

MITTLER
REPORT

WEHRTECHNISCHER REPORT

6/2024

SONDERAUSGABE
zum FKH-Symposium 02/2024

Sensorik, Aufklärung und Drohnen
für die Landstreitkräfte



Förderkreis Deutsches Heer e.V.
Association of the German Army



QUANTUM
SYSTEMS



TwisterTM

Taktische Luftaufklärung im
Nächstbereich von Quantum Systems

Gewicht	3,5 kg
Flugzeit	90+ min
Spannweite	1,25 m
Kontrollbereich	15 km

Quantum Systems ist ein deutscher Hersteller von technologisch führenden Systemen für die Luftaufklärung in Echtzeit. Das Unternehmen wurde 2015 aus der Universität der Bundeswehr in München gegründet und hat seinen Sitz in Gilching am Sonderflughafen Oberpfaffenhofen, mit Niederlassungen in den USA, Australien, Ukraine und Rumänien.
quantum-systems.com



**Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Teilnehmerinnen und
Teilnehmer,**

es ist mir eine große Ehre und Freude, Sie zum Herbstsymposium des Förderkreis Deutsches Heer hier in Heidenheim begrüßen zu dürfen. Diese Veranstaltung bietet uns die wertvolle Gelegenheit, drängende Fragen der Verteidigungs- und Sicherheitsbranche im äußerst wichtigen Dialog zwischen Militär, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu erörtern.

Wir befinden uns in einer Zeit tiefgreifender sicherheitspolitischer Veränderungen. Die Anforderungen an moderne Verteidigungssysteme steigen stetig, und es ist unsere Verantwortung, innovative und integrative Lösungen zu entwickeln, die diesen Anforderungen – sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht – gerecht werden. Bei HENSOLDT haben wir unsere Strategie entsprechend neu ausgerichtet und angepasst, um auf diese Herausforderungen optimal zu reagieren. Ein wichtiger Schritt war die Übernahme der ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH. Mit ESG an unserer Seite erweitern wir unsere Fähigkeit, plattformunabhängige, integrierte Lösungen für Land, Luft, See, Cyber und Raumfahrt bereitzustellen. Dieser Schulterschluss ermöglicht es uns, Synergien zu nutzen und unsere Position als führender europäischer Anbieter nahtloser Verteidigungslösungen weiter zu stärken.

Im Rahmen der strategischen Neuausrichtung strukturieren wir unsere Geschäftsbereiche neu: Die Schwerpunkte liegen zum einen weiter auf Produkten – also Radar und dem elektromagnetischen Kampf, Optronik, sowie zum anderen neu auf Multi-Domain-Lösungen und einem erweiterten Angebot bei Services und Training. Unser Ziel

ist es, nicht nur unsere Technologien kontinuierlich weiterzuentwickeln, sondern auch unseren Kunden maßgeschneiderte Lösungen anzubieten, die exakt auf ihre Bedürfnisse abgestimmt sind. Der neue Geschäftsbereich Multi-Domain Solutions vereint folgerichtig die Kompetenzen von HENSOLDT und ESG, um plattformübergreifende und herstellerunabhängige Lösungen für verschiedene Einsatzszenarien bereitzustellen.

Unsere Unabhängigkeit ist dabei von entscheidender Bedeutung. Sie ermöglicht es uns, flexibel auf die spezifischen Bedürfnisse unserer Kunden einzugehen und gleichzeitig die notwendigen kritischen Fähigkeiten für die nationale und europäische Verteidigung zu stärken. Dies ist ein entscheidender Vorteil in einer Zeit, in der Flexibilität und schnelle Reaktion zunehmend gefordert werden.

Auch der Bereich Services & Training bleibt ein fester Bestandteil unserer Strategie. Neben klassischer Wartung, Reparatur und Überholung expandieren wir gezielt in den Bereich Training und Simulation. Unser Ziel ist es, unseren Kunden nicht nur erstklassige Produkte, sondern auch umfassende Unterstützungs- und Betreiberlösungen anzubieten, um den effizienten Einsatz unserer Systeme zu gewährleisten.

Mit digitalisierten Sichten für Kommandanten und Richtschützen des Schützenpanzers Puma und des Kampfpanzers Leopard 2 sowie mit Selbstschutz-Systemen für gepanzerte Fahrzeuge gewährleistet HENSOLDT langfristig eine zeitgemäße und effektive Ausstattung für das Deutsche Heer. Darüber hinaus weisen wir mit unserer CERETRON-Sensorlösung permanent unsere



Foto: HENSOLDT

Fähigkeiten im Bereich der Automation, der Datenfusion und der plattformübergreifenden Informationsübertragung nach. Damit sind wir schon heute im Besitz von Schlüsseltechnologien, welche für die Landstreitkräfte der Zukunft von fundamentaler Bedeutung sind. Das Herbstsymposium des Förderkreis Deutsches Heer bietet uns die Möglichkeit, diese Themen im Detail zu diskutieren und neue Impulse für die Verteidigungsbranche zu setzen. Gerade das Deutsche Heer und die Fähigkeiten der Land-Domäne müssen mit Blick auf die Landes- und Bündnisverteidigung im Fokus stehen. Der intensive Austausch zwischen Industrie, Militär und Politik ist dabei von entscheidender Bedeutung, um gemeinsam die Verteidigungsfähigkeit Deutschlands und Europas nachhaltig zu stärken. Ich freue mich auf die spannenden Vorträge und anregenden Diskussionen, die uns im Laufe dieser Veranstaltung erwarten. Mein besonderer Dank gilt dem Förderkreis Deutsches Heer für die ausgezeichnete Organisation dieser Veranstaltung. Ihr Engagement ist von unschätzbarem Wert für den kontinuierlichen Austausch in unserer Branche. Ich wünsche uns allen produktive Tage voller wertvoller Erkenntnisse und neuer Ideen.

Oliver Dörre
CEO HENSOLDT

Impressum

Wehrtechnischer Report 6/2024

Oktober 2024

Herausgeber:

Mittler Report Verlag GmbH
ein Unternehmen der Gruppe

TAMMMEDIA

Geschäftsführer:

Peter Tamm

Redaktion:

Wolfgang Gelpke

Verlagsanschrift:

Mittler Report Verlag GmbH
Beethovenallee 21, 53173 Bonn
Telefon: +49 (0) 228 3500870
Telefax: +49 (0) 228 3500871
E-Mail: info@mittler-report.de
Internet: www.mittler-report.de

Anzeigen:

Achim Abele
Leitung Marketing/Sales
Mittler Report Verlag GmbH
Beethovenallee 21
53173 Bonn
Tel: +49 (0) 228-25900-347
a.abele@mittler-report.de

Layout:

AnKo MedienDesign GmbH,
53340 Meckenheim

Druck:

Lehmann Offsetdruck und Verlag GmbH
Gutenbergring 39, 22848 Norderstedt

Titelabbildung:

Ein Spähwagen Fennek während der Übung
Grand Eagle in Litauen
Foto: Bw/Marco Dorow

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, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Inhaltsverzeichnis

Grußworte/Vorwort

Oliver Dörre, CEO HENSOLDT	3
Dem Feind immer einen Schritt voraus Alfons Mais	5

Politik

Wehrtechnische Forschung heute bringt Sicherheit und Unabhängigkeit in der Zukunft Joe Weingarten	10
Dringender Handlungsbedarf Florian Hahn	11
Ein gemeinsames Lagebild mit unseren EU- und NATO-Partnern Niklas Wagener	12
Ausgaben richtig priorisieren Alexander Müller	13

Streitkräfte und Technologien

Der Bedarf an innovativen Sensorlösungen wächst und damit auch HENSOLDT Optronics Interview mit Tanya Altmann, Geschäftsführerin der HENSOLDT Optronics GmbH	6
Unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems im Deutschen Heer Oberstleutnant Andreas Dahl	14
Unbemannte luftgestützte Aufklärung – quo vadis Heer? Oberstleutnant René R.	18
Unbemannte Systeme Eine Analyse aus Sicht der Zukunftsentwicklung Oberstleutnant Thomas Doll	21
Bedeutung von unbemannten Systemen für die Kriegsführung in Landoperationen Major Peter Schwall	25
Signal Intelligence – ein Element der Militärischen Aufklärung Ansgar Heuser	29
KI-Einsatz in der Signalaufklärung Thomas Withington	34
Generative KI-Systeme Oberstleutnant Thomas Doll und Daniel Kalfass	39

Industrie

Sentinel Airborne Counter-UAS Alpine Eagle GmbH	42
Nutzung von Drohnentechnologie im militärischen Rettungswesen Avilus GmbH	44
Forschungsprojekt: Mobile Landebahn für autonome Hochleistungsdrohnen mb + Partner	46



Dem Feind immer einen Schritt voraus

Meine sehr geehrten Damen und Herren, werte Unterstützerinnen und Unterstützer des Förderkreis Deutsches Heer e.V.,

der „Nebel“ des Krieges, eine Metapher für die Unwägbarkeiten des Gefechtsfeldes, wird sich nie vollständig auflösen. Krieg ist und bleibt geprägt von Friktionen. Dennoch beobachten wir derzeit, dass neue Technologien ein weitaus umfassenderes Lagebild in der Dimension Land schaffen als es bisher möglich war. Der Nebel des Krieges verschiebt und lichtet sich. Schnellere und bessere Aufklärung erlaubt schnellere Wirkung gegen feindliche Ziele über immer größere Distanzen, allerdings ohne Gewähr des Allwissens – für uns wie für unseren Gegner. Wir müssen mit der rasanten Entwicklung im Bereich der Sensorik Schritt halten. Insbesondere muss es uns gelingen, dem Feind immer einen Schritt voraus zu sein und nicht vom nächsten Innovationszyklus überholt zu werden.

Kriegstüchtigkeit und Siegfähigkeit bedeuten ganz konkret, Ziele schneller aufzuklären und schneller zu bekämpfen als der Gegner – Zeit ist also von entscheidender Bedeutung. Um „Multi-Domain Operations“ gemeinsam und siegreich zu führen und den Feind im hochintensiven Gefecht mit multiplen Dilemmata zu konfrontieren, seine Kommandostrukturen zu überfordern und dadurch seinen Kampfeswillen zu brechen, müssen umfassende Sensordaten übergreifend zur Verfügung stehen. Schnelle Innovation

und Integration neuer Technologien – auch vor der Ausgereiftheit – sind dafür unerlässlich.

In der Ukraine sehen wir die erfolgreiche Einbindung verschiedener Sensoren, welche zu einem stark verdichteten Lagebild, dem sogenannten gläsernen Gefechtsfeld, führen. Dieses beruht zum einen auf der Schaffung und Vernetzung einer hohen Dichte von Sensoren. Jede Plattform, jedes Gerät und jeder einzelne Soldat dienen hierbei als potentielle Träger von Aufklärungssensoren. Die Optiken eines Kampfpanzers, die Kamera einer kleinen Drohne oder der Laserentfernungsmesser des einzelnen Schützen ergänzen das Lagebild und ermöglichen dem Truppenführer eine präzisere Lagefeststellung, Planung und Befehlsgebung.

Zum anderen beruht das gläserne Gefechtsfeld auf der Zusammenführung, Verarbeitung und Auswertung großer Datenmengen in digitalen Führungssystemen. Hier zeigt sich die Kehrseite eines gläsernen Gefechtsfeldes: Relevantes und auch Wissenslücken müssen in der Masse verfügbarer Informationen zeitgerecht identifiziert werden. Die Fülle an Daten, welche zukünftig weiter zunehmen wird, kann dabei nicht vom Menschen allein gesammelt und ausgewertet werden. Auch wenn der Mensch unersetzbar für die Entscheidungsfindung ist, werden die militärischen Führerinnen und Führer sich zunehmend auf Künstliche Intelligenz (KI) in der Bewertung des Lagebildes verlassen müssen. Der Mensch allein ist zu langsam, um den Anforderungen des modernen

Gefechtsfeldes gerecht zu werden, wo es nicht nur auf die Verfügbarkeit von Informationen ankommt, sondern auch auf die Geschwindigkeit des Führungsprozesses. Bei der Entwicklung und Einführung von KI kann die Frage nicht lauten: „Was soll automatisiert werden?“ sondern „Wo muss in Zukunft zwingend ein Mensch eingesetzt werden?“. Die zwei Säulen des gläsernen Gefechtsfeldes – eine hohe Dichte von Sensoren und die schnelle Zusammenführung und Auswertung von Daten durch digitale Führungssysteme – müssen auf verschiedenen Ebenen umgesetzt und in die Führung der Landstreitkräfte integriert werden. Dabei darf Technik nicht zum Selbstzweck werden. Das Ziel jeder Innovation und Anpassung muss immer eine Steigerung der Kampfkraft sein.

Es ist daher besonders wichtig und sehr zu begrüßen, dass diese Themen beim diesjährigen Herbst-Symposium des Förderkreis Deutsches Heer diskutiert werden. Es sind innovative Ideen und gekonnte Umsetzung gepaart mit der Professionalität von Soldatinnen und Soldaten, die den entscheidenden Vorteil auf dem Gefechtsfeld bringen. Für Ihre Unterstützung bei der Erreichung dieses Ziels danke ich Ihnen.

Ich wünsche Ihnen angeregte Diskussionen und gute Gespräche!

Ihr

Alfons Mais
Generalleutnant
Inspekteur des Heeres



Der Bedarf an innovativen Sensorlösungen wächst und damit auch HENSOLDT Optronics

Die HENSOLDT Optronics GmbH ist ein führender Anbieter von optischen und optronischen Technologien mit einem starken Fokus auf Verteidigung und Sicherheit. Das Unternehmen hat mehrere Standorte in Deutschland, darunter in Oberkochen, Aalen, Wetzlar und Taufkirchen, wobei Oberkochen eine besondere Rolle spielt. Dort entsteht derzeit ein neuer Hightech-Campus, der ab 2025 etwa 1000 Mitarbeitern Platz bietet. Aktuell investiert das Unternehmen massiv in neue Produktionsanlagen, allen voran in Oberkochen und Wetzlar.

Als Teil der HENSOLDT-Gruppe stellt HENSOLDT Optronics eine breite Palette von Produkten her, die vor allem für Verteidigung und Sicherheit, aber auch in der Raumfahrt und von der Halbleiterindustrie eingesetzt werden. Zu den wichtigsten Produkten gehören optische und optronische Systeme für den Kampfpanzer Leopard 2 und den Schützenpanzer Puma, Fahrzeuge, U-Boote und Schiffe. Außerdem werden Hochleistungsoptiken für Weltraummissionen entwickelt. Das

bekannteste Beispiel hierfür sind einzelne Komponenten für das James-Webb-Weltraumteleskop.

Das Unternehmen verzeichnet bedeutende Auftragserfolge. Beispielsweise wurden wichtige Aufträge für Selbstschutzsysteme wie das Selbstschutz-System für den Puma und Aufträge im Bereich der U-Boot-Ausrüstung akquiriert. Die steigenden Auftragszahlen spiegeln sich auch in der Expansion wider, mit weiteren geplanten Investitionen und Neueinstellungen.

Frau Altmann, das diesjährige Geschäftsjahr liegt nun fast hinter Ihnen. Wie fällt Ihr persönliches Fazit aus – und wie die Bilanz des Unternehmens?

Es war ein sehr erfolgreiches Jahr, sowohl für mich persönlich als auch für das Unternehmen. Ich bin seit fast anderthalb Jahren in meiner Funktion und ich bin nach wie vor beeindruckt von der Leidenschaft und dem Engagement der Kolleginnen und Kollegen an unseren Standorten in Oberkochen, Aalen, Wetzlar und Taufkirchen. Gemeinsam haben wir zahlreiche Erfolge erzielt, sowohl im Tagesgeschäft als auch in der Akquise von neuen Aufträgen, die unsere Wachstumsstrategie weiter vorantreiben. Wir sind stolz darauf, Schlüsseltechnologie-Partner der Bundeswehr zu sein. Wir überarbeiten unser Produktportfolio kontinuierlich, um auf dem neuesten Stand der Technik zu bleiben. Aktuell arbeiten wir daran, unsere analogen Sichtsysteme auf digital umzustellen, um einen deutlichen Mehrwert für die Nutzer zu schaffen; Bedrohungen können frühzeitig und zuverlässig identifiziert und klassifiziert werden. Mit dem traditionell starken vierten Quartal erwarten wir erneut einen moderaten Anstieg des Auftragseingangs im Vergleich zum Vorjahr.

Foto: HENSOLDT



Die Geschäftsführerin der HENSOLDT Optronics GmbH, Frau Tanya Altmann, stellt sich den Fragen von Burghard Lindhorst.

Die Bauarbeiten am neuen Standort in Oberkochen sind in der Endphase. Wird der Umzug rechtzeitig fertig?

Ja, wir liegen weitgehend im Zeitplan. Die Vorbereitungen des Umzugs laufen auf Hochtouren und wird für die ersten Kollegen in den Bürobereichen bald starten. Ich bin zuversichtlich, dass wir diesen dann gemeinsam erfolgreich meistern werden. Die Vorfreude unter den Mitarbeitern auf unser neues Zuhause ist spürbar.

Welche Effekte erwarten Sie vom Neubau in Oberkochen?

Unser Neubau ermöglicht uns, den Produktionshochlauf sicherzustellen und noch flexibler und effizienter auf die steigende Nachfrage nach unseren Produkten und Lösungen zu reagieren. Durch die neue Gebäudestruktur wird die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Bereichen verbessert. Unsere Mitarbeiter sind eng in die Gestaltung der Arbeitsräume eingebunden, da sie am besten wissen, was für ihre Arbeit wichtig ist. Wir schaffen so eine moderne, maßgeschneiderte Arbeitsumgebung, die nicht nur die Effizienz steigert, sondern auch das Wohlbefinden der Belegschaft fördert.



Foto: HENSOLDT

HENSOLDT bringt dem Schützenpanzer Puma mit modernster Optronik auf S1-Stand. Dazu gehören die turmunabhängige stabilisierte Hauptoptik PERI-RTWL (Rundblick Tagsicht Wärmebild Laser) für den Kommandanten und die turmgebundene stabilisierte Feuerleitoptronik WAO (Waffenanlage Optronik) für den Richtschützen.

Bereich, der Optronik, haben wir neue Aufträge für das Selbstschutzsystem MUSS (Multifunctional Self-Protection System) für den Puma sowie für Plattformen wie den Leopard 2 erhalten. Zudem arbeiten wir an wichtigen Projekten für

den Turm auf einem Boxer-Fahrgestell), Leopard 2 und das Spähfahrzeug Korsak, als Nachfolgesystem für den Fennek, zu den zentralen Zukunftsvorhaben.

Wie sieht es mit den Auswirkungen des Sondervermögens der Bundeswehr aus?

HENSOLDT hat bereits bedeutende Aufträge aus dem Sondervermögen der Bundeswehr erhalten, insbesondere für die deutsche Luftverteidigung. Ein zentraler Auftrag ist das Luftverteidigungssystem Nah- und Nächstbereichsschutz (LVS NNBS), das im Januar 2024 vergeben wurde. Dieser Auftrag im Wert von rund 300 Millionen Euro umfasst ein hochmodernes System zum Schutz von Bodentruppen und Infrastruktur vor Luftbedrohungen. HENSOLDT liefert dabei Radarsysteme wie das TRML-4D, das für die Luftüberwachung und Verteidigung eine Schlüsselrolle spielt. Auch weitere Beschaffungen des TRML-4D-Radars für die Bundeswehr und andere Streitkräfte, wie beispielsweise die Ukraine, sind Teil der Lieferungen.

Zusätzlich wurden optische Systeme für gepanzerte Fahrzeuge sowie Technologien zur elektronischen Kriegsführung und Selbstverteidigung in Auftrag gegeben, was die Fähigkeit von HENSOLDT zur Bereitstellung integrierter Lösungen unterstreicht.



Grafik: kab architekten gmbh

Eine Visualisierung des Hightech-Campus Oberkochen.

HENSOLDT konnte in den letzten Monaten viele neue Projekte akquirieren. Welche sind besonders hervorzuheben?

Der Auftragseingang bleibt auf hohem Niveau. Im Bereich Sensors sind besonders die Aufträge für TRML-4D-Radare zur Unterstützung der Ukraine und der Bundeswehr von Bedeutung. In meinem

U-Boote der norwegischen Ula-Klasse und dem deutsch-norwegischen Kooperationsprojekt U212CD. Mit einem Auftrag für das Feuerleitvisier „DynaHawk“ haben unsere Wetzlarer Kollegen einen weiteren Meilenstein in ihrer Standortgeschichte erreicht. Für uns gehören Puma, PuBo (ein Radschützenpanzer mit Puma-

Diese Aufträge spiegeln die strategische Rolle von HENSOLDT bei der Modernisierung der Bundeswehr wider, die durch das Sondervermögen gefördert wird.

Wie entwickelt sich der Personalbedarf bei HENSOLDT Optronics?

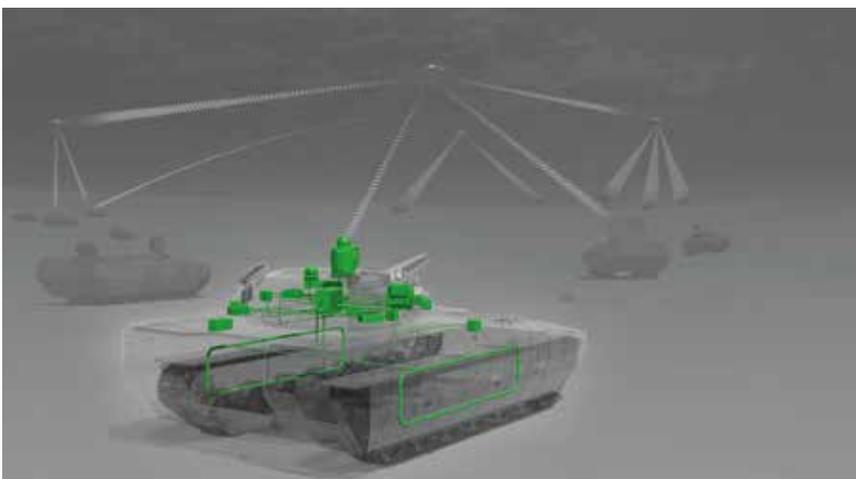
Wir haben zuletzt viele neue Arbeitsplätze geschaffen, insbesondere am Standort Oberkochen im hohen zweistelligen Bereich. Der Bedarf wächst weiter, sowohl in der Produktion als auch im kaufmännischen Bereich. Wir planen, das Ausbildungsangebot auszubauen, um langfristig gut qualifiziertes Personal zu gewinnen.

Hat die Übernahme der ESG Auswirkungen auf HENSOLDT Optronics?

Ja, definitiv. Die Übernahme und Integration der ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH ermöglicht uns, unsere Stärken als Anbieter von Komplettlösungen weiter auszubauen. HENSOLDT strukturiert sich neu, um das Wachstum zu beschleunigen und Synergien zwischen den Bereichen besser zu nutzen. Die neue Division Multi-Domain Solutions wird die Fähigkeiten der ESG mit HENSOLDTs bestehenden Geschäftsbereichen kombinieren. So können wir integrierte Lösungen anbieten, die in der heutigen Verteidigungslandschaft immer wichtiger werden. Für den Bereich Optronik erwarten wir durch die enge Zusammenarbeit noch bessere Projektergebnisse.

Wie tragen die Produkte von HENSOLDT zur Verbesserung der Kampffähigkeit gepanzerter Fahrzeuge wie dem Puma und dem Leopard 2 bei, und welche technologischen Innovationen sichern langfristig eine moderne Ausrüstung des Deutschen Heeres?

Das Peri-Digital als konsequente Weiterentwicklung des Peri-RTWL verbessert die Kampffähigkeit von Fahrzeugen wie dem Puma und dem Leopard 2 durch eine stabilisierte 360-Grad-Sicht für den Kommandanten, die eine schnelle und präzise Erkennung von Bedrohungen auf dem Schlachtfeld ermöglicht. Besonders hervorzuheben ist die Kombination aus direkter optischer und digitaler Sicht, die dem Kommandanten und dem Richtschützen eine flexible und detailreiche Wahrnehmung der Umgebung bietet.



Grafik: HENSOLDT

Eine graphische Darstellung der vernetzten Sensorlösungen für Landfahrzeuge.

