

## Expertise

# Drohnenkriegsführung im Ukrainekrieg

## Entwicklungstendenzen, organisationelle und rüstungsindustrielle Implikationen



**IVO CAPAUL,**

Center for Security Studies (CSS) der ETH Zürich

### Abstract

The Russo-Ukrainian War re-defines the tactical role of unmanned aerial vehicles. This article analyses the current state of drone warfare on the frontlines in Ukraine, attempting to draw lessons for Western armed forces. It highlights the implications of the drone-based tactical reconnaissance strike complex (tSNFW) and theorises the dynamics between innovation and counter-innovation at play in drone warfare. Two further key factors en-

abling drone warfare in the Russo-Ukrainian War are examined; the integration of drones into the overall force structure as well as drone supply chains. This analysis suggests that early capacity-building and iterative capability development – as opposed to leapfrogging – is a potential strategy to allow Western armed forces to keep pace in a continuously evolving drone warfare environment.

**Schlüsselbegriffe** Drohnen; Ukrainekrieg; Streitkräfteentwicklung; Doktrin; Drohnenkriegsführung; Trends

**Keywords** drone warfare; War in Ukraine; doctrine; forces development; trends



**IVO CAPAUL** M.A., ist Researcher am Center for Security Studies (CSS) der ETH Zürich, wo er sich mit doktrinalen und militärstrategischen Fragen im Zusammenhang mit Zukunftstechnologien sowie asymmetrischen Konflikten auseinandersetzt. Er verfügt über Masterabschlüsse der SciencesPo Paris und der Universität St. Gallen.  
E-Mail: [ivo.capaul@sipo.gess.ethz.ch](mailto:ivo.capaul@sipo.gess.ethz.ch)

## Einleitung

Rund 1,3 Millionen Kleindrohnen wurden im Jahr 2024 in der Ukraine produziert und an die nationalen Streitkräfte ausgeliefert (Verteidigungsministerium der Ukraine, 2024). Schätzungsweise 70 % der Personalverluste beider Konfliktparteien im Ukrainekrieg werden momentan durch Drohnen verursacht (Santora et al., 2025). Der durchschnittliche Stückpreis des meistverbreiteten Drohnentyps ist mit zirca 500 US-Dollar zu beziffern. (Milasauskas & Jaškūnas, 2024). Diese drei Zahlen mögen plakativ wirken, widerspiegeln jedoch die zentrale Rolle, welche der Drohnenkriegsführung aktuell im Ukrainekrieg zukommt.

Dieser Artikel liefert eine Momentaufnahme des aktuellen Stands der Kriegsführung mit Drohnen im Ukrainekrieg und versucht, daraus einige allgemeine, auf westliche Streitkräfte übertragbare Einsichten abzuleiten. Der Fokus liegt dabei auf drei Schlüsselaspekten. Erstens auf den sich herauskristallisierenden Trends auf taktisch-technischer Ebene, zweitens auf der Integration von Drohnen innerhalb der Streitkräfteorganisation und drittens auf der Problematik der industriellen Versorgung. Die Analyse stützt sich unter anderem auf Aussagen ukrainischer Frontsoldaten mit unmittelbarem Bezug zur Drohnenkriegsführung als Primärquellen. Dieser Ansatz birgt das Risiko subjektiver Verzerrungen, ermöglicht jedoch einen hohen Grad empirischer Verankerung.

## Taktisch-technische Trends

Bereits die frühen Kampfphasen nach Beginn der russischen Vollinvasion 2022 waren stark von der Präsenz unbemannter Luftfahrzeuge geprägt. Während die Ukraine anfänglich mit Drohnen aus ausländischer Produktion, etwa der Bayraktar TB2 oder der Switchblade-300 Loitering Munition, vielbeachtete Erfolge erzielen konnte (Kunertova, 2024, S. 8), sind diese Systeme im heutigen Konfliktgeschehen von vernachlässigbarer Relevanz. An ihre Stelle sind – erheblich beschleunigt seit 2024 – rund 300 unterschiedliche, mehrheitlich aus ukrainischer Entwicklung stammende Drohnenmodelle getreten (Molloy, 2024, S. 9). Diese decken von der Aufklärung über die Zielerfassung bis zur Zielbekämpfung auf unterschiedlichste Distanzen ein breites Fähigkeitsspektrum ab. Diese neue Drohnengeneration ist gut an die taktischen Bedürfnisse angepasst, kostengünstig und in ausreichenden Mengen verfügbar.

**«Diese qualitativen und quantitativen Fortschritte ermöglichten die systematische Einbettung von Drohnen in Einsatzkonzepte und Streitkräfteorganisation – mit der Konsequenz, dass die «Drohnenwaffe» de facto zu einer eigenen Waffengattung avanciert ist, die das Konfliktgeschehen entscheidend prägt.»**

Diese qualitativen und quantitativen Fortschritte ermöglichten die systematische Einbettung von Drohnen in Einsatzkonzepte und Streitkräfteorganisation – mit der Konsequenz, dass die «Drohnenwaffe» de facto zu einer eigenen Waffengattung avanciert ist, die das Konfliktgeschehen entscheidend prägt. Dieses Kapitel umreißt und interpretiert die dabei zu beobachtenden taktisch-technischen Trends. Der taktische Fokus liegt dabei auf dem Verhältnis zwischen Manöver und Denial, der technische auf den eskalativen Dynamiken zwischen Innovation und Gegeninnovation.

