

Unbemannte Fluggeräte – Mittel der modernen Kriegführung

Philipp R. Marti*

Der Mensch hat den Reiz der Nutzung des Luftraumes früh erkannt. Bevor er selbst mit Ballonen oder Flugzeugen die Luft eroberte, setzte er Brieftauben und Falken als unbemannte Fluggeräte ein – die Taube als Boten und den Falken als Jäger mit der Sonderrolle als «Informationskrieger». Drohnen sind unbemannte Flugzeuge mit Eigenantrieb verschiedener Klassen, international auch bezeichnet als «Unmanned Aerial Vehicles» (UAV) oder «Remotely Piloted Vehicles» (RPV). Drohnen fliegen autonom entweder ein vorprogrammiertes Programm ab und regeln Fluglage und Flugleistungen automatisch oder werden von einem Bodenteil über Fernsteuerung geflogen. Obwohl schon lange im Einsatz, wurden sie der breiten Öffentlichkeit erstmals im Rahmen der Berichterstattung über deren Einsatz auf dem Balkan bekannt, als die Streitkräfte von Ländern wie Deutschland, Frankreich und den USA Drohnen in grösserer Zahl in der Aufklärungsrolle eingesetzt haben.

Der gestiegene Aufklärungsbedarf, insbesondere für Krisengebiete, bedingte eine verstärkte Nachfrage nach Aufklärungsmitteln. Diese sollten preiswerter als bemannte Flugzeuge sein, länger in der Luft bleiben können, stärker belastbar sein und eine höhere Überlebenschance haben. Diese Vorteile unbemannter Systeme waren der israelischen Armee – als ältestem und grösstem Nutzer von Drohnen – längst bekannt, die Amerikaner und Franzosen lernten diese Vorteile bei eigenen Drohneinsätzen erst im Golfkrieg kennen.

Die V1 des Zweiten Weltkrieges und amerikanische Drohnen im Vietnamkrieg waren die ersten militärischen unbemannten Fluggeräte im Einsatz. In den Siebziger- und Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts entstanden viele Konzepte und Programme für Drohnen. Sie kosteten viel Geld, leisteten aber nicht, was das Militär erwartet hatte. Man hatte seinerzeit die technischen und operativen Probleme unterschätzt. Erst mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger Minicomputer und zuverlässiger Datenkanäle konnten

einsatzfähige Drohnen gebaut werden. In den letzten zehn Jahren sind mehrere Drohnentypen zur Einsatzreife gelangt und in Konflikten wie auf dem Balkan, in Afghanistan oder im Golf erfolgreich eingesetzt worden. Vorhaben von der Minidrohone mit einer Spannweite von wenigen Zentimetern über das unbemannte Kampfflugzeug bis zum Forschungs-UAV mit 80 m Spannweite beschreiben das derzeitige Spektrum. Es gibt keine klare Abgrenzung zwischen unbemannten Fluggeräten, Abstandsflugkörpern, Marschflugkörpern (Cruise Missiles) und den in der Planung befindlichen unbemannten Kampfflugzeugen. Die vorliegende Darstellung wird vornehmlich auf unbemannte Fluggeräte für Aufklärung und Kampfeinsätze eingehen. Politisches Denken, militärischer Nutzen und verfügbare technologische Fähigkeiten sind vorherrschende Motive für den Einsatz von unbemannten Fluggeräten.

meidbare begrenzen. Naturgemäss sind solche Einsätze in demokratischen Gesellschaften nicht unumstritten. Menschliche Verluste bei entsandten Einheiten, aber auch auf der Gegenseite können die Fortsetzung eines militärischen Einsatzes jederzeit in Frage stellen, ohne dass die Öffentlichkeit die Konsequenzen eines unkontrollierten Konfliktes ausdiskutiert.

Militäraktionen finden unter den Augen der Weltöffentlichkeit statt. Militärische Fehler werden öffentlich diskutiert. Militärische Ziele sollen nach Möglichkeit ohne Verlust von Menschenleben durchgesetzt werden. Unbemannte Fluggeräte sind ein technischer Beitrag, der zusammen mit militärischer Doktrin und operationellen Konzepten diesen gesellschaftspolitischen Forderungen entgegenkommt.

