

Militärische Drohnensysteme

Dieses Buch bietet eine umfassende Analyse moderner militärischer Drohnensysteme und konzentriert sich dabei auf deren Architektur, operative Integration, Kommunikationsstrukturen sowie strategische Anwendungen in aktuellen Sicherheits- und Verteidigungsumgebungen. Das Buch untersucht die Entwicklung unbemannter Flugsysteme von ferngesteuerten Plattformen hin zu intelligenten und halbautonomen Systemen, die in der Lage sind, Aufklärungs-, Überwachungs-, Logistik-, Kommunikations-, Zielerfassungs- und koordinierte Einsatzmissionen zu unterstützen. Besonderes Augenmerk wird auf künstliche Intelligenz, sichere Kommunikationsprotokolle, Schwarmkoordination, Widerstandsfähigkeit gegenüber elektronischer Kriegsführung, Drohnenabwehrsysteme sowie die Integration von Drohnen in 5G- und zukünftige 6G-Kommunikationsnetze gelegt. Das Buch befasst sich darüber hinaus mit Konzepten für den operativen Einsatz, Herausforderungen der Cybersicherheit, fehlertoleranten Systemarchitekturen und zukünftigen Trends bei autonomen Lufttechnologien.

Durch die Verbindung theoretischer Grundlagen mit praktischen operativen Perspektiven bietet dieses Werk Forschern, Ingenieuren, Militärfachleuten und Studierenden einen strukturierten und zukunftsorientierten Überblick über Drohnensysteme der nächsten Generation und deren wachsende Rolle im modernen Militär.

Rexhep Mustafovski, MSc, ist Wissenschaftler und Fernmeldeoffizier mit den Schwerpunkten militärische Kommunikation, UAV-Systeme, Cybersicherheit und intelligente Verteidigungstechnologien an der Militärakademie „General Mihailo Apostolski“ in Skopje.



Militärische Drohnensysteme

Mustafovski, Qehaja, Hajrizi



Rexhep Mustafovski
Besnik Qehaja
Edmond Hajrizi

Militärische Drohnensysteme

*Architektur, operative Integration und strategische
Anwendungen*

**Rexhep Mustafovski
Besnik Qehaja
Edmond Hajrizi**

Militärische Drohnensysteme

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**Rexhep Mustafovski
Besnik Qehaja
Edmond Hajrizi**

Militärische Drohnsysteme

**Architektur, operative Integration und
strategische Anwendungen**

FOR AUTHOR USE ONLY

ScieniaScripts

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

This book is a translation from the original published under ISBN 978-66--3009217-2.

Publisher:

Scienza Scripts

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom

Str. Armeneasca 28/1, office 1, Chisinau MD-2012, Republic of Moldova, Europe

Managing Directors: Ieva Konstantinova, Victoria Ursu

info@omniscryptum.com

Printed at: see last page

ISBN: 978-66-30-31766-4

Copyright © Rexhep Mustafovski, Besnik Qehaja, Edmond Hajrizi

Copyright © 2026 Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Einleitung	5
Kapitel 1	9
Kapitel 2	30
Kapitel 3	55
Kapitel 4	101
Kapitel 5	136
Kapitel 6	160
Kapitel 7	180
Kapitel 8	220
Kapitel 9	242
Schlussfolgerung	278
Literaturverzeichnis	281
Biografie	312

FOR AUTHOR USE ONLY

Vorwort

Ich bin **Rexhep Mustafovski, MSc**, und dieses Buch stellt eine Fortsetzung und Erweiterung meines akademischen, beruflichen und wissenschaftlichen Engagements auf dem Gebiet unbemannter Flugsysteme, intelligenter Plattformen und moderner technologischer Architekturen dar, die Sicherheit, Kommunikation und operative Effektivität unterstützen. Im Laufe der Jahre hat sich meine Arbeit auf die Entwicklung von Drohnensystemen von einfachen ferngesteuerten Plattformen hin zu intelligenten, autonomen und netzwerkintegrierten Systemen konzentriert, die in modernen Einsatzumgebungen eine entscheidende Rolle spielen. Der rasante Fortschritt in den Bereichen künstliche Intelligenz, Kommunikationstechnologien und Rahmenbedingungen für die Systemintegration hat Drohnen zu entscheidenden Faktoren für Lageerfassung, Entscheidungsfindung und domänenübergreifende Koordination gemacht. Die Motivation für das Verfassen dieses Buches entspringt langjähriger akademischer Forschung, meiner Lehrererfahrung sowie meinem kontinuierlichen Engagement bei der Entwicklung und Analyse neuer Drohnentechnologien.

Dieses Buch entstand in Zusammenarbeit mit **Dr. Besnik Qehaja** und **Prof. Dr. Edmond Hajrizi**, deren wissenschaftliche Führungsrolle und Fachkompetenz den interdisziplinären Umfang dieses Werks erheblich bereichern. Dr. Besnik Qehaja, ein anerkannter Strategie für digitale Innovation und Dekan des Fachbereichs Informatik und Ingenieurwesen an der UBT, bringt umfangreiches Wissen in den Bereichen digitale Transformation, Integration künstlicher Intelligenz, fortschrittliche Lernsysteme und Entwicklung intelligenter Infrastruktur ein. Sein akademischer Hintergrund, einschließlich seiner Doktorarbeit über Echtzeit-Überwachungssysteme und seiner Führungsrolle in nationalen eHealth-Initiativen, stärkt die analytische Tiefe dieses Buches, insbesondere in Bereichen im Zusammenhang mit intelligenten Systemen, verteilten Architekturen und KI-gesteuerten Betriebsrahmenwerken. Prof. Dr. Edmond Hajrizi, Gründer und Rektor der UBT, hat eine der führenden innovationsorientierten akademischen Einrichtungen in der Region aufgebaut. Sein langjähriges Engagement für die Verknüpfung akademischer Forschung mit der praktischen technologischen Umsetzung sowie für die Förderung internationaler Zusammenarbeit verleiht der in diesem Buch dargelegten Vision strategische Tiefe. Seine Beiträge unterstützen die umfassendere Integration technologischer Innovationen in reale Anwendungen und stellen sicher, dass die in dieser Arbeit untersuchten Konzepte sowohl akademisch fundiert als auch praxisrelevant bleiben. Die Zusammenarbeit der Autoren spiegelt ein gemeinsames Engagement für die Förderung von Forschung und Innovation in den Bereichen Drohnensysteme, intelligente Technologien und integrierte operative Rahmenwerke wider und bietet eine umfassende und zukunftsorientierte Perspektive auf die Entwicklung von Drohnenarchitekturen der nächsten Generation.