## Manöver und Denial

Die im Ukrainekrieg zu beobachtenden taktischen Auswirkungen der Proliferation kleiner Drohnen lassen sich anhand des Konzepts des (taktischen) Sensor-Nachrichten-Führungs-Wirkungsverbunds (tSNFW) aufzeigen. Dieses Konzept ist eng verwandt mit dem aus der englischsprachigen Literatur bekannten «OODA-Loop» (observe, orient, decide, act). Die Effektivität von Drohnen ist nicht bloss eine Funktion ihrer stetig zunehmenden technischen Leistungsfähigkeit, sondern ergibt sich vor allem auch aus der taktischen Innovation, die ihr koordinierter Einsatz ermöglicht. Namentlich kann so ein zeiteffizientes, in sich geschlossenes Gesamtsystem von Aufklärung, Zielerfassung und Zielbekämpfung auf taktischer Stufe aufrechterhalten werden. (Kagan et al., 2024, S. 12)

**«Die Effektivität von Drohnen ist nicht bloss eine Funktion ihrer stetig zunehmenden technischen Leistungsfähigkeit, sondern ergibt sich vor allem auch aus der taktischen Innovation, die ihr koordinierter Einsatz ermöglicht.»**

In diesem tSNFW erfüllen Drohnen eine Reihe von Schlüsselfunktionen. Aufklärungsdrohnen ermöglichen eine früher unvorstellbare Informationsdichte über taktische Verhältnisse und schaffen damit die

**«Ganz ohne eigenes Manöver wird  
aber auch die defensivste Verteidi-  
gungsdoktrin nicht auskommen,  
weshalb auch erhebliche Investitionen  
in die Fähigkeit zur physischen und  
elektronischen Durchbrechung gegne-  
rischer tSNFW erforderlich sein  
werden.»**

Grundlagen für einen effektiveren Einsatz von nicht nur Bomber- oder FPV-Kamikazedrohnen, sondern auch der Artillerie und Infanterie. Nur mit Drohnen ist es jedoch nicht getan:

Zentrales Bindeglied zwischen Sensor und Effektor ist moderne Battlefield Management Software, beispielsweise die ukrainische «Delta» (Soesanto, 2024, S. 14), eingebettet in dezentrale Kommandostrukturen mit kurzen Entscheidungswegen (Kagan et al., 2024, S. 40).

Die wesentliche derzeit zu beobachtende Auswirkung der zunehmend eingespielten Drohnen-tSNFW beider Konfliktparteien ist die Verhärtung der Frontlinien (Kagan et al., 2024, S. 19), durchaus mit Parallelen zur Westfront im Ersten Weltkrieg (Erath, 2024). Zurückzuführen ist dies zum einen auf den Umstand, dass diese tSNFW gepanzerte Fahrzeuge effektiv aufklären und vernichten können und daher den Einsatz grösserer mechanisierter Formationen, der traditionellen Träger der Manöverkriegsführung, erheblich erschweren (Moskaliuk, 2024a). Als Folge davon werden Vorstösse zunehmend von kleinen abgesessenen Einheiten unternommen (Moskaliuk, 2024b). Zum anderen ist festzustellen, dass Drohnen sich zwar bestens dazu eignen, einen Gegner daran zu hindern, Geländegewinne zu erzielen, selbst jedoch wenig dazu beitragen, die so eröffneten Handlungsfenster zugunsten der eigenen taktischen Initiative zu nutzen. Zumindest im aktuellen Frontgeschehen bewähren sich Drohnen nicht als Universalwaffen, sondern vor allem als Instrumente des Denial. Manöverkriegsführung wird hier also erst wieder stattfinden können, wenn der gegnerische tSNFW für eine hinreichend lange Zeit unterbrochen wird (Kagan et al., 2024, S. 44), um taktischen Bodenoffensiven eine hinreichende Erfolgswahrscheinlichkeit zu bieten.

Diese Beobachtung ist für jede Streitkraft von Bedeutung, denn letztlich geht es stets darum, das eigene Manöver zu ermöglichen und das gegnerische zu verhindern. Für westliche Streitkräfteplaner steht hier die Frage im Raum, welches Verhältnis zwischen Denial und Manöver vor dem Hintergrund der Proliferation und Leistungssteigerung taktischer Drohnen künftig anzustreben und realistisch erreichbar ist. Erfreulich sind die neuen defensiven Potenziale,

welche sich hier auftun – gerade auch für kleinere, strukturell auf Denial ausgerichtete Staaten wie die Schweiz. Ganz ohne eigenes Manöver wird aber auch die defensivste Ver-

teidigungsdoktrin nicht auskommen, weshalb auch erhebliche Investitionen in die Fähigkeit zur physischen und elektronischen Durchbrechung gegnerischer tSNFW erforderlich sein werden.

**Innovation und Gegeninnovation**

Die ukrainischen und russischen Drohnen-tSNFW entwickeln sich im stetigen Wettbewerb von Innovation und Gegeninnovation weiter. Die Ausgangslage ist im Wesentlichen, dass die «typische» zu Kriegsbeginn eingesetzte Drohne – beispielsweise die Bayraktar TB2 (Kunertova, 2024, S. 10) – aufgrund ihres physischen Aufbaus, ihrer Flugeigenschaften sowie ihrer Steuerung verletzlich gegen kinetische (Luftabwehr) wie auch elektronische elektronische Kriegsführung (EKF) Gegenmassnahmen ist.