Neben diesen digitalen Sichten sorgt HENSOLDT mit Selbstschutz-Systemen für eine erhöhte Sicherheit der Besatzung. Durch den Einsatz fortschrittlicher Sensoren, darunter Wärmebildgeräte und Laser-Entfernungsmesser, erhalten die Besatzungsmitglieder selbst bei schlechten Sichtverhältnissen oder in komplexen Umgebungen klare und verwertbare Bilder. Mit der Einführung der CERETRON-Sensorlösung demonstriert HENSOLDT zudem seine Fähigkeit zur Automation, Datenfusion und plattformübergreifenden Informationsübertragung. Diese Technologien, die auch langfristig eine effektive und moderne Ausstattung des Deutschen Heeres sichern, sind entscheidend für die Einsatzfähigkeit zukünftiger Landstreitkräfte und zeigen HENSOLDTs Schlüsselrolle bei der Weiterentwicklung moderner Gefechtssysteme.

Neben der Verteidigungstechnologie ist HENSOLDT auch in der Raumfahrt aktiv. Welche Projekte gibt es hier aktuell?

Besonders stolz sind wir hier auf unsere Beiträge zum James Webb Space Telescope (JWST). HENSOLDT liefert hier wesentliche optische Komponenten und Tieftemperatur-Mechanismen für zwei der vier Hauptinstrumente des Teleskops: das „Mid-Infrared Instrument“ (MIRI) und der „Near Infrared Spectrograph“ (NIRSpec). MIRI ermöglicht die Erfassung von Licht im mittleren Infrarotbereich, wodurch das Teleskop durch kosmischen Staub hindurch blicken und entfernte Galaxien beobachten kann. NIRSpec wiederum zerlegt das Licht in verschiedene Wellenlängen, was es Wissenschaftlern erlaubt, die chemische Zusammensetzung von Sternen und Galaxien zu analysieren. Darüber hinaus entwickeln wir weiterhin Optiken für Erdbeobachtungssatelliten

und arbeiten an einem möglichen Auftrag für einen Laser-Höhenmesser, der bei einer künftigen ESA-Mondmission zum Einsatz kommen könnte.

Auch die Halbleiterindustrie gehört zu Ihren Kunden. Wie entwickelt sich dieses Geschäft?

HENSOLDT hat mit seiner „Final Focus Metrology“ (FFM)-Technologie eine bedeutende Rolle in der Halbleiterindustrie eingenommen. Diese hochpräzise Messvorrichtung, die in Oberkochen entwickelt wurde, ist entscheidend für die Produktion von Mikrochips mittels EUV-Lithografie, einem Fotolithografie-Verfahren, das extrem ultraviolette Strahlung (extreme ultra violet) nutzt. HENSOLDT hat 2023 die vierte Generation dieser Technologie ausgeliefert, welche Laserstrahlen in der Halbleiterproduktion auf ultrahohem Niveau analysiert und optimiert. Das FFM-System misst und steuert Laser im Wellenlängenbereich von einem bis zehn Mikrometern, um die Effizienz der Lichtgenerierung in der EUV-Lithografie zu maximieren. Diese Technologie ist entscheidend für die Herstellung von Computerchips der nächsten Generation, da sie die Genauigkeit der Laserstrahlen erhöht, die für die Erzeugung von extrem ultraviolettem Licht benötigt werden. Ohne diese präzise Messtechnik wäre die Produktion der leistungsfähigsten Chips von heute nicht möglich.

Die Nachfrage steigt kontinuierlich, da unsere Systeme es ermöglichen, immer kleinere Strukturen auf Wavern zu erzeugen, was die Herstellung leistungsfähigerer Computerchips unterstützt. Mit unseren jüngsten Entwicklungen bewegen wir uns an der Grenze des physikalisch Machbaren und schaffen so die Basis für die nächste Generation von Halbleitern. ■



Förderkreis Deutsches Heer e.V.



**... für einsatzbereite,
moderne Landstreitkräfte!**



Der Förderkreis Deutsches Heer e.V. (FKH) wurde am 11. Oktober 1995 in Bonn gegründet. Er möchte all denjenigen ein Forum für Kommunikation, Argumentation und Interessenausgleich bieten, die sich umfassend und aktiv der Bundeswehr und ihren Landstreitkräften - hier vor allem dem Deutschen Heer - verpflichtet fühlen.

In diesem Verständnis will der Förderkreis relevante Kräfte aus Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Bundeswehr zusammenführen, die sich in besonderer Verantwortung für die bei streitkräftegemeinsamen und multinationalen Einsätzen im Fokus stehenden Landstreitkräfte sehen.

Zweck des Vereins ist die Förderung gemeinschaftlicher Interessen der Mitglieder gegenüber Staat und Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft sowie deren Vertretung gegenüber nationalen und internationalen Organisationen und Stellen. Dies schließt das gemeinsame Bemühen um eine leistungsfähige nationale Industriebasis für die Ausrüstung des Deutschen Heeres und der deutschen Landstreitkräfte insgesamt mit ein.

Förderkreis Deutsches Heer e.V.

Büro Bonn

Adenauerallee 15

53111 Bonn

Telefon +49 228 26 1071

Telefax +49 228 26 1078

Büro Berlin

Behrenstr. 42

10117 Berlin

Telefon +49 30 201 656 23

E-Mail: fkhev@fkhev.de

Internet: www.fkhev.de



Wehrtechnische Forschung heute bringt Sicherheit und Unabhängigkeit in der Zukunft

Joe Weingarten

Wer früher schießt und besser trifft, gewinnt den Feuerkampf“ dieses alte Motto wird auch durch moderne Technik nicht überholt.

Im Zusammenspiel zwischen Militär, Politik und Industrie müssen wir sicherstellen, dass die Führungs- und Wirkungsüberlegenheit unserer Landstreitkräfte dauerhaft gegeben ist. Hierfür bedarf es stetiger Investition in innovative Technologien und Lösungen.

Forschung und Technologie sind das Fundament für die zukünftige Überlegenheit unserer Streitkräfte. Mit dem 100 Milliarden Euro Sondervermögen stopfen wir Lücken, welche die Friedensdividende in unseren Streitkräften hinterlassen hat. Hierbei hat der Faktor Zeit zurecht die oberste Priorität, „Off-the-Shelf-Lösungen“ dominieren deshalb die 25-Mio.-Euro-Vorlagen Übersicht.

Jedoch dürfen wir, bei der aktuellen Notwendigkeit schnell Systeme zu beschaffen, die rasanten technologischen Entwicklungen innerhalb der

Autor:

Dr. Joe Weingarten MdB,
SPD Bundestagsfraktion,
Mitglied im Verteidigungsausschuss

Landkriegsführung nicht aus dem Blick verlieren. Die omnipräsente Gefahr von Drohnen sowie neuen Dynamiken bei der Wechselwirkung zwischen ziviler und militärischer Innovation zeigen das exemplarisch.

Heute müssen wir Antworten auf Bedrohungen durch elektronische Kriegsführung, den Einsatz von Drohnen, aber auch Langstreckenwaffen finden – nicht alles ist marktverfügbar.

Nur durch Investitionen in neue Technologien heute, sind wir morgen in der Lage souveräne Beschaffungentscheidungen zu treffen. Daher ist die deutsche und europäische wehrtechnische Forschung eine wichtige Investition in die langfristige Sicherheit und Unabhängigkeit der Bundesrepublik Deutschlands und Europas.

Jüngst war ich bei militärpolitischen Gesprächen in den USA bei der „1st Multi Domain Task Force“ der U.S. Army (MDTF) in Fort Lewis, Washington. Das ist eine neue Militäreinheit, die modernste elektronische Kampfmittel, Raketen und Geschosse testet und aufbaut, um einen Gegner großflächig am Angriff zu hindern und abzuschrecken.

Für uns ist das wichtig: Denn während die 1. MDTF in Fort Lewis und die 3. MDTF in Hawaii den Pazifik von Japan bis Australien absichern sollen, wird die 2. MDTF ab 2026 von Mainz-Kastel aus das für Europa tun. Dazu sollen genau die Raketen, Marschflugkörper und hypersonischen-Überschallwaffen in Deutschland stationiert werden, die ich mir in Fort Lewis zeigen und erklären lassen konnte.

Auch unsere Landstreitkräfte müssen ihren Umgang mit weitreichenden Waffensystemen im Zusammenspiel mit elektronischer Kriegsführung und Aufklärung qualifizieren. Hierfür brauchen wir eine leistungsfähige Industrie, welche diese neuen Systeme und Technologien entwickelt und in enger Abstimmung mit der Bundeswehr und anderen europäischen Streitkräften erprobt und anpasst. Dies geht nur auf europäischer Ebene, da sich die Entwicklung dieser Fähigkeiten auf nationaler Ebene als ineffizient darstellt.

Weitreichende und präzise Raketenartillerie, sowie elektromagnetische Aufklärung sind dabei Schlüssel, um die russischen Streitkräfte vor neue Dilemmata zu stellen. Parallel stellen weitreichende russische Waffensysteme unsere Verbände vor neue Herausforderungen. Wir müssen unsere Verbände, Logistikketten und Gefechtsstände so resilient aufstellen und härten, dass sie auch in Anbetracht technologisch raffinierter russischer Angriffe aus unterschiedlichen Dimensionen standhalten.

Zum Schutz, aber auch für die effektive Wirkung der Truppe ist es maßgeblich, dass der Staat die Entwicklung neuer Technologien vorantreibt. Für mich ist klar: Auch in zivilen Einrichtungen muss militärisch geforscht werden, aber auch unsere militärische Forschung muss auskömmlich finanziert werden. Hier ist die Politik gefragt, um Räume zu schaffen, in denen neue Technologien finanziert und erprobt werden kann, damit unsere Landstreitkräfte weiterhin dazu in der Lage sind, den Feuerkampf zu gewinnen. ■

Dringender Handlungsbedarf

Florian Hahn

Jeden Tag werden auf Twitter neue Kurzfilme veröffentlicht, welche den Einsatz von First-Person-View Drohnen im Krieg in der Ukraine zeigen. Dabei interagieren die Drohnen teilweise untereinander und klären zunächst auf, um anschließend im Schwarm, als Loitering Munition oder als hochpräzise Waffe ins Ziel gesteuert zu werden. Obgleich im Krieg um Bergkarabach der Drohneneinsatz erstmals den Kriegsverlauf wesentlich veränderte, bedeutet der Krieg in der Ukraine durch den massiven Einsatz und die hochdynamische Weiterentwicklung der Drohnen und ihrer Abwehr einen Paradigmenwechsel. Auf diesen Paradigmenwechsel gilt es auch im Zeitenwende Deutschland zu reagieren.

Während es sowohl Russland als auch die Ukraine vermochten innerhalb kürzester Zeit gewaltige Drohnenpotentiale einzusetzen und (nach-) zu beschaffen (es wird von bis zu 10.000 Drohnenverlusten auf UKR-Seite pro Monat ausgegangen), scheint die deutsche Sicherheitspolitik in einer Endloschleife festzuhängen. Die Bewaffnung deutscher Drohnen wird aufgrund fehlender Konzepte weiter verschleppt. Die Vokabel „bewaffnungsfähig“ ist das Feigenblatt für Heron TP, dessen Bewaffnung ausstehend und scheinbar durch die Ampel nicht einmal mehr geplant ist. Ein Trauerspiel.

Auch die Drohnenabwehr machte im Zuge des Krieges gewaltige Sprünge und so ist der Kampf im elektromagnetischen Spektrum zu einer bestimmenden Größe in allen Dimensionen geworden, wie sie vormals noch kaum vorstellbar war.

Autor:

Florian Hahn MdB ist Mitglied im Verteidigungsausschuss und Verteidigungspolitischer Sprecher der CDU/CSU-Fraktion im Deutschen Bundestag

Ein Blick ins Inland reicht, um zu erkennen, dass für Deutschland und die Bundeswehr dringender Handlungsbedarf gegeben ist, welcher in seiner Dringlichkeit deutlich über die ethischen Fragestellungen (z.B. zur Bewaffnung) hinausgeht: In den vergangenen Jahren wurden Drohnensichtungen in dreistelliger Größenordnung über Bundeswehrliegenschaften bekannt – Gegenmaßnahmen bleiben bislang weitgehend aus – zumal erfolgreiche. Spätestens das Auftauchen von Drohnen über Chemieparks, Flughäfen und Atommülllagerstätten sollte als Alarmsignal reichen – tut es in Ampel-Deutschland auch: um Zuständigkeitsfragen zu eruieren. Kriegstüchtigkeit ade.

Die eingesetzte „Task Force Drohne“ des BMVg hat der Friedensideologie der Ampel folgend, jedoch am militärischen Bedarf vorbei den Fokus auf die Abwehr von Drohnen gelegt und die Beschaffung von Wirkmitteldrohnen nicht vorgeschlagen. Immerhin ist beabsichtigt, dass Kommandeure zukünftig Drohnen für Ausbildung und Übung als Direktbeschaffung kaufen können sollen – ein grundsätzlich geeigneter Vorschlag, der den kritischsten Pfad bei der Drohnenbeschaffung adressiert: Zeit. Die unglaublich schnell voranschreitende Entwicklung im Bereich UAS und C-UAS (Counter-Unmanned Aerial Systems) führt deutlich vor Augen, dass die hergebrachten Verfahren nicht nur im Konfliktfall, sondern auch in Friedenszeiten ungeeignet sind – die technische Entwicklung lässt insbesondere Kleindrohnen rapide „altern“ und unbrauchbar werden. Eine klassische großvolumige Anschaffung und Einlagerung in Depots ist bei immer kürzeren Innovationszyklen antiquiert.

Wichtiger ist daher, dass das verfügbare technologische Know-How jederzeit umfangreich zur Verfügung steht und bedarfsgerecht in Produktion und



Foto: Cosima Höllt

Beschaffung für die Streitkräfte mündet. Deshalb schmerzt die weitgehend stagnierende Finanzlinie für den Bereich „Wehrtechnische Forschung und Technologie“ im Bereich Drohnen besonders. Ebenso unerfreulich ist die geringe Einbindung des Cyber Innovation Hub der Bundeswehr (CIHBw) bei der Umsetzung von Innovationsvorhaben im Bereich Drohnen.

Eine verteidigungsfähige Bundeswehr muss bereits in Friedenszeiten im Einsatz mit und zur Abwehr von Drohnen geschult sein – weshalb eine ausreichende Stückzahl jederzeit in der Truppe verfügbar sein muss. Genauso wichtig aber ist es, dass Deutschland, die Bundeswehr und die deutsche Industrie jederzeit in der Lage sind, eine großvolumige materielle Aufwuchsfähigkeit mit state-of-the-art-Drohnen zu gewährleisten. Hierzu ist neben einem massiven Invest in F&T vor allem der Beschaffungsweg (CIHBw) kurz zu halten und die Industrie zu incentivieren, den kurzfristigen Aufbau bzw. die Skalierung von Produktionskapazitäten zu ermöglichen.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen und dem Symposium einen erfolgreichen Verlauf!



Foto: Deutscher Bundestag Bündnis 90 / Die Grünen

Ein gemeinsames Lagebild mit unseren EU- und NATO-Partnern

Niklas Wagener

Die Zeitenwende hat auch eine Rückbesinnung auf Landes- und Bündnisverteidigung als Kernauftrag der Bundeswehr hervorgebracht. Im Zuge dessen muss das Bundesministerium der Verteidigung und die Bundeswehr ihren Personal- und Materialbedarf anders planen. Diese notwendigen militärplanerischen Änderungen werden vor dem Hintergrund technologischer Innovationen nur noch potenziert: In Zukunft werden moderne Aufklärungssysteme und Drohnentechnologien eine zentrale Rolle in der Gestaltung und Durchführung von Militäreinsätzen spielen. Sie können Militär und Kriegsführung effizienter, präziser und sicherer machen. Allerdings ergeben sich daraus auch Herausforderungen technischer und ethischer Natur, insbesondere beim Einsatz von bewaffneten Drohnen und autonomen Waffensystemen.

Sowohl in LV/BV- als auch IKM-Szenarien werden Multidomain-Operations-Systeme eine große Rolle spielen.

Autor:

Niklas Wagener MdB, Bundestagsfraktion Bündnis 90/ Die Grünen und Mitglied im Verteidigungsausschuss

Sie ermöglichen eine koordinierte Reaktion über verschiedene Domains hinweg – zu Land, zu Wasser, in der Luft, im Cyberspace oder im Weltraum. Besonders zum Einsatz kommen hier moderne Aufklärungssysteme und Drohnen. Das Heer und die Bundeswehr verfügen zum Beispiel mit den Drohnenmodellen LUNA, MIKADO und ALADIN über entsprechende Fähigkeiten. Auch die Minidrohe BLACK HORNET oder der Roboter RABE sind Teil des Verbunds. Drohnen können, sofern sie richtig eingesetzt werden, Gebiete im Einsatzgebiet überwachen, Soldatinnen und Soldaten schützen, und Menschenleben retten. Außerdem erachte ich es als besonders wichtig, bei der Nutzung der Systeme eine ausreichende Integration und Vernetzung sicherzustellen. Es ist unerlässlich, gemeinsam mit unseren EU- und NATO-Partnern ein gemeinsames Lagebild im Einsatz schaffen und teilen zu können. Auch kann hier Künstliche Intelligenz eine wichtige Rolle spielen, beispielsweise bei der Analyse und Auswertung von Daten.

Unbestritten hat die Anwendung von vernetzten Aufklärungssystemen große Vorteile in Konflikt- und Kriegsszenarien. Dennoch stellt ihr Einsatz auch vor Herausforderungen, etwa im Bereich der Cybersicherheit. Sie sind potenzielles Angriffsziel für sogenanntes Jamming und Spoofing, wobei ihre Vernetzung gestört, kritische Informationen abgegriffen oder sogar manipuliert werden können. Mit diesen Herausforderungen gegenüberlicher Einflussnahme sieht

sich aktuell beispielsweise die Ukraine konfrontiert. In anderer Hinsicht kritisch sind ethische Überlegungen. Ich persönlich beantworte die Frage, ob autonome Maschinen ohne Menschen im Entscheidungsloop Entscheidungen über Leben und Tod treffen sollten, klar mit Nein. Ich sehe auch das Risiko, dass eine zunehmende Automatisierung militärischer Systeme zu einer Entmenschlichung des Krieges führen könnte. Zudem muss beim Einsatz solcher Systeme die Einhaltung von geltendem humanitärem Völkerrecht sichergestellt werden. Dies wird eine der großen Herausforderungen im Bereich der Sicherheits- und Verteidigungspolitik werden.

Als Mitglied im Verteidigungsausschuss sowie im Ausschuss für Ernährung und Landwirtschaft und dort Berichterstatter unserer Fraktion für die Themen Wald, Jagd und Forst weiß ich auch um die Vorteile von Drohnen im zivilen Bereich, beispielsweise in der Forst- und Landwirtschaft oder im Zivil- und Katastrophenschutz. Auch wenn Drohnen insbesondere im militärischen Zusammenhang von vielen Menschen als bedrohlich wahrgenommen werden, können sie sowohl im zivilen als auch militärischen Bereich eine hilfreiche Ergänzung unserer Arbeit sein. Hierüber aufzuklären und Bürgerinnen und Bürger mit ihren Ängsten ernst zu nehmen, ist auch Aufgabe für uns Politikerinnen und Politiker. Gerade in der aktuellen Zeit ist ein offener, transparenter und respektvoller Dialog wichtiger als je zuvor. ■

Ausgaben richtig priorisieren

Alexander Müller

Auf dem Weg hin zu einer Weiterentwicklung der Streitkräfte im Sinne einer intensiveren Nutzung fortschrittlicher Aufklärungssensoren und Einsatz von künstlicher Intelligenz und Robotik sind aus politischer Sicht Chancen und Risiken zu beachten.

Die Chancen liegen erkennbar darin, dass der militärische Vorteil auf dem Gebiet der Aufklärung sich aus der früh- bzw. rechtzeitigen Erkennung von Gefahren und Optionen ergibt. Relevant werden in diesem Kontext die Nutzung von KI und Robotik mit Blick auf ihr Potenzial, Teile des eigenen militärischen Personals außerhalb der Risikobereiche zu halten und somit Menschenleben zu schützen. Unabhängig von der Frage, ob das Ziel, die Bundeswehr bis 2030 auf 203.000 Mannstärke anwachsen zu lassen, erfüllt werden kann, ist der Einsatz von KI und Robotik dementsprechend attraktiv und zukunftsträchtig. Hinzu kommen die unvergleichlich höhere Leistungsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit. Es darf nicht überraschen, dass andere Staaten wie die USA oder China massiv in diese Forschungsfelder investieren. Die Verteidigung ganzer Lufträume, oder auch

die Überwachung von Frontereignissen ist heute ohne automatisierte Systeme mit modernster Sensorik gar nicht mehr denkbar. Die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die Bundeswehr in einem bewaffneten Konflikt sich Gegnern gegenübersehen, welche umfassenden Gebrauch von derartiger Technologie machen. Die Entwicklung eigener solcher Fähigkeiten ist daher unerlässlich und auch die Forschung an der Abwehr bzw. Störung solcher Systeme.

Zugleich leben wir noch immer in einer mehrheitlich postheroisch geprägten Gesellschaft, welche der Zeitenwende zum Trotz dem Militärischen weiterhin allzu oft mit Skepsis begegnet. Hinzu kommt ein verbreitetes Misstrauen gegenüber neuen Technologien und künstlicher Intelligenz. Über zehn Jahre wurde in Deutschland zunächst über die grundsätzliche Beschaffung und dann die aus militärischer Sicht notwendige Bewaffnung von Drohnen für die Bundeswehr debattiert. Wertvolle Zeit ging so verloren. Hätten Mut, Sachorientierung und Fortschrittswillen geherrscht und nicht Teile der Politik gezielt irrationale Schreckensszenarios von Killerrobotern verbreitet, hätte Deutschland nicht technologisch den Anschluss verpasst und wäre nicht abhängig von der Rüstungskoooperation mit unseren Partnern wie Israel.

Eine zusätzliche Hürde stellt der Verteidigungshaushalt dar. Das Sondervermögen Bundeswehr läuft 2027 aus. In der Folge braucht es den Mut, den Bundeshaushalt so zu gewichten, dass der reguläre Etat des Bundesministeriums der Verteidigung erhöht wird und



Foto: FDP-Bundestagsfraktion

die Modernisierung unserer Streitkräfte voranschreiten kann. Die staatlichen Einnahmen sind dabei nicht das Problem. So ist das Haushaltsvolumen zwischen 2019 und 2024 um rund ein Drittel, also etwa 120 Milliarden Euro, gestiegen. Die richtige Priorisierung der Ausgaben ist der Schlüssel, die Sicherheit des Staates und seiner Bürger muss im Fokus stehen. Das ist ohne neue Schulden und ohne Steuererhöhungen möglich.

Die nächsten Bundestagswahlen werden die politische Landschaft der Bundesrepublik verändern. Doch muss die nächste Bundesregierung die Kraft aufbringen, die in der Finanzplanung vorgesehenen 80 Milliarden ab 2028 und mindestens zwei Prozent des BIP für den Verteidigungsetat zu erfüllen. Parallel muss die Politik unermüdlich für diese Investition in unsere Sicherheit werben und erklären, weshalb auch neue Technologien für die Bundeswehr zentral sind, um im Ernstfall optimal agieren zu können. Die Landtagswahlen in Thüringen, Sachsen und Brandenburg haben gezeigt, dass mindestens Teile unserer Verteidigungsanstrengungen (z. B. die Ukraine-Unterstützung, Raketenstationierung in Deutschland) weiterhin in der Bevölkerung umstritten sind. ■

Autor:

Alexander Müller MdB ist Verteidigungspolitischer Sprecher der FDP-Bundestagsfraktion und stellvertretender Vorsitzender des Unterausschusses Abrüstung, Rüstungskontrolle und Nichtverbreitung. Herr Alexander Müller ist Oberstleutnant der Reserve.

Unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems im Deutschen Heer

Oberstleutnant Andreas Dahl

In aktuellen und absehbaren militärischen Operationen, insbesondere im Rahmen hoher Intensität wie der Landes- und Bündnisverteidigung, werden verstärkt unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems eingesetzt werden. Auch wenn unbemannte Systeme die Kriegsführung allein nicht revolutioniert haben, so verstärken sie dennoch die etablierten militärischen Dynamiken, solange sie effektiv in bestehende militärische Strukturen und Einsatzgrundsätze integriert werden können.

Insbesondere der Russland-Ukraine-Krieg verdeutlicht eindrucksvoll, dass Einsatzgrundsätze wie Tarnen und Täuschen sowie Auflockern und Zusammenfassen der Kräfte, die Maßnahmen zur Fliegerabwehr aller Truppen und das zweckmäßige Anwenden der Truppengattungsgrundsätze eine noch gewichtigere Rolle spielen, wenn unbemannte Systeme zum Einsatz kommen.

