweiz und gewährleistet, dass die Systeme ständig verfügbar sind. Das Lagebild Weltraum soll zudem durch die Integration öffentlich zugänglicher Daten erweitert werden.

Für zukünftige internationale Kooperationen muss die Schweiz bilaterale Abkommen verhandeln, damit die Armee auf relevante Daten und Informationen, beispielsweise über die EUSST, zugreifen kann.

Informationen von kommerziellen Anbietern für das Lagebild Weltraum sind auf lange Sicht sehr kostenintensiv. Dienstleister sind in der Regel auf spezifische Sensortypen spezialisiert und decken weder klassifizierte Satelliten noch das gesamte Spektrum benötigter Informationen ab. Daher können sie nationale Partnerschaften höchstens ergänzen, aber nicht ersetzen.

6.2.2 Erdbeobachtung

Partnerschaften in der Erdbeobachtung ermöglichen es, die Kosten für Entwicklung, Herstellung und Betrieb von Bild- und Signalaufklärungssatelliten zu teilen. Dank eines iterativen und agilen Entwicklungsprozesses kann die Armee der Industrie direktes Feedback geben. So erhält sie massgeschneiderte Lösungen mit Beiträgen auch von ausländischen Zulieferern.

Die eigenständige und automatisierte Auswertung von Satellitendaten für die Erdbeobachtung bleibt stets die Aufgabe der Armee. Dank Kooperationsmöglichkeiten via ESA und Abkommen mit Drittstaaten kann sie ihre operationellen Fähigkeiten schneller ausbauen – von der Bereitstellung von Bilddaten und Signalinformationen bis hin zu vollständig ausgewerteten Produkten. Die weltraumgestützten Sensoren nutzen die Partner gemeinsam.

Eine internationale militärische Kooperation kann nicht ausschliesslich über die NATO erfolgen, da diese über keine eigenen Mittel verfügt. Die Zusammenarbeit mit einzelnen Nachbarländern und anderen Staaten im Bereich der Erdbeobachtung wäre jedoch kurzfristig sehr kostenintensiv und entspricht weder den räumli-

chen noch zeitlichen Anforderungen der Armee. Sie kann jedoch über die ESA erfolgen – zugunsten der Interoperabilität, Souveränität und kürzeren Latenzzeiten in der Erdbeobachtung und gegebenenfalls in der Satellitentelekommunikation.

6.2.3 Telekommunikation

Durch den Einsatz national beschaffter weltraumgestützter Telekommunikationsmittel gewährleistet die Armee die breitbandige Übermittlung von Daten und Informationen. Sie arbeitet eng mit den Behörden und Organisationen für Rettung und Sicherheit (BORS), mit Partnern aus dem Bevölkerungsschutz und mit Betreibern kritischer Infrastrukturen zusammen. Synergien mit laufenden Projekten wie MSK, SDVS und MzD[111] können hierbei genutzt werden. Fokussiert die Schweiz aber ausschliesslich auf nationale Ressourcen, könnte sie Chancen verpassen, die sich im europäischen Kontext ergeben. Denn gerade in der Kommunikation sind redundante Systeme unentbehrlich. Der Zugang zu relevanten internationalen Standards, zum Beispiel zu Datenformaten und Wellenformen, muss auch bei einer rein nationalen Entwicklung sichergestellt sein.

6.2.4 Präzisionsnavigation

Im Bereich der Präzisionsnavigation (PNT) stehen weniger Alternativen zur Verfügung als in anderen operationellen Fähigkeiten. Die Armee ist auf internationale Kooperationen angewiesen, um Zugang zu PNT-Diensten und -Signalen zu erhalten. Sie ist zudem an internationalen Abkommen beteiligt, die ihre Handlungsmöglichkeiten in diesem Bereich regeln.

Neben internationalen Kooperationen muss die Armee Projekte auf nationaler Ebene initiieren, um die Präzision und Authentizität der PNT-Signale überprüfen zu können. Die Armee wird dazu mit swisstopo kooperieren, um die Genauigkeit und Verfügbarkeit von Signalen in allen Lagen sicherzustellen. Eine mögliche Form der internationalen Zusammenarbeit könnte darin bestehen, geprüfte PNT-Signale für andere Akteure bereitzustellen.

Das AGNES von swisstopo bietet in Verbindung mit satellitengestützten PNT-Systemen hohe Resilienz und ist ein zentraler Bestandteil der nationalen Kooperation.

6.2.5 Gegenmassnahmen

Die Armee will mit geeigneten Gegenmassnahmen ihre Autonomie wahren. Um die Verteidigungsfähigkeit sicherzustellen, muss sie unterschiedliche Eigenschutz- und Tarnungsmassnahmen planen und umsetzen. Dadurch soll sich die Armee aktiv oder passiv gegnerischen weltraumgestützten Wirkungen entziehen können. Hier bietet sich an, autonome Fähigkeiten zu nutzen und weiterzuentwickeln sowie gleichzeitig mit nationalen Industriepartnern und Behörden zusammenzuarbeiten. Die Umsetzung der Gegenmassnahmen wird auch durch internationale militärische Kooperation gefördert.

6.3 Ausblick und Entwicklungsmöglichkeiten

Angesichts moderner Konfliktszenarien und der zunehmenden Bedeutung von Software in den eingesetzten Systemen müssen Armee und Industrie den Anforderungen an Anpassungs- und Durchhaltefähigkeit gemeinsam begegnen. Zusammen sollen Lösungen und Systeme entwickelt werden, die ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis bieten und kommerziell erfolgreich sind: Dies gewährleis-

111 MzD: Mitnutzung zellularer Datendienste

tet nicht nur die Stabilität der involvierten Unternehmen, sondern auch die langfristige Verfügbarkeit von Fähigkeiten der Armee.

Für den Fall eines bewaffneten Konflikts ist folgendes zu beachten: Nutzt die Armee zivile Infrastruktur für Aktivitäten im Weltraum, könnte diese zu einem legitimen Angriffsziel werden. Daher braucht es präventive Massnahmen, um sicherzustellen, dass die Vorschriften zum Schutz ziviler Objekte, der Zivilbevölkerung sowie der passiven Vorsichtsmassnahmen[112] eingehalten werden. Im Sinne der Verteidigung müssen zivile Partner zudem bereits im Alltag eingebunden werden, insbesondere in Bezug auf Daten- und Eigenschutz.

