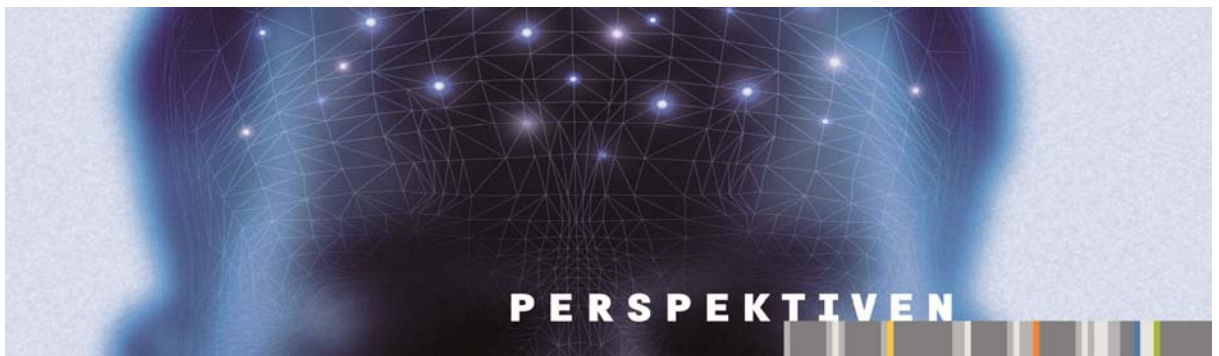




Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,  
Bevölkerungsschutz und Sport VBS

**armasuisse**  
Wissenschaft und Technologie W+T



## **Langfristiger Forschungsplan (LFP) 2012-2016**

Forschungskonzept armasuisse mit Forschungsstrategie,  
Forschungsschwerpunkten und prioritären Themen

Bern, 22. Dezember 2011

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

### **Copyright**

armasuisse  
Wissenschaft und Technologie W+T  
Forschungsmanagement und Operations Research  
Feuerwerkerstrasse 39  
3602 Thun

### **Ansprechpartner**

Leiter Forschung  
Dr. Ivano Marques; Tel.: 033 228 29 01  
ivano.marques@armasuisse.ch

Stellvertretender Leiter Forschung  
Gaston Rubin; Tel.: 033 228 25 97  
gaston.rubin@armasuisse.ch

<http://www.sicherheitsforschung.ch>

# Langfristiger Forschungsplan

## 2012 - 2016

### Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	4
Zusammenfassung .....	5
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Strategische Ausrichtung des Politikbereichs Sicherheits- und Friedenspolitik sowie Positionierung der Forschung .....</b>	<b>9</b>
2.1 Gesetzlicher Auftrag und Grundlagen .....	10
2.2 Forschung armasuisse und deren Nutzen .....	12
2.3 Rückblick und Finanzierung 2008-2011 .....	13
2.4 Herausforderungen und Handlungsbedarf .....	14
<b>3. Forschungsstrategie .....</b>	<b>15</b>
3.1 Strategische Ausrichtung der Forschung .....	15
3.2 Planung und Umsetzung .....	20
3.3 Organisation und Qualitätssicherung .....	22
<b>4. Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen .....</b>	<b>24</b>
4.1 Informationsüberlegenheit .....	25
4.2 Wirkung und Schutz .....	34
4.3 Der Mensch als effiziente Einsatzkraft .....	42
4.4 Unbemannte und mobile Plattformen .....	46
4.5 Komplexitätsmanagement .....	51
4.6 Materialwissenschaft und Energie .....	56
4.7 Human Factors .....	60
Anhang .....	65

## Vorwort

---

Die sicherheitspolitischen Herausforderungen sind einem steten Wandel unterworfen. So hat die Verwundbarkeit moderner global vernetzter Gesellschaften zugenommen. Eine stete Weiterentwicklung der Fähigkeiten, welche die Schweiz für den Umgang mit den künftigen Sicherheitsherausforderungen benötigt, ist von hoher Bedeutung. Der Sicherheitspolitische Bericht (Sipol) und der Armeebericht bilden die Grundlage für die Weiterentwicklung der Armee. Im heutigen Umfeld sind die Vorbereitung, der Einsatz und die Weiterentwicklung der zur Verfügung stehenden Einsatzmittel und deren Beherrschung durch die Miliz anspruchsvoller geworden. Das durch den Departementschef VBS beabsichtigte Technologieniveau der Schweizer Armee bedingt für eine sinnvolle Umsetzung entsprechend verfügbare und spezifische wissenschaftlich-technische Kompetenzen. In einigen Bereichen sind bereits ausreichende wissenschaftlich-technische Expertisen verfügbar. Andere Bereiche müssen durch Forschungsaktivitäten vertieft oder neu aufgebaut werden.

Forschen bedeutet innovativ und kompetent sein, neue Erkenntnisse gewinnen, Wissenslücken zu schliessen und einen Wissensvorsprung haben. Ein adäquater Umgang mit verfügbaren Technologien bei jeglicher Art von Vorbereitungsmassnahmen sowie bei der Beherrschung der eingesetzten technischen Systeme ist im Hinblick auf potenzielle Bedrohungen entscheidend. Da sich entsprechende Massnahmen vielfältig und interdisziplinär manifestieren, sind für Forschung und Monitoring eine umfassende Planung und Koordination innerhalb des VBS sowie eine Vernetzung zu anderen Institutionen unabdingbar.

Das Forschungsmanagement führt die Prozesse für einen langfristigen, nachhaltigen und zeitgerechten Aufbau und Erhalt der benötigten wissenschaftlich-technischen Kompetenzen unter Einbezug der intern und extern verfügbaren Kompetenzstellen und Ressourcen bei Sicherheitspartnern, der Wissenschaft, der Industrie sowie weiteren nationalen und multinationalen Organisationen. Dabei wird vorhandene nationale und internationale Expertise optimal genutzt. Die rechtzeitige Bereitstellung der erforderlichen Kompetenzen ist ein Schlüsselfaktor für die schnelle Einführung von wissenschaftlich-technischen Erkenntnissen beim Nutzer. Mit der Fähigkeit zur Technologieintegration und der damit verbundenen Herstellung von Demonstratoren wird zudem das technologiebasierte Optimierungspotenzial hinsichtlich operationeller Fähigkeiten aufgezeigt. Darüber hinaus können mit der frühzeitigen Erkennung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen die sicherheits- und verteidigungsrelevanten Anwendungsmöglichkeiten beurteilt werden.

Der vorliegende Langfristige Forschungsplan (LFP) 2012-2016 mit der Forschungsstrategie und den festgelegten Forschungsschwerpunkten „Technologien für operationelle Fähigkeiten“, „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ und „Innovation und Querschnittsthemen“ berücksichtigt die obenerwähnten Aktivitäten und basiert auf den sicherheitspolitischen Anforderungen, den Aufträgen und dem Leistungsprofil mit den entsprechenden operationellen Fähigkeiten der Armee gemäss deren Masterplanung und Technologiestrategie V sowie weiteren forschungsrelevanten strategischen Vorgaben.

Bern, 22. Dezember 2011

armasuisse  
Der Rüstungschef



U. Appenzeller

## Zusammenfassung

---

Der vorliegende Langfristige Forschungsplan (LFP) 2012-2016 legt dar, welche wissenschaftlich-technischen Kompetenzen der Schweizer Armee und dem VBS in den nächsten fünf Jahren durch die armasuisse zur Verfügung gestellt und wie diese mit Hilfe von Forschungsaktivitäten aufgebaut, weiterentwickelt und gefestigt werden. Der LFP setzt zudem den Fokus auf den Nutznachweis der Forschung im Bereich der Sicherheits- und Verteidigungspolitik. Gleichzeitig wird aufgezeigt, in welchen Bereichen Anknüpfungspunkte für Forschungsk Kooperationen mit anderen Sicherheitspartnern bestehen.

Die Ressortforschung des Bundes (vgl. Anhang) in der armasuisse dient dem Aufbau und Erhalt sicherheitsrelevanter wissenschaftlich-technischer Expertise. Dies schliesst auch die Fähigkeit zur Technologieintegration in Form von Demonstratoren ein. Sie dient dazu, die sicherheitspolitischen Anwendungsmöglichkeiten technischer Innovationen zu beurteilen.

Auf dieser Basis wurden für den LFP 2012-2016 folgende strategische Leitlinien definiert:

- 1. Anwenderorientierung:** Ergebnisse von zukünftigen 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 und Aufgaben der Armee, basierend auf deren Masterplan und Technologiestrategie V ausgerichtet und festgelegt.
- 2. Kompetenznetzwerke und Kooperationen:** Um wissenschaftlich-technische 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, den Hochschulen, anderen staatlichen Einrichtungen und internationalen Organisationen (z.B. NATO) optimal nutzen zu können.
- 3. Zukunftsorientierung:** Die Forschung legt die Grundlage für den Aufbau von wissenschaftlich-technischen Kompetenzen, die in Zukunft benötigt werden und schafft damit die Basis für die Weiterentwicklung der sicherheitspolitischen Wirkmittel. Wichtig ist dabei das Erkennen sicherheitsrelevanter Technologietrends und technologiebasierter Bedrohungsentwicklungen. Zudem sind die Chancen und Gefahren von Substitutionstechnologien und indirekt systemwirksamen Technologien abzuschätzen.
- 4. Technologiebereitschaftsgrad:** Die Forschungsaktivitäten armasuisse positionieren sich in bestimmten Stufen des Reifegrades einer Technologie bezüglich Anwendung in technischen Einsatzsystemen. Der Fokus der Forschung armasuisse beginnt mit relativ wenig Ressourcenaufwand in der Regel bei Hochschulen mit der Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips und endet mit zunehmender Ressourcenintensität beim Versuchsaufbau in der Einsatzumgebung welcher die Mitarbeit in allfälligen CD&E-Projekten ermöglicht. Die Entwicklung von Prototypen bis zur Beschaffungsreife wird von der Forschung armasuisse nicht abgedeckt und ist im Zuständigkeitsbereich der Armeeplanungs- und Beschaffungsstellen angesiedelt.

- 5. Technologie-Lebenszyklus:** Für Innovationen und die Weiterentwicklung von Substitutionstechnologien ist der Technologie-Lebenszyklus zu beachten. Die Forschung armassuisse konzentriert sich aufgrund der beschränkten Ressourcen bei den Technologielebensphasen primär auf die Wachstums- und Reifephase (Schlüsseltechnologien) da vor allem hier in nützlicher Frist wirksame und effizienten Fortschritte für die Praxis zu erreichen sind. Beim Erreichen der Sättigungsphase einer Technologie wechseln die Forschungstätigkeiten wenn möglich zu erfolgsversprechenden Substitutionstechnologien die sich im Idealfall schon in der Wachstums- resp. Reifephase befinden.
- 6. Querschnittsthemen:** Themen, welche das sicherheitspolitisch relevante Gesamtsystem betreffen oder mehreren fähigkeitsorientierten Forschungsthemen zugeordnet werden können sind nicht zu vernachlässigen. Expertenwissen in diesen Bereichen kann die Qualität und die Leistung von Systemen massgeblich erhöhen und zusätzlich Kosten optimieren.

Vor diesem Hintergrund wurden die Forschungsschwerpunkte und prioritären Themen des LFP 2012-2016 definiert (Abbildung 6). In den nächsten fünf Jahren wird weiterhin für folgende wichtige Themenfelder geforscht:

- Informationsüberlegenheit mit Nachrichtenbeschaffung, Aufklärung, Überwachung, Kommunikation und Cyberspace
- Wirkung und Schutz, wobei 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: Der Mensch als effiziente Einsatzkraft und unbemannte und mobile Plattformen mit entsprechenden Fähigkeitsanforderungen der Streit- und der Sicherheitskräfte in den relevanten Operationsräumen
- Innovation und Querschnittsthemen mit Technologiemonitoring (Relevanzanalyse durch systematisches Beobachten und Bewerten wissenschaftlich-technischer Trends), Komplexitätsmanagement, Materialwissenschaft, Energie und Human Factors, die der spezifischen Bedeutung menschbezogener Faktoren in einer vernetzten Umwelt Rechnung tragen.

## 1. Einleitung

---

Das Ziel der schweizerischen Sicherheitspolitik ist es, die Handlungsfähigkeit, Selbstbestimmung und Integrität der Schweiz und ihrer Bevölkerung sowie 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).

Das Umfeld, in dem dieses Ziel erreicht werden soll, unterliegt steten Veränderungen und ist durch das Auftreten von Krisen und Katastrophen gekennzeichnet. Beispiele hierzu finden sich in der Gesellschaft, den Religionen, der Wirtschafts- und Finanzwelt, der Politik, im Recht, in der Technik, der Ökologie und in der Natur. In diesen Bereichen können sich bedrohliche Entwicklungen durch gegenseitige Beeinflussung oder durch Medien verstärken.

Parallel dazu sind die Veränderungen in dem für die Schweiz wichtigen geostrategischen Umfeld zu berücksichtigen. Zerfallende Staaten, der Bedeutungsgewinn nicht-staatlicher Akteure, die ihre Ziele auch gewaltsam durchzusetzen versuchen, regionale Konflikte, der internationale Terrorismus sowie die Proliferation von Massenvernichtungswaffen schaffen ein sicherheitspolitisches Umfeld, in dem sich die klassische Unterscheidung zwischen militärischen und nicht-militärischen Machtmitteln als weitgehend stumpf erweist. Gefordert sind angesichts der neuen Ausgangslage vielmehr integrierte Ansätze, mit deren Hilfe die klassische Unterscheidung überwunden werden kann.

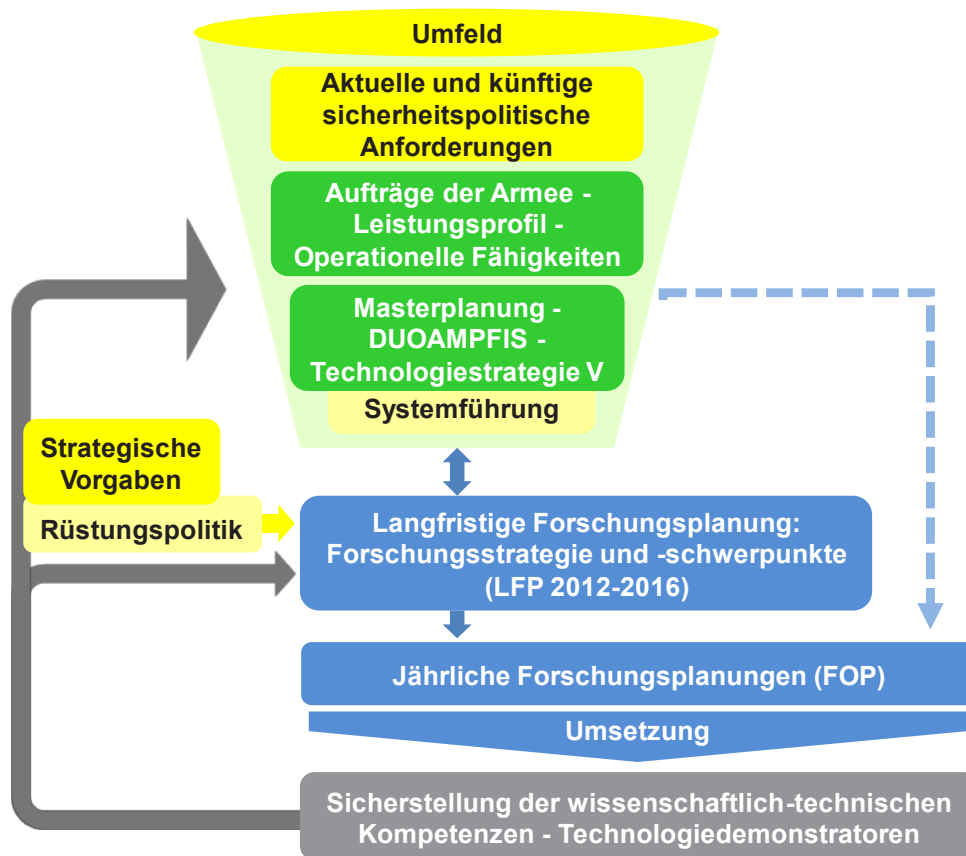
Sicherheitspolitische Instrumente wie die Schweizer Armee oder die Blaulichtorganisationen müssen jederzeit lage- und damit auch risikogerecht eingesetzt werden können. Um diese Anforderung zu gewährleisten, sind entsprechende Massnahmen zu Doktrin- und Unternehmensentwicklung, Ausbildung, Material und Technologien sowie Personal erforderlich. Weil die Wechselwirkungen zwischen diesen Massnahmenbereichen insbesondere im Verbund mit anderen politischen Instrumenten oder ausländischen Partnern immer komplexer werden, spielen diesbezügliche Erkenntnisse eine immer entscheidendere Rolle.

Eine wirksame Ausrichtung der sicherheitspolitischen Instrumente muss somit einem dynamisch adaptiven Ansatz folgen. Zukünftig ist deshalb die Zusammenarbeit und Vernetzung aller involvierten nationalen Sicherheitsinstrumente ein zunehmend wichtiger Erfolgsfaktor. Das setzt voraus, dass die erzielten Wirkungen der unterschiedlichen Instrumenten und deren Art von Vernetzung und Wechselwirkung bekannt sind.

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

Der Langfristige Forschungsplan (LFP) legt neben strategischen Leitlinien Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen für einen Zeitraum von fünf Jahren fest. Die steten Umfeldveränderungen erfordern dabei jeweils eine Überprüfung und Anpassung der inhaltlichen resp. fachlichen Ausrichtung des LFP.

Das in Abbildung 1 dargestellte Vorgehensmodell verdeutlicht die grundlegenden Zusammenhänge zwischen den relevanten Umfeldentwicklungen, den sicherheitspolitischen Anforderungen und den daraus abgeleiteten Fähigkeitsprofilen und Massnahmen sowie den Beitrag der Forschungsaktivitäten zur Bereitstellung der benötigten wissenschaftlich-technischen Kompetenzen.



**Abbildung 1:** Vorgehenskonzept für die Erarbeitung des Langfristigen Forschungsplanes 2012-16 mit der entsprechenden Forschungsstrategie und den Forschungsschwerpunkten zur Sicherstellung der in Zukunft benötigten wissenschaftlich-technischen Kompetenzen und für das Aufzeigen technologiebasierter Optimierungspotenziale anhand von Technologiedemonstratoren.

Ausgehend vom Leistungsprofil und der Masterplanung der Armee mit den entsprechenden operationellen Fähigkeiten, den allgemeinen strategischen Vorgaben aus der Bundesverwaltung (z.B. Rüstungspolitik), den strategischen Forschungsleitlinien sowie der zur Verfügung stehenden Ressourcen ist die thematische Fokussierung auf Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themenbereiche zwingend. Die Konkretisierung der Themen zu konkreten Forschungsaktivitäten erfolgt durch Verknüpfung mit identifizierten Technologietrends und aus bisheriger Forschung vorhandenen internen und externen wissenschaftlich-technischen Kompetenzen und Erkenntnissen mit eingeführten und anderen technischen Einsatzsystemen.

Wissenschaft und Technologie unterliegen äusserst rasanten Entwicklungen sodass in den Bereichen Bio- und Gentechnologie, Materialwissenschaft sowie Informations- und Kommunikationstechnologien grundlegende Innovations- und Veränderungsimpulse zu erwarten sind. Das sicherheits- und verteidigungsrelevante Anwendungspotenzial dieser Technologiebereiche ist jedoch noch nicht klar und direkt ersichtlich. Daher definiert der LFP 2012-2016 im Forschungsschwerpunkt „Innovation und Querschnittsthemen“ mehrere prioritäre Themen



die keinen direkt ersichtlichen Bezug zu den operationellen Fähigkeiten der Armee aufweisen. So dient z.B. das Thema „Monitoring“ dazu, wissenschaftlich-technische Entwicklungen im nationalen und internationalen Umfeld kontinuierlich zu beobachten, vorerst ohne dabei in die Tiefe zu gehen. Dies ermöglicht im Bedarfsfall fähigkeitsorientierte Technologien und technische Systeme mit weiteren, vertieften Forschungsaktivitäten zu optimieren.

Wir danken Herrn Prof. Pickl und seinem Team der Universität der Bundeswehr in München für die wertvolle Zusammenarbeit und die „Aussensicht“ bei der Erarbeitung der vorliegenden Langfristigen Forschungsplanung.

## **2. Strategische Ausrichtung des Politikbereichs Sicherheits- und Friedenspolitik sowie Positionierung der Forschung**

---

Der Politikbereich umfasst die Departementsbereiche des VBS Verteidigung, armasuisse und BABS sowie das EDA mit der Abteilung Sicherheitspolitik und Krisenmanagement (ASIK). Gemäss Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Sicherheitspolitik der Schweiz (2010), ist es das Ziel der schweizerischen Sicherheitspolitik, die Handlungsfähigkeit, Selbstbestimmung und Integrität der Schweiz und ihrer Bevölkerung sowie ihre Lebensgrundlagen gegen direkte und indirekte Bedrohungen und Gefahren zu schützen sowie einen Beitrag zu Stabilität und Frieden jenseits unserer Grenzen zu leisten. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es einer wirkungsvollen Zusammenarbeit vieler Instrumente. Einen wesentlichen Beitrag für sicherheitspolitische Aufgaben leistet das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS). Der Departementsbereich Verteidigung plant die materielle Sicherstellung der Armee gemäss dem Planungsprozess V. u.a. mit jährlich aktualisierten Masterplänen.

Gemäss Organisationsverordnung für das VBS (OV-VBS) stellt die armasuisse wissenschaftlich-technische Kompetenzen für die Armee und das VBS sicher. Wie swisstopo als Geoinformationszentrum des Bundes, stellt auch der Kompetenzbereich Wissenschaft und Technologie den Technologiesupport für armasuisse sicher und deckt die Wissenschafts- und Technologiebedürfnisse des VBS im Rahmen von Netzwerken und Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern ab. Die Grundsätze des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS basieren insbesondere auf dem Bericht zur Sicherheitspolitik der Schweiz und dem öffentlichen Beschaffungsrecht wobei u.a. die Bedürfnisse der Schweizer Armee und die Stärkung der sicherheits- und rüstungspolitisch relevanten Technologie- und Industriebasis der Schweiz im Mittelpunkt stehen um die als wesentlich erachteten wissenschaftlich-technischen Kernkompetenzen im Rahmen der Beschaffung sowie der Kooperationen sicherzustellen. Dabei geht es darum, Trends in Wissenschaft, Technologie und Märkten systematisch zu erfassen und mittels angewandter Forschung jene wissenschaftlich-technischen Kompetenzen aufzubauen, die zur Unterstützung des gesamten Rüstungsablaufes benötigt werden. Dies unter Bildung von Netzwerken und Kooperationen mit Universitäten, Fachhochschulen, Instituten, der Industrie und der Verwaltung im In- und Ausland. Um die Abhängigkeit vom Ausland zu beschränken stehen u.a. die Schlüsseltechnologien wie Sensor-, Kommunikations- und Werkstofftechnologie sowie die Waffentechnik im Vordergrund.

