

Noch Science Fiction, bald Realität?

Die technische Leistungsfähigkeit aktueller und zukünftiger Drohnen

Niklas Schörnig | Über den Schlachtfeldern der Zukunft werden große, aber auch ganz kleine, bewaffnete und unbewaffnete, vielleicht sogar autonom handelnde Drohnen schweben, die unter Umständen miteinander vernetzt sind und als Schwarm operieren. Was genau geschieht hier eigentlich? Und welche Weichen müssen heute gestellt werden?

Ende März 2013 wurde London Zeuge einer spektakulären Werbeaktion: 30 mit Leuchtdioden bestückte Minidrohnen formten ein fast 100 Meter großes „Star-Trek“-Symbol über der Tower Bridge, um auf den neuesten Film in der Weltraumserie aufmerksam zu machen. Bilder, die rund um die Welt gingen, waren der Lohn für die bislang einmalige Aktion. Noch vor wenigen Jahren wäre eine solche Inszenierung technisch unmöglich gewesen. Dies zeigt, mit welcher rasanten Geschwindigkeit sich die Technologie im Bereich „unbemannter Systeme“ weiterentwickelt hat. Gerade beim Militär war in den vergangenen Jahren ein enormer Technologieschub zu beobachten. Das gilt nicht nur für die in den Medien besonders präsenten Drohnen, sondern auch für Landsysteme und unbemannte über- oder unterseeische Systeme. Allerdings ist die Entwicklung bei den unbemannten Flugsystemen am weitesten vorangeschritten – bei den so genannten „Unmanned Aerial Systems“ (UASs) und deren bewaffneter Variante, den „Unmanned Combat Aerial Systems“ (UCASs).

Dabei ist zunächst wichtig, den Begriff der Drohne genauer zu bestimmen. Mit Bezug auf die beim US-Verteidigungsministerium geläufige Definition hat Jeremiah Gertler vom wissenschaftlichen Dienst des Kongresses UASs vergangenes Jahr als „angetriebene Luftfahrzeuge“ beschrieben, die „keinen menschlichen Piloten befördern, die aerodynamische Kräfte benutzen, um Auftrieb zu erhalten, die autonom fliegen oder durch Fernsteuerung kontrolliert werden, die für einen einmaligen oder mehrmaligen Einsatz verwendet werden können und die eine tödliche oder nichttödliche Nutzlast befördern können“.¹ Wird die

¹Jeremiah Gertler: U.S. Unmanned Aerial Systems. CRS Report for Congress, Congressional Research Service, Washington 2012; www.fas.org/sgp/crs/natsec/R42136.pdf, S. 1.

Drohne von einem Menschen in einer Bodenstation ferngesteuert, spricht man davon, der Pilot sei „in the loop“. Fliegt das UAS hingegen eine vorprogrammierte Flugroute anhand vorgegebener GPS (Global Positioning System)-Koordinaten automatisch ab, wobei dem Menschen nur noch die Überwachung dieses Vorgangs obliegt, so ist der Pilot „on the loop“.

Gemäß dieser Definition unterscheiden sich Drohnen deutlich von Raketen, die einer ballistischen Flugbahn folgen. Schwieriger wird die Abgrenzung zu – ebenfalls aerodynamisch fliegenden – Marschflugkörpern (Cruise Missiles). Konnte man bis vor kurzem z.B. noch auf die Tatsache verweisen, dass UCAVs wie Flugzeuge über eine Rollbahn starten und auch wieder zur Ausgangsbasis zurückkehren,² verschwimmen die Grenzen immer mehr. Einige Drohnen, wie die taktische Drohne „Switchblade“ oder die israelische Anti-Radar-Drohne „Harpy“, sind bewusst für den Einmalgebrauch konzipiert und können nach dem Start nicht mehr gelandet werden.

