



Wie wichtig die Fähigkeit zur Verteidigung des eigenen Luftraums gegen eine Vielzahl unterschiedlichster Bedrohungen ist, zeigen die täglichen Ereignisse im regional begrenzten Ukraine-Konflikt. Beide Konfliktparteien bringen eine Vielzahl von Waffensystemen zum Einsatz. Dabei zeigt sich, dass der Einsatz bewaffneter unbemannter Luftfahrzeuge unterschiedlichster Größe, die Durchführung massiver Luftschläge mit taktischen Raketen und Marschflugkörpern, intensive Nutzung von Artillerieraketen und smarterer Artilleriegranaten sowie die Nutzung modernster Hyperschallsysteme keine Fiktionen sind, sondern bittere Realität. Darüber hinaus darf die bestehende Bedrohung durch ballistische Raketen interkontinentaler Reichweite, zum Teil mit Mehrfachsprengköpfen bestückt, vor dem derzeit dominant präsenten Regionalkonflikt ebenso wenig aus dem Blickfeld geraten.

Ziele sind nicht nur militärische Einrichtungen und Truppenkonzentrationen. Auch zivile Infrastruktur und die Bevölkerung werden angegriffen, die dieser Bedrohung oftmals schutzlos gegenüberstehen. Dementsprechend groß sind die Opferzahlen und Zerstörungen. Dabei sind die eingesetzten Waffensysteme trotz ihrer verschiedenen, zum Teil bereits älterer Technologiestände gleichermaßen bedrohlich. Luftverteidigungssysteme älterer Generation hingegen bieten keinen ausreichenden Schutz mehr. Eine moderne leistungsfähige Luftverteidigung ist unabdingbar, denn sie schützt nicht nur die Soldaten am Boden, sondern in besonderer Weise gerade auch kritische Infrastruktur und die Zivilbevölkerung. Was muss nun vordringlich aus militärpolitischer Sicht unternommen werden und in welchem Umfang ist die Industrie

gefordert und auch fähig, die bisherigen Fähigkeiten der bodengebundenen Luftverteidigung zu erhalten und möglichst schnell an die neuen Bedrohungen anzupassen? Der vom Bundesministerium der Verteidigung in 2021 vorgelegte Vorschlag zur zukünftigen Ausrichtung der bodengebundenen Luftverteidigung gab erste Antworten, wie bis 2030 bestehende Fähigkeiten erhalten und Lücken geschlossen werden sollen. An dieser Notwendigkeit hat sich nichts geändert. Im Gegenteil: „Das Thema Luftverteidigung im eigenen Luftraum hat eine extrem hohe Bedeutung. Das zeigt gerade auch der Konflikt in der Ukraine. Dabei gibt es unterschiedliche Herausforderungen, die es anzugehen gilt“, stellt Dr. Dirk Zimmer, Leiter Future Systems MBDA Deutschland, in einem Gespräch mit cpm bestätigend fest.

Die namhaften deutschen Rüstungsunternehmen HENSOLDT, Diehl Defence, Rheinmetall und MBDA Deutschland zeigten schon damals sehr schnell, welchen Beitrag die Industrie bereits leisten kann. Modernste leistungsfähige Sensoren sind ebenso vorhanden wie Waffensysteme für den Einsatz. Gleichzeitig geht sie im Rahmen von Forschung und Entwicklung auch die neuen Herausforderungen an und entwickelt neue Technologien, um diese schnellstmöglich produktreif und marktverfügbar zu machen. So entwickelt MBDA Deutschland zum Beispiel die Technologiebasis des in der Einführung befindlichen Kleinflugkörpers ENFORCER weiter, um zeitnah den C-UAS Flugkörper SADM (Small Anti Drone Missile) den Streitkräften zur Verfügung stellen zu können.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob die finanziellen Mittel und Zeitrahmen ausreichen für nationale Alleingänge, oder es im europäischen Kontext zu handeln und Ressourcen zu bündeln gilt, um schnell und effektiv den neuen Herausforderungen für die bodengebundene Luftverteidigung begegnen und bestmöglichen Schutz herstellen zu können. Auch hier sind bereits Weichenstellungen erfolgt, gemeinsame Projekte gestartet. Die 2022 beschlossene European Sky Shield Initiative (ESSI) steht dabei für eine gemeinsame europäische bodengebundene Luftverteidigung.

