



Neue Gefahr durch unbemannte Flugzeuge

Schwarmangriffe auf See und an Land

Sidney E. Dean

Handelsübliche Drohne des chinesischen Herstellers DJI

Foto: DJI

Die Taktik des Schwarmangriffs ist ein uraltes Beispiel der asymmetrischen Kriegsführung. Eine große Anzahl relativ leichter Truppen überwältigt durch numerische Überlegenheit und Beweglichkeit einen grundsätzlich stärkeren Gegner. In jüngster Zeit wird der Begriff am häufigsten mit raketenbewaffneten Schnellbooten in Verbindung gebracht, die im Nahbereich eine Bedrohung selbst für größere Kriegsschiffe darstellen können.

Die neueste Variante des Schwarmangriffskonzepts wird durch den koordinierten Einsatz von unbemannten Flugzeugen gebildet. Obwohl eine geringe Anzahl mittlerer bis großer UAV grundsätzlich – wie bemannte Jagdbomber – im Verband eingesetzt werden können, bleibt der Schwarmeinsatz gezwungenermaßen auf kleinere Drohnen beschränkt, die in großer Anzahl hergestellt und erworben werden können. Man denke hier an Objekte in Modellflugzeuggröße mit einem Gewicht von bis zu 10 Kilo. Im militärischen Sprachgebrauch werden Einsätze von bis zu 40 UAV häufig als Gruppeneinsatz bezeichnet; größere Verbände – die theoretisch Hunderte bis tausend Flugzeuge umfassen könnten – werden als Schwarm eingestuft.

Ein im März vorgelegter Bericht des US-amerikanischen Wissenschaftsverbandes

National Academy of Sciences (NAS) stellt fest, dass der koordinierte Einsatz von handelsüblichen UAV als offensiver Schwarm bereits heute grundsätzlich möglich ist und diese Fähigkeit bis 2025 noch weiter entwickelt sein wird. Im Zeitraum nach 2025 dürften sogenannte kollaborative Schwärme möglich sein, die ihr Flugverhalten untereinander abstimmen, um – ohne zusätzliche menschliche Intervention – ihr vorgegebenes Einsatzziel zu erfüllen.

Die leistungsstärksten Systeme werden von nationalen Streitkräften entwickelt. Die Technologie ist jedoch bereits heute an einem Punkt angelangt, an dem auch nicht-staatliche Akteure vergleichsweise einfache und preiswerte Kleinflugzeuge als Gruppe einsetzen können. Erste Erfahrungen hiermit machten russische Soldaten in Syrien, die am 5. Januar dieses Jahres durch sprengstoffbeladene UAV angegriffen wurden.

Schlüsseltechnologien Software und Avionik

Drei der dreizehn UAV, die im Januar geschlossen gegen die russischen Stützpunkte Khmeimim (zehn Maschinen) und Tartus (drei UAV) vorrückten, wurden intakt geborgen. Die Flugzeuge selbst wurden als

primitiver Eigenbau aus Plastik und Holz eingestuft. Trotzdem sollen die Propellerbetriebenen UAV zirka 100 Kilometer Reichweite gehabt haben. Dank GPS-Navigation konnten sie ihren Flug autonom durchführen und zum gleichen Zeitpunkt ihr Ziel erreichen. Ob diese Präzision auch ausreichte, um die als Nutzlast geführten (ebenfalls improvisierten) Bomben gegen hochwertige Ziele einzusetzen, kann nicht beantwortet werden da die UAV durch Flugabwehrwaffen und elektronische Kampfmittel rechtzeitig außer Gefecht gesetzt wurden.

Der Zwischenfall beweist jedoch, dass sogar einfache, handelsübliche Technologie offensiv eingesetzt werden kann. Maßgeblich für den Erfolg sind die Führungssysteme. Der Absatz von als Hobbyausrüstung angebotenen unbemannten Flugzeugen wächst seit 2014 exponentiell, getrieben durch die Kombination fallender Preise und steigender Flugleistung. Solche UAV besitzen heute GPS-Navigation, eine beeindruckende Avionik sowie eine begrenzte Fähigkeit für autonome Flugführung. Sie können einprogrammierte Wegpunkte anfliegen, mittels digitaler Landkarte und Bilderkennungssoftware navigieren, per Ultraschall, Barometer und Bordkamera Hindernisse erkennen, einordnen und umfliegen sowie ein vorgegebenes mobi-

