



# FPV-Drohnen modellieren das Gefechtsfeld

**Die surrenden Todesmaschinen sind vom modernen Gefechtsfeld nicht mehr wegzudenken. Mittlerweile sind FPV-Drohnen in die Rolle von Effektoren geschlüpft, zu Hunderttausenden. Dank der Ich-Perspektive sind sie äusserst flexibel und präzise einsetzbar – und schlicht unverzichtbar.**

**Thomas Bachmann**

Oft schon wurden westliche Waffensysteme hoffnungsvoll als Game-Changer im Ukraine-Krieg bezeichnet: Himars, Atacms oder Leopard 2. Auch wenn sich die mit diesen Systemen erzielten Erfolge auf dem Schlachtfeld durchaus sehen lassen konnten, liess die taktische Antwort der Gegenseite nicht lange auf sich warten, was den Effekt allmählich verpuffen liess.

Anders sieht es mit den inzwischen zu Hunderttausenden auf beiden Seiten eingesetzten First-Person-View-Drohnen (FPV) aus, die mangels weitreichender bodengestützter Lenkwaffen – aus der Not geboren – mit viel Innovationsgeist und Kreativität in die Schlacht geworfen wurden. Hier wurden und werden die «Spielregeln» auf dem Schlachtfeld tatsächlich neu geschrieben. Ins Fadenkreuz der FPV-Drohnen geraten mobile wie stationäre Ziele: gegnerische Fahrzeuge jeglicher Art, militärische Aufklärungsdrohnen oder Loitering Munition, gar Kampfhubschrauber, Gebäude, Stellungen und einzelne Soldaten. «Geht nicht, gibt's nicht», könnte man in Anlehnung an einen Werbespot meinen. Kaum ein Einsatzszenario – sei es in der Defensive oder

Offensive –, in denen diese Kamikazedrohnen nicht vorkommen. Je nach Grösse weisen diese eine Nutzlast von 2 bis 4 Kilogramm auf. Das reicht aus, um Handgranaten, Mörsergranaten, Minen oder auch Hohlladungsgefechtssköpfe von Panzerfäusten ins Ziel zu bringen, und dies mit hoher Geschwindigkeit und Präzision. Ein im Januar 2025 erschienenes Handbuch der russischen Streitkräfte («Taktik des Einsatzes von FPV-Drohnen durch den Feind und Möglichkeiten zum Gegensteuern») bezifferte den Anteil der durch ukrainische FPV-Drohnen an allen Frontabschnitten erlittenen Verluste von Menschen und Material mit bis zu 70 Prozent.

## Effektive Luftnahunterstützung zum Dumpingpreis

Was zur Proliferation dieser Quadcopter beiträgt, ist der geringe Preis von 300 bis 500 Euro. Das ist nur ein Bruchteil der Kosten einer modernen Panzerabwehrlenkwaffe des US-Typs Javelin oder ein Zehntel einer herkömmlichen 155-mm-Artilleriegranate. Das ukrainische Verteidigungsministerium gab im November 2024 bekannt, dass in den ersten elf Monaten des Jahres über 1,1 Millio-

nen dieser Einwegdrohnen hergestellt wurden. Dank der über den Online-Handel leicht erhältlichen und meist aus China stammenden Bestandteile und Komponenten – 3D-Drucktechnik, bürstenlose Elektromotoren, leistungsfähige Lithium-Ionen-Batterien, Digitalfunk- und Bildtechnologie sowie handelsübliche Videobrillen – mutieren diese ursprünglichen Hobbygeräte in erfahrenen Händen zu Präzisionslenkwaffen. Diese ermöglichen es, gegnerische Ziele in einer Distanz von 10 bis 20 Kilometer zu bekämpfen.

Jeder Truppenverband, und handelt es sich nur um eine Infanteriegruppe, verfügt so nun über eine eigene organische Luftunterstützungs- und Aufklärungs-komponente und gibt ihren Kommandeuren eine flexible und leistungsstarke Waffe in die Hand. «Nie zuvor in der Geschichte war ein einzelner Soldat mit einer so billigen Waffe in der Lage, über so grosse Entfernung effektiv zu wirken», schreibt der österreichische Drohnenexperte Martin Rosenkranz. Damit wird die Kriegsführung regelrecht auf den Kopf gestellt. Seit der Einführung des Maschinengewehrs dürfte kaum ein neues Waffensystem einen derartigen Paradigmenwechsel hervorgerufen haben. Die Frontlinien drohen zu verschwimmen und mutieren zu regelrechten Todeszonen von über 20 Kilometer Tiefe, in denen weder Fahrzeuge noch Soldaten sich unerkant fortbewegen können. Damit stellen sich unweigerlich Fragen nach geeigneten Schutz- und Gegenmassnahmen.

