

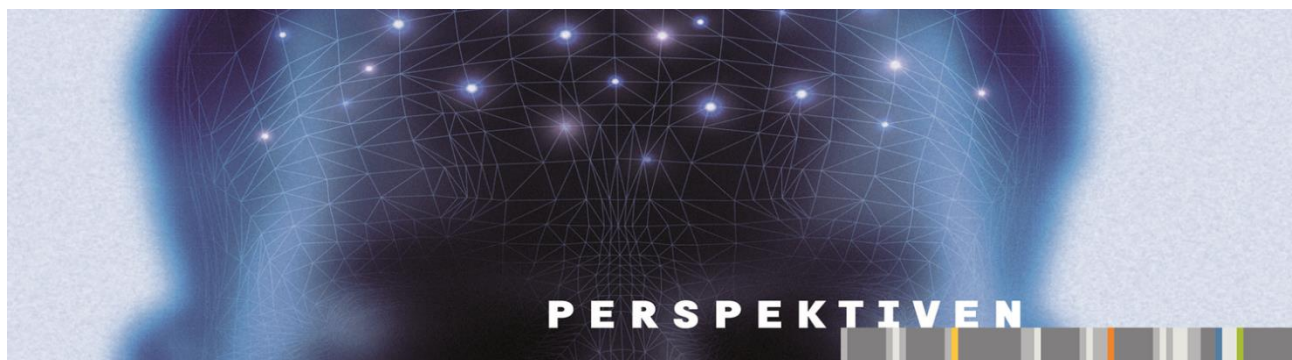


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,  
Bevölkerungsschutz und Sport VBS

**armasuisse**

Wissenschaft + Technologie



## **Langfristiger Forschungsplan (LFP) 2017-2020**

Forschungskonzept armasuisse mit  
Forschungsschwerpunkten und prioritären Themen

Thun, 20. Januar 2016

[www.sicherheitsforschung.ch](http://www.sicherheitsforschung.ch)

© **Copyright**

armasuisse  
Wissenschaft und Technologie (W+T)  
Forschungsmanagement und Operations Research  
Feuerwerkerstrasse 39  
CH-3602 Thun

**Ansprechpersonen**

Dr. Hansruedi Bircher; Tel.: +41 58 468 30 03  
hansruedi.bircher@armasuisse.ch

Gaston Rubin; Tel.: +41 58 468 25 97  
gaston.rubin@armasuisse.ch

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	4
Zusammenfassung .....	5
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Überblick Politikbereich .....</b>	<b>11</b>
2.1 Stand der Forschung und Kontext.....	12
2.2 Positionierung der Forschung im Amt .....	13
2.3 Gesetzlicher Auftrag und Grundlagen .....	20
2.4 Rückblick auf Periode 2012-2016 .....	22
2.5 Finanzierung .....	23
2.6 Herausforderungen und Handlungsbedarf .....	24
<b>3 Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen 2017-2020 .....</b>	<b>25</b>
3.1 Technologien für operationelle Fähigkeiten: Informationsüberlegenheit.....	26
3.1.1 Veranlassung und Nutzen.....	26
3.1.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	33
3.1.3 Zielsetzungen .....	34
3.1.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	39
3.2 Technologien für operationelle Fähigkeiten: Wirkung und Schutz .....	41
3.2.1 Veranlassung und Nutzen.....	41
3.2.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	45
3.2.3 Zielsetzungen .....	46
3.2.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	50
3.3 Technologienintegration für Einsatzsysteme: Unbemannte Mobile Plattformen	52
3.3.1 Veranlassung und Nutzen.....	52
3.3.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	55
3.3.3 Zielsetzungen .....	56
3.3.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	57
3.4 Innovation und Querschnittsthemen: Technologiefrüherkennung und Technologie-Monitoring .....	59
3.4.1 Veranlassung und Nutzen.....	59
3.4.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	61
3.4.3 Zielsetzungen .....	61
3.4.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	63

---

3.5	Innovation und Querschnittsthemen: Komplexität und Human Factors .....	64
3.5.1	Veranlassung und Nutzen.....	64
3.5.2	Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	66
3.5.3	Zielsetzungen .....	67
3.5.4	Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	69
3.6	Innovation und Querschnittsthemen: Materialwissenschaft und Energie .....	70
3.6.1	Veranlassung und Nutzen.....	70
3.6.2	Mehrwert der Forschungsergebnisse.....	71
3.6.3	Zielsetzungen .....	72
3.6.4	Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit.....	74
<b>4</b>	<b>Finanzierung 2017 – 2020</b> .....	<b>75</b>
4.1	Folgen der Umsetzung der Sparmassnahmen im Rahmen KAP 2014 .....	75
<b>5</b>	<b>Akteure und Schnittstellen</b> .....	<b>76</b>
5.1	Beschreibung der wichtigsten Akteure .....	76
5.2	Schnittstellen zu anderen Bundesämtern.....	76
5.3	Internationale Zusammenarbeit .....	77
<b>6</b>	<b>Organisation und Qualitätssicherung</b> .....	<b>78</b>
6.1	Interne Organisation .....	78
6.2	Externe Beratung durch die wissenschaftliche Begleitkommission.....	79
6.3	Qualitätssicherung (Ziele neue Periode) .....	79
6.4	Verbreitung des Wissens .....	81
<b>Anhang</b>	.....	<b>82</b>
Anhang 1:	Abkürzungsverzeichnis .....	82
Anhang 2:	Ressortforschung des Bundes .....	85
	- Definition der Forschung der Bundesverwaltung.....	85
	- Gesetzlicher Auftrag .....	86
	- Koordination der Forschung der Bundesverwaltung.....	87
	- Übergeordnete Ziele in der Periode 2017-2020 .....	90
Anhang 3:	Wissenschaftliche Begleitkommission.....	91
Anhang 4:	Gremien.....	91

## Vorwort

Das sicherheitspolitische Umfeld wandelt sich stetig und damit auch die Herausforderung mit den entsprechenden Chancen und Gefahren umzugehen. Der neue Sicherheitspolitische Bericht und die Botschaft zur Weiterentwicklung der Armee legen die Grundlagen zur Definition von Fähigkeiten, welche die Armee braucht, um künftigen Sicherheitsanforderungen begegnen zu können. Im heutigen Umfeld ist die Planung, die Beschaffung und der Betrieb



der Mittel für die Armee anspruchsvoller geworden. Dies hat nicht nur mit dem raschen Technologiefortschritt zu tun, sondern auch mit den Veränderungen in der Wirtschaft und in unserer Gesellschaft. Gefahren und Verwundbarkeiten haben sich aufgrund der weitgehenden Vernetzung und Internationalisierung gewandelt. Dies spiegelt sich in den benötigten Fähigkeiten und Einsatzmitteln wieder, welche für eine Milizarmee beherrschbar bleiben müssen. Die Komplexität des beschriebenen Umfelds benötigt eine umfassende Risikobetrachtung, damit Kosten und Nutzen von Einsatzmitteln abgewogen bleiben. Dabei spielt die Wahl der geeigneten Technologien eine wichtige Rolle. Sowohl bei der Planung wie auch bei der

Beschaffung und während des Betriebs ihrer Einsatzmittel ist die Schweizer Armee auf technisch-wissenschaftliche Expertisefähigkeit angewiesen, damit sie die Risiken hinsichtlich Kosten, Nutzen und Verwundbarkeit neutral beurteilen und so ihre Interessen gegenüber Dritten glaubwürdig vertreten kann.

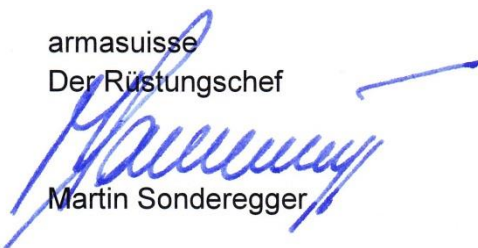
Forschung ist eine Investition in die Kompetenzen der Zukunft. Forschen bedeutet innovativ und kompetent zu sein. Forschen bedeutet aber auch in die Zukunft zu schauen, kommende Chancen und Risiken für die nationale Sicherheit rechtzeitig zu identifizieren und diese Erkenntnisse in die Prozesse der Armee einfließen zu lassen. Deshalb ist die Forschung sowohl ein Instrument zur Sicherstellung der künftigen Expertisefähigkeit von armasuisse als auch eine Grundlage zum Abbau von Planungs- und Beschaffungsrisiken.

Ziel der Forschung ist ein langfristiger, nachhaltiger und zeitgerechter Kompetenzaufbau unter Einbezug von Partnern aus internen und externen Kompetenzstellen, nationalen und internationalen Sicherheitsorganisationen, der Wissenschaft und der Industrie. Die Sicherstellung einer künftigen Expertisefähigkeit erfordert einen multidisziplinären Forschungsansatz. Demonstratoren dienen dazu, den Einfluss technisch-wissenschaftlicher Entwicklungen auf die operationellen Fähigkeiten von Sicherheitskräften aufzuzeigen, um damit die Planungsprozesse der Armee zu unterstützen.

Der langfristige Forschungsplan (LFP 2017-2020) legt die strategische Vorgehensweise und die Forschungsschwerpunkte fest. Diese orientieren sich an den sicherheitspolitischen Anforderungen, den Aufträgen und dem Leistungsprofil der Armee, sowie an der Teilstrategie Technologie V 2020, am Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee und an weiteren forschungsrelevanten Vorgaben.

Bern, 20. Januar 2016

armasuisse  
Der Rüstungschef

  
Martin Sonderegger

## Zusammenfassung

Der vorliegende Langfristige Forschungsplan (LFP) 2017-2020 legt dar, welche technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen die armasuisse in den nächsten vier Jahren für das VBS und die Schweizer Armee mit Hilfe von Forschungsaktivitäten festigt, weiterentwickelt oder aufbaut. Der LFP setzt zudem den Fokus auf den Nutznachweis der Forschung im Bereich der Sicherheits- und Verteidigungspolitik. Gleichzeitig werden die Anknüpfungspunkte für Forschungsk Kooperationen mit anderen Sicherheitspartnern aufgezeigt. Die Ressortforschung des Bundes ist der institutionelle Rahmen für den Aufbau und den Erhalt sicherheitsrelevanter technisch-wissenschaftlicher Kompetenzen und damit für die Sicherstellung einer neutralen und unabhängigen Expertisefähigkeit. Diese ist zum Abbau von technischen und somit auch finanziellen Risiken eine absolute Notwendigkeit. Ein wichtiger Teil der Forschung ist zudem die Fähigkeit zur Technologieintegration in Form von Demonstratoren. Diese dienen dazu, die sicherheitspolitischen Anwendungsmöglichkeiten und Gefahren technischer Innovationen zu beurteilen und in die Planungsprozesse der Armee einfließen zu lassen. Auf dieser Basis wurden für den LFP 2017-2020 folgende strategische Leitlinien definiert:

- **Anwenderorientierung:** Ergebnisse von zukünftigen Forschungsaktivitäten müssen primär für die Auftragserfüllung der Departementsbereiche Verteidigung und armasuisse genutzt werden können. Aus diesem Grund werden die Forschungsschwerpunkte weitgehend auf die Aufgaben<sup>1</sup> und operationellen Fähigkeiten der Armee, basierend auf dem Masterplanprozess und der Teilstrategie Technologie V, ausgerichtet.
- **Kompetenzen durch Kooperationen:** Um technisch-wissenschaftliche Kompetenzen für die Instrumente der Sicherheitspolitik bereitzustellen, müssen aufgrund der Komplexität bei der Aufgabenumsetzung und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen alle relevanten Akteure zusammenarbeiten. Der langfristig gestaltete Netzwerkaufbau und die Netzwerkpflege werden daher weiterhin gefördert, um die benötigte und zum Teil bereits vorhandene Kompetenzbasis mit Partnern aus der Wirtschaft, der Wissenschaft, anderen staatlichen Einrichtungen und internationalen Organisationen (z.B. EDA, NATO/PfP) optimal nutzen zu können.
- **Mittel- bis langfristiger Zeitfokus:** Die Forschung legt die Grundlage für den Aufbau von technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen, die in Zukunft benötigt werden. Verschiedene Technologien haben unterschiedlich lange Lebenszyklen, was sich auf den zeitlichen Betrachtungsfokus auswirkt. Daher müssen Substitutionstechnologien rechtzeitig erkannt werden, um Chancen und Risiken bei der Integration in bestehende Systeme oder Systemlandschaften beurteilen zu können. Wichtig ist aber auch das systematische und frühzeitige Erkennen sicherheitsrelevanter Technologietrends und technologiebasierter Bedrohungsentwicklungen in Form eines langfristig ausgelegten Technologiemonitorings.
- **Technologiebereitschaftsgrad:** Um einen möglichst effizienten Ressourceneinsatz zu gewährleisten orientiert sich die Bearbeitungstiefe der Forschungsaktivitäten von armasuisse an der Reife von Technologien. Interessant werden Technologien für die Forschung, sobald die Anwendung einer Technologie beschrieben vorliegt und der Nachweis ihrer Funktionstüchtigkeit im Umfeld von Sicherheitskräften zu erbringen ist. Diese Leistungen können mit einem moderaten Ressourceneinsatz erbracht werden. Mit zu-

<sup>1</sup> Verteidigung, Unterstützung ziviler Behörden und Friedensförderung

nehmender Ressourcenintensität werden Versuchsaufbauten im Labor und in der Einsatzumgebung realisiert. Der Bau von Prototypen und deren Weiterentwicklung zu qualifizierten Produkten kann mit den Ressourcen aus der Forschung armassuisse nicht alimentiert werden. Diese Schritte sind allenfalls im Zuständigkeitsbereich der Armeepfanungs- und Beschaffungsstellen.

- **Technologie-Lebenszyklus:** Für Innovationen und die Weiterentwicklung von Substitutionstechnologien ist der Technologie-Lebenszyklus zu beachten. Die Forschung armassuisse konzentriert sich aufgrund der beschränkten Ressourcen primär auf die Wachstums- und Reifephase von technologischen Entwicklungen (Schlüsseltechnologien), da vor allem hier in nützlicher Frist wirksame Fortschritte für die Praxis zu erwarten sind. Beim Erreichen der Sättigungsphase einer Technologie wechseln die Forschungsaktivitäten wenn möglich zu erfolgsversprechenden Substitutionstechnologien, die sich im Idealfall schon in der Wachstums- respektive Reifephase befinden.
- **Interdisziplinäre Vernetzung:** Der fähigkeitsorientierte Bezug der Forschung armassuisse erfordert eine interdisziplinäre Bearbeitung der Themen. Auch Themen, welche im sicherheitspolitischen Gesamtkontext betrachtet werden müssen oder mehreren fähigkeitsorientierten Forschungsthemen zugeordnet werden können, sind nicht zu vernachlässigen. Expertenwissen in diesen Bereichen ermöglicht die Qualität und die Leistung von Systemen massgeblich zu erhöhen und zusätzlich ein erhebliches Potenzial zur Optimierung von Kosten und Nutzen auszuschöpfen.

Vor diesem Hintergrund wurden die Forschungsschwerpunkte und prioritären Themen des LFP 2017-2020 definiert (Abbildung 7). In den nächsten vier Jahren stehen folgende wichtige Themenfelder im Fokus der Forschung:

- Informationsüberlegenheit mit Bezug auf die Fähigkeitsbereiche Führung und Nachrichtendienst und den Themenbereichen Aufklärung und Überwachung, Kommunikation, Cyberspace und Informationsmanagement;
- Wirkung und Schutz, wobei der Schutz des Menschen im Vordergrund steht und Wirkung als Begriff für die Gesamtheit aller letalen und nicht-letalen Instrumente und Mittel steht, mit deren Hilfe sicherheits- und verteidigungsrelevante Absichten bzw. Ziele mit der gewünschten Verhältnismässigkeit erreicht werden können;
- Technologieintegration für Einsatzsysteme: Unbemannte mobile Plattformen mit entsprechenden Fähigkeitsanforderungen der Streit- und der Sicherheitskräfte in den relevanten Operationsräumen;
- Innovation und Querschnittsthemen mit einem systematischen Technologiefrüherkennungsprozess und einer Relevanzbewertung der festgestellten technisch-wissenschaftlichen Trends. Sowohl das prioritäre Thema „Materialwissenschaften und Energie“ als auch „Komplexitätsmanagement und Human Factors“ adressieren querschnittliche Technologien und menschbezogene Faktoren, welche sich wesentlich auf die Leistungsfähigkeit von Sicherheitskräften auswirken.

## 1 Einleitung

Die Bundesverwaltung unterstützt oder initiiert wissenschaftliche Forschung, deren Resultate sie zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt und weil die Forschung im Kontext des Verwaltungshandelns im öffentlichen Interesse liegt. Entsprechende Forschung wird gemeinhin auch als "Ressortforschung" bezeichnet. Mittels der Forschung werden beispielsweise wissenschaftliche Grundlagen für die Politikentwicklung und -ausgestaltung in den verschiedenen Politikbereichen, für Vollzugsarbeiten im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben, für legislative Arbeiten oder für die Beantwortung und Umsetzung von parlamentarischen Vorstößen verfügbar gemacht. Die Forschung der Bundesverwaltung kann praktisch alle Ausprägungen von wissenschaftlicher Forschung, namentlich von der Grundlagenforschung über die anwendungsorientierte Forschung bis hin zur Entwicklung - z.B. im Bereich des Einrichtens von Pilot- und Demonstrationsanlagen - umfassen.

Die Forschung richtet sich nach klaren gesetzlichen Grundlagen. Einerseits ist das Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIGG mit der Totalrevision vom 14. Dezember 2012 als Rahmengesetz für die Ressortforschung ausgestaltet worden. Im FIGG werden die Massnahmen der Ressortforschung definiert: (1) den Betrieb bundeseigener Forschungsanstalten (sogenannte intra-muros Forschung), (2) Beiträge an Hochschulforschungsstätten für die Durchführung von Forschungsprojekten und -programmen, (3) die Durchführung eigener Forschungsprogramme in Zusammenarbeit mit Hochschulforschungsstätten, den Forschungsförderungsinstitutionen oder weiteren Förderorganisationen, (4) Beiträge von Bundesstellen an internationale Institutionen und Organisationen für Forschungsprojekte oder -programme sowie (5) die Erteilung von Forschungsaufträgen. Neben dieser übergeordneten Verankerung im FIGG ist die Forschung der Bundesverwaltung auf spezialgesetzliche Bestimmungen und die zugehörigen Verordnungen abgestützt. In diesen werden durch den Bund spezifische Verpflichtungen für die Durchführung von Intramuros- und Auftragsforschung sowie die Finanzierung in Form von Beiträgen an Forschungseinrichtungen oder -programme vorgegeben. Zudem setzen Verpflichtungen aus internationalen Vereinbarungen Ressortforschung voraus. Die Forschung der Bundesverwaltung nimmt daher auch eine wichtige Rolle auf der internationalen Ebene ein.

Der übergeordneten Koordination der Forschung der Bundesverwaltung wird ein besonderes Gewicht beigemessen. Mit der Totalrevision des FIGG ist ein permanenter interdepartementaler Koordinationsausschuss auf Gesetzesbasis etabliert worden, mit den Hauptaufgaben der Koordinierung des Vorgehens beim Erarbeiten der Mehrjahresprogramme und der Erarbeitung von Richtlinien über die Qualitätssicherung. Der Bundesrat hat elf Politikbereiche bestimmt, welche beauftragt wurden solche Mehrjahresprogramme in Form von ressortübergreifenden Forschungskonzepten auszuarbeiten. Hauptziele sind die optimale Abstimmung der Forschungsschwerpunkte unter den Bundesstellen und die Nutzung der Schnittstellen mit dem Hochschulbereich und den Forschungsförderungsinstitutionen. Das Qualitätssicherungskonzept der Forschung der Bundesverwaltung basiert auf den drei Pfeilern Forschungsmanagement, Berichterstattung und Wirksamkeitsprüfung. Mit der kürzlich erfolgten Revision der Richtlinien sind beim Forschungsmanagement die Aspekte der strategischen Planung, der transparenten Vergabeverfahren, der Projektinformation in der Datenbank ARAMIS, der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse und der Forschungsbegleitung besonders betont worden. Mit der Qualitätssicherung soll garantiert werden, dass sich die



---

Forschung der Bundesverwaltung an den Prinzipien der Gesetzmässigkeit, Zweckmässigkeit, Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit orientiert.

Die Aufwendungen für die jährlich in der Schweiz und im Ausland (Finanzierungsquelle Schweiz) gesamthaft durchgeführte Forschung und Entwicklung belaufen sich auf CHF 21.5 Mia. (letztmalige Erhebung für das Jahr 2012; Statistik BFS). Der Anteil der Forschung der Bundesverwaltung ist mit 1.1 Prozent gering (rund CHF 234 Mio. im Jahr 2012). Die Privatwirtschaft ist mit 63 Prozent die Hauptakteurin, gefolgt von Bund (17 Prozent), Ausland (10 Prozent) und Kantonen (9 Prozent). Der Bund fördert gemäss FIGF schwergewichtig Forschung und Entwicklung im Hochschulbereich, Forschungsförderungsinstitutionen wie den Schweizerischen Nationalfonds, wissenschaftliche Institutionen und die internationale Forschungszusammenarbeit. Der finanzielle Anteil der Forschung der Bundesverwaltung (Resortforschung) beträgt an den Gesamtaufwendungen des Bundes für Forschung und Entwicklung nur rund 6.6 Prozent. Die Bundesverwaltung ist zur Erfüllung ihrer Aufgaben auf die Verhältnismässigkeit ihrer Forschungsaktivitäten bedacht. Diese Aktivitäten sind auch als ein Instrument zu verstehen, welches mit der Generierung des notwendigen Handlungswissens auf Kosteneinsparungen in der Bundesverwaltung hinwirkt.

Die schweizerische Sicherheitspolitik hat zum Ziel, die Handlungsfähigkeit, Selbstbestimmung und Integrität der Schweiz und ihrer Bevölkerung, ihre Lebensgrundlagen gegen direkte und indirekte Bedrohungen und Gefahren zu schützen sowie einen Beitrag zu Stabilität und Frieden jenseits der nationalen Grenzen zu leisten. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es einer wirkungsvollen Zusammenarbeit verschiedener Organisationen. Einen wesentlichen Beitrag leistet dabei das Eidgenössische Department für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS).

Sicherheitspolitische Instrumente wie die Schweizer Armee oder die Blaulichtorganisationen müssen jederzeit lage- und damit auch risikogerecht eingesetzt werden können. Um dieser Anforderung zu genügen, sind stete Anpassungen vorzunehmen und entsprechende Massnahmen in der Doktrin- und Organisationsentwicklung, bei der Ausbildung, beim Material und beim Personal umzusetzen. Weil die Wechselwirkungen zwischen diesen Massnahmenbereichen insbesondere im Verbund mit anderen politischen Instrumenten oder ausländischen Partnern immer komplexer werden, spielen fundierte Kenntnisse der einzelnen Massnahmenbereiche im Kontext ihrer gegenseitigen Beeinflussung und ihres Umfelds eine immer entscheidendere Rolle.

Eine wirksame Ausrichtung der sicherheitspolitischen Instrumente muss somit einem dynamisch adaptiven Ansatz folgen. Deshalb gewinnt zukünftig die Zusammenarbeit und Vernetzung aller involvierten nationalen Sicherheitsinstrumente an Bedeutung. Eine erfolgreiche Zusammenarbeit setzt jedoch voraus, dass die erzielbaren Wirkungen der unterschiedlichen Instrumente und deren Art der Vernetzung und Wechselwirkung bekannt sind.

Wissenschaft und Forschung ist für die Bereitstellung der Grundlagen und Sicherstellung der technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen zur Identifizierung von aktuellen und künftigen sicherheitspolitischen Anforderungen und für die daraus abgeleitete adäquate Aufgabenbewältigung unerlässlich.

Das vorliegende Forschungskonzept legt in Form des Langfristigen Forschungsplans (LFP) für die Forschung armassuisse die entsprechenden strategischen Leitlinien fest und definiert die Forschungsschwerpunkte und prioritären Themen für einen Zeitraum von vier Jahren.

Dabei wurde die stete Entwicklung des Umfelds berücksichtigt und die inhaltliche Ausrichtung angepasst.

Die Ableitung der Forschungsschwerpunkte und prioritären Themen basiert auf einem Prozess, der die relevanten Entwicklungstrends des Umfelds, die sicherheitspolitischen Anforderungen mit den daraus abgeleiteten Fähigkeitsprofilen und Massnahmen, wie auch den Beitrag der Forschungsaktivitäten zur Bereitstellung der benötigten technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen berücksichtigt.

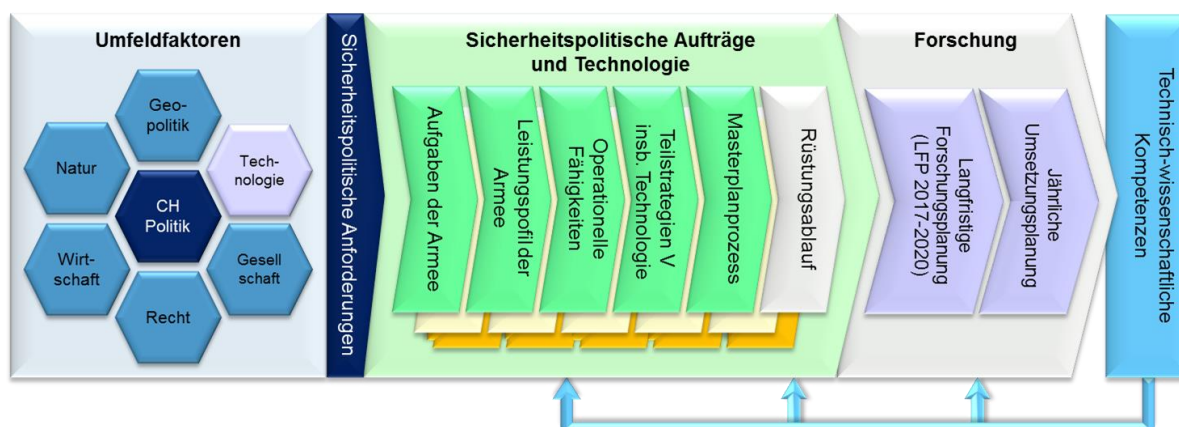


Abbildung 1: Vorgehensmodell für die Ableitung der Forschungsstrategie und der Forschungsschwerpunkte im Rahmen des Forschungskonzepts 2017-2020 mit der Zielsetzung die technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen für künftige Beratungs- und Expertisefähigkeit im Rahmen der Doktrinentwicklungs-, Planungs- und Evaluationsprozesse sicherzustellen.

Die Aufgaben der Armee, deren Leistungsprofil mit den benötigten operationellen Fähigkeiten sowie der Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee und die „Teilstrategie Technologie V 2020“ bilden die Grundlagen zur Erstellung der langfristigen Forschungsplanung und der thematischen Fokussierung auf Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themenbereiche. Ferner müssen allgemeine strategische Vorgaben aus der Bundesverwaltung, wie die Rüstungspolitik, die strategischen Forschungsleitlinien sowie die zur Verfügung stehenden Ressourcen berücksichtigt werden. Die Verdichtung der Themen zu konkreten Forschungsaktivitäten erfolgt durch Verknüpfung mit identifizierten Technologietrends. Diese basieren auf internen und externen technisch-wissenschaftlichen Erkenntnissen laufender Forschungsaktivitäten oder auf eigenen oder fremden Einsatz- und Testerfahrungen.

Wissenschaft und Technik unterliegen in einigen Gebieten einer sehr raschen Entwicklung. So sind beispielsweise in den Bereichen Bio- und Gentechnologie, Materialwissenschaften sowie Informations- und Kommunikationstechnologie grundlegende Innovations- und Veränderungsimpulse zu erwarten. Mittels Technologiefrüherkennung sollen Entwicklungen im nationalen und internationalen Umfeld kontinuierlich beobachtet werden, ohne dabei in die Tiefe zu gehen. Ziel ist es Themenfelder zu identifizieren, denen man bis anhin im Zusammenhang mit Sicherheitskräften noch keine Relevanz beigemessen hat, welche aber in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Dies ermöglicht im Bedarfsfall die Kenntnisse von fähigkeitsbezogenen Technologien und technischen Systemen mit weiteren Forschungsakti-

vitäten zu vertiefen. Das sicherheits- und verteidigungsrelevante Anwendungspotenzial vieler Technologiebereiche ist zweifellos vorhanden, jedoch in seiner genauen Ausprägung nicht ohne weiteres ersichtlich. Daher definiert das Forschungskonzept 2017-2020 im Forschungsschwerpunkt „Innovation und Querschnittsthemen“ mehrere prioritäre Themen, die noch keinen direkt ersichtlichen Bezug zu den operationellen Fähigkeiten der Armee aufweisen, sehr wohl aber das Potenzial haben, diese nachhaltig zu beeinflussen.

## 2 Überblick Politikbereich

Wie bereits einleitend erwähnt, verfolgt die schweizerische Sicherheitspolitik das Ziel, die Handlungsfähigkeit, Selbstbestimmung und Integrität der Schweiz und ihrer Bevölkerung zu wahren sowie ihre Lebensgrundlagen gegen direkte und indirekte Bedrohungen und Gefahren zu schützen. Zusätzlich soll ein Beitrag zu Stabilität und Frieden jenseits unserer Grenzen geleistet<sup>2</sup> werden. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es einer wirkungsvollen Zusammenarbeit vieler Sicherheitsinstrumente. Einen wesentlichen Beitrag für sicherheitspolitische Aufgaben leistet das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) mit den Departementsbereichen Verteidigung, Bevölkerungsschutz und armasuisse. Zum Politikbereich Sicherheits- und Friedenpolitik gehört aber auch die Abteilung Sicherheitspolitik (ASP) des Eidgenössischen Departements für auswärtige Angelegenheiten (EDA).

Der Departementsbereich Verteidigung (V) plant die Weiterentwicklung (WEA) und materielle Sicherstellung der Armee (MSA) gemäss dem Planungsprozess V. Der jährlich aktualisierte Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee ist ein Produkt dieses Planungsprozesses. Gemäss Organisationsverordnung für das VBS (OV-VBS<sup>3</sup>) stellt die armasuisse die technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen für die Armee und das VBS sicher. Im Speziellen wird darin dem Kompetenzbereich „Wissenschaft und Technologie“ die Funktion zugewiesen, den Technologiesupport für armasuisse sicherzustellen und den Wissenschafts- und Technologiebedarf des VBS im Rahmen von Netzwerken und Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern abzudecken. Die Grundsätze des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS basieren insbesondere auf dem Bericht zur Sicherheitspolitik<sup>2</sup> der Schweiz und dem öffentlichen Beschaffungsrecht<sup>4</sup>, wobei u.a. der Bedarf der Schweizer Armee und die Stärkung der sicherheits- und rüstungspolitisch relevanten Technologie- und Industriebasis der Schweiz für die Sicherstellung der wesentlichen technisch-wissenschaftlichen Kernkompetenzen im Rahmen von Beschaffungen und Kooperationen im Mittelpunkt stehen. Trends in Wissenschaft, Technologie und Märkten sollen systematisch erfasst und mittels angewandter Forschung jene technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen aufgebaut werden, die zur Unterstützung des Rüstungsablaufes erforderlich sind. Dazu sollen Netzwerke und Kooperationen mit Universitäten, Fachhochschulen, Instituten, Industrie und Verwaltung im In- und Ausland aufgebaut werden. Um die Abhängigkeit vom Ausland zu beschränken, ist beabsichtigt Kompetenzen in zentralen Technologiebereichen, wie beispielsweise Sensorik, Kommunikations- und Werkstofftechnologien sowie in Waffentechnik nach Möglichkeit in der Schweiz aufzubauen und zu sichern.

In der Verordnung des VBS über das Armeematerial<sup>5</sup> wird die armasuisse als interne Auftragnehmerin und zentrale Beschaffungsstelle bezeichnet, welche die notwendigen kommerziellen und technischen Kompetenzen für den Prozess der materiellen Sicherstellung der Armee bereitstellt. Zudem hat armasuisse das technische Fachwissen für das Armeema-

<sup>2</sup> Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Sicherheitspolitik der Schweiz (2010) und Entwurf (2016)

<sup>3</sup> Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport, SR 172.215.1 (2015)

<sup>4</sup> Bundesgesetz über das öffentliche Beschaffungswesen, SR 172.056.1 (2015)

<sup>5</sup> Verordnung des VBS über das Armeematerial, SR 514.20 (2011)

terial über den Lebensweg sowie die technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen für Evaluation, Beschaffung, Nutzungsphase, Ausserdienststellung und Entsorgung für den Departementsbereich V und Dritte sicherzustellen. Gezielt durchgeführte Forschungsaktivitäten tragen zum Auf- und Ausbau und damit zur Sicherstellung dieser Kompetenzen bei. Insbesondere die Schlüsselkompetenzen leisten einen unverzichtbaren Beitrag zu den Fähigkeiten moderner Streitkräfte, wobei die Schweizer Armee aus Kostengründen je nach Fähigkeit ein differenziertes Technologieniveau anstrebt.

## 2.1 Stand der Forschung und Kontext

Ziel der Forschung armasuisse ist die Sicherstellung wissenschaftlicher Kompetenzen zur Beratung und Unterstützung des Armeestabs und der Beschaffungsstellen von armasuisse in Technologiefragen. Die korrekte Ausrichtung der vorhandenen Kompetenzen wird jährlich im Rahmen der Leistungs- und Wirkungsevaluation (FLAG bzw. NFB) bewertet. Dabei wird einerseits mittels Stakeholderinterviews erhoben, ob der Kompetenzbereich Wissenschaft und Technologie der armasuisse (armasuisse W+T) aus ihrer Sicht sein Kompetenzportfolio entlang des Bedarfs ausgerichtet hat und andererseits, ob die Empfänger von Beratungsleistungen und Expertisen zeitgerecht und in der benötigten Qualität beraten wurden. In beiden Belangen hat armasuisse W+T in den vergangenen Jahren gute Resultate erzielt<sup>6</sup>. Technisch-wissenschaftlicher Kompetenzaufbau ist ein mittel- bis langfristiges Unterfangen. Deshalb kann seine Wirkung in Form von Expertise- und Beratungsfähigkeit auch erst mit Verzögerung festgestellt und beurteilt werden.

Es gibt jedoch auch kurzfristige Indikatoren. So kann beispielsweise die Kooperationsfähigkeit auf Expertenebene zur Validierung der Qualität und der Vergleich mit Forschungsprogrammen anderer Nationen zur Abschätzung der korrekten fachlichen Ausrichtung der Forschung verwendet werden. Dabei sind insbesondere die spezifischen nationalen Gegebenheiten aber auch die jeweilige Ressourcenlage zu berücksichtigen. Die Schweiz als Nation mit einem sehr bescheidenen Forschungsbudget im Bereich der Sicherheitstechnologien muss dabei bewusst Lücken in Kauf nehmen, sowohl in den ausgewählten Themen als auch in deren Bearbeitungstiefe. Der Vergleich mit den Forschungsthemen anderer westlicher Länder bzw. Organisationen und der Abgleich mit dem Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Armee zeigt, dass die thematische Ausrichtung der Forschung weitgehend dem Bedarf wie auch den technisch-wissenschaftlichen Trends entspricht. Die Qualität des Kompetenzaufbaus wird durch die Einbindung von Experten in nationale und internationale Netzwerke gefördert.