les Ziel erkennen und verfolgen. Im sogenannten „Sportmodus“ sind sie in der Lage, die Fluggeschwindigkeit schnell auf bis zu 100 km/h zu steigern oder in einen kontrollierten Sturzflug überzugehen. Einige Modelle erreichen Flughöhen von bis zu 6.000 Meter. Auch die Nutzlastfähigkeit steigt, insbesondere bei den Starrflüglermodellen. Die Einsatzreichweite der handelsüblichen Drohnen ist derzeit noch eingeschränkt, doch wird sie in den nächsten Jahren durch die Entwicklung verbesserter Batterien und die Montage photovoltaischer Zellen kontinuierlich ausgebaut. Selbstgebaute UAV können bereits – wie in Syrien beobachtet – gezielt für größere Reichweiten ausgerichtet werden. Das stärkste Leistungsprofil haben die im staatlichen Auftrag für reguläre Streitkräfte entwickelten kleinen UAV. In dieser Kategorie sollen künftig auch Fluggeschwindigkeiten – zumindest für die Endflugphase – von 200 km/h erreicht werden.

Schwarmverhalten

Der eingangs zitierte Angriff auf russische Stellungen in Syrien wurde nach Angaben der Zeitung Kommersant mutmaßlich durch eine Gruppe islamistischer Aufständischer durchgeführt. Die freie Verfügbarkeit von handelsüblicher UAV-Technologie und Navigationssystemen lassen den Schluss zu, dass Terrorgruppen in Zukunft verstärkt auf diese Taktik zurückgreifen werden, insbesondere um statische oder sich nur langsam bewegende Ziele anzugreifen.

Auch staatliche Streitkräfte wollen UAV-Schwärme in ihre Arsenale aufnehmen, z.B. China. Die staatliche Firma China Electronics Technology Group meldete im Juni 2017 die erfolgreiche Erprobung des Schwarmflugs von 120 unbemannten Kleinflugzeugen. Im Dezember 2017 führte die technische Hochschule der chinesischen Streitkräfte einen experimentellen Aufklärungseinsatz unter Verwendung von 24 UAV durch.

Auf der anderen Seite des Pazifiks verfolgt das Pentagon gezielt die Weiterentwicklung der Technologie und der Einsatzkonzepte für UAV-Schwärme, wobei die US Navy eine führende Stelle bei der Forschung einnimmt. Im August 2015 führte das Robotiklabor der Naval Postgraduate School (NPS) einen koordinierten Flug von 50 UAV durch. Die Kleinflugzeuge bildeten zwei Schwärme zu je 25 Maschinen. Jeder Schwarm wurde von einem einzigen Menschen geführt, wobei lediglich eine Drohne gesteuert werden musste, an dessen Verhalten sich die übrigen Flugzeuge automatisch orientierten. Im Oktober 2016 setzten drei F/A-18 Jagdbomber 103 Perdix-UAV über einem Testgelände in Kalifornien

Briten kaufen „Drone Dome“

Sidney E. Dean

Zur Abwehr von UAV-Schwärmen erwirbt das britische Verteidigungsministerium das System Drone Dome der israelischen Firma Rafael. Die Bezeichnung Drone Dome ist eine Anspielung auf das Flug- und Raketenabwehrsystem Iron Dome, das ebenfalls von Rafael stammt.



Foto: Rafael

Drone Dome ist ausgerichtet, kleinere unbemannte Flugzeuge zu erfassen und zu neutralisieren. Das allwettertaugliche System eignet sich für den statischen Schutz von Punktzielen wie Häfen. Alternativ können die Komponenten auf Geländewagen oder auf Schiffen und Booten montiert werden, um mobile Kräfte zu schützen.

Das Erfassungssystem besteht aus vier Radarantennen (4 x 90°) vom Typ RADA RPS-42, die im S-Band arbeiten und eine effektive Reichweite von 16 Kilometern aufweisen, dem Kamerasystem Controp MEOS (elektro-optisch/infrarot) sowie dem Überwachungssensor Netsense zur Erfassung und Auswertung elektronischer Signale.

