

Unbemannte Unterswassersysteme

Trends und technologische Entwicklung

Sidney E. Dean

Die Streitkräfte der Welt integrieren zunehmend unbemannte Systeme in ihre Arsenale. Bei den Seestreitkräften kommen gleich drei Kategorien in Betracht: Unbemannte Unterwasserfahrzeuge (in der Regel gemäß der englischsprachigen Verwendung „Unmanned Underwater Vehicles“ als UUV bezeichnet); unbemannte Überwasserfahrzeuge (Unmanned Surface Vessels – USV) und unbemannte Luftfahrzeuge (Unmanned Aerial Vehicles – UAV). Bezüglich der unbemannten Systeme sind verschiedene Trends zu beobachten.

► Trend zu Autonomie: Erste unbemannte Systeme waren in der Regel ferngesteuert (Remotely Operated Vehicle – ROV). Es folgten Systeme, die selbstständig einen

► Trend zu koordinierten Einsätzen zwischen mehreren unbemannten Systemen der gleichen oder unterschiedlichen Art sowie zum koordinierten Einsatz von bemannten und unbemannten Systemen (Manned-Unmanned Teaming).

► Trend zu längeren Einsätzen: Effizientere Antriebs- und Batteriesysteme steigern Reichweite und Ausdauer.

► Trend zu größeren Systemen mit großer und vielfältiger Nutzlastkapazität, Reichweite und Ausdauer.

► Trend zu modularen Nutzlasten, um die Durchführung verschiedener Aufgaben durch einen einzigen UUV-Typ zu ermöglichen.

Die Leistungssteigerung unbemannter Systeme ist abhängig von der Fortentwicklung

den angesprochen. In den nächsten zwei Ausgaben des MarineForum werden die Trends bei den unbemannten Überwasserfahrzeugen sowie den maritimen UAV besprochen. Der Schwerpunkt wird bei der militärischen Anwendung gesetzt, auch wenn unbemannte Systeme zunehmend ebenfalls für wissenschaftliche und kommerzielle Zwecke eingesetzt werden.

Systematischer Ausbau der Fähigkeiten

Ein „typisches“ Bild der bisherigen Entwicklungen auf dem UUV-Sektor vermitteln die Einsatzsysteme der Firma ATLAS Elektronik. Die ferngelenkte Unterwasserdrohne SeaFox dient bei der deutschen Marine und zehn weiteren Streitkräften. Die Drohne wird in drei Konfigurationen ausgeliefert: Die mit einem Sprengsatz bewaffnete „C“-Variante wird zur Zerstörung von Minen verwendet (dabei wird auch die Drohne zerstört). Die „I“-Variante wird zur Ortung und Identifizierung von Minen sowie zur Unterwasserinspektion von Schiffen und Hafenanlagen eingesetzt. Durch Montage des „Cobra“ Rüstsatzes lässt sich auch die „I“-Variante gegen Minen und andere Sprengkörper einsetzen; dabei wird der Cobra-Sprengsatz auf der Mine deponiert und ferngezündet, nachdem sich die Drohne zurückgezogen hat. Die zu Trainingszwecken entwickelte „T“-Variante kann ebenfalls für Unterwasserinspektion herangezogen werden. SeaFox wird von Schiffen, Booten und Hubschraubern ausgesetzt und per Glasfaserkabel geführt. Die Einsatztiefe der 1,31 Meter langen, 43 Kilo schweren ROV-Drohne beträgt bis zu 300 Meter, die maximale Reichweite zum Führungsschiff ist 22 Kilometer. Die Einsatzausdauer beträgt zirka 100 Minuten.