Durch Drohnen können militärische Aufgaben mit geringen politischen Risiken wahrgenommen werden. Ein gefangen genommener Flugzeugführer kann schnell zu einer politischen Eskalation führen. Eine abgeschossene Aufklärungsdrohne, wie im Falle des indischen Fluggerätes über Pakistan im Juni 2002, erregt die Gemüter nur für ein paar Tage.

Das politische Umfeld

Der gegenwärtig wahrscheinlichste Einsatz militärischer Kräfte sind lokale Konflikte und friedensichernde Kampagnen. Die westlichen Demokratien wollen durch solche Einsätze organisierten Terrorismus bekämpfen und die humanitären wie materiellen Folgen anderer, oft ethnisch bedingter, Auseinandersetzungen auf das Unver-

Missionen

Unbemannte Fluggeräte werden überwiegend militärisch eingesetzt. Im militärischen Wirkverbund nehmen sie eine Rolle zunehmender Bedeutung ein, sei es zur Friedenserhaltung oder für Kampfeinsätze. Drohnen können vielfältige militärische Aufgaben wahrnehmen: Überwachung von Krisengebieten, taktische Aufklärung, Zieler-

Aufklärungssystem ALADIN



Das zukünftige deutsche Aufklärungssystem ALADIN wird direkt vom Schiesskommandanten «pilotiert».

*Philipp R. Marti ist dipl. Ing.HTL/FH, Chef der Sektionen Artilleriewaffen und Munition in der Gruppe Rüstung, Oberst, Art Chef F Div 2

fassung, Feuerleitung, Wirkungsaufklärung, elektronische Kampfführung und Einsatz als Kampfdrohne. Es gibt auch Drohnen für atmosphärische Forschungsvorhaben und Pläne, UAV als Ersatz für Kommunikationssatelliten regional einzusetzen.

Unbemannte Fluggeräte eignen sich besonders für die Überwachung von Krisengebieten, nicht zuletzt wegen der geringeren politischen Sensitivität. Konflikte können mitunter ohne kriegerische Mittel entschärft und der Ausbruch von Kampfhandlungen unterbunden werden, wenn friedenserhaltende Kräfte die Lage hinreichend kennen. Das frühe Erkennen einer kritischen Entwicklung ermöglicht den rechtzeitigen Einsatz politischer und diplomatischer Mittel zur Verhinderung kriegerischer Aktionen. Für diese Art von Missionen werden primär in mittleren bis grossen Höhen operierende unbemannte Fluggeräte eingesetzt, d. h. in Höhen von über 5000 m. Die Bedrohung ist in grossen Höhen geringer und das einzusehende Gebiet grösser. Elektrooptische Sensoren im sichtbaren und infraroten Bereich sowie durch Synthetik Apertur Radar (SAR) erzeugte Abbildungen liefern die Aufklärungsdaten. Für sporadische Beobachtungen neuralgischer Punkte

werden auch niedrig fliegende Fluggeräte eingesetzt.

