



Nr. 321 | 17.11.2025

Ukraine-Analysen

Drohnenkrieg

ANALYSE	
Drohnenkrieg in der Ukraine: Das Zusammenspiel von High- und Low-Tech	2
Olena Kryzhanivska	
DOKUMENTATION	
Zeitleiste der Evolution ukrainischer FPV-Drohnen	10
STATISTIK	
Produktion und Einsatz von Drohnen	11
DOKUMENTATION	
Angriffe russischer Drohnen auf die ukrainische Zivilbevölkerung entlang des Dnipro	14
CHRONIK	
Hinweis auf die Online-Chronik	16

ANALYSE

Drohnenkrieg in der Ukraine: Das Zusammenspiel von High- und Low-Tech

Olena Kryzhanivska

DOI: 10.31205/UA.321.01

Zusammenfassung

Seit Beginn des russisch-ukrainischen Krieges prägen unbemannte Systeme zunehmend die militärischen Operationen an Land, in der Luft und zur See. Auch wenn Drohnen bislang keinen entscheidenden militärischen Durchbruch herbeigeführt haben, sind sie für das nationale Überleben der Ukraine unverzichtbar geworden. Trotz der Erwartungen an rasante, KI-getriebene Innovationen bleibt die massenhafte Produktion fortgeschrittener Systeme mit Stand von Sommer 2025 begrenzt. Im Gegensatz dazu haben Low-Tech-FPV-Drohnen (First-Person-View) eine deutliche Wirkung auf dem Schlachtfeld entfaltet. Ihre Rolle unterstreicht das dynamische Zusammenspiel von High- und Low-Tech-Lösungen in der modernen Kriegsführung.

Einleitung

Seit Beginn des russisch-ukrainischen Krieges hat die Bedeutung unbemannter Systeme in Land-, Luft- und Seeoperationen erheblich zugenommen. Obwohl Drohnen bislang keinen entscheidenden militärischen Durchbruch – etwa die Erreichung eines Kriegsziels – ermöglicht haben, sind sie für die Ukraine essenziell, um ihr nationales Überleben zu sichern (Security Disruptors, 2025). Zugleich fungieren sie als Multiplikatoren auf dem Schlachtfeld (Chahal, 2025), indem sie traditionelle militärische Fähigkeiten wie Artillerie teilweise ersetzen und die direkte Gefährdung von Soldat:innen an der Front verringern. Gleichzeitig jedoch hat der Einsatz unbemannter Systeme die Front gefährlicher gemacht: Die »Todeszone« entlang der Frontlinie erstreckt sich inzwischen auf bis zu 20 Kilometer (Arkhipova, 2025), wobei beide Seiten gezielt gegnerische Drohnenteams ins Visier nehmen.

Trotz der vielfach geäußerten Erwartung, dass sich die Drohnenkriegsführung rasch in Richtung fortgeschrittener, KI-gestützter Systeme entwickeln würde, zeigen die Entwicklungen sowohl in Russland als auch in der Ukraine, dass dieser Übergang langsamer verläuft als zunächst angenommen. Obwohl beide Länder Innovationen hervorgebracht haben, ist mit Stand vom Sommer 2025 in keinem der beiden Länder eine Massenproduktion solcher hochentwickelten Systeme erreicht worden (Stepanenko, 2025).

Im Gegensatz dazu entfaltet eine vergleichsweise einfache Lösung die größte Wirkung auf dem Schlachtfeld: First-Person-View-(FPV)-Drohnen. FPV-Drohnen sind wendige, manövrierfähige Quadrocopter mit Kamera, die über spezielle immersive Brillen gesteuert werden (Salt, 2024). Üblicherweise werden sie per Funk gesteuert, doch in inzwischen erfolgt die Signalübertragung vielfach auch über ein kilometerlanges physisches Glasfaserkabel, um die Anfälligkeit gegenüber »Jamming«,

also der Unterbrechung der Funkverbindung durch elektronische Kriegsführung, zu minimieren.

Das Nebeneinander von High-Tech und Low-Tech Drohnen – von KI-gestützten Systemen bis hin zu einfachen Glasfaserlösungen – verdeutlicht im Kontext des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine: Unter den Bedingungen sich ständig weiterentwickelnder Gegenmaßnahmen kann Innovation unerwartete Richtungen einschlagen. Die kreative Zweckentfremdung bestehender Technologien kann sich dabei als ebenso effektiv erweisen wie hochentwickelte Systeme.

Drohnenkriegsführung und ihre Rolle im russisch-ukrainischen Krieg

Der Einsatz unbemannter Systeme im Krieg reicht bis ins Jahr 1584 zurück, als während der Belagerung von Antwerpen explosive Schiffe eingesetzt wurden (Cyprian Aleksander, 2018). 1916 markierte Großbritanniens *Ruston-Proctor Aerial Target*, inspiriert von Nikola Teslas Experimenten mit Funksteuerung, einen frühen Meilenstein. In den 1930er Jahren testeten die USA Lufttorpedos und setzten im Zweiten Weltkrieg funkferngesteuerte Waffen gegen deutsche Raketenstellungen ein. Während des Kalten Krieges erweiterten unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) wie die *RP-71* die Möglichkeiten der Fernaufklärung (Blom, 2010).

Im Vietnamkrieg nutzten die USA Drohnen wie die *Ryan 147A Fire Fly* zur Aufklärung und elektronischen Nachrichtengewinnung, gefolgt von Lockheeds *Aquila*, die erstmals Laserzielmarkierungen einsetzte. Israels *Pioneer UAV* von 1982 revolutionierte die Gefechtsfeldaufklärung und beeinflusste direkt den späteren US-Einsatz im Golfkrieg, wo Systeme wie der *Hunter* mit Infrarotsensoren verwendet wurden. Die 1994 eingeführte *Predator-Drohne* – das erste US-Mittelstreckensystem mit autonomen Funktionen – wurde in Bosnien, Somalia und Kosovo eingesetzt. Bereits 2001 waren über 5.000

Drohnen in Afghanistan aktiv. Spätere Modelle wie *Raven*, *MQ-9 Reaper* und *Global Hawk* erweiterten Aufklärungs- und Angriffsoptionen (Criollo et al., 2024).

Auch nichtstaatliche Akteure erkannten das Potenzial der Drohnenkriegsführung. Der *Islamische Staat* setzte Drohnen in Syrien und im Irak ein, insbesondere während der Belagerung von Mossul 2016–2017, um Bewegungen zu verfolgen (Hutto & Patton Rogers, 2025).

Im Bergkarabachkrieg 2020 erlangte der Drohneinsatz weitere Bedeutung, als Aserbaidschan durch türkische *Bayraktar*-Drohnen die Lufthoheit über Armenien errang (Rubin, 2020).

In der Ukraine kamen Drohnentechnologien bereits vor der Vollinvasion 2022 zum Einsatz. Nach Ausbruch des bewaffneten Konflikts im Donbas 2014 begann die Ukraine, eine eigene Drohnenindustrie aufzubauen (Jankowski, 2023).

Heute ist das ukrainische Drohnenökosystem stark dezentralisiert und umfasst mindestens 500 Produzenten (Foreign Policy Council »Ukrainian Prism«, 2025), ergänzt durch zahlreiche kleine, nichtkommerzielle Hersteller, die kostengünstige Systeme in Heimarbeit montieren. Offiziellen Angaben zufolge produzierte die Ukraine im Jahr 2024 über zwei Millionen Drohnen (Lytnarovich, 2025) und plant, die Produktion auf vier Millionen zu steigern – mit einer potenziellen Kapazität von bis zu zehn Millionen Systemen im Jahr 2025 (New Voice, 2025). Die Preise reichen von wenigen Hundert US-Dollar für FPV-Drohnen bis zu einer Viertelmillion US-Dollar für Langstrecken- oder Aufklärungssysteme.

Bis Sommer 2025 zeigt sich zudem ein deutlicher Trend zur Nutzung unbemannter Bodenfahrzeuge für Minenlegung, Logistik und medizinische Evakuierung (The New Voice of Ukraine, 2025). Außerdem setzt die Ukraine vermehrt See- und Unterwasserdrohnen – etwa *SeaBaby* und *Magura* – gegen russische Infrastruktur und Marineziele im Schwarzen und Asowschen Meer ein (Fornusek, 2025).

Russland hingegen verfolgt ein stärker zentralisiertes Produktionssystem (Stepanenko et al., 2025). Seine bekannteste gegen die Ukraine eingesetzte UAV ist die iranisch designte Kamikaze-Drohne *Shahed-136*, lokal als *Geran* bezeichnet. Russland produziert diese in mehreren Fabriken tief im Hinterland, darunter in der Sonderwirtschaftszone Alabuga (Republik Tatarstan) (Goselin-Malo, 2025). Die russische Rüstungsindustrie steigert die Produktion dieser Drohnenfamilie rapide – mit einem Ziel von über 6.000 Stück pro Monat (mehr als 200 pro Tag). Sollte dieses Tempo gehalten werden, könnte die Jahresproduktion 2025 bei 70.000–75.000 Einheiten liegen (Defence Express, 2025). In Reaktion auf ukrainische Fortschritte treibt Russland auch die Entwicklung von Boden- und Seedrohnen voran (Alt-

man, 2025), bleibt dabei jedoch weiterhin hinter der Ukraine zurück.

Drohnen: Konzept und Klassifikation

Unbemannte Fahrzeuge – gemeinhin als Drohnen oder ferngesteuerte Fahrzeuge (RPVs) bezeichnet – sind Systeme, die ohne physisch anwesenden Pilot:innen betrieben werden (Criollo et al., 2024). In diesem Artikel wird der Begriff »Drohne« umfassend für Luft-, See- und Bodensysteme verwendet.

Russlands Krieg in der Ukraine hat eine außerordentliche Vielfalt unbemannter Systeme hervorgebracht. Allein im Mai 2025 setzten die ukrainischen Streitkräfte Berichten zufolge rund 400 verschiedene Typen gegen Russland ein (Military, 2025).