Um diesen Gegenmassnahmen zu begegnen, stehen grundsätzlich Strategien der Neutralisierung, Umgehung oder Sättigung zur Auswahl. Neutralisierung bedeutet, die Gegenmassnahme zu vereiteln, ohne die eigene Massnahme (hier: technische Auslegung und Einsatzverfahren der Drohne) wesentlich zu verändern; Umgehung heisst, die Gegenmassnahme zu vereiteln, indem man die eigene Massnahme anpasst; Sättigung bedeutet, die eigene Verletzlichkeit gegenüber der Gegenmassnahme zu akzeptieren, diese jedoch durch die schiere Masse der eigenen Mittel zu überwältigen.

Alle drei Strategien erweisen sich im aktuellen Frontgeschehen als bedeutsam. Dies lässt sich anhand von FPV-Kamikazedrohnen illustrieren, welche einerseits kleiner und wendiger («Umgehung») und insbesondere in ungleich grösseren Mengen verfügbar sind («Sättigung») als die zu Beginn des Krieges erfolgreichen Drohrentypen. Diese Eigenschaften machen FPV-Drohnen zu einem schwierigen Ziel für gewöhnliche kinetische Gegenmassnahmen (Wennerholm, 2024, S. 46), was wiederum den Ausbau von EKF-Gegenmassnahmen durch beide Konfliktparteien (Pultarova, 2025) erfordert. EKF-Mittel («Jammer») vermögen die Funktion

von FPV-Kamikazedrohnen stark einzuschränken, in gewissen Frontabschnitten gar gänzlich zu vereiteln (Kirtoka, 2025a; Moskaliuk, 2024d). Dies wiederum erhöht aus Sicht des Drohnennutzers die Priorität, derartige Systeme – etwa durch Artilleriebeschuss – auszuschalten («Neutralisierung»).

Parallel dazu werden aber auch andere Wege der Umgehung beschritten, etwa der Einsatz von störungsresistenten Steuerungssystemen wie dem Frequenzsprung-Verfahren (Moskaliuk, 2025a), Glasfaserdrähten (Kuzmenko, 2025) sowie KI-basierter Steuerungssoftware (Bondar, 2025, S. 26), wobei sich die letztere Fähigkeit bisher noch nicht vollumfänglich an der Front bemerkbar macht (Moskaliuk, 2024e). In diesem Kontext ist anzunehmen, dass kinetische Gegenmassnahmen zur Abwehr EKF-resistenter Drohnen künftig wieder eine prominentere Rolle einnehmen werden, welchen wiederum durch neue Sättigungs- und Umgehungsstrategien (mehr Drohnen, die höher, tiefer oder schneller fliegen) zu begegnen wäre.

Auch im Zusammenhang anderer Drohnentypen sind ähnliche Dynamiken von Innovation und Gegeninnovation zu beobachten. So finden Drohnen etwa als Bomber, als «Mutterschiffe» für kleinere Drohnen sowie bei der Minenverlegung Anwendung (Moskaliuk, 2025b; Anderson, 2025). Die Reaktion auf diese neu auftretenden Drohnentypen besteht vorwiegend aus Gegeninnovationen taktischer Natur, etwa verbesserter Tarnung, dem Ausbau von Feldbefestigungen (z. B. Netze und Seile) sowie der Änderung von Bewegungsmustern im Feld, um die Entdeckung durch gegnerische Drohnen zu erschweren (Terrogence Global, 2024, S. 26ff.).

Es ist anzunehmen, dass sich dieser dynamische Wettbewerb zwischen Innovation und Gegeninnovation weiter fortsetzen wird. Die zentrale Implikation, auch für westliche Streitkräfte, ist die Notwendigkeit, nicht nur möglichst agil auf neue technische, taktische und organisatorische Notwendigkeiten der Drohnenkriegsführung reagieren zu können, sondern diese aktiv mitzugestalten. Aufgrund des dynamischen Charakters der Innovation im Bereich militärischer Drohnenanwendungen sowie des komplexen Zusammenspiels der einzelnen technologischen und taktischen Elemente eines Drohnen-tSNFW scheint das «leapfrogging», also das passive Abwarten und Übernehmen vermeintlich

**«Eine eigene dynamische Innovationsfähigkeit kann nur durch eine langfristige, ergebnisoffene Kultur des «Trial and Error» gewährleistet werden.»**

ausgereifter Technologien und Einsatzverfahren, keine realistische Hoffnung darzustellen. Eine eigene dynamische Innovationsfähigkeit kann nur durch eine langfristige, ergebnisoffene Kultur des «Trial and Error» gewährleistet werden.

### **Drohnen in der Streitkräfteorganisation**

Die Nutzung und Weiterentwicklung der taktischen und operativen Potenziale der Drohnentechnologie sind abhängig von ihrer zweckmässigen Integration innerhalb der Streitkräfteorganisation. Wie dies gelingen kann, beschreibt dieses Kapitel anhand der ukrainischen Streitkräfte, deren diesbezügliche Ordre de Bataille deutlich transparenter ist als die russische. Die «Drohnenwaffe» ist hier inzwischen fest verwurzelt, was auf ein Zusammenwirken von Bottom-Up- und Top-Down-Dynamiken zurückzuführen ist.

