

MITTLER
REPORT

WEHRTECHNISCHER REPORT

April 2020



Taktisches Luftverteidigungssystem



HENSOLDT

Detect and Protect.

100 Jahre Verteidigungs- und Sicherheitselektronik unter einem Dach.

www.hensoldt.net

Mit dem Taktischen Luftverteidigungssystem unterstreichen wir unsere führende Rolle in der bodengebundenen Luftverteidigung.

Die aktuelle Entwicklung moderner Waffensysteme im Bereich der Kurz- und Mittelstreckenraketen stellt heutige Luftverteidigungssysteme vor große Herausforderungen. Dem breiten Bedrohungsspektrum aus der Luft lässt sich nur durch den konsequenten Einsatz moderner Technologien begegnen. Mit dem Taktischen Luftverteidigungssystem (TLVS) wollen wir unsere Fähigkeiten im Bereich der bodengebundenen Luftverteidigung deutlich erweitern.

Großprojekte und Neubeschaffungen sind Leuchttürme. Die Luftwaffe ist an einem Erfolg des Projekts sehr interessiert und wir hoffen, baldmöglichst in konkrete Planungen für den personellen, materiellen und infrastrukturellen Übergang zu TLVS einsteigen zu können.

Das neue System verspricht hochleistungsfähige Sensoren, Flexibilität, Mobilität, Interoperabilität, Eigenschutz sowie Modularität. TLVS nutzt deutsche Hochtechnologie und garantiert somit die Systemhoheit auf diesem Gebiet, bietet eine 360-Grad-Bekämpfungsfähigkeit, flexibel verknüpfbare Abwehrwaffen und verspricht einen geringen Personalansatz zum Betrieb. TLVS bietet zudem mit der offenen, flexiblen Systemarchitektur und dem „Plug and Fight“-Prinzip beste Möglichkeiten zur Rüstungskoooperation und für den Einsatz im Bündnis.

Mit TLVS wird Deutschland seiner Rolle als NATO-Rahmennation gerecht und wir unterstreichen unsere



führende Rolle im Bereich der Luftverteidigung.

TLVS ist eines der technologisch ambitioniertesten Entwicklungsprogramme in Deutschland. Die technische Komplexität im Hochtechnologiebereich ist auch mit zeitlichen, qualitativen und finanziellen Risiken verbunden. Da wir auf die Vorteile von Spitzentechnologie nicht verzichten wollen, gilt es, die Risiken durch Transparenz und systematisches Projektmanagement gezielt zu minimieren.

Das Ziel, das Entwicklungsrisiko beherrschbar zu machen, hat

die Komplexität der Vertragsverhandlungen erhöht. Für alle Beteiligten gilt hierbei der Grundsatz „Gründlichkeit vor Schnelligkeit“. Nur so können wir den gemeinsamen Erfolg garantieren und sicherstellen, dass wir ein Luftverteidigungssystem erhalten, das den Anforderungen der Zukunft verlässlich gewachsen ist. Das Team Luftwaffe bringt sich mit fachlicher Expertise in den aktuellen Prozess ein, und wir bleiben optimistisch, dass wir mit TLVS auf dem Weltmarkt bisher nicht erhältliche Fähigkeiten für unseren Beitrag zur Landes- und Bündnisverteidigung und internationalen Krisenbewältigung erhalten. Mit den in Kürze zu erwartenden Weichenstellungen wird TLVS der zukünftige Träger unserer bodengebundenen Luftverteidigung.

Generalleutnant Ingo Gerhartz
Inspekteur der Luftwaffe

Taktisches Luftverteidigungssystem: Unser Schutzschild der Zukunft

Ende November letzten Jahres hat Russland über der Arktis erneut seine neue Hyperschallrakete getestet – eine Waffe, gegen die es nach einhelliger Meinung im Augenblick keine ausreichenden Verteidigungstechnologien gibt. Neben Russland forscht auch China mit Hochdruck an extrem schnellen Hyperschallwaffen, die anders als gewöhnliche ballistische Raketen keine berechenbaren Flugbahnen und besonders niedrige Flughöhen haben. Darüber hinaus zeichnen sich aktuelle und zukünftige Luftbedrohungen durch neue intelligente Täuschkörper, geringere Radarquerschnitte, erhöhte Reichweiten und Geschwindigkeiten aus. Derart intensive Flugkörperforschung hat es seit den Zeiten des Kalten Krieges nicht mehr gegeben. Neben neuen Waffensystemen stellen auch die zunehmende Proliferation von Raketentechnologie sowie das Platzen des INF-Vertrages eine neue Bedrohungssituation dar, die vor einigen Jahren noch undenkbar schien. Die Kombination von neuen technologischen Entwicklungen und geopolitischen Veränderungen stellt die Luftverteidigung der Zukunft vor große Herausforderungen. Existierende Systeme zur Flugkörperabwehr stoßen bereits jetzt an ihre Leistungsgrenzen und müssen in den nächsten Jahren ersetzt werden. Deshalb braucht es ein modernes und leistungsfähiges taktisches Luftverteidigungssystem, das entwicklungsfähig und erweiterbar ist, um mit den Bedrohungen der Zukunft Schritt halten zu können.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundeswehr 2015 die Auswahlentscheidung getroffen, das neue, hochmoderne Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) ein-



Foto: Bundestag

zuführen. Der Verteidigungsausschuss des Deutschen Bundestages hat dieses Projekt von Anfang an intensiv begleitet. Als Politik stehen wir in der Verantwortung gegenüber der deutschen Bevölkerung sowie unseren Soldatinnen und Soldaten im Auslandseinsatz, den größtmöglichen Schutz gegen aktuelle und künftige Bedrohungen aus der Luft zu garantieren. TLVS ist ein zukunftsorientiertes System und wächst dank seiner Vernetzbarkeit mit der Einbindung neuer Sensoren und Effektoren in seinem Fähigkeitsspektrum.

Neben dem immensen militärischen Fähigkeitsaufwuchs, den die Bundeswehr durch TLVS verzeichnen könnte, sprechen auch einige politisch-strategische Aspekte für das System.

Foto: MBDA



Die Bundesrepublik Deutschland hat sich verpflichtet, eine führende Rolle als Rahmennation für den Bereich der bodengebundenen Luftverteidigung im Rahmen der NATO zu übernehmen. Die Anforderungen an TLVS wurden von vorneherein auf ein größtmögliches Maß an Interoperabilität zu den NATO-Luftverteidigungssystemen ausgelegt. TLVS stärkt die Führungsrolle der Bundesrepublik Deutschland im Bereich der Luftverteidigung und Flugkörperabwehr innerhalb der NATO und auch im Hinblick auf die Gestaltung einer Europäischen Verteidigungsunion. Mit TLVS leisten wir einen strategischen Beitrag zur Bündnisfähigkeit und erfüllen die geforderten NATO-Verpflichtungen. Zudem eröffnet TLVS Deutschland durch seine Schutzfunktion alternative Handlungsoptionen in Krisenszenarien. Es bedeutet außerdem die Sicherung und den strategischen Ausbau der nationalen Luftverteidigungsindustrie mit großem Exportpotential, wobei die Systemhoheit – anders als im Augenblick – in Deutschland liegt. Dadurch werden bei uns Hochtechnologiejobs erhalten und weitere geschaffen. Wir

sichern dadurch auch die Forschung an absoluten Zukunftstechnologien wie digitalisierte Führungssysteme, Nutzung von KI und neuer Sensorik. Mit der Investition in TLVS sichern wir uns den Eintritt in die Luftverteidigung der neuesten Generation und somit ein neues Maß an Kooperationsmöglichkeiten und Wettbewerbsvorteilen.

Im Zeitalter von Globalisierung und Digitalisierung müssen Deutschland und Europa den Anspruch haben, über moderne Streitkräfte zu verfügen, die den weltweiten Bedrohungen gewachsen sind. Themen wie Hyperschall und Luftverteidigung gegen modernste Systeme, aber auch Cyber, KI und Space begegnet man nicht mit Systemen aus den 1980ern. Zukunftsweisende Projekte müssen jetzt auf den Weg gebracht werden, um sie in naher Zukunft zur Verfügung zu haben. Die Karten liegen auf dem Tisch. Jetzt muss die Grundsatzentscheidung getroffen werden, das Projekt TLVS weiter voranzutreiben und endgültig mit einer entsprechenden Finanzierung abzuschließen.

Angesichts der technologisch rasant voranschreitenden Bedrohungen darf man sich selbst neuen Ideen nicht verschließen. Bei aller Ungewissheit über die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Hyperschallwaffen darf eines mit Sicherheit angenommen werden: Die Vorwarn- und Reaktionszeit wird sich auf ein Minimum verkürzen. Bereits TLVS wird den Operateur mit seinem intelligenten Führungssystem bei der Planung von Einsätzen und beim Bekämpfungsablauf durch automatisierte Abläufe unterstützen. Zukünftig wird der Weg an einer vollautomatisierten Flugabwehr nicht vorbeiführen. Diese Diskussion ist jedoch eine andere und wird noch geführt werden müssen.

Florian Hahn MdB,
Stellvertretender Generalsekretär der CSU,
Europapolitischer Sprecher der CDU/CSU-
Bundestagsfraktion, Mitglied im Verteidigungsausschuss des Deutschen Bundestages



Vorwort

Mit dem Taktischen Luftverteidigungssystem unterstreichen wir unsere führende Rolle in der bodengebundenen Luftverteidigung	3
Generalleutnant Ingo Gerhartz Inspekteur der Luftwaffe	

Grußwort

Taktisches Luftverteidigungssystem: Unser Schutzschild der Zukunft	4
Florian Hahn MdB, Stellvertretender Generalsekretär der CSU, Europapolitischer Sprecher der CDU/CSUBundestagsfraktion, Mitglied im Verteidigungsausschuss des Deutschen Bundestages	

Taktisches Luftverteidigungssystem

Die nukleare Frage ist zurück	8
Stefan Fröhlich	
Das Projekt Taktisches Luftverteidigungssystem	16
Das neue bodengebundene Flugabwehrsystem Alexander Graf	
Projektorganisation und -management für das Taktische Luftverteidigungssystem	20
Carsten Köpper	
Zum Stand des Vorhabens Taktisches Luftverteidigungssystem	22
Erkenntnisse aus einer kleinen Anfrage von Angehörigen der Bundestagsfraktion der FDP Ulrich Renn	
Vernetzte Luftverteidigung	24
TLVS-Systemarchitektur Dorothee Frank	
Aufklärung und Wirkung	27
Die Sensoren und Effektoren des Taktischen Luftverteidigungssystems Ulrich Renn	
Cybersecurity als Systemfähigkeit	32
Dorothee Frank	

Luftverteidigungssysteme „Made in Germany“ IRIS-T SL als Teil der künftigen deutschen Luftverteidigung Dipl.-Wirtsch.-Ing. Arne Nolte DIEHL Defence	34
Stromversorgung für kritische Systeme Dorothee Frank VINCORION	37
Secure Domain Transition infodas GmbH	39
Geschützte, hochmobile Raumwunder Spezialcontainer und mobiles Kopplungssystem von DREHTAINER für das Teilprojekt MC4IS DREHTAINER GMBH	41
TRML-4D – Ein Mittelbereichssensor für das Taktische Luftverteidigungssystem Markus Rothmaier und Daniela Martin-Höckelmann HENSOLDT	44
Überwachung und Steuerung der mobilen TLVS-Gefechtsstände Georg Kieferl Micro Nova, Software und Systeme	46
Allen aktuellen Bedrohungen gewachsen Interview mit Dietmar Thelen, Geschäftsführer der TLVS GmbH	48
Integrierte Luftverteidigung Das Taktische Luftverteidigungssystem im Rahmen der Flug- und Flugkörperabwehrfähigkeiten der NATO Ulrich Renn	50
Nachholbedarf Taktische Flug- und Raketenabwehr in NATO-Europa Sidney E. Dean	54

Impressum

Wehrtechnischer Report April 2020
0/2020

Herausgeber:

Mittler Report Verlag GmbH
ein Unternehmen der Gruppe

TAMMMEDIA

Geschäftsführer:

Peter Tamm
Thomas Bantle

Prokurist:

Jürgen Hensel

Redaktion:

Ulrich Renn
Dorothee Frank

Lektorat:

Peter Preylowski

Layout:

CREATIV CONSULTING GmbH
Meckenheim

Verlagsanschrift:

Mittler Report Verlag GmbH
Baunscheidtstraße 11, 53113 Bonn
Telefon: +49 (0) 228 3500870
Telefax: +49 (0) 228 3500871
E-Mail: info@mittler-report.de
Internet: www.mittler-report.de

Abo/Leserservice:

PressUp GmbH, Postfach 701311,
22041 Hamburg
Tel: (040) 41448-471
Fax: (040) 41448-499
mittler-report@pressup.de

Anzeigenleitung:

Waldemar Geiger
Marketing und
Business Development
Mittler Report Verlag GmbH
Baunscheidtstraße 11
D-53113 Bonn
Tel: +49 (0) 228 35 00 887
waldemar.geiger@mittler-report.de

Druck:

Lehmann Offset Druck GmbH
Gutenbergring 39, 22848 Norderstedt

Einzelpreis: 14,80 Euro
(zzgl. Versandkosten)

Titelabbildung:

PAC-3 MSE im scharfen Schuss (MBDA)

Die Broschüre und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverformungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die nukleare Frage ist zurück

Stefan Fröhlich

Noch vor wenigen Jahren sah es so aus, als sei die Gefahr durch Nuklearwaffen für die internationale Sicherheit weitgehend unter Kontrolle. Die US-amerikanischen und russischen Nuklearwaffenbestände waren seit Ende des Kalten Krieges drastisch reduziert worden und mittels Rüstungskontrolle konnten vorzeigbare Ergebnisse sowohl im Bereich der strategischen Kernwaffen (START) als auch bei den nuklearen Mittelstreckenwaffen (INF) erzielt werden. Im Schatten der beiden großen Nuklearmächte (noch immer im Besitz von rund 90 Prozent der weltweit verfügbaren Nuklearbestände) konnte Libyen überzeugt werden, seine nuklearen Ambitionen aufzugeben, hielt Israel ähnliche Pläne im Irak und in Syrien in Schach und gab Südafrika sein Nuklearprogramm endgültig auf. Iran unterzeichnete 2015 die

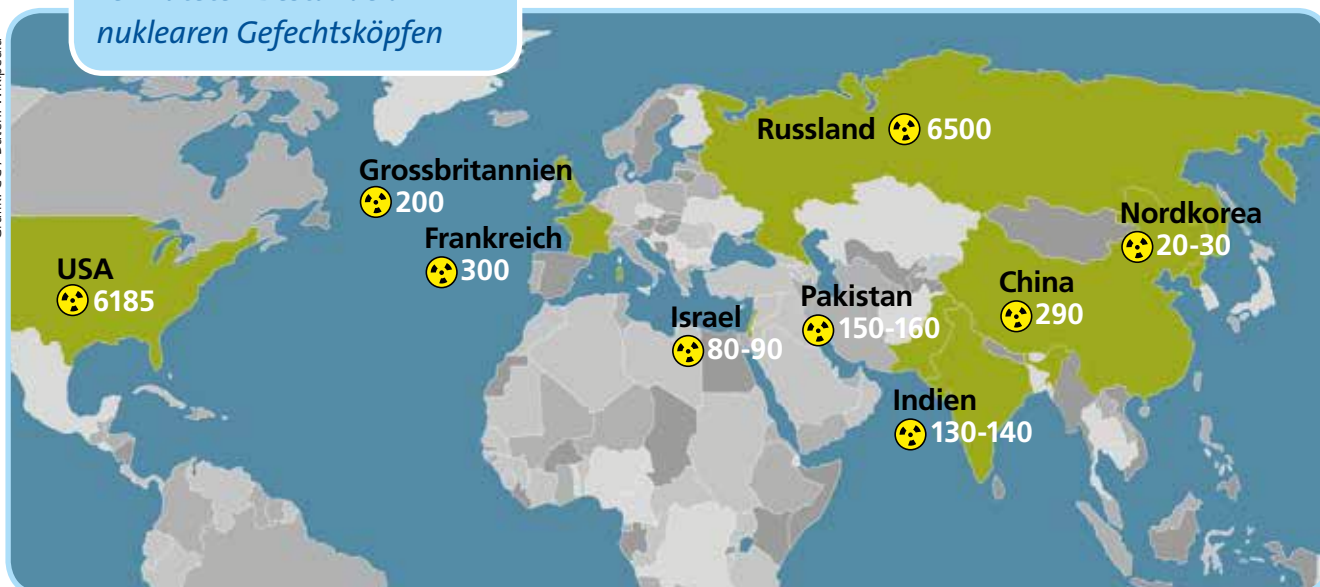
zwischen Pjöngjang und Washington. Mittlerweile aber modernisieren nahezu alle Kernwaffenmächte ihre Bestände bzw. bauen diese aus und gefährden durch neue technologische Entwicklungen nicht nur die Überlebensfähigkeit atomarer Arsenale, sondern damit auch das nukleare Gleichgewicht.

Die Modernisierung der Nuklearwaffen

Spätestens seit 2016 ist der nukleare Geist wieder aus der Flasche, nachdem US-Präsident Trump im Wahlkampf erklärt hatte, dass Nuklearwaffen nur dann einen Sinn machten, wenn ihr Einsatz auch denkbar wäre. Tatsächlich spiegelt die Äußerung zunächst die Sicherheitslogik der Nuklearwaffen wider, die nach der *Nuclear Posture Review* (US Department of Defense 2018) einen

Die aktuell gemeldeten oder vermuteten Bestände an nuklearen Gefechtsköpfen

Grafik: CC / Daten: Wikipedia



Wiener Nuklearvereinbarung (JCPOA) und unterwarf sich damit strengen Auflagen und engmaschigen Transparenzmaßnahmen seiner Nuklearaktivitäten. Schließlich schienen die harten UN-Sanktionen selbst im Fall Nordkoreas Wirkung zu zeigen und ermöglichten erstmalig bilaterale Gespräche

glaubwürdigen Einsatz selbiger ermöglichen soll. Voraussetzung dafür ist, dass Nuklearwaffen klein genug sind, dass ihr Einsatz nur „begrenzten Schaden“ anrichten kann – ein Prinzip, welches die Nuklearstrategie der NATO schon in den 1970er Jahren kannte.

Chinesischer Interkontinentalflugkörper (Dongfeng-41) bei einer Parade

Die USA reagieren damit insbesondere auf Russlands aktuelle Strategie, die neben der Entwicklung einer schweren Interkontinentalrakete, die auch über den Südpol fliegen kann, einem autonomen, nuklearbestückten Torpedo und einem nukleargetriebenen Überschallflugkörper mit großer Reichweite auch den Einsatz kleinerer nicht-strategischer Nuklearwaffen vorsieht, um ggf. nicht nur die baltischen Staaten oder Polen anzugreifen, sondern auch einen Angriff der NATO mit deren stärkeren konventionellen Waffen abschrecken zu können. Sie reagieren aber auch auf die zunehmende Bedrohung durch China, Nordkorea und Iran.

Foto: Chinesisches Verteidigungsministerium



Die nukleare Triade (See, Luft, Land) der USA wurde bereits unter Obama modernisiert und soll nun u.a. um kleinere Sprengköpfe auf seegestützten ballistischen Raketen, neuere Versionen see- und luftgestützter Marschflugkörper mit längerer Reichweite sowie eine neue Generation von stealth-

SDoT

Produktfamilie

Weil GEHEIM keine Interpretationssache ist.



- SDoT Diode – schnellste und sicherste softwarebasierte Diode der Welt
- SDoT Security Gateway – eine flexible Lösung zum Datenaustausch zwischen Domänen mit unterschiedlichem Schutzbedarf

- SDoT Security Gateway Express – eine vertrauenswürdige und performante Datenkommunikation zwischen verschiedenen Sicherheitsdomänen für Echtzeitanwendungen

fähigen, sprich von gegnerischen Radaren schwer erfassbaren, strategischen B-21-Bombern mit nuklearen Sprengköpfen (B61) ergänzt werden (mit einem Finanzvolumen in Höhe von eineinhalb Billionen US-Dollar in den nächsten 30 Jahren).

Die Ziele dieser Entwicklungen auf beiden Seiten sind offensichtlich: Mit der verlängerten Reichweite der Bomberflotten sollen Ziele aus großem Abstand und mit hoher Treffsicherheit angreifbar wer-

Der russische Marschflugkörper, 9M729, NATO: SSC-8 Screwdriver, der den Anlass zur Kündigung des INF-Vertrags gab



Foto: Russisches Verteidigungsministerium

den, ohne jeweils in die leistungsgesteigerte Luftverteidigung des Gegners vordringen zu müssen. China und Russland haben aus Sicht Washingtons ihre sogenannten A2/AD-Fähigkeiten (anti-access/area denial) durch weitreichende Abstandswaffen erheblich verbessert; dies erfordert Gegenmaßnahmen in Form eines kombinierten Einsatzes von konventionellen Waffensystemen gegen die bodengestützte Luftverteidigung des Gegners und Nuklearwaffenträgern mit erhöhter Eindringfähigkeit. Mit treffsicheren Nuklearraketen kleinerer Sprengkraft sollen zweitens die Fähigkeiten erweitert werden, Punktziele auszuschalten, Kollateralschäden zu vermindern und evtl. auch „massive Cyber-Angriffe“

abzuwehren. Drittens ermöglicht die neue Generation von seegestützten Marschflugkörpern den USA eine „erweiterte Abschreckung“ (im Sinne einer Counter-Force-Rolle der Nuklearstreitkräfte) zum Schutz ihrer Verbündeten in Ostasien und Europa von den europäischen und asiatischen Randmeeren bis in die Landziele von strategischer Bedeutung des Gegners hinein (etwa Luft- und Raketenabwehrstellungen, Raketensilos, Kommandozentralen und Führungszentren, Häfen etc.).

Eine solche „erweiterte Abschreckung“ gewinnt aus Washingtoner Sicht vor allem im Zusammenhang mit dem unterstellten Bruch des INF-

Vertrags durch Russland an Bedeutung, der Moskau weitere Einsatzoptionen u.a. für die südliche und östliche Peripherie in Asien und dem Nahen und Mittlern Osten schafft, wo Russland sich durch nukleare INF-Systeme bedroht sieht. Sollte Moskau tatsächlich wieder Mittelstreckensysteme gegenüber Westeuropa in Stellung zu bringen, wäre eine ähnliche Debatte innerhalb des Bündnisses wie in den 1980er Jahren wohl vorprogrammiert, wie Präsident Macrons Vorstoß, Putins Moratoriumsvorschlag für landgestützte Mittelstreckensysteme in der NATO prüfen zu lassen, deutlich machte.

Die mit all diesen Entwicklungen verbundene Senkung der „Nuklearschwelle“ lässt aber gleichzeitig nukleare Kriegführungsstrategien wieder an Bedeutung gewinnen, auch wenn es Washington in erster Linie darum geht, po-

tentielle Gegner wie Russland, China oder Iran vor nuklearen und konventionellen strategischen Angriffen gegen vitale Interessen der USA und seiner Bündnispartner abzuschrecken. Grund dafür ist, dass die derzeitige Abschreckungsdoktrin weit über die ursprüngliche Funktion strategischer Nuklearwaffen – die gegenseitige Abschreckung vor einem nuklearen Erstschlag – hinausgeht. Die nunmehr wieder erweiterte Abschreckung knüpft an die Logik aus dem Kalten Krieg an und hält den Einsatz von Nuklearwaffen zum Schutz der Bündnispartner unterhalb der Schwelle einer möglichen strategischen Vernichtung für möglich. Dies hat unmittelbaren Einfluss auf die

europäische Sicherheit, da die Einführung neuer B61-Freifallbomben zur Verbesserung der amerikanischen nuklearen Einsatzooptionen im Rahmen der nuklearen Teilhabe auch deutsche, niederländische, belgische und italienische Flugzeuge betrifft. Ziel ist die Abschreckung nuklearer und konventioneller, aber auch chemischer oder biologischer Angriffe durch den möglichen Einsatz von Nuklearwaffen unter konsequenter Beibehaltung der nuklearen Erstschlagoption für das NATO-Bündnis. Letztere dient Washington als Rückversicherung gegen Russlands ausdrückliche nukleare Erstschlagoption, aber auch gegen befürchtete Ersteinsätze chinesischer Nuklearwaffen, obwohl Peking solche offiziell ausschließt. Und sie dient schließlich der für die europäische Sicherheit unverändert essentiellen Lastenteilung im Bündnis bzw. der Bindung der USA an die Verteidigung der europäischen Bündnispartner, solange vor allem die französischen Nuklearwaffen nicht der NATO zugeordnet sind (anders als die britischen) und eine europäische Teilhabe daran allenfalls vage im Raum steht.