Für die Bekämpfung des Ziels stehen sowohl eine „Soft-kill“- wie eine „Hard-kill“-Option zur Verfügung. Erstere wird angewandt, wenn das Flugobjekt nicht zerstört, sondern zum Abdrehen oder zur Landung gezwungen werden soll. Hierzu wird ein C-Guard-Störsender für Funk- und WiFi-Frequenzen eingesetzt, der eine Verbindung zwischen der Drohne und ihrer Führungsstelle unterbindet. Drone Dome blockiert auch GPS-Signale, um autonom navigierende UAV zu neutralisieren. Alternativ steht die 2017 eingeführte Laserwaffe Litebeam zur Auswahl, um UAV abzuschießen. Dieses zur 5-kW-Leistungsklasse zählende System ist ein Ableger der wesentlich stärkeren Laserwaffe Iron Beam (50 kW), die ebenfalls von Rafael entwickelt wurde. Sowohl der Störsender wie die Laserwaffe haben eine maximale Reichweite von 2,5 Kilometern. Drone Dome wurde bislang gegen Schwärme von bis zu drei UAV erfolgreich erprobt.

Das Gesamtsystem ist modular aufgebaut, und kann im Sinne des Betreibers modifiziert werden. London verzichtet auf die Laserwaffe und erwirbt sechs Drone-Dome-Systeme mit dem Soft-kill-Modul. Das britische Heer hatte einen dringenden Bedarf für ein entsprechendes System zum Schutz von Einrichtungen in Übersee vor UAV in der Größenordnung 2–22 Kilo im Nahbereich (unter 500 Meter). Die Kaufentscheidung fiel im August 2018. Neben Drone Dome hatte das Verteidigungsministerium auch Angebote der israelischen Firma Elta sowie der italienischen Firma Leonardo geprüft. Falls die Einsatzerfahrung positiv ausfällt, werden Nachfolgaufträge erwartet.

aus. Die UAV zeigten ein rudimentäres Schwarmverhalten. Die einzelnen Maschinen kommunizierten per Datenlink miteinander und koordinierten ihr Flugverhalten ohne menschliches Eingreifen. Sie flogen die vorprogrammierten Wegpunkte im

Formationsflug an. Beim Verlust einzelner Drohnen justieren die verbleibenden ihre Formation, um die optimale Gruppierung zu wahren.

Die weitere Forschung strebt die Vertiefung der autonomen Fähigkeiten an.



Gleitflugfähige CICADA UAV könnten in großen Mengen aus rund 17.000 Metern Höhe ausgesetzt werden. Sie könnten mit Überwachungssensoren oder eventuell auch mit kleinen Sprengsätzen ausgestattet werden

Künftig sollen Schwärme – im Rahmen der vorgegebenen Einsatzparameter – kollektive Entscheidungen treffen. Ihr Verhalten würde dann einem Insektenschwarm gleichen. Die Navy möchte Schwärme von bis zu 1.000 Perdix-UAV bilden. Ähnliche Forschungsansätze werden in mehreren technologisch fortschrittlichen Nationen verfolgt. Entwicklungen im Bereich künstliche Intelligenz dürften es in Zukunft auch ermöglichen, gemischte UAV-Geschwader als Schwarm auszusenden, wobei einzelne Flugzeuge auf verschiedene Aufgaben spezialisiert sind – Aufklärung, elektronische Kampfführung oder der Einsatz kinetischer Waffen (als wiederverwendbare oder „Kamikaze“-Jagdbomber).

Operativer Nutzen

Das Perdix-UAV ist zwar auf elektronische Aufklärung ausgerichtet, doch werden die durch diese Experimente entwickelten und erprobten Führungssysteme sich künftig auch für bewaffnete Drohnen anpassen lassen. Bereits heute können kleine UAV sowohl konventionelle Sprengladungen als auch nicht-konventionelle Nutzlasten (chemische oder radiologische Waffen sowie Biotoxine) oder elektronische Kampfmittel führen. In Syrien und Irak wurden westliche Soldaten wiederholt durch die Terrormiliz ISIS per UAV aus der Luft mit granatengroßen Bomben angegriffen. Alternativ können unbemannte Flugzeuge in ihr Ziel einschlagen, um die Detonation auszulösen. Selbst ohne zusätzliche Nutzlast können so eingesetzte Drohnen tödliche Verletzungen sowie Schäden an ungepanzerten Zielen verursachen.

Bislang wurden bewaffnete UAV im Rahmen laufender Konflikte ausschließlich gegen Landziele einschließlich Infanterie eingesetzt. Für abgesetzte Truppen sind UAV-Angriffe bereits deshalb gefährlich, weil kleine unbemannte Flugzeuge in der Regel mit dem bloßen Auge erst in einer Entfernung von weniger als einem Kilometer wahrgenommen werden. Die Bekämpfung durch

Infanteriewaffen ist ebenfalls sehr schwierig. Neben der Infanterie gelten auch ungepanzerte und leicht gepanzerte Fahrzeuge und Artilleriestellungen als bevorzugte Ziele. Auch Sensoren, Flugabwehrbatterien, Kommunikationsantennen sowie Depotalagen (Treibstoff, Munition) gelten als bedroht.