Bilder in Echtzeit

Unbemannte Systeme sind natürlich kein per se neues Phänomen. Erste Versuche, unbemannte Flugzeuge als Waffe einzusetzen, sind bereits aus dem Ersten Weltkrieg bekannt. Während des Vietnam-Krieges wurden Drohnen u.a. zur Aufklärung eingesetzt, und auch die Bundeswehr besitzt schon seit den frühen

**Bisher sieht man
das Schlachtfeld nur wie
durch einen Strohhalm**

neunziger Jahren unbemannte Aufklärungssysteme. Der aktuelle Drohnenboom begann aber erst Anfang des Jahrtausends mit dem Einsatz zur Bekämpfung des Terrorismus, als technologische Fortschritte es möglich machten, von Drohnen gewonnene Aufklärungsdaten in Echtzeit zu übertragen. Heute übertragen Aufklärungsdrohnen nicht nur hochauflösende Digitalbilder, die mit speziell stabilisierten Objektiven extrem hoher Brennweite im sichtbaren wie nicht sichtbaren Spektrum aufgenommen werden (Electro-Optical/Infra Red; EO/IR), sondern zum Teil auch Radarbilder (meist ein Synthetic Aperture Radar; SAR), die Aufklärung durch Wolken, Nebel oder Rauch hindurch ermöglichen.

Bisher bieten die eingesetzten Optiken aufgrund hoher Brennweiten nur ein sehr eingeschränktes Sichtfeld; oft ist die Rede davon, das Schlachtfeld werde praktisch wie durch einen Strohhalm betrachtet. Systeme wie „Argus-IS“, bei dem elektronisch zusammengefügte Bilder mehrerer Kameras eine deutlich bessere Flächenabbildung erlauben, sind allerdings in Arbeit. „Argus-IS“ soll z.B. ein Gesamtbild von 1,8 Gigapixeln erzeugen, das es erlaubt, aus fünf Kilometern Höhe eine Fläche von 35 Quadratkilometern zu überwachen, alles, was sich bewegt, zu erfassen, und dabei Details von geringer Größe aufzulösen.³ Inwieweit es schon heute möglich ist, von Drohnen generierte Bilder auch für elektronische Gesichtserkennung zu nutzen, ist unter Experten umstritten, da

² Vgl. Dennis Gormley und Richard Speyer: Controlling Unmanned Aerial Vehicles: New Challenges, *The Nonproliferation Review* 2/2003, S. 66–79.

³ Vgl. Stefan Schulz: Überwachungsdrohnen. Keine Geste bleibt verborgen, 2013, <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/medien/ueberwachungsdrohnen-keine-geste-bleibt-verborgen-12042312.html>.

Bild nur in Printausgabe verfügbar

die von schräg-oben aufgenommenen Bilder sich dafür nicht besonders eignen, die Auflösung meist (noch) zu grob ist und relativ einfache Gegenmaßnahmen eine automatische Erkennung erheblich erschweren.⁴

Der besondere Vorteil der Drohne als Aufklärungsinstrument ergibt sich durch ihre Fähigkeit, wesentlich länger als bemannte Aufklärungsflugzeuge in der Luft bleiben zu können (man spricht von einer hohen „Stehzeit“ oder „loitering time“), wodurch relevante Gebiete ausdauernder und präziser aufgeklärt werden können. Laut Bundeswehrangaben ist die von den deutschen Streitkräften geleaste und in Afghanistan eingesetzte israelische Aufklärungsdrohne „Heron 1“ im Schnitt 23 Stunden in der Luft, in denen sich die Piloten an den Bodenstationen etwa alle vier Stunden abwechseln.⁵ Je nach Drohne können die Piloten wenige Kilometer (Funksteuerung vor Ort) oder bis zu mehreren tausend Kilometern (Funksteuerung via Satellit) entfernt sitzen.

