

# AUTONOM UND BEWAFFNET – MILITÄRISCHE NUTZUNG UNBEMANNTER SYSTEME

Während der letzten beiden Jahrzehnte haben sich unbemannte Systeme (UMS) – wiederverwendbare Fahrzeuge, die keinen Bediener tragen, und zu Land, zur See oder in der Luft autonom oder ferngesteuert Missionen durchführen – in vielen Streitkräften der Welt etabliert. Unbemannte Systeme ermöglichen den Streitkräften, Missionen bei minimaler Gefährdung von Soldaten durchzuführen. Damit tragen UMS zur Depersonalisierung des Schlachtfelds und zur Automatisierung der Kriegsführung bei. Angesichts dieser Entwicklung werden Bedenken vorgebracht, dass durch die Option, Einsätze ohne Risiko für die Soldaten durchzuführen, in einer Krise die Konfliktschwelle absinken und das Risiko einer kriegerischen Auseinandersetzung steigen könnte. Neben den damit aufgeworfenen Fragen an die Sicherheits- und Rüstungskontrollpolitik sowie der Rüstungsexportkontrolle rücken zunehmend auch die Perspektiven ziviler Nutzung und deren ökonomischen Potenziale in den Mittelpunkt der Diskussion.

Das TAB ist diesen und weiteren Aspekten in einem TA-Projekt »Stand und Perspektiven der militärischen Nutzung unbemannter Systeme« mit dem Ziel einer Bestandsaufnahme und Folgenabschätzung aktueller Entwicklungen nachgegangen. Im Mittelpunkt der Analysen standen nationale und internationale technologische Entwicklungen, die derzeitige und zukünftig zu erwartende Leistungsfähigkeit sowie die damit verbundenen Einsatzkonzepte und Bedrohungsszenarien unbemannter Systeme. Auch wurden die ökonomischen Dimensionen unbemannter Systeme und der durch UMS aufgeworfene rechtliche Konkretisierungsbedarf auf nationaler und internationaler Ebene untersucht.

In diesem Beitrag werden Schlüsseltechnologien und Systemtrends bei der Entwicklung unbemannter Systeme vorgestellt. Außerdem werden durch UMS begründete Handlungserfordernisse der Rüstungskontrollpolitik und der Exportkontrolle thematisiert sowie völkerrechtliche und ethische Aspekte angesprochen.

## SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN UNBEMANNTER SYSTEME

Unbemannte Systeme sind in den unterschiedlichsten Typen – von der Größe eines Insekts bis hin zu den Abmes-

sungen eines Verkehrsflugzeugs – für eine Vielfalt von Aufgaben – von Aufklärung und Überwachung bis hin zum Kampfeinsatz – verfügbar. Insbesondere im Bereich unbemannter Luftsysteme hat sich eine Vielfalt von Systemen herausdifferenziert, deren Funktionsspektrum inzwischen bis hin zu sogenannten Hunter-Killer-Missionen reicht, bei denen ein Ziel aufgespürt, identifiziert und mit Waffeneinsatz bekämpft wird.

Im Jahr 2000 verfügten die USA, die in diesem Feld eindeutig die Technologieführerschaft innehaben, über weniger als 50 unbemannte fliegende Systeme, acht Jahre später war ihre Zahl auf weit über 6.000 angewachsen. Alles deutet darauf hin, dass sich dieser Trend nicht nur in den USA auch künftig fortsetzen wird, umso mehr als die technologische Weiterentwicklung immer leistungsfähigere UMS ermöglicht. Die intensiven Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen beziehen sich vor allem darauf, dass Parameter wie Schnelligkeit, Reichweite, Agilität oder die mitgeführte Nutzlast fortwährend gesteigert werden. Fortschritte sind vor allem in folgenden Bereichen zu beobachten:

› *Antrieb und Energieversorgung:* Es ist ein deutlicher Trend zu elektrischen Antrieben erkennbar. Vor allem bei kleinen bis mittleren UMS werden diese inzwischen flächendeckend eingesetzt. Bei großen Sys-

temen kommen Hybridantriebe aus Verbrennungsmotoren bzw. Turbinen und elektrische Komponenten verstärkt zur Anwendung. Fortschritte sind bei der Energiedichte von Batterien zu erwarten und deuten sich bei Brennstoffzellen an, so dass ihre Nutzung in größeren Systemen möglich wird.