Betreffend Zuständigkeiten und Aufgaben für die Erreichung der materiellen Bereitschaft der Armee wird die armasuisse in der Verordnung des VBS über das Armeematerial als interne Auftragnehmerin und zentrale Beschaffungsstelle bezeichnet. Armasuisse gewährleistet die

notwendigen kommerziellen und technischen Kompetenzen für den Prozess der materiellen Sicherstellung und stellt das technische Fachwissen für das Armeematerial über den Lebensweg sowie die wissenschaftlich-technischen Kompetenzen für Evaluation, Beschaffung und Entsorgung für die Gruppe V und Dritte sicher. 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 auf einem Technologieniveau vergleichbarer europäischer Staaten.

## **2.1 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 Masterplan 2011 der Schweizer Armee und dem Leistungsauftrag armasuisse Wissenschaft und Technologie. Zudem sind folgende Vorgaben und Grundlagen zu beachten:

### **Bund**

- Bundesverfassung (BV) SR 101, Art 64 Forschung, Stand: 7. März 2010
- Bundesgesetz über die Forschung (Forschungsgesetz, FG), SR 420.1, Art. 4 bis 6, Stand: 1. März 2010
- Forschungsverordnung, SR 420.11, Stand: 1. Januar 2009
- Verordnung über das Informationssystem ARAMIS betreffend Forschungs- und Entwicklungsprojekte des Bundes, 14. April 1989
- Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes - Richtlinien, 9. November 2005
- Grundsätze für die Erstellung der Konzepte 2013-2016 betreffend die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung in den 11 Politikbereichen, Oktober 2010
- Grundstrategie des Bundesrates zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (SKI). Basis für die nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen, der Bundesrat, 18. Mai 2009

### **Departementsbereich Verteidigung**

- Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung (Militärgesetz, MG; SR 510.10), 3. Februar 1995, Stand: 1. Januar 2011
- Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Sicherheitspolitik der Schweiz, 23. Juni 2010
- Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (OV-VBS, SR 172.214.1), Stand 1. Januar 2009
- Verordnung des VBS über das Armeematerial (VAMAT; SR 514.20-Art.5, Anhang 2), 15. Dezember 2007
- Armeebericht 2010, 1. Oktober 2010
- Zusatzbericht zum Armeebericht 2010, Zusatzauftrag SiK-S vom 18.11.2010: 28. März 2011
- Die Strategie der Schweizer Armee, 18. Juni 2007
- Bases doctrinales à moyen terme. Edition 2008, 24. April 2008 (Teil Verteidigung ist ausser Kraft gesetzt)

- Entwurf 2 zum Aufgaben- und Einsatzspektrum der Armee (WEA) (Detailkonzept) - Beitrag zur Umsetzungsplanung der Eckwerte BR zum Armeebericht 2010: TP Doktrin, 9. September 2011
- Masterplan 2011, Streitkräfte- und Unternehmens-Entwicklung (Zeithorizont 2011 bis 2018) mit dazugehörigen Grundlagenpapieren, 28. Februar 2011
- Technologische Weiterentwicklung der Schweizer Armee 2011 (Teilstrategie Technologie V, Zeithorizont 2030, mit Entscheid des CdA vom 3.11.10), 22. Dezember 2010 inklusive Dokumentationen zum Technologie Index 2011
- TUNE+, Anhang IX-W+T, 4. Juni 2009
- 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
- Minen-, Ballistik- und IED-Schutz von Fahrzeugen, 31. Mai 2008
- Vorschlag für die Einführung des Konzepts CD&E. Genehmigte Fassung - GL PSTA, 23. Oktober 2007
- NEO. Ein Weg zur modernen Operationsführung, September 2006

### **Departementsbereich armasuisse**

- Grundsätze des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS, 30. Juni 2010
- STIB - Sicherheitsrelevante Technologie- und Industriebasis (<https://www.stib-ch.ch/>): Identifikation der sicherheits- und rüstungspolitisch relevanten Technologie- und Industriebasis der Schweiz. Sicherstellung der als wesentlich erachteten wissenschaftlich-technischen Kernkompetenzen im Rahmen der Beschaffung sowie der Kooperationen
- Beschaffungsstrategie des Bundesrates für das VBS, 31. März 2010
- Industriebeteiligungsstrategie, 31. März 2010
- Kooperationsstrategie VBS - Privater und öffentlicher Sektor, 26. November 2010
- Unternehmensstrategie armasuisse 2010-2014, 5. Mai 2010
- Strategische Ziele des Bundesrates für seine Beteiligung an der RUAG Holding AG (Eignerstrategie 2011-2014), 1. April 2011
- Leistungsauftrag armasuisse Wissenschaft und Technologie 2012-2013 (Entwurf), Dezember 2011
- Managementsystem armasuisse (IMS AR): Technologie- und Forschungsmanagement (Prozessld 2.20.30.10/20 und DokId 40031/32)
- Wissenschafts- und Technologieplan armasuisse für die Jahre 2008-2011, 1. September 2006
- Langfristiger Forschungsplan 2008-2011, Wissenschaft und Technologie, armasuisse, 6. Dezember 2007
- Forschungsprogramm 4 „Sicherheitskraft der Zukunft“, armasuisse W+T, 15. Oktober 2008
- Forschungsprogramm 3 „Wirkung, Schutz und Sicherheit“, armasuisse W+T, 25. November 2010

## 2.2 Forschung armasuisse und deren Nutzen

Die Lage der Schweiz, wie sie im aktuellen sicherheitspolitischen Bericht des Bundesrates analysiert wird, ermöglicht Aussagen zu wahrscheinlichen Entwicklungen zu tätigen, wobei auch die zunehmende Dynamik der Veränderungen zu erkennen ist. Grundsätzlich hat die Verletzlichkeit moderner Industriegesellschaften aufgrund gegenseitiger wirtschaftlicher und technischer Abhängigkeit zugenommen. Zukünftig ist deshalb die Zusammenarbeit aller involvierten nationalen Sicherheitsinstrumente, im Sinne der vernetzten Sicherheit, ein zunehmend wichtiger Erfolgsfaktor. Die Erhöhung der Fähigkeiten zur Zusammenarbeit unserer nationalen Sicherheitsinstrumente wie die Aussenpolitik, die Armee, der Bevölkerungsschutz, der Nachrichtendienst, die Wirtschaftspolitik, die Zollverwaltung, die Polizei und der Zivildienst, wird ein Schwerpunkt künftiger Anstrengungen werden. Wissenschaft und Forschung unterstützt bei der Bewältigung der skizzierten komplexen Aufgaben. Einerseits hilft sie bei der Identifizierung der zukünftigen Herausforderungen, andererseits ist Forschung die Basis für Lösungen zukünftiger Probleme. Dies zeigt die Relevanz der Forschung und in welchem Spannungsfeld Forschung betrieben werden muss. Zum einen müssen langfristige Forschungsschwerpunkte definiert werden, um zielgerichtet zu nutzbaren Ergebnissen zu gelangen. Zum anderen ist es notwendig, die zielorientierte Forschung dynamisch unter Berücksichtigung des sich wandelnden Umfeldes anzupassen.

Die Forschung armasuisse ist eine Investition in eine innovative, zukunftsgerichtete und effiziente öffentliche Sicherheit. Das Ziel der Sicherheitsforschung ist die nachhaltige Sicherstellung des benötigten Expertenwissens und der wissenschaftlich-technischen Kernkompetenzen für die erforderlichen Fähigkeiten der Armee und anderer sicherheitspolitischer Instrumente. Für die Bündelung der erforderlichen Netzwerke und zur optimalen Nutzung der zur Verfügung gestellten Mittel sind zudem Investitionen in den Aufbau und in die Betreuung entsprechender Kooperationsbeziehungen erforderlich. Die Forschungsumsetzung erfolgt basierend auf der genehmigten langfristigen Forschungsplanung und einer steten und systematischen Bedarfsabklärung bei den Auftraggebern und Nutznießern. Grundsätzlich ist das Hauptziel der Forschung die Erkennung von Chancen und das Vermeiden von Risiken.

Der praktische Nutzen von fachlichen Schlüsselkompetenzen aus der Forschung ist somit

- das Erkennen des Anwendungs- und Einsparpotenzials neuer Technologien
- das rechtzeitige Aufzeigen von Fähigkeitslücken und Handlungsoptionen
- das Vermeiden von finanziellen, technischen und wirkungsbezogenen Risiken im Umgang mit Material und technischen Systemen der Armee

Der Nutzen der Forschung ergibt sich in der Anwendung der wissenschaftlich-technischen Kompetenznetzwerke für:

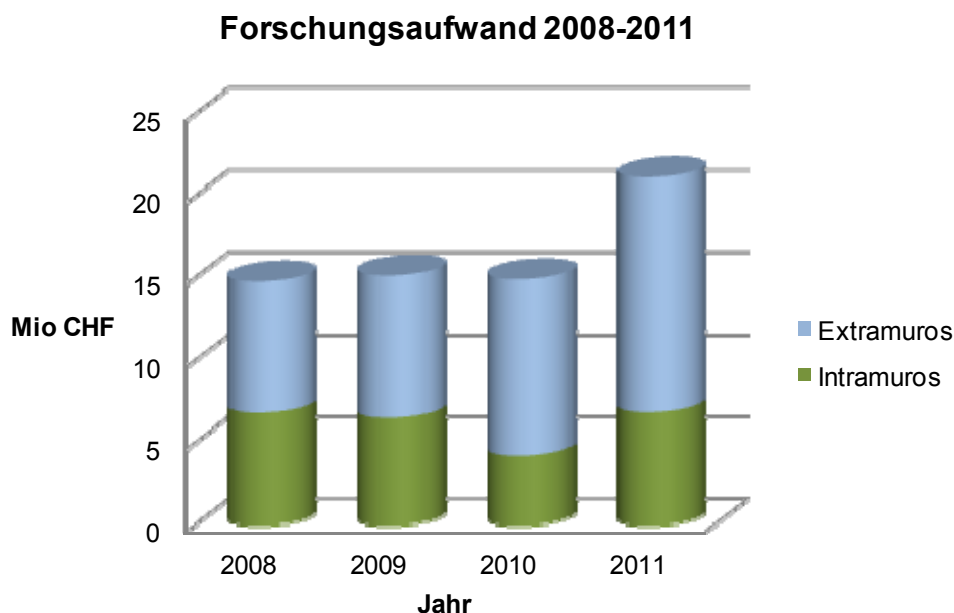
- die Früherkennung, Beobachtung und wissenschaftlich fundierte Beurteilung technischer Entwicklungen und Innovationen hinsichtlich möglicher Auswirkungen und Konsequenzen für die öffentliche Sicherheit sowie Rückschlüsse auf Möglichkeiten und Fähigkeiten ausländischer Streitkräfte.
- Expertisen betreffend Weiterentwicklung der Armee sowie wissenschaftlich kompetente Beratung in den Bereichen Existenzsicherung, Friedensförderung, Abrüstung, Rüstungskontrolle und humanitäre Anliegen
- die Beratung bei der Planung, Erprobung, Evaluation, Beschaffung, Werterhaltung, Modernisierung, Entwicklung, Ausserdienststellung resp. Entsorgung und beim Einsatz von Armeematerial und technischer Systeme

- die Beurteilung der Einsatztauglichkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Energieeffizienz und Umweltauswirkungen technischer Systeme
- Expertisen bei Schadenfallabklärungen und Fehleranalysen
- die Mitarbeit in nationalen und internationalen wissenschaftlich-technischen Kooperationsprojekten

### 2.3 Rückblick und Finanzierung 2008-2011

Abgeleitet von den strategischen Leitlinien des langfristigen Forschungsplans 2008-11 wurden für die Sicherheitsforschung primär fähigkeitsorientierte Schwerpunkte und entsprechende Forschungsprogramme definiert. Im Sicherheits- und Verteidigungsbereich wurden die Forschungsprogramme „Aufklärung und Überwachung“, „Kommunikation und Cyberspace“ sowie der Forschungsschwerpunkt „Innovation und Querschnittsthemen“ weiter ausgebaut und etabliert. Die Forschungsprogramme „Wirkung, Schutz und Sicherheit“, „Sicherheitskraft der Zukunft“, „UAV-Unbemannte Einsatzmittel der Zukunft in der Luft“ und „UGV-Unbemannte Einsatzmittel der Zukunft am Boden“ wurden neu gestartet und aufgrund einer systematischen Bedarfsabklärung bei Kunden und Nutznießern entsprechend ausgerichtet. Die Arbeitsbereiche der Forschungsprogramme umfassten Technologiemonitoring, die Erarbeitung fehlender Grundlagen und Fachkompetenzen, die Errichtung von Messinfrastruktur sowie den Funktionsnachweis von Technologiedemonstratoren.

Der Forschungsaufwand für die Jahre 2008-2011 setzt sich aus Aufträgen an externe Forschungspartner und dem internem Leistungsaufwand zusammen. Aufgrund von Anpassungen der Personalressourcen konnten 2010 weniger interne Leistungen erbracht werden. Dies wurde durch zusätzliche externe Aufträge kompensiert. Der Aufbau neuer Forschungsprogramme und deren beauftragte externe Leitung sowie ein Sonderaufwand für beauftragte Projekte ergaben 2011 einen erhöhten Extramurosaufwand.



**Abbildung 2:** Intramuros- und Extramuros-Forschungsaufwand 2008-2011 der armasuisse

## 2.4 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 wissenschaftlich-technische Kernkompetenzen sind sicherzustellen. Mittels angewandter Forschung werden die für den gesamten Rüstungsablauf benötigten, wissenschaftlich-technischen Kompetenzen aufgebaut unter Bildung von Netzwerken mit Universitäten, Hochschulen, Instituten, Industrie und Verwaltung im In- und Ausland. 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 wissenschaftlich-technischen Kompetenzen für Evaluation, Beschaffung und Entsorgung für den Departementsbereich Verteidigung und Dritte sicherzustellen.

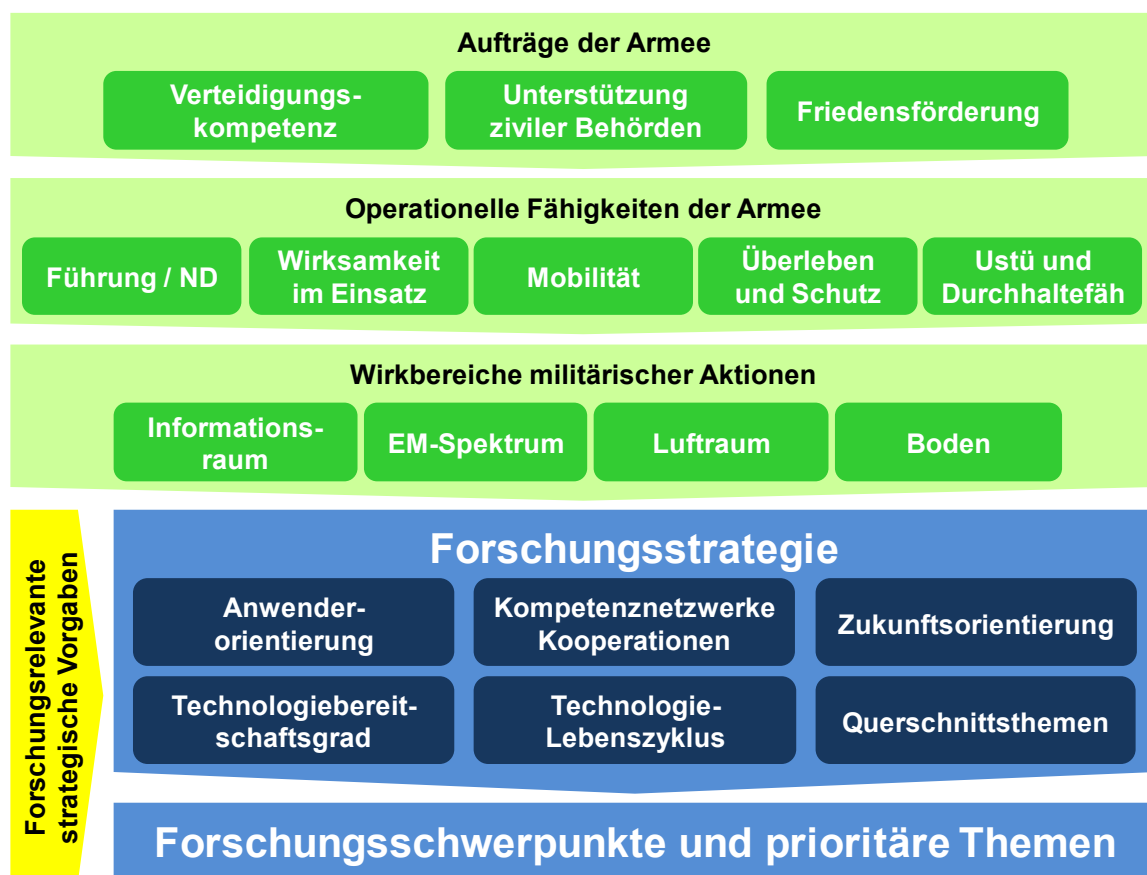
Basierend auf den aktuellen Rahmenbedingungen und den neu definierten strategischen Leitlinien für den Langfristigen Forschungsplan 2012-2016 werden die sechs zur Zeit aktiven und bedarfsorientierten Forschungsprogramme im Rahmen der prioritären Themenbereiche in den drei Forschungsschwerpunkten „Technologien für operationelle Fähigkeiten“, „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ und „Innovation und Querschnittsthemen“ mit entsprechenden Forschungsprojekten weitergeführt. Die rollende Bedarfsermittlung ist dabei eine wichtige Grundlage für die Festlegung der Ausrichtung der Forschungsprogramme mit den benötigten Kompetenzfeldern. Die Vernetzung der Forschungsprogramme untereinander und mit externen Kompetenzträgern wird weiterhin vorangetrieben, um einerseits die auf das Leistungsprofil ausgerichteten operationellen Fähigkeiten der Armee mittels vernetzten und integrierten Technologien zu optimieren und andererseits durch die Nutzung technologischer Synergien Doppelspurigkeiten beim Aufbau und Erhalt von Fachkompetenzen und Expertenwissen zu vermeiden. Diese Zielsetzungen werden durch geeignete Projekte wie die Entwicklung szenario- und einsatzorientierter Technologiedemonstratoren gefördert.



### 3. Forschungsstrategie

#### 3.1 Strategische Ausrichtung der Forschung

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 doktrinale Vorgaben, die Aus- und Weiterbildung, die Rekrutierung sowie die Ausrüstung und Materialbeschaffung rasch anzupassen. Die aufgrund der Forschungstätigkeiten und Pflege von Kompetenznetzwerken verfügbaren wissenschaftlich-technischen Kompetenzen tragen dazu bei, diese Veränderungen erfassen und beurteilen sowie die daraus resultierenden Massnahmen ableiten und beschliessen zu können. Die Aufträge und dazu benötigten operationellen Fähigkeiten der Schweizer Armee beziehen sich auf die Sphären der Einwirkung bzw. die Wirkbereiche militärischer Aktionen Boden, Luftraum, elektromagnetisches Spektrum und Informationsraum. Die Armee sollte betreffend den zugewiesenen Aufgaben in der Lage sein die operationellen Fähigkeiten in jedem dieser Wirkbereiche ausüben zu können.



**Abbildung 3:** Vorgaben und Prozesse zur Ableitung der strategischen Forschungsleitlinien als Basis für die Festlegung der Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche.

Wegen der stets abnehmenden Finanz- und Personalressourcen im Bereich der nationalen Sicherheit, der zunehmenden Komplexität wehrtechnischer Systeme und der rasanten Entwicklung von technischen Innovationen ist eine klare Forschungsstrategie unumgänglich. Ausgehend von der Masterplanung der Armee und weiteren forschungsrelevanten strategischen Vorgaben anderer gesellschaftlicher Bereiche wie Sicherheitspolitik, Finanzen, Recht,

Bildung, Wissenschaft, Technologie, Ökologie etc. werden im LFP 2012-2016 die strategischen Leitlinien definiert. Das Hauptziel der daraus resultierenden Forschungsaktivitäten ist neben dem Aufbau und Erhalt wissenschaftlich-technischer Kompetenzen für die Armee und für die Beschaffungsunterstützung, die in Zukunft verstärkte Entwicklung von Technologiedemonstratoren für die Beurteilung der Chancen und Risiken technischer Innovationen vor deren Einsatz sowie die Vernetzung von Forschungsleistungen mit anderen Akteuren.

Folgende strategische Leitlinien sind für die Festlegung der Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche des LFP 2012-2016 von zentraler Bedeutung:

### Anwenderorientierung

Ergebnisse und resultierende wissenschaftlich-technische Kompetenzen von zukünftigen 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 und Aufgaben der Armee, basierend auf deren Masterplanung und Technologiestrategie V (vgl. Entscheid des Chefs der Armee vom 3.11.10), ausgerichtet und festgelegt. 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 von Technologieeinsätzen für die operationellen Fähigkeiten und die Schliessung von Fähigkeitslücken der Armee. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Risikominimierung und das Aufzeigen von Kostensparpotenzialen beim Einsatz technischer Systeme.

Auch der Bereich Forschung 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 Optimierung der Effizienz in der Aufgabenerfüllung der Armee ermöglichen.

Forschungsschwerpunkt	Prioritäres Forschungsthema	Operationelle Fähigkeiten Masterplan 2011					
		Führung	Nachrichtendienst	Wirksamkeit im Einsatz	Mobilität	Überleben und Schutz	Unterstützung u. Durchhaltefähigkeit
Technologien für operationelle Fähigkeiten	Informationsüberlegenheit	■	■	■	■	■	■
	Wirkung und Schutz	■	■	■	■	■	■
Technologieintegration für Einsatzsysteme	Der Mensch als effiziente Einsatzkraft	■	■	■	■	■	■
	Unbemannte und mobile Plattformen	■	■	■	■	■	■
Innovation und Querschnittsthemen	Monitoring, Komplexitätsmanagement, Materialwissenschaft und Energie, Human Factors	■	■	■	■	■	■

**Abbildung 4:** Geplante Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche 2012-2016 (Abb. 6) und ihre Bedeutung (Bedeutung tief: weiss, mittel: hellgrün, hoch: grün) für die zukünftigen operationellen Fähigkeiten der Armee gemäss Masterplan 2011.



Eine zusätzliche Nutzung wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse und von Forschungsergebnissen durch weitere Sicherheitskräfte wie Blaulichtorganisationen wird begrüßt. Sicherheits- und verteidigungsrelevante Fähigkeiten wie Führung, Nachrichtenbeschaffung, Wirksamkeit im Einsatz, Schutz oder Mobilität entstehen aus der Kombination von doktrinalen, strukturellen, führungsorientierten, ausbildungsspezifischen, materiellen, personellen, infrastrukturellen und interoperabilitätsbezogenen Massnahmen (DUOMPFIS). Die mittels Forschung erlangten wissenschaftlich-technischen Kompetenzen sind insbesondere im Massnahmenbereich Material bei der Führung und Umsetzung aller Lebensweg-Phasen technischer und vernetzter Systeme (von der Planung/Beschaffung bis zur Modernisierung, Ausserdienststellung resp. Entsorgung) von Bedeutung. Für fundierte Entscheide bei der Doktrin, Planung, Beschaffung und Logistik sind in der Regel aufgrund der Komplexität des leistungserbringenden Gesamtsystems Methoden wie die Modellbildung und Simulation, Operations Research sowie Konzeptentwicklungen auch mit disruptiven Innovationen und deren experimentelle Überprüfung (CD&E) unumgänglich.