Taktische Aufklärung

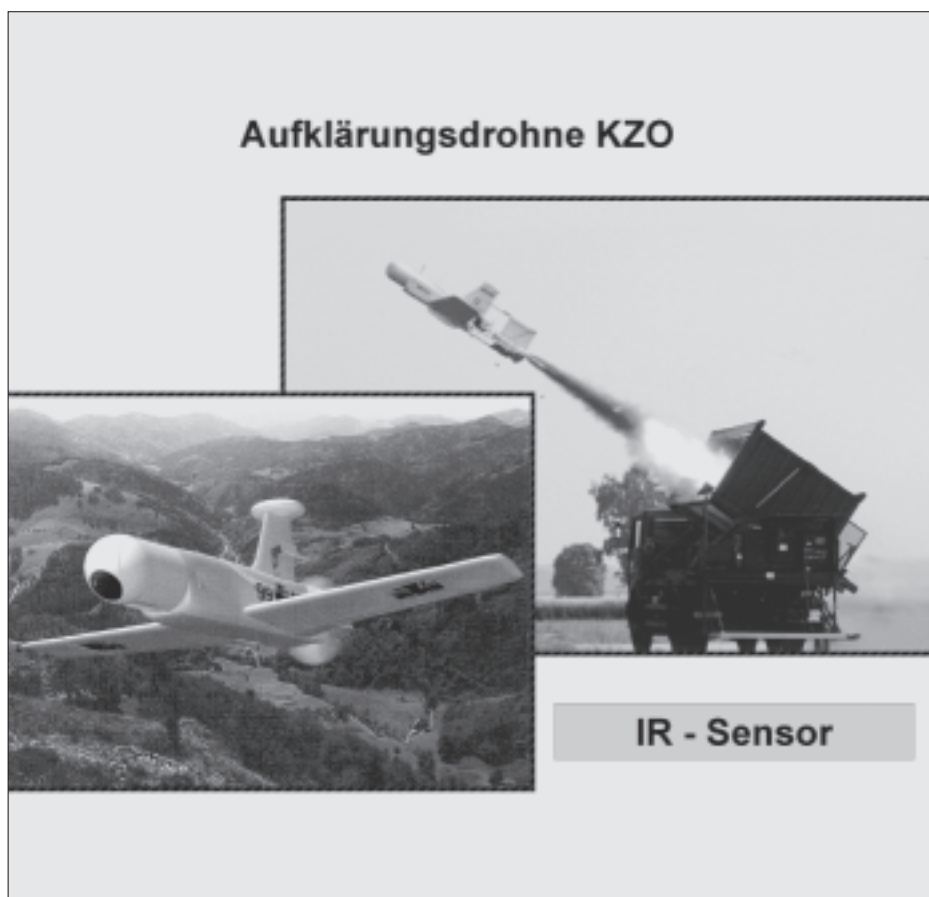
Bei Kampfhandlungen nehmen unbemannte Fluggeräte zunehmend Schlüsselfunktionen ein. Lage- und Zielaufklärung sowie Feuerleitung durch Drohnen ermöglichen ein hohes Tempo der Aktionen, was eine wesentliche Voraussetzung für anhaltende Überlegenheit ist. Eine schnelle und vollständige Lagekenntnis und unmittelbare präzise Bekämpfung können durch den Einsatz von Drohnen erreicht werden, weil mit Drohnen näher am Gegner unter bewusster Inkaufnahme eines erhöhten Gefährdungspotenzials operiert werden kann. Drohnen können über lange Zeiträume eingesetzt werden. Amerikanische Aufklärungsdrohnen haben in Afghanistan rund um die Uhr Aufklärungsdaten in Echtzeit geliefert. Durch Wirkungsaufklärung mit UAV kann das Lagebild unverzüglich auf den aktuellen Stand gebracht werden. Für die taktische Aufklärung werden Fluggeräte unterschiedlichster Grösse benutzt. Spezialkräfte benutzen

am Mann getragene Drohnen, um die Lage jenseits von Sicht Hindernissen aufzuklären. Für Lage- und Zielaufklärung der Bodentruppen, insbesondere der Artillerie, werden UAV mit weniger als zehn Metern Spannweite und Gewichten von wenigen hundert Kilogramm benutzt, die meist in Höhen von weniger als 1000 m fliegen. Als Sensoren kommen bevorzugt Infrarotgeräte zum Einsatz. Diese haben den Vorteil der Tauglichkeit bei Tag und Nacht und liefern durch die festgestellte Wärmeintensität gleichzeitig sekundäre Aufklärungsdaten, wie den Betriebszustand eines Motors.

In den USA werden Einsatzkonzepte für Verbundoperationen von Drohnen mit Kampfhubschraubern entwickelt. Die Drohne fliegt dem Hubschrauber voraus und meldet sowohl Flugabwehrstellungen als auch mögliche Ziele. Von der Drohne aus wird das Ziel markiert, das der Hubschrauber aus grosser Entfernung bekämpfen kann. Abstandsfähigkeit und Präzisionsbekämpfung werden damit gleichzeitig realisiert.

Zielerfassung, Feuerleitung, Kampf

Drohnen mit der Fähigkeit der Zielerfassung können aus den Koordinaten der momentanen Position, der Sensorblickrichtung und anderen Daten, wie topografischer Modelle oder Lasermessungen, die Koordinaten eines möglichen Zieles berechnen. Feuerleitung geschieht durch Markierung des Zieles mit einem Laser. Das reflektierte Laserlicht wertet der Suchkopf eines Flugkörpers für den Zielanflug aus. Neuerdings werden Drohnen eingesetzt, die eine Aufklärungsnutzlast und Luft-Boden-Flugkörper an Bord haben. Diese Drohnen mit den Fähigkeiten Aufklärung, Zielerfassung und Zerstörung werden im amerikanischen Sprachgebrauch Hunter-Killer UAV genannt. Eine solche Waffen tragende Aufklärungsplattform ist insbesondere für den Einsatz in schwer zugänglichen oder überschaubaren Gebieten wie Gebirgsformationen geeignet, wo Flugabwehrstellungen sehr gut getarnt werden können und damit ein hohes Bedrohungspotenzial für tief fliegende Flugzeuge darstellen. Andererseits wird die präzise Bekämpfung durch Tiefflug technisch erheblich erleichtert. Dieser Konflikt ist durch ein unbemanntes Fluggerät weit aus effizienter lösbar. Die eigentliche Kampfdrohne ist eine Mischung zwischen Flugzeug und Flugkörper. Sie