Entwicklungen über einen Zeitraum von mehr als fünf Jahren lassen sich nicht präzise voraussehen. Um Chancen rechtzeitig zu erkennen und zu nutzen, muss die Armee die technologische und industrielle Entwicklung kontinuierlich beobachten. Die geplante Ausrichtung auf Partnerschaften erweist sich diesbezüglich als zielführend, da kommerzielle Partner sich ohnehin fortlaufend an den Markt anpassen. Kooperationen mit anderen Staaten auf gleicher Ebene in Organisationen mit Expertise (wie die ESA) können diese ergänzen.

Die Entwicklung, Herstellung und der Betrieb von Systemen in verschiedenen Einsatzgebieten erfordern eine enge und flexible Zusammenarbeit zwischen der Armee und den Partnern, bis hin zur vollständigen Integration. Die Armee selbst braucht agile Strukturen mit kurzen Leistungszyklen. Dies verändert die Beziehung zwischen der Armee und der Industrie: Der traditionelle Ansatz mit der Armee als Bedarfsträgerin und der Industrie als Lieferantin wird sich weiterentwickeln. Gefragt sind Partnerschaften, bei denen alle Beteiligten kontinuierlich zur Entwicklung und Anwendung neuer Produkte und Dienstleistungen beitragen.

Das Ziel von Partnerschaften ist, Schlüsselkompetenzen und -komponenten der Schweizer Raumfahrtindustrie auch im Verteidigungsfall verfügbar zu halten. Schweizer Lieferanten können dank der Armee als Ankerkundin einen soliden Business Case entwickeln und ihre Präsenz in europäischen Programmen sowie auf dem internationalen Markt stärken und vice versa. Bestehende Kompetenzen sollen im Hinblick auf die Anforderungen der Armee gezielt gefördert werden. Neue Kompetenzen gilt es nur dann aufzubauen, wenn sie der Armee einen Mehrwert bieten und gleichzeitig die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Lieferanten verbessern.

Im Einzelfall wird geprüft, ob eine Partnerschaft wirtschaftlich nachhaltig ist, ob der Einkauf von Dienstleistungen bzw. eine Kooperation mit anderen Staaten zielführender wäre – oder eine parallele Teilnahme an europäischen Programmen. Sollten operationelle Fähigkeiten aus einer wirtschaftlich sinnvollen Partnerschaft aufgrund der Entwicklungsdauer zu spät verfügbar sein, kann die Armee externe Dienstleistungen als Übergangslösung nutzen. Diese können kurzfristig Fähigkeitslücken füllen – langfristig sind sie jedoch oft kostspielig und im Konfliktfall möglicherweise nicht vollständig verfügbar. Dies kann die Handlungsmöglichkeiten der Armee einschränken.

112 Siehe Art. 58 ZP Ip

6.4 Chancen und Schwächen der gewählten Stossrichtung

Bei der Beurteilung der Stossrichtung zeigen sich sowohl Chancen als auch Schwächen:

Chancen

— Schweizer Innovation und Wissen:
Durch die Zusammenarbeit mit Hochschulen und kommerziellen Partnern gelangt die Armee an spezialisierte Expertise und Technologien aus der Schweiz. Die Partnerschaften fördern einen stetigen Wissensaustausch und bringen innovative Lösungen für den Aufbau von operationellen Fähigkeiten hervor, die auf die Bedürfnisse der Armee abgestimmt sind und im Sinne des Dual-Use-Gedankens auch zivilen Zwecken dienen. Nicht zuletzt stärkt diese Form der Zusammenarbeit die Wettbewerbsfähigkeit involvierter Schweizer Unternehmen und die hiesige Raumfahrtindustrie insgesamt.

— Agilität und Flexibilität:
Der partnerschaftliche Ansatz erhöht die Flexibilität der Armee. Kommerzielle Partner reagieren schneller auf neue Anforderungen und technologische Entwicklungen, als dies in einem traditionellen Beschaffungsansatz typisch wäre. Die Armee steigert damit ihre Effizienz und Anpassungsfähigkeit – die Voraussetzung, um mit der rasanten Raumfahrtentwicklung Schritt zu halten.

— Ausbildung und Know-how:
Die Einbindung von Hochschulen ermöglicht die Ausbildung junger Talente und die Entwicklung zukünftiger Fachkräfte im Bereich Weltraumtechnologie – auch im Rahmen von vernetzten Projekten. Nationale Partnerschaften können zudem die Basis für internationale Kooperationen bilden, um die Fähigkeiten der Schweiz im Weltraumsektor weiter auszubauen.

— Kosten:
Da die Schweiz nicht über die Mittel verfügt, weltraumgestützte Fähigkeiten vollständig autonom aufzubauen, sind Partnerschaften ein wirtschaftlich sinnvoller Weg. Sie fördern nicht nur nationale Synergien, sondern auch internationale Kooperationen, insbesondere mit der ESA, womit die Armee Kosten senken und technologische Fortschritte nutzen kann. Zieht die Armee externe Dienstleistungen bei, um Fähigkeitslücken kurzfristig zu schliessen, so immer mit Blick auf langfristige strategische Ziele und Kosten.

Schwächen

— Abhängigkeit:
Da nicht alle Fähigkeiten im Inland vorhanden sind, ist die Schweiz von ausländischen Partnern abhängig, was ihre nationale Souveränität im Weltraumbereich einschränken könnte. Dies zum Beispiel in Bezug auf Trägerraketen, die Satelliten in die Umlaufbahnen bringen. Unterschiedliche Ziele und Prioritäten von Hochschulen, kommerziellen Unternehmen und der Armee können zu Interessenkonflikten führen.

— Cyber-Risiken:
Sensible Informationen und Technologien könnten gefährdet sein, wenn sie mit privaten oder ausländischen Partnern geteilt werden. Die Grundsätze der integralen Sicherheit der Armee und die Cybersicherheit sind daher grundlegend.

— Zurückhaltung potenzieller Partner und Abhängigkeit von bestehenden Partnern:
  Eine mögliche Schwäche besteht darin, dass Partner zwar während normaler Lagen die vertraglich vereinbarten Kapazitäten uneingeschränkt beziehen, diese jedoch im Konfliktfall vollständig von der Armee beansprucht würden. Dies könnte geeignete Partner von einer Zusammenarbeit mit der Armee abhalten – insbesondere dann, wenn dieses Szenario nicht mit ihren wirtschaftlichen Zielen vereinbar ist. Wirtschaftliche Gründe könnten dazu führen, dass die Auftragslage von Partnern nicht ausreicht, um die erforderliche Expertise und Technologie aufrechtzuerhalten. Schliesslich könnten gewisse Geschäftsmodelle langfristig die Tragfähigkeit einer Partnerschaft gefährden, was die Zusammenarbeit mit Partnern weiter erschwert.