Begriffsbestimmungen

Unbemannte mobile angetriebene Systeme reichen von Luftfahrzeugen über Landfahrzeuge bis hin zu Über- und Unterwasserfahrzeugen. Im zivilsprachlichen Gebrauch werden diese Systeme auch mit dem Begriff Drohne umschrieben. Der militärische Fachbegriff lautet Unmanned System (UxS), wobei das x im Heeresverständnis durch die Dimension (Ground, Aerial, Sea) ersetzt wird.

Der Begriff UxS bezeichnet immer das Gesamtsystem, das neben der unbemannten Plattform inklusive Sensoren und Effektoren auch die erforderlichen Komponenten zum Betrieb umfasst. Diese Komponenten können eine Kontrollstation, Bediener oder die erforderliche Start- und Landeorganisation sowie die Instandsetzung umfassen.

Autor:

Oberstleutnant Andreas Dahl,
Amt für Heeresentwicklung,
Abteilung I 1 (1), Sachgebiet
Wirkung



Modellhafte Darstellung der Standardanforderungen an ein Unmanned Aerial System.

Loitering Munition (LM) ist ein gelenkter Flugkörper, der als Munition in einem Einsatzraum nach Zielen am Boden sucht, dazu in unterschiedlichen Höhen, abhängig vom Einsatzprofil, verweilt und nach Freigabe durch einen Bediener ein Punktziel mit hoher Präzision bekämpft. Loitering Munition ist grundsätzlich zum einmaligen Gebrauch durch Verschuss gegen gegnerische Ziele vorgesehen. Zusammen mit der Kontrollstation und einer Missionssoftware bildet die Munition ein Loitering Munition System (LMS).

Beschaffung von Unmanned Systems und Loitering Munition Systems

UxS werden gegenwärtig vor allem in der Domäne Aufklärung im Heer genutzt. Für eine Verwendung in den

Domänen Wirkung und Unterstützung gibt es bereits konkrete Vorstellungen und Pläne. LMS sind im Heer noch nicht vorhanden. Mit Blick auf die bestehenden Fähigkeitslücken kommt es kurzfristig auf Schnelligkeit in der Beschaffung an, um die Bedarfe des Heeres zu decken. Das Heer hat seine Bedarfe an diesen Systemen in einem vorläufigen Konzept bedarfserläuternd dargestellt.

Bereits im Jahr 2023 stärkte der Generalinspekteur der Bundeswehr die formale und inhaltliche Rolle der Inspektoren im Prozess der Beschaffung von Rüstungsgütern. Ende 2023 wies der Inspekteur des Heeres die Beschleunigung von Beschaffungsvorhaben an und legte fest, wie dies umgesetzt und ausgestaltet werden soll. Dabei ist der Faktor Zeit entscheidend und handlungsleitend. Der

bürokratische Aufwand soll minimiert werden, ohne gesetzliche Vorgaben zu brechen.

Dass nicht alle Kräfte des Heeres gleichzeitig mit hohen Stückzahlen an unbemannten Systemen ausgestattet werden können, liegt u. a. an den finanziellen Rahmenbedingungen. Die Nutzer im Heer legen kurzfristige und langfristige Bedarfe mit wenigen, aber präzisen Forderungen an UxS fest und passen sie regelmäßig an. Kräfte für die Ausstattung sind ebenfalls zu priorisieren, wie z. B. die in Litauen zu stationierende Panzerbrigade oder die Mittleren Kräfte. Wenn dann noch die Einsatz- und Versorgungsreife sowie Interoperabilität mitbetrachtet werden, bringt dies den geforderten Mehrwert in die Truppe.

Flexibles Denken und kritisches Hinterfragen von vermeintlich Bewährtem sind nun viel mehr in der Beschaffung gefragt als vorher. Mit den Konzept- und Positionspapieren UxS/LMS hat das Amt für Heeresentwicklung seine Hausaufgaben gemacht. Grundsätzlich lassen sich folgende Standardanforderungen an ein



Foto: Bw/Malsam

Unbemanntes bodengebundenes Fahrzeug THEMIS.

Unmanned Aerial System stellen:

- Marktverfügbares Produkt,
- Standard-Nutzlastträger (kleinst-klein-mittel-schwer),
- Standard-Kommunikationsmodul Drohne-Boden,
- Standard-Betriebssystem.

Mehrwert in die Truppe bringen

Die Frage „Welchen Mehrwert bringt das UxS in die Truppe?“ ist das Hauptkriterium für alle am Planungs- und Entwicklungsprozess beteiligten Dienst-



ECHTE SCHWARMFÄHIGKEITEN

LEGION-X

Wir kombinieren modernste Robotik, fortschrittliche Sensoren und umfassendes Missionsmanagement, um Streitkräfte in Multi-Domain-Szenarien durch autonome, halbautonome oder HMT-Lösungen bestmöglich zu unterstützen.

www.elbitsystems-de.com



stellen und Partner aus der Industrie und darf nie aus den Augen verloren werden. Insgesamt wurden bereits bzw. werden drei Schritte bei der Einführung von Unmanned Systems und Loitering Munition Systems in die Truppe umgesetzt. Diese Schritte folgen zeitlich aufeinander, können aber ineinander übergreifen oder sogar parallel ablaufen.

Erstens gilt es, die Anfangsbefähigung UxS/LMS breit in der Truppe, vor allem im Bereich Unmanned Aerial Systems, herzustellen. Kurzfristige Maßnahmen, wie das Erhöhen der Stückzahlen bestehender Systeme und das Beschaffen ausgewählter, handelsüblicher (hü) UAS, zeigen bereits erste Erfolge. Die Kommandeure können selbst mit ihren flexiblen Haushaltsmitteln sofort eigene handelsübliche Systeme kaufen, um in Deutschland zu üben, auszubilden und truppengattungsspezifische Verfahren festzulegen.

Die bereits angewiesene kurzfristige Ausstattung mit handelsüblichen Systemen stellt eine erste Befähigung der Truppe sicher, die gleichfalls auch den planerischen, konzeptionellen und operativen Erfahrungsgewinn im Umgang mit UAS innerhalb der Bundeswehr beschleunigt. Sicherlich kann hier nicht Wert auf die Versorgungsreife gelegt werden. Es wird auch nicht immer die 100-Prozent-Lösung sein. Es sind aber alle möglichen Wege zu beschreiten, um UxS und LMS zügig ins Heer einzuführen. Weiterhin werden zusätzliche unbemannte Systeme in den Jahren 2025/26 beschafft und auf die Verbände/Dienststellen verteilt.



Foto: Bw/Siefken

Das hocheffiziente unbemannte System zur Aufklärung mittlerer Reichweite (HUSAR) während der Wintererprobung.

Zweitens wird das Ziel der Vollausrüstung verfolgt. Hier sollen die Stückzahlen erhöht und Systeme modernisiert werden. Letztendlich gilt es, die Ersatz- bzw. Ergänzungsbeschaffung und Massenproduktion mit Blick auf einen möglichen Kriegseinsatz anzugehen. Die Herausforderungen sind klar: Welche Forderung ist wirklich realisierbar? Was sind die Entwicklungen in der Zukunft? Welche Strukturen benötigt das Heer hierfür? Wie halten wir Schritt mit den kurzen Innovationszyklen? Welches System ist das bessere, erfüllt also am schnellsten die Fähigkeitsforderungen und bringt den höchsten Mehrwert für die Truppe?

Ein paar Antworten erhalten Forscher, Entwickler und Nutzer, indem sie Muster von UxS/LMS gemeinsam testen. Und genau das wurde bereits 2023 durchgeführt. Beispielsweise testeten Versuchskräfte des Heeres das unbemannte bo-

dengebundene Fahrzeug THeMIS (Tracked Hybrid Modular Infantry System) mit schwerem Maschinengewehr sMG 12,7 mm bei einem Übungsschießen auf dem Truppenübungsplatz Munster. Das Testen wird in diesem Jahr mit der Experimentalserie Land fortgeführt und intensiviert.

Zunächst werden sogenannte Testmuster von unbemannten Systemen und Loitering Munition Systemen Einzeltestungen unterzogen, um die technische Leistungsfähigkeit und Handhabbarkeit zu überprüfen. Dann werden diese Testmuster miteinander vernetzt. Beispielsweise muss es möglich sein, dass ein aufklärendes UAS einem wirkungsbereiten LMS Daten zur Zielbekämpfung in nahezu Echtzeit übermittelt. Anschließend wird die Integration im Informations- und Kommunikationsverbund getestet.

Anforderungen an Unmanned Systems und Loitering Munition Systems

Es gilt nicht nur schnell, sondern auch das richtige System in die Truppe zu bringen. Um das richtige System auszuwählen, sind die nachfolgend aufgeführten, ausgewählten Aspekte zu beachten.

Beim Einsatz UxS/LMS und dem Informationsaustausch zwischen Sensoren und Wirkmitteln kommt es darauf an, dass alle hierfür erforderlichen Informationen vollständig und in nahezu Echtzeit in einem Aufklärungs- und Wirkungsverbund zur Verfügung gestellt werden. Die Informationen sollen auch nur der oder den zu unterstützenden Führungsebene(n)

Foto: Bw/Dahl



Nahe Zukunft – Drohnenschwarm mit einem Kampfpanzer Leopard in offener Stellung (Modell).

zur Verfügung stehen. Die zukünftigen Systeme, die in den Informations- und Kommunikationsverbund Land integriert werden sollen, müssen daher über eine einheitliche Schnittstelle angebunden werden.

UxS/LMS stellen für die Logistik in der Regel eine neue Herausforderung dar. Bei der Versorgung von unbemannten Systemen mit Betriebsstoff, Energie und Munition ist möglichst auf bestehende logistische Verfahren zurückzugreifen. LMS sind Munition und daher mit dem prognostizierten Bedarf im logistischen System zu bewirtschaften und zu bevorraten.

Kleine UxS, die mit hohen Stückzahlen in die Truppe eingeführt werden, sollten eher wartungsarm sein. Die dann erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen müssen so einfach sein, dass der Bediener sie vor Ort ohne Sonderwerkzeuge durchführen kann. Größere UxS sollten eher modular konstruiert sein, um nur einzelne Baugruppen bei Bedarf zu tauschen und aufwendige Verfahren der Instandsetzung in der Truppe zu vermeiden.

Die Dominanz im elektromagnetischen Spektrum ist Voraussetzung für Einsatz und Abwehr von Drohnen und notwendig für eine Überlegenheit und Überlebensfähigkeit auf dem Gefechtsfeld. Ein elektromagnetischer Angriff auf die Daten- und Kommunikationsverbindungen zwischen dem UxS und der Kontrollstation kann zum Missionsabbruch, beim UAS zum Absturz führen. Die Steuerungssignale werden dabei gezielt gestört oder verändert und tragen so zum Kontrollverlust über das unbemannte System bei.

Diese Signale sind sowohl für die Navigation aufgrund der Positionsdaten als auch für die Synchronisation der Steuer- und Datenverbindungen von wesentlicher Bedeutung für den Einsatz von unbemannten Systemen. UxS/LMS müssen daher auch in einem umkämpften elektromagnetischen Umfeld operieren können. Dabei muss das Prinzip gelten: Je hochwertiger das System, desto besser geschützt gegen feindlichen elektronischen Kampf muss es sein. Verschlüsselte Datenprotokolle und redundante Steuer-

systeme sind nur zwei von vielen möglichen Maßnahmen, die bei der Auswahl bzw. Konstruktion betrachtet werden müssen.

Zusammenfassung

Unmanned Systems und Loitering Munition Systems sind wesentliche Technologietreiber und Enabler der Beschleunigung von der Aufklärung bis zur Bekämpfung des Ziels, aber auch für Führungsunterstützungs- als auch Transportaufgaben im Verbund Führung – Aufklärung – Wirkung – Unterstützung. Die neuen Möglichkeiten zur Führung, Aufklärung, Durchführung von präzisen, abstandsfähigen Angriffen und Unterstützungsleistungen durch unbemannte Systeme werden die Art und Weise, wie Landstreitkräfte in Zukunft operieren, weiter verändern. Um siegreich in einem Szenario Landes- und Bündnisverteidigung zu sein, benötigt das Heer eine Vielzahl an unbemannten Systemen in allen Domänen. ■



Eingehende Analyse der aktuellen globalen Sicherheitspolitik und ihrer Herausforderungen

Rolf Clement / Detlef Puhl

»DIE ZUKUNFT DER SICHERHEIT«

Broschur / 232 Seiten / Format 14,8 x 21 cm

€ (D) 22,95 / ISBN 978-3-8132-1128-3

JETZT BESTELLEN

Webshop: koehler-mittler-shop.de / E-Mail: vertrieb@koehler-mittler.de / Tel: 040 70 70 80 321
Maximilian Verlag, Stadthausbrücke 4, 20355 Hamburg oder im Buchhandel

Unbemannte luftgestützte Aufklärung – quo vadis Heer?

Oberstleutnant René R.

In zukünftigen Konflikten und Kriegen können einfache, kostengünstige und/oder improvisierte luftgestützte Sensoren und Effektoren zu signifikanten taktischen und operativen Wirkungen auf dem gesamten Gefechtsfeld über fast alle Dimensionen hinweg führen. Die Bundeswehr und insbesondere das Deutsche Heer müssen umgehend, aber auch nachhaltig bis 2040 befähigt werden, systematische Bedrohungslagen durch neue Sensoren und Effektoren zu erfassen, zu bewerten und zu bekämpfen.

Frühzeitige Detektion, Klassifizierung und Identifizierung sowie deren Bewertung spielen bei der Schaffung von Informationsüberlegenheit eine übergeordnete Rolle, insbesondere bei der Betrachtung von Quantität und Prozess(-geschwindigkeit). Betrachtet man die derzeitigen Konflikte und Kriege, ist festzustellen, dass besonders der Einsatz unzähliger unbemannter Luftfahrzeuge in verschiedensten Größen und mit unterschiedlichsten Funktionen (Sensor, Effektor) überdurchschnittlich zugenommen hat. Beispielsweise ist anhand der derzeitigen Kriegführung Russlands grundsätzlich ein typisches Schema aus vier Kernpunkten zu erkennen:

- zeitlich und räumlich zusammenhängender Einsatz von Wirkmitteln, auch unbemannter Luftfahrzeuge, im Sinne einer Übersättigung des Luftraumes,
- Nutzung von unbemannten Luftfahrzeugen als Sensor in enger Verbindung mit den möglichen Wirkmitteln (Sensor-to-Shooter-Kette),
- Nutzung von unbemannten Luftfahrzeugen als Repeater von Uplink-/Downlink-Signalen zur Steuerung weiterer unbemannter Luftfahrzeuge,
- Nutzung von verschiedensten Ausführungen unbemannter Luftfahrzeuge.

Autor:
Oberstleutnant René R.,
10. Panzerdivision, G2-Abteilung

Foto: Bw/Marc Tessensohn



Aufklärungsdrohne LUNA vor dem Start.

Diese vier Aspekte zeigen die bereits bekannte enge Verwobenheit der Domänen Aufklärung und Wirkung. Noch im vergangenen Jahrhundert wurden Lageinformationen und Aufklärungsergebnisse für die Bekämpfung von Zielen in der Tiefe des Raumes durch bodengebundene bemannte Spähkräfte gewonnen. In der heutigen Zeit wird dies im Schwerpunkt durch weltraumgestützte oder luftgestützte Sensoren sichergestellt. Diese bieten den Vorteil, dass ohne den unmittelbaren Einsatz von Personal im Gefahrenbereich Informationen in Echtzeit gewonnen werden können. Zugleich kann eine präzise Bekämpfung (Sensor-to-Shooter) eingeleitet werden. Dieser zu erwartende Trend wird eine weitere Steigerung der Nutzung von unbemannten Systemen (bodengebunden, luft- und seegestützt) begünstigen.

Das Deutsche Heer hat bereits auf diese Entwicklungen reagiert. Schon auf Verbandsebene besteht die Möglichkeit, handelsübliche unbemannte Luftfahrzeuge für Ausbildung und Übung zu beschaffen. Dieses führt zu einer notwendigen Schärfung des Bewusstseins in der Truppe und der weiteren Professionalisierung. Allerdings besteht die Notwendigkeit, dass die Bundeswehr und insbesondere auch das Deutsche Heer umgehend und langfristig befähigt werden, diesen Weg weiterzugehen. Denn der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen ist mittlerweile ein Standard und Grundpfeiler der modernen Kriegsführung geworden. Ein Ende der stetigen Weiterentwicklung von Systemen, Verfahren und Technologien ist nicht absehbar.

Bereits heute ist auffällig, dass der Einsatz von kostengünstigen, unbemannten Systemen einfacher Bauweise quantitativ im Vergleich zu hoch technologisierten Systemen gestiegen ist. Zudem werden vermehrt sogenannte Loitering Munition Systems oder auch Kamikaze-Modelle eingesetzt, um unmittelbar nach der Zieldetektion (Sensor) dieses auch zu bekämpfen (Effektor). Der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen, umgangssprachlich auch Drohnen genannt, steht noch am Anfang der Entwicklung.

Unbemannte luftgestützte Aufklärung und Wirkung im Deutschen Heer

Ziel muss es sein, durch Erhöhung der Stückzahlen aus den verschiedenen Kategorien den nutzenden Truppenteilen die Flexibilität zu geben, um auf verschiedenste Lagen zu reagieren. Es werden kostengünstige, handelsübliche Drohnen in hoher Stückzahl benötigt, um die Verbände des Deutschen Heeres damit für die eigene Ausbildung und Inübunghaltung auszustatten. Nur was schon im Frieden geübt wird, kann im Konflikt- oder Kriegsfall erfolgreich zum Einsatz kommen. Die Belastungsprobe liegt hierbei aber weniger auf der Truppe oder dem Beschaffungsprozess an sich.

Vielmehr gilt es, einen Weg zu finden, die zum Teil selbst auferlegten nationalen Regularien zum Gebrauch von handelsüblichen Drohnen nicht durch weitere Auflagen zu erschweren. Einerseits kann jeder ein Drohnen-Spielzeug einer kleinen Drohnenklasse

(z. B. Open CO – bis 250 g, C1 – bis 900 g Startgewicht)) über einen Internetversandhändler erwerben und dieses auch ohne allzu strenge Auflagen einfach nutzen. Andererseits muss ein Drohnen-Bediener in der Bundeswehr für Drohnen der Klassen *Speziell* und *Zulassungspflichtig* vor einer vorschriftenkonformen Inbetriebnahme des Geräts erst noch zeitaufwendige Ausbildungen absolvieren und Zertifizierungen erwerben.

Aus militärischer Sicht müssen diese einfachen Systeme die Fähigkeiten aufbringen, im Nah- und Nächstbereich aufzuklären und durch den Operator gezielt zur Wirkung gebracht zu werden. Dem gegenüber stehen die komplexeren Systeme mit weitreichendem Aktionsradius. Hierbei gilt, robuste, unbemannte Luftfahrzeuge gegen fremdeinwirkende Störversuche auf Navigations- und Kommunikationssysteme zu entwickeln und einzusetzen. Auf diese Weise kann mit Hightech-Lösungen gegen die im elektromagnetischen Spektrum absehbaren Störaktionen gewirkt werden. Auch die Kombination von Sensor und Effektor sind zukünftig unabdingbar, um eine möglichst verzugslose Identifikation von Zielen sowie deren Bekämpfung sicherzustellen.

Derzeitig sind unbemannte Luftfahrzeuge im Deutschen Heer noch immer eine nicht voll ausgeschöpfte Fähigkeit. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der eingesetzten Systeme. Zur luftgestützten Aufklärung im Nahbereich bis mittleren Bereich zur Aufklärung im Verantwortungsbereich einer Division

(60 bis 75 km) kann das Deutsche Heer auf eigene Systeme wie LUNA (Luftgestützte Unbemannte Nahaufklärungs-Ausstattung) und KZO (Geräteausstattung Kleinfluggerät Zielortung), ab 2025 auch auf HUSAR (Hocheffizientes, unbemanntes System zur abbildenden Aufklärung in mittlerer Reichweite) zurückgreifen.

Für beide Systeme sind komplexe Instandhaltungsabläufe notwendig, sie binden zudem vergleichsweise viel Bedienungspersonal. Für Aufträge der Landes- und Bündnisverteidigung, wie etwa für die Aufklärung und Wirkung in der Tiefe des Raumes, sind unbemannte Luftfahrzeuge in der Anzahl nur deutlich begrenzt vorhanden. Darüber hinaus stellt sich hier sicher auch die Frage, wie die Versorgung und der Nachschub mit vollständigen Ersatzfluggeräten und benötigten Ersatzteilen durch die Herstellerfirmen sichergestellt werden können.

Die deutschen Streitkräfte und verbündete internationale Partner müssen sich auch langfristig, in den kommenden fünf bis zehn Jahren, Gedanken im Bereich der Landkriegsführung machen. Dies betrifft etwa die Planung von neuen oder der Modernisierung bestehender Fähigkeiten sowie die derzeit betrachtete und „gewohnte“ Kriegsführung generell. Allerdings erlauben die bereits vorhandenen technischen Möglichkeiten auch schon eine starke Reduzierung von Personal in vielen Bereichen. Nicht nur die Truppe am vorderen Rand der Verteidigung kann hier von unbemannten Systemen in der Aufklärung und Wirkung entlastet und unterstützt werden. Beispielhaft soll anhand folgender drei Aspekte der zwingende Bedarf zur Weiterentwicklung von eigenen Prozessen und Verfahren aufgezeigt werden:

- Aufklärung in der Tiefe des Raumes (Deep Fight),
- Wirkung im Close Fight (Kampftruppe),
- Kampfunterstützung durch Heeresflieger.

Aufklärung in der Tiefe des Raumes (Deep Fight)

Wer es schafft, die feindlichen Kräfte bereits abzunutzen, bevor diese sich auf die eigenen Truppen auswirken können, kann die Grundlagen eines erfolgreichen Gefechtes legen. Hierzu führen heutige Landstreitkräfte den sogenannten



Foto: Bw/Mario Bähr

KZO beim Start.

Deep Fight, den Kampf in der Tiefe des Raumes. Damit Ziele wirksam bekämpft werden können, müssen diese zuvor identifiziert und präzise aufgeklärt werden. Der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen in großer Anzahl, die ausgestattet sind mit robusten Navigations- und Ortungssystemen sowie einem resilienten Kommunikationssystem, kann diesen Kampf in der Tiefe

die Stärke der eingesetzten Truppe reduziert werden. Zur Schaffung eines klaren Lagebildes ist hier mit diversen handelsüblichen Kleinstdrohnen eine ständige und lückenlose Überwachung des Gefechtsvorfeldes sicherzustellen.

Diese Drohnen müssen nicht auf Hightech basieren, sondern einfach und kostengünstig sein. Somit können die eigenen Soldatinnen und Soldaten in einer

Systeme und werden von Piloten innerhalb des Luftfahrzeuges gesteuert und bedient. Mit der heutigen Technik könnte auch hier bereits eine Reduzierung des eingesetzten Personals sowie der Kosten von Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung erreicht werden (bis zu 4,5 Millionen Euro pro Jahr/Fluggerät). Sowohl der Kernauftrag der heutigen Kampfhubschrauber zur Bekämpfung von gepanzerten und ungepanzerten Bodenzielen als auch der von Unterstützungshubschraubern kann zukünftig durch kostengünstigere und in der Wirkung vergleichbare, unbemannte Luftfahrzeuge sichergestellt werden.

Ein erster Schritt könnte die strukturelle Neuordnung des Deutschen Heeres sein, indem auf Divisions- und Brigadeebene UAS-Bataillone (Unmanned Aircraft System, unbemannte Luftfahrzeuge) geschaffen werden. In diesen müssten die Systeme der großen und mittleren Reichweite gebündelt und unter einheitlicher Führung eingesetzt werden. Zusätzlich ist bis auf unterster taktischer Ebene der Einsatz von eigenen Kleinstdrohnen zur Aufklärung und Wirkung im Nah- und Nächsbereich zu ermöglichen. Hier bietet es sich an, in den jeweiligen Kampftruppen-, Einsatzunterstützungs- und Führungsunterstützungsbataillonen die verschiedenen geforderten Fähigkeiten personell und materiell auszuplanen.

