

Magazinreihe

Moderne STREITKRÄFTE

Unbemannte Systeme



Impressum: Moderne Streitkräfte
Heft 1/2024: Unbemannte Systeme

Herausgeberin: Dr. Eva-Charlotte Proll, Behörden Spiegel
Redaktionelle Leitung: Thomas Hönig, Behörden Spiegel
Satz und Layout: Yonca Bilgi, ProGov GmbH
Titelbild: BS/ YB unter Verwendung von stock.adobe.com: kran77
und Андрей Кальченко

Verlegt von der ProPress Verlagsgesellschaft mbH, Berlin/Bonn

Heftpreis: 7,50 Euro

©Alle Beiträge (Wort und Bild) in diesem Heft sind urheberrechtlich geschützt.
Eine Weitergabe – auch digital – bedarf der Einwilligung des Verlages.
www.behoerderspiegel.de

INHALT

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 4 | Unbemannte Systeme: Die Zukunft?
■ Oberst a.D. Thomas Hönig, Behörden Spiegel | 26 | Anwendung unbemannter Systeme in der militärischen Gesundheitsversorgung
■ Generalarzt Dr. med. Bernhard Groß, Leiter des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin und Generalarzt der Luftwaffe |
| 6 | Die Relevanz unbemannter Systeme in der modernen Luftkriegsführung
■ Major i.G. Robert Steinhäuser, Referent FCAS/NGWS | 30 | Unbemannte Luftfahrzeuge – die Ethikdimension –
■ Generalleutnant a.D. Dr. Ansgar Rieks und Professor Dr. Wolfgang Koch |
| 10 | Vom Einzelsystem zum Schwarm – Warum Plattformdenken uns nicht weiterbringt
■ General a.D. Jörg Vollmer & Dr. Bernd Brüggemann, Fraunhofer FKIE | 34 | Das Zusammenwirken bemannter und unbemannter Systeme in künftigen Konflikten
■ Oberst a.D. Thomas Hönig, Behörden Spiegel |
| 14 | Die UAS-Aktivitäten Rheinmetalls: Sicherheit und Vielseitigkeit im Fokus
■ Autorenteam Rheinmetall | 38 | Unbemannte Systeme – Eine Analyse aus Sicht der Zukunftsentwicklung
■ Oberstleutnant Thomas Doll, Sachgebietsleiter Methoden der Zukunfts- und Weiterentwicklung, Kommando Streitkräftebasis |
| 16 | Unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems im Deutschen Heer
■ Oberstleutnant Andreas Dahl, Amt für Heeresentwicklung | 42 | MMCM – Maritime Mine Counter Measures
■ OCCAR MMCM Programme Division |
| 20 | Eurodrone, a sovereign essential asset for a modern combat air system
■ OCCAR MALE RPAS (Eurodrone) Programme Division | 44 | THeMIS: Taktisch, hybrid, modular
■ Max Marquardt, KNDS |
| 22 | Die militärischen Anforderungen an die eigene Ausrüstung verändern sich durch den Ukraine Konflikt radikal
■ Interview mit Diplom-Industriedesigner (FH) Christopher Kearney; Autor: Max Marquardt | | |

Unbemannte Systeme: Die Zukunft?

■ Oberst a.D. Thomas Hönig, Behörden Spiegel

Das Thema „unbemannte Systeme“ ist spätestens seit dem Angriff Russlands auf die Ukraine hochaktuell und wird nach Meinung vieler Experten künftig weiter an Bedeutung gewinnen. Gleichwohl ist der Gedanke, Waffenwirkung ohne Gefährdung eigener Kräfte zum Einsatz zu bringen, wahrlich nicht neu. Erste Versuche, Ziele mit Bombenabwürfen aus unbemannten Ballonen anzugreifen, wurden bereits Mitte des 19. Jahrhunderts unternommen und die militärische Luftfahrt setzt Drohnen zur Zieldarstellung seit Mitte des letzten Jahrhunderts ein.

Mit der Beschaffung des Aufklärungssystems CL-89/CL-289 für die Artillerietruppe des Heeres im Jahr 1969 durfte sich die Bundeswehr zu den Streitkräften zählen, die frühzeitig den Wert unbemannter Systeme erkannten. Der Wert dieser Systeme konnte in den Auslandseinsätzen der Bundeswehr, in denen seit dem Jahr 2010 beispielsweise das Aufklärungssystem Heron eingesetzt wurde, unter Beweis gestellt werden. Die im Jahr 2011 durch den damaligen Verteidigungsminister de Maizière angestoßene Beschaffung von Unmanned Aerial Combat Vehicles, oder Kampfdrohnen, führte allerdings aufgrund ethischer Bedenken zu langanhaltenden politischen Diskussionen, die erst im April 2022 mit der unter dem Eindruck der Ereignisse in der Ukraine erfolgten Billigung der Bewaffnung des Aufklärungssystems Heron TP faktisch beendet waren.

Insgesamt zeigen die aktuellen Konflikte und insbesondere der bereits erwähnte Krieg in der Ukraine sowie die Entwicklungen im Roten Meer, dass unbemannte Systeme zu einem festen Bestandteil moderner Kriegsführung geworden sind und in verschiedenen Konflikten erfolgreich eingesetzt wurden. Auch die deutschen Streitkräfte haben dies frühzeitig erkannt und entsprechende Konzepte entwickelt. Vom Kampfmittelbeseitigungsroboter tEODor über das leichte Fluggerät ALADIN bis zur luftgestützten Nahaufklärungsdrohne LUNA des Heeres, vom bewaffnungsfähigen Medium Altitude Long Endurance (MALE) Aufklärungssystem HERON TP bis zur künftigen EURODROHNE der Luftwaffe und von der Hubschrauberdrohne SEA FALCON bis zur Unterwasserdrohne SEA CAT der Marine gibt es bereits viele Beispiele leistungsfähiger unbemannter Systeme in fast al-

len Bereichen der Bundeswehr, die das Portfolio der traditionellen Teilstreitkräfte in ihren jeweiligen Fähigkeitsdomänen ergänzen. Auch für den Bereich des Sanitätsdienstes existiert bereits mit dem auf der diesjährigen ILA vorgestellten DRONEVAC-System GRILLE ein Rettungssystem für den Transport von Verwundeten, das jedoch noch abschließend auf eine mögliche militärische Verwendbarkeit geprüft werden muss.

Man darf davon ausgehen, dass sich das Portfolio der unbemannten Systeme weiter vergrößern wird, da diese tatsächlich viele Vorteile gegenüber bemannten Systemen aufweisen. Für viele Aufgaben können sie aufgrund der fehlenden Besatzung und der nicht benötigten Lebenserhaltungs- und Rettungssysteme kleiner und effizienter ausgelegt werden und darüber hinaus Flugmanöver durchführen, die bei bemannten Systemen aufgrund der hohen Belastungen für die Crews nicht realisierbar wären. Insbesondere aber können unbemannte Systeme bei hochriskanten Missionen eingesetzt werden, ohne eigenes Personal zu gefährden. Durch bewaffnete Drohnen sind traditionelle Großgeräte, beispielsweise Kampfpanzer, heute deutlich höheren Gefährdungen als in der Vergangenheit ausgesetzt – mit entsprechenden Auswirkungen auf ihren Gefechtswert. Nicht zuletzt liegen die Kosten für die Beschaffung und den Betrieb unbemannter Systeme sowie für die Ausbildung des erforderlichen Personals deutlich unter den Kosten bemannter Systeme. Dies gilt insbesondere für den Bereich der modernen Kampfflugzeuge. Somit können bei gleichbleibenden Budgets und dem Einsatz künstlicher Intelligenz mehr Fähigkeiten mit gleichbleibendem oder sogar geringerem Personaleinsatz realisiert werden.

Gleichwohl werden unbemannte Systeme bei allen angesprochenen Vorteilen bemannte Systeme auf absehbare Zeit nicht vollständig ersetzen können, da diese weitgehend vorprogrammierten Plänen und Entscheidungsroutinen folgen und daher kaum auf unvorhergesehene Ereignisse oder breitere Auftragsprofile reagieren können. Im Verbund mit künftigen, hochmodernen bemannten Systemen eingesetzt, können Drohnen jedoch deutlich kampfwertsteigernd bei gleichzeitiger Reduzierung der Gefährdung von eigenem

Personal wirken. So berücksichtigt beispielsweise bereits die Projektierung des Next Generation Weapon System (NGWS) als Teil des künftigen europäischen Gemeinschaftsprojekts Future Combat Air System (FCAS) die Einbindung unbemannter Systeme. Hierbei handelt es sich nicht um eine alleinstehende Plattform, sondern um eine Anordnung mit einem zentralen bemannten Waffensystem sowie einer Anzahl unbemannter Systeme, die in einem Systemverbund durch eine Combat Cloud miteinander verbunden werden.



Oberst a.D. Thomas Hönig

Das künftige „Transparent Battlefield“ wird zunehmend von allen Parteien durch unbemannte Systeme besetzt werden. Auch Deutschland muss sich dieser Herausforderung stellen und darüber hinaus Positionen in Bezug auf die Möglichkeiten der Nutzung automatisierter und autonomer Waffen entwickeln. Die Diskussion hierüber ist in vollem Gange und dieses Magazin soll einen kleinen Beitrag dazu leisten.

Der Fokus liegt dabei auf den aktuellen technologischen Möglichkeiten, deren Nutzung sowie den Perspektiven für mögliche Weiterentwicklungen. Zudem kommen Entwickler und Firmen zu Wort, die neue Zukunftstrends und Möglichkeiten aufzeigen, welche sich auch aus den großen technischen Fortschritten im Bereich der Künstlichen Intelligenz ergeben. Neben dem Blick auf das künftig technologisch Machbare werden darüber hinaus auch die ethischen Aspekte des Einsatzes unbemannter Systeme betrachtet.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Ihr

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Th. Hönig'.

Die Relevanz unbemannter Systeme in der modernen Luftkriegsführung

■ Major i.G. Robert Steinhäuser, Referent FCAS/NGWS

Im Laufe Ihrer Geschichte mussten sich Luftstreitkräfte mehrfach mit signifikanten technologischen Evolutionen der eingesetzten Waffensysteme und damit verbundener Einsatzdoktrinen in der Luftkriegsführung auseinandersetzen. Bei früheren Entwicklungen, wie beispielsweise Strahlflugzeuge, Wirkmittel großer Reichweite oder Stealth-Technologie, waren bemannte Systeme stets zentraler Bestandteil der Betrachtungen.

Gegenwärtig sehen sich Luftstreitkräfte mit der Realität konfrontiert, dass die Proliferation kostengünstiger und schnell verfügbarer Hochtechnologie nicht mehr rein militärisch getrieben wird. Dies führt zu der Herausforderung, dass derzeit komplexe, militärische Waffensystementwicklungen nicht agil genug sind, um mit den raschen Innovationszyklen der zivilen Welt Schritt halten zu können. Dies wird gegenwärtig durch langwierige und rechtlich überbordende Anforderungen zusätzlich verstärkt. Im Falle eines Konflikts führt dies mit Blick auf eine operationelle Reaktionsfähigkeit zu nicht ausreichend verfügbarer Masse auf dem Gefechtsfeld. Dieses Problemfeld wird zusätzlich durch demografische Herausforderungen in der Personalverfügbarkeit sowie langen Ausbildungszeiten für Hochwertpersonal intensiviert. Der deutliche, weltweite Anstieg und vielseitige Einsatz unbemannter Waffensysteme in verschiedensten Ausprägungen an Größe und Fähigkeiten unterstreicht diese Problematik.

Doktrinäre Fragen, die sich aus der Nutzung unbemannter Waffensysteme ergeben, sind dringlich und müssen daher frühestmöglich adressiert werden. Fortgeschrittene militärische Konzepte, wie das Collaborative Combat Aircraft Program (CCA) der US-Luftwaffe, zeichnen Systemverbünde vor, die bereits zu Beginn der nächsten Dekade in großem

Umfang Realität werden sollen. Sie fokussieren auf bemannte und unbemannte Teamarbeit (Human-Machine-Teaming), bei der eine Vielzahl unbemannter Plattformen als weitestgehend autonome „Wingmen“ für einige bemannte Einheiten fungieren. Die Entscheidungshoheit und Verantwortung über den skalierbaren Einsatz bis hin zu letaler Gewalt obliegt hierbei, weiterhin, stets dem Menschen. Diese Überlegungen sind ebenfalls elementarer Bestandteil bei der Entwicklung des deutsch-französisch-spanischen Next-Generation-Weapon-Systems (NGWS), wobei es hier gilt, die technologischen und konzeptionellen Erkenntnisse aus dem laufenden Projekt frühestmöglich in die Konzeptionierung der Luftwaffe einfließen zu lassen.

Mit Blick auf die deutsche Luftwaffe werden unbemannte Systeme zukünftig die zentrale, komplementäre Rolle eines „Force Multipliers“ für die Bestandsflotte einnehmen, indem Unmanned Combat Air Vehicle (UCAV) die geringen Stückzahlen der bemannten Flotte ergänzen, die Durchsetzungs-, Durchhalte- und insbesondere Überlebensfähigkeit auf dem Gefechtsfeld der Zukunft erhöhen und hierbei den zentralen Aspekt menschlicher Entscheidungsfähigkeit und Verantwortung berücksichtigen, während die Gefahr des Verlusts von menschlichem Leben auf der eigenen Seite so gering wie möglich gehalten wird. Ferner können sie die Herausforderung der steigenden Personal- und Unterhaltskosten bemannter Systeme auffangen.

Durch geringere Kosten und größere Freiheit in Bezug auf Werkstoffe und Nachweisverfahren (abhängig vom Grad der angestrebten, luftrechtlichen Zulassung) bieten sie die Möglichkeit, durch Beistellung an die bemannte Kampfflugzeugflotte die Kampfkraft und den Einsatzwert der Luftwaffe um ein Vielfaches zu steigern. Gleichermaßen bietet der einzelne Einsatz von bestimmten UCAV als Force Multiplier in klassischen „Single-Ship“ Rollen, wie z.B. Langzeitüberwachung, Aufklärung, Luftbetankung oder Kommunikationsrelais, sowohl in High- als auch in Low-Intensity Szenarien (vgl. multinationale Einsätze in Mali und Afghanistan) eine wirtschaftliche Alternative zur kostenintensiven (Ab-)Nutzung von bemannten Plattformen bei gleichzeitigem Zuwachs von Stehzeit im Einsatzgebiet.



Die Schaffung von gemeinsamen, plattformunabhängigen Lösungen für die Kommunikation mit und Steuerung von unbemannten Waffensystemen ist Schwerpunkt aktueller Bestrebungen der Luftwaffe.

Foto: Airbus Defence and Space

Vorteile von Unmanned Combat Air Vehicles

Erhalt der Initiative: Sie können in Umgebungen eingesetzt werden, in denen der Einsatz bemannter Flugzeuge aufgrund der Bedrohungslage nicht mehr hinnehmbar ist. Auch unter starker gegnerischer Bedrohung ist die Lw damit in der Lage, ihre Initiative im Luftkrieg (auch bei geringem Kräfteinsatz) aufrecht zu erhalten. Durch die bewusste Inkaufnahme von



Eine United States Marine Corps XQ-58 Valkyrie (links) fliegt im Verbund mit United States Air Force F-35A (rechts) während einer Testkampagne in den USA.

Foto: United States Air Force

Verlusten können gänzlich neue Einsatzkonzepte erstellt und angewandt werden. Die Antizipation des Verhaltens der Luftwaffe im scharfen Einsatz wird für einen Gegner deutlich unberechenbarer. Ein Gegner wird sich planerisch auf neue operative Grundsätze einstellen und sieht sich von Tag zu Tag mit neuem, bisher für ihn unbekanntem, Verhalten konfrontiert.

Durchhalte- und Reaktionsfähigkeit: Eine lange Verweildauer im Einsatzgebiet ermöglicht die Erstellung eines besseren Lagebildes, welches zu besseren Entscheidungen in kürzeren Zeitspannen führt. Die Fähigkeit zur Eskalation von einer Frühwarnung im Vorfeld von Konflikten in Verbindung mit einer Wirkfähigkeit ermöglicht eine rasche und effektive Antwort im Sinne einer glaubhaften, konventionellen Abschreckung. Der wirtschaftliche Einsatz von Plattformen mit hoher Verweildauer ermöglichen neben der Fähigkeit zur effizienten Frühwarnung auch als „Kräfte der ersten Minuten“ kinetische Wirkung auszuüben und so den Verlauf eines Konfliktes bereits frühzeitig positiv zu beeinflussen.

Resilienz: Durch konsequente Berücksichtigung der Maxime eines Agile Combat Employments (ACE) bei Auslegung, Beschaffung, Betrieb und Einsatz von UCAV wird die Luftwaffe in die Lage versetzt, neue innovative Verbringung, Versorgung und Verlegung auch unter Kriegsbedingungen zu realisieren. Dislozierter, nicht traditioneller Einsatz und Verbringung von UCAV erschwert gegnerische Planung und erzeugt doktrinaire

Dilemmata. Dies setzt neben den technischen Anforderungen an die Auslegung solcher fliegenden Waffensysteme ebenfalls eine Führungsstruktur voraus, welche doktrinär, personell, wie auch technisch auf die Grundsätze und Bedarfe von teilstreitkraftübergreifender, mehrdimensionaler Gefechtsführung (sog. Multi-Domain-Operations (MDO)) ausgerichtet ist.