Das Waffensystem Tornado ist zur Zeit der einzige Träger der nuklearen Teilhabe in der Bundeswehr

Das Ende des INF-Vertrags

Die jüngsten Entwicklungen in den USA und an Europas Peripherie haben die Nuklearfrage damit auch in der EU wieder auf den Tisch gebracht. Dies gilt vor allem im Zusammenhang mit dem faktischen Ende des INF-Vertrags.

Schon Obama hatte Russland 2014 vorgeworfen, unter Verletzung des INF-Vertrages einen neuen Marschflugkörper (SSC-8) getestet und stationiert zu haben, der Europa bedrohen kann und Russland militärische Eskalationsdominanz gewährt; jeder durch hybride (unterhalb der Schwelle einer direkten militärischen Auseinandersetzung) und konventionelle Kriegführung erreichte militärische Gewinn könnte durch die anschließende nukleare Drohung abgesichert werden. Darüber hinaus spaltet die SSC-8 die NATO in zwei Sicherheitszonen, da die Raketen Ziele in Europa, nicht aber in den USA erreichen können. Moskau wiederum beschuldigt(e) umgekehrt Washington, seinerseits Marschflugkörper über sein Raketenabwehrsystem in Polen und Rumänien Richtung Russland lancieren zu können. Nunmehr stellt der offene Bruch des Abkommens die europäische Sicherheit vor neue sicherheits- und rüstungskontrollpolitische Herausforderungen.



Foto: Bundeswehr

Für Europa bleibt unter diesen Umständen nur eine realistische Option. Zu meinen, man könnte China, Indien und Pakistan als potenzielle Bedrohungen sowohl für die USA und Russland (und damit als Motiv für deren Aufkündigung des Vertrags) in das Vertragswerk einbeziehen, ist illusorisch. Die Stationierung neuer landgestützter Kurz- und Mittelstreckensysteme in Europa mag ultima ratio sein, dürfte aber von Europäern mehrheitlich solange ausgeschlossen

muss daher im Interesse der Europäer liegen, weil nur sie in der Lage ist, die von Washington intendierte Schadensbegrenzung gegenüber Nuklearstaaten zu erhalten; einzig eine solche garantiert wiederum eine glaubwürdige Beistandszusage gegenüber den Bündnispartnern. Eben deshalb fürchtet Russland die US-amerikanische Raketenabwehr, die einzig und allein die Fähigkeit Russlands zu einem nuklearen Zweitschlag unterlaufen kann (und auch anderer

potenzieller Angreifer wie China, die deshalb die Raketenabwehr der USA als schädlich für die strategische Stabilität ansehen). Europäer und Berlin wären gut beraten, unter diesen Umständen das für 2025



Foto: Marine Nationale

Das französische Atom-U-Boot „Le Terrible“ läuft zu einer Patrouille aus

werden, wie nicht alle diplomatischen Kanäle und andere militärische Reaktionen ausgelotet wurden. Will man den Vertrag also selbst nicht verletzen, besteht neben einer erhöhten und intensiver rotierenden Präsenz von NATO-Truppen im östlichen Bündnisgebiet vor allem die Möglichkeit, den Ausbau der Raketenabwehrfähigkeiten in Europa voranzutreiben, die auch russische Mittelstreckenraketen abfangen können – auch wenn eine solche Maßnahme dem NATO-Beschluss widersprechen würde, wonach sich diese Fähigkeiten ausdrücklich nicht gegen Russland, sondern gegen Bedrohungen von außerhalb des Bündnisgebietes richten (Iran, Syrien oder Nordkorea).

Die Präsenz begrenzter multinationaler Kampftruppen in Polen und den baltischen Staaten wurde bereits umgesetzt. Nunmehr geht es sowohl um eine gesicherte, rasche Verstärkungsfähigkeit mit Streitkräften der Triade wie auch und vor allem deren Unterstützung durch Luftverteidigung und Raketenabwehr. Letztere ist gerade deshalb entscheidend und

geplante Taktische Luftverteidigungssystem – kurz TLVS – möglichst zügig umzusetzen. Das als bodengestütztes Luftverteidigungssystem für kurze und mittlere Reichweiten konzipierte Projekt, das auf dem Vorgängersystem MEADS (Medium Extended Air Defense System) aufbaut, dient dem Schutz vor eben solchen aktuellen und zukünftigen, komplexen Bedrohungen aus der Luft und soll im Rahmen der Landes- und Bündnisverteidigung vor allem zur Abwehr von ballistischen Kurz- und Mittelstreckenraketen, Kampfflugzeugen, Hubschraubern, Drohnen und Marschflugkörpern, aber auch zum Schutz kritischer militärischer wie ziviler Infrastruktur wie IT-Knotenpunkte oder Häfen eingesetzt werden.

Europäische Sicherheit weiterdenken

Schließlich muss Berlin, gerade nach dem Brexit und Amerikas vorläufiger Abwendung von Europa (die Kündigung des INF-Vertrags zeigt, dass Europa zumindest nicht mehr allein im geopolitischen Fokus der USA steht), die Frage seiner Sicherheit in

diesem Kontext auch in letzter Konsequenz denken und diskutieren. Die Tatsache, dass auch Trump – vorausgesetzt er hält am globalen amerikanischen Führungsanspruch fest – Europa braucht, um Amerikas Macht uneingeschränkt zwischen den Kontinenten zu projizieren, bedeutet keinesfalls (mehr) Washingtons bedingungslose Sicherheitsgarantie für den alten Kontinent. Soll nach dem Wegfall des britischen Nuklearschutzes Frankreich nunmehr als letzte nukleare Sicherheitsinstanz in Europa fungieren, so wird dies seinen Preis haben für Berlin.

Deutschland sollte deshalb die Option einer radikal europäischen Lösung, die einen grundlegenden und mutigen Entwurf mit Frankreich voraussetzt: sprich eine Verteidigungspolitik beider Staaten, die auch die französischen Nuklearstreitkräfte umfasst, keinesfalls abtun, solange sie sich im Rahmen der Idee der nuklearen Teilhabe in der NATO bewegt. Das ist allemal zielführender als die von einigen Tollkühnen im Lande bereits geforderte Entwicklung einer eigenen nuklearen Abschreckungskapazität; dies sollte schnell wieder in den Schubladen verschwinden.

Gleichzeitig sollte Berlin mit den übrigen EU-Mitgliedstaaten alles daransetzen, Großbritannien in alle europäischen Pläne zur nuklearen Abschreckung einzubinden.

Der Wandel in der europäischen Sicherheitspolitik im engen Schulterschluss mit Frankreich wird allerdings nur möglich sein, wenn die daraus erwachsenen Konsequenzen auch in eine breitere Öffentlichkeit kommuniziert werden. Die Voraussetzungen dafür sind eigentlich gut, weil man dort den Zusammenhang zwischen innerer und äußerer Sicherheit, Flüchtlingskrise und Terrorbekämpfung mittlerweile erkannt hat. Dennoch wird dieser Prozess der verstärkten Zusammenarbeit und der Übernahme von Führung den Deutschen viel abverlangen, weil der Einsatz deutscher Streitkräfte in noch enger verzahnten multieuropäischen Streitkräften eben auch eine offenere Diskussion um die rechtlich-politischen Vorgaben von Grundgesetz und Bundesverfassungsgericht erfordert, wonach das deutsche Parlament über die Einsätze der Bundeswehr entscheiden muss. Ebenso wird man über

ZUKUNFTSWEISENDE GEFECHTSSTANDSLÖSUNGEN FÜR DAS TAKTISCHE LUFTVERTEIDIGUNGSSYSTEM

Die **modularen Container** und der von DREHTAINER entwickelte **Verschieberahmen** bieten für das TLVS nicht nur ein erweitertes Platzangebot, sondern überzeugen auch durch Ihre Schutzeigenschaften. Mit ihrer HF-Schirmung, als auch dem hohen Schutzniveau bleiben sie dennoch hochmobil.

Damit bilden sie für Soldaten und komplexe Führungssysteme die Voraussetzungen, um für aktuelle Einsätze und zukünftigen Szenare gerüstet zu sein.

www.drehtainer.de

Der russische Kurzstreckenflugkörper Iskander-M, ein wesentliches Element des substrategischen Arsenal Russlands



Foto: Russisches Verteidigungsministerium

die leidige Frage zu beraten haben, ob bei europäischen Rüstungsprojekten die vergleichsweise strengen deutschen Rüstungsexportgesetze noch gelten können. Frankreich fordert hier nicht erst unter Macron mehr Flexibilität von Berlin.

Dies alles wird nicht über Nacht geschehen. Bis dahin ist die Erhöhung der Verteidigungsfähigkeiten neben einem größeren Engagement in Asien insbesondere zur Offenhaltung der internationalen Seewege (wie es die USA wünschen) die beste Voraussetzung, um eine größere Truppenpräsenz der USA zu gewährleisten. Sollte diese Erkenntnis aber nicht im europäischen Konsens reifen, dürfte der Trend zu bi- und plurilateralen Stationierungen von US-Truppen insbesondere in den mittel- und osteuropäischen Staaten anhalten – wohl zur Freude Russlands, würde es die Spaltung des Bündnisses doch weiter vorantreiben.

Das Dilemma der nuklearen Eskalation und die Zukunft der Rüstungskontrolle

Neben dem INF-Vertrag steht derzeit auch das START-Abkommen zwischen Russland und den USA auf dem Spiel. Beide Seiten werfen sich gegenseitig vor, die Vereinbarung zur Begrenzung der strategischen Arsenale auf je 1.550 Sprengköpfe und 800 Trä-

ger aus dem Jahr 2010 verletzt zu haben und damit jeweils dafür verantwortlich zu sein, dass die Nachfolgeverhandlungen des bis 2021 laufenden Vertrages ausgesetzt wurden. Während Moskau dies mit der fortschreitenden US-Raketenabwehr begründet, verweist Washington vor allem auf die „Eskalationsdoktrin“ in der russischen Militärstrategie (Androhung einer immer größeren Zerstörung, bis der Gegner sich zurückzieht), wie sie Putin im März 2018 im Rahmen

des zukünftigen Nuklearträgerprogramms präsentierte, aber auch auf die Annexion der Krim und die Kämpfe in der Ostukraine und damit die Rückkehr Moskaus zu einem Konfrontationskurs mit dem Westen. Beide zentralen Begrenzungsverträge sind damit nicht nur akut gefährdet, sondern durch die politische Praxis längst überholt.

Das Dilemma für die künftige Rüstungskontrolle wird damit im abermaligen Kräfteressen der beiden Nuklearmächte deutlich. Beide Seiten drohen dem jeweiligen Gegenüber, der gleichsam über die nukleare Zweitschlagfähigkeit und ein umfangreiches sub-strategisches Arsenal verfügt, mit einer nuklearen Eskalation. Diese Idee ist grundsätzlich nicht neu, allerdings schien sie im Kalten Krieg irrational angesichts der gegenseitigen Vernichtungsfähigkeit. Nunmehr nähren beide Seiten die Illusion, dass ein begrenzter Nuklearschlag mit sub-strategischen Waffen (sprich gezielte Nuklearschläge mit geringerer Sprengkraft) hohe Wirkung erzielen und Kollateralschäden begrenzen kann, gleichzeitig aber entsprechende Gegenschläge verhindert. Eben diese Logik bedeutet aber, dass die Schwelle zum Einsatz von Nuklearwaffen gesenkt wird und im Falle Washingtons die Interessen der Bündnispartner gegenüber denen der USA zur Disposition stehen. Und sie

bedeutet, dass die Grundprämisse auf beiden Seiten lautet, dass auf Atomwaffen nicht verzichtet werden kann – was wiederum der Abrüstungsverpflichtung gemäß Artikel VI des NVV widerspricht. Anders formuliert: Rüstungskontrolle bedeutet nicht Abrüstung, sondern das Austarieren der strategischen Konkurrenz den Antagonisten und die Verbesserung von Transparenz und Kontrolle.

Verschärft wird das Dilemma der Rüstungskontrolle zusätzlich dadurch, dass in einer zunehmend multipolar geprägten nuklearen Welt Bedrohungen auf beide Seiten wirken, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit dem jeweiligen Gegenüber stehen. Russland und die USA sehen bilaterale Übereinkünfte angesichts der nuklearen Konkurrenz vor allem aus den asiatischen Ländern China, Indien und Pakistan, aber auch aus Nordkorea oder Iran nicht mehr als nationalen sicherheitspolitischen Gewinn. Darüber hinaus können Nuklearwaffen heute nicht mehr isoliert von Fragen der Raketenabwehr oder Cyber-Sicherheit behandelt werden. Die Grenzen zwischen nuklearen und nicht-nuklearen Dimensionen

der Kriegführung verschwinden und erschweren die Rüstungskontrolle zusätzlich. Gleiches gilt für das Verhältnis von konventionellen und nuklearen Waffensystemen. Gerade in der erwähnten russischen „Eskalationsdoktrin“ wird deutlich, wie die ehemalige Trennung beider Waffengattungen heute durch einen integrativen Ansatz ersetzt wird, der den simultanen Einsatz beider Dimensionen vorsieht.

Für die Zukunft der Rüstungskontrolle bedeutet dies eine Vielzahl neuer Herausforderungen. Nukleare Zweitschlagfähigkeit spielt unverändert eine zentrale Rolle, die Rahmenbedingungen dafür aber sind schwieriger und komplexer geworden. Angesichts der skizzierten Entwicklungen dürften die nukleare Krisen eher zu- denn abnehmen.

Autor

Prof. Dr. Stefan Fröhlich ist Inhaber der Professur für Internationale Politik und Politische Ökonomie an der Universität Erlangen.



MICRONOVA
Software und Systeme

Ihr Partner für innovative IT-Lösungen

-  Telco- und Automotive-Know-how verknüpft mit Kompetenzen im Defence-Umfeld
-  Innovative Komponenten für gehärtete Umgebungen
-  Kreativ, kundennah, qualitätsbewusst bei hoher Liefertreue

Das Projekt Taktisches Luftverteidigungssystem

Das neue bodengebundene Flugabwehrsystem

Alexander Graf

Seit Jahren hält die Diskussionen über ein zukünftiges Taktisches Luftverteidigungssystem (TLVS) an. Ursprünglich als Nachfolger der Hawk-Systeme gedacht, beschreibt das heutige TLVS eine neue Generation bodengebundener Luftverteidigungssysteme. Eine Entscheidung über das weitere Vorgehen zeichnet sich Mitte dieses Jahres ab.

Fotos: MBDA



In modernen Konflikten unterliegen Streitkräfte im Einsatz neben der Gefährdung durch klassische, bemannte Luftfahrzeuge wie zum Beispiel Kampfflugzeuge zunehmend einer Gefährdung durch unbemannte Systeme. Neben Marschflugkörpern stellen sowohl sogenannte Unmanned Aircraft Systems, Raketen, Artillerie und Mörser (RAM) als auch ballistische Flugkörper (FK) eine zunehmende Bedrohung für alle Streitkräfte dar.

Insbesondere ballistische FK kurzer Reichweite werden beständig leistungsfähiger, sind in hohen Stückzahlen verbreitet und vielfach auch in Spannungs- und Krisenregionen verfügbar. Sie stellen eine erhebliche Bedrohung für eigene Kräfte, Mittel und Einrichtungen im Einsatzgebiet und in Teilen des NATO-Territoriums dar.

Weiterentwicklungen mit gesteigerter Reichweite und die Entwicklung von Gefechtsköpfen mit Massenvernichtungswaffen erhöhen absehbar das Gefahrenpotenzial.



Aktuelle Situation

Die bodengebundene Luftverteidigung kann zwar lageabhängig durch Kräfte der fliegenden Luftverteidigung und durch seegehende Einheiten unterstützt werden, zur Abwehr ballistischer FK kurzer Reichweite ist hingegen in der Bundeswehr nur das Waffensystem Patriot befähigt.

Dieses weist jedoch hinsichtlich künftig zu erwartender Einsatzszenarien systembedingte Schwächen auf. Darüber hinaus zeichnen sich nach jahrzehntelanger Nutzung Überalterungserscheinungen ab.

Über das mit den USA und Italien entwickelte Medium Extended Air Defense System (MEADS) war die Beschaffung eines modernen, bedrohungsgerechten Abwehrsystems eingeleitet worden. Mit dem Beschaffungsausstieg der USA konnte MEADS jedoch nicht mehr zur Serienreife gebracht werden.

Dennoch hat die Forderungslage Bestand. Und so untersucht Deutschland gegenwärtig verschiedene Lösungsoptionen für ein TLVS. Es wird ergänzt um Fähigkeiten im Nah- und Nächstbereich gegen Bedrohungen aus der Luft inklusive RAM.

Konzeptionelle Betrachtung

Die sicherheitspolitischen Bewertungen der Verteidigungspolitischen Richtlinien (VPR) und die Konzeption der Bundeswehr beschreiben einerseits die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen und Weiterentwicklung entsprechender Trägermittel (u.a. ballistische FK ≤ 3.000 km) sowie andererseits die steigende Nutzung von Marschflugkörpern, unbemannten (Kleinst-)Flugzeugen als stetig wachsende Bedrohung.

Aufgrund eingegangener Verpflichtungen im Rahmen der NATO wird der Schutz der Außengrenzen des Bündnisses an Bedeutung gewinnen. Darüber hinaus stellen die VPR fest, dass Bedrohungen, die ihren Ausgangspunkt in weit entfernten Regionen haben, unmittelbare Auswirkungen auf Europa und Deutschland entfalten können.

Um die politische Handlungsfähigkeit zu erhalten und zu sichern, sind Maßnahmen erforderlich, die insbesondere dem steigenden Bedrohungspotenzial durch die Proliferation von Massenvernichtungswaffen und deren Trägermitteln entgegenwirken.



*Der Flugkörper PAC-3
MSE im scharfen Schuss*

Die Luftwaffe stellt mit ihren Patriot-Verbänden einen der größten Beiträge zur Abwehr dieses Bedrohungsspektrums in der NATO. Vor diesem Hintergrund hat sich Deutschland bereit erklärt, als Rahmennation gemeinsam mit potenziellen Partnern Fähigkeiten zu entwickeln (Framework Nations Concept).

Fähigkeitsforderung

Eine Auswertung der zurückliegenden und laufenden Einsätze lässt klar erkennen, dass auch künftig die gesamte Bandbreite möglicher Einsatzprofile von Kräften der bodengebundenen Luftverteidigung abgefordert wird. Lang andauernde stationäre Einsätze wie „Active Fence Turkey“ müssen ebenso bewältigt werden wie Einsätze zum Schutz hochmobiler Kräfte am Boden (siehe z.B. US-Patriot in der Operation „Enduring Freedom“). Dabei müssen Abwehrsysteme höchsten Anforderungen hinsichtlich Flexibilität, Mobilität, Interoperabilität, Eigenschutz und Modularität entsprechen.

Waffensystem Patriot

Die ursprüngliche technische Auslegung von Patriot führt heute trotz zweier Kampfwertanpassungen zu substanziellen Einschränkungen beim Einsatz des Waffensystems.

So ist beispielsweise ein Rundumschutz nur durch den parallelen Einsatz mehrerer Feuereinheiten möglich. Dies bindet materielle, aber vor allem dringend benötigte personelle Ressourcen.

Die optimale Wirkung gegen ballistische FK ist nur in der Hauptkampfrichtung und nur gegen ballistische FK kurzer Reichweite gegeben. Die konstruktionsbedingten Leistungsgrenzen des Waffensystems schränken derzeit auch eine Multimissionsfähigkeit ein.

Der alternde Bestand der Patriot-Lenkflugkörper nimmt zudem kontinuierlich ab und die deutschen Modifikationen des US-Systems (z.B. Fahrzeuge und Generatoren) leiden an Überalterung.

Kurzum: Im aktuellen Konfigurationsstand ist das Waffensystem Patriot den absehbaren künftigen Aufgaben und dem breiten Einsatz- und Wirkspektrum nicht mehr gewachsen. Angesichts eines mehr als 30 Jahre alten Systemkerns und den Investitionen, die in die Erneuerung der Peripherie fließen müssten, wird deutlich, warum die Grenze der wirtschaftlich vertretbaren Nut-

zung in der aktuellen Konfiguration ca. im Jahr 2030 überschritten wird.

TLVS: Der neue Fähigkeitsträger

Um diese wachsende Fähigkeitslücke zu schließen, ist ein modernes TLVS erforderlich, das die Fähigkeiten der vorhandenen Patriot-Flotte ersetzt und dessen wesentliche Defizite kompensiert.

Der Fähigkeitズwuchs stützt sich dabei insbesondere auf die Rundumerfassung und Bekämpfung (mit Einschränkungen der Abwehr ballistischer FK) sowie einer offenen und dadurch erweiterbaren Systemarchitektur. Diese Architektur muss den Bedürfnissen einer modularen und flexiblen Struktur genügen und gleichzeitig die erforderlichen Grundlagen für eine Vernetzte Operationsführung auch über eigene Systemgrenzen hinweg ermöglichen.

Im Einsatz ist eine kostenoptimierte Zielbekämpfung des gesamten Bedrohungsspektrums anzustreben. Insgesamt muss das TLVS zu einer deutlichen Ver-

besserung der Einsatzwirksamkeit, Führungsfähigkeit, Mobilität und Überlebensfähigkeit führen.

Neue Maßstäbe

Wenn es gelingt, die Forderungen an ein TLVS umfassend umzusetzen, erwartet die Bundeswehr ein Luftverteidigungssystem der nächsten Generation, das hinsichtlich Modularität, Flexibilität und Wirksamkeit im Einsatz neue Maßstäbe setzen wird. Damit wird Deutschland der Rolle als europäische Rahmennation für die Luftverteidigung auch langfristig gerecht.

Autor

Oberstleutnant Alexander Graf ist im Kommando Luftwaffe Abteilung 1 II d zuständig für Fähigkeitsmanagement Luftwaffe/Wirkung und Bevollmächtigter Vertreter der Luftwaffe im integrierten Projektteam TLVS.

*Ein Generatorfahrzeug,
ein Multifunktionsfeuerleitradar,
ein Startgerät für PAC-3 MSE und
ein Gefechtstand von TLVS*



Projektorganisation und -management für das Taktische Luftverteidigungssystem

Carsten Köpper

In der Programmorganisation (PMO) des BAAINBw ist das Projektmanagement für die bedeutsamen Rüstungsprojekte „Mehrzweckkampfschiff 180“ (MKS 180), das „Taktische Luftverteidigungssystem“ (TLVS) und die Eurodrohne (European Medium Altitude Long Endurance Remotely Piloted Aerial System, European MALE RPAS) in einer auf die spezifischen Aufgaben optimierten, weitgehend autarken Struktur zusammengefasst.

Spezialistinnen und Spezialisten unterschiedlicher Fachbereiche mit ihrer technischen, wirtschaftswissenschaftlichen, militärischen und juristischen Expertise sind in der PMO ausschließlich dem jeweiligen Projekt zugeordnet und können sich somit uneingeschränkt auf die Aufgaben in ihrem Projekt fokussieren.

Entwicklung des TLVS-Projekts

Das Projekt TLVS ist wesentlich durch das tri-nationale Programm Medium Extended Air Defence System (MEADS) geprägt. MEADS wurde mit einer umfangreichen Bestandsaufnahme im Jahr 2014 formal durch die beteiligten Nationen USA, Italien und Deutschland beendet, und 2015 wurde mit der Abwicklung der NATO MEADS Management Agency (NAMEADSMA) und des internationalen Entwicklungsvertrages begonnen. Den drei MEADS-Partnern stehen seither die Ergebnisse der fast zehnjährigen gemeinsamen Entwicklungsphase für Folgeaktivitäten zur Verfügung.