Die SeaCat Drohne ist doppelt so lang und dreimal so schwer wie SeaFox und wesentlich leistungsfähiger. Einsätze von bis zu 20 Stunden Dauer in bis zu 600 Meter Tiefe sind möglich. SeaCat ist als Hybridsystem ausgerichtet; die Drohne kann wahlweise als ferngesteuertes ROV oder als autonomes Fahrzeug eingesetzt werden. Die am Bug befindliche Nutzlasthalterung kann verschiedene Nutzlastmodule aufnehmen, einschließlich Kameras, So-



Minenkampfkraft der US-Navy setzen eine Mk 18 Mod 2 Swordfish Drohne im Golf von Oman aus. Quelle: US-Navy

im Detail einprogrammierten Einsatz erledigen konnten, etwa das Abfahren einer bestimmten Überwachungsstrecke. Für die Zukunft wünschen sich die Streitkräfte der Welt vollautonome Systeme die – in Anlehnung an die Auftragstaktik – anspruchsvolle Zielvorgaben selbstständig erfüllen und sich im Verlauf des Einsatzes auf unvorhergesehene Entwicklungen einstellen können.

auf verschiedenen technischen Bereichen. Wesentlich sind vor allem: Antriebs- und Energiesysteme; Navigationssysteme; Sensoren; Kommunikationssysteme und künstliche Intelligenz. Hier werden Forschungsschwerpunkte gesetzt.

Im Folgenden wird eine repräsentative Auswahl der im Einsatz befindlichen UUV vorgestellt; auch einige wichtige Entwicklungsprojekte und Planungsansätze wer-



Boeing und Huntington Ingalls bewerben sich gemeinsam um den Auftrag zur Entwicklung eines Extra Large UUVs mit mehrmonatiger Einsatzdauer. Grundlage der Bewerbung ist das 2016 vorgestellte Echo Voyager UUV.

nar, Magnetometer sowie ein Modul zur chemischen Analyse des Wassers oder einen akustischen Sensor, der den Meeresboden durchdringt. Das mittelgroße UUV ist mittschiffs mit Side Scan Sonar ausgestattet und kann zusätzlich einen Sonarschlitten in Schlepptau nehmen. Dank dieser Modularität kann SeaCat für Meeresbodenvermessung, taktische Hydrografie sowie Aufklärung und Überwachung größerer Areale eingesetzt werden. GPS und Trägheitsnavigationssystem erlauben die autonome Einsatzdurchführung. Bei autonomer Einsatzführung können die gewonnenen Sensordaten allerdings erst nach Bergung der Drohne sichergestellt werden. Die Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Trägerschiff und Drohne bleiben vorerst eingeschränkt. Der Datenaustausch per WiFi erfolgt in beiden Richtungen, doch nur solange die Drohne sich in weniger als 400 Metern Abstand zum Schiff befindet. Akustische Kommunikation unter Wasser hat – je nach Umweltbedingungen – eine maximale Reichweite von zwei Kilometern. Bei Einsätzen über diese Distanz hinaus muss das UUV völlig eigenständig operieren.

Flexibilität durch Autonomie

Das jüngste und größte Atlas UUV, SeaOtter Mk II, ist auch das vielseitigste. SeaOtter ist ein rein autonomes Fahrzeug, das sowohl Aufklärung und Überwachung (einschließlich U-Boot Aufklärung), Kräfteschutz (Entdeckung von Unterwasserbedrohungen), hydrografische Datensammlung, Minenbekämpfung, verdeckte Versorgung von Spezialkräften sowie Bergungsaufgaben durchführen kann. Die 3,65 Meter lange Drohne hat 1.200 Kilo Verdrängung, eine modulare Nutzlastkapazität von 160 Kilo und 24 Stunden Einsatzdauer. Zu der – im Vergleich zu SeaCat – aufgerüsteten Ausstattung gehört eine hochauflösende Sonaranlage mit synthetischer Apertur

(SAS – Synthetic Aperture Sonar) zur Erfassung und Identifizierung beweglicher und unbeweglicher Objekte. Eine Antenne ermöglicht in Nähe der Oberfläche die Funk- und WiFi-Verbindung zum Trägerschiff sowie die GPS-Navigation. Neben GPS verwendet die Drohne im autonomen Modus



Austausch der Lithium-Polymer Batteriemodule des Echo Ranger UUVs. Das von Boeing entwickelte autonome UUV entspricht im Ausmaß dem LDUUV-Konzept. Quelle: NOAA

Trägheitsnavigation sowie ein elektromagnetisches Doppler Speed Log System. Im autonomen Einsatzmodus wird der elektrische Antrieb durch Lithium-Polymer-Batterien gespeist; die Batterien lassen sich binnen vier Stunden aufladen oder, um Zeit zu sparen, austauschen.