Die Anwendung von Forschungsergebnissen erfolgt auch im Rahmen internationaler Kooperationsprojekte bei denen wissenschaftlich-technische Kompetenzen für eine Teilnahme resp. Zulassung vorausgesetzt werden.

Die Bedrohungsveränderungen der letzten Jahrzehnte verlangen verstärkt nach integrierten Lösungen, die sicherheitspolitische Instrumente wie Militär, Bevölkerungsschutz, Polizei, Gesundheitswesen, Wirtschaftshilfe, Entwicklungszusammenarbeit und Aussenpolitik miteinander kombinieren. Es geht um eine systematische Vernetzung der Ziele, Prozesse, Strukturen, Fähigkeiten sowie der Mittel aller sicherheitsrelevanten Akteure und gilt für Auslandsaufgaben genauso wie für Inlandsaufgaben. Im Vordergrund steht deshalb die Forschungsausrichtung auf wissenschaftlich-technische Kompetenzen mit diesbezüglich hoher Bedeutung und der Möglichkeit der Mehrfachnutzung, um effizient möglichst mehrere sicherheitspolitische Interessen abzudecken und damit auch eine gesamtstaatliche Wahrnehmung moderner Sicherheitsaufgaben zu fördern.

Das relativ neue Leitbild der Vernetzten Operationsführung (Network-Enabled Operations, NEO) hat technologische Konsequenzen die im Rahmen der Forschung zu berücksichtigen sind. Ziel der Vernetzten Operationsführung ist ein umfassender Informations-, Führungs- und Wirkungsverbund, welcher Entscheidungsträger, Sensoren und Wirkmittel optimal miteinander verbindet. Zudem erlaubt das Prinzip von NEO militärische und zivile Sicherheitskräfte in einer gemeinsamen Operationsführung einzusetzen.

Für die Optimierung der Einsatzkräfte und deren Fähigkeiten ist eine entsprechende planerische Flexibilität für die Ausrichtung auf das lagespezifische Risikobild zu gewährleisten. So 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. Mit jährlichen, sinnvollen Verfahrensabläufen zwischen stabiler Planung und einer stets aktualisierten Anpassung der Pläne können Potenziale und neue Benutzeranforderungen frühzeitig, flexibel und zielgerichtet berücksichtigt werden.

## **Kompetenznetzwerke und Kooperationen**

Um wissenschaftlich-technische 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 Netzwerkpfege werden daher weiterhin gefördert, um die benötigte und zum Teil bereits vorhandene Kompetenzbasis mit Partnern aus der Wirtschaft, der Wissenschaft, den Hochschulen, anderen staatlichen Einrichtungen und internationalen Organisationen (z.B. NATO) optimal nutzen zu können. Mit AddOn-Projekten (spezifisch definierte Zusatzaufträge) bei bereits bestehenden und etablierten Forschungsstellen, der Bildung von strategischen Partnerschaften und der Organisation/Durchführung von nationalen und internationalen Kooperationsprojekten kann die Kontinuität und Qualität beim Kompetenzaufbau/-erhalt sichergestellt werden. Überdies werden damit der Zugang zu Schlüsseltechnologien und Einsatzerfahrungen, die Nutzung ziviler Technologien und technische Bedrohungsanalysen ermöglicht sowie die Kosten der Forschungstätigkeiten für die verschiedenen Kompetenz- und Kooperationspartner reduziert (Co-Finanzierung) und damit ein effizienter Ressourceneinsatz erzielt. Betreffend Kompatibilität und Standardisierung technischer und vernetzter Systeme sind internationale Kooperationsprojekte zwingend.

## **Zukunftsorientierung**

Die Forschung legt die Grundlage für den Aufbau von wissenschaftlich-technischen Kompetenzen, die in Zukunft benötigt werden und schafft damit die Basis für die Weiterentwicklung der sicherheitspolitischen Wirkmittel. Der Kompetenzbedarf kann sich aus 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 sicherheitsrelevanter Technologietrends und technologiebasierter 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 resp. ersetzen werden) und von „Enabler“-Technologien (indirekt systemwirksame Technologien wie Nanotechnologie) abzuschätzen. Dabei ist auch die Relevanz und allenfalls der Erhalt der Kompetenz betreffend obsoleten Technologien für künftige technische und vernetzte Einsatzsysteme zu beurteilen.

## **Technologiebereitschaftsgrad**

Die Forschungsaktivitäten mit dem Ziel der Sicherstellung von wissenschaftlich-technischen Kompetenzen erstrecken sich vom Technologiemonitoring über den Aufbau von Messinfrastruktur und Bereitstellung von Grundlagen bis zur Entwicklung von Technologiedemonstratoren. Das von der NASA verwendete Modell (Technology Readiness Levels: TRLs) zur Messung der Technologiereife resp. des Technologiebereitschaftsgrades ist bei westlichen Streitkräften und deren Beschaffungsorganisationen weit verbreitet und bietet die Möglichkeit die Art der Forschungstätigkeiten relativ präzise zu positionieren. Die Technologielevel-Taxonomie der NASA gibt auf einer Skala von 1 bis 9 an, welchen Reifegrad eine Technologie bezüglich Anwendung in technischen Einsatzsystemen aufweist. Der Fokus der Forschung armasuisse beginnt mit relativ wenig Ressourcenaufwand in der Regel bei Hochschulen mit der Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips (TRL 1) und endet mit zunehmender Ressourcenintensität beim Versuchsaufbau in der Einsatzumgebung (TRL 5). Die Stufe 5 ermöglicht die Mitarbeit in allfälligen CD&E-Projekten. Die Entwicklung von

Prototypen bis zur Beschaffungsreife (TRL 6-9) wird von der Forschung armasuisse nicht abgedeckt und ist im Zuständigkeitsbereich der Armeeplanungs- und Beschaffungsstellen angesiedelt.

### **Technologie-Lebenszyklus**

Wie beim Produktlebenszyklus durchläuft jede Technologie 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. Die Forschung armasuisse konzentriert sich aufgrund der beschränkten Ressourcen bei den Technologielebensphasen primär auf die Wachstums- und Reifephase (Schlüsseltechnologien) da vor allem hier in nützlicher Frist wirksame und effizienten Fortschritte für die Praxis zu erreichen sind. Beim Erreichen der Sättigungsphase einer Technologie wechseln die Forschungstätigkeiten wenn möglich zu erfolgsversprechenden Substitutionstechnologien die sich im Idealfall schon in der Wachstums- resp. Reifephase befinden. Dabei ist das Substitutionsrisiko durch neue Technologien und die benötigte Verfügbarkeit bestehender Systemtechnologien zu beurteilen.

### **Querschnittsthemen**

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 die Qualität und die Leistung von Systemen massgeblich erhöhen und zusätzlich Kosten optimieren. Eine umfassende Betrachtung und die besondere Beachtung der Vernetzung erlauben es, zusätzlich erzielte Synergieeffekte zu nutzen. Querschnittsthemen sind z.B. das Monitoring und die Evaluation der sicherheitspolitischen Relevanz neuer, vielversprechender Technologietrends und -innovationen, ökonomische Aspekte der Sicherheitstechnik, Komplexitätsmanagement (mathematische und statistische Analysen, Modellbildung und Simulation), Materialwissenschaften, Energie, Wissensmanagement und Human Factors (z.B. Mensch-Maschine-Schnittstellen).

### 3.2 Planung und Umsetzung

Die Umsetzung der Forschungsplanung erfolgt gemäss den Prozessen und Zuständigkeiten wie sie im Managementsystem der armasuisse (IMS AR) festgelegt sind. Die massgeblichen Vorgaben für die Forschungstätigkeiten der armasuisse sind der Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Sicherheitspolitik der Schweiz vom 23. Juni 2010, die Grundsätze des Bundesrates für die Rüstungspolitik des VBS vom 30. Juni 2010, der Armeebericht 2010 vom 1. Oktober 2010, der jeweils aktuelle Masterplan des Departementsbereichs Verteidigung sowie die Vereinbarung TUNE+. Die Vereinbarung zwischen den Departementsbereichen Verteidigung und armasuisse (TUNE+) bezieht sich im Anhang IX vom 4. Mai 2009 auf die Hauptprozesse der Planung des Departementsbereichs Verteidigung und die Verknüpfung zu Prozessen des Kompetenzbereiches Wissenschaft und Technologie der armasuisse und regelt die Produktprozesse und Zuständigkeiten. Verantwortlich für die Umsetzung des LFP 2012-16 ist der Kompetenzbereich Wissenschaft und Technologie der armasuisse als FLAG-Amt im Rahmen des Leistungsauftrages des Parlaments und den davon abgeleiteten Leistungsvereinbarungen. Basierend auf jährlich durch den Rüstungschef genehmigten Forschungsplanungen werden Forschungsprojekte in fähigkeitsorientierten Forschungsprogrammen und deren Kompetenzfeldern durchgeführt und mittels systematischen Bedarfsanalysen bei den Kunden und Nutzniessern lösungsorientiert präzisiert und priorisiert. Projektthemen für Forschungsprojekte werden aufgrund von Technologiemonitoring, Abschätzung und Relevanz von Trends, spontanen Innovationsideen sowie des sicherheitspolitisch relevanten Bedarfs von internen Projektverantwortlichen identifiziert und definiert.

Die Abwicklung der relevanten Forschungstätigkeiten erfolgt folgendermassen:

- Forschungsthemen werden basierend auf dem Masterplan der Armee und insbesondere von deren definierten Fähigkeitslücken abgeleitet und entsprechend priorisiert
- Die Entscheidungs- und Bedarfsträger werden in den Forschungsprozess einbezogen
- Forschungstätigkeiten werden in Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführt
- Experten- und Wissensnetzwerke werden aufgebaut und gepflegt. Dabei wird der Wissensaustausch innerhalb des VBS systematisch gefördert
- Doppelspurigkeiten werden durch eine stete Koordination der Projekte vermieden
- Neue technologiebasierte Bedrohungsformen werden aufgrund von Monitoringaktivitäten identifiziert, beurteilt und Massnahmen betreffend Forschung abgeleitet
- Flexibles Anpassen von Forschungsthemen aufgrund von Änderungen des wehrtechnischen Umfelds

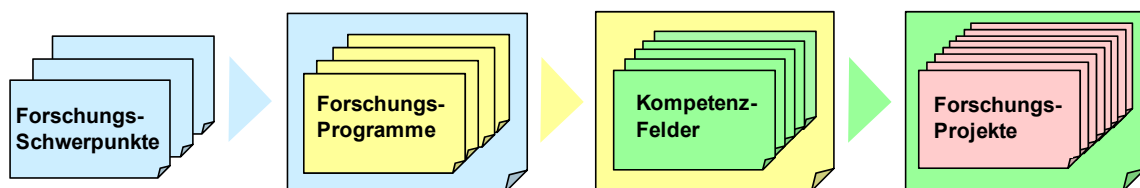
Gekoppelt an einen zunehmenden Ressourcenbedarf reichen die Bearbeitungstiefen in den Forschungsprojekten je nach Bedarf von weniger aufwendigen Monitoringaktivitäten bis zu kostenintensiven Technologiedemonstratoren:

- Als Vorstufe des **Monitoring** ist Technologiescouting Teil der strategischen Frühaufklärung von Unternehmen und ein systematischer Ansatz mittels dem das technologische Umfeld beobachtet, neue Technologien bewertet und gegebenenfalls die Akquisition von Technologien vorbereitet werden kann. Technologiescouting nutzt sowohl formelle als auch informelle Quellen wie persönliche Kontakte zu Experten und deren implizitem Wissen. Die strukturierte Beobachtung führt zu einer frühzeitigen Erkennung von Veränderungen und Potenzialen und somit zum Aufbau von relevantem Wissen zu technologischen Entwicklungen und Prozessen. Monitoring wird definiert als das Beobachten und

Bewerten von wissenschaftlich-technischen Entwicklungen und erfolgt je nach Thema und Bedarf innerhalb der geplanten Forschungsschwerpunkte. Von massgebender Bedeutung sind dabei vor allem die Innovationsimpulse, die von Bereichen wie der Materialwissenschaft, den Informations- und der Kommunikationstechnologien, der Bio- und Gentechnologie, der Nanotechnologie und der Mikrotechnik ausgehen. Die sicherheits- und verteidigungsrelevanten Anwendungs- und Bedrohungspotenziale dieser Technologien sind teilweise noch unklar. Daher ist es unerlässlich, die Entwicklung in diesen und anderen Bereichen mit Trend- und Relevanzanalysen systematisch zu verfolgen.

- Für ein vertieftes Expertenwissen und in der Praxis direkt anwendbare technische Fähigkeiten sind technisch-wissenschaftliche **Fachkompetenzen** und entsprechende **Grundlagen** und Messinfrastrukturen bereitzustellen. Dies erlaubt Aufträge für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Erprobungen, für die Untersuchung von Ereignissen (Vorfälle, Unfälle) oder für Expertisen durchzuführen.
- Der Nachweis des Nutzens und damit die Akzeptanz der Forschungsergebnisse werden durch die Entwicklung und den Funktionsnachweis fähigkeitsorientierter **Technologiedemonstratoren**, mittels Integration geeigneter Technologien und in enger Abstimmung mit den Nutzniessern, wesentlich erleichtert. Die Technologien werden soweit beherrscht, dass man über den technischen Hintergrund verfügt um allenfalls Prototypen zu entwerfen. Anhand von Technologiedemonstratoren können Einsatzmöglichkeiten sowie die Chancen und Risiken technischer Innovationen überprüft und dadurch einsatzreife Anwendungen rechtzeitig bei den Streit- und Sicherheitskräften eingeführt werden.

Ausgehend von den im vorliegenden LFP geplanten Forschungsschwerpunkten und deren prioritäre Themenbereiche richten sich die Forschungsprogramme auf die erforderlichen und zukünftigen Fähigkeiten der Kunden und anderer Interessenten aus und sind daher endnutzerorientiert.



**Abbildung 5:** Planungsstufen der Forschung

Sie umfassen in der Regel mehrere, mittel- bis langfristig zu bearbeitende Kompetenzfelder, deren wissenschaftliche Qualität durch die Realisierung von Forschungsprojekten und die Bildung von strategischen Partnerschaften zwischen Kompetenzzentren der Verwaltung, Wissenschaft und Industrie gewährleistet wird.

### 3.3 Organisation und Qualitätssicherung

---

#### Organisation

Der Fachbereich Forschungsmanagement und Operations Research im Kompetenzbereich Wissenschaft und Technologie der armasuisse ist u.a. zuständig für die Führung und Leistungserbringung betreffend Produkt 1.1 in der Produktgruppe 1 (FLAG). Die Produktgruppe 1 umfasst sämtliche Leistungen, die der Sicherstellung von einzigartigen und notwendigen technisch-wissenschaftlichen Kompetenzen für die Wahrung der nationalen Sicherheitsinteressen dienen. Damit werden Kompetenzen sichergestellt, die für die technisch-wissenschaftliche Beurteilung von bestehenden und zukünftigen Systemen unabdingbar sind und weder in der Industrie, der Verwaltung noch in Hochschulen zur Verfügung stehen. Mit dem Produkt 1.1 „Strategische Kompetenzen und Netzwerke“ werden technologische und wissenschaftliche Kompetenzen sichergestellt, welche für die mittelfristige Aufgabenerfüllung des VBS unverzichtbar sind. Mit Hilfe der Durchführung von Forschungsprogrammen werden Fähigkeitslücken aufgrund technologischer Entwicklungen erkannt und evaluiert. Um den benötigten Technologiebedarf für die Fähigkeiten der Armee rechtzeitig bereitzustellen, werden 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 TUNE+. Die Genehmigung des langfristigen Forschungsplans und der jährlichen Forschungsplanung in Form einer Managementversion wird nach einer Vernehmlassung im Departement VBS durch den Rüstungschef erteilt.

#### Qualitätssicherung

Grundsätzlich erfolgt die Qualitätssicherung gemäss den Richtlinien zur Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes. Die Qualität der Umsetzung der Prozesse und entsprechenden Wirkungs- und Leistungsziele wird jeweils durch die zuständigen Linienvorgesetzten der armasuisse gesichert. Für das inhaltliche resp. fachliche Controlling sind für die verschiedenen Planungsstufen (vgl. Abb.5) der strategischen Ebene entsprechenden Steuerungsstellen aktiv, bei denen auch Vertreter des Departementsbereiches Verteidigung als Kredit- und Auftraggeber für die Forschung armasuisse beteiligt sind. So ist die Forschungsaufsicht für das strategische Controlling der Gesamtforschung armasuisse, der Leiter Forschung für das inhaltliche Controlling der Forschungsprogramme und die Forschungsprogrammleiter für die Definition und Umsetzung der kundenorientierten Kompetenzfelder mit den Forschungsprojekten zuständig. Dazu organisiert der Kompetenzbereich W+T der armasuisse jeweils u.a. entsprechende Jahresrapporte und Fachtagungen, die auch dokumentiert werden.



Für die Erstellung des Forschungsplanes 2012-2016 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

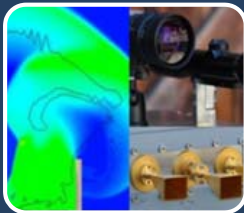
Um einen steten Wissenstransfer und eine optimale Nutzung des erarbeiteten Wissens und der neuen Erkenntnisse zu erreichen, werden die Forschungsergebnisse möglichst breit zugänglich gemacht. Diese werden in Form von Forschungsberichten und anlässlich verschiedener Veranstaltungen wie Forschungsrapporte, Workshops, Projektpräsentationen mit technologischen Highlights, Informationstagungen, Symposien und auf einer Informationsplattform im Internet ([www.sicherheitsforschung.ch](http://www.sicherheitsforschung.ch)) kommuniziert.

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 armasuisse für Kunden und weitere Interessenten gibt das Factsheet zur Sicherheitsforschung armasuisse und die etwas umfangreichere Broschüre mit den Forschungsprogrammen und Factsheets zu den Forschungsprojekten.

## 4. Forschungsschwerpunkte und prioritäre Themen

Basierend auf den Vorgaben und den beschriebenen Prozessen (Abb.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 2012-2016 abgeleitet und definiert. Dazu wurden insbesondere die neuen operationellen Fähigkeiten der Armee stark gewichtet.

Der erste FSP bezieht sich dabei direkt auf die operationellen Fähigkeiten der Armee, der zweite FSP setzt den Fokus auf die Integration von Technologien für die Optimierung von Einsatzsystemen und im dritten FSP werden Innovationen und Querschnittsthemen gefördert.



### Technologien für operationelle Fähigkeiten

- Informationsüberlegenheit
- Wirkung und Schutz



### Technologieintegration für Einsatzsysteme

- Der Mensch als effiziente Einsatzkraft
- Unbemannte und mobile Plattformen



### Innovation und Querschnittsthemen

- Monitoring
- Komplexitätsmanagement
- Materialwissenschaft und Energie
- Human Factors

**Abbildung 6:**

Geplante Forschungsschwerpunkte und deren prioritäre Themenbereiche für die Jahre 2012-2016

In den folgenden Kapiteln werden die prioritären Themen innerhalb der Forschungsschwerpunkte einzeln dargestellt und erläutert. Ausführungen zum Thema Monitoring sind im Kapitel 3.2 beschrieben. Die Stichworte zu den einzelnen prioritären Themen enthalten auch Begriffe der European Defence Agency (EDA) als Informationsgrundlage für allfällige Kooperationsprojekte.



## Technologien für operationelle Fähigkeiten

### 4.1 Informationsüberlegenheit

#### Stichworte

Abstandsaufklärung, Adaptatives Beamforming, Akustik, Allwettertauglichkeit, Auswertung, bildgebende Verfahren, biologische Kampfstoffe, Codierung, Compressed Sensing, Data-link, Datenfusion, Detektion und Identifizierung, 3D-Mapping, elektromagnetisches Spektrum, Electronic Intelligence, Georeferenzierung, Hyperspektral, IFF (Freund-Feind-Erkennung), Informationsaufbereitung, ISTAR, kognitive Radio, Kommunikationsrelais, konforme Antenne, Lagebild, Laser, Laser-Link, Mapping, MIMO, Miniaturisierung, mobiles Radar, Multifrequenz Antenne, Nachtsicht, Optronik, Ortung, passives Radar, Peilung, Sensornetzwerke, Synthetic Aperture Radar (SAR), Satelliten, Sensorfusion, Sensorenmanagement, Signal- und Datenverarbeitung, Signalformen, Spektralanalyse, Tarnung, Täuschung, THz, Unlicensed Band, Visionik (Gated Viewing), Visualisierung, Warnsensoren;

Adaptive Antennen, Breitbandtechnologie, Computertechnik, Cyberspace, Cyberwar, Cyberdefence, Datenschutz, Echtzeitinformation, Firewall, Hacking, Informationsschutz, Informatiksicherheit, Information Operations, Intrusion Detection, Kryptologie, kompromittierende Signale, Laser, mobile Kommunikationsnetze, Navigation, Software Defined Radio, Sprachverständlichkeit, Spread Spectrum, Störung, Telekommunikation, Übermittlung, 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)

### Veranlassung und Nutzen

Wissen und Informationen gewinnen vor dem Hintergrund zum Teil rasanter gesellschaftlicher Veränderungen eine immer größere Bedeutung. Demografischer Wandel, Individualisierung in der Globalisierung und weltweite technische Vernetzung sind nur einige Entwicklungen mit unmittelbarer Auswirkung auf die Schweizer Armee. Darüber hinaus beinhalten Multinationalität und Kooperation mit zivilen Stellen hochkomplexe Abläufe, die besonders vor dem Hintergrund der vernetzten Operationsführung auf Wissen und Informationen angewiesen sind. Dieser komplexe und dynamische Rahmen erfordert die gezielte Nutzung von individuellem und öffentlichem Wissen, das die Schweizer Armee zur Erfüllung ihrer Aufgaben braucht. Neben den klassischen Faktoren der militärischen Operationsführung – Kräfte, Zeit und Raum – ist die Information der entscheidende vierte Faktor für die erfolgreiche Auftragserfüllung.

Eine Hauptherausforderung von Streitkräften liegt darin, dass diese zunehmend im Rahmen von Konflikten unterhalb der Kriegsschwelle in einem zivilen Einsatzumfeld, mit einem sehr



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 und in Richtung taktischer Bildaufklärung mittels Drohnen verschoben hat.