Dieses Buch spiegelt die Synthese von Erkenntnissen wider, die durch Forschungsaktivitäten, praktische Systementwicklung und interdisziplinäre Zusammenarbeit in Bereichen wie Cybersicherheit, Kommunikationssysteme, künstliche Intelligenz und Verteidigungstechnologien gewonnen wurden. Die zunehmende Komplexität von Drohnensystemen erfordert einen umfassenden und strukturierten Ansatz, der über einzelne technologische Komponenten hinausgeht und sich auf integrierte Architekturen konzentriert, die in dynamischen und anspruchsvollen Umgebungen eingesetzt werden können. Mit dieser Arbeit möchten wir eine ganzheitliche

Perspektive darauf bieten, wie moderne Drohnensysteme innerhalb zeitgenössischer technologischer Ökosysteme entworfen, implementiert und eingesetzt werden.

Das vorrangige Ziel dieses Buches ist es, Drohnensysteme als komplexe und sich weiterentwickelnde Architekturen zu untersuchen, die Sensorik, Kommunikation, Steuerung, Intelligenz und operative Rahmenbedingungen integrieren. In modernen Umgebungen sind Drohnen nicht mehr isolierte Plattformen, die einzelne Aufgaben ausführen; sie sind miteinander verbundene Knotenpunkte innerhalb umfassenderer Systeme, die den Datenaustausch in Echtzeit, autonome Entscheidungsfindung und koordinierte Operationen unterstützen. Ihre Fähigkeit, in Luft-, Boden- und Weltraumdomänen zu operieren, macht sie zu wesentlichen Komponenten technologischer Infrastrukturen der nächsten Generation. Dieser Wandel erfordert neue Ansätze in den Bereichen Systemdesign, Sicherheit, Ausfallsicherheit und Interoperabilität.

Im Laufe unserer akademischen und beruflichen Erfahrung haben wir eine beständige Kluft zwischen dem rasanten technologischen Fortschritt bei Drohnensystemen und deren strukturierter Integration in kohärente operative Rahmenbedingungen beobachtet. Während sich viele Studien auf spezifische Aspekte wie Steuerungsalgorithmen, Kommunikationsprotokolle oder Modelle der künstlichen Intelligenz konzentrieren, befassen sich nur wenige Arbeiten mit dem System als einheitliches Ganzes. Dieses Buch versucht, diese Lücke zu schließen, indem es eine umfassende Analyse von Drohnensystemen aus einer Perspektive auf Systemebene liefert und dabei die Interaktion zwischen verschiedenen technologischen Bereichen sowie deren kollektiven Einfluss auf Leistung und Zuverlässigkeit hervorhebt.

Der Umfang dieses Buches erstreckt sich von den Grundprinzipien des Drohnenbetriebs, einschließlich Dynamik, Steuerungsmechanismen und Navigationssystemen, bis hin zu fortgeschrittenen Themen wie der Integration künstlicher Intelligenz, autonomer Entscheidungsfindung und Mensch-Maschine-Interaktion. Darüber hinaus wird die operative Integration in komplexen Umgebungen untersucht, einschließlich Kommunikationsrahmenwerken, Echtzeit-Datenaustausch und Koordination über mehrere Bereiche hinweg. Besonderes Augenmerk wird auf Sicherheit, Resilienz und Vertrauensmanagement gelegt, was die zunehmende Bedeutung des Schutzes von Drohnensystemen vor neu auftretenden Bedrohungen widerspiegelt.

Darüber hinaus untersucht das Buch Anti-Drohnen-Systeme und Abwehrmechanismen und beleuchtet dabei die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Erkennung, Verfolgung und Neutralisierung unbemannter Luftbedrohungen. Dies umfasst sowohl technische als auch strategische Perspektiven und unterstreicht die Notwendigkeit adaptiver und integrierter Ansätze. Die abschließenden Kapitel konzentrieren sich auf zukünftige Trends und Drohnensysteme der nächsten Generation, darunter die Rolle von 5G- und 6G-Kommunikationsnetzen, die Integration von Weltraum, Luft und Boden, fortschrittliche Werkstoffe sowie intelligente Energiesysteme. Diese Entwicklungen werden in einem breiteren strategischen Kontext analysiert, wobei ihre Auswirkungen auf Technologie, Sicherheit und operative Effektivität berücksichtigt werden.

Besonderes Augenmerk wird auf Integration, Anpassungsfähigkeit und Ausfallsicherheit gelegt. Da Drohnensysteme immer stärker vernetzt und autonomer werden, hängt ihre Leistungsfähigkeit zunehmend von der Fähigkeit ab, unter vielfältigen und ungewissen Bedingungen zuverlässig zu funktionieren. Dies erfordert die Integration fortschrittlicher Technologien wie künstlicher Intelligenz, sicherer Kommunikationsarchitekturen,

adaptiver Steuerungssysteme und domänenübergreifender Konnektivität in einheitliche Architekturen. Der in diesem Buch vorgestellte Ansatz spiegelt unsere Forschungsperspektive wider, die strukturierte Integration als Schlüssel zur Realisierung zuverlässiger und skalierbarer Systeme in den Vordergrund stellt.

Die in diesem Buch vorgestellte Analyse erfolgt auf konzeptioneller und architektonischer Ebene, wodurch sichergestellt wird, dass die erörterten Prinzipien über verschiedene Anwendungen und technologische Umsetzungen hinweg anwendbar bleiben. Der Schwerpunkt liegt auf Systemdesign, Betriebslogik und strategischen Überlegungen und nicht auf spezifischen technischen Konfigurationen oder proprietären Lösungen. Dieser Ansatz ermöglicht es, dass die Arbeit sowohl als Grundlage für die akademische Forschung als auch für die praktische Entwicklung dienen kann.