Die Chancen überwiegen aus heutiger Sicht die Schwächen. Unter Berücksichtigung der Schwächen wird für jedes Projekt eine risikobasierte Bewertung zur Schliessung der Fähigkeitslücken durchgeführt, die zusammen mit Expertinnen und Experten anderer Bundesämter geprüft wird. Falls notwendig, werden die Projekte entsprechend den Ergebnissen dieser Bewertung angepasst.

7

Umsetzung

Durch interdisziplinäre Zusammenarbeit kann die Armee Produkte systematisch über mehrere Generationen hinweg entwickeln. Agile, iterative Zyklen erlauben es, flexibel auf Veränderungen zu reagieren, Kosten zu senken und Produktionszeiten zu verkürzen. Auf Ebene der Infrastruktur wird die Armee in Boden- und Beobachtungsstationen, Empfangs- und Kontrollstationen sowie in die Störungssicherheit ihrer Systeme investieren. In Zusammenarbeit mit Hochschulen entwickelt sie zudem die Ausbildung zur Weltraumspezialistin bzw. zum Weltraumspezialisten. Ab 2026 wird die Armee ihre Kompetenzen im neu gebildeten Kompetenzzentrum Weltraum innerhalb der Luftwaffe bündeln. Das Kostendach für den Aufbau der Fähigkeiten und ihren Betrieb über einen Zeitraum von zwölf Jahren beträgt rund 850 Millionen Franken.

7 Umsetzung

Beim Aufbau ihrer operationellen Fähigkeiten im Weltraum wendet die Armee den «Design-to-Cost»-Ansatz[113] an, der insbesondere mit der New-Space-Ära an Bedeutung gewonnen hat. Traditionelle Methoden, die diesen Ansatz erfüllen, behält sie sich als Rückfalloption vor. Dieser Weg ist geprägt von Innovation und einer kontinuierlichen, adaptiven Weiterentwicklung, wodurch operationelle Fähigkeiten optimal aufgebaut und langfristig erhalten werden. Die Umsetzung einzelner Teilfähigkeiten kann dabei variieren.

Als grundsätzliche Stossrichtung gilt: Für das Lagebild Weltraum, die Erdbeobachtung und die Telekommunikation setzt die Armee auf nationale und internationale Partnerschaften sowie auf Kooperationen im Rahmen des Dual-Use-Ansatzes mit der ESA und der EU, ergänzt durch gezielte Einkäufe und Outsourcing an kommerzielle Anbieter. Gegenmassnahmen setzt die Armee aufgrund ihres militärischen Charakters überwiegend intern um. Für operationelle Fähigkeiten im Bereich Präzisionsnavigation kommen nationale Kooperationen zum Zug.

Mittelfristig wird die Armee innerhalb des verfassungsrechtlichen Rahmens auch internationale militärische Kooperationen eingehen. Dadurch eröffnen sich ihr neue Chancen für Zusammenarbeit in Europa. Gleichzeitig kann sie ihre Abhängigkeit von kommerziellen ausländischen Anbietern verringern.

Folgendes Vorgehen gilt als optimal, um die Fähigkeitslücken nachhaltig zu schliessen:

— Partnerschaften mit Schweizer Industrieunternehmen und Hochschulen nutzen vorhandene Kompetenzen und Potenziale effektiv, ergänzt durch internationale Kooperationen, beispielsweise über die ESA. Der Fähigkeitsaufbau erfolgt schnell und effizient.
— Dies ermöglicht eine schrittweise und agile Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen sowie den Zugang zu künftigen technologischen Entwicklungen und Kooperationsmöglichkeiten.
— Durch den Aufbau autonomer Weltraumfähigkeiten kann die Schweiz einen aktiven Beitrag zur internationalen militärischen Zusammenarbeit leisten und ihre Verteidigungsfähigkeit stärken.

Im Folgenden werden die drei Schritte der Umsetzung beschrieben:

— Im ersten Schritt baut die Armee operationelle Fähigkeiten in den Bereichen Lagebild Weltraum, Erdbeobachtung und Telekommunikation auf.
  Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit Schweizer Hochschulen und der Industrie, ergänzt durch Kooperationen. Die Armee übernimmt dabei die Konzeption, Entwicklung und Anwendung, um Fachausbildungen und Systeme zu etablieren.
— Im zweiten Schritt werden alle operationellen Fähigkeiten parallel weiterentwickelt. Die bestehenden Fähigkeitslücken – einschliesslich jener der Präzisionsnavigation und der Gegenmassnahmen – werden qualitativ weitgehend geschlossen, auch durch internationale Kooperation. Quantitative

113 Bei dieser Methode werden die Kosten eines Produkts bereits in der Entwicklungsphase festgelegt. Alle Entscheidungen zu Design, Materialien und Prozessen werden so getroffen, dass die Kostenziele eingehalten werden.

Lücken bleiben jedoch bestehen. Die Armee ist in der Lage, alle relevanten Weltraum-Funktionen im Einsatz eigenständig auszuführen.

— Im dritten Schritt wird der Aufbau qualitativ und quantitativ abgeschlossen. Die operationellen Fähigkeiten werden vollständig in die Armee integriert und sind fester Bestandteil ihrer Einsatzfähigkeit. Der Weltraum steht schliesslich als Kräfte-Multiplikator für andere Wirkungsräume zur Verfügung, insbesondere am Boden und in der Luft.

7.1 Doktrin

Die Doktrin für die Planung und Durchführung von Weltraumoperationen wird bis Ende 2026 entwickelt, um den Beitrag des Weltraums zum Multidomain-Ansatz zu konkretisieren. Es werden Begriffe, Verfahren und Anforderungen definiert, um die Interoperabilität und Kompatibilität der Systeme und Produkte in der nationalen und internationalen Zusammenarbeit sicherzustellen. Ebenso wird festgelegt, wie zivile und kommerzielle Partner in die Verteidigung eingebunden werden. Da die Übergänge zwischen Entwicklung, Betrieb und Einsatz fliessend sind, wird eine enge Abstimmung zwischen der Armee und ihren Partnern unerlässlich sein. Die Armee wird langfristig eigene Satelliten betreiben. Die internationale Zusammenarbeit soll weiter gestärkt werden, um die Verteidigungsfähigkeit auszubauen.

7.2 Unternehmen

Die Armee verfolgt im Weltraum eine duale, zivil-militärische Strategie, die eine entsprechende Unternehmensentwicklung erfordert. Bei der Planung und Umsetzung der Teilprojekte zum Aufbau ihrer operationellen Fähigkeiten im Weltraum arbeitet sie eng mit VBS-internen Stellen und anderen Bundesämtern zusammen, insbesondere mit dem BAKOM und dem SBFI. Ziel ist, die einzelnen Teilprojekte fristgerecht umzusetzen und die Produkte aus den operationellen Fähigkeiten breit anwenden zu können. Die internationale Zusammenarbeit unterstützt die Konzeption und Entwicklung von Systemen – im Betrieb soll die Armee aber unabhängig von ausländischen Partnern agieren können.