## Passive und aktive Schutzmassnahmen

Eine Folge dieser verschwommenen Frontabschnitte sind vermehrt gut getarnte und überdachte Schützengraben sowie entsprechend geschützte Feuerstellungen. Die gezogene Artillerie erlebt hierbei interessanterweise ein Revival, denn mobile Artilleriegeschütze werden bei ihren «Shoot and scoot»-Manövern schnell erkannt und gezielt bekämpft – da werden hierzulande Erinnerungen an die stillgelegten 12-cm-Zwillings-Festungsminenwerfer oder Bison-Geschütze wach, die gerade in einem solchen Szenario ihren Nutzen hätten. Da «zu statisch, und nicht mehr an neuere Bedrohungslagen angepasst, solle diese Waffe abgeschafft werden», hiess es sinngemäss 2018 in der entsprechenden Armeebotschaft – Ironie off.

Im Raum Kursk scheinen die Russen daher teils auf Schützenpanzer zu verzichten. Sie lassen die Infanteristen zu Fuss über offenes Gelände anrennen. Fahrzeuge werden zudem mit passiven Schutzmassnahmen – sogenannten Drohnenkäfigen – geschützt, um die Trefferwirkung zu vermindern. Ebenfalls kommen bei gepanzerten Fahrzeugen vermehrte reaktive Zusatzpanzerungen zur Anwendung, die die ursprüngliche Panzerung entscheidend verstärken können. So sind bei diversen westlichen Panzermodellen in der Ukraine sogenannte Kontakt-Reaktivpanzerungsmodule aus Sowjetzeiten festzustellen, die zwar das Gewicht beträchtlich erhöhen, dafür aber die Schutzwirkung signifikant verbessern. So ausgerüstet, lassen sich selbst mehrere Treffer überstehen, wie kürzlich russische Blogger verlauten liessen, als ein Leopard 1A5 dank zusätzlicher Panzerung rund ein Dutzend FPV-Treffer überstand, eher dieser ausgeschaltet werden konnte.

Da der Drohnenkrieg im elektromagnetischen Spektrum abläuft, lassen sich hier entsprechende Möglichkeiten finden, um mittels Jamming die gängigen Frequenzbereiche und analogen Videosignale zu stören, die so nie für den Kriegseinsatz vorgesehen waren. Hierbei wird von Softkill-Methoden gesprochen. Da nur die wenigsten Drohnen über Frequenzbereich gesteuert werden, die «Military Standard» aufweisen, und es sich hier meist um handelsübliche kommerzielle Empfänger- und Senderbaugruppen mit bekannten Frequenzen handelt, sind Störversuche der

Signale hier besonders gut realisierbar. Zahlreiche Videos belegen, wie das Signal einer FPV-Drohne abreisst, kurz bevor das sich im Fadenkreuz befindliche Fahrzeug getroffen wird – ein Hinweis darauf, dass der Störversuch erfolgreich war. Eine andere Methode ist das sogenannte «Spoofing», das die Signale des GPS-Navigationskoordinaten verfälscht oder der Drohne falsche Telemetrie-Daten vorgaukelt, was schliesslich zum Absturz und Verlust bis hin zur «Entführung» der Drohne führt.

## Von der Drohnen-Kompanie zur Drohnen-Brigade

Die eingangs beschriebenen Vorteile der Kamikazedrohnen täuschen etwas darüber hinweg, dass ihr Einsatz komplex und Spezialisten vorbehalten ist, deren Ausbildung zum Piloten in Drohnenakademien mehrere Wochen in Anspruch nimmt und – ähnlich wie bei Kampfpiloten – hohe Anforderungen und Hürden an die Bewerber stellt. Ebenfalls suggerieren die zu hundertten auf diversen Social-Media-Kanälen verfügbaren Videos, dass jeder Flug einen Treffer zur Folge hat. Schätzungen zufolge liegt die Erfolgsrate im niedrigen zweistelligen Prozentbereich und dürften deutlich unter 50 Prozent zu liegen kommen.