Die zeit- und auftragsgerechte Bereitstellung und Bearbeitung von Informationen bzw. ein zielgerichteter Informationsfluss werden idealtypisch durch effiziente Informationsaufbereitung und effektives Informationsmanagement geleistet. Zu den formalen Verfahren der Informationsaufbereitung gehören alle Formen der medialen Aufbereitung. Zu den pragmatischen Mehrwertleistungen der Aufbereitung gehören Verfahren zur Anpassung von Informationen an die Benutzerbedürfnisse, das Informationsverhalten und die Ziele auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen und unübersichtlicher Lage, zum Beispiel bei Feuer, Rauch oder schlechtem Wetter.

Die zielgerichtete, zeitgerechte und entscheidungsträgerorientierte Gewinnung, Auswertung und Weitergabe von Informationen steht im Zentrum der Weiterentwicklung moderner Nachrichtendienste und Streitkräfte. Nachrichtenbeschaffung, **Aufklärung und Überwachung** spielen in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich geht es um die Beherrschung eines übergreifenden Informationsverbundes zwischen Sensoren, Effektoren und Entscheidungsträgern. Ziel ist es, relevante Nachrichten auszuwerten und abgestimmt auf die zu erfüllenden Aufträge zur Verfügung zu stellen und somit Informations- in Wissensüberlegenheit zu übersetzen um daraus Entscheidungs- und Wirkungsüberlegenheit zu erzielen. Dabei spielt das gemeinsame Lagebild, bei dem alle Informationen über die eigenen und fremden Fähigkeiten und Kapazitäten zusammenfließen, als Führungsinstrument eine Schlüsselrolle. Je nach Stufe auf der das Lagebild erstellt wird, umfasst es die Informationen aller Teilstreitkräfte (militärisches Lagebild) oder wird zusätzlich durch Informationen anderer Sicherheitsinstrumente des Staates ergänzt (gesamtstaatliches Lagebild).

Der Entwicklungspfad von der Informations- zur Wirkungsüberlegenheit gewinnt in zunehmendem Mass auch im Bereich der nationalen Sicherheitsvorsorge an Bedeutung. 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 Infrastruktur ergänzt werden.

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 Einsätzen spielen organisatorische und kulturelle Prägungen sowie doktrinale Vorgaben zum Umgang mit Informationen eine entscheidende Rolle. Dem Aspekt der Interoperabilität, ist daher besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Der systematische und bewusste Umgang mit Informationen bildet den Kern der vernetzten Operationsführung. Dabei ist zwischen Information, Informationstechnologie und Informationsinfrastruktur zu unterscheiden.

Aus der Aufbereitung von Informationen entsteht Wissen. Das Hauptproblem ist die heutige Informationsüberflutung, die geeignete Massnahmen und Prozesse der Informationssammlung, -selektion, -interpretation und -verteilung erfordert. Entscheidungsunterstützung bieten hier Methoden des Wissensmanagements und intelligente technische Systeme (Decision Support Systems). Die Informationstechnologie beschreibt die technische Basis und weist damit auf Aspekte der Computer- und Softwaretechnik hin. Wichtig sind in diesem Zusammenhang vor allem die Entwicklungsfortschritte bei der Prozessorenleistung sowie der zu-

nehmende Einsatz ziviler Software, der zu spezifischen Sicherheitsproblemen führen kann. Informationsinfrastruktur beschreibt schliesslich die Gesamtheit der Informatikmittel. Zentrale Herausforderungen sind der Schutz der Infrastruktur sowie deren Mobilität z.B. gegen elektromagnetische Störungen.

**Kommunikation** ist das Herzstück eines jeden Führungs- und Informationssystems, im militärischen genauso wie im zivilen Umfeld. Damit wird die sichere, echtzeitnahe, mobile und medienbruchlose Kommunikationsübertragung (Sprache, Bilder, Daten) zu dem Bestimmungsfaktor des Missionserfolgs. Begünstigt die Vernetzte Operationsführung die dezentrale Führung verteilter Einheiten, so ist es Aufgabe der Kommunikation, diese in ein gemeinsames Netzwerk einzubinden und damit überhaupt führbar zu machen. Die Interoperabilität zwischen den eigenen Kommunikationssystemen und denjenigen der Kooperationspartner spielt dabei eine wesentliche Rolle. Der Schutz der eigenen Kommunikationsnetze vor Unterbrechung bzw. Störung und vor Manipulation der Datenintegrität sind nicht zu vernachlässigen. Die wesentlichen Entwicklungstrends werden in der Kommunikations- und Informationstechnik durch den zivilen Bereich bestimmt. Diese Entwicklungen sind zu verfolgen und die Anschlussfähigkeit der militärischen Kommunikationsanwendungen an die zivilen Applikationen sicherzustellen.

Eine hohe Priorität innerhalb des Themas „Informationsüberlegenheit“ haben aufgrund der Bedrohungslage und den potenziell negativen Auswirkungen auf die gesamte Schweiz Forschungsprojekte im Bereich **Cyberspace** resp. Cyberwar. Cyberwar beschreibt 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 und wird vom Ausland und dem freien Markt, insbesondere zur Beschaffung von Informationen intensiv bearbeitet. Der zunehmende Einsatz von Informations- und Kommunikationsmitteln erfordert entsprechende Schutzmassnahmen, insbesondere was die Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit der Informations- und Kommunikationssysteme betrifft. Die Armeeführung erachtet mögliche Cyberangriffe auf die Schweiz als die „aktuell gefährlichste Bedrohung“ für das Land.

## Mehrwert der Forschungsergebnisse

Resultate und Erkenntnisse aus Forschungstätigkeiten in diesem prioritären Thema nutzen der Schweizer Armee, um die informations- und kommunikationstechnischen Fähigkeiten weiter aus- und aufzubauen, mit dem Ziel, die Befähigung zur vernetzten Operationsführung mit angemessener Informationsüberlegenheit zu erreichen.

### **A Stab, FST A, 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 dem nationalen Sicherheitsverbund
- Verstärkung des Nachrichtenverbundes
- Förderung des besseren Verständnisses für die Wechselwirkungen zwischen Entscheidungsträgern, Sensoren und Wirkmitteln

- Empfehlungen für den optimierten Einsatz der Wirkmittel
- Empfehlungen für Tarnung und Täuschung
- Verbesserung der Freund-Feind-Erkennung im streitkräftegemeinsamen Lagebild und die damit verbundene Optimierung der Operationsplanung
- Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten und des Einsatzpotenzials verschiedener technischer Anwendungen zur Gewährleistung der Anforderungen aus Echtzeitdatenübermittlung
- 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 der Schweizer Armee
- Empfehlungen für die Auswertung von Signaturen zugunsten des IMINT-Centers

#### **armasuisse**

- Technische Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sensoren (inkl. Radar) und von Gegenmassnahmen
- 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

## **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.

### **Lagebilderstellung**

Im Lagebild werden die durch den Informations- und Führungsverbund gesammelten, ausgewerteten und aufbereiteten Daten dargestellt. Im Zentrum der Forschung stehen Aspekte wie die Abstimmung zwischen Lagebildanforderungen und Architekturentwicklung, die Wechselwirkungen zwischen Informationsversorgung, -verarbeitung und -sammlung zugunsten der unterschiedlichen Führungsebenen, die Verdichtung und Aufbereitung von Daten aus unterschiedlichen Quellen, die eigentlichen Verfahren zur Lagebilddarstellung, welche teilweise bereits 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.

## Sensoren und Signaturen

Dieser Themenbereich beinhaltet Technologien, welche für die Erkennung und Darstellung einer Luft- und Bodenlage relevant sind. Mit hoher Priorität sind die relevanten Technologien und ihre Trends in Bezug auf Aufklärung und Überwachung (IMINT, RADINT, MASINT, SAR, SATINT, VISINT) zu erfassen.

Sensoren unterstützen die Erkennung und Identifizierung von aufzuklärenden Objekten, Infrastrukturen, Aktivitäten und Personen. Ebenso spielen sie eine massgebliche Rolle bei der Detektion gefährlicher Stoffe, vor allem im ABC-Bereich. Bei der Forschung im Sensorbereich geht es zum einen um die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Sensoren unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen. Zum anderen ist Datenfusion in diesem Zusammenhang ein zentrales Thema, weil durch intelligente Verfahren aus den verschiedenen Sensordaten ein einheitliches Lagebild entstehen kann. Dabei geht es vor allem um die Verarbeitung von Daten und Informationen aus unterschiedlichen Sensoren. Von Interesse ist zudem die Nutzung des Weltraums zum Zweck der Nachrichtenbeschaffung, Überwachung und Aufklärung sowie die Analyse der hierfür eingesetzten Technologien. Hier sollen neue Aufklärungsmöglichkeiten mittels kommerzieller Satellitendaten untersucht und fehlende wissenschaftliche Fachkenntnisse im Bereich Bildauswertung erworben werden.

Bei der Sensor- und Radartechnik (visuell, UV, Infrarot, hyperspektral, Millimeter, Suchradare, abbildende Radare, Passivradare, Suchkopfradare, Akustik) werden regelmässig Fortschritte, gerade auch für Operationen im urbanen Umfeld erzielt, die es zu monitoren gilt. Neue nützliche Technologien für den Einsatz im urbanen Gelände wie z.B. für Through-Wall Sensing oder für die Lokalisierung von Heckenschützen werden international weiterentwickelt und müssen mit verfolgt werden. Die Leistungsgrenzen moderner abbildender Sensoren aller Spektralbereiche müssen auch bezüglich Miniaturisierung beurteilt werden können. Die Weiterentwicklung der Radarbildaufklärung im vor- und hochalpinen Gebiet und der Einfluss auf die Missionsplanung sollen untersucht werden. Dabei sind die Grundlagen über abbildende Radarsysteme zu erfassen, Grenzen der Sensorik zu beschreiben und praktische Erfahrung mit Experimentalsensoren zu gewinnen. Neue Sensortechnologien zur Detektion von Aktivitäten am Boden (*Moving Target Indication*) aus einer sicheren Sensor-Ziel-Distanz sollen beurteilt werden können. Fortschritte in der Warnsensorik (z.B. für Selbstschutzsysteme von Helikoptern) oder für intelligente Tarnung (z.B. adaptive visuelle und IR-Tarnung) und der dabei eingesetzten Materialtechnik sollen weiter verfolgt werden. Die Entwicklung, Etablierung und Erprobung von molekularen und biochemischen Methoden und Technologien zum Schnellaufweis von potenziellen B-Kampfstoffen hat angesichts der Bedrohungslage in Europa eine hohe Bedeutung und ist eine Schlüsseltechnologie für den Schutz gegen Terrorismus.

## Navigation

Die unterschiedlichen Navigationstechniken und ihre Einsatzmöglichkeiten sollen analysiert werden. Darüber hinaus werden vorhandene Kenntnisse und Erfahrungen zur Integration der Navigation in andere Führungskomponenten ausgebaut.

## Zielerkennung / Zielidentifikation

Die Beobachtung der künftigen Entwicklung der Zielerkennung soll sich insbesondere auf die Lasertechnik und die damit verbundenen Aspekte der Datenübermittlung im integrierten Führungs- und Informationsverbund konzentrieren. Zudem sollen lasergestützte Verfahren zur



besseren Zielidentifizierung und 3D-Raumauflärung wie z.B. Gated Viewing verfolgt werden.

### **Telekommunikation**

Hohe Forschungsrelevanz haben in diesem Bereich Themen wie Standardisierung künftiger Netze, Kommunikation ohne netzseitige Begrenzung, Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie autonome vernetzte Sensorsysteme. Hier geht es um die kontinuierliche Beobachtung der technischen Entwicklungen in der gesamten Bandbreite von der Festnetz-, zur Mobil- und 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. Forschungsprojekte, die in diesem Bereich angelegt werden, sollen insbesondere Auskunft geben über unterschiedliche Verfahren der Datenkomprimierung und -verarbeitung ausgehend von vorhandenen Übertragungskapazitäten und des Echtzeitdatenbedarfs der verschiedenen Nutzer.

### **Mobile und heterogene Kommunikationsnetze**

Der Bedarf nach mobilen Kommunikationsnetzen ist die Folge des mit der Vernetzten Operationsführung einhergehenden Trends zum verstärkten 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 heterogener 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 im Bereich Abhörsicherheit und Störanfälligkeit gelöst werden können.

### **Schutz von Cyber-Systemen und digitalen Informationen**

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 Durchdringung drahtloser Kommunikation und die Anbindung kritischer C4ISTAR Infrastrukturen an/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 soll Mechanismen und Verfahren von der Infektion bis zur Detektion analysieren. Dabei geht es auch um die Erkennung von Fehlkonfigurationen, Fehlererkennung (fault detection) inklusive dem Umgang mit diesen Ereignissen (incident handling), die Verhinderung/Erkennung von unbefugtem Zugriff sowie die Erfassung von Sicherheitsmetriken zur Quantifizierung der Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Integrität von militärischen Computernetzen und 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 erforscht.

### **Militärische Führungssysteme und Lagebild Cyberspace**

Die Forschung befasst sich mit neuen Technologien, um die Überlebensfähigkeit und die Ressourceneffizienz von Führungssystemen und Netzwerken bezüglich Interoperabilitäts- und Sicherheitsanforderungen zu beurteilen. Software-defined Radios und Cloud Computing werden unter anderem als Alternative zu etablierten Kommunikations- und Informatikparadigmen untersucht.

Ein situationsgerechter Überblick und die Echtzeitdarstellung aus dem Cyberspace bedingt die Fusion und Visualisierung einer riesigen Datenflut. Militärische Entscheidungsträger werden damit konfrontiert. Angestrebt wird die Visualisierung des Lagebildes Cyberspace zur Entscheidungsunterstützung als Teil der militärischen Operationsführung für den schnellen Observe-Orient-Decide-Act (OODA)-Loop sowie die Konzentration von Metainformationen der Informationstechnologien sowie deren weiterführende Aggregation und Korrelation.

### **Informationsraum**

Der Informationsraum wird heute vermehrt als Wirkungsraum für militärische Operationen verwendet. Mittels Forschung werden technische Mitteln beurteilt, welche zur Beschaffung, Beeinflussung und Gegenwirkung im Informationsraum eingesetzt werden. Ein Fokus liegt bei der anonymen Informationsbeschaffung aus öffentlichen Quellen und der Identifikation von Möglichkeiten der automatisierten Informationssuche in öffentlichen Netzen (OSINT) und internen unstrukturierten Datenbanken. Unter anderem werden skalierbare Methoden geprüft, um grosse Datenmengen anonym zu erfassen und effizient zu verwalten. Zur Verarbeitung von Informationen sind Möglichkeiten der Darstellung thematischer Aspekte der Informationen, der automatisierten Integration und Digitalisierung von Informationen, der Umgang mit umfangreichen Datenmengen und deren zeitlichen und lageabhängigen Relevanz und Gültigkeit, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Informationsverbreitungsstrategien unter Berücksichtigung vielfältiger Bedürfnisse, Verbreitungswege, Verarbeitungskapazitäten und Verarbeitungskompetenzen sowie der Mustererkennung über verschiedene Informationsformen hinweg und der automatisierten Fusion von Informationen aufgrund bestehender Merkmale von Interesse.

### **Umsetzungsziele 2012-2016**

Weiterführung der Forschungsprojekte im Forschungsprogramm „Aufklärung und Überwachung“. Die Relevanz der Kompetenzfelder wird mit den Stakeholder periodisch überprüft und Anpassungen werden umgesetzt. Der Technologiedemonstrator „Abbildendes Radar auf UAV“ wird einsatzszenariobasiert aufgebaut und die technologische Machbarkeit nachgewiesen. Neue Möglichkeiten der effizienten Abstandsaufklärung (radarbasierte Bewegtzieldetektion), z.B. für die Überwachung von Transversalen und Landesgrenzen sollen erfasst werden. Die Aufbereitung von Bilddaten und die Informationsextraktion von neuen Aufklärungssensoren (hyperspektral, Radar) sollen mit Einbindung der Stakeholder demonstriert werden. Zur Beurteilung und Verbesserung von aktuellen und zukünftigen Radarsystemen sollen die Schwachstellen modelliert und Optimierungen vorgeschlagen werden. Als Vorbereitung für die nächste Generation von Selbstschutzsystemen von Helikoptern, sollen neue kostengünstige Sensoren überprüft werden. Bestehende Schwachstellen bei der Aufklärung in urbanem Gelände wie auch bei Überwachungsaufgaben bei Grossanlässen sollen erfasst und Verbesserungen aufgezeigt werden. Neue Technologien für die Detektion von biologischen Kampfstoffen werden im Labor und mit der Truppe getestet, um eine bessere Erkennungsrate zu erreichen und eine Anpassung an neue biologische Bedrohungen zu ermöglichen. Die Leistungsgrenzen von Aufklärungsmitteln und die Entwicklung von Gegenmassnahmen werden beurteilt.

Das Forschungsprogramm „Kommunikation und Cyberspace“ wird weiter ausgebaut und die Kompetenzfelder mit den Stakeholder präzisiert. Für den Cyberspace sollen Verfahren für die Detektion und die Nachvollziehbarkeit von Cyberangriffen entwickelt und demonstriert werden. Ein Lagebild für den Cyberspace soll aufgebaut und in einer realistischen Umgebung demonstriert werden. Verfahren für die Informationsgewinnung aus dem Internet sollen

erforscht und anhand von Demonstratoren veranschaulicht werden. Sicherheitstechnologien für mobile Informationssysteme sollen entwickelt und getestet werden. Die Machbarkeit eines mobilen heterogenen Kommunikationsnetzes wird aufgezeigt. Demonstration von SDMA mittels Phase Array Antenne für Fahrzeuge im UHF Bereich und Integration Multifrequenz-Antenne in Kleidung (PAN und LAN). Tests in realer Umgebung von SDR und optimierten Wellenformen, von kognitiven Verfahren und ESM Fähigkeiten sowie von SMAV's in Kommunikations- und Sensornetzwerken. Integration von neuen Antennen-Technologien und von adaptativem Signalprocessing für adaptatives Beamforming.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- ETHZ, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik
- ETHZ, Institut für integrierte Systeme
- ETHZ ZISC (Zurich Information Security Center)
- EPFL LIS, LIA, IC, IMT Neuchâtel
- HEIG VD (Ingenieur Schule Yverdon)
- Universität Zürich, Remote Sensing Laboratories (SARLab und Spektralab)
- Universität Bern, Geographisches Institut
- Universität Bern, Institut für angewandte Physik
- Universität Neuchâtel
- Zürcher Hochschule Winterthur (ZHAW)
- Agroscope FAW, Wädenswil
- Universität Konstanz (DEU)
- Universität Kaiserslautern (DEU)
- Technische Universität Wien (AUT)
- Moscow State University (RUS)
- Dalhousie University (CAN)
- Universität Washington (USA)

### **Industrie**

- RUAG Schweiz AG
- SSZ Camouflage Technologies, Zug
- IAV Engineering, Lausanne
- Captech GmbH, Biel
- Seitz Phototechnik AG, Lustdorf
- Swisscom Innovations, Ostermundigen
- Rayzon Technologies AG
- IBM Research, Rüschlikon
- Thales CH, Zürich
- Sensefly AG
- Basis06 AG
- Trivadis
- MFB GeoConsulting, Messen
- Ing. Büro für Sensorik und Signalverarbeitung, Bexbach (DEU)



**Bund**

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

**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, Greding WTD-81 (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Schutz und Sondertechnik, Oberjettenberg WTD-52 (DEU)
- Wehrwissenschaftliche Institut für Schutztechnologien ABC-Schutz, Munster, WIS (DEU)
- Fraunhofer Forschungsinstitut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik, Wachtberg FHR (DEU)
- Fraunhofer Forschungsinstitut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Ettlingen IOSB (DEU)
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen DLR (DEU)

## Technologien für operationelle Fähigkeiten

### 4.2 Wirkung und Schutz

#### Stichworte

Anzündung, Blindgänger, BC-Kampfstoffe, Detonik, Directed-Energy Weapons, Endballistik, energetische Wirkmittel (inkl. Leistung, Alterung, Sicherheit, Lagerung, Transport, Einsatz, Entsorgung), Elektromagnetischer Puls (EMP), Explosivstoffe, geformte Ladungen, Hochleistungsmikrowellen (HPM), High Power Electromagnetics (HPE), High Power Microwaves (HPM), Hohlladungen, intelligente Munition, insensitive Munition, Improvised Explosive Devices (IED), Laser/Blendlaser, Lenkwaffen, letale Wirkmittel, multifunktionale Munition und Waffen, nicht-letale Wirkmittel (NLW), Präzisionswaffen, Pyrotechnik, radiologische Gefahren, Rohrmaschinen, Splittertechnologie, Sprengstoffe, Strahlenwaffen, Thermobarics, Treibladungspulver, Wirkmittel, Wirkungsmodelle, Wuchtmunition, Zielgenauigkeit.

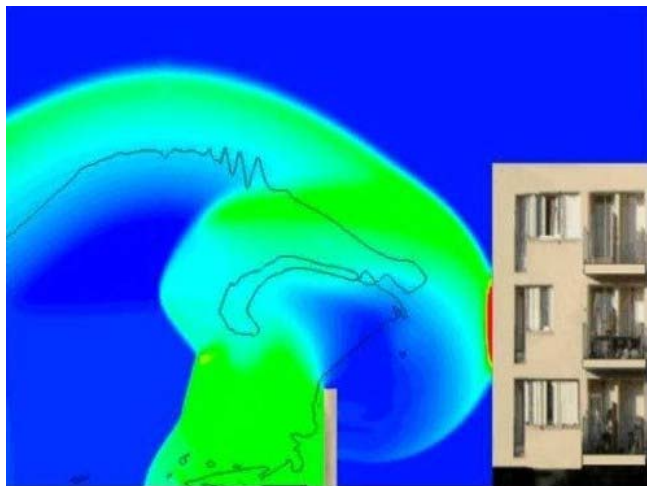
Aktiver und passiver Schutz, Chaff (Düppel), Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Flares, Kollateralschaden, Minenräumung, Morphing, Panzerungen (inkl. Leicht-, Reaktiv- und Kompositpanzerungen), Raketenabwehr, Signaturmanagement, Sensorenschutz, Stealth, Tarnung (multispektral) und Täuschung, Verwundbarkeitsmodelle,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

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

#### Veranlassung und Nutzen

Wirkung erzielen zu können, ist eine entscheidende Grundfähigkeit der Armee. Diese Wirkung muss gegen Ziele - Kräfte, Mittel und Einrichtungen - am Boden, in der Luft, im Elektromagnetischen Spektrum und im Informationsraum erbracht werden können. Sie unterstützt die Erreichung militärischer Ziele und eines übergeordneten, politischen Zwecks. 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 wirken und sicher zwischen Kombattanten und Nicht-Kombattanten sowie unter Freund und Feinden unterscheiden zu können. Verhältnismässig wirken zu können, beschreibt die Fähigkeit, die beabsichtigte Wirkung mit den verfolgten Zielen abzustimmen. Die Erfüllung beider Kriterien ist von hervorgehobener Bedeutung für die Legitimation des Einsatzes der Armee, im nationalen wie im internationalen Kontext.