7.3 Organisation

Per 2026 wird in der Armee ein Kompetenzzentrum für den Weltraum gegründet, um die Konzeption, Entwicklung und Anwendung der operationellen Fähigkeiten im Weltraumbereich sicherzustellen. Sie wird primär als Milizorganisation geführt und in die Luftwaffe integriert. Bei der Planung und beim Betrieb von Weltraum- und Bodensegmenten arbeitet die Organisation eng mit der Bundesverwaltung, mit der Schweizer Industrie und mit Hochschulen zusammen. Ebenfalls entsteht eine neue Funktion für weltraumspezifische Aufgaben.

Das Kompetenzzentrum Weltraum wird die Interessen der Armee bei der Nutzung von Umlaufbahnen und bei der Satellitensteuerung wahrnehmen und entsprechende Systeme betreiben. Sie ist damit verantwortlich für den Betrieb der Weltraum- und Bodensegmente und erbringt Dienstleistungen für andere Verbände der Armee sowie für Partner. Zudem vertritt sie die Armee in der Zusammenarbeit mit anderen Streitkräften.

Die regulatorischen Aspekte werden in Zusammenarbeit mit dem SBFI, dem SEPOS, dem EDA und dem BAKOM bearbeitet, was insbesondere auch funkregulatorische Herausforderungen einschliesst.[114] Für die Planung, Entwicklung und den Betrieb der operationellen Fähigkeiten muss die Funkregulierung bereits in der Konzeptionsphase berücksichtigt werden, da diese die Auswahl geeigneter Systeme massgeblich beeinflussen kann. Daher werden das Kommando Cyber und das BAKOM frühzeitig in den Prozess eingebunden.

Sobald das neue Bundesgesetz über die Raumfahrt verabschiedet ist,[115] könnte der Bundesrat eine neue militärische Aufsichtsbehörde einsetzen, welche die Raumfahrtaktivitäten militärischer Verwaltungseinheiten überwacht.

7.4 Ausbildung

Für die militärischen Aufgaben innerhalb des Kompetenzzentrums Weltraum braucht es eine spezifische fachtechnische Grundausbildung. Eine Laufbahn als Weltraumspezialistin oder Weltraumspezialist bietet sich besonders für Personen mit Kompetenzen in Raumfahrt, Informatik, Mathematik, Physik und Ingenieurwissenschaften an. Armeeangehörige steigen im Rahmen einer Selektion während der allgemeinen Rekrutenschule ein. Nach Abschluss der Grundausbildung treten sie in den fachspezifischen Lehrgang Weltraum über. Nach der praxisorientierten Ausbildung leisten die Weltraumspezialistinnen und -spezialisten ihren Dienst im Kompetenzzentrum Weltraum.

Die militärische Ausbildung wird in Zusammenarbeit mit Hochschulen und der Industrie durchgeführt und soll auch zivil anerkannt werden. Der bereits etablierte «Space Campus»[116] soll als Plattform für die Zusammenarbeit zwischen den Partnern weiter ausgebaut werden, um gemeinsame Projekte zu weltraumgestützten Fähigkeiten zu fördern. Zudem werden einzelne Weltraumspezialistinnen und -spezialisten an internationalen Ausbildungsprogrammen, etwa der NATO, teilnehmen.

Um frühzeitig Talente für das Kompetenzzentrum Weltraum zu gewinnen, prüft die Armee vertieft eine vordienstliche Ausbildung ab 16 Jahren. Diese könnte beispielsweise die Beobachtung von Satelliten in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Astronomie-Gesellschaft und anderen Organisationen beinhalten. Der Quereinstieg mit geeigneten Vorkenntnissen und Erfahrungen ist eine weitere Option.

7.5 Material

Ihr Material sichert sich die Armee in der Regel über längere Zyklen mit den Phasen Erprobung, Beschaffung, Einführung, Nutzung und Ausserdienststellung. Für weltraumgestützte Systeme eignen sich diese Zyklen jedoch nicht – es braucht einen flexibleren Ansatz. Die Armee will Produkte systematisch über mehrere Generationen hinweg entwickeln – dies durch interdisziplinäre Zusammenarbeit und die kontinuierliche Verfeinerung des Designs. Die iterative Methodik erlaubt, Pro-

114 Es ist zu erwarten, dass funkregulatorische Koordinationsaufgaben zu einem höheren Arbeitsumfang führen werden.

115 Siehe Abschnitt 3.1.4

116 Der Space Campus ist eine Initiative der Armee. Er fördert junge Talente, die sich mit der Raumfahrt und mit den operationellen Fähigkeiten der Armee befassen. Ziel ist, dass die Armee daraus entwickelte Technologien und Fähigkeiten nutzen kann.

dukte schrittweise zu verbessern und sie neuen Erkenntnissen aus Tests, Rückmeldungen von Stakeholdern und technologischen Fortschritten anzupassen. Zu Beginn dieses Prozesses werden die operationellen und funktionalen Anforderungen festgelegt und durch umfassende Systemanalysen und Simulationen validiert. Dies ermöglicht ein «Systems-and-Concurrent-Engineering»[117], wie es beispielsweise bei der ESA und von SpaceX und anderen Unternehmen in Kombination mit dem Design-to-Cost-Ansatz erfolgreich angewendet wird.

In kurzen, iterativen Zyklen lassen sich technische Eigenschaften und Produktionsprozesse fortlaufend optimieren, wodurch das Produkt seinen endgültigen Spezifikationen mit jeder Generation näherkommt. Diese Methode erlaubt es, flexibel auf Veränderungen zu reagieren, Kosten zu senken und Entwicklungszeiten zu verkürzen. Neue Systeme sind so schneller einsatzbereit als bei traditionellen Ansätzen. Bei dieser Methode rückt der gesamte Lebenszyklus des Produkts in den Fokus; Fehler oder Probleme werden frühzeitig erkannt und behoben, bevor sie später bei der Hardware zu grösseren Problemen führen. Jedes System dient als Prototyp für die nächste Generation und als Demonstrator für die übernächste Generation.

Bereits in der Konzeptionsphase arbeitet die Armee eng mit armasuisse, dem BAKOM und dem SBFI zusammen, um sicherzustellen, dass die Projekte realisierbar, kosteneffizient und technologisch auf dem neuesten Stand sind. In Zusammenarbeit mit dem SBFI wird darauf geachtet, dass es nicht zu Doppelfinanzierungen des Bundes im Hinblick auf bestehende Programme mit der ESA kommt.