Ein Drohnenteam besteht im Minimum aus drei Personen, dem Piloten sowie Navigator, der gleichzeitig als Assistent fungiert, sowie dem Kommandanten. Begleitet werden FPV-Drohnenteams von Aufklärungseinheiten, die mit ihren Bildern und Videos der Aufklärungsdrohnen, meist vom Typ DJI Mavic, das Zielgebiet vor dem Eintreffen der FPV-Drohnen aufklären oder nach Alterna-

tivzielen Ausschau halten. Da die Akkus von FPV-Drohnen rasch erschöpfen und ihre Kameramodule nicht dieselben hochauflösenden Bilder liefern können, steht die ganze Aktion unter hohem Zeitdruck, der eine hohe Koordination und Kommunikation zwischen den involvierten Drohnen-Akteuren verlangt.

Zum Team, das maximal acht Personen umfassen sollte, kommen Logistiker, Fahrer und Sicherungselemente hinzu, denn das für den Kampfeinsatz nötige und mitzutragende Material ist nicht zu unterschätzen: Neben den eigentlichen Drohnen müssen unter anderem Generatoren, Powerbanks, Starlinkterminals, Sende- und Richtantennen, Empfängermodule, Ersatzteile, Tabletcomputer und die nötige Munition in die Nähe der Kontaktlinien gebracht werden, dies oft nachts. Gleichzeitig müssen Stellungen gefunden werden, die idealerweise leicht erhöht sind, denn fliegen kann nur, wer Funkverbindung hat. Gleichzeitig gilt es gut versteckte Ausweichstellungen zu erkunden, Drohnen-detektoren und den Spektrumanalysator im Auge zu behalten, um es den Drohnenpiloten zu ermöglichen, sich gänzlich auf ihre Aufgabe zu konzentrieren, was immer wieder nach Erholungszeiten verlangt. Insgesamt handelt es sich somit um ein komplexes und anforderungsreiches Unterfangen, das diesen Drohnenteams den Status von Spezialkräften verleiht.

Dominierten und koordinierten in der Ukraine zu Beginn des Krieges private Initiativen den Kauf, Bau und die Ausbildung im Drohnenbereich, so stellte die Ukraine im Juni 2024 mit den «Unmanned System Forces» eine spezialisierte Teilstreikraft auf, die auf Drohnenkrieg zu Lande, zu Wasser



Töten aus der Ich-Perspektive: Ein ukrainischer M-113 aus der Sicht eines russischen Drohnenoperators. Bild: io.wp.com



Trend Glasfaserkabel: Eine Fiber Optic Drone mit der markanten Kabelspuhle wird zum Start vorbereitet. Bild: io.wp.com

und in der Luft ausgerichtet ist. Was anfänglich auf Stufe Zug und Kompanie begann, auf Bataillonsebene weitergeführt wurde, mündete schliesslich erstmals im Juni 2024 in einem Drohnenkampfverband auf Regimentsstufe, dem «414. Separaten Regiment unbemannter Kampfflugzeugsysteme» des ukrainischen Marinekorps.

Die auf den Social-Media-Kanälen sehr präsenten «Birds of Magyar» umfassen gemäss russischen Einschätzungen bis zu 2700 Mann, die in drei Bataillone gegliedert sind und die neben den zur Kampfführung und Aufklärung befähigten Einheiten die ganze Palette an Know-how abdecken, die zur Drohnenkriegsführung nötig ist: Ausbildung und Schulung, Reparatur- und Modernisierung, Aufklärung-, IKT-, Funk- und Wetterspezialisten sowie eine Innovationsabteilung. Letztere ist im schnelllebigen Drohnenbereich, in dem sich neue Entwicklungen und Trends in einem atemberaubenden Tempo abspielen, besonders wichtig. Stets gilt es den gegnerischen Massnahmen einen Schritt voraus zu sein. Mittlerweile hat der erwähnte Verband gar Brigadestärke erreicht und dürfte diversen Streitkräften weltweit in punkto Organisationsgrad und Fähigkeiten als Vorbild dienen.