Bei den Wirkmitteln können insbesondere durch Fortschritte in der Aufklärung und durch die Integration der Wirkmittel in den streitkräftegemeinsamen Informationsverbund Effizienzsteigerungen erzielt werden. Aber auch die Optimierung der klassischen Kriterien, wie Mobilität der Wirkmittel und Wirksamkeit, Präzision, Reichweite, Verwundbarkeit der Munition sollte weiter verfolgt werden.

Mit der Erweiterung des Aufgabenspektrums, vor allem mit der Verlagerung der Hauptaufgaben der Armee hin zu Unterstützungsleistungen ziviler Behörden, gewinnen **nicht-letale Wirkmittel** zunehmend an Bedeutung. Nicht-letale Wirkmittel 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 bei der Erforschung nicht-letaler Wirkmittel einzubeziehen. Aber auch für die Verteidigung der Schweiz, können nicht-letale Wirkmittel eingesetzt werden. In urbanen Gebieten haben nicht-letale Wirkmittel das Potenzial, eine gewünschte Wirkung zu erzielen und dabei die Gefahr zu reduzieren, die zivile Bevölkerung zu beeinträchtigen. Mit der zunehmenden Urbanisierung der Schweiz, ist dies für die Aufgabe Verteidigung ein bedeutender Faktor.

Im Bereich **Munition** wird weiterhin daran gearbeitet, die Munition leistungsfähiger sowie weniger empfindlich und verwundbar zu machen (insensitive Munition). Durch den Einsatz neuer energetischer Materialien und dank Optimierung der Verpackung ist moderne Munition sehr viel resistenter gegen Hitzeinfluss (langsame oder spontane Erwärmung) und mechanischem Einfluss. Die erhöhte Sicherheit hat, neben dem Schutz von Personen (Soldaten und Zivilbevölkerung), auch positive Einflüsse auf Logistik und Einsatzmöglichkeiten der Munition. Auch in den Bereichen Präzision und Reichweite wurde durch kontinuierliche Weiterentwicklung die Leistung gesteigert. Möglich werden die Optimierungen durch Verbesserungen der Antriebe und der Zielerfassung (Radar, Laser, GPS).

Durch die technologischen Entwicklungen bei Laserquellen und der Optik, vor allem im zivilen Bereich, rücken **Laserwaffen** in den Bereich eines breiten Anwendungsspektrums. Die Vorteile von Laserwaffen sind vielfältig, z.B. Präzisionsfähigkeit (extrem selektive Wirkung), schnelle Reaktionsfähigkeit, Eskalationsfähigkeit (skalierbare Wirkung – können als letale oder nicht-letale Waffen genutzt werden), geringe Signatur (lautlos, nicht sichtbar), einfache Logistik (keine Munition erforderlich). In den Bereichen Minenbekämpfung und nicht-letaler Wirkmittel, werden Laserwaffen bereits genutzt oder befinden sich in der Entwicklung. Neben seiner Eignung als Wirkmittel oder zur Datenübertragung kann die Lasertechnologie auch als Abwehr- und Schutzmassnahme eingesetzt werden (z.B. gegen Raketen). Ebenso geht es darum, sich vor einem Lasereinsatz zu schützen. Andere Quellen zur Erzeugung von Directed-Energy Weapons, sind u.a. Mikrowellen.

Mit der Möglichkeit von elektromagnetischen Pulsen (**EMP**) ohne Einsatz von nuklearen Waffen im elektromagnetischen Spektrum wirken zu können, kann dies zur realen Bedrohung werden.

**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) sowie die Verwundbarkeit durch unterschiedliche letale und nicht-letale Wirkmittel bestimmt.

Wesentliche Bedrohungen für **kritische Infrastrukturen** sind terroristische, kriminelle oder gewaltsame Anschläge, aber auch Naturkatastrophen. Betroffene Bereiche können die Trinkwasserversorgung, das Gesundheitswesen, die Nahrungsmittelkette, der Transport, die Energieversorgung, die Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Auseinandersetzung mit biologischen Kampfstoffen sowie der Schutz der modernen Informations- und Kommunikationsinfrastruktur gegen elektromagnetische Störung (EMV/EMP) und Mikrowellenwaffen (HPM) sind ebenfalls von Bedeutung.

**Militärische Infrastruktur** im In- und Ausland muss gegen unterschiedliche Gewalteinwirkungen (z.B. militärische Waffenwirkung, terroristische Angriffe) geschützt werden. Da der Bau von Schutzanlagen vor allem im Inland weitgehend abgeschlossen ist, geht es für die Werterhaltung darum, internationale Entwicklungstrends zu verfolgen, um relevante Veränderungen rechtzeitig zu erkennen. Im Ausland eingesetzte Truppen weisen ein besonderes Schutzbedürfnis aus (z.B. gegen terroristische Angriffe mit Bomben), weil sie zumeist in provisorischen Einrichtungen untergebracht werden und sich frei in der Einsatzumgebung bewegen müssen. Kritische Infrastrukturen sind eng miteinander vernetzt. Dies kann bei Einwirkung auf einen oder mehrere Faktoren zu Kettenreaktionen führen. Diese Abhängigkeiten und ihre Auswirkungen sind bislang wenig erforscht.

Das zunehmende Risiko terroristischer Anschläge hat die Sensibilität für die Gefahren des Einsatzes **biologischer und chemischer Waffen** erhöht. 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 ein Risiko dar (neuer Kampfstoff). Bei radiologischen Waffen werden **radioaktive Stoffe** durch konventionelle Sprengstoffe (sog. Dirty Bombs) freigesetzt.

Trotz positiver Entwicklungen im Bereich der frühzeitigen Identifizierung möglicher Gefahrenquellen bleibt der Schutz vor allem in Einsatzszenarien mit möglichem Einsatz von Granaten, Minen und **IED** (Improvised Explosive Devices) sehr wichtig. Gerade für den die asymmetrische Konfrontation suchenden Akteur sind diese Wirkmittel besonders vorteilhaft. Aktive Schutzmassnahmen sind darauf ausgerichtet, mögliche Gefahrenquellen frühzeitig zu erfassen und schnell Gegenmassnahmen einzuleiten.

Das **Signaturmanagement** (inkl. Tarnung und Täuschung) umfasst Technologien und Verfahren zur Ortung, Identifizierung, Verfolgung, Reduktion und Veränderung von Emissionen, die von einem Objekt (z.B. Fahrzeug, Flugzeug) ausgehen. So dient z.B. die Stealth- oder Tarnkappentechnik dazu, die ausgesandten Emissionen zu unterdrücken, um dadurch die Ortung zu erschweren. Stealth-Effekte können u.a. durch den Einsatz bestimmter Verbundwerkstoffe, die Verwendung radarabsorbierender Materialien oder durch spezifische Plattformkonstruktionen erzielt werden. 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 Morphing werden durch die Fortschritte der Nanotechnologie und der Materialwissenschaft beeinflusst.

## **Mehrwert der Forschungsergebnisse**

### **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)
- Besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Risiko (für Mensch und Material), Schutzmassnahmen sowie Operationsplanung bzw. -führung
- 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 für Leistungsfähigkeit gegnerischer Wirkmittel
- Grundlagen für den Schutz kritischer (militärischer und ziviler) Infrastruktur
- Wissenserhalt für die Bewirtschaftung der Schutzinfrastruktur
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan der Schweizer Armee

### **armasuisse**

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

### **ABC Kompetenzzentrum**

- Unterstützung bei Ausbildung und Beratung

### **NIS-Kompetenzzentrum**

- Technisches Wissen und Erfahrungen für Ausführungsbestimmungen

## **Zielsetzungen**

Bei den letalen Wirkmitteln geht es um Aspekte wie das Verhältnis zwischen Bauweise, Gewichtsreduktion und Leistungsfähigkeit von Waffensystemen, die Analyse der Verwundbarkeit von Explosivstoffen, Munition und Waffensystemen sowie die Verbesserung deren Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit, insbesondere um den Einfluss der Alterung (Lagerung). Bei den letalen Wirkmitteln sind mittelfristig keine revolutionären Neuerungen zu erwarten. Forschungsergebnisse werden deshalb im Bereich von Optimierungen einzelner Wirkmittel liegen. Für den längerfristigen Zeithorizont sind andere Entwicklungen möglich. Bei den Directed-Energy Weapons könnten mobile Laserwaffen zukünftig ein wirksames Wirkmittel der

Streitkräfte werden. Auch mobile EMP-Weapons scheinen möglich und deren Nutzung in Einsätzen ist nachvollziehbar. Entwicklungen werden weiter verfolgt und entscheidende neue Möglichkeiten, etwa bei Directed-Energy Weapons oder EMP, müssen dabei zu einer Neubewertung der Lage resp. des Bereiches Schutz führen.

Die Forschungstätigkeiten sollten im Bereich der **nicht-letalen Wirkmittel** konzentriert werden. Es sind dies die entscheidenden Wirkmittel für die Unterstützung ziviler Behörden und bei Einsätzen für die Friedensförderung und zudem sind nicht-letale Wirkmittel auch für die Aufgabe Verteidigung von zunehmender Bedeutung. Der anhaltende Trend der Urbanisierung der Schweiz, der angepassten Wirkung mit möglichst wenig Kollateralschäden und neue technische Möglichkeiten sind Gründe für diese Entwicklung. 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. Dabei werden beide Wirkungen zeitpunktgenau wählbar und einsetzbar sein. Bei der Integration von Wirkmitteln in die zu nutzenden Systeme (Sicherheitskraft der Zukunft, unbemannte und mobile Plattformen) sollten die Fähigkeiten aufgebaut und erhalten werden.

Durch Fortschritte bei neuartigen und umfassenden **Schutzkonzepten** leistet die Forschung einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Schutzes gegen moderne Wirkmittel. Neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen können die Widerstandskraft erhöhen und damit den Schutz verbessern. Zudem sind u.a. Schutzsprengladungen bekannt, die mit einem Abstand zur Plattform vor dem Aufprall eines angreifenden Flugkörpers zur Explosion gebracht werden und damit diesen zerstören. Hier sind Fortschritte im Bereich der Sensorik erforderlich, um diese Form des Schutzes erfolgreich einzusetzen.

Im Bereich elektro-magnetischer Puls soll die Test- und Evaluationsfähigkeit zum **HPE**-Schutz von Systemen sichergestellt werden. Ergänzend werden die Risiken elektromagnetischer Quellen für die EMV sowie mögliche Schutzmassnahmen gegen Mikrowellenwaffen (HPM) analysiert.

Die NIS-Bundesverordnung bedingt Kompetenzerhalt im Bereich der nichtionisierenden EM-Quellen. Das elektromagnetische Feld im Nahbereich von militärischen Sendeanlagen muss berechnet oder gemessen werden können, um den Nachweis zu erbringen, dass die rechtlichen Grenzwerte nicht überschritten werden. Anwendungsorientierte Forschungstätigkeiten sind hier erforderlich, um dem Stand der Technik zu folgen.

Im Bereich ABC-Schutz setzt die Forschung den Schwerpunkt auf die Identifizierung und den Nachweis biologischer Stoffe sowie der Entwicklung geeigneter Schutz- und Abwehrmassnahmen.

Bei den **IEDs** (Improvised Explosive Devices) soll die Forschung einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Schutzes gegen solche Wirkmittel leisten. Der Einsatz ausgewählter moderner Werkstoffe erlaubt, das Widerstandsvermögen von Schutzsystemen ohne Einbussen bei Gewicht oder Funktionalität zu erhöhen. Mit aktiven Schutzmassnahmen wird es zudem möglich, 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. Gleichzeitig ergeben sich aus diesen Erkenntnissen auch Anknüpfungspunkte zur Einwirkung auf gegnerische Ziele unter Umgehung oder Störung der dort angewandten Schutzmassnahmen.



Neben seiner Eignung als Wirkmittel oder zur Datenübertragung kann die **Lasertechnologie** auch als Abwehr- und Schutzmassnahme eingesetzt werden (z.B. gegen Raketen). Ebenso geht es darum, sich vor dem Lasereinsatz zu schützen. Entwicklungen in beiden Bereichen sollen beurteilt werden können.

### **Umsetzungsziele 2012-2016**

Im Bereich **Wirkung** wird zugunsten der Munitionsüberwachung Forschung durchgeführt, um die Alterung und Sicherheit eingeführter Munition schneller und wirtschaftlicher prüfen zu können. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die Lebensdauer der Munition ohne Risikoerhöhung zu verlängern. Insbesondere soll eine Untersuchungsmethode zur zerstörungsfreien Prüfung der Integrität von Raketenmotoren entwickelt werden. Zudem dient die Charakterisierung von Explosivstoffen der Prüfung von Sprengstoffdetektoren.

Um die Beschaffung von Panzerabwehrsystemen und den Schutz von Infrastruktur auf technischer Ebene begleiten zu können wird die Beurteilungs- und Erprobungsfähigkeit von Waffensystemen aufrechterhalten. Dazu gehört die Entwicklung von spezifischen Diagnosemitteln wie Druck- und Beschleunigungssensoren im hochdynamischen Bereich.

Unterschätzte Gefahren sind improvisierte Spreng- und Brandvorrichtungen, deren Gefährdungspotenzial experimentell und theoretisch untersucht werden. Dazu werden solche improvisierten Vorrichtungen soweit möglich nach STANAG-Normen nachgebaut und getestet.

Die Funktion elektronischer Geräte ist mit energetischen elektromagnetischen Pulsen (HPE) störfähig. Um diese Störanfälligkeit prüfen zu können 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 von leicht und schwer gepanzerten Fahrzeugen und von Containern geprüft. Das ballistische Schutzpotenzial von neuen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen, als passive Schutzmassnahmen auch gegen Minen oder IEDs, wird experimentell untersucht. Als mögliche aktive Schutzmassnahme wird der Einsatz von elektromagnetischen Feldern geprüft, um die Wirkung von Panzerabwehrwaffen zu reduzieren oder aufzuheben. Geplant ist im Bereich aktiver Schutz die Entwicklung eines Technologiedemonstrators, um das Potenzial und die Grenzen solcher Systeme beurteilen zu können. Dabei sind die Detektionssensorik, mögliche Gegenmassnahmen, die Zuverlässigkeit des Systems sowie die Vernetzung mit den verfügbaren Informations- und Führungssystemen zu untersuchen.

HPE: Grundlagen für die Definition einer Testprozedur zur Feststellung von elektromagnetischen Schutzlücken und mögliche Schutzmassnahmen sind zu erarbeiten und experimentell zu prüfen.

Um den Einfluss von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Strahlungen gemäss NIS-Bundesverordnung beurteilen zu können, sind Methoden für die Berechnung der Intensität des im Nahbereich abgestrahlten elektromagnetischen Felds zu entwickeln.

Beim **Schutz und der Sicherheit von Infrastruktur-Elementen** wie Gebäude, Feldlager, Brücken oder Tunnels sind mögliche Schutzmassnahmen gegen militärische oder improvisierte Vorrichtungen mit Druckladungen und langsamen Penetratoren von Interesse. Dabei sind sowohl die Bestimmung von Sicherheitsradien als auch die Beurteilung der Wirkung einer Ladung oder eines Penetrators auf das Infrastruktur-Element zu berücksichtigen..

Für die Kampfmittelbeseitigung oder die Vernichtung von IEDs in einem urbanen Umfeld ist die Festlegung eines Sicherheitsradius von hoher Bedeutung. Die zahlreichen Reflexionen von Schockwellen auf Gebäudefassaden bedingen ein Modell zur Berechnung des Überdrucks in einem komplexen Umfeld. Rechnerische Grundlagen und ein entsprechendes Rechenprogramm mit Berücksichtigung des urbanen Umfelds sollen eine präzise, schnelle und einfache Definition des Sicherheitsradius erlauben.

Um die Einwirkungen auf eine Infrastruktur durch Angriffe mit grossen Sprengladungen (>100kg TNT Äquivalent) zu minimieren wird der Einsatz von neuen Baumaterialien wie mit Stahl- oder Kunststofffasern verstärkter ultra-hochfester Beton (UHPFRC) untersucht. Zudem wird die Verstärkung von Strukturen (Tragmauer, Stützen) durch experimentelle Versuche und theoretische Überlegungen geprüft.

Mittels **Rechenmodellen und Simulation** werden hochdynamische Ereignisse beurteilt. Das Schutzpotenzial von UHPFRC soll numerisch untersucht und mit Versuchsergebnissen verglichen werden. Um die Parameter der Zustandsgleichung des ultra-hochfesten Betons zu bestimmen werden Messungen von Split-Hopkinson-bar-Tests ausgewertet.

## Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit

### Universitäten und Hochschulen

- EPFL (LRE, Microtechnique)
- ETHZ
- EMPA
- Universität Bern
- Université de Fribourg
- Ecole d'Ingénieurs de Fribourg
- Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI)
- Universität Würzburg (DEU)
- Technische Universität Hannover (DEU)
- University of Florida (USA)

### Industrie

- AKTS AG, Siders
- Bienz, Kummer & Partner, Zürich
- Cassidian, Bern
- Dynamic Phenomena GmbH, Lausanne
- GDELS, Kreuzlingen
- Ingenieurbüro Heierli AG, Zürich
- montena emc, Rossens
- Nitrochemie Wimmis AG
- RUAG Schweiz AG
- SAAB Bofors Dynamics Switzerland
- swisscom Innovations, Bern
- Fraunhofer Institut ICT (DEU)
- Rheinmetall (DEU, CH)
- ANSYS (UK)
- EMC Consulting (USA)
- Pro-Tech (USA)



**Bund und Kantone**

- VBS / BABS / Labor Spiez
- VBS / BABS / AG SKI
- EMPA
- VBS / armasuisse / Immobilien / SG SIM
- Fedpol
- Institut de police scientifique, Lausanne
- Paul Scherrer Institut (PSI)
- Schweizerische Polizeitechnische Kommission (SPTK)
- Wissenschaftlicher Forschungsdienst der Stadtpolizei Zürich

**Staatliche Partner**

- Wehrwissenschaftliches Institut für Werk-, Explosiv- und Betriebsstoffe, Swisttal, (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Schutz und Sondertechnik, Oberjettenberg WTD 52 (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Waffen und Munition WTD 91 (DEU)
- Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (DEU)
- Fraunhofer Institute (DEU)
- Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis ISL (DEU/FRA)
- DGA (FRA)
- ERDC (USA)
- Defense Threat Reduction Agency (USA)

## Technologieintegration für Einsatzsysteme

### 4.3 Der Mensch als effiziente Einsatzkraft

#### Stichworte

Adaptive Antennen, angepasste Wirkung, Aufklärung innerhalb von Gebäuden, Detektion und Identifizierung, 3D-Mapping, Echtzeit-Aufklärungssysteme, Echtzeitinformation, Echtzeit-Lagebilderstellung, Echtzeit-Positionierung, effiziente Wirkmittel, Energiemanagement, Energieversorgung, Entscheidungshilfe, Führungsinformationssysteme, Führungsmittel, Geolokalisation, aktiver und passiver Individualschutz, Indoor Intelligence, Indoor-Positionierung, IFF (Freund-Feind-Erkennung), Indoor Robotik, Informationsaufbereitung, ISTAR, Kollateralschäden, Lagebild, Man-Machine Interface, Mapping, mobile Kommunikationsnetze, Nachtsicht, Navigation, nicht-letale Wirkmittel, Sprachverständlichkeit

**EDA:** Informations- und Signalverarbeitung (A09), Humanwissenschaften (A10), Sensortechnik (B06), Simulatoren, Übungssysteme & Künstliche Umgebungen (B08), Kommunikations- und Informationstechnologien (B10), Personenschutz-System (B11), Integrierte Plattformen (C02), Waffensysteme (C03), Personal, Ausbildung & Gesundheit (C05) Aufklärungssysteme (C07)

#### Veranlassung und Nutzen

Die Integration von Technologien in den streit- bzw. sicherheitskräftegemeinsamen Informations- und Führungsverbund lässt sich illustrativ am Beispiel Sicherheitskraft der Zukunft darstellen. Diese agiert in einem digitalisierten und vernetzten Gefechtsfeld. Kommunikationsverbindungen stellen sicher, dass sie Lage- und Zielinformationen für die Auftragserfüllung erhält. Das Zusammenwirken dieser unterschiedlichen Elemente sind zu optimieren und gleichzeitig auf die individuelle Leistungsfähigkeit der Einsatzkraft abzustimmen.



Im Zuge der Reduktion der Grösse der Streitkräfte ist die Erhöhung der Effizienz der verkleinerten Armee von entscheidender Bedeutung. Hierzu müssen die Sicherheitskräfte der Zukunft so ausgerüstet werden, dass dieser Effizienzgewinn unabhängig von der spezifischen Art des Einsatzes erzielt werden kann. Dies ist nur über die Verbesserung fundamentaler Prozesse zu erreichen. Zu unterscheiden sind dabei jene Prozesse, die die Effizienz des Einzelsoldaten betreffen und jene, die die Wirksamkeit der Streitkräfte als Ganzes beeinflussen. Zu Ersteren gehören Bewaffnung und sonstige Ausrüstung des Einzelsoldaten, insbesondere auch deren Individualschutz, zu Letzteren Aufklärungsmittel und Führungsinformationssysteme. Auf fast klassische Weise müssen damit die Fundamentalprozesse Führung, Aufklärung, Wirkung und Schutz, adressiert werden. Mitentscheidend ist dabei neben der Verbesserung dieser Grundfähigkeiten auch die gezielte Koordination mit Querschnittsfähigkeiten wie die gültige Einsatzdoktrin und angepasste Ausbildungskonzepte.

Die Effizienzsteigerung kann dabei beispielsweise durch präzisere und auch angemessenere (z.B. nicht-letale) Waffen, „intelligente“ Schutzbekleidung, Aufklärungsroboter und Echtzeit-Lagebilddarstellung erzielt werden. Entsprechende Bemühungen gibt es in allen NATO-Staaten.

Zwar wirkt das Argument der Effizienzsteigerung zunächst am dringlichsten zur Kompensation der numerischen Reduktion der Streitkräfte für den Fall der Landesverteidigung, selbstverständlich auch für Friedensförderung und Katastrophenschutz bei internationalen Beteiligungen.

Die Verbesserung der Ausrüstung der Streitkräfte für die genannten Bereiche ist eine permanente Aufgabe der Beschaffungsstellen. An der Verbesserung der Präzision der Wirkung von Waffen, des Schutzes des Einzelsoldaten und der Geschwindigkeit, Qualität und Vernetzung militärischer Aufklärung wird fortwährend weiterentwickelt. Die technische Beschleunigung von Führungsprozessen gehört zu den „zeitlosen“ Zielen militärischer Effizienzsteigerung.