Die Entwicklung von Technologien, welche für Sicherheitskräfte relevant sind, wird heute in vielen Gebieten durch zivile Märkte getrieben. Deshalb hat die Bedeutung einer umfassenden Beobachtung von militärischen und zivilen Technologien zugenommen. Es geht darum, mögliche Risiken für die öffentliche Sicherheit rechtzeitig zu erkennen und technologische Fortschritte zeitgerecht in die Fähigkeitsentwicklung und Planung von Sicherheitskräften mit einbeziehen zu können. Aus diesen Gründen soll die Früherkennung technologischer Entwicklungen verstärkt und umfassender in die Entwicklungs- und Planungsprozesse einbezogen werden.

<sup>6</sup> Jahresreporting FLAG, armasuisse Wissenschaft und Technologie (2014)

## 2.2 Positionierung der Forschung im Amt

Die Streitkräfte der Zukunft müssen in der Lage sein, Veränderungen der Umweltbedingungen abzuschätzen bzw. auf solche flexibel zu reagieren. Dies setzt die Fähigkeit voraus, entsprechende Massnahmen wie doktrinelles Vorgaben, die Aus- und Weiterbildung, die Rekrutierung sowie die Ausrüstung und Materialbeschaffung rasch anpassen zu können. Die Forschung und Erkenntnisse aus den Expertennetzwerken führen zum Aufbau von Kompetenzen, welche es erlauben diese Veränderungen erfassen und beurteilen sowie die daraus resultierenden Massnahmen ableiten und beschliessen zu können. Die Aufgaben und das Leistungsprofil der Armee baut auf sechs Fähigkeitsbereichen auf, welche ihrerseits in 29 Fähigkeitskategorien mit insgesamt 210 operationellen Fähigkeiten (OFä) gegliedert sind.

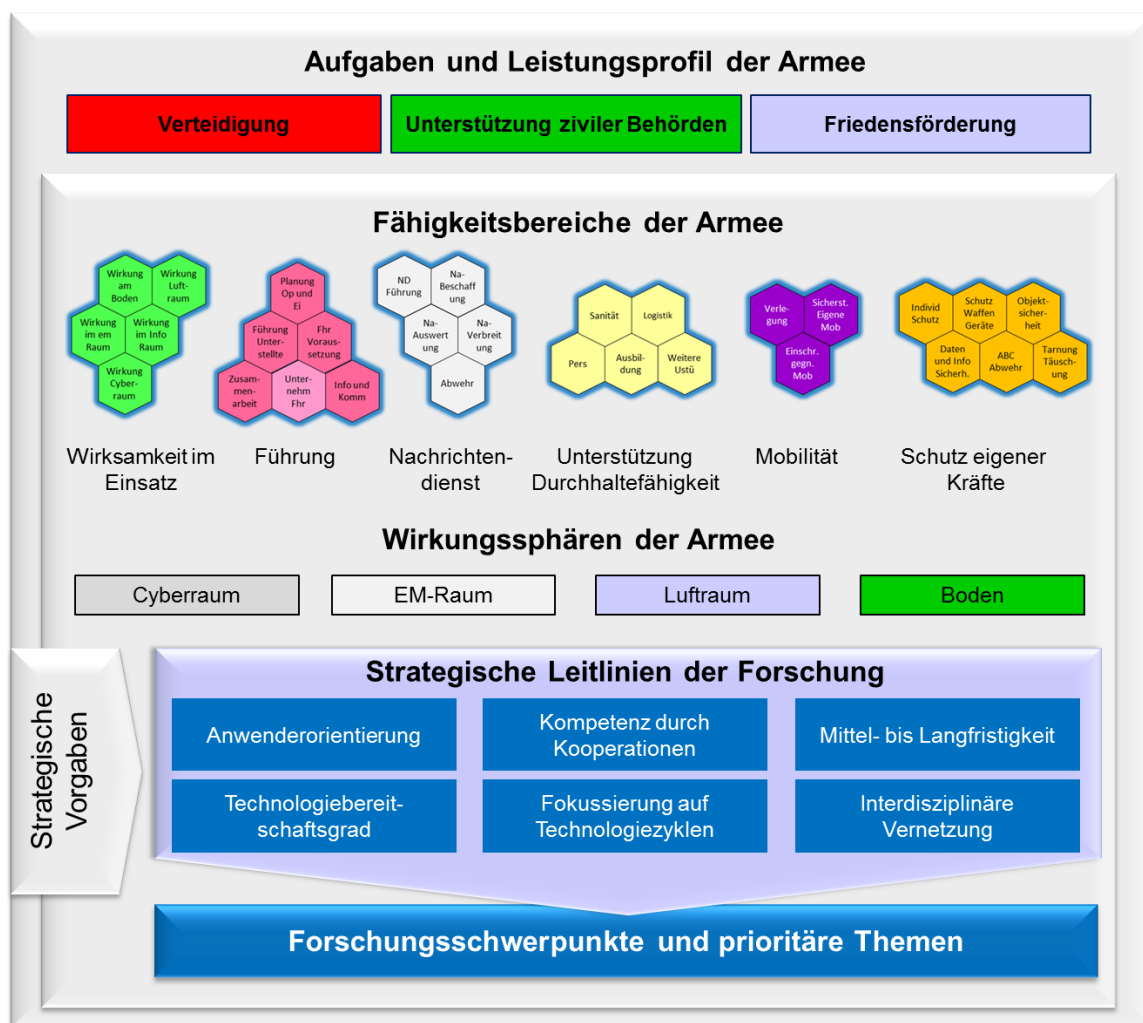


Abbildung 2: Ableitung der strategischen Forschungsleitlinien als Basis für die Festlegung der Forschungsschwerpunkte und der prioritären Themen

Diesen werden durch die Armeeplanung Prioritäten entlang einer vierstufigen Skala zugeordnet, welche von keiner Befähigung über Minimalbefähigung und Teilbefähigung bis zur Vollbefähigung reichen. Basis für die Prioritätensetzung ist einerseits die benötigte Zeit für den Aufbau einer Fähigkeit und andererseits die Vorwarnzeit, während der eine Fähigkeit für den operativen Einsatz zu erlangen ist. Die Priorisierung der operationellen Fähigkeiten definiert den Ausrüstungsbedarf der Armee und gewichtet damit auch die benötigten Techno-

logien. Die Armee muss ferner in der Lage sein, ihre Aufgaben (Verteidigung, Unterstützung ziviler Behörden und Friedensförderung) und die dafür benötigten operationellen Fähigkeiten in jeder Operationssphäre ausüben zu können.

Die Teilstrategie Technologie V 2020 legt Leitlinien für den gesamten Rüstungsprozess fest und definiert insbesondere, wie ein differenziertes Technologieniveau bei der Ausrüstung der Armee auf Stufe Fähigkeitsbereich umzusetzen ist. Damit werden auch die thematischen Schwerpunkte für den mittelfristigen technologischen Kompetenzaufbau und somit für die entsprechenden Forschungsaktivitäten gesetzt. Trotzdem ist eine klare Forschungsstrategie zum gezielten Einsatz der Finanz- und Personalressourcen unumgänglich, zumal die Komplexität wehrtechnischer Systeme zunimmt und sich der technologische Innovationszyklus stark beschleunigt hat. Bei der Erstellung des Forschungskonzepts 2017-2020 wurde neben der Teilstrategie Technologie V auch der Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Armee und weitere forschungsrelevante strategische Vorgaben anderer gesellschaftlicher Bereiche wie Sicherheitspolitik, Finanzen, Recht, Bildung, Wissenschaft, Technologie, Umwelt etc. berücksichtigt.

Die Forschung armasuisse verfolgt das Hauptziel, diejenigen technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen bereitzustellen, welche benötigt werden, um die Entscheidungsträger der Armee in Technologiefragen zu beraten, die Expertise- und Erprobungsfähigkeit entlang des Rüstungsablaufs sicherzustellen sowie Technologieentwicklungen und deren Einfluss auf die operationellen Fähigkeiten der Armee im Sinne einer Früherkennung aufzuzeigen und zu bewerten. Um Chancen und Risiken technischer Innovationen zu bewerten, soll auch in Zukunft mit Hilfe von Technologiedemonstratoren das Potenzial neuer Technologien in einsatzähnlichen Situationen aufgezeigt werden.

Folgende strategische Leitlinien sind für die Festlegung der Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche des Forschungskonzepts 2017-2020 von zentraler Bedeutung:

### **Anwenderorientierung**

Ergebnisse und technisch-wissenschaftliche Kompetenzen aus Forschungsaktivitäten müssen primär für die Auftragserfüllung der Departementsbereiche Verteidigung und armasuisse genutzt werden können. Aus diesem Grund werden die Forschungsschwerpunkte primär auf die operationellen Fähigkeiten der Armee und somit auf den Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee und die Teilstrategie Technologie V 2020 ausgerichtet. Die Logik bestehender Doktrin- und Planungsansätze zur Definition des Fähigkeitsprofils der Schweizer Armee wird im Bereich Forschung konsequent umgesetzt. Angestrebt wird eine Optimierung der Wirksamkeit und Effizienz eingeführter Technologien zur Gewährleistung der operationellen Fähigkeiten und das Aufzeigen von technologischen Optionen zur Schliessung von Fähigkeitslücken der Armee. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Risikominimierung und das Aufzeigen von Kosteneinsparpotenzialen im Zusammenhang mit technischen Systemen.

Auch die Ressortforschung muss den Kriterien Effektivität und Effizienz genügen. Für die Forschungsplanung bedeutet dies, Forschungsschwerpunkte so festzulegen, dass deren Ergebnisse einerseits für die unterschiedlichen Aufgaben der Armee und deren Support-Organisationen wirksam anwendbar sind und andererseits eine Steigerung der Effizienz in der Aufgabenerfüllung der Armee ermöglichen.

Eine zusätzliche Nutzung technisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse und von Forschungsergebnissen durch weitere Sicherheitskräfte wie Blaulichtorganisationen wird im Rahmen integrierter Lösungen angestrebt. Sicherheits- und verteidigungsrelevante Fähigkeiten wie Führung, Nachrichtendienst, Wirksamkeit im Einsatz, Schutz eigener Kräfte oder Mobilität entstehen aus der Kombination von doktrinen, strukturellen, führungsorientierten, ausbildungsspezifischen, materiellen, personellen, finanziellen, infrastrukturellen, sicherheitsspezifischen und interoperabilitätsbezogenen Massnahmen (DUOAMPFIS). Die mittels Forschung erlangten technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen sind insbesondere im Massnahmenbereich Material bei der Führung und Umsetzung aller Lebensweg-Phasen komplexer Systeme (von der Planung/Beschaffung bis zur Modernisierung und Ausserdienststellung respektive Entsorgung) von Bedeutung. Für fundierte Entscheide bei der Doktrin, Planung, Beschaffung und Logistik sind in der Regel aufgrund der Komplexität des leistungserbringenden Gesamtsystems (LGS) Ansätze wie Modellbildung und Simulation, Operations Research wie auch Methoden zur Evaluation des Einflusses disruptiver Innovationen auf die operationellen Fähigkeiten<sup>7</sup> unumgänglich.

Forschungsschwerpunkt	Prioritäres Forschungsthema	Fähigkeitsbereiche gemäss Militärdoktrin 17					
		Führung	Nachrichtendienst	Wirksamkeit im Einsatz	Mobilität	Schutz eigener Kräfte	Unterstützung und Durchhaltefähigkeit
Technologie für operationelle Fähigkeiten	Informationsüberlegenheit	hohe	hohe	hohe	mittlere	mittlere	mittlere
	Wirkung und Schutz	hohe	mittlere	hohe	hohe	hohe	hohe
Technologieintegration für Einsatzsysteme	Unbemannte mobile Plattformen	mittlere	hohe	mittlere	hohe	mittlere	hohe
Innovation und Querschnittsthemen	Technologiefrüherkennung, Komplexitätsmanagement, Materialwissenschaften, Soziotechnische Faktoren	hohe	hohe	mittlere	hohe	hohe	hohe

tiefe Bedeutung   
 mittlere Bedeutung   
 hohe Bedeutung

Abbildung 3: Geplante Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche 2017-2020 und ihre Bedeutung für die zukünftigen Fähigkeitsbereiche der Armee.

Die Anwendung von Forschungsergebnissen erfolgt auch im Rahmen internationaler Kooperationsprojekte, bei denen technisch-wissenschaftliche Kompetenzen für eine Teilnahme respektive Zulassung vorausgesetzt werden.

Die Bedrohungsveränderungen der letzten Jahrzehnte verlangen verstärkt nach integrierten Lösungen, die sicherheitspolitische Instrumente wie Armee, Bevölkerungsschutz, Polizei, Gesundheitswesen, Wirtschaftshilfe, Entwicklungszusammenarbeit und Aussenpolitik miteinander kombinieren. Es geht um eine systematische Vernetzung der Ziele, Prozesse, Strukturen, Fähigkeiten und Mittel aller sicherheitsrelevanten Akteure für Aufgaben im In- und Aus-

<sup>7</sup> z.B. CD&E: Concept Development and Experimentation



land. Im Vordergrund steht deshalb die Forschungsausrichtung auf technisch-wissenschaftliche Kompetenzen, welche möglichst mehrere sicherheitspolitische Interessen abdecken, um damit auch eine gesamtstaatliche Wahrnehmung moderner Sicherheitsaufgaben zu fördern. Dies erlaubt die mehrfache Nutzung der erarbeiteten Kompetenzen und Erkenntnisse durch verschiedene sicherheitspolitische Akteure.

Die vernetzte Operationsführung ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Bewältigung künftiger Aufgaben und Einsätzen der Armee, aber auch ihrer zivilen Partner. Dies hat technologische Konsequenzen, die im Rahmen der Forschung zu berücksichtigen sind. Ziel der vernetzten Operationsführung ist ein umfassender Informations-, Führungs- und Wirkungsverband, welcher Entscheidungsträger, Aufklärungs- und Wirkmittel optimal miteinander verbindet. Zudem erlaubt das Prinzip der vernetzten Operationsführung im Grundsatz militärische und zivile Sicherheitskräfte im Rahmen einer gemeinsamen Operationsführung einzusetzen.

Für die optimale Unterstützung der Einsatzkräfte und deren Fähigkeiten ist eine entsprechende planerische Flexibilität für die Ausrichtung auf das lagespezifische Risikobild zu gewährleisten. Deshalb muss auch die Forschungsplanung die erforderliche Flexibilität sicherstellen, um auf Ereignisse, veränderte Situationen oder neue Erkenntnisse aus der Früherkennung mit einer Neuausrichtung der Forschungsaktivitäten innerhalb bestehender Forschungsschwerpunkte reagieren zu können. Eine rollende Bedarfsermittlung stellt sicher, dass auf der Basis einer stabilen mittelfristigen Planung jährlich Anpassungen vorgenommen werden können, um erkannte Potenziale und neue Benutzeranforderungen frühzeitig, flexibel und zielgerichtet zu berücksichtigen.

### **Kompetenzen durch Kooperationen**

Um technisch-wissenschaftliche Kompetenzen für die Instrumente der Sicherheitspolitik bereit zu stellen, müssen aufgrund der Komplexität bei der Aufgabenumsetzung und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen alle relevanten Akteure zusammenarbeiten. Der langfristig angelegte Netzwerkaufbau und die Netzwerkpflege werden daher weiterhin gefördert, um die benötigte und zum Teil bereits vorhandene Kompetenzbasis mit Partnern aus Wirtschaft, Hochschulen, anderen staatlichen Einrichtungen und internationalen Organisationen (z.B. EDA, NATO/PfP) optimal nutzen zu können. Dank der Bildung von strategischen Partnerschaften soll die Kontinuität des Kompetenzaufbaus sichergestellt werden. Die Organisation/Durchführung von nationalen und internationalen Kooperationsprojekten sichert dessen Qualität und ermöglicht den Einblick in Kompatibilität und Standardisierung von Technologien und Systemen. Zudem ermöglichen Kooperationen den Zugang zu Schlüsseltechnologien, Einsatzerfahrungen und technischen Bedrohungsanalysen, aber auch eine bessere Übersicht hinsichtlich der Nutzung ziviler Technologien für Sicherheitskräfte. Die Einbindung von etablierten Forschungsstellen erfolgt nach Möglichkeit gemäss dem Add-on-Prinzip, welches auf bereits vorhandenen Kompetenzen des Kooperationspartners aufbaut und nur noch eine Beauftragung vorsieht, die auf spezifische Aspekte von Einsatzkräften fokussiert. Mit diesen Ansätzen werden die Kosten für die Forschungstätigkeiten der verschiedenen Kompetenz- und Kooperationspartner reduziert (Co-Finanzierung) und damit ein effizienter Ressourceneinsatz erzielt.

### Mittel- bis langfristiger Zeitfokus

Die Forschung armasuisse dient dem Aufbau von technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen, die in mittelfristiger Zukunft zur Aufrechterhaltung der Expertise- und Beratungsfähigkeit im sicherheitspolitischen Umfeld benötigt werden. Dabei kann sich der Kompetenzbedarf aus dem Masterplanprozess oder den laufenden Aufgaben der Armee ergeben, wenn etwa bereits verfügbare Technologien oder deren Vernetzung eine effizientere Erfüllung dieser Aufgaben ermöglichen würden. Wichtig ist jedoch auch das Erkennen von technologiebasierten Bedrohungsentwicklungen, wie z.B. aggressive Cyberspace-Aktionen mit Auswirkungen im realen Umfeld. Zudem sind die Chancen und Gefahren von Substitutionstechnologien (Technologien, die bereits bestehende und etablierte Technologien in naher Zukunft ablösen respektive ersetzen werden) abzuschätzen. Dabei ist auch die Relevanz und allenfalls der Erhalt von Kompetenzen für obsoletere Technologien zu beurteilen, deren Kompatibilität und Leistungsfähigkeit im Zusammenspiel mit künftigen Systemen zu beachten ist.

Im Rahmen einer technologischen Früherkennung verfolgt die Forschung armasuisse aber auch einen langfristigen Zeitfokus. Primär sollen sicherheitsrelevante Technologietrends rechtzeitig erkannt und ihr Disruptionspotenzial im zivilen und militärischen Bereich abgeschätzt werden. Damit wird sichergestellt, dass Technologien, welche sich nachhaltig auf die Fähigkeiten von Sicherheitskräften auswirken, erkannt und rechtzeitig Massnahmen ergriffen werden können. Sehr oft kommt eine disruptive Entwicklung erst zustande, wenn Fortschritte in den sogenannten „Enabler“-Technologien (indirekt systemwirksame Technologien, wie z.B. Nano- oder Informationstechnologie) relevant werden. Diese gelten als Disruptionsindikatoren und müssen daher im Sinne einer technologischen Früherkennung verfolgt werden.

### Technologiebereitschaftsgrad

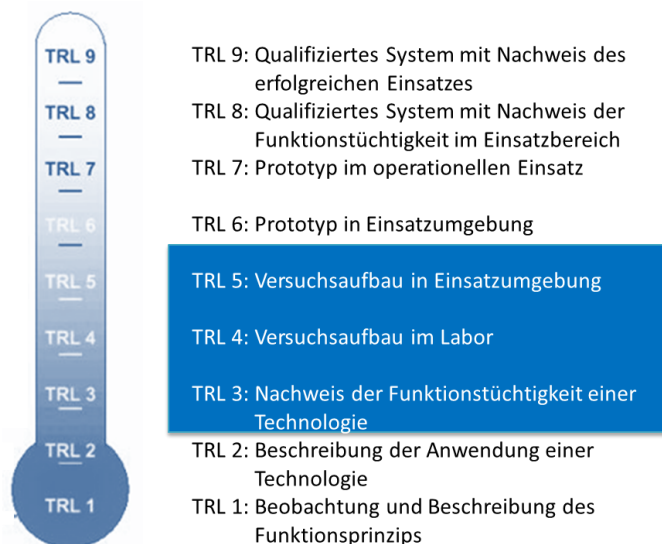


Abbildung 4:

*Schwerpunkt der Forschungsinvestitionen in Bezug auf den Technologiebereitschaftsgrad (TRL steht für Technology Readiness Level)*

Die Zielsetzung, technisch-wissenschaftliche Kompetenzen sicherzustellen, wird mit Forschungsaktivitäten verfolgt, welche sich von der Technologiefrüherkennung, über ein Technologiemonitoring und themenspezifischen Programmen bzw. Projekten bis hin zur Bereitstellung von Technologiedemonstratoren erstrecken. Damit wird im Rahmen der Forschung

die Bearbeitungstiefe festgelegt, welche je nach Reife einer Technologie sehr unterschiedlich sein kann. Zur Messung der Technologiereife wird das Technologiebereitschaftsgrad-Modell der NASA verwendet, welches inzwischen in sehr vielen westlichen Streitkräften und deren Beschaffungsorganisationen etabliert ist. Dieses bietet die Möglichkeit auf einer neunstufigen Skala den Reifegrad einer Technologie beginnend mit der „Beobachtung und Beschreibung eines Funktionsprinzips“ bis hin zur „Qualifikation eines Systems mit dem Nachweis eines erfolgreichen Einsatzes“ zu beschreiben. Zur Optimierung des Ressourcenaufwands im Rahmen der Forschung armasuisse fokussiert man sich primär auf die Technologiebereitschaftsgrade 3 bis 5, welche vom „Nachweis der Funktionstüchtigkeit einer Technologie“ bis hin zum „Versuchsaufbau in der Einsatzumgebung“ reichen. Auf diese Weise lässt sich die Fähigkeit der Expertisen- und Beratungskompetenz im sicherheitstechnischen Bereich effizient und zeitgerecht sicherstellen. Der Technologiebereitschaftsgrad 5 ermöglicht die Mitarbeit in allfälligen CD&E (Concept Development & Experimentation) -Projekten. Die Entwicklung von Prototypen bis zur Beschaffungsreife (TRL 6-9) wird von der Forschung armasuisse bewusst nicht abgedeckt und muss allenfalls im Rahmen des Rüstungsablaufs durch die Armeeplanung und die Beschaffungsstellen realisiert bzw. beauftragt werden.

### Technologie-Lebenszyklus

In Analogie zum Produktlebenszyklus durchlaufen auch Technologien einen Lebensdauerzyklus, wobei der Entwicklungsstand einer Technologie einen wesentlichen Einfluss auf strategische Handlungsoptionen hat. Für Innovationen und die Weiterentwicklung von Substitutionstechnologien ist daher der Technologie-Lebenszyklus zu beachten. Der Lebenszyklus beginnt gemäss S-Kurven-Modell mit einer Schrittmachertechnologie (noch nicht verfügbar, zukünftig relevant), die sich zur Schlüsseltechnologie (wettbewerbsentscheidend) weiterentwickeln kann und endet als Basistechnologie (Standard), die allenfalls durch innovative Technologien verdrängt wird.

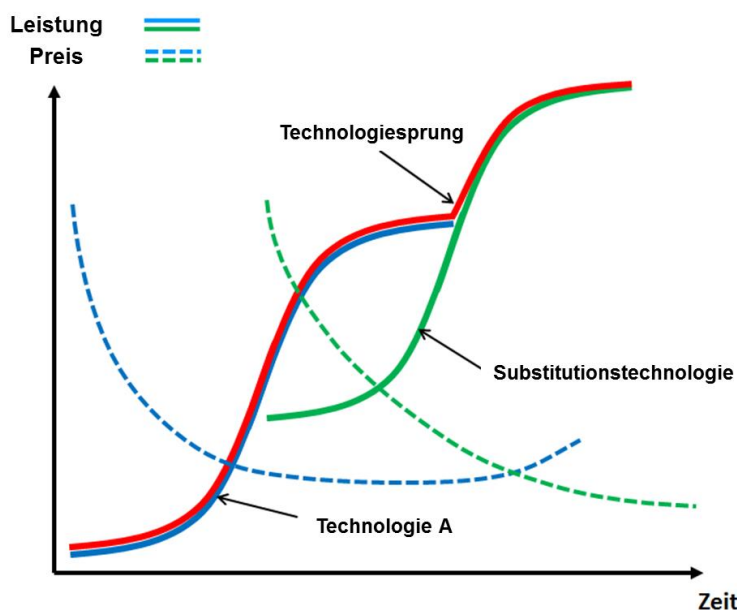


Abbildung 5:

Preis- und Leistungsentwicklung verschiedener Technologien gemäss dem S-Kurven-Modell. Die Forschung armasuisse konzentriert sich primär auf die Wachstums- und Reifephase, um Substitutionstechnologien rechtzeitig zu erkennen. So soll das Risiko vermindert werden, eine neue Technologie zum falschen Zeitpunkt einzuführen.

Die Forschung armasuisse konzentriert sich aufgrund der beschränkten Ressourcen bei den Technologielebensphasen primär auf die Wachstums- und Reifephase (Schlüsseltechnologie).

gien) da vor allem hier in nützlicher Frist wirksame und effizienten Fortschritte für die Praxis zu erwarten sind. Beim Erreichen der Sättigungsphase einer Technologie wechseln die Forschungstätigkeiten wenn möglich zu erfolgsversprechenden Substitutionstechnologien, die sich im Idealfall schon in der Wachstums- respektive Reifephase befinden. Damit reduziert die aufgebaute Kompetenz das Risiko, Technologien zum falschen Zeitpunkt (zu früh oder zu spät) einzuführen. Sowohl das Substitutionsrisiko durch neue Technologien wie auch die verlässliche Verfügbarkeit bestehender Systemtechnologien sind wesentliche Aspekte zur Vermeidung von Fehlinvestitionen.

### **Interdisziplinäre Vernetzung**

Forschungsergebnisse können einerseits einen direkten Nutzen für die Optimierung der operationellen Fähigkeiten der Armee erbringen, sind andererseits jedoch auch systemwirksam, indem sie Systemtechnologien indirekt verbessern („Enabler“-Technologien). So sind Querschnittsthemen, welche das sicherheitspolitisch relevante Gesamtsystem betreffen oder mehreren fähigkeitsorientierten Forschungsthemen zugeordnet werden können, nicht zu vernachlässigen. Expertenwissen in diesen Bereichen kann sowohl die Qualität und die Leistung von Systemen als auch die Effizienz des Bedienungspersonals massgeblich erhöhen und damit Gesamtkosten reduzieren. Eine umfassende Betrachtung und die besondere Beachtung der Vernetzung erlauben es, zusätzlich erzielte Synergieeffekte zu nutzen. Wichtige Innovations- und Querschnittsthemen sind beispielsweise die Technologiefrüherkennung, das Monitoring vielversprechender Technologietrends und -innovationen, die Evaluation der sicherheitspolitischen Relevanz solcher Trends, ökonomische Aspekte der Sicherheitstechnik, Komplexitätsmanagement (mathematische und statistische Analysen, Modellbildung und Simulation, CD&E), Materialwissenschaften, Energie, Wissensmanagement und der Einfluss des Menschen auf das Gesamtsystem (Human Factors, z.B. Mensch-Maschine-Schnittstellen).

## 2.3 Gesetzlicher Auftrag und Grundlagen

Der Auftrag für die Forschung armasuisse ergibt sich hauptsächlich aus der Organisationsverordnung für das VBS, der Rüstungspolitik des VBS, der Verordnung des VBS über das Armeematerial, dem Armeebericht 2010, dem aktuellen Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee und der Integrierten Aufgaben- und Finanzplanung (IAFP) für armasuisse Wissenschaft und Technologie. Zudem sind folgende Vorgaben und Grundlagen zu beachten:

### Bund

- Bundesverfassung (BV) SR 101, Art 57-60 Sicherheit, Landesverteidigung, Art 64 Forschung, Stand: 18. Mai 2014
- Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Sicherheitspolitik der Schweiz, 23. Juni 2010 und Entwurf 2016
- Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken, 19. Juli 2012
- Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen, 27. Juni 2012
- Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und Innovation (FIFG), SR 420.1, insb. Art. 16, Art 42, Art 45, Stand: 1. Januar 2015
- Verordnung zum Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (V-FIFG), SR 420.11, Stand: 1. Januar 2015
- Verordnung über das Informationssystem ARAMIS über Forschungs- und Innovationsprojekte des Bundes (ARAMIS-Verordnung), SR 420.171, Stand: 1. Januar 2014
- Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes - Richtlinien, 1. Revision vom 26. März 2014
- Grundsätze für die Erstellung der Konzepte 2017-2020 betreffend die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung in den 11 Politikbereichen, Oktober 2014

### Departementsbereich Verteidigung

- Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung (Militärgesetz, MG), SR 510.10, Stand: 1. November 2012
- Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (OV-VBS), SR 172.214.1, Stand 1. Januar 2014
- Verordnung des VBS über das Armeematerial (VAMAT), SR 514.20, Art 5 Anhang 2, 1. Januar 2011
- Armeebericht 2010, 1. Oktober 2010
- Zusatzbericht zum Armeebericht 2010, Zusatzauftrag SiK-S vom 18.11.2010, 28. März 2011
- Strategische Steuerung des Departementsbereichs Verteidigung, Ausgabe 2015
- 14 strategische Stossrichtungen der Schweizer Armee 2015-2020
- Militärdoktrin 2017 (MD 17), Doktringrundlagen der Armee, 21. November 2014
- Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee 2014, (Zeithorizont 2014 bis 2021), Planungsstand Dezember 2013
- Teilstrategie Technologie Verteidigung 2020, Zeithorizont 2014-2020, 9. Juli 2014

- Teilstrategie Vernetzte Operationsführung, 1. Mai 2011
- IKT Teilstrategie Verteidigung 2012-2025, 17. Februar 2012
- Rahmenvereinbarung über die Zusammenarbeit zwischen den Departementsbereichen Verteidigung und armasuisse TUNE14, Anhang IX-W+T, 1. Januar 2015
- Reglement 75.001 d Nachrichtendienst in der Armee (RNDA), Stand: 22. Januar 2007
- Verordnung des VBS über das Fliegerärztliche Institut (VFI), Stand: 27. November 2001
- Konzeptionsstudie Wissenschaft und Technologie des VBS für die Armee. Teil 1: Grundlagen, August 2002
- Konzeptionsstudie Wissenschaft und Technologie des VBS für die Armee. Teil 2: Umsetzung, August 2002
- Vorschlag für die Einführung des Konzepts CD&E. Genehmigte Fassung - GL PST A, 23. Oktober 2007

### **Departementsbereich armasuisse**

- Grundsätze des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS, 30. Juni 2010
- Beschaffungsstrategie des Bundesrates für das VBS, 31. März 2010
- Industriebeteiligungsstrategie, 31. März 2010
- Aktuelle Unternehmensstrategie armasuisse
- Kooperationsstrategie VBS – Privater und öffentlicher Sektor, 26. November 2010
- Strategische Ziele des Bundesrates für seine Beteiligung an der RUAG Holding AG (Eignerstrategie 2015-2019)
- armasuisse Wissenschaft und Technologie W+T, Businessplan (z. Hd. der Rüstungskommission), 11. Februar 2014
- NFB: Integrierte Aufgaben und Finanzplanung armasuisse 2017-2020, Leistungsgruppe Wissenschaft und Technologie (Entwurf)
- Managementsystem armasuisse (IMS AR): Technologie- und Forschungsmanagement (Prozess Id 2.20.25 und Dok Id 40031)
- Langfristiger Forschungsplan (LFP 2012-2016, Wissenschaft und Technologie, armasuisse), 22. Dezember 2011

## 2.4 Rückblick auf Periode 2012-2016

Im Rahmen des langfristigen Forschungsplans 2012–2016 wurden die Forschungsschwerpunkte „Technologien für operationelle Fähigkeiten“, „Technologie-integration für Einsatzsysteme“ und „Innovation & Querschnittsthemen“ systematisch bearbeitet und Erkenntnisse in Form von Expertisen und Beratungsleistungen zur Verfügung gestellt. Dies mit dem Ziel, die Schweizer Armee von der Planung bis zur Entsorgung ihrer Ausrüstung in Technologiefragen technisch-wissenschaftlich kompetent zu unterstützen. Dazu wurde eine rollende Bedarfsermittlung bei Armeepanung und Truppe etabliert, welche als Grundlage für eine stete Ausrichtung der Forschungsthemen dient. Im Rahmen der Forschungsschwerpunkte, bzw. der prioritären Themen wurden drei Forschungsprogramme mit den fähigkeitsorientierten Themensetzungen „Wirkung, Schutz und Sicherheit“, „Aufklärung und Überwachung“, sowie „Kommunikation und Cyberspace“ vorerst weitergeführt. Um das zunehmende Bedrohungspotenzial im Cyberraum genügend zu berücksichtigen, wurde das Programm „Kommunikation und Cyberspace“ in zwei eigenständige Forschungsprogramme aufgeteilt, wobei neben den klassischen Datensicherheits- und Computer-Network-Defence (CND)-Themen auch der Aspekt des Informationsmanagements aufgenommen wurde. Damit soll insbesondere die Informationsgewinnung für Sicherheitskräfte im Kontext sozialer Medien und Big Data adressiert werden. Im Gegenzug musste aus Ressourcengründen im Forschungsschwerpunkt „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ das prioritäre Themenfeld „Der Mensch als effiziente Einsatzkraft“ aufgegeben und damit die entsprechenden Forschungsaktivitäten grösstenteils eingestellt werden. Schliesslich entstand im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Innovation- und Querschnittsthemen“ ein neues prioritäres Thema: die Technologiefrüherkennung. Mit Hilfe eines eigenständig geführten Forschungsprogramms soll sichergestellt werden, dass Technologieentwicklungen im zivilen und militärischen Umfeld frühzeitig erkannt und deren Konsequenzen auf die Aufgabenwahrnehmung der Armee und anderer Sicherheitskräfte abgeschätzt werden können.

Als typisches Querschnittsthema wurde das Kompetenzzentrum „Human Factors“ etabliert, welches inzwischen Leistungen für fast alle Forschungsprogramme erbringt. Die Vielfalt der Themen, welche im Rahmen der Forschungsprogramme bearbeitet werden, erfordert diese untereinander, aber auch mit externen Kompetenzträgern zu vernetzen, damit technologische Synergien genutzt und Doppelspurigkeiten im Aufbau und Erhalt von Fachkompetenzen und Expertenwissen vermieden werden können. Dieses Bestreben wurde konsequent gefördert und soll auch in Zukunft weiter vorangetrieben werden. Der Einsatz von Technologie-Demonstratoren in einsatzorientierten Szenarien hat sich in vielen Fällen bewährt. Dieser erschliesst nicht nur die Möglichkeit das Potenzial von Technologien zur Weiterentwicklung der operationellen Fähigkeiten von Sicherheitskräften aufzuzeigen, sondern auch auf mögliche Bedrohungsrisiken hinzuweisen.

## 2.5 Finanzierung

Der Forschungsaufwand in den Jahren 2012 bis 2016 setzt sich aus Eigenleistungen und der Finanzierung von Aufträgen an externe Forschungspartner zusammen. Die Eigenleistungen umfassen das Forschungsmanagement, die Führung von Forschungsprogrammen und die Durchführung von Projekten in Bereichen, in denen keine externen Partner zur Verfügung stehen. Eigenleistungen werden im Form von Vollkosten, also unter Berücksichtigung sämtlicher Zuschläge im Sinne der mehrstufigen Deckungsbeitragsrechnung und gemäss Aufwand an Personen und Maschinen (Geräte, Labors, Anlagen) ausgewiesen. Der Rückgang der Eigenleistungen in den Jahren 2013/14 ist primär auf Vakanzen und Neubesetzungen mit Ausbildungsbedarf zurückzuführen. Die sehr enge Personaldecke hatte zur Folge, dass zeitlich gebundene Expertisen für Vorhaben und Beschaffungsprojekte vorgezogen und Forschungsprojekte zurückgestellt wurden. Die Reduktion der Investitionen in den Kompetenzaufbau ist kurzfristig durchaus vertretbar, zehrt jedoch mittel- und langfristig an der Kompetenzentwicklung und damit an der künftigen technisch-wissenschaftlichen Expertisefähigkeit von armasuisse. Der geplante Anstieg der internen Leistungen für die Forschung in den Jahren 2015/2016 konnte aufgrund vorgezogener Beschaffungsprojekte der Armee nicht wie vorgesehen umgesetzt werden. Die Internalisierung der Forschungsprogrammleitungen ist trotzdem weiter umgesetzt worden

Die Finanzierung von Forschungsleistungen externer Partner erfolgt auftragsbezogen auf Projektebene. Dabei wählt armasuisse seine Forschungspartner nach Möglichkeit auf der Basis der vorhandenen Grundkompetenz aus und erteilt die Forschungsaufträge auf den spezifischen Bedarf von Sicherheitskräften ausgerichtet, gemäss dem add-on-Prinzip. Durch den stetigen Druck auf die Finanzen des VBS standen für die Finanzierung externer Forschungsleistungen weniger Mittel zur Verfügung.