Aber auch der Europäische Verteidigungsfond (EVF) zeigt erste Ergebnisse. Mit dem 2019 gestarteten TWISTER-Programm im Rahmen der neuen Europäischen Strukturierten Ständigen Zusammenarbeit (PESCO) wollen europäische Nationen, darunter auch Deutschland, gemeinsam ein neues Abwehrsystem entwickeln, das in der Lage ist, aufkommenden Bedrohungen, einschließlich Raketen und Hyperschallgleitern, entgegenzuwirken.

INTEGRATION UND FÜHRUNG

Die Beschaffung und Nutzung verschiedener Luftverteidigungssysteme führt unwillkürlich zu der Frage, wie diese in einem Verbund gemeinsam wirken können. Die Frage der Integration, des Zusammenführens all dieser Systeme ist nicht nur für die Bundeswehr eine Herausforderung, sondern auch für die Industrie. Es geht darum, die Integration verschiedener Effektor- und Sensorelemente, eine einsatzorientierte Architektur sowie maximale Effektivität und Interoperabilität sicherzustellen, um bestehende und zukünftige Systeme der bodengebundenen Luftverteidigung durchgängig führen zu können.

LASERTECHNOLOGIE ALS BESTANDTEIL DER BODENGEBUNDENEN LUFTVERTEIDIGUNG

Zur Abwehr von Unmanned Aerial Systems (UAS), Kampfhubschraubern und Flugzeugen im Nah- und Nächstbereich sind bereits unterschiedliche Systeme und Effektorlösungen deutscher Konzerne marktverfügbar. Dabei handelt es sich zurzeit um Rohr Waffen- oder Flugkörpersysteme. Die Aufschlüsselung der Fähigkeit auf unterschiedliche Effektoren ist absolut notwendig. Das zeigt beispielsweise die Bekämpfung von Unmanned Aerial Systems, gemeinhin als Drohnen bezeichnet. „Klein-Drohnen würde man nicht mit einem Flugkörper bekämpfen, der speziell gegen Kampfflugzeuge entwickelt wurde. Da stehen die Kosten in keiner Relation. Dafür würde man einen Flugkörper nutzen, der kostenoptimiert produziert und eingesetzt werden kann“, erklärt Dr. Zimmer. MBDA bietet mit dem Lenkflugkörper SADM zur Bekämpfung von kleinen und mittleren Drohnen auf der Technologiebasis des in der Einführung befindlichen Lenkflugkörpers ENFORCER bereits entsprechende Technologien an.