Führungsinformationssystemen kommt bei der Effizienzsteigerung moderner Armeen eine besondere Rolle zu. Sie sind für alle Aufgaben der Schweizer Armee (Unterstützung ziviler Behörden, Landesverteidigung, und militärische Friedensförderung) gleichermassen wichtig und wirken als Integrator aller anderen Effizienzsteigerungen. Das zentrale Fernziel der Entwicklung von Führungsinformationssystemen ist das Echtzeitlagebild mit kontinuierlicher Georeferenzierung zumindest aller eigenen Kräfte und schnellstmöglicher Integration aller Aufklärungsergebnisse. Ein visualisiertes Echtzeitlagebild soll dem militärischen Entscheidungsträger die tatsächliche aktuelle Lage so genau wie möglich wiedergeben. Dass die Entwicklung von Führungsinformationssystemen trotz scheinbar eindeutigen Anforderungen auch nach Jahrzehnten der Entwicklung nicht trivial ist, hat mehrere Gründe. Neben technischen Herausforderungen wie der Datenschutzproblematik, der Forderung nach ständig höheren Bandbreiten und Rechnerleistungen sowie der Kompatibilität zu anderen Systemen müssen noch immer Fragen der angemessenen Aggregation und Fusion eingespeister Daten gelöst werden. Dabei wird rasch deutlich, dass es eine einzige optimale Lösung kaum geben kann, weil je nach Einsatzform und Kommandoebene unterschiedliche Detaillierungsgrade gefragt sind.

## **Mehrwert der Forschungsergebnisse**

### **A Stab, FST A, HE, BABS, Blaulichtorganisationen**

- Grundlagen für die Optimierung der Fähigkeiten und der Missionseffizienz der militärischen und sicherheitsrelevanten Einsatzkräfte
- Verständnis des Umfeldes für einen effizienten Einsatz von Ressourcen gemäss dem Motto „die richtigen Mittel zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort“
- Kenntnisse zum Schutz des Soldaten und des Materials um Leben und Ressourcen zu schützen und damit auch Kosten zu sparen
- Kompetenz für verhältnismässige und angemessene Gewaltanwendungen um Kollateralschäden zu vermeiden und das Völkerrecht einzuhalten
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan der Schweizer Armee

### **armasuisse**

- Expertisen, Unterstützung und Erprobungen bei Beschaffungsprojekten (IMESS)
- Proaktive Lösungen für effiziente zukünftige Einsatzrüstungen

## Zielsetzungen

Die Bedeutung des prioritären Forschungsthemas „Der Mensch als effiziente Einsatzkraft“ wird in Zukunft zumindest in Bezug auf den Individualschutz und die Führungsinformationssysteme noch wachsen, wobei im Vordergrund die optimale Integration moderner Technologien für die Optimierung einer effizienten Gesamtleistung der Einsatzkräfte steht. Der Trend zur verkleinerten High-Tech-Armee wird bei unveränderter Bedrohungslage in Europa anhalten. Die Notwendigkeit zur Effizienzsteigerung ergibt sich durch ein kaum reduziertes, teilweise sogar erweitertes Aufgabenspektrum. Für die Aufklärung sei auf das Forschungsthema „Informationsüberlegenheit“ verwiesen. Für die Vermeidung von Kollateralschäden ist die präzise Wirkung von Waffen entscheidend. Hohe Präzision und ein verhältnismässiger Einsatz von Wirkmitteln sind in der Regel jedoch nur wirksam, wenn eine lokale und personelle Aufklärung gewährleistet ist. Möglicherweise werden deshalb nicht-letale, quasi „reversible“ Wirkmittel in Zukunft ebenso grosse Bedeutung erlangen wie letale Präzisionswaffen.

Forschungsaktivitäten zu Aufklärung, Wirkung und Schutz werden im entsprechenden Forschungsschwerpunkt „Technologien für operationelle Fähigkeiten“ (Informationsüberlegenheit sowie Wirkung und Schutz) durchgeführt. Als besondere Forschungsziele für das prioritäre Forschungsthema „Der Mensch als effiziente Einsatzkraft“ sind Führungsinformationssysteme anzusehen und die technologische Gesamtintegration der Sicherheitskraft der Zukunft. Bei Führungsinformationssystemen wird die Beobachtung internationaler Entwicklungen und gezielte Forschung für den Einsatz bei der Unterstützung ziviler Behörden z.B. im Katastrophenschutz angestrebt.

Für eine Gesamtintegration der Sicherheitskraft der Zukunft können einzelne technische Neuentwicklungen kaum isoliert ihr volles Potenzial entfalten. Erst wenn die Massnahmenbereiche Doktrin, Unternehmensentwicklung, Organisation, Ausbildung, Material (inkl. Immobilien und informationstechnische Systeme), Personelles, Finanzen und Information (DUO-AMPFIS) auf einander abgestimmt werden, kann sich die Effizienz der Streitkräfte wirklich spürbar erhöhen. So müssen beispielsweise neue Wirkmittel und Sensoren nicht nur beschafft, sondern gleichzeitig auch die Einsatzdoktrin angepasst werden. Gleiches gilt für Ausbildungskonzepte und eine moderne Logistik. Die Koordination dieser Massnahmenbereiche erfordert aufgrund sinkender Personalressourcen besondere Aufmerksamkeit, da ineffiziente Kopplungen nicht durch grosszügige Ressourcenallokation kompensiert werden können.

### Umsetzungsziele 2012-2016

Führung und Koordination der Forschungsprojekte im Forschungsprogramm „Sicherheitskraft der Zukunft“ in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen für die Massnahmenbereichen DUOAMPFIS. Die technologische Machbarkeit der Lagebilddarstellung, 3D-Mapping und Geolokalisation wird für verschiedene Einsatzszenarien aufgezeigt. Im Bereich nicht-letale Waffen wird der Erhalt und die Weiterentwicklung des Know-how gefördert um auf nationaler Ebene die Aktivitäten koordinieren und bei internationalen Kooperationen mitarbeiten zu können. Im Bereich Energiemanagement wird die Fähigkeit angestrebt neue erneuerbare Energiequellen in die Ausrüstung der Einsatzkräfte zu integrieren.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- ETHZ
- EPFL
- Universität Bern
- Haute école spécialisée Nordwest Schweiz
- Universität Tessin
- Université de Liège
- Technische Universität Graz

### **Industrie**

- Agorabee
- ASMD SA
- Brügger & Thomet
- Condat GmbH
- FN Herstal
- Geosat SA
- iLand green technologies
- Locatis
- OnYourMap
- Piexon AG
- Psyconsul LLC
- Rayzon Technologies
- RFID Center ICARE
- RUAG Schweiz AG
- SALTECH
- SAN Swiss Arms Neuhausen AG
- Thales Suisse

### **Bund und Kantone**

- EMPA
- Paul Scherrer Institut (PSI)
- Fedpol
- Schweizerische Polizeitechnische Kommission (SPTK)
- Police cantonales VD, GE, NE

### **Staatliche Partner**

- NATO NAAG LCG-9
- European Working Group on NLW
- Ecole Royale Militaire (BEL)
- Pôle d'excellence belge sur la létalité réduite (BEL)
- Fraunhofer Institute (DEU)
- Wehrtechnische Dienststelle für Schutz und Sondertechnik, Oberjettenberg WTD 52 (DEU)
- Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis ISL (DEU/FRA)
- CICDE, (FRA)
- TNO (NL)

## Technologieintegration für Einsatzsysteme

### 4.4 Unbemannte und mobile Plattformen

#### Stichworte

Aerodynamik, Allwettertauglichkeit, Antriebstechnik, Automatisierung, Autonomie, Avionik, Datalink, Energiemanagement, EOD-Roboter, Fernsteuerung, Flugmechanik, Hinderniswarnung, Logistik, Luftfahrt, Luftraumintegration, mobile Plattformen, Navigation, Payloadintegration, Robotik, Swarmanoid, Swarm-bots, Sense and Avoid, Systemtechnik, Terramechanik, Transport, UAV (Unmanned Aerial Vehicles), UAS, UCAV, UMS, URAV, UGV (Unmanned Ground Vehicles), 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), Herstellungsprozesse, Konstruktionswerkzeuge & -techniken (B12), Integrierte Plattformen (C02), Waffensysteme (C03), Aufklärungssysteme (C07)

#### Veranlassung und Nutzen

Mobilität stellt eine Grundsatzanforderung in allen Operationsdimensionen (Luft, Boden, See, Weltraum) dar. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Wechselwirkungen zwischen Doktrin, Operationsplanung, Schutzanforderungen und Platfformeigenschaften. Die Anforderung nach Mobilität ergibt sich aus den doktrinalen Überlegungen zur angestrebten Form und dem Tempo der Operationsführung. Der Trend führt zu einer Schwerpunktverschiebung zugunsten flexibler Einheiten mit hoher Reaktionsfähigkeit und Agilität, welche für eine Operation missionsspezifisch zusammengestellt werden. Um optimale Einsatzleistungen erzielen zu können, werden unbemannte Systeme mit verschiedenen Kapabilitäten in Kombination mit weiteren Assets vernetzt agieren. Dies erfordert einerseits eine hohe technische Interoperabilität der verschiedenen Systeme und andererseits eine Weiterentwicklung der operativen Einsatzkonzepte.



Unbemannte Systeme, ob durch einen menschlichen Bediener ferngesteuert oder autonom agierend, haben im Bereich der Verteidigung und des subsidiären Einsatzes insbesondere in den Anwendungsgebieten Aufklärung, Überwachung und Bekämpfung signifikant an Bedeutung gewonnen. Einsätze zur Grenzüberwachung, der Unterstützung von Polizei sowie des Katastrophenschutzes und die Terrorbekämpfung finden täglich statt. Unbemannte Systeme kommen überall dort zum Einsatz, wo Soldaten oder Zivilisten sehr hohen Gefahren ausgesetzt sind oder aufgrund des lange dauernden Einsatzes die Ermüdung der Crew eine Herausforderung darstellt. Mit der Weiterentwicklung der Systeme (Flexibilität, Einsatzdauer,



Beweglichkeit, Geschwindigkeit etc.) werden diese vermehrt auch bei subsidiären Szenarien zum Einsatz kommen. Unbemannte Systeme haben einen besonderen Wert bei der Bombenentschärfung, Minenerkennung und -räumung (EOD, EOR, IED, HUMIR), der Aufklärung aus der Luft und am Boden in urbanen Gebieten und in nicht direkt einsehbaren Räumen (feindlich besetzte Gebiete, eingestürzte Bauwerke etc.), dem Transport von Verwundeten und Hilfsgütern in Gefahrenzonen und der Aufklärung in ABC-verseuchtem Gebiet. Der Einsatz und die Verbreitung von UGVs (Unmanned Ground Vehicles) und UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) werden zunehmen. Die systemtheoretischen Kompetenzen, welche für die geschickte Integration von Commercial-of-the-Shelf und Military-of-the-Shelf Komponenten erforderlich sind, bestimmen das Tempo der Entwicklung und die Leistungsfähigkeit der Systeme.

UGVs könnten in Gefahrenzonen nach Erdbeben, Erdbeben und anderen Naturkatastrophen sowohl zur Aufklärung als auch für Transportzwecke von Nutzen sein.

Bei den unbemannten Kampffahrzeugen spielen ethische Bedenken eine grosse Rolle. Entsprechende Bemühungen von zivilen Vereinigungen für die Ächtung aller autonomen Kampfroboter werden einen grossen Einfluss auf die Entwicklung haben.

Für die Mobilität in der Luft spielt die Luftfahrttechnik eine besondere Rolle, da sie für das Leistungsvermögen von bemannten und unbemannten Luftfahrzeugen entscheidend ist. Unbemannte Luftfahrtsysteme erfuhren in den letzten Jahren international eine intensive Weiterentwicklung und sind für sicherheitspolitische und militärische Einsätze unverzichtbar geworden. Die Einsatzsysteme werden hauptsächlich für Aufklärung und Überwachung aber auch für die Bekämpfung taktischer Ziele und andere Aufgaben verwendet. Technologien sind zwar etabliert und es existieren zahlreiche Systeme, welche bereits erfolgreich eingesetzt werden. Allerdings können diese Systeme erst in eingeschränkter Art und Weise im Luftraum der Schweiz betrieben werden. Der Grund dafür ist, dass der Luftverkehr in der Schweiz dichter und die Zulassungsanforderungen höher sind als in den Krisengebieten, wo die Grosszahl der aktuellen Systeme eingesetzt wird. Für die permanente Informationsgewinnung mit unbemannten Flugsystemen in der Schweiz sind daher die Luftraumintegration und Zulassung von entscheidender Bedeutung.

Für die Mobilität am Boden werden insbesondere bei kleineren Plattformen noch sehr grosse Fortschritte gemacht. Verschiedene Kombinationen von den bewährten Rädern und Raupen sind möglich, aber auch aussergewöhnliche Fortbewegungsarten für Fahrzeuge wie Gehen und Kriechen werden stets verbessert.

Der Fortschritt baut dabei auf Kompetenzen im Bereich der Systemtechnik und der Technologieintegration auf. Weitere „Enabler“-Technologien in den Bereichen Software, Elektronik und Werkstoffe sind entscheidend für eine erfolgreiche und effiziente Nutzung unbemannter Systeme. In Verbindung mit Forschungsthemen wie Werkstofftechnik und MikroNanotechnologie werden zusätzliche Aspekte untersucht, welche die Miniaturisierung von Plattformen unmittelbar beeinflussen.

## Mehrwert der Forschungsergebnisse

### 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
- Basis zur Erstellung einer künftigen Einsatzdoktrin für 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 der Schweizer Armee

### armasuisse

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

## Zielsetzungen

Der Einsatz unbemannter Plattformen gewinnt in allen Operationsräumen an Bedeutung. Primärer Grund dafür ist das Streben nach verbessertem Schutz der eigenen Einsatzkräfte. Für den Einsatz von Robotern gilt es daher, Entwicklungen in den Bereichen Fahrzeugtechnik, Sensorik, Autonomie, Navigation, Allwetterfähigkeit, Luftraumintegration und Zulassung, Zuverlässigkeit, Nutzlastintegration (modulare Nutzlast-Ausrüstung je nach Einsatzzweck), Datenverarbeitung und -kommunikation zu verfolgen und auszuwerten. Da der Einsatz von Robotern das Mobilitäts- und Aufklärungsspektrum der Streit- und Sicherheitskräfte erweitert und zusätzliche Operationsformen ermöglicht (z.B. Teilnahme an risikoreicheren Operationen), sollen auch die Konsequenzen für die Doktrinentwicklung beurteilt werden. Darüber hinaus sollen die Anwendungsmöglichkeiten von Plattformen als agile Sensorträger in vernetzter Umgebung (z.B. für die Nachrichtenbeschaffung, Aufklärung und Überwachung) vertieft untersucht werden. Dabei muss auch beurteilt werden, wie das Zusammenwirken unterschiedlicher Sensoren auf agilen Plattformen gestaltet werden soll und welche Massnahmen erforderlich sind, um die von den Sensoren gewonnenen Informationen in den Informations-, Führungs- und Wirkungsverbund 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 im Zivilbereich und beim Katastrophenschutz und die daraus resultierenden Herausforderungen berücksichtigt werden. Im Mittelpunkt der Forschungsanstrengungen steht die kontinuierliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit zukünftiger Systeme im vernetzten Einsatz

Mobilität wird durch einen leistungsfähigen Antrieb wesentlich beeinflusst. Dieser steht seinerseits in einer Wechselbeziehung zu den Formen der Energiegewinnung und des Energiemanagements. Internationale Entwicklungen im Bereich der Energieversorgung sollen ebenso verfolgt werden wie neue Verfahren zur Optimierung des Energiemanagements von Plattformen bzw. der auf den Plattformen installierten Komponenten.

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 von Plattformen, verbesserte Wendigkeit oder optimierte Aerodynamik durch Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit. Diese Aspekte stehen in engem Zusammenhang mit Fortschritten im Bereich der Nano- und Mikrotechnologie, die im Sinne dieses Forschungsthemas ebenfalls berücksichtigt werden sollen.

### **Umsetzungsziele 2012-2016**

Führung und Koordination der Forschungsprojekte in den Forschungsprogrammen „UAV-Unbemannte Einsatzmittel der Zukunft in der Luft“ und „UGV-Unbemannte Einsatzmittel der Zukunft am Boden“ in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen für die Massnahmenbereiche DUOAMPFIS. Im Vordergrund steht die Autonomie von unbemannten Plattformen und das Schaffen der Voraussetzungen für die Zulassung und einen verbreiteten Einsatz mobiler Roboter für sicherheitspolitische Aufgaben in der Schweiz.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich: ASL (Autonomous Systems Lab) und IfA (Institut für Automation)
- Berner Fachhochschule BFH, Technik & Informatik TI, Fachbereich Automobiltechnik
- ZHAW Winterthur, Institut für mechanische Systeme IMES
- CSEM Neuchâtel
- FKIE Fraunhofer (DEU)
- SwRI (USA)

### **Industrie**

- RUAG Schweiz AG
- Bluebotics AG Lausanne
- MineWolf Systems AG Pfäffikon
- EADS Cassidian (DEU)
- RUAG Base 10 (DEU)
- Diehl BGT Defence (DEU)
- Rheinmetall (DEU)
- QinetiQ (UK)
- Dassault Aviation (FRA)
- Insta (FIN)
- Patria (FIN)
- macroUSA (USA)
- Black-I Robotics (USA)
- iRobot (USA)

**Bund**

- KAMIR
- ABC Komp Z
- VBS / armasuisse / KB LU
- VBS / armasuisse / swisstopo
- VBS / Verteidigung / Armeeplanung

**Staatliche Partner**

- NATO-PfP
- Finnish Defence Forces (FIN)
- Finnish Military Intelligence Centre (FIN)
- Luftwaffenführungskommando - A 7 d (DEU)
- WTD-61, militärische Zulassungsstelle für UAV-Systeme (DEU)
- RDC (CAN)

## Innovation und Querschnittsthemen

### 4.5 Komplexitätsmanagement

#### Stichworte

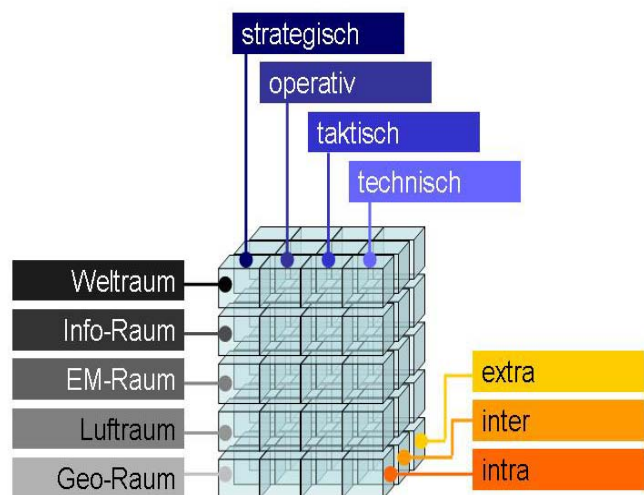
Abbildung menschlichen Entscheidungsverhaltens, Ausbildungstechnologie, Aktionsplanung und -führungsprozess (APP, AFP), Ausbildungs- und Simulationsverbund, Complexity Management, Concept Development and Experimentation (CD&E), Decision Support Systems, Dynamische Systeme, Echtübungen, Entscheidungsunterstützung, Ereignisdiscrete Simulation, Experimente, Explorative Simulation, Fähigkeitsbasierte Planung, Human Behaviour Representation, Komplexität, komplexe Systeme, Modellbildung und Simulation, Operational Analysis (OA), Operations Research (OR), Planspiele, Prognose, Risiko Management, Simulation, Simulator, Systemanalyse, Systems Dynamics, Training, Unsicherheit, Virtuelle Realität, Wargaming

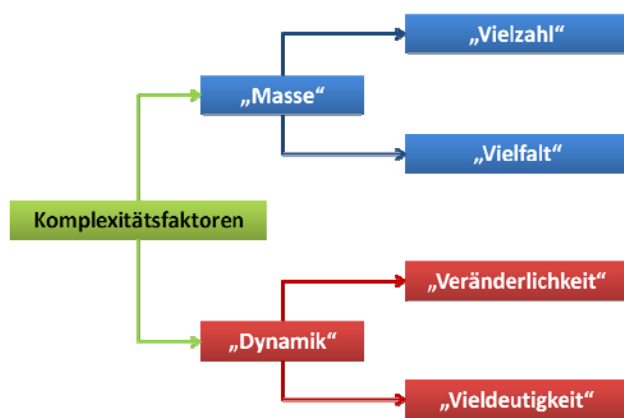
**EDA:** Informatik & mathematische Anwendungen (A08), Informations- und Signalverarbeitung (A09), Humanwissenschaften (A10), Simulatoren, Übungssysteme & Künstliche Umgebungen (B08), Defence Analysen (C01), Geschäftsprozesse & Managementthemen (C08)

#### Veranlassung und Nutzen

Der Einsatz von Schweizer Sicherheitskräften erfolgt in einem zunehmend komplexeren Umfeld, sei es in der Schweiz oder im Ausland. Beispiele hierfür sind die starke Verflechtung mit dem Ausland, die rasante Zunahme der Siedlungsfläche, die Verbreitung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien und die Sprachen- und Kulturvielfalt weit über die vier Landesteile hinaus. Viele weitere Indikatoren liessen sich hier anfügen. Dieses komplexe Umfeld eines militärischen Einsatzes stellt sehr hohe Anforderungen an die Planung und die Durchführung, sei es als Unterstützung der zivilen Behörden, einem Friedensförderungseinsatz oder in einem Verteidigungsfall. Die Faktoren Kraft, Raum, Zeit und Information sind bei einem solchen Einsatz eng miteinander verknüpft und für die operative Führung nur über einen Systemansatz zugänglich. Jede Veränderung einer dieser Faktoren hat mittelbar oder unmittelbar Auswirkungen auf die anderen Komponenten (Rückkopplungsschleifen). Solche Systeme sind nicht beherrschbar sondern im besten Fall beeinflussbar. Daher ist es eine kontinuierliche Führungsaufgabe, die eigenen Mittel so einzusetzen, dass die beabsichtigten Effekte möglichst optimal erzielt werden.

Komplexität ist aber nicht nur auf der Einsatzebene ein beherrschendes Thema. Die politischen Vorgaben zwingen ArmeepLANER zu langfristiger Planung unter hoher Unsicherheit bezüglich der verfügbaren finanziellen Mittel und des geforderten Leistungsumfangs. Zusätzlich gewinnen betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte an Bedeutung.





Unter Komplexität versteht Malik<sup>1</sup> die Tatsache, dass reale Systeme sehr viele verschiedenen Zustände aufweisen können. Eine Strukturierung der Komplexität gemäss Schuh<sup>2</sup> zeigt, dass die vier Faktoren Vielzahl, Vielfalt, Veränderlichkeit und Vieldeutigkeit von massgebender Bedeutung sind.

Es stellt sich nun die Frage wie einer komplexen Situation begegnet werden kann. Ein häufig genutzter Zugang zum

Komplexitätsmanagement ergibt sich über die Anwendung der Modellbildung und Simulation (M&S). Mit diesen Methoden lassen sich sowohl qualitative Einschätzungen wie auch quantitative Daten zu einem kohärenten Ganzen zusammenführen, um den verantwortlichen Entscheidungsträgern ein differenzierteres Bild der Lage und der Möglichkeiten für Handlungsoptionen zu bieten.

