

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische Militärzeitschrift
Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft
Band: 170 (2004)
Heft: 4

Artikel: Die Bedeutung der Interoperabilität für die Luftwaffe
Autor: Grünenfelder, Michael
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-69208>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Bedeutung von Interoperabilität für die Luftwaffe

Eine der Aufgaben von Streitkräften ist es, der politischen Führung und dem Souverän heute und in der Zukunft einen möglichst grossen Entscheidungs- und Handlungsspielraum zu schaffen für den Gebrauch des militärischen Instruments der Sicherheitspolitik. Heer und Luftwaffe schaffen diesen Entscheidungs- und Handlungsspielraum über die Entwicklung, den Aufbau und den Erhalt von militärischen Fähigkeiten. Für die Luftwaffe ist dies, zu einem nicht unerheblichen Teil, die Erhaltung ihrer Aufwuchsfähigkeit sowie die gleichzeitige Sicherstellung ihrer Kooperationsfähigkeit und ihrer Autonomiefähigkeit. Im Rahmen der Ausgestaltung dieser Fähigkeiten ist das Thema Interoperabilität im Sinne der «Befähigung von Streitkräften zur Zusammenarbeit»¹ zu analysieren, als Entscheidungsgrundlage auszugestalten, zu entscheiden und umzusetzen.

Michael Grünenfelder*

Einleitung

Die Notwendigkeit zur Schaffung von Interoperabilität wurde von der Schweizer Armee im Rahmen des Reformprojekts Armee XXI im Grundsatz erkannt und eingespurt.² Heute geht es um die konkrete Ausgestaltung und die Umsetzung dieses Aufgabenbereichs. Der folgende Beitrag beschränkt sich auf Interoperabilität mit ausländischen Streitkräften. Unsere unmittelbaren Nachbarn Österreich, Frankreich, Deutschland und Italien basieren heute alle auf Material, Standards und Verfahren, die über die Institutionen der NATO miteinander kompatibel gemacht worden sind und laufend kompatibel gehalten werden. Dies beeinflusst die Diskussion des Themas Interoperabilität auf den folgenden Seiten

* Michael Grünenfelder, Dr. oec. HSG, Chef Luftwaffendoktrin, 3003 Bern, dankt für ihre wertvollen Beiträge, Korrekturen und Kommentare (in alphabetischer Reihenfolge) Thomas Bättig, Br Walter Knutti, Maj i Gst Michael Leuthold, Markus Mäder (DSP), Beat Meier, Oberst i Gst Bernhard Müller, Oberst Hanspeter Ruckli, Oberst i Gst Peter Soller, Maj Jürg Studer, René Zürcher. Interpretationen, Unterlassungen und Fehler bleiben diejenigen des Autors.

entsprechend. Wir verzichten hier in der Folge auf die Darstellung des Umsetzungsprozesses für Interoperabilitätsziele im Rahmen der NATO Partnership for Peace.

Gewisse Faktoren führen dazu, dass die Erreichung und Erhaltung von Interoperabilität in der Luft heute ein langwieriger Prozess ist, der fundamentale Auswirkungen auf Führung, Ausrüstung, Logistik, Prozesse, Ausbildung, Training und Übungstätigkeit von Luftstreitkräften hat. Ein Verzicht auf den Ausbau und die Erhaltung von Interoperabilität durch die Luftwaffe wäre einerseits eine Einschränkung des Entscheidungs- und Handlungsspielraums der heutigen und der zukünftigen politischen Führung und des Souveräns. Andererseits würde er die laufenden Einsätze in der Existenzsicherung im grenznahen Ausland und in der Friedensförderung massiv erschweren bzw. verunmöglichen.

Der folgende Beitrag erklärt, wieso sich die Frage nach Kooperations- und Autonomiefähigkeit in der Luft in allen strategischen Aufgaben der Sicherheitspolitik stellt. In einem zweiten Schritt werden die für Luftmacht besonders relevanten Dimensionen des Begriffs Interoperabilität definiert, im Weiteren wird dargelegt, wie die Luftwaffe mit diesem Thema heute umgeht, und zum Schluss werden die Kriterien für die zukünftige Entwicklung der Interoperabilität der Luftwaffe entwickelt.

Problemstellung

Mehrere Umstände führen dazu, dass Interoperabilität für die Schweizer Luftwaffe zu einer entscheidenden Thematik geworden ist. Diese Umstände sollen in der Folge diskutiert werden.

Auf der sicherheitspolitischen und militärstrategischen Ebene ist die autonome Abschreckungswirkung der Armee 61 nur mehr eine von vielen möglichen Antworten auf ein Wiederentstehen einer territorialen Bedrohung der Schweiz. Die Armee 61 hatte aufgrund ihrer Auslegung keinen Bedarf an einer weit gehenden Interoperabilität mit ausländischen Streitkräften. Andere Szenarien als eine auf Autonomie

Interoperabilität schafft der politischen Führung Entscheidungs- und Handlungsfreiheit.

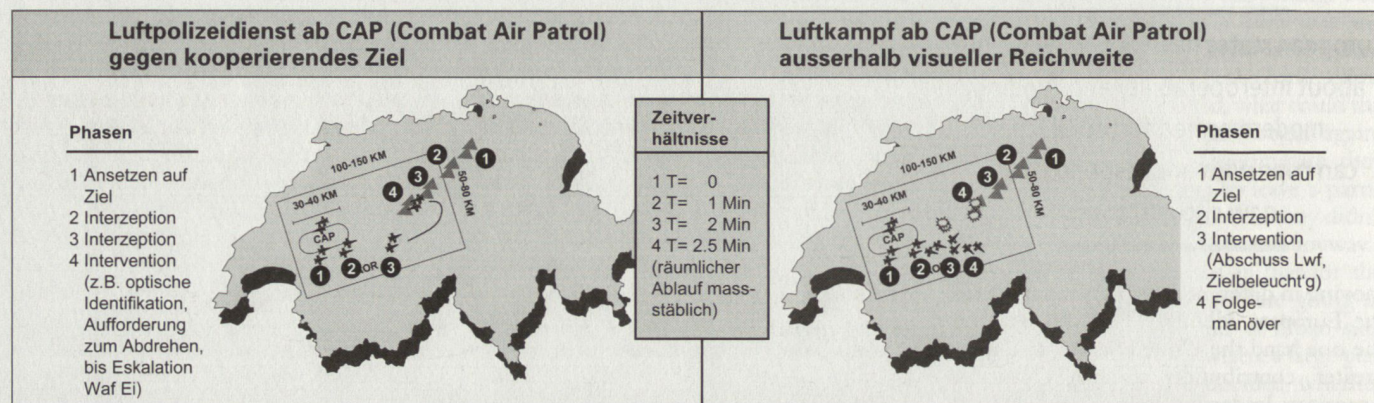
ausgelegte Landesverteidigung können nicht grundsätzlich und auf alle Zeiten ausgeschlossen werden.

Während Interoperabilität in keiner Weise ein Abseitsstehen oder ein autonomes Vorgehen verhindert, zwingt umgekehrt das Fehlen von Interoperabilität bis zu einem gewissen Grad zum Abseitsstehen bzw. zur Autonomie. Das Fehlen von Interoperabilität würde damit Handlungsfreiheit einschränken, das Vorhandensein von Interoperabilität dagegen schafft der politischen Führung die erforderliche Entscheidungs- und Handlungsfreiheit.

In allen Aufgaben der Armee ausserhalb des klassischen Verteidigungsfalls geht es per definitionem nicht ohne intensive Zusammenarbeit mit dem Ausland. Beispiele

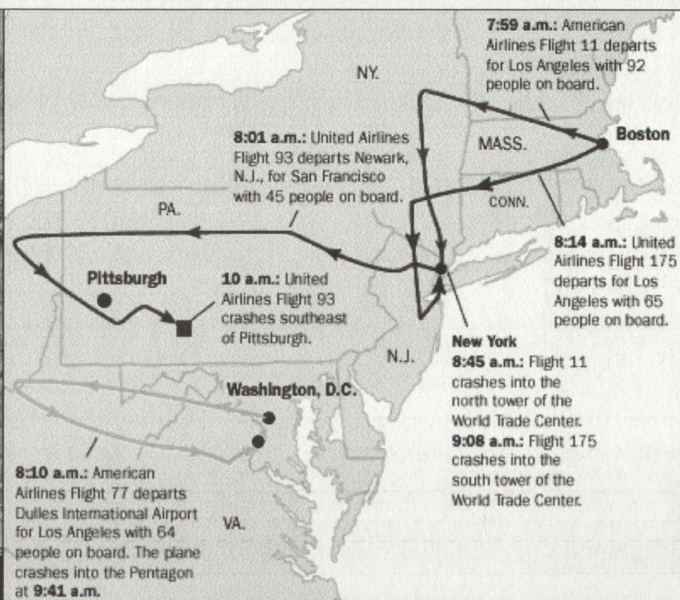
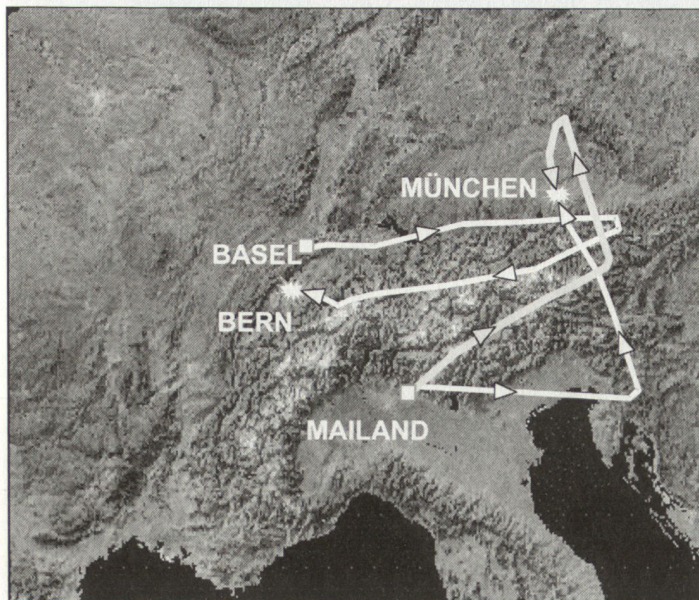
¹ Forschungsstelle für Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse, 1999, 1.

² Sicherheitspolitischer Bericht 2000, 47; Armeeleitbild XXI, 33.



Fluggeschwindigkeit führt zur Komprimierung der Reaktionszeiten.

Bild: Reglement Taktische Führung der Armee



Die Flugwege 9/11, über die Schweiz gelegt, ergeben ein internationales Luftpolizeiproblem bei Flugzeiten zwischen 15 und 30 Minuten. Bild: Luftwaffe

mögen die friedensunterstützenden Operationen im Kosovo ebenso sein, wie der Schutz des G8-Gipfels in Evian oder eingeschränkter des jährlichen WEF in Davos. Auch Grosskatastrophen und Grossterrorismus können im Eintretensfall grenzüberschreitende Massnahmen erfordern.

Im Luftraum ergeben sich einige zusätzliche Problemstellungen physikalischer und technischer Natur, die Interoperabilität verlangen.

Die Reisegeschwindigkeit von Flugzeugen ist seit vier Jahrzehnten mehr oder minder konstant und führt seit langer Zeit zur Komprimierung des Zeitbedarfs für schweizweite Operationen auf wenige Minuten. Die Abbildung Seite 26 veranschaulicht diesen Umstand an zwei Beispielen, einem hypothetischen Luftkampf und einem Luftpolizeidiensteinsatz, bei dem das einfliegende Ziel identifiziert werden muss.