Bestimmte Einschränkungen müssen berücksichtigt werden. Der Bereich der Drohnentechnologie entwickelt sich rasant weiter, und in allen in diesem Buch behandelten Bereichen entstehen ständig neue Entwicklungen. Es ist zwar nicht möglich, jede Innovation oder jeden experimentellen Ansatz abzudecken, doch das Ziel besteht darin, einen strukturierten Rahmen bereitzustellen, der trotz technologischer Veränderungen relevant bleibt. Die hier vorgestellten Prinzipien der Systemintegration, Autonomie und Resilienz sollen als Leitfaden für zukünftige Forschung und Entwicklung dienen und stellen keine endgültigen Lösungen dar.

Zur Zielgruppe gehören Studierende und Doktoranden der Fachrichtungen Elektrotechnik, Informatik, Cybersicherheit und Verteidigungswissenschaften sowie Forscher, Systemdesigner und Fachleute, die an der Entwicklung und Anwendung von Drohnentechnologien beteiligt sind. Das Buch soll sowohl das theoretische Verständnis als auch die praktische Anwendung fördern und bietet detaillierte Analysen bei gleichzeitiger Wahrung von Klarheit und Kohärenz.

Dieses Werk spiegelt zudem unseren fortlaufenden akademischen und beruflichen Werdegang als Forscher und Lehrende wider, die sich mit Cybersicherheit, Kommunikationssystemen und intelligenten Technologien beschäftigen. Durch Lehre, Forschung und Zusammenarbeit haben wir versucht, nicht nur zu verstehen, wie Drohnensysteme funktionieren, sondern auch, wie sie verbessert, gesichert und in größere Rahmenwerke integriert werden können, die moderne operative Anforderungen unterstützen.

Letztendlich stellt dieses Buch einen Beitrag zum Verständnis und zur Entwicklung von Drohnensystemen der nächsten Generation dar. Die Transformation dieser Systeme von einfachen Plattformen hin zu intelligenten, vernetzten und autonomen Architekturen markiert einen bedeutenden Wandel in der modernen Technologie. Durch die Kombination von wissenschaftlicher Genauigkeit, praktischen Erkenntnissen und strategischer Perspektive zielt dieses Werk darauf ab, weitere Forschung, Innovation und verantwortungsvolle Entwicklung in diesem Bereich zu fördern.

Wir hoffen, dass die in diesem Buch vorgestellten Ideen und Analysen zu weiterer Erforschung und interdisziplinärer Zusammenarbeit anregen und so zur Weiterentwicklung sicherer, intelligenter und widerstandsfähiger Drohnensysteme beitragen, die den Herausforderungen der Zukunft gewachsen sind.

Einleitung

Der Wandel der modernen Kriegsführung wurde grundlegend durch die rasante Entwicklung unbemannter Systeme geprägt, wobei sich militärische Drohnentechnologien zu einer der bahnbrechendsten und strategisch bedeutendsten Entwicklungen des 21. Jahrhunderts entwickelt haben. Diese Systeme, die gemeinhin als unbemannte Luftfahrzeuge oder allgemeiner als unbemannte Systeme bezeichnet werden, haben ihre ursprüngliche Nebenrolle hinter sich gelassen und sind zu zentralen Bestandteilen der modernen Militärdoktrin, der Einsatzplanung und der Streitkräfteprojektion geworden. Ihre Integration in militärische Architekturen spiegelt einen umfassenderen Paradigmenwechsel hin zu Automatisierung, datengestützter Entscheidungsfindung und netzwerkzentrierter Kriegsführung wider, bei der Informationsüberlegenheit und schnelle Anpassungsfähigkeit den operativen Erfolg bestimmen.

Historisch lassen sich die konzeptionellen Grundlagen unbemannter Systeme auf frühe Experimente mit ferngesteuerten Plattformen und autonomen Mechanismen zurückführen, die anfangs durch technologische Einschränkungen in den Bereichen Kommunikation, Navigation und Steuerung begrenzt waren. Im Laufe der Zeit ermöglichten Fortschritte in der Elektronik, der Sensortechnik und den Kommunikationssystemen den schrittweisen Übergang von rudimentären unbemannten Plattformen zu hochentwickelten Flugsystemen, die in der Lage sind, komplexe Missionen auszuführen. Diese Entwicklung hat sich in den letzten Jahrzehnten aufgrund der Konvergenz von künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen, Hochleistungsrechnen und miniaturisierten Hardwarekomponenten besonders beschleunigt. Infolgedessen sind moderne militärische Drohnensysteme nicht mehr auf einfache Aufklärungsaufgaben beschränkt, sondern in der Lage, ein breites Spektrum an Operationen durchzuführen, darunter Informationsbeschaffung, Zielerfassung, Präzisionsschläge, elektronische Kriegsführung und logistische Unterstützung.

Das heutige Umfeld auf dem Schlachtfeld hat die Verbreitung und operative Integration von Drohnensystemen weiter vorangetrieben. In asymmetrischen und hybriden Kriegsszenarien, in denen konventionelle Überlegenheit keine strategische Dominanz garantiert, bieten Drohnen einen entscheidenden Vorteil, indem sie eine kontinuierliche Überwachung, schnelle Reaktionen und präzise Angriffe bei minimalem Risiko für das Personal ermöglichen. Ihre im Vergleich zu traditionellen bemannten Plattformen relativ geringen Kosten, kombiniert mit ihrer Skalierbarkeit und Anpassungsfähigkeit, haben den Zugang zu fortschrittlichen militärischen Fähigkeiten demokratisiert und ermöglichen es sowohl staatlichen als auch nichtstaatlichen Akteuren, diese effektiv einzusetzen. Dieser Wandel hat die Konfliktdynamik komplexer gemacht, da das traditionelle Kräftegleichgewicht zunehmend von technologischen Innovationen und nicht mehr ausschließlich von konventionellen Streitkräftenstrukturen beeinflusst wird.

Auf der architektonischen Ebene stellen militärische Drohnensysteme hochkomplexe, vielschichtige Systeme dar, die Hardware-, Software- und Kommunikationssubsysteme in einem einheitlichen operativen Rahmen integrieren. Diese Architekturen bestehen typischerweise aus der unbemannten Plattform selbst, die mit Antriebssystemen, Sensoren, Nutzlasten und bordeigenen Recheneinheiten ausgestattet ist; einer Bodenkontrollstation, die den Fernbetrieb und das Missionsmanagement ermöglicht; sowie einer Kommunikationsinfrastruktur, die einen sicheren, zuverlässigen und in

Echtzeit erfolgenden Datenaustausch zwischen der Plattform und den Bedienern gewährleistet. Die Wirksamkeit solcher Systeme hängt nicht nur von der Leistungsfähigkeit einzelner Komponenten ab, sondern auch von der nahtlosen Interoperabilität zwischen ihnen, was ein robustes Systemdesign, fortschrittliche Steuerungsalgorithmen und ausfallsichere Kommunikationsprotokolle erfordert.