Fazit

Abschließend gilt festzuhalten, dass bei allen Überlegungen zum Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen der Mensch weiterhin als wesentlicher Faktor im militärischen Entscheidungsfindungsprozess verankert ist (Human in the loop). Der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen zur Aufklärung und Wirkung ist stets als Unterstützung und Entlastung der eigenen Truppe zu sehen. Dennoch muss das Deutsche Heer bereit sein, sich auf die neuen und sich stetig weiterentwickelnden Technologien einzulassen. Hierfür sind Maßnahmen zur Vereinfachung im Bereich der Beschaffung bis hin zur Anpassung und Neufassung anzuwendender Prozesse und Verfahren beim Nutzer im Rahmen des technischen Fortschritts erforderlich und zeitnah einzuleiten. ■



Foto: AHEntwg

HUSAR beim Katapultstart.

sicherstellen. Daraus leitet sich die Erkenntnis ab, dass das Deutsche Heer eine deutlich höhere Anzahl der bereits veranschlagten luftgestützten Aufklärungssysteme benötigen wird.

Aufklärung und Wirkung im Close Fight (Kampftruppe)

Die Kampftruppe setzt heutzutage noch immer auf den Einsatz von Gefechtsfahrzeugen (Kampf- oder Schützenpanzer) und die enge Verbindung zwischen der Bordbesatzung und den absitzenden Soldatinnen und Soldaten. Die Aufklärbarkeit und Verwundbarkeit dieser Waffensysteme und auch der einzelnen Schützen im Gelände sind, wie der Krieg in der Ukraine zeigt, signifikant gestiegen. Besonders im Bereich der Gefechtsaufklärung vor den eigenen Stellungen sowie beim Überwachen von Räumen kann hier mit unbemannten Luftfahrzeugen, aber auch mit bodengebundenen unbemannten Systemen

Infrastruktur verbleiben, die vor feindlicher Aufklärung und Wirkung schützt. Zusätzlich können auch Sicherungsmaßnahmen sowie die Bekämpfung von gegnerischen Kräften (Mensch oder Gerät) durch unbemannte Systeme eingeleitet und durchgeführt werden. Ein grundsätzlicher Verzicht auf den Menschen als wichtiger Faktor der Entscheidungskette ist aber explizit nicht gewollt. Daraus abgeleitet ergibt sich die Forderung, dass sich das Deutsche Heer für die Zukunft verstärkt auf unbemannte Systeme in großer Anzahl bereits auf unterster Ebene abstützen muss.

Kampfunterstützung durch Heeresflieger

Die Bundeswehr und das Deutsche Heer im Besonderen setzen heutzutage noch immer auf den Einsatz von bemannten Systemen zur Kampfunterstützung, zum Beispiel von Kampfhubschraubern. Dies sind extrem komplexe und kostspielige

Unbemannte Systeme

Eine Analyse aus Sicht der Zukunftsentwicklung

Oberstleutnant Thomas Doll

Kriege führen zwangsläufig auch immer zu einer beschleunigten Entwicklung von Waffentechnologie, da die Kriegsparteien versuchen, durch technologischen Vorsprung Vorteile in der Gefechtsführung zu erreichen.

Während des Zweiten Weltkrieges sah man in der Panzer- und Flugzeugwaffe großes Potenzial, was die Entwicklung dieser Systeme stark beschleunigte.

Drohnen im Ukrainekrieg

Im Ukrainekrieg werden von beiden Kriegsparteien unbemannte Systeme unterschiedlichster Art eingesetzt. Das Spektrum reicht von bewaffneten First-Person-View-Drohnen zur Bekämpfung beweglicher Ziele im Nahbereich bis hin zu Langstreckendrohnen zur Bekämpfung von Infrastrukturelementen in der Tiefe des Gefechtsfeldes. Die

Reality). Der Drohnenpilot erlebt durch die VR-Brille eine hohe Immersion. Er kann das System steuern, als ob er im Cockpit eines Flugzeugs säße. Flug- und Reaktionsgeschwindigkeit nehmen merklich zu. Hinzu kommt, dass Drohnen dieser Art nur schwer abzuwehren sind. Sie können sich bodennah annähern und gut gedeckt operieren. Der Drohnenpilot selbst operiert aus relativ sicherer Entfernung und gut geschützt.



Foto: Bw/Skiba

Der Roboter zur Aufklärung, Beobachtung und Erkundung RABE wird eingesetzt einen Gegner zu identifizieren und das Lagebild zu vervollständigen

Dem Einsatz unbemannter Systeme wird aktuell ähnliches Potenzial beigemessen, was auch hier zu einer deutlich beschleunigten Fähigkeitsentwicklung führt.

Autor:

Oberstleutnant Thomas Doll ist Sachgebietsleiter Methoden der Zukunfts- und Weiterentwicklung im Kommando Streitkräftebasis in Bonn

eingesetzten Systeme unterliegen steter Weiterentwicklung und Verbesserung. Leistungsgesteigerte Drohnen führen zu leistungsgesteigerten Abwehrsystemen und umgekehrt.

Oftmals ist es die Kombination verschiedener Technologien, die den entscheidenden Mehrwert liefert. Bei den First-Person-View-Drohnen war dies die Kombination von bewaffneten Drohnen mit moderner VR-Technologie (Virtual

Ein Entwicklungsbereich, der aktuell von größter Bedeutung ist, betrifft die Härtung der Drohnen gegen Störsignale. Sowohl russische als auch ukrainische Kräfte setzen eine Vielzahl unterschiedlichster Störsender ein, um den Gegner in seiner Operation zu behindern. Im Gegenzug werden immer neue Ansätze zum Einsatz störrésilienter Waffensysteme erprobt. Die Bandbreite reicht von Drohnen, die mittels Lichtwellenleiter

mit dem Bediener verbunden sind, bis hin zu hochautomatisierten Systemen, die im Endanflug gänzlich ohne externe Steuersignale auskommen. KI-gestützte Sensoren, die Objekte eigenständig erkennen und verfolgen, spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Aktuellen Berichten zufolge sind Entwicklungen zur Reichweitensteigerung im Gange. Hierbei werden First-

Interaktion mit dem Menschen auf einer neuen Ebene stattfinden. Alles zusammen führt zu neuen Einsatzkonzepten.

Objekterkennung

Mit der vorhandenen Bordsensorik Objekte im Gelände automatisiert erkennen und identifizieren zu können, ist ein wichtiger Schritt zur Fähigkeitssteigerung unbemannter Systeme. Der

zuverlässig klassifiziert. Tauchen auf dem Gefechtsfeld neue Systeme auf, muss das System nachtrainiert werden.

Navigation

Eine GPS-unabhängige Navigation gewinnt zunehmend an Bedeutung. Erkenntnisse aus dem Ukrainekrieg unterstreichen dies. Aktuell werden mehrere KI-gestützte Ansätze erforscht und in



Automatisierungsstufen unbemannter Systeme.

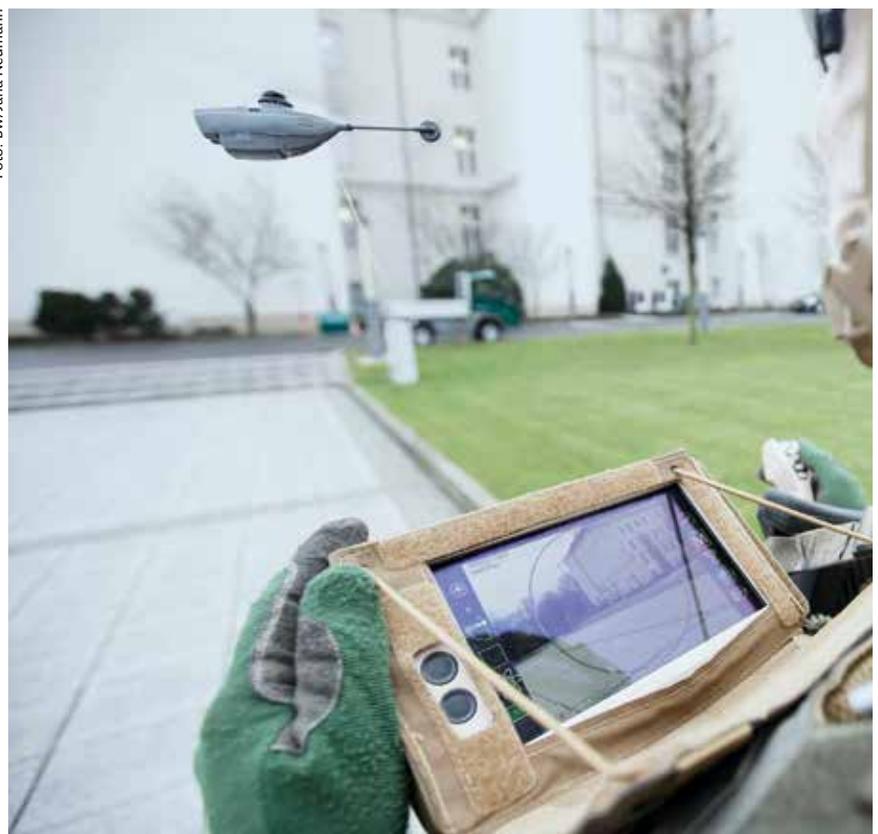
Person-View-Drohnen im Verbund mit Relais- und Transportdrohnen eingesetzt. Letztere verbringen die kleineren Systeme in ihre Einsatzräume, was zu einer Verdopplung der Eindringtiefe und zu gesteigerten Operationszeiten führt.

Die Funktionsweise von fliegenden Drohnen lässt sich grundsätzlich auf bodengebundene unbemannte Systeme bzw. fahrende Drohnen übertragen. Im Ukrainekrieg konnten sich diese bisher jedoch nicht durchsetzen. Von russischer Seite werden fahrende Drohnen zuweilen in geringen Stückzahlen zu Testzwecken eingesetzt. Interessanterweise kommt es hierbei auch immer wieder zu Gefechten mit luftgestützten Drohnen. Ein Kampf Drohnen gegen Drohnen also. Eine Situation, die noch vor wenigen Jahren undenkbar gewesen wäre, sinnbildlich aber für das Gefecht der Zukunft stehen dürfte.

Bediener kann damit weiter entlastet und in der Ausführung seiner Arbeit bestmöglich unterstützt werden. Der Bekämpfungsvorgang kann verkürzt und präzisiert werden. Mit aktuellen KI-Systemen scheint diese Aufgabe weitgehend gelöst. Objekte, die in das KI-System eintrainiert wurden, werden

Realsystemen erprobt. Die Ergebnisse sind vielversprechend. Allen Ansätzen gemein ist, dass sie verschiedene Navigationsmethoden kombinieren, um die Genauigkeit zu erhöhen. Ein KI-gestützter Karten-Gelände-Vergleich und der Einsatz von Kreiselsystemen zur Richtungsbestimmung beispielsweise. Mit-

Foto: Bw/Jana Neumann



Das System der Black Hornet besteht aus jeweils den Drohnen, der Fernsteuerung und einem tragbaren Monitor zur Auswertung der Kameraaufnahmen.

Technologische Einflussfaktoren

Die aktuell stattfindenden Entwicklungssprünge im Bereich Künstlicher Intelligenz (KI) begünstigen den Fähigkeitszuwachs unbemannter Systeme zusätzlich. Objekterkennung und Navigation, letztere ohne GPS-Signal, können zunehmend automatisiert ausgeführt werden. Durch den Einsatz generativer KI-Systeme wird es auch möglich sein, vom System eine Lagebeurteilung vornehmen zu lassen. Zudem kann auch die

tels vorgegebener Wegpunkte können unbemannte Systeme damit auch heute bereits ohne Fernsteuerung hinreichend genau navigieren.

Lagebeurteilung

Gemeinsam mit der Firma Airbus Defence and Space und dem Berliner Start-up Deepset arbeitet das Kommando Streitkräftebasis aktuell daran, taktische Verhaltensmuster in generative KI-Systeme einzutrainieren. Ein speziell hierfür entwickeltes Gefechtsfeldsimulationssystem wird verwendet, um für gegebene Lagen Gefechtsverläufe zu berechnen. Mit diesen wird ein generatives KI-System so trainiert, dass taktische Fragen im Kontext einer Lage sinnvoll beantwortet werden können. Diese neue Fähigkeit kann mit wenigen Anpassungen auch zur Steuerung unbemannter Systeme verwendet werden. Diese werden damit befähigt, sich taktisch sinnvoll auf dem Gefechtsfeld zu bewegen. Eine Fähigkeit, die bisher ausschließlich dem Menschen vorbehalten ist.

Interaktion

Die Entwicklung generativer KI-Systeme schreitet mit großer Geschwindigkeit voran. Kaum eine Woche vergeht, in der nicht ein neues KI-Modell herauskommt, welches wieder besser als sein Vorgänger ist. Chatbots sind in der Lage, Antworten zu liefern, die denen eines Menschen ebenbürtig sind. Roboter können sprachliche Anweisungen verstehen und umsetzen. Erstmals ist es möglich, auf natürliche Weise mit einem Computer zu interagieren. Mittels Texteingabe oder natürlicher Sprache. Auch eine Kommunikation mit Gesten ist vorstellbar. All das lässt sich auch auf die Interaktion mit unbemannten Systemen übertragen, was auch hier ganz neue Möglichkeiten eröffnet.

Human-Machine Integrated Formations (H-MIF)

In den US-Streitkräften wird derzeit ein neues Konzept zum Einsatz unbemannter Systeme untersucht. Dieses geht über die bisherigen Vorstellungen weit hinaus. Unbemannte Systeme sollen demnach integraler Bestandteil militärischer Einheiten werden und eigenständig Aufträge erledigen kön-



Foto: BW/Skiba

Aufklärungsroboter RABE und die Drohne MIKADO im Verbund eingesetzt.

nen. Gegen erkannten Feind sollen, wo immer möglich, unbemannte Systeme zum Einsatz kommen. Damit wird dem Schutz des eigenen Personals auch unter demografischen Gesichtspunkten höchste Bedeutung beigemessen. Ersten Erkenntnissen zufolge ist ein gut funktionierendes, benutzerfreundliches, resilientes und leistungsstarkes IT-Netzwerk entscheidend für eine erfolgreiche Integration. Zudem müssen die Systeme über das richtige Maß an Autonomie verfügen. Wie das Konzept am Ende aussehen wird, ist derzeit noch unklar.

Die dargestellten Automatisierungsstufen befähigen unbemannte Systeme, zunehmend auch ohne menschlichen Eingriff Aufträge auszuführen. Der aktuell stattfindende Technologiehype um die Entwicklung generativer KI-Systeme unterstützt diese Entwicklung. Gleiches gilt für die dynamische Technologieentwicklung im Umfeld des Krieges in der Ukraine. Insbesondere die Überlegungen um das Thema Human-Machine Integrated

Formations lassen erkennen, welche große Bedeutung unbemannten Systemen zukünftig beizumessen ist. Es ist sicher nur eine Frage der Zeit, bis das neue Einsatzkonzept auch in der NATO Anklang findet und international diskutiert wird.

Erkenntnisse

Unbemannte Systeme sind ein logischer Schritt in der fortschreitenden Automatisierung mechanisierter Waffensysteme. Gegenüber klassischen, mit Menschen besetzten Systemen bieten sie vielfältige Vorteile. Da auf Schutz weitgehend verzichtet werden kann, können sie kleiner und leichter gebaut werden. Das wiederum macht sie schneller und wendiger. Ideale Abwehrsysteme existieren derzeit nicht. Zudem können unbemannte Systeme, in Schwärmen eingesetzt, die gegnerische Abwehr überfordern. Bewaffnete Drohnen können lange Zeit über dem Zielgebiet kreisen (loiteren), eigenständig Ziele aufklären und bekämpfen. Die Zeit zwischen Aufklärung

und Bekämpfung kann hierdurch deutlich reduziert werden, was einen entscheidenden Vorteil in der Bekämpfung beweglicher Ziele darstellt.

Mehrfach bewährt haben sich Dual-Use-Systeme. Sie sind deutlich kostengünstiger als militärische Spezialprodukte und können, zweckmäßig adaptiert, effektiv eingesetzt werden. Zudem sind durch die geringen Herstellungskosten deutlich höhere Stückzahlen realisierbar. Die vielfältig genutzten First-Person-View-Drohnen sind ein gutes Beispiel dafür, dass Krieg auch immer eine wirtschaftliche Dimension hat. Die Fähigkeit, mit kostengünstigen Drohnen teure Waffensysteme zu zerstören, wird zunehmend als Paradigmenwechsel in der Gefechtsführung landbasierter Operationen verstanden. Aktuelle Beobachtungen im Ukrainekrieg unterstreichen diese Einschätzung.

Die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Militär trägt maßgeblich zum Einsatzserfolg moderner Waffensysteme bei. Geistige Beweglichkeit, Ideenreichtum und Mut für neue und unkonventionelle Ansätze bilden die Basis für eine erfolgreiche Fähigkeitsentwicklung. Maßnahmen und Gegenmaßnahmen in der Anpassung bestehender Waffensysteme sind im Ukrainekrieg an der Tagesordnung. Wer hier schneller ist, hat Vorteile im Gefecht. Die eingesetzten Systeme müssen diese Anpassbarkeit mitbringen. Insbesondere Software muss in kurzen Zyklen angepasst, getestet, zertifiziert und wieder eingesetzt werden können. Ein Aspekt, der aktuell unter dem Begriff „Software Defined Defence“ intensiv diskutiert und untersucht wird.

Aktuelle Kriege und die Entstehung generativer KI-Systeme haben die Entwicklung unbemannter Systeme massiv beschleunigt. Dieser Trend wird sich weiter fortsetzen. Die aktuell stattfindende Erhöhung des operativen Tempos, die spürbar veränderte Bedrohungslage sowie die demografische Entwicklung erfordern zunehmend den Einsatz unbemannter Systeme. Die Automatisierung von Objekterkennung, Navigation, Lagebeurteilung und der Interaktion mit dem Menschen stellen Schlüsselfähigkeiten dar, die es rasch weiterzuentwickeln gilt. In Anlehnung an das amerikanische Konzept „Human-Machine Integrated Formations“ müssen eigene Konzepte für den Einsatz unbemannter Systeme entwickelt werden. ■

Einsatz Unbemannter Systeme bei ausgewählten Unterstützungskräften

Auch in den Fähigkeitskommandos der Streitkräftebasis werden Überlegungen zum Einsatz Unbemannter Systeme vorangetrieben. Deren Ausrichtung ist gleichermaßen vielfältig, wie die Ausrichtung der Unterstützungskräfte selbst.

In der **Feldjägertruppe** sind aktuell mehrere Unbemannte Systeme in Planung. Der bodengebundene Kleinroboter RABE beispielsweise. Ein elektrisch angetriebenes, geländegängiges Miniaturkettenfahrzeug mit Rundumkamerasystem und Nachtsichtfähigkeit, welches in unübersichtlichen Szenarien eingesetzt wird, um das vorhandene Lagebild zu verdichten. Ein weiteres Beispiel ist die Nanodrohne Black Hornet. Ein handtellergroßer Nanohelikopter mit hochauflösenden Optiken und Wärmebildkameras. Im Präzisionsschützenwesen kann die Black Hornet Beobachtungsergebnisse liefern und damit ebenfalls zu einem besseren Lagebild beitragen. Das größte Mitglied in der Familie Unbemannter Systeme der Feldjägertruppe wird das System Marshal sein. Ein Langstreckenflieger mit Vertical Take Off and Landing Eigenschaften. Marshal hat eine Flügelspannweite von drei Metern und soll die Feldjägertruppe bei der Überwachung kritischer Infrastruktur im rückwärtigen Raum sowie im Verkehrsleitnetz bei der Marschstraßenüberwachung unterstützen.

Auch bei den **ABC-Abwehrkräften** sind umfangreiche Überlegungen zum Einsatz Unbemannter Systeme im Gange. Im Bereich der ABC-Aufklärung stellt insbesondere die Überwachung von großen Räumen eine erhebliche Herausforderung dar. Aktuell kann der Auftrag nur punktuell und zeitlich begrenzt mittels fahrzeuggestützter Sensorik durchgeführt werden. Ein über einen ganzen Gefechtsstreifen hinweg aufgespanntes Sensornetzwerk aus Unbemannten Systemen dahingegen, könnte eine flächendeckende kontinuierliche Detektion von Kampf- und Gefahrstoffen ermöglichen. Gleichmaßen werden auch im Bereich der Kontaminationsüberwachung Anwendungsmöglichkeiten gesehen. Derzeit müssen die Grenzen eines kontaminierten Gebiets durch Einzelmessung bestimmt und nach meteorologischer Verschiebung aufwändig nachgemessen werden. Unbemannte Systeme könnten die räumlichen Grenzen der Kontamination mittels Schwarmintelligenz kontinuierlich bestimmen und die gewonnenen Daten für die ABC-Abwehrberatung echtzeitnah der Truppenführung bereitstellen.

Die **Logistiktruppe** beabsichtigt durch den Einsatz Unbemannter Systeme einen Fähigkeitsgewinn in den Bereichen Transport und Lagerhaltung zu erzielen. Technologisch kommt dabei den Parametern Reichweite und Traglast eine besondere Bedeutung zu. Die Integration in bestehende militärische Systeme ist zu gewährleisten. Zudem ist auf sichere und resiliente Kommunikation, einfache Wartung und witterungsunabhängigen Betrieb zu achten. Ziel ist es, zusätzliche Fähigkeiten als Add-on zur konventionellen Transportdurchführung zu generieren und damit an Flexibilität, Reaktionsfähigkeit und Kapazität zu gewinnen sowie den ohnehin knappen Personalkörper von nicht originären Aufgaben freizumachen. Im Krisen- und Kriegseinsatz kommt es besonders darauf an, schwierige bzw. gefährliche Geländeabschnitte zu überwinden und auf Lageänderungen ad-hoc reagieren zu können. Für den Einsatz in Deutschland rücken Aufgaben des innerbetrieblichen Transportes sowie des autonomen Güterverkehrs zwischen Bundeswehrliegenschaften in den Fokus der Untersuchungen. So sind es vor allem standardisierte Transportprozesse und -wege sowie Routineaufgaben innerhalb der Einrichtungen der Depotorganisation, die zukünftig durch Unbemannte Transportsysteme abzuleisten sind.

Bedeutung von unbemannten Systemen für die Kriegsführung in Landoperationen

Major Peter Schwall

Der Einsatz von unbemannten Systemen in Landoperationen hat sich zu einem bedeutenden Aspekt der modernen Kriegsführung im 21. Jahrhundert entwickelt. Die eingesetzten Systeme reichen von unbemannten Luftfahrzeugen über unbemannte Landfahrzeuge bis hin zu unbemannten Über- und Unterwasserfahrzeugen.

Im zivilen Sprachgebrauch werden diese Systeme auch mit dem Begriff „Drohne“ umschrieben; der militärische Fachbegriff lautet „Unmanned System“ (UxS), wobei das x durch die Dimension (Ground, Aerial, Sea) ersetzt wird. Der Begriff UxS

erforderlichen Komponenten zum Betrieb wie Kontrollstation, Bediener, ggf. erforderlicher Start- und Landeorganisation sowie der Instandsetzung umfasst.

Das Heer setzte bereits in den 1990er-Jahren Unmanned Aircraft

Weltweit wurde um die Jahrtausendwende begonnen, unbemannte Luftfahrzeuge zu bewaffnen. Diese wurden knapp zehn Jahre später im sogenannten „Krieg gegen den Terror“ in Ländern wie Pakistan, Jemen und Somalia



Foto: Bw/Voll

Das System Drohne CL 289. Dieser Flugkörper wurde mithilfe einer Feststoffrakete gestartet, flog einen vorprogrammierten Kurs und wurde mithilfe eines Fallschirms an einem vorgeplanten Platz gelandet.

bezeichnet immer das Gesamtsystem, das neben der unbemannten Plattform inklusive Sensoren und Effektoren auch die

Autor:

Major Peter Schwall, Amt für Heeresentwicklung, Abteilung I 1 (1), Sachgebiet Wirkung

Systems (UAS) für die Heeresaufklärung in Landoperationen ein. Beispielsweise war die CL-289 eine Aufklärungsdrohne, die über eine Reihenkamera und einen Infrarotsensor verfügte. Sie wurde durch die Bundeswehr bei den Einsätzen auf dem Balkan im Rahmen des internationalen Krisenmanagements eingesetzt.

eingesetzt. Fortschreitend wurden bewaffnete UAS in weiteren internationalen Konflikten im Irak, in Afghanistan, Syrien oder in Libyen genutzt. Vor allem während des Konfliktes um das Gebiet von Bergkarabach wurden in großem Umfang bewaffnete UAS durch die aserbaidschanische Armee im Kampf gegen die armenischen Streitkräfte eingesetzt.