### Neue Trends: künstliche Intelligenz und Glasfaserkabel

Neben dem Jamming oder Spoofing werden den FPV-Drohnen auch durch Wind und Wetter Einsatzbeschränkungen auferlegt, die es zu beachten gilt. Oft gelangen russischen Infanterieeinheiten erfolgreiche Geländegewinne bei nebligen Verhältnissen, die ein Fliegen mit FPV-Drohnen kaum zulassen, denn schliesslich stützen sich die Drohnenteams grösstenteils auf optische Informatio-

nen ab. Ob hier die künstliche Intelligenz (KI) Abhilfe schaffen kann, steht noch nicht restlos fest. Was aber der automatisierte Endanflug auf ein aufgeschaltetes Ziel betrifft, scheinen erste Beobachtungen in diese Richtung hinzudeuten, wodurch mittels KI verbreitete Jamming-Methoden im Nahbereich unterlaufen werden könnten. Und es dürfte nicht überraschen, wenn schon bald Drohnenschwärme eingesetzt werden, die sich in einem zugewiesenen Gebiet selbstständig ihre Ziele suchen und den Menschen als Impulsgeber überflüssig machen. Noch spielt der Faktor Mensch als «Human-in-the-loop» eine entscheidende Rolle.

Erfolgsversprechend scheint auch der Einsatz von sogenannten «Fiber Optic Drones» zu sein, die zuerst von der russischen Seite eingesetzt wurden. Mittlerweile setzen beide Kriegsparteien vermehrt auf diesen Drohnentyp, der mittels einer Spuhle ein Glasfaserkabel hinter sich abrollt, das der Datenübertragung und Steuerung dient. Diese Methode macht die FPV-Drohne immun gegen jegliche Störversuche im elektromagnetischen Bereich. Gleichzeitig wird die Qualität des übermittelten Videosignals deutlich verbessert, was der Zielsuche, Navigation und Steuerung zugutekommt. Der Drohnenpilot braucht nun nicht mehr zwingend eine «Line-of-Sight», wie es in der Fachsprache heisst. Ebenfalls werden die Anforderungen an den Standort des Drohnenteams gesenkt, was eine zusätzliche taktische Flexibilität ermöglicht. Bedenken, wonach sich die Beweglichkeit der Drohne durch das sich ständig abwickelnde Kabel vermindert, sich diese Drohnen verheddern könnten, wurden zerstreut. Weder Büsche oder Bäume scheinen hier wirkliche Hindernisse darzustellen, es kann gar rückwärts geflogen werden.

Grundsätzlich stützt man sich hierbei auf eine Technologie ab, die in den späten 1970er-Jahren in den USA entstand und in den folgenden Jahrzehnten in diversen Prototypen mündeten, die zwar erfolgsversprechend waren, aber nie beschafft wurden. Als Nachteil dieser Technologie könnte genannt werden, dass sich aufgrund des Gewichts der Kabelspuhle die Nutzlast und Agilität verkleinert. Aber auch hier wird es nur eine Frage der Zeit sein, bis leistungsstärkere Elektromotoren und Akkus dies ausbügeln werden und sich somit auch die Reichweite erhöhen wird. Noch ist der Einsatz dieser Fiber Optic Drones auf Frontabschnitte beschränkt, die eine hohe Konzentration an Störsendern aufweisen. Es ist

aber davon auszugehen, dass sich dieser Drohnentyp im Jahr 2025 über den Kontaktlinien durchsetzen wird, auf beiden Seiten.

Gleichzeitig sind auch im Defensivbereich, insbesondere dem Hard-Kill-Bereich, neue Trends hin zu einer vielschichtigen Drohnenabwehr auszumachen. Neben der Erprobung spezifischer Abfangdrohnen wird zunehmend auch mit neuen pelletartigen Munitionstypen experimentiert, die entweder von Schrotflinten, 12,7-mm-Maschinengewehren oder 40-mm-Granatwerfern verschossen werden, um die Drohnen im Nächstbereich kinetisch zu bekämpfen. Unterstützt werden diese Bemühungen durch kleine Radare im Mikrowellenbereich, die solch kleine Ziele entdecken könnten, aber in ihrer Reichweite auf wenige Kilometer beschränkt sind.

Die genannten Massnahmen sind mögliche Hinweise darauf, dass der Einsatz von Drohnen eine Klimax erreicht hat, mindestens was der Einsatz von Mustern betrifft, die auf herkömmliche – «zivile» – Komponenten setzen. Die Entwicklung militärischer Kamikaze- und Aufklärungsdrohnen im Bereich unterhalb der 25-kg-Klasse läuft dementsprechend in vielen Ländern auf Hochtouren. Diese sind zwar teurer, dafür aber leistungsfähiger und weniger stör anfällig. Gleichzeitig muss hier angefügt werden, dass gerade in diesem Bereich die oft schwerfällige Beschaffungsbürokratie zwingend reformiert werden muss. Denn Verbände bis auf Stufe Zug müssen in der Beschaffung und Ausbildung über grösstmögliche Autonomie verfügen. Bei dieser Waffentechnologie handelt es sich schlicht um Verbrauchsmaterial, das in kurzen Zeitintervallen beachtliche Entwicklungssprünge macht. Deshalb sollte der Herstellungsprozess idealerweise so gestaltet sein, dass die Skalierbarkeit gewährleistet ist. Entsprechenden Lieferketten müssen zudem neu gedacht werden – noch ist die Abhängigkeit von China die eigentliche Achillesferse.