Drohnen in vier Klassen

Man kann bei Drohnen grob zwischen vier Klassen unterscheiden: Die erste bilden taktische Systeme wie z.B. die amerikanische RQ-11 „Raven“ oder die deutsch-französische KZO („Kleinfluggerät Zielortung“), deren Merkmale eine geringe Größe (Spannweiten zwischen drei und vier Metern), geringe Ausdauer und begrenzte Reichweite sind. Sie werden meist per Hand, per Katapult oder per Raketenantrieb („Booster“) gestartet und dienen der Nahaufklärung, z.B. der Unterstützung von Artillerieeinheiten.

⁴ Vgl. John Sutter: How to hide from face-detection technology, CNN, 2012, <http://whatsnext.blogs.cnn.com/2012/04/29/how-to-hide-from-face-detection-technology/>.

⁵ Vgl. Steffen Maluche: Den Schutz der Truppen im Visier, Bundeswehr Aktuell 24/2012, S. 5.

Die zweite Kategorie sind so genannte „Medium Altitude Long Endurance“ (MALE)-UASs mit Spannweiten von an die 20 Metern, einer Gipfelhöhe von neun bis 15 Kilometern und maximalen Stehzeiten (die von der jeweiligen Beladung abhängig sind) von 24 oder mehr Stunden. Die bekanntesten Vertreter dieser Klasse sind die amerikanische MQ-1 „Predator“, deren Weiterentwicklung MQ-9 „Reaper“ sowie die „Heron 1“ und deren Nachfolgemodell „Heron TP“. Propellergetrieben erreichen sie aktuell Geschwindigkeiten zwischen 200 und 500 Stundenkilometern.

Die dritte Kategorie sind „High Altitude Long Endurance“ (HALE)-Systeme, unter die im Militärbereich aktuell nur die von Northrop Grumman hergestellte RQ-4 „Hawk“ mit einer Spannweite von knapp 40 Metern fällt, die damit die Flügelspanne kleinerer Passagierflugzeuge wie der Boeing 737

Der zeitliche Abstand zwischen Aufklärung und Angriff wird minimiert

(ca. 29 Meter) übertrifft. Die maximale Gipfelhöhe liegt hier bei knapp 20 Kilometern und damit deutlich über derjenigen bemannter Flugzeuge, bei einer Ausdauer von ca. 28 Stunden. Die Bundeswehr hat 2012 einen ersten, mit umfangreicher Elektronik ausgestatteten Euro-Hawk eingeführt, der es ermöglicht, umfassend elektronische Signale – angefangen vom Handy-Gespräch, über Funksignale bis hin zu gegnerischem Radar – zu erfassen und auszuwerten (Signal Intelligence; SigInt).⁶ Natürlich kann der Hawk aber auch mit EO/IR-Sensoren oder Radar ausgestattet werden.

Eine Klasse für sich bilden Drohnen, die nicht Flugzeugen, sondern Hubschraubern nachempfunden sind, also senkrecht starten und landen sowie in der Luft stehen können. Die bekannteste Drohne dieser Klasse ist die unbewaffnete MQ-8 „Firescout“, die in der aktuellen Variante bis zu fünf Stunden Flugzeit aufweist. Drohnen dieser Bauweise eignen sich besonders für den Einsatz auf kleineren Schiffen.

Drei Trends: Bewaffnung, Miniaturisierung, Automatisierung

Gegenwärtig zeichnen sich im Bereich der militärischen Robotik im Allgemeinen und der unbemannten Flugsysteme im Speziellen drei Entwicklungstrends ab: Bewaffnung, Miniaturisierung und Automatisierung, wobei diese Trends unterschiedlich weit vorangeschritten sind.