Bei der Marine sind im Hafen liegende Schiffe, Depots und Marineschutzkräfte als statische Ziele am verwundbarsten, zumal hier keine Bordwaffen eingesetzt werden können. Aber auch auf See könnten fahrende Kriegsschiffe ein lohnendes Ziel darstellen. Selbst unbewaffnete kleine UAV könnten, in großer Anzahl, schwere Schäden etwa an den Sensoren eines Schiffes anrichten. Hierdurch würden die Einsatzbereitschaft sowie die Abwehrfähigkeit gegen konventionelle Flugkörper beeinträchtigt. Wesentlich schwerere Schäden drohen von einem mit Sprengladungen bewaffneten Schwarm.

In der Praxis dürften Angriffe bevorzugt auf hochwertige Ziele ausgerichtet werden. An oberster Stelle wären Flugzeugträger zu nennen; vor allem amerikanische Träger führen den größten Teil des Flug-

geschwaders ständig auf dem Flugdeck, wo sie den beschriebenen Gefahren ausgesetzt sind. Bereits der Einschlag eines einzigen Klein-UAV würde ein auf dem Flugdeck geparktes Flugzeug vorübergehend außer Gefecht setzen. Falls die Drohnen Bomben oder Sprengstoff führen, könnten gleichzeitig Brände entlang des gesamten Flugdecks ausbrechen, die im schlimmsten Fall zum Verlust des Schiffes führen.

In den einschlägigen Konzeptszenarien wird der Schwarm zumeist durch einen als Handelsschiff getarnten Träger in der Nähe des Kriegsschiffes ausgesetzt, um die Reaktionszeit möglichst kurz zu halten. Wie die Experimente der Navy zeigen, lassen sie sich auch per Flugzeug aussetzen. Grundsätzlich könnten UAV darüber hinaus von einem U-Boot ausgesetzt werden.

Potentielle Gegenmaßnahmen

In jüngster Zeit wurden verschiedene Abwehrwaffen gegen UAV vorgestellt. So werden gewehrgröße elektronische Waffen angeboten, mit denen die Führungssysteme der Drohnen gestört oder außer Betrieb gesetzt werden können. Allerdings sollen künftige unbemannte Flugzeuge auch Trägheitsnavigation und vollständige Autonomie besitzen, sodass eine Unterbrechung des GPS-Signals oder des Funkkontakts zur Führungsstelle keine nennenswerte Auswirkung mehr haben wird. Bereits heute besitzen die besten im Handel erhältlichen „Freizeit-UAV“ eine autonome Avionik, die sie weitgehend von Fernsteuerung und GPS-Navigation unabhängig machen. In den nächsten Jahren wird diese Technologie noch verfeinert.

Auf Schiffen oder Landstützpunkten gibt es eine größere Auswahl an Abwehrmög-

Foto: US Navy



Personal des Naval Postgraduate School Robotiklabors anlässlich einer Schwarmflugübung 2015. Bei dieser Übung wurden 50 Starrflügel-UAV gleichzeitig und koordiniert eingesetzt



Untersuchung eines der 2018 gegen russische Standorte in Syrien eingesetzten UAV



DARPA-Mitarbeiter Prof. Timothy Chung erklärt Kadetten wie der Flug von Dutzenden UAV überwacht wird. Offizieranwärter der drei US-Militärakademien traten im Mai 2017 zur „Swarm Challenge“ gegeneinander an. In dieser Übung kontrollierte jede Mannschaft bis zu 30 kleine UAV, und versuchte, im Luftkampf die UAV der anderen Mannschaften abzuschießen. Die Luftkämpfe dauerten jeweils 30 Minuten, die Kadetten mussten ihre eigene Einsatztaktik entwickeln. Lediglich das „abschießen“ der gegnerischen UAV war simuliert