Zur Schließung der ab Ende der Dekade entstehenden Fähigkeitslücke in der bodengebundenen Luftverteidigung traf der Generalinspekteur der Bundeswehr im Juni 2015 die Auswahlentscheidung (AWE) für ein zukünftiges Taktisches Luft-

verteidigungssystem zugunsten eines MEADS-basierten Lösungsvorschlags.

Verbunden mit der AWE wurden seitens des Generalinspektors Auflagen gemacht, die bereits im Lösungsvorschlag aufgezeigten Entwicklungsrisiken bei der Realisierung des Projektes TLVS so frühzeitig zu untersuchen, dass ein Ausstieg bei Problemen im Sinne der technischen Machbarkeit innerhalb eines vertretbaren Kosten/Nutzen-Verhältnisses möglich ist. Die dafür erforderlichen technischen Untersuchungen wurden zwischenzeitlich abgeschlossen.

Die ersten Verhandlungen eines Realisierungsvertrages TLVS mit der Industrie, einer Bietergemeinschaft aus MBDA Deutschland GmbH und der Lockheed Martin Corporation, haben im Mai 2017 begonnen und mündeten im August 2018 in einer zweiten Aufforderung an die TLVS-Industrie, auf Basis der Verhandlungsergebnisse ein modifiziertes und verbessertes Angebot abzugeben. Das umfangreiche Angebot ist im Juni 2019 beim BAAINBw eingegangen und wurde durch die Fachleute der PMO2 in Zusammenarbeit mit vielen weiteren Stellen sorgfältig analysiert und ausgewertet. Die weiteren Schritte hin zu einem umfassenden Realisierungsvertrag werden derzeit durch PMO2 in enger Zusammenarbeit mit dem BMVg, dem zukünftigen Nutzer Luftwaffe und der Industrie erörtert.



*TLVS: Startgerät
und Gefechtsstand*

Das Projektmanagement

Die absehbar hohe Komplexität dieses zukünftigen, bodengebundenen Luftverteidigungssystems mit einer Vielzahl an Teilkomponenten und -systemen erforderte auch innovative Ansätze in der Organisation des öffentlichen Auftraggebers. Bereits früh im Prozess war klar, dass das Team, das das Vorgängerprojekt MEADS bearbeitet hatte, mit Blick auf Umfang und Struktur nicht ausreichen würde, um die anstehenden Aufgaben im Projekt TLVS zu bewältigen – nicht zuletzt, da eine mit MEADS vergleichbare Rüstungsagentur wie die NAMEADSMA für das nationale Projekt TLVS nicht vorgesehen war.

In der Fachtechnik TLVS wurden daher die fünf wesentlichen Aufgabenbereiche

- Systemtechnik und Systemarchitektur,
 - Effektoren und Sensoren,
 - Führungs- und Waffeneinsatzsysteme,
 - Kommunikationssystem und
 - Integrationsmanagement und Nachweisführung
- eingerrichtet. Darüber hinaus wurden unterhalb des gesamtverantwortlichen Projektleiters TLVS ein Verantwortlicher für die technische Realisierung als „Leiter Technik“ und ein „Systemingenieur TLVS“, der als

Bindeglied und Koordinator zwischen den o. a. technischen Arbeitsbereichen fungiert, etabliert. Im Projektmanagement-Bereich wurde analog vorgegangen und die Bereiche

- Logistik und Herstellen der Einsatzreife,
 - Qualitäts- und Terminmanagement,
 - Haushalts-, Berichtswesen und Risikomanagement sowie
 - Konfigurations- und Obsoleszenzmanagement
- aufgestellt.

Die starke Abstützung von TLVS auf die tri-national erworbene MEADS-Technologie, erforderliche US-amerikanische „Foreign Military Sales“-Verträge und die geplante Einbindung weiterer internationaler Partner in das Projekt machten zudem die Aufstellung eines eigenständigen Bereichs „Internationale Kooperation“ erforderlich.

Autor

Oberst i.G. Carsten Köpper ist Stv. Gruppenleiter PMO2, BAABNBw und Leiter Internationale Kooperation TLVS.

Zum Stand des Vorhabens Taktisches Luftverteidigungssystem

Erkenntnisse aus einer kleinen Anfrage von
Angehörigen der Bundestagsfraktion der FDP

Ulrich Renn

Seit dem Beginn der Planung für das Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) haben sich gegenüber dem Medium Extended Air Defence System, das der Entwicklung von TLVS zugrunde liegt, so tiefgreifende Veränderungen ergeben, dass es an der Zeit wäre, einen aktuellen, ausführlichen Sachstand für das Vorhaben zu erhalten.

Diese Situation scheint das Motiv für eine kleine Anfrage gewesen zu sein, die die FDP-Fraktion im Sommer 2019 gestellt hat. Die Antworten, die das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) am 2. September 2019 übermittelt hat, zeichnen in ihren nicht eingestufteten Teilen kein vollständiges Bild des Sachstands. Das BMVg begründet dies vor allem damit, dass sich das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) in intensiven Vertragsverhandlungen mit der Bietergemeinschaft TLVS (MBDA Deutschland GmbH und Lockheed Martin Corporation) befindet. Das Offenlegen detaillierter Informationen würde daher zurzeit „die Verhandlungsposition des öffentlichen Auftraggebers signifikant schwächen“. Dennoch gehören die Antworten auf die Anfrage der FDP zu den wenigen, zurzeit verfügbaren, offiziellen Aussagen amtlicher Stellen zu TLVS.

Die Auswahlentscheidung und das Vergabeverfahren

In der Vorbereitung zur Auswahlentscheidung des Generalinspektors vom Juni 2015 wurden insgesamt fünf Lösungsmöglichkeiten untersucht. Drei davon beruhten auf MEADS und zwei auf damals bekannten Weiterentwicklungsansätzen für Patriot. Mit der Auswahlentscheidung wurde u. a. aufgrund der sich abzeichnenden Bedrohung, der technologischen Zukunftsfähigkeit und der nationalen Systemhoheit entschieden, TLVS auf der Basis von MEADS zu realisieren. Damit entschied man sich auch für die Vergabe an einen alleinigen Bieter (Verhandlungsverfahren ohne Teilnahmewettbewerb), was es nach Ansicht des BMVg unmöglich macht, Alternativen zu prüfen, da dies einer vergaberechtlich unzulässigen Doppelvergabe gleichkäme.

Die Kosten

Die bisher für TLVS aufgewendeten Haushaltsmittel belaufen sich auf ca. 1,3 Mrd. Euro (im Wesentlichen der deutsche Anteil an der Entwicklung von MEADS). Das BMVg weist gelegentlich in den Medien diskutierte Vorstellung (zehn bis zwölf Mrd. Euro) zu den für TLVS zusätzlich erforderlichen Aufwendungen zurück, räumt aber ein,

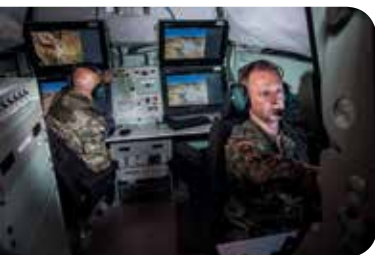
dass der endgültige Finanzbedarf über den im Juni 2015 geschätzten vier Mrd. Euro liegen dürfte. Dies wird unter anderem mit der konsequenten Anwendung der Agenda Rüstung begründet, wonach der öffentliche Auftraggeber nunmehr versucht, eine für ihn günstigere Verteilung des technischen und wirtschaftlichen Risikos zu erreichen, was zu höheren Forderungen seitens des Auftragnehmers führt, aber den Vorteil bietet, dass bereits vor Vertragsschluss „Klarheit über den Finanzmittelbedarf für Entwicklung und Beschaffung“ besteht.

Der Beschaffungsumfang und Nutzungszeitraum

Obwohl der gesamte Bedarf nicht offengelegt wird, nennt das BMVg den bereits mit der Auswahlentscheidung festgelegten Umfang an TLVS-Komponenten. Demnach plant man die Beschaffung von acht Multifunktionsfeuerleitradaren, drei Weitbereichssensoren, vier Mittelbereichssensoren, 15 Startgeräten für den Lenkflugkörper PAC-3 MSE und 17 Startgeräten für den zweiten Lenkflugkörper, IRIS-T SL. Unter der Voraussetzung, dass das Vergabeverfahren in naher Zukunft abgeschlossen werden kann, wird der Nutzungsbeginn von TLVS für ca. 2027 erwartet und die Nutzungsdauer soll 30 Jahre betragen. Durch die aktuellen Maßnahmen zur Nutzungsdauerverlängerung sollte Patriot bis jenseits 2030 nutzbar sein, so dass TLVS im Einklang mit der Ablösung von Patriot eingeführt werden.

Die nationale Systemhoheit

Zum Grad der bei TLVS erwarteten nationalen Systemhoheit wurde festgestellt, dass die Systemhoheit eindeutig in Deutschland liegt. Da auch die Verhandlungen mit US-Regierungsstellen zu den erforderlichen amerikanischen Beistellungen (z.B. PAC-3 MSE und einige Komponenten seines Startgeräts) noch laufen, lassen sich noch keine konkreten Aussagen über den tatsächlich erreichbaren Grad an nationaler Systemhoheit machen. Sogenannte „black boxes“ wird es auch weiterhin geben, aber es leuchtet ein, dass ihr Anteil und ihre Bedeutung deutlich geringer sein würde als bei einem Vorhaben, bei dem Deutschland nur die Zulieferer zu einem fremden System stellen würde.



2004 — Start MEADS-Programm

2011 — erster erfolgreicher Testschuss PAC-3 LMCT (Abgangstest)

2012 — erster gelenkter Schuss gegen ein Air-Breathing Target (ABT)

2013 — **Weltpremiere: Erfolgreicher Schuss gegen zwei aus entgegengesetzter Richtung anfliegende Flugziele ABT & TBM (Tactical Ballistic Missile)**
— Nachweis: Zielspektrum mit 360° Abdeckung

2014 — Systemdemonstration mit italienischer Fregatte und Air Defence Assets (Offene Systemarchitektur für Vernetzbarkeit)

2015 — Auswahlentscheidung BMVg: TLVS auf Basis MEADS

2016 — Abgabe erstes Angebot TLVS

2017 — Vertragsverhandlungen TLVS

2018 — MBDA-Deutschland und Lockheed Martin gründen TLVS Joint-Venture

2019 — Abgabe zweites Angebot TLVS

— Einführung TLVS



Vernetzte Luftverteidigung

TLVS-Systemarchitektur

Dorothee Frank

Die aktuellen und zukünftigen Bedrohungen reichen von UAV-Schwärmen im Nahbereich über die Bedrohung durch ballistische Flugkörper bis zu Hyperschallbedrohungen aus großen Distanzen und in großen Höhen. Diesen Bedrohungen zu begegnen, verlangt nach einem neuen integrierten und vernetzten Ansatz zur Luftverteidigung und Flugkörperabwehr.

Sowohl im Rahmen von Einsätzen zur Landes- und Bündnisverteidigung als auch bei Missionen im Kontext des internationalen Krisenmanagements wird der Schutz vor allen Arten von Bedrohung aus der Luft durch die Kräfte der bodengebundenen Luftverteidigung wahrgenommen. Aktuelle wie auch zukünftige Bedrohungen sind dabei nicht auf einen speziellen Angriffssektor limitiert, sondern erfordern von einem modernen Luftverteidi-

gungssystem die Fähigkeit einer 360°-Abdeckung, sowohl im Bereich der Aufklärung (Luftraumüberwachung) als auch bei der Waffenwirkung. Des Weiteren wird eine bedrohungsgerechte anpassbare Mischung aus Effektoren und Sensoren angestrebt. Die Einsatzrealität heute und morgen verlangt einen möglichst minimalen, aber durchhaltetfähigen Kräfteansatz. Hieraus leitet sich die Forderung nach weitestgehender Modularität und Vernetzbarkeit der eingesetzten Luftverteidigungskräfte ab.

Zwei Arbeitsplätze im Gefechtsstand des TLVS



Foto: MBDA

Mit Blick auf das aktuelle und zukünftige Bedrohungsspektrum verfolgt die Luftwaffe den Ansatz, auf der Grundlage einer offenen Systemarchitektur unterschiedliche – der Bedrohungslage angepasste – Sensoren und Waffen in einem System-Wirk-Verbund zu vernetzen. Vor diesem Hintergrund beabsichtigt Deutschland das Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) zu beschaffen, das darauf ausgelegt ist, eine Vernetzung des Kernsystems mit systemexternen Sensoren und Effektoren von Nah- und Nächstbereichssystemen bis hin zu Ballistic Missile Defence Systems zu realisieren.

Ankerpunkt der zukünftigen vernetzten bodengebundenen Luftverteidigung ist ein rollen- und ebenenbasierter Gefechtsstand, der den Einsatz unterschiedlicher Flugkörper oder Sensoren in einer vernetzten Luftverteidigungsarchitektur gewährleisten soll. Als Nukleus für diese Fähigkeit wird die TLVS-Gefechtsstandsoftware MC4IS zum Einsatz kommen. MC4IS ist eine flexibel skalierbare Gefechtsstandsoftware. Sie erlaubt es, die Fähigkeiten und Funktionen des Gefechtsstands in Abhängigkeit vom jeweiligen Einsatzauftrag und Kontingentumfang an verschiedene Führungsebenen und Rollen der Bediener anzupassen.

Der rollen- und ebenenbasierte Gefechtsstand des TLVS wird für den Einsatz von Luftverteidigungs- und Raketenabwehrkräften völlig neue Fähigkeiten und Optionen schaffen. Der Gefechtsstand kann durch seine einheitliche Führungs- und Waffeneinsatzsoftware über alle Führungsebenen hinweg flexibel für unterschiedliche Einsatzaufgaben genutzt werden. Je nach Auftragslage können verschiedene Sensoren und Effektoren in Anzahl und Art jeweils einem logischen Gefechtsstand zugeordnet werden. Die Gefechtsstandsoftware versetzt die Luftwaffe damit in die Lage, unabhängig von der jeweiligen Gefechtsstandshülle, auf allen Führungsebenen (Staffel, Gruppe, Geschwader) – unter Berücksichtigung des erforderlichen Planungs-, Kampfführungs- und Führungsaufwandes in der notwendigen Konfiguration – zu führen. So ist ein Grad von Flexibilität und Modularität erreichbar, der es ermöglicht, grundsätzlich alle verfügbaren Sensoren und Effektoren, auch die von verbündeten Nationen, bedrohungs- und auftragsgerecht anzubinden und einzusetzen. Zudem ist eine stufenweise Erweiterung durch zukünftige Sensoren und Effektoren möglich – sowohl für die untere als auch für die obere Abfangschicht.

Die Luftverteidigung und Raketenabwehr kann somit taktisch wie auch strategisch effizient an verschiedene Bedrohungsszenarien angepasst bzw. erweitert werden. Die NATO-Anforderungen im Bereich der Integrated Air and Missile Defence werden durch diesen Ansatz zukunftssicher umgesetzt.

Die neuen Systemfunktionalitäten von TLVS im Überblick

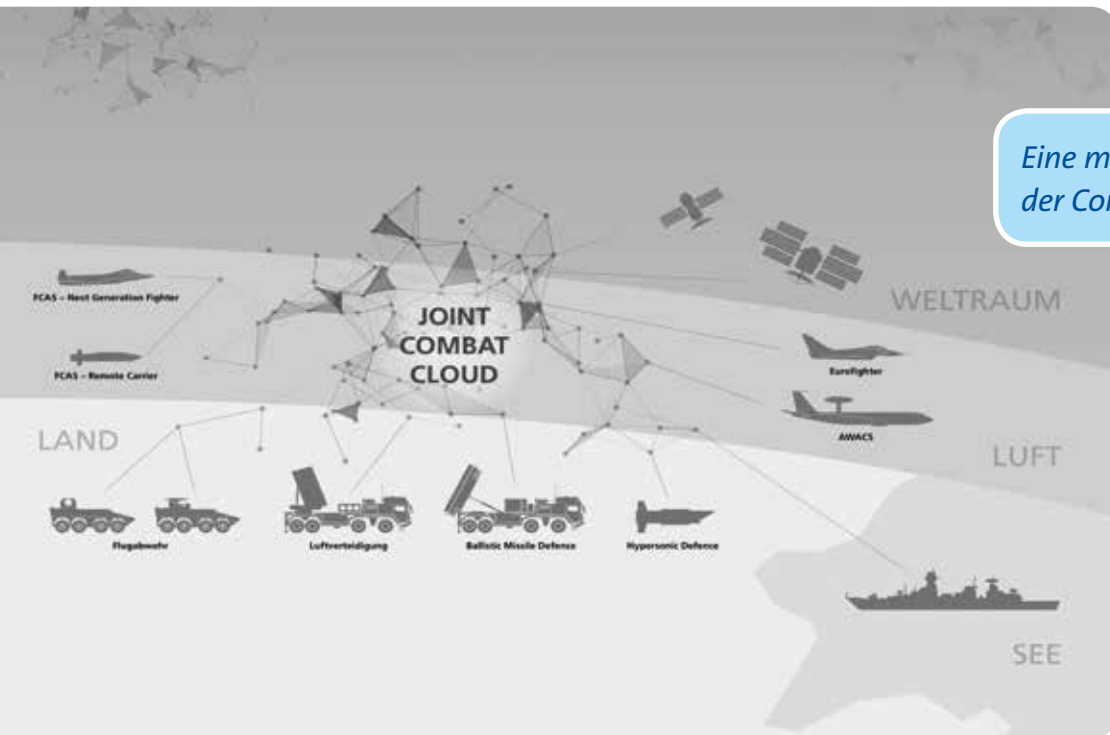
Mit der Plug-and-Fight-Technologie können Systemelemente wie Radare oder Startgeräte als Bestandteile des TLVS-Netzwerks ohne Unterbrechung des Einsatzbetriebes schnell erkannt, eingebunden, kon-

trolliert, entfernt, neu zugewiesen und neu positioniert werden. So können zum Beispiel nicht zu TLVS gehörende, externe mobile Luftverteidigungsradare verbündeter Nationen schnell in das TLVS-Netzwerk eingebunden und nahezu verzugslos eingesetzt werden. Als Bestandteil des TLVS-Netzwerks kann dieses Radar dann Flugobjekte verfolgen und zum Erstellen eines gemeinsamen integrierten Luftlagebilds im Einsatzraum beitragen. Diese Funktionalitäten erlaubt es den Soldaten darüber hinaus, während des laufenden Bekämpfungsvorgangs dem Netzwerk je nach Bedrohungslage Sensoren oder Effektoren hinzuzufügen oder diese einem weiteren Gefechtsstand neu zuzuweisen.

Durch die Engagement-on-Remote Funktion ist TLVS in der Lage, auch Ziele, die sich außerhalb der eigenen Erfassungsreichweite befinden, in die Bekämpfungsvorgänge des Systems zu integrieren. Dies gelingt mit Hilfe systemexterner Sensoren deren Daten dem TLVS System über in der NATO standardisierte Protokolle und Formate zur Verfügung gestellt werden. Diese Fähigkeit hilft der Luftwaffe, auch verdeckte Bedrohungen mit Hilfe externer Sensoren rechtzeitig aufzuklären und zu bekämpfen.

TLVS verfügt über eine offene und verteilte Netzwerkarchitektur (Netted Distributed). Das System wählt nach dem Prinzip „any sensor, best shooter“ die für die Bekämpfung eines bestimmten Ziels ideale Kombination von Sensor und Startgerät aus und steuert den Bekämpfungsablauf über den jeweils zugeordneten logischen Gefechtsstand. Durch die Verteilung der Arbeitslast auf verschiedene Systemelemente bleibt die Verteidigungsbereitschaft des Gesamtsystems selbst dann erhalten, wenn ein Systemelement ausfällt.

Die Interoperabilität von TLVS mit den Luftverteidigungssystemen verbündeter Nationen erfolgt durch den sicheren und effizienten Austausch von Daten mittels in der NATO standardisierter Datenlinks und Nachrichtenformate. In einem Verbund von Luftverteidigungssystemen ermöglichen diese Schnittstellen ein gemeinsames Luftlagebild und eine geregelte Feuerverteilung und dadurch die koordinierte, gemeinsame Bekämpfung von Zielen. Die hohe Interoperabilität gewährleistet so die Einbindung von TLVS in eine Integrated Air & Missile Defense-Architektur bestehend aus Systemen des Nah- und Nächstbereichsschutzes, über Systeme mittlerer Reichweite bis hin zu Ballistic Missile Defense-Systemen zur territorialen Flugkörperabwehr, sowie den Datenaustausch mit luftgestützten und seegehenden Plattformen.



Eine mögliche Konfiguration der Combat Cloud

Grafik: MBDA

Darüber hinaus wurden die Anforderungen an das Kommunikationssystem so erweitert, dass auch die Kommunikation über große Distanzen hinweg ermöglicht wird. Das Kommunikationssystem nutzt hierfür auch sichere Gateways, die die Kommunikation der Einsatz-

TLVS wächst mit der Bedrohung

Im Vergleich zu MEADS werden bei TLVS die Funktionalitäten des Gefechtsstands – dem Befehls- und Kontrollelement im TLVS-Netzwerk – sowie des zugrunde liegenden Kommunikationssystems deutlich erweitert. Der neue rollen- und ebenenbasierte Gefechtsstand soll die zukünftige Kommando- und Kontrollstruktur auf nur zwei Kommandoebenen reduzieren – die Koordinationsebene für die Einsatzplanung und die Ausführungsebene für die Kampfführung.

Dabei werden sämtliche Schnittstellen zu nationalen Fach- und Führungsinformationssystemen, wie zum Beispiel SASPF (Standard-Anwendungs-Software-Produkt-Familien), realisiert. Mit Hilfe von SASPF werden administrative und logistische Abläufe in der Bundeswehr ausgeführt. Die Software des rollen- und ebenenbasierten Gefechtsstands soll eine system- und medienbruchfreie Arbeit mit diesen Fach- und Führungsinformationssystemen der Streitkräfte gewährleisten. Zudem wird die Fähigkeit zur schnellen und zuverlässigen Bereitstellung von verschiedenen Aufklärungsdaten und nachrichtendienstlichen Daten optimiert. Bei der Entwicklung von TLVS geht es also ganz zentral auch um hochleistungsfähige Algorithmen zur Sensordatenfusion, die Sensordaten und Wissensbasen fusionieren, um so ein optimales Lagebild zu generieren.

kontingente zurück nach Deutschland ermöglichen. Die Kommunikation erfolgt unter Berücksichtigung der neuesten nationalen IT-Sicherheitsanforderungen.

Dank seiner offenen Systemarchitektur schafft TLVS auch die Voraussetzung dafür, in seinem Fähigkeitspektrum zu wachsen. So ist es perspektivisch möglich, TLVS mit Systemen aller operativen Dimensionen – Land, See, Luft, Weltraum und Cyber/Informationsraum – in einer „Joint Combat Cloud“ zu integrieren. Somit kann der Nutzer dimensionsübergreifend agieren, was zu deutlicher Informationsüberlegenheit und damit zu Wirkungsüberlegenheit führt. Die „Joint Combat Cloud“ bildet hierfür das Herzstück. In ihr werden Kampfflugzeuge, neue Remote Carrier, Unterstützungsflugzeuge, Drohnen, Satelliten, Schiffe, die Elemente der bodengebundene Flugabwehr und Luftverteidigung sowie Aufklärungs- und Wirksysteme der Landstreitkräfte intelligent vernetzt.

TLVS wird Deutschlands Beitrag zur NATO Integrated Air and Missile Defence (IAMD) sein. Im Verbund wird TLVS Systeme, die auf die Bekämpfung von ballistischen Langstreckenflugkörpern in der oberen Abfangschicht ausgelegt sind, wirkungsvoll und effizient ergänzen und hierdurch deren Lücken in der unteren Abfangschicht schließen. Dies beinhaltet auch den Schutz der Systeme für die obere Abfangschicht selbst, da diese über keine Selbstschutzfähigkeiten verfügen.