Das Hocheffiziente Unbemannte System zur Aufklärung mittlerer Reichweite (HUSAR) wird in der Heeresaufklärungs- und Artillerietruppe für die Lage-, Ziel- und Wirkungsaufklärung sowie Zielortung eingeführt.

Russlands Angriffskrieg gegen die Ukraine ist der erste bewaffnete Konflikt, in dem eine Vielzahl unterschiedlicher UxS massenweise für Einsatzzwecke genutzt werden. Zur Aufklärung und Erkundung kommen häufig kleine, marktverfügbare Systeme zum Einsatz. Diese werden oftmals behelfsmäßig umfunktioniert, um Wirkmittel zu transportieren und über gegnerischen Truppenteilen abzuwerfen oder direkt in ein Ziel gesteuert – umgangssprachlich als „Kamikazedrohnen“ bezeichnet – zu werden. Daneben werden auch militärische Modelle eingesetzt. Diese sind resilienter gegen Störungen im elektromagnetischen Umfeld, Störungen von GPS und in der Bauweise robuster und witterungsunabhängiger als handelsübliche Modelle.

Das Deutsche Heer setzt neben UAS u. a. Unmanned Ground Systems (UGS) zur Kampfmittelerkundung, -beseitigung und zur Aufklärung im Ortsbereich ein.

Der Einsatz von UxS nimmt in allen Dimensionen (Land, Luft, See) und Domänen (Führung, Aufklärung, Wirkung und Unterstützung) stetig zu:

In der Domäne Führung können unbemannte Systeme zu Land, auf See oder in der Luft als Relaisstation eingesetzt werden, um beispielsweise

die Reichweite von Kommunikationssystemen zu erhöhen oder ein lokales Funknetzwerk zu etablieren.

Zur Aufklärung werden unbemannte Systeme bereits seit längerer Zeit in Landoperationen eingesetzt. Die Systeme tragen im Wesentlichen zu einer Erhöhung der Aufklärungsreichweite und -dichte zu jeder Tages- und Nachtzeit bei. In der Bundeswehr sind verschiedene Aufklärungssysteme je nach Erfordernissen verfügbar: von dem Nano-UAS Black Hornet mit einigen Minuten Flugzeit und einigen hundert Metern Reichweite bis hin zu großen weitreichenden unbemannten Luftaufklärern in mittleren Flughöhen (beispielsweise Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) Heron TP). Letztere können länger im Luftraum verweilen als jedes Aufklärungsflugzeug mit seiner Besatzung. Speziell unbemannte Luftfahrzeuge liefern wichtige Informationen über Feindbewegungen, Truppenstärken und Bewaffnung und tragen so wesentlich zum Lagebild, zur Überwachung von Räumen und zum Schutz der eigenen Truppe bei.

Mittlerweile gibt es zahlreiche Möglichkeiten, wie unbemannte Systeme in der Domäne Wirkung als Effektoren eingesetzt werden können. Fliegende bewaffnete UAS sind hinreichend

bekannt. In zukünftigen Landoperationen werden unbemannte fahrende oder schwimmende Systeme vermehrt zum Einsatz kommen, die ebenfalls bewaffnet sind. Zudem werden Loitering Munition Systems (LMS) an Bedeutung gewinnen. Ein entscheidender Vorteil davon ist, dass sie als Sensor und Effektor zugleich fungieren und zunächst ohne konkretes Ziel in einen Raum gestartet werden können. Durch ihre softwaregestützte Sensorik werden dann mögliche Ziele in dem Gebiet identifiziert. Die Freigabe zur Wirkung gegen diese erfolgt durch den Bediener. Loitering Munition Systems sind mittlerweile auf allen taktischen Ebenen marktverfügbar. Diese können im Nahbereich bis Fernbereich systemabhängig weiche bis gepanzerte Ziele bekämpfen.

In der Domäne Unterstützung werden bereits heute unbemannte fahrende und fliegende Systeme erprobt. Diese sollen in zukünftigen Landoperationen zur logistischen Versorgung der kämpfenden Truppe eingesetzt werden. Durch den Einsatz unbemannter Systeme auf allen Ebenen wird das logistische Personal einer deutlich geringeren Gefährdung und körperlichen Belastung ausgesetzt. Zudem kann die Reichweite der logistischen Versor-

gung erhöht werden. Hierzu erprobt die Bundeswehr seit einiger Zeit das unbemannte Fahren, u. a. die „Elektronische Deichsel“. Damit soll das Heer bis 2031 in der Lage sein, teilautomatisierte Fahrzeuge in den Einsatz zu bringen. Militärische Konvois sollen künftig auch längere Strecken mit einem Minimum an Personal zurücklegen. Für logistische Aufgaben im Nahbereich werden auch Unmanned Ground Vehicles und unbemannte Luftfahrzeuge im Heer erprobt, um Munition, Wasser, Verpflegung oder Verwundete zu transportieren.

Bedrohung durch Unmanned Aircraft Systems

UAS haben in der heutigen Kriegsführung die häufigste Auftrittswahrscheinlichkeit. Der Aspekt „Wirken auf Abstand“ wird in zukünftigen Konflikten deutlich an Bedeutung zunehmen. Die Fähigkeit von UAS, in Echtzeit Informationen zu liefern, ermöglicht es, in der Folge reaktionsschnell auf Bedrohungen zu reagieren. Eine zusätz-

liche Bedrohung in Landoperationen stellen die Kamikazedrohnen und die bewaffneten Angriffsdrohnen dar. Diese werden genutzt, um gezielt direkte Angriffe auf Bodentruppen oder Hochwertziele (z. B. Führungseinrichtungen und Führungspersonal, Materialdepots) durchzuführen. Kleine, meist zivile Drohnen sind einfach in der Handhabung, mittlerweile für jedermann günstig verfügbar und können zudem mit einfachen Mitteln gegen Störeinflüsse modifiziert werden. Sie werden nicht nur zur Aufklärung eingesetzt, sondern auch um damit Ziele anzugreifen oder Anschläge zu verüben. Auch das Verbringen sowie der Einsatz von ABC-Kampfmitteln durch einen Gegner ist ein realistisches Szenario.

Die ständige Verfügbarkeit von Echtzeitinformationen in einem Einsatzgebiet erzeugt ein zunehmend gläserneres Gefechtsfeld, insbesondere in den vorderen Bereichen der Kampfzone. Es ist davon auszugehen, dass diese Transparenz sowohl einem Gegner zur Verfügung steht, als auch Zielvorgabe

für die eigenen Fähigkeiten durch Sensorverdichtung für das eigene Lagebild sein muss. Im Informationsumfeld werden häufig Film- und Bildmaterial über den Einsatz von UAS, die in bewaffneten Konflikten gegnerische Kräfte oder Einrichtungen angreifen, verbreitet. Diese Wirkung hat vor allem einen psychologischen Einfluss auf den Gegner und die eigenen Kräfte, da diese sich nirgendwo mehr sicher fühlen und eine Bedrohung durch Drohnen als allgegenwärtige Gefahr wahrgenommen wird.

Aufklärung und Abwehr von Unmanned Aircraft Systems

Die Aufklärung von UAS beginnt mit der Detektion, einer Freund-Feind-Erkennung und soweit möglich mit der Identifizierung. Abhängig von ihrer Radarrückstrahlfläche können Radarsysteme Luftfahrzeuge frühzeitig erfassen und ihre Flugbahn verfolgen. Zusätzlich werden Infrarotkameras verwendet, um Details über ihre Größe und Form zu sammeln. Da viele unbemannten Systeme über Funk gesteuert werden, können Systeme zur Funkfrequenzerkennung auf die Anwesenheit von Drohnen hinweisen. Hierzu werden ungewöhnliche oder verdächtige Funkaktivitäten detektiert und ausgewertet. Optische Sensoren werden genutzt, um visuelle Informationen über Drohnen und deren Payload (Sensorik/Wirkmittel) zu sammeln. Alle diese Daten müssen natürlich in Echtzeit in den vernetzten Einsatzführungssystemen verfügbar gemacht werden, um auf Bedrohungen aus der Luft durch unbemannte Systeme schnell und effektiv reagieren zu können.

Einfachere, vor allem kleinere und niedriger fliegende Systeme können sowohl durch Fähigkeiten des elektromagnetischen Kampfes (EK) als auch durch qualifizierte Flug- und Fliegerabwehrsysteme bekämpft werden. Der elektromagnetische Angriff auf die Daten- und Kommunikationsverbindungen zwischen dem UAS und der Bodenkontrollstation kann zum Absturz führen, mindestens jedoch zum Missionsabbruch. Die Steuerungssignale werden dabei gezielt gestört oder verändert und tragen so zum Kontroll-



Foto: Bw/Neumann

Das *Autonomy-Kit* ist auf dem Dach eines Lkw während des ersten Feldversuchs der sogenannten *Elektronischen Deichsel* im Rahmen des Projekts „Unbemanntes Fahren von Landsystemen in der Bundeswehr“ angebracht.



Abwehrsystem gegen unbemannte Luftfahrzeuge (ASUL).

verlust über das UAS bei. Diese Signale sind sowohl für die Navigation aufgrund der Positionsdaten als auch für die Synchronisation der Steuer- und Datenverbindungen von wesentlicher Bedeutung für den Einsatz von unbemannten Systemen.

Im Heer werden bereits heute verschiedene Systeme zur Abwehr von unbemannten Luftfahrzeugen genutzt bzw. sollen für den Einsatz beschafft werden. Dazu zählen beispielsweise der Jammer HP-47+, das Feuerleitvisier SMASH, das mobile Flugabwehrsystem Skyranger 30 oder das Abwehrsystem gegen unbemannte Luftfahrzeuge (ASUL). Mit ASUL können unbemannte Luftfahrzeuge detektiert, klassifiziert und identifiziert sowie nach Freigabe durch einen Bediener bekämpft werden. Wird ein UAS durch ASUL detektiert, werden dessen Parameter zunächst mithilfe von Datenbanken abgeglichen und der UAS-Typ kann, sofern das Signaturprofil bekannt ist, identifiziert werden. Der Bediener wird durch das System über ein vermeintliches Zielobjekt informiert und kann

dieses mit dem Kamerasystem verifizieren. Bei einer Bedrohung kann ein EK-System (Störer) auf das Zielobjekt ausgerichtet werden, um die Drohne abzuwehren oder unschädlich zu machen.

Es ist wichtig, dass die Technologie zur Aufklärung und Abwehr von Drohnen ständig weiterentwickelt wird, um mit den sich ändernden Fähigkeiten von Drohnen Schritt zu halten. Eine umfassende Herangehensweise, die verschiedene Technologien und Strategien kombiniert, ist entscheidend, um die Sicherheit vor Drohnenbedrohungen zu gewährleisten.

Zusammenfassung

Das Heer arbeitet kontinuierlich an der Weiterentwicklung von Fähigkeiten für den Einsatz von unbemannten Systemen in den Domänen Führung, Aufklärung Wirkung und Unterstützung. Der Fokus liegt dabei auf einer integrierten, vernetzten und effektiven Nutzung dieser Technologien, um den Herausforderungen der modernen Kriegsfüh-

rung gerecht zu werden. Dabei wird weiter in die Forschung und Entwicklung von unbemannten Systemen investiert. Dies umfasst den Einsatz von Schwarmsystemen, die Integration von Künstlicher Intelligenz, autonomen Flug- und Sensoriksystemen.

Im vergangenen Jahr wurde durch das Heer ein Positionspapier veröffentlicht, in dem dargestellt wird, wozu das Heer in Zukunft unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems einsetzen will. Darauf aufbauend folgt ein Konzept für den Einsatz von unbemannten Systemen und Loitering Munition Systems. Darin wird konkret festgelegt, in welchen Truppengattungen unbemannte Systeme ausgeplant und eingesetzt werden. Gemeinsam mit dem Planungsamt der Bundeswehr werden Maßnahmen umgesetzt, um Testmuster in verschiedenen Bereichen Unmanned Systems/Combat Unmanned Systems zu kaufen und diese in der jährlich fortlaufenden Experimentalserie des Heeres zu erproben.

Das Heer arbeitet eng mit der im November letzten Jahres durch Staatssekretär Hilmer eingesetzten Task Force Drohne zusammen. Diese hat zunächst Vorhaben, Themen, Projekte, Forschungsprojekte sowie kurz-, mittel- und langfristige Untersuchungsfelder für UAS kurzer Reichweite identifiziert. Diese Vorhaben und Projekte werden harmonisiert und für die gesamte Bundeswehr koordiniert.

Die neuen Möglichkeiten zur Überwachung und Aufklärung, Durchführung von präzisen abstandsfähigen Angriffen und Unterstützungsleistungen durch unbemannte Systeme werden die Art und Weise, wie Landstreitkräfte in Zukunft operieren, weiter verändern. Gleichzeitig sind jedoch sorgfältige Überlegungen zu ethischen und rechtlichen Aspekten erforderlich, um einen verantwortungsbewussten Einsatz vor allem von bewaffneten unbemannten Systemen sicherzustellen.

Alle aktuellen Arbeiten in dieser Thematik erfolgen unter einem enormen Zeitdruck. Ziel muss es sein, dass die Bundeswehr zeitnah über ausgereifte, möglichst marktverfügbare, kostengünstige Systeme in großer Stückzahl verfügt, um das eigene Fähigkeitsprofil zukunftsgerecht anzupassen. ■

Signal Intelligence – ein Element der Militärischen Aufklärung

Ansgar Heuser

Der Auftrag zur Fernmeldeaufklärung¹, engl. Signal Intelligence (SIGINT), obliegt in Deutschland dem Bundesnachrichtendienst (BND) in Kooperation mit der Bundeswehr. Als eine Form der Aufklärung mit technischen Mitteln unterliegt SIGINT dem dauerhaften Wandel auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnik, der Herausforderungen darstellt, aber auch neue Möglichkeiten bietet. Sowohl in Friedenszeiten, bei Auslandseinsätzen oder im aktuellen Szenario der Landes- und Bündnisverteidigung trägt SIGINT einen wichtigen Teil zur Verdichtung des Lagebildes der militärischen Aufklärung bei.

Unter Signal Intelligence (SIGINT) versteht man die Erfassung und inhaltliche Auswertung jedweder Form der elektronischen Kommunikation eines potenziellen oder aktuellen Gegners.

Im Vordergrund steht bei SIGINT die Gewinnung inhaltlicher Informationen. Gegenstand dieses Beitrags ist daher ausdrücklich nicht die Gewinnung technischer Informationen (Electronic Intelligence - ELINT), etwa zu Telemetriedaten von Lenkflugkörpern, den Charakteristika von Radarsignalen oder der Struktur von Freund-Feind-Kennungsverfahren.

Organisation; nationale und internationale Kooperation

Den Auftrag SIGINT nimmt innerhalb der deutschen Streitkräfte das Kommando Aufklärung und Wirkung (früher KSA: Kommando Strategische Aufklärung) wahr. Es ist Teil der Teilstreitkraft Cyber-

Autor:

Dr. Ansgar Heuser war von 1977 bis 2012, unterbrochen zwischen 1992 und 2002 von einer Tätigkeit als Abteilungsleiter im Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), Mitarbeiter beim Bundesnachrichtendienst und leitete dort seit 2009 bis zu seiner Zuruhesetzung die Abteilung „Technische Aufklärung“.

Foto: Bundeswehr



Ein Antennenfeld zur Signalerfassenden Aufklärung der Fernmeldeaufklärungszentrale Nord, die dem Kommando Aufklärung und Wirkung unterstellt ist

und Informationsraum. Im Rahmen der Zusammenarbeit auf nationaler Ebene trägt der Bundesnachrichtendienst mit seinen diesbezüglichen Fähigkeiten, zusammengefasst in der Abteilung „Technische Aufklärung“, zum Meldungsaufkommen und damit zur Gewinnung des Lagebildes bei.

Diese – arbeitsteilige – Zusammenarbeit ist Gegenstand von formalen Vereinbarungen, die jedoch den allfälligen Veränderungen der politischen und militärischen Lage anzupassen sind. Galt z. B. früher der Grundsatz, dass – sa-

lopp gesprochen – die Bundeswehr eher „taktische“ Informationen zu gewinnen versucht, wohingegen sich der BND um „Strategische“ kümmert, so ist diese Art der Arbeitsteilung angesichts einer ohnehin eher künstlichen Unterscheidung zwischen „taktisch“ und „strategisch“ längst der ebenso naheliegenden wie einfachen Devise gewichen, dass jede Seite eben das übernimmt, wofür ihr in einer konkreten Situation die benötigten personellen und materiellen Ressourcen am ehesten zur Verfügung stehen – so geschehen auch und gerade bei den

¹ Der Begriff gilt heute als veraltet.

Auslandseinsätzen der Bundeswehr. Darüber hinaus finden regelmäßige Abstimmungsbesprechungen statt, im Einsatzfall ergänzt durch gegenseitige personelle Repräsentanz in den jeweiligen Stäben.

Dieser Zusammenarbeit ist es im Übrigen außerordentlich zuträglich, dass in beträchtlichem Umfang Soldaten aus der Fernmeldeaufklärung der Bundeswehr in den Reihen der entsprechenden Organisationseinheiten des Bundesnachrichtendienstes, zeitweilig oder auf Dauer, Dienst leisten.

Von größter Bedeutung war und ist zudem die internationale Zusammenarbeit angesichts stets begrenzter Kapazitäten und unterschiedlichen, sich ergänzenden KnowHows zwischen den jeweiligen nationalen militärischen und zivilen SIGINT-Organisationen bei Erfassung wie bei Auswertung im Rahmen von NATO-, UN- oder EU-Missionen, aber auch bei gemeinsamen Manövern. Dabei reicht die Spannweite der ausgetauschten Informationen von Rohdaten, also den unmittelbaren Erfassungsergebnissen, bis hin zu ausgearbeiteten Reports.

Die gegenwärtige Veränderung der politischen Lage in Europa hat die Landes- und Bündnisverteidigung wieder auf Kosten des Schwerpunktes „Auslandseinsätze“ in den Vordergrund treten lassen. Hier kommt die eher auf langfris-

tige Aspekte ausgerichtete Aufklärungstätigkeit des Bundesnachrichtendienstes, aus dessen Augen Russland niemals verschwunden ist, auch der militärischen Aufklärung zugute.

Erfassung

Erfassung bedeutet den physikalischen Empfang einer elektromagnetischen Welle in den verschiedenen Frequenzbereichen (HF, VHF, UHF, usf.) sowie die Extrahierung der übertragenen Information. Dieser – im Einzelfall durchaus komplexe Prozess – umfasst die Elemente der Demodulation, der Decodierung, des „Auspackens“ der eigentlichen Nutzerdaten (also von Daten im engeren Sinne, aber auch von Texten, Bilddaten und digitalisierter Sprache) aus der Protokollumgebung bis hin zu ihrer letztendlichen Speicherung und Weitergabe. Das alles soll nach Möglichkeit trotz des Drucks aufgrund der heute möglichen hohen Übertragungsraten (im GHz-Bereich) „in Realzeit“ ablaufen. Dies bedeutet: da gar nicht genug Speicherplatz zur Verfügung steht, um die erfassten Rohdaten zunächst einmal zwischenzulagern, um sie dann erst der weiteren Bearbeitung zuzuführen, müssen im Takt der ankommenden „Bits“ die weiteren Prozesse ablaufen.

Insbesondere im Falle des Einsatzes nicht standardisierter Übertragungspro-

tokolle oder Datenformate durch den Gegner setzt dies eine vorherige Analyse und Rekonstruktion der eingesetzten Verfahren voraus – eine sehr anspruchsvolle Aufgabe.

Ferner ist eine Vorabselektion der überhaupt erfassten Verkehre nach bestimmten Suchkriterien (s.u. Metadatenanalyse) angesichts beschränkter Rechnerleistung und Speichervermögen des in Rede stehenden Sensors zwingend erforderlich.

Die zu erfassenden Verkehre reichen hier von Satellitenkommunikation (betrieben von stationären Erfassungsstellen im Inland) bis hin zu Richtfunkverbindungen, Mobiltelefonsystemen und Sprechfunkverkehren (letztere in Anbetracht ihrer begrenzten Reichweite vornehmlich durch mobile Sensoren im Einsatzgebiet). Im Einsatzfall dient mobile Erfassung neben der Gewinnung des Lagebildes auch der Zielerfassung und -bekämpfung. Je nach „Lage und Gelände“ ist der Einsatz terrestrischer mobiler Empfangsstationen nicht möglich oder zu riskant, sodass mobile Erfassung im Einzelfall auch von luft- oder seegestützten Plattformen aus erfolgen muss.

Mobile Erfassung im Einsatzgebiet, gepaart mit möglichst zeitnaher Auswertung, spielt eine besondere Rolle im Rahmen von Force Protection, d.h. der frühzeitigen Aufdeckung von Bedrohungen eigener oder verbündeter Streit-



Foto: Bundeswehr

Mithilfe der drei Flottendienstboote der Oste-Klasse kann die Bundeswehr See- und Küstengebiete überwachen

kräfte durch Insurgenten oder terroristische Organisationen. Soweit bei den bisherigen Einsätzen der Bundeswehr erforderlich, hat der Bundesnachrichtendienst mit seinen Möglichkeiten hier Unterstützung geleistet. Eine besondere Herausforderung stellt in diesem Falle die Auswertung der so gewonnenen Daten dar (s.d.).

In der Vergangenheit hieß Fernmeldeaufklärung neben sog. „taktischer“ Aufklärung von VHF/UHF-Verkehren durch mobile Erfassungstrupps oder ortsfeste Stationen vor allem Kurzwel-lenerfassung von deutschem Boden aus. Trotz ihrer „altmodischen“ Anmutung spielt die Kurzwelle (im Jargon HF) und damit auch ihre Erfassung auch heute noch eine wichtige Rolle. Aus Sicht des Anwenders nämlich, hier also des potenziellen oder aktuellen Gegners, bietet sie zwei entscheidende Vorteile: ihre globale Reichweite (insbesondere für maritime Verbindungen) und ihre faktische Störresistenz (im Gegensatz zu im Konfliktfall höchst gefährdeten Kommunikationssatelliten). Die früheren Nachteile von HF-Kommunikation (je nach Tageszeit und

abhängig von meteorologischen Gegebenheiten schlechte Übertragungsqualität, niedrige Datenraten) können heute, z. B. durch automatische Kanalwahl und Einsatz fehlerkorrigierender Codierungen, ausgeglichen werden, sodass selbst IP-Verkehre über Kurzwelle laufen.

Ganz neue Möglichkeiten hingegen bieten Aufklärungssatelliten, von denen aus elektronische Kommunikation überwacht wird. Ihrer Gefährdung im Konfliktfall muss man sich allerdings bewusst bleiben.

Metadatenanalyse

Die erstmalige und weiterhin schritthal-tende Aufklärung eines gegnerischen Kommunikationsnetzes setzt zunächst einmal, bevor überhaupt eine inhaltliche Auswertung erfolgen kann, eine sog. Metadatenanalyse voraus.

Hierbei geht es zunächst nicht in erster Linie um die Erschließung von Kommunikationsinhalten, es werden vielmehr die Metadaten von Kommunikation erfasst und analysiert, also die Identifikation der Verbindungspartner

anhand ihrer Kennungen und ihre geographische Dislozierung sowie Datum/Uhrzeit, Dauer und Häufigkeit von Verbindungen usf.