Eines der charakteristischen Merkmale moderner Drohnensystemarchitekturen ist der zunehmende Grad an Autonomie, der in die Betriebsprozesse integriert ist. Während frühe Systeme stark auf direkte menschliche Steuerung angewiesen waren, verfügen heutige Plattformen über unterschiedliche Grade an autonomen Funktionen, die von unterstützter Navigation und automatisierter Flug stabilisierung bis hin zu fortgeschrittenen Fähigkeiten wie Zielerkennung, Flugwegoptimierung und koordinierten Multi-Agenten-Operationen reichen. Die Integration künstlicher Intelligenz in diese Systeme hat die Entwicklung adaptiver Verhaltensweisen ermöglicht, wodurch Drohnen in dynamischen und umkämpften Umgebungen, in denen Entscheidungen in Echtzeit entscheidend sind, effektiv operieren können. Diese Entwicklung hin zur Autonomie wirft wichtige Fragen hinsichtlich der Systemzuverlässigkeit, ethischer Einschränkungen und der Rolle der menschlichen Aufsicht bei tödlichen Entscheidungsprozessen auf.

Die operative Integration militärischer Drohnensysteme geht über die Fähigkeiten einzelner Plattformen hinaus und umfasst deren Einbindung in umfassendere Rahmenwerke für Führung, Kontrolle, Kommunikation, Computer, Nachrichtendienst, Überwachung und Aufklärung. In modernen Militäroperationen fungieren Drohnen als integrale Knotenpunkte innerhalb verteilter Netzwerke und tragen zu einem umfassenden Lagebild bei, das die Entscheidungsfindung auf taktischer, operativer und strategischer Ebene verbessert. Ihre Fähigkeit, hochauflösende Daten in Echtzeit zu erfassen, zu verarbeiten und zu übertragen, ermöglicht es den Kommandeuren, sich ein kontinuierliches Bild vom Schlachtfeld zu verschaffen, was präzisere und besser koordinierte Maßnahmen ermöglicht. Diese Integration zeigt sich besonders deutlich bei gemeinsamen und domänenübergreifenden Operationen, bei denen Drohnen gemeinsam mit bemannten Plattformen, Bodentruppen, Marineeinheiten und weltraumgestützten Ressourcen eingesetzt werden, um einheitliche operative Ziele zu erreichen.

Das Aufkommen von Drohnenschwärmen stellt einen bedeutenden Fortschritt in der operativen Integration dar und verdeutlicht das Potenzial koordinierter, vernetzter Systeme, komplexe Ziele durch kollektives Verhalten zu erreichen. Schwarmtechnologien nutzen Prinzipien der verteilten Intelligenz und dezentralen Steuerung, wodurch mehrere Drohnen mit minimalem menschlichem Eingriff zusammenarbeiten können. Diese Fähigkeit verbessert die operative Widerstandsfähigkeit, Skalierbarkeit und Effektivität, da der Verlust oder die Störung einzelner Einheiten die Gesamtmission nicht gefährdet. Schwarmbasierte Operationen eröffnen zudem neue taktische Möglichkeiten, darunter Sättigungsangriffe, verteilte Sensorik und adaptive Missionsdurchführung, die traditionelle Verteidigungsmechanismen herausfordern und die Entwicklung innovativer Gegenmaßnahmen erfordern.

Aus strategischer Sicht hat der Einsatz militärischer Drohnensysteme tiefgreifende Auswirkungen auf die Kriegsführung und das allgemeine Sicherheitsumfeld. Ihre Fähigkeit, Macht über große Entfernungen hinweg auszuüben, ohne Personal einem direkten Risiko auszusetzen, hat das Konzept der Abschreckung und des Einsatzes neu definiert. Staaten können in umkämpften oder gesperrten Gebieten

Überwachungsmaßnahmen und Präzisionsschläge mit geringeren politischen und operativen Einschränkungen durchführen und damit die Schwellenwerte für die Anwendung von Gewalt verändern. Gleichzeitig hat die weit verbreitete Verfügbarkeit von Drohnentechnologien das Potenzial für deren Einsatz in der unkonventionellen und irregulären Kriegsführung erhöht, auch durch nichtstaatliche Akteure, die diese Systeme nutzen können, um strategische Effekte zu erzielen, die in keinem Verhältnis zu ihren Ressourcen stehen.

Die Integration fortschrittlicher Kommunikationstechnologien, insbesondere der Übergang von veralteten Kommunikationssystemen zu Netzwerkarchitekturen der nächsten Generation, spielt eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Fähigkeiten militärischer Drohnensysteme. Hochgeschwindigkeits-Kommunikationsnetzwerke mit geringer Latenz ermöglichen den Datenaustausch in Echtzeit, die Fernsteuerung sowie die Koordination zwischen mehreren Plattformen und Kommandozentralen. Die Einbindung sicherer Kommunikationsprotokolle und Cybersicherheitsmechanismen ist unerlässlich, um diese Systeme vor Abhörversuchen, Störmaßnahmen und Cyberangriffen zu schützen, die in umkämpften elektromagnetischen Umgebungen erhebliche Bedrohungen darstellen. Die Widerstandsfähigkeit und Integrität der Kommunikationsverbindungen beeinflussen direkt die operative Effektivität und Überlebensfähigkeit von Drohnensystemen, was sie zu einer entscheidenden Komponente der gesamten Systemarchitektur macht.

Parallel dazu hat die Rolle von Daten für die Funktionalität und Wirksamkeit militärischer Drohnensysteme zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die riesigen Datenmengen, die von den bordeigenen Sensoren – darunter visuelle, Infrarot- und Radarsysteme – generiert werden, erfordern eine fortschrittliche Verarbeitung und Analyse, um verwertbare Erkenntnisse zu gewinnen. Algorithmen der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens erleichtern die schnelle Auswertung dieser Daten und ermöglichen die automatisierte Erkennung, Klassifizierung und Verfolgung von Zielen. Dieser datengesteuerte Ansatz erhöht die Geschwindigkeit und Genauigkeit von Entscheidungsprozessen und ermöglicht es den Streitkräften, effektiver auf sich verändernde Bedrohungen und Einsatzbedingungen zu reagieren.