Heutige Sensoren- und Waffenreichweiten führen dazu, dass wir in unserem Luftraum über keine operative Tiefe mehr verfügen. Auf heutigem Technologieniveau können relativ preiswerte Präzisionswaffen von weit ausserhalb des schweizerischen Territoriums gegen faktisch jeden Punkt innerhalb der Schweiz eingesetzt werden. Die Abbildung rechts illustriert dies am Beispiel einer amerikanischen Lenkbombe, die ohne Antrieb (und damit ohne IR-Signatur) mit einem Stealth Rumpf (und damit fast ohne Radarsignatur) schon

Reichweiten im Bereich von über 100 km erreicht. Im Bereich von Luft-Luft-Lenk- waffen geht die technologische Entwicklung reichweitenmässig in die gleiche Richtung, luftgestützte Radarsensoren sehen zudem einige hundert Kilometer in ein Land hinein.

Aufgrund der Erdkrümmung können unsere militärischen Radarstationen³ nicht beliebig weit ins benachbarte Ausland sehen. Dies verkürzt die zur Verfügung stehende Vorwarn- und Reaktionszeit, wenn nicht militärische Luftlagedaten⁴ aus dem Ausland mitgenutzt werden können.

Ein weiterer erschwerender Faktor ist die Topografie der Schweiz und unserer Nachbarn. Beispielsweise ermöglicht die österreichische Topografie eine Annäherung mittels Tiefflug in von uns nicht einsehbaren Bergtälern. Bei der Wahrung der Lufthoheit im Rahmen des WEFs in Davos ist dies ein Faktor, der in Zusammenarbeit mit Österreich geregelt werden muss.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass von der Schweiz nicht beein-

flussbare strategische, physikalische und technische Faktoren die Luftwaffe dazu zwingen, interoperabel zu sein und in den heute stattfindenden Einsätzen auch aktiv zu kooperieren.

In der Folge wollen wir uns ansehen, was Interoperabilität in der Luft bedeutet, wie die Luftwaffe damit umgeht und welche Herausforderungen sich in der Zukunft stellen.

Dimensionen von Interoperabilität

Gemäss dem Reglement «Begriffe» der Schweizer Armee wird Interoperabilität wie folgt definiert:

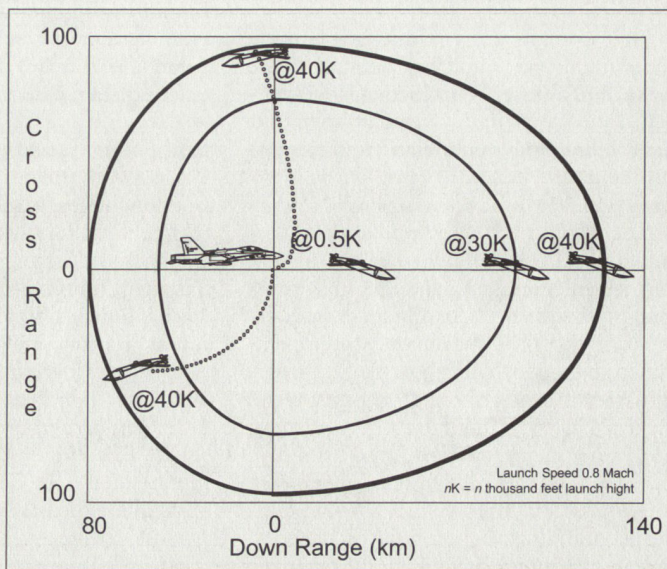
«Fähigkeit der Armee zur Kooperation mit anderen sicherheitspolitischen Instrumenten der Schweiz und zur Zusammenarbeit mit Streitkräften anderer Staaten und mit internationalen Organisationen. Setzt ein zielgerichtetes und effizientes Zusammenwirken von Truppen, Systemen und Teilstreitkräften voraus.»

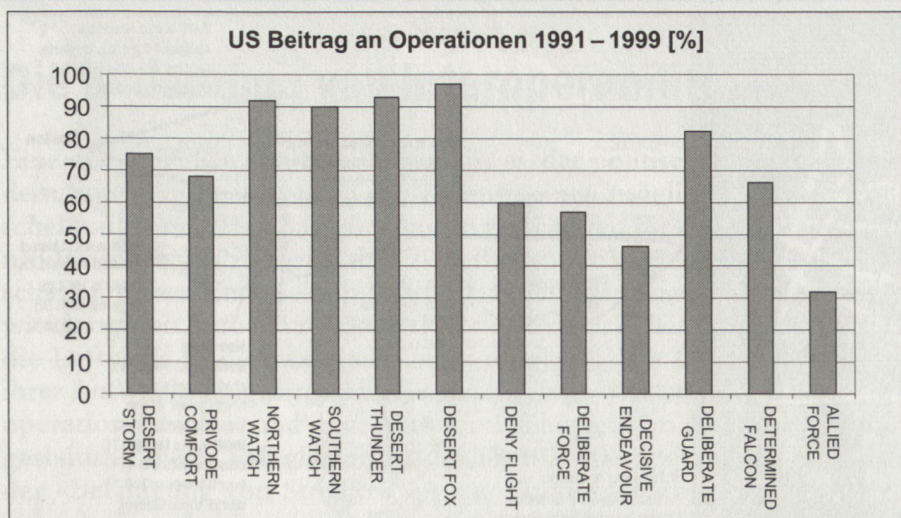
³Nur militärische Radarstationen sind darauf ausgelegt, nicht-kooperierende Luftfahrzeuge zu entdecken und ihre Position, Flugrichtung und Flugeschwindigkeit zu eruieren. Zivile Radars arbeiten nicht mit dem Echo eines Luftfahrzeuges, sondern fragen mit einem Signal einen so genannten Transponder im Flugzeug ab, der sich mit Identität und Positionsdaten zurückmeldet. Solche Transponder können abgeschaltet werden, sich entsprechend verhaltende Flugzeuge verschwinden von den Radarschirmen der zivilen Luftraumüberwachung.

⁴Von militärischen Radars, aus dem gleichen Grund wie oben dargelegt.

Beispiel für moderne Fähigkeiten Luft-Boden-Präzisionswaffen: Reichweiten der Joint Stand Off Weapon.

Bild: Raytheon





Beitrag der USA an multinationale Operationen 1991–1999 in Prozent der eingesetzten Flugzeuge.
Bild: Hura et al., 2000, 188

Diese Definition unterstreicht die politische Bedeutung der Zusammenarbeit der Schweizer Armee mit inländischen/zivilen Stellen sowie zu relevanten ausländischen Stellen, Organisationen und Streitkräften.

Zur Diskussion der Dimensionen von Interoperabilität verwenden wir die amerikanische Joint Definition von Interoperabilität, die etwas weiter gefasst ist als ihr schweizerisches Pendant. Wir schliessen für diesen Artikel ausserdem die Zusammenarbeitsfähigkeit im Inland und mit internationalen Nicht-Streitkräfte-Organisationen aus. Hierbei handelt es sich um eine Fragestellung, die einen eigenen Artikel verdient.

«Interoperability – 1. The ability of systems, units, or forces to provide services to and accept services from other systems, units, or forces and to use the services so exchanged to enable them to operate effectively together. 2. (DOD only) The condition achieved among communications-electronics systems or items of communication-electronics equipment when information or services can be exchanged directly and satisfactorily between them and/or their users. The degree of interoperability should be defined when referring to specific cases.»⁵

Interoperabilität ist damit im Grunde genommen ein einfaches Konzept. Sie misst die Fähigkeit verschiedener Maschinen, Individuen und Organisationen, zur Erreichung eines gemeinsamen Zieles zusammenzuarbeiten. Die Spezifika von Interoperabilität sind allerdings nicht wohl definiert, international vereinbart und einfach abarbeitbar. Vielmehr hängen sie von den jeweiligen Umständen ab und kommen in unterschiedlichen Formen und Intensitäten vor. Das Fehlen von Interoperabilität zeigt sich häufig erst in konkreten Einsätzen und erfordert entsprechende Flexibilität der Individuen und Organisationen bei gleichzeitigem Druck aus dem laufenden Einsatz. Ausserdem stellen sich Interoperabilitätsthemen auf allen Ebenen der Konfliktführung⁶, von der sicherheitspolitischen, militärstrategischen, operativen

bis zur taktischen Ebene. Zusätzlich stellt sich die Problematik auch, und für Luftwaffen oftmals entscheidend, auf der technischen Ebene.

Auf sicherheitspolitischer Ebene ist Interoperabilität die politische und moralische Kompatibilität der sicherheitspolitischen Zielsetzungen von Nationen. Zur Zeit des Kalten Krieges war dies für die NATO-Mitgliedsnationen die Verteidigung

Interoperabilität ist damit im Grunde genommen ein einfaches Konzept. Sie misst die Fähigkeit verschiedener Maschinen, Individuen und Organisationen, zur Erreichung eines gemeinsamen Zieles zusammenzuarbeiten.

gegen eine Aggression des Warschauer Pakts. Heute sehen wir im Westen vor allem Ad-hoc-Koalitionen. Teilnehmer sind Nationen, deren sicherheitspolitische Interessen genügend tangiert sind, um den Einsatz des militärischen Instruments in ihrer Öffentlichkeit zu rechtfertigen und deren Geschichte, Tradition und Kultur einen solchen Einsatz auch zulässt.

Die militärstrategische Ebene stellt einen politisch und militärisch sinnvollen Beitrag von auf der sicherheitspolitischen Ebene willigen Nationen sicher. Sie treibt massgeblich Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Strategie und Doktrin sowie Taktiken, Training und international angelegte Übungen. Sie ist die Ebene der Definition des für einen politisch entschiedenen Einsatz bereitzustellenden nationalen Beitrags.

In den letzten zwanzig Jahren wurden solche Koalitionen der Willigen zu einem grossen Teil von den Vereinigten Staaten alimentiert. Sie brachten und bringen nicht nur die grösste Anzahl Flugzeuge, sondern auch im Moment exklusiv die volle Leis-

tungspalette, die für einen Einsatz notwendig ist.⁷

Auf sicherheitspolitischer und militärstrategischer Ebene birgt Interoperabilität zwei ökonomische Vorteile. Erstens können, mindestens theoretisch, durch Rollenteilung und Spezialisierung einzelner Nationen die Verteidigungsaufwendungen einer Koalition reduziert werden. Einem solchen Ansatz sind in der Praxis durch die einzelstaatliche Souveränität und Entscheidungsfreiheit bezüglich der Teilnahme an einem konkreten Einsatz enge Grenzen gesetzt. Dies hat sich in den letzten Jahren immer wieder auch im Rahmen gefestigter Bündnisse wie der NATO und WEU gezeigt. Trotzdem gibt es Ansätze zur Zusammenfassung von einzelstaatlichen Mitteln, z. B. im Bereich Lufttransportpools und zu multinationalem Besitz von Systemen, z. B. im Rahmen der NATO AWACS und AGS⁸-Flotten (siehe die Kapitel Erkannte Luftlage und Erkannte Bodenlage für eine Erläuterung der Spezifika). Der zweite ökonomische Vorteil liegt darin, dass bei gleicher Ausrüstung durch Zusammenlegung von Ausbildung und Logistik massiv gespart werden kann.⁹

Der Nutzen von Interoperabilität auf operativer und taktischer Ebene liegt im Zusammenpassen und gegebenenfalls sogar in der Austauschbarkeit von Systemen, Einheiten und Kräften. Bei vollständiger Interoperabilität können gemischte Verbände eingesetzt werden, bei reduzierter Interoperabilität kann dies bis auf die Aufteilung und Koordination des Kampfgebietes gehen. Die Integration der Gesamtoperation kann von interoperablen Kommandoposten (CAOC¹⁰) mit standardisierten Kommunikationsverbindungen und IT-Netzwerken sowie ISTAR¹¹-Fähigkeiten bis zum Einsatz von Ad-hoc-Verfahren und dem intensiven Einsatz von internationalen Verbindungsoffizieren reichen.