Im Hinblick auf die angestrebte Agilität sollen Kredite flexibel verteilt werden können. Dazu dient ein Sockel an jährlichen Mitteln für die Projektierung, Erprobung und Beschaffungsvorbereitung (PEB) – Satelliten, Bodenstationen und spezialisierte Endgeräte wird die Armee über Rüstungsprogramme (RP) abwickeln. Gemeinsame Projekte werden mit Investitionen von Industriepartnern, weiteren Bundesstellen und internationalen Partnern finanziert.

7.6 Personal

Das Kompetenzzentrum Weltraum wird primär eine Milizorganisation sein. Die Berufskomponente wird eng mit den Milizspezialistinnen und -spezialisten zusammenarbeiten, wobei spezifisches Fachwissen aus Industrie und Hochschulen eingebunden wird. Die Erfahrungen aus der Ausbildung sollen den Spezialistinnen und Spezialisten in der Organisation Weltraum eine berufliche Perspektive bieten. Der Milizdienst soll sich gut mit dem zivilen Berufsleben vereinbaren lassen.

Die militärischen Funktionen im Kompetenzzentrum Weltraum werden im Wesentlichen drei Aspekte abdecken: die Planung und Führung von Operationen, die Entwicklung von Anwendungen sowie den Einsatz und Betrieb von Bodenstationen. Für die ersten beiden Funktionen wird in den Arbeitsräumen eines der Operationszentren gearbeitet. Von dort aus steuern die Spezialistinnen und Spezialisten die Satelliten und Sensoren. Sie erstellen Produkte zum Lagebild Weltraum, nutzen Daten aus Sensoren, leisten Beiträge zur Präzisionsnavigation und planen Gegenmassnahmen. Ihre Dienstleistungen stellen sie der Truppe, Stäben und Dritten zur Verfügung.

117 Dieser ingenieurwissenschaftliche Ansatz fördert die simultane und integrierte Entwicklung komplexer Systeme, um Effizienz und Qualität zu optimieren. Alle Phasen des Produktlebenszyklus, von Planung und Design bis zu Produktion und Wartung, werden parallel durchgeführt und eng koordiniert.

7.7 Finanzen

Das Kostendach für den Aufbau der operationellen Fähigkeiten und den Betrieb über einen Zeitraum von zwölf Jahren, einschliesslich der Personalkosten, beträgt rund 850 Millionen Franken. Davon entfallen nach aktuellem Stand etwa 680 Millionen auf die Investitionen, was im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen gering ist und daher innovative Ansätze verlangt. Ab 2035 rechnet die Armee mit jährlichen Kosten von durchschnittlich 50 Millionen Franken für die Weiterentwicklung und den Betrieb der Systeme. Ausbau und Erneuerung werden dem Parlament im Rahmen der ordentlichen Rüstungsprogramme beantragt und zusammen mit den Betriebsausgaben aus dem ordentlichen Armeebudget finanziert. Diese Schätzung berücksichtigt allerdings keine allfällige Beteiligung von Partnern an der Finanzierung von Teilfähigkeiten, was die Kosten für die Weiterentwicklung und den Betrieb senken würde. Darüber hinaus könnte der kommerzielle Erfolg von Partnern ebenfalls kostensenkend wirken.

7.8 Infrastruktur

Die Bodenstationen bilden die terrestrische Infrastruktur des Kompetenzzentrum Weltraum – sie werden ganzjährig und rund um die Uhr betrieben. Neben einem festen Standort im Hauptquartier des Kompetenzzentrum Weltraum und einer Ausweichmöglichkeit in einer geschützten Anlage ist ein weiterer Standort für die duale Nutzung mit Partnern vorgesehen. Alle Standorte werden für den Einsatz, die Ausbildung sowie für die Entwicklung und Integration der operationellen Fähigkeiten in die Führungs- und Informationssysteme der Armee ausgerüstet.

Weitere zentrale Infrastrukturen sind die Beobachtungsstationen. Sie spielen eine wichtige Rolle beim Erstellen und Aktualisieren des Lagebildes Weltraum. Derzeit werden diese zusammen mit kommerziellen und wissenschaftlichen Partnern betrieben und teilweise von der Armee finanziert. In Zukunft sollen in der Schweiz spezifische Beobachtungsstationen mit optischen und elektromagnetischen Sensoren aufgebaut werden. Die Standortwahl trifft die Armee in Zusammenarbeit mit dem BAKOM. Das Kompetenzzentrum Weltraum wird diese Systeme später selbstständig betreiben. Im Endausbau sind teilmobile Lösungen geplant, um im Verteidigungsfall die Resilienz und Durchhaltefähigkeit zu gewährleisten.

Empfangs- und Kontrollstationen sind weitere notwendige Bodenstationen, die errichtet und betrieben werden müssen. Mittelfristig will die Armee die Funktionen der festen Bodenstationen auch auf teilmobilen Systemen in der Schweiz anwenden können. Dank Partnerschaften wird sie zudem Stationen ausserhalb der Schweiz betreiben, um Daten aus dem Weltraum je nach Position des Satelliten jederzeit schnell empfangen und verarbeiten zu können.

Im Bereich PNT treibt die Armee – parallel zu einem Zugang zum PRS[118] – die Härtung des AGNES-Systems zusammen mit swisstopo bis Mitte der 2030er-Jahre voran. Dies wird die Zuverlässigkeit, Leistung und Widerstandsfähigkeit von AGNES erheblich verbessern und Beeinträchtigungen durch Dritte auf PNT-gestützte Systeme und Nutzende verringern. Fähigkeitslücken in diesem Bereich werden deutlich reduziert. Es werden aber weitere Massnahmen nötig sein, um die Störungssicherheit von AGNES zu erhöhen.

118 Das Interesse der Schweiz am PRS-Signal hat der Bundesrat auch an anderer Stelle bereits betont.

7.9 Sicherheit

Der Schutz vor Gefahren und Bedrohungen im Weltraum konzentriert sich hauptsächlich auf die Datensicherheit und auf den Eigenschutz. Um Kollisionen zu vermeiden, muss die Armee die Umlaufbahnen in der unmittelbaren Umgebung von Satelliten und Nutzlasten kontinuierlich überwachen.