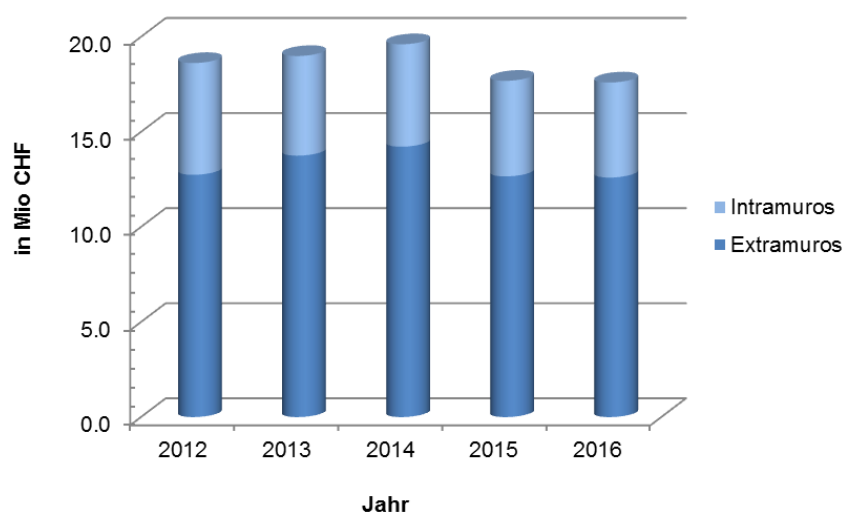


Abbildung 6: Intramuros- und Extramuros-Forschungsaufwand 2012-2016 der armasuisse



## 2.6 Herausforderungen und Handlungsbedarf

Gemäss den Grundsätzen des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS vom 30. Juni 2010 sind Trends in Wissenschaft, Technologie und Märkten systematisch zu erfassen und zu begleiten. Als wesentlich erachtete technisch-wissenschaftliche Kernkompetenzen sind sicherzustellen. Mittels angewandter Forschung sind diejenigen technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen aufzubauen, welche für den Rüstungsablauf in seiner Gesamtheit benötigt werden. Dazu tragen auch Netzwerke mit Universitäten, Fachhochschulen, Instituten, Industrie und Verwaltung im In- und Ausland bei. Die Verordnung des VBS über das Armeematerial (VAMAT) erteilt der armasuisse den Auftrag die notwendigen technischen Kompetenzen für den Prozess der materiellen Sicherstellung sowie die technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen für Evaluation, Beschaffung und Entsorgung für den Departementsbereich Verteidigung und Dritte sicherzustellen.

Der rasche technologische Fortschritt mit seinen kurzen Innovationszyklen in ausgewählten Technologiebereichen stellt sich der eher langfristig ausgerichteten Nutzung von Systemen der Armee entgegen. Der rechtzeitige (nicht zu frühe und nicht zu späte) Einstieg in eine Technologie und die zunehmende Komplexität, welche durch die fortschreitende Digitalisierung der Systeme, ihre Vernetzung und ihre Kompatibilitätsanforderungen entstehen, stellt eine Milizarmee vor grosse Herausforderungen, will sie ihre personellen und finanziellen Mittel gezielt und zeitgerecht verwenden. Ferner gilt es das Bewusstsein zu stärken, welche Gefahren und Abhängigkeiten sich aus der Nutzung moderner Technologien ergeben und eine gewisse Resilienz zu entwickeln, wenn diese in einer Krise nicht mehr zur Verfügung stehen.

Diesen Herausforderungen gilt es mit den notwendigen Kompetenzen entgegen zu treten. Im Rahmen des langfristigen Forschungsplans 2017-2020 sollen Kompetenzen entlang den prioritären Themenbereichen in den drei Schwerpunkten «Technologien für operationelle Fähigkeiten», «Technologieintegration für Einsatzsysteme» und «Innovation & Querschnittsthemen» erarbeitet werden. Dazu ist der Einbezug von nationalen und internationalen Expertennetzwerken mit Hochschulen und der sicherheitsrelevanten Industrie weiter zu vertiefen und situationsgerecht anzupassen. Die Instrumente der rollenden Bedarfsermittlung zur Ausrichtung und Koordination der Forschungstätigkeiten werden regelmässig überprüft und optimiert. Die Weiterentwicklung der Armee bedingt eine Anpassung auf Stufe der prioritären Themen. So soll dem Aspekt der Technologiefrüherkennung verstärkt Beachtung geschenkt werden, um Doktrin und Armeepanung technisch-wissenschaftlich fundiert unterstützen zu können. Im Weiteren wird der Fokus im Forschungsschwerpunkt «Technologieintegration für Einsatzsysteme» auf unbemannte mobile Plattformen konzentriert, da Systeme mit steigendem Autonomiegrad weltweit an Bedeutung gewinnen. Dabei sind Aspekte neuer Bedrohungen, einer reduzierten Risikoexposition der Einsatzkräfte und gesellschaftlich-ethische Grundsatzfragen zu beachten. Mit Hilfe von Technologie-Demonstratoren sollen Chancen und Risiken neuer disruptiver Technologien aufgezeigt und in realitätsnahen Szenarien bewertet werden.

### 3 Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen 2017-2020

Basierend auf den Vorgaben und den beschriebenen Prozessen (Abbildung 1) wurden durch die interne wissenschaftliche Begleitkommission und die verantwortlichen Experten des Fachbereichs „Forschungsmanagement und Operations Research“ der armasuisse drei Forschungsschwerpunkte (FSP) für die Jahre 2017-2020 abgeleitet und definiert. Die Forschungsaufsicht hat diese im Herbst 2014 an ihrer jährlichen Sitzung zur Kenntnis genommen und genehmigt.

Ein besonderes Gewicht wurde wiederum den operationellen Fähigkeiten der Armee beigemessen. So bezieht sich der erste FSP dabei direkt auf die operationellen Fähigkeiten der Armee. Dabei adressiert das prioritäre Themenfeld Informationsüberlegenheit die Fähigkeitsbereiche Nachrichtendienst und Führungsfähigkeit, wie auch die Wirkung im elektromagnetischen-, Cyber- und Informationsraum. Das zweite Themenfeld bezieht sich primär auf die Wirkung in der Luft und am Boden, sowie den Schutz eigener Kräfte. In den weiteren FSP wird der Fokus sowohl auf die Integration von Technologien für die Optimierung von Einsatzsystemen als auch auf Innovations- und Querschnittsthemen gesetzt.

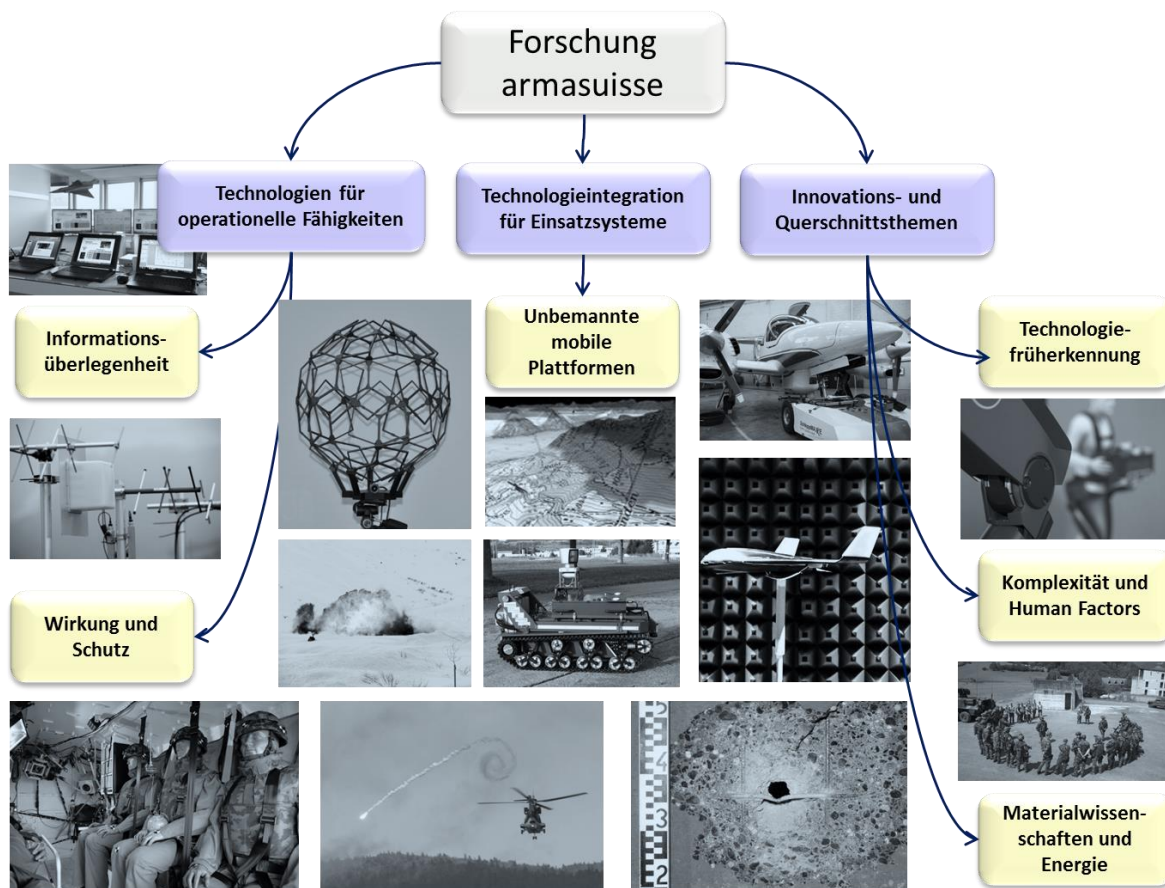


Abbildung 7: Geplante Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen für die Jahre 2017-2020

In den folgenden Kapiteln werden die prioritären Themen innerhalb der Forschungsschwerpunkte einzeln dargestellt und erläutert. Die Stichworte zu den einzelnen prioritären Themen enthalten auch Begriffe der European Defence Agency (EDA) als Informationsgrundlage für allfällige Kooperationsprojekte.

### 3.1 Technologien für operationelle Fähigkeiten: Informationsüberlegenheit

#### Stichworte

3D-Mapping, Abstandsaufklärung, Adaptive Antennen, Adaptatives Beamforming, AESA (active electronically scanned array), Akustik, Allwettertauglichkeit, Anonymität, autonome Überwachung, Bewegtzieldetektion, Big Data, bildgebende Verfahren, biologische Kampfstoffe, Breitbandtechnologie, C4I, Change Detection, Codierung, Compressed Sensing, Computertechnik, Continuous Authentication, Crowdsourcing, Cyberdefence, Cyberspace, Cyberwar, Datalink, Datenfusion, Datenschutz, Detektion und Identifizierung, Detektion mehrerer Ziele (multi-target tracking), DMTI (dismount moving target indication), Echtzeitinformation, elektromagnetisches Spektrum, Electronic Intelligence, Firewall, Frequenzmanagement, Georeferenzierung, Hacking, Holografie, Honeytrap, Hyperspektral, IFF (Freund-Feind-Erkennung), Informatiksicherheit, Information Operations, Informationsaufbereitung, Informationsschutz, Interferometrie, Internet of Things, Intrusion Detection, ISTAR, Kleindrohnendetektion, kognitives Radar, kognitive Radio, Kommunikationsrelais, kompromittierende Signale, Kryptologie, Lagebild, Laser, lokale Intelligenz, Lokalisierung, Malware, Mapping, MIMO, Miniaturisierung, mobile Kommunikationsnetze, mobiles Radar, Multifrequenz Antenne, multispektrale Infrarotsensorik, multistatisches Radar, Nachtsicht, Navigation, Optronik, Ortung, passives Radar, Peilung, Polarimetrie, Privacy, Restlichtverstärker, Satelliten, Schutzalarmierung, Semantische Datenstrukturen, Sensorfusion, Sensorik, Sensornetzwerke, Signal- und Datenverarbeitung, Signalformen, Signaturen, Simulation, Sniper detection, Social Media, SOCMINT, Software Defined Radio, Spektralanalyse, Sprachverständlichkeit, Spread Spectrum, Synthetic Aperture Radar (SAR), Telekommunikation, THz, Übermittlung, Überwachung-360°, Unlicensed Band, Visionik (Gated Viewing), Visualisierung, Warnsensorik, Weitwinkelsensorik, Wellenausbreitung;

**EDA:** Signaturbezogene Anwendungen (A02), Photonische/Optische Anwendungen (A04), Chemische, biologische und medizinische Anwendungen (A07), Informations- und Signalverarbeitung (A09), Signaturbeherrschung & Signaturverminderung (B05), Sensortechnik (B06), Kommunikations- und Informationstechnologien (B10), Integrierte Plattformen (C02), Aufklärungssysteme (C07);

#### 3.1.1 Veranlassung und Nutzen

Unsere Gesellschaft steht in einem umfassenden Wandel, der massgeblich durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien getrieben wird. Man spricht von der vierten industriellen Revolution, welche die Ökonomie, die Art der sozialen Interaktionen, die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklungen, aber auch den Bedarf an Sicherheitsinstrumenten für Individuen, Wirtschaft und Staat nachhaltig prägen wird. Basis dieser Entwicklung ist die hohe Verfügbarkeit von Informationen und Wissen, welche jederzeit, von jedem Ort aus und jederzeit aktuell abrufbar sind. Dies führt zu einer Beschleunigung des Informationsaustauschs und aller damit verbundenen Prozesse, welche schliesslich darauf abzielen einen Informationsvorsprung nutzen zu können. Diese Beschleunigung führt aber auch zu einer kaum überschaubaren Flut an Informationen. Die Komplexität der Informationsaufbe-

reitung steigt an. Längst ist die Verwertung grosser Daten- und Informationsmengen zum Geschäftsmodell global tätiger Konzerne und zur Quelle nachrichtendienstlicher Informationsbeschaffung geworden. Der Anspruch unserer Gesellschaft auf eine stete Verfügbarkeit



von Informationen und Wissen führt aber auch zu einer hohen Abhängigkeit, diese jederzeit uneingeschränkt nutzen zu können. Diese Abhängigkeit macht unsere Gesellschaft verwundbar, zumal der Trend zu Cloud-Computing und Internet-of-Things die Situation noch verschärfen dürfte. Die Verteilung und Übermittlung von Informationen auf einem ausgedehnten Netzwerk von Servern ist mit der Frage verbunden, wie die Integrität und Verlässlichkeit

aber auch die Sicherheit und Verfügbarkeit von Daten und Informationen in Krisenzeiten gewährleistet werden kann.

Diese Entwicklungen haben auch eine unmittelbare Auswirkung auf die Schweizer Armee. Die Führungszyklen werden durch die vernetzte Operationsführung zeitlich massiv verkürzt. Auch die klassische Kompetenzzuweisung muss aufgrund der Verfügbarkeit von Informationen auf unterster taktischer Stufe überdacht und angepasst werden. Insgesamt sind Entscheidungsträger in Einsätzen mit einer erhöhten Komplexität konfrontiert, in der die Verfügbarkeit von gesicherten aktuellen und entscheidungsrelevanten Informationen zentral ist. Neben den klassischen Faktoren der militärischen Operationsführung – Kraft, Raum und Zeit – ist die Information zum entscheidenden vierten Faktor für die erfolgreiche Auftragserfüllung geworden. Eine Hauptherausforderung von Streitkräften liegt darin, dass diese zunehmend im Rahmen von Konflikten unterhalb der Kriegsschwelle in einem zivilen Einsatzumfeld, mit einem unscharfen Bedrohungsbild zum Einsatz kommen. Beobachtungen aus den jüngsten Konflikten zeigen, dass sich das Schwergewicht in der Beschaffung von Informationen eher von rein technischen zu menschlichen Sensoren (HUMINT) und in Richtung taktischer Bildaufklärung (IMINT) mittels Drohnen verschoben hat. Da nicht-staatliche Konfliktparteien sehr oft digitale Medien und soziale Plattformen zu Propagandazwecken, aber auch zur Mobilisierung und Führung ihrer Anhängerschaft nutzen, hat auch die nachrichtendienstliche Auswertung dieser Informationskanäle stark an Bedeutung gewonnen. Insbesondere eine gezielte Auswertung von sozialen Medien (SOCMINT) wie Twitter oder Facebook, scheint dabei sehr ergiebig zu sein. Dazu braucht es jedoch Instrumente, welche die damit verbundenen Datenmengen bewältigen können.

Der Weltraum spielt für die Informationsüberlegenheit eine zunehmend wichtige Rolle. Seit rund zehn Jahren haben moderne Streitkräfte die militärischen Anstrengungen im Weltraum intensiviert. Die Schweizer Armee nutzt heute Navigationssignale aus dem Weltraum, Satellitenbilder und in Ausnahmefällen auch Satellitenkommunikation, welche in der Regel von kommerziellen Anbietern eingekauft wird. Sie betreibt keine eigenen militärischen Satelliten. Weil im Konfliktfall die Verfügbarkeit militärisch relevanter Leistungen nicht garantiert ist, darf sich die Schweiz nicht ausschliesslich auf die Unterstützung durch Dritte verlassen. Sicherheitskräfte müssen auch bei Teil- oder Ganzausfällen handlungsfähig bleiben. Dies verlangt nach Resilienz und Redundanz, wobei vertieft zu analysieren ist, welche Schlüsselfähigkeiten in Autonomie anzustreben und wo Kooperationen möglich und sinnvoll sind.

Die zeit- und auftragsgerechte Bereitstellung und Bearbeitung von Informationen bzw. ein zielgerichteter Informationsfluss werden idealtypisch durch effiziente Informationsaufbereit-

ung und effektives Informationsmanagement geleistet. Zu den formalen Verfahren der Informationsaufbereitung gehört die semantische Zusammenführung aller zur Verfügung stehenden Informationen aus unterschiedlichsten Bezugsmedien wie beispielsweise Bilder, Text, Ton, Geo-Tags oder Videos. Dabei bestehen die pragmatischen Mehrwertleistungen der Aufbereitung im Wesentlichen in Verfahren zur bedarfsorientierten Bereitstellung von Informationen, welche das Informationsverhalten der Beteiligten berücksichtigen und potenzielle Aufklärungsziele auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen und unübersichtlicher Lage erschliessen.

### 3.1.1.1 Lagebild

Die Armee und andere Institutionen des Staates (Skyguide, Polizei etc.) sind auf zeitnahe Lagebilder in den vier Wirkungsräumen (Boden, Luft, elektromagnetischer Raum und Cyberraum) angewiesen, um ihre hoheitlichen Aufgaben effizient und sicher erfüllen zu können. Ein aktuelles, vollständiges, stufengerechtes und übersichtliches Lagebild ist die Basis für fundierte Führungsentscheide und spielt daher als Führungsinstrument eine Schlüsselrolle.

In einem Lagebild werden Informationen zusammengefasst, welche zuvor durch einen Aufklärungsverbund, aber auch durch den Einbezug öffentlich zugänglicher Informationen (Crowd Sourcing) gesammelt, ausgewertet und aufbereitet wurden. Es dient dazu einem Entscheidungsträger die tatsächliche aktuelle Lage so genau wie möglich wiederzugeben. Das gemeinsame Lagebild, bei dem alle Informationen über fremde Akteure und die eigenen Sicherheitskräfte zusammenfliessen, spielt eine Schlüsselrolle für ein gemeinsames Lageverständnis und ein kohärentes Vorgehen verschiedener Verbände. Je nach Stufe, auf welcher das Lagebild erstellt wird, umfasst es die Informationen aller Teilstreitkräfte oder wird zusätzlich durch Informationen anderer Sicherheitsinstrumente des Staates (z.B. Nationale Alarmzentrale) zu einem gesamtstaatlichen Lagebild ergänzt.

Führungsinformationssystemen kommt beim effizienten Einsatz moderner Sicherheitskräfte eine besondere Rolle zu. Sie sind für alle Aufgaben der Schweizer Armee, sei es im Rahmen der Unterstützung ziviler Behörden, der Landesverteidigung oder der militärischen Friedensförderung, gleichermassen wichtig. So könnten z.B. Informationen von Blaulichtorganisationen in einem Lagebild zusammengefasst und durch weitere Informationen aus dem militärischen Bereich, aber auch von öffentlichen Versorgungsunternehmen sowie von Betreibern kritischer Infrastrukturen ergänzt werden. Das zentrale Ziel der Entwicklung von Führungsinformationssystemen ist das Echtzeitlagebild mit kontinuierlicher Georeferenzierung, zumindest aller eigenen Kräfte, aber auch schnellstmöglicher Integration aller Aufklärungsergebnisse.

Dass die Weiterentwicklung von Führungsinformationssystemen trotz scheinbar eindeutigen Anforderungen auch nach Jahrzehnten der Entwicklung nicht trivial ist, hat mehrere Gründe. Neben technischen Herausforderungen müssen auch Fragen der angemessenen Aggregation und Fusion zur Verfügung stehender Informationen, aber auch Aspekte des Datenschutzes oder einer adäquaten Visualisierung der Lage gelöst werden. Dabei wird rasch deutlich, dass eine optimale Lösung auf die Einsatzform und Kommandoebene mit unterschiedlichen Detaillierungsgraden und Darstellungsformen ausgerichtet werden muss. Aufgrund der Fortschritte in der Sensor-, Navigations-, Übermittlungs- und Displaytechnik wer-

den heute vermehrt lokale Lagedarstellungen auf unterster taktischer Stufe den einzelnen Soldaten zur Verfügung gestellt.

In der Erstellung einer ausgewerteten Luft- oder Bodenlage bestehen heute noch Fähigkeitslücken, welche in Zukunft geschlossen werden sollen. Eine übersichtliche und stufengerechte Darstellung der aktuellen Lage und die Nutzung von integrierten Simulationswerkzeugen, kombiniert mit dem Wissen und der Erfahrung der Entscheidungsträger, sind die Schlüsselemente für eine effiziente Informationsnutzung und eine erfolgsversprechende Operationsplanung und -führung.

### 3.1.1.2 Kommunikation

Kommunikation ist das Herzstück eines jeden Führungs- und Informationssystems, im militärischen genauso wie im zivilen Umfeld. Damit wird die sichere, robuste, echtzeitnahe und mobile Übertragung von Daten (Sprache, Bilder, Daten) ohne Medienbruch zu einem wesentlichen Bestimmungsfaktor des Missionserfolgs. Heterogene Kommunikationsnetzwerke sind bei der vernetzten Operationsführung von Bedeutung, weil keine der heute verfügbaren Technologien per se in der Lage ist, die sehr diversen und anspruchsvollen Anforderungen



abzudecken. Die Interoperabilität zwischen den eigenen Kommunikationssystemen und denjenigen der Kooperationspartner spielt dabei eine wesentliche Rolle. Entwicklungstrends in der Kommunikations- und Informationstechnik werden durch die Nachfrage in zivilen Märkten bestimmt. Damit ist ein immer grösserer Bedarf nach Bandbreiten zur Übertragung von Daten verbunden, so dass Mobilfunkanbieter ihre Netze stets ausbauen und mit neuester Technologie versehen. Dieser

Trend ist mit enormen Investitionen verbunden, welche nur getätigt werden können, wenn entsprechende Märkte vorhanden sind. Die Anforderungen hinsichtlich Abdeckung, Bandbreiten, Verfügbarkeit und Preis werden durch die Marktteilnehmer definiert. Die Anforderungen von Sicherheitskräften, wie beispielsweise die Resilienz eines Netzes während einer Krise, das Vermeiden von Störungen und Unterbrechungen, der Schutz vor unberechtigtem Informationszugang oder vor Informationsmanipulation sowie die prioritäre Nutzung in Krisensituationen sind bei zivilen Anbietern ungenügend berücksichtigt. Diese lassen sich kaum zu marktfähigen Preisen integrieren, weshalb Sicherheitskräfte gezwungen sind, unter entsprechender Kostenfolge spezifische Lösungen zu entwickeln, welche die notwendigen Leistungen auch in nicht regulierter oder sogar feindlicher Umgebung sicherstellen. Die Entwicklung von spezifischen Lösungen treibt aber nicht nur die Kosten in die Höhe, sondern führt auch zu Verzögerungen in der Realisierung von einsatztauglichen Lösungen. Somit entspricht Kommunikationstechnologie von Sicherheitskräften oftmals nicht der neuesten Generation des zivilen Markts. Aufgrund der sehr raschen Entwicklung in diesem Gebiet kann es für Sicherheitskräfte durchaus Sinn machen Technologieschritte zu überspringen. Auf alle Fälle sind diese Trends zu verfolgen und die Anschlussfähigkeit der militärischen Kommunikationsanwendungen an die zivilen Applikationen sicherzustellen.

Der Trend, immer grössere Daten- und Informationsmengen zu übertragen und damit immer grössere Bandbreiten zu beanspruchen, wird den Druck auf Frequenzbänder erhöhen, welche heute für Anwendungen im Sicherheitsbereich reserviert sind. Es gilt also die vorhandenen Frequenzressourcen möglichst effizient zu nutzen. Mit modernen Funktechnologien (Cognitive Radio) ist man in der Lage, hinsichtlich räumlicher Ausbreitung, Frequenz und benötigter Bandbreite angepasst auf die Situation im elektromagnetischen Raum zu agieren. Diese Entwicklung ist auch im Sinne robuster flexiblerer Netzwerke zur Sicherstellung mobiler Kommunikation von/zwischen Sicherheitskräften zu verfolgen.

### 3.1.1.3 Cyberspace und Informationsraum

Mit der nationalen Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken hat der Bundesrat den Grundstein für eine umfassende Behandlung der Cyber-Problematik gelegt. Dabei wurde Forschung als eine wichtige Massnahme zur Identifikation von Risiken definiert. Basierend auf den Vorgaben dieser Strategie liegt der Fokus auf der Frühwarnung vor Cyberrisiken und auftauchenden Bedrohungen, der allgemeinen Stärkung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz) von Schweizer Infrastrukturen und der generellen Reduktion von Cyberrisiken.

Staat, Infrastruktur, Wirtschaft und Gesellschaft sind in hohem Grad digital vernetzt. Die Auswirkung von Funktionsstörungen bei kritischen Infrastrukturen, beispielsweise bei der Wasser-, Elektrizitäts-, Gas- oder Telekommunikationsversorgung durch Cyber-Attacken wirken sich verzugslos und einschneidend auf viele Bereiche unserer Gesellschaft aus. Die Armee als strategische Reserve des Landes leistet ihren Unterstützungsbeitrag auch bei einer Cyber-Krise. So kann die Armee beauftragt werden, wichtige Kommunikationsverbindungen sicherzustellen, ausgewählte kritische Infrastruktur und sensible Objekte gegen physische, virtuelle und elektromagnetische Angriffe zu schützen.

Längst nicht jeder Cyberangriff ist militärisch motiviert. Bei der Cyber-Kriminalität geht es sehr oft darum, Aufmerksamkeit zu erlangen und gewisse politische Aussagen wirksam zu verbreiten. Ein probables Mittel dazu ist das Hacken von Webseiten, um Inhalte zu löschen oder zu verändern. Auch das Fälschen von Profilen in sozialen Medien kann dazu genutzt werden. Teilweise wirtschaftlich motiviert sind hingegen Attacken, bei denen ein Server lahmgelegt wird, indem man diesen mit Daten (z.B. Mails) flutet.

Anders stellt sich die Situation im Fall der Cyberspionage dar. Diese findet laufend, verdeckt und unabhängig von Konflikten statt. Dabei sind Regierungsnetzwerke mit klassifizierten Informationen genauso betroffen, wie Unternehmen und Forschungsinstitutionen. Deshalb ist der Schutz von Informationen auch ausserhalb von Krisenzeiten eine permanente und wichtige Aufgabe. Die weit fortgeschrittene digitale Vernetzung unserer Gesellschaft eröffnet nicht nur ein Feld für Cyberkriminelle sondern auch für Cyberterroristen. Rechtswidrige Angriffe nichtstaatlicher Akteure gegen Computer, Netzwerke, Informationen und Steuerungen von Anlagen und Infrastruktur, mit dem Ziel die Regierung und/oder die Bevölkerung eines Staates einzuschüchtern oder zu erpressen, werden als Cyberterrorismus verstanden. Aufgrund der Bedrohungslage und den potenziell negativen Auswirkungen auf die gesamte Schweiz ist das potentielle Schadenausmass als sehr gross einzustufen. Daraus resultiert im Bereich „Informationsüberlegenheit“ eine hohe Priorität für dieses Thema.

Cyberwar beschreibt schliesslich die Möglichkeit, den elektronischen Informationsraum für sicherheits- und verteidigungsrelevante Angriffs-, Abwehr- und Gegenmassnahmen zu nutzen. Ausserhalb offener Konflikte hat sich der Bereich der Computer Network Operations (CNO) in den letzten Jahren stark entwickelt. Ausländische Dienste nutzen diesen, insbesondere zur Beschaffung von Informationen intensiv. In der Schweiz gibt das neue Nachrichtendienstgesetz den Rahmen vor. Es ist abzusehen, dass sich die Auswertung von öffentlich zugänglichen Quellen (OSINT und SOCMINT), neben der klassischen Informationsbeschaffung, weiter etablieren und wichtige zusätzliche Informationen erschliessen wird. Der zunehmende Einsatz von Informations- und Kommunikationsmitteln erfordert deshalb auch entsprechende Schutzmassnahmen, insbesondere was die Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit der Informations- und Kommunikationssysteme betrifft. Dabei stellt die Verwendung ziviler Software und die Produktionskette wichtiger Hardwarekomponenten mit eingebetteten Softwarefunktionen ein schwer abschätzbares Verwundbarkeitspotenzial unserer Informations- und Kommunikationsinfrastruktur dar. Die Armeeführung erachtet mögliche Cyberangriffe auf die Schweiz als die „aktuell gefährlichste Bedrohung“ für das Land.

Die Armee muss jederzeit ihre eigenen Systeme und Infrastrukturen vor Angriffen schützen und Cyberattacken abwehren können. Die entsprechenden Mittel der Armee werden primär für den Eigenschutz eingesetzt. Bei Bedarf kann sie die zivilen Behörden subsidiär unterstützen, insbesondere in der Sicherstellung der Führungsfähigkeit mit Hilfe von geschützten und krisenresistenten Führungsunterstützungsmitteln.

#### 3.1.1.4 Aufklärung und Überwachung

Informationsüberlegenheit ist auf eine nutzerorientierte Nachrichtenbeschaffung angewiesen. Eine effiziente Nachrichtenbeschaffung lässt sich nur durch eine zielgerichtete, zeitgerechte und entscheidungsorientierte Informationsgewinnung gewährleisten. Schliesslich müssen die Informationen ausgewertet, stufengerecht weitergeleitet und entscheidungsunterstützend dargestellt werden. Die Aufklärung und Überwachung liefert einen wesentlichen Beitrag zur Beherrschung des Informationsverbunds zwischen Sensoren, Effektoren



und Entscheidungsträgern mit dem Ziel, dank Informationsüberlegenheit die Entscheidungsträger zu befähigen, auch Wirkungsüberlegenheit zu erzielen. Dabei spielen verschiedenste Quellen, Sensoren und Plattformen eine Rolle. Neben den klassischen Möglichkeiten, wie beispielsweise Aufklärung und Überwachung durch den Menschen, sind Bild-, Signal- und Radaraufklärung wichtige technische Informationsquellen. Dabei spielen Multisensorsysteme, intelligente sensornahe Auswerteverfahren

und Sensordatenfusion bei der Aufarbeitung der Informationen eine zentrale Rolle. Insbesondere die frühe Digitalisierung von Sensordaten und die stetig steigenden Prozessorleistungen lassen Echtzeitanwendungen und Vorauswertungen in hoher Qualität zu, welche noch vor ein paar Jahren nicht für möglich gehalten wurden. Diese Entwicklung trägt wesentlich zur zeitnahen Gewinnung und Aufbereitung von Informationen und zur Erstellung aktueller Lagebilder bei. Die enormen finanziellen Mittel, welche in Forschung und Entwick-



lung moderner Sensor- und Aufklärungstechnologien auf internationaler Ebene investiert werden, zeigen die hohe Priorität, das Potenzial künftiger Sensorgenerationen zur Generierung von Informationsüberlegenheit in einer vernetzten Operationsführung nutzen zu wollen. In diesem Zusammenhang lässt sich auch beobachten, dass weiterhin grosse Anstrengungen in den Bereichen elektronische Kriegsführung (EKF) und Gegenmassnahmen unternommen werden.

Auch in der zivilen Gesellschaft hat sowohl die Menge, wie auch die Qualität digitaler Sensordaten massiv zugenommen. Die Verbreitung entsprechender Informationen über soziale Medien und Netzwerke machen diese innert Kürze einer breiten Öffentlichkeit verfügbar. Es ist davon auszugehen, dass ortsfeste Installationen längst „aufgeklärt“ und entsprechende Bilder öffentlich zugänglich sind. Die fortschreitende Miniaturisierung von Sensoren trägt dazu bei, dass Daten von jedermann immer und überall aufgezeichnet werden können. Für Sicherheitskräfte bedeutet dies, dass sie damit rechnen müssen, jederzeit in ihrem Handeln dokumentiert zu werden. Deshalb prägt die Einhaltung von „Rules of Engagement“ immer mehr das Bild von Sicherheitskräften in der Öffentlichkeit. Andererseits bieten öffentlich zugängliche Information aus sozialen Netzen auch die Gelegenheit zur Nachrichtengewinnung, sofern man über die Fähigkeit verfügt mit grossen, nicht validierten Datenmengen umzugehen. Die Miniaturisierung von Sensoren und die Reduktion ihres Energiebedarfs trägt aber auch dazu bei, dass heute fast jedermann Mikrodrohnen verwenden kann, um an Bildinformationen aus der Luft zu gelangen. Dies bedeutet für Sicherheitskräfte, dass eine Aufklärung aus der Luft auch bei einer asymmetrischen Bedrohung sehr wahrscheinlich ist, wenn nicht Gegenmassnahmen ergriffen werden. Die Verfügbarkeit von ursprünglich militärisch genutzten Technologien für breite Bevölkerungsschichten lässt sich auch in der Infrarot-Bildgebung beobachten, welche neben der klassischen Radartechnik vermehrt in zivilen Fahrzeugen breite Anwendung findet.

Obwohl Nachrichtenbeschaffung, Aufklärung und Überwachung wesentlich durch die Verfügbarkeit, Vernetzung und Weiterentwicklung der technischen Systeme beeinflusst werden, kann dieses Thema nicht bloss auf technische Fragestellungen reduziert werden. Gerade in multinationalen oder subsidiären Einsätzen spielen organisatorische und kulturelle Prägungen sowie doktrinelle Vorgaben im Umgang mit Informationen eine entscheidende Rolle. Dem Aspekt der Interoperabilität ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Aufklärung und Überwachung spielen eine wesentliche Rolle in der Informationsgewinnung und damit in der Generierung von Informationsüberlegenheit. Der rasante technische Fortschritt der entsprechenden Technologiegebiete und ihre zentrale Rolle in der Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen auf verschiedenen Stufen erfordern die Sicherstellung vertiefter technisch-wissenschaftlicher Kompetenzen.