Beinahe universelle Verbreitung bis hinunter auf die unterste taktische Ebene finden Aufklärungsdrohnen sowie Drohnenwarn- und Störsysteme. Kommerzielle (jedoch oft modifizierte) Aufklärungsdrohnen des Typs DJI Mavic gehören bei frontnah eingesetzten Infanterie-, Artillerie- und Mörserereinheiten zur Standardausrüstung (Kirtoka, 2024, Moskaliuk, 2024f; Kirtoka, 2025b). Drohrendetektoren, welche die elektromagnetische Signatur von Drohnen auf einige Kilometer Distanz erkennen und so die individuelle Vorwarnzeit verlängern, gehören zur persönlichen Ausrüstung vieler Soldaten (Deprez, 2024). Zunehmend verbreitet, jedoch als Korpsmaterial, sind auch mobile Störsender bzw. EKF-Effektoren. (Santora et al., 2025).

Kamikazedrohnen werden von eng in die Fronteinheiten eingebetteten Teams eingesetzt. Ein typisches ukrainisches FPV-Team zählt üblicherweise drei bis fünf Soldaten (Kirtoka, 2025a). Es besteht aus mindestens einem FPV-Piloten, einem «Sappeur», welcher Nachschub, Reparatur und Logistik der Kamikazedrohnen verantwortet, sowie einem Kommandanten, welcher über die Battlefield Management Software die Zielerfassung und -zuweisung durchführt (Moskaliuk, 2025c). Ein solches Team wird häufig durch einen Überwachungsdrohnen-Piloten ergänzt (Kirtoka, 2025a) und

verschleisst während eines durchschnittlichen Kampftages 15–25 Kamikazedrohnen (Moskaliuk, 2024g) – an intensiven Kampftagen durchaus doppelt so viele (Moskaliuk, 2024h). Zur Standardausrüstung eines solchen Teams gehören neben den benötigten Drohnen auch ein Starlink-Kit, ein Generator zur Stromerzeugung sowie zusätzliche Antennen zur Stabilisierung der Funkverbindung mit den FPV-Drohnen in EKF-saturiertem Gelände (Moskaliuk, 2024i). Dadurch, dass innerhalb eines FPV-Teams sämtliche Fähigkeiten zur Sicherstellung eines SNFW-Verbundes auf taktischer Stufe vorhanden sind, kann das Team entsprechend schnell den gesamten Prozess von Zielaufklärung, Zielerfassung und Zielbekämpfung durchlaufen.

Gemäss eigener Recherche verfügen mindestens 43 von 62 analysierten ukrainischen Kampfbrigaden über Drohneneinheiten in Bataillons- oder Kompaniestärke. In anderen Quellen ist von insgesamt 60 Drohnenkompanien innerhalb der ukrainischen Streitkräfte die Rede (Samus, 2025, S. 2). Aus diesen Einheiten dürfte sich das Gros der oben erwähnten FPV-Teams speisen. Weiterhin sind bei diesen Einheiten spezialisierte Mittel mit Bedeutung für die obere taktische Ebene vorhanden, etwa Starrflügler-Aufklärungsdrohnen, EKF-Mittel oder Angriffsdrohnen grösserer Reichweite. Ein anschauliches Beispiel hierfür sind die «Birds of Magyar». Diese Einheit hat, vorwiegend auf Initiative ihrer Gründer, substanzielle Drohnenfähigkeiten aufgebaut, wurde im Frühjahr 2024 zum ersten eigenständigen Drohnenbataillon innerhalb der ukrainischen Streitkräfte (Burdeyna, 2024) und ist seitdem auf Brigadestärke angewachsen (Woods, 2025).

Als Neuerung auf der obersten Organisationsebene ist die 2024 erfolgte Gründung der «Unmanned Systems Forces» (USF) zu erwähnen. Es handelt sich hierbei um die weltweit erste und bisher einzige Teilstreitkraft, deren Fokus auf der Kriegsführung mit unbemannten Systemen liegt (Nagel & Lindegaard, 2025). Hauptzweck dieser Teilstreitkraft ist es, als Integrations- und Innovationsmotor für die gesamtheitliche Weiterentwicklung der ukrainischen Drohnenfähigkeiten zu dienen. Diese Rolle erfüllt die USF, indem sie neue un-

bemannte Systeme erprobt, deren Herausgabe an die Fronteinheiten organisiert, Kontakte zu ukrainischen Drohnenproduzenten unterhält und Doktringrundlagen entwickelt (Bondar, 2024).

Insgesamt wird aus diesen Erwägungen klar, dass sich Drohnenfähigkeiten fest in den Organisationsstrukturen der ukrainischen Streitkräfte verwurzelt haben. Dabei stellt die Drohnenkriegsführung einen Paradigmenwechsel dar, der sämtliche Kombattanten und nicht nur spezialisierte Drohnenoperateure betrifft. Daraus lässt

sich die grundsätzliche Einsicht ableiten, dass Streitkräfte den neuen Risiken und Potenzialen der Drohnenkriegsführung nur durch eine umfassende Herangehensweise gerecht werden können. Sowohl entlang der vertikalen (von der niedrigsten taktischen bis hinauf zur operativen Stufe) als auch der horizontalen Organisationsachse (über die verschiedenen Waffengattungen und Teilstreitkräfte) braucht es eine intensive Auseinandersetzung mit der Frage, wie sich die massenhafte Präsenz eigener und gegnerischer Drohnen auf die Gangbarkeit bisheriger technischer, taktischer und organisatorischer Konzepte auswirken wird. Wie bereits diskutiert, stellt dies insbesondere für mechanisierte Verbände eine signifikante Herausforderung dar. Eine niedrigschwellige und gleichzeitig besonders dringende Massnahme ist hier die grossmassstäbliche Einführung von Drohrendetektoren und mobilen EKF-Mitteln.