lichkeiten. Allerdings sind kinetische Waffensysteme wie CIWS oder Maschinengewehre grundsätzlich für den Einsatz gegen größere und leichter zu erfassende Flugziele (Marschflugkörper, Hubschrauber, Schnellboote) optimiert. Die gleichzeitige Bekämpfung einer großen Anzahl kleiner Ziele birgt die Gefahr, dass nur ein Teil der Angreifer zerstört wird. „Wir arbeiten nach dem Prinzip Quantität ist Qualität“, erklärt Prof. Timothy Chung, Programm-Manager für unbemannte Flugsysteme am Pentagon-Forschungsamt DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). „Es ist so, als ob man gegen eine ganze Schulklasse Tennis spielt. Wenn alle gleichzeitig Bälle herüberfeuern wird es sehr schwer sein, sich dagegen zu wehren.“ Bei den kinetischen Waffen könnten auch Granaten mit Annäherungszünder zum Einsatz kommen, um mehrere in Formation fliegende UAV gleichzeitig zu zerstören. Doch bleibt auch hier das Problem, dass ein einziges Deckgeschütz eine große Anzahl von Drohnen abwehren müsste, die voraussichtlich in mehreren Unterschwärmen aus verschiedener Richtung angreifen. Flugabwehrkräfte

wie SeaSparrow sind gegen Schwarmangriffe noch weniger geeignet; zudem wäre ein Schiff, das sein Arsenal an hochwertigen Abfangwaffen gegen kleine UAV einsetzt, bald schutzlos Angriffen durch Seezielflugkörper ausgesetzt.

Für Schiffe mit ausreichendem Energievorrat bleiben Richtenergiegewaffen als potentielle Abwehr. Laser können einzelne Ziele in schneller Folge erfassen und bekämpfen. Mikrowellen könnten flächendeckend eingesetzt werden, um die elektronischen Systeme der Angreifer auf einen Schlag zu zerstören.

Letztendlich wird es darauf ankommen, ein möglichst mehrlagiges Abwehrsystem zu entwickeln, das sowohl elektronische und kinetische Mittel wie auch Richtenergiegewaffen umfasst. Die US Navy erforscht derzeit – als zusätzliche kinetische Option – den Einsatz eigener UAV-Schwärme zur Abwehr gegnerischer Drohnen. Hunderte Klein-UAV könnten in Rohrkanistern geführt werden. Bei Annäherung eines feindlichen Schwarms würden sie ausgesetzt, um die Gegner abzufangen und durch einen simplen Zusammenstoß zu zerstören. ■

45 Tage für die Umwelt

Unweit der Insel Enubuj, nahe der Südspitze des Atolls Kwajalein der Marshallinseln, liegt der gekenterte Kreuzer „Prinz Eugen“ auf dem Meeresgrund. Mitte Oktober beendeten dort nach 45 Tagen Unterwasserarbeit die 24 Taucher der Mobile Diving Salvage Unit 1 von Bord der USS „Salvor“ das Umpumpen der fast 1.000 Tonnen Schweröl auf den Tanker „Humber“. Damit konnten 97 Prozent der Flüssigkeiten geborgen werden, die aus diversen Leckagen in die Umwelt zu gelangen drohten. Von insgesamt 173 Tanks konnten die 143 nahe der Außenhaut liegenden Kraftstoffbehältnisse vollständig entleert werden. Die verbleibenden Restbestände sind nun an Bord in internen Behältern und durch diverse Schutzhüllen gesichert.



„Salvor“ und „Humber“ über der „Prinz Eugen“

Die „Prinz Eugen“ war vor fast 80 Jahren in Kiel bei der Germania Werft vom Stapel gelaufen und musste sich zum Kriegsende 1945 als einziges unbeschädigtes Großkampfschiff den Engländern ergeben, wurde aber anschließend den Amerikanern zur weiteren „Verwendung“ in den Atombomben-Tests der „Operation Crossroads“ überlassen. Nachdem das Schiff zwei Explosionen überstanden hatte, wurde es zum Kwajalein-Atoll geschleppt, nahm aber über beschädigte Seeventile und Lager der Ruderblätter so viel Wasser, dass es vor der Insel Enubuj auf Grund lief und kenterte (auf Google Maps zu sehen!). 1986 wurde das Wrack an die Republik Marshall Inseln weitergereicht, die ab 2010 eine Unterstützung der USA beim Absaugen der Ölbestände an Bord einforderten. Nach Prüfung der Lage am Wrack 2016 wurden Anfang dieses Jahres die Mittel für das Vorhaben freigegeben.

Was auch noch übrig blieb von der „Prinz Eugen“ das ist das Bordflugzeug Arado AR 196. Mit schweren Schäden schlummerte es in einem Luftfahrtmuseum in Florida vor sich hin, bis es im letzten Jahr nach Nordholz überführt wurde.