In der Ukraine werden Drohnen nach ihrer Bauweise (Quadrocopter, Starrflügler), Nutzlast und Propellergröße klassifiziert (Bondar, 2025c). Nach Zweckbestimmung unterscheidet man sie üblicherweise in Aufklärungs-, Angriffs-, bewaffnete Plattformen (mit Raketen oder Bomben), »Loitering Munitions« (Drohnen, die selbst als Waffe dienen), Transport- sowie Mehrzwecksysteme, die mehrere dieser Funktionen kombinieren (Krivonos, 2024).

Nach der Klassifikation des ukrainischen Verteidigungsministeriums werden Drohnen in folgende Kategorien unterteilt: Angriffs-FPV-Drohnen, Aufklärungs-Multikopter, Aufklärungs-Starrflügler, unbemannte Angriffsflugzeuge und Langstreckendrohnen (siehe Tabelle 1 auf S. 9).

NATO-Klassifizierung von Drohnen

Die NATO teilt Drohnen nach Einsatzreichweite und Flughöhe in drei Klassen ein:

- Klasse 1: Systeme unter 150 kg, die in der Ukraine am weitesten verbreitet sind. Unterteilt in Micro (< 2 kg), Mini (< 15 kg) und Small (> 15 kg), operieren sie meist im Bereich von 5–50 km über Sichtverbindungen (Malinowski, 2016).
- Klasse 2: Drohnen mit 150–600 kg, hauptsächlich für taktische Einsätze konzipiert. Sie nutzen in der Regel Satellitenkommunikation (SATCOM) für Command and Control (C2), können jedoch auch Richtantennen verwenden, um Sichtverbindungen (LOS) über 200 km aufrechtzuerhalten. Israels *Hermeles 450* gehört in diese Klasse.
- Klasse 3: Systeme mit einem Gewicht von über 600 kg, oft bezeichnet als High- oder Medium-Altitude Long Endurance (HALE/MALE). Sie operieren in Höhen von 10–20 km und dienen strategischen Zwecken. Beispiele: *Global Hawk* (HALE), *Reaper* und *Bayraktar TB2* (MALE).

Der Einfluss kleiner Drohnen der Klasse 1 in der Ukraine ist erheblich. Russische militärmedizinische

Berichte deuten darauf hin, dass über 75 Prozent der Verwundungen russischer Soldaten in Gefechten niedriger Intensität durch FPV-Angriffe verursacht wurden (Atasuntsev, 2025). Drohnen haben sich zudem als äußerst wirksam gegen schwere Panzer erwiesen: Bis Anfang Juni 2025 wurden von den 31 US-gelieferten Panzern, die die Ukraine verlor, 27 durch Drohnen zerstört (Military Watch, 2025).

Im Juli 2024 gründete die Ukraine die Streitkräfte für unbemannte Systeme – die weltweit erste militärische Teilstreitkraft, die Luft-, Boden- sowie See- und Unterwasserdrohnen zur Erfüllung vielfältiger Aufgaben einsetzt (Verteidigungsministerium der Ukraine). Obwohl Drohneneinheiten nur etwa 2 Prozent der ukrainischen Armee ausmachen, sind sie für einen erheblichen Anteil der russischen Verluste verantwortlich (Harbaugh, 2025).

Viele Brigaden und Bataillone verfügen über eigene Drohneneinheiten, daneben existieren spezialisierte Formationen, die ausschließlich auf unbemannte Systeme fokussiert sind – etwa das 429. »Achilles«-Regiment für unbemannte Luftsysteme oder die 414. Separate Brigade »Vögel von Madjar«. Im März 2025 wurden fünf dieser Eliteeinheiten für das neue Projekt der »Drohnenlinie« ausgewählt, das die ukrainischen Bodentruppen an Schlüsselabschnitten der Front verstärken soll (Kryzhanivska, 2025).

Der russische Präsident Wladimir Putin kündigte im Juni 2025 die Schaffung einer eigenen Truppe für unbemannte Systeme an – etwa ein Jahr nach der ukrainischen. Zudem existiert in Russland das Zentrum für fortschrittliche unbemannte Technologien »Rubicon«, das als Beschaffungs-, Analyse- und F&E-Hub fungiert. Mit dem Ziel, ukrainische Einheiten durch Angriffe auf Logistik und UAV-Teams zu isolieren, soll Rubicons Einsatz an Frontabschnitten dazu geführt haben, dass einige ukrainische Brigaden innerhalb einer Woche 40–70 Prozent ihrer UAV-Positionen verloren (Farrell, 2025).

High-Tech-Lösungen: Auf dem Weg zu größerer Autonomie in der Drohnenkriegsführung

Sowohl die Ukraine als auch Russland stehen bei Drohnenoperationen vor ähnlichen Herausforderungen: Mangel an qualifiziertem Personal, wachsende Datenmengen auf dem Schlachtfeld (Bondar, 2025c) und die Ausweitung der elektronischen Kriegsführung (Slusher, 2025). Diese Faktoren zwingen beide Seiten, verstärkt in autonome Systeme zu investieren.

Für die Ukraine besteht ein zentrales Ziel darin, die Abhängigkeit von Soldat:innen in direkten Kampfeinsätzen zu reduzieren, indem sie durch autonome Plattformen ersetzt werden (Bondar, 2025c). Derzeit hängt die Effektivität von Drohnen stark von der Qualifikation

der Pilot:innen ab: Die Trefferquote der meisten FPV-Systeme liegt bei 30–50 Prozent, bei unerfahrenen Pilot:innen jedoch nur bei rund 10 Prozent. Prognosen zufolge könnten KI-gesteuerte FPV-Drohnen Trefferquoten von etwa 80 Prozent erreichen (Hunder, 2024).

In militärischem Kontext bedeutet Autonomie die Fähigkeit eines Systems, Aufgaben in komplexen und unvorhersehbaren Umgebungen mit minimaler oder keiner menschlichen Kontrolle zu erfüllen (Bondar, 2025c). Vollständige Autonomie wurde bislang auf dem ukrainischen Schlachtfeld nicht beobachtet. Zwar unterstützt KI bereits Entscheidungsprozesse (Kunertova, 2023), doch ihre Rolle bleibt bisher begrenzt – sie verbessert Teilfunktionen, ersetzt aber (noch) keine menschliche Steuerung (Bondar, 2025c).

Seit Mitte 2023 arbeiten beide Länder verstärkt an Drohnen mit maschinellem Sehen, die mithilfe von Bilderkennungsalgorithmen Ziele verfolgen können, selbst wenn diese sich bewegen (Stepanenko, 2025). Diese Technologie könnte Drohnen befähigen, elektronische Störungen auf den letzten Metern vor dem Einschlag zu überwinden, da der Angriffsbefehl außerhalb der Störreichweite ausgelöst würde. Laut dem ukrainischen Verteidigungs-Tech-Cluster »Brave1« sind solche FPV-Drohnen bereits im Einsatz und werden vom Staat beschafft. Probleme bestehen jedoch weiterhin – etwa bei der Bildqualität, der Erkennung von Schwachpunkten (z. B. an Panzern) oder der Integration neuer Module (Kazantsev, 2025). Bis Sommer 2025 ist die KI-Entwicklung für unbemannte Systeme in der Ukraine in mehreren Bereichen fortgeschritten, vor allem in den Bereichen optische Zielerkennung, Navigationsalgorithmen und Schwarmtechnologien (Safronov, 2025).

Die ukrainische Rüstungsindustrie entwickelt zudem eigenständige KI-basierte Softwaremodule, die systemübergreifend – von FPVs bis zu unbemannten Bodenfahrzeugen – eingesetzt werden können (Utkina, 2025). Zu den derzeitigen KI-Werkzeugen zählen u. a. das akustische Aufklärungssystem *Zvook*, die App ePPO zur zivilen Erfassung von Raketen und Drohnen, die Software ZIR zur automatischen Zielerkennung und ein KI-gestütztes Navigationssystem von The Fourth Law (Bondar, 2025c). Auch bei Langstreckenangriffen auf russisches Territorium kommen KI-Elemente zum Einsatz. Drohnen wie *Ljutyj* sind zwar nicht vollständig autonom, können aber Teile ihrer Flugrouten eigenständig abfliegen (Bondar, 2025c).

Eine besonders aufsehenerregende Operation war »Spiderweb« des ukrainischen Geheimdienstes SBU am 1. Juni 2025: Sie zerstörte oder beschädigte mindestens 20 russische strategische Flugzeuge (Siebold, 2025) – ukrainische Quellen sprechen von bis zu 41 (Fenbert, 2025). Obwohl die Drohnen manuell gesteuert wurden, kamen KI-Elemente zum Einsatz (Bondar, 2025a): Sie

halfen, Schwachstellen an Bombern zu identifizieren und Angriffsalgorithmen anzuwenden, die ihre Ziele automatisch auswählten (Mahdyk, 2025).

Ein weiterer fortschrittlicher Ansatz ist die Schwarmintelligenz, bei der mehrere Drohnen über KI zusammenarbeiten, ähnlich wie Vogelschwärme oder Ameisenkolonien (Biju et al., 2025). Im Februar 2025 kündigte der ukrainische Digitalminister Mychajlo Fedorow an, dass rund ein Dutzend Firmen im Land an Schwarmtechnologien arbeiten (Herasimova, 2025). Bis Sommer 2025 sollen mehr als 100 Operationen mit Schwarmtechnologie durchgeführt worden sein. Entwickelt vom ukrainischen Unternehmen Swarmer, ermöglicht diese Technologie Gruppen von Drohnen, Angriffe autonom zu koordinieren. Übliche Schwärme bestehen dabei aus drei bis acht Drohnen, getestet wurde die Software bereits mit bis zu 25 Drohnen. Eine gängige Formation kombiniert eine Aufklärungsdrohne mit zwei Angriffsdrohnen gegen russische Schützengräben (MacDonald, 2025).

Zudem fertigen ukrainische Unternehmen zunehmend Drohnen mit KI-gesteuerter Endphasenlenkung, die ihre Ziele nach dem »fire-and-forget-Prinzip« selbstständig erfassen und angreifen können. Diese Technologie erhöhte die Wirksamkeit von Angriffen um das Zwei- bis Vierfache (Hubina, 2025). Allerdings betonen Regierung, Militär und Industrie, dass der Mensch in die Entscheidung über den Waffeneinsatz eingebunden bleibt (das sog. man-in-the-loop (MITL) Konzept), um autonome tödliche Entscheidungen durch KI zu verhindern (Bondar, 2025c).