Trotz der zahlreichen Vorteile, die militärische Drohnensysteme bieten, bringt ihr flächendeckender Einsatz auch eine Reihe von Herausforderungen und Risiken mit sich, denen durch sorgfältige Konzeption, Regulierung und Einsatzdoktrin begegnet werden muss. Eine der Hauptsorgen betrifft die Anfälligkeit dieser Systeme gegenüber elektronischer Kriegsführung und Cyberbedrohungen, die Kommunikationsverbindungen stören, Steuerungssysteme kompromittieren oder Daten manipulieren können. Um die Widerstandsfähigkeit von Drohnenarchitekturen gegenüber solchen Bedrohungen zu gewährleisten, ist die Umsetzung robuster Sicherheitsmaßnahmen, Redundanzmechanismen und adaptiver Steuerungsstrategien erforderlich. Darüber hinaus erfordern die ethischen und rechtlichen Implikationen autonomer und halbautonomer Systeme, insbesondere im Zusammenhang mit tödlichen Einsätzen, die Schaffung klarer Rahmenbedingungen, die deren Einsatz im Einklang mit dem humanitären Völkerrecht und den Grundsätzen der Rechenschaftspflicht regeln.

Eine weitere entscheidende Herausforderung ist die Entwicklung wirksamer Drohnenabwehrsysteme, die in der Lage sind, feindliche unbemannte Plattformen zu erkennen, zu verfolgen und unschädlich zu machen. Da sich die Drohnentechnologien ständig weiterentwickeln, müssen sich die Gegenmaßnahmen anpassen, um einem breiten

Spektrum an Bedrohungen gerecht zu werden – von kleinen, kostengünstigen Quadcoptern bis hin zu hochentwickelten Langstreckensystemen. Dies hat zur Entstehung integrierter Drohnenabwehrarchitekturen geführt, die Radar, elektrooptische Sensoren, elektronische Kriegsführungsfähigkeiten und kinetische Abfangmethoden kombinieren. Das Wechselspiel zwischen Drohnen- und Drohnenabwehrtechnologien stellt einen anhaltenden technologischen Wettstreit dar, der den künftigen Kurs militärischer Innovationen prägt.

In diesem Zusammenhang ist der Beitrag von Rexhep Mustafovski von besonderer Relevanz, da seine Arbeit die Integration fortschrittlicher Technologien wie KI-gesteuerter Systeme, sicherer Kommunikationsarchitekturen und Netzwerkrahmen der nächsten Generation in militärische Einsatzumgebungen in den Vordergrund stellt. Sein Ansatz unterstreicht die Bedeutung der Entwicklung umfassender Lösungen auf Systemebene, die sowohl die technischen als auch die strategischen Dimensionen der modernen Kriegsführung berücksichtigen und sicherstellen, dass neue Technologien effektiv auf operative Anforderungen und Sicherheitsaspekte abgestimmt sind.

Mit Blick auf die Zukunft wird erwartet, dass die Entwicklung militärischer Drohnensysteme durch kontinuierliche Fortschritte in den Bereichen künstliche Intelligenz, Kommunikationsnetzwerke und autonome Technologien vorangetrieben wird. Der Übergang zu vollständig integrierten, domänenübergreifenden Einsatzrahmen wird die Rolle von Drohnen als zentrale Wegbereiter militärischer Fähigkeiten weiter stärken. Neue Konzepte wie das „Manned-Unmanned Teaming“, bei dem Drohnen in Abstimmung mit von Menschen gesteuerten Plattformen operieren, sowie die Integration weltraumgestützter Ressourcen in Drohnennetzwerke werden den Einsatzbereich und die Effektivität dieser Systeme erweitern. Darüber hinaus wird die Entwicklung von Antriebssystemen, Energielösungen und Materialien der nächsten Generation zu einer verbesserten Ausdauer, Leistung und Überlebensfähigkeit beitragen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass militärische Drohnensysteme ein transformatives Element in der Entwicklung der modernen Kriegsführung darstellen, das sich durch fortschrittliche Architekturen, operative Vielseitigkeit, „ „ und strategische Wirkung auszeichnet. Ihre Integration in militärische Operationen spiegelt einen umfassenderen Wandel hin zu technologisch getriebenen Ansätzen wider, bei denen Effizienz, Präzision und Anpassungsfähigkeit im Vordergrund stehen. Im Zuge ihrer weiteren Entwicklung werden diese Systeme eine zunehmend zentrale Rolle bei der Gestaltung der Zukunft militärischer Operationen spielen, was kontinuierliche Forschung, Innovation und kritische Bewertung erfordert, um die komplexen Herausforderungen und Chancen, die sie mit sich bringen, zu bewältigen.

Fazit

Dieses Buch untersuchte die Entwicklung von Drohnensystemen von isolierten Luftplattformen hin zu vollständig integrierten, intelligenten und domänenübergreifenden Einsatzarchitekturen. In allen Kapiteln wurde aufgezeigt, dass unbemannte Flugsysteme nicht mehr auf Überwachung oder die einfache Ausführung von Missionen beschränkt sind, sondern grundlegende Komponenten moderner technologischer Ökosysteme darstellen. Die Analyse bestätigt, dass der Übergang zu autonomen, KI-gesteuerten und netzwerkintegrierten Drohnensystemen einen strukturellen Wandel in der Art und Weise darstellt, wie Operationen in komplexen Umgebungen durchgeführt, koordiniert und aufrechterhalten werden.

Die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser umfassenden Arbeit heben mehrere miteinander verknüpfte Schlussfolgerungen hervor. Erstens sind Drohnensysteme früherer Generationen zwar innerhalb begrenzter Einsatzbereiche effektiv, unterliegen jedoch von Natur aus Einschränkungen durch zentralisierte Steuerungsmodelle, begrenzte Ausdauer und eingeschränkte Anpassungsfähigkeit. Bei ihrer Konzeption wurden weder eine groß angelegte Datenintegration noch eine Entscheidungsfindung in Echtzeit oder der Einsatz in stark umkämpften elektromagnetischen und Cyber-Umgebungen berücksichtigt. Als sich die operativen Anforderungen in Richtung dynamischer, datengesteuerter und domänenübergreifender Kontexte entwickelten, wurden diese Einschränkungen zunehmend kritisch.