### Die Zukunft hat längst begonnen

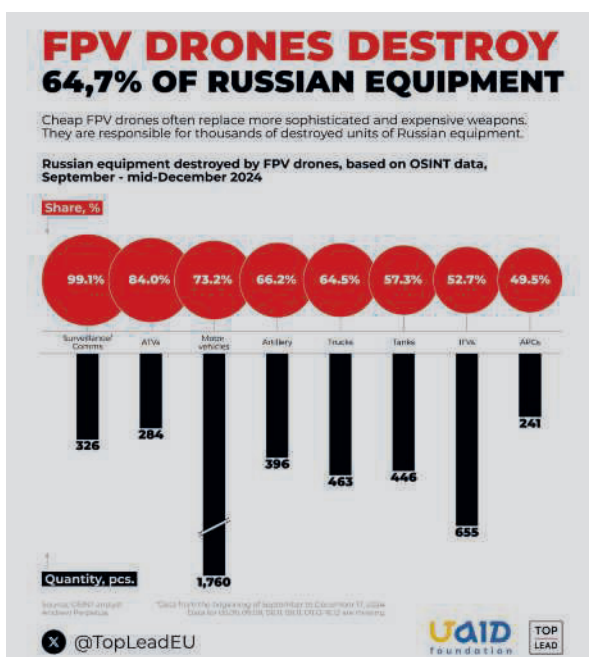
Die grossen Anstrengungen der Ukraine auf diesem Gebiet sind nachvollziehbar: Aufgrund des immer stärker spürbaren Personalmangels müssen technologische Wege gefunden werden, diese Lücken in den Reihen der Mannschaften zu schliessen. Gleichzeitig gilt es, die Abhängigkeit von China im Bereich der Drohnenkomponenten zu vermindern, was durchaus als strategi-

scher Imperativ angesehen werden kann, nicht nur für die Ukraine.

Als Beweis dafür, wie weit fortgeschritten die Drohnenindustrie der Ukraine ist und welche umfangreichen Mittel in die Entwicklung und Produktion dieser sich rasant wandelnden Technologie gesteckt werden, erhielten Beobachter im Dezember 2024, als erstmals ein koordinierter und kombinierter Vorstoss von dutzenden Landdrohnen im Raum Charkiw zu beobachten war, der unterstützt von FPV- und Aufklärungsdrohnen unbemannt russische Stellungen angriff. Noch ist hier der Faktor Mensch als Entscheidungsträger involviert. Doch das Zeitalter der Drohnenkriege hat längst begonnen: Unbemannte Systeme, zu Lande, Wasser und in der Luft sind wesentliche Elemente der modernen Kriegsführung geworden und bieten gerade zahlenmässig unterlegenen Armeen kosteneffiziente und moderne Aufklärungs- und Angriffsmöglichkeiten. Der Kampf der verbundenen Waffen wird nun unbemannt geführt werden, so viel scheint – Stand heute – festzustehen. Doktrinen konventioneller Kriegsführung wurden durch das massenhafte Vorhandensein von Drohnen jeglicher Art und Grösse auf den Kopf gestellt und bedingen zwingend einer Anpassung.



**Oberleutnant aD  
Thomas Bachmann**  
M.Sc., M.A.  
thomas.bachmann@asmz.ch  
8132 Hinteregg



Search and Destroy: Eine Auflistung russischer Materialverluste vom September bis Dezember 2024, die durch OSINT-Quellen belegt sind. Grafik: X