› *Navigation, Leit- und Planungssysteme:* Fortschritte bei Elektronik und künstlicher Intelligenz erlauben eine von externen Signalen unabhängige Selbstlokalisierung vor allem durch die optische Erkennung von Landmarken (»scene matching«), des Höhenprofils unter der Flugbahn bzw. des Tiefenprofils unter Wasser (»terrain contour matching«) und die Detektion des Erdmagnetfelds. Insbesondere zu Land müssen Hindernisse erkannt und überwunden werden. Leitsysteme, die ein selbstständiges Durchqueren schwieriger Umgebungen erlauben, werden derzeit praktisch erprobt. Fortgeschrittene Planungssysteme ermöglichen ein selbstständiges Abfahren festgelegter Routen und die automatische Rückkehr zum Ausgangspunkt einer Mission. Langfristig könnten Planungssysteme mehrere Roboter zu einem Team vereinen.

› *Datenübertragung und Kommunikation:* Sensordaten von Aufklärungs- und Überwachungsmissionen können kabelgebunden oder kabellos übertragen werden. Kabel sind zwar weniger leicht zu handhaben, bieten jedoch deutliche Vorteile bei Übertragungsbandbreite und Latenz (Verzögerungszeit). Für die Unterwasserkommunikation sind sie noch unverzichtbar. Fortschritte sind vor allem durch Glasfasertechnik, Miniaturisierung und leistungsfähigere Lasersysteme zu verzeichnen. Im Bereich kabelloser Kommunikation wird durch Technologien und Standards der Netzwerke der vierten Generation die

Geschwindigkeit der Datenübertragung mittelfristig deutlich steigen.

› *Nutzsensorik:* Zur Detektion akustischer, elektromagnetischer und optischer Signale durch UMS wird oft auf vorhandene Technik zurückgegriffen. Es wird aber eine Verringerung von Größe, Gewicht und Energieverbrauch dieser Komponenten angestrebt. Perspektivisch sollen Sensorsysteme autonom relevante Objekte suchen und erkennen sowie die Navigation im Schwarm unterstützen. Fernziel ist die Annäherung an menschenähnliche Wahrnehmungsfähigkeiten bei der Analyse und Bewertung der aufgenommenen Informationen und ein »Verstehen« der Umgebung durch eine semantische Analyse der gemessenen Parameter.

## SYSTEMTRENDS

Fortschritte in den relevanten Technologiefeldern sowie bei Querschnittstechnologien, wie Computer- und Informationswissenschaft, verdichten sich zu zwei signifikanten Trends: höhere Missionsautonomie und Bewaffnung.

Autonomie ist eine Schlüsselfähigkeit unbemannter Systeme, die immer komplexere Missionen, auch im Team mit bemannten und anderen unbemannten Einheiten, ermöglicht. Künftig sollen menschliche Bediener möglichst durch autonome technische Systeme ersetzt werden. Die erwarteten Vorteile bestehen erstens darin, dass ein menschlicher Bediener mehrere UMS steuern könnte, da er nur allgemeine Richtlinien ausgeben müsste. Zweitens würden Verzögerungen durch Datenübertragung und menschliche Entscheidung wegfallen. Drittens wäre der Kommunikationsbedarf deutlich geringer, da umfangreiche Sensordaten an Bord verarbeitet würden. Dadurch wiederum würde, viertens, die Entdeckbarkeit verringert. Allerdings sind Fortschritte

und Schnelligkeit bei der Realisierung anspruchsvoller Aufgaben, wie das Unterscheiden von Freund und Feind sowie die Identifikation von Nichtkombattanten, zumindest mittelfristig unklar. Ein hoher Grad von Autonomie muss allerdings unter technologischen und finanziellen Gesichtspunkten nicht uneingeschränkt erstrebenswert sein. So steigt mit der Autonomie auch die Komplexität der Systeme erheblich an, was sich negativ auf ihre Lebenszykluskosten, Robustheit und Zuverlässigkeit auswirken kann.