Der erste Trend – die Bewaffnung – begann mit den ersten bekannten erfolgreichen Angriffen amerikanischer Predator-Drohnen gegen Al-Kaida-Mitglieder im Jemen im November 2002. Die Aufklärungsdrohne war mit Hellfire-Luft-Boden-Raketen bestückt worden, um Angriffe auf aufgespürte mutmaßliche Al-Kaida-Terroristen durchführen zu können. Der besondere militärische Vorteil ergibt sich bei einer bewaffneten Drohne dadurch, dass der zeitliche Abstand zwischen Aufklärung und Angriff („sensor-to-shooter-gap“) auf ein Minimum reduziert wird. Frühe MALE-Systeme, wie z.B. die Predator, konn-

⁶ Vgl. Simone Meyer: Gigantischer Datenstaubsauger in 20.000 Meter Höhe, Welt-Online, 2011, <http://www.welt.de/politik/deutschland/article13652332/Gigantischer-Datenstaubsauger-in-20-000-Meter-Hoeh.html>.

ten aufgrund ihrer geringen Nutzlast nur zwei Raketen mitführen. Aktuelle Systeme wie die Reaper können inzwischen über 1,5 Tonnen Zuladung mit sich führen, was bis zu 14 Hellfire-Raketen entspricht. Alternativ kann die Reaper auch mit Laser-gelenkten 500-Pfund-Bomben ausgestattet werden.

Obwohl bewaffnete Drohnen immer als „chirurgisch“ präzise Systeme dargestellt werden, gehen die Einschätzungen bezüglich ihrer Präzision weit auseinander. Es wäre plausibel anzunehmen, dass Angriffe mit Drohnen nicht weniger präzise sind als Angriffe mit bemannten Kampfflugzeugen, da bislang die gleichen Luft-Boden-Waffen eingesetzt werden, deren Präzision entweder auf Laserzielführung oder (ungenauer) auf GPS-Daten basiert. Mehr noch: Aufgrund der langen Stehzeiten und mitunter geringeren Distanz zum Ziel sollten Drohnen noch präzisere Angriffe ermöglichen.

Allerdings ist umstritten, ob die theoretisch denkbare Präzision in der Realität tatsächlich erreicht wird. Während Befürworter von Drohnenangriffen, wie z.B. das amerikanische *Long War Journal*, auf einen Anteil von „nur“ ca. 6 Prozent getöteter Zivilisten bei den US-Drohnenangriffen in Pakistan kommen,⁷ ist nach Schätzungen des britischen Bureau of Investigative Journalism mindestens einer von fünf getöteten Menschen ein Zivilist.⁸ Hier spielen neben der oft problematischen Quellenlage auch definitorische Probleme – z.B. wer genau ein Zivilist ist – eine erhebliche Rolle.

Der zweite Trend, Miniaturisierung, drückt sich in der Entwicklung immer kleinerer Drohnen aus. Einige Modelle sind nur noch so groß wie kleine Vögel und sind sogar fähig, die Eigenschaften ihrer biologischen Vorbilder zu imitieren. In Entwicklung ist z.B. eine Aufklärungsdrohne von der Größe eines Kolibris, die sich per Flügelschlag in der Luft hält und ebenso wie ihr Vorbild in der Luft stehen und hochauflösende Bilder übertragen kann. Allerdings sind hier die Grenzen der Miniaturisierung noch nicht erreicht: An Drohnen in der Größe von Käfern wird ebenfalls geforscht. Diese Systeme dienen bislang der gefahrlosen Nahaufklärung. Allerdings ist absehbar, dass der Schritt zur Bewaffnung nicht besonders weit ist. Das bereits erwähnte System „Switchblade“ ist hier ein erster Schritt: Mit ca. 60 cm Länge und einem Gewicht von weniger als drei Kilogramm kann „Switchblade“ im Rucksack mitgeführt und in einer Gefahrensituation ähnlich einer Mörsergranate gestartet werden. Es verbleiben nach dem Start knapp zehn Minuten, um die Drohne entweder in ein gewünschtes Ziel zu steuern, wo sie explodiert, oder sie zu deaktivieren und an einem ungefährlichen Ort gezielt zum Absturz zu bringen.

Der dritte aktuelle Trend besteht darin, militärische Roboter immer mehr Aufgaben „autonom“, also ohne menschlichen Eingriff, erledigen zu lassen. Neben dem Abfliegen einer Flugroute via GPS-Daten können heutige Drohnen sogar komplexere Manöver wie Start oder Landung selbstständig durchführen.