Zweitens hat die Integration intelligenter Steuerungsmechanismen, fortschrittlicher Sensortechnologien und Echtzeit-Kommunikationsrahmen die Fähigkeiten von Drohnen grundlegend verändert. Moderne Systeme unterstützen nun eine kontinuierliche Lageerfassung, adaptive Navigation und die kooperative Durchführung von Missionen. Der Einsatz künstlicher Intelligenz ermöglicht eine verbesserte Wahrnehmung, Objekterkennung und vorausschauendes Verhalten, während fortschrittliche Kommunikationsinfrastrukturen die für verteilte Operationen erforderliche Konnektivität bereitstellen. Diese Fortschritte bringen jedoch neue Herausforderungen mit sich, die mit der Komplexität der Systeme, Sicherheitsrisiken und der Abhängigkeit von der Netzwerkzuverlässigkeit zusammenhängen.

Drittens stellt das Aufkommen autonomer und halbautonomer Systeme nicht nur einen technologischen Fortschritt dar, sondern auch einen Wandel in der Einsatzdoktrin. Entscheidungsprozesse werden zunehmend durch maschinelle Intelligenz unterstützt oder ausgeführt, was die Reaktionszeit verkürzt und den Einsatz in Umgebungen ermöglicht, in denen die menschliche Kontrolle begrenzt ist. Dieser Wandel erfordert neue Ansätze in den Bereichen Verifizierung, Vertrauensmanagement und Mensch-Maschine-Interaktion, um sicherzustellen, dass die Autonomie weiterhin mit den Einsatzzielen und Sicherheitsauflagen im Einklang steht.

Die Analyse integrierter Drohnenarchitekturen zeigt, dass zukünftige Systeme in Raum-Luft-Boden-Ökosystemen operieren werden, in denen Konnektivität, Sensorik und Entscheidungsfindung über mehrere Ebenen verteilt sind. Diese Integration sorgt für Redundanz, Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit und ermöglicht einen kontinuierlichen Betrieb auch unter widrigen Bedingungen. Gleichzeitig bringt sie Herausforderungen in Bezug auf Synchronisation, Interoperabilität und Systemkoordination mit sich, die durch strukturiertes Design und standardisierte Rahmenwerke bewältigt werden müssen.

Sicherheit und Ausfallsicherheit wurden in dieser Arbeit als zentrale Themen identifiziert. Drohnensysteme operieren in Umgebungen, in denen Kommunikationsverbindungen, Navigationssignale und die bordseitige Datenverarbeitung Störungen und Manipulationen ausgesetzt sind. Das Buch betont, dass Sicherheit in die Systemarchitektur eingebettet sein muss und sichere Kommunikationsprotokolle, Mechanismen zum Vertrauensmanagement sowie fehlertolerante Entwurfsprinzipien beinhalten sollte. Ausfallsicherheit wird nicht durch einen einzelnen Mechanismus erreicht, sondern durch das koordinierte Zusammenspiel von Redundanz, Anpassungsfähigkeit und kontinuierlicher Überwachung. Die Rolle von Anti-Drohnen-Systemen verdeutlicht zudem den sich wandelnden Charakter von Luftoperationen. Mit der Erweiterung der Fähigkeiten von Drohnen wachsen auch die Methoden, die erforderlich sind, um sie zu erkennen, zu verfolgen und unschädlich zu machen. Die Integration von Erkennungstechnologien, elektronischen Gegenmaßnahmen und koordinierten Verteidigungsstrategien unterstreicht die Notwendigkeit umfassender und anpassungsfähiger Ansätze für die Luftsicherheit. Diese Systeme müssen in Echtzeit arbeiten und dabei ein Gleichgewicht zwischen Wirksamkeit, Sicherheit und regulatorischen Auflagen herstellen.

Die Entwicklung fortschrittlicher Werkstoffe und Energiesysteme stellt eine weitere entscheidende Dimension der Drohnenentwicklung dar. Leichtbaukonstruktionen, adaptive Werkstoffe und verbesserte Energiespeicherlösungen wirken sich unmittelbar auf die Ausdauer, die Leistung und die operative Flexibilität aus. Zukünftige Systeme werden strukturelle und energetische Funktionen zunehmend integrieren und so effizientere und nachhaltigere Plattformen schaffen, die für längere Einsätze geeignet sind.

In diesem breiteren Rahmen unterstreicht MSc. Rexhep Mustafovski die Bedeutung einer strukturierten Integration über alle Technologiebereiche hinweg. Die vorgeschlagene Vision hebt die Konvergenz von künstlicher Intelligenz, sicherer Kommunikation, adaptiver Steuerung und domänenübergreifender Konnektivität als wesentliche Elemente für die Realisierung zuverlässiger und skalierbarer Drohnensysteme hervor. Dieser integrationsorientierte Ansatz steht im Einklang mit globalen Forschungstrends und bietet gleichzeitig praktische Wege für die Umsetzung sowohl in zivilen als auch in Verteidigungsanwendungen.

Die strategische Bedeutung von Drohnensystemen geht über die technologischen Fähigkeiten hinaus. Diese Systeme beeinflussen das Einsatztempo, Entscheidungsprozesse und die Verteilung der Kontrolle in modernen Umgebungen. Die Fähigkeit, ein kontinuierliches Situationsbewusstsein aufrechtzuerhalten und koordinierte Maßnahmen durchzuführen, wirkt sich unmittelbar auf Effektivität und Stabilität aus. Da Einsätze zunehmend datengesteuert werden, gewinnt die Rolle von Drohnensystemen bei der Bereitstellung zeitnaher und genauer Informationen für die Gesamtleistung an zentraler Bedeutung.

Gleichzeitig bringt die Konvergenz der Technologien weitreichendere Auswirkungen mit sich. Die Abhängigkeit von komplexen Systemen erhöht die Anfälligkeit für Störungen, während die Integration ziviler und operativer Infrastrukturen Fragen der Steuerung und Kontrolle aufwirft. Die Entwicklung von Drohnensystemen muss daher von den Prinzipien der Resilienz, Interoperabilität und ethischen Verantwortung geleitet werden, um sicherzustellen, dass der technologische Fortschritt weder die Stabilität noch die Rechenschaftspflicht beeinträchtigt.