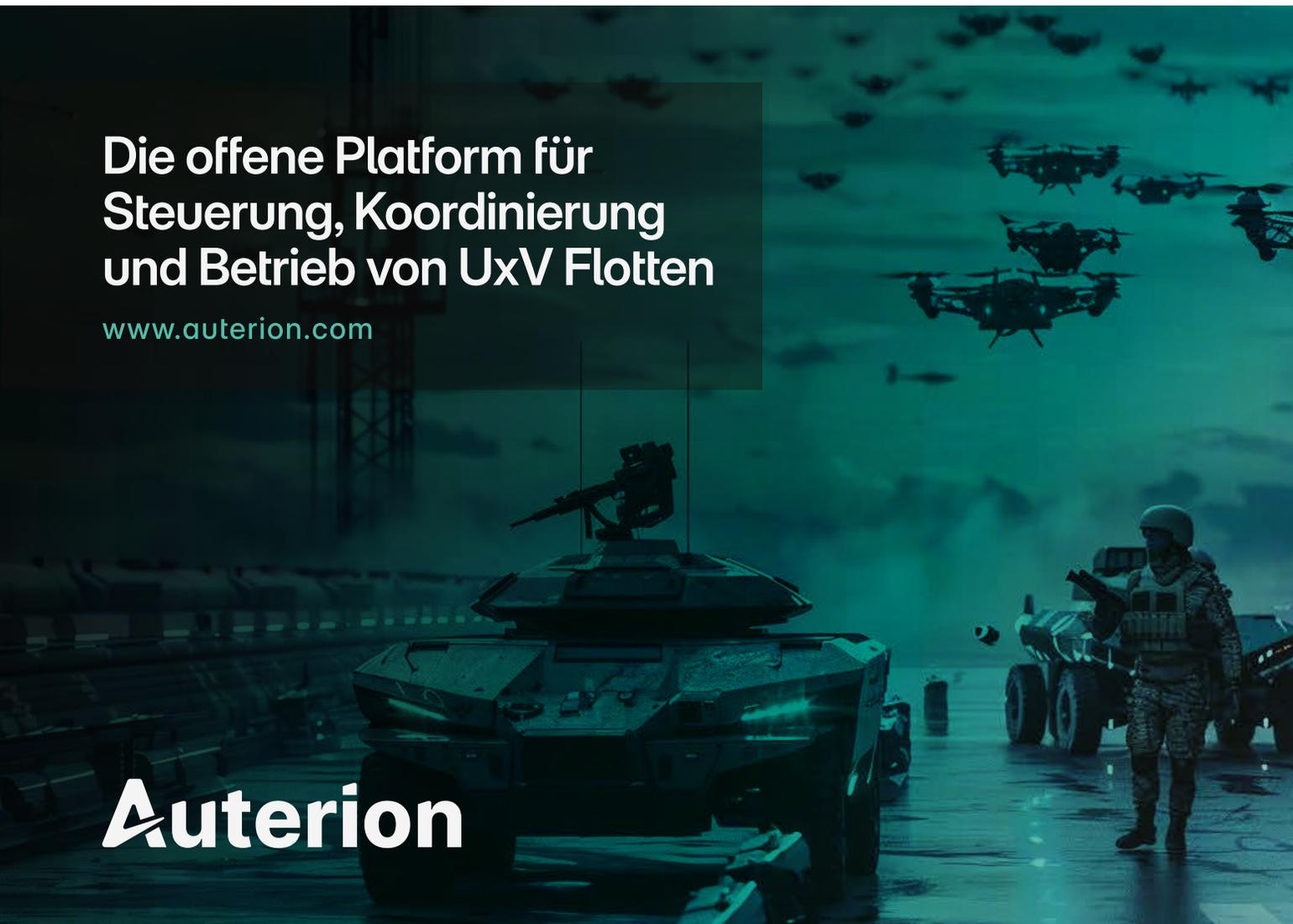
Dies ermöglicht bereits (ohne inhaltliche Auswertung!), systematisch und über einen längeren Zeitraum betrieben, die Aufdeckung von Strukturen wie Gliederung und Kommandoebenen, die Beobachtung des Auftauchens oder des Wegfalls einzelner Einheiten oder ganzer Verbände im Kommunikationsnetz sowie die Verfolgung von Umgruppierungen und Veränderungen der Organisation. Insbesondere stellt die Detektion auffälliger Abweichungen vom „Normalzustand“ ein Element von Früherkennung (Indikation) dar. Erleichtert wird diese Methodik durch die starke Strukturierung und Formalisierung militärischer Kommunikation (Stichwort „morgendliche Stärkemeldung“). Ferner ist der Datenumfang von Metadaten erheblich geringer als der von Nutzerdaten, sodass erstere längerfristig gespeichert und analysiert werden können.

Erfolgreiche Metadatenanalyse erlaubt sodann – angesichts stets begrenz-

Die offene Plattform für Steuerung, Koordinierung und Betrieb von UxV Flotten

www.auterion.com

Auterion





Das SIGINT-System PEGASUS wird auf einer Global 6000 integriert und soll der Bundeswehr ab 2027 mit einer Grundbefähigung zur Verfügung stehen

ter materieller und menschlicher Kapazitäten – die Konzentration von Erfassung und Auswertung auf die relevanten Verbindungen durch Formulierung entsprechender nicht-inhaltlicher Suchkriterien (wie etwa Funkzeichen, Teilnehmernamen oder IP-Adressen).

In der Vergangenheit von Hand durch den Auswerter in Form von Tabellen und Graphiken betrieben, haben in die Metadatenanalyse mehr und mehr softwaregestützte Verfahren Eingang gefunden. Abstrakt gesprochen handelt es sich bei Metadatenanalyse um nichts anderes als Mustererkennung. Dies jedoch ist eine Hauptanwendung, schlechthin das Paradeferd, der Künstlichen Intelligenz, so dass sich hier KI-basierte Verfahren geradezu aufdrängen.

Nicht unerwähnt soll der folgende wichtige Aspekt bleiben: selbst da, wo die eigentlichen Inhalte aufgrund einer als unüberwindlich erachteten Verschlüsselung nicht erreichbar bleiben, leistet eine ausgefeilte und kontinuierlich betriebene Metadatenanalyse dennoch aufgrund der oben geschilderten Möglichkeiten einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag zum Lagebild.

Auswertung

Bei aller Raffinesse der Erfassungsmethodik bleibt Auswertung die eigentliche Herausforderung von SIGINT, im militärischen nicht weniger als im nicht militärischen Bereich:

Sie umfasst die Selektion nach Relevanz der gewonnenen Information sowie die Kondensation einer Fülle von Informationsdetails zu einer für eine Person erfassbaren Meldung (in textlicher oder graphischer Gestalt) als Beitrag zum Lagebild. Dabei besteht die Herausforderung in der enormen Fülle an Einzelinformationen bei gleichzeitiger größtmöglicher Schonung der knappsten aller Ressourcen, nämlich des menschlichen Auswerter.

Dies beginnt bereits, handelt es sich um Text oder Sprache, bei der Übersetzung ins Deutsche oder Englische:

Bei Texten sind die heute weit entwickelten Techniken der automatischen Sprachübersetzung einsetzbar, die zumindest eine Selektion (etwa nach signifikanten Begriffen) unterstützen. Gerade in einem militärischen Szenario stellt gesprochene Sprache jedoch, deren Verständlichkeit hier unter Umgebungsgeräuschen, Jargon, Dialekten, aber natürlich auch Verwendung von Tarnnamen leidet, selbst den geübten Sprachkundigen vor Probleme. Solange hier keine zufriedenstellende maschinelle Rohübersetzung verfügbar ist, kann dem menschlichen Übersetzer nach Möglichkeit nur das Wichtigste, basierend auf einer Vorauswahl nach naturgemäß nicht-inhaltlichen Merkmalen (s.o. Metadatenanalyse), zugeführt werden.

Die weitere Selektion und Kondensation ist heute noch Sache des erfahrenen menschlichen Auswerter. Das ungeahn-

te Potential der Künstlichen Intelligenz mag hier allerdings Abhilfe schaffen!

Aus der Auswertung lassen sich wiederum inhaltliche Suchbegriffe gewinnen, die – soweit es, nach heutigem Stand der Dinge, um Texte geht – der Erfassung zum Zwecke der Vorabselektion zugeführt werden können.

Mit Blick auf die asymmetrische Kriegsführung ergeben sich im Vergleich zur symmetrischen andere Auswertungsproblematiken, da man sich nicht an geordneten militärischen Strukturen orientieren kann. Versucht man dies doch, wird man keinen Erfolg haben. Vielmehr agiert und vor allem kommuniziert der Gegner in einem solchen Szenario wie eine einzelne Privatperson, d.h. zu beliebigen Tageszeiten, in wechselnden Formaten, über die verschiedensten Kommunikationsinstrumente. Hier müssen also die SIGINT-Erfahrungen aus der allgemeinen Terrorismusbekämpfung einfließen.

Entzifferung

Bereits in der Vergangenheit, in zunehmendem Maße heute und künftig, sieht sich SIGINT gerade im militärischen Bereich mit Verschlüsselung konfrontiert. Gibt man sich nicht mit den Möglichkeiten der Metadatenanalyse zufrieden, stellt sich das Problem der Entzifferung, also der Rücküberführung eines Chiffrats in Klartext.

Sofern überhaupt möglich, handelt es sich hierbei um einen in der Regel sehr rechenaufwendigen Prozess. Angesichts der Kurzlebigkeit taktischer Informationen lohnt sich daher der Aufwand nur dann, wenn er im Einzelfall doch mehr oder weniger in Realzeit abläuft. In einem solchen Falle ist es sinnvoll, Entzifferung im Bearbeitungsablauf als Bestandteil des Erfassungsprozesses aufzufassen und auch dort organisatorisch anzusiedeln, zumal – offensichtlich! – keinerlei Möglichkeit einer Selektion nach Inhalten vor Entzifferung besteht.

Geht es hingegen um strategische Verkehre und daher um Inhalte von u. U. längerfristiger Relevanz, spielt die zeitliche Verzögerung im Bearbeitungsprozess nur eine untergeordnete Rolle, sodass hier die einschlägigen Geschäftsabläufe in der Kooperation von Bundeswehr und Bundesnachrichtendienst greifen.

Ausblick

Die Weiterentwicklung der Erfassung im Rahmen von SIGINT erfordert ein Schritt halten mit der technischen Entwicklung, d.h. den Wettlauf zwischen immer höheren Datenübertragungsraten und damit einhergehend immer größeren Datenvolumina und den eigenen hard- wie softwaremäßigen Kapazitäten zu bestehen. Eine rein quantitative Ausweitung wird hier nicht ausreichen; vielmehr bedarf es innovativer Lösungen, um den oben skizzierten Bearbeitungsprozess so effizient wie möglich zu halten. Proprietäre, also nicht-standardisierte Protokolle und Codierungen von Daten, werden eine ständige Herausforderung bleiben.

Der Metadatenanalyse wird angesichts der ständig zunehmenden Datenvolumina im Sinne des gezielten Einsatzes der eigenen Erfassungskapazitäten wachsende Bedeutung zukommen, nicht zuletzt auch mit Blick auf die Verbreitung entzifferungsresistenter Verschlüsselungsverfahren. Die Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz auf dem Gebiet

der Mustererkennung eröffnen hier neue Horizonte. Dennoch bestehen auch da Herausforderungen. Erwähnt seien z. B. starke Anonymisierungsverfahren, die eine Teilnehmeridentifikation wenn nicht unmöglich machen, so doch stark erschweren.

Der Auswertung jedoch steht ein Paradigmenwechsel bevor. Bislang erfolgt die Selektion und Kondensation von Informationen quellenorientiert, d.h. die Ergebnisse eines Systems von Sensoren, die auf eine bestimmte Kommunikationsform ausgerichtet sind, werden für sich ausgewertet und in eine Meldung überführt. Dem Adressaten obliegt es dann, diese Meldungen in einem Lagebild zusammenzuführen.

Künftig jedoch muss Auswertung zielorientiert sein. Sämtliche aus SIGINT gewonnenen Informationen zu einem Ziel, seien es Sprache, Mails, Aktivitäten im Internet oder Sonstiges, sind maschinell abzugleichen und zu einem Gesamtbild zu fügen, das dann erst, möglichst nah am Ende des Bearbeitungsprozesses, eventuell auch graphisch aufbereitet, einer Per-

son zur Bewertung vorgelegt wird. Hierzu besteht die Notwendigkeit der Vereinheitlichung von Formaten und selbstverständlich der Entwicklung geeigneter Softwareinstrumente. Auch an dieser Stelle wird Künstliche Intelligenz bei der Einordnung und Bewertung von Einzelinformationen eine entscheidende Rolle spielen.

Die Gewinnung eines Lagebildes – selbstverständlich nicht allein auf SIGINT beruhend – ist die entscheidende Grundlage für Führungsentscheidungen. Andererseits gewinnt elektronische Kommunikation im militärischen Bereich, die sich ja längst nicht mehr auf Sprache und Text beschränkt, wie in Wirtschaft und Gesellschaft allgemein immer mehr an Gewicht. Eine Armee wie die Bundeswehr, die in absehbarer Zeit kampffähig sein will, muss ihre Fähigkeiten auf dem Gebiet der Aufklärung, wie auf vielen anderen Feldern auch, ausbauen. Dies gilt in gleicher Weise auch für den Bundesnachrichtendienst, dessen Mitwirkung bei der militärischen Aufklärung aufgrund seiner besonderen SIGINT-Kompetenz auch künftig unverzichtbar sein wird. ■



Das Handbuch für die Soldatinnen und Soldaten der Bundeswehr

Wilhelm Bocklet (Hrsg.), »DER REIBERT«

Broschur / über 900 Seiten / Format 11 x 15 cm

€ (D) 22,95 / ISBN 978-3-8132-1113-9

JETZT BESTELLEN

Webshop: koehler-mittler-shop.de / E-Mail: vertrieb@koehler-mittler.de / Tel: 040 70 70 80 321

Maximilian Verlag, Stadthausbrücke 4, 20355 Hamburg oder im Buchhandel

KI-Einsatz in der Signalaufklärung

Thomas Withington

Die Technologien der künstlichen Intelligenz (KI) und des maschinellen Lernens (ML) halten Einzug in die Welt der Fernmeldeaufklärung (Signal Intelligence, SIGINT). Doch so sehr diese Entwicklungen Vorteile versprechen, so sehr bringen sie auch Risiken mit sich.

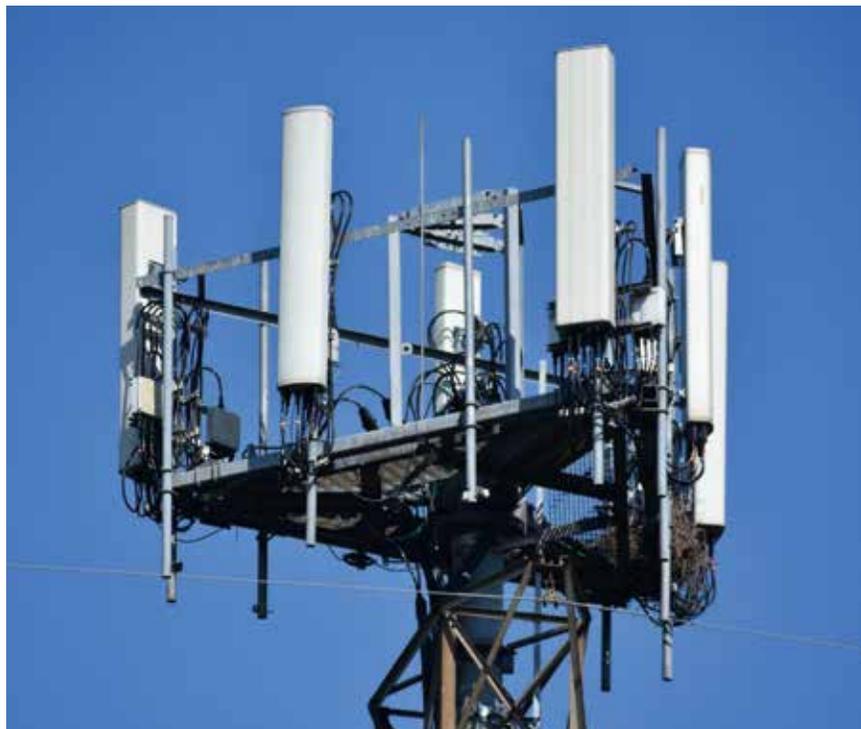
Der Computergigant IBM definiert KI als „Technologie, die es Computern und Maschinen ermöglicht, menschliche Intelligenz und Problemlösungsfähigkeit zu simulieren“, kurz gesagt, Computer und Maschinen, die sich ähnlich wie das menschliche Gehirn verhalten. Die Begriffe KI und ML werden oft synonym verwendet, was jedoch irreführend sein kann. IBM definiert ML als einen Zweig der künstlichen Intelligenz, der „Daten und Algorithmen verwendet, um die künstliche Intelligenz in die Lage zu versetzen, die Art und Weise, wie Menschen lernen, zu imitieren und ihre Genauigkeit schrittweise zu verbessern“.

Zurück zu der Analogie mit dem Gehirn: Ihr Geist kann als leere Leinwand betrachtet werden, wenn Sie geboren werden. Sie kommen mit einigen Kenntnissen auf die Welt, z.B. wie man schluckt und atmet, aber nicht, wie man klassisches Arabisch spricht. Fähigkeiten und Verhaltensweisen wie letztere müssen erlernt werden. Der Lernprozess beinhaltet das Sammeln von Daten. Wir tun dies die ganze Zeit, ohne uns dessen bewusst zu sein. Bleiben wir bei der Analogie zum klassischen Arabisch: Wenn Sie die Sprache lernen, gibt Ihnen Ihr Lehrer Daten in Form von Informationen weiter, die dies ermöglichen. Die fortlaufende Organisation dieser Daten ermöglicht es Ihnen, die Sprache zu lernen. ML ist der Prozess des Sammelns und Ordnen der Daten, während KI die Art und Weise ist, wie Ihr Gehirn diese Informationen nutzt, um klassisches Arabisch zu lernen und anzuwenden.

Autor:

Thomas Withington ist unabhängiger Experte für elektronische Kampfführung, Radartechnik und militärische Kommunikationssysteme.

Foto: iVMTech



Die Einführung von 5G-Mobilfunkprotokollen wird erheblich zur zunehmenden Überlastung des Funkspektrums beitragen. Werden KI und ML Mechanismen bereitstellen, mit denen relevante Signale aus diesem elektromagnetischen Dickicht herausgefiltert werden können?

Das menschliche Gehirn ist ideal ausgelegt für die wahnsinnig komplizierte Welt, in der wir leben. Jeden Tag treffen wir Tausende von Entscheidungen, die alle auf unserer Lebenserfahrung und dem Wissen basieren, das wir bisher erworben haben. Wir machen sogar Vorhersagen auf der Grundlage unserer Erfahrungen in der Vergangenheit. Wir wissen, dass wir eine stark befahrene Straße nicht überqueren sollten, weil wir gelernt haben, dass der schnelle Verkehr uns verletzen oder töten kann und dass dies mit hoher Wahrscheinlichkeit passieren könnte, wenn wir die Straße jetzt überqueren. Wir vermeiden es nach Möglichkeit, während der Hauptverkehrszeit den Bus zu neh-

men, weil wir aus der Vergangenheit gelernt haben, dass er wahrscheinlich überfüllt ist. Daher ist es nur logisch, dass wir zunehmend KI und ML in der Datenverarbeitung einsetzen, um die Komplexität besser zu verstehen.

Funksuppe

Die zunehmende Komplexität ist ein Markenzeichen des Funkfrequenzspektrums, des Teils des elektromagnetischen Spektrums, der sich von 3 kHz bis zu 300 GHz erstreckt. In diesem Wellenbereich verrichten Radare, Funkgeräte und Satellitennavigationssysteme ihre Arbeit, wobei das Militär in hohem Maße auf alle

drei Fähigkeiten angewiesen ist. Das Problem mit dem Funkspektrum ist, dass das Militär nicht der einzige Nutzer ist. Zivile Mobilfunknetze sind auf Funkfrequenzen angewiesen, ebenso wie Radio- und Fernsehsender. Auch zivile See-, Küsten-, Flugzeug- und Flugsicherungsradare benötigen das Funkspektrum. Dies ist nur eine kleine Auswahl der weltweiten Nutzer von Funkfrequenzen. Es gibt noch viele weitere, die so unterschiedlich sein können wie medizinische Bildgebung und Radioastronomie. Die bestehende und zunehmende Überlastung des Frequenzspektrums wird durch die ständig wachsende Zahl der Nutzer drahtloser Geräte weltweit sichtbar.

Ericsson erstellt angesehene Analysen zur weltweiten Nutzung von Mobilfunkgeräten. Ende 2023 sagte das Unternehmen in seinem Ausblick für Mobilfunkteilnehmer, dass weltweit 1,4 Milliarden Teilnehmer Mobilfunkprotokolle der fünften Generation (5G) nutzen. Diese neuen Protokolle für Mobiltelefone und drahtlose Geräte versprechen eine schrittweise Veränderung der Datenmengen und der Anzahl der Teilnehmer, die in einzelnen Netzwerken gehostet werden können. Eine von Thales erstellte Analyse besagt, dass 5G-Netze Datenraten von mehr als 10 Gbit/s bieten könnten, was nach Angaben des Unternehmens bis zu 100 Mal schneller ist, als die Datenraten, die mit Protokollen der vierten Generation (4G) erreicht werden können. Auf einem einzigen Netzknoten können mehr 5G-Geräte gehostet werden als bei 4G, so Thales weiter. Ein Knoten könnte einen einzelnen Mobilfunkmast umfassen, der potenziell eine Million Geräte pro Quadratkilometer verbindet.

Hilfe naht

Die Einführung von 5G ist eine gute Nachricht für die Mobilfunknutzer, aber eine besorgniserregende für die Streitkräfte, insbesondere für die Fachleute im Bereich SIGINT. Wie sollen SIGINT-Spezialisten in diesem elektromagnetischen Dschungel ein Signal von Interesse erkennen, lokalisieren und identifizieren, wenn das Spektrum zunehmend überlastet ist? Militärische Radar- und Funkgeräte sind absichtlich so konstruiert, dass sie unauffällige Signale aussenden, die ihre Frequenzen Tausende Male pro

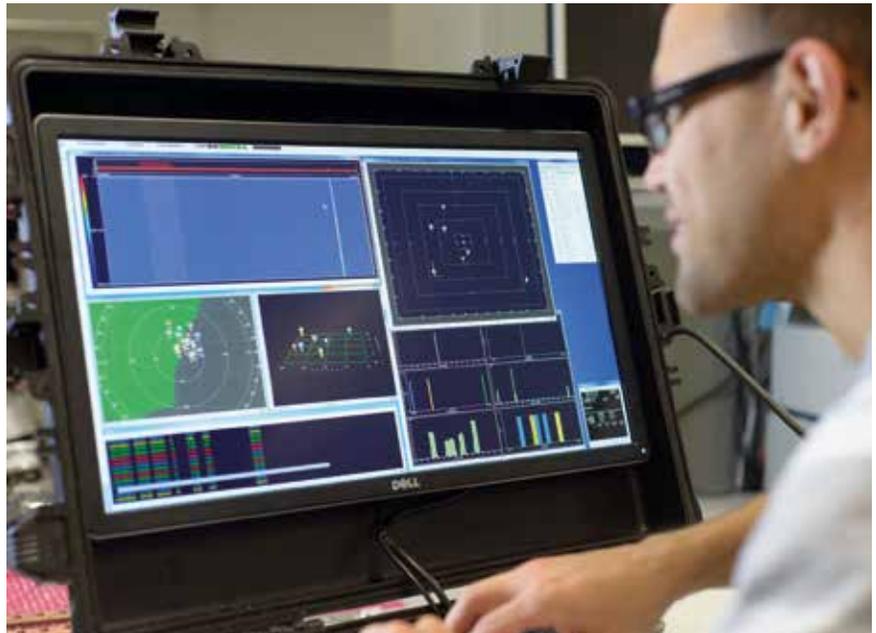


Foto: BAE Systems

Die Ausstattung elektronischer Unterstützungsmaßnahmen mit KI- und ML-gestützten Techniken könnte diesen Systemen helfen, Signale von Interesse zu finden und zu identifizieren sowie Anomalien im Funkspektrum zu erkennen, die auf bestimmte Verhaltensweisen hindeuten könnten.

Sekunde ändern können. Der Sinn eines solchen Verhaltens besteht gerade darin, den Versuch zu vereiteln, diese Signale überhaupt erst zu entdecken.

Wenn Sie ein Radargerät erkennen, orten und identifizieren, können Sie wahrscheinlich auch das Flugzeug, das Schiff oder die Flugkörpereinheit, mit denen es ausgestattet ist, erkennen, orten und identifizieren. Das Gleiche gilt für jedes Funkgerät. SIGINT-Spezialisten können sogar einzelne Einheiten anhand ihrer Funksignale aufspüren und lokalisieren, ebenso wie Fahrzeuge und Stützpunkte. Es bleibt jedoch eine Herausforderung, das Signal überhaupt erst einmal zu finden. Dies könnte dank der Innovationen in der Signalverschleierung noch schwieriger werden als bisher. Ein zunehmend überlastetes Spektrum ist dabei keine Hilfe.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Signalerkennung zeitkritisch sein kann. Vielleicht beleuchtet ein feindliches Kriegsschiff gerade Ihr eigenes oder ein verbündetes Schiff mit seinem Feuerleitradar, um sich auf den Abschuss einer Anti-Schiffs-Lenkflugkörpers vorzubereiten. Oder der Flugkörper hat sein Radar für eine kurze Zeit aktiviert, um den Radarquerschnitt (Radio Cross Section, RCS) des Schiffes mit dem vom Radar gespeicherten RCS abzugleichen? Solche Vorgänge werden von Radargeräten ver-

wendet, um ihr Ziel zu bestätigen. Kurz gesagt, wie kann ein Signal in einer überlasteten Umgebung rechtzeitig erkannt, lokalisiert, identifiziert und gegebenenfalls verfolgt werden? Können KI und ML bei der Bewältigung dieser schwierigen Aufgabe eine Rolle spielen?