Aufklärung und Wirkung

Die Sensoren und Effektoren des Taktischen Luftverteidigungssystems

Ulrich Renn

Die Leistung der systeminternen Sensoren und Effektoren des Taktischen Luftverteidigungssystems (TLVS) bildet die Grundlage für seine sehr hohe operative Wirksamkeit. Ihre Fähigkeiten und Eigenschaften sind konsequent an den für das System TLVS geltenden Anforderungen ausgerichtet.

Anforderungen

Das Taktische Luftverteidigungssystem soll gegenwärtige und zukünftige Bedrohungen aus der Luft abwehren können. Dabei reicht das Spektrum der potenziellen Ziele von taktischen ballistischen Flugkörpern über Cruise Missiles bis hin zu bemannten und unbemannten Luftfahrzeugen mit sehr geringen Signaturen.

Die geographischen und taktischen Rahmenbedingungen zukünftiger militärischer Operationen sowie das Leistungsvermögen des Zielspektrums fordern von den Sensoren und Effektoren des TLVS eine permanente Abdeckung des zu schützenden Raumes in alle Richtungen (360° Abdeckung), sowohl bei der

Zielerfassung als auch bei der Zielbekämpfung, eine hohe Leistung bei der Identifikation und Diskriminierung von Zielen, eine möglichst frühzeitige Abwehr der Ziele (große Abhalteentfernung) sowie die Fähigkeit zur simultanen Mehrfachzielbekämpfung. Zum Schutz des Bedienpersonals vor Beschuss und Minen können die Sensoren und Effektoren in geschützte Transportfahrzeuge integriert werden. Um insbesondere den Schutz von mobilen Landstreitkräften sicherzustellen verfügen diese Transportfahrzeuge über eine hohe Mobilität im Gelände (Klasse A) und sollen ohne Demontage (Drive-On/Drive-Off) mit nationalen Lufttransportmitteln (A400M oder SALIS) transportiert werden können.

*Der Weitbereichssensor
aus dem MEADS-Programm*

Foto: MBDA

Sensoren

Zurzeit sind für das TLVS drei verschiedene Radar-Sensoren vorgesehen. Ein Weitbereichssensor zur Luftraumüberwachung (Surveillance Radar), ein Feuerleitradar (Multifunction Fire Control Radar, MFCR) und ein Mittelbereichssensor. Der Mittelbereichssensor soll sowohl zur Luftraumüberwachung als auch zur Feuerleitung gegen Ziele, insbesondere in Verbindung mit dem Sekundärflugkörper IRIS-T SL

Das Multifunktions- feuerleitradar



Foto: MBDA

eingesetzt werden. Des Weiteren lassen sich mit dem Mittelbereichssensor durch die Topografie des Einsatzraumes bedingte Lücken in der Radarabdeckung leicht schließen. Zusätzlich zu den Radar-Sensoren ist für das TLVS ein optronischer Sensor (OS) geplant, der den Waffensystembediener im Gefechtsstand mit einer visuellen Darstellung des Ziels unterstützen soll. Die angestrebte Modularität von TLVS ermöglicht es darüber hinaus, weitere Sensoren über die Plug-and-Fight-Schnittstelle zu integrieren.

Der Weitbereichssensor basiert auf Entwicklungsleistungen die für das Medium Extended Air Defence System (MEADS) erbracht wurden. Nach dem Abschluss von MEADS im Jahr 2014 verblieb der Sensor in der Zuständigkeit der Lockheed Martin Corporati-

on und wurde dort eigenständig weiter entwickelt. Die Arbeiten konnten bislang jedoch noch nicht vollständig abgeschlossen werden, so dass für TLVS noch Entwicklungsaufwand erforderlich sein wird. Der Weitbereichssensor ist ein im UHF-Band arbeitendes AESA (Active Electronically Scanned Array)-Radar, das mit einer Drehgeschwindigkeit von sieben- einhalb Antennenumdrehungen pro Minute eine Abdeckung von 360° gewährleistet. Mit seiner vergleichsweise langen Wellenlänge kann der Weitbereichssensor Ziele über große Ent-

fernung detektieren und zuverlässig verfolgen. Die Nutzung eines Designs im UHF-Band erlaubt es weiterhin, Baugrößen der Antenne zu realisieren, die im Einklang mit der geforderten Mobilität stehen.

Weitbereichs- oder Überwachungsradare sind in der Lage, zuverlässig auch kleine Ziele in großem Abstand zu entdecken, sie können diese aber aufgrund ihrer relativ großen Strahlbreite (beamwidth) nicht mit der für den Bekämpfungsvorgang erforderlichen Genauigkeit lokalisieren. Diese Aufgabe übernimmt im System TLVS das Feuerleitradar MFCR.

Das MFCR basiert auf der gleichnamigen Komponente aus dem MEADS-Programm, wobei jedoch wesentliche Bauteile, wie z.B. der Exciter, die Antennen-

module und die Prozessoren für TLVS durch modernere und zum großen Teil in Deutschland gefertigte Bauteile ersetzt werden.

Das MFCR kann entweder im statischen Betrieb auf einen bestimmten Luftraumsektor fokussieren oder mit einer Rotation von 30 Umdrehungen pro Minute den Luftraum in 360° abdecken, wobei in beiden Fällen die volle nominelle Bekämpfungsleistung erreicht wird. Die AESA-Antenne des MFCR arbeitet im X-Band und ist modular aufgebaut. Die Modularität und die hohe Anzahl von Antennenmodulen gewährleisten die geforderte hohe operationelle Zuverlässigkeit, so dass Ausfälle einzelner Antennenmodule die Gesamtleistung des MFCR nur unwesentlich beeinflussen (graceful degradation). Des Weiteren basieren die Antennenmodule auf der bewährten Gal-

liumarsenid-Technologie, die sowohl die geforderte Leistung erbringt als auch Entwicklungsrisiken ausschließt und damit die rechtzeitige und wirtschaftliche Produktion von Modulen für das MFCR garantiert. Eine spätere Nachrüstung auf Antennenmodule auf Basis der Galliumnitrid-Technologie ist möglich, sobald die industriellen Fertigungsprozesse für Galliumnitrid-Antennenmodule im X-Band ausgereift sind und entsprechende nationale Fertigungskapazitäten zur Verfügung stehen. Eine potentielle Nachrüstung auf Galliumnitrid-Technologie würde auch langfristig eine weitere Leistungsverbesserung des MFCR und damit einen Aufwuchs seiner Fähigkeiten gegenüber zukünftigen Zielen ermöglichen.

Im X-Band arbeitende Feuerleitradare können aufgrund der für dieses Frequenzband typischen kurzen Wellenlänge eine sehr starke Fokussierung und hohe räumliche Auflösung erreichen. Die vom Luftraumüberwachungsradar erfassten Ziele werden zur Vorweisung an das MFCR übergeben, so dass das MFCR diese sehr schnell und mit hoher Wahrscheinlichkeit erfasst und anschließend sehr genau vermisst. Die sehr präzise Vermessung der Ziele durch das MFCR bildet die Grundlage dafür, die Effektoren mit hoher Präzision schnell zum geplanten Abfangpunkt zu steuern. Die Kombination aus einem UHF- und einem X-Band-Radar ist folglich ein sehr gutes Systemdesign, wenn es darauf ankommt sehr anspruchsvolle Ziele, wie z.B. ballistische Flugkörper, schnell zu entdecken, zu verfolgen und zuverlässig zu bekämpfen.

Die Auswahl des Mittelbereichssensors ist noch nicht entschieden. Kandidaten sind das TRML-4D von Hensoldt, das Giraffe 4A von Saab und das MMR von Thales. Alle drei verfügen über 360°-fähige AESA-Antennen, die im S- (Saab und Thales) oder C-Band (Hensoldt) arbeiten. Die Aufgaben des Mittelbereichssensors umfassen die Luftraumüberwachung, die Zielerfassung und -verfolgung über mittlere Entfernungen sowie die Steuerung des Flugkörpers IRIS-T SL.

Effektoren

Der primäre Effektor für TLVS wird der schon in den Waffensystemen Patriot und MEADS verwendete Lenkflugkörper PAC-3 MSE (Missile Segment Enhancement) von Lockheed Martin sein. Die Beschaffung dieses Flugkörpers soll über das Foreign Military Sales-Verfahren der US Regierung erfolgen.

Gegenüber früheren Varianten des PAC-3 zeichnet sich der PAC-3 MSE durch größere Steuerflächen, eine verbesserte Stromversorgung und einen sogenannten Dual-Pulse-Feststoffantrieb aus, die ihm eine bessere Manövrierfähigkeit, größere Abfanghöhen und eine größere Reichweite ermöglichen. Der Flugkörper ist darauf ausgelegt, sein Ziel durch einen direkten Treffer (Hit-to-Kill-Technologie) zu zerstören, was insbesondere beim Abfangen von ballistischen Kurz- und Mittelstreckenflugkörpern dazu dienen soll, den Gefechtskopf des Ziels durch ein Maximum an kinetischer Energie vollständig zu neutralisieren und so die

Sicherheit der zu schützenden Objekte zu erhöhen. Der PAC-3 MSE zeigte bereits im Rahmen

*Verschuss eines PAC-3 MSE
im Rahmen der Erprobung
von MEADS*

Foto: MBDA



der Erprobung von MEADS sehr eindrucksvolle Ergebnisse. Insbesondere ist hier die simultane Bekämpfung von zwei aus entgegengesetzten Richtungen anfliegenden Zielen zu nennen, die die 360°-Fähigkeit des Flugkörpers wie auch des Gesamtsystems eindrucksvoll nachgewiesen hat.

Transport und Verschuss des Flugkörpers erfolgen über ein Startgerät (Launcher), das auch in das für TLVS querschnittlich verwendete Trägerfahrzeug integriert werden soll. Das Launcher-Fahrzeug kann bis zu acht palettierte Flugkörper auf-

nehmen, die im Falle einer Komplettbeladung innerhalb sehr kurzer Zeit nachgeladen werden können. Das Fahrzeug erfüllt die eingangs genannten Mobilitätsanforderungen und ist über das für TLVS neu zu entwickelnde nationale Kommunikationssystem in das Gesamtsystem TLVS eingebunden. Es kann über erhebliche Entfernungen von den übrigen Systemkomponenten abgesetzt werden, was den Wirkungsradius und damit den Schutzbereich einer TLVS-Feuereinheit stark vergrößert.



Der Flugkörper IRIS-T SL

Als sogenannter Komplementärflugkörper zum PAC-3 MSE soll der Lenkflugkörper IRIS-T SL der Diehl Defence GmbH eingesetzt werden. IRIS-T SL wurde speziell für diesen Zweck aus dem Luft-Luft-Flugkörper IRIS-T entwickelt. Der Flugkörper ist vollständig qualifiziert und wird über die Plug-and-Fight-Schnittstelle des TLVS in das System integriert. Neben dem Einsatz im TLVS wird der IRIS-T SL inzwischen auch in Verbindung mit einem Radarsensor und einem Gefechtsstand als eigenständiges Luftverteidigungssystem, IRIS-T SLM, durch die Diehl Defence GmbH angeboten.

Der IRIS-T SL hat seine Fähigkeiten zur Bekämpfung insbesondere auch kleiner, manövrierender Ziele über unterschiedliche Entfernungen in mehreren Testkampagnen erfolgreich nachgewiesen. Der Flugkörper wird wie der PAC-3 MSE über einen Datenlink zum Ziel geführt. Die hohe Reaktionsfähigkeit des IRIS-T SL-Startgerätes erlaubt die gleichzeitige Bekämpfung mehrerer Ziele. Das Startgerät entspricht nach Aufbau und Funktionsweise weitgehend dem für PAC-3 MSE.

Vernetzte Operationen

Aufgrund seiner offenen Systemarchitektur ist TLVS grundsätzlich in der Lage, neben den systeminternen auch externe, zu anderen Luftverteidigungssystemen gehörende Sensoren und Effektoren zu nutzen. Im einfachsten Fall geschieht dies durch den Austausch von Lage- und Zieldaten über taktische Datenlinks wie z.B. dem innerhalb der NATO standardisierten Link 16. TLVS nutzt hierbei die im Ver-

bund von Sensoren und Waffensystemen verfügbaren Informationen für die eigenen Bekämpfungsläufe (Co-operative Engagement Capability) oder stellt den anderen Verbundteilnehmern eigene Informationen zur Verfügung.

Im Fall, dass die systemexternen Sensoren und Effektoren mit der zu TLVS gehörenden „Plug-and-Fight-Schnittstelle“ ausgestattet sind, kann TLVS jedoch einen Grad der Integration und Kontrolle

über die systemexternen Komponenten ausüben, der demjenigen über die internen ähnlich oder sogar gleich wäre. So entsteht

ein vollständig integriertes Luftverteidigungssystem, das in der Lage ist, einen großen Raum gegen ein großes Zielspektrum so abzudecken, dass die Luftraumüberwachung und Zielverfolgung so umfassend wie möglich sind und der jeweils am besten platzierte und am besten geeignete Effektor zur Wirkung gebracht werden kann.

Natürlich setzt dies die Bereitschaft der Hersteller und Betreiber der einzubindenden Systeme voraus, die Plug-and-Fight-Schnittstelle als sicheren Standard zu akzeptieren und in ihren Geräten zu implementieren. Daher ist es geplant, die TLVS Plug-and-Fight-Schnittstelle als NATO-Standard zu veröffentlichen, so dass insbesondere unsere Partner und Verbündeten im Rahmen des NATO Framework Nation Concept hierauf zugreifen und ihre Systeme in den TLVS-Systemverbund einbinden können. Bezogen auf die Bundeswehr besteht die Absicht, eine durchgängige Architektur und komplementäre Schnittstellen für die gesamte bodengebundene Luftverteidigung von TLVS bis hin zu den zukünftigen Systemen des Nah- und Nächstbereichsschutzes zu realisieren.



FÜR MEHR SCHUTZ

Bodengebundene Luftverteidigung

IRIS-T SLS und SLM

Wirksamer Schutz gegen Bedrohungen aus der Luft.

Cybersecurity als Systemfähigkeit

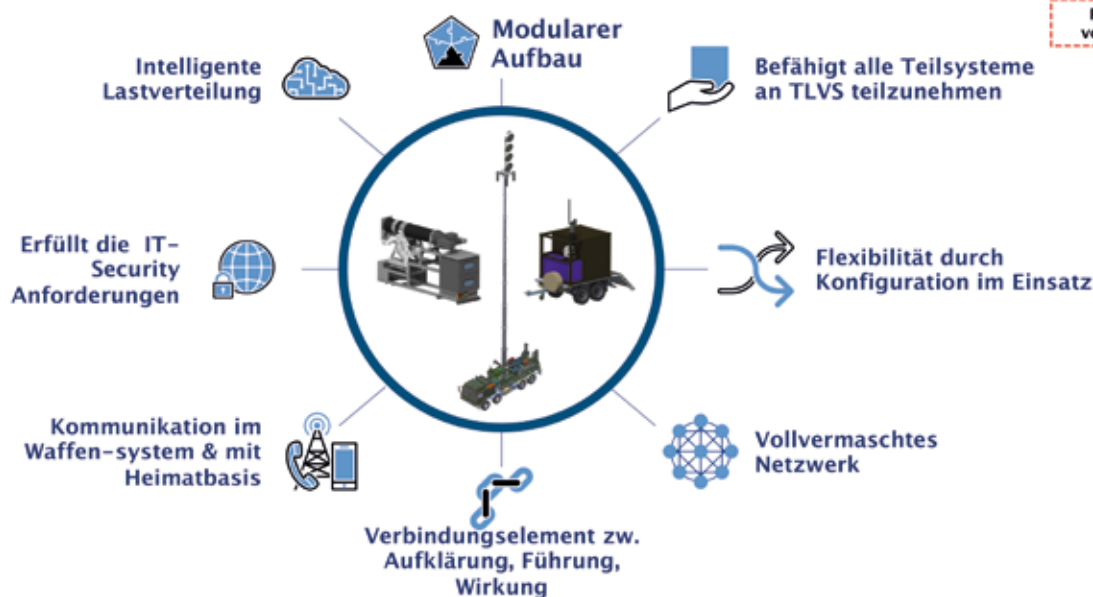
Dorothee Frank

Per se ist jedes Netzwerk angreifbar. Gerade bei der integrierten Luftverteidigung, die auch der Missile Defence und dem NATO-Raketenabwehrschild dienen soll, sind Cyber-Angriffe nicht hinnehmbar. Das Risiko einer Korruption von Daten und Informationen ist nicht akzeptabel. MBDA Deutschland hat dementsprechende Maßnahmen und Mechanismen in das Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) integriert, um den Systemverbund vor diesen Bedrohungen zu schützen.

Alle Teilsysteme des Luftverteidigungssystems sind militärisch gehärtet, um gegen Angriffe aus dem Bereich der Elektronischen Kriegführung (Elo-Ka), inklusive Stör- und Täuschmaßnahmen, bestehen zu können. Hierzu gehört im speziellen auch das Kommunikationssystem, welches als vollver-

maschtes Netzwerk aufgebaut ist. Dies bedeutet, dass keine direkte Verbindung zwischen den miteinander kommunizierenden Knoten bestehen muss, sondern dass Daten und Informationen über Relais-Knoten an andere weitergereicht werden. Jedes Element des Netzwerkes fungiert sowohl als Sender wie auch als Empfänger. Da-

Wesentliche Eigenschaften des taktischen Kommunikationssystems des TLVS



Grafik: MBDA

ten und Informationen werden gezielt durch das Netzwerk geleitet, welcher Knoten dabei gerade Sender und Empfänger ist, wird variabel durch die Künstliche Intelligenz (KI) des Systems bestimmt. Ausfälle einzelner Kommunikationsstrecken bzw. der Ausfall eines Netzwerkknotts, beeinträchtigen somit nicht die Funktionalität des Gesamtsystems, da die KI erkennt welche Verbindung ausgefallen ist und welche Kommunikationsstrecke alternativ genutzt werden kann. Bei der Nutzung von Funkverbindungen erfolgt dies natürlich innerhalb der physikalischen Grenzen.

Der Nutzer erhält – innerhalb der genannten Grenzen – die größtmögliche Freiheit und Flexibilität bezüglich der Aufstellung des Luftverteidigungssystems. Die Teilsysteme können an strategisch und operationell günstigen Stellen stehen, vorgelagert oder zurückgezogen werden, alles mobil und schnell auf die aktuelle Lage und Bedrohung ausrichtbar. Während Kabelverbindungen eine relativ begrenzte räumliche Nähe der Teilsysteme untereinander erfordern, erlaubt der Einsatz eines vollvermaschten Funknetzes eine weitläufige und flexible Dislozierung des Luftverteidigungssystems.

Die IT & Kommunikationsinfrastruktur des Luftverteidigungssystems TLVS trägt gemäß dem Ansatz des „vernetzten Denkens und Handelns“ direkt zum gesamtstaatlichen Lagebild im Cyber- und Informationsraum (CIR) bei. Die Anforderungen ergeben sich aus der voranschreitenden Digitalisierung und Vernetzung, sind ausgerichtet

auf nationale und NATO-Anforderungen und basieren auf den Erfahrungen der Bundeswehr aus aktiven Einsätzen und Übungen. Das IT & Kommunikationssystem wird als integraler und modularer Bestandteil des Gesamtsystems direkt in der Entstehung implementiert und ist dabei so ausgelegt, dass auch zukünftig geforderte Fähigkeiten sich leicht integrieren lassen. Die Zulassung erfolgt durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als auch durch militärische Dienststellen.

Auch wenn Details aus naheliegenden Gründen hier nicht genannt werden können, die Sicherheit des IT & Kommunikationssystems wurden von Anfang an in die Systemarchitektur und das Systemdesign eingebracht. Die Erfahrungen aus bereits durchgeführten militärischen Cyber-Angriffen und entsprechende Schutzmaßnahmen fanden Eingang, um daraus ein geschütztes, gehärtetes und selbstheilendes System zu schaffen. Ein IT & Kommunikationssystem, auf das die Nutzer voll vertrauen können, und vor allem ein System, in dessen Aufbau und Funktion die deutschen Soldaten vollen Einblick haben, um somit eventuelle Verbesserungen anzuregen, die zukünftige technologische Weiterentwicklungen notwendig machen können. Hierdurch ist das TLVS System absolut zukunftsfähig und extrem sicher vor Angriffen aus dem Cyber-Raum, um Deutschland und seine NATO-Partner nicht zuletzt vor nuklearen Bedrohungen wirksam zu schützen, auch wenn alle anderen Systeme bereits versagen.

Europäische Sicherheit & Technik jetzt auch als E-Paper!

MITTLER REPORT

Europäische Sicherheit & Technik ist für Ihren Tablet-PC jetzt auch als E-Paper im iKiosk der Axel Springer AG erhältlich!

- 1. iKiosk App auf dem Tablet-PC installieren**
(kostenlos im App Store von Apple bzw. im Google Play Store)

Einzelausgabe: 6,99 Euro
Abonnement: (12 Ausgaben) 64,99 Euro



- 2. Europäische Sicherheit & Technik im iKiosk auswählen und erwerben!**

MITTLER REPORT VERLAG GMBH Baunscheidtstraße 11 · 53133 Bonn
Fax: 0228 / 3 68 04 02 · info@mittler-report.de · www.mittler-report.de

DIEHL

Defence

Luftverteidigungssysteme „Made in Germany“

IRIS-T SL als Teil der künftigen deutschen Luftverteidigung



*Lenkflugkörpersystem IRIS-T SL
im Qualifikationsschießen 2015*

Fotos: Diehl

mentärflugkörper das Fähigkeitsspektrum des PAC-3-MSE-Effektors zu ergänzen. Neben der Abwehr von Flugzeugen und Hubschraubern lag ein besonderer Schwerpunkt auf der Wirksamkeit gegen modernste, hochfliegende UAV (Unmanned Aerial Vehicles/Drohnen) sowie auf der Abwehr von heutigen und zukünftigen Cruise Missiles. IRIS-T SL ist voll qualifiziert und kann umgehend in TLVS oder andere Luftverteidigungssysteme eingebunden werden.

Die Qualifikation beinhaltete nebst umfangreichen Umwelttests mehrere Schusskampagnen, in denen das Lenkflugkörpersystem seine Fähigkeiten gegen kleine und manövrierende Ziele in verschiedenen Entfernungen unter Beweis stellte. Dabei wurden alle Anforderungen erfüllt, oftmals sogar noch übertroffen. Bei der Umweltqualifikation fiel das Augenmerk besonders auf den Einsatz in allen Klimazonen, was anspruchsvolle Tests bei extremer Kälte, großer Hitze, unter Sandeinwirkung sowie für den Einsatz in großen Höhen zur Folge

IRIS-T SL: Startgerät, Gefechtsstandzelt mit aktuellem Führungssystem und Giraffe G4A im Rahmen der Demonstration beim schwedischen Luftverteidigungsregiment in Halmstad 2017

Das Lenkflugkörpersystem IRIS-T SL bestehend aus dem senkrechtstartenden, hochagilen Lenkflugkörper und dem entsprechenden Startgerät wurde nach Vorgaben des deutschen Kunden entwickelt, um im Rahmen des künftigen Taktischen Luftverteidigungssystems (TLVS) der Bundeswehr mit einem Komple-





*Übergabezeremonie zur
Indienststellung der ersten IRIS-T
SLS Startgeräte im schwedischen
Luftverteidigungsregiment LV 6
Halmstad*

hatte. Im Design wurden die Anforderungen für die Verlegung auf dem Land- und Seeweg, im Bahntransport sowie für die Lufttransportfähigkeit berücksichtigt. Das Startgerät vereint einen außergewöhnlich hohen Automatisierungsgrad mit einfacher Wartbarkeit und Instandsetzung, um Anforderungen an das Bedienpersonal möglichst gering zu halten. Das Nachladen von Lenkflugkörpern erfolgt schnell, unkompliziert und mit geringem Personalansatz.