Beitragsfähigkeit: UCAV welche in ihrer Auslegung den Grundsätzen einheitlicher Standards und offener Systemarchitekturen – insbesondere einheitlicher Schnittstellen und Kommunikationsstandards – folgen, können ein relevanter Fähigkeitsbeitrag sein, um Verbündete schnell und effektiv mit relevanten militärischen Fähigkeiten unterstützen zu können. Spätestens seit dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine und der damit einhergehenden westlichen Unterstützung sind die Vorteile von standardisierter Munition und Verbrauchsgütern nicht nur eindrucksvoll ersichtlich geworden, sondern stellen auch im Weiteren die Grundlage zur Fortführung des Abwehrkampfes dar. Standardisierte UCAV, welche im Einsatz zwischen den Plattformen von Verbündeten ausgetauscht, angepasst und beigestellt werden können, frei nach dem Motto „plug and fight“, stellen hier die Operationalisierung der vielfach beschworenen Kohäsion von Verbündeten als besondere Stärke unserer Streitkräfte dar. Hier sind in Zukunft im Bereich Beschaffung harte Standards an die Industriepartner zu stellen. Gleichmaßen muss die Luft-



Mit dem System and Teaming Advanced Research (STAR) Demonstrator sollen zeitnah erste Manned-Unmanned-Teaming Lösungen erprobt werden. Eine Absichtserklärung zwischen Luftwaffe und Industriepartnern wurde auf der diesjährigen ILA gezeichnet.

Foto: Airbus Defence and Space

waffe hier auch, stärker als zuvor, als Vermittler zwischen den Streitkräften und Industrien unserer Verbündeten auftreten. Ein enger Dialog bereits in frühen Phasen der Entwicklung von UCAV zwischen allen Beteiligten ist unumgänglich für die Reifmachung dieser Unikatfähigkeit.

Wirtschaftlichkeit: UCAV sind oft günstiger in Anschaffung und Betrieb als bemannte Systeme. Schnelle Produktionszeiten und geringerer Einsatz von einzelnen Teilkomponenten ermöglichen eine schnelle Nachversorgung insbesondere während des Konfliktes. Das eigene, operationelle Tempo kann trotz (erwarteter) materieller Verluste aufrechterhalten werden. Zudem lösen UCAV zumindest ansatzweise das Problem steigender Komplexität in Verbindung mit langen Entwicklungszyklen, da beispielsweise andere zulassungsrechtliche Anforderungen als in der bemannten Luftfahrt angewandt werden können (falls gefordert). Ebenfalls trägt die geringere Systemkomplexität in Vergleich mit bemannten Plattformen dazu bei, kleinere, günstigere und vor allem flexiblere Auslegungen eines UCAV zu realisieren. Allein der Wegfall von sog. „Life-Support“-Anteilen auf einem unbemannten System senkt die Zeit in der Entwicklung um ein Vielfaches. Modularität ermöglicht die Reduktion der Nutzlast (Sensorik, Effektorik) auf ausschließlich missionsrelevante Fähigkeiten. Die Gefahr wertvolle Sensorik zu verlieren, welche für die eigentliche Mission nicht gefordert ist, aber trotzdem an Bord mitgeführt werden muss und in logischer Konsequenz auch durch Abschuss der Plattform verloren gehen kann, wird

reduziert. UCAV sind schneller als bemannte Plattformen in der Lage, Innovationen zu adaptieren und schnellstmöglich (besonders unter Gefechtsbedingungen) über die gesamte Flotte hinweg umzusetzen. Einheitliche, aber größen- bzw. mengenskalierbare Softwarelösungen für Steuerung und Betrieb der Flotte wären zu bevorzugen. In der Gesamtheit ermöglicht dies „Innovation auf dem Gefechtsfeld“ und bietet der Luftwaffe die Möglichkeit, auf überraschende Neuerungen der gegnerischen Seite schneller als bisher reagieren zu können, um somit nicht nur im Kampf in der Luft, sondern auch im Kampf um Innovation siegreich hervorzutreten.

Demografie: Durch die steigende Maturität von skalierbaren, KI-gestützten Autopiloten, Daten-Links und Battle-Management-Systemen (BMS) können UCAV, besonders im Falle eines Peer-to-Peer Konfliktes, mit einem erheblichen Grad an Automation agieren. Wo beispielsweise für den Betrieb einer Heron-1 noch zwei Operateure notwendig waren, können in naher Zukunft mehrere UCAV im Einsatz von einer Person administriert werden. Vor dem Hintergrund der demografischen Lage haben Lösungen, welche eine Erhöhung kämpfender Plattformen bei paralleler Senkung des Bedarfs an Hochwertpersonal ermöglichen, Priorität.

Was tun? - Luftwaffe in der Umsetzung

All diese Erkenntnisse sind nicht neu, werden durch die Zeitenwende aber katalysiert. Eine agile Strategie zur Umsetzung und Generierung einer neuen Luftflotte ist vor dem

Hintergrund des aktuellen und antizipierten sicherheitspolitischen Umfeldes nötig. Es bleibt wenig Zeit!

Das Einzige, für Gegner sowie für Partner gleichermaßen verständliche Signal, dass die deutsche Luftwaffe bereit ist für eine Zeitenwende in der Luftkriegsführung, sind UCAV im Einsatz. Diese Vision gilt es zeitnah Realität werden zu lassen.

Mit Blick auf die oben genannten Rahmenbedingungen und den wesentlichen Determinanten Geschwindigkeit in der Umsetzung und Interoperabilität mit unseren Bündnispartnern ergeben sich mehrere Möglichkeiten des Handelns, welche in ihrem Bedarf an Ressourcen und zu adressierender, organisatorischer Ebene stark unterschiedlich sind.

Um jedoch der Ambition einer frühestmöglichen Einführung von UCAV gerecht werden zu können, müssen aufgrund von Laufzeiten und Prozessen bestehende Rüstungsprojekte auf ihre Anwendbarkeit einer komplementären Ergänzung (durch UCAV) untersucht, beziehungsweise identifiziert werden.

Jedoch bedeutet dies nicht, dass es sich hier um „Entweder/Oder“-Optionen handelt, sondern um parallele Handlungsstränge, welche erst in ihrer Gesamtheit der Umsetzung den größtmöglichen Effekt entfalten können. Es gilt auch Projekte zu betrachten, welche auf den ersten Blick nur anteilig etwas mit dem zukünftigen Einsatz von UCAV gemein haben. Bereits heute eingeführte Waffen- und Führungssysteme müssen mit Blick auf ihre geplante Nutzungsdauer befähigt wer-

den, auch zukünftig ein effektiver Player in der deutschen „Air Combat Cloud“ zu sein. Oftmals suggeriert die Begrifflichkeit „Future Combat Air System“ (FCAS), dass es die Ambition der Luftwaffe ist, ein geschlossenes System inklusive Peripherie ab einem gewissen Datum einzuführen, ähnlich wie man es von der klassischen Einführung eines beliebigen Waffensystems kennt. Dies ist eine weit verbreitete Fehlannahme und zeichnet ein verzerrtes Bild für die Notwendigkeiten moderner, mehrdimensionaler Gefechtsführung. Bestands- wie Zukunftssysteme sind Teil der Vision eines deutschen FCAS und wenngleich UCAV als relevantes neues Werkzeug in die „Toolbox Luftmacht“ aufgenommen werden, so können diese nicht immer das „Richtige Mittel“ für die jeweilige Herausforderung sein.

Hier muss breit gedacht werden, denn sie werden im Hinblick auf das Prinzip der mehrdimensionalen Gefechtsführung entscheidende Rahmenbedingungen definieren. Bleiben diese Projekte unberücksichtigt, erhöhen sie das Risiko einer Fehlentwicklung bei der Spezifikation von fliegenden Plattformen und ihren Führungssystemen. Mit Hinblick auf die erheblichen Nutzungszeiten von militärischen Waffensystemen muss die Luftwaffe diese Herausforderungen somit frühzeitig adressieren und lösen. Dies gilt es im Sinne des Auftrages der Luftwaffe und aus der Verantwortung für die Sicherheit unserer Soldatinnen und Soldaten mit aller Kraft zu forcieren.

TAURUS – PERFORMANCE MATTERS!

TAURUS KEPD 350 is the superior air-launched cruise missile for precision attacks against hardened and high value point and area targets. TAURUS penetrates dense enemy air defence in extreme low altitude flight and destroys the target with its highly effective two-stage warhead system. It uses a freely programmable multipurpose fuze that initiates the detonation of the penetrator at the preselected storey within the target structure using layer-counting and cavity detection. The excellent penetration capability, but also the possibility to use it against area targets makes TAURUS the weapon of choice against any high value ground target. The easy to use and highly flexible mission planning system provides all relevant information, such as the expected mission success, even before deployment.



TAURUS Systems GmbH
Postfach 1340
D-86523 Schrobenhausen
Deutschland

Phone: +49 8252 996766
Fax: +49 8252 996777
info@taurus-systems.de
www.taurus-systems.de



Vom Einzelsystem zum Schwarm – Warum Plattformdenken uns nicht weiterbringt

■ General a.D. Jörg Vollmer & Dr. Bernd Brüggemann, Fraunhofer FKIE

Dass unbemannte Systeme (UxS) eine disruptive Technologie im militärischen Umfeld sind, bestreitet niemand. Dass UxS dennoch nicht in der operationellen Breite angekommen sind, liegt u. a. daran, dass die Betrachtung der Plattform bisher im Vordergrund stand. In diesem Artikel schlagen wir vor, UxS-Gruppen und -Schwärme systemisch zu betrachten, und zeigen, warum dies eng mit dem Thema „Software Defined Defence“ verwoben ist.

Ausgangslage

Seit der Annexion der Krim 2014 durch Russland hat sich für die NATO und damit die Bundeswehr die Ausrichtung deutlich geändert. Der brutale Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine, der am 24. Februar 2022 begann, hat die europäische Sicherheitsordnung maßgeblich verändert. Die Nationale Sicherheitsstrategie bezieht klar Stellung: „Das heutige Russland ist auf absehbare Zeit die größte Bedrohung für Frieden und Sicherheit im euroatlantischen Raum.“ Daraus abgeleitet ist der Kernauftrag der Bundeswehr, dem sich alle Aufgaben unterordnen, die Landes- und Bündnisverteidigung. Das neue Strategische Konzept der NATO trägt der Bedrohung durch Russland Rechnung. Erstmals seit Ende des Kalten Krieges wurde beim NATO-Gipfeltreffen am 21. Juli 2023 in Vilnius wieder ein Verteidigungsplan, gegliedert in drei Regionalpläne, gebilligt.

Die Herausforderung, vor der die Bundeswehr dadurch steht, ist gewaltig. Von Einsätzen, die eng begrenzt, asymmetrisch und mit der Priorität auf den Schutz der eigenen Kräfte ausgelegt waren, liegt nun im Rahmen der Landes- und Bündnisverteidigung der Verantwortungsraum in Zentraleuropa an der Ostflanke der NATO. Hierfür wurden bereits eine Heeresdivision sowie Kräfte der Luftwaffe und Marine ab 2025 der NATO verbindlich angemeldet. Weitere Kräfte werden folgen. Die Vorausstationierung einer Heeresbrigade in Litauen unterstreicht die Selbstverpflichtung der Bundesrepublik Deutschland.

Unsere Kräfte müssen sich gemeinsam mit den NATO-Verbündeten einem kräftemäßig mindestens ebenbürtigen Gegner stellen (Peer Opponent). Sie müssen einsatzfähig und kriegstüchtig sein, abschreckungsfähig und, wenn notwendig, das Gefecht führen und den Gegner besiegen können. Das wird immer im Verbund erfolgen, Joint und Combined, in einer Multi-Domain Operation, die alle Kräfte bündelt und erfolgreich den Gegner schlägt. Die Geografie bestimmt den Ansatz der Kräfte. Im Kern wird es ein Landkrieg sein und die

Entscheidung am Boden herbeigeführt werden. Die Selbstverpflichtung, ausgesprochen durch US-Präsident Joe Biden, NATO-Generalsekretär Jens Stoltenberg und Bundeskanzler Olaf Scholz beim NATO-Gipfeltreffen 2022 in Madrid, jeden Meter Boden des NATO-Gebiets zu verteidigen, hat Konsequenzen für den Kräfteansatz und die hierfür notwendigen Fähigkeiten.

Theoretisch wären für die Landes- und Bündnisverteidigung große Truppenkörper, also ein Massenheer, erforderlich. Das kann sich derzeit kein Verbündeter leisten, die Zahlen sind endlich und letztlich auch finanziell limitiert. Technik muss diese Lücke auffüllen, Technologie den Menschen substituieren. Dies allerdings so klug, dass weiterhin dort die menschlichen Fähigkeiten zur Verfügung stehen, wo sie unerlässlich sind.

Unbemannte Systeme im militärischen Einsatz

Unbemannte Systeme, egal in welcher Erbringungsdomäne, sind eine Schlüsseltechnologie, um Durchhalte- und Wirkfähigkeiten zu steigern. Und dies ist nicht überraschend. Schon 2020 stellte der Wissenschaftliche Dienst des Deutschen Bundestages fest: „Aufklärungs- und Überwachungsdrohnen sind jedoch ein essenzielles und nicht zu unterschätzendes Mittel der Kriegführung, denn sie ermöglichen militärische Überlegenheit durch Informationsüberlegenheit.“ Weiter heißt es: „Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass der Einsatz von Drohnen und herumlungender Munition in wesentlichem Maße – aber nicht ausschließlich – den Sieg Aserbaidschans ermöglichte.“

Auch im Ukraine-Krieg spielen unbemannte Systeme eine große Rolle. Einsätze von weitreichenden UAVs als Wirkmittel durch die russischen Streitkräfte (z. B. HESA Shahed) sind dabei eher als Raketenersatz zu betrachten. Deutlich stärker hat sich der Einsatz von Kurzreichweiten-UAVs, gerade auch ausgestattet mit Wirkmitteln, auf das Gefechtsfeld ausgewirkt. Die Erwartung, dass jederzeit kleine, schwer zu bekämpfende UAVs auftauchen können, schränken die Beweglichkeit und die Möglichkeiten aller Parteien ein. Durch eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Bewegungen und Truppenkonzentrationen innerhalb von Minuten entdeckt und auch bekämpft werden können, reduzieren sich Aktionsmöglichkeiten. Lange trainierte Abläufe müssen geändert werden. Auch der Einsatz von UGVs, also unbemannten bodengebundenen Kleinfahrzeugen, wird in letzter Zeit häufiger thematisiert und als erfolgreiche Möglichkeit aufgezeigt, um der aufwachsenden



Soldat und Drohnenschwarm.

Foto: Fraunhofer FKIE

Counter-UAV (C-UAV) Fähigkeit des Gegners zu begegnen. Häufig wird dabei betont, wie insbesondere die ukrainischen Verteidiger mit einfachen Mitteln, leicht modifizierten Spielzeugen oder Sperrholzlösungen große Effekte erzielen. Wenn diese aus der Not geborenen Lösungen schon deutliche Effekte zeigen, welchen Einfluss hätten dann vernetzt gedachte Systeme, die operationell eingebunden und in großer Stückzahl verfügbar sind?

Schwarmeinsatz, Bedienbarkeit und systemische Sicht

Ausgehend von den aktuellen Bedingungen und von der Annahme, dass die oben beschriebenen Beobachtungen Gültigkeit haben, können und müssen daraus Anforderungen an die Technik gestellt werden. Dabei wird insbesondere der Aspekt der Bedienbarkeit eine Rolle spielen. Der aktuelle Einsatz von UxVs ist meist 1:1, d. h., ein Soldat steuert eine Drohne. Mit Blick auf die geforderte Masse im LV/BV-Szenario muss aber ein 1:N ermöglicht werden, also das Befehligen einer großen Gruppe von UxSs, eben eines Schwarms, durch einen Soldaten. Dies erfordert jedoch eine andere Herangehensweise an die Entwicklung des unbemannten Schwarmsystems. Hier kann nicht von der einzelnen Plattform aus gedacht werden,

auch wenn Plattformen die wichtigen ausführenden Elemente im System sind. Damit aber ein einzelner Soldat in der Lage ist, auftragsbasiert einen Schwarm von Drohnen zu führen, muss das Gesamtsystem inklusive des Nutzers gedacht werden.

- **Sense** (Umgebungserfassung, Sensorik und Aufklärungsfähigkeiten) Jedes einzelne System muss grundlegende Techniken zur Erkennung seiner Umgebung haben. Damit sind Fähigkeiten von der Umgebungserkennung zur automatisierten Navigation über die Unterstützung der Navigation durch GNSS-lose Positionsbestimmung bis hin zur Erkennung und Klassifikation von Aufklärungsergebnissen erfasst. Insbesondere letzteres ist von herausragender Bedeutung, da eine Aufklärung über Videostreams innerhalb eines Schwarms nicht zielführend ist. Der Schwarm als Gruppe muss fortlaufend Aufklärungsergebnisse an den Nutzer melden und damit zu einem verdichteten Lagebild beitragen.
- **Plan** (Bewegungsplanung und Schwarmkoordination) Sowohl die Planung der Bewegungen der einzelnen Einheiten als auch die Koordination des Schwarms und die Aufgabenverteilung sind der Schlüssel für die Fähigkeit,



Drohenschwarm über Kritischer Infrastruktur

Foto: © 123RF z0w"

eine große Gruppe unbemannter Systeme zu steuern und zu kontrollieren. Mithilfe von Aufträgen, die dann automatisiert vom System in Teilaufgaben aufgeteilt und an die einzelnen Systeme verteilt werden, wird ein Schwarm kontrollierbar. Hier ist noch zu eruieren, ob ein zentrales, ein dezentrales oder ein hybrides Planungsverfahren für unterschiedliche militärische Anwendungen sinnvoll ist.