Drohnen, wie etwa der Typ Aufklärungsdrohne KZO, sind in der Lage, während einer gewissen Zeit im Zielgebiet Daten zu sammeln und die Koordinaten eines möglichen Zieles zu berechnen. Heute werden solche Drohnen über an Bord gespeicherte Flugprogramme geflogen.

kann grosse Distanzen durch aerodynamischen Flug überbrücken und stehende oder bewegte Ziele präzise bekämpfen. Diese Eigenschaften werden durch feste kreuzförmige Flügel oder ausklappbare Leitwerke für den Sturzflug hergestellt. Die Nutzlasten von Kampfdrohnen bestehen aus Sensor und Gefechtskopf. Der Sensor wird durch die Missionsforderungen bestimmt.

Anti-Radar-Drohnen haben einen Suchkopf zum Lokalisieren von Radioquellen im Frequenzbereich von Luftabwehrradaren. Die Sensordaten werden in einem aufwändigen Rechnerprogramm verarbeitet, das die Flugführungsdaten berechnet und die Position eines einmal aufgefassten Zieles speichert, um den Angriff fortsetzen zu können, auch wenn das Radar zwischenzeitlich abgeschaltet wird.

Kampfdrohnen gegen andere militärische Ziele fliegen das Zielgebiet in grosser Höhe an und können in einem Suchmodus auf einen geeigneten Angriffszeitpunkt warten. Die Drohnen fliegen in ein- bis viertausend Metern Höhe. Damit wird ein hinreichend grosses Erfassungsgebiet eingesehen, und die Drohne wird schwerer angreifbar.

Ein solches Missionsprofil erfordert ein abbildendes Radar als Allwettersensor. Die Flugführung, die Zielauswahl und der Zielflug werden durch aufwändige Rechnerprogramme gesteuert. Kampfdrohnen können so ausgelegt sein, dass sie vorgegebene Ziele aufgrund der im Bordrechner gespeicherten Signatur erfassen und dann den Angriff autonom durchführen. Für die heute vorherrschenden Einsatzszenarien wird auf den vollautomatischen Angriff verzichtet. Über einen Datenlink kann ein Operateur das Ziel bewerten und in den Angriffsablauf eingreifen.

Störsender an Bord von Drohnen werden zur wirkungsvollen Störung gegnerischer Funkverbindungen eingesetzt. Die Drohne wird entsprechend den eigenen taktischen Bedürfnissen genau zu dem Zeitpunkt eingesetzt, zu dem man die Kommunikation auf gegnerischer Seite verhindern will. Ein an Bord einer Drohne strahlender Störsender erlaubt eine räumliche Begrenzung von Störoperationen, während ein aus der Ferne wirkender Störsender mitunter auch eigene Funkverbindungen beeinflussen kann.

Die Flugbahn weitreichender Waffen, wie Rohr- und Raketenartillerie, werden durch den Wind beeinflusst. Im Zielgebiet wird die Zielbekämpfung durch Suchköpfe mit Infrarotsensoren unterstützt. Höhenwindprofile entlang der vorgesehenen Flugbahn und Sichtverhältnisse im Zielgebiet können

mit Wetterdrohnen aufgeklärt werden. Die Sichtverhältnisse im Zielgebiet liefert der vorhandene Aufklärungssensor. Für die Vermessung von Windprofilen werden aus der in hinreichender Höhe fliegenden Drohne kleine Sonden abgeworfen, deren Drift vermessen wird, um daraus das Windprofil zu berechnen.