Risiken und Bedrohungen aus dem Cyberraum sind für das Weltraum-, das Boden- und auch für das Nutzersegment gleichermassen relevant. Es braucht einen End-to-End-Ansatz, um die Systeme abzusichern und eine sichere Datenübertragung zu gewährleisten. Mit den geplanten Vorarbeiten will die Armee die Kompatibilität von Datenformaten und Protokollen mit ihren zukünftigen Führungs- und Informationssystemen herstellen. Systeme sollen an internationale Standards angepasst werden und dadurch in der Lage sein, Daten schnell und sicher bereitzustellen. Dadurch verschafft sich die Armee einen Informationsvorsprung oder nutzt die Daten für internationale Kooperationen.

8

Anhang

8 Anhang

8.1 Glossar

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation. Das BAKOM vertritt die Schweiz in den relevanten internationalen Regulierungsgremien; in der European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), der International Telecommunication Union (ITU, einer Unterorganisation der UNO), an Weltfunkkonferenzen sowie in den Standardisierungsgremien des European Telecommunications Standards Institute (ETSI). Zudem vertritt das BAKOM die Interessen der Schweiz in den internationalen Satellitenorganisationen wie der International Telecommunications Satellite Organization (ITSO), der International Mobile Satellite Organization (IMSO) und der European Telecommunications Satellite Organization (EUTELSAT IGO).
Breitbandige Verbindungen	Breitbandige Satellitentelekommunikationsverbindungen bieten hohe Datenübertragungsraten, die schnellen Internetzugang, hochauflösendes Streaming und die Übertragung grosser Datenmengen ermöglichen. Diese Fähigkeit zur Übermittlung umfangreicher Informationen in Echtzeit macht sie unverzichtbar für moderne Kommunikationsbedürfnisse und ermöglicht auch das Fernsteuern von Systemen.
Demonstrator	Ein Demonstrator ist ein Modell, das entwickelt wurde, um die Funktionsweise oder den Nutzen einer neuen Technologie, eines Produkts oder eines Konzepts zu demonstrieren. Er kann sowohl auf der Erde als auch im Weltraum im Rahmen eines IOV oder IOD (siehe Abkürzungsverzeichnis) für technologische Zwecke eingesetzt werden.
ELINT	Electronic Intelligence (ELINT) bezeichnet die Aufklärung elektronischer Signale, die nicht für die Kommunikation bestimmt sind. Dazu gehören Radarstrahlungen und andere elektromagnetische Emissionen, um gegnerische Systeme zu identifizieren und deren Funktion zu analysieren.
ESA	Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) ist eine internationale Organisation von 23 europäischen Staaten zur Koordinierung und Durchführung gemeinsamer Weltraumaktivitäten. Ihr strategisches Ziel ist es, Europa technologisch und politisch unabhängiger von anderen Raumfahrtnationen wie den USA, China und Russland zu machen, einen eigenen Zugang zum Weltraum zu sichern und die Wettbewerbsfähigkeit in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung sowie Raumfahrtprogrammen usw. zu fördern. Die Schweiz gehört zu den Gründungsmitgliedern der ESA.
EUMETSAT	Die europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT ist eine zwischenstaatliche Organisation mit Sitz in Darmstadt, Deutschland. Sie wurde 1984 gegründet und zählt dreissig Mitgliedsstaaten. Die Schweiz gehört zu den Gründungsmitgliedern und ist Depositarstaat der EUMETSAT-Konvention. EUMETSAT ist für den operationellen Betrieb der europäischen Weltrauminfrastruktur im Bereich der Meteorologie zuständig und betreibt dazu eine Flotte von geostationären und polaren Wettersatelliten. Diese sammeln Daten und Bilder der Erde und ihrer Atmosphäre, die für Wettervorhersagen, Klimatologie, Hydrologie und Umweltbeobachtung genutzt werden.
Flight Model	Flight Models (FM) sind wiederkehrende Einheiten, die auf Basis des Protoflight Model (PFM) oder des Qualification Model (QM) gebaut werden.
Friedhofsumlaufbahn	Eine Friedhofsumlaufbahn ist eine Umlaufbahn, in die ausgediente Satelliten oder Raumfahrzeuge manövriert werden, wenn sie das Ende ihrer Betriebsdauer erreicht haben. Ihr Zweck ist, Platz in den nutzbaren, geostationären Umlaufbahnen oder anderen stark frequentierten Orbitalzonen freizumachen und die Gefahr von Kollisionen mit funktionierenden Satelliten zu minimieren.
GNSS	GNSS steht für «Global Navigation Satellite System». Es umfasst mehrere Satellitensysteme, darunter das US-amerikanische Global Positioning System (GPS), das europäische Galileo-System, das russische GLONASS-System und das chinesische Beidou-System. GNSS bietet eine globale Abdeckung und wird in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt, darunter Navigation, Vermessung, Landwirtschaft, Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigung.
IMINT	IMINT steht für «Imagery Intelligence» und bezeichnet die Erfassung und Auswertung von Bildern. IMINT-Satelliten erstellen hochauflösende Bilder der Erdoberfläche, die zur Aufklärung und Überwachung von militärischen und zivilen Objekten verwendet werden. Die Sensoren von IMINT-Satelliten können optische, infrarote und Radar-Bilder aufnehmen. Optische Sensoren nutzen das sichtbare Lichtspektrum, um Bilder der Erdoberfläche zu erstellen. Infrarote Sensoren nehmen mit dem Infrarotspektrum Bilder auch bei Nacht oder bei schlechten Lichtverhältnissen auf. Radar-Sensoren nutzen elektromagnetische Wellen, um Bilder der Erdoberfläche durch Wolken und Nebel zu erstellen. Diese Daten können auch für zivile Anwendungen verwendet werden.