- **Act** (Ausführung der Planungsergebnisse, Aktionen und Wirkung) In den überwiegenden Fällen wird hier eine (teil-)autonome Bewegung im Raum unter Berücksichtigung des Geländeprofiles und taktischer Vorgaben adressiert, aber auch Interaktionen mit der Umgebung durch Wirkmittel, einschließlich Sperrmittel oder der Neutralisierung gegnerischer Wirkmittel.
- **Communication** (Kommunikation sowohl zwischen den UxSs als auch zu bemannten Systemen) Bereits beim Einsatz einzelner Drohnen zeigt sich, dass Kommunikation essenziell ist. Gerade in der – heute noch üblichen – Fernsteuerung der Drohnen bedeutet ein Kommunikationsabbruch meist einen Verlust der Drohne. Automatisierung der Drohnen eliminiert die Notwendigkeit einer ständigen Kommunikationsverbindung. Dennoch

ist das Kommunikationskonzept entscheidend für den erfolgreichen Einsatz eines UxS-Schwarms. Die einzelnen Drohnen müssen untereinander kommunizieren können, um Absprachen und Informationsaustausch zu gewährleisten. Dies bedeutet, die Kommunikationslösung muss skalieren. Viele aktuelle Kommunikationslösungen sind nicht dafür ausgelegt, Hunderte von hoch mobilen Kommunikationsknoten zu unterstützen. Neben dieser Anforderung muss die Kommunikationslösung zudem mit sogenannten DIL-Umgebungen zurechtkommen. Hier wird sichtbar, warum Videostreams von den Drohnen zum Nutzer nur in Ausnahmefällen möglich sein werden.

- **Human Factors** (Zusammenfassung aller Techniken und Methoden zur verantwortungsvollen Kontrollierbarkeit von UxSs) Nicht nur die Kommunikationsbeschränkungen verbieten eine kontinuierliche Überwachung von Videostreams aus einem Drohenschwarm. Solch eine Lösung wäre von einem Nutzer auch nicht leistbar. Gerade bei dem Einsatz von UxS-Gruppen oder -Schwärmen ist die Betrachtung der Nutzerinteraktion für den erfolgreichen Einsatz essenziell. Wer wird den Schwarm mit welcher Intention in welcher Situation einsetzen? Die Erkenntnisse aus diesen Fragen müssen von Anfang an

das Systemdesign leiten. Auftragsbasierte Steuerung, automatisierte Sensorauswertung und Meldung der auch mithilfe von KI verdichteten Lageinformationen sind dabei Kernelemente der Mensch-Maschine-Interaktion (MMI). Und nur durch eine entsprechend gestaltetet MMI ist der Soldat als Nutzer in der Lage, die Verantwortung für den Einsatz von UxS-Schwärmen zu übernehmen.

Ein weiterer großer Vorteil beim Aufbau eines solchen Systems ist die Austauschbarkeit der einzelnen „Building Blocks“, bei der die „Software Defined Defence“ ihre volle Wirkung entfaltet. Wenn z. B. ein aktualisierter GNSS-loser Navigationsalgorithmus verfügbar ist, soll er möglichst direkt innerhalb des Schwarms genutzt werden können, ohne für jede Plattform-Variante eine eigene Implementierung anstoßen zu müssen. Aber auch auf der Hardwareseite ist die Austauschbarkeit vorteilhaft, etwa wenn neue Batterietechnologien verfügbar sind, die möglichst rasch im Schwarm eingesetzt werden sollen.

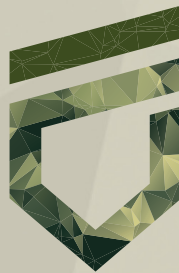
Fazit

Der Impact von unbemannten Systemen in militärischen Einsätzen ist lange vorhergesagt worden und nun nicht mehr zu übersehen. So beeindruckend die Auswirkungen heute

schon sind, ist dies erst der Anfang. Der verantwort- und kontrollierbare Einsatz von UxS-Schwärmen steht bevor. Allerdings erfordert dies ein operationelles wie auch technisches Umdenken.

Große Räume können mit Schwärmen teilautonom überwacht werden, unterliegen unverändert der menschlichen Kontrolle und können – wenn notwendig und die Freigabe erteilt wird – in Kombination mit Wirkmitteln den zahlenmäßig limitierten eigenen Kräften den entscheidenden Vorteil auf dem Gefechtsfeld ermöglichen. Integrierte Schwarmtechnologie ist in der umgekehrten Perspektive wie Luftverteidigung zu verstehen. Automatisierung ist notwendig, aber der Entscheider ist immer der Mensch.

Ein Denken von der Plattform her wird nicht funktionieren. Es muss eine übergeordnete Architektur, ein Gesamtsystem, eine Art Betriebssystem für UxSs geschaffen werden. Damit kann je nach Auftrag die geeignete Lösung zusammengestellt werden, ohne dass die neuen Algorithmen, KI-Methoden und Software-Fähigkeiten für jede Plattform neu implementiert, getestet und zertifiziert werden müssen. So schaffen wir ein System, das mit den technischen Innovationszyklen Schritt halten kann, zudem verantwortbar und kontrollierbar ist und damit einen Grundpfeiler für die Erfüllung der Anforderungen der heutigen Landes- und Bündnisverteidigung stellt.



DEFENCE DAYS

STAY INFORMED ONLINE!

WWW.DIGITALER-STAAT.ONLINE/PROGRAMM

Die UAS-Aktivitäten Rheinmetalls: Sicherheit und Vielseitigkeit im Fokus

Autorenteam Rheinmetall



Taktischer Einsatz der LUNA NG zur Aufklärung sowie zur Bekämpfung mit Gleitbombe

Foto: Rheinmetall

Kaum eine Technologie erlebt solche Innovationszyklen wie unbemannte bzw. besatzungslose Systeme. Dies gilt speziell für Unmanned oder auch Uncrewed Aerial Systems (UAS). Waren es in bereits vergangenen Konflikten die großen Medium Altitude Long Endurance (MALE)-Systeme, die sich gleichermaßen für die Aufklärung und die Bekämpfung von Bodenzielen eigneten, entwickelte sich die Bedeutung im Krieg um die Ukraine in eine andere Richtung. Die Nutzung von deutlich kleineren und dennoch taktisch eingesetzten Drohnen ist in dem Ukraine-Krieg enorm gestiegen.

Heutzutage sind UAS in modernen Streitkräften nicht mehr wegzudenken. Die Beschaffung solcher Systeme wirft jedoch Fragen auf. Welche Rolle spielen taktische, bewaffnungsfähige Systeme in westlichen Armeen? Wie würden Streitkräfte entsprechend mit UAS aufgestellt sein und wie lassen sich diese Systeme mit Sicherheit und Lufttüchtigkeit in Einklang bringen? Diesen Fragen müssen sich sowohl Beschaffer als auch die Rüstungsindustrie stellen. Sie sind maßgebend für die Weiterentwicklung von Drohnen und ihrer Rolle in modernen Streitkräften.

Breite Palette von Fähigkeitsträgern

Moderne Streitkräfte werden sich künftig stärker auf besatzungslose Systeme zur Luft, zu Land und auf See abstützen. Rheinmetall folgt diesem Bedarf und engagiert sich im Be-

reich unbemannter Systeme in all diesen genannten Dimensionen.

Die Abstützung auf eine breite Palette von Fähigkeitsträgern stellt zwar logistische Herausforderungen dar, birgt aber auch Vorteile einer gegenübergestellten und sich mitentwickelnden Luftverteidigung. So ergänzen sich das UAS-Know-How und die Air-Defence-Kompetenz gegenseitig. Weitere wichtige Aspekte sind die Einbettung der UAS in Bestandssysteme und ihre Interaktion.

Die Verfügbarkeit der Informationen auf dem digitalen Gefechtsfeld erfordert das Vernetzen der bemannten und unbemannten Systeme und den Einsatz von Technologien wie künstlicher Intelligenz, um dem Gegner in Sachen Datenaufbereitung und dem daraus möglichen Einsatz von Effektoren einen Schritt voraus zu sein. Solche Multi-Domain Operationen erfordern eine Vielzahl von Drohnen, die die gesamte Bandbreite abdecken zwischen Fluggeräten geringer Komplexität in großen Stückzahlen bis hin zu Systemen großer Komplexität, welche diverse Fähigkeiten bereitstellen.

Aufgabe ist es, die UAS mit anderen unbemannten Systemen etwa an Land oder Über- und Unterwasser zu vernetzen, um Synergien in den Kommunikations- und Wirkketten zu erreichen. Dafür bedarf es modularer und anpassungsfähiger Plattformen einerseits und digitaler Lösungen mit bei Bedarf schnell adaptierbarer Software andererseits. Die Integration

von Sensoren und Effektoren aus eigenen Entwicklungen kommt der ganzheitlichen Vernetzung zugute.

Insbesondere in der Domäne Luft ist das Verständnis vom Umgang mit sicherer Technik mit dem Thema Zulassung verknüpft. Hier trennt sich der Weg von schnellen, pragmatischen aber auch verwundbaren Lösungen, wie sie zum Teil in der Ukraine zum Einsatz kommen, und Systemen, die bereits in ihrer Konzeption das Thema Zulassung und Sicherheitslevel berücksichtigen.

Vielseitige Einsatzmöglichkeiten

Ein weiteres Thema betrifft den Mehrzweckgedanken. Das System LUNA NG ist ein Beispiel, wie verwandlungsfähig UAS-Plattformen sein müssen. Ursprünglich als reines Aufklärungsmittel konzipiert, bietet sie durch ihren modularen Ansatz einer Multi-Purpose Plattform die Möglichkeit, mehrere Sensoren und bzw. oder sogar Effektoren zu tragen. Als mobiles Drohnensystem in der Gewichtsklasse bis 150kg bietet sie mit ihren 110kg Abfluggewicht und 30kg Nutzlast eine kompakte Lösung für taktisch nutzbare UAS. Auch Drohnen mit geringerer Nutzlast lassen sich vielfältig einsetzen, wie das Beispiel Zieldarstellungsdrohne zeigt. Sie kann mit ihrer 5-Kilo-Payload auch als Multi-Purpose-UAS bis hin zur Panzerabwehrdrohne dienen. Es lassen sich durch einzelne Plattformen also mehrere Fähigkeiten darstellen, so dass nicht für jedes Szenario eine neue UAS- Plattform erfunden werden muss. Schließlich ist gerade unter Zulassungsgesichtspunkten eine schnelle und kontinuierliche Verfügbarkeit der Systeme mit diversen Nutzlasten eine der größten Herausforderungen.

Der Mix macht's

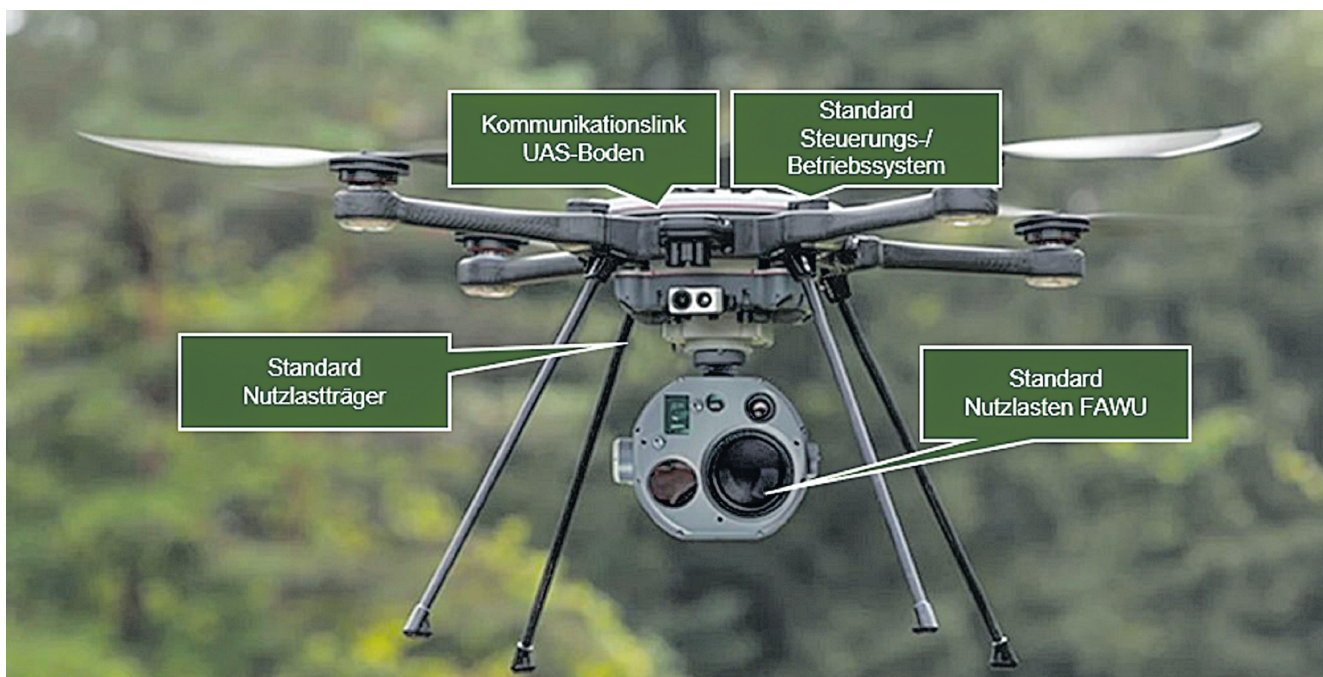
Wie der Krieg in der Ukraine zeigt, liegt aktuell der Fokus auf einer kontinuierlichen Versorgung mit kleinen UAS. Daraus ergibt sich unter anderem die Herausforderung, diese Systeme auf eine Massenproduktion auszulegen. Eine einfache Architektur, solide Lieferketten und ein Design, das kontinuierliche Weiterentwicklung zulässt, bietet die Basis dafür, UAS in großen Stückzahlen zu produzieren, die Kleindrohnen sukzessive zu verbessern und den feindlichen Bedingungen anzupassen. Die militärische Härtung beschränkt sich dabei längst nicht mehr nur auf robuste Technologie, sondern umfasst kontinuierliche Adaptionen im Bereich Kommunikation und Navigation. Gerade viele Kleindrohnen eignen sich dazu, sie untereinander zu verknüpfen. Somit lassen sich die Controller bei gleicher Anzahl von Fluggeräten deutlich reduzieren, was Schwarmangriffe erleichtert. Daran zeigt sich der kontinuierliche Bedarf an Digitalisierung der Drohnen.

Der taktische Mehrwert von UAS im Bereich Kleindrohnen bis zur NATO-Klassifizierung unterhalb 150kg ergibt sich insbesondere dort, wo der Gegner mit entsprechender Luftverteidigung nur gegen größere Systeme vorgehen kann. Sowohl moderne Streitkräfte als auch die Industrie müssen sich daher auf ein breites Spektrum an Plattformen abstützen, da Systeme mit wenigen Kilo Gesamtgewicht nicht mit solchen bis über 100kg vergleichbar sind. Gleichwohl zeigen sie sich für den taktischen Einsatz bis hin zur Wirkung auch in Zukunft essenziell.

Rheinmetall als Systemhaus für unbemannte Systeme bietet vernetzte, dimensionsübergreifende Lösungen. Diese reichen von massenproduktionstauglichen Kleindrohnen über eine Zieldarstellungsdrohne bis hin zum kompakten taktisch einsetzbaren Flaggschiff, der LUNA NG, um Kunden bei künftigen Herausforderungen mit Echtzeitlagebildern zur Seite zu stehen.

Unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems im Deutschen Heer

■ Oberstleutnant Andreas Dahl, Amt für Heeresentwicklung



Modellhafte Darstellung der Standardanforderungen an ein AUS

Foto: Bundeswehr/ Dahl

Der Einsatz von unbemannten Systemen in Landoperationen hat sich zu einem bedeutenden Aspekt der modernen Kriegsführung entwickelt und ist nicht mehr wegzudenken. Die eingesetzten unbemannten Systeme reichen von Luftfahrzeugen über Landfahrzeuge bis hin zu Über- und Unterwasserfahrzeugen. Das Heer setzt bereits seit den 1990er Jahren Drohnen für die Heeresaufklärung in Landoperationen ein, weltweit haben Länder um die Jahrtausendwende begonnen, unbemannte Luftfahrzeuge zu bewaffnen. Knapp zehn Jahre später setzten vor allem die USA diese im sogenannten „Krieg gegen den Terror“ in Ländern wie Pakistan, Jemen und Somalia ein.

Auch in aktuellen und absehbaren militärischen Operationen, insbesondere im Rahmen hoher Intensität wie der Landes- und Bündnisverteidigung (LV/BV), werden künftig verstärkt unbemannte Systeme und Loitering Munition Systems (LMS) eingesetzt. 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 Russisch-Ukrainische Krieg verdeutlicht eindrucksvoll, dass Einsatzgrundsätze wie Tarnen und Täuschen sowie Auflockern und Zusammenfassen der Kräfte, die Maßnahmen zur Fliege-

abwehr 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.

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. LM ist grundsätzlich zum einmaligen Gebrauch durch Verschuss gegen gegnerische Ziele



Unbemanntes bodengebundenes Fahrzeug TheMIS (Tracked Hybrid Modular Infantry System)

Foto: Bundeswehr/ Malsam

vorgesehen. Zusammen mit der Kontrollstation und einer Missionssoftware bildet die LM ein „Loitering Munition System“ (LMS).

Beschaffung von UxS und LMS

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 UxS/LMS 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 UxS 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 UAS 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 Dienststellen und Partner aus der Industrie und darf nie aus den Augen verloren werden.



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

Foto: Rheinmetall AG

Insgesamt wurden bereits bzw. werden drei Schritte bei der Einführung von UxS/LMS 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, v.a. im Bereich UAS, herzustellen. Kurzfristige Maßnahmen, wie das Erhöhen der Stückzahlen bereits bestehender Systeme und das Beschaffen ausgewählter, handelsüblicher (hü) UAS, zeigen bereits erste Erfolge. Die Kommandeure können selbst mit ihren flexiblen Haushaltsmitteln sofort eigene hü UAS kaufen, um in Deutschland zu üben, auszubilden und truppengattungsspezifische Verfahren festzulegen. Die bereits angewiesene kurzfristige Ausstattung mit hü UAS 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.

Zweitens wird das Ziel der Vollausrüstung verfolgt. Hier sollen die Stückzahlen erhöht und Systeme modernisiert wer-

den. 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 bodengebundene Fahrzeug THeMIS (Tracked Hybrid Modular Infantry System) mit schwerem Maschinengewehr sMG 12.7mm 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 UxS/LMS 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.