Der Fahrplan für die zukünftige Entwicklung erfordert koordinierte Anstrengungen in

Forschung, Industrie und operativen Bereichen. Experimentelle Plattformen, Simulationsumgebungen und Validierung unter realen Bedingungen sind unerlässlich, um die Systemleistung zu optimieren und Grenzen zu identifizieren. Interdisziplinäre Zusammenarbeit beschleunigt Innovationen und stellt gleichzeitig sicher, dass Lösungen praktikabel und anwendbar bleiben.

Standardisierung und die Angleichung von Rechtsvorschriften fördern die Interoperabilität und erleichtern den großflächigen Einsatz.

Die in diesem Buch dargelegte langfristige Vision unterstreicht, dass Drohnensysteme in der Lage sein müssen, unter allen Bedingungen effektiv zu arbeiten, einschließlich Umweltschwankungen, Kommunikationsstörungen und Systembeeinträchtigungen. Adaptive Steuerung, verteilte Intelligenz und integrierte Architekturen sind keine optionalen Erweiterungen, sondern grundlegende Anforderungen an zukünftige Systeme. Die Fähigkeit, den Betrieb trotz Unsicherheiten aufrechtzuerhalten, bestimmt die Effektivität von Plattformen der nächsten Generation.

Künstliche Intelligenz wird ihre Rolle bei der Wahrnehmung, Entscheidungsfindung und Systemkoordination weiter ausbauen. Die menschliche Aufsicht bleibt jedoch unerlässlich, um Verantwortlichkeit und die Ausrichtung auf operative Ziele zu gewährleisten. Autonome Systeme müssen transparent, vorhersehbar und kontrollierbar sein, damit Bediener das Systemverhalten verstehen und bei Bedarf beeinflussen können.

Energieeffizienz und Umweltaspekte werden die zukünftige Entwicklung ebenfalls prägen. Nachhaltiges Design, effiziente Ressourcennutzung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Umweltbedingungen sind für die langfristige Tragfähigkeit unerlässlich. Systeme müssen nicht nur auf Leistung, sondern auch auf Langlebigkeit und Anpassungsfähigkeit in vielfältigen Einsatzszenarien ausgelegt sein.

Bildung und Wissensaufbau stellen grundlegende Elemente für weiteren Fortschritt dar. Ingenieure, Forscher und Bediener müssen den interdisziplinären Charakter moderner Drohnensysteme verstehen und Fachwissen in den Bereichen Steuerungssysteme, Kommunikation, Cybersicherheit und künstliche Intelligenz miteinander verbinden. Kontinuierliches Lernen und Zusammenarbeit stellen sicher, dass der technologische Fortschritt mit den institutionellen Kapazitäten Schritt hält.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Entwicklung von Drohnensystemen einen der bedeutendsten technologischen Wandel in heutigen Einsatzumgebungen darstellt. Sie definiert neu, wie Informationen gesammelt, verarbeitet und angewendet werden, und ermöglicht damit ein neues Maß an Effizienz und Koordination, bringt jedoch gleichzeitig neue Herausforderungen und Verantwortlichkeiten mit sich. Die strategische Herausforderung liegt nicht in der Entwicklung einzelner Technologien, sondern in deren Integration in kohärente, widerstandsfähige und vertrauenswürdige Systeme.

Zukünftige Drohnensysteme müssen intelligent und dennoch kontrollierbar, autonom und dennoch rechenschaftspflichtig sowie vernetzt und dennoch sicher sein. Durch strukturierte Integration, kontinuierliche Innovation und verantwortungsbewusstes Design bildet der in diesem Buch untersuchte Wandel die Grundlage für eine neue Generation von Flugsystemen, die die technologische und operative Landschaft in den kommenden Jahrzehnten prägen werden.

Literaturverzeichnis

1. Mustafovski, Rexhep., *Militärische Kommunikationsdoktrin – Ein systematischer Leitfaden zu Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, LAP LAMBERT Academic Publishing, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-23709-6.
2. Mustafovski, Rexhep., „*Sichere Kommunikationssysteme für moderne militärische Operationen – Grundlagen, Technologien und zukünftige Ausrichtungen*“, 1. Auflage, LAP LAMBERT Academic Publishing, Riga, Lettland, 2025, ISBN 978-620-9-27053-6.
3. Mustafovski, Rexhep., *Militärische Kommunikationsdoktrin – Ein systematischer Leitfaden zu Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Ediciones Nuestro Conocimiento, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-52219-2.
4. Mustafovski, Rexhep., *Militärische Kommunikationsdoktrin – Ein systematischer Leitfaden zu Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Editions Notre Savoir, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-52475-2.
5. Mustafovski, Rexhep., *Doktrin der militärischen Kommunikation – Ein systematischer Leitfaden zu Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Verlag Nasza Wiedza, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-52987-0.
6. Mustafovski, Rexhep., *Doktrin der militärischen Kommunikation – Ein systematischer Leitfaden zu Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Edizioni Sapienza, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-52731-9.
7. Mustafovski, Rexhep., *Militärische Kommunikationsdoktrin – Ein systematischer Leitfaden für Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Verlag Unser Wissen, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-53243-6.
8. Mustafovski, Rexhep., *Militärische Kommunikationsdoktrin – Ein systematischer Leitfaden für Führung, Kontrolle und Kommunikation in modernen Streitkräften*, Verlag Unser Wissen, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-51963-5.
9. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne Militäroperationen – Grundlagen, Technologien und zukünftige Entwicklungen*, Verlag Nasza Wiedza, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-57812-0.
10. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne militärische Operationen – Grundlagen, Technologien und Zukunftsperspektiven*, Verlag Unser Wissen, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-56532-8.
11. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne militärische Operationen – Grundlagen, Technologien und Zukunftsperspektiven*, Ediciones Nuestro Conocimiento, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-56788-9.
12. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne Militäroperationen – Grundlagen, Technologien und Zukunftsperspektiven*, Edições Nosso Conhecimento, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-58836-5.
13. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne militärische Operationen – Grundlagen, Technologien und zukünftige Ausrichtungen*, Edizioni Sapienza, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-57556-3.
14. Mustafovski, Rexhep., *Sichere Kommunikationssysteme für moderne militärische Operationen – Grundlagen, Technologien und Zukunftsperspektiven*, Editions Notre Savoir, Riga, Lettland, 2026, ISBN 978-620-9-57044-5.
15. Mustafovski, Rexhep., „Taktisch-technische Merkmale und Organisation einer Kommunikationsstation mit dem Kommando-Kraftfahrzeug ‚Chevrolet Tahoe‘“, *STIT*,

196 (2), 2026, S. 28–29, ISSN 1857-6710.