⁵Department of Defense, 2003a.

⁶Der Begriff «Ebene der Konfliktführung» ist selber ein «interoperabler» Begriff und entspricht im Prinzip unseren Führungsebenen. Der Unterschied liegt darin, dass die Führungsebenen die Realität nachbilden, die Realität findet aber auf den Ebenen der Konfliktführung statt.

⁷Hura et al., 2000, 18.

⁸AWACS Airborne Warning and Control System; AGS Alliance Ground Surveillance.

⁹Als Beispiel kann hier die holländisch-dänisch-norwegische Verlegung und Operation nach Manas, Tadschikistan, im Rahmen von ENDURING FREEDOM genannt werden. Diese Operation war für die beteiligten Kleinstaaten logistisch und ökonomisch nur dank ihrer gemeinsamen Flotte aus F-16A/B MLU ökonomisch vertretbar. Siehe zum holländischen Vorgehen auch Scott, 2003, 44–48.

¹⁰Combined Air Operations Centre. Siehe als Beispiel für eine konkrete Ausgestaltung Reaction Force Air Staff, 2004.

¹¹Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, Reconnaissance.

Auf taktischer Ebene nutzt Interoperabilität vor allem durch die Ermöglichung von Durchlässigkeit und Flexibilität auf Ebene der technischen Systeme. Die technische Ebene konzentriert sich auf Kommunikations- und Computersysteme, Datenformate und -standards sowie die technischen Leistungsvermögen von Systemen und Waffen und deren Einfluss auf die Fähigkeit zur Auftragserfüllung. Schliesslich sind auf technischer Ebene Fragen wie zum Beispiel Emitterinterferenzen von entscheidender Bedeutung.¹²

Selbst bei interoperablen Systemen und Daten können unterschiedliche Fähigkeitsniveaus der an einer Operation beteiligten Luftstreitkräfte zur Aufteilung des Einsatzraumes in zeitlicher bzw. räumlicher Hinsicht führen (z.B. bei fehlender Schlechtwettereinsatzfähigkeit einzelner Kräfte bzw. beim Fehlen von Selbstschutzanlagen).

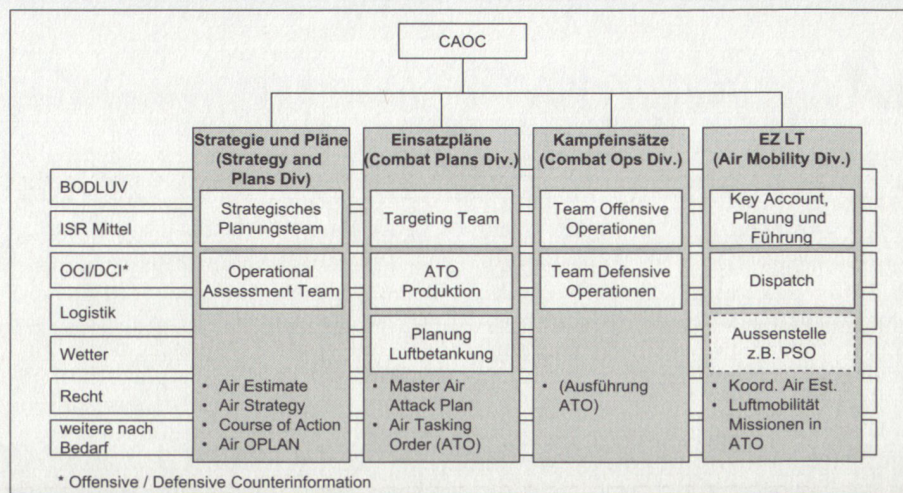
Aus dem bisher Gesagten können schwergewichtig folgende Problemkreise für die weitere Analyse und konkrete Ausgestaltung der luftwaffenspezifischen Elemente von Interoperabilität identifiziert werden:¹³ Führung, Erkannte Luftlage, Erkannte Bodenlage, Datenkommunikation sowie das Leistungsvermögen von Flugzeugen und Waffen.

In der Darstellung dieser Elemente wird bewusst auf eine Unterscheidung zwischen der Erhaltung einer schweizerischen Aufwuchsfähigkeit heute und dem Verzicht auf heutige Fähigkeiten und deren Verschieben in eine mögliche zukünftige Aufwuchsphase verzichtet.¹⁴ Auch bezüglich Fähigkeiten, auf die wir heute aus Budgetgründen verzichten müssen, sind entsprechende Konzepte und Doktrinen zu entwickeln und laufend an den Stand der internationalen Entwicklung anzupassen. Dies stellt eine Art der «geistigen Aufwuchsvorbereitung» dar.

Führung

Interoperabilitätsprobleme ergeben sich in den Bereichen Einbezug der nationalen politischen Entscheidungsträger in die multinationale Operation, Stabsorganisation und Stabsprozesse, Arbeit auf verschiedenen nationalen und multinationalen Ebenen der Klassifizierung sowie technisch im Bereich der Situationsübersicht und der Datenformate, z.B. beim Air Tasking Order. In der Folge beschränken wir uns auf die Diskussion der Stabsorganisation und Prozesse.

Interoperabilität in der Stabsorganisation ist durch die Übernahme der Führungsgrundgebiete und der Stabszellen aus dem NATO Standard zu erreichen. Hierbei handelt es sich um das Air Operations Centre (AOC) im Rahmen der Combined Joint Task Force.



US/NATO-Konzept eines CAOC (vereinfacht).

Bild: Luftwaffendoktrin

Das Air Operations Centre bildet das Kernstück des zur Führung einer Luftkampagne notwendigen Führungsverbundes. Mit der Bildung des schweizerischen AOC und den kompatiblen Führungsgrundgebieten ist ein Schritt in die Richtung grundsätzlicher Kompatibilität mit dem NATO-Konstrukt CAOC (Combined AOC) gemacht worden. Die schweizerische Organisationseinheit spiegelt allerdings die auf Luftverteidigung, Luftaufklärung und taktischen Lufttransport eingeschränkten Fähigkeiten der Luftwaffe wider. Der Hauptteil eines NATO CAOC in einer vollen Luftkampagne bildet der auf operativer Ebene offensive Luft-Boden-Teil, der im Schweizer AOC fehlt.

Die Abläufe der Luftwaffe spiegeln ebenfalls unsere eingeschränkten Fähigkeiten wider, so gibt es zum Beispiel keinen Planungsablauf und keinen Targetingprozess für eine Luftkampagne mit auf operativer Ebene offensiven Elementen.

Voraussetzung für das Erlangen vollständiger prozessualer Interoperabilität ist die Entsendung von Luftwaffenoffiziere in ausländische CAOCs, mit dem Ziel, entsprechendes Know-how aufzubauen und laufend aktuell halten zu können. Zudem sollen im Rahmen der Kaderausbildung die entsprechenden interoperablen Abläufe ausgebildet und eingeübt werden. Der Nutzen einer so erreichten prozessualen Interoperabilität liegt erstens in der Erhaltung einer konzeptionellen Fähigkeit im Bereich Luft-Boden (in der Schweiz gemeinhin als operatives Feuer bezeichnet). Zweitens können nur so in einer Kooperation eingekaufte Leistungen im Bereich operatives Feuer überhaupt effektiv und effizient eingesetzt werden. Und drittens kann bei wiederaufkommender nationaler Bedrohung in Europa, erst aus der vertieften doktrinalen Kenntnis des Gegners, sein Vorgehen richtig beurteilt und eingeschätzt werden, mit dem Ziel darauf frühzeitig zu reagieren, bzw. sich zu schützen.

Die Situationsübersicht wird heute im NATO CAOC mittels einem US System, dem so genannten Global Command & Control System, abgekürzt GCCS, auf grossen Projektionswänden dargestellt. Ge-

rade im Bereich Luftverteidigung ist die Vernetzung der Mittel zur Sicherstellung des effizienten Einsatzes in der zur Verfügung stehenden Reaktionszeit ein entscheidender Erfolgsfaktor geworden (siehe hierzu für die schweizerischen Zeitverhältnisse Abbildung auf Seite 26). Dies erfordert die entsprechende Vernetzung bis auf Stufe Flugzeug.

Das Global Command & Control System beinhaltet Planung sowie die Übersicht über den Zustand der Mittel für den verantwortlichen Kommandanten zur effektiven Planung und Durchführung militärischer Aktionen. Das GCCS bedient sich u. a. kommerzieller Computer-Hard- und -Software sowie Kommunikationstechnologie und -standards. Es ist auf 635 Standorten weltweit eingeführt und seine Vernetzung läuft über das klassifizierte Intranet des US-Verteidigungsministeriums.¹⁵ Wie die Klassifikation gegenüber NATO bei gleichzeitiger Integration in die NATO CAOCs bewerkstelligt wird, geht aus offenen Quellen allerdings nicht hervor.

Mit der in Afghanistan und im Irak eingeführten Fähigkeit zur dynamischen Planung¹⁶ wird der Bedarf und die Tiefe an Interoperabilität in Zukunft massiv zunehmen. Dies nicht nur auf technischer Ebene, sondern ebenso sehr im CAOC. Dabei ent-

¹²Für ein aktuelles Beispiel innerhalb der US Air Force s. Davies, 2004.

¹³Auf die Diskussion der sicherheitspolitischen Stufe wird verzichtet. Die Aufgabe der Streitkräfte ist es, wie eingangs erwähnt, ab der militärstrategischen Stufe für die politische Führung und den Souverän Entscheidungs- und Handlungsspielraum zu schaffen. Die für die weitere Diskussion ausgewählten Themenkreise spiegeln eine Luftwaffensicht wider.

¹⁴Luftgestütztes operatives Feuer ist ein Beispiel für eine Fähigkeit, auf die heute bewusst verzichtet wird. Sie wird nach heutigem Planungsstand in einem allfälligen Aufwuchsfall in der Zukunft zu beurteilen und gegebenenfalls zu entwickeln sein.

¹⁵Defense Information Systems Agency, 2004.