Nahe Zukunft – Drohnenschwarm mit einem KPz LEOPARD in offener Stellung (Modell)
Foto: Bundeswehr/ Dahl

Anforderungen an UxS und LMS

Es gilt nicht nur schnell, sondern auch das richtige UxS/LMS 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) zur Verfügung stehen. Die zukünftigen Systeme UxS/LMS, 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 UxS mit Betriebsstoff, Energie und Munition ist möglichst auf bestehende logistische Verfahren zurückzugreifen. LM 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 UxS 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 Steuersysteme sind nur zwei von vielen möglichen Maßnahmen, die bei der Auswahl bzw. Konstruktion betrachtet werden müssen.

Zusammenfassung

UxS/LMS 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 und 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. Die Bundeswehr arbeitet daher kontinuierlich an der Weiterentwicklung ihrer 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 Kriegsführung gerecht zu werden. Die Bundeswehr wird weiter in die Forschung und Entwicklung von unbemannten Systemen investieren. Dies umfasst den Einsatz von Schwarmsystemen, die Integration von Künstlicher Intelligenz, autonomen Flug und fortschrittlichen multispektralen Sensoriksystemen. Im vergangenen Jahr wurde durch das Heer ein Positionspapier veröffentlicht, in dem dargestellt wird, wozu das Heer in Zukunft unbemannte Systeme und LMS einsetzen möchte. Darauf aufbauend folgte in diesem Jahr ein Vorläufiges Konzept für den Einsatz von unbemannten Systemen und LMS im Heer. Darin wurde konkret festgelegt, in welchen Truppengattungen des Heeres unbemannte Systeme in welcher Anzahl ausgeplant und eingesetzt werden. Auf das Konzept folgt eine Umsetzungsstrategie zur Einführung unbemannter Systeme und LMS, diese bildet die Grundlage für die qualitative und quantitative Beschaffung der Systeme. Um siegreich in einem LV/BV Szenar zu sein und das eigene Fähigkeitsprofil zukunftsgerichtet anzupassen, benötigt das Heer zeitnah ausgereifte, ggf. marktverfügbare, kostengünstige Systeme in großer Stückzahl und in allen Domänen.

Eurodrone, a sovereign essential asset for a modern combat air system

■ OCCAR MALE RPAS (Eurodrone) Programme Division



Scale 1/5 Eurodrone mock-up in the wind tunnel test

Foto: ©AIRBUS

OCCAR and industry partners Airbus, Dassault Aviation and Leonardo are progressing in the design to ensure that the Eurodrone, cutting edge of innovation and full sovereign programme, will enter into service by the end of this decade.

Fast forward from the current design phase to the end of this decade. The first European large-scale, medium-altitude and long-endurance RPAS will enter into service and Germany, France, Italy and Spain will no longer have to rely on military drones from manufacturers outside of Europe. With the Eurodrone, they will be able to cover a vast variety of missions. Large-area surveillance, for instance, or reconnaissance, target acquisition, signal intelligence, early warning, protection of critical infrastructure, and anti-submarine and anti-surface warfare without suffering anymore outside Europe export control policy and security of supply uncertainties.

Planned Eurodrone Capabilities

Flying at over 500 km/h with various payload configurations, including radar, camera, comms equipment and armaments on board, the Eurodrone can stay airborne up to 40 hours and deliver data in real time. This capability to perform long duration missions perfectly complements existing manned ISTAR capabilities and is providing interesting life cycle cost benefits. The Eurodrone can accomplish its mission in solitude but is mainly designed to interact with multiple actors and one of its main capabilities is to enhance the synergy between multiple

domains: fighters, AWACS, ships, ground troops, artillery, satellites...; in this respect, the Eurodrone's major technological breakthrough is certainly in its connectivity features. The aircraft, but also its ground control station, is acting as communication node in multiple domains to link together decision makers and ground, air and naval actors.

Eurodrone will also be certified to fly in the highly frequented European airspace. It will have all the necessary authorisations and fulfil all safety requirements. In addition to bringing increased operational capabilities in heavy configurations, Eurodrone is equipped with two engines, which comes in handy as it can still safely fly to a landing site should one engine fail over a densely populated area or open waters.

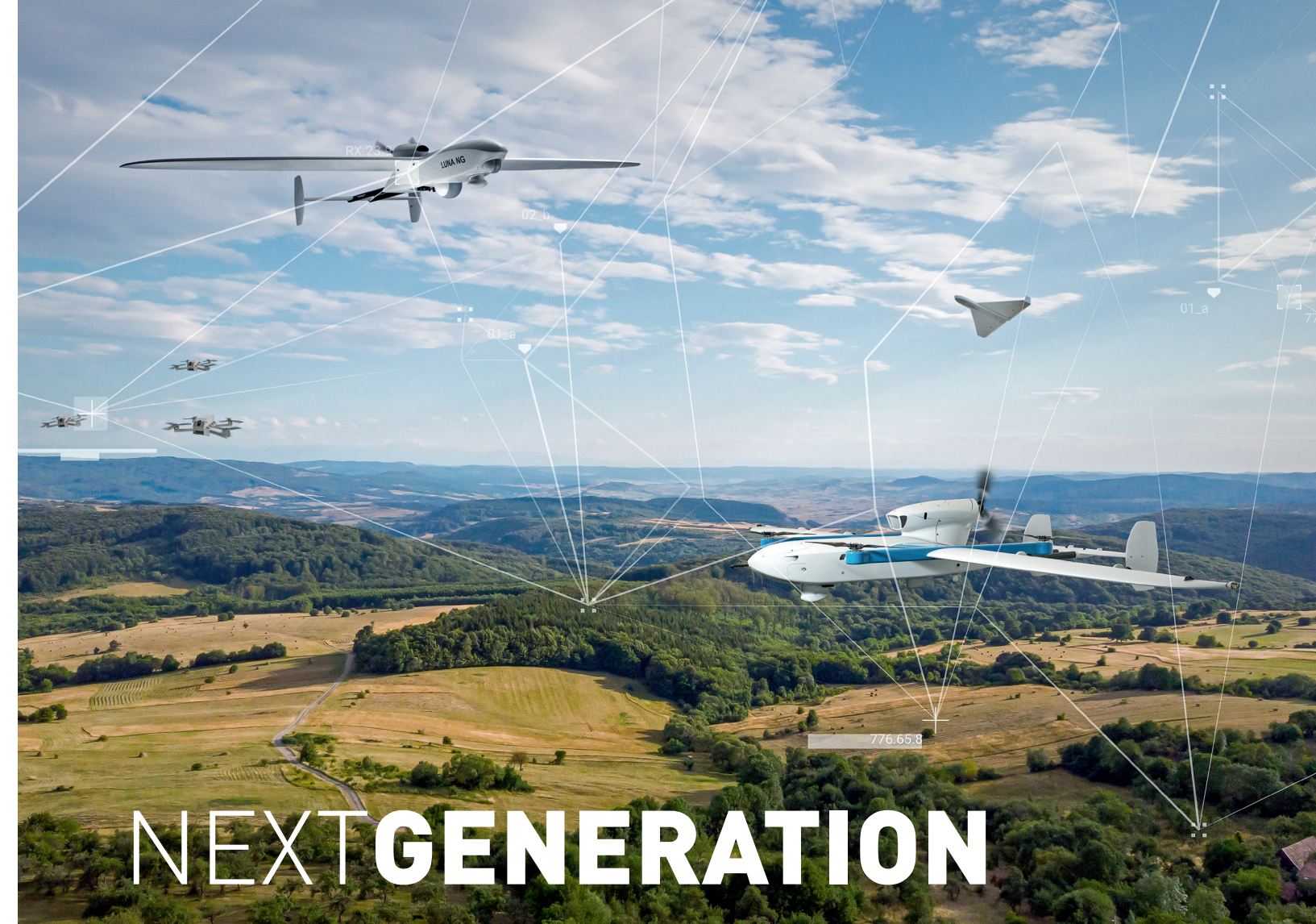
Way Ahead

The programme is currently in the design phase and can already collect a long list of achievements through the completion of the first loops of design iterations, the full modelling of the system, the completion of a series of wind tunnel tests or the selection and testing of major components.

In total, in the first tranche, Airbus will assemble 20 systems, comprising a total of 60 drones and 40 ground stations. The entry into service is scheduled at the end of this decade.



Co-founded by
the European Union



NEXT GENERATION

WENN FLEXIBILITÄT UND ERFAHRUNG DEN UNTERSCHIED MACHEN.

Rheinmetall bietet ein Portfolio mit marktverfügbaren **unbemannten fliegenden Systemen**.
Unser Know-how im Bereich Zulassung sichert den Flugbetrieb und die Modularität der Systeme
gewährleistet eine Anpassungsfähigkeit über den gesamten Life-Cycle.

**Damit stellen wir unsere Systeme in Ihren Dienst, zur Aufklärung, zum Training bis hin zum
taktischen Einsatz.**

www.rheinmetall.com

TAKING RESPONSIBILITY IN A CHANGING WORLD

 **RHEINMETALL**

Die militärischen Anforderungen an die eigene Ausrüstung verändern sich durch den Ukraine Konflikt radikal

■ Interview mit Diplom-Industriedesigner (FH) Christopher Kearney; Autor: Max Marquardt



Leutnant Alexander stellt mit Leutnant Jenny ihre gemeinsame Designlösung zwei Spezialisten aus der Rüstungsindustrie vor.

Foto: Universität der Bundeswehr München

Mit dem Konzept „Designen für den Einsatz“ hat der Dipl. Industriedesigner Christopher Kearney ein innovatives Design-Lehrprogramm an der Universität der Bundeswehr aus der Taufe gehoben. In interdisziplinären Teams bestehend aus Soldaten, Wissenschaftlern und Fachspezialisten entwickeln junge Offiziere in den Lehrmodulen „Defending Democracy – Design und Krieg“, sowie in „Design Thinking“ Lösungen für den zukünftigen Einsatz. Neben einer Fachpublikation gibt es nun auch eine digitale Plattform, auf der die unterschiedlichen Projekte vorgestellt werden. Ein Gespräch über Problemanalysen, echte Innovationen und das Arbeiten in der Werkstatt.

Maximilian Marquardt: Herr Kearney, Sie haben mit „Designen für den Einsatz“ ein in dieser Form wohl bisher einzigartig innovatives Konzept im Bereich Defence Innovation & Industriedesign geschaffen. Was ist ihr Ansinnen damit?

Christopher Kearney: Mit dem Lehrangebot zu „Design Thinking und Prototyping“ geht es seit April 2022 darum, mit den Studierenden Offizieren herauszufinden, an welchen Stellen Ihrer bisherigen operativen Ausbildungsbereiche sie als zukünftige Führungskräfte der Bundeswehr operative Innovationen sehen.

Mein Ansinnen ist es, den Studierenden anwendbares Design Know-How zu vermitteln während sie operative Designlösungen entwickeln und als Prototypen im Unterricht bauen und testen.

Marquardt: Worin liegen die Besonderheiten in „Designen für den Einsatz“?

Kearney: Die Besonderheit meines Design-Lehrprogramms besteht darin, dass wir in einzelnen Studierenden-Teams strukturiert ganz konkrete Probleme in ihren Handlungsabläufen, den Hard- und Software Schnittstellen zerlegen. Weiterhin gilt es, während der Lösungsentwicklung aktuelle AI-Werkzeuge einzusetzen und verschiedene Perspektiven einzunehmen: Aus Soldaten-Sicht, aus wissenschaftlicher Sicht und aus Hersteller-Sicht.

Marquardt: Und wie läuft das explizit ab?

Kearney: Während eines Trimesters designen und bauen einzelne Studierenden-Teams einen Prototypen. Anschließend besteht die Möglichkeit, von älteren Offizieren Feedback zu erhalten und / oder mit weiteren Fachbereichen den Prototypen



Soldaten stellen ihre Designs vor: die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Soldatinnen und Soldaten und Spezialisten aus der Industrie schafft einsatzfähige Lösungen zukünftiger Missionen. Universitätsdozent Max Marquardt im Fachgespräch mit Oberfähnrich Charleen.

Foto: Universität der Bundeswehr München

in einer weiteren Iteration weiterzuentwickeln. Auch werden im Anschluss des Trimesters direkt Industrieunternehmen angesprochen, sofern die Designlösung Potenzial hat, um den Prototypen zur Vorserienreife weiterzuentwickeln.

Marquardt: Welche Zielgruppen sollen damit angesprochen werden?

Kearney: Ganz klar die "Macher-Typen" innerhalb der Studierenden der UniBw. Weitere Zielgruppen finden sich in der Kooperation mit den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik (IT) sowie Unternehmen aus der Industrie, die Interesse an einer Zusammenarbeit mit Studierenden der Bundeswehr haben. Die Zusammenarbeit kann im Kontext zu Praktika, Bachelor- und Masterarbeiten realisiert werden.

Marquardt: Wie wurden ihr Fach und die Ergebnisse davon bisher von den Studierenden aufgenommen?

Kearney: Positiv. Ich bin sehr zufrieden, dass fast alle Studierenden mein Angebot annehmen, ihr erlerntes Design-Know-

How für ihre spezialisierten Bereiche auch operativ einzusetzen. Immerhin haben sie in Designteams "echte" Lösungen in der Werkstatt geschaffen, die einen Beitrag zur Ausrüstung der Bundeswehr leisten kann. Eine wichtige Entdeckung für mich im Unterricht war, dass die studierenden Offiziere sehr teamfähig sind und während Ihrer Arbeit mit ihrer Kameradschaft untereinander arbeiten. Das beschleunigt den Prozess und sie haben keine Hemmungen, nach der Problemanalyse sofort mit Werkzeugen und Modellbau-Materialien "fehlerbasiert" erste Prototypen oder Benutzeroberflächen zu bauen.

Marquardt: Und von der Bundeswehr?

Kearney: Hier läuft bereits der Austausch mit Offizieren. Im Design-Lehrangebot "Designen für den Einsatz" wenden wir einen "bottom up Approach" an. Das Ziel ist es, "echte Probleme" zu analysieren, um "echte Lösungen" für das Militär zu entwickeln und zu bauen. Der fachliche Austausch zur Problemdurchdringung und dem Lösungsansatz stößt auf Interesse. Erst mit der Verprobung im Manöver oder im Einsatz, können sich Verantwortliche der Bundeswehr einen "echten" operativen Eindruck verschaffen.

”

Designlösungen entstehen in der Werkstatt, im Manöver werden diese erprobt und optimiert.

“

Marquardt: Die Studierenden der Bundeswehr-Universität sind in erster Linie junge Offiziere, die nach ihrem Studium wieder in ihre eigentliche Verwendung eingegliedert werden. Sprich: Sie sind in erster Linie Soldaten. Werden die Innovationen der Studenten nach ihrer Zeit an der Universität wieder in andere Hände gegeben?

Kearney: Die Offiziere bleiben Urheber ihrer Designs, egal ob das Design weiterverfolgt wird oder nicht. Viele Studierende haben ihr Design für eine Projektfortführung "freigegeben". Eine tolle Geste.

Marquardt: Schafft es ein Produkt oder eine Idee, über einen ersten Prototyp hinaus, kann dieses in Vorserienreife gehen. Wie oft ist dies bereits konkret der Fall gewesen?

Kearney: Das Produkt lightSAVER hat in der Zusammenarbeit mit Prof. Florian Engstler, Fakultät Maschinenbau, die Stufe der Vorserienfertigung erreicht. Zwei weitere Studierenden-Designs befinden sich in der Prototyping II Phase, um ebenfalls in den kommenden zehn Monaten die Vertestung zur Vorserienfertigung anzustreben. Um dies in dieser kurzen Zeit zu erreichen sind interdisziplinäre Teams gefordert. Das heißt: ich gehe mit den Studierenden und ihren ersten Prototypen auf weitere Fachbereiche und Industrieunternehmen zu, um ein konkretes Angebot zur Zusammenarbeit anzubieten.

Marquardt: Technologische Souveränität, die Förderung von Innovationen und eine bessere Wehrhaftigkeit Deutschlands sind dieser Tage Schlüsselthemen in der Verteidigung. Mit „Designen für den Einsatz“ schlagen Sie in diese Kerbe. Doch wie landen am Ende die Erfindungen der Studenten auch wirklich in der Truppe? Was muss dafür passieren?

Kearney: Ein altes amerikanisches Sprichwort besagt: „Complaining does not help. Either act or forget.“ Ich gehe nach meinen bisherigen Erfahrungen davon aus, dass die direkte, interdisziplinäre Arbeitsweise zwischen Lehre und der Industrie entscheidend ist, um zügig voranzukommen und einsatzfähige Produkte zu nutzen. Designlösungen entstehen in der Werkstatt, im Manöver werden diese erprobt und optimiert. Ein klassischer "Bottom Up Approach" also eine Vorgehensweise

entgegengesetzt zu vielen „Top Down Approaches“ in denen große Kommunikations- und Netzwerk-Infrastrukturen entstehen. Erst dann werden Leute gesucht, die die eigentliche Arbeit „an der Werkbank“ verrichten. Für mich zählen, aufgrund der Situation, nur technisch umsetzbare Resultate, anwendbares Wissen und die Skalierbarkeit zur Seriellen Fertigung.

Marquardt: Sie verfolgen einen interdisziplinären Ansatz: Eine fachübergreifende Zusammenarbeit mit verschiedenen Fakultäten innerhalb der Universität. Ist aber auch eine Zusammenarbeit mit der Rüstungsindustrie geplant?

Kearney: Wir hatten Ende Juni eine Ausstellung von fünf Designteams und haben hierzu Gäste aus der Rüstungsindustrie eingeladen, um zu sehen was passiert: Welche Gespräche entstehen? Wie könnte eine interdisziplinäre Teamarbeit am konkreten Produkt zwischen Studierenden und Unternehmen aussehen? Die Gespräche waren sehr direkt und unmittelbar mit operativen Situationen bestehender Systeme der Bundeswehr verbunden. Das Interesse zur Zusammenarbeit auf beiden Seiten ist da. Wir arbeiten mit einem Industrieunternehmen bereits zusammen, um ein Design zur Vorserienreife weiterzuentwickeln.