Ein zunehmender Trend zur Bewaffnung unbemannter Systeme ist bereits heute, vor allem bei fliegenden UMS, unübersehbar. Bei Luftsystemen steht die Bekämpfung von Zielen am Boden im Vordergrund. Gegenwärtig verfügen vor allem die USA und Israel über Flugsysteme zur Unterdrückung geg-

nerischer Luftabwehr. Perspektivisch ist an den Einsatz kleinerer Einheiten als Waffenplattform im Nächstbereich (Einsatzradius etwa 5 km) gegen feindliche Ziele auch ohne direkte Sichtverbindung – wie beispielsweise in urbanem Gelände – gedacht. Eher ein langfristiges Ziel für UMS ist die Bekämpfung von Zielen in der Luft. Ein Einsatz wird am ehesten komplementär zu bemannten Luftfahrzeugen erfolgen. Im Bereich unbemannter Landsysteme bleibt die Kampfmittelräumung vorrangig. Angestrebt wird ferner eine Bewaffnung für Schutz- und Wachfunktionen. Dagegen scheint die Entwicklung anspruchsvoller Kampffahrzeuge zu stagnieren. Unbemannte Seefahrzeuge werden insbesondere bei der Seeminenbekämpfung eingesetzt. Künftig sollen unbemannte ferngelenkte Systeme für Minenjagd und -räumung zum Einsatz kommen. Im

ABB. 1

GRÖSSENSPEKTRUM UNBEMANNTER FLIEGENDER SYSTEME



oben: Global Hawk, Northrop Grumman, Spannweite 39,90 m (NOC)

unten: PD-100 Black, Rotordurchmesser 100 mm, der Firma Prox Dynamics AS (Norwegen)

Quelle: nach Blyenburgh, P. v. (2010): UAS – Unmanned Aircraft Systems. The Global Perspective 2009/2010, Paris

Kontext asymmetrischer Bedrohungen rückt zunehmend die Bekämpfung hochbeweglicher See- und Landziele in den Fokus.

## RÜSTUNGS- UND RÜSTUNGSEXPORTKONTROLLE

Angesichts steigender Bestände und zunehmender Bewaffnung von UMS sind Risiken der Proliferation und des Missbrauchs offensichtlich. Die Einführung bewaffneter fliegender UMS, optional bestückbar mit Massenvernichtungswaffen, könnte Bedrohungsvorstellungen fördern, Rüstungswettläufe mit sich bringen und destabilisierend wirken. Dies wird zunehmend zu einer Herausforderung für die Rüstungskontrollpolitik.

Die einschlägigen Rechtsmaterien setzen der Entwicklung und Einführung bewaffneter unbemannter Systeme nur bedingt Grenzen. Zwar schließen einige der bestehenden Rüstungskontrollverträge unbemannte Systeme ein. Dazu zählen das Chemiewaffenabkommen und das Übereinkommen über biologische Waffen und Toxinwaffen, die Entwicklung, Herstellung und Lagerung von Trägersystemen verbieten, sofern diese für den Einsatz der betreffenden Agenzien für feindliche Zwecke oder im bewaffneten Konflikt bestimmt sind. Vergleichbares gilt für den Weltraumvertrag, der aber nach Auslegung der USA und europäischer Staaten den Einsatz für defensive militärische Aktivitäten bestimmter Systeme im Weltraum nicht untersagt. Auch die Waffenkategorien des Vertrags über Konventionelle Streitkräfte in Europa (KSE-Vertrag) sind so definiert, dass sie bewaffnete unbemannte Systeme einschließen. Ferner lassen sich die Bestimmungen des Wiener Dokuments über vertrauens- und sicherheitsbildende Maßnahmen auf unbemannte Systeme anwenden. Dies gilt mit gewissen Einschränkungen ebenfalls für das

mit dem UN-Waffenregister installierte Berichtssystem für konventionelle Hauptwaffensysteme.