¹⁶In dem Sinne, dass Waffenträger auf Vorrat in der Luft gehalten werden und bei der Identifikation von Zielen flexibel und ohne Zeitverzug zugewiesen werden, wobei z.B. Zieldaten digital von Maschine zu Maschine übermittelt werden und von der Flugzeugplattform in die geeignete bzw. ausgewählte Präzisionswaffe automatisch einprogrammiert werden.

scheidend werden vor allem Kommunikationskanäle zwischen Planern in verschiedenen Örtlichkeiten¹⁷ und auf verschiedenen Klassifizierungsebenen sein. Entsprechende Technologie existiert z.B. in Form von Virtual Private Networks. Operationelle Risiken durch Sicherheitslücken verhindern bisher allerdings eine uneingeschränkte Anwendung durch die NATO.¹⁸

Diese Betrachtungen leiten über zum zweiten grossen Themenbereich von luftwaffenspezifischer Interoperabilität, der Erkannten Lage, dem so genannten Common Operational Picture. Wir teilen das Common Operational Picture auf in die Bereiche Erkannte Luftlage und Erkannte Bodenlage.¹⁹

Erkannte Luftlage (Common Operational Picture – AIR)

Die Luftlage wird durch boden- und luftgestützte Sensoren erstellt. Diese arbeiten mit primären und sekundären Radars. Primärradars analysieren ein Flugzeug mittels der durch die Zelle zurückgestrahlten Radarechos. Sekundärradars arbeiten mit reduzierter Abstrahlenergie und senden ein Abfragesignal aus, das im Flugzeug die Antwort eines Transponders auslöst. Dieses Abfragesystem ist auf die Kooperation des

Die für uns relevanten boden-
gestützten Sensoren sind die
österreichische GOLDHAUBE,
das NATO Air Command and Control
System (ACCS) sowie das
französische STRIDA System.

abgefragten Luftfahrzeugs angewiesen. Im militärischen Bereich wird es als Identification Friend-Foe, kurz IFF, bezeichnet. Wir betrachten zuerst die für uns relevanten boden- und luftgestützten Radarsysteme und kommen anschliessend kurz auf die IFF-Problematik der Luftwaffe zu sprechen.

Die für uns relevanten bodengestützten Sensoren sind die österreichische GOLDHAUBE, das NATO Air Command and Control System (ACCS) sowie das französische STRIDA System. GOLDHAUBE läuft zur Zeit autonom, mittelfristig wird mindestens eine Datenaustauschfähigkeit mit ACCS angestrebt. STRIDA ist fähig, mit dem NATO ACCS Daten auszutauschen und zu einem Common Operational Picture mit NATO Daten zu kommen. Für das schweizerische FLORAKO ist es in Zukunft technisch möglich, mit GOLDHAUBE und ACCS Daten auszutauschen.

Dieser Austausch unterliegt natürlich einem politischen Entscheid und bedingt den politisch legitimierte Austausch der entsprechenden elektronischen Schlüssel durch beide Seiten. Im Rahmen aktueller Bedrohungen im Sinne des 11. September ist dies ein konkretes Beispiel dafür, wie über Interoperabilität Entscheidungs- und Handlungsfreiheit für die politische Führung im subsidiären Einsatz zur Wahrung der Lufthoheit geschaffen werden kann.

ACCS und STRIDA sind heute befähigt, mit fliegenden Radarposten (AWACS) Daten auszutauschen. Die AWACS dienen dabei unter anderem der Ausdehnung des Sichtbereichs und der Reichweite der bodengestützten Radars. Im Folgenden sehen wir uns kurz die luftgestützte Sensorik im internationalen Umfeld an.

Die luftgestützte Sensorik in Europa basiert im Moment noch ausschliesslich auf einem einzigen System, dem Boeing E-3 AWACS²⁰. Heute betreiben folgende NATO-Mitglieder E-3: die Vereinigten Staaten verfügen über 32 E-3B/C, Frankreich betreibt 4 E-3F, die NATO selbst betreibt 17 E-3A mit multinational zusammengesetzten Besatzungen und schliesslich verfügt die britische Royal Air Force über 7 E-3D, von denen 6 Flugzeuge, falls sie nicht national benötigt werden, auf Anfrage an die NATO abgegeben werden können. Die Lebensdauer der Flugzeuge ist gemäss Hersteller auf 60 000 h ausgelegt, damit wird ein Ersatz dieser Flotten erst zwischen 2035 und 2065 notwendig.²¹ Weitestgehend einheitliche Systeme und Standards gestattet die Kombination von Maschinen aus den verschiedenen nationalen und NATO-Flotten in einer Operation, wie es z.B. in den Operationen über dem Balkan der Fall war. Die einmal gemeinsam beschaffte NATO-Flotte sowie die nationalen Kontingente werden seit zirka zwanzig Jahren weiterentwickelt und auf einem interoperablen Standard gehalten. Interoperabilitätsprobleme ergeben sich dabei vor allem bei der nicht synchronisierten Einführung von Updates und neuen Systemen,²² dem Einsatz von verschiedenen Systemen²³ bzw. von unterschiedlichen Datenbankinhalten,²⁴ verschiedener Kommunikationsfähigkeit,²⁵ der Veränderung von Standards über die Zeit²⁶, unterschiedlichem Missionstraining²⁷ sowie aus politischen Überlegungen.²⁸

Die Interoperabilität der AWACS-Flotten wird aktiv gestaltet: Auf Stufe NATO ist die AWACS Interoperability Group zuständig für die laufende Konsultation und Koordination zur Sicherstellung der Interoperabilität innerhalb und zwischen den AWACS-Flotten sowie zwischen AWACS und andern nationalen Systemen, die potentiell für NATO-Operationen in Frage kommen.

¹⁷ Afghanistan und Irak können wiederum als Beispiel dienen, beide wurden mit einer bisher nicht dagewesenen weltweiten Vernetzung von ND-Agenturen, Planern, Einsatzkräften und Führung durchgeführt. Räumliche Trennung über Kontinente hinweg hatte dabei keine zeitliche Verzögerung mehr zur Folge, so konnte z.B. in einem dokumentierten Falle ein kurzfristig auftauchendes mobiles Ziel im Irak flexibel bekämpft werden mit einer Architektur, in der die Zuweisung eines hochauflösenden Targeting Sensors über Irak aus Beale, Kalifornien, aufgrund von dort ausgewerteten SIGINT-Daten geschah, die Auswertung der so gewonnenen Targeting-Daten in Reno, Nevada, die Basis bildete, um vom CAOC in Saudia Arabien aus eine F-15E zur Bekämpfung zuzuweisen. Der ganze Vorgang spielte sich in weniger als einer Viertelstunde ab (Kozioł, 2003).

¹⁸ Hura et al., 2000, 49.

¹⁹ Die Behandlung der Erkannten Weltraumlage liegt ausserhalb des Betrachtungsumfanges dieses Beitrags.

²⁰ Airborne Warning and Control System. Folgende Staaten haben bzw. werden in absehbarer Zeit je eine kleine nationale Flotte auf verschiedenen Flugzeugplattformen mit unterschiedlichen Radar-, Kommunikations- und Electronic Support Measures-Systemen anschaffen: Italien, Spanien, Griechenland und die Türkei. Interoperabilitätsprobleme innerhalb der NATO werden sich damit tendenziell verschärfen.

²¹ Henderson, 1990, 45.

²² Z.B. sind NATO E-3 ab 2000 voll Link-16-tauglich, während die USAF E-3B/C-Flotte erst im Fiskaljahr 2005/6 vollständig ausgerüstet sein wird.

²³ Frankreich und Grossbritannien verfügen über andere ESM-Systeme (Electronic Support Measures) als die USAF- und NATO-Flotten.

²⁴ Bibliotheken von elektronischen Emissionen werden durch nationale elektronische Aufklärung gespiesen und unterliegen damit nationaler Klassifikation. Dieser Umstand begrenzt Interoperabilität im Bereich der elektronischen Kriegführung. Dies ist bisher aber von allen Betroffenen immer in Kauf genommen worden.

²⁵ NATO, USAF und RAF AWACS können über Link-16 mit den elektronischen Aufklärern RIVET JOINT, EP-3 und Nimrod R.1 kommunizieren und Bedrohungsinformationen und ND-Produkte erhalten, die französischen AWACS sind davon ausgeschlossen.

²⁶ Die Implementation des Link-16 fusst auf unterschiedlichen Ausbaustandards über die AWACS-Gesamtflotte. So sind z.B. die britischen, französischen und NATO AWACS ähnlicher in ihren Standards als die US AWACS-Flotte. F-14 Trägerkampfflugzeuge der amerikanischen Marine können andererseits nur mit britischen und NATO AWACS über Datalink kommunizieren, mit den USAF E-3 müssen gewisse Daten nach wie vor über Sprechfunk ausgetauscht werden (Hura, 2000, 82).

²⁷ Der Schwerpunkt des US Missionstraining lag schon immer auf Luftraumüberwachung und der Führung der eingesetzten Verbände. Der NATO-Trainingsschwerpunkt lag bis vor kurzem auf der Frühwarnung und Luftraumüberwachung im Sinne der Ausdehnung der Reichweite und Sichtbereiche der NATO bodengestützten Luftraumüberwachung.

²⁸ ESM-Fähigkeiten (Electronic Support Measures) sind neben ihrer Warn- und Störfunktion auch ND-Sensoren. Dies kann dazu führen, dass AWACS in gewissen Ländern politisch nicht willkommen sind. Ausserdem kann jedes NATO-Mitglied eine souveräne Entscheidung bezüglich Abseitsstehen in einer NATO-Operation durch den Abzug seines AWACS-Personals umsetzen. Damit kann ein NATO-Einsatz der AWACS-Flotte behindert und im Extremfall verhindert werden.

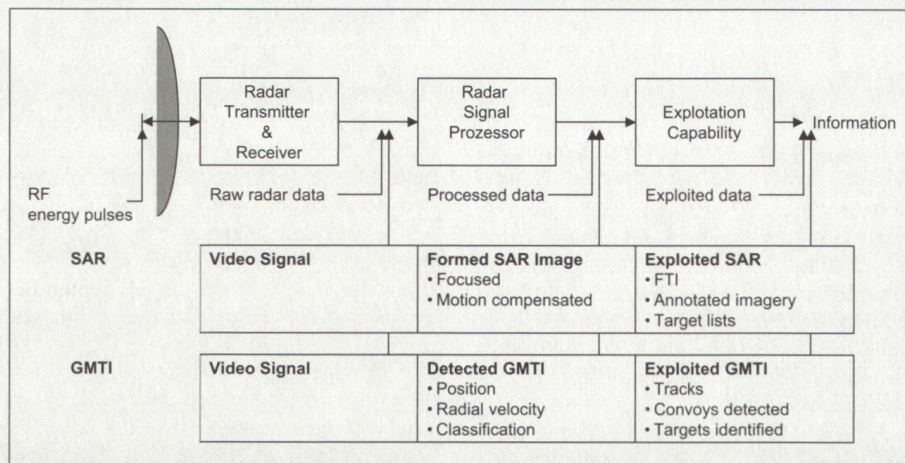
Die Schweizer F/A-18 verfügen heute über analog verschlüsselten Sprechfunk im interoperablen HAVE QUICK I Standard, mit dem Upgrade XXI wird der Link 16 NATO-Standard für die Übermittlung von Luftflagedaten übernommen (dieser Standard wird im Kapitel Datenkommunikation detailliert besprochen). Die F/A-18 können somit über HAVE QUICK und Link 16 aus rein technischer Sicht prinzipiell mit den AWACS-Flotten kommunizieren, dies müsste gegebenenfalls nach einem politischen Entscheid aller beteiligter Nationen über den Austausch von elektronischen Schlüsseln und Netzfreigabe durch den Kooperationspartner in der Praxis ermöglicht werden.