”

Fehlerbasierte Produktentwicklung – So lange wie erforderlich, bis zum fertigen Prototypen.

“

Marquardt: Wie könnte so eine Zusammenarbeit aussehen?

Kearney: Wir haben innerhalb von zwei Jahren 35 Designteams ausgebildet, das heißt, auch während der vergangenen sechs Trimester auch 35 Designinnovationen geschaffen. Zwölf dieser Designs sind in der Betrachtung der "Problemdurchdringung" so attraktiv, dass wir diese als interdisziplinäre Projekte jeweils passenden Industriepartner zur Zusammenarbeit anbieten. Die Projekte können im Rahmen von Praktika, Bachelor, Master oder als freie Projekte mit dem Ziel der Entwicklung zur Vorserienreife innerhalb von 6-12 Monaten umgesetzt werden.

Marquardt: Das Gestalten von Produkten und Innovation verläuft nach einem ganz bestimmten Design-Prinzip. Können Sie einen kleinen Einblick in Ihre Arbeit mit den jungen Offizieren geben?

Kearney: Moderne Designprozesse aus dem Industriezeitalter der Nachkriegszeit hatten ihren Ursprung im demokratischen Deutschland der 1950er Jahre. Durch den kulturellen und wirtschaftlichen Austausch mit Amerika haben sich verschiedene Methoden und Prinzipien in beiden Ländern entwickeln können. In aller Munde ist seit zehn Jahren "Design Thinking". Für die Zusammenarbeit mit Offizieren ist die Herangehensweise, verschiedene Perspektiven einnehmen und versachlichen zu können, entscheidend. Sie analysieren ein „Problem“ aus Ihrer bisherigen Karriere, zum Beispiel im Manöver, im Einsatz und so weiter. Dieses Problem muss „echt“ sein. Das bedeutet sie haben es wirklich erlebt, um feststellen zu können, „das funktioniert nicht richtig“ oder „das könnte besser gelöst werden“. Das Erlebnis können sie als Erinnerung hervorholen und „nah am Problem“ verschiedene Perspektiven, wie zum Beispiel Handlungsabläufe wiedergeben, die Perspektive der Anwendung sowie die Perspektive der Anwendung in Anbetracht einer Lösung. Dann wird es spannend: Strukturiert mit Templates werden diese Perspektiven aufgeschlüsselt, um im Kontext einer möglichen Lösung ein Produkt zu gestalten. Mit Künstlicher Intelligenz (KI)-Tools, einfachen Werkzeugen und Materialien werden die ersten Lösungsansätze im Team visualisiert und gebaut. Hier wird im Anschluss reflektiert, Details und Änderungen werden besprochen und weitere „Schleifen“ in der Werkstatt gefahren. „Fehlerbasierte“ Produktentwicklung - So lange, bis zum fertigen Prototypen.

Marquardt: Die Themen Vernetztes Gefechtsfeld, KI, UAVs und UGVs drängen sich immer mehr in den Vordergrund. Sie „trenden“ geradezu. Ihr Innovations-Portfolio hat sich dieser Themen bereits teilweise angenommen. Um welche Neuentwicklungen handelt es sich dabei?

Kearney: Aktuelle Design-Leitthemen studierender Offiziere der UniBw sind elektronische Aufklärungsmöglichkeiten, neue, digitale Kommunikationssysteme und neue Tarnsysteme gegen KI-Aufklärung: Die Kriegsführung sowie die militärischen Anforderungen an die eigene Ausrüstung verändern sich durch den Ukraine Konflikt radikal. Die Studierenden, die „digital“ aufgewachsen sind und bereits militärisch ausgebildet sind, durchdringen diese neuen Anforderungen mit Ihrer „digitalen“ Sichtweise. Die Offiziere stellen sich ganz bewusst diesen Herausforderungen - und entwickeln Innovationen und Prototypen mit gängigen KI-Werkzeugen in der Werkstatt. Hierbei entstehen ganz konkrete, implementierbare Lösungen für die Bundeswehr.

”

Gerade die deutsche Rüstungsindustrie hat ein gesteigertes Interesse an Lösungen, die bereits vor einer Serienfertigung entsprechende Tests durchlaufen haben.

“

Marquardt: Die Erstausgabe von „Designen für den Einsatz“ erschien ausschließlich digital. Jetzt gibt es unter dfde.org eine eigens geschaffene, digitale Plattform für die verschiedenen Industriedesign-Projekte. Bisher aber ausschließlich für registrierte Personen. Wie kommt man an so eine Registrierung?

Kearney: Schreiben oder sprechen Sie uns einfach an.

Marquardt: Ihre Digital-Plattform dfde.org wird laufend up-to-date gehalten. Können Sie an dieser Stelle verraten, welche Projekte, an denen Sie gerade arbeiten, besonders vielversprechend und spannend sind??

Kearney: Wie bereits erwähnt entwickeln wir Designlösungen zur digitalen Kommunikation im militärischen Kontext, Designs zur Aufklärung, zur Tarnung, zur Ausrüstungs-ergänzungen und so weiter. Nähere Details sind aufgrund des Entwicklungsstands vertraulich. Aber: Gerade die deutsche Rüstungsindustrie hat ein gesteigertes Interesse an Lösungen, die bereits vor einer Serienfertigung entsprechende Tests durchlaufen haben. Denn derartige Erprobungen sind meistens zeitaufwändig und teuer. Hier haben wir aber Produkte, die bereits während der Prototyping-Phase von Soldaten und Soldatinnen intensiv durchdacht und getestet wurden. Das müsste doch eigentlich auf großes Interesse in der Wehrtechnik-Industrie stoßen, oder?

Marquardt: Was erhoffen Sie sich mit Ihrer Arbeit für die Zukunft?

Kearney: Weiterhin mit studierenden Offizieren in Teams an Designlösungen arbeiten, um unsere Demokratie, unsere kulturellen Werte zu schützen. Die Weiterentwicklungen unserer Designlösungen mit geeigneten Industriepartner führt dazu, dass zum einen Offiziere einen großen Wissenssprung in ihrer Ausbildung erfahren. Gleichzeitig erhalten Industriepartner wertvolle Insights und Feedbacks zu Handlungsabläufen, zur Digitalisierung und zur Implementierbarkeit innerhalb der Bundeswehr. Diese Schnittstellen sehe ich als die wichtigsten überhaupt, um zeitnah neue Anforderungen der Verteidigung in konkrete, skalierbare Resultate zu liefern.

Anwendung unbemannter Systeme in der militärischen Gesundheitsversorgung

■ Generalarzt Dr. med. Bernhard Groß, Leiter des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin und Generalarzt der Luftwaffe

Der rasante technologische Fortschritt im Bereich unbemannter Systeme (UMS) rückt auch die damit verbundenen Möglichkeiten in der Gesundheitsversorgung in den Fokus. Damit einhergehende Chancen und Möglichkeiten sind sowohl für das zivile Gesundheitssystem als auch für die militärische Gesundheitsversorgung von großem Interesse, wobei sich die Rahmenbedingungen für den Einsatz im militärischen und im zivilen Umfeld naturgemäß erheblich unterscheiden. Trotz aller technologischer Innovationen wird der reale Einsatz unbemannter Systeme in der Gesundheitsversorgung vor große Herausforderungen gestellt, aufgrund der vielfältigen Möglichkeit von Anwendungen. Gerade die militärische Gesundheitsversorgung erweist sich als besonders facettenreich. Sie reicht von der klinischen Medizin in den Bundeswehrkrankenhäusern über die Präventivmedizin und Rehabilitation bis hin zu Arzneimittelversorgung. Auch Themen wie Lebensmittelüberwachung oder medizinischer ABC-Schutz fallen in das Aufgabenspektrum.

Einsatzmöglichkeiten für unbemannte Systeme

Unbemannte Systeme werden hier vorrangig in der präklinischen Versorgung und für Transportaufgaben eine Rolle finden. Die Domäne solcher Anwendungen liegt damit im Schwerpunkt im vorderen Bereich der militärischen Rettungskette. Die Rettungskette im Einsatz an sich beginnt am Ort der Verwundung – zunächst mit Selbst- und Kameradenhilfe, setzt sich fort an der Verwundetensammelstelle, wo die erste medizinische Versorgung durch einen Rettungstrupp erfolgt, und hat die Zuführung zu einer ärztlichen und zumeist chirurgischen Behandlung zum Ziel, was bisher durch einen medizinisch begleiteten Transport sichergestellt wird. Diese Phasen der Rettungskette sind besonders zeitkritisch, weil hier die Geschwindigkeit der Umsetzung und die professionelle Abfolge letztlich über das Leben oder den Erhalt von Augenlicht und Gliedmaßen entscheidet. Genau in diesem Bereich befindet man sich aber im militärischen Umfeld noch in unmittelbarer Nähe zum Gefechtsfeld mit den damit einhergehenden Einschränkungen der Beweglichkeit aufgrund möglicher Bedrohungslagen. Weiter hinten, im Bereich des taktischen und strategischen Transports und in der weiterführenden Behandlung, entfernt man sich zunehmend von diesen militärischen Besonderheiten.

Selbst wenn unbemannte Systeme technisch prinzipiell für Anwendungen in der Gesundheitsversorgung ausreichend

ausgereift sein werden, bleibt die Integration in die Verkehrsräume, den Luftraum oder gar das Gefechtsfeld eine besondere Aufgabe.

Gerade auf dem Gefechtsfeld, aber ausdrücklich nicht nur dort, spielen darüber hinaus der Schutz solcher Systeme vor Waffengewalt, der Umgang mit der Störbarkeit z. B. durch elektronische oder optische Systeme, ebenso wie die Betriebssicherheit und die Verfügbarkeit vor Ort eine wesentliche Rolle für deren Alltagstauglichkeit. Neben diesen technischen, (luft-)rechtlichen und militärischen Herausforderungen sind für potenzielle Anwendungen in der Gesundheitsversorgung zusätzlich medizinisch-fachliche, medizinrechtliche und ethische Fragen zu berücksichtigen.



Generalarzt Dr. med. Bernhard Groß,

Vorteile für den Einsatz unbemannter Systeme in der Rettungskette

Die Rettungskette auf dem Gefechtsfeld birgt besondere Herausforderungen, angefangen von schwierigem Terrain mit Einschränkung der Bewegungsfreiheit bis hin zur Zerstörung von Infrastruktur wie Brücken oder Straßen, dem Vorhandensein von Minenfeldern oder sonstigen Sperren und möglichem Beschuss. Diese Rahmenbedingungen führen zu mitunter langen Transportzeiten und damit unter Berücksichtigung der vorgegebenen Timelines (Erstversorgung < 10 min, medizinische Versorgung < 1 Std, chirurgische Versorgung < 2 Std) zu einem permanenten Wettlauf gegen die Zeit.

Wesentliche Vorteile des Einsatzes von unbemannten Systemen in der Rettungskette werden somit offensichtlich:

Wenn es gelingt, unbemannte Systeme in diesem Bereich zu nutzen, lassen sich Gefährdungen ebenso reduzieren wie Transportzeiten.

Unbemannte bodengebundene Systeme könnten Transportaufgaben unter Bedrohung und in schwierigem Gelände übernehmen und fliegende unbemannte Systeme (UAS) wären darüber hinaus auch in der Lage, Transportwe-

ge deutlich zu verkürzen, indem Hindernisse, Sperren und widriges Gelände rasch überflogen würden und dadurch wertvolle Zeit gewonnen werden kann. Diese Überlegungen gelten grundsätzlich in beide Richtungen, d. h. sowohl für die rasche logistische Unterstützung medizinischer Einrichtungen, als auch für Möglichkeiten zum schnellen Transport von Verwundeten.

Neben reinen Transportaufgaben gibt es bereits heute vielversprechende Ansätze zur Nutzung unbemannter Systeme in der präklinischen Versorgung, z. B. durch Unterstützung bei der Suche nach Verletzten in unübersichtlichen Lagen.

Unbemannte Systeme bieten aber perspektivisch auch das Potenzial, Verletzte nicht nur aufzufinden, sondern durch Aufnahme und Auswertung von Vitalparametern schon aus der Distanz bei der Festlegung von Bergungs- und Behandlungsprioritäten ebenso zu unterstützen, wie bei der (autonomen) Bergung von Verwundeten unter Bedrohung oder aus schwierigem Gelände. Ebenso ist die schnelle Zuführung von medizinischer Hilfe aus der Luft durch den Einsatz von UAS nicht nur denkbar, sondern bereits in der Erprobung.

Entwicklungsstand aktueller Projekte

Im Folgenden sollen einige aktuelle Projekte vorgestellt werden, die den Stand der Entwicklungen und die derzeitigen Grenzen der Umsetzbarkeit exemplarisch darstellen:

Der wahrscheinlich am weitesten entwickelte Bereich der Nutzung von unbemannten Systemen in der Gesundheitsversorgung, nämlich die logistische Unterstützung, verfolgt mehrere Ansätze. Der Kern liegt im raschen Lufttransport medizinischer Produkte wie z.B. von Blutersatz oder Blutprodukten, Labor- oder Gewebeproben und Medikamenten jeweils an den Ort des Bedarfs, ohne auf die bodengebundene Verkehrssituation Rücksicht nehmen zu müssen, die die Schnelligkeit des Transports maßgeblich beeinflusst. Im Grunde ein Materialtransport, bei dem allerdings für Medizinprodukte einige Besonderheiten wie Kühlung, ein vibrationsarmer Transport u. ä. zu beachten sind. Einige solcher Projekte wie z.B. die Projekte der ADAC Luftrettung Medi-Cargo oder Medifly Hamburg sind auf diesem Weg bereits weit fortgeschritten.

Solche Anwendungen können ebenfalls für die militärische Gesundheitsversorgung nützlich werden. Während diese Projekte den Transport allerdings bisher nur auf exakt festgelegten Routen und unter engen Auflagen erlauben, bedarf es für einen Einsatz im militärischen Umfeld einer deutlich größeren Flexibilität, da streng festgelegte Routen auf einem Gefechtsfeld nur selten nutzbar sind. Gleichzeitig stellt die Einbindung solcher Systeme in das komplexe, hochdynamische

militärische Umfeld eine besondere Herausforderung dar. Vor diesem Hintergrund sind unbemannte Systeme, die nicht begrenzt auf fixen Routen sondern flexibel einsetzbar sind und auch in der Gesundheitsversorgung bereits erprobt werden, von besonderem Interesse. Beispielhaft ist hier ein Projekt des Stockholmer Karolinska-Institutes, bei dem Defibrillatoren durch Drohnen auf dem Luftweg schnell zum Patienten transportiert wurden. In zwei Drittel der Fälle war auf diese Weise ein Defibrillator schneller am Ort des Geschehens als ein Notarzt. Dadurch konnten nachweislich Leben gerettet und zugleich die Alltagstauglichkeit dieses Konzept nachgewiesen werden.

Lokalisierung und Transport von Patienten und medizinischem Personal

Der Transport von Medizinprodukten ist aber nur ein Teilbereich von dem, was unbemannte Systeme in der Gesundheitsversorgung leisten könnten. Ein über den reinen Transport von Medizinprodukten hinausgehendes Forschungsprojekt verfolgt das FraunhoferInstitut unter Beteiligung des Zentrums für Luft- und Raumfahrtmedizin der Luftwaffe. Es geht dabei um das Auffinden von Patienten in unübersichtlichen Lagen und darüber hinaus auch bereits um die kontaktlose Erfassung von Vitalparametern wie Körpertemperatur, Atemfrequenz und Herzfrequenz aus der Luft. Neben optischen Sensoren kommen dazu Infrarot- und Radarsensoren zum Einsatz.

Mit Hilfe entsprechender Algorithmen können die Patienten auf diese Weise nicht nur lokalisiert, sondern auch bereits Daten zum Gesundheitszustand erhoben und Empfehlungen zu Behandlungsprioritäten erstellt werden.

Konkret kann man sich eine Unterstützung durch diese Technik bei Hochwasserkatastrophen wie im Ahrtal ebenso vorstellen wie im Gebirge, bei Eisenbahnunglücken oder größeren Verkehrsunfällen mit mehreren Verletzten auf einer Autobahn oder Landstraße.

Letztlich also immer in unübersichtlichen Lagen und beim Anfall größerer Verletztenzahlen vor allem bei Nacht, in schwierigem Gelände oder bei allgemein schlechten Sichtbedingungen. Das gilt auch für Lagen unter Bedrohung, bei denen es erforderlich ist, sich nicht länger als nötig in einem Gebiet aufzuhalten – sei es ein Gefechtsfeld, ein Katastrophenszenario, militärische ABC-Lagen oder auch ein anderweitig, z. B. durch Industrieunfälle kontaminiertes Gelände.

Unbemannte Systeme können aber nicht nur dazu dienen, Patienten zu orten, zu bergen und zu transportieren. Es existiert bereits auch der Ansatz, medizinisches Personal zum Patienten zu transportieren. Ein solches Projekt verfolgt u.a.



Die Rettungsdrohne Grille © ist ein unbemanntes Flugsystem für den Verwundetentransport zu Behandlungseinrichtungen

Foto: Avilus

die ADAC-Luftrettung und prüft, zukünftig Notärzte mittels unbemannter Luftfahrzeuge rasch zur Unfallstelle oder zum Einsatzort zu bringen. Auch bei diesem Ansatz stellt es eine besondere Herausforderung dar, dass keine fixen, vorher festgelegten Routen benutzt werden können und auch die Landeplätze nicht vorab bekannt und erkundet sind. Es müssen also verlässliche Technologien und Methoden entwickelt werden, um den Ort des Geschehens sicher zu erreichen und in fremder Umgebung landen zu können.

Nach dem Auffinden von Verwundeten und der medizinischen Erstversorgung stellt sich in der Rettungskette die Herausforderung des geeigneten Transports. Für die verschiedenen Phasen der Bergung und des Transports von Verletzten und Verwundeten gibt es bereits eine Vielzahl interessanter Ansätze für unbemannte Systeme. Diese arbeiten teils in einem ferngesteuerten „remote“-Modus, teils aber auch bereits autonom.