Jedoch sehen andere Rüstungskontrollverträge unbemannte Systeme nicht als Regelungsgegenstand vor bzw. lassen sich nicht oder nicht ohne Weiteres darauf anwenden. So fehlen entsprechende Bestimmungen in den für Nuklearwaffen relevanten Verträgen, dem INF-Vertrag (Intermediate-Range Nuclear Forces) und dem New-START-Vertrag zwischen Russland und den Vereinigten Staaten (New Strategic Arms Reduction Treaty). Während der INF-Vertrag recht eindeutig nur auf Marschflugkörper anwendbar ist, besteht beim New-START-Vertrag die Option, den Vertragstext im Fall der Entwicklung neuer Waffenplattformen anzupassen.

Darüber hinaus geben die wachsende Verfügbarkeit von Systemen und bestimmter dual-use-fähiger Komponenten sowie die schnelle Weiterverbreitung von technologischem Wissen

Anlass, den Einsatz unbemannter Systeme durch substaatliche Akteure und terroristische Gruppierungen zu bedenken und hierauf zu reagieren. Mögliche Bedrohungen reichen von gezielten Angriffen gegen wichtige Personen mit kleineren Fluggeräten, die eine Sprengladung tragen oder direkt gegen eine Person gesteuert werden, über Systeme, die kritische Infrastrukturen attackieren, bis hin zur Ausbringung von Massenvernichtungswaffen.

Angesichts der Dynamik der Entwicklung sollte zumindest eine Bestandsaufnahme aus rüstungskontrollpolitischer Sicht erfolgen, um Handlungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten zu identifizieren.

Mit dem Missile Technology Control Regime (informelle Zusammenarbeit einer Gruppe von zurzeit 34 Staaten, um den Export von bestimmten Raketen und unbemannten Flugsystemen zu regeln), dem Wassenaar-Abkommen (dient der Transparenz und Kontrolle beim Ex-

ABB. 2

FERNGESTEUERTER BERGUNGSROBOTER



Quelle: <http://robotics.youngster.com/2010/01/military-applications.html>

port von Dual-Use-Technologien) und dem Hague Code of Conduct (Verhaltenskodex gegen die Proliferation ballistischer Raketen) stehen trotz ihrer Schwächen grundsätzlich Instrumente zur Kontrolle der Proliferation unbemannter Systeme zu Verfügung. Angesichts der technologischen Fortschritte und der immer weiteren Verbreitung und Verfügbarkeit unbemannter Systeme sollten die Verträge aber weiterentwickelt werden, damit insbesondere bewaffnete unbemannte Luftfahrzeuge und die entsprechenden Technologien einbezogen werden können.

## ETHIK UND VÖLKERRECHT

Die Integration unbemannter Systeme in die Streitkräfte verstärkt den Trend zur Depersonalisierung und Automatisierung des Schlachtfelds. Dadurch wird zwar der Schutz der eigenen Soldaten bei Kampfhandlungen verbessert, zugleich ergeben sich aber Fragen nach der Verantwortung für militärisches Handeln und dessen Folgen.

In der Literatur wird mittlerweile zunehmend geltend gemacht, dass UMS einen erheblichen Beitrag zu einem völkerrechtlich legitimen und moralisch verantwortlichen Waffeneinsatz leisten können. Die Argumente gehen etwa dahin, dass zum Beispiel der Einsatz fliegender Systeme als Waffenträger mit hochentwickelten Sensoren potenziell eine bessere Einhaltung des Unterscheidungsgebotes und damit einen verbesserten Schutz der Zivilbevölkerung ermöglicht. So seien moderne Sensoren den menschlichen Sinnen in vielen Fällen deutlich überlegen. Die Distanz des Bedieners ermögliche diesem zudem, unter weniger Stress zu entscheiden als im Kampfgeschehen vor Ort. Deshalb könne die Gesamteinschätzung der Lage am Einsatzort durch einen Bediener in einer weit entfernten Bodenkontrollstation deutlich besser sein, als sie einem Piloten vor Ort möglich ist.