### Industrielle Versorgung

Die industrielle Versorgung mit militärischen Kleindrohnen ist eine komplexe Herausforderung, da hier zwei tendenziell gegenläufige Bedürfnisse befriedigt werden müssen: Einerseits die möglichst effiziente Massenfertigung, andererseits die möglichst agile Anpassungsfähigkeit an den stetigen Wandel technischer Möglichkeiten und taktischer Notwendigkeiten. Dieses Kapitel skizziert und vergleicht die diesbezüglichen Herangehensweisen der Ukraine und Russlands.

Die ukrainische Herangehensweise lässt sich als Ökosystem beschreiben (Matlack et al., 2025, S. 8), in wel-

**«Dabei stellt die Drohnenkriegsführung einen Paradigmenwechsel dar, der sämtliche Kombattanten und nicht nur spezialisierte Drohnenoperateure betrifft.»**



chem der Staat und seine Streitkräfte zwar eine Schlüsselrolle spielen, aber nicht als einheitlich handelnde oder gar zentral lenkende Akteure auftreten. Innerhalb dieses Ökosystems interagieren unterschiedliche Akteure mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Interessen. Neben Industrieunternehmen (z. B. Antonov, Escadrone, TAF), Risikokapitalgebern, staatlichen Beschaffungs- und Koordinationsinstanzen (USF, Brave1, Ministerien) und den Streitkräften als Bedarfsträger und Innovationstreiber erfüllen hier auch unkonventionelle Akteure wichtige Funktionen.

Zunächst ist festzustellen, dass die Streitkräfte selbst bemerkenswerte Bottom-up-Innovationsarbeit leisten und einzelne Drohneneinheiten tendenziell «auf dem kurzen Dienstweg» mit der Angebotsseite interagieren. Zu dieser gehören auch NGOs (z. B. Army of Drones, Radarom, Come Back Alive), welche Spenden sammeln und damit Drohnen gemäss den Präferenzen individueller Einheiten einkaufen oder selbst fertigen. Dabei wird auch auf zahlreiche Freiwillige zurückgegriffen, welche in Heimarbeit Komponenten für FPV-Drohnen herstellen (Matlack et al., 2025, S. 7). Diese dezentralisierte Herangehensweise dürfte aus produktionstheoretischer Sicht kein Maximum an Effizienz ermöglichen, brachte jedoch mehrfach besonders effektive Drohnenbaumuster hervor (Moskaliuk, 2024b; 2024i). Allerdings scheint sich auch die Qualität der durch das ukrainische Verteidigungsministerium zentral beschafften Drohnen im Lauf der Zeit deutlich verbessert zu haben (Moskaliuk, 2024h).

Russland wiederum setzt stärker auf traditionelle, zentralisierte Beschaffungsmethoden. Drohnen werden gemäss fixer Spezifikationen und Verträge vom Verteidigungsministerium in grossen Mengen bestellt und von konventionellen Industrieakteuren gefertigt (Stepanenko, 2024). Der Vorteil dieser Herangehensweise sind die Skaleneffekte, welche bei der Serienproduktion standardisierter Baumuster entstehen. So scheint Russland, gerade im FPV-Bereich, momentan mehr Drohnen als die Ukraine zu produzieren (Roblin, 2024). Dessen ungeachtet, beklagen russische Analysten einen konstanten Mangel an Drohnen (Wennerholm, 2024, S. 51). Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass Russland stark von der Lizenzfertigung iranischer Drohnen (Plichta & Rossiter, 2024, S. 1017) sowie von einem (im Vergleich zur Ukraine) erleichterten Zu-

gang zu Komponenten aus China profitiert (Moskaliuk, 2024j).

Der Nachteil des russischen Beschaffungsmodells scheint darin zu bestehen, dass wenig Flexibilität für kurzfristige technische Verbesserungen besteht. Dafür spricht die oftmals mangelhafte Tauglichkeit russischer Drohnen im Fronteinsatz (Roblin, 2024). Die Konsequenz daraus ist, dass russische Drohnenoperateure häufig darauf angewiesen sind, Taktiken anzuwenden, bei welchen die Quantität und nicht die Qualität der eingesetzten Systeme im Vordergrund stehen (Moskaliuk, 2024b). Nichtsdestotrotz kann der russischen Rüstungsindustrie die Innovationsfähigkeit nicht abgesprochen werden. So war es die russische Seite, welche nicht nur FPV-Drohnen zuerst in Massenproduktion herstellen konnte (Moskaliuk, 2025a), sondern auch als erste Glasfaserdrohnen an der Front einsetzte (Kirichenko, 2025).

Diese Beobachtungen legen nahe, dass Staaten, welche selbst militärische Kleindrohnen produzieren wollen, einen Kompromiss zwischen den Vor- und Nachteilen zweier inverser Herangehensweisen finden müssen. Das eine Modell legt seinen Fokus auf effiziente Massenproduktion, nimmt aber schwerfälligere Innovationszyklen in Kauf. Aus taktischer Sicht dient dieses Modell in erster Linie einer auf Quantität setzenden Sättigungsstrategie und verfestigt eine solche. Das andere Modell priorisiert die Erforschung und Nutzbarmachung neuer taktisch-technischer Möglichkeiten und Notwendigkeiten, nimmt dafür aber Abstriche bezüglich der Fertigungseffizienz in Kauf. Die ukrainische Herangehensweise dient somit schwerpunktmässig einer an Qualität orientierten Umgehungsstrategie.