Auch Russland integriert zunehmend KI in Systeme wie *Lancet*, *Tyuvik* und *V2U*, die selbstständig navigieren und Ziele unter elektronischer Störung ansteuern können (Hambling, 2025). Im Dezember 2024 berichteten Medien, dass Shahed-136-Drohnen mit KI ausgerüstet wurden. Experten relativierten dies jedoch: Es handle sich eher um Verbesserungen der Software als um echte KI. Dennoch stiegen Genauigkeit und Störresistenz deutlich (Bondar, 2025b). Die Trefferquote der Shahed-Drohnen erhöhte sich von unter 10 Prozent auf fast 20 Prozent, was jedoch vor allem auf neue russische Taktiken – etwa überlappende Flugrouten und größere, gestaffelte Angriffswellen – zurückzuführen ist (Jensen & Atalan, 2025). Im Laufe des Jahres 2025 stieg die durchschnittliche Zahl der von Russland eingesetzten Flugkörper gegen die Ukraine von etwa 90 pro Tag im Januar auf 140 im August. Der Anteil der Drohnen blieb dabei konstant bei 95–97 Prozent aller eingesetzten Flugkörper (Epureanu, 2025).

Low-Tech-Lösungen: Glasfaser-Drohnen und ihre Gegenmaßnahmen

Da der Fortschritt bei High-Tech-Systemen langsam verläuft und elektronische Kriegsführung zunimmt, hat

Russland parallel begonnen, Glasfaser-gesteuerte Drohnen zu produzieren (Hambling, 2024). Dieses Prinzip ist nicht neu – drahtgelenkte Munition gibt es seit Jahrzehnten –, doch ihre Unempfindlichkeit gegenüber elektronischer Störung und die Präzision bei Angriffen auf gepanzerte Ziele machen sie taktisch attraktiv (Stepanenko, 2025).

Die Sowjetunion experimentierte bereits in den 1970er Jahren mit solchen Systemen, etwa mit der Panzerabwehrrakete *Fagot*. Später wurden kabelgesteuerte Technologien in zivilen Anwendungen wie Tunnel- oder Pipelineinspektionen genutzt (Hand, 2022).

Mit Beginn der Vollinvasion 2022 testeten sowohl Russland als auch die Ukraine Glasfaser-Drohnen. Russland skalierte die Produktion rasch, u. a. durch Kooperationen mit chinesischen Herstellern. Bis Herbst 2024 wurden sie zu einer erheblichen taktischen Herausforderung für die Ukraine, insbesondere im Raum Kursk (Kirichenko, 2025).

Die Ukraine experimentierte zwar ebenfalls mit Glasfaser-Drohnen, doch diese fanden zunächst nur wenig Beachtung. Erst ab Mitte 2024 zeigten Videos den Einsatz solcher Drohnen – sowohl im russischen Kursk-Gebiet als auch in der ukrainischen Region Donezk (Chernysh, 2024).

Inzwischen haben sich Glasfaser-Drohnen zu einer der größten taktischen Herausforderungen für die Ukraine entwickelt (Kosoy, 2025). Laut Digitalminister Fedorow sind sie ein »Game Changer« moderner Technologiekriegsführung: Sie liefern hochauflösende Bilder, sind gegen elektronische Störungen resistent und ermöglichen eine präzise Zielerfassung.

Beide Seiten setzen diese Technologie inzwischen in großem Umfang ein. Schätzungen zufolge machten Glasfaser-FPV-Drohnen Ende 2024 etwa 10 Prozent der Gesamtproduktion aus – rund 20.000 pro Monat in der Ukraine und 50.000 in Russland (The Insider).

Ihre Reichweite hängt von der Kabellänge ab: erste Modelle erreichten etwa 10 km, aktuelle Versionen bis zu 40 km (Pokotylo, 2025). Russland produziert Glasfaserkabel im Saransk-Werk, das mit sechs Fertigungslinien rund 12.000 km Kabel pro Tag herstellt (Khomenko, 2025).

Da elektronische Störmaßnahmen bei Glasfaser-Drohnen wirkungslos sind, beruhen Gegenmaßnahmen auf physischer Zerstörung: Kabel durchtrennen oder Drohnen abschießen. Häufig werden ukrainische FPV-Drohnen eingesetzt, um die Steuerkabel zu zerschneiden. An der Frontlinie kommen zunehmend Fangnetze zum Einsatz, um anfliegende Drohnen abzufangen (Santora et al., 2025). Doch trotz ihrer Effektivität gelten Glasfaser-Drohnen unter Fachleuten als technologische Sackgasse (Nehoda, 2025): Sie binden Ressourcen, die für die Entwicklung modernerer Technologien dringend benötigt werden.

Fazit

Die rasante Entwicklung der Drohnenkriegsführung in der Ukraine hat Hunderte innovativer Systeme hervorgebracht, die auf die spezifischen und sich wandelnden Herausforderungen des Schlachtfelds eingehen. Das dezentralisierte Produktionsmodell der Ukraine – gespeist durch permanentes direktes Feedback von der Front – begünstigt dabei Innovationen. Russland setzt stattdessen auf massive finanzielle Ressourcen und Unterstützung durch China und Iran, um seine effektivsten Drohnensysteme in Serie zu produzieren.

Trotz ihrer zunehmenden Bedeutung haben Drohnen bisher keinen entscheidenden Ausschlag im Krieg gegeben; konventionelle Waffensysteme bleiben daher wichtig. Die umfassende Integration von KI könnte jedoch

zukünftig einen Wendepunkt markieren – durch verbesserte Datenverarbeitung, Zielerkennung, Schwarmtechnologien und autonome Entscheidungsfindung bei gleichzeitiger menschlicher Kontrolle. Während vollständig autonome Systeme für beide Seiten noch Zukunftsmusik sind, gewinnt die Nutzung von Low-Tech-Alternativen wie Glasfaser-Drohnen zwar aktuell an Bedeutung – langfristig dürften sie aber in zunehmend technologiegetriebenen Konflikten an Relevanz verlieren.

Zukünftige Fortschritte in der KI werden voraussichtlich die Leistungsfähigkeit einzelner Einheiten steigern und Personalengpässe teilweise kompensieren. Beide Kriegsparteien werden dabei gezwungen sein, neue Gegenmaßnahmen und Taktiken zur Drohnenabwehr zu priorisieren.

Über die Autorin

Dr. Olena Kryzhanivska promovierte in Politikwissenschaft an der Universität Gazi (Türkei). Sie arbeitete für das Büro der Vereinten Nationen für Abrüstungsfragen (UNODA) in New York und die norwegische Botschaft in der Türkei. Derzeit ist sie Senior Editor bei der NATO Association of Canada und Autorin des wöchentlichen Newsletters *Ukraine's Arms Monitor*, der sich mit Trends in der Rüstungstechnologie in der Ukraine und Russland befasst.

Bibliographie

- Altman, H. (2025). *Ukraine Situation Report: Russian Navy Creating New Drone Regiments In Wake Of Enemy Successes*. The War Zone. <https://www.twz.com/sea/ukraine-situation-report-russian-navy-creating-new-drone-regiments-in-wake-of-enemy-successes>.
- Atasuntsev, A. (2025). *Tri chetverti raneniy rossiyskikh voennykh v pozitsionnoy voyne — ot BPLA*. Istories.media. <https://istories.media/news/2025/03/25/tri-chetverti-ranenii-rossiyskikh-voennikh-v-pozitsionnoi-voine-ot-bpla/>.
- Arkipova, H. (2025). *High-tech drones turn Ukraine's front line into a deadly kill zone*. AP News. <https://apnews.com/article/russia-ukraine-war-front-lines-fpv-drones-d4153f6321301c507a88d69a9776c265>.
- Biju, A.M., M, S.P. and M, S.K. (2025). *Drone Technology Using Machine Learning and Artificial Intelligence*. *TechRxiv*. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.174438711.17012283/v1>.
- Blom, J. D. (2010). *Unmanned aerial systems: A historical perspective* (Vol. 45). Combat Studies Institute Press Fort Leavenworth, KS.
- Bondar, K. (2025a). *How Ukraine's Operation 'Spider's Web' Redefines Asymmetric Warfare*. Center for Strategic and Integration Studies. <https://www.csis.org/analysis/how-ukraines-spider-web-operation-redefines-asymmetric-warfare>.
- Bondar, K. (2025b). *Inside Russia's plan to build autonomous drone swarms*. Breaking Defense. <https://breakingdefense.com/2025/01/inside-russias-plan-to-build-autonomous-drone-swarms/>.
- Bondar, K. (2025c). *Ukraine's Future Vision and Current Capabilities for Waging AI-Enabled Autonomous Warfare*. Center for Strategic and Integration Studies. <https://www.csis.org/analysis/ukraines-future-vision-and-current-capabilities-waging-ai-enabled-autonomous-warfare>.
- Chahal, A. (2025). *Game Changers in the Sky: Drones as Force Multiplier in the Russia-Ukraine War*. Centre for Land Warfare Studies.
- Chernysh, O. (2024). *Drony na optovolokni: chomu vony taki nebezpechni i yak yim protydyaty*. BBC News Ukraine. <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/cg4lz9zz3zeo>.
- Criollo, L., Mena-Arciniega, C. and Xing, S. (2024). Classification, military applications, and opportunities of unmanned aerial vehicles. *Aviation*, 28(2), pp.115–127. <https://doi.org/10.3846/aviation.2024.21672>.
- Cyprian Aleksander, K. (2018). Military Use of Unmanned Aerial Vehicles – A Historical Study. *Safety & Defense*, 4, pp.17–21. <https://doi.org/10.37105/sd.4>.
- DataDriven (2025). *Game changer: yak vidkryttya eksportu vplyne na ukrayinskykh vyrobnykiv BPLA?* DataDriven Group, pp.1–25. <https://res2.weblium.site/res/65649c2d2ea0b1000f9d831b/686fc5df528f99b373e6aed>.
- Defence Express (2025). *How Much Russia Pays for Shahed Now, Down From \$300,000 Per Drone in 2022* | Defence Express. https://en.defence-ua.com/industries/how_much_russia_pays_for_shahed_now_down_from_300000_per_drone_in_2022-15585.html.