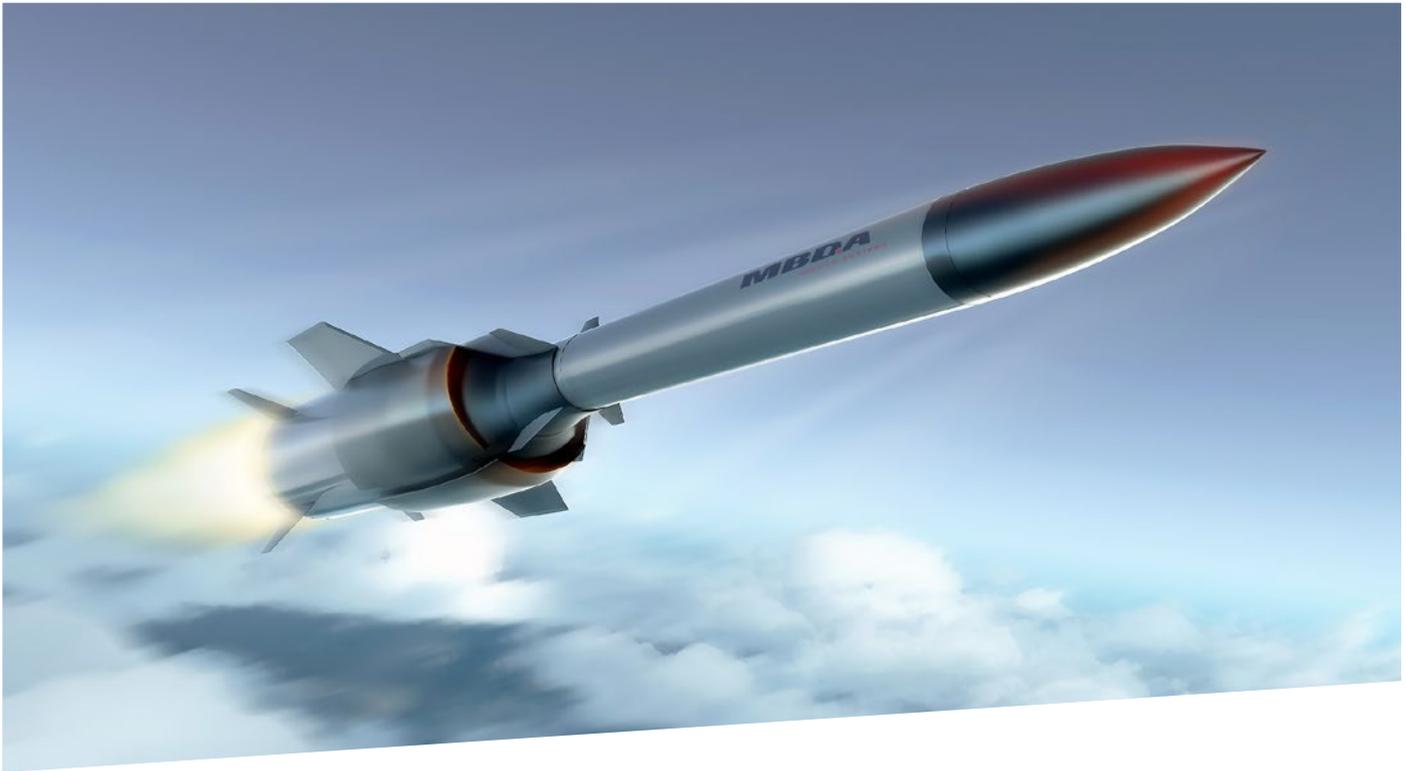
„Je nachdem wie die operationellen Anforderungen auch mit Blick auf die zeitlichen Rahmenbedingungen und die in Betracht gezogenen Plattformen aussehen, kommen sowohl Flugkörper als auch Lasertechnologie infrage“, meint Zimmer. Laser wirken auf Ziele in Lichtgeschwindigkeit, mit hoher Präzision und geringstmöglichem Kollateralschaden. Es ist eine völlig neue Generation von Verteidigungssystemen. Gemeinsam mit Rheinmetall arbeitet MBDA Deutschland an der Entwicklung eines Hochenergie-Lasersystems, bildete 2021 eine Arbeitsgemein-



◀ Tests mit dem MBDA Laserwaffendemonstrator in Putlos.

▶ Know your enemy – nur wer die Bedrohung versteht, weiß wie er ihr begegnen kann. Ingenieure von analysieren mit Computermodellen Bedrohungen aus der Luft. Die Erkenntnisse fließen bei der Entwicklung von Luftverteidigungssystemen ein.