Um die geforderte hohe Wirksamkeit im Einsatz zu ermöglichen, kommt neben der Direkttrefferfähigkeit des Lenkflugkörpers die kurze Systemreaktionszeit zum Tragen. In schneller Schussfolge können mehrere Ziele gleichzeitig omnidirektional bekämpft werden, was einen effektiven 360-Grad-Rundumschutz ermöglicht. Die Dislozierung der Startgeräte unter Nutzung einer Funkanbindung vergrößert die Raumabdeckung.

Das Luftverteidigungssystem mittlerer Reichweite: IRIS-T SLM

Basierend auf dem Lenkflugkörpersystem IRIS-T SL hat Diehl Defence durch die Integration eines Multifunktionsradars und eines Gefechtsstandes ein eigenes Luftverteidigungssystem mittlerer Reichweite, IRIS-T SLM, geschaffen. Dieses Luftverteidigungssystem wurde zwischenzeitlich erfolg-



reich im internationalen Markt platziert. Die erste Auslieferung soll 2020 oder 2021 erfolgen. Die Entwicklung dieses Gesamtsystems wurde aus eigener Kraft und in Zusammenarbeit mit kompetenten Partnerfirmen durchgeführt. Über mehrere Jahre hat Diehl Defence Expertise in diesem Bereich aufgebaut und die Grundlagen für ein derartiges System geschaffen. Basierend auf dem zukunftsweisen- den Ansatz offener Schnittstellen vereint das System ein modernes Multifunktionsradar mit einem leistungsfähigen und skalierbaren Gefechtsstand, wobei die offene Architektur eine maximale Flexibilität ermöglicht.

Im Laufe der Entwicklung hat Diehl Defence Radar- und Führungssysteme verschiedener Hersteller getestet und integriert. Prominentestes Ergebnis bis dato war das erfolgreiche Testschießen 2014 in der Konfiguration mit einem Gefechtsstand der dänischen Firma Terma und einem Radar des australischen Herstellers CEA. Repräsentanten aus 16 Nationen wurden Zeugen eines Direkttreffers gegen eine Zieldrohne in einem anspruchsvollen Bekämpfungsszenario.

Im Export ist es Diehl Defence gelungen, ein Luftverteidigungssystem komplett „Made in Germany“ einzuführen: Radar (Hensoldt) und Führungssystem (Airbus und Diehl Defence) sowie Kommunikationssystem (Rohde & Schwarz) und Trägerfahrzeuge (RMMV) werden von deutschen Partnerfirmen produziert und durch Diehl Defence zum Gesamtsystem integriert und ausgeliefert. Die auszuliefernden Feuer- einheiten werden durch ein umfangreiches Logistik- und Ausbildungspaket im Kundenland ergänzt.

Mit der erzielten Wirkreichweite und der großen Höhenabdeckung von IRIS-T SLM wird ein wirkungsvoller Layer unterhalb der Fähigkeiten des Lenkflugkörpersystems PAC-3 MSE erreicht. Weiterhin können mit IRIS-T SLM auslaufende Waffensysteme wie HAWK und andere, obsolete Systeme mittlerer Reichweite ersetzt werden.

Das Luftverteidigungssystem kurzer Reichweite: IRIS-T SLS

Als erste europäische Programmation des Luft-Luft-Lenkflugkörpers IRIS-T nutzt Schweden die sogenannte Dual-Role-Fähigkeit des Flugkörpers im Rahmen von IRIS-T SLS. Hierbei kommt zum Tragen, dass IRIS-T unverändert sowohl am Flugzeug als auch vom Boden aus eingesetzt werden kann.

alle Komponenten eines Luftverteidigungssystems auf einem geschützten Trägerfahrzeug zu vereinen und damit auch mechanisierte Kräfte in der Bewegung schützen zu können. Gegen das sich abzeichnende Bedrohungsspektrum, insbesondere gegen gepanzerte Kampfhubschrauber und manövrierende Ziele, verbindet ein solches System große Reichweite mit hoher Durchsetzungsfähigkeit bei gleichzeitig hoher Mobilität.

IRIS-T SLS und IRIS-T SLM im Rahmen der ILA 2018



Kürzlich wurden die ersten Systeme an das schwedische Luftverteidigungsregiment in Halmstad offiziell übergeben. Damit ist die Indienstellung dieses neuen Waffensystems erfolgt. Ein intensiver Austausch mit der schwedischen Beschaffungsbehörde FMV und die frühzeitige, dauerhafte Einbindung der Nutzerseite im Rahmen von Arbeitsgruppen ermöglichen Anpassungen und Verbesserungen des Systems bereits in der Entwicklungsphase zur beiderseitigen Zufriedenheit. Die Vertragserfüllung erfolgt im Zeit-, Leistungs- und Kostenrahmen.

Die konsequente Nutzung offener Schnittstellen ermöglichte während einer Demonstration im Jahr 2017 beim Luftverteidigungsregiment sogar die Anbindung des Mittelstrecken-Lenkflugkörpers IRIS-T SL und des leistungsstarken G4A-Radars der Firma Saab an den bestehenden, eigentlich auf IRIS-T SLS ausgelegten, Gefechtsstand des schwedischen Luftverteidigungsregiments. Die Flexibilität des gewählten Systemansatzes konnte auch hier unter Beweis gestellt werden.

Weiterhin bietet IRIS-T SLS das Potenzial, durch Ergänzung eines Sensors und eines Führungssystems

Systemverbund

Die offene Systemarchitektur ermöglicht auch die flexible Integration der hochmobilen IRIS-T SLS Einheiten in die bestehende IRIS-T SLM Architektur. Somit entsteht ein Sensor- und Wirkverbund, der durch ein einheitliches, skalierbares Führungssystem zentral, dezentral oder autonom geführt werden kann.

Fazit

Über mehrere Jahre hat Diehl Defence konsequent eine Gesamtsystemfähigkeit in der bodengebundenen Luftverteidigung aufgebaut. Hierbei wurde nicht nur das Lenkflugkörpersystem IRIS-T SL als sogenannter „Zweitflugkörper“ für TLVS entwickelt und qualifiziert. Darüber hinaus ist Diehl Defence in der Lage, vollständige Systemlösungen basierend auf modernsten Komponenten für die Luftverteidigung kurzer und mittlerer Reichweite sowohl als „Stand-alone-Einheiten“ als auch zur Integration in andere Systeme herzustellen und zeitnah zu liefern.

DIEHL
Defence

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Arne Nolte
Leiter Marketing GBAD

Tel. 07551-89 2183

Diehl Defence GmbH & Co. KG

Alte Nußdorfer Straße 13

88662 Überlingen

www.diehl.com

Stromversorgung für kritische Systeme



Dorothee Frank

Flexibler, leistungsfähiger, vernetzter: Die technischen Systeme der Zukunft sind mehr denn je auf eine zuverlässige Energieversorgung angewiesen. Dies gilt insbesondere für überlebenswichtige Systeme wie die Luftverteidigung. Für das TLVS vereint der Mechatronikhersteller VINCORION jahrzehntelange Erfahrung mit innovativen Technologien.

Die Stromversorgung ist ein kritischer Faktor für die Einsatzfähigkeit von militärischen Systemen – und damit eine zentrale Voraussetzung für eine flexible und erfolgreiche Einsatzführung. Durch seinen spezifischen Systemaufbau und die besonderen taktischen Anforderungen ist das TLVS dabei ein Musterbeispiel für die komplexen Ansprüche, denen die Energieversorgung gerecht werden muss. Das System stellt die Entwickler vor die Herausforderung, höchste Leistung passgenau auf engstem Raum einzubauen.

Die technologische Antwort für das TLVS liefert der Mechatronikhersteller VINCORION, der sich im Bereich der Erzeugung, Speicherung und dem Management von Energie in militärischen Anwendungsbereichen einen Namen gemacht hat. Das Unternehmen ist eine eigenständige Marke des Technologiekonzerns Jenoptik und bündelt ingenieurwissenschaftliches Know-how aus mehr als 60 Jahren Unternehmensgeschichte – darunter das Vermächtnis bekannter Namen wie Lechmotoren und ESW-Exel Systems. So liefert VINCORION bereits seit mehr als drei Jahrzehnten Aggregate für führende Radar- und Luftverteidigungssysteme rund um den Globus, die seither Staub, Sand, Hitze, Kälte und Feuchtigkeit standhalten mussten – und dies bis heute tun. Auch Anpassungen oder Kampfwertsteigerungen gehören zum Dienstleistungsspektrum, weshalb die Entwickler und Ingenieure auch nach Inbetriebnahme der Systeme bereitstehen, um die Energielösungen im Austausch mit Kunden und Anwendern kontinuierlich zu optimieren.

Das Unternehmen konnte damit durchaus überzeugende Referenzen vorweisen, als sich die Hauptauftragnehmer zunächst für MEADS und anschließend für TLVS für VINCORION als Zulieferer entschieden.

Zuverlässig, autark und intelligent am öffentlichen Netz

Die fünf wesentlichen Stromversorgungssysteme des TLVS müssen einen enormen Leistungsbedarf abdecken. Dies gilt umso mehr mit Blick auf die permanente Verfügbarkeit des Systems. Schließlich muss eine Luftverteidigungsanlage 24 Stunden an sieben Tagen die Woche einsatzbereit sein, jedes einzelne System. Versorgungskonzepte, die sich lediglich auf kraftstoffbetriebene Aggregate stützen, kommen hierbei an Grenzen, insbesondere mit Blick auf die Nachschublogistik sowie die damit verbundenen Kosten und taktischen Konsequenzen.

Dementsprechend wurde der Wunsch an VINCORION herangetragen, den Anschluss des TLVS an vorhandene Stromnetze zu ermöglichen. Um diese Aufgabe zu bewältigen, konnte das Unternehmen auf die Expertise aus der Entwicklung zahlreicher Energiesysteme zurückgreifen, die über Schnittstellen zu 50- oder 60-Hz-Stromnetzen verfügen. Auf dieser Grundlage entwickelte VINCORION eine maßgeschneiderte Lösung für TLVS, die erprobte Technologien aus dem MEADS mit völlig neuen Ansätzen verbindet, sodass die Systeme an allen verfügbaren Stromnetzen weltweit betrieben werden können.

Alle Energiesysteme für TLVS haben somit neben einem robusten und zuverlässigen Grundaggregat die Möglichkeit, unterbrechungsfrei auf das öffentliche Netz umzuschalten. Je nach weiteren Anforderungen der zu versorgenden Systeme ist zudem eine Ausführung als Hybridsystem möglich, inklusive eines integrierten Energiespeichers für eine weitergehende USV-Funktionalität.

Integration in Container

Den größten Neuerungsaufwand gegenüber MEADS erforderte jedoch das Herzstück des TLVS, der neue Gefechtsstand MC4IS. Um die höchstmögliche Verfügbarkeit dieses elementaren Systems unter allen Einsatzbedingungen zu garantieren, wandelt das Aggregat alle verfügbaren Energiequellen in die passende Form um und stellt diese für das System bereit. Die größte Herausforderung resultiert hierbei aus dem geringen Bauraum und den Gewichtsanforderungen. So müssen alle Bestandteile des MC4IS gemeinsam mit den Komponenten, die das Management und die intelligente Aggregatsteuerung bewerkstelligen, in einen 20-Fuß-ISO-Container integriert werden. Da sich das Energiesystem dabei den knappen Einbauraum hinter den Arbeitsplätzen mit weiteren technischen Systemen des Containers teilt, erfolgt eine komplexe Verschmelzung zwischen den VINCORION-Komponenten für die Energieversorgung und den technischen Systemen der weiteren TLVS-Zulieferunternehmen.

Grenzbereich des Machbaren

Darüber hinaus zeigt sich auch im Bereich der Stromversorgung, dass TLVS eine neue technologische Generation repräsentiert. So erfolgt die Energieversorgung im TLVS insbesondere mit Blick auf die Netzüberwachung und den autarken Betrieb. Dies bedeutet, dass die Geräte nun weitestgehend autonom arbeiten: Das System übernimmt eigenständig Aufga-

ben der Überwachung, Steuerung und Umschaltung zwischen den Energiequellen, für die früher durchgehend ein Techniker vor Ort notwendig war.

Neben der Zuverlässigkeit, die sich das Unternehmen durch seine jahrzehntelange Erfahrung bei der Energieversorgung kritischer militärischer Systeme erworben hat, gehört die Realisierung dieser elementaren Kundenwünsche zu den Verdiensten von VINCORION – auch wenn diese das Systemdesign an die Grenzen des Machbaren bringen.

Erfahrung als Garant

Dies verdeutlicht, dass die zuverlässige Energieversorgung – ohne die auch die beste Luftverteidigung wirkungslos ist – bei TLVS tief im Systemgedanken integriert ist. VINCORION konnte bisher mit Lösungen aufwarten, die den Spagat zwischen der Nutzung neu-

*Das TLVS-Generatorfahrzeug.
Auf diesem Bild erkennt man den
Sandfilter und die sogenannte
Power Communications Unit*

Foto: VINCORION



er Technologien und der notwendigen Zuverlässigkeit für militärische Einsätze schaffen. Aufbauend auf den Erfahrungen von über 30 Jahren einsatzerprobter militärischer Energieversorgung, integriert in einem System, das ursprünglich einmal die besten Köpfe der USA, Deutschlands und Italiens ersannen, ergänzt um die Ideen der Bundeswehr und integriert durch das technische Know-how von MBDA Deutschland, wird die Luftwaffe somit ein System erhalten, das das Beste vieler Welten vereint. Die sichere Energieversorgung garantiert dabei VINCORION.



Secure Domain Transition

Die INFODAS GmbH ist einer der führenden deutschen Anbieter im Bereich der Informationssicherheit und entwickelt sowie integriert unter anderem richtungsweisende Lösungen für sichere Übergänge zwischen Netzen unterschiedlicher Einstufung (Cross-Domain Solutions) im Hochsicherheitsbereich. Die Lösungen gehören der Produktfamilie SDoT (Secure Domain Transition) an und ermöglichen zugelassene Domänenübergänge für Systeme bis hoch zu den Einstufungen GEHEIM, EU SECRET und NATO SECRET.

Für die Funktionsweise des Taktischen Luftverteidigungssystem (TLVS) ist eine Vernetzung über unterschiedliche Sicherheitsdomänen eminent. Das TLVS besteht aus einer Vielzahl geografisch dislozierten Einheiten von Lenkwaffenstartern, Radaren und taktischen Gefechtsständen, die in verschiedenen Szenarien auch in internationale Verbünde integriert werden sollen. Ferner soll eine offene Systemarchitektur dazu beitragen, sich mit anderen Waffengattungen und deren

Sensoren zu vernetzen. Damit ist das TLVS ein System, welches zur effektiven und effizienten Nutzung auf performante und zuverlässige Cross Domain Solutions angewiesen ist.

Die wesentlichen Elemente der SDoT-Familie sind die Daten-Diode für unidirektionale Domänenübergänge, die bidirektionalen Security Gateways und eine sichere sowie verlässliche elektronische Kennzeichnung von Datenobjekten (Labelling Service). Mit Hilfe von individualisierbaren Regelwerken für strukturierte Datenformate (bspw. XML) sowie eines BSI-konformen Labelling Prüfprozesses für unstrukturierte Datenformate (bspw. Bilddaten oder proprietäre Dateiformate) werden hierdurch medienbruchfreie und automatisierte Datenübertragungen über unterschiedlich klassifizierte Netze möglich. Die SDoT-Domänenübergänge lassen sich nahtlos in alle Anwendungs- und Betriebssystemlandschaften einfügen.



Über die INFODAS GmbH

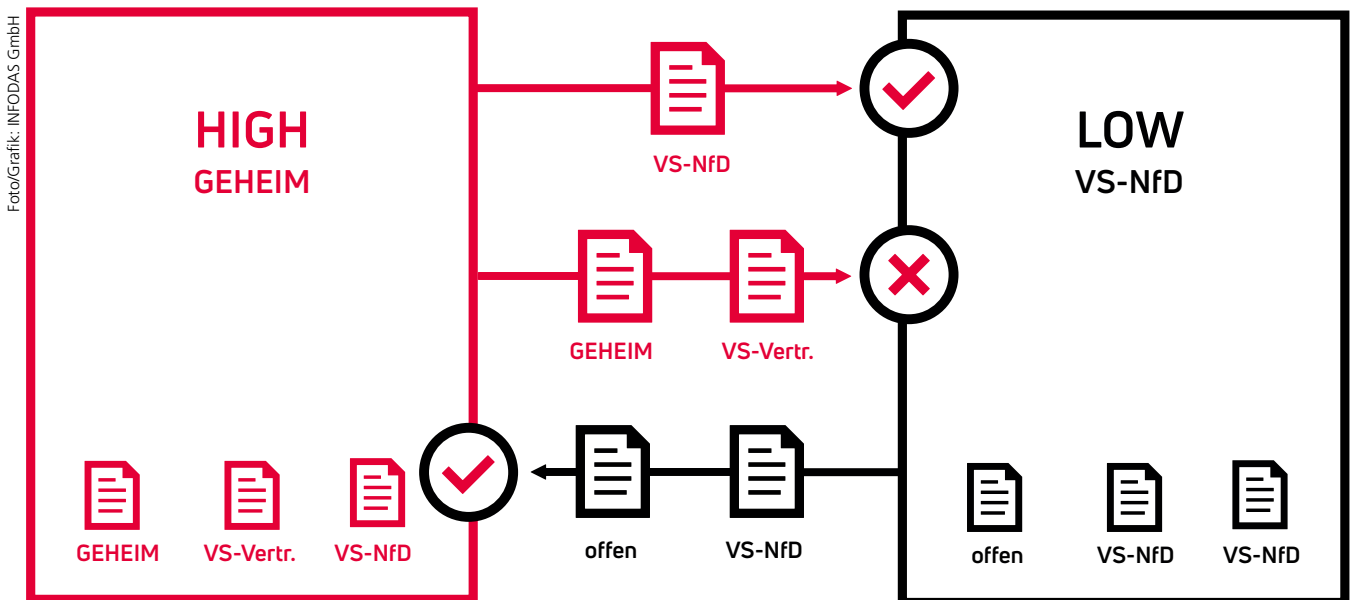
Die INFODAS GmbH, die am 15. August 2019 ihr 45-jähriges Firmenjubiläum feierte, zählt zu den führenden Software- und Beratungsunternehmen für Informationssicherheit in Deutschland. Das mittelständische Systemhaus begleitet Unternehmen, Behörden und militärische Einrichtungen mit Dienstleistungen in Konzeption und Umsetzung umfassender Ansätze von Informationssicherheit und Absicherung von IT-Infrastrukturen. Darüber hinaus entwickelt das Unternehmen Hochsicherheitsprodukte für Domänenübergänge sowie den Schutz kritischer Infrastrukturen. Mehrere Produkte der INFODAS GmbH sind für den Geheimhaltungsgrad GEHEIM sowie EU und NATO SECRET zugelassen. Neben dem Hauptsitz in Köln hat das Unternehmen weitere Standorte in Berlin, Bonn und München. Die INFODAS GmbH wurde vor kurzem durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als IT-Sicherheitsdienstleister in den Geltungsbereichen IS-Revision, Beratung und IS-Penetrationstests UP-Bund zertifiziert und gehört zu den ersten Systemhäusern, die BSI-zertifizierte IT-Grundschutz-Berater vorweisen können. Die INFODAS GmbH verfügt über IT-Sicherheits-Experten, die KRITIS-Betreiber gemäß § 8a Absatz 1 des BSI Gesetzes (BSIG) mit ihrer Prüfverfahrens-Kompetenz in der Umsetzung unterstützen dürfen sowie über BSI-Auditoren, die KRITIS-Betreiber daraufhin überprüfen, ob sie dieses Ziel erreicht haben und den aktuellen gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

Die INFODAS GmbH bietet generische Lösungen für sichere Netzübergänge von TLVS an. Mögliche Einsatzszenarien hierbei sind:

- Anbindung eines GEHEIM eingestuftes Systems auf Ebene einer Operationszentrale an verlegfähige oder mobile taktische Systeme mit maximaler Freigabe bis VS-NfD um
 - taktische Lageinformationen von VS-NfD zur Aggregation in das übergeordnete System (GEHEIM) zu übertragen und/oder
 - Befehlsgebung/Informationsversorgung mit Einstufung VS-NfD vom geheimen Führungsinformationssystem ohne Air Gap auf die taktische Ebene zu bringen,
- Einbindung von nationalen Systemen mit hohem Schutzbedarf in internationale Informationsverbündete,

Ende-zu-Ende-Prozesse über Systemgrenzen hinweg unter Einhaltung aller Vorgaben zur Verarbeitung von Verschlusssachen. Denn in einer datengetriebenen Welt produzieren, sammeln und verarbeiten Organisationen und Maschinen Daten aus Systemen unterschiedlicher Kritikalität und Klassifizierung. Eine hohe Menge an Daten muss vielfach in Echtzeit und mit niedriger Latenz übertragen werden. Diese erhöhte Vernetzung führt zu unterschiedlichen Cyber-Risiken. Isoliert man Systeme von hoher Kritikalität oder Klassifizierung, kann nicht effizient gearbeitet werden.

Die SDoT-Produktfamilie der INFODAS GmbH ist somit ein wesentlicher Enabler für eine funktionsfähige Systemarchitektur im Taktischen Luftverteidigungssystem.



- medienbruchfreie Sensor-to-Shooter-Kette mit minimaler Latenzzeit.

Während die Daten-Diode sicherstellt, dass Inhalte nur vom geringer eingestuftes Netz („LOW“) in das höher eingestufte Netz („HIGH“) übertragen werden, ermöglicht das Gateway – wie abgebildet – mit den bereits zuvor genannten Regelwerken und/oder der – Nutzung der Labels den Datenaustausch in beide Richtungen und stellt dabei sicher, dass nur Daten von „HIGH“ nach „LOW“ transferiert werden, deren Einstufung diesen domänenübergreifenden Transfer zulässt. So werden Daten geteilt, die ausgetauscht werden sollen, und alle anderen Daten vor bewusstem oder versehentlichem Abfluss geschützt. Dies ermöglicht digitale

infodas

INFODAS GmbH

Ina Hagen, Tel. +49 (0)221 70912234
marketing@infodas.de

Mehr über die INFODAS GmbH

Website: www.infodas.de

LinkedIn: www.linkedin.com/company/infodas

XING: <https://www.xing.com/companies/infodasgesellschaftfürsystementwicklungundinformationsverarbeitungmbh>

Geschützte, hochmobile Raumwunder

Spezialcontainer und mobiles Kopplungssystem von DREHTAINER für das Teilprojekt MC4IS.

Beschaffungsvorhaben wie das neue taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) fordern nicht nur den Auftragnehmer, sondern ebenso alle anderen Partner dieses Projektes erheblich. Auch DREHTAINER zählt zu diesem Kreis der ausgewählten Partner für die Entwicklung und Fertigung der Gefechtsstandcontainer im Rahmen des Teilprojektes MC4IS (Mission Command and Control, Communications, Computing Intelligence System, Gefechts- und Leitstand).

Bisher wurden Funktionalitäten wie Gefechts- und Leitstände sowie Aufklärungs- und Führungssysteme in kleinen Fernmeldekabinen, mit abgesetzten Containern oder auch aus Zeltlösungen heraus abgebildet. Container bieten – im Gegensatz zu den in der Vergangenheit verwendeten Lösungen – vielerlei Vorteile: Durch die normierten ISO-Maße, in der Regel 20 Fuß, sind sie universell einsetzbar und lassen sich plattformunabhängig auf dem Land-,

Luft- oder Seeweg transportieren. Sie sind modular einsatzfähig und können leicht ab- oder umgesetzt werden, wenn dies durch taktische Lageänderungen oder den Ausfall eines Trägerfahrzeugs notwendig wird.