### 3.1.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse

Resultate und Erkenntnisse aus Forschungstätigkeiten in diesem prioritären Thema unterstützen die Schweizer Armee im Aufbau von informations- und kommunikationstechnischen Fähigkeiten, mit dem Ziel der vernetzten Operationsführung mit angemessener Informationsüberlegenheit.

#### 3.1.2.1 Mehrwert für A Stab, FST A, HEST, MND, FUB, HKA, LBA, HE, LW, NDB, BABS (NAZ, Labor Spiez), Blaulichtorganisationen

- Beurteilungsfähigkeit des Leistungs- und Entwicklungspotenzials neuer Technologien
- Beitrag zur Weiterentwicklung der Interoperabilität und der vernetzten Operationsführung mit zivilen Partnern im nationalen Sicherheitsverbund
- Verstärkung des Nachrichtenverbundes
- Förderung des besseren Verständnisses für die Wechselwirkungen zwischen Entscheidungsträgern, Sensoren und Wirkmitteln
- Technologieprognosen und Beratung von der Informationsgewinnung bis zur Lagebild-darstellung
- Empfehlungen für den optimierten Einsatz der Wirkmittel
- Empfehlungen für Tarnung und Täuschung
- Empfehlungen für optimale Mensch-Maschine-Schnittstellen bei modernen Überwachungs-systemen
- Verbesserung der Freund-Feind-Erkennung in einem Lagebild und die damit verbundene Optimierung der Operationsplanung
- Grundlagen für einen streitkräftegemeinsamen Ausbildungs- und Simulationsverbund
- Sensibilisierung bezüglich Gefährdung der eigenen Informationssicherheit und Entwicklung entsprechender Gegenmassnahmen
- Grundlagen zur Überwachung der Sicherheit von Computernetzwerken
- Technische Grundlagen für die Nachrichtenbeschaffung aus dem Internet
- Empfehlungen für die Generierung eines Lagebilds im Cyberspace
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee
- Technologieberatung zugunsten Militärdoktrin und Fähigkeitsmanager des A Stabs
- Empfehlungen für die Auswertung von Signaturen zugunsten des IMINT-Centers

#### 3.1.2.2 Mehrwert für armasuisse

- Technische Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sensoren (inkl. Radar) und von Gegenmassnahmen
- Reduktion von technischen Risiken bei Evaluationen und Beschaffungen
- Messung von Signaturen als Grundlage für Signaturmanagement und zur Beurteilung von eigenen und fremden Tarnmitteln und Tarnmassnahmen
- Berücksichtigung von Risiken betreffend Informationssicherheit (z.B. Intrusion Detection) bei Beschaffungsvorhaben und eingesetzten Systemen

### 3.1.3 Zielsetzungen

Neue technische Möglichkeiten sind aufzuzeigen und Fachkenntnisse für die Beratung und Beurteilung sind weiter voranzutreiben, um Leistungsgrenzen und die Integration von Technologien für neue Einsatzmöglichkeiten demonstrieren zu können.

#### 3.1.3.1 Lagebild

Im Lagebild werden die durch den Informations- und Führungsverbund gesammelten, ausgewerteten und aufbereiteten Daten dargestellt. Im Zentrum der Forschungsaktivitäten stehen hier Aspekte wie die Abstimmung zwischen Lagebildanforderungen und Architektorentwicklung, die Wechselwirkungen zwischen Informationsversorgung, -verarbeitung und -sammlung zugunsten der unterschiedlichen Führungsebenen, die Verdichtung und Aufbereitung von Daten aus unterschiedlichen Quellen und die eigentlichen Verfahren zur Lagebilddarstellung, welche teilweise bereits heute dreidimensional erfolgt sowie die Möglichkeiten automatisierter Lagebild-Generatoren (intelligente Agenten) und Methoden zur Sicherstellung einer hohen Kohärenz von Lagebildern unterschiedlicher Abstraktionsstufen und -richtungen. Die Freund-Feind-Erkennung (IFF) ist ein Aspekt der Lagebilderstellung, der ebenfalls untersucht werden soll. Wichtig ist in diesem Zusammenhang vor allem die Kompatibilität der eigenen Identifizierungssysteme und -verfahren mit denjenigen der nationalen und internationalen Kooperationspartner. Die Forschung soll sich mit den IFF-relevanten Technologien auseinandersetzen, um deren Entwicklungsmöglichkeiten und die daraus resultierenden Einsatzoptionen beurteilen zu können.

In Aufklärungs- und Überwachungsmissionen spielt zunehmend das lokale Lagebild eine Rolle. Lokale Lagebilder erlauben vor Ort schnelle und angepasste Reaktionen. Dies betrifft sowohl lokale Luftlagebilder (z.B. für die Abwehr von Kleindrohnen beim Schutz von Konferenzen) wie auch Bodenlagebilder (z.B. zur Aufklärung in symmetrischen wie auch asymmetrischen Bedrohungssituationen). Heute verfügbare Systeme vermögen die Anforderungen nicht vollumfänglich zu erfüllen. Im Rahmen der Forschung wird ein Multisensoransatz mit Datenfusion und moderner Sensorik untersucht, um die Leistungsgrenzen zu erfassen und neue kostengünstige und angepasste Möglichkeiten aufzuzeigen.

#### 3.1.3.2 Kommunikation

Hohe Forschungsrelevanz haben in diesem Bereich Themen wie Standardisierung künftiger Netze, Kommunikation ohne netzseitige Begrenzung, Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie autonome Sensornetzwerke. Hier geht es um die kontinuierliche Beobachtung der technischen Entwicklungen in der gesamten Bandbreite von der Festnetz-, über Mobil- bis hin zur Satellitenkommunikation. Die Echtzeitdatenübertragung ist eine wichtige Voraussetzung für die zeitverzugslose Führung der Streitkräfte im Einsatz und für die Synchronisierung der verschiedenen Einheiten und Wirkmittel. In der Praxis stellt Echtzeitdatenübermittlung eine grosse Herausforderung dar. Forschungsaktivitäten in diesem Bereich sollen, ausgehend von vorhandenen Übertragungskapazitäten und des Echtzeitdatenbedarfs der verschiedenen Nutzer, Auskünfte über die Weiterentwicklung des Netzwerkmanagements (Quality of Services, Priorisierung, Adressierung und Sicherheit) ermöglichen. Der Bedarf nach mobilen Kommunikationsnetzen ist die Folge des mit der vernetzten Operationsführung einhergehen-

den Trends zum temporären Einsatz kleiner, flexibler und dezentral agierender Einheiten. Um diese im Rahmen des gemeinsamen Lagebildes führen und in den gemeinsamen Informationsverbund einbinden zu können, ist das Management, die Mobilität und die Nutzung einer heterogenen Kommunikationsinfrastruktur am Boden, in der Luft und im Weltraum eine zwingende Voraussetzung. Forschung soll dabei insbesondere aufzeigen, wie die mit der mobilen Daten- und Kommunikationsübertragung verbundenen Probleme auch in Bereichen Abhörsicherheit, Störanfälligkeit und Verfügbarkeit gelöst werden können. In einem langfristigen Zeitfokus sollen die Auswirkungen neuer Generationen von Kommunikationsmitteln auf die Fähigkeiten von Sicherheitskräften und ihre Systemlandschaft untersucht werden. Eher mittelfristig angelegt ist dagegen die Evaluation von Vor- und Nachteilen neuer Kommunikationstechnologien für den Einsatz bei Sicherheitskräften. Deren spezifische Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen. Um die Komplexität dieser Fragestellungen zu meistern, wird der Aufbau einer entsprechenden Simulationsumgebung notwendig sein.

### **3.1.3.3 Cyberspace und Informationsraum**

Der Schutz von militärischen Cyber-Systemen und digitalen Informationen steht heute vor grossen technischen Herausforderungen. Die steigende Komplexität der IKT-Systeme, die höhere Mobilität, die weitverbreitete Nutzung drahtloser Kommunikation und die Anbindung kritischer C4I/STAR-Infrastrukturen an bzw. über offene Netze machen die bisherigen Schutzansätze oft ineffektiv. Eine Abschottung mit einem starken Perimeterschutz verliert immer mehr an Bedeutung. Neue dezentrale Schutzmechanismen sind gefragt.

Die Forschung armasuisse orientiert sich an der Cyberstrategie des Bundesrates und fokussiert auf den Schutz vor Cyberrisiken bei den C4I- und ISTAR-Systemen der Armee. Besondere Schwerpunkte werden für die Weiterentwicklung der militärischen Cyber Defense Fähigkeit gemäss Bedarf des militärischen Computer Emergency Response Teams (milCERT) sowie für die operationelle Fähigkeit „Computer Network Operations“ (CNO) gesetzt.

Mittels Forschung sollen Mechanismen und Verfahren von der Infektion bis zur Detektion von Hackerangriffen und Schadsoftware analysiert werden. Dabei geht es auch um die Erkennung von Fehlkonfigurationen und Fehlererkennung (fault detection), inklusive dem Umgang mit diesen Ereignissen (incident handling). Es geht um die Erkennung und Verhinderung von unbefugtem Zugriff, um die Erfassung von Metriken zur Quantifizierung der Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Integrität von militärischen Computernetzen sowie um die Analyse von Methoden zur Fehlerreduktion bei der Erkennung von infizierten Computern mit existierenden Intrusion-Detection-Systemen. Neue Sicherheitstechnologien für mobile und drahtlose Informationssysteme werden ebenfalls untersucht.

Soziale Medien haben sich in der Gesellschaft in den letzten Jahren weltweit etabliert. Nachrichtendienste können es sich nicht mehr leisten, auf soziale Medien als Informationsquelle zu verzichten. Zum einen sind soziale Medien sehr zeitnah am Geschehen und eignen sich daher gut als Quelle für ein Lagebild oder für ein Frühwarnsystem. Zum anderen werden solche Plattformen von Terrorgruppen intensiv genutzt, wodurch die Auswertung entsprechender Informationen einen wichtigen Beitrag zur Terrorbekämpfung liefern kann.

Bei der Analyse von öffentlich zugänglichen Informationsquellen und sozialen Medien stellen sich technologisch wie auch analytisch grosse Herausforderungen. Mit Hilfe der Forschung werden technische Mittel beurteilt, welche zur Beschaffung, Beeinflussung und Gegenwirkung im Informationsraum eingesetzt werden. Ein Fokus liegt auf der anonymen Informations-



beschaffung aus öffentlichen Quellen, ein anderer auf der Identifikation von Möglichkeiten zur automatisierten Informationssuche in öffentlichen Netzen (OSINT) und in internen unstrukturierten Datenbanken. Unter anderem werden skalierbare Methoden geprüft, um grosse Datenmengen (Big Data) anonym und in Echtzeit zu erfassen sowie hinsichtlich zeitlicher und lageabhängiger Relevanz zu klassieren. Zur Verarbeitung von Informationen sind Mög-

lichkeiten zur Filterung und automatisierten Fusion relevanter Daten und Inhalte, die Unterstützung von unterschiedlichen Datenstrukturen, Medienformate und Sprachen zu untersuchen. Dabei sind die automatisierte Integration und Digitalisierung von Informationen, die semantische Strukturierung gespeicherter Inhalte und Methoden zur Mustererkennung über verschiedene Informationsformen hinweg zentral.

Analytische Fähigkeiten sollen mit Hilfe von experimentellen Ansätzen auf der Basis von Demonstratoren und Prototypen angegangen und weiterentwickelt werden.

#### **3.1.3.4 Aufklärung und Überwachung**

Aufklärungs- und Überwachungstechnologien (IMINT, RADINT, MASINT, SAR, SATINT, VISINT und ACOUSTICINT) sind unverzichtbare Mittel zur Informationsgewinnung und zur Erstellung von Luft- oder Bodenlagebildern heutiger Streitkräfte. Aufgrund ihrer zentralen Bedeutung und der rasch einhergehenden Technologieentwicklung in diesen Gebieten ist es notwendig, diese mit hoher Priorität zu untersuchen.

Sensoren und Detektoren dienen in einem vorbestimmten Interessensraum der Erkennung, Klassifikation und Identifizierung von aufzuklärenden Objekten, Infrastrukturen, Personen, Aktivitäten und gefährlichen Stoffen. Die erfassten Sensordaten müssen kalibriert, prozessiert und georeferenziert werden, bevor sie fusioniert oder nachrichtendienstlich weiterverarbeitet werden können. Bei der Forschung im Sensorbereich geht es um die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sensoren unter Berücksichtigung verschiedener Rand- und Einsatzbedingungen, wie beispielsweise Wetterverhältnisse, Tageszeit und Einsatzraum (Topographie, Vegetation und Verbauung). Aber auch praktische Anforderungen wie die Echtzeitfähigkeit (Aktualität der Nachricht), der Schutz vor Gegenmassnahmen, der Energiebedarf, das Volumen oder maximale Erkennungsdistanzen müssen betrachtet werden.

Neben der Betrachtung des einzelnen Sensors wird vermehrt die Multisensorik und die damit verbundene Datenfusion zum zentralen Thema. Durch intelligente Verfahren besteht nicht nur die Möglichkeit aus den verschiedenen Sensordaten ein integriertes Lagebild zu erzeugen, sondern auch mit Hilfe von Sensorarrays beispielsweise Schallquellen zu orten

oder Interessensräume in dreidimensionalen Darstellungen zur Verfügung zu stellen, in denen man sich virtuell bewegen kann.

Aus der Sicht von Sicherheitskräften sind Weltraumanwendungen in den Bereichen Wetter-, Umwelt und Erdbeobachtung zur Kartographierung, Überwachung, Aufklärung sowie Positionsbestimmung und Zeitsynchronisierung zur Navigation wichtig. Um Grenzen und Möglichkeiten einer Satellitenaufklärung abzuschätzen, müssen die eingesetzten Technologien analysiert und bewertet werden. Hier geht es primär darum, neue Aufklärungsmöglichkeiten zu untersuchen, indem kommerziell erhältliche (dual-use) Satellitendaten analysiert werden, um den Einfluss der Atmosphäre hinsichtlich der erzielbaren Aufklärungsergebnisse beurteilen zu können. Auch in Bezug auf Navigation und Zeitsynchronisation sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit alternativen Technologien die Abhängigkeit von Weltraumsystemen zu minimieren um so das Risiko zu senken, bei Ausfällen die Systeme von Sicherheitskräften nur bedingt oder gar nicht einsetzen zu können.

In der Sensor- und Radartechnik (im visuellen, ultravioletten, infraroten und hyperspektralen Bereich, aber auch bei Millimeterwellenradarsystemen, Such- und Trackingradarsystemen, abbildenden Radarsystemen, Passivradarsystemen, Suchkopfradarsystemen und Akustik) werden regelmässig technische Fortschritte erzielt, welche die Aufklärungs- und Überwachungsleistung sowohl in der Luft als auch am Boden massiv steigern und so Lagebilder ergänzen. Die Fähigkeit, bewegte Objekte und Personen aus grosser Distanz bei allen Wetterlagen mit genauen Entfernungsinformationen zu erfassen, macht diese Sensorsysteme für den Einsatz teilweise unentbehrlich. In naher Zukunft sind diverse neue Ansätze in der Radartechnologie zu erwarten. Dies betrifft zum einen die sogenannten intelligenten Radarsysteme (Kognitive Radarsysteme) und zum anderen Radarsysteme, welche kaum mehr zu lokalisieren sind. (bi- und multi-statische Radarsysteme, Rauschradar, vorwärtsstreuende Radarsysteme, etc.). Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang auch Radarsysteme deren Zielidentifikation auf hoher Auflösung in radialer Richtung (sogenannte hochaufgelöste Entfernungstore) basiert. Es gilt die Leistungsgrenzen und Potenziale dieser neuen, aber auch komplexen Technologien zu erfassen.

In der Luft-Boden- bzw. Abstandsaufklärung rücken künftig auf internationaler Ebene drei Themengebiete ins Zentrum der Betrachtungen. Das erste betrifft das abbildende Radar (Synthetic Aperture Radar), welches aufgrund der Fortschritte in Hochfrequenzkomponenten und in der Signalverarbeitung hohe Bildauflösungen erzielen kann. Sogenannte Mehrkanalsysteme scheinen zukünftig in der Lage zu sein, menschliche Aktivitäten am Boden aus der Luft zu detektieren.

In der Luft-Bodenaufklärung ist in nächster Zeit auch mit dem Einsatz von Hyperspektralsensoren zu rechnen. Die klassische Bildinformation wird in verschiedene Wellenlängen aufgelöst zur Verfügung stehen. Mit Hilfe dieser Spektralinformation pro Bildpunkt können unterschiedliche Materialien identifiziert werden. Ferner ist als Technologietrend in der Abstandsaufklärung noch die Weitwinkelsensorik zu nennen, welche im visuellen und thermischen elektromagnetischen Spektrum wie auch im Radarwellenbereich zur Anwendung kommt. Grundsätzlich erlauben moderne Weitwinkelsensoren einen grossen Suchraum in hoher Auflösung aufzuklären, was in der Vergangenheit nicht gleichzeitig möglich war. Neben dem Erarbeiten von theoretischen Grundlagen sollen in den drei aufgeführten Themengebieten die Grenzen der Sensorik beschrieben und praktische Erfahrung mit Experimentalsensoren gewonnen werden.

Die Akustik hat als Aufklärungsmöglichkeit durch den Einsatz von Mikrofon-Arrays an Bedeutung gewonnen. Diese lassen die Ortung von Schallquellen zu, was beispielsweise zur bodengestützten Überwachung des Luftraumes oder zur Lokalisierung von Heckenschützen genutzt werden kann. Ferner können Mikrofon-Arrays bessere Empfangsleistungen aufweisen als klassische Richtmikrofone. In der Forschung wird man sich auf die Lokalisierung von Heckenschützen unter schwierigen akustischen Bedingungen, z.B. an Bord eines Helikopters, konzentrieren.

Um zu verstehen, wie Auswertungen automatisiert und Benutzerschnittstellen optimal ausgestaltet werden können, soll schliesslich auch die Vorgehensweise des Menschen bei der Auswertung von Aufklärungsergebnissen und sein Umgang mit komplexen Informationen untersucht werden.

### 3.1.3.5 Umsetzungsziele

Das Forschungsprogramm „Kommunikation“ wird weitergeführt und die Kompetenzfelder dem Bedarf der Stakeholder und den aktuellen technologischen Entwicklungen angepasst. Das Management eines mobilen heterogenen Kommunikationsnetzes zum Zweck der Sicherstellung der wichtigsten Dienste wird in einer Demonstrationsumgebung aufgezeigt. Die Machbarkeit und die Grenzen der Umsetzung von serviceorientierter Architektur (SOA) in Netzwerken mit begrenzten Ressourcen wird nachgewiesen. Die Nutzung des Frequenzspektrums wird einerseits mittels Smart-Antennen, MIMO und Beamforming-Technologie und andererseits mit Hilfe von „kognitive Radio“ in mobilen Netzwerken optimiert. Es wird untersucht, in wieweit sich zivile Technologien (wie zellulärer Mobilfunk der 4. und 5. Generation) in einer militärischen Umgebung anwenden lassen und ob sich diese bewähren. Ferner werden Nebenprodukte aus der rasanten Technologieentwicklung im zivilen Bereich und ihr Potenzial für Sicherheitsaufgaben aufgezeigt. Es werden Simulationswerkzeuge bereitgestellt, um Skalierungseffekte in der konzeptionellen Phase von Projekten zu untersuchen und zu beherrschen.

Das Forschungsprogramm „Cyberspace und Information“ soll aufgrund der Bedeutung für die Führungs- und Einsatzfähigkeit von Sicherheitskräften ausgebaut werden. Aktive Verfahren für die Detektion und die Nachvollziehbarkeit von Cyberangriffen werden entwickelt und demonstriert. Bedrohungen durch neue Technologien werden untersucht, deren Schadenspotenzial für das VBS evaluiert und aktiv an die Stakeholder kommuniziert. Verfahren zur Informationsgewinnung aus dem Internet und aus sozialen Medien sollen untersucht und anhand von Demonstratoren veranschaulicht werden. Neue Technologien und Verfahren für die Bereitstellung von Lagebildern werden evaluiert und mit Demonstratoren veranschaulicht.

Auch das Forschungsprogramm „Aufklärung und Überwachung“ soll weitergeführt werden. Die thematischen Schwerpunkte werden mit den Stakeholdern periodisch überprüft und bei Bedarf Anpassungen vorgenommen. Es soll das Potenzial von mehrkanaligen abbildenden Radartechnologien und Hyperspektralsensoren für die Luft-Boden-Bildaufklärung mittels bemannten und unbemannten Trägerplattformen untersucht werden. Dabei sind Methoden, wie Polarimetrie, Interferometrie oder Dismount Moving Target Indication von Interesse. In der Luftraumüberwachung scheinen vorwärtsstreuende und passive Radarsysteme eine Alternative darzustellen, um lokale Radarschattengebiete abzudecken und um den Schutz

von Radarstationen zu erhöhen. Das Potenzial und die Leistungsgrenzen solcher Systeme sollen mit Hilfe von Experimentalsystemen evaluiert werden. Auch die technologische Entwicklung von kognitiven Radarsystemen, welche sich dank künstlicher Intelligenz ihrer Umgebung anpassen oder von multistatischen Radarsystemen sollen verfolgt und je nach Entwicklungsfortschritt experimentell validiert werden. Es gilt zudem die Technologiefortschritte zur Detektion und Überwachung von menschlichen Aktivitäten am Boden durch intelligente Sensornetzwerke zu demonstrieren und zu beurteilen. Die Leistungsgrenzen von Aufklärungsmitteln und die Entwicklung von Gegenmassnahmen werden evaluiert.

Ferner sollen Forschungsfelder identifiziert werden, welche es erlauben die Abhängigkeit von Weltraumanwendungen für Aufklärung und Navigation zu reduzieren und durch die Untersuchung von neuen kommerziellen Aufklärungssatelliten redundante Bezugsquellen zu schaffen.

### 3.1.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit

#### 3.1.4.1 Universitäten und Hochschulen

- ETH Zürich, Institut für elektromagnetische Felder
- ETH Zürich, Institut für integrierte Systeme
- ETH Zürich, ZISC (Zurich Information Security and Privacy Center)
- EPF Lausanne, Microelectronic Systems Laboratory
- EPF Lausanne, Laboratory of intelligent Systems
- EPF Lausanne, Artificial Intelligence Laboratory
- EPF Lausanne, Institute of Microengineering IMT, Neuchâtel
- HEIG VD - Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, Yverdon
- Universität Zürich, Remote Sensing Laboratories (SARLab und SpektroLab)
- Universität Bern, Geographisches Institut
- Universität Bern, Institut für angewandte Physik
- Universität Fribourg, Département d'informatique - eXascale Infolab
- Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Winterthur (ZHAW)
- Universität Kaiserslautern (DEU)
- Technische Universität Wien (AUT)
- University of Oxford (UK)
- IMDEA Network Institute (ESP)
- University of Brescia (ITA)
- University of Ljubljana (SLO)

#### 3.1.4.2 Industrie

- RUAG Schweiz AG, Zürich
- SSZ Camouflage Technologies, Zug
- Impreglon Coatings AG, Altdorf
- IAV Engineering, Lausanne
- Distran GmbH, Zürich
- BeOne Schweiz AG, Rotkreuz



- Forventis GmbH, Zürich
- Swisscom Innovations, Ostermundigen
- Rayzon Technologies AG, Ittigen
- IBM Research, Rüschlikon
- Thales Schweiz AG, Zürich
- Sensefly GmbH, Cheseaux
- Noser Engineering AG, Bern
- Trivadis AG, Bern
- MFB GeoConsulting GmbH, Messen
- Kudelski Security, Cheseaux
- Sero Systems, Kaiserslautern (DEU)
- Ing. Büro für Sensorik und Signalverarbeitung, Bexbach (DEU)

#### **3.1.4.3 Bund**

- VBS / BABS / Labor Spiez
- VBS / armasuisse / Bundesamt für Landestopografie swisstopo / Kompetenzzentrum für Geoinformationen des Bundes / Mil Geo Institut
- METEO Schweiz AG
- Melde- und Analysestelle Informationssicherung MELANI

#### **3.1.4.4 Staatliche Partner**

- NATO/PfP Forschungsarbeitsgruppen: Wehrtechnische Forschungsinstitute aus den Ländern Deutschland, Frankreich, Italien, Holland, England, Norwegen, Schweden, Kanada, USA, Tschechien, Polen
- Swedish Defence Research Agency FOI (SWE)
- Wehrtechnische Dienststelle für Informationstechnologie und Elektronik WTD-81, Greding (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Schutz und Sondertechnik WTD-52, Oberjettenberg (DEU)
- Wehrwissenschaftliche Institut für Schutztechnologien ABC-Schutz WIS, Munster, (DEU)
- Fraunhofer Forschungsinstitut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR, Wachtberg (DEU)
- Fraunhofer Forschungsinstitut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB, Ettlingen (DEU)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen DLR (DEU)
- Defence, Peace, Safety and Security CSIR, Pretoria (SAF)

## 3.2 Technologien für operationelle Fähigkeiten: Wirkung und Schutz

### Stichworte:

**Wirkung:** Anzündung, Aussenballistik, biologische Kampfstoffe, Blindgänger, chemische Kampfstoffe, Detonik, Directed-Energy Weapons, Elektromagnetischer Puls (EMP), Endballistik, energetische Wirkmittel (inkl. Leistung, Alterung, Sicherheit, Lagerung, Transport, Einsatz, Entsorgung), Explosivstoffe, geformte Ladungen, High Power Electromagnetics (HPE), Hochleistungsmikrowellen (HPM), Hohlladungen, Improvised Explosive Devices (IED), insensitive Munition, intelligente Munition, Laser, Lenkwaffen, letale Wirkmittel, multifunktionale Munition und Waffen, nicht-letale Wirkmittel (NLW), Präzisionswaffen, Pyrotechnik, radiologische Gefahren, Rohrwaffen, Splittertechnologie, Sprengstoffe, Strahlenwaffen, Thermobare Sprengstoffe, Treibladungspulver, Wirkmittel, Wirkungsmodelle, Wuchtmunition, Zielgenauigkeit, Zündung;

**Schutz:** Aktiver Schutz, Chaff (Düppel), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Flares, Kollateralschaden, Minenräumung, Morphing, passiver Schutz, Panzerungen (inkl. Leicht-, Reaktiv- und Kompositpanzerungen), Raketenabwehr, Schutz von Sensoren, Signaturmanagement, Stealth, Tarnung (multispektral) und Täuschung, Verwundbarkeitsmodelle, Wundballistik;

**EDA:** Strukturwerkstoffe, intelligente Materialien und Strukturmechanik (A01), Energetische Materialien und Plasma-Technologien (A06), Schadenswirkung und Schutz (B01), Designtechnologien für Plattformen und Waffen (B03), Elektronische Kriegsführung und Laser-/ Strahlentechnologien (B04), Lenk- & Kontrollsysteme für Waffen und Plattformen (B07), Personenschutz (B11), Waffensysteme (C03), Anlagen und Einrichtungen (C04);

### 3.2.1 Veranlassung und Nutzen

Eine entscheidende Grundfähigkeit der Armee besteht darin, Wirkung erzielen zu können. Diese muss gegen Kräfte, Mittel und Einrichtungen am Boden, im Luftraum, im elektromagnetischen Raum und im Cyberraum erbracht werden können. Sie unterstützt die Erreichung militärischer Ziele und dadurch die Durchsetzung von übergeordneten politischen Absichten. Neben der Wirksamkeit sind Zielgenauigkeit und Verhältnismässigkeit wichtige Anforderungen, die im aktuellen sicherheitspolitischen Umfeld an den Einsatz von Wirkmitteln gestellt werden. Zielgenauigkeit ist dabei die Fähigkeit, präzise zu wirken und sicher zwischen Beteiligten und Unbeteiligten sowie zwischen eigenen und fremden Kräften unterscheiden zu können. Verhältnismässigkeit beschreibt die Fähigkeit, die beabsichtigte Wirkung mit der verfolgten Zielsetzung abzustimmen und Kollateralschäden möglichst zu vermeiden. Die Erfüllung beider Kriterien ist wegweisend für die Legitimation des Einsatzes der Armee, im nationalen wie im internationalen Kontext.

### 3.2.1.1 *Wirkmittel*

Durch Fortschritte in der Aufklärung und durch die Integration der Wirkmittel in den Informationsverbund von Sicherheitskräften wird die Effektivität und Effizienz von Einsätzen gesteigert. Die Optimierung der klassischen Erfolgsfaktoren wie Mobilität von Wirkmitteln, Wirksamkeit, Präzision, Reichweite und Verwundbarkeit von Munition muss weiter verfolgt werden, weil dadurch auch in Zukunft die Schlagkraft von Sicherheitskräften massgeblich bestimmt wird. Insbesondere bei Einsätzen zur Unterstützung ziviler Behörden spielen nicht-letale Wirkmittel eine wichtige Rolle. Diese können bei Einsätzen zur Absicherung von nationalen und internationalen Veranstaltungen, zum Schutz kritischer Infrastruktur oder für Sicherungsaufgaben bei Katastropheneinsätzen eingesetzt werden. Neben technischen Fragen, sind auch rechtliche Aspekte für den Einsatz nicht-letaler Wirkmittel abzuklären und zu beachten. In urbanen Gebieten erlauben moderne Wirkmittel die Erzielung einer angemessenen Wirkung ohne dabei die zivile Bevölkerung mehr als notwendig zu beeinträchtigen. Mit der zunehmenden Urbanisierung der Schweiz ist absehbar, dass der Einsatz von Effektoren mit abgestufter Wirkung und hoher Präzision an Bedeutung gewinnen wird.

Trendbeobachtungen weisen darauf hin, dass Munition in Zukunft leistungsfähiger und gleichzeitig weniger empfindlich sein wird (insensitive Munition). Durch den Einsatz neuer energetischer Materialien und dank Optimierung der Verpackung ist moderne Munition sehr resistent gegen Hitze (langsame oder spontane Erwärmung) und mechanische Einflüsse. Die reduzierte Empfindlichkeit wirkt sich nicht nur auf die Sicherheit von Personen (Soldaten und Zivilbevölkerung) positiv aus, sondern hat auch Vorteile in der Logistik und der Handhabung von Munition.

Es ist zudem festzustellen, dass sich durch kontinuierliche Verbesserung der Antriebe sowohl die Reichweite wie auch die Präzision immer noch steigern lassen. Grosse Leistungssteigerungen kann man insbesondere bei Zielerfassungssystemen feststellen, welche primär auf Fortschritten in Sensorik, Navigation, Signalverarbeitung und Steuerungsalgorithmik beruhen.

Durch die technologischen Entwicklungen bei Laserquellen und der Optik, vor allem in zivilen Anwendungen, rücken Laserwaffen in den Bereich eines breiten Anwendungsspektrums. Die Vorteile von Laserwaffen sind vielfältig: z.B. sind diese sehr präzise (extrem selektive Wirkung), rasch einsetzbar, skalierbar in der Wirkung (können als letale oder nicht-letale Waffen genutzt werden), signaturarm (lautlos, nicht sichtbar) und ohne Munition betreibbar. In der Minenbekämpfung und bei nicht-letalen Wirkmitteln werden Laserwaffen bereits genutzt oder befinden sich in der Entwicklung. Die Lasertechnologie eignet sich aber auch zur Blendung von Sensoren (z.B. von Raketen) und damit zur Abwehr und dem Schutz eigener Kräfte und Mittel. Andererseits geht es aber auch darum, eigene Kräfte vor der Bedrohung durch Laserangriffe zu schützen.

Mikrowellen eignen sich ebenfalls zur Erzeugung einer gezielten Wirkung. Auch diese wirken unsichtbar und geräuschlos. Dank Mikrowellen ist es möglich, auf kurze Distanzen elektronische Bauteile temporär zu stören oder auch nachhaltig zu schädigen. Elektronik lässt sich aber auch durch elektromagnetische Pulse (EMP) ausschalten. Bekannt wurde dieser Effekt bei der oberirdischen Zündung nuklearer Waffen. Heute lassen sich solche elektromagnetischen Pulse, wenn auch mit bedeutend geringerer Leistung, durch Generatoren erzeugen, die durchaus eine reale Bedrohung darstellen.

### 3.2.1.2 Schutz

Schutz und Überlebensfähigkeit sind Kernfähigkeiten moderner Streit- und Sicherheitskräfte. Sie sind unerlässlich, um den Operationserfolg und damit die Aufgabenerfüllung zu gewährleisten. Umfang und Ausmass des benötigten Schutzes werden durch die Einsatzbedingungen, die allgemeinen technologischen Entwicklungen (z.B. neue Werkstoffe) und die Charakteristik der gegnerischen letalen bzw. nicht-letalen Wirkmittel bestimmt.

Wesentliche Bedrohungen für kritische Infrastrukturen sind Naturkatastrophen und terroristisch oder kriminell motivierte Anschläge. Kritische Infrastrukturen sind beispielsweise die Trinkwasserversorgung, Einrichtungen des Gesundheitswesens und der Nahrungsmittelversorgung, die Transport-Infrastruktur, die Energieversorgung oder Informations- und Kommunikationseinrichtungen. Der Schutz moderner Informations- und Kommunikationsinfrastruktur gegen elektromagnetische Störung (EMP) und Mikrowellenwaffen (HPM) ist von grosser Bedeutung. Kritische Infrastrukturen zeigen oftmals eine hohe gegenseitige Abhängigkeit. Dies kann bei Angriffen auf ein oder mehrere Infrastrukturelemente zu Kettenreaktionen führen. Diese Abhängigkeiten und ihre Risiken müssen genau untersucht und beschrieben werden, damit effektive Massnahmen zur Eindämmung und Handhabung von Schadensereignissen getroffen werden können.

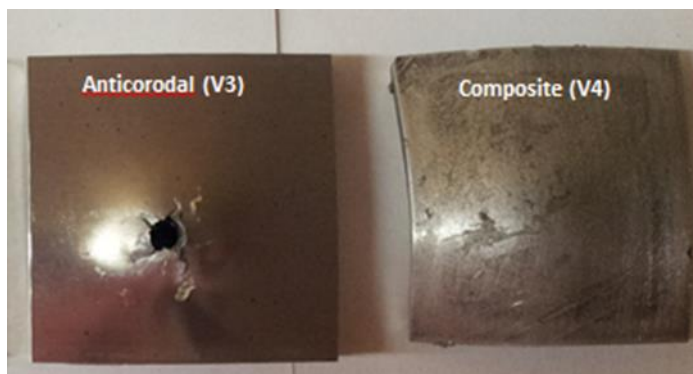
Militärische Infrastrukturen im In- und Ausland müssen gegen unterschiedliche Gewalteinwirkungen (z.B. militärische Waffenwirkung, terroristische Angriffe) geschützt werden. Der Bau von Schutzanlagen im Inland ist weitgehend abgeschlossen. Um die Werterhaltung dieser Infrastrukturen zu gewährleisten, müssen internationale Entwicklungstrends auf diesem Gebiet verfolgt werden, damit relevante Veränderungen oder Verbesserungen der Schutzkonzepte rechtzeitig erkannt werden. Im Ausland eingesetzte Truppen weisen ein besonderes Schutzbedürfnis aus (z.B. gegen terroristische Angriffe mit Bomben), weil sie zumeist in provisorischen Einrichtungen (Camps) untergebracht werden und sich frei in der Einsatzumgebung bewegen müssen.