- Epureanu, V. (2025). *Caught in the 'Spiderweb': Ukraine's successful June operation has driven the Russian bomber fleet into the Far East*. The Insider: <https://theins.ru/en/politics/284957>.
- Farrell, Francis. »Russia's New Battlefield Tactics in Ukraine — Expert Interview.« *YouTube*, The Kyiv Independent, 3 Sept. 2025, www.youtube.com/watch?v=DD9vFtzDQWk.
- Fedorov M (2025). *Scaling technological solutions for the battlefield*. LinkedIn https://www.linkedin.com/posts/mykhailo-fedorov-9670b4a3_scaling-technological-solutions-for-the-battlefield-activity-7332783350555832322-6hZs?utm_source=share&utm_medium=member_desktop&rcm=ACoAAAXsJSIBssGY68DSnR-Wk0dKECWsYLxHMIIM.
- Fenbert, A. (2025). *Ukraine's SBU releases new footage of Operation Spiderweb drone strike on Russian Tu-22 bomber*. The Kyiv Independent. <https://kyivindependent.com/ukrainian-drone-strikes-russian-tu-22m3-bomber-new-footage-of-operation-spiderweb-from-sbu/>.
- Foreign Policy Council 'Ukrainian Prism' (2025). *Blue and Yellow Annex to the White Paper on the Future of European Defence*. https://prismua.org/wp-content/uploads/2025/04/Blue_and_yellow_annex_on_defense.pdf.
- Fornusek, M. (2025). *Ukraine shows its latest 'ship-killer' Magura drone series to the public for the first time*. The Kyiv Independent. <https://kyivindependent.com/ukraine-shows-its-ship-killer-magura-naval-drones-for-the-first-time/>.
- Gosselin-Malo, E. (2025). *Russia seen as boosting combat-drone output, switching attack angles*. Defense News. <https://www.defensenews.com/global/europe/2025/07/21/russia-seen-as-boosting-combat-drone-output-switching-attack-angles/>.
- Hambling, D. (2024). *Russian Fiber Optic Drone Beats Any Jammer (UPDATE: Ukraine Version)*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2024/03/08/russian-fiber-optic-drone-can-beat-any-jammer/>.
- Hambling, D. (2025). *Russia Has An Arsenal Of New AI Drones Built With Smuggled Nvidia Chips*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2025/08/08/russia-has-an-arsenal-of-new-ai-drones-built-with-smuggled-us-chips/>.
- Hand, G. (2022). *Russia Uses 'Relic' Weapons in Ukraine, Including the 9K111 Fagot Anti-Tank System*. Sandboxx. <https://www.sandboxx.us/news/russia-has-to-use-old-weapons-in-ukraine-including-the-9k111-fagot-anti-tank-system/>.
- Harbaugh, Ken. »Inside the Deadly Game of Drone Warfare.« *The Atlantic*, 15 Sept. 2025, www.theatlantic.com/international/archive/2025/09/ukraine-war-drones-kherson/684190/.
- Herasimova, T. (2025). *Ukraine to create 'drone swarms' and establish explosives production by end of year – Digital Transformation Ministry*. Ukrainews.com. <https://ukrainews.com/en/news/1066158-ukraine-to-create-drone-swarms-and-establish-explosives-production-by-end-of-year-digital>.
- Hubina, Y. (2025). *Two Ukrainian companies launch mass production of autonomous drones*. Ukrainska Pravda. <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2025/09/15/7530919/>.
- Hunder, M. (2024). *Ukraine rushes to create AI-enabled war drones*. Reuters. <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/ukraine-rushes-create-ai-enabled-war-drones-2024-07-18>.
- Hutto, J.W. and Patton Rogers, J. (2025). The drone revolution: Towards a synthesis in the drone debate. *European Journal of International Security*, pp.1–21. <https://doi.org/10.1017/eis.2025.10005>.
- Jankowski, T. (2023). *The Proliferation of Militarized Civilian Drones in Ukraine: a Lesson from the War for Western Military Staffs*. Network for Strategic Analysis (NSA). <https://ras-nsa.ca/the-proliferation-of-militarized-civilian-drones-in-ukraine-a-lesson-from-the-war-for-western-military-staffs/>.
- Jensen, B. and Atalan, Y. (2025). *Russia's Massed Strikes: The Strategy of Coercion by Salvo*. Center for Strategic and Integration Studies. <https://www.csis.org/analysis/russias-massed-strikes-strategy-coercion-salvo>.
- Kazantsev, D. (2025). *Robot war is delayed: why haven't FPV drones with machine vision become a 'star' on the battlefield?* Mezha.Media. <https://mezha.media/en/oboronka/fpv-droni-z-mashinnim-zorom-301682/>.
- Khomenko, I. (2025). *Drones Reportedly Strike Russia's Only Fiber Optic Cable Manufacturer*. UNITED24. <https://united24media.com/latest-news/drones-reportedly-strike-russias-only-fiber-optic-cable-manufacturer-7360>.
- Kirichenko, D. (2025). *Fiber optic drones could play decisive role in Russia's summer offensive*. Atlantic Council. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/fiber-optic-drones-could-play-decisive-role-in-russias-summer-offensive/>.
- Kosoy, D. (2025). *One of Ukraine's Biggest Challenges for 2025: Fiber-Optic FPV Drones*. UNITED24 Media. <https://united24media.com/war-in-ukraine/one-of-ukraines-biggest-challenges-for-2025-fiber-optic-fpv-drones-4976>.
- Krivonos, A. (2024). *Klasyfikatsiya droniv: yaki vydy ta typy buvayut? Chastyna persha* Bezpeka-shop.com. https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/poleznye-sovety/klasyfikatsiya-dronov-kakie-vidy-i-tipy-byvayut-chast-pervaya/?srsId=AfmBOoo2CPC_emptY6T12KIy19sb4x7qUOoNLr7r9y5IdcbCrAle--gn0.
- Kryzhanivska, Olena. »The Drone Line Project: Ukraine's Aerial Fortress.« *Counteroffensive Pro*, 3 May 2025, counteroffensive.pro/p/the-drone-line-project-ukraine-s-aerial-fortress.

- Kunertova, D. (2023). Drones have boots: Learning from Russia's war in Ukraine. *Contemporary Security Policy*, 44(4), pp.576–591. doi:<https://doi.org/10.1080/13523260.2023.2262792>.
- Litnarovych, V. (2025). *Ukraine Becomes World's Leading FPV Drone Producer With Over 2.2 Million Units Built*. UNITED24 Media. <https://united24media.com/latest-news/ukraine-becomes-worlds-leading-fpv-drone-producer-with-over-22-million-units-built-7527>.
- MacDonald, A. (2025). *Exclusive | Ukraine Is Using AI-Powered Drone Swarms Against Russia*. The Wall Street Journal. <https://www.wsj.com/world/ai-powered-drone-swarms-have-now-entered-the-battlefield-2cab0f05>.
- Mahdyk, N. (2025). *Ataky droniv po aviabazakh RF: bezpilotnyky keruvalysya shtuchnym intelektom*. TSN.UA. <https://tsn.ua/ato/po-aviabazakh-rf-pratsiuvaly-drony-z-shi-vony-sami-obyraly-tsili-zmi-2840465.html>.
- Malinowski, Z. (2016). The Role of Unmanned Aerial Vehicles in the Formation of a Secure Military Supply Chain. *Security and Defence Quarterly*, 12(3), pp.19–45. <https://doi.org/10.35467/sdq/103235>.
- Militarnyi (2025). *Aerorozvidka Co-founder: Ukraine Used 400 Types of Drones in May*. <https://militarnyi.com/en/news/aerorozvidka-co-founder-ukraine-used-400-types-of-drones-in-may/>.
- Military Watch (2025). *Ukraine's First Batch of Abrams Tanks Was Wiped Out: The Next is Already Arriving in Poland Awaiting Delivery*. Military Watch Magazine. <https://militarywatchmagazine.com/article/ukraine-first-batch-abrams-wiped-next-arriving-poland>.
- Ministry of Defence of Ukraine. »Unmanned Systems Forces«, mod.gov.ua/en/about-us/unmanned-systems-forces.
- Nehoda, T. (2025). *Drony na ShI: dolitayut i perekhoplyuyut, ta shche ne myslyat*. Ukrinform.ua. <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/4016436-droni-na-si-dolitaut-i-perehopluyut-ta-se-ne-mislat.html>.
- New Voice (2025). *Ukraine can produce 10 million drones a year, DM Umerov says*. New Voice. <https://english.nv.ua/nation/ukraine-s-drone-production-industry-capable-of-producing-up-to-10-million-drones-a-year-says-dm-50526939.html>.
- Pokotylo, O. (2025). *Brave1 tested fibre-optic drones at 20–40 km: what Vyriy, 3DTech, Ptashka Drones and others demonstrated*. Defender Media. <https://thedefender.media/en/2025/07/brave1-fibre-optic-demoday/>.
- Rubin, U. (2020). The Second Nagorno-Karabakh War: A Milestone in Military Affairs. *Mideast Security and Policy Studies*. <https://besacenter.org/wp-content/uploads/2020/12/184web-no-ital.pdf>.
- Safronov, T. (2025). Ukrainian Defense Startup Swarmer Secures Investment to Develop AI for Drone Swarms. Militarnyi. <https://militarnyi.com/en/news/ukrainian-defense-startup-swarmer-secures-investment-to-develop-ai-for-drone-swarms/>.
- Salt, A. (2024). *First Person View (FPV) Drones and Canadian Defence*. Canadian Global Affairs Institute. https://www.cgai.ca/first_person_view_fpv_drones_and_canadian_defence.
- Santora, M., Jakes, L., Kramer, A.E., Hernandez, M. and Sholudko, L. (2025). *Drones Now Rule the Battlefield in the Ukraine-Russia War*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/interactive/2025/03/03/world/europe/ukraine-russia-war-drones-deaths.html>.
- Security Disruptors (2025). *War, Drones & National Security* | Security Disruptors. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=37O6C1M2pR0>.
- Siebold, S. (2025). *Ukrainian attack damaged 10% of Russia's strategic bombers, Germany says*. Reuters. <https://www.reuters.com/world/ukrainian-attack-damaged-10-russias-strategic-bombers-germany-says-2025-06-07/>.
- Slusher, M. (2025). *Lessons from the Ukraine Conflict: Modern Warfare in the Age of Autonomy, Information, and Resilience*. Center for Strategic and Integration Studies. <https://www.csis.org/analysis/lessons-ukraine-conflict-modern-warfare-age-autonomy-information-and-resilience>.
- Stepanenko, K. (2025). *The Battlefield AI Revolution Is Not Here Yet: The Status of Current Russian and Ukrainian AI Drone Efforts*. Institute for the Study of War. <https://understandingwar.org/backgrounder/battlefield-ai-revolution-not-here-yet-status-current-russian-and-ukrainian-ai-drone>.
- Stepanenko, K., Mappes, G., Walsh, S., Sobieski, J., Olmsted, J. and Gibson, O. (2025). *Russian Force Generation and Technological Adaptations Update*. Institute for the Study of War. <https://understandingwar.org/backgrounder/russian-force-generation-and-technological-adaptations-update-july-25-2025>.
- The Insider (2025). *Ukrainian forces strike Saransk plant — Russia's main producer of fiber optic cables used in combat drones*. The Insider. <https://theins.ru/en/news/280312>.
- The New Voice of Ukraine (2025). *Ukraine creates the world's first ground drone battalion*. New Voice. <https://english.nv.ua/nation/how-ua-unmanned-ground-forces-push-the-front-line-forward-50534530.html>.
- Utkina, A. (2025). *Ukraine created a robot with an AI-turret that shoots down Russian drones*. Ukrainian National News (UNN). <https://unn.ua/en/news/ukraine-created-a-robot-with-an-ai-turret-that-shoots-down-russian-drones>.