Die Fähigkeitspalette der Atlas-Elektronik UUV-Familie ist relativ typisch für die gegenwärtig eingesetzten UUV. Minenaufklärung- und -zerstörung, Vermessung des Meeresbodens sowie der Wasserkondition und -strömungen, verdeckte Aufklärung und Überwachung (etwa im Vorfeld amphibischer Landungen oder zur Unterstützung von Spezialkräften) sowie Sicherung eigener Häfen und Schiffe sind die aktuellen Hauptaufgaben für unbemannte Unterwasserfahrzeuge.

Neue Aufgaben in Aussicht

Neue Aufgabenbereiche für UUV werden derzeit eingeführt oder erforscht. Oben auf der Liste: U-Boot-Bekämpfung (ASW – Anti-Submarine Warfare). Das NATO Zentrum für Maritime Forschung und Experimentierung (Centre for Maritime Research and Experimentation – CMRE) verfolgt seit 2011 gezielt die Entwicklung entsprechender Einsatzkonzepte und -technologien. Bereits jetzt kann das vom CMRE eingesetzte autonom-agierende OEX Explorer UUV fahrende Objekte erfassen und verfolgen; die Position des UUVs (und damit auch des Ziels) wird durch akustische Unterwassersignale an die Führungszentrale übermittelt. CMRE setzte seine UUV (und andere unbemannte Systeme) zwecks Systemerprobung im Rahmen der jährlichen Dynamic Mongoose ASW-Übungen ein. Ein Schwerpunkt der Forschung bleibt die Entwicklung eines zuverlässigen Kommunikationsnetzwerks, das auch über größere Distanzen den koordinierten Einsatz mehrerer autonomer un-

bemannter Systeme (aber auch Manned-Unmanned-Teaming) gewährleistet. Einen wichtigen Zwischenschritt stellt die Vereinbarung eines NATO-Standards für die digitale Unterwasserkommunikation dar (JANUS – STANAG 4748), um die Interoperabilität der verschiedenen nationalen Ansätze zu garantieren. Auch die Entwicklung von Algorithmen, die ein zuverlässiges Einordnen erfasster Ziele gewährleistet, stellt derzeit noch eine Herausforderung dar.

Künftig könnten bemannte U-Boote eigene Bord-UUV führen, die eingesetzt werden, um gegnerische Unterseeboote aufzuspüren. Bemannte U-Boote verwenden in der Regel Passivsonar. Aktivsonarsysteme besitzen wesentlich größere Reichweite, ermöglichen allerdings die Ortung des Senders. Mit Aktivsonar ausgestattete



Das von Boeing entwickelte Echo Ranger UUV entspricht von der Größe und der Verdrängung her dem von der US-Navy angestrebten LDUUV-Konzept. Quelle: NOAA

UUV könnten in ausreichender Entfernung zu ihrem bemannten Trägerschiff fahren und dadurch den Erfassungshorizont des bemannten U-Boots wesentlich steigern. Das UUV könnte dabei sogar gegnerische U-Boote anlocken, die durch das verdeckt fahrende Trägerschiff bekämpft würden. Die Pentagon-Forschungsbehörde DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) vergab im Juli an die Firma BAE Systems den Auftrag zur Entwicklung eines entsprechenden kompakten aber weitreichenden Aktivsonarsystems für UUV.