### Schlussbemerkungen

Basierend auf empirischen Erkenntnissen aus dem Ukrainekrieg stellt dieser Artikel eine Reihe von Implikationen der laufenden «Drohnenrevolution» zur Diskussion. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass der Drohnen-tSNFW ein relativ leicht aufzubauendes und dabei ausgesprochen effektives Instrument des Denial zu sein scheint. Daraus ergeben sich Chancen, insbesondere aus Sicht einer defensiv orientierten Doktrin, jedoch auch die erheblichen Herausforderungen, einen gegnerischen tSNFW zu durchbrechen und entsprechende Handlungsfenster zugunsten der eigenen taktischen Initiative auszu-

nützen. Darauf adäquat zu reagieren, ist keine Frage einmaliger Beschaffung, Reorganisation und Umschulung, sondern verlangt den Aufbau eines umfassenden Drohnen-Ökosystems, welches in der Lage ist, den Wandel der doktrinalen, organisatorischen und technologischen Rahmenbedingungen der Drohnenkriegsführung nicht nur nachzuvollziehen, sondern auch aktiv mitzugestalten.

Anhaltspunkte, wie ein Staat auf diese Herausforderungen reagieren kann, liefert das Beispiel der ukrainischen Streitkräfte. Übertragbar sind diese Anhaltspunkte jedoch nur mittelbar. Ein Konfliktszenario, auf welches sich westliche Streitkräfte – auch die Schweizer Armee – realistischerweise vorbereiten müssen, dürfte von anderen Rahmenbedingungen geprägt sein als der momentan stattfindende Ukrainekrieg. (Hoffmann, 2025). Ebenso ist zu bedenken, dass die Ukraine momentan den Krieg führt, den sie (unter Bedingungen der Material- und Personalknappheit) führen muss, und nicht denjenigen, den sie unter idealeren Voraussetzungen optimalerweise führen würde.

***Drohnen sind in der Kriegsführung angekommen, um zu bleiben – gleichzeitig werden militärische Drohnenfähigkeiten in den kommenden Jahren einen raschen Wandel erfahren, den es nicht zu verpassen gilt.»***

Fest steht jedenfalls: Es bedarf eines raschen Aufbaus von Drohnenkompetenzen innerhalb der eigenen Streitkräfte. Drohnen sind in der Kriegsführung angekommen, um zu bleiben – gleichzeitig werden militärische Drohnenfähigkeiten in den kommenden Jahren einen raschen Wandel erfahren, den es nicht zu verpassen gilt. Eine Armee, die morgen Drohnen einsetzen und sich gegen solche verteidigen können möchte, muss bereits heute einen Kompetenzpool an Praxiswissen aufbauen, um den taktischen Einsatz von Drohnen nicht nur zu begreifen, sondern auch in die Praxis umzusetzen und damit auch weiterzuentwickeln. Schliesslich ist eine zeitnahe praktische Befähigung relevanter, als es jede empirische Auseinandersetzung mit einem Konfliktbild – wie sie in diesem Artikel stattfindet – sein könnte. ♦

## Quellenverzeichnis

- Anderson, N. (04. Februar 2025). Drones are now launching drones to attack other drones in Ukraine. *ArsTechnica*, <https://arstechnica.com/culture/2025/02/from-motherships-to-shotguns-drone-war-evolves-rapidly-in-ukraine/>
- Bondar, K. (2024). *Why Ukraine is Establishing Unmanned Forces Across Its Defense Sector and What the United States Can Learn from It*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/why-ukraine-establishing-unmanned-forces>
- Bondar, K. (2025). *Ukraine's Future Vision and Current Capabilities for Waging AI-Enabled Autonomous Warfare*. Center for Strategic and International Studies. [https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2025-03/250306\\_Bondar\\_Autonomy\\_AI.pdf?VersionId=E2h8uqROea77udoc\\_og82HWSrfgfJRTZ](https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2025-03/250306_Bondar_Autonomy_AI.pdf?VersionId=E2h8uqROea77udoc_og82HWSrfgfJRTZ)
- Burdeyna, E. (16. Januar 2024). From company to battalion: «Birds of Magyar» became the first separate unit of UAVs in the Armed Forces of Ukraine, – Brovdi. *Focus.ua*. <https://web.archive.org/web/20240129143840/https://focus.ua/uk/voennye-novosti/620460-z-roti-v-batalyon-ptahi-madyara-stali-pershoyu-okremoyu-chastinoyu-bpla-u-skladi-zsu-brovdi>
- Butusov, Y. (17. März 2025). Dmytro Filatov, commander of 1st 'Da Vinci' SAB, on 153rd Brigade: Gather 20 of worst soldiers, we will train them, and when they return, they will start fighting and become leaders. *Censor.net*. <https://censor.net/en/r3538788>
- Deprez, F. (04. August 2024). Ukraine's Pocket-Sized Answer to Russian Drones. *Foreign Policy*. <https://foreignpolicy.com/2024/08/05/ukraine-russia-war-drone-detectors-jamming-tsukorok/>
- Erath, J. (2024). *The Ukraine War After Two Years – A Lesson From the Past*. Center for Arms Control and Non-Proliferation. <https://armscontrolcenter.org/the-ukraine-war-after-two-years-a-lesson-from-the-past/>
- Hoffmann, F. (2025). A Russia-NATO War Would Look Nothing Like Ukraine. *Foreign Policy*, <https://foreignpolicy.com/2025/05/19/russia-nato-war-putin-ukraine-nuclear-strategy-baltics/>
- Kagan, F. W., Kagan, K., Clark, M., Hird, K., Bugayova, N., Stepanenko, K., & Barros, G. (2024). *Ukraine and the Problem of Restoring Maneuver in Contemporary War*. Institute for the Study of War. [https://www.understandingwar.org/sites/default/files/Ukraine%20and%20the%20Problem%20of%20Restoring%20Maneuver%20in%20Contemporary%20War\\_final.pdf](https://www.understandingwar.org/sites/default/files/Ukraine%20and%20the%20Problem%20of%20Restoring%20Maneuver%20in%20Contemporary%20War_final.pdf)