Zusammenfassend kann für die Schweiz festgehalten werden, dass Interoperabilität bezüglich eines Luft-Luft Einsatzes die Fähigkeit zur digitalen Datenkommunikation mit vier ähnlichen AWACS-Flotten sowie den drei benachbarten bodengestützten Luftraumüberwachungssystemen umfasst. Der gemeinsame Aufhänger hierfür ist Link 16. Interoperabilität muss in Übungen mit den betroffenen Flotten in ihren konkreten und sich laufend entwickelnden Ausbaustandards laufend über-

Wenn z. B. aufgrund eines politischen Entscheids für ein autonomes Vorgehen die entsprechenden Schlüssel nicht ausgetauscht werden, ist Mode 4 über Schweizer Territorium nur für die Schweizer Systeme nutzbar und damit so autonom wie heutige, nicht interoperable Systeme.

prüft und trainiert werden. Ein Start von Null weg, beispielsweise in einem Aufwuchsfall, würde viele Jahre intensive Kooperation bedeuten. Dies könnte sich schwierig gestalten, kann doch angenommen werden, dass wenn die Schweiz aufwächst, die entsprechenden ausländischen Flotten und Systeme wahrscheinlich nicht prioritär für bilaterale Verifikationen und Übungen mit der kleinen Schweiz zur Verfügung stehen.

Die Identification Friend-Foe, IFF, basiert darauf, dass ein angestrahktes Flugzeug mit seinem Transponder aktiv auf das Abfragesignal antwortet. Abfrage und Antwort geschehen in einem vorgegebenen Pulsabstand, diese Standards werden als Modes bezeichnet. Die nicht verschlüsselten Modes 1, 2 und 3 werden zivil und militärisch genutzt und sind interoperabel ausgestaltet. Der militärisch heute verwendete Mode 4 ist verschlüsselt. Es gibt dabei einen älteren



Generisches Datenflussmodell für GMTI- und SAR-Daten.

Bild: Lenk, 1999

Schweizer Mode 4, der nicht international gelesen werden kann und einen internationalen Mode 4. Über diesen verfügt im Moment in der Schweiz nur unsere F/A-18-Flotte (auf Basis AN/APX-111).

Die Systeme der Luftwaffe werden schrittweise dem international interoperablen Mode 4 angepasst. Prioritär werden dabei Systeme behandelt, die zur Erstellung einer einheitlichen erkannten Luftlage beitragen sowie Systeme, die im internationalen Umfeld eingesetzt werden. Ohne diese auf Mode 4 basierende Interoperabilität kann keine verlässliche Luftlage bei einer Kooperation mit ausländischen Flugzeugen erstellt werden.²⁹

Dabei sind zwei Punkte besonders hervorzuheben. Erstens gilt das Gleiche wie im Falle der AWACS-Flotten: die Standards werden sich über die Jahre weiterentwickeln und für uns besteht damit ein Bedarf die Entwicklung schrittweise mitzumachen, wenn wir interoperabel bleiben wollen.³⁰ Zweitens gilt das in der Einführung erwähnte Prinzip bezüglich dem Verhältnis von Interoperabilität und autonomem Handeln. Wenn z. B. aufgrund eines politischen Entscheids für ein autonomes Vorgehen die entsprechenden Schlüssel nicht ausgetauscht werden, ist Mode 4 über Schweizer Territorium nur für die Schweizer Systeme nutzbar und damit so autonom wie heutige, nicht interoperable Systeme.

Erkannte Bodenlage (Common Operational Picture – GROUND)

So wie die AWACS-Flotte das Hauptsystem zur Überwachung des Luftraumes und zur Führung von Luft-Luft-Missionen ist, werden fliegende Plattformen mit bildergegendem SAR-Radar³¹ und Bewegungsmelder GMTI³² eingesetzt, um wetterunabhängig die Bodenlage zu überwachen und boden- und luftgestütztes Feuer zu leiten.³³ Das von einem einzelnen System ab Flächenflugzeug überwachte Gebiet umfasst aus einer Flughöhe bis 15000 m zirka einen Korpsraum in der Breite und schliesst eine zweite Angriffsstaffel in der Tiefe mit ein. Helikopterger-

stützte Systeme fliegen tiefer (zirka 3000 m) und decken bei flachem Gelände einen Raum von zirka 80x100 km bei einer maximalen Radarreichweite von 200 km ab.³⁴ Bei beiden Systemtypen werden SAR- und GMTI-Daten per Datalink an das einsetzende CAOC bzw. an das Hauptquartier der betroffenen Landstreitkräfte gesandt. Je grösser die Auswertekapazität an Bord ist, desto mehr reduziert sich durch die Umwandlung von Rohdaten in ND-Produkte der Bedarf an Bandbreite in der Übermittlung.

Innerhalb der NATO existieren heute mehrere Systeme. Vom amerikanischen JointSTARS auf Boeing 707/C-135-Basis werden 19 Maschinen beschafft, das britische ASTOR auf Bombardier GLOBAL EXPRESS Businessjet-Basis wird auf eine Flottengrösse von fünf Maschinen aufgebaut, es befindet sich im Moment in der Beschaffung (als Sentinel R.1 bezeichnet). Beide Systeme sind luftbetankbar. Frankreich hat ein taktisches System auf Helikopter entwickelt, der Hélicoptère d'Observation Radar et d'Investigation de Zone, kurz HORIZON, auf Cougar mit insgesamt vier eingeführten Systemen. Als fünftes System fliegt die amerikanische Luftwaffe den unbemannten GLOBAL HAWK. Dieses Grossdronensystem hat eine maximale Flugdauer von 40 h bei wirklich weltumspannender Reichweite, ist allerdings nicht luftbetankbar. Das Radarsystem ist mit demjenigen von JointSTARS ver-

²⁹Im Fall der mit Frankreich durchgeführten Luftpolizeieinsätze zum Schutz des G8 in Evian hätte dies zu einer unnötigen Risikoerhöhung geführt und u.U. Hintertüren für Täuschung bei auf nicht verschlüsselte Modes beschränkter Abfrage geöffnet.

³⁰Dabei ist allerdings noch nicht klar, ob der Nachfolger des Mode 4, der so genannte Mode 5, für Nicht-NATO-Mitglieder zugänglich gemacht werden wird. Im Moment ist eine Rückwärtskompatibilität Mode 5 zu Mode 4 vorgesehen, dies würde die Problematik für einen mittelfristigen Zeitraum entschärfen.

³¹Synthetic Aperture Radar. Für eine Übersicht über die Basistechnologie SAR s. Stimson, 1998.

³²Ground Moving Target Indicator. Für eine Übersicht über die Basistechnologie SAR s. Stimson, 1998.

³³Für ein Beispiel des Zusammenspiels mit bodengestütztem Feuer s. US Army, 1998.

³⁴Jackson, 1999.

gleichbar. SAR- und GMTI-Daten werden über UHF (auf zirka 200 bis maximal 800 km bei Sichtverbindung zu Bodenstationen) bzw. Satellitenverbindungen zur Auswertung gebracht. GLOBAL HAWK befindet sich in der laufenden Beschaffung und wurde bereits als Prototypsystem in allen Operationen seit dem Kosovo-Konflikt eingesetzt. Die Truppeneinführung³⁵ ist noch nicht erfolgt.

Das NATO Alliance Ground Surveillance System (NATO AGS) befindet sich noch in der Definitionsphase. Es umfasst ein zweistufiges Vorgehen. In einem ersten Schritt sollen die bestehenden GMTI/SAR-Sensoren und luft- und bodengestützten Auswertestationen interoperabel werden und in einer Operation zusammenwirken können.³⁶ Dies soll über ein Interface nach der (systemspezifischen) Datenübermittlung auf den Boden geschehen, mittels dessen die systemspezifischen Daten

Die Schweiz wird in diesem Bereich realistischerweise bis auf weiteres abseits stehen.

auf ein gemeinsames Datenformat umgeschrieben werden. In den (systemspezifischen) Auswertestationen am Boden können die Daten zur Auswertung in die systemspezifischen Datenformate rücktransformiert werden.

Das NATO AGS wird neben den eingebundenen nationalen Assets wahrscheinlich aus einer NATO-eigenen sechs bis zwölf Flächenflugzeuge umfassenden Flotte bestehen, mit der ein bis zwei kontinuierliche Überwachungsroutinen geflogen werden können. Der definitive Programmstart ist aber noch nicht erfolgt.

Das Problem der Interoperabilität wird sich für das NATO-AGS-System vermut-



Sentinel R.1 der Royal Air Force in der Erprobungsphase. Die SAR-Antenne ist in der kanuförmigen Verkleidung unter dem Rumpf angebracht, die SAT-Verbindung ist auf dem Rücken angeordnet.
Bild: Royal Air Force, Crown Copyright

lich vor allem im Bereich der Formate der GMTI- und SAR-Daten sowie bei den Datalinks stellen. Im Moment zeichnen sich zwei mögliche Architekturen ab, die eine basiert auf einer Kombination aus Airbus A321 und GLOBAL HAWK und die andere aus einer Flotte modifizierter ASTOR/Sentinel-Plattformen.

Wenn man sich die rund 2 Milliarden CHF Kosten der britischen autonomen Flotte Sentinel vor Augen führt, dann erscheint eine autonome Schweizer Lösung in diesem Bereich jenseits jeder Budgetrealität, dies auch in einer Aufwuchsphase.³⁷ Eine Kooperationslösung im Aufwuchs könnte beispielsweise zwei prinzipielle Ausgestaltungen haben.

1. Wir könnten uns über eine eigene interoperable Auswertefähigkeit ab NATO-AGS-Sensoren in die Lage versetzen, im Einvernehmen mit der NATO eigenes operatives Feuer einsetzen zu können.

2. Wir könnten auf der einen Seite Auswerte- und Führungspersonal in die entsprechenden Auswertestationen und Führungszellen mit einer nationalen Kommando- und Verbindungslinie stellen und auf der anderen Seite eigene Mittel für

operatives Feuer zur Verfügung stellen. Diese müssten dann die mit den ausgewerteten Daten und Zielkoordinaten im notwendigen Tempo der Kooperationsoperation ab CAOC eingesetzt werden können.

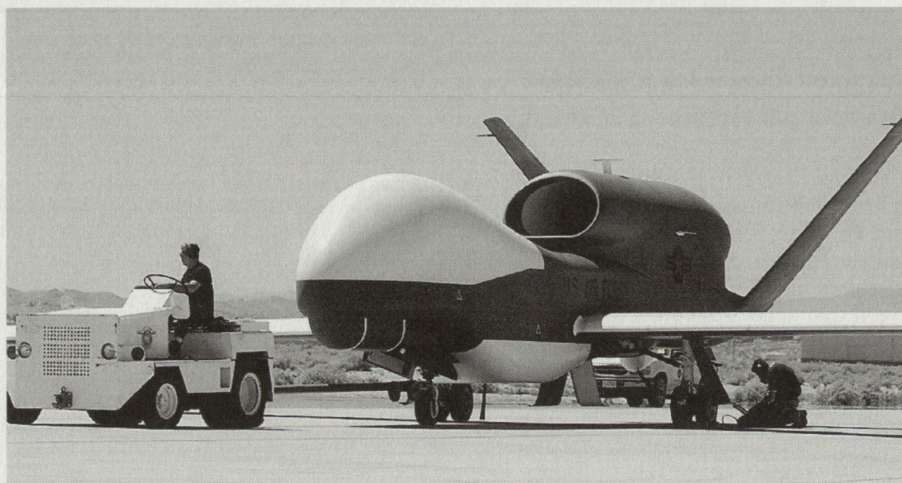
Beide dargestellten Alternativen würden zu ihrer Umsetzung grundlegende politische Richtungswechsel und die Bereitstellung massiver Geldmittel erfordern. Damit ist in absehbarer Zeit nicht zu rechnen, die Schweiz wird in diesem Bereich realistischerweise bis auf weiteres abseits stehen.