Tabelle 1: Systemische Multidimensionalität und zunehmende Nutzung von KI: Übersicht der eingesetzten Drohrentypen

Kategorien der Unbemannten Luftfahrzeuge (UAV, Unmanned Aerial Vehicles)*	Beschreibung	Anwendungsbereich	Technische Vervollkommenung	Anwendung von KI	Kosten ■ Niedrig ■ Mittel ■ Hoch	Beispiele**
Angriffs-FPV***-Drohnen	Einweg-Angriffsdrohnen mit FPV	Träger militärischer Nutzlasten. Direkte Angriffe auf den Feind	Schnellere und billigere Fertigung; verbesserte Videoübertragung	Automatische Zielerfassung	Massenproduktion ohne chinesische Elektronik	• TAF Drones • Vyriy Drone • Чорний Ворон (Tschornyj Woron, »Schwarzer Rabe«) • Frontline
Aufklärungs-Multikopter	Kurz- und Mittelstreckensysteme wie die DJI Mavic	Überwachung von Truppenoperationen und Unterstützung von FPV-Drohnen	Automatische Frequenzänderung bei der elektronischen Kriegsführung und Alternativen für DJI-Systeme	Automatische Erkennung von Objekten und autonomes Fliegen	KI-Hardware (Chips und Kameras)	• DJI****
Aufklärungs-Starrflügler	Mittel- und Langstrecken-Überwachungssysteme	Überwachung der Frontlinie und Aufklärung	Verbesserung der Aufklärung durch Frequenzwechsel und Datenverarbeitung an Bord	Fliegen ohne GPS, automatisierte Entscheidungsprozesse	Zusatzrüstung für die Drohne (Schutz vor Hindernissen, KI-Anwendung)	• DeViRo • Ukrspec Systems • Skyeton • Athlon-Avia • MARA Drone • Airlogix • Spaitech • Buntar Aerospace
Unbemannte Angriffsflugzeuge	Drohnen mit einem Laderaum für militärische Nutzlasten. Typisches Beispiel: die Vampir-Drohne	Militärische Nutzlasten, die auf feindliche Stellungen abgeworfen werden	Verbesserung der Abwurfrichtungen für militärische Nutzlasten	Automatische Erkennung und Verfolgung des Feindes	Massenproduktion unter Berücksichtigung schneller Vernichtung	• Злі птахи (Raging Birds) • Skyfall • SparrowAvia • VACA UAV • DroneSpace
Langstreckendrohnen	Langstrecken-Angriffsdrohnen (Shahed, UJ-26 Beaver)	Angriffe auf Ziele tief im feindlichen Gebiet	Verlängerung der Reichweite und Erhöhung der Nutzlastkapazität	Erkennung von sich bewegenden Objekten wie Lastwagen, Eisenbahnzügen und Schiffen	Produktion (Triebwerk, Rumpf, Elektronik) für einmaligen Einsatz	• SPE »UKRJET« • AeroDrone

* Gemäß der Klassifikation des Verteidigungsministeriums der Ukraine

** Illustrativ

*** First Person View – »Sicht aus der Ich-Perspektive«

**** Der chinesische Hersteller DJI nimmt mit seiner Mavic-Drohne in diesem Bereich eine Monopolstellung ein. Ukrainische Alternativen, wie z. B. die »Shmavic«-Drohne, befinden sich in der Entwicklung.

Quelle: DataDriven Research and Consultancy, »Game Changer: How Will the Opening of Exports Affect Ukrainian UAV Manufacturers?«

DOKUMENTATION

Zeitleiste der Evolution ukrainischer FPV-Drohnen

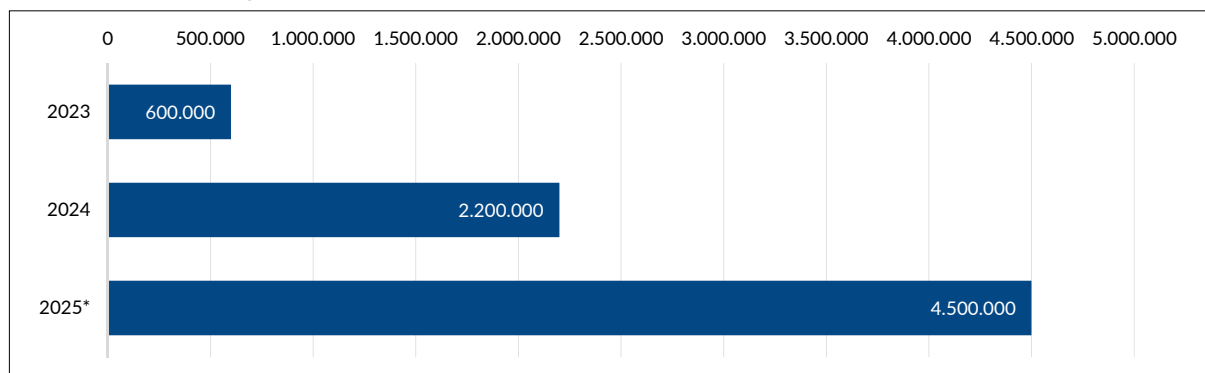
Tabelle 1: Evolution ukrainischer FPV-Drohnen zwischen Februar 2022 und Frühjahr 2025

Datum	Innovation / Einsatzform	Beschreibung
Februar 2022	Aufklärung mit zivilen Drohnen	Bereits zu Beginn der Vollinvasion wird erkannt, dass preiswerte zivile Drohnen (z. B. DJI Mavic) angepasst werden können, um zur Aufklärung eingesetzt zu werden. Auch unerfahrene Drohnenpiloten können damit Positionen des Gegners ausspähen.
März 2022	Abwurf von Splittergranaten	Kleine FPV-Drohnen werden modifiziert: sie tragen Granaten und werfen diese aus der Luft ab. Später wurden Hilfsmittel wie 3D-gedruckte Stabilisatoren entwickelt, damit Granaten weniger Windanfällig sind.
April 2022	Kamikaze-Drohnen	Erster Einsatz von Kamikaze-FPV-Drohnen, die mit Sprengstoff oder Detonator ausgestattet sind und als Waffe gegen Ziele eingesetzt werden.
März 2023	Fernminensetzung («Remote Mining»)	FPV-Drohnen werden mit modifizierten Panzerabwehrminen ausgestattet, die auf dem Boden abgelegt werden. Sie haben elektrische Zündmechanismen und können über Sensoren bis zu zwei Wochen nach Platzierung aktiviert werden.
Sommer 2023	Automatische Zielerkennung / Autonome Navigation	Entwicklung von FPVs mit autonomer oder teilautonomer Steuerung: Der Drohnenpilot markiert das Ziel, der Bordcomputer übernimmt die Navigation auch unter Störung durch elektronische Kriegsführung und bringt die Drohne ans Ziel. Diese FPVs können auch bewegliche Objekte verfolgen.
September 2023	Maschinelles Sehen (KI-Integration)	Komplexere Systeme mit künstlicher Intelligenz zur Erkennung und Unterscheidung von Zieltypen: Panzer oder Artillerie, militärisches Fahrzeug oder ziviles Objekt etc. Mit den Daten wird auch die vom ukrainischen Militär genutzte Kampfsoftware »Delta« zur Kartierung des Schlachtfelds gefüttert.
Oktober 2023	Sprengung in der Luft	FPVs werden mit Splitter-/Hochexplosiv-Sprengladungen ausgestattet, die in der Luft gezündet werden, z. B. über feindlicher Infanterie, die sich hinter Deckungen aufhält.
November 2023	Erhöhung der Reichweite / Signalverstärkung	FPV-Kamikazedrohnen erreichen größere Reichweiten bis zu etwa 25 km. Dafür werden Relaisstationen bzw. Signal-Retransmitter installiert, um trotz Störungen noch Verbindung zu behalten.
Februar 2024	Schutz gegen elektronische Kriegsführung	Verbesserte Systeme mit doppelten Modems: Wenn eines gestört ist, wechselt das System automatisch auf das andere. GPS-Empfänger mit Filterung etc. Ziel: FPVs resilienter gegen Störungen durch den Gegner machen.
Sommer 2024	Abschüsse feindlicher Aufklärungsdrohnen	Einsatz von FPVs, die hoch steigen (bis ca. 1 km), schnell fliegen (≈100 km/h) und mit ihrem Sprengkopf andere feindliche Drohnen abschießen («sky garbage cutter»). Auf diese Weise werden teure Aufklärungsdrohnen neutralisiert ohne kostspielige Luftabwehr oder Raketen.
Sommer/Herbst 2024	»Mutterschiff«-Drohnen	Größere »Mutterschiff«-FPVs, die andere kleinere FPVs »tragen« und/oder große Lasten (bis ~9,5 kg). Sie operieren als Plattform zur Aufgabenverteilung: Transport + Angriff + Trägersystem.
Herbst 2024	Einsatz von Granaten und automatischen Waffen	FPV-Drohnen, an denen manuell abgeschossene Waffen (z. B. Granaten, Handgranaten etc.) befestigt sind oder sogar automatische Gewehre, um die gegnerische Infanterie zu bekämpfen.
Herbst / Winter 2024	Optische Faserkabel-Drohnen («Fiber-optic Drones»)	Entwicklung von FPV-Drohnen mit Verbindung über optisches Glasfaserkabel, welches entrollt wird. Dadurch werden Probleme mit Funkstörungen («jamming») umgangen und die Bildübertragung bleibt stabil.
Dezember 2024	FPV-Drohnen mit Gewehren gegen andere Drohnen	Spezialdrohnen, ausgestattet mit Gewehren, die speziell zur Abwehr feindlicher FPVs eingesetzt werden. Sehr wirkungsvoll gegen Schwärme kleiner Drohnen.
Januar 2025	Detektoren für feindliche FPVs auf optischen Kabeln	Stationäre bzw. mobile Radar-/Detektor-Einheiten, die feindliche FPVs erkennen, auch solche mit Glasfaserkabeln, in Entfernungen von 3–4 km. Auf diese reagiert man mit FPV-Abfangdrohnen, die in die Luft steigen und dann ferngelenkt oder automatisch die feindlichen Drohnen angreifen.
Frühjahr 2025 (ca. März–April)	Abschuss von »Schaheds« durch FPVs	FPV-Gruppen werden mobil eingesetzt, verfolgen feindliche Kampfdrohnen wie Shahed / Geran und zerstören sie, oft unter Zuhilfenahme von Radar und Überwachung.