Das Komplexitätsmanagement und die Entscheidungsunterstützung sind insbesondere für die Weiterentwicklung und Umsetzung der operationellen Fähigkeiten der Armee relevant und damit ein Querschnittsthema. Wesentliche Elemente für das Komplexitätsmanagement und die Entscheidungsunterstützung sind:

- das Verständnis von Entscheidungsprozessen auf allen Ebenen und ihre sachgerechte Strukturierung in einem komplexen Umfeld
- die Beschreibung von komplexen Systemen mit einer grossen Anzahl von Komponenten und den dynamischen Beziehungen zwischen diesen Elementen in einem nicht-linearen Wirkungszusammenhang mit Rückkopplungsprozessen
- die InkompRESSibilität eines komplexen Systems mit den Auswirkungen auf die Analyse solcher Systeme
- das Verstehen des momentanen Zustands eines komplexen Systems aus seiner historischen Entwicklung und für die Abschätzung dessen zukünftigen Verhaltens
- die Anwendung IT-basierter Entscheidungsunterstützungssysteme
- die Fusion von qualitativen und quantitativen Daten in einem System
- der Umgang mit Unsicherheit
- das Risikomanagement mit seinen verschiedenen Ausprägungen

Modellbildung und Simulation (M&S) ist eine methodische Querschnittsfähigkeit, deren militärischer Anwendungsbereich einerseits von technischen Detailsimulationen (z.B. Waffensysteme) bis zu sicherheitspolitischen Rahmenmodellen (z.B. Bedrohungsszenarien) und andererseits von Analyse- und Prognosemodellen bis zu rein spekulativen Explorationsmodellen reicht. Im Bereich Einsatzunterstützung wird die Methode im internationalen Vergleich noch relativ wenig eingesetzt. Die an die Modellbildung gekoppelte Simulation erlaubt den möglichen Parameterraum auszuloten und daraus Gefahren und Chancen abzuleiten. Modelle wie auch die anschliessenden Simulationen können analytisch oder auch approximativ sein. In beiden Fällen ist der entscheidende Mehrwert von M&S das Lernen über die Situation. Modelle und Simulationen helfen das Lernen nicht nur auf individueller sondern auch auf organisationaler Ebene zu verankern. Dies schafft eine integrative Sichtweise und erhöht dabei die Erfolgswahrscheinlichkeit der gewählten Entscheidungen.

<sup>1</sup> F. Malik, Strategie des Managements komplexer Systeme, 10. Auflage, Haupt Verlag, Bern, 2008.

<sup>2</sup> G. Schuh, Produktkomplexität managen: Strategien – Methoden – Tools, Carl Hanser Verlag, München, 2. Auflage, 2005.



In der Regel ist eine mehrjährige Erfahrung im M&S-Bereich unabdingbar, wenn diese Methode effizient und zielgerichtet eingesetzt werden soll. Daher ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung auf diesem Gebiet zwingend notwendig. Militärische Relevanz, Anwendungsbreite, Flexibilität und Anspruch der Modellbildung und Simulation begründen deren Einordnung als prioritäres Forschungsthema „Komplexitätsmanagement“.

Im Weiteren ist trotz Legacy-Auflagen das „Wargaming“ ein gängiges interaktives Verfahren im Planungs- und Entscheidungsprozess zum Untersuchen, Bewerten und Vergleichen von Handlungsmöglichkeiten und deren Chancen und Risiken. Wargaming hat neben der militärischen Anwendung auch Einzug in die strategische Unternehmensplanung gefunden. Es ist zunächst ein gedanklicher Prozess, bei dem u.a. in einem Rollenspiel der mögliche Verlauf einer Strategie, Operation oder taktischen Massnahme schrittweise entwickelt bzw. fortentwickelt wird. Zusätzlich werden auch Schwachstellen in den eigenen Handlungsmöglichkeiten sowie möglicher Nachsteuerungsbedarf aufgezeigt. Die menschlichen Spieler konzentrieren sich voll auf Führungsentscheidungen. Der für menschliches Entscheiden zentrale Vorgang des mentalen Simulierens möglicher Handlungsabläufe soll also durch rechnergestützte und möglichst aufgabenspezifische Visualisierung so unterstützt werden, dass auch Muster, die die Vorstellungskraft des menschlichen Gehirns übersteigen, erkannt und bewertet werden können. Wargaming dient so zur Illustration des Machbaren sowohl eigener Optionen, als auch der Möglichkeiten des Feindes sowie anderer potentieller Einflussfaktoren des Konfliktverlaufes in einer interaktiven aber simulationsunterstützten Entscheidungsumgebung. Wargaming kann grundsätzlich zur Unterstützung von Analysen und Planungen auf allen Ebenen eingesetzt werden.

## **Mehrwert der Forschungsergebnisse**

### **A Stab, FUB, LBA, HE, LW, BABS**

- Beurteilung der Auswirkungen neuer Technologien und wissenschaftlicher Erkenntnisse auf Operationsphilosophie und -planung sowie auf militärische Fähigkeiten
- Unterstützung der strategischen Planung und Konzeptentwicklung
- Unterstützung der Architekturentwicklung für die vernetzte Operationsführung
- Unterstützung der Ausbildung vor allem durch modell- und simulationsgestützte Szenarien
- Optimierung der Schnittstellen zwischen einsatzbereiten und neu zu beschaffenden Systemen bzw. Plattformen
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan der Schweizer Armee

### **armasuisse**

- Bereitstellen systemanalytischer Grundlagen zur Beurteilung von Beschaffungsoptionen
- Simulationsgestützte Beurteilung der Optionen für Wirkungserhaltung und Wirkungssteigerung von Plattformen und Systemen
- Aufbau und Sicherstellen methodischer Grundkompetenz
- Basis für Einbringen Schweizer Expertise in internationale Projekte und Netzwerke

## Zielsetzungen

Auf allen oben dargestellten Kompetenzfeldern wird sowohl im militärischen als auch im zivilen Bereich mit unterschiedlichen Zielrichtungen gearbeitet. Mit einer guten Übersicht liesse sich abschätzen, welche Ansätze und Systeme eventuell als Demonstrator mit den militärischen und zivilen Nutzern gemeinsam getestet werden könnten. Der Trend zu einer verkleinerten aber effizienzgesteigerten Armee wird schon durch weitere Ressourcenkürzungen und ein kaum reduziertes, teilweise sogar erweitertes Aufgabenspektrum bedingt. Die Notwendigkeit zur Effizienzsteigerung erfordert u.a. wirkungsvolle Entscheidungsunterstützungssysteme.

Das Verständnis von Entscheidungsprozessen auf allen Ebenen in einem komplexen Umfeld und ihre sachgerechte Strukturierung mit wissenschaftlichen Methoden sollte an erster Stelle der Prioritätenliste stehen. Basierend auf entsprechenden Erkenntnissen sollten entscheidungsunterstützende Systeme erarbeitet werden, die den Einbau weiterer Komponenten als Subsysteme zulassen (z.B. agentenbasiertes Verhalten oder spezielle Optimierungsverfahren). Dabei sollte bereits frühzeitig zusammen mit dem späteren Nutzer gearbeitet werden. Je nach dem Stand der Technik (Monitoring) können dann weitere Komponenten ausgewählt werden.

**Modellbildung und Simulation (M&S)** hat in den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen und wird dies aufgrund vielfältiger neuer, kaum kalkulierbarer Herausforderungen bei gleichzeitig knappen Ressourcen auch weiterhin tun. In naher Zukunft werden Ausbildungs- und Trainingssimulationssysteme mit potenziellen Analysefähigkeiten den grössten finanziellen Anteil einnehmen. Massgeblicher Nutzen dürfte sich aber auch vermehrt in der Einsatzunterstützung ergeben. Konzeptionell und technisch gesehen haben Ausbildungssimulatoren einen so hohen Technologiebereitschaftsgrad erreicht, dass völlig neue methodische Ideen hier eher unwahrscheinlich sind.

**System Dynamics (SD)** findet insbesondere Anwendung im strategischen Bereich. So können die Auswirkungen von Management-Entscheidungen auf die Systemstruktur und das Systemverhalten (z.B. Unternehmenserfolg) simuliert und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Bei der Anwendung der Methode geht es hauptsächlich um die Identifikation und Untersuchung in sich geschlossener Wirkungsketten. System Dynamics ist insbesondere gut geeignet, um rein verbale Argumentationsketten in analytisch zugängliche Formalisierungen zu überführen. Auf diese Weise können die Diskussion beispielsweise sicherheitspolitischer Themen präzisiert und mögliche Auswirkungen von Entscheidungen illustriert werden. Hier soll das Methodenverständnis entwickelt werden.

**Modell-Verifikation, Validierung** und ggf. Akkreditierung (VV&A) soll letztlich dazu dienen, verlässliche Grundlagen für die modellgestützten Entscheidungen zu garantieren, falls ein Modell dazu benutzt werden soll, Entscheidungen vorzubereiten, die sich auf reale Systeme beziehen. Dazu ist es notwendig, die Abbildungsgenauigkeit, Korrektheit, Vollständigkeit und Anwendbarkeit des Modells zu bewerten und gegebenenfalls zu erhöhen. VV&A ist für die Modellbildung und Simulation zentrales Dauerthema. Sowohl im nationalen (USA, GBR, DEU) als auch im internationalen (NATO) Rahmen gibt es seit Jahren Bemühungen zur Standardisierung der VV&A-Prozesse für militärisch genutzte Modelle. Diese Entwicklungen gilt es mit zu verfolgen.

**Konzeptentwicklung und deren experimentelle Überprüfung (CD&E - Concept Development and Experimentation)** ist darauf ausgerichtet, die Eignung strategischer Konzepte, operationeller Fähigkeiten, Prozesse und Strukturen zur Bewältigung der beauftragten Aufgaben zu analysieren und optimieren zu können. Wichtig sind hierfür insbesondere die Modellbildung und die Simulation (M&S) sowie die Durchführung von Experimenten, z.B. in Form von Echtübungen oder Planspielen. Dabei könnte das M&S-Umfeld direkt mit den vorhandenen Ausbildungseinrichtungen verknüpft, um z.B. Echtzeitdaten mit eigenen Modellannahmen zu kombinieren und in ein Simulationsumfeld einzupflegen. M&S sowie deren experimentelle Überprüfung ist für Streit- und Sicherheitskräfte im Zeitalter der Transformation von zentraler Bedeutung, da bereits im Vorfeld eines Einsatzes überprüfen werden kann, ob die durch die Planung bereitgestellten Fähigkeitspakete dem geforderten Aufgabenspektrum gerecht werden. Mit Hilfe von CD&E können die unterschiedlichen Beiträge der Teilstreitkräfte besser aufeinander abgestimmt und dadurch die angestrebten streitkräftegemeinsamen Wirkungsverbünde optimiert werden.

### **Umsetzungsziele 2012-2016**

Mit der Durchführung von Forschungsprojekten werden die zur Verfügung stehenden Modelle, Methoden und Simulationsgrundlagen für das Komplexitätsmanagement weiterentwickelt und in enger Abstimmung und Zusammenarbeit mit den Anspruchsgruppen angewendet. Weitere Forschungsbemühungen sind die Verbesserung der Leistungsfähigkeit vorhandener Simulationseinrichtungen, z.B. durch die gesteigerte Übertragungs- und Verarbeitungsgeschwindigkeit grosser Datenmengen oder die realistischere Darstellung virtueller Umgebungen. Evaluation der Anwendung von kredalen Netzwerken und den entsprechenden Prozessen und der Prozessführung für relevante Fragestellungen im Rahmen von multinationalen Projekten und die Entscheidungsfindung.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich (MILAK)
- ZHAW
- Universität der Bundeswehr München, Lehrstuhl für Operations Research
- Naval Postgraduate School (NPS), Monterey
- National Defence University Washington D.C.

### **Industrie**

- IABG
- EGS
- CASSIDIAN (DEU)
- CAE
- Institut für Technik intelligenter Systeme – ITIS GmbH (DEU)
- RAND Europe (UK)

### **Staatliche Partner**

- Zentrum für Transformation der Bundeswehr (DEU)
- NATO School, Oberammergau (NATO)
- NATO C3 Agency (NATO)
- DSTL (UK)

## Innovation und Querschnittsthemen

### 4.6 Materialwissenschaft und Energie

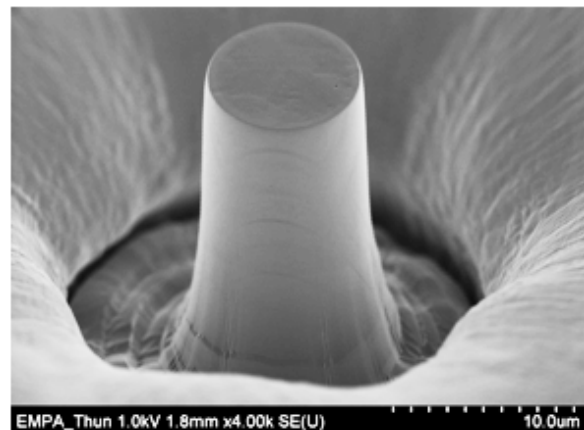
#### Stichworte

Aerogele, adaptive Werkstoffe, alternative Energiequellen, amorphe Metalle, Batterien, Bekleidung, Beschichtungen, Brennstoffzellen, Energieeffizienz, Energiemanagement, Energieversorgung, Energieversorgungskette, Energiespeicher, Farbstoffe, Faserverbundwerkstoffe, flüssigkristalline Werkstoffe, Flüssigkern-Fasern, Formgedächtnislegierungen, Fullere, Funktionskeramiken, Generatoren, Gläser, Graphen, hochfeste Stähle, Hochtemperatur-Supraleiter, Keramik, Klebtechnologien, Kohlenstoffe, Komposite, Kunststoffe, Magnete, Membrane, metallische Gläser, Metall- und Keramik-Matrix-Verbundwerkstoffe, Metamaterialien, Mikrotechnik, Miniaturisierung, multifunktionale Werkstoffe, Nanopartikel, Nanotechnologie, Nanotubes, Oberflächentechnik, optische Materialien, Photovoltaik, Polymere, Quasikristalle, Schichtverbunde, Solarzellen, Textilien, Umformen, Wärmespeicher, Werkstoffe, 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)

#### Veranlassung und Nutzen

Die Materialwissenschaften inklusive Werkstofftechniken, Mikro- und Nanotechnologie sowie Energie sind Schlüsselbereiche der Zukunft und vor allem in Verbindung mit anderen Technologien von Bedeutung. Als Querschnittstechnologien sind sie damit als wichtige Elemente komplexer Systeme zu betrachten. Technologien in diesen Bereichen liefern neben einem Beitrag zur Miniaturisierung auch völlig neue und innovative Konzepte und Möglichkeiten für die Leistungsprofile hoch stehender technologischer Güter bezüglich funktionaler Eigenschaften, Nachhaltigkeit, Lebensdauer, Unterhalt, Umweltverträglichkeit und Entsorgung. Kompetenzen in diesen Bereichen können die Qualität und die Leistung von Systemen in entscheidendem Mass erhöhen, Kosten optimieren und relevante Beiträge zu anderen Forschungsthemen leisten.



Der Energiebedarf zum Betrieb einzelner technischer Komponenten wird in der Regel durch die zunehmende informations- und kommunikationstechnische Vernetzung von technischen Systemen und Plattformen erhöht. Dies führt bei mobilen Plattformen zu Herausforderungen bezüglich Energieerzeugung und -speicherung. Die Abhängigkeit von der Logistik als mögliche Risikoquelle ist durch neue Konzepte und Technologien für eine energietechnische Selbstversorgung insbesondere von mobilen und autonomen Plattformen zu reduzieren.

Zudem sind Aktivitäten und Auswirkungen, die an einen Umgang mit Energieerzeugung, Energiespeicherung und -verbrauch gebunden sind, unter dem Gesichtspunkt der missionsorientierten Fähigkeiten der Einsatzkräfte und ihrer Ausrüstung zu betrachten. Folgende Themen sind hinsichtlich Energieversorgung für die Optimierung der operationellen Fähigkeiten der Einsatzkräfte von Bedeutung:

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

Geeignete Energiequellen und -erzeugung und ein optimales, missionsbezogenes Energiemanagement sind dabei von besonderem Interesse.

## **Mehrwert der Forschungsergebnisse**

### **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 der Schweizer Armee

### **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 die umfassendere Sicherstellung der wissenschaftlich-technischen Kompetenzen zu den beiden Forschungsschwerpunkten „Technologien für operationelle Fähigkeiten“ und „Technologieintegration für Einsatzsysteme“ und die Förderung von Innovationen bei der Entwicklung entsprechender Technologiedemonstratoren

## **Zielsetzungen**

Die relativ grosse Bedeutung der Materialwissenschaft ergibt sich aus der Tatsache, dass die Möglichkeiten und Grenzen technischer Systeme betreffend z.B. Multifunktionalität, Miniatürisierung, Gewicht und Schutzwirkung in zunehmendem Mass durch die Werkstoffe und deren Eigenschaften insbesondere in Verbindung mit der Mikro- und Nanotechnologie beeinflusst werden. 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 verschiedener Wirkmittel relevant.

Für die Streitkräfte massgebend ist z.B. die Frage, wie durch den Einsatz neuer Materialien oder durch die geeignete Kombination unterschiedlicher Werkstoffe Entwicklungsfortschritte hinsichtlich Schutzwirkung oder Gewichtsreduktion zur Steigerung der Einsatzfähigkeit und zur Senkung des Energieverbrauchs erreicht werden können. Für umfassende Schutzkonzepte interessant sind zudem auch Werkstoffentwicklungen, die z.B. aktive Verformungen von Oberflächen erlauben und dadurch die Tarnung und Täuschung verbessern können. Die Weiterentwicklung von Materialien mit optischen Eigenschaften ist im Bereich der Informations- und Datenverarbeitung 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 nutzen 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. Flüssigkernfasern sind schockabsorbierende Kleider, ultraleichte Verbundstoffe oder in schuss sicheren 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 entsprechende Untersuchungen sollen insbesondere Aufschluss über die Einsatzpotenziale und den möglicherweise bestehenden konzeptionellen Handlungsbedarf geben.

Um die Abhängigkeit der operationellen Fähigkeiten der Schweizer Armee von Energieresourcen und insbesondere die logistische Abhängigkeit als mögliche Risikoquellen zu reduzieren sind im Bereich **Energiemanagement** Einsatzmöglichkeiten von Technologien betreffend Energieautarkie und Energieeffizienz und somit neue Konzepte zur energietechnischen 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. Diesbezügliche Forschungstätigkeiten sind eng mit dem Forschungsthema Komplexitätsmanagement und der Anwendung der Modellbildung und Simulation verknüpft.



## **Umsetzungsziele 2012-2016**

Die Forschungstätigkeiten haben zum Ziel neue Entwicklungen und Trends im Bereich der Materialwissenschaft aufzuzeigen und deren Bedeutung für sicherheits- und verteidigungs-technisch relevante, zukünftige 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 Composite und deren Grössenabhängigkeit sind deshalb zu untersuchen und entsprechende Verfahren zur Werkstoffherstellung und -verarbeitung zu nutzen. Im Bereich Werkstoffprüfung sind das Wissen und die Anwendungssicherheit bei zerstörungsfreien Prüfmethoden für moderne Werkstoffsysteme zu fördern.

Betreffend Forschungsthema Energie wird ein Aufbau von Expertenwissen für eine sichere und rechtzeitige Verfügbarkeit von Energie für mobile Systeme und Plattformen angestrebt. Dabei sind geeignete Energiequellen und deren vernetzter Einsatz von Interesse. In einem ersten Schritt werden Stand sowie Trends von Energietechnologien aufgezeigt und kategorisiert. Für die Optimierung des Energiemanagements bei verschiedenen Einsatzszenarien sind systemanalytische Verfahren und Methoden anzuwenden.

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.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- ETH Zürich
- EPFL
- Berner Fachhochschule BFH

### **Industrie**

- RUAG Schweiz AG
- CASSIDIAN (DEU)

### **Bund**

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

### **Staatliche Partner**

- Fraunhofer Institute (DEU)
- Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis ISL (DEU/FRA)

## Innovation und Querschnittsthemen

### 4.7 Human Factors

#### Stichworte

Anthropotechnik, augmented Reality, Ausbildung, E-Learning, Entscheidungsprozesse, Ergonomie, Hardware-Ergonomie, , Human Factors Management, Human Factors Quantifizierung, Ideenmanagement, Individuum in vernetztem Umfeld, Informationsaufnahme, Informationsinterpretation, Informationsdarstellung, Interoperabilität, Kompatibilität, Mensch-Maschine- Schnittstelle, Multinationalität, Rekrutierung, Resilience Engineering, Software-Ergonomie, sozio-technische Systeme, Spracherkennung, Stressresistenz, Stressbewältigung, Teameffektivität, Werteorientierung, Wissensmanagement, zwischenmenschliches Verhalten

**EDA:** Informatik & mathematische Anwendungen (A08), Humanwissenschaften (A10), Simulatoren, Übungssysteme & Künstliche Umgebungen (B08), Systemintegration (B09), Kommunikations- und Informationstechnologien (B10), Defence Analysen (C01), Personal, Ausbildung & Gesundheit (C05) Aufklärungssysteme (C07)

#### Veranlassung und Nutzen

Der Mensch spielt als Entscheidungsträger und als Akteur in Organisationen und sozio-technischen Systemen eine zentrale Rolle. Im sicherheitspolitischen und im militärischen Kontext wird seine Bedeutung durch spezifische Fähigkeitsanforderungen zusätzlich unterstrichen. Dazu gehört der Umgang mit der durch konzeptionelle und technische Innovationen zunehmenden Vernetzung, der Beschleunigung von Entscheidungsprozessen bei gleichzeitig steigender Komplexität, dem Agieren und Kooperieren in einem multinationalen und multikulturellen Umfeld mit einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure sowie den Anforderungen aufgrund der Einsatzsituation.



Das prioritäre Forschungsthema Human Factors setzt sich mit den Auswirkungen der Einsatzbedingungen auf das Individuum und dessen Leistungsfähigkeit auseinander. Dabei geht es sowohl um physische, psychische, kognitive als auch soziale Aspekte, welche für die Wechselbeziehungen zwischen Mensch und moderner Technologie sowie Organisationsentwicklung bedeutsam sind. Auch Aspekte wie z.B. das individuelle und das gesellschaftliche Risikobewusstsein und deren Rückwirkungen auf den Einsatz sollen berücksichtigt werden. Durch das frühzeitige Erkennen der menschlichen Leistungsfähigkeit lässt sich das Risiko menschlichen Versagens signifikant reduzieren.

Moderne Organisationen sind bewusst wissensbasiert. Organisationsentwicklung sei es für die Verwaltung oder sei es für die Sicherheitskräfte ist daher ohne Wissensmanagement nicht denkbar. Wichtige Themen sind dabei u.a. die Sicherstellung des Wissenstransfers sowie die gezielte Auswertung relevanter Informationsquellen. Wirkungsorientierte Ansätze, die den Kern der Vernetzten Operationsführung darstellen, bedürfen neuer Wissensgrundlagen

um die Zielbestimmung, die entsprechende Planung und die erforderlichen Maßnahmen ganzheitlich durchführen zu können.