Fotos: MBDA Deutschland GmbH



schaft, um zunächst schiffsgestützt einen Laserwaffendemonstrator zu entwickeln und diesen auf der Fregatte SACHSEN, einer zur Verbandsluftabwehr befähigten Fregatte der Klasse 124, zu integrieren. MBDA Deutschland ist für das Tracking, die Bedienkonsole und Anbindung des Laserwaffendemonstrators an das Führungssystem zuständig. Im Verantwortungsbereich Rheinmetalls liegen die Laserwaffenstation, das Strahlführungssystem sowie Kühlung und Integration des Laserwaffendemonstrators in den Projektcontainer des Laserquellendemonstrators. Bereits im Juli 2022 starteten die ersten Tests auf der Fregatte. Dabei wurde die Leistungsfähigkeit der Sensoren verifiziert und das Zusammenspiel aller Komponenten und Verfahren von Zielerfassung bis Bekämpfung unter einer Vielzahl realitätsnaher Szenarien erprobt. Ende August bekämpfte die SACHSEN erstmals mit dem Hochenergielaser auf See erfolgreich Drohnen im Nah- und Nächstbereich. Ohne intelligente Zielverfolgung (Tracking), die Bewegungen des Ziels ausgleicht und den Zielpunkt des Lasers auf einer höchstens münzgroßen Zielfläche der Drohne hält, ist das Gesamtsystem jedoch wirkungslos. Die Zielverfolgung erfolgt zunächst im sogenannten Grobtracking, wird dann bei stabiler Zielerfassung im Feintracking fortgesetzt. Das Grobtracking übernimmt die Zieldaten einer externen Sensorik und verfolgt das Ziel als Ganzes. Bei stabilem Grobtrack wird der Beleuchtungslaser aktiviert und das Feintracking kann starten. Das Feintracking verfolgt einen bestimmten Haltepunkt auf dem Ziel, der gewählt und angepasst werden kann. Die aktive Beleuchtung des Ziels mit einem gepulsten Laser unterstützt das Feintracking. MBDA setzt für die aktive Beleuchtung einen Laser in augensicherer Wellenlänge ein. Erst nach Aufbau eines stabilen Feintracks beginnt die Bekämpfung. Damit schlechte Sichtbedingungen wie Nebel, starke Bewölkung oder trübe

Luft die Zielverfolgung nicht beeinträchtigen, kommt Gated Viewing zum Einsatz. Dieses Verfahren kann solche Einflüsse deutlich reduzieren. Es blendet Vorder- und Hintergrund aus, indem es nur Lichtreflexionen aus bestimmten Entfernungsbändern berücksichtigt. Das ermöglicht ein präzises Halten des Zielpunktes bis zum Ende der Bekämpfung. „Wir haben die Technologie jetzt so weit im Griff, dass wir für ein containerbasiertes Marinesystem in die Entwicklung gehen können. Das ist schon ein ganz wesentlicher Schritt. In den letzten Jahren ist es uns gelungen, Kompetenzen, insbesondere auch im Bereich des so genannten Fine-Tracking, als Schlüsseltechnologie aufzubauen“, stellt Zimmer zufrieden fest. Bei der Entwicklung des Hochenergie-Lasersystems sieht man sich aber noch nicht am Ende. So soll das von MBDA entwickelte Verfahren des Finetracking auch in zukünftigen landbasierten Lasereffektoren, beispielsweise im deutsch-niederländischen Laserlanddemonstrator, zur Anwendung kommen. Die Fragen hinsichtlich benötigter Energiemenge und Energieversorgung besonders bei mobilen Laserlandsystemen müssen daher zügig beantwortet werden.

Mit Blick auf den Effektorenmix bei der bodengebundenen Luftverteidigung im Nah- und Nächstbereich wird der Laser eine Ergänzung zu den bereits vorhandenen Rohr- und Flugkörpersystemen darstellen. „Insofern wird sich die Technologie auch weiterentwickeln und es wird hin zu mobilen Systemen gehen. Aber es ist klar, das ist noch ein Weg. Ist aber das System erst einmal im Einsatz, ist es sehr kosteneffizient“, so Dr. Zimmer abschließend.