**Wie Käfer und Kolibris:
die Drohnen der Zukunft
werden immer kleiner**

⁷ Vgl. <http://www.thebureauinvestigates.com/2013/01/03/obama-2013-pakistan-drone-strikes/>.

⁸ Vgl. <http://www.longwarjournal.org/pakistan-strikes.php>.

Unbemannte Systeme entscheiden über den Einsatz von Waffen?

Dabei übertreffen die Algorithmen meist schon die Fähigkeiten von Pilotinnen und Piloten. Bereits 2010 stellte eine amerikanische Firma ein Computerprogramm zur autonomen Steuerung eines verkleinerten Kampfflugzeugs vor, das das Flugzeug nach dem Verlust von 80 Prozent einer Tragfläche in weniger als fünf Sekunden wieder so unter Kontrolle hatte, dass der Flug fortgesetzt werden konnte.⁹ Die US-Streitkräfte arbeiten aktuell an der Entwicklung einer Drohne, die autonom auf Flugzeugträgern landen kann – ein Manöver, das unter Piloten als eines der anspruchsvollsten gilt. Damit scheint aber erst der Anfang gemacht: Der Chief Scientist der US Air Force schreibt in seiner Technologieprognose „Technology Horizons“: „Air-Force-Systeme nutzen schon heute eingeschränkt Autonomie, aber ihre autonomen Fähigkeiten sind noch weit unter dem, was in den nächsten Jahrzehnten erreicht werden könnte.“¹⁰

Der letzte logische Schritt im Bereich der Autonomie wäre es, den unbemannten Systemen auch die Entscheidung über den Waffeneinsatz zu überlassen („man out of the loop“). Denn ein Problemfeld ist bei aktuellen Drohnen schon ausgemacht: Sie lassen sich nicht im so genannten „umkämpften“ Luftraum einsetzen, da sie aufgrund ihrer geringen Geschwindigkeit für modernere Luftabwehr ein relativ leichtes Ziel sind. Dies gilt umso mehr für Luftkämpfe zwischen Flugzeugen. Sollen unbemannte Kampfdrohnen in der Zukunft aber alle Aufgaben bemannter Flugzeuge übernehmen – und darauf deuten verschiedene Strategiepapiere und Aussagen hochrangiger Militärs schon seit längerem hin¹¹ – dann ist neben den Tarnkappeneigenschaften, über die zumindest die nächste Generation von Drohnen verfügen wird, auch Autonomie beim Waffeneinsatz als ein weiterer Entwicklungsschritt logisch zwingend. Denn im Luftkampf oder bei Einsätzen im umkämpften Luftraum kommt es unter Umständen auf Reaktionen in Sekundenbruchteilen an, die aufgrund der Laufzeit der Steuersignale bei menschlicher Steuerung über Satellit nicht realisierbar sind.

Hinzu kommt die Gefahr der Störung des Steuersignals und des damit erzwungenen Missionsabbruchs. Zwar ist es denkbar, eine Drohne so zu programmieren, dass sie in diesem Fall automatisch zur eigenen Basis zurückkehrt – die Mission wäre somit aber gescheitert und das angestrebte militärische Ziel verfehlt. Noch betonen sowohl das Pentagon als auch das deutsche Verteidigungsministerium, dass die Entscheidung über den Waffeneinsatz immer bei einem Menschen liegen werde. Ob sich diese Einstellung angesichts der technologischen Dynamik zu immer mehr Autonomie wird durchhalten lassen, bleibt

⁹ Vgl. <http://www.youtube.com/watch?v=xN9f9ycWkOY>.

¹⁰ United States Air Force Chief Scientist (AF/ST): Technology Horizons. A Vision for Air Force Science & Technology during 2010–2030 (AF/ST-TR-10-01-PR), Washington D.C.: US Air Force, 2010. <http://www.af.mil/shared/media/document/AFD-101130-062.pdf>, S. 42.