## BEISPIEL EINES FPV-DROHNENEINSATZES IN DER UKRAINE

Unter Zuhilfenahme einer taktischen Aufklärungsdrohne wird der Standort eines gegnerischen Gefechtsstandes einige Kilometer vor der eigenen vordersten Position aufgeklärt. Der Anforderung eines Luft- oder Artillerieschlages kann von höherer Stelle nicht entsprochen werden, da diese Kräfte anderweitig gebunden sind. Erwogen wird daher der Einsatz der eigenen Steilfeuerkomponente der Kompanie in Form eines schweren Granatwerfers. Dieser müsste allerdings sehr weit nach vorne gebracht werden und mitsamt seiner Mannschaft und dem Transportfahrzeug aus exponierter Lage zum Einsatz kommen. Zudem müsste er auf die gegnerische Stellung eingeschossen werden. Der Kompaniekommandant entscheidet sich daher zum Einsatz seines Zwei-Mann-FPV-Teams. Das Ziel befindet sich vermutlich im Keller eines ebenerdigen Hauses. Das FPV-Team wählt als geeigneten Gefechtskopf eine drei Kilo schwere Hochexplosiv-Splitterladung. Entsprechend der Reichweite der Drohne mit dieser Nutzlast wird der Standort einer Jägergruppe als geeignete Startposition aufgesucht.

Im Schutz der Jäger bereitet der Navigator/technische Assistent ein kleines Podest in einer Mulde vor, von dem aus die Drohne starten soll. Er prüft noch einmal den einwandfreien Zustand der Drohne sowie den Ladestand des Akkus.

Zum Schluss wird die Drohne auf das Podest gelegt. Ein Ziegelstein darunter und eine Leine werden beim Start der Drohne den Sicherungsstift des Zünders ziehen. Das FPV-Team wird zu diesem Zeitpunkt bereits in sicherer Entfernung zum scharfen Gefechtskopf sein.

Währenddessen hat der Pilot mit einem Spektrumanalysator geprüft, ob die für den Flug erforderlichen Frequenzbänder für das Steuer- und Videosignal verfügbar und nicht gestört sind. 100 Meter abgesetzt von seinem geschützten Standort und der Stellung der Jäger errichtet er eine Repeaterantenne, damit das möglicherweise einzupeilende Steuersignal zur Drohne nicht seine Position verrät.

Zum Schluss prüft der Pilot den Ladezustand seiner Fernsteuerung sowie seiner FPV-Brille noch einmal, stellt Funkverbindung zur Drohne her und prüft auch diese. Der Navigator bereitet derweil zwei robuste Tabletcomputer für den Einsatz vor. Auf einem wird er das Videobild der taktischen Aufklärungsdrohne empfangen, die inzwischen mit frischem Akku wieder aufgezogen wurde, um den FPV-Angriffsflug zu unterstützen. Das zweite Pad wird ihm das Bild der FPV-Videobrille des Piloten zeigen.

Der Pilot und sein Navigator haben sich den Flugweg zum Ziel genau eingepägt: markante Bäume, Weggabelungen, Schilder, die Farben von Hausdächern. Der Flug zum Ziel wird so energiesparend wie möglich durchgeführt, um viel Akkukapazität für den Endanflug mit Vollgas übrig zu haben. Ziel ist es, die Drohne mit möglichst hoher Geschwindigkeit an das Gebäude heran und durch die offene, weil beschädigte, Eingangstüre in das Gebäude zu fliegen. Das hohe Annäherungstempo soll dem Gegner keine Zeit geben, elektronische Gegenmassnahmen in Gang zu setzen. Der Pilot achtet vor Beginn des Fluges auf einen möglichst stabilen Stand oder führt den Flug in sitzender Stellung durch, damit er, beeinflusst durch das FPV-Bild, nicht aus dem Gleichgewicht gerät. Er setzt die Brille auf und startet seine Drohne. Über das Videobild werden dem Piloten ein künstlicher Horizont, sein Kurs und die Geschwindigkeit sowie Informationen zum Akkustand und der Qualität der Funkverbindung angezeigt. Sein Navigator unterstützt ihn dabei, den Kurs zu halten sowie das richtige Gebäude zu finden.

Der Angriffsflug gelingt wie gewünscht. Zwar bricht das Videobild auf den letzten Metern vor dem Ziel durch Funkschatten aufgrund geringer Flughöhe zusammen. Aber der Flugvektor war dank der guten Flugplanung korrekt und die Drohne fliegt durch die Tür. Beim Aufschlag der FPV-Drohne im Gebäude bekommen zwei Drähte am Bug der Drohne Kontakt und lösen die Zündung aus. Der Kompaniekommandant, der in seinen Gefechtsstand ebenfalls das Livebild der taktischen Aufklärungsdrohne verfolgt, sieht, wie das Gebäude in die Luft fliegt und das Dach in sich zusammenbricht. Er bewertet den Einsatz seines FPV-Teams daher als erfolgreich.