³⁵Im Sinne des IOC (Initial Operational Capability).

³⁶Als Beispiel für den Nutzen einer solchen Architektur mag das Verfolgen eines Konvois dienen, der hinter einer für Sensor 1 nicht einsehbaren Geländedeckung verschwindet (oder sich z.B. relativ zum Sensor so bewegt, dass kein Dopplereffekt mehr entsteht und ihn der Sensor nicht mehr wahrnehmen kann). Ein entsprechend positionierter Sensor 2 kann den Konvoi weiter einsehen und verfolgen. Bei Gebietsgrößen von vielen 1000 km² und vielen hundert von gleichzeitigen Bewegungen muss eine entsprechende interoperable Referenzierung von Zielen über die einzelnen Sensorsysteme hinweg automatisch bewerkstelligt werden können.

³⁷Die Anzahl der beschafften Flugzeuge ist dabei nicht der Hauptkostentreiber. Hauptsächliche Kostentreiber sind die Entwicklung des Radars, der Datalinks, Auswertestationen sowie der ganzen Beschaffung von professionellem Auswertepersonal und dem Betrieb und dem laufenden Training des Systems über die Jahre.

³⁸Dies ist auch bei der amerikanischen Luftwaffe noch immer ein Problem, wie das Beispiel des Einsatzes von B-1-Bombern über dem Irak zeigte, wo GPS Koordinaten für entsprechende Präzisionsmunition mangels Ausrüstung im B-1 per Sprechfunk übermittelt, dort von Hand notiert, über Sprechfunk repetiert und per Hand in den Missionscomputer eingegeben werden mussten. Dieses Verfahren ist nicht nur im schwierigsten Moment einer Mission personalintensiv und lenkt von anderen Aufgaben ab, sondern eröffnet auch zahlreiche Fehlerquellen. Diese sind bei der heutigen Wichtigkeit der Vermeidung von Kollateralschäden und dem Schutz unbeteiligten Lebens immer weniger akzeptabel. Eine der Lehren aus IRAQI FREEDOM war denn auch, sämtliche Plattformen der amerikanischen Luftwaffe umgehend mit Link 16 auszurüsten (mündliches Briefing des Autors, USAF Doctrine Center, September 2003).



Die weltumspannende Reichweite von GLOBAL HAWK bringt entsprechende Grösse mit sich.
Bild: USAF

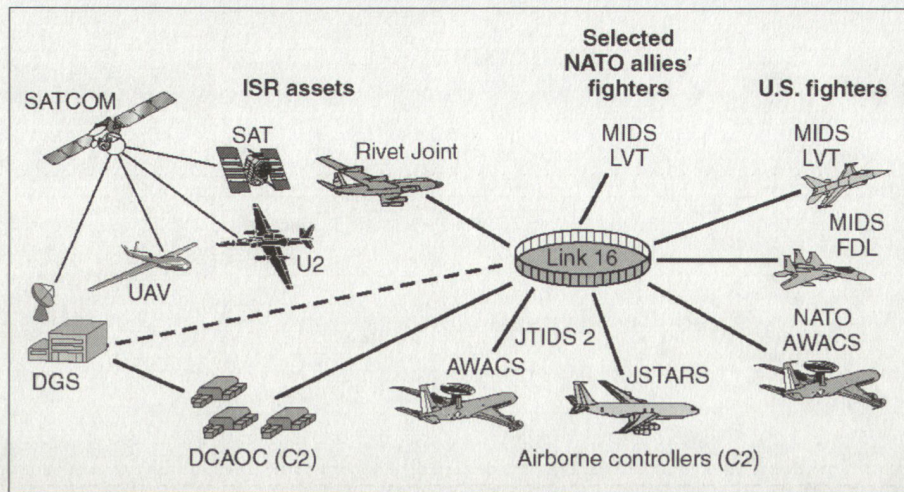
Datenkommunikation

Der Bedarf an interoperabler Datenkommunikation für Kampfflugzeuge besteht weltweit schon lange. Heute benutzen die meisten Kampfflugzeuge immer noch analoge Radios, die nur Sprechfunkkommunikation zulassen.³⁸ Dies beschränkt die Verbreitung einer grossen Zahl von kampfrelevanten Daten, bringt Störanfälligkeit und Abhörbarkeit sowie die Möglichkeit des Entstehens von Fehlern und akustischen Missverständnissen.

Präzise quantitative Information wie z.B. Koordinaten und Vektoren können wesentlich schneller und zuverlässiger über direkte Maschine-Maschine-Kommunikation übermittelt werden. Textmeldungen benötigen zudem einen Bruchteil der Bandbreite von Sprechfunk.

Das Senden digitaler Information (inklusive digitalisierten Sprechfunks) als Sequenz diskreter, parzellierbarer Symbole birgt u. a. folgende Vorteile: Verschlüsselung ohne Qualitätsverlust, Einsatz von Fehler-such- und -korrekturroutinen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Qualität der Daten, Möglichkeit zum Verbergen des Signals bzw. zur Senkung der Entdeckungswahrscheinlichkeit und zur Erhöhung der Störresistenz.

Das aktuelle NATO-System zur digitalen Datenkommunikation ist das Multifunctional Information Distribution System, kurz MIDS genannt. Es basiert auf dem Übertragungsprotokoll Link 16. Hierbei handelt es sich um ein störresistentes System, mit dem taktische Daten und digitalisierte Sprachinformationen zwischen luft-, land- und seegestützten Plattformen ausgetauscht werden. Die Namensgebung ist nicht ganz kohärent, so wird häufig unter Vernachlässigung der verschiedenen Terminals und Hardware-Elemente einfach



Link 16 in der zukünftigen interoperablen taktischen Kommunikationsarchitektur⁴¹.

Bild: Hura et al., 2000, 109

von Link 16 gesprochen. Wir übernehmen diese Bezeichnung in der Folge.

Link 16 als Standard wurde zuerst in den Vereinigten Staaten ab 1975 entwickelt auf der Hardwarebasis JTIDS.³⁹ Damals konnte die schwere und grosse Hardware nur auf

Damit werden Kampfflugzeuge und
Luftraumüberwachungssystem
miteinander digital vernetzt. Diese
Fähigkeit wird grosse Effektivitätsge-
winne für die Hornetflotte bedeuten.

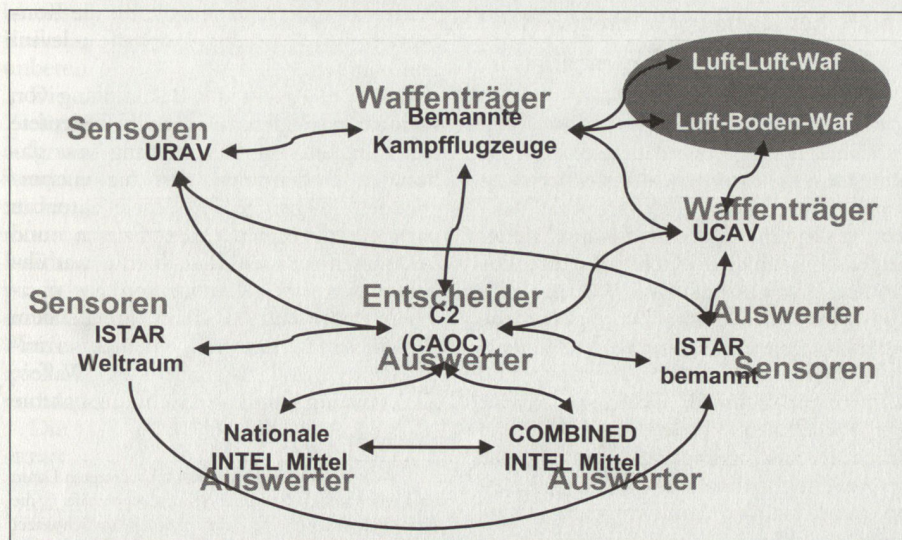
entsprechend grossen Plattformen wie dem AWACS installiert werden. Unter amerikanisch-französischer Federführung wurde in der Folge ein Programm lanciert, um die Hardware zu miniaturisieren und kompatible Terminals für Kampfflugzeuge zu entwickeln (MIDS LVT, Low Volume Terminal). Interoperabilität wird dabei über die Beschaffung der entsprechenden Link-16-Terminals erreicht.⁴⁰

Link 16 bietet dem Benutzer eine Reihe von Beinaheechzeit-Kampfdaten. Dabei kann z.B. dem Kampfflugzeugpiloten eine integrierte Erkannte Luftlage eingespielt werden mit der Unterscheidung in eigene und gegnerische Positionen und Vektoren sowie der Lage und dem Bereitschaftsgrad der eigenen und gegnerischen bodengestützten Luftverteidigungsmittel. Dies erhöht die Lageübersicht für die eigenen Kampfflugzeuge, erhöht deren Möglichkeit, die eigenen Sensoren nicht oder erst in der Endphase eines Einsatzes aufschalten zu müssen, dies wiederum erhöht die Wahrscheinlichkeit, unentdeckt zu bleiben und erkannte Bedrohungen zu vermeiden.

Im Prinzip ähnelt Link 16 dem aus der Mobiltelefonie bekannten GSM-Standard. Auch in diesem Fall werden standardisierte Datenpakete digitalisiert in ein Netz gesandt. Im Netz erhält jeder Benutzer ein periodisches Zeitfenster für die Übertragung seiner Daten. Das Netz besorgt die Weiterleitung und Übergabe an den richtigen Empfänger.

Die Schweizer Luftwaffe rüstet im Rahmen des Updates F/A-18 ihre Hornet-Flotte mit Link-16-MIDS-Terminals aus. FLORAKO wird ebenfalls MIDS-Terminals erhalten. Damit werden Kampfflugzeuge und Luftraumüberwachungssystem miteinander digital vernetzt. Diese Fähigkeit wird grosse Effektivitätsgewinne für die Hornetflotte bedeuten. Die prinzipielle Interoperabilität mit den entsprechenden nationalen und NATO-AWACS-Flotten bleibt dabei gewahrt, konkreter Datenaustausch – wie bereits im Rahmen des Kapitels Erkannte Luftlage erwähnt – unterliegt natürlich einem politischen Entscheid und würde gegebenenfalls den Austausch der entsprechenden elektronischen Schlüssel bedeuten.

Auf Link-16-Standard basierende Datennetze sind verschlüsselt, die Verschlüsselung wird von den USA verwaltet. Der Zu-



Network-Enabled Capabilities ergeben sich aus der Verknüpfung von Sensorik, Auswertung, Entscheidungsinstanzen, Waffenträgern und Waffen. Bild: Luftwaffendoktrin

³⁹ Joint Tactical Information Distribution System.

⁴⁰ Hura et al., 2000, 196.

⁴¹ Hura et al., 2000, 109.

Präzision 1945



Hamburg 1945.

Präzision 1999



Computercenter Jugoslawische Luftverteidigung im Kosovo (3. & 4. Stock).

Die Entwicklung von allwetterfähiger, preiswerter Präzision wurde erst mit den heutigen GPS-gelenkten JDAM möglich.