Das zunehmende Risiko terroristischer Anschläge hat die Sensibilität für die Gefahren des Einsatzes biologischer und chemischer Waffen erhöht. Aufgrund ihres Schadenpotenzials muss der Schutz gegen biologische Kampfstoffe und Biotoxine evaluiert werden, obwohl diese eigentlich international geächtet sind. Da Kampfstoffe sehr schnell auf Umwelteinflüsse reagieren, dient die Forschung der Identifizierung und dem Nachweis biologischer und chemischer Stoffe durch Sensoren sowie der Entwicklung geeigneter Schutz- und Abwehrmassnahmen. Von besonderer Bedeutung sind dabei Fortschritte der Bio- und Gentechnologie. Die Möglichkeit, Eigenschaften von Organismen zu verändern, bietet Chancen für den verbesserten Schutz, stellt aber auch das Risiko neuer Kampfstoffe dar. Bei radiologischen Waffen werden radioaktive Stoffe durch konventionelle Sprengstoffe freigesetzt. Man spricht von den sogenannten „Dirty Bombs“. Die Schutzmassnahmen sind dieselben, welche bei Freisetzung von Radioaktivität bei Unfällen von Kernkraftwerken vorzunehmen sind.

Trotz Fortschritten bei der Detektion und Neutralisierung von IED's (Improvised Explosive Devices) stellen improvisierte Sprengladungen für Einsatzkräfte und die Bevölkerung in asymmetrischen Konfliktsituationen eine latente Bedrohung dar. Daher ist es wichtig, dass die Detektion von IED's und mögliche Neutralisierungstechniken weiter verbessert werden. Wie Erfahrungen aus Einsatzgebieten zeigen, kann die Verhinderung von Anschlägen sehr effektiv sein, wenn versucht wird, Anomalien in der Handels- und Logistikkette spezifischer

Bauteile und Substanzen, welche für den Bau von IED's verwendet werden, aufzuspüren. Damit lassen sich Hersteller von IED's identifizieren.

Der Schutz vor Granaten, Minen und Schusswaffen bleibt für die Armee eine zentrale Fähigkeit, um Soldaten, Einsatzmittel und Infrastrukturen einsatzfähig zu halten. Neben einem genügenden Körperschutz für die Soldaten braucht es Schutzkonzepte für mobile und stationäre Mittel. Dazu gehören auch



Schutzbekleidungen und -westen, Panzerungen und spezifische Baustoffe. Sehr oft geht ein verbesserter Schutz von Mannschaft und Fahrzeugen mit einer Gewichtszunahme der Ausrüstung einher. Dies wirkt sich auf die Beweglichkeit, Mobilität und Durchhaltefähigkeit negativ aus. Deshalb wird in der Forschung nach Ma-

terialien gesucht, die eine ähnliche Schutzwirkung bei niedrigerem Gewicht oder eine bessere Schutzwirkung bei gleichem Gewicht erzielen. Anstelle schwerer passiver Schutzmassnahmen werden grundsätzlich auch Konzepte eines aktiven Schutzes verfolgt. Aktive Schutzmassnahmen sind darauf ausgerichtet, mögliche Gefahrenquellen frühzeitig zu erfassen und rasch Gegenmassnahmen einzuleiten. Bei aktiven Schutzmassnahmen ist allerdings das Problem der Kollateralschäden zu beachten.

Den effektivsten Schutz erreicht man durch den Entzug der eigenen Mittel vor der Aufklärung durch eine Gegenpartei. Dies kann durch Tarnung und Täuschung erreicht werden. Heute kann man davon ausgehen, dass die meisten ortsfesten Installationen aufgeklärt und deren Koordinaten bekannt sind. Mobile Objekte können hingegen getarnt werden, indem man ihre elektromagnetische Signatur (Emission oder Absorption) der Umgebung anpasst und Emissionen, wie Lärm oder Rauch unterdrückt. Damit wird deren Ortung, Identifikation und Verfolgung durch eine Gegenpartei erschwert. Insbesondere in der Luftfahrttechnik, aber auch vermehrt bei see- und landgestützten Plattformen bedient man sich zur Reduktion der Radarsignaturen der Stealth- oder Tarnkappentechnologie, wobei der Tarn- bzw. Stealtheffekt durch den Einsatz bestimmter Verbundwerkstoffe, durch die Verwendung radarabsorbierender Materialien und Beschichtungen oder durch spezifische Plattformkonstruktionen erzielt wird. Dem gleichen Ziel dient das Morphing zur Veränderung von Oberflächeneigenschaften (z.B. Anpassung der Farbe) oder Oberflächenstrukturen (z.B. Veränderung eines Flugzeugflügels im Flug). Die Möglichkeiten des Morphings werden durch die Fortschritte der Nanotechnologie und der Materialwissenschaften beeinflusst.

### 3.2.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse

#### 3.2.2.1 Mehrwert für A Stab, HE, Mil Sicherheit, LW, BABS, Blaulichtorganisationen

- Grundlagen für Optimierung des Einsatzes der eigenen Wirkmittel
- Erkenntnisse für den Aufbau eines streitkräftegemeinsamen Wirkungsverbundes (dabei insbesondere Abstimmung der Beiträge der Teilstreitkräfte aufeinander)
- Vertieftes Verständnis der Zusammenhänge zwischen Risiken für Mensch und Material, Operationsdurchführung und passiven Schutzmassnahmen
- Beurteilung der Vor- und Nachteile nicht-letaler Wirkmittel
- Analyse der Einsatzmöglichkeiten und des Entwicklungspotenzials sowie der Chancen und Risiken nicht-letaler Wirkmittel
- Beurteilung der Einsatzdoktrin der eingesetzten Plattformen in Abhängigkeit möglicher gegnerischer Wirkmittel
- Verständnis der Leistungsfähigkeit und neuer gegnerischer Wirkmittel
- Grundlagen für den Schutz kritischer (militärischer und ziviler) Infrastruktur
- Wissenserhalt für die Bewirtschaftung der Schutzinfrastruktur
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee

#### 3.2.2.2 Mehrwert für armasuisse

- Kompetenz für Munitionssicherheit und –überwachung
- Grundlagen und Wissen zu Alterungsverhalten, Lebensdauer, Transport, Lagerung, Einsatz und Entsorgung von Munition
- Grundlagen für die Detektion von Sprengstoffen
- Beurteilung von Optionen für die Leistungserhaltung und -steigerung von Wirkmitteln
- Kenntnisse über Schutzanforderungen
- Beurteilung von Optionen für Kampfwertterhaltung und Kampfwertsteigerung
- Beurteilung unterschiedlicher Schutzoptionen
- Grundlagen für den Schutz kritischer (militärischer und ziviler) Infrastruktur
- Wissenserhalt für die Bewirtschaftung der Schutzinfrastruktur

#### 3.2.2.3 Mehrwert für das Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee

- Unterstützung bei Ausbildung und Beratung
- Grundlagen für passive Schutzmassnahmen
- Grundlagen zur Beurteilung von KAMIR-Tätigkeiten

#### 3.2.2.4 Mehrwert für das NIS-Kompetenzzentrum

- Technisches Wissen und Erfahrungen für Ausführungsbestimmungen

### 3.2.3 Zielsetzungen

#### 3.2.3.1 *Wirkmittel*

Obwohl bei den letalen Wirkmitteln mittelfristig kaum disruptive Neuerungen zu erwarten sind, setzt sich der Trend fort, die entsprechenden Plattformen hinsichtlich Gewicht und Leistungsfähigkeit zu optimieren. Auch die Reduktion der Verwundbarkeit von Explosivstoffen, Munition und Waffensystemen zur Verbesserung der Einsatzsicherheit und die Sicherstellung der Lager- und Handhabungssicherheit durch verbesserte Prognosen der Lebensdauer von Explosivstoffen sind einer steten Entwicklung unterworfen.

Aufgrund der absehbaren Entwicklung werden sich Forschungsergebnisse im Bereich letaler Wirkmittel auf spezifische Fragestellungen konzentrieren, welche sich im Zusammenhang mit neuen Bedrohungen, wie beispielsweise der Bekämpfung von unbemannten Plattformen, ergeben. Auch die Fortschritte in der Zielzuweisung und präzisen Zielbekämpfung müssen weiterhin beurteilt werden können. In einem längerfristigen Zeithorizont kann nicht ausgeschlossen werden, dass wiederum grössere Entwicklungsschritte im Bereich letaler Wirkmittel verzeichnet werden. Deshalb soll die Weiterentwicklung der letalen Wirkmittel in Form eines Technologie-Monitorings und durch die Beobachtung der Märkte verfolgt werden.

Bei den Directed-Energy Weapons könnten mobile Laserwaffen zukünftig ein potentes Wirkmittel der Streitkräfte werden. Auch mobile EMP-Waffen scheinen möglich und deren Nutzung in Einsätzen ist absehbar. Entwicklungen werden weiter verfolgt und entscheidende Entwicklungen, etwa bei Directed-Energy Weapons oder EMP, müssen gegebenenfalls zu einer Neubewertung der Lage respektive des Bereiches Schutz führen.

Die Forschungstätigkeiten sollten auch im Bereich der nicht-letalen Wirkmittel fortgeführt werden. Es sind dies die entscheidenden Wirkmittel für die Unterstützung ziviler Behörden und bei Einsätzen für die Friedensförderung. Zudem sind nicht-letale Wirkmittel auch für die Aufgabe Verteidigung von zunehmender Bedeutung. Der anhaltende Trend der Urbanisierung der Schweiz, die angepasste Wirkung mit möglichst wenig Kollateralschäden und neue technische Möglichkeiten sind die wesentlichen Treiber dafür. Die Forschung umfasst die technischen, einsatzrelevanten und rechtlichen Aspekte. Mit dem technologischen Fortschritt werden zukünftig letale und nicht-letale Wirkmittel mit dem gleichen Gerät angewendet werden können. Dabei werden beide Wirkungen wählbar und einsetzbar sein.

#### 3.2.3.2 *Schutz*

Durch Fortschritte bei neuartigen und umfassenden Schutzkonzepten leistet die Forschung einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Schutzes gegen moderne Bedrohungsmittel. Neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen können die Widerstandskraft von passiven Schutzelementen erhöhen. Zudem sind auch aktive Schutzkonzepte bekannt, die einen angreifenden Flugkörper in einem gewissen Abstand zur Plattform bekämpfen und diesen wirkungslos machen. Für den erfolgreichen Einsatz eines aktiven Schutzkonzeptes sind jedoch weitere Fortschritte in der Sensorik erforderlich.

Zur Sicherstellung des Schutzes gegen elektromagnetische Pulse (EMP) soll die Test- und Evaluationsfähigkeit für heutige und kommende Systeme sichergestellt werden. Ergänzend dazu werden die technischen Fortschritte elektromagnetischer Quellen und die damit ver-

bundenen Risiken evaluiert, um geeignete Schutzmassnahmen, insbesondere auch gegen Mikrowellenwaffen (HPM) abzuleiten.

Die NIS-Bundesverordnung<sup>8</sup> bedingt den Kompetenzerhalt im Bereich der nichtionisierenden elektromagnetischen Quellen. Um den Nachweis zu erbringen, dass die rechtlich verbindlichen Grenzwerte eingehalten werden, muss im Nahbereich von militärischen Sendeanlagen das elektromagnetische Feld berechnet oder gemessen werden können. Anwendungsorientierte Forschungstätigkeiten sind hier erforderlich, um Messmittel und Modelle an die Entwicklung der Antennentechnologie anzupassen und so dem Stand der Technik zu folgen.

Die Forschung im ABC-Schutz soll sich weiterhin primär auf Abwehrmassnahmen und den geeigneten Schutz konzentrieren. Die Entwicklung, Etablierung und Erprobung von molekularen und biochemischen Methoden zum Schnellnachweis von potenziellen B-Kampfstoffen haben angesichts der Bedrohungslage in Europa eine latent hohe Bedeutung, um rechtzeitig geeignete Schutzmassnahmen ergreifen zu können.

Zur Verbesserung des Schutzes gegen IEDs (Improvised Explosive Devices) soll die Forschung einen Beitrag zu deren Neutralisierung, zur Prävention und zu Schutzkonzepten leisten. Der klassische Schutz von Personen, Gebäuden und Fahrzeugen gegen Granaten, Minen, Wuchtmunition und Flugkörper soll in Form von ausgewählten Fragestellungen weiterverfolgt werden. Der Einsatz ausgewählter moderner Werkstoffe erlaubt die Verbesserung moderner Schutzsysteme ohne Kompromisse beim Gewicht oder der Funktionalität. Mit aktiver Schutzmassnahmen wird es zudem möglich sein, potenzielle Gefahrenquellen frühzeitig zu erfassen und Gegenmassnahmen einzuleiten.

Die Forschung zum Signaturmanagement erfolgt in der Absicht, mehr über Möglichkeiten zum Schutz der eigenen Plattformen zu erfahren und damit die eigenen Bemühungen im Bereich der Tarnung und Täuschung zu verbessern. So gilt es insbesondere den Ziel-Hintergrund-Kontrast für moderne Sensorik und für Tarnmassnahmen zu beurteilen, wobei dieser im visuellen und infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums wie auch im Radarwellenbereich betrachtet werden muss. Adaptive Tarnung, also die spektrale Nachbildung des Hintergrunds auf der Sichtseite eines Objekts und Gegenmassnahmen zur Unterdrückung von ZielzuweisungsLasern sind Schwerpunkte, welche es aufmerksam zu verfolgen gilt. Aus diesen Erkenntnissen sollen auch Anknüpfungspunkte zur Einwirkung auf gegnerische Ziele abgeleitet werden.

Aufgrund seiner Eignung als Wirkmittel kann die Lasertechnologie auch als Abwehr- und Schutzmassnahme eingesetzt werden (z.B. gegen Raketen oder Drohnen). Ebenso geht es darum, sich vor einem Lasereinsatz wie etwa vor Blendlasern gegen Personen oder Sensoren zu schützen. Entwicklungen in beiden Bereichen sollen beurteilt werden können.

---

<sup>8</sup> Verordnung über den Schutz vor nicht ionisierender Strahlung (NISV) vom 23.12.1999, SR 814.710



### 3.2.3.3 Umsetzungsziele 2017-2020

Die Wirkung und Sicherheit von Munition kann nur sichergestellt werden, wenn ihre Lager-, Transport- und Handhabungssicherheit, wie auch ihr einwandfreies Funktionieren gewährleistet werden kann. Im Rahmen der Munitionsüberwachung ermöglicht die Forschung die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Grundlagen und Modelle zur Beschreibung der Alterung und Sicherheit von Munition. Damit wird der Prozess der Munitionsüberwachung den neusten internationalen Erkenntnissen angepasst und dessen Effizienz ohne Risikoerhöhung verbessert. Zudem ermöglicht eine solide wissenschaftliche Basis eine fundiert abgestützte Verlängerung der Lebensdauer von Munition, was insbesondere bei Lenkwaffen zur Einsparung von Kosten führt.

Um die zukünftigen Ablösungen und Beschaffungen von Wirksystemen für Sicherheitskräfte auf technologischer Ebene begleiten und frühzeitig Technologierisiken erkennen zu können, wird die Erprobungs- und Beratungsfähigkeit im Bereich der Wirkmittel aufrechterhalten. Dazu gehört die Entwicklung von spezifischen Diagnosemitteln zur Messung und Visualisierung hochdynamischer Phänomene, die Evaluation von adäquaten Zielaufbauten, die Erarbeitung von Wirkungs- und Verwundbarkeitsmodellen für Parameterstudien, die Beobachtung der aktuellen Technologietrends auf wissenschaftlicher Ebene und die Analyse der Produktentwicklung in den einschlägigen Märkten. Dabei sollen letale wie auch nicht-letale Wirkmittel einbezogen werden.

Auch improvisierte Spreng- und Brandvorrichtungen (IED's) bilden eine Gefahr, welche teilweise noch unterschätzt wird. Ihr Gefährdungspotenzial soll experimentell und theoretisch untersucht werden. Dazu sollen solche improvisierte Vorrichtungen, soweit möglich, nach internationalen Normen nachgebaut und getestet werden. Ziel ist die Ableitung geeigneter Präventions- und Schutzmassnahmen für die eigenen Kräfte.

Das Potenzial von Lasern als Wirkmittel im Bereich der Boden-Luftabwehr soll untersucht werden, wobei der Einsatz gegen Mikro- und Minidrohnen genauer betrachtet wird. Neben technischen Aspekten müssen auch rechtliche Fragen eines Lasereinsatzes geklärt werden.

Die Funktion elektronischer Geräte ist mit energetischen elektromagnetischen Pulsen (HPE) störfähig. Zur Prüfung der Störanfälligkeit werden die Energieverteilung im Emissionsspektrum eines typischen HPE-Pulses und dessen Einkopplung in das zu störende Gerät untersucht.

Für den Schutz und die Sicherheit mobiler Objekte wie Fahrzeuge, Flugzeuge, Helikopter und Container werden hauptsächlich Möglichkeiten zur Steigerung des Schutzes geprüft. Experimentell untersucht wird das ballistische Schutzpotenzial von neuen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen als passive Schutzmassnahmen auch gegen Minen oder IED's. Als mögliche aktive Schutzmassnahme wird der Einsatz von elektromagnetischen Feldern geprüft, um die Wirkung von Panzerabwehrwaffen zu reduzieren. Um das Potenzial und die Grenzen solcher Systeme beurteilen zu können, ist der Aufbau eines Technologiedemonstrators geplant. Dabei sind Detektionssensoren, mögliche Gegenmassnahmen, die Zuverlässigkeit des Systems sowie die Vernetzung mit den verfügbaren Informations- und Führungssystemen zu untersuchen.

Obwohl Tarnung und Täuschung sehr effektive Mittel zum Schutz von mobilen Plattformen sind, hat die entsprechende Fähigkeit bei der Schweizer Armee momentan keine hohe Priorität. Deshalb wird auch im Rahmen der Forschung diese Thematik nur in Nischen bearbeitet. Die Täuschung von Lenkwaffen mit Hilfe von Flares und Düppel geniesst dabei Prio-

rität. Die Kompetenz zur experimentellen Verifikation des Täuscheffekts und entsprechender Simulationen ist aufrechtzuerhalten. Die Konzepte der adaptiven Tarnung im sichtbaren und infraroten Bereich werden hingegen nur im Sinne eines Technologie-Monitorings bearbeitet.

Zum Schutz von mobilen Objekten gegen HPE sind wissenschaftliche Grundlagen für eine Testprozedur zu erarbeiten, welche die Identifikation von Schutzlücken in elektronischen Bauteilen erlauben. Ferner sollen daraus mögliche Schutzmassnahmen abgeleitet werden können.

Um den Einfluss von nicht-ionisierender elektromagnetischer Strahlung gemäss NIS-Bundesverordnung beurteilen zu können, sind Methoden für die Berechnung der Intensität des abgestrahlten elektromagnetischen Felds im Nahbereich von Antennen weiterzuentwickeln, um so dem Stand der Technik moderner Einsatzmittel zu folgen.

Beim Schutz und der Sicherheit von Infrastruktur-Elementen wie Gebäude, Feldlager, Brücken oder Tunnels sind mögliche Schutzmassnahmen gegen militärische Bedrohungen oder improvisierte Ladungen von Interesse. Dabei werden insbesondere Druckladungen und langsame Penetratoren untersucht, um einerseits Sicherheitsradien bestimmen und andererseits die Wirkung auf ausgewählte Infrastrukturelemente beurteilen zu können. Für den Schutz von Infrastrukturen mit Publikumsverkehr ist die präventive Wirkung von Zutrittskontrollen von grosser Bedeutung: IED's und Flüssigkeitssprengstoffe können mit Sprengstoffdetektoren effizient aufgespürt werden. Im Rahmen der Forschung soll die Entwicklung von Explosivstoffdetektoren verfolgt und die Kompetenz sichergestellt werden, diese bezüglich Leistungsfähigkeit und Effizienz zu prüfen und zu beurteilen.

Um Kollateralschäden minimal zu halten, müssen bei der Vernichtung von Kampfmitteln oder IED's in einem urbanen Umfeld adäquate Grundlagen für die Festlegung von Sicherheitsradien geschaffen werden. Die zahlreichen Reflexionen der Schockwellen an Gebäudefassaden und anderen Hindernissen bedingen ein Modell zur Berechnung des Überdrucks in einem komplexen Umfeld. Simulationsgestützte Grundlagen und ein entsprechendes Simulationswerkzeug, welches ein urbanes Umfeld berücksichtigen kann, sollen eine präzise, schnelle und einfache Berechnung von Sicherheitsradien ermöglichen.

Wie Erfahrungen aus Krisengebieten oder aus (vereitelten) terroristischen Anschlägen zeigen, verwenden Angreifer sehr oft grosse Sprengladungen von mehreren 100 kg TNT-Äquivalent. Gebäude können mit Hilfe von neuen Baumaterialien gegen solche Bedrohungen gehärtet werden, wenn beispielsweise ultrahochfeste Betonbaustoffe verwendet werden, welche mit Stahl- oder Kunststoffasern verstärkt sind. Im Rahmen der Forschung wird das Schutzpotenzial solcher Materialien untersucht und die Verstärkung von Strukturen (Tragmauer, Stützen) durch experimentelle Versuche und theoretische Überlegungen geprüft. Dazu müssen Simulationsmodelle weiterentwickelt und deren Parameter experimentell bestimmt werden. Die Simulation von hochdynamischen Ereignissen ermöglicht die Identifikation von Schadensmechanismen und die Erarbeitung von Massnahmen zur Härtung von Objekten.

Der Kompetenzaufbau für den Schutz gegen ABC-Gefahren konzentriert sich auf neue Technologien für die Detektion von biologischen Kampfstoffen. Dazu werden im Labor und mit der Truppe neue Verfahren getestet, um eine bessere Erkennungsrate zu erreichen und eine Anpassung an neue biologische Bedrohungen zu ermöglichen.

### 3.2.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit

#### 3.2.4.1 Universitäten und Hochschulen

- ETH Zürich, Computer Vision Lab
- EPF Lausanne, Centre of MicroNano Technology, Laboratory of Microsystems
- Universität Bern, Institut für Rechtsmedizin, Forensische Physik und Ballistik
- Universität Fribourg, Département de Chimie
- Universität Lausanne, Institute du Police Scientific
- EMPA , Advanced Materials Processing, Thun und Acoustic/Noise Control, Dübendorf
- Paul Scherrer Institut (PSI), Würenlingen
- Berner Fachhochschule, Technik und Informatik, Biel
- Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, Institut de Chimie
- Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut für Aerosol- und Sensortechnik
- Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Dettaglio della ricerca
- Universität Würzburg (DEU)
- Technische Universität Hannover (DEU)
- University of Florida (USA)

#### 3.2.4.2 Industrie

- AKTS AG Siders
- Bienz, Kummer & Partner, Zürich
- Cassidian Schweiz GmbH, Muri
- Dynamic Phenomena GmbH, Lausanne
- EMProtec GmbH, Hinwil
- Forventis GmbH, Zürich
- General Dynamics European Landsystems, Kreuzlingen
- Ingenieurbüro Heierli AG, Zürich
- IMSD Sàrl, Montfaucon
- Impreglon AG, Altdorf
- L&G Software, Elsau
- Mandanis angewandte Mechanik GmbH, Kriens
- Montena emc, Rossens
- Nitrochemie AG, Wimmis
- RUAG Schweiz AG, RUAG Defence, Thun
- Saab Bofors Dynamics Switzerland, Thun
- Supercomputing Systems AG, Zürich
- Swisscom Innovations AG, Bern
- Logitech Europe S.A., Lausanne
- Rheinmetall Air Defence AG, Oerlikon

### **3.2.4.3 Bund und Kantone**

- VBS / BABS / Labor Spiez
- VBS / BABS / AG SKI
- VBS / Verteidigung / FSTA / Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee
- VBS / armasuisse / Immobilien / SG SIM
- Office fédéral de la police (FedPol)
- Polizei, Technik und Informatik (PTI)
- Wissenschaftlicher Forschungsdienst der Stadtpolizei Zürich (WFD)

### **3.2.4.4 Staatliche Partner**

- Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe WIWEB, Erding (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Schutz und Sondertechnik WTD 52, Schneizlreuth (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Waffen und Munition WTD 91, Meppen (DEU)
- Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr, Koblenz (DEU)
- Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinzthal (DEU)
- Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Efringen-Kirchen (DEU)
- Institut franco-allemand de recherche pour la défense, Saint-Louis (FRA/DEU)
- Direction générale de l'armement DGA, Paris (FRA)
- Army Engineer Research and Development Center ERDC, Vicksburg (USA)
- Defense Threat Reduction Agency, Fort Belvoir (USA)

### 3.3 Technologienintegration für Einsatzsysteme: Unbemannte Mobile Plattformen

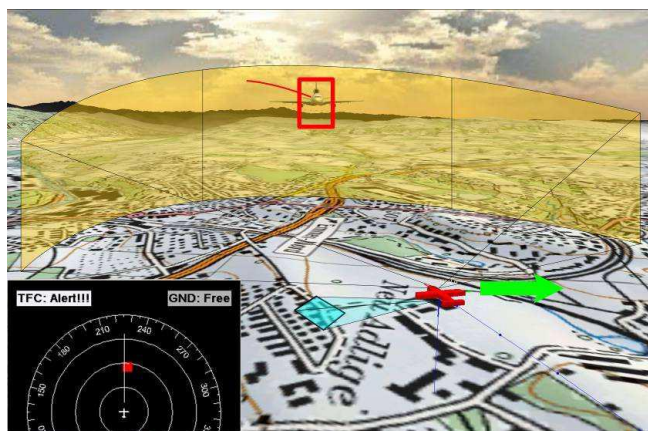
#### Stichworte

Aerodynamik, Allwettertauglichkeit, Antriebstechnik, Automatisierung, Autonomie, Avionik, Bionik, Datalink, Detect and Avoid, Energiemanagement, EOD-Roboter, Fernsteuerung, Flugmechanik, Geolokalisation, High Altitude Plattformen (HAP), Hinderniswarnung, Humanoide Roboter, Freund-Feind-Erkennung (IFF), Indoor-Positionierung, Indoor Robotik, Kollaboration, Logistik, Luftfahrt, Luftraumintegration, Man-Machine Interface, mobile Plattformen, Navigation, Payloadintegration, Robotik, Schwarm, Swarmbots, Systemtechnik, Terramechanik, Transport, Unmanned Aerial Systems (UAS), Unmanned Combat Aerial Vehicle (UCAV), Unmanned Ground Vehicles (UGV), unbemannte Plattformen, Zulassung;

**EDA:** Strukturelle & intelligente Werkstoffe & Strukturmechanik (A01), Signaturbezogene Anwendungen (A02), Elektronische, elektrische & elektromechanische Anwendungen (A05), Informations- und Signalverarbeitung (A09), Energie- und Antriebstechnik (B02), Konstruktionstechnologien für Plattformen & Waffen (B03), Signaturbeherrschung & Signaturverminderung (B05), Sensortechnik (B06), Lenk- & Kontrollsysteme für Waffen & Plattformen (B07), Systemintegration (B09), Kommunikations- und Informationstechnologien (B10), Herstellungsprozesse, Konstruktionswerkzeuge & -techniken (B12), Integrierte Plattformen (C02), Waffensysteme (C03), Aufklärungssysteme (C07);

#### 3.3.1 Veranlassung und Nutzen

Mobilität ist einer der sechs Fähigkeitsbereiche der Armee und damit eine Grundsatzanforderung in allen physischen Operationssphären (Luft, Boden, See, Weltraum). Die entsprechenden Anforderungen werden durch doktrinerle Überlegungen hinsichtlich der angestrebten Form und den zeitlichen Verhältnissen in der Operationsführung bestimmt. Dabei werden vermehrt flexible Einheiten mit hoher Reaktionsfähigkeit und Agilität gefordert, welche je



nach Operation/Mission aus verschiedenen modularen Elementen zusammengestellt werden können. Die Planung solcher Operationen orientiert sich am militärischen Auftrag, den geografischen Gegebenheiten, den Plattformeigenschaften und den Schutzanforderungen der eigenen Kräfte. Moderne Einsatzkräfte sind immer weniger bereit ihre teuer ausgebildeten Soldaten und Spezialisten hohen Risiken auszusetzen. Deshalb liegt der Einsatz von unbe-

mannten Systemen auf der Hand. Bis anhin wurden unbemannte Plattformen meistens aus einer rückwärtigen Position ferngesteuert eingesetzt. Die Fortschritte in der Sensortechnik, der Datenaufbereitung und in der Steuerungsalgorithmik weisen jedoch darauf hin, dass

unbemannte Systeme vermehrt autonom ihre Missionen ausführen werden. Dies entlastet die Bedienungsmannschaften von monotoner Routinearbeit und lässt ihre volle Konzentration auf diejenigen Momente der Mission zu, in denen menschliche Fähigkeiten gefragt sind. Um optimale Einsatzleistungen zu erzielen, müssen unbemannte Systeme vernetzt und im Verbund mit Einsatzkräften und anderen Systemen agieren können. Dies erfordert sowohl eine hohe technische Interoperabilität der verschiedenen Systeme wie auch die doktrinale Weiterentwicklung der operationellen Einsatzkonzepte.

Unbemannte Systeme werden heute zur Aufklärung und Überwachung, in der Logistik und für Kampfeinsätze eingesetzt. In der Schweiz stehen Aufklärungs- und Überwachungsaufträge im Rahmen der Grenzüberwachung, des Katastrophenschutzes und der Terrorbekämpfung im Vordergrund. Die Aufklärungs- und Überwachungsfähigkeiten unbemannter Systeme können auch im Verteidigungsfall genutzt werden. Diese kommen überall dort zum Einsatz, wo Soldaten oder Zivilisten sehr grossen Gefahren ausgesetzt werden müssten, oder aufgrund der Dauer eines Einsatzes die Ermüdung der Crew zum Problem würde. Mit der Weiterentwicklung der Systeme (Flexibilität, Einsatzdauer, Beweglichkeit, Geschwindigkeit etc.) entsteht die Fähigkeit aus sicherer Distanz in gefährlicher oder unzugänglicher Umgebung lange andauernde Missionen durchzuführen, welche mit bemannten Plattformen aufgrund der Risikoexposition von Mensch und Material nicht in Frage kommen würden. Diese Erweiterung des Missionsspektrums kann bei der Durchführung von Aufklärungs- und Überwachungseinsätzen durchaus ein Vorteil sein, erweist sich aber aus der Perspektive der Bedrohung als Nachteil, sobald ein Gegner unbemannte Offensivmittel einsetzt. Aufgrund der hohen Verfügbarkeit unbemannter Systeme beschränkt sich dieses Szenario nicht nur auf den Verteidigungsfall. Der Einsatz von unbemannten Systemen mit autonom agierenden Kampfmitteln ist umstritten, für die Schweiz als Bedrohung aber nicht ausgeschlossen. Auf internationaler Ebene sind Bestrebungen im Gange, um den Einsatz solcher Systeme zu beschränken.

Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS) haben in den letzten Jahren international eine intensive Weiterentwicklung erfahren. Viele Nationen setzen heute UAS für Aufklärung und Überwachung, aber auch für die Bekämpfung taktischer Ziele und andere Aufgaben ein. Oft finden solche Missionen in gesperrten Lufträumen statt. Die vollständige Integration von autonomen Luftfahrzeugen in den zivilen Luftraum ist nicht nur aus militärischer Sicht eine Zielsetzung. Es sind primär die zivilen Märkte, welche in unbemannten Flugzeugen eine Möglichkeit sehen, weiter Kosten zu optimieren und deshalb auf die Erarbeitung von verbindlichen Standards und gesetzlichen Grundlagen drängen. In Europa wird damit gerechnet, dass ungefähr in 10 Jahren erste zivile Flugzeuge im Luftraum unbemannt verkehren werden, im militärischen Bereich dürfte dies schon ab 2020 der Fall sein. Die Technologien für eine vollständige Integration von unbemannten Luftfahrzeugen in den zivilen Luftraum werden in ein paar Jahren verfügbar sein. Der Zeitpunkt für die Zulassung und Inbetriebsetzung solcher Systeme wird massgeblich durch die Schaffung verbindlicher Standards und gesetzlicher Grundlagen durch nationale und internationale Luftfahrtsorganisationen bzw. -behörden bestimmt sein.

Ebenfalls durch den zivilen Markt getrieben ist die Entwicklung von unbemannten Luftfahrzeugen, welche über Monate, teilweise sogar über Jahre ihre Mission erfüllen sollen. Fortschritte in der Effizienz von Solarzellen und Batterien werden es solchen Fluggeräten ermöglichen autark zu operieren. Dabei ist angedacht, dass derartige Flugplattformen aufgrund der günstigen Sonnen-, Wind- und Luftverkehrsbedingungen in die Stratosphäre aus-

weichen und als kostengünstiger Ersatz für Satelliten genutzt werden. Die Vernetzung mehrerer solcher High Altitude Platforms (HAP), z.B. in Schwärmen, ermöglicht selbst in infrastrukturschwachen und schwer zugänglichen Gegenden rasch Kommunikationsnetze aufzubauen und über längere Zeit zu betreiben. HAP sind auch interessant für lang andauernde Überwachungs- und Aufklärungsmissionen.

Die stete Verbesserung und Miniaturisierung technischer Komponenten hat dazu geführt, dass Mikro- und Minidrohnen heute für jedermann erschwinglich und verfügbar sind. Ihr Einsatzgebiet erstreckt sich von Inspektionsflügen für Strom- und Pipelinebetreiber, über die Bestimmung der Erntereife von Feldern in der Landwirtschaft und die Informationsbeschaffung von Journalisten bis hin zum privaten Gebrauch. Der Gesetzgeber hat nun erste Massnahmen ergriffen, um die Art und Verwendung von Mikro- und Minidrohnen einzuschränken und die Privatsphäre seiner Bürger zu schützen. Aus Sicht der Sicherheitskräfte bieten Mikro- und Minidrohnen die Möglichkeit der kleinräumigen Aufklärung im unmittelbaren Operationsgebiet. Insbesondere in urbaner Umgebung können Gebäude und deren Innenräume, Fahrzeuge oder Personen aufgeklärt werden. Mikro- und Minidrohnen erschliessen komplementäre Informationen für die Missionsplanung und Operationsführung von Polizei, Katastropheneinsatzkräften und Armee. Es ist damit zu rechnen, dass gerade die fortschreitende Miniaturisierung bionische Systeme hervorbringen wird, welche sich für die Aufklärung von Gebäuden oder Gebäuderuinen sehr gut eignen werden. Die weite Verbreitung von Mikro- und Minidrohnen birgt aber auch Gefahren, welche durch Sicherheitskräfte antizipiert werden müssen. Ein gegnerischer Einsatz von Mikrodrohnen als Waffe oder Aufklärungsmittel erfordert Schutzmassnahmen sowohl im Umfeld der Polizeiarbeit wie auch bei der Armee.

Treiber für die autonome Mobilität am Boden sind die grossen Märkte der internationalen Automobilhersteller. Was wir heute als Fahrassistenzsysteme in modernen Fahrzeugen wahrnehmen, sind Elemente zum Aufbau von autonomen Systemen auf der Strasse. Obwohl bereits einzelne autonome Fahrzeuge (UGV) zugelassen sind, ist mit einer flächendeckenden Einführung nicht zu rechnen, bevor rechtliche Aspekte geklärt sind. Die technische Entwicklung wird zwar weitergehen, es ist jedoch vorläufig der Mensch, der als letzte Instanz für die korrekte Steuerung des Fahrzeugs verantwortlich bleibt und damit bei einem Unfall haftet. Um die Verkehrssicherheit zu erhöhen wird die Vernetzung und der Austausch von Daten zwischen verschiedenen Fahrzeugen notwendig sein. Das angestrebte kooperative Verhalten wird jedoch erst erreicht werden können, wenn entsprechende Standards definiert und die gesetzlichen Grundlagen für die Strassenverkehrszulassung angepasst sind.