Der erste Schritt besteht darin, das Signal zu erkennen. Eine elektronische Unterstützungsmaßnahme (Electronic Support Measure, ESM) überwacht kontinuierlich ein Segment des Funkspektrums, um Signale von Interesse aufzuspüren. Um auf unser obiges Beispiel mit dem Kriegsschiff zurückzukommen, könnte es sein, dass der ESM die Umgebung des Schiffes auf X-Band (8,5 GHz bis 10,68 GHz) Radarsignale überwacht. Das X-Band ist eine beliebte Wahl für Feuerleitradare der Marine, da diese Frequenzen ein Ziel in beeindruckenden Details darstellen können. Wenn der ESM das gesamte Wellenband von 8,5 GHz bis 10,68 GHz überwacht, kann er viele X-Band-Signale erfassen, die nicht von Interesse sind. So kann der ESM beispielsweise X-Band-Feuerleitradarsignale der eigenen Streitkräfte oder X-Band-Signale, die für die Satellitenkommunikation verwendet werden, erkennen. Ein erfahrener Mitarbeiter der elektronischen Aufklärung (Electronic Intelligence, ELINT) kann die vom ESM erfassten Signale von Interesse erkennen. Mit der zunehmenden

Überlastung des Spektrums könnte dieser Prozess jedoch schwieriger werden. Damit soll nicht gesagt werden, dass wir den Menschen aus dem Prozess nehmen sollten, aber KI und ML müssen eine wichtige unterstützende Rolle spielen.

In einer schriftlichen Erklärung, die dem Autor von der ELT Group zur Verfügung gestellt wurde, heißt es: „KI- und ML-Algorithmen können so trainiert werden, dass sie selbstständig Signale in den Rohdaten (die in den ESM eingehen) erkennen. Dies kann bei der Identifizierung relevanter Kommunikationssignale inmitten großer Mengen von Rauschen helfen“. Für diese Identifizierung werden ML-Algorithmen eingesetzt, die „Signale auf der Grundlage verschiedener Parameter wie Frequenzmodulation und Wellenformcharakteristika klassifizieren können.“ Im Wesentlichen geht es nicht nur darum, die Signale zu erkennen, sondern auch ihre Zusammensetzung zu verstehen. Das kann eine Herausforderung sein.

Die Erkennung von ungewöhnlichem Verhalten ist ein weiterer Aspekt, bei dem KI und ML helfen könnten. Vielleicht ist in den ELINT-Rohdaten, die der ESM sammelt, ein ungewöhnliches Signal aufgetaucht. Es ist vielleicht nicht sofort ersichtlich, dass es sich um ein ungewöhnliches Signal handelt. Aber KI-Techniken könnten dabei helfen, „ungewöhnliche Muster oder Verhaltensweisen in den Signaldaten zu erkennen, die auf potenzielle Bedrohungen oder interessante Ereignisse hinweisen können“, heißt es in der Erklärung der ELT Group. Aus Sicht der Fernmeldeaufklärung könnten diese Techniken unterstützen, Funknetzwerke zu identifizieren, die ein Bataillon oder eine Brigade verbinden.

Bei solchen Techniken nutzt der ESM nicht nur ML und KI, um Signale aus dem Rauschen herauszufiltern, sondern das System erkennt auch mehrere ähnliche Signale in einem bestimmten Gebiet.

Hat die elektronische Unterstützungsmaßnahme tatsächlich mehrere taktische Kommunikationsnetze und die Funkgeräte, in denen diese untergebracht sind, entdeckt? ML-Algorithmen und die KI, der sie dienen, sammeln ständig Daten. Wie in unserem obigen Beispiel, das zeigt, wie unser eigenes Gehirn lernt und uns beibringt, eine stark befahrene Straße mit schnellem Verkehr nicht zu überqueren, lernt auch die KI aus früheren Erfahrun-

gen. Die Feststellung, dass ein feindliches X-Band-Radar eine bestimmte Frequenz verwendet, kann vom ESM genutzt werden, um uns jedes Mal zu warnen, wenn diese Frequenz entdeckt wird. Auch wenn dies ein einfaches Beispiel ist, bietet die KI das Potenzial, durch Beobachtung des Funkfrequenzspektrums hochkomplexe Vorhersagen über mögliche zukünftige Ereignisse zu treffen.

Vorsicht vor Wundermitteln

Dieser Artikel mag den Anschein erwecken, dass die Einführung von KI und ML als Teil des Werkzeugkastens von SIGINT-Praktikern noch einige Jahre in der Zukunft liegt. Das ist aber nicht der Fall. Die Technologien befinden sich bereits in der Nutzung: „KI- und ML-Ansätze werden bereits in verschiedenen Funktionen im Bereich SIGINT eingesetzt“, heißt es in der Erklärung der ELT Group, „auch wenn das Ausmaß ihrer Umsetzung von Behörde zu Behörde und Organisation variieren kann.“ Die größte Verbreitung dürfte im Bereich der zivilen SIGINT-Erfassung zu verzeichnen sein, in den die Investitionen fließen. KI und ML helfen dabei, die Verarbeitung, Analyse und das Datenmanagement zu verbessern. Inländische Nachrichtendienste und Strafverfolgungsbehörden müssen möglicherweise Millionen von Handydaten durchsuchen, um bekannte oder mutmaßliche Spione, Kriminelle und Aufständische zu überwachen. Außerdem muss dies tagaus geschehen. Daher ist es sinnvoll, alle Technologien einzusetzen, die diese Aufgabe erleichtern können.

Dennoch muss die Einführung solcher Technologien immer mit den Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes abgewogen werden: „Es könnte das Risiko bestehen, dass auf sensible Informationen unrechtmäßig zugegriffen wird oder diese verwendet werden, wodurch die Rechte des Einzelnen auf Privatsphäre verletzt werden könnten“, warnte die ELT Group. Die Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes gehen Hand in Hand mit anderen ethischen Bedenken: „Transparenz, Rechenschaftspflicht und die Einhaltung internationaler Gesetze und Konventionen, die Überwachungsaktivitäten regeln, sind allesamt berechnete Anliegen“, heißt es in der Erklärung.

Wie diese Diskussion über die Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes zeigt, scheinen KI und ML den SIGINT-Fachleuten ungeahnte Möglichkeiten zu bieten, aber die Übernahme beider Technologien ist nicht ohne Herausforderungen und potenzielle Fallstricke. In erster Linie ist jede KI nur so gut wie die Daten, die die ML-Algorithmen sammeln und verarbeiten. Signale, die im militärischen Bereich von Interesse sind, sind unter Umständen nur selten zu finden. Schließlich sind die Signale, auf die man abzielt, so optimiert, dass sie schwer zu finden sind. So wie die KI die schwierige Aufgabe der SIGINT-Sammlung, -interpretation und -Verwaltung in einem umkämpften und überfüllten Spektrum in Angriff nimmt, so werden diese Ansätze zweifellos auch zur Verbesserung der Signalverschleierung genutzt werden.

Foto: US Army



KI- und ML-Techniken können Kommunikationsaufklärern dabei helfen, komplexe taktische Kommunikationsnetze auf dem Gefechtsfeld zu verstehen.

Es ist unbedingt zu vermeiden, dass KI- und ML-Algorithmen Verzerrungen enthalten, die sich negativ auf die Interpretation der Daten auswirken könnten. Wenn man beispielsweise den Computer einer Versicherungsgesellschaft nur mit Daten über gestohlene rote Autos füttert, könnten die Algorithmen daraus schließen, dass blaue und gelbe Autos vor Kriminellen sicher sind.

relevant sein. Dann bleiben immer noch 1.000 Impulse übrig, die relevant sein können, und vielleicht bezieht sich nur eine Handvoll davon auf das Schiff, das Sie interessiert.“

Wie Robertson anmerkte, ist KI-Software immer nur so gut wie die Daten, mit denen sie programmiert wurde, und das kann zu Problemen führen, wenn diese Daten unzuverlässig sind. Diese Tatsa-

Gewährleistung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Analyse“ vorrangig bleiben. Ebenso wichtig ist die Notwendigkeit, KI- und ML-gestützte Systeme vor Cyberangriffen zu schützen. „Die Speicherung und Verarbeitung großer Mengen sensibler SIGINT-Daten mit Hilfe von KI- und ML-Systemen könnte Risiken für die Cybersicherheit bergen“, warnte das Unternehmen und fügte hinzu, dass „Datenpannen, unbefugter Zugriff und Insider-Bedrohungen“ in Betracht gezogen werden müssen. „Der Schutz eingestufte Daten vor Ausspähung oder Kompromittierung ist entscheidend für die Aufrechterhaltung der nationalen Sicherheit.“

Wer Bedenken ignoriert oder herunterspielt, riskiert eine Katastrophe, so die ELT Group: „Fehlinterpretationen oder die falsche Anwendung von Erkenntnissen aus KI und ML könnten Konflikte potenziell eskalieren oder zu unbeabsichtigten Folgen führen. Ungenaue Bewertungen von Bedrohungen oder feindlichen Aktivitäten können zu unverhältnismäßigen Reaktionen führen, die Spannungen verschärfen oder militärische Aktionen auslösen.“

Kriege wurden bereits durch die zweifelhafte Interpretation fragwürdiger Informationen ausgelöst, so auch der von den USA geführte Krieg im Irak, der 2003 begann. Der Einsatz von KI- und ML-Techniken in der Signalaufklärung sollte dazu dienen, solche Risiken zu verringern, nicht sie zu erhöhen.

Wie können diese Gefahren verringert werden? Ein mehrschichtiger Ansatz erscheint vielversprechend: „Die Bewältigung dieser Risiken erfordert eine sorgfältige Prüfung der ethischen, rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI und ML bei SIGINT-Operationen“, betont die ELT Group. „Robuste Aufsichtsmechanismen, Transparenz bei der algorithmischen Entscheidungsfindung und die Einhaltung des Schutzes der Privatsphäre und der bürgerlichen Freiheiten sind unerlässlich, um potenzielle Schäden zu mindern und einen verantwortungsvollen Einsatz dieser Technologien bei nachrichtendienstlichen Tätigkeiten zu gewährleisten.“ Letztendlich, so Dr. Robertson, „kann KI, wenn man es auf den Punkt bringt, etwas viel schneller machen, als ein Mensch, aber nicht unbedingt genauer.“ ■



Foto: US DoD

KI und ML sind zwar vielversprechend bei der Unterstützung der Signalaufklärung, aber die Einbeziehung beider ist nicht unbedenklich.

Im SIGINT-Kontext „können voreingenommene Algorithmen zu falschen Klassifizierungen oder Interpretationen der abgefangenen Kommunikation führen, was zu falschen Schlussfolgerungen oder Handlungen führt“, heißt es in der Erklärung der ELT Group. Die Verzerrung könnte durch unvollständige Daten noch verstärkt werden.

Dr. Sue Robertson, EW-Expertin und Direktorin von EW Defence, warnt davor, dass ELINT-Daten oft unvollständig sein können: „Mit einem ESM kann man nie genug Signale sammeln, um eine richtige Charakterisierung vorzunehmen“, warnt sie. „Man kann versuchen, ein einziges Signal in einer Umgebung zu erkennen und zu identifizieren, in der es eine Vielzahl von Signalen mit sich überschneidenden Merkmalen gibt. Wenn Sie ELINT-Signale in einem stark befahrenen Gewässer sammeln, erfasst Ihr ESM möglicherweise Millionen einzelner maritimer Radarimpulse. 99,9 % davon können ir-

chen werfen die Frage auf, wie KI- und ML-Ansätze die erhaltenen ELINT-Daten interpretieren sollen, wenn diese Daten oft unvollständig sind. Ein weiteres Problem ist die Fehlbarkeit. Der Mensch kann aus seinen Fehlern lernen, wenn er es will. Ist dies bei KI- und ML-Algorithmen der Fall? „Das maschinelle Lernen muss in der Lage sein, aus seinen Fehlern zu lernen“, betonte Robertson.

Durch die Einführung dieser Technologien wird der Mensch nicht aus dem Erfassungs-, Interpretations- und Verbreitungsprozess entfernt, der allen Formen der Informationsbeschaffung innewohnt. Das Ziel von KI und ML ist es, das Leben des Menschen zu erleichtern, nicht ihn zu ersetzen. Es gibt ethische Fragen im Zusammenhang mit der Herausnahme des Menschen aus diesem Prozess, vorausgesetzt, dass dies wünschenswert oder sogar möglich ist. Wie die ELT Group in ihrer Erklärung feststellte, muss „die Notwendigkeit menschlicher Aufsicht zur

MIKE MARTIN

**HOW
TO
FIGHT
A WAR**

**WIE MAN EINEN
KRIEG FÜHRT**

Mittler

**DER
BESTSELLER
AUS ENGLAND
JETZT
IN DEUTSCHER
SPRACHE**

**Mike Martin, »HOW TO FIGHT A WAR – WIE MAN EINEN KRIEG FÜHRT« / Broschur
ca. 320 Seiten / Format 14,8 x 21 cm / € (D) 24,95 / ISBN 978-3-8132-1136-8**

JETZT BESTELLEN

**Webshop: koehler-mittler-shop.de / E-Mail: vertrieb@koehler-mittler.de / Tel: 040 70 70 80 321
Maximilian Verlag, Stadthausbrücke 4, 20355 Hamburg
oder im Buchhandel**

Generative KI-Systeme

Oberstleutnant Thomas Doll und Daniel Kalfass

Kaum eine Entwicklung der letzten Jahre hat die Welt derart überrascht wie die Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022, welche in Folge einen weltweiten Boom in der Entwicklung neuer KI-Systeme ausgelöst hat. Der Markt ist sowohl von proprietären als auch von Open Source Sprachmodellen (Large Language Models, LLM) geradezu überschwemmt worden. Angeführt wird die Entwicklung überwiegend von den US-amerikanischen Tech-Konzernen OpenAI, Microsoft, Meta und Google.

Da multimodale Ansätze zunehmend an Bedeutung gewinnen, können mittlerweile auch Audiosignale, Bilder und Videos von den Modellen verarbeitet werden. Der im Februar 2024 vorgestellte Text-zu-Video-Generator SORA beispielsweise wird in Expertenkreisen bereits als das „nächste große Ding“ bezeichnet.

Zweifelsohne haben all diese Entwicklungen nicht nur Auswirkungen auf dem zivilen Sektor, sondern bieten gleichermaßen auch Raum für militärische Anwendungen.

Entwicklungen und Trends

Die weltweite Forschung an und Entwicklung von generativen KI-Systemen ist hochdynamisch. Die besten Köpfe der Welt ringen um technologischen Vorsprung und führende IT-Unternehmen um eine möglichst gute Position am Markt. Das von Microsoft mitfinanzierte Unternehmen OpenAI ist mit seinem KI-Modell GPT 4 derzeit unangefochtener Marktführer. Andere namhafte IT-Unternehmen investieren Milliarden in die Entwicklung eigener Produkte. Nicht zu vergessen die unzähligen Start-up-Unternehmen, die mit neuen Ansätzen teilweise auch bemerkenswerte Erfolge verbuchen.

Im europäischen Raum fällt vor allem das französische Unternehmen Mistral AI auf, dessen offene Sprachmodelle



Foto: Autoren

Mit Microsoft Text-zu-Bild-Generator erstelltes Phantasiebild.

regelmäßig in den Spitzenrängen des Open LLM Leaderboards gelistet werden. Mistral's neuestes Modell soll unter anderem in der Lage sein, die kulturellen Unterschiede und die sprachliche Vielfalt der europäischen Länder zu erfassen. Es beherrscht fließend Englisch, Französisch, Spanisch, Deutsch und Italienisch und soll zudem über ein „tiefes Verständnis von Grammatik und kulturellem Kontext“ verfügen.

Lokaler Betrieb

Neben der Weiterentwicklung von Large Language Modellen (LLM) mit mehreren Hundert Milliarden Parametern wie z. B. ChatGPT etabliert sich zunehmend

auch die Entwicklung von sogenannten Small Language Modellen (SLM) mit bis zu zehn Milliarden Parametern. SLM haben den Vorteil, dass sie auch auf Endgeräten ausführbar sind. Je nach Größe dieses Modells kommen leistungsfähige Computer, Laptops, Tablets oder gar Smartphones infrage. LLM dahingegen können nur auf spezialisierten Rechenclustern betrieben und cloudbasiert angeboten werden. Da sowohl das Training dieser Systeme als auch ihr Betrieb spezielle Hardware und viel Energie erfordern, sind sie entsprechend teuer. Dies erklärt unter anderem, wieso neuere Entwicklungen dieser Art oftmals nur kostenpflichtig angeboten werden.

Autoren:

Oberstleutnant Thomas Doll,
Kommando Streitkräftebasis,
Daniel Kalfass, Airbus Defence and Space

Spezialisierung

Für spezielle Anwendungen entstehen zunehmend spezialisierte Modelle. Dies wird durch sogenanntes Feintuning der Sprachmodelle mit weiteren Daten einer bestimmten Anwendungsdomäne erreicht, wie beispielsweise im Finanz-, Versicherungs- oder Rechtswesen. Regelungen, Gesetze und Vorschriften sind hier so spezifisch, dass sie selbst von den leistungsfähigsten LLM nicht umfassend erfasst werden können. Oftmals sind die für das Training erforderlichen Daten nicht zugänglich oder gar unternehmensspezifisch und damit besonders geschützt. Soll dieses und weiteres Wissen im Sprachmodell verfügbar gemacht werden, muss entsprechend nachtrainiert werden.

Halluzination

Alle am Markt verfügbaren generativen KI-Modelle halluzinieren. Sie geben in ihren Antworten nicht ausschließlich faktenbasiertes Wissen wieder, sondern neigen dazu, Information zu erfinden. Wieso dies geschieht, ist noch nicht gänzlich erforscht. Laienhaft ausgedrückt könnte man sagen, dass sie Zusatzinformation generieren, um eine sprachlich bessere Antwort wiedergeben zu können. Vergleicht man die Modelle der verschiedenen Anbieter, so fällt auf, dass die Neigung zur Halluzination unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Man darf vermuten, dass einige Hersteller das Problem bereits besser im Griff haben als andere.

Militärischer Bereich

Generative KI-Systeme sind vielseitig einsetzbar und bieten auch im militärischen Bereich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Mit KI-Systemen ausgestattete Infanteristen könnten im laufenden Gefecht sprachbasierte Lagedarstellungen abfragen. Sich aus einer Situation ergebende Unklarheiten könnten so rasch beseitigt und der Einsatzerfolg gestärkt werden. Auch die Interaktion mit unbemannten Systemen könnte verbessert werden. Befehle und Aufträge könnten sprachbasiert erteilt werden. Gleichmaßen könnten unbemannte Systeme auch selbst Lagemeldungen per Sprache absetzen und damit zu einem besseren Lageverständnis beitragen.

Ein weiteres Anwendungsfeld betrifft die Gefechtsstandsarbeit. Berichte, E-Mails oder Folien können in kürzerer Zeit erstellt und der Planungszyklus verkürzt werden. Bei Bedarf könnten Wissensabfragen an das System gerichtet und Entscheidungen fundierter getroffen werden. Faktoren wie Feindlage, Einsatzwert, Kampfkraft oder Geländebeschaffenheit könnten unmittelbar erfragt und vom System bestimmt und beantwortet werden. Darüber hinaus könnten generative KI-Systeme helfen, ein besseres kulturelles Verständnis zu einem potenziellen Gegner oder Einsatzland zu schaffen.

Potenzial, welches das Kommando Streitkräftebasis seit März dieses Jahres in der eigens hierfür aufgelegten Studie „Training und Evaluierung eines KI-Chatbots zur Unterstützung von Analysesimulationen in der Anwendung von vorschriftsgemäßen Doktrinen und Taktiken“ untersucht.

Künstliche Intelligenz für Taktik-Chat in Simulationssystemen

Die Studie „KI für Taktik-Chat in Simulationssystemen“ (Kurztitel) soll die Frage beantworten, ob durch den Einsatz von generativen KI-Systemen, die mit taktischen Einsatzgrundsätzen sowie Lageentwicklungen aus Gefechtssimulationen trainiert und als taktisches Assistenzsystem verwendet werden, ein Mehrwert für die Bundeswehr in den Bereichen Ausbildung und Einsatzplanung geschaffen werden kann.

Die eingangs erwähnten Trends zum lokalen Betrieb und zur Spezialisierung fließen in die Untersuchung ein. So sollen vorrangig Modelle betrachtet werden, die den Einsatz auf einsatztauglicher Hardware zulassen und für ihren Gebrauch mit bundeswehrspezifischen Regelungen und Lageinformationen weitertrainiert werden können. Herangezogen werden alle verfügbaren Regelungen mit taktischem Bezug sowie alle verfügbaren taktischen Lagen.

Dies betrifft sowohl Reallagen aus offenen Quellen als auch freigegebene Übungslagen aus Beständen der Bundeswehr. Insbesondere auch historische Lagen sollen in das System eintrainiert werden, um bei Bedarf von den hier ge-

wonnen Erkenntnissen antizipieren zu können. Im späteren Verlauf der Studie sollen darüber hinaus auch grafische Informationen wie z. B. Operationspläne oder Lagekarten an das Modell übergeben werden.

Mit dem Phänomen des Halluzinierens soll ergebnisoffen umgegangen werden. Es gilt, nach Lösungen und Konzepten zu suchen, die den Menschen bei der Gefechtsstandsarbeit unterstützen, Systemfehler aber ausschließen. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Mensch-Maschine-Interaktion. Der Mensch wird in seinem Handeln nicht ersetzt, sondern lediglich unterstützt. Er bleibt für sein Tun verantwortlich und muss die vom System vorgeschlagenen Lösungen bewerten können. Zu prüfen bleibt, ob im Umgang mit KI-Systemen ausgebildete Soldaten Halluzinationen als solche erkennen können.

Dessen ungeachtet wird die Studie auch untersuchen, wie sich am Markt verfügbare generative KI-Systeme diesbezüglich in naher Zukunft weiterentwickeln. Aktuell liegt die Halluzinationsrate von GPT 4 noch bei drei Prozent, andere Systeme schneiden schlechter ab. Nicht auszuschließen ist jedoch, dass die aktuell global stattfindenden Anstrengungen zur Eingrenzung des Problems weitere Erfolge verzeichnen können.

Die Studie der Streitkräftebasis steht im direkten Zusammenhang mit der in den Jahren 2021 und 2022 durchgeführten Studie „Reinforcement Learning für komplexe Gefechtssituationen“. Hier wurde untersucht, ob ein KI-Agent in einer Gefechtsfeldsimulation so trainiert werden kann, dass einem Operateur im Rahmen der Einsatzplanung Hinweise zu möglichen Handlungsoptionen unterbreitet werden können. Die Studie konnte auch ohne den Einsatz eines generativen KI-Systems (ChatGPT kam erst Ende 2022 auf den Markt) Anfang 2022 auf den Markt) Anfang 2022 mit positivem Ergebnis abgeschlossen werden und liefert für das neu zu erstellende generative KI-System die erforderlichen Gefechtsfeldsimulationsanteile.

In Umsetzung der Studie sind zunächst am Markt verfügbare und für die Untersuchung geeignete generative KI-Modelle zu identifizieren und mit ihren jeweiligen Grenzen, Vor- und Nachteilen gegeneinander abzuwägen. Ein weiterer

wichtiger Arbeitsschritt betrifft die Zusammenstellung, Auswahl und Aufbereitung der erforderlichen Trainingsdaten. Sind alle Entscheidungen zum KI-Modell und den zu verwendenden Trainingsdaten getroffen, beginnt die prototypische Realisierung und das eigentliche Training des generativen KI-Systems für Doktrinen und Taktiken. Nach Abschluss dieser Phase sollte es möglich sein, taktische Fragen an das Sprachmodell zu richten.

und „KI für taktische UAS“ beispielsweise konnte ein AlphaStar-(DeepMind)-basierter Ansatz erfolgreich auf eine militärische Gefechtssimulation übertragen werden. In Fortführung dieser Arbeiten sollen nun offene Sprachmodelle mit militärischem Wissen spezialisiert und an Simulationssysteme gekoppelt werden. Dieser Ansatz kann für ein breites Spektrum militärischer Anwendungen genutzt werden.

anteile auf dem noch neuen KI-Sektor gerungen wird, ist hierfür ein gutes Indiz. Die Geschwindigkeit, mit der das Potenzial der neuen KI-Technologie gehoben wird, ist atemberaubend. Kaum eine Woche vergeht, in der nicht ein weiteres bahnbrechendes Produkt oder eine innovative Lösung veröffentlicht wird.