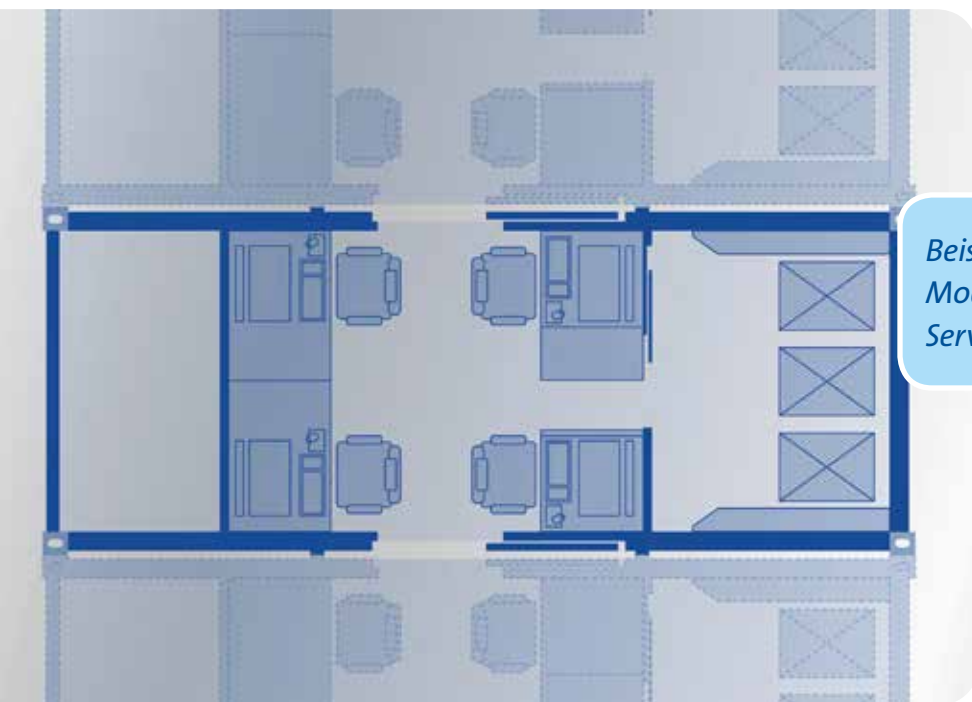
Durch geeignete konstruktive Maßnahmen kann für ISO-Container auch ein vergleichsweise hoher Ballistik- und Blastschutz erreicht werden. Dieser kann unterschiedliche Schutzlevel, auch abhängig von den Gewichtsvorgaben des Fahrzeugs, aufweisen. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die in den Containern arbeitenden Soldaten geschützt sind und die eingerüsteten Systeme auch den Bedrohungen standhalten. Neben ballistischen Bedrohungen ist es aber vor allem die Abstrahlsicherheit, die den Schutz für die Containerlösungen des TLVS ausmacht. Das beste und technisch aufwändigste System ist nutzlos, wenn Datensignale von außen abgefangen oder gestört werden können. Eine

entsprechende HF-Schirmung der Gefechtsstandcontainer ist somit unumgänglich. Ein weiterer Vorteil von Containern ist der Umstand, dass Arbeitsplätze und IT-Systeme fest in ihnen eingerüstet sind. Dadurch entfallen zeitaufwändige Maßnahmen zur Einrichtung der Arbeitsplätze und des Herstellens der Einsatzbereitschaft. Der Container als solcher bietet bereits deutlich mehr Fläche, als Fernmeldekabinen es ermöglicht haben.



Grafik: DREHTAINER GmbH

*Betriebsbereiter gekoppelter
Gefechts- und Leitstand für das
Taktische Luftverteidigungssystem*



verschiedenen Containertypen. Dadurch werden die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Bediener auch unter starker Belas-

Beispielhafter Grundriss des Base Module mit Technik-, Bediener- und Serverraum (v.l.n.r.)

Grafik: MBDA Deutschland GmbH

tung erheblich gesteigert. Aus diesem Grund wurde das Innendesign so ausgelegt, dass Einflussgrößen wie Lärm oder Temperaturschwankungen minimiert werden. So verfügt jeder Containertyp über getrennte Bereiche für die Bediener, Klimaanlage und Stromerzeugung sowie IT- und Kommunikationse-

quipment. Die beiden Containertypen sind dabei aufgrund der unterschiedlichen Verwendung verschieden ausgestattet. So bietet das Basis-Modul als vollwertiges Führungs- und Waffeneinsatzsystem Arbeitsplätze für vier Nutzer. Im Extension Modul, welches vornehmlich Planungs- und Unterstützungsaufgaben dient, sind fünf Arbeitsplätze vorgesehen.

DREHTAINER bietet auf alle diese Forderungen die entscheidenden Antworten. Die erfolgreiche Kombination aus hohem Schutzniveau und HF-Abstrahlsicherheit konnte DREHTAINER insbesondere bei der Entwicklung und Fertigung der mobilen F-35-Gefechtsstände sowohl für die niederländische als auch die britische Luftwaffe unter Beweis stellen. Auch die Container für das doppelgeschossige Gefechtsstandgebäude im Counter-Daesh-Einsatz der Bundeswehr wurden durch DREHTAINER geliefert und haben gleichzeitig neue Maßstäbe gesetzt. Diese Erfahrungen sind die Grundlage für die Entwicklungen der beiden Containertypen „Basis Modul“ und „Extension Modul“ für das MC4IS. Dabei standen sowohl die Abstrahlsicherheit, als auch das anspruchsvolle Schutzniveau im Vordergrund. Die Container bieten der Besatzung des MC4IS den Raum und die Sicherheit, die zum Betrieb und zur Führung des TLVS benötigt werden. Neben dem Schutz für die Soldaten und die hochwertige Ausrüstung spielt auch die Ergonomie eine wichtige Rolle bei der Gestaltung der un-

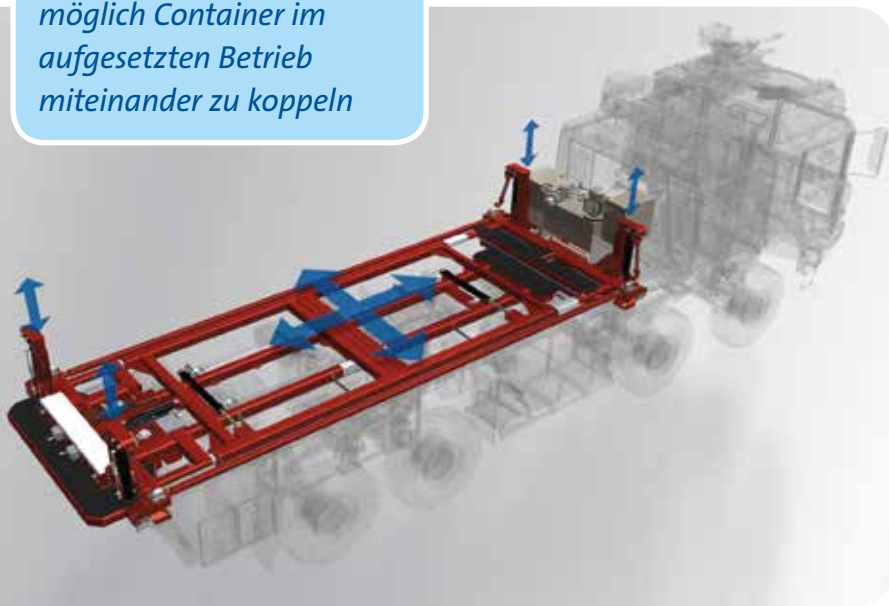
Grafik: DREHTAINER GmbH



Koppelbarer Container und dazugehöriger Verschieberahmen (rot) für das MC4IS im aufgesetzten Betrieb

Das Außergewöhnliche an dieser Gefechtsstandlösung ist aber, dass die Container im aufgesetzten Betrieb untereinander koppelbar sind. Zwar können beide Modulvarianten auch als Einzelcontainer verwendet werden, jedoch sieht das Konzept primär eine Nutzung von bis zu drei mechanisch gekoppelten Modulen vor, wobei die Extension-Module das

Mit dem Verschieberahmen ist es erstmals möglich Container im aufgesetzten Betrieb miteinander zu koppeln



Grafik: DREHTAINER GmbH

Basis-Modul um weitere Arbeitsplätze und Rechnerleistung erweitern sollen. So ist es dem Bedienpersonal unter Einhaltung der Forderungen nach Schutz und Abstrahlsicherheit möglich, auch auf größerer Fläche zusammenarbeiten. Mit dieser maximalen Modularität werden zum einen die offene Systemarchitektur und Zukunftsfähigkeit für die Komponente „Gefechtstand“ erreicht. Zum anderen ermöglichen sie durch kurze Auf- und Abbaueiten auch häufige Stellungswechsel und eine hohe taktische Verlegefähigkeit sowie schnelle Einsatzbereitschaft aller Komponenten für Einsätze von kurzer und mittlerer Dauer.

Um diese Forderung umzusetzen, findet das von DREHTAINER entwickelte mobile Kopplungssystem Einzug in das TLVS-Projekt. Wichtigste Komponente dieses Systems ist der Verschieberahmen, der zwischen dem Trägerfahrzeug und dem Container montiert wird. Der Verschieberahmen lässt sich auf jedem bereits eingeführten Fahrzeug verwenden, das für den Transport von ISO 20'-Containern

geeignet ist. Umbauarbeiten an Fahrzeug und Container sind hierzu nicht notwendig. Mittels des Verschieberahmens ist es möglich, den aufgesetzten Container in alle Richtungen zu verschieben und gleichzeitig anzuheben. So wird nicht nur der Abstand zwischen benachbarten Zellen zum Zwecke des Koppelns überwunden, auch Geländeunebenheiten, Gefälle oder Höhenunterschiede lassen sich so mühelos ausgleichen. Sind die Container zueinander

ausnivelliert und aneinandergefügt, werden sie miteinander verschraubt und bilden eine zusammenhängende, geschützte und abstrahlsichere Einheit. Alle benötigten Systeme sowie Mobiliar und Equipment sind bereits fest in den Einzelcontainern installiert, so dass die Einsatzbereitschaft des Gesamtsystems binnen kürzester Zeit hergestellt ist.

Mit diesem System zum aufgesetzten Koppeln von Containern lassen sich einfach und schnell Räume schaffen, die alle Forderungen nach Schutz und Abstrahlsicherheit erfüllen, gleichzeitig aber deutlich mehr Fläche zur Verfügung stellen, als ein einzelner Container. Die Kernforderung des MC4IS nach hoher Mobilität wird durch diese technische Lösung umfassend erfüllt.

Gleichzeitig bietet es die Möglichkeit, flexibel auf taktische Erfordernisse zu reagieren und die Größe des Systems anzupassen. Die Kombination aus mobilem Kopplungssystem sowie geschützten und geschirmten Gefechtsstandcontainern unterstreicht die Leistungsstärke und zukunftsorientierte Ausrichtung des MC4IS und bildet einen wichtigen Baustein im Gesamtsystem TLVS.



DREHTAINER GmbH
Jens Schlüter
Leiter Vertrieb und Marketing
 Alte Grenze 1
 19246 Valluhn
 Tel.: +49 38851 335 0
 info@drehtainer.de
 www.drehtainer.de



TRML-4D

Ein Mittelbereichssensor für das Taktische Luftverteidigungssystem

Markus Rothmaier und Daniela Martin-Höckelmann

Die Bundeswehr plant derzeit die Beschaffung des Taktischen Luftverteidigungssystems TLVS. Entscheidend für diese Beschaffung ist die Bereitstellung von hochentwickelten bodengestützten Luftverteidigungsfähigkeiten mit vernachlässigbaren technologischen und projektplanerischen Risiken. Ein Fokus des Beschaffers liegt damit klar auf dem

Diese Produktanforderungen treffen dabei insbesondere auf den Mittelbereichssensor als eines der Kernelemente von TLVS zu. Hensoldt bietet dafür seinen neu entwickelten und marktverfügbaren Mittelbereichssensor TRML-4D als eine passende Lösung an.



Fotos: Hensoldt

Das TRML-4D auf einem geschützten Radfahrzeug

Der Mittelbereichssensor TRML-4D

Das TRML-4D greift auf modernste Technologien wie Galliumnitrid-Halbleiter und AESA-Design zurück. In Verbindung mit dem integrierten IFF-System und den verschiedenen Betriebsmodi ergibt sich so ein hochentwickeltes Luftraumüberwachungs- und Zielerfassungssystem mit hoher Ausfallsicherheit, hohem Automatisierungsgrad und dadurch geringem Personalbedarf in der Nutzung wie in der Wartung.

Mit dem TRML-3D/TRS-3D steht bereits ein bewährtes Produkt zur Verfügung, welches weltweit über 80 mal – sowohl auf der Korvette K130 (erstes Los) als auch bei renommierten NATO-Partnern – in der Nutzung ist. Als jüngstes Mitglied der Hensoldt-TRML/TRS-Produktfamilie steht nun das Produkt TRML-4D/TRS-4D als ein erprobtes und eingeführtes System bereit. Dieses kommt nun nach den U.S. Navy LCS-Schiffen in der Deutschen Marine

möglichen Einsatz marktverfügbarer Produkte zur Integration in das TLVS-Gesamtsystem. Um das geforderte Wachstumspotential für TLVS sicherzustellen, müssen diese Produkte nicht nur voll vernetzt und integriert, sondern auch anpassbar sein.

beim zweiten Los der Klasse K130 mit rotierender Antennenfläche zum Einsatz und hat auf der Fregatte F125 (als Vier-Flächen-Lösung) seine Einsatztauglichkeit bereits eindrucksvoll bewiesen. So wurde das TRS-4D durch die deutsche Beschaffungsbehörde für das kommende MKS 180 als Vier-Flächen-Lösung gesetzt. Dabei garantiert das Familienkonzept Synergien hinsichtlich Ausbildung, Einsatz und Wartung, welche sowohl im Personal- als auch im Material-Bereich gehoben werden können. Durch die bestehende enge Zusammenarbeit der Firmen Diehl Defence und Hensoldt kann die Integration des TRML-4D zusammen mit dem für TLVS vorgesehenen Zweitflugkörper IRIS-T SLM bereits im Vorfeld und somit risikoarm gewährleistet werden. In Verbindung mit der „Plug-and-Fight“-Fähigkeit des TLVS, durch welche vorhandene militärische Komponenten eingebunden werden können, ist zudem eine Integration dieser Feueereinheit in das Gesamtsystem mit geringem Aufwand möglich.

Die Leistung des Radars selbst ist dabei für genau solche Einsatzszenarien abgestimmt: Detektionsreichweite, Azimut- und Elevationsabdeckung, Zielgenauigkeit sowie die erreichbare Aktualisierungsrate des Luftlagebildes erlauben eine optimale Nutzung der IRIS-T SLM oder anderer Effektoren gegen moderne, hochagile Luftziele aller Art.

Dabei erfüllt das TRML-4D sämtliche TLVS-Mobilitätsanforderungen und ist für alle vorgesehenen Klimazonen qualifiziert.

Hensoldt – Das deutsche Radarhaus

Als das deutsche Sensorhaus verfügt Hensoldt über langjährige Erfahrung mit Radarprojekten der Bundeswehr. An seinen deutschen Standorten besitzt das Unternehmen modernste Produktions- und Testfähigkeiten, welche speziell auf hochleistungsfähige Radarsysteme wie das TRML-4D ausgerichtet sind. Dies erlaubt die Lieferung leistungsfähiger Produkte „Made in Germany“ an unsere nationalen und internationalen Kunden.

Der Serienhochlauf des TRML-4D ist bereits erfolgt und das Material für die ersten 25 Einheiten ist bei Zulieferern beschafft. Die erste Auslieferung eines integrierten TRML-4D-Radars an einen Kunden ist für 2020 terminiert. Somit kann Hensoldt eine risikoarme und zeitgerechte Lieferung an das TLVS-Programm garantieren, welche auf einer Se-

Das TRML-4D in der Produktion



rienfertigung basiert, die deutsche Arbeitsplätze in einer Schlüsselbranche im High-Tech-Bereich sichert.

Hensoldt ist stolz darauf, in die Entwicklung des deutschen Luftverteidigungssystems der nächsten Generation bereits über das Vorgängersystem MEADS von Beginn an eingebunden gewesen zu sein. Somit kann Hensoldt auf durchgehend vorhandenes Expertenwissen zurückgreifen und ist damit für die Aufgaben im Rahmen des TLVS Programmes – auch hinsichtlich der Lieferung von Kernkomponenten für das Feuerleitradar MFCR – prädestiniert.



HENSOLDT

Markus Rothmaier, Geschäftsfeldleiter Marine- und Bodenradar HENSOLDT und **Daniela Martin-Höckelmann**, Projektleiterin TLVS bei HENSOLDT

Wörthstrasse 85

89077 Ulm

Tel. (0731) 392-0

info@hensoldt.net

<https://www.hensoldt.net>

MICRONOVA

Software und Systeme

Überwachung und Steuerung der mobilen TLVS-Gefechtsstände

Georg Kieferl

Das Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) setzt explizit auf Technologiesprünge durch Digitalisierung – dementsprechend kommt den elektronischen Systemen größte Bedeutung zu. Shelter Management, Factory-Test und Diagnostic/Maintenance-Infrastruktur entwickelt das Unternehmen MicroNova.

Shelter Management Unit (SMU)

Die leistungsstarke TLVS-Technik stellt höchste Ansprüche an Verfügbarkeit sowie Betriebs- und Datensicherheit. Die in den mobilen Gefechtsständen (Shelter) verwendete IT-Infrastruktur ist ein äußerst kompaktes Hochleistungsrechenzentrum. Die Komponenten bestehen unter anderem aus Stromversorgung, Klimaanlage, Netzwerk, Server-Farm und Bedienplatzrechner. Die technische Überwachung und Steuerung übernimmt die sogenannte **Shelter Management Unit (SMU)**.

Deren Betriebssoftware startet automatisiert die Anlagenteile, fährt Netzwerk und Server hoch, regelt Klimaanlage sowie Generatoren für die Stromversorgung, sorgt für volle Funktionstüchtigkeit und unterstützt dabei die Betriebssicherheit. Die SMU kontrolliert laufend alle Betriebszustände und meldet diese an ein zentrales Managementsystem. Einzelne Shelter können logisch gekoppelt werden, wobei die vorhandenen IT-Komponenten automatisiert erkannt und funktionstechnisch zusammengeschaltet werden können.

Diagnose und Wartung

Die Interfaces zu den verschiedenen Geräten und Anlagenteilen innerhalb der mobilen Gefechtsstände werden ebenfalls von MicroNova konzipiert und im Rahmen der vorgegebenen Diagnos-

tic- und Maintenance-Infrastruktur entwickelt. TLVS berücksichtigt dabei schon heute den technischen Fortschritt: Die komplette Systemarchitektur ist auf prompte Anpassungsfähigkeit an neue Entwicklungen, Skalierbarkeit und schnelle Austauschbarkeit von Gerätschaften und Anlagenteilen ausgelegt. Ergänzend zu den vielfältigen tech-

Grafik: MBDA Deutschland GmbH



nischen Funktionen sind dabei auch die Arbeitsplatzergonomie und die Datensicherheit von großer Bedeutung.

Factory-Test-Set

Für die schnelle Inbetriebnahme und Anpassung der Betriebsparameter entwickelt MicroNova mit dem Factory-Test-Set (FTS) eine spezielle mobile Testanlage. Das FTS kann alle Anlagenteile in Verbindung mit der SMU starten, testen und eventuelle Fehler samt Lokalisierung feststellen. Sowohl für die Erstinstallation als auch für die Aktualisierung der gesamten Betriebssoftware für bereits im Einsatz befindliche mobile Gefechtsstände, bietet das FTS im höchsten Maße automatisierte Funktionen und Tools.

Da militärische Geräte und Anlagen für den Ernstfall vorgehalten werden, lagern sie oft ohne Funktion oder Einsatz in einem Depot. Um Standschäden vorzubeugen, ist auch in diesem Ruhemodus eine Überwachung notwendig. Im „Low-Power-Mode“ arbeitet die SMU rund um die Uhr und kann mit geringer Batteriekapazität monatelang

SMU (beispielhafte Darstellung) zur Überwachung und Steuerung des Gefechtsstands



Störungen erkennen und aufzeichnen. Mit dem FTS können diese Daten von der SMU übertragen und anschließend ausgewertet bzw. weiter verarbeitet werden.

Referenzen aus Verteidigung treffen auf Telco- und Automotive-Kompetenz

Neben der Verteidigungsbranche arbeitet MicroNova auch für Firmen in der Telco- und Automotivebranche. Das Software- und Systemhaus ist seit 1987 am Markt. Der Hauptsitz des Unternehmens liegt in Vierkirchen nördlich von München, acht weitere Standorte befinden sich in Deutschland und Tschechien. Testing-Experten arbeiten an Lösungen zur Prüfung elektronischer Steuerungskomponenten für die Autoindustrie. Für Mobilfunkbetreiber wird Planungs- und Konfigurations-Software zum Ausbau und zur Optimierung von Mobilfunknetzen sowie zur Parametrierung der zehntausenden von Mobilfunkmasten entwickelt. Zudem hat MicroNova IT-Management-Lösungen im Portfolio. Zu den Kunden zählen im Automotive-Umfeld Audi, BMW, Volkswagen und Continental. Mit Telefónica und Vodafone vertrauen zwei der fünf weltweit größten Mobilfunkbetreiber auf die Kompetenz der rund 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von MicroNova.

Im Verteidigungsbereich hat das Unternehmen ebenfalls umfassende Erfahrung, vom „Digitalen Peilkommando Netz“ (DPN) über Simulationsprojekte für KWM bis zum TLVS-Vorgänger MEADS. Bei TLVS übernimmt MicroNova die gesamte Überwachung und Steuerung der Anlagenteile/IT-Infrastruktur innerhalb der Gefechtsstände und ist somit eine wichtige Stütze für das Projekt.

MICRONOVA
Software und Systeme

Georg Kieferl
Bereichsleiter Telco Solutions, MicroNova AG

MicroNova AG

Unterfeldring 6
85256 Vierkirchen

Tel.: +49 8139 9300-148
georg.kieferl@micronova.de

Allen aktuellen Bedrohungen gewachsen



Interview mit Dietmar Thelen,
Geschäftsführer der TLVS GmbH

Das Taktische Luftverteidigungssystem (TLVS) gehört zu den wichtigsten Rüstungsprojekten in Deutschland. Es soll ab 2030 in die operationelle Nutzung gehen und Patriot in der Bundeswehr ablösen. Wie wichtig diese Modernisierung für Deutschland ist und welche Möglichkeiten sich durch TLVS ergeben, erklärt Dietmar Thelen, Geschäftsführer der TLVS GmbH im Gespräch mit dem WTR.

WTR: Welchen Leistungsumfang umfasst TLVS?

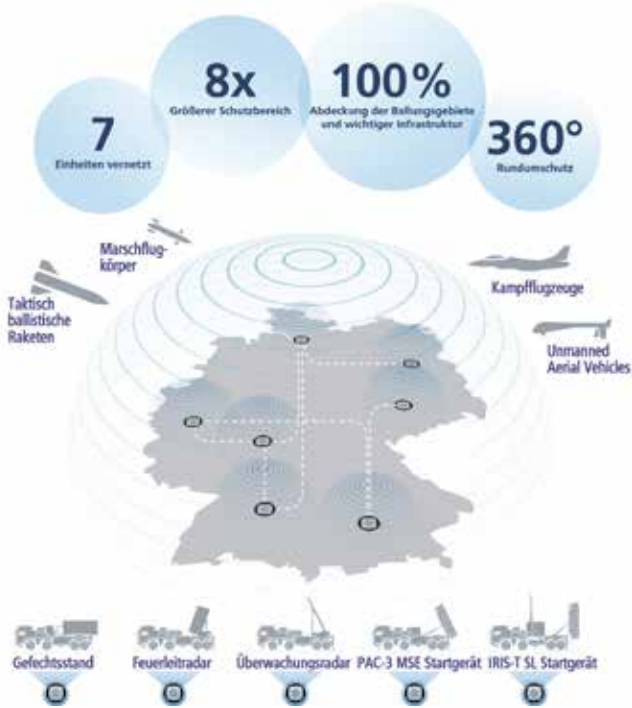
Thelen: Das angebotene System bietet Schutz gegenüber einer deutlich größeren Bandbreite von Bedrohungen für ein vielfach größeres zu schützendes Gebiet, unter anderem durch zwei missionsspezifische Abwehrflugkörper, erweiterte Sensorfähigkeiten, ein neues Kommunikationssystem, hochentwickelte Software-Algorithmen und höhere Cyber-Sicherheit. Eine hohe Automatisierung zusammen mit einer flexiblen Skalierbarkeit der eingesetzten Systemkomponenten erlaubt den effektiven Betrieb des Systems mit geringerem und je nach Mission anpassbarem Personaleinsatz („tailored to the mission“). Aber es sind nicht nur die leistungsfähigen TLVS-Elemente, sondern vor allem deren vollstufige Integration zu einem Gesamtsystem. Die auf einem Plug- and Fight Interface basie-

rende offene Architektur ermöglicht eine bisher nie dagewesene Leistung und Erweiterbarkeit des Gesamtsystems, auch und gerade im Zusammenwirken mit Bündnispartnern. TLVS wird das erste integrierte Luftverteidigungssystem sein, das mehrere Bedrohungen auf kurze und mittlere Distanz simultan verfolgen und abfangen kann und das in einem 360-Grad-Rundumschutz. Wir haben TLVS entsprechend den Anforderungen des Kunden ausgelegt. Unser Ansatz reduziert Risiken, gewährleistet geringe Lebenszykluskosten und erhöht die Schlagkraft im Einsatz.