Für den ersten Schritt, die Bergung aus schwierigem Gelände oder unter Bedrohung, gibt es Modelle, Verwundete durch Robotersysteme mit Kettenantrieb unter Einsatz verschiedenster Sensoren und der Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) autonom aufzunehmen und zur weiteren Versorgung bodengebunden in einem Umkreis von wenigen

hundert Metern aus einem Gefahrenbereich zu transportieren. Für den Anschluss an die Erstversorgung befinden sich diverse unbemannte Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller in der Entwicklung, die zum Abtransport von ein bis zwei Patienten vom Gefechtsfeld genutzt werden können.

Einfaches medizinisches Equipment kann ebenfalls mitgeführt werden und selbstverständlich können solche Fahrzeuge auch zur sanitätsdienstlichen logistischen Unterstützung genutzt werden, indem sie bei Bedarf für den Materialtransport eingesetzt werden.

Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um unbemannte Kleinfahrzeuge, auf denen ein bis zwei Patiententransporttragen montiert werden können. Bei solchen unbemannten Transportmitteln ist allerdings streng darauf zu achten, dass nicht alles, was technisch möglich und für einen Materialtransport nutzbar ist, sich auch zum Patiententransport eignet. Fahrprofil, Neigungswinkel und Steigungen, Witterungseinflüsse, Temperatur-, Lärm-, Staub- und Windeffekte sind für einen Patiententransport sehr viel kritischer zu berücksichtigen als für einen Materialtransport. Hinzu kommt, dass für den unbegleiteten Transport von Patienten auch über kurze Strecken nach Möglichkeit eine Kommunikations- und Datenverbindung sichergestellt sein sollte.

Unbemannter Lufttransport – viele Vorteile, aber hohe Komplexität

Eine Königsdisziplin unbemannter Systeme in der Rettungskette und eine wesentliche Ergänzung ist der unbemannte Patientenlufttransport. Auch wenn die dafür zu überwindenden technischen Herausforderungen besonders komplex sind, bietet der Patientenlufttransport enorme Vorteile. Der Lufttransport ist im Vergleich zum bodengebundenen Transport besonders schonend möglich, gleichzeitig ermöglicht er deutlich höhere Geschwindigkeiten und überwindet schwieriges Gelände erheblich leichter. Dadurch sind bei schonendem Transport sehr kurze Transportzeiten möglich. Diese helfen nicht nur, kritische Timelines in der Versorgung einzuhalten, sondern sie helfen auch, das Zeitfenster, indem Patienten ggf. unbegleitet und damit ohne unmittelbare Zugriffsmöglichkeit durch Fachpersonal transportiert werden, möglichst kurz zu halten.

Auch wenn der Begriff „Unbemanntes System“ sich im engeren Sinn auf die Steuerung des Transportsystems bezieht und daher nicht zwingend auch „unbegleitet“ im medizinischen Sinn bedeuten muss, liegt der Schwerpunkt aktueller Entwicklungen unbemannter luftgestützter Systeme in der Rettungskette derzeit auf kleinen Systemen, die in der Lage sind, ein bis zwei Patienten unbegleitet zu transportieren.

Die dabei zu überwindenden Strecken liegen im Bereich weniger Kilometer, die Flugzeiten in der Größenordnung von zehn bis zwanzig Minuten. Dabei gilt es im Gegensatz zum Materialtransport Flugprofil, Lärmschutz und Klimatisierung ebenso zu berücksichtigen, wie Kommunikationsmöglichkeiten über Video- und Audiokanäle sowie eine sichere Datenübertragung zur Patientenüberwachung zu gewährleisten.

Da während des Fluges ohne medizinisches Begleitpersonal keine unmittelbare Zugriffsmöglichkeit besteht, muss die Auswahl geeigneter Patienten für einen solchen Transport sehr sorgfältig erfolgen. Auch wenn Infusions- und Sauerstoffgabe während des Fluges möglich wären, müssen zuverlässige Blutstillung, Stabilisierung von Frakturen, Analgesie, ggf. eine maßvolle Sedierung und eine stabile Lagerung ebenso sichergestellt sein, wie eine lückenlose Betreuung während des Fluges durch Fachpersonal über eine stabile Sprach- und Videoanbindung. Im Vergleich zu UAS für einen Materialtransport müssen darüber hinaus Redundanz und Störsicherheit der Systeme sowie zuverlässige Rettungssysteme auf die Anforderungen an einen Patiententransport ausgelegt sein.

Abwägung operationeller, konzeptioneller, ethischer und rechtlicher Aspekte

In der zivilen Gesundheitsversorgung wäre ein ideales Einsatzgebiet für Patiententransportdrohnen der Einsatz in Wintersportgebieten, wo im Bereich von Pisten hinreichend Landemöglichkeiten vorhanden sind und der Lufttransport in unwegsamem Gelände über kurze Strecken große Vorteile beispielsweise gegenüber der bodengebundenen Rettung mittels Akja-Rettungsschlitten bietet. In der militärischen Gesundheitsversorgung könnte ein Einsatz von UAS zum Patiententransport in den vorderen Bereichen der Rettungskette bis zur Ebene 1 oder ggf. zur Ebene 2 sinnvoll sein und erhebliche Zeiteinsparungen ermöglichen. Neben dem in Israel entwickelten System „Air Mule“, das in der Lage ist, autonom zu fliegen und bis zu zwei Patienten zu transportieren, gibt es insbesondere in den USA, in Großbritannien und auch in Deutschland derzeit verschiedene Projekte zur Entwicklung von Patiententransportdrohnen. Sie verfolgen teilweise sehr unterschiedliche Ansätze in Bezug auf Nutzlast, medizinische Versorgung während des Fluges, Steuerung und Reichweite. Im Unterschied zu dem vergleichsweise großen „Air Mule“ verfolgen andere Hersteller die Idee, deutlich kleinere Patiententransportdrohnen zu konzipieren, die hochmobil auf Fahrzeugen transportiert und so beispielsweise durch die Sanitätstruppe mitgeführt werden können.

Allen Systemen – möglicherweise mit Ausnahme der israelischen Entwicklung – gemeinsam ist, dass sie sich noch in der Entwicklung befinden, auch wenn einige Projekte hierbei bereits sehr weit vorangeschritten sind. Zu beachten ist, dass sich durch den Einsatz unbemannter Systeme in der Patientenversorgung zwar neue Möglichkeiten und Fähigkeiten eröffnen, die die bisherigen Verfahren und Rettungsmittel absehbar sehr effizient ergänzen werden. Nicht zu erwarten ist allerdings, dass dadurch nennenswerte Personaleinsparungen in der Rettungskette erzielt werden können. Auch solche unbemannten Systeme müssen gewartet, einsatzbereit gemacht und gehalten, bedient und die Patienten während des Transportes überwacht und „begleitet“ werden.

Was für einen realen Einsatz – gerade für den unbemannten Patiententransport – neben der technischen Realisierbarkeit unverzichtbar sein wird, ist die Klärung der damit verbundenen rechtlichen und ethischen Fragen und die Entwicklung entsprechender Einsatzkonzepte für die Auswahl der geeigneten Patienten, die Regelung der Verfahren und die Integration unbemannter Systeme in die bestehenden Verfahren.

Unbemannte Luftfahrzeuge

– die Ethikdimension –

■ Generalleutnant a.D. Dr. Ansgar Rieks und Professor Dr. Wolfgang Koch

Schauen militärisch Verantwortliche auf die neuen Möglichkeiten unbemannter Waffensysteme, ihre Durchsetzungsfähigkeit gegen einen gut aufgestellten Gegner zu erhöhen, und haben Wissenschaftler und Ingenieure den Blick auf die technologische Herausforderung gerichtet, diese Möglichkeiten in Fähigkeiten für die Streitkräfte umzusetzen, schauen Ethiker und einige Politiker manchmal skeptisch, besorgt und ablehnend der Entwicklung entgegen. Die Kontroverse wird vor allem durch drei Aspekte geprägt:

- Die Technologie und der Umgang mit Drohnen sind ausgesprochen schwer intellektuell zu verstehen.
- Amerikanische Entwicklungen von autonomen Waffensystemen haben Defizite aufgezeigt, die ethischer, operativer und menschlicher Natur sind.
- Und letztlich gehen Ethiker in der Diskussion um Drohnen und Ethik oft den einfachen Weg, indem sie aus möglichen Gefahren den Schluss ziehen, dass diese Technologie für militärisches Handeln zu bannen sei. Zu schaffende Rahmenbedingungen für einen verantwortungsvollen Umgang erzeugen sie nicht.

Es bedarf des Dialoges zwischen Ingenieuren und Informatikern, Soldaten und Ethikern. Dazu müssen alle aus den „Stovepipes“ ihrer tiefen Fachlichkeit herauskommen und bereit sein, am Ende ein Kriteriengerüst zu erzeugen, das konkrete Fälle quasi messbar ethisch einzuschätzen vermag. Ethischer-werden durch ethisches Design bei Technologie, und siegfähig werden durch operative Nutzung dieser Technologie in einem systemischen Ansatz. Letztlich entsteht hier Ethik durch Technik und deren militärische Anwendung: wer hätte diese Zusammenhänge noch vor einigen wenigen Jahren zu verfolgen gedacht.

Drohnen – Technologien, Versionen, Möglichkeiten

Neu an der Drohnentechnologie sind aus ingenieurwissenschaftlicher Perspektive:

- Sie nutzt eine ausgereifte Technologie für das Management und die durchgängige Steuerung mobiler Plattformen und von ihnen getragener Kommunikations-, Sensor- und Wirksysteme.
- Sie macht Gebrauch von einer hochleistungsfähigen Technologie zur Auswertung und Verknüpfung vielfältiger und heterogener Sensordaten.
- Sie ermöglicht den kooperativen Einsatz einer Vielzahl von Einzeldrohnen - bis hin zu Schwärmen.
- Die durch die räumliche Verteilung der mitgeführten „Payload“ bietet neuartige Optionen für Aufklärung und Wirkung.

Um die sich daraus ergebenden Anforderungen zu erfüllen, erweist sich die »Sensordatenfusion«, als Schlüsseltechnologie. Sie macht den Einsatz technisch beherrschbar. Natürlich erfordert der Drohneneinsatz robuste und sichere Kommunikationsverbindungen sowie exzellente Informationen zur Waffeneinweisung und -steuerung.

Steuerung und die Nutzung von Künstlicher Intelligenz

Bisher werden Drohnen als „Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)“ genutzt, die Piloten von einer Bodenstation aus steuern. Der Einsatz eines Schwarms erfordert demgegenüber eine abgestufte Automation. Künstlich intelligente Automation unterstützt dabei den Willen des Menschen, der im eigentlichen Sinne intelligent und autonom handelt. Bestimmte Prozesse werden »exkarniert«, auf kognitive Maschinen übertragen. Kognitive Maschinen prozessieren massenhaft einströmende Daten zu Bausteinen für Lagebilder. Handelnden Menschen ermöglichen Lagebilder bewusstes Wahrnehmen von Bereichen der Wirklichkeit, die ihren natürlichen Fähigkeiten sonst verschlossen sind. Volitive Maschinen unterstützen Menschen bei der Entscheidungsfindung und Durchsetzung ihres Willens, zeigen Handlungsoptionen nach bestimmten Kriterien auf und transformieren Entscheidungen in automatisch getroffene Konsequenzen.

Solcher Art kognitiv und volitiv unterstützt, bleiben Verstand und Wille bewusst wahrnehmender und verantwortlich wirkender Menschen fähig, auch in komplexen Technosphären verantwortlich zu wirken.

Ethik – Recht oder Nächstenliebe?

Streitkräfte in der Demokratie brauchen ein ethisch-moralisches Grundgerüst. Die tieferliegende Frage besteht darin, was wir als ethisches Handeln postulieren: die Einhaltung aller gesetzlichen Rahmenbedingungen unserer freiheitlich demokratischen Grundordnung, des Kriegsvölkerrechts und der Genfer Zusatzprotokolle, oder das christliche Prinzip der Entfeindung des Gegners, aufbauend auf dem Grundprinzip der Nächstenliebe. Die Meinungen hierüber besitzen hohe Varianz.

Es entstehen zwar gerade in der Digitalisierung mehr und mehr Regeln für eine Techniknutzung und -begrenzung bzw. für Regeln im Umgang damit. Je differenzierter, praxisorientierter und fachlicher diese Regeln sind, je mehr Realisierungschancen haben sie. Das Friedenswort der Deutschen Bischöfe vom 21.02.24, „Friede diesem Haus“, ist für die Entwicklung einer solchen neuen Friedensethik weniger hilfreich als die Ansprache des Papstes beim G7 Gipfel vom

14.06.24. Der EU AI Act vom 13.03.24 versucht eine Differenzierung zwischen verschiedenen AI-Anwendungen, und Joshua Bengio, ein AI-Experte, schlägt vor, Künstliche Intelligenz in enger Anlehnung an die Zulassung von Luftfahrzeugen zu qualifizieren. Es fehlt ein internationales konsentiertes Gerüst.

Ethische Kriterien

Es gibt drei Voraussetzungen für einen möglichen Erfolg, nämlich:

- ein mess- und anwendbares Ergebnis wirklich erzielen zu wollen.
- dass sich nicht nur Soldatinnen und Soldaten mit ethischen Fragen befassen, sondern Ethiker mit Technik und Operationsführung, und Techniker mit ethischen Fragen.
- und zu zeigen, dass ein ethisches militärisches Handeln gegen einen nicht-ethisch agierenden Gegner dennoch zum Erfolg geführt werden kann.

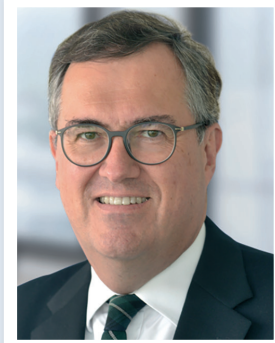
Jenseits der angemahnten und notwendigen Weiterentwicklung ethischer Kriterien in einer sich schnell entwickelnden Welt bleiben für einen „Sofortbedarf“ die bereits im Mittelalter entwickelten Regeln eines *ius ad bellum* und eines *ius in bello* – verbunden mit der Kopplung von Gerechtigkeit und Frieden – gültig. Die nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen greifen im Ziel 16 dieses auf. Die Herausforderung der Ethikentwicklung ist vor allem, „anwendbar“ zu bleiben und zugleich die Streitkräfte „siegfähig“ zu machen, wie der Generalinspekteur es betont.

Die ethische Anwendung: Der „Human in the Loop“

Ethische Kriterien können nur dann „praxistauglich“ werden, wenn es gelingt, sie in technische Designprinzipien zu „übersetzen“ und von Anfang an zu berücksichtigen. Bedacht werden müssen das unbedingt Einzuhaltende (Völkerrecht/Einsatzregeln), das zu Erreichende (Operativer Erfolg) und das moralische Gut (Ethische Regeln/soldatische Tugenden des „Staatsbürgers in Uniform“). Zu beantworten ist, wie Drohnentechnologie technische Voraussetzungen für einen in diesem Sinne von Menschen verantworteten und verantwortbaren Einsatz teil- oder vollautomatisiert aufklärender und wirkender Drohnen schafft. Wesentlich ist einerseits die adäquate und redundante Auslegung multisensorieller Erfassungssysteme. Teilweise ist menschliche Wahrnehmung erst dadurch möglich. Andererseits wird eine sonst nicht erreichbare Abschätzung des Risikos möglicher »Kollateralschäden« erreicht.



Generalleutnant a.D. Dr.
Ansgar Rieks



Professor Dr. Wolfgang Koch

Ausblick: Drohnen in einem System of Systems

Neben den aufgezeigten Einsatzmöglichkeiten sind Drohnen in komplexe Luftoperationen von bemannten und unbemannten Systemen im Rahmen eines System of Systems einzubeziehen. Das Next Generation Weapon System (NGWS) im größeren Zusammenhang eines Future Combat Air Systems (FCAS), das durch Deutschland, Frankreich und Spanien entwickelt wird, zeichnet diesen Weg vor.

- **Zur Automatisierung:** Im Verbund mit einem Command-Fighter können Drohnen durch den verantwortlichen Piloten nicht einzeln geflogen werden. Sie erfüllen vorgegebene Aufträge und besitzen dazu ein notwendiges Maß an Automatisierung. Ein Human in/on the Loop kann aber jederzeit die Mission abbrechen. Er kann auch ein „dennoch!“ übermitteln, wenn eine Drohne Maßnahmen als nicht opportun „einschätzt“. Damit ist keine Drohne „autonom“, aber ausreichend „automatisiert“. Das ist ethisch vertretbar und militärisch notwendig.
- **Zur Datenverarbeitung:** Grundlage eines gemeinsamen Vorgehens in einem solchen Systemverbund ist eine ausreichende und resiliente Datenverbindung, sowie eine hinreichende Rechenleistung und Auswertung aller Daten. Zunehmend reicht die Rechenleistung in den Waffensystemen selbst nicht mehr aus. Zudem können in dieser „Edge“ nur Daten (vor-) verarbeitet werden, die aus den eigenen Sensoren kommen. Daher bedarf es eines zentralen „Cloud“-Computings bzw. zwischenliegender Strukturen, häufig als „Fog Layer“ bezeichnet.