- Kirichenko, D. (2025). *A New and More Deadly Drone on Russia's Battlefields*. Center for European Policy Analysis. <https://cepa.org/article/a-new-and-more-deadly-drone-on-russias-battlefields/>
- Kirtoka, V. (04. Dezember 2024). Drone operator Vasyi, call sign Boroda: Katsaps were coming at us. So I have just dropped «F», dropped Mavic and ran. I was 23 metres high and hit orc right in head! It was so beautiful!». *Censor.net*, <https://censor.net/en/resonance/3522025/call-sign-boroda>
- Kirtoka, V. (12. Februar 2025a). Hero of Ukraine Tymofii Orel, Kyiv resident: «Until 2022, I was civilian, making music videos and films. Now, I destroy Russian equipment using UAVs». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3534701>
- Kirtoka, V. (30. Januar 2025b). Serhii Tretiak, Commander of 68th Brigade: «For as long as I have been in Pokrovsk direction, there hasn't been single day without assaults. Five or six per day – never less.». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3531380>
- Kunertova, D. (2024). *Learning from the Ukrainian Battlefield: Tomorrow's Drone Warfare, Today's Innovation Challenge*. Center for Security Studies der ETH Zürich. [https://css.ethz.ch/publikationen/weitere-berichte-studien/details.html?id=/l/e/a/r/learning\\_from\\_the\\_ukrainian\\_battlefield](https://css.ethz.ch/publikationen/weitere-berichte-studien/details.html?id=/l/e/a/r/learning_from_the_ukrainian_battlefield)
- Kuzmenko, Y. (07. April 2025). «Duel with enemy sniper? Over radio came warning: be careful, enemy has «one-eyed...» in sector» – sniper and mortar operator with call sign Chub. *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3545265>
- Matlack, J.-W., Schwartz, S., & Gill, O. (2025). *Ukraine's Drone Ecosystem and the Defence of Europe*. LSE Ideas. <https://www.lse.ac.uk/ideas/Assets/Documents/Research-Reports/2025-04-05-DRONES-MatlackSchwartzGill-FINAL-WEB.pdf>
- Milasauskas, t., & Jaškūnas, L. (20. Juni 2024). *FPV drones in Ukraine are changing modern warfare*. Atlantic Council UkraineAlert. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/fpv-drones-in-ukraine-are-changing-modern-warfare/>
- Molloy, O. (2024). *Drones in Modern Warfare: Lessons Learnt from the War in Ukraine*. Australian Army Occasional Paper No. 29. [https://researchcentre.army.gov.au/sites/default/files/241022-Occasional-Paper-29-Lessons-Learnt-from-Ukraine\\_2.pdf](https://researchcentre.army.gov.au/sites/default/files/241022-Occasional-Paper-29-Lessons-Learnt-from-Ukraine_2.pdf)
- Moskaliuk, O. (03. Dezember 2024a). Pilot with call sign Zub: «We strike until head blows off or until you see that it's definitely over». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3521354>
- Moskaliuk, O. (26. Dezember 2024b). Call sign Droid: «Kurakhove direction is very difficult. It seems that Russians have gathered absolutely all electronic warfare here». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3526611>
- Moskaliuk, O. (01. April 2024c). Denys Nahornyi, Artillery Chief of Staff of 4th Rubizh Brigade: «War will turn from trench warfare to subterranean warfare». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3481645>
- Moskaliuk, O. (22. April 2024d). Oleh Karsim: «FPV or «Bat» pilot cannot win war. He can level everything to ground, dismantle dugouts, but he will not go to gain footing.». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3485180>
- Moskaliuk, O. (30. September 2024e). Call sign Scout: «No one said: «Oh, there are more of them, so that's it, guys, let's make deal and give something back.» No! Everyone is in their place.». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3509656>
- Moskaliuk, O. (06. Dezember 2024f). Chief Sergeant of UAV platoon, call sign Hedgehog: «There were cases when there were more drones with payload drops and spotter-drones in sky than soldiers on both sides». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3523753>
- Moskaliuk, O. (19. Dezember 2024g). Yehor Firsov, Chief Sergeant of UAV Strike Company of 109th TDF Brigade: «Almost all drones we receive from state need to be retrofitted». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3525723>
- Moskaliuk, O. (14. November 2024h). Call sign Skif: «We had cases of such powerful enemy attacks that 40 drones were lost in day». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3519383>
- Moskaliuk, O. (03. Juni 2024i). Call Sign Bingo: «Only way out for Russians now is to just leave. For all other options, they are f#cked». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3492493>
- Moskaliuk, O. (07. Juni 2024j). Commander of Strike Company, call sign Banderas: «Most people have no restrictions on air pilotage. Basically, everyone can operate.». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3492967>
- Moskaliuk, O. (26. März 2025a). Pilot with call sign Chaplain: «State has given Russian hundred drones, and he throws them around like stones. We have different story». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3542760>
- Moskaliuk, O. (01. Januar 2025b). Call Sign Expert: «It was just hell in Zaporizhzhia sector! The Russians could take a dugout and send 30-40 FPVs to destroy it in a day.». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3529295>