Quelle: Royal Air Force, Crown Copyright

gang zum Netz wird mittels einer Anzahl durch die Vereinigten Staaten gelieferten Schlüssel ermöglicht. Eine Entschlüsselung der Daten dürfte bezüglich Technik und Zeitaufwand so aufwändig sein, dass Link 16 im Moment als abhörsicher betrachtet werden kann.⁴² Die andernorts erwähnte dauernde Weiterentwicklung von Systemen hat auch hier zum Ziel, die Abhörsicherheit in der Zukunft zu erhalten.

Leistungsvermögen von Flugzeugen und Waffen

Historisch betrachtet strebte die Schweiz in der Luftkriegsführung immer nach Autonomie. Dieses Streben erlebte seinen Zenit mit der Mirage-Beschaffung, als versucht wurde, die beste Zelle (Mirage) mit dem besten Radar (Taran) und der besten Lenkwaffe (Falcon) zu einem Waffensystem zu fusionieren. Das Zusammenfügen dreier Integraldesigns, die alle auf jeweiligen andere Sub- bzw. Hauptsysteme hin optimiert waren, sprengte den Rahmen schweizerischen Könnens und schweizerischer Finanzkraft.

Bei den nächsten Beschaffungen, F-5E/FTiger und F/A-18C/D Hornet, wurde bewusst die Zahl der Helvetisierungen minimiert. Dieser Trend wird sich bei stetig steigender Komplexität und Kosten der Systeme auch in Zukunft fortsetzen. Gleichzeitig werden auf dem Weltmarkt immer weniger verschiedene Grosssysteme entwickelt und angeboten, diese sind immer mehr von Beginn weg auf die Vernetzung miteinander ausgelegt.

Auf internationaler Bühne sind zwei grosse internationale Entwicklungsprogramme von Kampfflugzeugen zu beobachten. Das ältere der beiden ist das europäische Entwicklungs- und Beschaffungsprogramm für den Eurofighter Typhoon,

das zweite Programm ist das amerikanische Programm zur Entwicklung des Joint Strike Fighter F-35, an dem sich Grossbritannien als vollberechtigter Entwicklungspartner und zahlreichere kleinere Länder als Juniorpartner beteiligen. Solche Programme werden aus ökonomischen Gründen in Zukunft eher an Bedeutung zunehmen. Ihnen inhärent ist vom ersten Mausklick auf dem CAD-System ein hohes Mass an Interoperabilität. Im Zuge von Network-Enabled Capabilities (britische Terminologie) bzw. Network-Centric Warfare (US-Terminologie) werden diese Systeme zudem datenmässig immer enger miteinander verknüpft, dies geschieht schon in der Design-Phase und kann konzeptionell mit der Client-Server-Entwicklung im IT-Bereich verglichen werden.

Damit ergibt sich, sozusagen als Nebenerscheinung, ein gewisser Grundstock an Interoperabilität.

Während der Lebensdauer solcher Systeme muss die Kommunalität der verschiedenen Flotten laufend sichergestellt werden, ansonsten sie technisch auseinander driftet. Als Beispiel mögen hier die Tornado-Flotten Grossbritanniens, Deutschlands und Italiens dienen, die über verschiedene separate Update-Programme heute weitgehend unterschiedlich ausgerüstet und damit nicht mehr auf technischer Ebene gleich sind. Die in Logistik und Ausbildung durch die zusammengelegte Flottengrösse ursprünglich möglichen Einsparungspotenziale wurden damit weitgehend verspielt.

Damit ergibt sich bezüglich der Ausrüstung der Luftwaffe, sozusagen als Neben-

erscheinung, ein gewisser Grundstock an Interoperabilität. Dies eröffnet ganz neue Möglichkeiten in den Bereichen Operationen, Training, Logistik sowie für den, bei unseren traditionell langen Betriebsdauern von Flugzeugen, an Bedeutung zunehmenden Bereich der Kampfwerterhaltung und Weiterentwicklung der Plattform über die Zeit.

Das luftgestützte operative Feuer der Schweiz wurde zum heutigen Zeitpunkt aus politischen und Kostengründen in die Aufwuchsphase verschoben.

Im Bereich des luftgestützten operativen Feuers sind vier Arten von Einsätzen und Waffen zu unterscheiden, die für die Konzeption der Schweizer Luftwaffe relevant sein könnten.

Die erste Art ist die Bekämpfung von stationären Zielen. Historisch bedeutete die Fähigkeit zur Bekämpfung von stationären Bodenzielen, dass die entsprechenden Flugzeuge ihre Ziele autonom navigierend finden, identifizieren und bekämpfen mussten. Basis hierfür war üblicherweise eine Kombination aus optischem oder auf IR-Basis arbeitendem Zielerfassungssystem mit einem Laserzielbeleuchter und lasergelenkten Waffen. Zielerfassungs- und -bezeichnungssysteme

⁴²Viele der im Bereich Luft-Luft relevanten Daten sind buchstäblich Teil eines Sekundengeschäfts (s. die Abbildung S. 26 für die Zeitverhältnisse im Schweizer Luftraum). Solche Daten werden nach kürzester Zeit operationell wertlos, entsprechend ist eine Entschlüsselung sinnlos, wenn sie nicht verzugslos möglich ist.

in Pods sind mit ihren dazu passenden Waffen relativ teuer und über den Laser wetterabhängig.

Diese Art von operativem Feuer ist am wenigsten auf Interoperabilität angewiesen, da die stationären Ziele vorgängig aufgekärt werden können und die Kette vom Sensor bis zum Abschuss der Lenkbombe (auch «Kill Chain» genannt) relativ langsam von Statten gehen kann. Je schneller die Kill Chain aufgrund des Verhaltens oder der Dringlichkeit des Ziels sein muss und je weniger Ziele aufgrund ihrer Mobilität und ihres Verhaltens planbar sind, desto wichtiger wird ein zu Echtzeit fähiges Netz aus Sensoren, die ihrerseits mit dem Waffenträger und dessen Waffen vernetzt sind.

Mit der Einführung GPS-gelenkter Munition⁴³ in Form der JDAM⁴⁴ fällt der Zwang zur autonomen Zielerfassung und -bezeichnung ab dem Waffenträger weg. Die JDAM ist wetterunabhängig einsetzbar. In ihrer heutigen Form ist sie allerdings weniger präzise als lasergelenkte Waffen.⁴⁵ Die JDAM ist heute mit 20000 USD wesentlich kostengünstiger als eine entsprechende lasergelenkte Waffe.⁴⁶ Die Zielkoordinaten werden dem Waffenträger für seine JDAMs per Link 16 übermittelt. Für kleine Luftwaffen bedeutet dies faktisch von einem Koalitionspartner.

Die zweite Art ist die Bekämpfung von mobilen Zielen. Dafür waren früher Waffen mit optischen oder IR-Zielsuchköpfen notwendig (z.B. Maverick). Mit einer kontinuierlichen Erfassung der Position eines mobilen Ziels können heute auch mobile Ziele mittels billigen JDAMs bekämpft werden. Hierzu ist aber meist die oben erwähnte umfangreiche Vernetzung des Waffenträgers mit den Sensoren Voraussetzung.

Diese massive Kostenreduktion erlaubt es, in beiden Zielkategorien einen immer grösseren Prozentsatz an Präzisionsmunition einzusetzen, um Effekte berechenbarer, sicherer und schneller zu erzielen, um Kollateralschäden zu vermeiden und um unbeteiligtes Leben zu schützen.

Die dritte Art ist die Bekämpfung von Zielen, bei denen der Waffenträger z.B. aufgrund des Bedrohungsbildes auf Abstand bleibt (>200 km). Hierzu wäre weit reichende Aufklärung und sehr teure Munition mit Kosten von bis zu mehreren hunderttausend CHF bis sogar Millionen pro Schuss notwendig. Die auf dem Markt erhältlichen Waffen sind auf den meisten Plattformen integriert, sodass hier prinzipiell ein Pool an interoperablen Systemen vorhanden ist.

Die vierte für uns erwähnenswerte Einsatzart operativen Feuers ist die Bekämpfung der bodengestützten gegnerischen Luftverteidigung (Suppression of Enemy Air Defence – SEAD). In diesem Bereich setzten in Europa nur die grösseren Mächte spezialisierte Versionen von Kampfflug-

zeugen ein. Allerdings ist die F/A-18C/D prinzipiell mit Spezialenkwaffen vom Typ HARM ausrüstbar, diese Lenkwaffe ist gleichzeitig auch der für die SEAD-Mission einsetzbare Sensor. Der Kostentreiber ist einmal die teure Lenkwaffe und zum anderen die für einen autonomen Einsatz notwendige Aufklärungsarchitektur.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in diesen drei Einsatzarten heute relativ grosse Interoperabilität zwischen den

Eine richtig verstandene und umgesetzte Interoperabilität schafft für die politische Führung und den Souverän Entscheidungs- und Handlungsspielraum, ohne dabei ein Präjudiz bezüglich Kooperation oder Autonomie – Neutralität oder Bündnisbeitritt – zu schaffen.

im Markt angebotenen Subsystemen und Kampfflugzeugen besteht. Autonom einsetzbare Lösungen sind allerdings extrem teuer, weil eine entsprechende nationale Aufklärungs- und Führungsfähigkeit mit aufgebaut werden müsste. Dies ist der Grund, wieso das luftgestützte operative Feuer der Schweiz zum heutigen Zeitpunkt in die Aufwuchsphase verschoben wurde. Eine limitierte, nur im Rahmen einer grösseren Koalition einsetzbare, Luft-Boden-Fähigkeit, wäre heute finanzierbar,

ist aber nicht vereinbar mit der Neutralitäts- und sicherheitspolitischen Ausrichtung der Schweiz.

Schlussfolgerungen und Herausforderungen für die Schweiz

Im vorliegenden Beitrag haben wir versucht, die verschiedenen Inhalte des Themas Interoperabilität mit dem Ausland für die Schweizer Luftwaffe zu beleuchten. Zusammenfassend können folgende Schlussfolgerungen gezogen und als Thesen zur Diskussion gestellt werden:

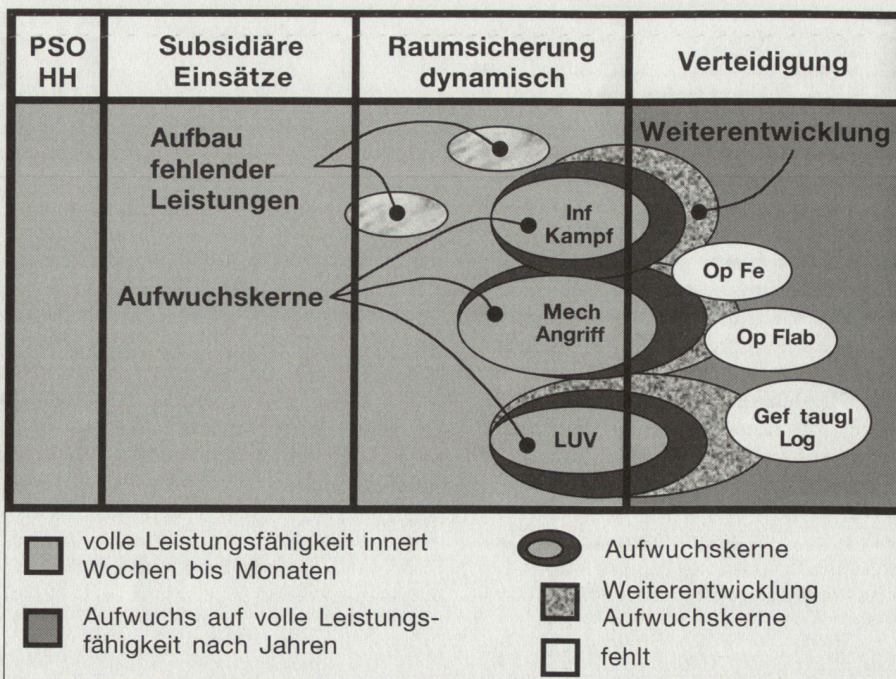
1. Eine richtig verstandene und umgesetzte Interoperabilität schafft für die politische Führung und den Souverän Ent-

⁴³Technisch gesehen lenkt nicht GPS die Bombe, sondern die Bombe erhält vor der Auslösung die GPS-Zielkoordinate und ermittelt nach der Auslösung mittels Trägheitsnavigation und GPS-Update ihre eigene Position in Beziehung zum gewählten Einschlagpunkt. Damit werden Treffergenauigkeiten von wenigen Metern zustande gebracht.