Quelle: Texty.org.ua: Еволюція FPV-дронів. Які інновації з'явилися упродовж повномасштабної війни (Die Evolution der FPV-Drohnen. Welche Innovationen sind während des großangelegten Krieges entstanden?), 01.04.2025, <https://texty.org.ua/articles/114727/evolyuciya-fpv-droniv-yaki-innovaciyi-z'yavlyysya-uprodovzh-povnomasshtabnoyi-vijny/>.

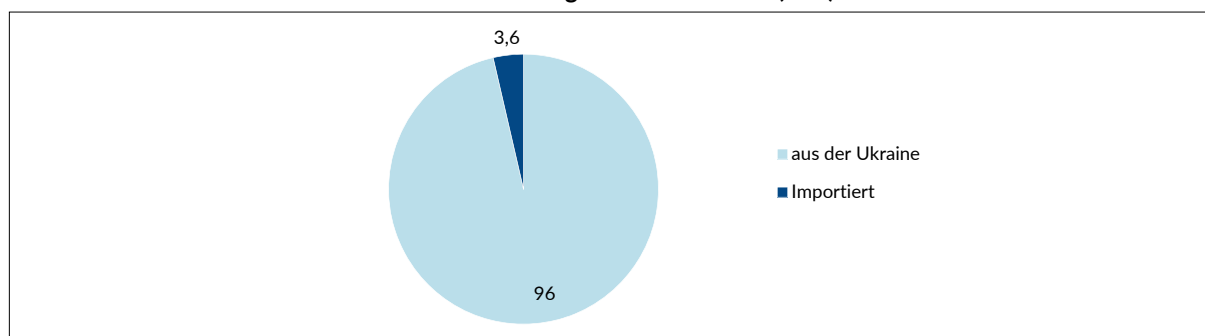
STATISTIK

Produktion und Einsatz von Drohnen

Grafik 1: Drohnenproduktion in der Ukraine 2023 – 2025

*Schätzung

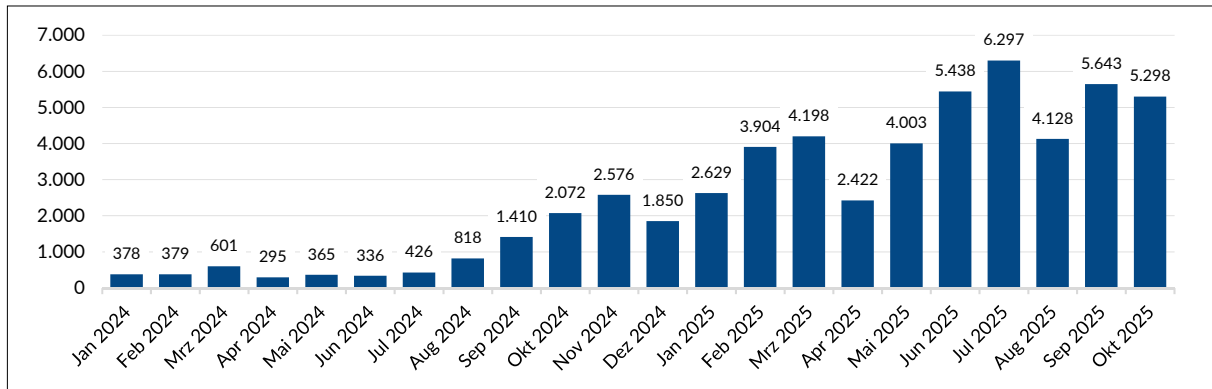
Quellen: Georgetown Security Studies Review, A First Point View: Examining Ukraine's Drone Industry. 15.05.2025, <https://gssr.georgetown.edu/the-forum/regions/eurasia/a-first-point-view-examining-ukraines-drone-industry/>; Ukraine Buseiness News: Drone production in Ukraine has surged: The Ministry of Defense plans to purchase 4.5 million UAVs this year, 29.08.2025, <https://ubn.news/drone-production-in-ukraine-has-surged-the-ministry-of-defense-plans-to-purchase-4-5-million-uavs-this-year/>.

Grafik 2: Herkunft der 2024 von der Ukraine eingesetzten Drohnen (in %)

*Schätzung

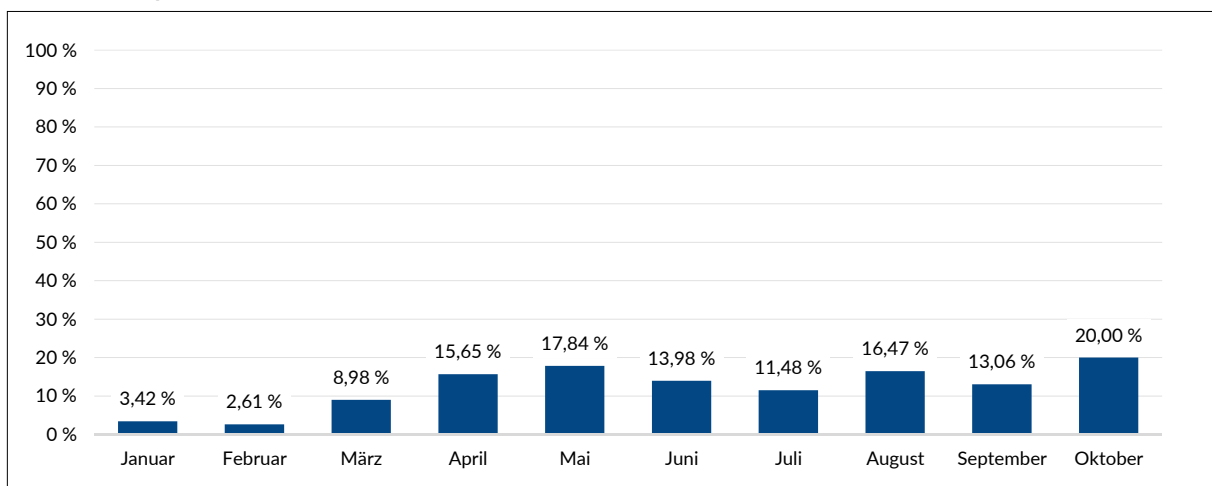
Quellen: Georgetown Security Studies Review, A First Point View: Examining Ukraine's Drone Industry. 15.05.2025, <https://gssr.georgetown.edu/the-forum/regions/eurasia/a-first-point-view-examining-ukraines-drone-industry/>; Ukraine Buseiness News: Drone production in Ukraine has surged: The Ministry of Defense plans to purchase 4.5 million UAVs this year, 29.08.2025, <https://ubn.news/drone-production-in-ukraine-has-surged-the-ministry-of-defense-plans-to-purchase-4-5-million-uavs-this-year/>.

Grafik 3: Zahl der bei russischen Angriffen eingesetzten Shahed-136/Geran 2 Drohnen (monatlich Januar 2024 – Oktober 2025)



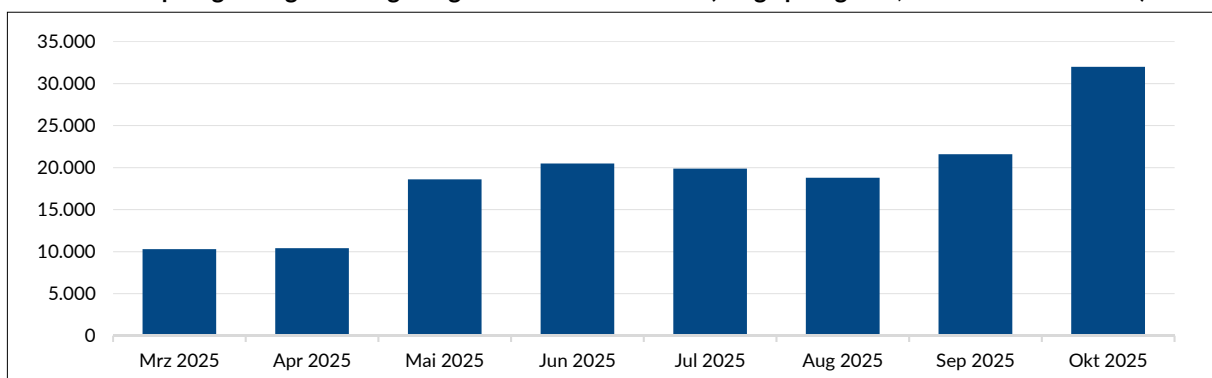
Quellen: Für 2024: *Shahed Tracker*, <https://ctc.westpoint.edu/on-the-horizon-the-ukraine-war-and-the-evolving-threat-of-drone-terrorism/>. Für 2025: *Institute for Science and International Security: Monthly Analysis of Russian Shahed 136 Deployment Against Ukraine*, <https://isis-online.org/isis-reports/monthly-analysis-of-russian-shahed-136-deployment-against-ukraine>.