WTR: Wird TLVS auch neuartige Bedrohungen wie Hyperschallwaffen abwehren können?

Thelen: TLVS ist das modernste System seiner Art und damit allen aktuellen Bedrohungen gewachsen. Gleich-





zeitig ist das System so konzipiert, dass es zukünftig noch leistungsfähigere Sensoren und Effektoren einbinden kann, dazu gehören Laserwaffen oder Effektoren gegen Hyperschallwaffen. So kann das System fortlaufend schnell und relativ einfach an neue Bedrohungen angepasst werden. Mit TLVS schaffen wir die Voraussetzung, möglichen Aggressoren immer einen Schritt voraus zu sein.

WTR: Die in der Tagespresse kolportierten acht bis zehn Milliarden Euro sind ein sehr hoher Betrag. Können Sie diese Zahl bestätigen?

Thelen: Unser Ziel ist es, einen Vertrag auszuhandeln, der künftige Kosten klar kalkuliert und die zu erbringenden Leistungen detailliert beschreibt. TLVS entspricht den Forderungen der „Agenda Rüstung“ des BMVg und stellt Kosten- und Leistungstransparenz sicher. Das vermeidet Überraschungen in den kommenden Jahren. Der finale Betrag wird das Ergebnis der Verhandlungen sein, mit anderen Worten: Volle Kostentransparenz wird es zur parlamentarischen Befassung geben. Ein wichtiger Aspekt ist aber, dass TLVS Schutz mit wesentlich geringerer Personalstärke bieten kann als heutige Systeme. Das spart Kosten auf lange Sicht und erhöht auch mittels flexibleren Personaleinsatz insgesamt die Durchhaltefähigkeit.

WTR: Kritische Stimmen behaupten, dass ein ähnlich leistungsfähiges System auch mittels Kampfwertsteigerungen von bestehenden Systemen deutlich güns-

tiger erreicht werden könnte. Was können Sie darauf entgegnen?

Thelen: TLVS ist keine technologische Evolution sondern eine Revolution: Es geht weit über die Leistungsfähigkeit bestehender bodengebundener Luftverteidigungssysteme hinaus und berücksichtigt eine zunehmend dynamische Bedrohungslage.

Die konkreten Fähigkeitsforderungen sind Bestandteil der Vertragsverhandlungen. Sie sind nur der TLVS-Bietergemeinschaft sowie dem öffentlichen Auftraggeber bekannt. Eine Aussage zu Kosten und Leistung und damit zur Wirtschaftlichkeit ist ohne Kenntnis der Anforderungen des Kunden unseriös.

WTR: Welche Gründe liegen vor, dass sich der Prozess so lange hinzieht?

Thelen: Wir haben die erste Angebotsaufforderung im Februar 2016 erhalten und im Herbst desselben Jahres unser erstes Angebot abgegeben. In der Erörterung des ersten Angebots hat sich herausgestellt, dass der Kunde mehr als das damals angebotene Luftverteidigungssystem benötigt. Deshalb erfolgte eine zweite Angebotsaufforderung. Entsprechend haben wir ein neues Angebot abgegeben. Wir führen nach wie vor intensive Gespräche mit dem Kunden, um TLVS zum Erfolg zu bringen und Deutschland als NATO-Rahmennation ein System zu Verfügung zu stellen das mehr Leistung und Systemunabhängigkeit bietet.

WTR: Steht Deutschland mit TLVS nicht ziemlich isoliert da. Polen, Schweden, die Niederlande und Rumänien haben sich gerade erst Patriot angeschafft. Ist das kein Nachteil für die Bundeswehr?

Thelen: Nein. Diese Länder sind gerade erst dabei, die Verteidigungsstufe zu erreichen, die Deutschland schon vor Jahren erreicht hat. Da ist Patriot nun mal das im Moment verfügbare System. TLVS ist die nächste Entwicklungsstufe und wird in Zukunft auch für diese Länder interessant sein, die im Übrigen alle Partnerländer Deutschlands im Rahmen des NATO Framework Nation Concepts sind.

WTR: Wie viele der Unterauftragnehmer sind deutsche Unternehmen?

Thelen: Deutschlandweit sind über 30 Unternehmen in fast allen Bundesländern an TLVS beteiligt. In Spitzenzeiten werden mehr als 6.000 hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von der Umsetzung des neuen taktischen Luftverteidigungssystems profitieren, die meisten davon in Deutschland.

Das Interview führte Waldemar Geiger

Integrierte Luftverteidigung

Das Taktische Luftverteidigungssystem im Rahmen der Flug- und Flugkörperabwehrfähigkeiten der NATO

Ulrich Renn

Der Schutz des Territoriums, der Bevölkerung, der Ressourcen und der Streitkräfte der NATO-Nationen verlangt robuste Fähigkeiten zur Abwehr aller Formen der Bedrohung aus der Luft. Die Systeme der bodengebundenen Luftverteidigung leisten dabei einen wesentlichen Beitrag. Um dies auch in Zukunft leisten zu können, wird ihre Vielfalt noch weiter zunehmen und gleichzeitig der Grad ihrer Integration weiter ansteigen müssen.

NATO Integrated Air and Missile Defence

Das NATO Integrated Air and Missile Defence System (NATINAMDS) umfasst ein Netzwerk von Führungs-, Sensoren und Waffensystemen der NATO und der Mitgliedsländer unter der Führung des Supreme Allied Commander Europe. Das Gesamtsystem soll einen umfassenden Schutz gegen eine Vielzahl von Bedrohungen bieten.

Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Abwehr ballistischer Kurz- und Mittelstreckenflugkörper, da hier bis vor wenigen Jahren die größten Fähigkeitslücken wahrgenommen wurden. Zur Verbesserung dieser Situation wurde 2005 ein als Active Layered Theatre Ballistic Missile Defence bezeichnetes Programm ins Leben gerufen, das sich gegen die Bedrohung der europäischen NATO-Staaten durch aus dem Nahen Osten abgefeuerte ballistische Mittelstreckenflugkörper (nicht aber das strategische Arsenal Russlands) richtet.

Kern dieser Fähigkeit ist die Standard Missile 3 (SM-3), die zusammen mit dem Aegis-Radar das Aegis Ballistic Missile Defense System bildet, das Kurz- und Mittelstreckenflugkörper im Mittelteil ihrer Flugbahn (mid-course) oberhalb der Atmosphäre abfangen kann. Die Active Layered Theatre Ballistic Missile Defence besteht aus einem in der Türkei stationierten Frühwarnradar, vier im Mittelmehr stationierten amerikanischen Aegis-Kriegsschiffen und zwei landgestützten Systemen (Aegis Ashore) in Rumäni-

en und zukünftig in Polen. Die landgestützten Systeme unterstehen permanent der Führung der NATO, die seegestützten unterstehen im Frieden den USA, können aber – wie andere nationale Systeme auch – der NATO unterstellt werden.

Mehrere Nationen (darunter Deutschland und die Niederlande) verfügen über oder beschaffen seegestützte Radare, die zur Entdeckung und Verfolgung von ballistischen Flugkörpern beitragen können. Es wäre möglich auch SM-3 in einige dieser Schiffe zu integrieren, es gibt jedoch zurzeit kaum Hinweise auf geplante Beschaffungen.

SM-3 verfügt über eine auf Infrarot basierende Endphasenlenkung und zerstört sein Ziel durch direkte Kollision (hit to kill). Diese auch von anderen Effektoren (z.B. PAC-3 MSE oder THAAD) verwendete Art der Wirkung gilt als die zurzeit sicherste Lösung, wenn verhindert werden soll, dass Überreste von nuklearen, chemischen oder biologischen Gefechtsköpfen doch noch zur Wirkung kommen.

Mehrere NATO-Nationen verfügen über Systeme, die im oberen (upper tier) oder unteren (lower tier) Bereich der Wiedereintrittsphase (terminal phase) wirken. Das von Lockheed Martin entwickelte, Terminal High Altitude Area Defence (THAAD) genannte System der U.S. Army kann Flugkörper im oberen Bereich (über 50 km Höhe) der Wiedereintrittsphase abfangen. Der Wirkungsbereich von THAAD reicht vom oberen Rand der Atmosphäre bis in den außeratmosphärischen Raum. Dadurch kann es zwei Tref-

ferfronten gegen den gleichen Flugkörper aufbauen und so größere Sicherheit für die Neutralisierung von Massenvernichtungswaffen bieten. Gleichzeitig ermöglicht die größere Abfanghöhe einen größeren Schutzbereich (footprint) am Boden. THAAD ist zurzeit nicht in Europa disloziert.

Der untere Bereich der Wiedereintrittsphase erstreckt sich von 50 km Höhe bis in Bodennähe – umfasst also den Raum, in dem sich nicht nur ballistische Flug-

Start eines SM-3-Flugkörpers von einem amerikanischen Kriegsschiff

körper, sondern praktisch alle anderen Bedrohungssysteme bewegen. Die für die Flugkörperabwehr im unteren Bereich der Wiedereintrittsphase geeigneten Effektoren, wie PAC 3 MSE oder Aster 30, sind deshalb Teil von Systemen wie Patri-

ot oder SAMP/T, die gegen ein breites Spektrum der Bedrohung aus der Luft wirken sollen. Ihre Wirkung gegen Flugkörper gleicht der von SM-3 und THAAD, nur dass die Abfanghöhen geringer und demzufolge die Reaktionszeit noch kritischer und die Schutzbereiche am Boden kleiner sind.

Der unmittelbare Schutz von stationären Anlagen oder Kräften im beweglichen Einsatz wird in der Bundeswehr als Nah- und Nächstbereichsschutz (NNBS) und in der NATO als (Very) Short Range Air Defense (V/SHORAD) bezeichnet. NNBS-Systeme ergänzen die schwereren bodengebundenen Systeme nach unten – in Hinsicht auf Reichweiten und Abfanghöhen wie auch auf das Zielspektrum. „Klassischerweise“ dienten sie zur unmittelbaren Selbstverteidigung gegen Flugzeuge, Hubschrauber und (mit Einschränkungen) Lenkflugkörper „auf der letzten Meile“. Ebenfalls „klassischerweise“ wirken NNBS-Systeme weitgehend autonom, d.h. ohne Anbindung an die Führungsorganisation der NATO-Luftverteidigung – abgesehen davon, dass sie u. U. in der Lage sind, Ziel- oder Luftlagedaten und Feuerregelungen von externen Quellen zu empfangen und zu verarbeiten.

Fotos: NATO



Herausforderungen

Die bodengebundene Luftverteidigung muss heute gegen ein sehr vielfältiges Spektrum von Bedrohungen, das zudem in Teilen eine deutlich verbesserte Durchsetzungsfähigkeit besitzt, die jeweils angemessene Art der Wirkung bereit halten und dabei mit einer begrenzten Anzahl von Ressourcen große

potenzielle Zielgebiete schützen können. Die damit verbundenen Herausforderungen sind zahlreich und können hier nur angedeutet werden.

Das Zielspektrum hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem um zwei Aspekte erweitert, nämlich kleine und kleinste Arten von Unmanned Aircraft Systems (Counter-UAS) sowie Artillerieraketen, Artilleriegeschossen und Mörsergranaten (Counter Rockets, Artillery and Mortars, C-RAM). Beides verlangt nach hoher Reaktionsfähigkeit der taktischen Führung, hochauflösenden Sensoren sowie nach Effektoren, die auf möglichst wirtschaftliche Art und Weise relativ billige und voraussichtlich in großen Mengen auftretende Ziele neutralisieren können. Es steht nicht zu erwarten, dass es gelingen könnte, das gesamte Zielspektrum von ballistischen Flugkörpern bis zu Mörsergranaten mit nur einer Kombination von Sensoren und Effektoren abzudecken.

Aufgrund der für ballistische Kurz- und Mittelstreckenflugkörper typischen relativ kurzen Flugzeiten lässt sich das für taktische Entscheidungen und die technische Umsetzung der Abwehrmaßnahmen erforderliche Minimum an Vorwarnzeit nur erreichen, wenn der Flugkörper möglichst bald nach dem Start

entdeckt und danach kontinuierlich verfolgt werden kann. Angesichts der Reichweite von Mittelstreckensystemen erfordert dies einen Verbund aus land-, luft-, see- und idealerweise auch raumgestützten Radar- und Infrarotsensoren. Auch die Radare, die die Flugkörperabwehrsysteme zur Zielerfassung, Zielverfolgung und Feuerleitung nutzen, müssen hohe Anforderungen hinsichtlich Reichweite und Auflösungsvermögen erfüllen.

Einige Charakteristiken moderner ballistischer Flugkörper zielen unmittelbar auf die Vermeidung der Wirkungsbereiche derzeitiger Abwehrsysteme. Sogenannte semi-ballistische Flugkörper (wie die russischen Iskander M oder Kinschal) können auf flachen Flugbahnen fliegen, die – wenn überhaupt – nur für kurze Zeit in die Wirkungsbereiche von SM-3 und

Endanflug auf das Ziel aus nahezu jeder beliebigen Richtung erfolgen kann. Dies verlangt eine sehr hohe Agilität der Effektoren und die Fähigkeit des Gesamtsystems aus dem Stand heraus in jede Richtung (360°) wirken zu können.

Die in letzten drei Jahrzehnten zu beobachtende Konzentration vieler NATO-Nationen auf Einsätze im Rahmen des Krisenmanagements hatte zur Folge, dass man die auf die Abwehr komplexer Bedrohungen aus der Luft ausgerichtete bodengebundene Luftverteidigung nicht mehr als vordringlich ansah. Demzufolge wurden einschlägige Fähigkeiten nicht erhalten oder sogar abgebaut und das heutige NATINAMDS ist quantitativer Hinsicht nicht annähernd mit dem früheren NATO Integrated Air Defence System zu vergleichen. Auch wenn zurzeit die Bereitschaft der NATO-Nationen, moderne bodengebundene Luft-

verteidigungssysteme zu beschaffen, wieder zunimmt, kann dennoch nicht erwartet werden, dass ihre Anzahl ein ähnliches Niveau wie zu Zeiten des Kalten Krieges erreichen wird. Die durch die Erweiterung des Zielspektrums erforderlich

gewordene Spezialisierung stellt weitere Ansprüche an die knappen Ressourcen, die einzelne Nationen angesichts des generell hohen Modernisierungsbedarfs militärischer Ausrüstung in Europa für die Flug- und Flugkörperabwehr verfügbar machen können.

Das Aegis Ashore System in Deveselu, Rumänien



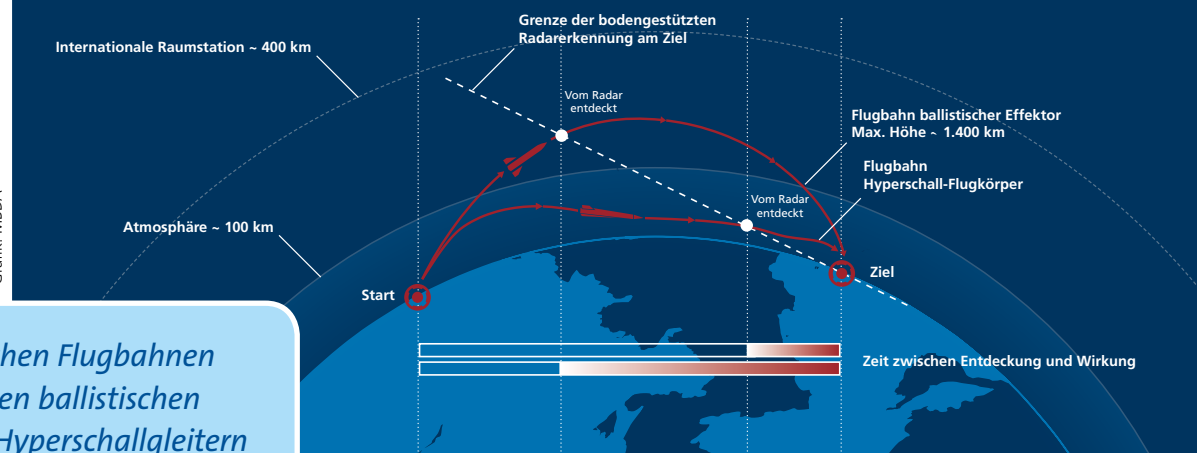
THAAD hineinreichen. Die in der Entwicklung befindlichen Hyperschallgleiter fliegen zwar in Teilen ihrer Flugbahn hoch genug, haben aber eine sehr große Reichweite in der Wiedereintrittsphase, wodurch sie große Strecken unterhalb des Wirkungsbereichs von SM-3 und THAAD zurücklegen können.

Dies verlagert die Abwehr ballistischer Kurz- und Mittelstrecken-Flugkörper zu großen Teilen in den unteren Bereich der Wiedereintrittsphase. Dort verfügen die NATO-Nationen zwar über eine recht große und in letzter Zeit sogar wieder anwachsende Zahl von Systemen, dort herrschen aber auch sehr fordernde Bedingungen. Die gesteigerte Manövrierfähigkeit heutiger und insbesondere zukünftiger Flugkörpersysteme führt dazu, dass die Endphase der Flugbahnen schwerer vorhersehbar wird und dass der

Systemübergreifende Vernetzung als Lösung

Bisher hatten Systeme für die bodengebundene Luftverteidigung eine geschlossene Architektur. Eine bestimmte Anzahl von aufeinander abgestimmten Sensoren und Effektoren wirkte als Feuereinheit zusammen, um selbsterfasste oder von der übergeordneten Führungsebene zugewiesene Ziele zu neutralisieren. Der Bereich, den eine Feuereinheit schützen, und die Art von Zielen, die sie bekämpfen konnte, ging folglich nicht über den durch die Fähigkeiten (Auflösung, Reichweite, Agilität usw.) der zu einem bestimmtem System gehörenden Sensoren und Effektoren vorgegebenen Rahmen hinaus.

Dagegen verspricht eine offene Architektur eine Reihe von bedeutenden Vorteilen. Insbesondere dann, wenn sie nicht nur den auch in geschlossenen Architekturen möglichen, mehr oder minder begrenzten Austausch von Daten, sondern die tatsächliche Kon-



Die unterschiedlichen Flugbahnen von herkömmlichen ballistischen Flugkörpern und Hyperschallgleitern

trolle und Steuerung von Komponenten eines Systems aus einer Führungseinrichtung eines anderen Systems erlaubt. Wenn die Führung eines Systems zur Erfüllung ihres Auftrags auf die Sensoren und Effektoren von anderen (und auch andersartigen), in benachbarten Gebieten dislozierten Systeme zugreifen kann, erweitert dies das Lagebild und vergrößert den möglichen Schutzbereich.

Die spezifischen Fähigkeiten einer durch die Vernetzung ermöglichten größeren Auswahl an Sensoren und Effektoren erweitern die taktischen Optionen des Gesamtsystems, so dass auch Ziele bekämpft werden können, deren Bekämpfung mit systeminternen Mitteln eines einzelnen Systems nicht möglich oder nicht wirtschaftlich wäre. Ein System, dessen Leistung nicht von einer bestimmten feststehenden Kombination von Komponenten abhängig ist, kann zudem besser an die spezifischen Bedingungen konkreter Einsätze angepasst werden (Tailoring).

Offene Architekturen unterstützen darüber hinaus die multinationale Kooperation innerhalb der NATO. Im Rahmen des sogenannten Framework Nation Concept könnte die führende (Rahmen-) Nation die aufwendigeren Systeme oder Komponenten bereitstellen in die andere Nationen die ihren Möglichkeiten und Absichten entsprechenden eigenen Systeme und Komponenten integrieren. Auf diese Weise könnte eine bestimmte Kombination von Sensoren und Effektoren für eine Nation in bestimmten Lagen z.B. ein NNBS-System zum Schutz nationaler Einrichtungen, Mittel und Kräfte sein und in anderen Lagen einen sinnvollen Beitrag zu einem multinationalen Air Defence Cluster bilden, dessen Fähigkeiten durch diesen Beitrag sinnvoll erweitert werden.

Das Taktische Luftverteidigungssystem

Die „kleine Lösung“ für die Integration, die integrierte Nutzung von Lage- und Zieldaten, ist schon

früher im Rahmen von Versuchen zum sogenannten Co-operative Engagement mit bereits eingeführten Luftverteidigungssystemen erfolgreich erprobt worden. Die „große Lösung“, die weitergehende systemübergreifende Integration von Kontrolle und Steuerung, ist dagegen Gegenstand von ambitionierten Neuentwicklungen, wie dem deutschen Taktischen Luftverteidigungssystem (TLVS) und dem für die Integrated Air and Missile Defense (IAMD) der U.S. Army vorgesehenen Integrated Battle Command System (IBCS).

TLVS dürfte zurzeit das einzige (mittlere) Luftverteidigungssystem sein, das so konzipiert wurde, dass es die gute Möglichkeit bietet, auch auf die oben genannten Herausforderungen zu reagieren. Es wurde so ausgelegt, dass es verzugslos in jede Richtung wirken kann, seine Sensoren arbeiten in Frequenzbereichen, die es ermöglichen, auch Ziele mit geringen Signaturen zu entdecken, zu verfolgen und abzufangen, sein hauptsächlicher Effektor, PAC-3 MSE, gilt als der leistungsfähigste Effektor für die Bekämpfung von Flugkörpern im zukünftig sehr bedeutenden unteren Bereich der Wiedereintrittsphase, und es verfügt mit IRIS-T SL über einen zweiten, systeminternen Effektor, der seine taktischen Optionen sinnvoll erweitert. Vor allem aber verfügt TLVS über eine offene Architektur, die es ihm erlauben wird, viele unterschiedliche Komponenten „barrierefrei“ zu integrieren und so seinen Schutzbereich und die Anzahl der verfügbaren taktischen Optionen signifikant zu erweitern.

Natürlich können und werden auch andere Luftverteidigungssysteme derartige Fähigkeiten erwerben. Die Entwicklung von IBCS zeigt, dass auch andere Hersteller und Streitkräfte die Veränderungen der Bedrohung und die Bedeutung von auf offenen Architekturen beruhender systemübergreifender Integration erkannt haben. Aber auch dort wird es Zeit und Geld erfordern, um die zum Teil ebenfalls noch in den Anfängen steckenden Entwicklungsprozesse abzuschließen.