Kooperation	Kooperation bezeichnet das Zusammenarbeiten von zwei oder mehr Parteien, um gemeinsame Aufgaben zu erfüllen oder gegenseitigen Nutzen zu erzielen. Sie bringen ihre Ressourcen, Fähigkeiten und Beiträge projektbezogen ein, teilen Informationen und handeln auf Basis von Vereinbarungen und gegenseitigem Vertrauen.
Künstliche Intelligenz	Künstliche Intelligenz (KI, oft auch englisch AI für artificial intelligence) ist ein Teilgebiet der Informationswissenschaften, das sich mit der Automatisierung von intelligentem Verhalten und dem maschinellen Lernen (ML) befasst. KI versucht einem Rechner beizubringen, menschliches Verhalten (z. B. menschliche Entscheidungsstrukturen) nachzuahmen. Zunächst waren dies ausschliesslich vordefinierte Algorithmen, die Intelligenz lediglich simulierten, beispielsweise bei Computerspielen. Das ML umfasst KI-Methoden, die es einem System erlauben, aus einer Menge von Daten zu «lernen», ohne dass sie explizit dazu programmiert wurden. Einsatzmöglichkeiten sind insbesondere die automatische Erkennung von Mustern (z. B. ungewöhnliches Verhalten) in grossen Datenmengen (Datenbanken, Netzwerken, Bilderkennung, Bewegungsdaten etc.) mit dem anschliessenden Auslösen von Aktionen. KI könnte in der Armee beispielsweise dazu verwendet werden, Nachrichten schneller und genauer auszuwerten, Logistikprozesse und Planungsaufgaben zu automatisieren, neue Datenquellen (öffentlich verfügbare oder beschaffte Daten, Bilder, historische Daten, Daten anderer Verwaltungsbereiche oder Partnerorganisationen) zu erschliessen und für die datenbasierte Entscheidungsfindung zu nutzen. Führung und Wirkung können damit zukünftig effizienter und effektiver werden.
Konstellationen	Eine Anordnung von Satelliten, die ein gemeinsames Ziel verfolgen. Eine Satellitenkonstellation, bei der die Satelliten mit konstantem Abstand in dieselbe Richtung fliegen, wird als Satellitenformation bezeichnet. In vielen Fällen wird eine Satellitenkonstellation zur globalen Abdeckung eines Dienstes eingesetzt (z. B. Satellitennavigation, Satellitenkommunikation und andere). Globale Abdeckung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Ausleuchtzonen der Satelliten die Erdoberfläche vollständig abdecken, so dass zu jeder Zeit an jedem Ort der Erde ein Satellit erreichbar ist (abhängig von den gegebenen lokalen Bedingungen).
Multidomain	Multidomain bezeichnet einen holistischen Denk- und Handlungsansatz zur Gewinnung von Resilienz in einem volatilen, unsicheren, komplexen und ambivalenten Umfeld. Divisionen, Silos, Anspruchsgruppen und Wirkungsräume werden aufgebrochen und entfalten gegenseitig komplementäre Synergien in einem umfassenden Ökosystem. Mit Multidomain kann auch eine militärische Vorgehensweise gemeint sein, um einer Bedrohung oder einer Gefahr aufgrund eines verzugslos antizipierten Umfeldes stufen- und wirkungsraumübergreifend, präventiv oder unmittelbar, skalierbar und verhältnismässig, im Verbund mit Partnern sowie präzise, gebündelt und abgestimmt entgegenzutreten.
New Space	New Space bezeichnet die kommerzielle Raumfahrt, die sich durch neue Technologien, Innovationen und einen stärkeren Fokus auf Marktwirtschaft auszeichnet und die Raumfahrt mit Geschäftsmodellen demokratisiert.
OODA-Loop	Der OODA-Loop ist ein Entscheidungsmodell mit den Phasen Observe (Beobachten), Orient (Orientieren), Decide (Entscheiden) und Act (Wirken). Er kann dem «Sensor-to-Shooter-Loop» gleichgestellt werden.
Operationelle Fähigkeit	Operationelle Fähigkeiten (OFä) beschreiben die Fähigkeitsausprägung sämtlicher operationeller Stufen.
Partnerschaft	In einer Partnerschaft bündeln Parteien ihre Kräfte, indem sie gemeinsame Fähigkeiten und Mittel einsetzen. Sie übernehmen Verantwortung, teilen Risiken und verfolgen langfristige, strategische Ziele. Die Zusammenarbeit ist verbindlich und wird häufig rechtlich vereinbart.
Positioning, Navigation und Timing	Dies ist ein System, das die Position, die Navigation und die Zeitsynchronisation von Objekten ermöglicht. PNT wird in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt, einschliesslich Navigation, Geodäsie, Luft- und Raumfahrt, Kommunikation und Finanzen.
PPP	Unter Public Private Partnership versteht man eine vertraglich geregelte Zusammenarbeit zwischen der öffentlichen Hand und einem privatwirtschaftlichen Unternehmen. Ziel eines PPP ist es, öffentliche Aufgaben mit Hilfe von privatem Know-how und Kapital effizienter und effektiver zu erfüllen.
Protoflight Model	Ein Protoflight Model (PFM) hat die Funktion des ersten Flugmodells und wird für «Delta-Qualifikationen» verwendet. Es muss nicht unbedingt identisch mit dem nachfolgenden Flugmodellen sein oder den vorherigen Satelliten entsprechen, falls Anpassungen vorgenommen wurden.
Prototyp	Ein Prototyp kann ein Qualification Model (QM) sein oder als Vorläufer (Precursor) fungieren und die Funktion eines PFM übernehmen, um eine IOV für eine Mission zu ermöglichen.
Qualification Model	Ein Qualification Model (QM) dient der Qualifikation eines gesamten Satelliten und wird nicht in den Weltraum geschickt.