Grafik 4: Trefferquote russischer Angriffe mit Shahed-136/Geran 2 Drohnen (pro Monat, Januar – Oktober 2025)

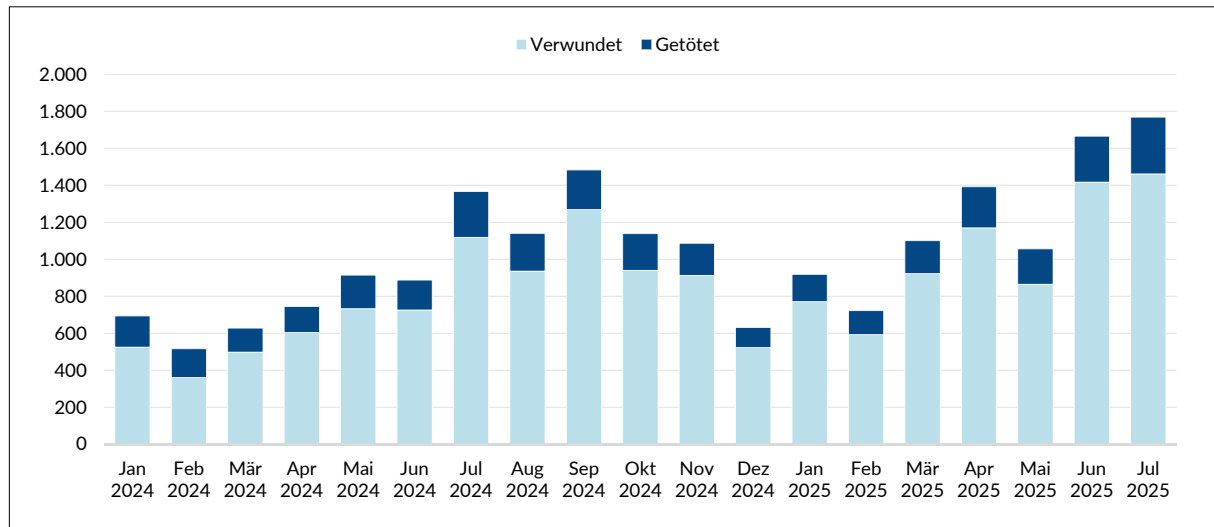


Quellen: Für 2024: *Shahed Tracker*, <https://ctc.westpoint.edu/on-the-horizon-the-ukraine-war-and-the-evolving-threat-of-drone-terrorism/>. Für 2025: *Institute for Science and International Security: Monthly Analysis of Russian Shahed 136 Deployment Against Ukraine*, <https://isis-online.org/isis-reports/monthly-analysis-of-russian-shahed-136-deployment-against-ukraine>.

Grafik 5: Sprengladung nicht abgefangener Geran 2-Drohnen (in kg Sprengstoff, März – Oktober 2025)



Quelle: *Monitor Luftkrieg Ukraine*, Marcus Welsch, <https://www.kyiv-dialogue.org/de/news/newsreader/monitor-luftkrieg-ukraine-vol-x.html>.

Grafik 6: Anzahl verwundeter und getöteter Zivilist:innen (Januar 2024 – Juli 2025)

Monat	Verwundet	Getötet	Gesamt
Januar 2024	524	169	693
Februar 2024	360	156	516
März 2024	498	129	627
April 2024	603	141	744
Mai 2024	732	182	914
Juni 2024	725	162	887
Juli 2024	1.118	248	1.366
August 2024	936	204	1.140
September 2024	1.268	215	1.483
Oktober 2024	940	198	1.138
November 2024	912	174	1.086
Dezember 2024	522	109	631
Januar 2025	770	148	918
Februar 2025	592	130	722
März 2025	922	178	1.100
April 2025	1.169	223	1.392
Mai 2025	865	191	1.056
Juni 2025	1.417	248	1.665
Juli 2025	1.461	307	1.768

Quelle: OHCHR: Ukraine: Protection of Civilians in Armed Conflict. August 2025 update. https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2025-09/Ukraine%20-%20protection%20of%20civilians%20in%20armed%20conflict%20-%20August%202025%29_ENG.pdf.

DOKUMENTATION

Angriffe russischer Drohnen auf die ukrainische Zivilbevölkerung entlang des Dnipro

Die ukrainische Menschenrechtsorganisation Truth Hounds hat am 17. November 2025 einen Bericht vorgelegt mit dem Titel »Killzone: How Russian Drones Are Devastating the River Dnipro's Right Bank«. Er beruht auf 39 Interviews mit Opfern und Zeug:innen russischer Drohnenangriffe entlang des Dnipro. Er zeigt, wie ziviles Leben und Infrastruktur zunehmend unter Beschuss geraten, während die Region durch Drohnenüberwachung und -angriffe immer mehr zu einer tödlichen Zone wird – inzwischen hat sich dafür der Begriff »human safari« bzw. Menschenjagd etabliert. Die permanente Bedrohung hat massive und nachhaltige Auswirkungen auf Sicherheit, Alltag, Logistik und Versorgung der Bevölkerung. Nachfolgend dokumentieren wir die maschinell ins Deutsche übersetzte Zusammenfassung des Berichts.

Die Redaktion der Ukraine-Analysen

Die Studie untersucht den Einsatz von Kurzstreckendrohnen durch russische Streitkräfte gegen Zivilpersonen und zivile Objekte am unteren Dnipro im Süden der Ukraine. Dieses Gebiet bildet einen rund 400 Kilometer langen Frontabschnitt, an dem ukrainisch kontrolliertes Territorium direkt gegenüber von russisch besetztem Gebiet liegt, getrennt durch den Dnipro. Die Kampfhandlungen sind hier zwar weniger intensiv als an anderen Frontabschnitten, dennoch leben in vielen Orten noch 20–50 % der Vorkriegsbevölkerung. Gleichzeitig verzeichnet die Region laut der UN-Menschenrechtsbeobachtungsmission einige der höchsten zivilen Opferzahlen durch Drohnenangriffe in der gesamten Ukraine.

So kam es allein im März 2025 in der Stadt Cherson zu etwa 600–700 Drohnenangriffen pro Woche; zwischen März und Mai desselben Jahres wurden dort mindestens 313 Zivilpersonen, 135 Fahrzeuge (darunter Einsatzfahrzeuge) und 106 Wohngebäude durch Drohnen getroffen. Im Landkreis Nikopol in der Oblast Dnipropetrowsk lag die durchschnittliche Zahl der Angriffe durch Kamikazedrohnen und Drohnen mit Abwurfmunition zwischen September 2024 und März 2025 bei 459 pro Monat.

Trotz ihrer vergleichsweise einfachen Technik haben Kurzstreckendrohnen mit ihrer Genauigkeit, Manövrierfähigkeit und Geschwindigkeit die Fähigkeit hochpräziser Schläge. Die Ergebnisse der Studie zeigen jedoch, dass sie zunehmend nicht mehr für gezielte Angriffe auf militärische Ziele eingesetzt werden, sondern als Mittel willkürlicher Gewalt oder für vorsätzliche Angriffe auf Zivilpersonen.

Für Menschenrechtsverteidiger:innen und Ermittler:innen stellt dies neue Herausforderungen dar, denn der Nachweis der Absicht hinter Angriffen erfordert technisches Wissen über Drohnen-Systeme sowie die Fähigkeit zu unterscheiden, wie Drohnen sich bei kontrollierten Angriffen oder beim Verlust der Steuerung verhalten. Der Bericht sammelt entsprechende Indikatoren als praktische Leitlinien für Ermittler:innen und Analyst:innen – nicht als ausreichenden Beweis, sondern als zusätzliche Datenpunkte, die helfen, die Intentionalität einzelner Angriffe besser einzuschätzen. Er ermöglicht zudem eine vertiefende Analyse dokumentierter Vorfälle und verbessert die Methoden von Truth Hounds bei der Erfassung von Drohnenangriffen.

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass russische Angriffe auf Zivilpersonen systematisch erfolgen und mittlerweile ein fester Bestandteil der russischen Taktik in diesem Gebiet sind. Das Muster der Angriffe – darunter regelmäßige Attacken auf Zivilpersonen, zivile Fahrzeuge, Ersthelfende, medizinisches Personal und Freiwillige – zeigt, dass die russischen Streitkräfte das Unterscheidungsgebot missachten und in vielen Fällen Zivilpersonen und zivile Objekte bewusst ins Visier nehmen.

Die Auswertung von Nachrichten russischer Telegram-Kanäle, insbesondere solcher bestimmter Einheiten oder Soldaten, bestätigt, dass diese Angriffe Teil einer russischen militärisch legitimierten Praxis sind. Küstennahe Gebiete bis zu etwa 2,5 Kilometer landeinwärts entlang des Dnipro, die im Wirkungsbereich russischer Drohnen liegen, werden dort als »rote Zone« bezeichnet. Russische Quellen betonen wiederholt, dass jeglicher Transport und jede Person, die dort von einer Drohne erfasst werde, angegriffen werde. Diese Darstellung, nach der jede Bewegung als legitimes Ziel gilt, rechtfertigt faktisch systematische Verletzungen des humanitären Völkerrechts. Sie zeigt, dass Russland ganz gezielt Bereiche in Frontnähe in Räume ohne Recht auf Leben verwandelt, in denen der Schutz von Zivilpersonen vom militärischen Imperativ des hemmungslosen Angreifens verdrängt wird.