Neben den vielen positiven Aspekten, die von dieser Entwicklung ausgehen, sollte nicht verschwiegen werden,

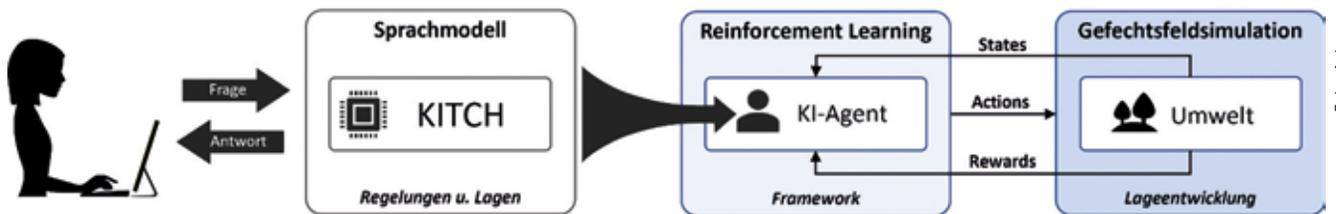


Foto: Autoren

Künstliche Intelligenz für Taktik-Chat in Simulationssystemen.

Das Modell sollte diese mit fundiertem Wissen aus den eintrainierten Regelungen und Lagen beantworten können.

Die in die Studie zusätzlich integrierte Machbarkeitsuntersuchung erfordert den Aufbau einer Test- und Versuchsumgebung, bei der das Sprachmodell in die Gefechtsfeldsimulation der Studie „Reinforcement Learning für komplexe Gefechtssituationen“ integriert wird. Mit automatisiert generierten grafischen Gefechtslagen soll das Sprachmodell weiter trainiert werden, sodass anschließend auch taktische Fragen im Kontext einer aktuellen Lage sinnvoll beantwortet werden können. Eben dieser Schritt grenzt die Untersuchung von anderen ab, weil hier eine Funktionalität getestet wird, die es so in vergleichbarer Form derzeit nicht gibt. Fertig trainierte generative KI-Systeme können nach Validierung und Freigabe später auch in C2-Systemen integriert werden.

Auftragnehmer der Studie ist die Airbus Defence and Space, welche in Friedrichshafen am Bodensee mit der Abteilung „Operational Analysis and Studies“ seit über 40 Jahren eine Forschungs- und Studieneinrichtung mit Schwerpunkt Operations Research und Modellbildung und Simulation betreibt. Neben der Entwicklung und Anwendung von militärischen Simulationsumgebungen werden seit 2018 auch KI-Verfahren zur Entscheidungsunterstützung erforscht.

In den Studien „Reinforcement Learning für Komplexe Gefechtssituationen“

Die Studie wird zudem durch das Berliner KI-Start-up deepset unterstützt, welches das Open Source End-to-End LLM-Framework „Haystack“ zur Erstellung spezialisierter LLM-basierter Anwendungen für Geschäftskunden entwickelt hat. Um Halluzinationen in Large Language Models zu reduzieren, setzt das Unternehmen sogenannte Retriever Augmentation-Systeme ein. Anstatt sich ausschließlich auf generierte Inhalte zu verlassen, können RAG-Systeme über einen Abgleich mit vertrauenswürdigen Informationen sicherstellen, dass die generierten Antworten auf fundiertem Wissen basieren. Dieser Ansatz ermöglicht eine bessere Kontrolle über die Qualität und Richtigkeit der generierten Inhalte, wodurch das Risiko von Halluzinationen deutlich minimiert wird. Zudem können Zitate mit Quellenangaben versehen werden.

Fazit

Mit den in jüngster Vergangenheit erreichten technologischen Durchbrüchen in der Künstlichen Intelligenz, in der Biomedizin oder auch beim Quantencomputing zeichnen sich einschneidende globale Veränderungen ab. Experten sprechen von einer nächsten Welle industrieller Revolution, die zunehmend auf globaler Ebene stattfinden wird und alles Bisherige in den Schatten stellt. Die Art und Weise, wie sich große IT-Konzerne aktuell ausrichten und wie um Markt-

dass von neuen Technologien immer auch neue Gefahren ausgehen. In der Biomedizin die genetische Manipulation menschlichen Erbguts beispielsweise. Bei der Künstlichen Intelligenz die Gefahr einer mit Deepfakes verseuchten Medienlandschaft bis hin zur Wahlmanipulation im großen Stil. Sicherlich keine guten Aussichten. Gesellschaftlich müssen wir diese und auch alle anderen Gefahren ernst nehmen und verantwortungsbewusst agieren. Tendenziell lässt sich ableiten, dass die Welt unsicherer wird. Der äußeren Sicherheit kommt damit noch mehr Bedeutung zu, als dies seit der Zeitenwende ohnehin schon der Fall ist.

Der Bund stellt zur Verteidigung Streitkräfte auf. Damit diese ihren Auftrag ausführen können, müssen sie State of the Art ausgestattet und ausgebildet sein. Weiterentwicklung und Automatisierung haben hierbei schon immer eine wichtige Rolle gespielt. Setzt dieser Prozess erst im Verteidigungsfall ein, ist es längst zu spät. Die in der zivilen KI-Entwicklung derzeit stattfindenden Innovationssprünge wirken sich unmittelbar auch auf militärische Fähigkeiten aus. Ohne gezielte Forschung und Eigenentwicklung können diese nicht adaptiert werden. Die Studie „KI für Taktik-Chat in Simulationssystemen“ der Streitkräftebasis leistet genau diesen Beitrag. Sie stellt sicher, dass die Bundeswehr frühzeitig neue Technologien vorantreibt und nicht von ungeahnten Fähigkeiten des Gegners auf dem Gefechtsfeld überrascht wird. ■



ALPINE EAGLE

Sentinel Airborne Counter-UAS

Das deutsche Start-up Alpine Eagle hat ein neuartiges luftgestütztes Drohnen Abwehr-System entwickelt, das Sentinel Airborne Counter-UAS System.

Das Sentinel System ist das erste luftgestützte („Air-to-Air“) Sensor- und Effektornetzwerk, das zur Erkennung, Klassifizierung und Bekämpfung von unbemannten Luftfahrzeugen (UAS) entwickelt wurde. Es besteht aus mehreren Starrflügel (fixed-wing) Drohnen mit einem Durchmesser von 3 Metern, ausgestattet mit an Bord befindlicher KI-Software und Hochleistungs-Edge-Computing, hochmodernen Sensoren und einer Bodenstation zur einfachen Handhabung mehrerer Drohnen.

frühzeitig detektiert und die Zielkoordinaten an ein Waffensystem am Boden sendet. Alternativ kann das feindliche UAS auch direkt mittels einer Sentinel Luft-Luft Abfangdrohne bekämpft werden. Somit ist die Truppe aus der Luft vor feindlichen Drohnen geschützt.

Die Bedienung ist denkbar einfach. Der hohe Automatisierungsgrad und die überlegene Datenfusion ermöglichen es, dass das Alpine Eagle Sentinel System von einem einzigen Operateur bedient werden kann.

Robuste Redundanz: Ausfälle einzelner Komponenten beeinträchtigen die Systemleistung nicht, dank unseres hoch redundanten Designs.

Kosteneffiziente Lösung: Durch die Nutzung von handelsüblichen Standardkomponenten (COTS) senken wir die Systemkosten erheblich.

Skalierbarkeit: Sensor- und Effektorknoten können nach Bedarf dem Netzwerk hinzugefügt werden.

Luftgestützte Effektor: UAS können mit luftgestützten Effektoren bekämpft werden.



Fotos: Alpine Eagle

Das Sentinel-System von Alpine Eagle im Einsatz

Dieses System kann neben Aufklärungsdrohnen, auch kleine Drohnen, Mikro-UAVs und Loitering Munitions detektieren. Es bietet eine Frühwarnung vor feindlichen UAVs und ermöglicht deren Abfangung aus sicherer Entfernung. Somit ist das Sentinel System für den Einsatz in schwierigem Gelände konzipiert, denn nur aus der Luft hat man ein optimales Lagebild in jedem Gelände.

Zusätzlich ist das Sentinel Airborne Counter-UAS System am Boden nicht genau ortbar und damit im Ernstfall besser geschützt. Während fest installierte Sensormastsysteme schnell an ihre Grenzen kommen, unbeweglich sind und bei hügeligem Gelände nur sehr limitierte Sicht haben, ist das Sentinel System der fliegende Schutzschirm für Militäreinsätze, bietet Skalierbarkeit und Mobilität.

Einsatzmöglichkeiten sind u.a. die Begleitung eines Konvois aus Militärfahrzeugen. Das Sentinel System sichert den Luftraum über dem Konvoi, bietet Schutz indem es feindliche Flugkörper



Das Sentinel-System ist schnell einsatzbereit und einfach zu bedienen

Damit bietet Alpine Eagle effektive Drohnenabwehr für die Streitkräften der Zukunft.

Hier die wichtigsten Daten und Fakten des **Sentinel-Systems** zusammengefasst:

Unterscheidende Systemfähigkeiten: Unser luftgestütztes C-UAS System zeichnet sich durch überlegene Erkennungs- und Abfangreichweiten aus und bietet Skalierbarkeit und Mobilität.

Erweiterte Erkennungsreichweite: Über die Sichtlinie bodengestützter Sensoren hinaus erkennen und klassifizieren wir feindliche unbemannte Luftfahrzeuge.

Agilität: Unser System passt sich nahtlos an dynamische Einsatzumgebungen an, indem es Sensoren im laufenden Betrieb neu positioniert.

Mobilität: Schutz kann mobilen Einheiten geboten werden.

Systemanwendungen

- Schutz hochmobiler Bodentruppen und Konvois
- Schutz von schwimmenden Einheiten
- Hafenschutz
- Kritische Infrastruktur
- Schutz von Anlagen
- Schutz von Feldlagern
- Abwehr von Aufklärungs-UAS aus sicherer Entfernung

Systemkomponenten

- Mehrere VTOL-Sensor- und Effektoren-Träger-UAS
- EO/IR-Kameras
- Radargeräte
- Bodenstation
- Taktische Mesh-Netzwerk-Technologie
- Für militärische Missionen kann Eagle-Sense ausgestattet werden mit: Störsicherem GNSS-Empfänger



ALPINE EAGLE

Kontakt:

Alpine Eagle GmbH
Prinzregentenstr. 54
80538 München
www.alpineeagle.com
contact@alpineeagle.com

37. Sicherheitspolitische und Wehrtechnische Tagung

12./13. Dezember 2024

Erstmals im Maritim Hotel Königswinter

Kriegstüchtig – aber wie?

Zur Sicherheit Deutschlands und Europas nach der US-Wahl

Diese und weitere hochkarätige Experten erwarten Sie:



Annette Lehnigk-Emden
Präsidentin
BAAINBw



General Carsten Breuer
Generalinspekteur
Bundeswehr



Flottenadmiral Christian Bock
Militärstrategie, Einsatz &
Operationen
BMVg



Weitere Infos und Tickets:
mittler-report.de/veranstaltungen/sipo

Nutzung von Drohnentechnologie im militärischen Rettungswesen



AVILUS, ein führendes Unternehmen im Bereich der Schwerlastdrohnentechnologie, präsentierte die Rettungsdrohne „Grille“ erstmals auf dem Bundeswehrgelände in Manching im Rahmen einer Vorführung für die Science and Technology Organization (STO) der NATO. Die Vorführung und Präsentation der Drohne wurde von AVILUS durchgeführt. Ziel des Besuchs war es, den aktuellen Stand der Technik und Entwicklung zu bewerten und die Einsatzfähigkeit der Systeme zu demonstrieren.

Über das HFM und das SCI-ET-219 Panel

Das SCI-ET-219 Panel konzentriert sich auf die Erforschung der Mensch-Schwarm-Interaktionen, um die Einsatzfähigkeit von Schwarmmanwendungen in militärischen Operationen zu verbessern. Ein zentrales Ziel ist es, die menschlichen Kontrollanforderungen für Schwärme hochautomatisierter und autonomer Fahrzeuge zu definieren. Dazu gehört die Untersuchung, wie menschliche Operatoren mit Schwärmen unter verschiedenen Bedingungen interagieren, insbesondere in komplexen und umkämpften Umgebungen. Das Panel zielt darauf ab, die Erkenntnisse aus bestehenden NATO-Forschungsgruppen zu nutzen und zu erweitern, um innovative Lösungen für die Steuerung und Integration von Schwärmen zu entwickeln. Diese Arbeit soll die operative Zusammenarbeit zwischen menschlichen Bedienern und autonomen Systemen optimieren und sicherstellen, dass Schwärme zuverlässig und sicher in militärischen Einsätzen eingesetzt werden können.

Über AVILUS

AVILUS engagiert sich für die Weiterentwicklung von Robotic and Autonomous Systems (RAS), die innerhalb der NATO zunehmend an Bedeutung gewinnen und in verschiedenen taktischen Szenarien bewertet werden. Das Unternehmen ist auf die Luftrettung

verwundeter Soldaten (RASEVAC) für militärische und zivile Einsätze spezialisiert und deckt damit den dringenden Bedarf an effizienten und sicheren Evakuierungslösungen in komplexen Umgebungen. AVILUS arbeitet als Teil des Drone Innovation Hub an der Wehrtechnischen Dienststelle für Luftfahrzeuge und Luftfahrtgerät der Bundeswehr WTD 61 in Manching eng mit der Bundeswehr zusammen, um umfassende Boden- und Flugtests ihrer UAVs durchzuführen. Darüber hinaus ist AVILUS Teil des Projekts „iMEDCAP“ des European Defence Fund (EDF), das darauf abzielt, die Fähigkeiten ihrer Drohne „Grille“ zu erweitern, um in CBRN-Defence Szenarien (chemische, biologische, radiologische und nukleare Verteidigung) einsatzfähig zu sein. Dadurch werden die Einsatzmöglichkeiten der Drohne erweitert und ihre Effektivität in kritischen Missionen gesteigert.

Die zweite Generation der „Grille“: 9X-02

Die „Grille“ ist ein vollelektrischer Hexacopter, der einen Verwundeten mit einem Gewicht von bis zu 135 kg über eine Distanz von 51 km bei einer Reisegeschwindigkeit von 86 km/h und einer Dienstgipfelhöhe von 2.100 Metern transportieren kann. Das System ist für den autonomen Betrieb auf Basis der Trägheitsnavigation konzipiert. Durch die Integration des Battle Management Systems (BMS) in die Patient Evacuation Coordination Cell (PECC) wird eine koordinierte Einsatzplanung ermöglicht, wobei die Vitaldaten des Patienten während der Evakuierung in Echtzeit überwacht werden können.

Die zweite Generation zeigt verbesserte Handhabbarkeit, Stabilität und allgemeine Flugeigenschaften. Insbesondere die Verbesserungen in der Motordynamik und eine erhöhte Closed-Loop-

Fotos: Avilus



Die zweite Generation der „Grille“: 9X-02



Die „Grille“ im Verbund mit einer Rettungsstation

Bandbreite tragen zu einer besseren Gesamtsteuerbarkeit des Flugzeugs bei, was die Präzision erhöht und Steuerfehler im Bodeneffekt reduziert.

Demonstration der Rettungsmission

Die Demonstration umfasste die Flugvorführung der Rettungsdrohne Grille am Beispiel einer Rettungsmission, wobei wichtige Bestandteile wie die PECC und die digitale 9-Liner Notfallmeldung Teil der Übung waren. Nach dem Notruf startete die zweite Grillengeneration, 9X-02, und navigierte zum Verwundetennest. Das Team simulierte das Verladen eines Patienten in die Rettungskabine. Anschließend flog die Drohne zurück zum Ausgangspunkt und schloss die Mission ab. Während der gesamten Mission verfolgten die NATO-Vertreter die Operation über das Battle Management System (BMS) und beobachteten die Flugbewegungen der Drohne.

Die Rolle der Bundeswehr und zukünftige Pläne von AVILUS

Die Bundeswehr spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der Rettungsdrohne. Die enge Zusammenarbeit mit der WTD61 in Manching ermöglicht der Firma AVILUS Zugang zum geeigneten Testumfeld in Form von Infrastruktur und bietet ein Forum, um die Erkenntnisse aus der Praxis in die Entwicklung zurückzuführen. Das Dron Innovation Hub fördert militärisch relevante Drohnenprojekte in einer Art „Scouting“-Verfahren zur Sondierung zukunftssträchtiger Ansätze.

Mit Blick auf die Zukunft wird das Flugbetriebsteam von AVILUS die Erprobung der 9X-02 fortsetzen und schrittweise Funktionen von höherem Automationsgrad in einem inkrementellen Ansatz aufbringen. Dieser Prozess stellt eine Rückfallebene mit getesteten Low-Level Funktionen sicher.

Die Geschwindigkeit der Entwicklung ist entscheidend, da die 9X-02 im Oktober 2024 an der Experimentalserie des Heeres der Bundeswehr teilnehmen soll.

Zusammenfassung

AVILUS präsentiert erfolgreich die Rettungsdrohne „Grille“ in einer Demonstration für das HFM-Panel der NATO STO bei der WTD61 in Manching. Das SCI-ET-219-Team, das sich auf die Mensch-Schwarm-Interaktion konzentriert, erlebte die fortschrittliche Technologie der „Grille“, eines vollelektrischen Hexacopters, der für autonome medizinische Evakuierungen entwickelt wurde. Die enge Zusammenarbeit mit der Bundeswehr fördert die kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Technologien und stellt sicher, dass Schwärme effizient und sicher in militärischen Operationen eingesetzt werden können.



Die „Grille“ im Einsatz



Kontakt:

Avilus GmbH
D-85737 Ismaning
Osterfeldstraße 82
Paola Chiñas
press@avilus.com

Forschungsprojekt: Mobile Landebahn für autonome Hochleistungsdrohnen

mb + Partner

Jan Binnebesel +
Dr. Jan Mehnen

Das Gefechtsfeld der Gegenwart ist geprägt durch den vielseitigen und omnipräsenten Einsatz von Drohnen. Neben Multicoptern und senkrechtstartenden Starrflüglern, die überwiegend im Nahbereich der Front eingesetzt werden, ergibt sich weiterhin der Bedarf nach zu meist deutlich größeren reinen Starrflügel-drohnen. Diese sind sowohl zur Befliegung von Langstrecken, zum langen Verbleiben in der Luft, als auch zum Tragen hoher Lasten befähigt und somit einerseits für die Verbringung von Effektoren, den Krankentransport oder zur Unterstützung der Logistik sowie andererseits zur persistenten Überwachung von Feindbewegungen geeignet. Mit der hier beschriebenen Mobilen und Automatischen Start- und Landeanlage (MASL) sollen die Vorteile leistungsfähiger Starrflügel-drohnen mit den Vorteilen von ortsunabhängigen senkrechtstartenden Drohnen verbunden werden. Mit MASL wird somit die prozesssichere Nutzung hochwertiger und hochleistungsfähiger Starrflügel-drohnen ermöglicht, welche zudem bei Verlust nicht ohne eine Vorlaufzeit von Wochen bis Monaten nachzuproduzieren und zu verlegen sind.

Systembeschreibung

Bei MASL handelt es sich um ein verlegbares, schienengeführtes Schlittensystem für den schonenden Katapultstart und die automatische und synchronisierte Landung von Starrflügel-UAVs, welches für schnellen Aufbau auf einer Vielzahl gängiger Untergründe optimiert ist. Optional kann ein Hangar zum permanenten/saisonalen Fernbetrieb

errichtet werden, aus dem automatisiert eine oder mehrere Drohnen gestartet werden können.

Foto/Grafik: mb+Partner



**Synchronisierter Landeanflug;
auch ausgestellt auf der ILA 2024**

Ansatz & Potentiale

- Unabhängigkeit von Landebahnen und lokaler Infrastruktur, dadurch geringerer Footprint am Standort und Nutzung alternativer verfügbarer Flächen (z.B. Autobahnabschnitte, Felder, Wiesen, Schotterpisten etc.)
- Schnelle Bereitstellung von Start- und Landemöglichkeiten mit möglichst geringem logistischen und personellen Aufwand
- Dislozierung: Flächendeckende Verteilung von Drohnen an mehreren Standorten, damit geringere Verwundbarkeit der Drohnenflotte
- Steigerung der UAV-Verfügbarkeit durch kurze Turn-Around-Zeit, kurze Transitzeiten, Wiedernutzbarkeit – auch ggfs. sensibler Nutzlast – durch material-schonende „low G“ Starts und Minimierung von Landeschäden (in Abgrenzung zu bestehenden UAV-Launchern sowie Netz- und Fallschirm-lösungen mit sehr hohen „G-loads“)
- Entlastung der Operateure durch automatisierte Starts- und Landungen bis hin zum personenfreien Fernbetrieb
- Optimierung der Antriebstechnik der Drohnen durch Reduktion des Schub-/Gewichtsverhältnisses auf 0,3-0,5 im Vergleich zu typischerweise 1,2-1,5 bei Senkrechtstart, somit Reduktion von Gewicht und Luftwiderstand, welche für Flugdauer bzw. -strecke parasitär sind. Bei Bedarf Einsparung des Fahrwerks und somit Stei-

gerung der Nutzlast- oder Treibstoffkapazität um 20-40%.

Aktueller Entwicklungsstand

Ein hoher Automatisierungsgrad, Robustheit und Wiederverwendbarkeit stehen im Vordergrund der Entwicklung. Nachfolgende Ziele sind bereits erreicht:

- Zwei Technologie-Demonstratoren für UAVs bis 600kg
- Erfolgreiche Starts- und Landungen demonstriert
- Verlegbarkeit in einem PKW-Anhänger oder 20ft Container
- Kombinierbar mit dem UAV-Hangar für 24/7 Remote-Betrieb
- Zivile BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight; Flug außerhalb der Sichtweite) – Fluggenehmigung für die Systemkombination erteilt.

Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsarbeiten befassen sich mit:

- Skalierbarkeit bis zu einem UAV-Gewicht von 1,5t mit aktuellem Systemdesign abbildbar (bis 5t mit angepasstem Systemdesign)
- Höheres UAV-Gewicht bis 15t in Kombination mit schnell koppelbarem Schienensystem auf Lkw-Trailern
- Gleichzeitiger Start mehrerer UAVs
- Leise Wasserstoff-Drohne mit langer Standzeit
- Robuste Landefähigkeit, auch unter widrigen Umweltbedingungen
- Kurzstartfähigkeit mittels elektromagnetischem Linearbeschleuniger.

Weitere Informationen und Videos aus dem Versuchsbetrieb sind auf der Webseite verfügbar.

Hauptfunktionen der MASL



mb + Partner

Kontakt:

Harburger Schloßstraße 6-12
D-21079 Hamburg, Deutschland
+49 (0)40 42 90 43 40
info@mbptech.de
<https://mbptech.de/>
binnebesel@mbptech.de

TANO

MODULARE DROHNEN
FÜR JEDES EINSATZSZENARIO



Aufklärung und
Lagebestimmung



CBRN
Gefahrenmessung



Funknetz für
mobile Kommunikation



Transport,
Abwurf bzw. Aufnahme



Wärmebildkamera

odm

Made in Germany

+49 6356 9621-134 | produkte@odm-gmbh.com | www.odm-gmbh.com | www.tano-drones.com



Konflikterprobte Drohnenabwehr – made in Germany.



AUFKLÄREN

- Echtzeit-UAV-Detektion mit > 80 km Reichweite und lückenloser Frequenzüberwachung
- Echtzeit-Dekodierung vieler Drohnenprotokolle
- Nahtlose Integration von Radar und KI-basierter Kamerverfolgung

LOKALISIEREN

- Präzise Peilung und Triangulation von Starrflüglern, Multikoptern und Kontrollstationen
- Erfasst und verfolgt vorprogrammierte Drohnen mit hoher Genauigkeit
- 360°-Azimut und volle 90°-Höhenabdeckung

ABWEHREN

- Selektives Smart Jamming (400 MHz bis 6 GHz)
- Echtzeitfähige Anpassung von Richtung, Frequenz, Bandbreite und Signalstärke
- Mobil oder stationär, mit einer Ausgangsleistung von bis zu 5 kW EIRP