⁴⁴Joint Direct Attack Munition aus dem Hause Boeing.

⁴⁵Neuere Entwicklungen erhöhen die Präzision über die Kombination des GPS mit einem IR-Suchkopf. Der Waffenträger stellt ein SAR-Bild des Ziels her, referenziert das Bild bezüglich Bildlinien und GPS-Koordinaten und speist Koordinaten und Referenzlinien in die JDAM ein. Die Bombe wird GPS-gesteuert in die Nähe des Zielpunkts geworfen, wo auf kurze Distanz der IR-Suchkopf den Zielpunkt auf dem Ziel über die Referenzlinien identifiziert und mit hoher Präzision ansteuert.

⁴⁶Eine lasergelenkte GBU-24, die den gleichen Bombenkörper verwendet wie die JDAM, kostet zirka 75000 USD.



Die Aufwuchskerne und die in eine mögliche Aufwuchsphase verschobenen Fähigkeiten der Schweizer Armee.
Bild: Planungsstab der Armee

scheidungs- und Handlungsspielraum, ohne dabei ein Präjudiz bezüglich Kooperation oder Autonomie – Neutralität oder Bündnisbeitritt – zu schaffen. Ein Verzicht auf Interoperabilität bedeutet faktisch eine Einschränkung des Entscheidungs- und Handlungsspielraums für die politische Führung und den Souverän.

2. Bei der Konzeption und Umsetzung von Interoperabilität ist insbesondere darauf zu achten, dass unsere OPSEC (d.h. Abhörsicherheit, Erhaltung der eigenständigen Einsatzfähigkeit unserer Mittel und eine gewisse Unabhängigkeit im Bereich der operativen Aufklärung) nicht kompromittiert wird. Diese Gefahr ist immer und überall auch ohne Interoperabilität ein Teil des militärischen Alltags, erhöht sich bei weitgehender Interoperabilität und muss aktiv angegangen werden.

Ein Verzicht auf Interoperabilität bedeutet faktisch eine Einschränkung des Entscheidungs- und Handlungsspielraums für die politische Führung und den Souverän.

3. Interoperabilität kann uns dabei helfen, Fähigkeiten zu trainieren und zu entwickeln, die wir uns umfassend und autonom in der heutigen Bedrohungs- und Budgetsituation gar nicht leisten können.⁴⁷

4. Interoperabilität für die Luftwaffe ist thematisch eingrenzbar. Der Teufel liegt oft im technischen Detail, Interoperabilität ist damit kein papierernes Verwaltungskonzept, sondern muss praktisch umgesetzt und in Übungen verifiziert werden. Interoperabilität ist nicht ein Projekt mit einem Enddatum, sondern ein laufender Prozess. Wer hinter der dauernden Weiterentwicklung seiner Partner herhinkt, verliert seine einmal errungene Interoperabilität.

5. Konkret können für die Luftwaffe folgende Schwerpunkte im Bereich Interoperabilität identifiziert werden:

5.1 Führung

- Angleichung der Organisation und der Stabsprozesse an aktuelle internationale Standards
- Datenkompatibilität und Klassifikationsmanagement in der Planung von Einsätzen

⁴⁷Ein Beispiel hierzu sind die Luftkampfbüben im Ausland. Die engen schweizerischen Übungsluft-räume zwischen den zivilen Luftstrassen lassen in der normalen Lage keine volle Ausnutzung der technischen Sensoren und Waffenreichweiten des F/A-18 mehr zu. Entsprechende Übungen im Ausland benötigen Interoperabilität, diese wird somit als Instrument zur vollen Entwicklung unserer Fähigkeiten im Bereich Luftkampf und Luftpolizeidienst eingesetzt.

5.2 Erkannte Luftlage

- Fähigkeit zum Datenaustausch mit dem benachbarten Ausland (z.B. für Konferenzschutz)

- Klassifikationsmanagement und Abhörsicherheit

5.3 Erkannte Bodenlage

- Datenkompatibilität der Sensorprodukte

- abhörsichere Verbindungen für Luftaufklärungsmittel

5.4 Kompatibilität von Daten, Kommunikation, IT und Sensorik

- Aktualität Link 16 (und ggf. Folgesysteme) sicherstellen

- Klassifikationsmanagement und Abhörsicherheit Schweizer Link 16

- Kompatibilität und Aktualität IFF sicherstellen

5.5 Leistungsvermögen von Flugzeugen und Waffen

- Minimierung von Helvetisierungen auf das physisch Notwendige

5.6 Training und Ausbildung

- Regelmässige Übungen auf Ebene Stäbe und Einsatzverbände zur Verifizierung und Weiterentwicklung 5.1 bis 5.5.

Ziel unserer Interoperabilitätsbemühungen ist es, den Spannungsbogen zwischen Autonomie und Kooperation offen zu halten, sprich keinen Entscheid fallen zu müssen, der die schweizerische Entscheidungs- und Handlungsfreiheit zu früh einschränkt. Dies ist richtig so, weil wir nicht a priori sagen können, wo die sicherheitspolitische Reise in der Zukunft hingeht.

Literatur

- , (2004a). *Operative Führung*. Reglement Chef der Armee. Bern: Generalstab. <http://www.vbs-ddps.ch/internet/groupgst/de/home/planung/milit/fuhrungsreglemente/operative.html>.
- , (2004b). *Taktische Führung*. Reglement Chef der Armee. Bern: Generalstab. <http://www.vbs-ddps.ch/internet/groupgst/de/home/planung/milit/fuhrungsreglemente/taktische.html>.
- , (2004c). *Begriffe*. Reglement Chef der Armee. Bern: Generalstab. <http://www.vbs-ddps.ch/internet/groupgst/de/home/planung/milit/fuhrungsreglemente/begriffe.html>.
- , (2003). *Weisungen für die militärische Ausbildungszusammenarbeit mit dem Ausland*. MilAZA. Bern: VBS.
- , (2001). *A(merica) B(ritain) C(anada) A(ustralia)*. *Coalition Operations Handbook*. www.abca.hqda.pentagon.mil. Zugriff: 2002.
- , (2000). *Armeeleitbild XXI*. (ALB XXI). Bern: Generalstab. www.vbs.admin.ch.
- , (1999). *Sicherheitspolitischer Bericht 2000, Sicherheit durch Kooperation*. www.vbs.admin.ch.
- Air Group IV (undatiert). <http://www.nato.int/structur/ac/224/ag4>. Zugriff: 2004-01-19.

Allied Air Forces North. (2001). *Air Interoperability Handbook*. NATO Unclassified. Ramstein: AIR-NORTH.

Davies, S. (2004). 'Strike Eagle Ops over Iraq.' *Air Forces Monthly* No. 191. February. 64-70.

Defense Information Systems Agency. (2004). *What is the Joint Global Command and Control Systems (GCCS-J)*. <http://gccs.disa.mil/gccs>.

Department of Defense. (2003a). *Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms: Joint Publication 1-02*. http://www.dtic.mil/doctrine/jel/new_pubs/jp1_02.pdf. Zugriff: 2004-01-19.

Department of Defense. (2003b). *Global Command and Control System Interoperability Homepage*. <http://jic.fhu.disa.mil/gccsiop>. Zugriff: 2004-01-17.

Department of Defense. (1999). *Report on Allied Contributions to the Common Defense: A Report to Congress by the Secretary of Defense*. Washington, D.C.: DoD.

Forschungsstelle für Sicherheitspolitik und Konfliktanalyse. (1999). *Interoperabilität – Prospektivstudie zuhanden des Kernteams Armee XXI*. Amtsintern. Zürich: ETHZ.

Grünenfelder, M. (2003). 'Weiterentwicklung der Luftwaffe bis 2015 – Eine Strategie.' *Air Power Revue der Schweizer Luftwaffe*. No. 1. S. 21-30. <http://www.vbs-ddps.ch/internet/luftwaffe/de/home/about/doctrine/downloads.html>.

Henderson B. W. (1990). 'USAF, NATO Invest Heavily in AWACS Electronics Upgrades.' *Aviation Week & Space Technology* 132. No. 1, 45-50.

Hura, M. et al. (2000). *Interoperability – A Continuing Challenge in Coalition Air Operations*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

Jackson, P. (Hrsg.). (1999). *Jane's All the World's Aircraft 1999-2000*. Alexandria, Va: Jane's Information Group.

Kozioł, J.C. (2003). Briefing. IQPC EW Conference, London, 6. November.

Lambeth, B.S. (2001). *NATO's Air War for Kosovo – A Strategic and Operational Assessment*. Santa Monica: Rand.

Lenk, P.J. (1999). *NATO Alliance Ground Surveillance Capability*. Briefing at the Unmanned Vehicle Command and Control Workshop, Den Haag, NL, 9.-10. Januar. NATO Unclassified. Brüssel: NATO Consultation, Communication & Control Agency.

Lorell, M., Lowell, J. (1985). *Pros and Cons of International Weapons Procurement Collaboration*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

NATO. (1998). *Planning and Review Process: Survey of Overall JPP Interoperability*. Brüssel: NATO.

NATO Committee for Standardisation (2003). *NATO Interoperability*. NATO/EAPC Unclassified. Euro-Atlantic Partnership Council Working Paper EAPC (NCSREPS)WP(2003)08-REV2. Brüssel: NATO.

Nutwell, R.M. (1997). 'Advances in Technology: The Impact on Multinational Operations.' *RUSI Journal*, 142, 6, S. 27-30.

Ochmanek, D.A. et al. (1998). *To Find and Not to Yield – How Advances in Information and Firepower Can Transform Theater Warfare*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

Reaction Force Air Staff. (2004). *Deployable Forces (Air) Handbook*. 5th Edition. Brüssel: NATO. <http://www.rfas.nato.int/rfas>.

Scott, W.B. (2003). 'Enhanced Lantirn.' *Aviation Week & Space Technology* 159. No. 3, 44-48.

Stimson, G.W. (1998). *Introduction to Airborne Radar*. Second Edition. Mendham, NJ: Scitech Publishing.

Tessmer, A.L. (1988). *The Politics of Compromise: NATO and AWACS*. Washington DC: National Defense University Press.

US Army. (1998). 'Appendix A: JSTARS GSM/CGS Interoperability Procedures for the MLRS Battalion.' In *The Army Tactical Missile System (Army TACMS) Family of Munitions AFOM*. Tactics, Techniques and Procedures (TTP). ST 6-60-30. Fort Sill, OK: Field Artillery School.