¹¹ Vgl. die Ausführungen zu den 2008 erlassenen „Konzeptionellen Grundvorstellungen zum Einsatz unbemannter Luftfahrzeuge“ der Bundeswehr bei Christoph Hickmann: Immer entscheidet ein Mensch, 2013, <http://www.sueddeutsche.de/politik/debatte-um-bewaffnete-drohnen-immer-entscheidet-ein-mensch-1.1584736>.

abzuwarten. Die ethischen, rechtlichen und politischen Folgen einer solchen Autonomie beim Waffeneinsatz werden erst ansatzweise diskutiert.¹²

Ebenfalls problematisch ist die Tatsache, dass in unbemannten Systemen viele Komponenten, z.B. Mikrochips, zum Einsatz kommen, die auch in zivilen Anwendungen zu finden sind („dual use“). Dies erhöht die Verwundbarkeit gegen externe Manipulationsversuche und Hacking. Dass diese Bedenken keinesfalls rein theoretischer Natur sind, belegen verschiedene Beispiele. 2011 wurden die als eigentlich besonders gut geschützt geltenden Steuerkonsolen amerikanischer Kampfdrohnen Opfer einer Computervirenattacke.¹³ Die US Navy stellte als Reaktion ihre Firescout-Drohnen auf das Betriebssystem Linux um.¹⁴ 2012 gaben britische Wissenschaftler bekannt, eine „Hintertür“ in einem Mikrochip der Firma Actel/Microsemi gefunden zu haben, der auch in modernsten amerikanischen Waffensystemen zum Einsatz kommen soll. So sei es möglich, die Programmierung des Chips zu ändern. Die Anzahl potenzieller Einfallstore für Hacker wird mit der Komplexität der Software steigen, da es bei immer größerer Autonomie schlicht nicht mehr möglich sein wird, den umfangreichen Quellcode im Vorfeld zu verifizieren.

Die technologische Entwicklung unbemannter Systeme verläuft extrem dynamisch und rasant. Viele Entwicklungen, die noch vor wenigen Jahren in den Bereich der Fiktion verbannt wurden, sind heute schon Alltag. Somit ist es plausibel anzunehmen, dass über den Schlachtfeldern der Zukunft neben bewaffneten autonomen MALE- und HALE-Drohnen auch kleinere, bewaffnete und weitgehend autonom agierende Drohnen schweben werden, die unter Umständen miteinander vernetzt sind und als Schwarm operieren. Dies gilt analog für Landsysteme und unbemannte Boote, auch wenn hier der Automatisierungsboom noch gar nicht eingesetzt hat. In dieser Zukunft könnten Menschen bei Entscheidungen über Fragen militärischer Gewalt nur noch eine untergeordnete Rolle spielen – und das wäre nicht unbedingt eine wünschenswerte Entwicklung.

Anstelle sich bei der Diskussion also auf die noch sehr begrenzten Fähigkeiten heutiger Drohnen zu konzentrieren, sollten Politiker die absehbaren technologischen Entwicklungen mit bedenken – und gegebenenfalls gegensteuern. Die technologische Entwicklung allein diktiert nämlich nichts. Es gibt stets politische Handlungs- und Entscheidungsspielräume. Diese sollten genutzt werden.



Dr. Niklas Schörnig
ist wissenschaftlicher
Mitarbeiter der
Hessischen Stiftung
Friedens- und Konflikt-
forschung.

¹² Vgl. Robert Sparrow: Killer Robots, *Journal of Applied Philosophy* 1/2007, S. 62–77.

¹³ Vgl. Noah Shachtman: Exclusive: Computer Virus Hits U.S. Drone Fleet. *Dangerroom* 2011, <http://www.wired.com/dangerroom/2011/10/virus-hits-drone-fleet/>.

¹⁴ Vgl. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Bericht-US-Navy-ruestet-bei-unbemannten-Drohnen-auf-Linux-um-1614825.html>.