Für Sicherheitskräfte bieten unbemannte Plattformen einen besonderen Mehrwert bei der Bombenentschärfung, Minenerkennung und -räumung (EOD, EOR, IED, HUMIR), der Aufklärung in urbanen Gebieten und in nicht direkt einsehbaren Räumen (feindlich besetzte Gebiete, eingestürzte Bauwerke etc.), dem Transport von Verwundeten und Versorgungsgütern in Gefahrenzonen und der Aufklärung in ABC-verseuchten Gebieten. Auf der anderen Seite können autonome Fahrzeuge auch für den Angriff auf Sicherheitskräfte genutzt werden. Deshalb bauen viele Einsatzkräfte die Fähigkeit auf, sich gegen derartige Angriffe zu schützen.

Die Mobilität am Boden wird insbesondere bei kleineren Plattformen noch sehr grosse Fortschritte erzielen. Die klassischen Antriebskonzepte mittels Räder und Raupen werden weiterentwickelt und mit hybrider oder elektrischer Motorisierung und Einzelradansteuerung ergänzt. Damit werden signaturarme Schleichfahrten in anspruchsvollem Gelände möglich.

Im Gegensatz zum klassischen Umfeld ziviler Strassenfahrzeuge sind die Anforderungen militärischer Fahrzeuge an die Navigationsleistung autonomer Systeme sehr viel höher. Die Mobilität auf unbefestigten, nicht markierten Strassen oder im Gelände erfordert die Fähigkeit, in der Umgebung passierbare und nicht passierbare Bereiche zu erkennen und zu unterscheiden. Diese Zusatzanforderung wird wohl eine Nische bei autonomen Fahrzeugen mit spezifischen Aufgaben bleiben und entsprechende Kosten zur Folge haben. Mit fortschreitender Entwicklung der Sensoren, der Datenverarbeitungsgeschwindigkeit und der Steuerungsalgorithmen rücken vermehrt sogenannte biomimetische Systeme in den Fokus, welche sich auf Beinen, mittels Schwimm- oder Kriechbewegungen fortbewegen. Damit kann - wie in der Natur - die Art der Fortbewegung auf die Umgebung angepasst und die Vorteile gegenüber einem Rad- oder Kettenantrieb genutzt werden. So wird eine stabile Fortbewegung im unwegsamen Gelände, auf einem Schadenplatz oder im Innern eines Gebäudes möglich und damit entsprechende Missionen durch autonome Systeme erst durchführbar.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit leistungsfähiger autonomer Systeme basiert auf Systemkompetenzen, welche die geschickte Integration von Commercial of-the-shelf- und Military of-the-shelf-Komponenten (COTS bzw. MOTS-Komponenten) erlauben. Aber auch die Fortschritte in sogenannten „Enabler“-Technologien, wie beispielsweise in der Sensorik, Datenauswertung und Datenfusion, künstlicher Intelligenz und Algorithmik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Kommunikationstechnik, präzise und verzugslos steuerbarer Antriebsaggregate, Navigation, Werkstoffen, Energiespeicherung und Energiemanagement sind entscheidend, wie rasch leistungsfähige autonome Systeme zur Verfügung stehen werden. Dabei dürften insbesondere die Werkstofftechnik und die Mikro- bzw. Nanotechnologie wichtige Impulse zur Miniaturisierung von Plattformen geben.

### 3.3.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse

#### 3.3.2.1 Mehrwert für A Stab, FST A, HE, LW, LBA, BABS, Blaulichtorganisationen

- Aufzeigen der Auswirkungen technologischer Entwicklungen auf Operationsphilosophie und -planung
- Analyse der Einsatzmöglichkeiten und des Einsatzpotenzials unbemannter Plattformen
- Grundlage zur Erstellung einer künftigen Doktrin für den Einsatz und den Schutz gegen unbemannte Plattformen bzw. Systeme
- Beitrag zur Realisierung des Führungs-, Informations- und Wirkungsverbundes auf Stufe Teilstreit- bzw. Sicherheitskräfte
- Erkennen der Voraussetzungen und Konsequenzen der Integration in den Führungs-, Informations- und Wirkungsverbund
- Aufzeigen der möglichen Konsequenzen neuer Technologien für logistische Unterstützung
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee



### 3.3.2 Mehrwert für armasuisse

- Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten und des Einsatzpotenzials verschiedener technologischer Entwicklungen im Hinblick auf künftige Beschaffungsvorhaben
- Beurteilungs- und Beschaffungskompetenz für unbemannte mobile Plattformen und Systeme

### 3.3.3 Zielsetzungen

Der Einsatz unbemannter Systeme gewinnt in fast allen physischen Operationsräumen an Bedeutung. Primärer Grund dafür ist das Streben nach verbessertem Schutz der eigenen Einsatzkräfte und nach der zeitlichen Ausdehnung unterbrechungsfreier Missionsausübung, wie etwa bei Überwachungseinsätzen. Für den Einsatz von unbemannten Systemen gilt es daher, Entwicklungen in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Sensorik, Autonomie, Navigation, Allwettertauglichkeit, Luftraum- und Strassenintegration, Zulassung, Zuverlässigkeit, flexible Nutzlastintegration, Datenverarbeitung und –kommunikation zu verfolgen und auszuwerten. Da der Einsatz von unbemannten Systemen das Mobilitäts- und Aufklärungsspektrum der Streit- und Sicherheitskräfte erweitert und zusätzliche Operationsformen ermöglicht, z.B. die Teilnahme an risikoreicheren Operationen, sollen auch die Konsequenzen für die Doktrinentwicklung aufgezeigt werden. Dabei geht es auch darum, die Entwicklung des Autonomiegrades unbemannter militärischer und ziviler Systeme genau zu beobachten und anhand von Demonstratoren deren Nutzen- und Gefahrenpotenziale aufzuzeigen.

Darüber hinaus sollen die Anwendungsmöglichkeiten von autonomen Systemen als agile Kommunikationsknoten und Sensorplattformen (z.B. für die Nachrichtenbeschaffung, Aufklärung und Überwachung) vertieft untersucht werden. Dabei muss auch beurteilt werden, wie das Zusammenwirken unterschiedlicher Sensoren oder der Aufbau von ad-hoc Kommunikationsnetzwerken an Bord autonomer hochfliegender Plattformen gestaltet werden kann. Auch sind die erforderliche Massnahmen zu analysieren, um entsprechende Sensorinformationen in die Führungs- und Informationssysteme zu integrieren.

Forschungsbedarf besteht auf vielen Systemebenen und insbesondere auch bezüglich der Gesamtintegration dieser einzelnen Ebenen in einsatzfähige Experimentalsysteme zur Verknüpfung der wissenschaftlichen Forschung mit den operationellen Bedürfnissen. Dabei sollten insbesondere die Anwendungsmöglichkeiten bei der Unterstützung der zivilen Behörden und die daraus resultierenden Herausforderungen berücksichtigt werden.

Mobilität wird durch einen leistungsfähigen Antrieb wesentlich beeinflusst, dessen Auslegung von der Art der Energiebereitstellung abhängig ist. Bei elektrischen Antrieben kann die Einsatzdauer durch die Energiegewinnung mittels Solarzellen, moderner Batterietechnik und adäquatem Energiemanagementsystem massiv gesteigert werden. Internationale Entwicklungen auf diesen Gebieten sollen verfolgt und deren Potenziale und Grenzen aufgezeigt werden. Dabei ist der Fokus auf neue Verfahren zur Optimierung des Energiehaushalts von Plattformen bzw. der auf den Plattformen installierten Komponenten zu lenken. Auch alternative Fortbewegungsformen sollen beobachtet und deren Potenzial für Einsatzszenarien von Sicherheitskräften evaluiert werden.

Im Bereich der Werkstoffe soll untersucht werden, welchen Beitrag neue Werkstoffe zur Verbesserung der Mobilität und Miniaturisierung leisten können. Dabei geht es u.a. um Gewichtsreduktion, verbesserte Wendigkeit oder optimierte Aerodynamik durch Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit. Diese Aspekte stehen in engem Zusammenhang mit Fortschritten in der Nano- und Mikrotechnologie, deren Entwicklung im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Innovations- und Querschnittsthemen“ innerhalb des prioritären Forschungsfeldes „Materialwissenschaften und Energie“ verfolgt wird.

### **3.3.3.1 Umsetzungsziele 2017-2020**

Im Rahmen des Forschungsprogramms „Autonome mobile Systeme der Zukunft“ wird das Potenzial unbemannter Plattformen zur Unterstützung von Schweizer Sicherheitskräften evaluiert. Dabei sind neben den technischen Fortschritten bei den sogenannten „Enabler“-Technologien und deren Integration in Demonstratoren auch die Konsequenzen zunehmender Autonomie auf die Operationskonzepte (CONOPS) aufzuzeigen. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen sollen signifikante Veränderungen operationeller Fähigkeiten identifiziert und nachgewiesen werden, welche sich aus der Verwendung von autonomen Systemen in der Luft und auf dem Boden ergeben. Weil der technologische Fortschritt im Bereich mobiler autonomer Plattformen massgeblich aus dem zivilen Bereich zu erwarten ist, muss dieser stets beobachtet und die Konsequenzen für Sicherheitskräfte beurteilt werden. Die breite Verfügbarkeit solcher Plattformen für staatliche und nicht-staatliche Akteure als mögliches Aufklärungs- und Angriffsmittel verlangt die Entwicklung entsprechender Fähigkeiten im Bereich der Gegenmassnahmen und des Schutzes. Der zivile Bereich wird aber auch einen wesentlichen Einfluss auf die Zulassung und Integration autonomer Systeme in das bestehende Verkehrsumfeld haben. Deshalb sind unter Einbezug ziviler Behörden und Akteure die Voraussetzungen für die Zulassung autonomer Systeme zu schaffen, um diese im Rahmen sicherheitspolitischer Aufgaben der Schweiz, in einem militärisch-zivil gemischten Umfeld sicher einsetzen zu können. Die Konsequenzen, welche aus einer möglichen Verwendung von autonomen Systemen resultieren, müssen gesamtheitlich unter dem Aspekt aller DUOAMPFIS-Massnahmenbereiche betrachtet werden. Da Sicherheitskräfte oft in unwegsamem Gelände oder im Innern von Gebäuden operieren und daher Mobilitätsansprüche haben, welche durch klassische Antriebstechniken nicht abgedeckt werden können, soll auch das Potenzial alternativer Fortbewegungsmethoden untersucht und bewertet werden.

### **3.3.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit**

#### **3.3.4.1 Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich, Autonomous Systems Lab, Institut für Automation, Computer Vision Lab und Agile and Dexterous Robotic Lab
- EPF Lausanne, Biorobotics Laboratory, Laboratory of Intelligent Systems
- Universität Zürich, Robotics and Perception Group
- Berner Fachhochschule, Technik und Informatik, Robotics Lab
- ZHAW Winterthur, Institut für mechanische Systeme und Zentrum für Aviatik
- FHNW Windisch, Institut für Automation
- CSEM Neuchâtel
- IDSIA Robotics Lab, Manno

- Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe (DEU)
- Southwest Research Institute, San Antonio (USA)

#### **3.3.4.2 Industrie**

- RUAG Schweiz AG
- Bluebotics AG, Lausanne
- MineWolf Systems AG, Pfäffikon
- Airbus Defence and Space, Bremen (DEU)
- Diehl BGT Defence, Überlingen (DEU)
- Rheinmetall AG, Düsseldorf (DEU)
- QinetiQ Group plc, Farnborough (UK)
- Dassault Aviation (FRA)
- Insta Group Oy, Tampere (FIN)
- Aurora Flight Sciences, Manassas (USA)
- Black-I Robotics, Tyngsboro (USA)
- iRobot, Bedford MA (USA)

#### **3.3.4.3 Bund**

- VBS / GS
- VBS / Verteidigung / FSTA / Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee
- VBS / Verteidigung / A Stab
- VBS / armasuisse / KB LU
- VBS / swisstopo

#### **3.3.4.4 Staatliche Partner**

- NATO/PfP
- Finnish Defence Forces (FIN)
- Finnish Military Intelligence Centre (FIN)
- Fraunhofer Forschungsinstitut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, Wachtberg (DEU)
- Deutsches Luftwaffenführungskommando - A 7 d (DEU)
- Universität der Bundeswehr, München (DEU)
- Militärische Zulassungsstelle für UAV-Systeme WTD-61 (DEU)

### 3.4 Innovation und Querschnittsthemen: Technologiefrüherkennung und Technologie-Monitoring

#### Stichworte

Analysen, Antizipation, Brainstorming, Disruption, Dual-use, Enabler-Technologie, Expertennetzwerke, Imagination, Informationsmanagement, Informationsquellen, Informationsverarbeitung, Innovation, Inspiration, Instruktion Kompatibilität, künstliche Intelligenz, Nationales und internationales Kompetenznetzwerk, Neuigkeiten, Opportunitäten, Patente, Prognosen, radikaler Technologiewandel, Risikoabbau, schwache Signale, Science-Fiction, Semantische Strukturen, Sicherheitsrelevante Technologie- und Industriebasis (STIB), Szenario, Szenariotechnik, Taxonomie, Technologieentwicklung, Technologiefrüherkennung, Technologiemic, Technologie-Monitoring, Technologiereifegrad, technologische Überlegenheit, Tendenzen, Trends, Vision, Wissenschaft, Wissensmanagement, Wissenstransfer, Workshops, Zukunft;

**EDA:** Informatik & mathematische Anwendungen (A08), Informations- (und Signal)-verarbeitungstechnologie (A09), Defence Analysis (C01), Personal, Ausbildung & Gesundheit (C05), Geschäftsprozesse (C08), R&T Management (C08.8);

#### 3.4.1 Veranlassung und Nutzen

Die Berücksichtigung der technologischen Entwicklung ist im Rahmen der Weiterentwicklung von Streitkräften und deren operationellen Fähigkeiten zentral. Dabei stehen Technologie und Doktrin in einem wechselseitigen Verhältnis zueinander. Während die Doktrin aufzeigt, wie Streitkräfte eingesetzt werden, zeigt die Technologie mögliche Lösungen auf, womit sie dies tun. Technologische Überlegenheit führt nicht zwangsläufig zum Erfolg. Eine erfolgreiche Doktrin soll das technologische Potenzial ausschöpfen. Gleichzeitig gilt es sicherzustellen, dass eine Doktrin durch technologische Innovationen und deren Anwendung seitens eines Gegners nicht wirkungslos wird. Technologiefrüherkennung (Technologie-Scanning) und Technologie-Monitoring sind folglich zentral und zwar sowohl - im Sinne der Ausnutzung von Chancen - für die Ausgestaltung der eigenen Doktrin als auch - zur Vermeidung oder zumindest Minderung von Risiken - für die kontinuierliche Weiterentwicklung von Planungs- und Doktringrundlagen<sup>9</sup>.

Eine wirksame Technologiefrüherkennung muss Sicherheitskräfte auf neue Technologien und relevante Technologieentwicklungen aufmerksam machen. Mittels Technologie-Monitoring, das einen etwas näheren zeitlichen Horizont als die Technologiefrüherkennung hat, können Sicherheitskräfte beraten werden, ob sie auf eine neue Technologie setzen können oder gar müssen (z. B. Ablösung einer Technologie) und wann der Zeitpunkt dazu ideal ist. Primär geht es darum einerseits nur in reife Technologien zu investieren und andererseits sich abzeichnende Technologiesprünge nicht zu verpassen. Nur so kann der effiziente Einsatz finanzieller Mittel in adäquate Technologien gewährleistet werden.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Militärdoktrin 17, Technologische Trends

<sup>10</sup> Teilstrategie Technologie Verteidigung 2020

Um das Risiko von Fehlinvestitionen zu minimieren, müssen Technologie-Beurteilungen bereits in den frühen Planungsphasen einfließen. Dazu sind die aktuellen Trends und Entwicklungen laufend mit einer umfassenden Technologiefrüherkennung und einem spezifisch ausgerichteten Technologie-Monitoring zu beobachten. Der Fokus soll dabei nicht zu eng auf reine Rüstungstechnologien gesetzt werden; zivile Technologien mit Dual-use-Potenzial sind in die Betrachtungen mit einzubeziehen<sup>11</sup>.

Dieses Vorgehen hat vor allem mit einem Paradigmenwechsel in der Technologieentwicklung zu tun, welcher sich in den beiden vergangenen Dekaden vollzogen hat. Waren es früher vor allem das Militär und die Weltraumforschung, welche die Technologien vorantrieben und immer nach besserer Ausrüstung strebten, so wird heute das Tempo des technologischen Fortschritts in vielen Bereichen durch den zivilen Markt diktiert. Da immer mehr Technologien sowohl zivil wie auch militärisch nutzbar sind, sind Sicherheitskräfte zunehmend dem Zwang unterworfen, ihre Einsatzmittel dem Stand der Technik ziviler Märkte anzupassen. Dies kann für Sicherheitskräfte aus ökonomischer Sicht durchaus interessant sein. Sehr oft erfüllen jedoch zivile Produkte die Anforderungen von Einsatzkräften nicht, so dass teure Anpassungen notwendig werden, was wiederum zur Konsequenz hat, dass neuste Technologien weniger rasch zum Einsatz kommen als in der zivilen Welt. Während früher Sicherheitskräfte über Ausrüstungen verfügten, die auf den neusten Technologien beruhten, scheinen sie heute vermehrt mit einem Technologierückstand konfrontiert zu sein. Dieser Rückstand kann in der Nutzungsphase zu höheren Betriebskosten führen.

Die Entwicklung von Technologien für zivile Anwendungen erfolgt in einigen Bereichen sehr dynamisch, teilweise komplementär, teilweise auch parallel und in grosser Vielfalt. Daraus entstehen Produkte, welche neue Möglichkeiten und Vorgehensweisen erschliessen, aber auch neue Geschäftsmodelle generieren und alte zum Verschwinden bringen. Man spricht von Disruption. Weil sich disruptive Entwicklungen nachhaltig auf das ökonomische, soziale, rechtliche, ethische und operationelle Umfeld auswirken können, müssen diese erkannt und in die Entwicklungs- und Planungsprozesse von Sicherheitskräften einbezogen werden, sei es um die Mittel einer potenziellen Gegenseite zu kennen oder auch die Vorteile dieser Technologien zu nutzen.

Im Rahmen des Forschungsprogramms „Technologiefrüherkennung“ sollen die technologischen Entwicklungen mit Relevanz für staatliche Sicherheitskräfte antizipiert und beschrieben werden. Dabei geht es nicht so sehr darum die technologische Entwicklung zu prognostizieren, sondern eher mit Hilfe eines strukturierten und kontinuierlich vorangetriebenen Ansatzes mögliche Zukunftsszenarien zu skizzieren, mit den Interessierten zu diskutieren und für die Entwicklungs- und Planungsprozesse der Armee bereitzustellen. Die Armee soll rechtzeitig und möglichst genau wissen, welche neuen Technologien auftauchen und wie relevant diese für Rüstungsgüter sein können. Sie muss wissen, ob ein Einstieg auf eine neue Technologie verzichtbar, sinnvoll oder gar notwendig ist.

---

<sup>11</sup> Teilstrategie Technologie Verteidigung 2020

### 3.4.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse

#### 3.4.2.1 Mehrwert für VBS, A Stab, CdA, IBV, EDA

- Beratung und Unterstützung in Technologiefragen
- Aufzeigen der Verbindung von operationellen Fähigkeiten der Armee zu Technologien
- Aufzeigen des Reifegrads einer Technologie
- Verfassen von Technologieberichten und Präsentation der Erkenntnisse an Veranstaltungen
- Organisation von Thementagen
- Sicherstellung der Technologieexpertise in verschiedenen Schweizer Delegationen
- Führung des Antizipationsprozesses über neue Technologien und deren Konsequenzen auf die Sicherheitskräfte der Schweiz
- Entwicklung von Kenntnissen und Werkzeugen zur Prioritätensetzung von Technologien
- Betrieb einer Plattform mit strukturierter Ablage von Technologieinformationen
- Unabhängige Beratung in verschiedenen Technologiebereichen

#### 3.4.2.2 Mehrwert für armasuisse

- Übersicht über verschiedene Zukunftstechnologien und deren Reifegrad
- Identifikation von Technologien, welche heute in armasuisse W+T noch nicht bearbeitet werden
- Technologische Wissensbasis zur Anpassung, Beendigung oder Start eines Forschungsprogramms
- Integration von integrierten Kreisen in den Prozess der technologischen Antizipation
- Entwicklung einer spezifischen Technologiefrüherkennung für die Schweizer Sicherheitskräfte.

### 3.4.3 Zielsetzungen

Bis anhin fand der Technologiefrüherkennungs- und die Technologie-Monitoring-Prozess der armasuisse im Rahmen der laufenden Forschungsprogramme und der darin bearbeiteten Themen statt. Das Ziel einer umfassenden Früherkennung und eines entsprechenden Monitorings von Technologieentwicklungen ist die Konsolidierung der Informationen aus den laufenden Forschungsprogrammen und die Identifikation von Technologien, welche sich thematisch ausserhalb der Ausrichtung laufender Forschungsprogramme befinden, aber dennoch relevant für die Aufgabenerfüllung von Sicherheitskräften werden könnten. Der Fokus bei der Technologiefrüherkennung richtet sich auf Technologien, die sowohl im zivilen wie militärischen Umfeld ein Disruptionspotenzial besitzen.

Für den effizienten Aufbau einer objektiven 360°-Technologieübersicht ist ein Netzwerk mit nationalen und internationalen Kontakten und Partnerorganisationen unabdingbar. Solche Netzwerke sind sehr nützlich, weil die meisten interessantesten Technologien per se ziemlich universell betrachtet werden können, auch wenn deren Implementierung auf nationaler Ebene sehr unterschiedlich sein kann. Ein Netzwerk hilft innert vernünftiger Zeit zu nützlichen

Informationen zu kommen, um diese anschliessend hinsichtlich Qualität und Verlässlichkeit bewerten zu können.

Wie eine erste Analyse zeigt, gibt es einige öffentlich zugängliche Studien aus verschiedenen



Ländern in sehr guter Qualität. Im Rahmen der Technologieführerkennung sollen aktuelle Studien, welche sich mit Antizipation und Entwicklung von Zukunftsperspektiven befassen, analysiert und ausgewertet werden. Um die Auswirkungen auf Gesellschaft, Ökonomie etc. besser verstehen zu können, beschränkt man sich dabei nicht nur auf die rein technische Perspektive, sondern versucht abzuleiten, welche Konsequenzen die Entwicklung auf die operationellen Fähigkeiten von

Sicherheitskräften haben. Es sollen Aussagen bezüglich des Reifegrads einer Technologie formuliert und ihr disruptives Potenzial abgeschätzt werden.

Die erarbeiteten Vorgehensweisen und auch die daraus gewonnenen Erkenntnisse erlauben es aktiv in nationalen und internationalen Arbeitsgruppen teilzunehmen. Die Auseinandersetzung mit anderen Meinungen und Vorgehensweisen soll helfen, die Einschätzung von Entwicklungen künftiger Technologien zu objektivieren und breiter abzustützen. Dabei ist vorgesehen, nicht nur auf der Ebene der Technologieführerkennung zu bleiben, sondern in ausgewählten Bereichen auch in die Tiefe zu gehen.

Die Erkenntnisse aus der Technologieführerkennung werden in Form von Workshops, Präsentationen, Berichten oder per Internet einem interessierten Publikum aus dem VBS zur Verfügung gestellt, damit die Diskussion über die Relevanz einer Technologie geführt werden kann und um Vorteile bzw. neue Bedrohungen für Schweizer Sicherheitskräfte aufzuzeigen.

Der Aufbau eines zentralisierten Informationssystems auf der Basis einer semantischen Datenstruktur soll künftig inhalts- und kontextorientierte Recherchen ermöglichen und so die Informationsfülle handhabbar und nutzbar machen. Bei Bedarf können den operationellen Fähigkeiten der Armee entsprechende Technologien zugeordnet werden. Daraus muss abgeleitet werden können, welche Technologien aufgrund der Priorisierung von operationellen Fähigkeiten an Relevanz für das Technologiemanagement und die Beschaffung gewinnen, aber auch welche operationellen Fähigkeiten durch Technologieentwicklungen am meisten betroffen sind und allenfalls neu beurteilt werden müssen.

### **3.4.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit**

#### **3.4.4.1 Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich, Center for Security Studies
- EPF Lausanne

#### **3.4.4.2 Industrie**

- Quantinum AG, Bern
- Centredoc, Neuenburg
- Gottlieb Duttweiler Institute (GDI), Zürich
- Effizienzagentur Schweiz AG, Muttenz
- Strategic Business Insights Ltd, London (UK)
- Envisioning Ltd, Sao Paolo (BRA)
- RAND Europe, Cambridge (UK)

#### **3.4.4.3 Bund**

- VBS / Verteidigung / A Stab / Doktrin
- VBS / Verteidigung / A Stab / Armeepanung
- VBS / GS-VBS / Verteidigung und Rüstungspolitik
- EDA / STS-EDA / Rüstungskontrolle und Abrüstung
- WBF / SBFI / Internationale Beziehungen (Swissnex)

#### **3.4.4.4 Staatliche Partner**

- Fraunhofer Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen, Euskirchen (DEU)
- NATO/PfP STO
- European Defence Agency (EDA)



### 3.5 Innovation und Querschnittsthemen: Komplexität und Human Factors

#### Stichworte:

Aktionsplanung und -führungsprozess (APP, AFP), Anthropotechnik, Augmented Reality, Ausbildung, Ausbildungstechnologie, Concept Development and Experimentation (CD&E), Decision Making, Dynamische Systeme, Emergenz, Entscheidungsprozesse, Entscheidungsunterstützung, Ergonomie, Experimente, Expert Decision Making, Fähigkeitsbasierte Planung, Human Behaviour Representation, Human Factors Analysis and Classification System (HFACS), Human Factors Management, Human Factors Quantifizierung, Individuum in vernetztem Umfeld, Informationsaufnahme, Informationsdarstellung, Informationsinterpretation, Interoperabilität, komplexe adaptive Systeme (CAS), Komplexität und Ambiguität, Komplexitätsmanagement, künstliche Intelligenz (KI), künstliches Leben (artificial Life, ALife), Lebenswegkosten (LCC), Mensch-Maschine Schnittstelle, Multinationalität, Naturalistic Decision Making, Operational Analysis (OA), Operations Research (OR), Planspiele, Prognose, Projektmanagement, Rekrutierung, Resilience Engineering, Resilienz, Risikomanagement, Simulation (live, virtuell und konstruktiv), sozio-technische Systeme, Stressbewältigung, Stressresistenz, Systemanalyse, System of Systems, Systems Engineering, Teameffektivität, Training, Unsicherheit, Unternehmensprozesse, Virtuelle Realität, Volatilität, Wargaming, Werteorientierung, Wirtschaftlichkeit, Zufall, zwischenmenschliches Verhalten;

**EDA:** Informatik & mathematische Anwendungen (A08), Informations- und Signalverarbeitung (A09), Humanwissenschaften (A10), Simulatoren, Übungssysteme & Künstliche Umgebungen (B08), Defence Analysen (C01), Geschäftsprozesse & Managementthemen (C08);

#### 3.5.1 Veranlassung und Nutzen

Moderne Sicherheitskräfte können als soziotechnische Systeme betrachtet werden. Erst dieser Ansatz, in dem Mensch, Organisation und Technik im Verbund betrachtet werden, er-



möglicht eine Optimierung des Gesamtsystems, sei es für einen Einsatz von Sicherheitskräften, aber auch bei wirtschaftlichen Überlegungen im Rahmen der Fähigkeitsentwicklung. Das prioritäre Forschungsthema „Komplexität und Human Factors“ befasst sich mit der Leistungsoptimierung und Resilienz soziotechnischer Systeme in einem Umfeld, das durch Volatilität (instabil), Unsicherheit

(wenig vorhersagbar), Komplexität (vernetzt) sowie Ambiguität (vieldeutig) gekennzeichnet ist. Im militärischen wie ökonomischen Kontext wird dies heutzutage auch als VUKA-Umfeld bezeichnet.

Sicherheitskräfte sind vermehrt gefordert in einem VUKA-Umfeld ihre Aufgaben flexibel wahrzunehmen und adaptiv auf bestimmte Situationen zu reagieren. Dies bedingt vernetzte und ganzheitliche Ansätze, in welchen eine soziotechnische Betrachtungsweise mit ihren emergenten Eigenschaften sehr nützlich sein kann. Die zentrale Eigenschaft eines soziotechnischen Systems ist die Erbringung einer spezifischen Leistung in einem Umfeld, welches sich stetig wandelt. Eine weitere emergente Eigenschaft ist die Resilienz. Darunter versteht man Robustheit mit der Systeme ihre Aufgaben in einem solchen Umfeld ausführen können. Resilienz geht über die Sicherheitsmassnahmen einzelner technischer Systeme hinaus und ist daher als gesamtheitlicher Ansatz zu verstehen.

Die Schweizer Armee, als auch die mit ihr gekoppelten Beschaffungsorganisation, können als soziotechnische Systeme betrachtet werden, die in ihrem jeweiligen VUKA-Umfeld ihre fähigkeitsbasierte Leistung erbringen müssen.

Zur Unterstützung dieser Organisationen müssen bei der Betrachtung soziotechnischer Systeme drei Schwerpunkte gesetzt werden:

1. Komplexitätsmanagement
2. Resilienz
3. Human Factors

**Komplexitätsmanagement:** Sowohl die Armee wie auch die armasuisse sind vermehrt mit Situationen konfrontiert, in denen einfache, lineare Lösungsansätze nicht mehr zielführend sind. So müssen beispielsweise bei der Beschaffung, Inbetriebnahme und Integration eines Systems neben den rein technischen Aspekten auch politische, wirtschaftliche, gesellschaftliche und rechtliche Gegebenheiten berücksichtigt werden. Das Komplexitätsmanagement stellt Methoden zur Verfügung, sich in diesem Kontext zu orientieren, die Konsequenzen möglicher Lösungsvarianten transparent aufzuzeigen und so die Entscheidungsfindung zu unterstützen.

**Resilienz** bezeichnet die Eigenschaft einer Organisation, Ausfällen zu widerstehen und weiterhin ihre Aufträge zu erfüllen. Sicherheitskräfte sind zur Bewältigung von Krisensituationen auf resiliente Strukturen, Prozesse und Mittel angewiesen. Diese sind im Vorfeld zu planen und aufzubauen. Dazu müssen geeignete Methoden und Verfahren bereitstehen, welche die Überprüfung und Ausgestaltung der Überlebens- und Durchhaltefähigkeit im Spannungsfeld knapper Ressourcen zulassen.

**Human Factors** umfasst Aspekte der Organisation, der Arbeitsumgebung, der körperlichen, emotionalen und kognitiven Ressourcen eines Menschen, welche sein Verhalten und damit die Vorgehensweise bei der Lösung einer spezifische Aufgabe steuern. Menschliche Aktionen sind nicht deterministisch. Sie haben vielfältige Ursachen und können sich unvorhersehbar entwickeln. Andererseits ist bis dato einzig der Mensch befähigt, im Umfeld von Unsicherheit und Ambiguität überhaupt zeitgerecht und vernünftig zu handeln. Die Methoden zur Evaluation von Human Factors haben zum Ziel, das nicht-deterministische Verhalten des Menschen in soziotechnischen Systemen zu verstehen und geeignete Optimierungsmassnahmen vorzuschlagen. Hierfür ergeben sich drei Ansatzpunkte:

- Mensch-Maschinen Schnittstelle: Optimierung der Schnittstellen, welchen die menschlichen Akteure ausgesetzt sind. Dabei werden die Kontaktpunkte zwischen Mensch und Hardware, Software, Prozesse und Verfahren betrachtet. Durch eine optimale Abstimmung lässt sich das Risiko menschlichen Versagens und den damit verbundenen Kon-

sequenzen signifikant reduzieren. Im Vordergrund des Themas Mensch-Maschinen-Schnittstelle steht die Effizienz der Interaktion des Menschen mit technischen Systemen, um daraus Rückschlüsse für deren optimale Gestaltung zu ziehen. Neben der klassischen Ergonomie bei der persönlichen Ausrüstung und bei Plattformen von Sicherheitskräften spielt die Ergonomie von Benutzeroberflächen elektronischer Systeme eine immer wichtigere Rolle.

- Anforderungsanalyse: Aus dem Zusammenspiel zwischen Mensch und Auftrag resultieren Anforderungen an die menschlichen Fähigkeiten. Dabei geht es sowohl um physische, psychische, kognitive als auch soziale Aspekte, welche für die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und moderner Technologie bedeutsam sind. Anforderungsanalysen liefern Grundlagen zur Erstellung von Eignungsprofilen für die Personalauswahl und die Planung von Aus- und Weiterbildung.

### 3.5.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse

#### 3.5.2.1 Mehrwert für A Stab, FUB, LBA, HE, LW, BABS

- Beurteilung der Auswirkungen neuer Technologien und wissenschaftlicher Erkenntnisse auf Operationsplanung sowie auf militärische Fähigkeiten
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auf dem gesamten TUNE-Prozess
- Unterstützung der strategischen Planung und Konzeptentwicklung
- Unterstützung der vernetzten Operationsführung im gesamten SVS
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee
- Grundlagen für Doktrinentwicklung und Einsatzunterstützung
- Beschleunigung komplexer Entscheidungsprozesse
- Optimierung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Wissenschaftliche Entscheid- und Beratungskompetenz am Fliegerärztlichen Institut der Luftwaffe
- Steigerung der Sicherheit und Effektivität militärischer Geräte durch nachhaltige Beurteilung von Human Factors in der Ausbildung und im Einsatz
- Gestaltung resilienter Strukturen in Einsatzverbänden

#### 3.5.2.2 Mehrwert für armasuisse

- Gestaltung komplexer Beschaffungsprozesse
- Bereitstellen systemanalytischer Grundlagen zur Beurteilung von Beschaffungsoptionen
- Simulationsbasiertes System Engineering
- Unterstützung bei der Beurteilung und Optimierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bei Beschaffungsvorhaben
- Grundlagen für ergonomische Anforderungen an künftige technische Systeme
- Berücksichtigung von Human Factors bei der Innovation und Entwicklung von Technologiedemonstratoren

### 3.5.3 Zielsetzungen

Im Zentrum dieses Themenfelds steht der handelnde Mensch innerhalb eines sozio-technischen Systems. Sicherheitskräfte sind komplexe adaptive Systeme, welche sich in einem VUKA-Umfeld stets neu anpassen müssen. Komplexitätsmanagement unterstützt die Gestaltung hierfür geeigneter Prozess, Produkte und Strukturen. Für diese Gestaltung brauchen Organisationen die vier Grundelemente der Adaption:

- Fitness: Organisationen verfügen über interne Modelle, betreffend Erfolg und Misserfolg im Kontext ihrer Umweltsituation (VUKA-Umfeld)
- Variation: Organisationen sind in der Lage eine Vielzahl von Zuständen anzunehmen
- Selektion: Organisationen beabsichtigen die Variationen der Zustände beizubehalten, die einen Erfolg wahrscheinlich machen, respektive Zustände zu meiden, die einen Misserfolg erwarten lassen
- Evaluation: Organisationen verfügen über Rückkopplungsmechanismen zur Beurteilung ihres Fitnessgrades

Diese Grundelemente der Adaption sollen sowohl für Einsatzverbände wie auch Projektorganisationen angewendet werden, um deren Entwicklung dem veränderten Umfeld anzupassen und hinsichtlich Leistungsfähigkeit zu optimieren. Dazu sind geeignete Methoden und Konzepte im Rahmen des Komplexitätsmanagements und der Resilienzforschung für verschiedene Organisationsebenen des VBS bereitzustellen. Dabei gewinnt der Einbezug der Wirtschaftlichkeit und des ökonomischen Umfelds zunehmend an Bedeutung. Auch die Beschleunigung von Beschaffungsprozessen und der Aufbau eines massgeschneiderten Technologiemanagements sind Themen, die mit Hilfe des Komplexitätsmanagements zu bearbeiten sind.