Ethical Design: ein neuer Ansatz

Ziel der erstmals begleitend zur Systementwicklung gegründeten Arbeitsgemeinschaft Technikverantwortung für ein Future Combat Air System (FCAS) ist es, Ethik, Recht und politisches Wollen technisch zu operationalisieren. Dazu gehören u.a.:

- Das Systemdesign muss das Lagebild so zuverlässig wie möglich ermitteln.
- Welche der Handlungsoptionen rechtkonform sind, ist automatisch abzu prüfen. Treffen militärisch Handelnde nicht rechtkonforme Entscheidungen, sind sie darauf hinzuweisen.
- Bereitzustellen sind automatisiert ablaufende Funktionen, welche die Folgen jeweiliger Entscheidungsalternativen berechnen und darstellen.
- Die Entscheidungen zur Nutzung eines solchen Systems im Einsatz und zur technischen Auslegung müssen von Menschen – auch jenseits des Operators im Cockpit – getroffen und verantwortet werden.
- Dilemmata bleiben bestehen. Konsequentialistische und ethische Abwägungen sind bereits durch Parametrisierung des Systems bei der Konzipierung und bei der Einsatzvorbereitung vorzusehen.

Verantwortungsvolle Ethikregeln für den Einsatz von Drohnentechnologie

Die technischen Voraussetzungen für einen von Menschen verantwortbaren Einsatz teil- und vollautomatisierter Drohnen für Aufklärung und Wirkung bestehen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die technologische Entwicklung auf »natürliche Weise« zu verantwortbaren abstandsfähigen Waffensystemen führt. Drohnentechnologie ist also nicht wegen potenzieller Fehlentwicklungen abzulehnen, sondern sie ist ethisch zu prägen, und diese Prägung ist technisch umzusetzen. Dazu gehört die Konzeption durchdachter, auf Risiken dieser Technologie eingehender Ethik- und Einsatzregeln, die alle technischen Systemkomponenten von ihren Designprinzipien her durchdringen und dem Humanitären Völkerrecht entsprechen.

Neben dem operativen Mehrwert künstlich intelligenter Wehrtechnik sind ethische Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien und ethische Akzeptanz vor dem Gewissen der einzelnen Soldatinnen und des einzelnen Soldaten, aber auch vor der Gesellschaft, wesentliche Kennzeichen gelückter Innovation.

Im Grunde muss Technik der operativen Idee folgen, sie möglich und erfolgreich machen. Ethik begleitet dann die Technikentwicklung in diesem militärischen Umfeld und lässt

sich konkret einbeziehen. Und umgekehrt gilt: Ethischer werden durch Technologie, und siegfähig werden durch operative Nutzung dieser Technologie in einem systemischen Ansatz – selbst gegen einen völlig unethisch handelnden Gegner.

Es wird aufmerksam zu verfolgen sein, ob diese gegenseitige Beziehung gelingt, politisch, ethisch, rechtlich, technisch – und natürlich mit dem Ziel einer notwendigen Kriegstüchtigkeit.



EUROPEAN POLICE CONGRESS

「SAVE」
THE
「DATE」

20–21
MAY
2025

CityCube Berlin

www.european-police.eu

Das Zusammenwirken bemannter und unbemannter Systeme in künftigen Konflikten

■ Oberst a.D. Thomas Hönig, Behörden Spiegel



Die Boeing MQ-25 Stingray betankt eine FA-18 Super Hornet.

Foto: Kevin Flynn Boeing

Der Gefechtsraum der Zukunft entwickelt sich weiterhin rasant, da die Technologie die Rahmenbedingungen für militärische Operationen und für das Zusammenwirken von verschiedenen Systemen immer weiter umgestaltet. Wie das Beispiel der russischen Aggression gegen die Ukraine zeigt, hat gerade der Einsatz von unbemannten Systemen (UxVs), zu denen neben unbemannten Fluggeräten (UAVs) auch unbemannte Bodenfahrzeuge (UGVs) und unbemannte Unterwasserfahrzeuge (UUVs) wie auch Überwasserfahrzeuge zählen, die moderne Kriegsführung revolutioniert und bietet beispiellose neue Möglichkeiten zur Überwachung, Aufklärung und für Kampfeinsätze sowie die Einsatzunterstützung.

Dieser Artikel befasst sich mit den Schlüsselementen der Interaktion bemannter und unbemannter Systeme und beleuchtet die aktuellen Fortschritte und die künftige Entwicklung zu einem transparenten Gefechtsfeld am Beispiel unbemannter Fluggeräte.

Teaming von bemannten und unbemannten Plattformen

Zu den wichtigsten Entwicklungen der modernen Kriegsführung gehört die Integration von bemannten und unbemannten Systemen (Manned-Unmanned-Teaming – MUM-T). Vorstellungen zu dieser Integration finden sich beispielsweise

beim „Kurs 2035+“ der deutschen Marine wieder, die sowohl in der Überwasserseekriegsführung den Einsatz von Drohnen als „entscheidend“ bewertet und den künftigen Einsatz ihrer Korvetten im Verbund mit unbemannten „Future Combat Surface Systems“ vorsieht. Ähnliches gilt für den Unterwasserseinsatz, bei dem die neue U-Boot-Klasse U-212 mit „Large Unmanned Underwater Vehicles“ und die Minenjagdboote mit „Autonomous Unmanned Underwater Vehicles“ zusammenwirken sollen.

In Verbindung mit der Entwicklung neuer Kommunikationslinien und fortschrittlicher Kampfführungssysteme bieten aber insbesondere UAVs strategische Vorteile und erweitern die Möglichkeiten der Gefechtsführung aus der Luft, indem sie autonom oder ferngesteuert eine Vielzahl von Aufgaben wie Aufklärung, elektronische Kampfführung und Angriffsmissionen übernehmen und damit die Effektivität und Dynamik militärischer Operationen erhöhen können.

Durch die Nutzung der sich ergänzenden Stärken bemannter und agiler unbemannter Plattformen können die Streitkräfte komplexe Missionen mit größerer Effizienz und Präzision durchführen, ihre operative Reichweite vergrößern sowie ihr Lagebewusstsein (situational awareness) verbessern und damit gleichzeitig die Risiken für das menschliche Personal minimieren.

Sehr erfolgreiche reale MUM-T-Versuche werden bereits seit 2018 von der Industrie und der Universität der Bundeswehr München mit einem Hubschrauber H-145M sowie einer Drohne durchgeführt, die auch auf die Entwicklung des Future Combat Air Systems (FCAS) zielen. Dabei wurde erstmals getestet, ob eine Hubschrauberbesatzung in der Lage ist, eine Drohne im Flug zu steuern. Ein Ergebnis dieser Tests war, dass zusätzliche Cockpit-Schnittstellen entwickelt werden mussten, um die Piloten bei der Bewältigung der neuen Aufgabe „Drohnenbetrieb“ zu entlasten. Im Verlauf der letzten Jahre wurden dann mehrere Schritte unternommen, die das erforderliche Wachstumspotenzial für ein Serienprodukt oder eine Serienfunktion bieten könnten. MUM-T-Fähigkeiten sollen es den Piloten bemannter Führungsflugzeuge künftig ermöglichen, mehrere UAVs gleichzeitig zu steuern, zu koordinieren, zu überwachen und Missionsziele in Echtzeit zu priorisieren.

Schwarmintelligenz und Künstliche Intelligenz

Die Schwarmintelligenz, die sich am kollektiven Verhalten biologischer Systeme orientiert, geht noch einen Schritt weiter, indem sie es mehreren unbemannten Systemen ermöglicht, gemeinsam zu operieren. Ein Schwarm von Drohnen kann beispielsweise die gegnerische Verteidigung überwinden, koordinierte Angriffe durchführen oder Informationen über ein großes Gebiet sammeln. Der Einsatz von Schwarmintelligenz erhöht die Flexibilität und Resilienz von Militäroperationen erheblich, da der Ausfall einer einzelnen Einheit die Mission insgesamt nicht gefährdet.

Die Integration von künstlicher Intelligenz (KI) birgt ebenfalls ein erhebliches Potenzial für die Verbesserung der Fähigkeiten und der Autonomie von UAVs bei künftigen militärischen Operationen. KI-gesteuerte Algorithmen der Schwarmintelligenz und maschinelle Lerntechniken ermöglichen es UAVs, koordiniert ein breites Spektrum von Aufgaben, einschließlich Zielerkennung, Routenplanung und Missionsdurchführung, mit minimalen menschlichen Eingriffen oder vollständig autonom zu erfüllen. Durch die Nutzung von KI können die Streitkräfte Entscheidungsprozesse optimieren, die operative Effizienz steigern und sich so in einem umkämpften Umfeld einen operativen Vorteil verschaffen.

Künstliche Intelligenz (KI) ist damit die treibende Kraft hinter den Fähigkeiten moderner unbemannter Systeme. KI ermöglicht es diesen Systemen, große Datenmengen in Echtzeit zu verarbeiten, eigenständig Entscheidungen zu treffen und sich an veränderte Bedingungen auf dem Gefechtsfeld anzupassen. Bei der Zusammenarbeit von bemannten und unbemannten Systemen kann KI die menschlichen Operateure unterstützen, indem sie die kognitive Belastung reduziert, komplexe Situa-

tionen analysiert und optimale Handlungsoptionen vorschlägt. So können KI-gestützte Systeme beispielsweise Bedrohungen erkennen, Ziele nach Prioritäten ordnen und sogar selbstständig angreifen, so dass sich das Personal auf die strategische Entscheidungsfindung konzentrieren kann.

Darüber hinaus ermöglicht die KI die Entwicklung immer ausgefeilterer unbemannter Systeme, die aus ihrer Umgebung lernen und ihre Leistung im Laufe der Zeit verbessern können. Diese kontinuierliche Lernfähigkeit ist in unvorhersehbaren und umkämpften Umgebungen, in denen herkömmliche vorprogrammierte Reaktionen möglicherweise nicht ausreichen, von entscheidender Bedeutung.

Sensoren und Kampfführungssysteme

UAVs sind mit einer breiten Palette von Sensoren und Nutzlasten ausgestattet, die auf die jeweiligen Einsatzanforderungen zugeschnitten sind. Elektro-optische und Infrarotkameras (EO/IR), Radar mit synthetischer Apertur (SAR), Systeme für Signalaufklärung (SIGINT) und elektronische Kampfführung (EW) gehören zu den Sensortechnologien, die üblicherweise in UAVs eingesetzt werden. Diese Sensoren bieten wichtige Aufklärungs- und Überwachungsfähigkeiten und ermöglichen es den Betreibern, in Kombination mit KI, Ziele in Echtzeit zu erkennen, zu identifizieren und zu verfolgen. Mittels integrierter Kampfführungssysteme können Sensordaten analysiert, verwertbare Informationen generiert und Angriffsmissionen mit präzisionsgelenkter Munition koordiniert werden. Durch diesen Einsatz fortschrittlicher Sensortechnologien und Kampfführungssysteme erhöhen UAVs die Effektivität militärischer Operationen in der Luft, zu Lande und zur See.

Vernetzte Sensortechnik und Combat Cloud

Die Integration bemannter und unbemannter Systeme wird durch fortschrittliche Netzwerktechnologien ermöglicht, die diese Plattformen zu einem zusammenhängenden Systemnetzwerk verbinden, das als Combat Cloud bezeichnet wird. Die Combat Cloud stellt einen Wechsel von der plattformzentrierten Kriegsführung zur netzwerkzentrierten Kriegsführung dar, bei der Informationen von allen angeschlossenen Systemen gemeinsam genutzt werden, sodass ein umfassendes Bild des Gefechtsfelds entsteht. Das zentrale Element der Combat Cloud ist die vernetzte Sensortechnologie, die eine nahtlose Integration von Daten aus verschiedenen Quellen, einschließlich Satelliten, Radar und elektro-optischen Sensoren, ermöglicht. Durch die Zusammenführung von Daten aus diesen verschiedenen Sensoren kann die Combat Cloud ein für den effektiven Einsatz sowohl bemannter als auch unbemannter Systeme erforderliches, umfassendes Lagebild erstellen.

Dieser vernetzte Ansatz ermöglicht den Datenaustausch in Echtzeit zwischen bemannten und unbemannten Systemen und damit eine fundiertere und schnellere Entscheidungsfindung. So könnte ein bemanntes Flugzeug beispielsweise Zieldaten von einem Netz unbemannter Drohnen erhalten und so Bedrohungen bekämpfen, ohne die eigene Position preiszugeben. Die Combat Cloud unterstützt auch die dynamische Aufgabenzuteilung, bei der unbemannten Systemen im Falle neuer Bedrohungen während des Einsatzes neue Zielzuweisungen erteilt werden können.

Vernetzte Sensoren ermöglichen auch dislozierte Operationen, bei denen unbemannte Systeme über weite Gebiete hinweg eingesetzt werden können, wobei jedes einzelne zum Gesamtbild der Aufklärung beiträgt. Dieser verteilte Ansatz verringert die Anfälligkeit einzelner Systeme und stellt sicher, dass wichtige Informationen für alle angeschlossenen Plattformen verfügbar sind.

Sicherung der Kommunikationskanäle

Die Effektivität des Zusammenspiels aller Elemente der Combat Cloud hängt stark von sicheren Kommunikationskanälen ab. Mit der zunehmenden Integration unbemannter Systeme in militärische Operationen steigt daher auch die Notwendigkeit, diese Kanäle vor Cyber-Bedrohungen und elektronischer Kriegsführung zu schützen und zu verhindern, dass der Gegner Operationen stört oder Zugang zu sensiblen Informationen erhält.



Ein FA-18-Systempilot demonstriert die Fähigkeit des Manned-Unmanned Teaming (MUM-T) von seinem Simulator-Cockpit aus.

Foto: © Boeing

Zu den Maßnahmen, die zur Sicherung der Kommunikationskanäle eingesetzt werden, gehören fortschrittliche Verschlüsselungs-, Frequenzsprung- und Antistörungs-Technologien. Darüber hinaus wird auch hier KI eingesetzt, um Cyber-Bedrohungen in Echtzeit zu erkennen und darauf zu reagieren, wodurch eine zusätzliche Sicherheitsebene eingebracht wird. Die künftige Nutzung von Quantencomputern wird dabei komplexe Rechenprozesse auf eine völlig neue Stufe stellen können.

Grundsätzlich besteht die physikalische Herausforderung, breitbandig und mit sehr geringer Latenzzeit die hohe Informationsdichte an schnell fliegende Plattformen zu übertragen. Bereits jetzt muss die F-35 mit mindestens 250Mbit /



Vernetzte Systeme über alle Domänen hinweg.

Foto: visoot, stock.adobe.com

Sekunde auch im Über-schallflug „versorgt“ werden, um ihre Informations- und Kampfkraft richtig entwickeln zu können. Eine denkbare Zukunftslösung wären Luftfahrzeuge, die nur die Aufgabe haben, die Informationsversorgung sicherzustellen.

Laufende und künftige Projekte

Mehrere zukunftssträchtige Projekte sind führend in der Entwicklung integrierter bemannter und unbemannter Systeme. In Europa zielt das Gemeinschaftsprojekt Future Combat Air System (FCAS), an dem Frankreich, Deutschland und Spanien beteiligt sind, auf die Entwicklung eines Luftkampfsystems der nächsten Generation ab. FCAS sieht eine vernetzte Umgebung vor, in der bemannte Kampffjets und unbemannte Systeme nahtlos zusammenarbeiten, unterstützt durch KI-gesteuerte Entscheidungshilfen und eine Combat Cloud-Infrastruktur. Eingebettet in diesen Future-Combat-Air-Systemverbund wird das Next Generation Weapon System (NGWS), das sich wiederum aus einem zentralen, bemannten New Generation Fighter (NGF), diversen unbemannten Fähigkeits-trägern (Remote Carrier) und einem Informations- und Missionsmanagement System (Air Combat Cloud) zusammensetzt. Konkurrierend dazu entwickeln Großbritannien, Italien und Japan das „Global Combat Air Programme“.

Die Vereinigten Staaten fördern ähnliche Fähigkeiten durch Programminitiativen zur Entwicklung KI-gestützter unbemannter Flugzeuge wie Skyborg oder Boeing MQ-28, die unabhängig oder in Verbindung mit bemannten Plattformen operieren können.

Aber auch in Russland wird mit Hochdruck an der Integration von UAVs gearbeitet. Die russische Sukhoi S-70 Ochothnik beispielsweise ist ein getarntes unbemanntes Kampfflugzeug (UCAV), das an der Seite von bemannten Flugzeugen wie dem Su-57-Jäger eingesetzt werden soll. Die Okhotnik soll eine Reihe von Missionen erfüllen, von der Aufklärung bis hin zu Luft-Boden-Angriffen, und dabei KI für autonome Operationen nutzen.

Während diese Projekte voranschreiten, blicken die militärischen Planer bereits auf die nächste Generation unbemannter Systeme. Diese werden für den Einsatz in zunehmend komplexen und umkämpften Umgebungen ausgelegt sein, in denen herkömmliche bemannte Plattformen im Nachteil sein können. Zukünftige UxVs werden wahrscheinlich ein noch höheres Maß an Autonomie, verbesserte KI-Fähigkeiten und ausgefeiltere Netzwerktechnologien aufweisen. Mit dieser Entwicklung und der zunehmenden Integration von bemannten und unbemannten Systemen wird das Gefechtsfeld dynamischer, vernetzter und auch transparenter.



Die MQ-28 ist ein neues unbemanntes Flugzeug, das durch Nutzung künstlicher Intelligenz als Kräftermultiplikator wirken kann.

Foto: ©Boeing

Das transparente Gefechtsfeld

Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) haben die moderne Kriegsführung verändert und bieten unvergleichliche Fähigkeiten bei Überwachung, Aufklärung und Kampfeinsätzen. Der Einsatzverbund MUM-T wird in Verbindung mit der Schwarmintelligenz, der künstlichen Intelligenz (KI) und den vernetzten Systemen, den Weg zur Schaffung einer Combat Cloud und damit zu einer vernetzten, dynamischen Gefechtsfeldumgebung ebnen, die insbesondere die Möglichkeiten der Luftkriegsführung erweitert und es so den Streitkräften ermöglicht, komplexe Missionen mit Präzision und Effektivität durchzuführen und damit strategische Vorteile zu erzielen.

Das Konzept des "transparenten Gefechtsfeldes", bei dem alle Beteiligten in Echtzeit Zugang zu einem umfassenden Lagebild haben, ist für die Zukunft der UxVs von zentraler Bedeutung. Diese Vision beruht auf der kontinuierlichen Entwicklung fortschrittlicher Sensoren, künstlicher Intelligenz und sicherer Kommunikation, die alle zusammen ein nahtloses operatives Umfeld schaffen.