SATCOM	Satellitentelekommunikation ist die Übertragung von Daten (Nachrichten, Gespräche, Videos, Bilder) über einen oder mehrere Satelliten zwischen zwei Bodenstationen. Die Übertragung erfolgt im Radiofrequenzspektrum, wobei die Frequenzbereiche Ku-Band, C-Band und L-Band am häufigsten verwendet werden.
Schmalbandige Verbindungen	Schmalbandige Satellitentelekommunikationsverbindungen zeichnen sich durch ihre hohe Energie- und Kosteneffizienz, grosse Reichweite und verbesserte Durchdringungsfähigkeit aus, was sie ideal für die Abdeckung entlegener Gebiete und die Vernetzung zahlreicher Geräte macht. Ihre Robustheit gegenüber Interferenzen und ihre Einfachheit in der Handhabung machen sie besonders geeignet für Internet-of-Things-Anwendungen (IoT) und für die Kommunikation in störungsanfälliger Umgebung.
SSA	Space Situation Awareness (SSA) bezieht sich auf das Verständnis und die Einschätzung der Weltraumumgebung – einschliesslich der Positionierung und Bewegung von Satelliten, Raumfahrzeugen und Weltraumschrott. Der Hauptnutzen der SSA liegt in der Sicherung von Weltraumaktivitäten, indem Kollisionen vermieden, Bedrohungen identifiziert und die Integrität von Satellitenmissionen gewährleistet werden. Aus militärischer Sicht ermöglicht SSA die Überwachung potenzieller Bedrohungen, die Koordination von Verteidigungsmassnahmen gegen Anti-Satelliten-Waffen (ASAT) und die Aufrechterhaltung der Kommunikations- und Überwachungskapazitäten, was für die nationale Sicherheit und Strategie entscheidend ist.
Systemresilienz	Systemresilienz ist die Fähigkeit von Systemen, mit externen Störungen umzugehen und nach der Störung in den Ursprungszustand zurückzukehren oder zumindest die wesentlichen Systemfunktionen wiederherzustellen.
Umlaufbahnen / Erdumlaufbahnen (Orbits)	Eine Umlaufbahn ist die Bahnkurve, auf der sich ein Objekt aufgrund der Gravitation um die Erde bewegt. Die Umlaufbahn wird durch drei Parameter bestimmt: Exzentrizität, Bahnneigung und Bahnhöhe. Es wird zwischen folgenden gängigen Umlaufbahnen resp. Orbits unterschieden: ▪ Niedrige Erdumlaufbahn (LEO): Höhe von 160 bis 2000 km ▪ Mittlere Erdumlaufbahn (MEO): Höhe von 2000 bis 35 786 km ▪ Geosynchrone Umlaufbahn (GSO): Höhe von 35 786 km mit einer Umlaufzeit von 24 Stunden ▪ Hochelliptische Umlaufbahn (HEO): Höhe von mehr als 35 786 km
Weltraumwetter	Weltraumwetter ist ein Begriff in Analogie zu atmosphärischen Wetterphänomenen auf der Erde und beschreibt Veränderungen im interplanetaren und interstellaren Medium, die insbesondere im erdnahen Bereich der Magnetosphäre wahrgenommen werden. Die Hauptursachen des Weltraumwetters sind der Sonnenwind und die galaktische kosmische Strahlung aus der Milchstrasse. Weltraumwetter ist eine Gefahr für die bemannte und unbemannte Raumfahrt und kann je nach Intensität zu reversiblen oder irreversiblen Schäden an Systemen in den Umlaufbahnen wie auch am Boden führen.
Weltraumschrott	Als Weltraumschrott werden Objekte bezeichnet, die sich in der Erdumlaufbahn befinden und keinen Nutzen mehr haben. Diese Objekte sind eine Gefahr für die bemannte und unbemannte Raumfahrt und können auf die Erdoberfläche stürzen, wenn sie nicht in der Atmosphäre verglühen. Im Dezember 2023 befanden sich rund 40 000 Objekte grösser als 10 cm, eine Million Objekte zwischen 1 cm und 10 cm und 330 Millionen Objekte zwischen 1 mm und 1 cm in der Erdumlaufbahn. Objekte, die grösser als 5 cm sind, können kontinuierlich beobachtet werden.

8.2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung	Erläuterung / Übersetzung auf Deutsch
AGNES	Automated GNSS Network for Switzerland	Netz von Bodenstationen zum Empfang von GPS-Signalen (von swisstopo betrieben)
ASAT	Anti-Satellite Weapon	Anti-Satelliten-Waffen
ASTRA	Bundesamt für Strassen	
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz	
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation	Reguliert die nationale Funknutzung und verwaltet das Funkspektrum in der Schweiz, koordiniert Funkvorhaben auf internationaler Ebene (inkl. Satelliten und Bodenstationen), weist nach Möglichkeit Frequenzen zu, erteilt Funkkonzessionen und verwaltet Orbitalpositionen von schweizerischen Satelliten.
DCS	Defensive Counter Space	Defensive Counter Space sind aktive und passive Massnahmen zum Schutz vor gegnerischen Angriffen oder Störungen.
D2D	Direct-to-Device	Direct-to-Device bezeichnet eine Kommunikationsmethode, bei der Daten direkt zwischen Geräten ohne Umweg über eine zentrale Infrastruktur wie einen Server oder Router übertragen werden.
EDA	Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten	
EDI	Eidgenössisches Departement für Inneres	
EUSPA	European Union Agency for the Space Programme	
EKF	Elektronische Kriegsführung	
ESA	European Space Agency	Europäische Weltraumorganisation
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites	Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten
FMN	Federated Mission Networking	Ein von der NATO 2015 initiiertes strategisches Programm, das nationale IKT-Infrastrukturen zusammenführt für einen effizienteren und effektiveren Informationsaustausch zwischen Staaten bei gemeinsamen Einsätzen.
GEO	Geostationary Earth Orbit	Geostationäre Umlaufbahn
GNSS	Global Navigation Satellite System	Globales Navigationssatellitensystem wie z. B. GPS, GALILEO, GLONASS oder Beidou
GPS	Global Positioning System	Satellitensystem, das der Positionierung dient
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik	
IOV	In-Orbit Verification	Ein System wird im Weltraum getestet, um seine Funktionstüchtigkeit und Leistungsfähigkeit unter realen Einsatzbedingungen zu bestätigen, bevor es im regulären Betrieb genutzt wird. Es geht darum, die Einsatzreife festzustellen.
IOD	In-Orbit Demonstration	Ein System wird im Weltraum erprobt, um zu demonstrieren, dass es unter realen Bedingungen funktioniert. Es geht darum, neue Prototypen und Technologien unter realen Weltraumbedingungen zu testen, bevor sie weiterentwickelt werden.
IMINT	Imagery Intelligence	Bildaufklärung mittels Sensoren im visuellen Bereich (IR, Radar, multispektral etc.)
ITU	International Telecommunication Union	Internationale Fernmeldeorganisation in Genf
KVR	Kriegsvölkerrecht	
LEO	Low Earth Orbit	Niedrige Erdumlaufbahn
MEO	Medium Earth Orbit	Mittlere Erdumlaufbahn
MND	Militärischer Nachrichtendienst	
NASA	National Aeronautics and Space Administration	Aeronautik- und Raumfahrtbehörde der USA
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organisation des Nordatlantikvertrags, auch Nordatlantikpakt genannt

NDB	Nachrichtendienst des Bundes	
NPOC	Swiss National Point of Contact for Satellite Images	Ansprechstelle im Bereich Satellitenbilder
OSINT	Open Source Intelligence	ELINT unter Nutzung öffentlich zugängiger Quellen
PNT	Positioning, Navigation, Timing	Positionierungs-, Navigations- und Zeitsignale
QM	Qualification Model	Siehe Glossar
PRS	Public Regulated Service	Geschütztes, verschlüsseltes Navigationssignal von Galileo
SATCOM	Satellitenkommunikation	
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation	
ELINT	Signals Intelligence	Siehe Glossar
SDA	Space Domain Awareness	Ziel von SDA ist es, ein umfassendes Bild der Weltraumumgebung zu erhalten
SSA	Space Situational Awareness	Weltraumüberwachung
SSO	Sun-Synchronous Orbit	Sonnensynchrone Erdumlaufbahn
UNO	United Nations Organization	Organisation der Vereinten Nationen
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation	
VBS	Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport	
WBF	Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung	

Impressum

Herausgeber: Schweizer Armee
Redaktion: Gruppe Verteidigung
Premedia: Zentrum digitale Medien der Armee DMA, 82.340.d
Copyright: 05.2025, Gruppe Verteidigung
Internet: www.armee.ch