Aufgrund der engen Zusammenarbeit im Rahmen des Sicherheitsverbands Schweiz und der zunehmend vernetzten Operationsführung der Armee gewinnt der Informationsaustausch über die eigenen Organisationsgrenzen hinweg an Bedeutung. Dabei sind Erkenntnisse und Grundlagen zum Umgang des Menschen mit Informationen im Kontext komplexer Problemstellungen zentral. Der Prozess der Gewinnung, der Fusion, der Verteilung und der Darstellung von Informationen soll mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden untersucht und hinsichtlich der Verarbeitungskapazität durch den Menschen und der Relevanz für die verschiedenen Führungsebenen optimiert werden. Dabei ist der Interaktion des Menschen mit verschiedenen Aufklärungsquellen bei der Interpretation der vorhandenen Information und deren Konsequenzen auf die Entscheidungsfindung besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Konzeptentwicklung und deren experimentelle Überprüfung (CD&E - Concept Development and Experimentation) ist darauf ausgerichtet, soziotechnische Systeme in einem iterativen Prozess zu optimieren. Diese Optimierung ist ein komplexer Problemlösungsprozess, der sowohl die Armee als auch die Beschaffung einbezieht. Diese alternierenden Prozessschritte von Konzeptentwicklung und Experiment sind eine Analogie zur Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften. Der entscheidende Unterschied ist der Betrachtungsgegenstand: Die Naturwissenschaften betrachten die unbelebte Natur, während CD&E soziotechnische Systeme als Untersuchungsgegenstand hat. Daraus ergeben sich bedeutende Unterschiede in der konkreten Vorgehensweise, die in diesem Themenfeld herausgearbeitet werden sollen, mit dem Ziel entsprechende Werkzeuge bereitzustellen.

Bei der Optimierung des menschlichen Leistungsvermögens im Einsatz mit hoch entwickelten Einsatzmitteln des Heeres und der Luftwaffe ist die Interaktion Mensch-Maschine zu beherrschen. Dazu gehören beispielsweise in der Luftwaffe flugmedizinische und flugpsychologische Aspekte sowie die Thematik des Crew Resource Managements. Hierbei interessiert in diesem Themenfeld vor allem das Zusammenspiel zwischen der Leistungsfähigkeit der Piloten und der Fülle von entscheidungsrelevanten Informationen, die diese unter schwierigen physischen Bedingungen bewältigen müssen.

### **3.5.3.1 Umsetzungsziele 2017-2020**

Das Know-How in Komplexitätsmanagement und in Human Factors soll allen Stellen des VBS niederschwellig zugänglich gemacht werden. Dazu soll ein Kompetenzzentrum „Komplexität und Human Factors“ etabliert werden. Um das breite Spektrum dieses prioritären Themenfelds zu gewährleisten, ist das vorhandene Expertennetzwerk zu unterhalten und weiter auszubauen.

Komplexitätsmanagement ist keine einheitliche Wissenschaft mit einem tradierten Wissenskanon. Daher soll die notwendige Kompetenz aus dem Blickwinkel des VBS aufgearbeitet werden, so dass anwendungsorientierte Modelle, Konzepte und Methoden für die Praxis bereitgestellt werden können. Primär geht es dabei um den Aufbau eines integralen Technologiemanagements, welches neben der reinen Technologiebetrachtung auch die Aspekte der Wirtschaftlichkeit, des ökonomischen Umfelds und der Beschleunigung von Beschaffungsabläufen beinhaltet. Der methodische Ansatz reicht von qualitativen Modellen bis hin zu spezifischen Simulationen.

Mit Hilfe des Resilience Engineerings sollen Einsatzverbände der Schweizer Armee mit wissenschaftlichen Methoden hinsichtlich Überlebens- und Durchhaltefähigkeit unterstützt werden. Entsprechende resilienzsteigernde Konzepte und Verbesserungsmassnahmen sollen in Vorhaben und Projekten im Rahmen militärischer Fähigkeiten eingebracht werden.

Sicherheitstechnologien entwickeln sich sehr schnell. Daraus entstehen neue Mensch-Maschinen-Schnittstellen, die wiederum neue Verfahren zur Beurteilung von Human-Factors erfordern. Um das Fachwissen auf diesem Gebiet sicherzustellen, soll ein kontinuierliches Monitoring betrieben werden. Häufig bestehen für operationelle Human-Factors-Fragestellungen keine validierten Messinstrumente. Solche sind jedoch nötig, um wissenschaftlich basierte Abklärungen durchführen zu können. Deshalb sind weitere bedarfsgerechte Methoden zur Human-Factors-Quantifizierung zu entwickeln.

Die Fachkompetenz zum menschlichen Leistungsvermögen in der Luftfahrt sowie für spezifische Fragestellungen aus den Gebieten der Flugmedizin und Eignungsabklärung, Kontrollverfahren, Ergonomie, Flugphysiologie, Flugpsychologie und Flugsicherheit ist weiterhin mit Forschungsaktivitäten sicherzustellen. Methoden zur Eignungsabklärung bei der Personalrekrutierung bezüglich Kriterienerhebung, Gewichtung und Entscheidungsfindung sind wissenschaftlich zu validieren.

### 3.5.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit

#### 3.5.4.1 Universitäten und Hochschulen

- ETH Zürich, MILAK, Birmensdorf
- Universität St. Gallen, Centre for Security, Economy and Technology, St. Gallen
- ZHAW, Zentrum für Aviatik, Winterthur
- Universität der Bundeswehr München, Institut für Theoretische Informatik, Mathematik und Operations Research, München,
- Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Arbeits-, Organisations- und Wirtschaftspsychologie, Hamburg (DEU)
- Cranfield University, Centre for Simulation and Analytics, Shrivenham (UK)
- Naval Postgraduate School, Monterey (USA)
- National Defence University Washington D.C. (USA)

#### 3.5.4.2 Industrie

- RUAG Schweiz AG, Bern
- Forventis GmbH, Zürich
- Zentrum für Arbeitsmedizin, Ergonomie und Hygiene (AEK) AG, Zürich
- Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen
- Die Ergonomen Usability AG, Zürich
- IABG, Ottobrunn (DEU)
- Elektroniksystem und Logistik GmbH, München (DEU)
- Airbus Defence and Space, Bremen (DEU)
- Institut für Technik intelligenter Systeme – ITIS GmbH, Deutschland (DEU)
- CAE GmbH, Stolberg (DEU)
- RAND Europe, Cambridge (UK)

#### 3.5.4.3 Bund

- VBS / BABS / Risikogrundlagen und Forschungskoordination
- VBS / Verteidigung / Luftwaffe / Fliegerärztliches Institut FAI

#### 3.5.4.4 Staatliche Partner

- Bundesministerium für Verteidigung, Planungsamt der Bundeswehr, Berlin (DEU)
- Bundesheer, Amt für Rüstung und Wehrtechnik, Wien (AUT)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, Oberpfaffenhofen (DEU)
- Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik, Kaiserslautern (DEU)
- Ministry of Defence, Defence Science and Technology Laboratory, Porton Down (UK)
- NATO Communications and Information Agency, Operational Analysis, Brüssel (BEL)

### 3.6 Innovation und Querschnittsthemen: Materialwissenschaft und Energie

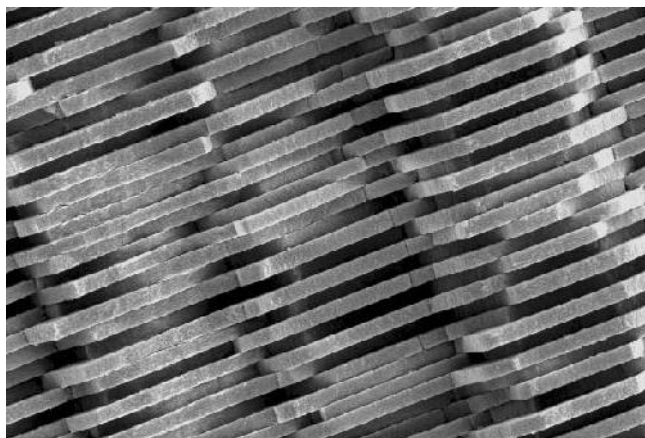
#### Stichworte

adaptive Werkstoffe, additive Manufacturing, Aerogele, alternative Energiequellen, alternierende Schichten, amorphe Metalle, Beschichtungen, Biofilme, Biopolymere, Brennstoffzellen, 3-D Printing, Direct Metal Deposition, Energieeffizienz, Energiemanagement, Energiespeicher, Energieversorgung, Energieversorgungskette, exfolierte Composite, Farbstoffe, Faserverbundwerkstoffe, Flüssigkern-Fasern, flüssigkristalline Werkstoffe, Formgedächtnislegierungen, Fullerene, Funktionskeramiken, Generatoren, Gläser, Graphen, hochfeste Stähle, Hochleistungspolymere, Hochtemperatur-Supraleiter, Keramik, Klebertechnologien, Kohlefaser-Glasfaserverbundwerkstoffe, Composite, Kunststoffe, Magnete, Membranen, metallische Gläser, Metall- und Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffe, Metamaterialien, Mikrotechnik, Miniaturisierung, Multiferroics, multifunktionale Werkstoffe, Nano-drähte, Nanopartikel, Nanotechnologie, Nanotubes, Nanozellulose, Oberflächentechnik, optische Materialien, Perowskite, Photovoltaik, Plasmonics, Polyelektrolyte, Polymere, Quasikristalle, Schichtverbunde, Selektives Laserschmelzen, Solarzellen, Textilien, Thermoelektrizität, Ultradünne Schichten, Ultraleichte Legierungen, Umformen, Wärmespeicher, Werkstofftechnik, Werkstoffprüfung, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung;

**EDA:** Strukturelle & intelligente Werkstoffe & Strukturmechanik (A01), Elektronische Anwendungen (A03), Elektronische, elektrische & elektromechanische Anwendungen (A05), Energetische Materialien & Plasma Technologien (A06), Chemische, biologische und medizinische Anwendungen (A07), Schadenswirkung und Schutz (B01), Energie- und Antriebstechnik (B02), Herstellungsprozesse, Konstruktionswerkzeuge & -techniken (B12);

#### 3.6.1 Veranlassung und Nutzen

Werkstofftechnik und Materialwissenschaften, Mikro- und Nanotechnologie wie auch die Energietechnik sind entscheidende Enabler künftiger Systementwicklungen. Als Querschnittstechnologien sind sie oftmals unverzichtbare Elemente für völlig neue und innovative Konzepte zur Leistungssteigerung von Systemkomponenten. Kompetenzen in diesen Bereichen sind notwendig, um die funktionale Effizienz von Systemen und die Integration neuer Systemkomponenten in Werterhaltungs- und Wertsteigerungsprogrammen zu beurteilen. Ferner liefern Werkstoff- und Materialwissenschaften auch wichtige Beiträge zu anderen Forschungsthemen.



Werkstofftechnik und Materialwissenschaften, Mikro- und Nanotechnologie wie auch die Energietechnik sind entscheidende Enabler künftiger Systementwicklungen. Als Querschnittstechnologien sind sie oftmals unverzichtbare Elemente für völlig neue und innovative Konzepte zur Leistungssteigerung von Systemkomponenten. Kompetenzen in diesen Bereichen sind notwendig, um die funktionale Effizienz von Systemen und die Integration neuer Systemkomponenten in Werterhaltungs- und Wertsteigerungsprogrammen zu beurteilen. Ferner liefern Werkstoff- und Materialwissenschaften auch wichtige Beiträge zu anderen Forschungsthemen.

Die Anforderungen hinsichtlich des Energiebedarf von Systemen und Plattformen erhöhen sich in der Regel durch zusätzliche elektronische Komponenten. Dies führt bei mobilen Platt-

formen und Geräten zu Herausforderungen bezüglich Energieerzeugung und -speicherung. Die Abhängigkeit von der Logistik als mögliche Risikoquelle ist durch neue Konzepte und Technologien für eine energietechnische Selbstversorgung zu reduzieren.

Aktivitäten und Auswirkungen, die wesentlich von Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch abhängig sind, müssen unter dem Gesichtspunkt der missionsorientierten Fähigkeiten der Einsatzkräfte und ihrer Ausrüstung betrachtet werden. Folgende Themen sind hinsichtlich Energieversorgung für die Optimierung der operationellen Fähigkeiten der Einsatzkräfte von besonderer Bedeutung:

- Energieversorgungskette und -vernetzung, Versorgungssicherheit und Schutz
- Herausforderungen für operationelle Fähigkeiten bei Energiemangel
- Energieeffizienz
- Energiespeicher
- Alternative und autarke Energiegewinnung

### **3.6.2 Mehrwert der Forschungsergebnisse**

#### **3.6.2.1 Mehrwert für A Stab, FUB, LBA, HE, LW**

- Einsatzmöglichkeiten und Entwicklungspotenzial moderner Werkstofftechnologien
- Grundlagen und Erkenntnisse für die Überprüfung und Weiterentwicklung von Doktrin, Planung, Einsatzkonzepten und Einsatzlogistik der Armee
- Beurteilung der Auswirkungen neuer Erkenntnisse aus der Materialwissenschaft für das Lebenswegmanagement und die Lebenswegkosten
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan Streitkräfte- und Unternehmensentwicklung der Schweizer Armee

#### **3.6.2.2 Mehrwert für armasuisse**

- Expertisen für Beschaffungsvorhaben inkl. Kostensenkung
- Optimierung von technischen Systemen mittels Anwendung neuer Werkstoffe und Prüfverfahren
- Beurteilung von Zuverlässigkeit, Sicherheit, Schadensfällen, Versagenswahrscheinlichkeit und -mechanismen
- Grundlagen für die Prüfung neuer Technologien in systemanalytischen Modellen
- Grundlagen für eine umfassendere Sicherstellung der technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen bei Forschungstätigkeiten und die Förderung von Innovationen bei der Entwicklung entsprechender Technologiedemonstratoren



### 3.6.3 Zielsetzungen

Die Möglichkeiten und Grenzen technischer Systeme werden zunehmend durch Entwicklungen in den Materialwissenschaften beeinflusst. Die Mikro- und Nanotechnologie treibt die Miniaturisierung und das funktionsspezifische Design von Strukturen und Oberflächen voran. Wissen und technische Fähigkeiten in diesen Bereichen sind u.a. für die Beschaffung von Geräten und Systemen, die Materialprüfung, Schutzmassnahmen oder zur Beurteilung der Möglichkeiten und Grenzen von Wirkmitteln relevant.

Für die Streitkräfte massgebend ist z.B. die Frage, wie durch den Einsatz neuer Materialien oder durch die geeignete Kombination unterschiedlicher Werkstoffe Verbesserungen der Schutzwirkung oder Gewichtsreduktion zur Steigerung der Einsatzfähigkeit und zur Senkung des Energieverbrauchs erreicht werden können. Für umfassende Schutzkonzepte interessant sind Werkstoffentwicklungen, die z.B. aktive Verformungen von Oberflächen erlauben und dadurch die Tarnung und Täuschung verbessern können sowie neue Ansätze zur Energiegewinnung ermöglichen. Die Weiterentwicklung von Materialien mit optischen Eigenschaften ist im Bereich der Informations- und Datenverarbeitung ebenfalls relevant.

Von hoher Bedeutung sind Entwicklungen von Werkstoffen im Hinblick auf ein verbessertes und steuerbares Leistungsprofil der funktionalen Eigenschaften. So wird den intelligenten Materialien ein beträchtliches Potenzial nachgesagt, das es zu evaluieren gilt. Einige Materialien z.B. elektroaktive Polymere ändern ihre physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften durch äussere Reize und werden als intelligent bezeichnet, wenn diese Eigenschaften nützlich, reproduzierbar, kontrollierbar und bei Wegfall des Reizes wieder in ihrem ursprünglichen Zustand sind. Die Reize können mechanisch, thermisch, elektrisch, magnetisch oder chemisch sein. Sogenannte Formgedächtnislegierungen können sich durch Temperaturänderungen reversibel verändern. Mögliche Anwendungen von z.B. Flüssigkern-Fasern sind schockabsorbierende Kleider, ultraleichte Verbundstoffe oder schusssichere Westen.

Veränderungen von Materialien und Werkstoffen aufgrund des Einsatzes der Nanotechnologie und Mikrotechnik haben Auswirkungen auf vielfältige sicherheits- und verteidigungsrelevante Anwendungen, die von verbessertem Schutz über logistische Vorteile z.B. durch Gewichtsreduktion bis hin zu neuen Explosivstoffen und Aufklärungsmethoden reichen. Gleichzeitig geht von solchen Technologien ein grundlegender Trend zur Miniaturisierung aus, der neben den technischen Aspekten, wie z.B. Beschaffung und Unterhalt, auch die vorgelagerten Themen wie Planung, Doktrin und Operationsführung betrifft. Ein intensives Monitoring der Entwicklungen im Bereich der Materialwissenschaft und punktuelle Untersuchungen sollen Aufschluss über die möglichen Einsatzpotenziale geben.

Um die Abhängigkeit der operationellen Fähigkeiten der Schweizer Armee von Energieresourcen und insbesondere die logistische Abhängigkeit als mögliche Risikoquellen zu reduzieren, sind neue Konzepte zur autarken Selbstversorgung der mobilen Einsatzkräfte und Plattformen gefragt. Von besonderem Interesse sind dabei geeignete Energiequellen und ein optimales, missionsbezogenes Energiemanagement unter Berücksichtigung der Energieeffizienz und Nutzung alternativer Energieerzeugung und Energieversorgungsketten. Zudem sind die durch Energieerzeugung, -speicherung und -verbrauch verbundenen Emissionen unter dem Gesichtspunkt der Forderung nach verbessertem Schutz der Einsatzkräfte und ihrer Ausrüstung zu beachten.

Wichtige elektronische Komponenten in der Sensorik sowie der Antriebs- und Energietechnik sind auf die Verfügbarkeit von seltenen Erden angewiesen. Der Bedarf an seltenen Erden steigt stark an, so dass es in Zukunft zu Versorgungsengpässen kommen dürfte, insbesondere dann, wenn China als Land mit den grössten weltweiten Vorkommen an seltenen Erden vorab seinen eigenen Bedarf deckt. Deshalb wird dem Recycling oder dem Ersatz von seltenen Erden in vielen Ländern Europas eine hohe Bedeutung beigemessen. Auch in der Schweiz sollte diese Entwicklung aufmerksam verfolgt, das Bewusstsein der Abhängigkeit von seltenen Erden gefördert und eventuelle Alternativen aufgezeigt werden.

### **3.6.3.1 Umsetzungsziele 2017-2020**

Die Forschungstätigkeiten haben zum Ziel, neue Entwicklungen und Trends im Bereich der Materialwissenschaft aufzuzeigen und deren Bedeutung für sicherheitstechnisch relevante Schlüsseltechnologien zu identifizieren. Dabei interessiert vor allem das Anwendungspotenzial und der Einsatz neuer Materialien für Schutzsysteme gegen elektromagnetische Bedrohungen und kinetisch-thermische Einwirkungen. Dazu sind geeignete Messverfahren zur Bestimmung der mechanischen und elektromagnetischen Eigenschaften relevanter Werkstoffe zu entwickeln. Der stete Trend zur Miniaturisierung von Objekten und Komponenten führt zu einer wachsenden Nachfrage für ein detailliertes Verständnis der mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen in kleinen Dimensionen. Neuartige Werkstoffe, inklusive Komposite und deren Grössenabhängigkeit, sind deshalb zu untersuchen und entsprechende Verfahren zur Werkstoffherstellung und -verarbeitung zu nutzen. Das Bewusstsein für die Abhängigkeit von Bezugsquellen kritischer Systemkomponenten mit seltenen Erden ist zu fördern und die Entwicklung möglicher Alternativen zu beobachten. Das Wissen und die Anwendungssicherheit bei zerstörungsfreier Werkstoffprüfungen für moderne Werkstoffe sind zu fördern.

Um eine ausreichende und zeitgerechte Verfügbarkeit von Energie für mobile Systeme und Plattformen sicherzustellen, soll das Expertenwissen weiter auf- und ausgebaut werden. Dabei sind geeignete Energiequellen und deren vernetzter Einsatz von Interesse. Die Trends und Fortschritte in den Energietechnologien sind zu verfolgen und die Konsequenzen für deren Einsatz in Systemen von Sicherheitskräften müssen aufgezeigt werden.

Anwendungsorientierte Forschungstätigkeiten für Innovationen und Technologien in den Bereichen Materialwissenschaft und Energie werden in der Regel im Rahmen der Forschungsprogramme und Technologiedemonstratoren zu den beiden Forschungsschwerpunkten „Technologien für operationelle Fähigkeiten“ und „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ durchgeführt.

### **3.6.4 Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit**

#### **3.6.4.1 Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich, Functional Genomics Center
- EPF Lausanne, Institut für Mikro- und Nanotechnologie
- Berner Fachhochschule, Technik und Informatik, Burgdorf und Biel
- Universität Bern, Institut für Infektionskrankheiten

#### **3.6.4.2 Industrie**

- RUAG Schweiz AG, Bern
- Impreglon AG, Altdorf
- Airbus Defence AG, Ulm (DEU)

#### **3.6.4.3 Bund**

- EMPA, Werkstofftechnologie, Thun
- VBS / BABS / Labor Spiez
- Bundesamt für Energie BFE
- Paul Scherrer Institut (PSI)

#### **3.6.4.4 Staatliche Partner**

- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund (DEU)
- Institut franco-allemand de recherche pour la défense, Saint-Louis (FRA/DEU)

## 4 Finanzierung 2017 – 2020

Gemäss Artikel 6, Lit. e der Verordnung über den Schutz von Informationen des Bundes (ISchV, 510.411) sind Informationen vertraulich zu klassifizieren, wenn die Aufgabenerfüllung von Teilen der Bundesverwaltung oder von Teilen der Armee bei Bekanntwerden beeinträchtigt werden kann. Die Konferenz der Generalsekretären legt gemäss Artikel 8 in einem Klassifizierungskatalog fest, welche häufig anfallenden Informationen des Bundes zu klassifizieren sind. Der langfristige Forschungsplan (Forschungskonzept) ist demnach als Gesamtdokument mit der Klassifizierung „vertraulich“ zu versehen. Als schützenswert gilt insbesondere die Information über die Verknüpfung der strategischen Forschungsrichtung mit dem entsprechenden finanziellen Engagement.

Um eine möglichst umfassende Transparenz zu wahren, werden die finanziellen Kennzahlen in einer **klassifizierten Beilage** bereitgestellt. Das vorliegende Dokument unterliegt keiner Klassifizierung gemäss dem Gesetz- und der Verordnung über den Schutz von Informationen des Bundes.

### 4.1 Folgen der Umsetzung der Sparmassnahmen im Rahmen KAP 2014

Der Bundesrat hat am 24. Februar 2010 ein Massnahmenpaket zur Aufgabenüberprüfung (AÜP) verabschiedet, welches auch die Ressortforschung einbezog. Zwischen Oktober 2010 bis März 2012 wurden umfangreiche Abklärungen unter der materiellen Verantwortung der zuständigen Fachämter/Departemente durchgeführt. Gestützt auf die Ergebnisse der Abklärungen hat der Bundesrat am 08. Juni 2012 für die Ressortforschung insgesamt einen (strukturellen) Sparbeitrag ab dem Jahr 2014 von CHF 10.6 Mio. festgelegt. Die bundeseigenen Forschungsanstalten, die Beiträge des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW an das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL und die Forschung des Bundesamtes für Energie BFE wurden von dieser Sparvorgabe ausgenommen.

Aufgrund des Konsolidierungs- und Aufgabenüberprüfungspakets 2014 (KAP 2014) erhielt armasuisse W+T den Auftrag, mit Voranschlag 2015 insgesamt CHF 2.0 Mio. einzusparen. Basierend auf dieser Vorgabe wurden der Funktionsaufwand und die Investitionsausgaben um je CHF 1.0 Mio. gekürzt, wobei zusätzliche Sparmassnahmen des Bundes umzusetzen sind. Dies bedeutet, dass das Investitionsbudget gegenüber dem Voranschlag 2014 eine Kürzung von insgesamt rund 60% erfährt. Aber auch beim Unterhalt sind Streichungen unumgänglich. Kurzfristig kann die Qualität der Mess- und Erprobungsinfrastruktur, die für die Forschung wie auch für Analysen, Expertisen und Erprobungen komplexer Rüstungsvorhaben unabdingbar ist, aufrecht erhalten werden. Mittelfristig müssen jedoch Massnahmen getroffen werden, um die Finanzierung zeitgemässer und zuverlässiger Messmittel, z.B. im Rahmen von Projekten ausserhalb der Forschungsaktivitäten, sicherzustellen.

## 5 Akteure und Schnittstellen

### 5.1 Beschreibung der wichtigsten Akteure

Das Ziel der Forschung armasuisse ist der Aufbau von Kompetenzen zur Sicherstellung einer unabhängigen Expertisefähigkeit für die Sicherheitskräfte der Schweiz, insbesondere für die Armee. Dabei stellt armasuisse die Steuerung der Forschung bis auf Projektebene sicher, baut das Kompetenznetzwerk bedarfsgerecht aus und sorgt für den Wissenstransfer aus den Forschungsprojekten in die Planungs- und Beschaffungsprozesse der Armee. Forschungsprojekte werden nur dann innerhalb von armasuisse durchgeführt, wenn kein adäquater Forschungspartner zur Verfügung steht, der dieselben Leistungen zeitgerecht, in der erforderlichen Qualität und zu tragbaren Kosten erbringen kann. Das umfangreiche Kompetenznetzwerk im Rahmen der jeweiligen Forschungsschwerpunkte bzw. prioritären Themenfelder ist in den jeweiligen Kapiteln „Potenzielle Partner – Internationale Zusammenarbeit“ dargestellt.

armasuisse betreibt keine Forschungsförderung im klassischen Sinn. Die Kooperation mit Netzwerkpartnern erfolgt im Rahmen von Projekten auf der Basis von Aufträgen. Dabei wird der Forschungspartner nach dem Add-on-Prinzip evaluiert. Dies bedeutet, dass sich die Auftragsvergabe primär an der bereits vorhandenen Grundkompetenz des Forschungspartners orientiert und nach Möglichkeit nur diejenigen Aspekte als Forschungsgegenstand definiert werden, welche für Sicherheitskräfte spezifisch sind. Dieses Vorgehen stellt sicher, dass Kompetenzen der Forschungspartner, welche durch Mittel aus der Forschung aufgebaut wurden, direkt in die Projekte von armasuisse einfließen und so der doppelspurige Aufbau von Wissen vermieden wird. Dies ist auch durch eine vertiefte Analyse der aktuell erhaltenen Fördermittel unserer Forschungspartner belegbar.

Der Aufbau von Kompetenzen zur Sicherstellung der Expertisefähigkeit für Sicherheitskräfte im Rahmen eines Netzwerks muss strategisch und nachhaltig erfolgen. Die Partnerschaft wird mittel- bis langfristig ausgelegt und basiert neben den Grundkompetenzen der Forschungsinstitution auf gemeinsamen inhaltlichen Interessen, insbesondere für Technologien, welche bei Sicherheitskräften Anwendungspotenzial haben.

Neben den beiden Eidgenössischen Technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne sind die Universitäten Zürich und Bern, sowie verschiedene Fachhochschulen wichtige Forschungspartner. Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ spielt der RUAG-Konzern als Industriepartner eine wichtige Rolle, wobei zunehmend auch Firmen ins Kompetenznetzwerk integriert werden sollen, welche in der Schweiz über eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in relevanten Technologiebereichen verfügen.

### 5.2 Schnittstellen zu anderen Bundesämtern

Der Koordinationsausschuss-Ressortforschung (RF) unterhält eine Arbeitsgruppe, welche sich hauptsächlich aus den Forschungsverantwortlichen der im Ausschuss vertretenen Ämter zusammensetzt. Prozesse zum Ausloten von Möglichkeiten zur Zusammenarbeit erfol-

gen in dieser Arbeitsgruppe, da die Forschungsverantwortlichen den Überblick über die Forschungsschwerpunkte in den entsprechenden Politikbereichen haben.

Die Forschung armasuisse arbeitet im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Technologien für operationelle Fähigkeiten“ auf dem prioritären Thema „Wirkung und Schutz“ mit dem Labor Spiez des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS) zusammen. Die Forschungsaktivitäten zum Nachweis und Schutz von biologischen und chemischen Kampfstoffen ist mit der Forschungsstelle des BABS koordiniert und abgesprochen.

### 5.3 Internationale Zusammenarbeit

Die Schweiz kann nach Bedarf im Rahmen von NATO/PfP (Partnership for Peace) an Forschungsaktivitäten der „Science and Technology Organisation“ (STO) partizipieren. Im Grundsatz stehen für die Schweiz alle sechs Panels der STO offen. Die Teilnahme kann jedoch durch die NATO für bestimmte Aktivitäten eingeschränkt werden. Das Angebot erstreckt sich von Ausbildungskursen in bestimmten technisch-wissenschaftlichen Gebieten über Expertentreffen zu ausgewählten Schwerpunktsthemen bis hin zur Durchführung von gemeinsamen Studien und Forschungsprojekten. Der Austausch mit internationalen Experten und die gemeinsamen Forschungsaktivitäten erbringen eine sehr hohe Wertschöpfung und Erkenntnisse, welche sonst kaum mit vernünftigen Aufwand erschlossen werden könnten. Aufgrund der positiven Erfahrungen soll die Teilnahme an NATO/PfP STO Aktivitäten weiter gefördert werden.

Durch die Unterzeichnung einer administrativen Vereinbarung mit der Europäischen Verteidigungsagentur (EVA – englisch: European Defence Agency EDA) im Jahr 2012 steht der Schweiz offen an Forschungsprogrammen auf europäischer Ebene teilzunehmen. Im Gegensatz zu den Forschungsrahmenprogrammen der europäischen Kommission werden diese direkt durch die teilnehmenden Länder finanziert, was zu einem erheblichen Koordinationsaufwand führt. Die Rolle der EVA, welche heute im Rahmen der Forschung rein koordinierend wirkt, dürfte sich durch die Lancierung des Programms „Defence“ im Rahmen von HORIZON 2020 stark ändern, indem sie in Abstimmung mit der europäischen Kommission über ein eigenes Budget zur Förderung der Verteidigungsforschung verfügen wird. Weil das Forschungsprogramm „Defence“ im Rahmen des Schwerpunkts „Industrial Leadership“ gestartet wird, kann die Schweiz, im Gegensatz zu den Aktivitäten im Schwerpunkt „Excellent Science“, nur als Drittstaat teilnehmen. Die Entwicklungen in der europäischen Sicherheitsforschung sind aufmerksam zu verfolgen und in ausgewählten Bereichen, wie beispielsweise RPAS (Remotely Piloted Aerial Systems), ist eine Kooperation zu prüfen.

Schliesslich findet internationale Zusammenarbeit auch im Rahmen von Staatsverträgen, bilateralen Kooperationsvereinbarungen und davon abgeleiteten technischen Vereinbarungen statt. Dabei wird die Kooperation mit staatlichen oder staatlich finanzierten Instituten des nahen Auslands gesucht, welche sehr oft spezifische Kompetenzen in Technologien für Sicherheitskräfte ausweisen können, welche in der Schweiz nicht verfügbar sind.

## 6 Organisation und Qualitätssicherung

### 6.1 Interne Organisation

Innerhalb der armasuisse ist der Kompetenzbereich „Wissenschaft und Technologie“ für die Leitung und Durchführung der Forschung verantwortlich. Dies erfolgt im Rahmen der zugewiesenen NFB-Leistungsgruppe „Technologiemanagement und Expertisen“. Das Technologiemanagement erstreckt sich von der Technologiefrüherkennung und -bewertung bis hin zur Festlegung von Technologien für mögliche Beschaffungen. Dadurch soll ein abgestimmter und kohärenter Einsatz der Technologien erreicht sowie die technologischen und finanziellen Risiken reduziert werden. Durch gezielte, angewandte Forschungstätigkeiten erschliesst armasuisse W+T für das VBS diejenigen Technologiekompetenzen, welche für die mittelfristige Aufgabenerfüllung des VBS unverzichtbar sind. Dabei sind auch Fähigkeitslücken aufgrund technologischer Entwicklungen zu erkennen und zu evaluieren. Um den benötigten Technologiebedarf für die Fähigkeiten der Armee rechtzeitig zu erkennen, wird eine nationale und internationale Vernetzung mit Hochschulen, Industrie und Organisationen aus dem sicherheitstechnologischen Bereich angestrebt. Die Koordination und Kooperation mit dem Departementsbereich Verteidigung erfolgt gemäss der Vereinbarung TUNE14 Anhang IX vom 01. Januar 2015. Für die Erarbeitung des Langfristigen Forschungsplans (Forschungskonzept) und der jährlichen Umsetzungsplanung zeichnet der Fachbereich „Forschungsmanagement und Operations Research“ verantwortlich. Der langfristige Forschungsplan (LFP) wird nach erfolgter Vernehmlassung innerhalb des Departements durch den Rüstungschef freigegeben. Der Kompetenzbereichsleiter W+T bewilligt die jährliche Umsetzungsplanung, welche in Form einer Managementversion innerhalb des Departements ebenfalls einer vorgängigen Konsultation unterzogen wird.

Ausgehend von den geplanten Forschungsschwerpunkten und den prioritären Themenbereichen des vorliegenden LFP's werden Forschungsprogramme definiert, welche sich auf die erforderlichen und zukünftigen Fähigkeiten von Sicherheitskräften ausrichten. Forschungsprogramme werden durch designierte Forschungsprogrammleiter geführt, welche mittels systematischen Bedarfsanalysen bei den relevanten Anspruchsgruppen die Inhalte ihrer Programme priorisieren, präzisieren und für eine fähigkeitsorientierte Ausrichtung sorgen. Für die strategisch korrekte Ausrichtung des Programmportfolios sorgt die Forschungsaufsicht, welche aus Vertretern des Armeestabs und armasuisse W+T zusammengesetzt ist.

Forschungsprogramme umfassen in der Regel mehrere, mittel- bis langfristig zu bearbeitende Kompetenzfelder, in welchen mehrere Projekte thematisch zusammengefasst bearbeitet werden. Um den Wissenstransfer von der Forschung zugunsten der Expertisetätigkeit für Armee und Sicherheitskräfte bereitzustellen, erfolgt die Projektleitung innerhalb der Fachbereiche von armasuisse W+T. Die Umsetzung der Forschung in Form einer Matrixstruktur führt nicht nur zu einer nachhaltigen Verankerung des damit verbundenen Expertennetzwerks über die gesamte Linienorganisation von W+T, sondern dient auch dazu, die benötigten Kompetenzen der internen Experten auf den aktuellen Stand von Technik und Wissenschaft zu bringen. Forschungsprojekte werden teilweise intramuros, in vielen Fällen aber in einem Netzwerk von Industrie, Hochschulen sowie staatlichen und nicht-staatlichen Instituten bearbeitet.