Mit diesen Fortschritten gehen jedoch auch erhebliche Herausforderungen einher, insbesondere im Hinblick auf sichere Kommunikation und die Notwendigkeit eines soliden Entscheidungsrahmens. Die Zukunft der Gefechtsführung wird von der erfolgreichen Integration bemannter und unbemannter Systeme geprägt sein. Da Streitkräfte auf der ganzen Welt weiterhin in diese Technologien investieren, ist es von entscheidender Bedeutung, dass sich die Streitkräfte der westlichen Bündnisse mit diesen Herausforderungen auseinandersetzen und sicherstellen, dass sie an der Spitze der Entwicklung stehen, die Vorteile des Einsatzverbundes bemannter und unbemannter Systeme voll ausschöpfen und gleichzeitig mögliche Risiken mindern.

Unbemannte Systeme – Eine Analyse aus Sicht der Zukunftsentwicklung

■ Oberstleutnant Thomas Doll, Sachgebietsleiter Methoden der Zukunfts- und Weiterentwicklung, Kommando Streitkräftebasis



Foto: Andrey Popov, stock.adobe.com

Der vorliegende Artikel untersucht, wie sich der technologische Fortschritt auf den Einsatz Unbemannter Systeme auswirkt. Ausgangspunkt sind ausgewählte Beobachtungen zu Entwicklung und Einsatz Unbemannter Waffensysteme im Ukraine Krieg. Technologische Einflussfaktoren zur Erreichung weiterer Automatisierungsstufen werden beschrieben und Erkenntnisse für die zukünftige Ausrichtung moderner Streitkräfte abgeleitet.

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 Weltkriegs sah man in der Panzer- und Flugzeugwaffe großes Potenzial, was die Entwicklung dieser Systeme stark beschleunigte. Dem Einsatz Unbemannter Systeme wird aktuell ähnliches Potenzial beigemessen, was auch hier zu einer deutlich beschleunigten Fähigkeitsentwicklung führt.

Drohnen im Ukraine Krieg

Im Ukraine Krieg 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 Infrastrukturele-

menten in der Tiefe des Gefechtsfeldes. Die 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. 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.

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 ex-

terne Steuersignale auskommen. KI-gestützte Sensoren, die Objekte eigenständig erkennen und verfolgen spielen hierbei eine wichtige Rolle.

Aktuellen Berichten zur Folge sind Entwicklungen zur Reichweitensteigerung im Gange. Hierbei werden First-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 Ukraine Krieg 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.

Technologische Einflussfaktoren

Die aktuell stattfindenden Entwicklungssprünge im Bereich Künstlicher Intelligenz 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 Interaktion mit dem Menschen auf einer neuen Ebene stattfinden. Alles zusammen führt zu neuen Einsatzkonzepten, die aktuell in den US-Streitkräften unter dem Begriff Human-Maschine Integrated Formations (H-MIF) diskutiert und getestet werden.

- **Objekterkennung:** Mit der vorhandenen Bord-Sensorik Objekte im Gelände automatisiert erkennen und identifizieren zu können, ist ein wichtiger Schritt zur Fähig-

keitssteigerung Unbemannter Systeme. Der 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 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 Ukraine Krieg unterstreichen dies. Aktuell werden mehrere KI-gestützte Ansätze erforscht und in 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 Kreissystemen zur Richtungsbestimmung beispielsweise. Mittels 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.



Abbildung: Automatisierungsstufen Unbemannter Systeme

- **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:** 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 können. Gegen erkannten Feind sollen, wo immer möglich, Unbemannte Systeme zum Einsatz kommen. Damit wird dem Schutz des eigenen Personals, auch unter demographischen Gesichtspunkten, höchste Bedeutung beigemessen. Ersten Erkenntnissen zur Folge 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, Systeme-

men 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 (loitern), 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 Ukraine Krieg 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 Ukraine Krieg 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 wiedereingesetzt 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 als auch die demographische 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 Human-Machine Integrated Formations Konzept müssen eigene Konzepte für den Einsatz Unbemannter Systeme entwickelt werden.



Berlin Security Conference

18–19
NOV
2025

24th Congress on
European Security
and Defence

Vienna House Andel's

#BSC24

www.euro-defence.eu

MMCM – Maritime Mine Counter Measures

■ OCCAR MMCM Programme Division



MMCM USV on conducting Sea Trials

Foto: ©Thales

The Capability

As the underwater battlespace becomes more contested having state of the art capabilities to detect threats and maintain an operational advantage is becoming increasingly important. The Maritime Mine Counter Measures (MMCM) system has been designed with high quality and technologically advanced sensors able to detect much smaller objects on the seabed. Moreover, it is able to cover a much greater area at a much higher speed, when compared with a conventional mine-hunter. The high-quality data is also able to be analysed using sophisticated algorithms to enable better detection and classification of objects detected by the sensors, this includes the use of AI (Artificial Intelligence).

This advantage allows for an improved speed of advance for fleet operations as well as a higher probability of detection of any threats. Furthermore, the revolutionary capability of neutralising mines without the use of navy divers significantly improves the safety and also the depth at which mines can be destroyed. The Remotely Operated Vehicle (ROV) will be able to deploy a specialised explosive munition that attaches to the mine. Once attached it can be operated remotely for a range of at least 12 nautical miles.

Using uncrewed systems in mine dangers areas has its obvious advantages, by removing the sailors from harm's way reduces the risks involved with mine hunting, mine clearance

and mine sweeping. Tactically, commanding multiple Uncrewed systems rather than one large mine hunter [vessel] provides the mine warfare commander with the ability to deploy assets more flexibly and to multiple mission areas simultaneously.

The Programme

The OCCAR Maritime Mine Counter Measures programme is a joint Franco-British Defence programme which commenced formally in March 2015 under the auspices of the Lancaster house agreement between France (FR) and the United Kingdom (UK).

As the In-service Mine Countermeasures vessels (MCMVs) were nearing their planned out-of-service date (OSD), both nations understood the need for advancing in the capability. Together, with OCCAR and Industry a set of requirements for the next generation were agreed. The initial phase of the programme, referred to as Stage I, included a study, definition and a design stage which provided both nations with a demonstrator which enabled the nations to test and trial the capability with their Navy users.

The MMCM capability is centred around three key activities:

1. Detection: the ability to detect objects below the water's surface

2. Classification: the ability for the end user to classify those objects as non-threats, threats or mines.
3. Disposal: The ability for the end user to safely dispose of mines.

The stage I design produced a technologically advanced Unmanned Surface Vessel (USV) with deployable mine warfare equipment (payloads) to conduct mine warfare activity. These payloads are fully integrated using a sophisticated software and mission management system (mms), providing world class tactical control.

MMCM Stage I provided the UK and France with prototypes (demonstrators) which have been used extensively since November 2021 by both the Royal Navy (RN) and Marine Nationale (MN). A number of key lessons were identified from using the prototypes which have been taken forward in the development of the Stage II (Two) systems being manufactured.

The stage II contract was signed in October 2020, which commenced the development of the demonstration and manufacture stage of the MMCM Programme. Stage II production provides primary systems (PS) for both nations built from a common design with additional common and non-common developments tailoring the capability for each nation.

The Deliverables

The stage II production contract will deliver 6 primary systems, 3 for the United Kingdom and 3 for France, with the addition of 3 USVs for France to complement their capability. Both the United Kingdom's and France's demonstrators will be upgraded to complement the fleet with a fourth operational system each. But what is a primary system?

Each primary system includes:

- Unmanned Surface Vessel (USV);
- Towed Synthetic Aperture Multiviews (TSAM) SONAR;
- Unmanned Underwater Vehicles (UUV) - for France only,
- Remotely Operated Vehicle (ROV) with a Mine Neutralisation System (MNS) and
- a Portable Operations Centre (POC).

All of which allows a mine hunting operation to be completed remotely using the POC as the Command and Control (C2) node. The primary system can operate anywhere, globally, within the communication range of the POC. The POC can be installed either; in a Harbour of opportunity, a shore based in a military establishment, or from a host vessel, this allows flexibility in its employment with both the Royal Navy and the French Navy.



Two MMCM USVs. embarked TSAM (Background) Embarked ROV (Foreground)
Foto: ©Thales, Shaun Rauster

After an extensive and thorough testing and trials period by OCCAR, Industry is due to be delivering the first PSs to both nations imminently, with the first PS for France expected in December 2024 and the first UK PS expected in January 2025. During the production run, additional capability will be added allowing the vessels to operate using enhanced degrees of autonomy. The final deliverable from the programme is expected in 2027.

On the delivery of a fully trained navy crew and primary system, OCCAR will enter the In-Service Support (ISS) phase supporting both nations with maintaining system availability and providing front line support. OCCAR will be delivering this through bespoke ISS contracts from each nation which best meets their operational needs whilst maintaining collaboration of ISS related issues at the core of the programme.

Whilst OCCAR MMCM programme is currently a collaborative Franco-British defence programme, OCCAR actively encourages eligible nations to join such programmes. The OCCAR programme management allows the sharing of development costs between nations whilst providing a low overhead service to its customers, the participating nations. Collaborative programmes like MMCM allow for a Nation's capability to integrate more closely with one another.

OCCAR are extremely excited to deliver this new class of mine warfare capability and will continue to support the capabilities through their life by providing In-Service Support and training arrangements to both the UK Ministry of Defence and the French Ministère des Armées.

ThEMIS:

Taktisch, hybrid, modular

■ Max Marquardt, KNDS



Tactical Hybride Modular Infantry System

Foto: KNDS Tactical Hybride Modular Infantry System

Auf dem Gefechtsfeld der Gegenwart sind Vernetzung und Automatisierung maßgebend. Wer diese Technologien beherrscht, hat einen entscheidenden Vorteil – und kann sich auch gegen einen überlegenen Gegner behaupten. Auf Basis ThEMIS des estländischen Unternehmen MILREM-Robotics hat KNDS ein innovatives, multimodulares und leistungsstarkes unbemanntes System im Produktportfolio, das inzwischen auch verstärkt in der Ukraine eingesetzt wird.

Grundbaustein für ein modulares Einsatzkonzept

Geräuschlos und wie von Geisterhand gesteuert, bewegt sich im Osten der Ukraine ein kleines olivfarbenes Objekt zwischen den Hauptkampflinien voran. Von Drohnen unentdeckt erreicht es sein Zielgebiet, um die dort eingesetzten Kräfte mit Munition und Verpflegung zu versorgen. Die Landdrohne wird hierbei komplett remote gesteuert. Das Konzept des UGV, Unmanned Ground Vehicle, ist auf den Gefechtsfeldern der Gegenwart schon längst ein unverzichtbarer Teil der taktischen Einsatzplanung.

Das von Milrem Robotics entwickelte ThEMIS-Fahrgestell ist ein unbemanntes Bodenfahrzeug, das speziell für den infanteristischen Einsatz konzipiert wurde. Davon leitet sich

auch der Name ThEMIS her: Tactical Hybride Modular Infantry System. Diese Bezeichnung steht zeitgleich auch für die Grundzüge des Systems.

„ThEMIS bietet uns einen idealen Grundbaustein für ein modulares Einsatzkonzept“, sagt Christoph Muser, Bereichsleiter bei KNDS Deutschland. „Durch KNDS wurde das Basissystem auf ein neues Level gehoben und ermöglicht es nun, einzelne Nutzlasten schnell und einfach auch im Feld zu wechseln. So kann der ursprüngliche Einsatzzweck als Lastfahrzeug durch weitere Funktionen ausgetauscht werden.“ Dabei seien viele Varianten nicht nur denkbar, sondern bereits auch im Einsatz, sagt Muser. So zum Beispiel CASEVAC zur Bergung Verwundeter, als reines Transportfahrzeug, in einer Combat-Variante, also mit Waffenstation, als Aufklärungssystem mit Radar und Optronik, als C-UAV System zur Drohnerdetektion und -bekämpfung oder als Minenräumer. Die Einsatzmöglichkeiten sind schier unbegrenzt.

Vorteile hybrider Systeme

Das Konzept kleiner Unterstützungsfahrzeuge für die Infanterie ist keineswegs neu. Bereits Ende der 1950er Jahre entwickelte die United States Army und das United States Marine Corps den M274 Mechanical Mule, ein leichtes, all-



Vorbereitung für die weitere Erprobung mit dem System THeMIS

Foto: KNDS

radgetriebenes Lastfahrzeug, das die ¼ ton- und ¾ ton-Trucks ersetzen und aufgrund des geringen Eigengewichts luftverlastbar sein sollte. Das System bewährte sich vor allem im Vietnamkrieg, wo der Mule zum unverzichtbaren Lasten-Muli den Kampftruppen diente, aber auch als Waffenplattform für die „recoilless rifles“. Doch trotz seiner multifunktionalen Einsetzbarkeit war das Konzept fehlerbehaftet. Die Höchstzuladung lag bei gerade mal 453 Kilogramm und es musste stets ein Soldat das Fahrzeug von Hand steuern.

Der THeMIS kann eine Höchstgeschwindigkeit von 20 Stundenkilometern erlangen und verträgt eine Zuladung von bis zu 1000 Kilogramm. „Mit dem hybriden System ist es anderen vergleichbaren Systemen mit nur einer Antriebsart überlegen“, sagt Muser. So könne der Einsatzzeitraum einfach durch Nachtanken erweitert werden. „Reine Batteriesysteme müssen geladen werden, trotzdem steht dem System ein Langzeit Silent Mode zur Verfügung, was bei reinen Antrieben von Verbrennungsmotoren nicht möglich ist“. Der Hybridantrieb des THeMIS ermöglicht einen Betrieb über die Dauer eines typischen Kampftages einer Infanterie-Gruppe. Im Einsatz als Beobachtungsfahrzeug können sogar Überwachungsaufträge von mehreren Tagen durchgeführt werden.

Flexible Einsatz- und Betriebsmöglichkeiten

Das Fahrzeug verfügt über zwei Betriebsmodi. Es kann mit einem Autonomie-Kit selbstständig navigieren oder aber „remote controlled“, also ferngesteuert, seine Ziele erreichen. Inzwischen gibt es auf Autonomie-Funktionen, wie Follow-Me oder Push-Me, bei denen das Fahrzeug den Einsatzkräften autark folgt. Auch eine Teach-Me und Wegpunkt-Navigation sind möglich. Hindernisse werden dabei automatisch vom System erkannt und umfahren. Die neueste Generation der unbemannten Fahrzeuge sind mit einem sogenannten Payload-System ausgestattet. Das Konzept ähnelt dem des Boxer, erklärt Muser. „Ähnlich wie Missionsmodule beim GTK Boxer getauscht werden können, kann die Payload für den THeMIS schnell und einfach vom Fahrgestell getrennt werden.“ Dadurch kann eine schnelle und einfache Anpassung an die Gegebenheiten im Feld ermöglicht werden.

MUM-T

Der engeren Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine, dem „Manned-Unmanned-Teaming“ widmet KNDS ein besonderes Augenmerk. So werden Steuerungsmöglichkeiten von UGVs wie dem THeMIS oder einem remote



TheMIS Erprobungsfahrt

Foto: KNDS

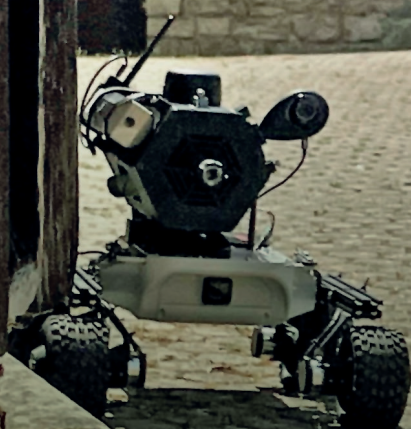
gesteuerten Brückenleger in die Kampf- und Unterstützungsfahrzeuge integriert. Die dabei gewonnen Erkenntnisse fließen direkt in die Weiterentwicklung der unbemannten Systeme und deren Steuer-Software ein, so dass hier die Grundsteine für einen zukünftigen unbemannten Wingman für MGCS gelegt werden.

Christoph Muser geht davon aus, dass der Einfluss von UGVs auf den Gefechtsfeldern immer stärker wird. Dies würden die derzeitigen Konflikte schon jetzt klar zeigen. Seit 2023 sind einige UAVs vom Typ TheMIS in der Ukraine eingesetzt. Darunter werden einige für die Evakuierung von Verletzten (CASEVAC) eingesetzt. Besonders für „Dull, dirty & dangerous“-Aufgaben, für die man die Leben von Soldaten gar nicht erst in Gefahr bringen möchte, seien UGVs als Unterstützungssystem eine ideale Lösung. Die Systeme hätten sich bis jetzt in den Einsätzen bewährt. Auch beim täglichen Fronteinsatz in der Ukraine. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und Multioperabilität, sagt Muser, seien inzwischen auch der Gegenseite aufgefallen. „Ich denke eine Prämie der russischen Armee für den Fall, dass ein Fahrzeug feindlich übernommen wird, spricht hier für sich.“

www.defence-innovation.de //////////////////////////////////

DIPD | DEFENCE INNOVATION PITCH DAY

November 2025 | München





DEFENCE AND SPACE

German Heron TP (GHTP)

Unbemanntes Luftfahrtsystem (Unmanned Aerial System) zur strategischen Aufklärung

- Einsatzerprobtes System
- Betrieb und Integration in den deutschen Luftraum
- Weltweit erstes zugelassenes System dieser Größenklasse
- GHTP ist das Ergebnis der Kooperation zwischen Airbus und IAI, um die Einsatzanforderungen der Bundeswehr im Bereich der unbemannten strategischen Aufklärung bereits heute zu erfüllen
- Aufwuchs mit einer Vielzahl von weiteren Fähigkeiten, wie z.B. Signalerfassende Sensorik, Maritime Sensoren und Missionsausstattung