Nachholbedarf

Taktische Flug- und Raketenabwehr in NATO-Europa

Sidney E. Dean

Der Bereich Flug- und Raketenabwehr (Air and Missile Defense, AMD) umfasst ein breites Aufgabenspektrum, von der Bekämpfung ballistischer Flugkörper in sehr großen Höhen bis zum Abschuss feindlicher Flugziele im Nahbereich (SHORT Range Air Defense, SHORAD). In das mittlere AMD-Spektrum fällt die taktische Abwehr von Flugzielen in mittleren Entfernungen und in mittleren bis niedrigen Höhen (Lower Tier Air and Missile Defense, LTAMD). Dieser Schutz kann unter anderem ständigen militärischen Einrichtungen, Aufmarschgebieten und Transitzentren sowie ziviler Infrastruktur zuteilwerden. Andererseits können auf Fahrzeugen montierte LTAMD-Flugkörper auch einen weiträumigen Schutzschirm für bewegliche, im Gelände operierende Verbände gewährleisten. Diese Waffensysteme sind primär geeignet, ballistische Flugkörper, Marschflugkörper und bemannte Flugzeuge zu bekämpfen. Sie kön-

nen grundsätzlich auch gegen Raketenartillerie sowie gegen unbemannte Flugziele eingesetzt werden; aufgrund der hohen Kosten der Effektoren sowie der begrenzten Bestände muss beim Einsatz gegen UAV allerdings die Frage der Verhältnismäßigkeit (Kosten-Nutzen-Abwägung) gestellt werden.

Bedrohungsherd Russland

Immer mehr staatliche Akteure – aber auch nicht-staatliche Gruppen – erwerben weitreichende Präzisionswaffen, einschließlich Marschflugkörper. Dies bewies nicht zuletzt der – angeblich von Houti-Rebellen, nach westlichen Geheim-

Die Architektur der Flugkörperabwehr der NATO

Grafik: NATO



dienstanalysen aber vom Iran durchgeführt – Angriff auf saudische Ölverarbeitungsanlagen im September 2019. Im Ausland eingesetzte Kräfte der NATO werden besonders durch diese Entwicklung bedroht. Für das unmittelbare Territorium der europäischen NATO-Staaten stellt Russland die bei weitem größte Bedrohungsquelle dar. Der anhaltende völkerrechtswidrige Übergriff auf die Ukraine beweist, dass der Kreml bereit ist, Gebietsansprüche und geopolitische Ambitionen mit militärischen Mitteln durchzusetzen.

Russische Luftwaffeneinheiten und Raketentruppen sind entlang der NATO-Grenzen (nördlicher, westlicher und südlicher Militärdistrikt) stationiert. Die Hauptbedrohung gegen das NATO-Territorium stellen landgestützte ballistische Flugkörper sowie weitreichende land-, luft- und seegestützte Marschflugkörper dar. Von der russischen Enklave Kaliningrad aus können russische Streitkräfte die baltischen Staaten effektiv vom restlichen Bündnisgebiet – und von der Entsendung von Einsatzkräften – abschneiden. Allerdings ist Russland in der Lage, den europäischen Kontinent aus verschiedenen Richtungen mit einem vielfältigen Arsenal zu bedrohen.

In Kaliningrad stationierte, ballistische Kurzstreckenflugkörper vom Typ Iskander-M (NATO-Bezeichnung: SS-26 Stone) können die deutsch-polnische Grenze erreichen. Die 2017 – entgegen den Vorgaben des INF-Rüstungskontrollvertrages – eingeführten Novator 9M729 Marschflugkörper (Nato-Bezeichnung: SSC-8 Srewdriver) haben eine geschätzte Reichweite von 2.000-2.500 Kilometern (die genaue Reichweite ist im Westen nicht bekannt). Nach russischen Angaben wurden bereits 2017 zwei Batterien aktiviert. Im März 2017 erklärte der damalige Stellvertretende Stabschef der US-Streitkräfte, General Paul Selva, dass das neue Waffensystem den größten Teil der militärischen Einrichtungen in Europa bedrohe. Im Rahmen seiner Aussage vor dem US-Kongress erklärte er ferner: „Wir sind der Überzeugung, dass Russland diese Waffe bewusst als Bedrohung gegen die NATO dislozierte.“

Foto: Russian MOD



Der russische Flugkörper Iskander M

Gegen Landziele gerichtete Kalibr-Marschflugkörper der russischen Marine können von der Ostsee sowie vom Schwarzen Meer aus den gesamten europäischen Kontinent mit Ausnahme der iberischen Halbinsel erreichen. Der russische Verteidigungsminister Sergei Schoigu erklärte im Februar 2019 ferner, dass Russland bis 2020 eine landgestützte Variante des Kalibr-Marschflugkörpers entwickeln wolle.

Auch auf dem Hyperschallsektor hat Russland bereits beachtliche Fortschritte aufzuweisen. Nach Angaben des Kremls wurde bereits Ende 2017 der mit KH-47M2 Kinschal bezeichnete Flugkörper in Dienst gestellt. Kinschal ist eine luftgestützte Variante des Iskander-M, die, wenn sie von einem in 15.000 Metern Höhe mit Mach 0.8 fliegenden Flugzeug gestartet wird, eine Reichweite von 700 bis 800 Kilometer erreichen kann. Fliegt der Träger in 20.000 Metern Höhe mit Mach 1.5 steigt die Reichweite auf 900 bis 1.000 Kilometer. Russland hat den Start eines Kinschal von einer MiG-31K und dem Fernbomber Tu-22M nachgewiesen. Unter Nutzung von Startgebieten an der Westgrenze Russlands, über dem Schwarzen Meer, dem Mittelmeer sowie dem Nord- und Westatlantik könnte Russland so schon allein mit Iskander-M und (vor allem) Kinschal Ziele in ganz Europa erreichen. Ob die Waffe eine Flugeschwindigkeit von Mach 10 erreicht und damit als echter Hyperschallflugkörper bezeichnet werden kann, wird zwar seitens westlicher Experten

angezweifelt, doch steht fest, dass Russland hinsichtlich der Hyperschallwaffenentwicklung einen Vorsprung vor den USA und NATO-Europa genießt.

Aktuelle NATO Abwehrfähigkeiten und Struktur

Fatalerweise gingen sowohl die europäischen NATO-Staaten wie auch die USA nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion davon aus, dass die Bedrohungslage in Europa weitgehend beendet wäre. Nach Ende des Kalten Krieges wurden Investitionen

Ein deutsches Patriot-Startgerät bei einer NATO-Übung in Norwegen



Foto: Bundeswehr / Andreas Freude

in neue LTAMD-Technologie – mit wenigen Ausnahmen – vernachlässigt. Bedarf wurde eher auf dem Sektor der weitreichenden Abwehr gegen ballistische Flugkörper festgestellt, um potenzielle Bedrohungen durch regionale Mittelmächte wie Iran abwehren zu können.

Für die NATO stellten die russische Intervention in der Ostukraine sowie die offene Besetzung der Krimhalbinsel 2014 einen Weckruf dar, der eine neue Bestandsaufnahme der eigenen militärischen Fähigkeiten auslöste. Hierbei wurden wesentliche Lücken im Bereich der taktischen Flug- und Flugkörperabwehr deutlich. LTAMD stellt nur eine Komponente der Ab-

wehr für Europa dar, doch wären diese Fähigkeiten im Falle eines Krieges gegen Russland von immenser Bedeutung. Derzeit können die LTAMD-Kräfte nur einen Bruchteil des europäischen Gebietes abdecken.

Von den europäischen NATO-Partnern besitzen derzeit lediglich sieben eigene LTAMD-Fähigkeiten: Deutschland, Frankreich, Griechenland, Italien, die Niederlande, Polen und Spanien. Die moderneren Waffensysteme stammen zum Teil aus den USA, zum Teil aus europäischer Produktion; hinzu kommen ältere Waffensysteme aus sowjetischer Produktion. Die Abfangraketen erzielen Reichweiten zwischen 40 und 150 Kilometern. Nach Einschätzung des Washingtoner Interessenverbandes MDAA (Missile Defense Advocacy Alliance) besitzen lediglich Deutschland, Frankreich, Italien, die Niederlande und Spanien ausreichende LTAMD-Fähigkeiten, um über den Schutz des eigenen Territoriums hinaus noch einen Beitrag zur gemeinsamen Bündnisverteidigung zu leisten.

Deutschland unterhält mit drei Flugabwehraketengruppen derzeit die bedeutendste ständige LTAMD-Fähigkeit in Europa; sämtliche Einheiten sind in Norddeutschland stationiert, können allerdings per Luft oder per Land beliebig verlegt werden.

Die AMD-Batterien können grundsätzlich gegen Flugzeuge und gegen Flugkörper eingesetzt werden. Hinzu kommen die Abfangjäger der verschiedenen NATO-Staaten. Sie tragen die Hauptverantwortung für die Abwehr feindlicher Bomber und Jagdbomber.

Stärken und Schwächen

Nato-Europa ist in mehrerer Hinsicht verwundbar. Um eine Landoffensive gegen die baltischen Staaten oder anderer an Russland grenzender Staaten zu kontern oder um eine großangelegte Offensive gegen Europa als Ganzes aufzuhalten, müsste die NATO wesent-

liche Kräfte aus dem westlichen Teil des Bündnisses in Richtung Osten verlegen. Die effizienteste Passage großer Truppenkontingente (einschließlich schwerer Fahrzeuge und Nachschub) führt durch eine relativ geringe Anzahl von Bahnknotenpunkten. Der größte Teil der US-amerikanischen Verstärkung wird durch einige größere Überseehäfen in Europa angelandet. Diese Bahn- und Hafenzentren wären – ebenso wie Flughäfen – während der ersten Kriegsphase ein wichtiges Ziel für russische Flugkörper und Marschflugkörper. Ihr Schutz ist eine strategische Priorität. Gleichzeitig müssen ständige Militärstützpunkte und Depots sowie im Feld dislozierte Einheiten geschützt werden. Das gegenwärtige LTAMD-Arsenal reicht allerdings nicht aus, sämtliche Ziele zu schützen.

Manche Experten stellen zudem in Frage, wie wirksam die heutigen Abwehrsysteme im Falle eines russischen Sättigungsangriffs mit modernen Flugsystemen sein würden. Sie verweisen auf die Tatsache, dass die saudischen Patriot-Abfangsysteme außer Stande waren, den im September 2019 ausgeführten Angriff auf die Ölverarbeitungsanlagen in Abqaiq und Khurais aufzuhalten. Insgesamt wurden 25 Marschflugkörper und Kamikaze-UAV eingesetzt. Die saudischen ABM-Systeme konnten keinen einzigen Angreifer abschießen. Jack Watling, wissenschaftlicher Mitarbeiter am britischen Royal United Services Institute, bemerkte nach dem erfolgten Angriff, dass das sich das Patriot System zwar bestens für die Bekämpfung von Flugzeugen eignet, aber nicht auf die Bekämpfung niedrig fliegender Marschflugkörper und UAV ausgerichtet ist. „Dies waren tieffliegende Marschflugkörper. Ihr Anflug erfolgte weit unter dem Einsatzbereich der Patriot-Raketen.“ Professor David DesRoches von der National Defense University in Washington stimmte zu. „Falls der Angriff durch ein Waffensystem erfolgt, für das das Abwehrsystem nicht entworfen wurde, dann kann kein Abfangen erfolgen.“ Mehr als die Hälfte der gegenwärtigen LTADM-Systeme in NATO-Europa beruhen auf dem Patriot-System.

Die bisherige Schwerpunktsetzung auf den Einsatz von Abfangjägern zur Bekämpfung feindlicher Flugzeuge stellt eine weitere Schwachstelle der NATO dar. Russland besitzt und entwickelt leistungsstarke eigene Flugabwehrsysteme, deren

Grafische Darstellung des französischen SAMP/T

Grafik: NATO



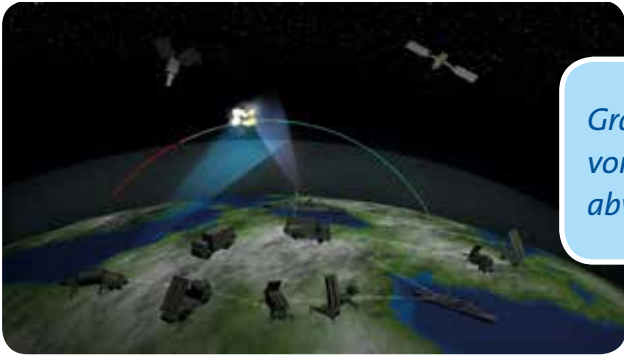
Reichweite die Reichweite westlicher Systeme derzeit übertrifft. Am augenfälligsten sind die in Kaliningrad stationierten S-400, deren Reichweite (bis zu 400 Kilometer, je nach Nutzlastauswahl) nicht nur Litauen und Lettland, sondern auch die Ostsee und Nordpolen abdeckt. Im Falle einer russischen Invasion der baltischen Staaten oder anderer osteuropäischer NATO-Mitglieder könnten russische Jagdbomber folglich innerhalb des Schutzbereichs der auf russischem Boden stehenden Flugabwehrraketen operieren. NATO-Abfangjäger müssten hohe Verluste riskieren, falls sie innerhalb dieses russischen Abwehrgürtels eingesetzt werden.

Investitionen und Ausbau erforderlich

Diese Schwachstellen wurden in den letzten Jahren sowohl auf Bündnisebene wie auf nationaler Ebene erkannt. Mehrere Partner investieren derzeit in neue LTADM-Systeme. Das bedeutendste aktuelle Projekt ist die Entwicklung des neuen taktischen Luftverteidigungssystems der Bundeswehr. Frankreich und Italien vereinbarten ihrerseits 2016 die gemeinsame Entwicklung eines fortgeschrittenen LTADM-Systems auf Basis des binationalen SAMP/T (Sol-Air Moyenne Portée/Terrestre) genannten Systems. Auch Frankreich und Großbritannien vereinbarten 2016 Kooperation und Informationsaustausch auf dem Gebiet der Entwicklung neuer Raketenabwehrtechnologie. Die Niederlande unterhalten eine integrierte Versuchseinrichtung in den Haag, die die Kompatibilität

bilität der nordamerikanischen und europäischen AMD-Entwicklungsprogramme gewährleisten soll. Auf unilateraler Basis modernisiert Amsterdam seine LTADM-Fähigkeiten durch Beschaffung modernster Abfangraketen.

Grafik: NATO



Grafische Darstellung von vernetzten Flugkörper- abwehrkräften

Andere NATO-Mitglieder modernisieren ihr Arsenal durch die Ablösung ihrer aus Zeiten des Warschauer Pakts stammenden Waffensysteme. So vereinbarte Tschechien Anfang Dezember 2019 den Erwerb von acht modernen Radaranlagen aus Israel; die 2021-2023 auszuliefernden Multi-missionssensoren sollen die Leistung der mobilen tschechischen Flugabwehr dienen und gleichzeitig an das Führungssystem der NATO angeschlossen werden. Rumänien und Polen paraphierten 2017 beziehungsweise 2017/2018 Beschaffungsaufträge für neue Flugabwehrraketensysteme.

LTAMD ist ein integraler Bestandteil der gestaffelten gemeinsamen AMD-Architektur des Bündnisses. Die AMD-Elemente größerer Reichweite sind auf die Abwehr ballistischer Raketen ausgerichtet. LTAMD ist hingegen auf die Bekämpfung eines breiten Bedrohungsspektrums ausgerichtet. Angesichts der vielfältigen und neuen Bedrohungsinstrumente die Russland (und andere Akteure) gegen das NATO-Gebiet richten können kommt LTAMD folglich eine unerlässliche Rolle zu. Bei der Fortentwicklung der einschlägigen Technologie muss der Schwerpunkt auf Bekämpfung dieser neuen Bedrohungen ausgerichtet werden. Besondere Anstrengungen sind erforderlich, um die beiden neuen Bedrohungsquellen UAV und Hyperschallflugkörper abzuwehren. Heute in der Entwicklung befindliche große UAV werden insbesondere in der ersten Kriegsphase als Aufklärer, als Träger für Systeme des elektronischen Kampfs oder sogar als Jagdbomber eingesetzt werden. Im

Gegensatz zu kleinen Kurzstrecken-UAV werden diese Maschinen eine Priorität für LTAMD-Systeme darstellen. Die Bekämpfung von niedrigfliegenden und wendigen Hyperschallmarschflugkörpern wird die Leistungsgrenzen heutiger ABM-Systeme bis auf das Äußerste prüfen und – nach Meinung vieler Experten – übertreffen. Auch die im konven-

tionellen Geschwindigkeitsbereich fliegenden Marschflugkörper werden ständig manövrierfähiger und können die gegenwärtig eingesetzten Sensoren und Mittelstrecken-

abfangwaffen häufig unterfliegen.

Zur Bewältigung der neuen Herausforderungen müssen folglich neue Sensoren, Führungssysteme, Abfangwaffen, und Einsatzkonzepte entwickelt werden. Besonders wichtig ist die Fähigkeit, die Sensoren und Waffensysteme der einzelnen NATO-Partner (einschließlich europäischer und nordamerikanischer Systeme) miteinander kompatibel zu gestalten und zu vernetzen. Die wirksame Bekämpfung einer externen Bedrohung erfordert ein gemeinsames Lagebild. Dies schließt die Fähigkeit ein, Sensordaten über Feindziele untereinander auszutauschen so dass die am günstigsten gelegene Batterie – unabhängig der Nationalität oder der Teilstreitkraft – erkannte Feindziele wirksam bekämpfen kann. LTAMD-Waffensysteme müssen hierbei in das umfassende AMD-System integriert werden, so dass Daten über potentielle Feindziele entlang des gesamten Abwehrsystems der NATO – von der strategischen Raketenabwehr bis hin zu SHORAD – weitergeleitet werden können. Auch die Erkennung und Einstufung von Flugzielen muss auf der Grundlage gemeinsamer Datenbanken und Einsatzrichtlinien erfolgen, um zu gewährleisten, dass die Reihenfolge der Zielbekämpfung sowie die Auswahl der jeweiligen Waffe der Bedrohungslage gerecht wird.

Autor

Sidney E. Dean ist Präsident der Transatlantic Euro-American Multimedia LLC.

Europäische Sicherheit & Technik

Die führende Monatszeitschrift für
Sicherheitspolitik und Wehrtechnik



Wählen Sie zu Ihrem Jahresabonnement eine unserer attraktiven Werbepremien aus!

(Nur für Neu-Abonnenten)

► **„Beanie Lite“**
von **Woolpower**
Farbe: Schwarz



► **Der Reibert**

Das Handbuch für den deutschen Soldaten
902 Seiten, Taschenformat



► **Wehrtechnischer Report
Soldat und Technik 2020**

Die Auslieferung der Prämie erfolgt,
sobald die erste Abonnementrechnung
beglichen ist.

Bestellung mit Bestellschein (Post oder Fax),
oder per E-Mail an info@mittler-report.de

Jahresabo € 78,00 (zzgl. € 11, 50 Versand / Inland)

(für Bundeswehr, Reservisten, GSP- und IDLw-Mitglieder,
Schüler, Studenten € 58,00 zzgl. € 11, 50 Versand / Inland)

Probekurzabo € 16,40 (inkl. Versand)

(3 Ausgaben; das Probeabo endet automatisch nach
Erhalt des letzten Heftes)

Ja, ich bestelle ES&T

- ☐ im **Probekurzabo** ohne Prämie zu € 16,40 (inkl. Versand)
(3 Ausgaben ohne automatische Verlängerung; Dieses Angebot kann nur einmal pro Kalenderjahr in Anspruch genommen werden.)
- ☐ im **Jahresabo** mit Prämie zu € 78,00 (zzgl. € 11,50 Versand)
- ☐ im Jahresabo für Bundeswehr, Reservisten, GSP- und IDLw-Mitglieder, Schüler, Studenten (bitte Nachweise)
für € 58,00 (zzgl. € 11,50 Versand)

Bitte wählen Sie Ihre Prämie aus:

- ☐ „Beanie Lite“ von Woolpower, Farbe: Schwarz
- ☐ Der Reibert
- ☐ Wehrtechnischer Report „Soldat und Technik 2020“

Absender

Bei nicht dienstlichen Bestellungen bitte die Privatadresse angeben und ggf. die abweichende Lieferanschrift zusätzlich eintragen.

Name, ggf. Dienstgrad

ggf. Firma / Institution / Dienststelle

Straße/Hausnummer

PLZ/Ort

E-Mail

Datum, Unterschrift

Widerrufsbelehrung

Widerrufsrecht: Sie haben das Recht, binnen vierzehn Tagen ohne Angabe von Gründen diesen Vertrag zu widerrufen. Die Widerrufsfrist beträgt vierzehn Tage ab dem Tag an dem Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht der Beförderer ist, die erste Ware in Besitz genommen haben bzw. hat. Um Ihr Widerrufsrecht auszuüben, müssen Sie uns (Mittler Report Verlag GmbH, Baunscheidtstraße 11, D-53113 Bonn, Tel.: 0228/ 3500870, Fax: 0228/ 3500871, E-Mail: info@mittler-report.de) mittels einer eindeutigen Erklärung (z. B. ein mit der Post versandter Brief, Telefax oder E-Mail) über Ihren Entschluss, diesen Vertrag zu widerrufen, informieren. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

Folgen des Widerrufs: Wenn Sie diesen Vertrag widerrufen, haben wir Ihnen alle Zahlungen, die wir von Ihnen erhalten haben, einschließlich der Lieferkosten (mit Ausnahme der zusätzlichen Kosten, die sich daraus ergeben, dass Sie eine andere Art der Lieferung als die von uns angebotene, günstigste Standardlieferung gewählt haben), unverzüglich und spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag zurückzuzahlen, an dem die Mitteilung über Ihren Widerruf dieses Vertrags bei uns eingegangen ist. Für diese Rückzahlung verwenden wir dasselbe Zahlungsmittel, das Sie bei der ursprünglichen Transaktion eingesetzt haben, es sei denn, mit Ihnen wurde ausdrücklich etwas anderes vereinbart; in keinem Fall werden Ihnen wegen dieser Rückzahlung Entgelte berechnet. Wir können die Rückzahlung verweigern, bis wir die Waren wieder zurückerhalten haben oder bis Sie den Nachweis erbracht haben, dass Sie die Waren zurückgesandt haben, je nachdem, welches der frühere Zeitpunkt ist. Sie haben die Waren unverzüglich und in jedem Fall spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag, an dem Sie uns über den Widerruf dieses Vertrags unterrichten, an uns zurückzusenden oder zu übergeben. Die Frist ist gewahrt, wenn Sie die Waren vor Ablauf der Frist von vierzehn Tagen absenden. Wir tragen die Kosten der Rücksendung der Waren. Sie müssen für einen etwaigen Wertverlust der Waren aufkommen, wenn dieser Wertverlust auf einen zur Prüfung der Beschaffenheit, Eigenschaften und Funktionsweise der Waren nicht notwendigen Umgang mit ihnen zurückzuführen ist.

Hiermit bestätige ich, dass ich mein Widerrufsrecht zur Kenntnis genommen habe.

Datum, 2. Unterschrift

MITTLER REPORT VERLAG GMBH

Baunscheidtstraße 11 · 53113 Bonn

Fax 0228 - 3500871

MBDA
MISSILE SYSTEMS

EXCELLENCE
AT YOUR SIDE

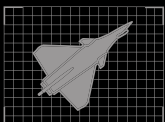
TLVS, DAS TAKTISCHE LUFTVERTEIDIGUNGS- SYSTEM

EINE NEUE ÄRA BEGINNT

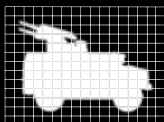
DIE BODENGEBUNDENE LUFTVERTEIDIGUNG DER ZUKUNFT

TLVS auf der Basis von MEADS wird der zukünftige Träger der bodengebundenen Luftverteidigung. Die Bundeswehr erhält mit TLVS bisher nicht verfügbare Fähigkeiten: Nachgewiesener 360-Grad-Rundumschutz und vernetzte Operationsführung, überlegene Mobilität, niedrige Nutzungskosten, hohe Durchhaltefähigkeit.

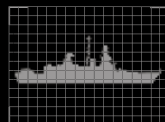
AIR
DOMINANCE



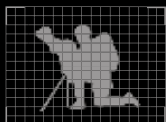
AIR
DEFENCE



MARITIME
SUPERIORITY



BATTLEFIELD
ENGAGEMENT



www.mbd-systems.com

LOCKHEED MARTIN

www.lockheedmartin.com