Größer und schwerer

Der ASW-Einsatz durch UUV – ob in den Littoralgewässern oder auf Hoher See – wird allerdings auch erheblich gesteigerte Reichweite und Einsatzdauer erfordern. Das US-Militär setzt daher seit 2015 auf die Entwicklung von UUV mit hoher Verdrängung (Large Displacement UUV – LDUUV) die zusätzliche Batterien führen können und widerstandsfähiger als bisherige Systeme sein sollen. Diese auch als Class III UUV bezeichneten Unterwasserfahrzeuge werden einen Durchmesser von circa 48 Zoll (122 Zentimeter) aufweisen und modular ausgerichtet sein. Im April gab die US-Navy die Absicht bekannt, bereits 2019 mit der Erprobung des Snakehead LDUUV-Prototypen zu beginnen. Die Entwicklung der Software, Führungs- und Kommunikationssysteme wird nun parallel zur Entwicklung des Fahrzeugs erfolgen. Beide Ansätze werden Navy-intern geleitet. UUV dieser Größenordnung werden bereits für zivile Zwecke eingesetzt; die 2003 eingeführte Echo Ranger Drohne der Firma Boeing erreicht beispielsweise Tauchtiefen von 3.000 Meter und besitzt 28 Stunden Einsatzdauer. Snakehead soll auf Littoral Combat Ship (LCS) Einheiten sowie auf VIRGINIA-Class Jagd-Unterseebooten (SSN) und OHIO-Class Lenkwaffenunterseebooten (SSGN) geführt werden, kann aber auch unter eigener Kraft aus einem Hafen auslaufen. Das anvisierte Fähigkeitsspektrum soll nach und nach ausgebaut werden und umfasst neben allgemeiner Aufklärung und Überwachung auch die Bekämpfung von U-Booten und Überwasserzielen, den offensiven wie den defensiven Minenkampf sowie elektronische Kampfführung. Lehren aus der Snakehead Erprobung sollen in die Entwicklung künftiger UUV-Klassen einfließen.

Es geht aber noch eine Stufe größer. Unter der Bezeichnung Extra Large UUV (XLUUV) will die US-Navy die bislang größten Unterwasserdrohnen einführen. Diese auch als „Orca“ bezeichneten U-Boote sollen nicht auf Schiffen geführt werden, sondern vom Pier starten, und monatelange Patrouillenfahrten autonom durchfüh-



Das von SAAB angebotene MUMNS System zerstört Minen und andere Sprengkörper, ohne die Drohne zu gefährden. Quelle: SAAB

ren können. Einsatzreichweiten von 2.000 Seemeilen sind im Gespräch. Die Aufgabenpalette entspricht weitgehend dem Einsatzspektrum der LDUUV-Drohnen; hinzukommen Unterstützung von Spezialkräften sowie Offensiveneinsätze gegen Landziele. Zur potenziellen Nutzlast zählen Minen, Torpedos sowie See- und Landzielflugkörper. Die Vergabe eines XLUUV Entwicklungsauftrags wird noch für dieses Jahr erwartet. Gute Aussichten für den Zuschlag hat die Firma Boeing, die bereits auf eigene Initiative 2016 einen entsprechenden Prototyp vorstellte. Das als Echo Voyager bezeichnete U-Boot ist 16 Meter lang, bei 50 Tonnen Verdrängung. Echo Voyager erreicht 3.400 Meter Tiefe, kann sechs Monate auf See bleiben und dabei 7.500 Meilen zurücklegen. Das Echo Voyager UUV muss allerdings alle drei Tage auftauchen, um die Batterien durch den bordeigenen Dieselgenerator nachzuladen.

Parallel zum XLUUV-Programm läuft, unter Leitung von DARPA, das Hydra-Programm zur Entwicklung eines großen UUVs, das als Mutterschiff für kleinere UUV und UAV fungiert; Hydra soll unerkannt in Gewässer eindringen, die bemannten Schiffen verwehrt sind, um dort Aufklärungsdrohnen auszusetzen. Boeing und Huntington Ingalls sollen 2019 den gemeinsamen Prototypen vorstellen.