Die Folgen zahlreicher Angriffe auf Energieanlagen, Rettungs- und medizinische Teams, Fahrzeuge mit Lebensmitteln, Freiwillige, Versorgungsdienste, öffentlichen Nahverkehr sowie Zivilpersonen und ihr Eigentum gehen weit über Todesopfer und Sachschäden hinaus. Sie verstärken Angst, erschweren den Zugang zu grundlegenden Diensten und lebenswichtigen Ressourcen, behindern humanitäre Hilfe und machen das Alltagsleben unerträglich. Letztlich führt dies zu erzwungener Migration, zur langsamen Entleerung der Gemeinden und zur sozialen wie wirtschaftlichen Degradation dauerhaft bedrohten Territoriums. Dass diese Taktiken trotz der bekannten hohen Zahl ziviler Opfer über einen langen Zeitraum unverändert bleiben, lässt den Schluss zu, dass sie dem Zweck dienen, die Zivilbevölkerung systematisch zu terrorisieren.

Wie in Abschnitt 6 des Berichts dargelegt, stellen die untersuchten Angriffe schwerwiegende Verstöße gegen das humanitäre Völkerrecht dar, darunter wiederholte Missachtung des Unterscheidungsgebots und unzureichende Vorsichtsmaßnahmen bei Angriffen. Zudem könnten sie Kriegsverbrechen darstellen, insbesondere vorsätzliche Angriffe auf Zivilpersonen und zivile Objekte (Art. 8(2)(b)(i–ii) des Römischen Statuts) sowie das Verbrechen des Terrors nach Völkergewohnheitsrecht. Aufgrund ihres langanhaltenden, systematischen und weitverbreiteten Charakters könnten diese Handlungen außerdem potenziell als Verbrechen gegen die Menschlichkeit eingeordnet werden, darunter Mord und die gewaltsame Vertreibung der Bevölkerung (Art. 7(1)(a) und (d) des Römischen Statuts). Die Echtzeitkontrolle und Live-Bildübertragung der Drohnen liefern starke Hinweise auf die Absicht der Operateure. Zugleich deutet die russische öffentliche Rhetorik und Untätigkeit des Kommandos darauf hin, dass nicht nur unmittelbare Täter, sondern auch ihre Vorgesetzten zur Verantwortung gezogen werden sollten.

Der Bericht untersucht außerdem, wie Drohnenangriffe Zivilpersonen und lokale Behörden dazu gezwungen haben, eigene Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Viele Gemeinden haben sukzessive individuelle Warn-, Schutz- und Reaktionssysteme aufgebaut, die offizielle Maßnahmen mit lokalen Initiativen verbinden. Die Analyse dieser Praktiken kann auch anderen Gemeinschaften in bewaffneten Konflikten helfen, in denen der Einsatz von Drohnen weiter zunimmt.

Der wachsende Einsatz von Kurzstreckendrohnen gegen Zivilpersonen erfordert eine umgehende Reaktion der internationalen Gemeinschaft – nicht nur auf die Verletzungen des humanitären Völkerrechts in der Ukraine. Er macht zugleich deutlich, dass technologische, regulatorische und sicherheitspolitische Maßnahmen notwendig sind, um den Herausforderungen der sich wandelnden Konflikte zu begegnen, in denen unbemannte Luftfahrtsysteme zunehmend die Kriegsführung prägen und eine erhebliche Bedrohung für Zivilpersonen darstellen.

Der gesamte englischsprachige Bericht ist frei zugänglich auf der Website von Truth Hounds unter: <https://truth-hounds.org/en/cases/killzone-how-russian-drones-are-devastating-the-river-dnipros-right-bank/>.

CHRONIK

Hinweis auf die Online-Chronik

Der aktuelle Teil sowie die gesamte Chronik seit 2006 zur Ukraine befinden sich auf der Seite der Ukraine-Analysen (<http://www.laender-analysen.de/ukraine-analysen/>) unter dem Reiter »Chronik« oder direkt unter diesem Link <https://laender-analysen.de/ukraine-analysen/chronik?c=ukraine&i=1>. Sie wird regelmäßig um neue Einträge ergänzt und möglichst aktuell gehalten.

Leser:innen der Chronik und allen Interessierten empfehlen wir sowohl von den Filterfunktionen unserer Webseite als auch dem reichen Angebot der Chroniken zu Russland, Belarus und Polen Gebrauch zu machen, um z. B. Ereignisse wie dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine besser verfolgen zu können. Aktuell ist die Suche innerhalb der Chronik leider nur mit buchstabengenauen Stichworten möglich. Daher bitten wir alle Nutzer:innen auf die Schreibweise zu achten und ggf. mehrere Stichworte bei der Suche zu prüfen.

Die Chronik wird zeitnah erstellt und basiert ausschließlich auf frei im Internet zugänglichen Quellen. Die Redaktion der Ukraine-Analysen kann keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben übernehmen.

Die Redaktion der Ukraine-Analysen

Herausgeber:

Forschungsstelle Osteuropa an der Universität Bremen
Deutsche Gesellschaft für Osteuropakunde e.V.
Deutsches Polen-Institut
Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien
Leibniz-Institut für Ost- und Südosteuropaforschung
Zentrum für Osteuropa- und internationale Studien (ZOIS) gGmbH

Redaktion:

Dr. Eduard Klein (verantwortlich)
Satz: Matthias Neumann

Wissenschaftlicher Beirat:

Dr. Kseniia Gatskova, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg
Prof. Dr. Guido Hausmann, Leibniz-Institut für Ost- und Südosteuropaforschung Regensburg
Dr. Susan Stewart, Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin
Dr. Cindy Wittke, Leibniz-Institut für Ost- und Südosteuropaforschung Regensburg
Dr. Susann Worschech, Europa-Universität Viadrina, Frankfurt/O.

Die Meinungen, die in den Ukraine-Analysen geäußert werden, geben ausschließlich die Auffassung der Autoren wieder.

Abdruck und sonstige publizistische Nutzung sind nach Rücksprache mit der Redaktion gestattet.

Alle Ausgaben der Ukraine-Analysen sind mit Themen- und Autorenindex archiviert unter www.laender-analysen.de

Die Ukraine-Analysen werden im Rahmen eines Lizenzvertrages in das Internetangebot der Bundeszentrale für politische Bildung (www.bpb.de) aufgenommen.
ISSN 1862-555X © 2025 by Forschungsstelle Osteuropa an der Universität Bremen, Deutsche Gesellschaft für Osteuropakunde e.V., Deutsches Polen-Institut, Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien, Leibniz-Institut für Ost- und Südosteuropaforschung, Zentrum für Osteuropa- und internationale Studien (ZOIS) gGmbH
Forschungsstelle Osteuropa • Länder-Analysen • Klagenfurter Str. 8 • 28359 Bremen • Telefon: +49 421-218-69600 • Telefax: +49 421-218-69607
e-mail: laender-analysen@uni-bremen.de • Internet-Adresse: <http://www.laender-analysen.de/ukraine/>



LÄNDER-ANALYSEN



Kostenlose E-Mail-Dienste: Länder-Analysen



Die Länder-Analysen bieten regelmäßig im kostenlosen Abonnement kompetente Einschätzungen aktueller politischer, wirtschaftlicher, sozialer und kultureller Entwicklungen in Ostmitteleuropa, Osteuropa und Zentralasien. Alle Länder-Analysen verstehen sich als Teil eines gemeinsamen Projektes, das der wissenschaftlich fundierten, allgemeinverständlich formulierten Analyse der Entwicklungen im östlichen Europa, der Offenheit für verschiedene inhaltliche Positionen und der kostenlosen und nicht-kommerziellen Information einer breit verstandenen interessierten Öffentlichkeit verpflichtet ist. Autor/innen sind internationale Fachwissenschaftler/innen und Expert/innen. Die Redaktionen der Länder-Analysen bestehen aus Wissenschaftler/innen mit langjähriger Forschungserfahrung.

Die Länder-Analysen bieten regelmäßig Kurzanalysen zu aktuellen Themen, ergänzt um Grafiken und Tabellen sowie Dokumentationen. Zusätzlich gibt es eine Chronik aktueller Ereignisse.

Belarus-Analysen

Die Belarus-Analysen erscheinen fünf bis sechs Mal pro Jahr.

Abonnement unter: <https://laender-analysen.de/abonnement/>

Belarus Analytical Digest

In englischer Sprache. Erscheinungsweise: sechs Mal pro Jahr

Abonnement unter: <https://css.ethz.ch/en/publications/belarus-analytical-digest/newsletter-service-belarus-analytical-digest.html>

Caucasus Analytical Digest

In englischer Sprache. Erscheinungsweise: zweimonatlich

Abonnement unter: <http://www.css.ethz.ch/en/publications/cad.html>

Moldovan Analytical Digest

In englischer Sprache. Erscheinungsweise: vierteljährlich

Abonnement unter: <https://css.ethz.ch/en/publications/moldovan-analytical-digest/newsletter-service-moldovan-analytical-digest.html>

Polen-Analysen

Die Polen-Analysen erscheinen mit Ausnahme einer Sommerpause an jedem ersten und dritten Mittwoch im Monat.

Abonnement unter: <http://www.deutsches-polen-institut.de/newsletter/polen-analysen/>

Russland-Analysen

Die Russland-Analysen erscheinen mit Ausnahme einer Sommerpause ein bis zwei Mal pro Monat.

Abonnement unter: <https://laender-analysen.de/abonnement/>

Russian Analytical Digest

In englischer Sprache. Erscheinungsweise: zweimal monatlich

Abonnement unter: <http://www.css.ethz.ch/en/publications/rad.html>

Ukrainian Analytical Digest

In englischer Sprache. Erscheinungsweise: zweimonatlich

Abonnement unter: <http://www.css.ethz.ch/en/publications/uad.html>

Ukraine-Analysen

Die Ukraine-Analysen erscheinen mit Ausnahme einer Sommerpause ein bis zwei Mal pro Monat.

Abonnement unter: <https://laender-analysen.de/abonnement/>

Zentralasien-Analysen

Die Zentralasien-Analysen erscheinen sechs Mal pro Jahr.

Abonnement unter: <https://laender-analysen.de/abonnement/>