▲ MBDA arbeitet an der Entwicklung eines Hyperschall-Abwehrflugkörpers.

► Der Laserwaffendemonstrator der ARGE auf der Fregatte SACHSEN.

Foto: MBDA Deutschland GmbH

ABWEHR VON HYPERSCHALLBEDROHUNGEN

„Es ist leider so, dass die von Hyperschall-Waffensystemen erzeugten Bedrohungen derzeit außerhalb aktueller Fähigkeiten der Luftverteidigung liegen“, stellt Zimmer unmissverständlich fest. Keines der innerhalb der NATO verwendeten Verteidigungssysteme kann die neuen Hyperschallbedrohungen effektiv abwehren. „Hyperschall-Flugkörper sind in einem Höhenband von circa 25 bis 50 Kilometern im Einsatz, können dort auch manövrieren. Es gibt noch keinen Interceptor, der in dieses Höhenband wirken kann und agil genug ist, die Hyperschallbedrohung abzufangen“, fährt er fort. Dafür ist ein geeigneter Mix aus High-Tech-Sensoren, entsprechenden Abfangraketen sowie von vernetzten Abwehrsystemen erforderlich. Technologisch eine große Herausforderung.

Als europäisches Unternehmen setzt MBDA Deutschland bereits viel Eigeninvestition in die Entwicklung eines neuen Abwehrflugkörpers mit einer bisher nicht erreichten Abfangfähigkeit in einem großen Höhen- und Reichweitenband ein. Die Ramjet-Technologie ermöglicht es, sehr schnell die entsprechende Höhe zu erreichen und dort ein Kill-Vehicle freizusetzen. Das Konzept eines luftatmenden Triebwerkes bietet entscheidende Vorteile hinsichtlich Reichweite, Regelbarkeit und Agilität gegenüber einem herkömmlichen Raketentriebwerk und ist eine Schlüsseltechnologie in diesem Entwicklungsprojekt. „Hier können wir auf der Erfahrung aufbauen, die wir bereits mit dem Flugkörper METEOR gewonnen haben. Diese Schlüsseltechnologie können wir jetzt weiterentwickeln“, so Zimmer.

Die Entwicklung eines leistungsfähigen Interceptors ist jedoch nur ein Baustein im zukünftigen Abwehrsystem. Der Aufbau einer entsprechenden Systemarchitektur, die Sensoren, Führungsmittel und Interceptoren verbindet, ist ein weiterer wichtiger Baustein. „Auch hier untersuchen wir, wie wir diese Fähigkeiten nachher im Führungssystem abbilden können. Das darf man bei der ganzen Sache nicht vergessen. Das eine ist der Flugkörper und das andere ist die Verarbeitung der Sensoreingangsgrößen, das Übergeben der Daten an den Flugkörper. Das sind auch Fragestellungen, an denen wir arbeiten“, beschreibt Dr. Zimmer die Komplexität des Projektes.

Trotz bestehender Anknüpfungspunkte ist man allerdings erst am Anfang eines langen, anspruchsvollen Entwicklungsprozesses, der von konzeptionellen Überlegungen und technologischen Anpassungen geprägt sein wird. MBDA besitzt mit seinen Konzernen in Deutschland, Frankreich und Italien bereits über hervorragende interne Kooperationsmöglichkeiten, die es ermöglichen, schon in der Konzeptphase Kräfte und Mittel effektiv zu bündeln.

Die dargestellten technologischen Herausforderungen im Bereich der bodengebundenen Luftverteidigung lassen sich nicht von heute auf morgen bewältigen. Dirk Zimmer: „Insbesondere im Bereich der Abwehr von hypersonischen Bedrohungen vergehen bei intensiver Entwicklung mehrere Jahre. Deshalb ist es wichtig jetzt zu starten.“