Im Vordergrund des Themas Mensch-Maschine-Schnittstelle steht der Umgang des Menschen mit technischen Systemen, um daraus Rückschlüsse für deren optimale Gestaltung zu ziehen. Immer wichtiger wird dabei die Ergonomie bei der Gestaltung von technischen und virtuellen (Software) Systemen und Plattformen sowie der Ausrüstung für die Einsatzkräfte. Die Berücksichtigung der Wechselbeziehungen zwischen Systemdesign und der individuellen Belastbarkeit, bei der sowohl physische, psychische wie auch medizinische Aspekte zu beachten sind, spielt dabei eine wichtige Rolle. Dies gilt für die Gestaltung der Schutzbekleidung und Ausrüstung moderner Sicherheitskräfte, die Konzeption komplexer Mensch-Avionik-Schnittstellen in modernen Kampfflugzeugen genauso wie für den Innenraumbau von Fahrzeugen und Führungsräumen. Multimedial erfahrbare virtuelle Umgebungen haben in dem hier betrachteten Kontext einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit heutiger Streitkräfte. Neben der geforderten Effektivität und Effizienz des Menschen sind hier auch Gesundheit, Sicherheit und soziale sowie psychische Auswirkungen ein Thema.

Im Zuge des Trends zur Vernetzten Operationsführung nehmen der Grad der Interoperabilität bzw. des Austauschs zwischen Individuen und Gruppen und damit die zwischenmenschlichen Schnittstellen deutlich zu. Die Beschäftigung mit den kooperationsfördernden und -hemmenden Faktoren im Zusammenhang mit der individuellen bzw. der Teameffektivität sind daher wichtig. Auch der Einfluss unterschiedlicher Organisationskulturen auf das Individuum und das kollektive menschliche Verhalten spielt eine Rolle, wobei hier die Forschung noch am Anfang steht was den Aspekt von multinationalen oder multikulturellen Einsätzen angeht. Hier sind auch Verhaltensunterschiede der Nutzung verschiedener elektronischer Medien aufgrund des Alters oder der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Generation zu berücksichtigen.

Angesichts der zentralen Rolle von Informationen, inklusive Geoinformationen für die Einsatzkräfte bei der Vernetzten Operationsführung rücken die Unterschiede zwischen Individuum und Gruppe bei der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -interpretation in den Mittelpunkt des Interesses. Ebenso prägt das Organisationsumfeld, in dem der Einzelne tätig ist, das individuelle Informationsverhalten. Erkenntnisse hierzu sind u.a. für die Erarbeitung der Informationsdarstellung resp. des Lagebildes sowie für den gezielten und organisationsgerechten Informationsaustausch von grosser Bedeutung.

Die mit der Weiterentwicklung der Armee verbundenen Trends zu einer höheren Informations- und Kommunikationsdichte, zu intensivierten ressortübergreifenden Kooperationen sowie die Beschleunigung der Entscheidungsprozesse stellen die in den bestehenden Aufbau- und Ablaufstrukturen arbeitenden Menschen vor neue Herausforderungen. Aspekte wie die zunehmende Aufgabenvariabilität bei steigender Komplexität, die Bewältigung von „Mehrfachloyalitäten“ in prozessorientierten Matrixorganisationen, der Vertrauensaufbau in vernetzten Strukturen mit anderen Formen des sozialen Austauschs, die Selbstkoordination, -organisation und -kontrolle sowie die erhöhte Autonomie der Akteure sind zu berücksichtigen. Im Kontext eines verstärkten multinationalen Agierens der Einsatzkräfte ist der entsprechende Kompatibilitäts- und Interoperabilitätsbedarf in den Bereichen Kultur, Prozesse, Strukturen und Verfahren zu beachten.

## Mehrwert der Forschungsergebnisse

### VBS, A Stab, FUB, LBA, HE, LW

- Ansprechstelle und Informationsplattform im VBS für Projekte und Methoden des modernen Wissensmanagements
- Unterstützung des Aufbaus wissensintensiver streitkräftegemeinsamer sowie ressortübergreifender Prozesse
- Sensibilisierung für wissensbedingte Kooperationsbarrieren zu anderen nationalen oder internationalen Organisationen und damit Beitrag zur Verbesserung der Interoperabilität
- Grundlagen für die Informationsnutzung und Informationsverarbeitung durch Individuen und Gruppen und für die Gestaltung der informationsbasierten Systemarchitektur
- Erarbeitung der Voraussetzungen für streitkräftegemeinsames Lagebild sowie für stufengerechte und rollenorientierte Informationsaufbereitung und -weitergabe
- Grundlagen für Doktrinentwicklung und Einsatzunterstützung
- Erkenntnisse für die Beschleunigung komplexer Entscheidungsprozesse
- Grundlagen für Schulungskonzepte im Zusammenhang mit der Vernetzten Operationsführung
- Erkenntnisse für die Optimierung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Wissenschaftliche Entscheid- und Beratungskompetenz am Fliegerärztlichen Institut der Luftwaffe
- Steigerung der Flugsicherheit durch nachhaltige Beurteilung von Human Factors im Betrieb militärischer Luftfahrzeuge
- Kostensenkung durch spezifischere vorfliegerische Pilotenselektion und Förderung der Einsatzfähigkeit von Piloten
- Kompetenzbeiträge zu Fähigkeitslücken gemäss Masterplan der Schweizer Armee

### armasuisse

- Unterstützung bei der 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

## Zielsetzungen

Mit der Steigerung der Einsatz- und Leistungsfähigkeit der Streit- und Sicherheitskräfte gewinnt die umfassende Betrachtung der Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie des zwischenmenschlichen Informationsaustauschs bei der Vernetzten Operationsführung an Bedeutung. Dabei sind Erkenntnisse und Grundlagen zum Umgang des Menschen mit Informationen, mit komplexen Entscheidungsprozessen und mit technischen Systemen wichtig. Zu berücksichtigen sind u.a. die Ergonomie beim Design von technischen Plattformen und Systemen sowie das Mediennutzungsverhalten der jüngeren Generation.

Insbesondere bei der Optimierung des menschlichen Leistungsvermögens in der Luftfahrt ist die Interaktion Mensch-Maschine zu beherrschen. Dazu gehören flugmedizinische und flugpsychologische Aspekte sowie die Thematik des Crew Resource Managements. Hierbei interessiert vor allem das Zusammenspiel zwischen der Leistungsfähigkeit der Piloten und der

Fülle von entscheidungsrelevanten Informationen, die diese unter schwierigen physischen Bedingungen bewältigen müssen.

Multimediale virtuelle Umgebungen und der Umgang des Individuums mit diesen Systemen, sowie die Informationsaufnahme und -verarbeitung haben eine besondere Bedeutung. Da die Effektivität entsprechender Anwendungen in der Praxis sehr von nationalen und kulturellen Voraussetzungen sowie vom Profil der Generationen abhängt, sollte hier in den Kompetenzaufbau investiert werden.

### **Umsetzungsziele 2012-2016**

Im Rahmen des Forschungsprogramms zum Forschungsthema „Der Mensch als effiziente Einsatzkraft“ sind Forschungsprojekte betreffend Human Factors zu prüfen. Methoden und Anwendungspotenziale zur Quantifizierung und Klassifizierung von Human Factors sowie konzeptionelle Ansätze und deren Anwendung für die Beschleunigung komplexer Entscheidungsprozesse sind zu analysieren. Eine umfassende Betrachtung der Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie des zwischenmenschlichen Informationsaustauschs bei der Vernetzten Operationsführung ist bei Bedarf im Rahmen des Forschungsthemas Komplexitätsmanagement mittels Modellbildung und Simulation der menschlichen Faktoren mit der technischen und virtuellen Umgebung, in Gruppen und Organisationen und bei unterschiedlichen Szenarien anzugehen. 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 prüfen. Im Auftrag der DL VBS werden Methoden und Instrumente des Wissensmanagements vernetzt und gefördert.

## **Potenzielle Partner - Internationale Zusammenarbeit**

### **Universitäten und Hochschulen**

- Universität der Bundeswehr München, Institut f. Technik Intelligenter Systeme ITIS (DEU)

### **Industrie**

- RUAG Schweiz AG
- Forventis GmbH, Zürich
- Schulthessklinik, Zürich
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR (DEU)

### **Bund**

- VBS / BABS / Konzeption und Koordination / AG SKI
- VBS / Verteidigung / Fliegerärztliches Institut FAI

### **Staatliche Partner**

- Fraunhofer Institute (DEU)

## **Finanzierung 2012-2015**

Klassifizierte Beilage

## **Verteiler**

Klassifizierte Beilage



## Anhang

---

### A1. Definition der Forschung der Bundesverwaltung

Die Forschung der Bundesverwaltung wird gemeinhin als „Ressortforschung“ bezeichnet. Es handelt sich dabei um Forschung, deren Ergebnisse von der Bundesverwaltung resp. der Bundespolitik für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden oder die sie initiiert, weil sie im öffentlichen Interesse liegt. Sie umfasst im Einzelnen

- (1) Forschung intramuros der Bundesverwaltung, bzw. den Betrieb von bundeseigenen Forschungsanstalten,
- (2) die Durchführung eigener Forschungsprogramme, namentlich in Zusammenarbeit mit Hochschulforschungsstätten, Forschungsförderungsinstitutionen, der Kommission für Technologie und Innovation KTI oder weiteren Förderorganisationen,
- (3) Beiträge an Hochschulforschungsstätten für die Durchführung von Forschungsprogrammen, soweit diese der Erfüllung der Aufgaben der Bundesverwaltung dienen, sowie
- (4) Aufträge der Bundesverwaltung an Dritte.

Nicht zur „Ressortforschung“ gehören die Ausgaben der vom Bund finanzierten Hochschulen und deren Annexanstalten, Beiträge des Bundes an den Schweizerischen Nationalfonds SNF, die Kommission für Technologie und Innovation KTI und an wissenschaftliche Institutionen gemäss Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIGG ([SR 420.1](#)) (Akademien, wissenschaftliche Hilfsdienste, etc.), sowie Beiträge an internationale wissenschaftliche Institutionen und Organisationen.

### A2. Gesetzlicher Auftrag

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. Die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung werden im geltenden Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIGG ([SR 420.1](#)) weiter präzisiert: Die Bundesverwaltung ist ein Forschungsorgan, soweit sie für die Erfüllung ihrer Aufgaben selbst Forschung durchführt, Forschung in Auftrag gibt oder unmittelbar unterstützt oder weitere Forschungsmassnahmen trifft, bzw. Aufgaben der Innovationsförderung wahrnimmt (Art. 5, Buchstabe c). Der Bund fördert die Forschung nach dem FIGG und Spezialgesetzen durch direkte Beiträge und andere Massnahmen der Bundesverwaltung (Art. 6, Abs. 1, Buchstabe e). Die Departemente können für Aufgaben im öffentlichen Interesse Forschungsaufträge erteilen oder sich an den Kosten von Forschungsvorhaben beteiligen (Art. 16, Abs. 5). Mit Art. 24 werden die Forschungsorgane verpflichtet, Mehrjahresprogramme zu erstellen, in welchen sie Auskunft über die beabsichtigten Forschungstätigkeiten geben (vgl. Forschungs- und Innovationsförderungsverordnung V-FIGG, Art. 12).

#### Spezialgesetzliche Grundlagen

Neben der übergeordneten Verankerung im FIGG ist die Forschung der Bundesverwaltung auf rund 40 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 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 rund 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 gleicher „Augenhöhe“, dem die eigenen aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Grunde 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 eine mehr oder weniger grosse Aktivität in der Forschung der Bundesverwaltung nach sich ziehen kann.

Eine Übersicht über die Spezialgesetze, die internationalen Verpflichtungen und parlamentarischen Aufträge ist im Bericht des Steuerungsausschusses-BFT „Ressortforschung: Finanzielle Gesamtlage 2004-2007 und spezialgesetzliche Voraussetzungen“ aus dem Jahr 2008 enthalten.

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

#### Steuerungsausschuss-Bildung-Forschung-Technologie

Der Steuerungsausschuss-Bildung-Forschung Technologie (Steuerungsausschuss-BFT) wurde im Zuge der Reorganisation des Bereichs 'Bildung, Forschung und Technologie' 1997 durch den Bundesrat eingesetzt. Das Präsidium des Steuerungsausschusses-BFT wird durch die Direktorinnen/Direktoren des Staatssekretariates für Bildung und Forschung (SBF) und des Bundesamtes für Berufsbildung und Technologie (BBT) gebildet. Es nimmt für den Bundesrat allgemeine Steuerungsaufgaben in Zusammenhang mit der Forschung der Bundesverwaltung wahr, namentlich bei der Koordination der Forschungskonzepte<sup>3</sup> sowie bei Fragen der Qualitätssicherung.<sup>4</sup> Es unterstützt die Bundesämter bei der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und kann Evaluationen initiieren.

Die Mitglieder des Steuerungsausschusses-BFT sind die Direktorinnen/Direktoren der Bundesämter mit eigener Forschung, der Bundeskanzlei und der eidg. Finanzverwaltung sowie je ein Vertreter des Schweizerischen Nationalfonds SNF, der Kommission für Technologie und Innovation KTI und des Rats der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Rat). Der Steuerungsausschuss-BFT stellt die strategische Koordination der Forschung der Bundesverwaltung sicher und unterstützt sein Präsidium in der Wahrnehmung der Verantwortung für das Gesamtsystem. Er verabschiedet Richtlinien auf Vorschlag des Präsidiums, nimmt Aufgaben wahr bei der Auswahl von Nationalen Forschungsprogrammen NFP und Nationalen Forschungsschwerpunkten NFS und erhebt jährlich den Forschungsaufwand und den Budgetrahmen der Forschungskredite der Bundesverwaltung für die Berichterstattung an den Bundesrat. Zudem informiert er den Bundesrat über laufende und geplante Massnahmen im Bereich der Forschung der Bundesverwaltung wie Evaluationen und Aktivitäten im Zusammenhang mit parlamentarischen Vorstössen, etc..

Die ämter- und departementsübergreifende Steuerung der finanziellen Ressourcen der Forschung der Bundesverwaltung fällt allerdings nicht in den Aufgabenbereich des Steuerungsausschusses-BFT. 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>5</sup> Diese Steuerung muss in letzter Verantwortung durch das Parlament über die Genehmigung der jeweiligen spezifischen Forschungskredite der Ämter erfolgen und kann mit dem heutigen Verfahren vom Parlament im Rahmen der jährlichen Budgetentscheide effizient wahrgenommen werden.

<sup>3</sup> „Grundsätze für die Erstellung der Konzepte 2013-2016 betreffend die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung in den 11 Politikbereichen“, Steuerungsausschuss-BFT, Mai 2011.

<sup>4</sup> „Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes“, Richtlinien des Steuerungsausschusses-BFT, November 2005.

<sup>5</sup> BBl 2007 847 (<http://www.admin.ch/ch/d/ff/2007/847.pdf>).

### Koordinationsgruppe, Sekretariat des Steuerungsausschusses-BFT

Für die Vorbereitung seiner Geschäfte unterhält der Steuerungsausschuss-BFT eine Koordinationsgruppe, in welche die Forschungsverantwortlichen der Bundesämter Einsitz nehmen. Die Koordinationsgruppe wird durch das Sekretariat des Steuerungsausschusses-BFT geleitet, welches am Staatssekretariat für Bildung und Forschung SBF angesiedelt ist. Das Sekretariat wiederum sichert den Informationsfluss zwischen den Mitgliedern und dem Präsidium des Steuerungsausschusses-BFT und betreut seine 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 aufdatierte 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 Verordnung über das Informationssystem ARAMIS betreffend Forschungs- und Entwicklungsprojekte des Bundes (SR 420.31) beschrieben: (1) Sichtbarmachen der Forschungstätigkeiten und der Evaluationen der Bundesverwaltung (Transparenz), (2) Vermeidung von Doppelspurigkeiten und (3) Werkzeug für die Bundesstellen zur einfachen Verwaltung von Forschungsprojekten (Managementinstrument).

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 die Qualitätssicherung in der Forschung der Bundesverwaltung und ist entsprechend in den Richtlinien des Steuerungsausschusses-BFT über die Qualitätssicherung verankert. Für die Koordination der Forschung unter den Bundesstellen 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 Steuerungsausschusses-BFT zusammengestellt. Damit wird garantiert, dass dieser jährlich über die Mittelentwicklung und -einsatz bei den einzelnen Ämtern informiert ist und dass er die Forschungsplanung und den effizienten Mitteleinsatz unterstützen kann.

### Gliederung der Forschung der Bundesverwaltung in Politikbereiche zur verbesserten Koordination

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, werden vom Bundesrat im Rahmen der jeweiligen Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation festgelegt (vgl. FiFG Art. 24). Dazu erarbeiten die betroffenen Bundesstellen unter der Leitung eines federführenden Bundesamtes vierjährige Forschungskonzepte unter Einbezug von externen Fachexperten, bzw. von wissenschaftlichen Begleitkommissionen. Seit der BFI-Periode 2004-2007 wurden 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 (W+T, BABS, EDA/PD), 9. Berufsbildung (BBT), 10. Sport und Bewegung (BASPO), 11. Nachhaltiger Verkehr (ASTRA).

Im Rahmen der Erarbeitung der Forschungskonzepte 2013-2016 hat die Koordinationsgruppe des Steuerungsausschusses-BFT (1) die geplante Zusammenarbeit bei den Forschungsschwerpunkten in der Periode 2013-2016 identifiziert sowie rückblickend (2) die erfolgten Kooperationen und (3) die gegenseitige Vertretung in Leistungs-, Steuerungs- und Projektgruppen/Kommissionen in der Periode 2008-2011 eruiert. Die Resultate der Erhebung sind in der nachfolgenden Tabelle überblicksmässig abgebildet (Details s. Kapitel 5.5). Der Überblick zeigt, dass Kooperationen unter den Bundesstellen mannigfach erfolgen.

Matrix: X geplante Zusammenarbeit 2013-2016; O erfolgte Zusammenarbeit 2008-2011; + Einsitz Kommissionen, etc.												
FEDERFÜHREND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Ausserhalb Forschungs- konzept
Politikbereich:	Gesundheit	Soziale Sicherheit	Umwelt	Landwirt- schaft	Energie	Mobilität Entwicklung & Nachhaltige Raum- entwicklung	Entwick- lung & Zusam- menarbeit	Sicherheits- & Friedens- politik	Berufs- bildung	Sport und Bewegung	Nach- haltiger Verkehr	
Amt												
BAG		X O	X O +	X O +						X O +		X O +
BSV	+											X +
BAFU	X O +	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X O +
BLW / Agroscope	X O +	X	X O +		X O +	X +	X O +		X			X O +
BFE	O		O +	O +	+	O +	O +					
ARE			X	X	X					X	X	X
DEZA	X O +		X O +	X O	X O +				X O +			X O +
armasuisse								X				
BABS	X O		X O	X				X O				X O
ASIK								X				
BBT									X			+
BASPO	X O +		X O +			O +						
ASTRA	X O		X O		X O	X O +			X O	X O	X O	X O

Einige Bundesämter haben bei der Erhebung nur rückblickend die Periode 2008-2011, bzw. zukunftsgerichtet die Periode 2013-2016 berücksichtigt. Es besteht daher keine Gewähr auf Vollständigkeit.

#### A4. Evaluation der Qualitätssicherung und Nutzung der Ergebnisse in der Forschung der Bundesverwaltung

Die Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates (GPK-N) empfahl in Bericht 'Steuerung der Ressortforschung des Bundes' vom 23. August 2006,<sup>6</sup> die Umsetzung der vom Steuerungsausschuss-BFT im Jahr 2005 erlassenen Qualitätssicherungsrichtlinien<sup>4</sup> in der Forschung der Bundesverwaltung zu evaluieren, wozu der Bundesrat in seiner Antwort vom 15. Dezember 2006 zusagte.<sup>5</sup> Der Steuerungsausschuss-BFT hat die beiden Evaluationsobjekte 'Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien der Forschung bei den Ämtern' und die 'Nutzung der Forschungsergebnisse der Forschung der Bundesverwaltung in den jeweiligen Kontexten' festgelegt und entschied, die Evaluation entsprechend den internationalen Standards in Form einer internen Selbstevaluation und einer externen Evaluation durchzuführen. Der Schweizerische Wissenschafts- und Technologierat SWTR wurde vom Steuerungsausschuss-BFT mit der Durchführung der externen Evaluation unter Einbezug internationaler Experten mandatiert.

Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Qualitätssicherung in den Ämtern, welche zusammen mehr als 90% der Forschungsinvestitionen des Bundes tätigen, nach Grundsätzen erfolgt, die in den Richtlinien des Steuerungsausschusses-BFT festgehalten sind.<sup>7</sup> Verbesserungsbedarf ist bei denjenigen Bundesstellen gegeben, welche nur gelegentlich und mit geringem finanziellem Aufwand Forschung betrieben. Die vom Steuerungsausschuss-BFT erlassenen Richtlinien für die Qualitätssicherung haben in der Praxis ihre Nützlichkeit bewiesen, insbesondere in denjenigen Fällen, in denen die Qualitätssicherung auf Stufe Bundesstellen noch wenig entwickelt war. Der Nutzung der Forschungsergebnisse wird in der Praxis von den Bundesstellen eine grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Das Wissen über die tatsächliche Nutzung in einzelnen Projekten und Programmen ist bei den Verantwortlichen gross. Ebenso kennen sie die Voraussetzungen zur Schaffung optimaler Nutzungsbedingungen sehr gut. Jedoch wird nur in seltenen Fällen das Wissen über die Resultatennutzung konzeptgeleitet und systematisch erhoben sowie ausgewertet. Der SWTR empfiehlt abgestützt auf die Expertenmeinung, (1) die spezifische Qualitätssicherung innerhalb der Bundesstellen unter Einbezug des Steuerungsausschusses-BFT weiter voranzutreiben und zu konsolidieren, (2) die Qualitätssicherung explizit und mit konkreten Zielen für die jeweilige Planungsperioden in die Forschungskonzepte aufzunehmen, (3) den vermehrten Einsatz von wissenschaftlichen Begleitgruppen, (4) den Aufbau eines Systems für Berichterstattung und das Controlling der Ergebnissenutzung sowie (5) das verstärkte Zusammenwirken mit Forschenden an Hochschulen und die Gelegenheit zur Weiterbildung zu nutzen. Der Steuerungsausschuss-BFT hat in seinem Abschlussbericht zur Evaluation Massnahmen zur Umsetzung der Empfehlungen vorgeschlagen.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> BBI 2007 771 (<http://www.admin.ch/ch/d/ff/2007/771.pdf>).

<sup>7</sup> Abschlussbericht des Steuerungsausschusses-BFT «Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und der Nutzung der Forschungsergebnisse in der Ressortforschung» vom April 2010.