Über diese Positionen besteht jedoch in der Fachdiskussion keinesfalls Konsens. So wird beispielsweise bestritten, dass UMS-Bediener im Vergleich mit den Piloten eines Kampfflugzeugs einem geringeren Stress ausgesetzt sind. Dies wird mit Erfahrungen von UMS-Bedienern, die von ihrem Platz in einem Kontrollraum in Nevada aus Kampfeinsätze – beispielsweise im Irak – abwickeln, belegt. Ferner wird auf die fehlende sinnliche Wahrnehmung der Umstände vor Ort sowie die potenzielle Entmoralisierung von Entscheidungen zum Waffeneinsatz verwiesen. Schließlich wird argumentiert, dass der Bediener im Kontrollraum deutlich weniger Informationen zur Verfügung haben kann als am Zielort eingesetztes Personal. Selbst eine Übermittlung von Bildern in Echtzeit kann dieses Informationsdefizit u.U. nur eingeschränkt kompensieren, zumal sich Zielpersonen oder -objekte auf diese Weise eben doch nicht immer eindeutig identifizieren lassen.

Fragen nach Moral und Verantwortung im Einsatz werden umso dringlicher, je weiter die Fähigkeit von UMS zu autonomen Handlungen voranschreitet. Zwar dürfte die Möglichkeit, dass autonome Systeme Entscheidungen treffen könnten, die sowohl sachlich zutreffender als auch in ihren Folgen moralisch akzeptabler wären, als es einer Person möglich wäre, in den nächsten zwei Jahrzehnten wohl nicht realisierbar sein. Dennoch werden durch UMS bereits jetzt ethische Fragen bezüglich technischer Systeme als »moralisch Handelnde« aufgeworfen. Dies gilt jedenfalls insoweit es in einer militärischen Handlungskette eine Person geben muss, die für die Abläufe die Verantwortung trägt und bei Fehlverhalten bestraft werden kann. Damit zukünftig menschliche Entscheidungsträger im Zusammenspiel mit zunehmend autonomen technischen Systemen ihrer Verantwortung gerecht werden, sollten die tradierten Kategorien legalen und

moralischen Handelns hinterfragt und gegebenenfalls neu definiert werden.

Dies sollte jedoch nicht missverstanden werden als bloße Anpassungsleistung an neue technologische Optionen, die Moral und Ethik, aber auch das humanitäre Völkerrecht zu erbringen hätten. Unbemannte Systeme, auch mit fortgeschrittener maschineller Intelligenz, bleiben technische Systeme, denen pflichtgemäßes und verantwortliches Handeln unter bewusster Abwägung von Alternativen nicht zugeschrieben werden kann. Deshalb wäre zumindest der Versuch zu unternehmen, auf diesem Feld Normen der Moral und des Rechts Geltung zu verschaffen. In einem offenen Diskurs könnten politisch Verantwortliche, Repräsentanten der Streitkräfte und Vertreter der Wissenschaft (als Forschende und Lehrende) ihre unterschiedlichen Perspektiven einbringen, ihre Rollen reflektieren und zukünftige Regeln für einen verantwortungsbewussten Umgang mit den direkten und indirekten Folgen einer Automatisierung und Digitalisierung des Krieges definieren.

## HINWEIS ZUR VERÖFFENTLICHUNG

TAB-Arbeitsbericht Nr. 144: »Stand und Perspektiven der militärischen Nutzung unbemannter Systeme« (s. Rubrik »Neue Veröffentlichungen«)

## KONTAKT

Dr. Reinhard Grünwald  
030 28491-107  
gruenwald@tab-beim-bundestag.de