## 6.2 Externe Beratung durch die wissenschaftliche Begleitkommission

Für die Erstellung des langfristigen Forschungsplanes 2017-2020 wurden unabhängige, externe Fachexperten, eine interne wissenschaftliche Begleitkommission und die verantwortlichen Kontaktstellen (POC) für die Departementsbereiche Verteidigung und armasuisse beigezogen. Die Experten unterstützten die federführende Stelle bei der Erstellung und Umsetzung des Forschungsplanes bei folgenden Aktivitäten:

- Überblick über den aktuellen Stand der Forschung
- Beurteilung von Relevanz und Aktualität der Forschungsthemen und Prioritätensetzung
- Informationsplattform für Betroffene und interessierte Nutzniesser
- Identifikation von Kooperationspotenzialen mit Bundesinstitutionen, Hochschulen, Förderinstitutionen und Industrie
- Sicherung der wissenschaftlichen Qualität der vorgeschlagenen Forschungsvorhaben
- Evaluation der einzelnen Forschungsprogramme und Forschungsprojekte

## 6.3 Qualitätssicherung (Ziele neue Periode)

Der im Jahr 2010 mit der externen Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und Nutzung der Forschungsergebnisse in der Forschung der Bundesverwaltung betraute Schweizerische Wissenschafts- und Innovationsrat SWIR stellte fest, dass die Forschung der Bundesverwaltung bei der Qualitätssicherung insgesamt gut abschneidet und die Involvierten über ein grosses Wissen hinsichtlich der Resultatennutzung verfügen. Die vom interdepartementalen Koordinationsausschuss-Ressortforschung erlassenen Richtlinien für die Qualitätssicherung haben in der Praxis ihre Nützlichkeit bewiesen. Der SWIR empfahl, (1) die spezifische Qualitätssicherung innerhalb der Bundesstellen unter Einbezug des Koordinationsausschusses-Ressortforschung weiter voranzutreiben und zu konsolidieren, (2) die Qualitätssicherung explizit und mit konkreten Zielen für die jeweilige Planungsperiode in die Forschungskonzepte aufzunehmen, (3) den vermehrten Einsatz von wissenschaftlichen Begleitgruppen, (4) den Aufbau eines Systems für Berichterstattung und das Controlling der Ergebnisnutzung sowie (5) das verstärkte Zusammenwirken mit Forschenden an Hochschulen und die Gelegenheit zur Weiterbildung zu nutzen. Der Koordinationsausschuss-Ressortforschung hat verschiedene Massnahmen zur Umsetzung der Empfehlungen bei der Revision der Qualitätssicherungsrichtlinien berücksichtigt.

Innerhalb der armasuisse wurden in der Periode 2012-2016 folgende Qualitätssicherungs-massnahmen umgesetzt:

- Die Prozesse der Forschung mit der entsprechenden Regelung der Zuständigkeiten sind im integrierten Managementsystem (IMS) der armasuisse hinterlegt. Die Prozesse werden einem regelmässigen Review unterzogen und im Rahmen der Rezertifizierung (ISO 9001) von einer unabhängigen Stelle auditiert.
- Die Verknüpfung der Prozesse des Kompetenzbereiches Wissenschaft und Technologie mit den Hauptprozessen des Departementsbereichs Verteidigung wurde durch die Überarbeitung der Vereinbarung TUNE14 (Anhang IX) vom 01. Januar 2015 aktualisiert.
- Das wesentliche Ziel der Forschung, nämlich der rechtzeitige Aufbau von technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen zur Erstellung von Expertisen zugunsten von Sicherheits-



kräften, wurde im Rahmen der FLAG-Wirkungsevaluation erhoben und Massnahmen umgesetzt.

- Die fachliche Ausrichtung der Forschung wird durch den Einbezug von Entscheidungs- und Bedarfsträgern auf verschiedenen Ebenen gefestigt. Die Forschungsaufsicht legt die strategische Stossrichtung der Forschung fest. Der Forschungsrapport und der neu etablierte „kleine Kreis“, bestehend aus Vertretern des Armeestabs und der armasuisse, stellt die inhaltliche Ausrichtung von Forschungsprogrammen sicher.
- Durch die Lancierung des Forschungsprogramms „Technologiefrüherkennung“ werden künftig neue technologiebasierte Bedrohungsformen und Chancen systematisch und frühzeitig identifiziert. Trends werden hinsichtlich der Relevanz für Sicherheitskräfte beurteilt und Massnahmen u.a. für die inhaltliche Ausrichtung der Forschung abgeleitet.
- Der gezielte Aufbau von Experten- und Wissensnetzwerken fördert den Wissensaustausch innerhalb des VBS und mit externen Forschungspartnern systematisch. Dabei werden Doppelspurigkeiten vermieden und die fachliche Koordination sichergestellt.
- Die wissenschaftliche Qualität der Forschung wird sichergestellt, indem vorzugsweise mit Forschungspartnern zusammengearbeitet wird, welche auf internationaler Ebene in der Forschungsgemeinschaft über einen guten Namen und über eine hohe Präsenz in einschlägigen Fachzeitschriften und an Konferenzen verfügen.
- Forschungsarbeiten werden mit internen und externen wissenschaftlich tätigen Experten diskutiert, so dass die Qualität der Forschungsergebnisse durch Zweit- und Drittmeinungen verifiziert werden kann.
- Die Projektmanagementkompetenzen werden gefördert, indem Programm- und Projektleiter auf einer adäquaten Stufe nach IPMA<sup>12</sup> zertifiziert werden oder ein «Certificate of Advanced Studies in Research Management» erwerben.

Für die Periode 2017-2010 sind folgende Massnahmen vorgesehen:

- Die erwähnten Qualitätssicherheitsmassnahmen werden beibehalten bzw. fortgeführt.
- Die rechtzeitige Verfügbarkeit der Expertisekompetenz, eine Hauptzielsetzung der Forschung wird im Rahmen der NFB<sup>13</sup>-Wirkungszielevaluation erhoben und hinsichtlich Erreichungsgrad beurteilt.
- Zur korrekten Ausrichtung der Forschungsprogramme werden die entsprechenden Kompetenzfelder überprüft und Anpassungen mit den Stakeholdern und Nutzern abgestimmt. Die Überprüfung des Forschungsprogramm-Portfolios und der prioritären Themenfelder erfolgt jährlich durch die Forschungsaufsicht.
- Für die Gewährleistung eines gezielten Aufbaus von Wissensnetzwerken werden potenzielle Forschungspartner systematisch evaluiert.
- Die wissenschaftliche Qualität der Arbeiten soll mit Hilfe eines Bewertungssystems überprüft werden.
- Die Projektmanagementkompetenzen im Forschungsumfeld sollen gesteigert werden, indem weitere Forschungsbeteiligte das «Certificate of Advanced Studies in Research Management» erwerben.

<sup>12</sup> IPMA: International Project Management Association

<sup>13</sup> NFB: Neues Führungsmodell Bund

## 6.4 Verbreitung des Wissens

Um einen steten Wissenstransfer und eine optimale Nutzung des erarbeiteten Wissens und der neuen Erkenntnisse zu erreichen, werden die Forschungsergebnisse möglichst breit zugänglich gemacht. Diese werden in Form von Forschungsberichten und anlässlich verschiedener Veranstaltungen wie Forschungsrapporte, Workshops, Projektpräsentationen, Informationstagungen und Symposien kommuniziert. Innerhalb der armasuisse stehen die Berichte auch auf einer Datenbank zur Verfügung, welche eine Volltextsuche und einen unmittelbaren Zugriff auf die Originaldokumente zulässt.

Projektinformationen wie umfassende Angaben zum jeweiligen Stand der Projekte und deren Resultate inkl. Forschungsberichte werden auf ARAMIS elektronisch abgelegt und aktualisiert. ARAMIS (Administration Research Actions Management Information System) ist das elektronische Informationssystem über die Forschungs- und Entwicklungsprojekte des Bundes. Einen kurzen und übersichtlichen Gesamtblick der Forschungsaktivitäten von armasuisse kann aus den Factsheets zur Sicherheitsforschung der armasuisse entnommen werden. Die etwas umfangreichere Broschüre in Form von Factsheets gibt Auskunft zu den laufenden Forschungsprogrammen und ausgewählten Forschungsprojekten.

Aufgrund des Umstands, dass Forschungsprojekte grösstenteils durch Mitarbeitende in der Linienorganisation geführt werden, welche auch an der Erstellung von Expertisen beteiligt sind, erfolgt der Wissenstransfer in vielen Fällen unmittelbar, ohne dass dazu spezielle interne Massnahmen getroffen werden müssen.

## Anhang

### Anhang 1: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung	Abkürzung	Bedeutung
3D	Drei-Dimensional	CCDCoE	Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence
A Stab	Armeestab	CD&E	Concept Development and Experimentation
ABC	Atomar Biologisch Chemisch	CH	Confoederatio Helvetica
ACOUSTICINT	Acoustic Intelligence	CHF	Schweizer Franken
AESA	Active Electronically Scanned Array	CND	Computer Network Defence
AFP	Aktionsführungsprozess	CNO	Computer Network Operations
AG	Aktiengesellschaft	CONOPS	Concept of Operations
AG SKI	Arbeitsgruppe Schutz kritischer Infrastrukturen	COTS	Commercial off-the-shelf
APP	Aktionsplanungsprozess	CSEM	Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique
ar	armasuisse	DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung	DEU	Deutschland
ASIK	Abteilung Sicherheitspolitik und Krisenmanagement	DEZA	Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit
ASTRA	Bundesamt für Strassen	DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
AÜP	Aufgaben Überprüfungs Programm (des Bundes)	DMTI	Dismount Moving Target Indication
AUT	Austria (Österreich)	DUOAMPFIS	Doktrin, Unternehmung, Organisation, Ausbildung, Material, Personal, Finanzen, Information, Sicherheit
BABS	Bundesamt für Bevölkerungsschutz	EDA	Eidgenössisches Amt für auswärtige Angelegenheiten
BAFU	Bundesamt für Umwelt	EDA	European Defence Agency
BAG	Bundesamt für Gesundheit	EKF	Elektronische Kriegsführung
BASPO	Bundesamt für Sport	EM	Elektromagnetisch
BFE	Bundesamt für Energie	EMP	Elektromagnetischer Puls
BFS	Bundesamt für Statistik	EMPA	Eidgenössische Material Prüfungs Anstalt
BSV	Bundesamt für Sozialversicherungen	EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
BV	Bundesverfassung		
BWL	Bundesamt für Landwirtschaft		
C4I	Command, Control, Communications Computers, and Intelligence		
C4I STAR	Command, Control, Communications Computers, Informations, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance		
CAS	Complex Adaptive Systems		

Abkürzung	Bedeutung	Abkürzung	Bedeutung
EOD	Explosive Ordnance Disposal	IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
EPF	Ecole Polytechnique Fédéral	IMINT	Image Intelligence
ESP	Espania (Spanien)	IMS	Integriertes Managementsystem
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule	inkl.	inklusive
EVA	Europäische Verteidigungs Agentur	IOSB	Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (Deutschland)
FAI	Fliegerärztliches Institut der Luftwaffe	IPMA	International Project Management Association
FedPol	Federal Police (Bundespolizei)	ISchV	Informationsschutzverordnung
FHNW	Fachhochschule Nordwestschweiz	ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau	ITA	Italien
FIFG	Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz	KAMIR	Kampfmittelräumung
FLAG	Führen mit Leistungsauftrag und Globalbudget	KAP	Konsolidierungs- und Ausgabenüberprüfungspaket
FSP	Forschungsschwerpunkt	KTI	Kommission für Technologie und Innovation
FST A	Führungsstab der Armee	LBA	Logistikbasis der Armee
FUB	Führungsunterstützungsbasis	LCC	Life Cycle Costs
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	LFP	Langfristiger Forschungsplan
GPK-N	Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates	LGS	Leistungserbringendes Gesamtsystem
GS	Generalsekretariat	LW	Luftwaffe
HAP	High Altitude Platform	MASINT	Measurement and Signature Intelligence
HE	Heer	MD	Militärdoktrin
HEIG VD	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud	MELANI	Melde- und Analysestelle Informationssicherung
HEST	Heeresstab	MG	Militärgesetz
HFACS	Human Factors Analysis and Classification System	MILAK	Militär Akademie
HKA	Höhere Kaderausildung	milCERT	Military Computer Emergency Responce Team
HPE	High Power Electromagnetics	MIMO	Multiple In Multiple Out
HPM	High Power Microwaves	Mio	Millionen
HUMINT	Human Intelligence	MND	Militärischer Nachrichtendienst
IAFP	Integrierte Aufgaben und Finanzplanung	MOTS	Military of-the-shelf
IDSIA	Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale	MSA	Materielle Sicherstellung der Armee
IED	Improvised Explosive Device	NASA	National Space Agency
IFF	Identification Friend Foe	NATO	North Atlantic Treaty Organization
		NATO/PfP STO	NATO/PfP Science and Technology Organisation
		NAZ	Nationale Alarmzentrale
		NDB	Nachrichtendienst des Bundes

Abkürzung	Bedeutung	Abkürzung	Bedeutung
NFB	Neues Führungsmodell Bund	STA	Schweizerische Gesellschaft für Technik und Armee
NFP	Nationale Forschungsprogramme	STIB	Sicherheitsrelevante Technologie- und Industriebasis
NFS	Nationale Forschungsschwerpunkte	SUPSI	Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana
NIS	Nicht-Ionisierende Strahlung	SWE	Schweden
NLW	Non-Lethal Weapons	SWIR	Schweizerischer Wissenschaft- und Innovationsrat
OA	Operational Analysis	THz	Terahertz
OFä	Operationelle Fähigkeiten	TNT	Trinitrotoluol
OR	Operations Research	TRL	Technology Readiness Level
OSINT	Open Source Intelligence	u.a.	unter anderem
OV	Organisationsverordnung	UAS	Unmanned Aerial System
PfP	Partnership for Peace	UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle
POC	Point of Contact	UGV	Unmanned Ground Vehicle
PSI	Paul-Scherrer Institut	UK	United Kingdom (Vereinigtes Königreich)
PTI	(Kommission für) Polizei, Technik und Informatik	USA	United States of America
RADINT	Radar Intelligence	V	Departementsbereich Verteidigung
RF	Ressortforschung (des Bundes)	VAMAT	Verordnung des VBS über das Armeematerial
RNDA	Reglement Nachrichtendienst der Armee	VBS	Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
RPAS	Remotely Piloted Aerial Systems	VFI	Verordnung des VBS über das Fliegerärztliche Institut
SAF	Südafrika	VISINT	Visual Intelligence
SAR	Synthetic Aperture Radar	VUKA	Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität
SATINT	Satellite Intelligence	W+T	Kompetenzbereich Wissenschaft und Technologie von armasuisse
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation	WEA	Weiterentwicklung der Armee
SiK-S	Sicherheitspolitische Kommission des Ständerats	WTD	Wehrtechnische Dienststelle (Deutschland)
SLO	Slovenien	z.B.	zum Beispiel
SNF	Schweizerischer Nationalfonds	z. Hd.	Zu Händen
SOA	Service Oriented Architecture	ZHAW	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften
SOCMINT	Social Media Intelligence		

## Anhang 2: Ressortforschung des Bundes

### A1. Definition der Forschung der Bundesverwaltung

Die von der Bundesverwaltung initiierte bzw. unterstützte Forschung wird gemeinhin "Ressortforschung" bezeichnet. Es handelt sich dabei um Forschung, deren Ergebnisse von der Bundesverwaltung resp. der Bundespolitik für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden oder im öffentlichen Interesse liegen. Die Ressortforschung liegt damit an der Schnittstelle zwischen der wissenschaftlichen Forschung und der Politik bzw. Praxis. Es handelt sich sowohl um "Forschung in der Politik", welche die wissenschaftliche und technische Dimension in die politische Diskussion einbringt, als auch um "Forschung für die Politik", welche die Grundlagen für die Formulierung der Ziele in den Politikbereichen (s. Kapitel A.3) bereitstellt. Sie wird legitimiert durch das Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIFG ([SR 420.1](#)), welches als Rahmengesetz für die Ressortforschung dient<sup>14</sup> und durch die spezialgesetzlichen Bestimmungen (s. Kapitel A.2). Sie steht im Einklang mit den Strategien der Bundesstellen und kann folgende Massnahmen umfassen:

- den Betrieb bundeseigener Forschungsanstalten (*Forschung intra-muros*);
- *Beiträge* an Hochschulforschungsstätten für die Durchführung von Forschungsprojekten und -programmen;
- die Durchführung eigener Forschungsprogramme, namentlich in Zusammenarbeit mit Hochschulforschungsstätten, Forschungsförderungsinstitutionen wie dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF), der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) oder weiteren Förderorganisationen;
- *Beiträge* von Bundesstellen an internationale Institutionen und Organisationen für Forschungsprojekte oder -programme;
- die Erteilung von *Forschungsaufträgen* (Auftragsforschung).

Nicht zur Ressortforschung gehören die Ausgaben der vom Bund finanzierten Hochschulen und Forschungsanstalten des Hochschulbereichs, Beiträge (Subventionen) des Bundes an den SNF, die KTI und an wissenschaftliche Institutionen gemäss FIFG (Akademien, Forschungsinfrastrukturen, -institutionen und Technologiekompetenzzentren etc.) sowie Beiträge an internationale wissenschaftliche Institutionen und Organisationen zur Strukturfinanzierung.

In der Praxis beruht die Ressortforschung auf den fünf Hauptprinzipien der Gesetzmässigkeit, Zweckmässigkeit, Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Einhaltung der wissenschaftlichen Qualitätsstandards. Die Hauptverantwortung für die Ressortforschung liegt bei den einzelnen Bundesstellen, welche die Forschung entweder selber durchführen, in Auftrag geben oder Beiträge leisten.

<sup>14</sup> Totalrevision des FIFG vom 14. Dezember 2012

## A2. Gesetzlicher Auftrag

### Rahmengesetz

Das Engagement des Bundes in der Forschung und Forschungsförderung wird durch Art. 64 der Bundesverfassung ([SR 101](#)) legitimiert, indem der Bund die wissenschaftliche Forschung und die Innovation fördert, bzw. Forschungsstätten errichten, übernehmen oder betreiben kann.

Mit der Totalrevision des [FIFG](#) im Jahr 2012 ist dieses zu einem Rahmengesetz für die Ressortforschung ausgearbeitet worden: Die Bundesverwaltung ist ein Forschungsorgan, soweit sie für die Erfüllung ihrer Aufgaben Ressortforschung betreibt oder Aufgaben der Forschungs- und Innovationsförderung wahrnimmt (Art. 4, Bst. d). Der Bund fördert die Forschung und die Innovation nach FIFG sowie nach Spezialgesetzen durch eigene Ressortforschung, einschliesslich der Errichtung und des Betriebs bundeseigener Forschungsanstalten (Art. 7 Abs.1 Bst. e). Die Massnahmen der Ressortforschung (s. oben) sowie Vorgaben wie beispielsweise zur Einwerbung von Drittmitteln werden im Art. 16 dargelegt. Die Einrichtung von bundeseigenen Forschungsanstalten ist in Art. 17 geregelt. Ein wichtiger Aspekt der Ressortforschung ist deren Koordination. Hierzu wird vom Bundesrat ein interdepartementaler Koordinationsausschuss eingesetzt, der insbesondere Aufgaben im Bereich des koordinierten Vorgehens bei der Erstellung der Mehrjahresprogramme wahrnimmt und Richtlinien zur Qualitätssicherung erlässt (Art. 42). Die Mehrjahresprogramme der Ressortforschung - ein Koordinations- und Planungsinstrument - werden in Form von ressortübergreifenden Forschungskonzepten erarbeitet, in welchen die Forschungsschwerpunkte der Hochschulen, die im Auftrag des Bundes durchgeführten Förderprogramme des Schweizerischen Nationalfonds SNF sowie die Tätigkeit der Kommission für Technik und Innovation KTI berücksichtigt werden (Art. 45).

### Spezialgesetzliche Grundlagen

Neben der übergeordneten Verankerung im FIFG ist die Forschung der Bundesverwaltung auf über 55 [spezialgesetzliche Bestimmungen](#) abgestützt. In diesen werden direkte Forschungsaufträge oder Finanzierungsverpflichtungen durch den Bund vorgegeben, bzw. direkte Evaluations-, Erhebungs-, oder Prüfungsaufträge formuliert, welche entsprechende wissenschaftliche Arbeiten voraussetzen. Zudem werden Forschungsaufgaben in zahlreichen, den Gesetzen zugehörigen und weiteren Verordnungen präzisiert. Darüber hinaus setzt selbst dort, wo kein expliziter gesetzlicher Auftrag zur Forschung besteht, die Anwendung und Umsetzung geltenden Rechts oft Fachwissen voraus, welches aktuell sein soll und daher mittels Forschung erarbeitet werden muss (z.B. beim Erlass von Richtlinien und Verordnungen). Deshalb sind Forschungsverpflichtungen auch oft Teil des Leistungsauftrags von FLAG-Ämtern (ab 2017 Leistungsvereinbarung nach NFB) oder sie werden in departementalen Organisationsverordnungen für die verschiedenen Ämter festgelegt.

### Verpflichtungen aus internationalen Vereinbarungen und parlamentarischen Aufträgen

Neben den spezialgesetzlichen Bestimmungen enthalten oder implizieren auch über 90 [internationale Verträge, Konventionen oder Mitgliedschaften](#) Verpflichtungen zur Forschung oder zu nationalen Forschungsanstrengungen in den jeweils relevanten Themenfeldern. Aber auch in Fällen, wo keine expliziten Forschungsverpflichtungen aus Verträgen existieren, ist die in Auftrag gegebene Forschung für einige Ämter zentral, um notwendige internationale Kontakte aufrecht erhalten zu können. Die Forschung der Bundesverwaltung ermöglicht so einen Austausch auf der Basis von Fachwissen, dem die eigenen aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zugrunde liegen.

Vom Parlament selbst werden durch parlamentarische Initiativen, Motionen, Postulate, Interpellationen oder Anfragen Aufträge zur Erarbeitung von Entwürfen für Erlasse, zur Erarbeitung von Prüfungsberichten und Auskünften erteilt, deren Behandlung Aktivitäten in der Forschung der Bundesverwaltung nach sich ziehen kann.

## **A3. Koordination der Forschung der Bundesverwaltung**

### Gliederung der Forschung der Bundesverwaltung in Politikbereiche

Die Forschung der Bundesverwaltung wird im Interesse der guten Koordination und Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Bundesstellen nach politischen Bereichen gegliedert. Die Politikbereiche, für die eine strategische Forschungsplanung zu erstellen ist (FIG Art. 45 Abs. 3), werden vom Bundesrat im Rahmen der jeweiligen Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation festgelegt (FIG Art. 46 Abs. 1 Bst. d). Dazu erarbeiten die betroffenen Bundesstellen unter der Leitung einer federführenden Bundesstelle und unter gezieltem Einbezug externer Expertise (in der Regel eine wissenschaftliche Begleitkommission/-gruppe) vierjährige Forschungskonzepte. Diese Forschungskonzepte sind prägnante und umfassende Strategiedokumente. Sie dienen der Information von interessierten und betroffenen Forschungsakteuren innerhalb und ausserhalb des Bundes sowie der öffentlichen Hand generell, unterstützen die Koordination der Forschung und stellen ein Instrument der Planung und Legitimierung der Forschungstätigkeit des Bundes dar. Seit der BFI-Periode 2004-2007 werden für die folgenden 11 Politikbereiche Forschungskonzepte erstellt: 1. Gesundheit (Federführung BAG), 2. Soziale Sicherheit (BSV), 3. Umwelt (BAFU), 4. Landwirtschaft (BLW), 5. Energie (BFE), 6. Nachhaltige Raumentwicklung und Mobilität (ARE), 7. Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA), 8. Sicherheits- und Friedenpolitik (armasuisse W+T, BABS, EDA/PD), 9. Berufsbildung (SBFI), 10. Sport und Bewegung (BASPO) und 11. Nachhaltiger Verkehr (ASTRA).



### Interdepartementaler Koordinationsausschuss für die Ressortforschung

Im Jahr 1997 hatte der Bundesrat im Zuge der Reorganisation des Bereichs "Bildung, Forschung und Technologie" einen Steuerungsausschuss für die Koordination der Ressortforschung eingesetzt. Mit der Totalrevision des FIFG ist dieser Ausschuss seiner Funktion entsprechend als interdepartementaler Koordinationsausschuss (Koordinationsausschuss-RF) nun gesetzlich abgestützt worden.

*Aufgaben:* Gestützt auf das FIFG hat der Koordinationsausschuss-Ressortforschung namentlich die Aufgaben der Koordination der Forschungskonzepte<sup>15</sup> sowie der Erarbeitung von Richtlinien für die Qualitätssicherung.<sup>16</sup> Des Weiteren stellt der Ausschuss die strategische Koordination der Ressortforschung sicher, ist eine aktive Plattform für den Austausch guter Praxen in der Qualitätssicherung, erhebt jährlich den Forschungsaufwand und den Budgetrahmen der Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung für die Berichterstattung im Rahmen der jährlichen Informationsnotiz an den Bundesrat (enthält auch Informationen zu laufenden und geplanten Massnahmen im Bereich der Forschung der Bundesverwaltung wie Evaluationen und Aktivitäten im Zusammenhang mit parlamentarischen Vorstössen, etc.), nimmt Aufgaben wahr bei der Auswahl von Nationalen Forschungsprogrammen (NFP) und Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS), koordiniert zwischen der Ressortforschung und den anderen Instrumenten der orientierten Forschung und kann Evaluationen zu übergeordneten Themen im Bereich der Ressortforschung initiieren.

Die ämter- und departementsübergreifende Steuerung der finanziellen Ressourcen der Forschung der Bundesverwaltung fällt allerdings *nicht* in den Aufgabenbereich des Koordinationsausschusses-Ressortforschung. Letztmals wurde im Jahr 2006 eine entsprechende Empfehlung der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates GPK-N zur Steuerung der Ressourcen in der Forschung der Bundesverwaltung durch den Bundesrat abgelehnt.<sup>17</sup> Diese Steuerung muss in letzter Verantwortung durch das Parlament über die Genehmigung der jeweiligen betroffenen Kredite der Ämter erfolgen und kann mit dem heutigen Verfahren vom Parlament im Rahmen der jährlichen Budgetentscheide effizient wahrgenommen werden.

*Zusammensetzung:* Der Koordinationsausschuss-Ressortforschung wird durch ein Geschäftsleitungsmitglied des Staatssekretariates für Bildung, Forschung und Innovation SBFI präsiert. Einsitz in den Ausschuss nehmen Mitglieder der Direktionen/Geschäftsleitungen der Bundesämter mit eigener Forschung und der eidg. Finanzverwaltung sowie Vertreter des SNF, der KTI und des Rats der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Rat).

---

<sup>15</sup> „Grundsätze für die Erstellung der Konzepte 2017 – 2020 betreffend die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung in den 11 Politikbereichen“, Koordinationsausschuss-RF, Oktober 2014.

<sup>16</sup> „[Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes](#)“, Richtlinien des interdepartementalen Koordinationsausschusses-RF, 26. März 2014.

<sup>17</sup> BBI 2007 847 (<http://www.admin.ch/ch/d/ff/2007/847.pdf>).

### Arbeitsgruppe und Sekretariat des Koordinationsausschusses-Ressortforschung

Die Erarbeitung von Grundlagen, Richtlinien und Berichten betreffend die Ressortforschung sowie die Vorbereitung der Sitzungen und Beschlüsse des Koordinationsausschusses-Ressortforschung erfolgen in einer Arbeitsgruppe, in welche die Forschungsverantwortlichen der Bundesämter Einsitz nehmen. Die Arbeitsgruppe wird durch das Sekretariat des Koordinationsausschusses-Ressortforschung geleitet, welches am SBFI angesiedelt ist. Das Sekretariat wiederum sichert den Informationsfluss unter den im Koordinationsausschuss-Ressortforschung vertretenen Bundesämtern und betreut die Geschäfte. Es ist zuständig für die Website [www.ressortforschung.admin.ch](http://www.ressortforschung.admin.ch), welche Kurzinformationen zu Schwerpunkten der Forschung in den [Politikbereichen](#), die aktuellen Forschungskonzepte, Links zu den Forschungsseiten der Bundesämter und die Dokumentation über die [rechtliche Abstützung](#) der Forschung abbildet. Die Sites enthalten auch standardisierte und jährlich von den in den Politikbereichen federführenden Ämtern aktualisierte [Fact Sheets](#), welche die Öffentlichkeit über erfolgreich verlaufene Forschungstätigkeiten („success stories“) sowie über die finanziellen Ressourcen informieren.

### Datenbank ARAMIS

Das Informationssystem ARAMIS ([www.aramis.admin.ch](http://www.aramis.admin.ch)) enthält Informationen über Forschungsprojekte und Evaluationen, die der Bund selber durchführt oder finanziert. Eingeführt wurde das System 1997 als Folge von mehreren parlamentarischen Vorstössen, die mehr Transparenz und eine Verbesserung der Kooperation in der Forschung der Bundesverwaltung verlangten. Die Ziele und Aufgaben des Systems werden in der ARAMIS-Verordnung ([SR 420.171](#)) beschrieben: (1) Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Finanzflüsse im Bereich der Forschung und Innovation, (2) inhaltliche Koordination der vom Bund finanzierten oder durchgeführten Projekte, (3) Datenbeschaffung für die Statistik des Bundesamtes für Statistik (BFS) im Bereich «Forschung und Entwicklung in der Bundesverwaltung», (4) Planung und Steuerung auf dem Gebiet der Forschungs- und Innovationsförderung und (5) Unterstützung des Projektmanagements.

Das Informationssystem funktioniert als eine einfache Datenbankanwendung, in welcher alle Forschungsvorhaben und Wirksamkeitsüberprüfungen/Evaluationen der Bundesverwaltung als einzelne oder miteinander verknüpfte Projekte abgebildet werden. ARAMIS dient daher als ein Pfeiler in der Qualitätssicherung der Forschung der Bundesverwaltung und ist entsprechend in den Richtlinien des Koordinationsausschusses-Ressortforschung über die Qualitätssicherung verankert. Für die Unterstützung der Forschungskoordination und -planung sowie für einen effizienten Mitteleinsatz werden auf der Basis von ARAMIS jährlich detaillierte Informationen über die Art der Forschung (intramuros, Forschungsaufträge und -beiträge), die Auftragsnehmer sowie die Aufwände der Ämter im Rahmen der Forschungskonzepte zuhanden des Bundesrates und des Koordinationsausschusses-Ressortforschung zusammengestellt. Damit wird garantiert, dass diese im Hinblick auf die Finanzplanung über die Mittelentwicklung und –einsetzung bei den einzelnen Ämtern informiert sind.

#### A4. Übergeordnete Ziele in der Periode 2017-2020

Auf der Grundlage des totalrevidierten FIGG und der Empfehlungen im Rahmen der Evaluation<sup>18</sup> der Umsetzung der Qualitätssicherung in der Ressortforschung stehen für den Koordinationsausschuss- Ressortforschung folgende Hauptziele in der Periode 2017-2020 im Vordergrund:

- In den Forschungskonzepten für die Politikbereiche werden die Schnittstellen zu den Forschungsschwerpunkten der Hochschulen, den Förderprogrammen des SNF und den Fördertätigkeiten der KTI explizit aufgezeigt. Damit soll die Ressortforschung, wenn sachlich möglich oder erforderlich, an die allgemeine Forschungsförderung angeknüpft werden. Die entsprechenden Programme der Forschungsförderungsinstitutionen oder Hochschulen sollen durch die Forschung der Bundesverwaltung vermehrt genutzt werden.
- Bei der Qualitätssicherung hat der Schweizerische Wissenschafts- und Innovationsrat SWIR Verbesserungspotenzial bei der Verzahnung zwischen Qualitätssicherung und Planung gesehen, welche noch zu wenig konsequent betrieben wird. In den Forschungskonzepten wird die Qualitätssicherung daher explizit mit konkreten Zielen/Massnahmen der am Konzept beteiligten Bundesstellen und Meilensteinen für die jeweilige Planungsperiode thematisiert.
- Das Qualitätssicherungskonzept in der Ressortforschung basiert auf den 3 Pfeilern Forschungsmanagement, Berichterstattung/Reporting und Wirksamkeitsprüfung/Evaluation. Mit der Revision der Qualitätssicherungsrichtlinien durch den Koordinationsausschuss-Ressortforschung ist beim Forschungsmanagement neben der strategischen Planung, den transparenten Verfahren bei den Vergabeverfahren, der Projektinformation in ARAMIS und der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse mit der *Forschungsbegleitung* eine zusätzliche Komponente aufgenommen worden. Die Begleitung dient dazu, die wissenschaftliche Qualität der Forschung durch das Einbringen von state-of-the-art-Methoden zu erhöhen sowie die effiziente und effektive Erarbeitung und die Bewertung der Forschungsergebnisse zu gewährleisten.
- Die Nutzung der Forschungsergebnisse wird gemäss ex-post Evaluationskriterien analysiert und nach Möglichkeit in den Abschlussberichten/Kurzfassungen über die durchgeführten Forschungsprojekte oder in separaten Stellungnahmen zu den Forschungsergebnissen dargelegt. Die entsprechenden Dokumente werden in der Datenbank ARAMIS abgelegt.
- Zum Erhalt und Ausbau der Kompetenz der Bundesstellen als Auftraggeber und Verwerter von anwendungsorientierter Forschung wird die Gelegenheit für Mitarbeiter zur Weiterbildung im Hochschulforschungsbereich sowie das intensive Zusammenwirken in gemeinsamen Vorhaben und Strukturen mit Forschenden an Hochschulen in der Schweiz und im Ausland vermehrt wahrgenommen.

<sup>18</sup> Abschlussbericht des Steuerungsausschusses-BFT «[Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und der Nutzung der Forschungsergebnisse in der Ressortforschung](#)» vom April 2010.

### Anhang 3: Wissenschaftliche Begleitkommission

Die externe wissenschaftliche Begleitkommission setzt sich aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- Prof. Dr. Stefan Pickl, Universität der Bundeswehr, München
- Prof. Dr. Max Krüger Hochschule Furtwangen, Furtwangen
- Prof. Dr. Patrick Hoffmann, EMPA, Thun
- Dr. Renate Moning, VBS A Stab, Ittigen
- Dr. Samuel Huber, Forventis GmbH, Zürich
- Dr. André Koch, Dynamic Phenomena, Cugy (VD)
- Dr. Markus Möckli, RUAG, Emmen
- Dr. Thomas Nussbaumer, RUAG, Thun
- Dr. Hanspeter Kaufmann, RUAG, Thun
- Urs Engeli, General Dynamics European Land Systems, Kreuzlingen

Die Mitglieder der internen wissenschaftlichen Begleitkommission sind:

- Dr. Peter Wellig
- Dr. Quentin Ladetto
- Dr. Alain Jaquier
- Dr. Vincent Lenders
- Dr. Thomas Kuhn
- Dr. Mark Höpflinger

### Anhang 4: Gremien

Gremien mit Einsitznahme von armauisse

- Konferenz der DACH<sup>19</sup> Forschungsdirektoren
- NATO/PfP STO<sup>20</sup> Board und in diversen Arbeitsgruppen
- NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCoE)
- EDA<sup>21</sup>, Research and Technology Directors Board
- Schweizerische Gesellschaft für Technik und Armee (STA)
- Polizeitechnik und Informatik (PTI)
- Koordinationsausschuss-Ressortforschung

<sup>19</sup> DACH: Deutschland, Österreich, Schweiz

<sup>20</sup> STO: Science and Technology Organisation

<sup>21</sup> EDA: European Defence Agency