Globale Ansätze

Die Entwicklung leistungsstarker UUV-Technologie ist allerdings kein Privileg der NATO-Staaten. Japan entwickelt seit 2014 neue Antriebstechnologie für große UUV; diese Brennstoffzellen sollen die Reichweite und Einsatzdauer der geplanten US-Navy Systeme steigern.

Die indische Marine setzt derzeit das im Inland entwickelte autonome Unterwasserfahrzeug AUV-150 ein. Das 4,8 Meter lange UUV erreicht eine Tauchtiefe von 150 Meter und wird in den Küstengewässern zwecks Aufklärung und Überwachung sowie zur Minenaufklärung eingesetzt. Studenten des indischen Technologieinstituts in Mumbai entwickeln seit 2011 in ihrer Freizeit ein nach dem Meerestier Matsya benanntes UUV mit fortgeschrittenen Leistungsaussichten. Während AUV-150 sich strikt an einprogrammierte Vorgaben hält, soll Matsya einen höheren Grad an Autonomie aufweisen. Auch die Aufgabenpalette soll ausgebaut werden, um der indischen Marine ein UUV zur Verfügung zu stellen, dass – neben visueller und akustischer Aufklärung zu betreiben – auch Objekte per Greifarm aussetzen und bergen kann und feindliche U-Boote per Torpedo bekämpft. Zurzeit erproben die Studenten ihre Konzepte und Führungssysteme allerdings an



Eine von Kongsberg hergestellte REMUS 100 Drohne wird auf den Einsatz im Rahmen der Übung Unmanned Warrior vorbereitet. Die vor Schottland stattfindende multinationale Übung erprobt unbemannte Unter- und Überwasserfahrzeuge sowie unbemannte Flugzeuge und die entsprechenden Einsatzkonzepte. Quelle: US-Navy.



Britische Matrosen setzen im Rahmen der multinationalen Übung Unmanned Warrior ein REMUS 600 UUV aus. Die REMUS Drohnen (Remote Environmental Monitoring Units) wurden am Meeresforschungsinstitut Woods Hole (Massachusetts) entwickelt und werden durch Kongsberg (Norwegen) hergestellt. REMUS 600 UUV wird zwecks Aufklärung und Minenkämpfung eingesetzt. Quelle: US-Navy.

einem nur ein Meter langen Versuchs-UUV. Die Erprobung eines einsatzrealistischen Prototyps wird in circa vier Jahren erwartet.

Forscher der Tianjin-Universität testeten 2014 den Unterwassergleiter Haiyan. Das autonome UUV kann 30 Tage im Einsatz bleiben und dabei rund 2.600 Seemeilen zurücklegen. Haiyan wurde offiziell zu zivilen Forschungszwecken entwickelt, kann aber auch im militärischen Auftrag hydrografische Erkundungen in bis zu 1.090 Metern Tiefe durchführen. Staatliche chinesische Medien berichteten ferner, dass Haiyan umgerüstet werden kann, um Minen und U-Boote aufzuspüren.

In Russland stellte das Rubin-Entwicklungsbüro 2015 das neue Klavesin-2R UUV vor. Die angegebene Tauchtiefe be-

trägt 6.000 Meter, doch kann sich das UUV maximal 50 Kilometer vom Trägerschiff entfernen. Rubin, das primär bemannte militärische Unterseeboote entwickelt, arbeitet zurzeit auch an der Vityaz Drohne mit 11.000 Meter Einsatztiefe. Bereits 2015 kursierten Berichte über eine atomar-angetriebene und atomar-bewaffnete russische Unterwasserdrohne. Die von US-Geheimdiensten als „Kanyon“ bezeichnete Drohne soll durch bemannte U-Boote auf Hoher See ausgesetzt werden, 56 Knoten Fahrt erreichen und eine Reichweite von 6.200 Seemeilen besitzen. Einsatzziel wäre die Zerstörung US-amerikanischer Marinehäfen im Vorfeld eines Krieges. Allerdings trägt die Meldung Züge einer russischen Desinformationskampagne. ■