- Moskaliuk, O. (03. Januar 2025c). Call sign Ara: «For FPVs, it makes no difference whether they fly into Korean or Russian face. Main thing is accurate result». *Censor.net*, <https://censor.net/en/r3528273>
- Nagel, J., & Lindegaard, M. (2025). *Bolstering Defence and Deterrence: Strategic Innovation for European Security*. Centre for future Generations. <https://cfg.eu/bolstering-defence-and-deterrence/>
- Plichta, M., & Rossiter, A. (2024). A one-way attack drone revolution? Affordable mass precision in modern conflict. *Journal of Strategic Studies*, 47(6-7), 1001-1031. <https://doi.org/10.1080/01402390.2024.2385843>
- Pultarova, T. (06. April 2025). How Ukraine's Drones are beating Russian Jamming. *IEEE Spectrum*, <https://spectrum.ieee.org/killer-drones>
- Roblin, S. (2024). Head to Head: Ukraine and Russia's National UAS Programs. *Inside Unmanned Systems*, <https://insideunmannedsystems.com/head-to-head-ukraine-and-russias-national-uas-programs/>
- Samus, M. (2025). Drone-Centric Warfare. *ICDS Russia's War in Ukraine Series*, 2(7). [https://icds.ee/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2025/01/Layout-Samus.pdf](https://icds.ee/wp-content/uploads/dlm_uploads/2025/01/Layout-Samus.pdf)
- Santora, M., Jakes, L., Kramer, A. E., Hernandez, M., & Sholudko, L. (03. März 2025). A Thousand Snipers in the Sky: The New War in Ukraine. *The New York Times*, <https://www.nytimes.com/interactive/2025/03/03/world/europe/ukraine-russia-war-drones-deaths.html>
- Soesanto, S. (2024). *The Ukrainian Way of Digital Warfighting: Volunteers, Applications, and Intelligence Sharing Platforms*. Center for Security Studies der ETH Zürich. [https://css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/CSS\\_Cyberdefense\\_Report\\_Ukrainian\\_Way\\_of\\_Digital\\_Warfighting.pdf](https://css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/CSS_Cyberdefense_Report_Ukrainian_Way_of_Digital_Warfighting.pdf)
- Stepanenko, K. (2024). *Russian Efforts to Centralize Drone Units May Degrade Russian Drone Operations*. Institute for the Study of War. [https://www.understandingwar.org/sites/default/files/Russian%20Efforts%20to%20Centralize%20Drone%20Units%20May%20Degrade%20Russian%20Drone%20Operations\\_o.pdf](https://www.understandingwar.org/sites/default/files/Russian%20Efforts%20to%20Centralize%20Drone%20Units%20May%20Degrade%20Russian%20Drone%20Operations_o.pdf)
- Terrogeance Global. (2024). *Russian Military Manual Analyzing Ukrainian FPV Drone Warfare Tactics*. Terrogeance Möbius Report.
- Verteidigungsministerium der Ukraine. (11. Dezember 2024). *Міноборони передало понад 1.2 млн дронів для Сил оборони. Ще 100 000 надійдуть до кінця грудня*. [https://mod.gov.ua/news/minoboroni-peredalo-ponad-1-2-mln-droniv-dlya-sil-oboroni-shhe-100-000-nadijdut-do-kinczya-grudnya?fbclid=IwY2xjawHGO15leHRuA2Flb-QIxMQABHa6k\\_1v1F94G6DmqpVZIYO5tlByzHjG-mvZ1WYKf7NZwyX4LtP7wZcMU8dg\\_aem\\_gLqqChqU-gnw1ARxuGcWqRA](https://mod.gov.ua/news/minoboroni-peredalo-ponad-1-2-mln-droniv-dlya-sil-oboroni-shhe-100-000-nadijdut-do-kinczya-grudnya?fbclid=IwY2xjawHGO15leHRuA2Flb-QIxMQABHa6k_1v1F94G6DmqpVZIYO5tlByzHjG-mvZ1WYKf7NZwyX4LtP7wZcMU8dg_aem_gLqqChqU-gnw1ARxuGcWqRA)
- Wennerholm, D. (2024). *Above the Trenches: Russian military lessons learned about drone warfare from Ukraine*. [Masterarbeit, Uppsala University]. <https://uu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1932309&dswid=2488>
- Woods, J. (09. Mai 2025). Hungarian soldier, commander of "Birds of Magyar" awarded the title Hero of Ukraine! *Hungary News*, <https://dailynewshungary.com/hungarian-soldier-gets-highest-award-ukraine/>