Technologien

Beim unbemannten Fluggerät wird der menschliche Flugzeugführer durch mehrere Sensoren, einen Bordrechner und Stelleinrichtungen für Ruderbedienung, Triebwerksregelung und Nutzlast ersetzt. Der Rechenaufwand für eine fehlerfreie Flugführung ist enorm hoch. Die erforderliche Rechenleistung kann erst seit etwa zehn Jahren an Bord einer typischen 200 kg schweren Aufklärungsdrohne realisiert werden. Die Informationstechnologie ist eine der Schlüsseltechnologien für unbemannte Fluggeräte. Technologieentwicklungen auf dem Gebiet der Miniaturisierung, der Materialien, der Nachrichtentechnik und der Systeme sind Grundlage für den bereits erreichten Reifegrad von Drohnen und werden in der Zukunft noch grössere technische Leistungen auf dem Gebiet der unbemannten Fluggeräte ermöglichen.

Der operative Betrieb von UAV wird durch satellitengestützte Infrastrukturen für Navigation und Kommunikation unterstützt oder oft erst ermöglicht. Durch das GPS-System werden Flugführung und Navigation wesentlich zuverlässiger als bei einem allein auf Lagekreisellasierten Referenzsystem. Die mit GPS erreichbaren Genauigkeiten ermöglichen die Bestimmung der Ortskoordinaten des Fluggerätes selbst und von beobachteten Zielen am Boden. Drohnenflüge über grosse Entfernungen einschliesslich der Übermittlung von Aufklärungsergebnissen ohne wesentliche Zeitverzögerung können über satellitengestützte Datenverbindungen kontrolliert werden.

Interoperabilität

Jedes unbemannte Fluggerät wird von einer Bodenstation aus «geflogen». Zu Zeiten eines geringeren Automatisierungsgrades wurden die Fluggeräte ähnlich Flugmodellen von einem Bodenpiloten geflogen, dessen Steuerknüppelbewegungen über Funk zum

Flugzeug übertragen wurden und dort in Ruderausschläge analog dem Knüppelausschlag umgesetzt wurden. Heute werden die Drohnen über an Bord gespeicherte Flugprogramme geflogen. Selbst wenn der Pilot mit einem Joystick eine Kurve einleitet, gibt er damit nur dem Bordcomputer die Anweisung, eine Kurve mit einer dem Knüppelausschlag entsprechenden Schräglage zu fliegen. Unsinnige oder gefährliche Steuerungsbefehle werden nicht umgesetzt. Durch die Entwicklungsgeschichte bedingt, hat jedes UAV-System seine eigene Bodenstation. Das schafft Interoperabilitätsprobleme und lässt eine koalitionsübergreifende Vernetzung noch in weite Ferne rücken.

Die NASA, das US-Militär, die amerikanische Luftfahrtbehörde und die Industrie arbeiten an einem Programm für den Betrieb von unbemannten Fluggeräten im zivilen Luftraum. Das Kernproblem ist das Vermeiden von Zusammenstössen von am Luftverkehr beteiligten Luftfahrzeugen. Ziel des Vorhabens ist der reguläre Betrieb von UAV im zivilen Luftraum. Das Vorhaben wird durch ein Flugversuchsprogramm begleitet, das bereits läuft. Bei diesem Programm werden Drohnen und bemannte Flugzeuge auf Kollisionskurse geführt. Die Drohne muss selbstständig ein Ausweichmanöver fliegen. Als Technologie wird hier das bereits in der zivilen Luftfahrt seit längerem eingeführte Kollisionswarn- und Ausweichsystem auf Transponderbasis benutzt.

Zusammenfassung und Ausblick

Unbemannte Fluggeräte sind dabei, zu einer regulären Komponente militärischer Ausrüstung zu werden. Es gibt viele Missionen, die für Menschen zu gefährlich oder manchmal auch einfach zu langweilig sind. Insbesondere sind Flüge unbemannter Fluggeräte über fremden Gebieten politisch weniger provokant als die bemannter Flugzeuge. UAV, Drohne oder unbemanntes Fluggerät sollte man immer als Kürzel für ein System verstehen. In der Tat ist das Fluggerät allein völlig untauglich für anspruchsvolle Missionen.

Die Entwicklung der globalen Infrastrukturen GPS und Satellitenkommunikation, lokaler Vernetzungen und von leistungsfähigen Bodenkontrollstationen haben den Drohnen den heutigen Reifegrad verschafft. Die nächsten Stufen sind Realisierung von Interoperabilität und Nutzung zivilen Luftraumes.