16. Mustafovski, Rexhep., „Simulationen für die logistische Ausbildung bei militärischen Operationen“, *STIT*, 195 (1), 2026, S. 32–34, ISSN 1857-6710.

17. Mustafovski, Rexhep und Petrovski, Aleksandar., „Stand der Technik bei globalen Navigationssatellitensystemen: Eine vergleichende Studie zu GPS, GLONASS und Galileo“, *Contemporary Macedonian Defence*, 25 (49), 2025, S. 119–132, ISSN 1409-8199.

18. Mustafovski, Rexhep., „Architektonischer Rahmen einer missionsorientierten UAV-Kommunikationsplattform“, *Automation of Technological and Business Processes*, 17 (3), 2025, S. 44–58, ISSN 2312-3125 (Druckausgabe), 2312-931X (Online).

19. Mustafovski, Rexhep., „Integriertes Modell für ein klassifiziertes Kommunikationsnetzwerk mit VPN-Zugang für moderne militärische Operationen“, *STIT*, 194 (12), 2025, S. 34–36, ISSN 1857-6710.

20. Mustafovski, Rexhep., „Moderne Informations- und Kommunikationstechnologieplattformen: Weiterentwicklung des SecuDroneComm-Managements“, *Management Science Advances*, Online (1), 2025, S. 1–10, ISSN 3042-2205.

21. Mustafovski, Rexhep., „Integriertes fortgeschrittenes Konzeptmodell für die militärische Kommunikation“, *STIT*, 193 (11), 2025, S. 34–35, ISSN 1857-6710.

22. Mustafovski, Rexhep., „Wi-OPS: Integrierte Plattform für die militärische Ortung“, *STIT*, 192 (10), 2025, S. 34–35, ISSN 1857-6710.

23. Mustafovski, Rexhep., „PoWiFi: Sensoreffizienz durch drahtlose Energieversorgung“, *STIT*, 191 (9), 2025, S. 34–35, ISSN 1857-6710.

24. Mustafovski, Rexhep., „Durch Wände sehen: Einsatz von WLAN-Signalen und künstlicher Intelligenz zur Erkennung von Personen in versteckten Räumen“, *STIT*, 190 (8), 2025, S. 36–37, ISSN 1857-6710.

25. Mustafovski, Rexhep., „Funkgerät ‚9661 HF‘ – Ein modernes Kommunikationssystem für taktische und operative Militäreinsätze“, *STIT*, 189 (7), 2025, S. 34–35, ISSN 18576710.

26. Mustafovski, Rexhep., „Inmarsat – Satellitenkommunikation in taktischen und operativen Einheiten“, *STIT*, 188 (6), 2025, S. 20–21, ISSN 1857-6710.

27. Mustafovski, Rexhep., „Die Zukunft der militärischen Kommunikation“, *STIT*, 187 (5), 2025, S. 22–23, ISSN 1857-6710.

28. Mustafovski, Rexhep., „Elektronische Kriegsführung und Funkstörsender – Schlüsseltechnologien für moderne militärische Operationen“, *STIT*, 186 (4), 2025, S. 24–25, ISSN 1857-6710.

29. Mustafovski, Rexhep., „Modellierung von Systemen zur Erkennung unbemannter Luftfahrzeuge“, *STIT*, 185 (3), 2025, S. 26–27, ISSN 1857-6710.

30. Mustafovski, Rexhep., „Einsatz des Funkgeräts ‚RF-7800V-HH‘ in taktischen Einheiten“, *STIT*, 184 (2), 2025, S. 44–45, ISSN 1857-6710.

31. Mustafovski, Rexhep., „Verschlüsseltes VoIP-Telefon ‚Aselsan 2121‘ – Technologischer Fortschritt für sichere, taktische und strategische Kommunikation“, *STIT*, 183 (1), 2025, S. 44–45, ISSN 1857-6710.

32. Mustafovski, Rexhep., „Multifunktionales militärisches Feldtelefon ‚Aselsan 6200‘ mit fortschrittlichen Funktionen“, *STIT*, 182 (12), 2024, S. 45, ISSN 1857-6710.

33. Mustafovski, Rexhep., „Mobiles Radar-Elektronische-Kriegsführung-System

- „KORAL II“, *STIT*, 180 (10), 2024, S. 44–46, ISSN 1857-6710.
34. Mustafovski, Rexhep und Petrovski, Aleksandar., „Winkelbasiertes Modul zur Zielortung mittels Computer-Vision- s für eine verbesserte militärische Überwachung“, *Scientific Technical Review*, 74 (2), 2024, S. 32–37, ISSN 2683-5770.
 35. Mustafovski, Rexhep und Petrovski, Aleksandar und Radovanovic, Marko und Jokic, Zeljko., „Intelligente modulare Plattformen für die nächste Generation des Schießstandtrainings“, *Scientific Technical Review*, 75 (1), 2025, S. 41–51, ISSN 2683-5770.
 36. Mustafovski, Rexhep., „Bewertung der operativen Auswirkungen von SecuDroneComm: Simulationsbasierte Bewertung der sicheren UAV-Kommunikation in militärischen Umgebungen“, *Scientific Technical Review*, 75 (1), 2025, S. 11–18, ISSN 2683-5770.
 37. Mustafovski, Rexhep und Petrovski, Aleksandar., „Integration von Quantentechnologien in mobile militärische Systeme und TOC-Rahmenwerke“, *Land Forces Academy Review*, 30 (3), 2025, S. 466–478, ISSN 3100-5063 (Druckausgabe), 3100-5071 (Online).
 38. Mustafovski, Rexhep., „Vergleich des aktuellen Stands der Technik bei Sensoren in Industrie 4.0, Industrie 5.0 und kostengünstigen Überwachungstechnologien“, *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, online, 2025, S. 1–14, ISSN 3009-3309.
 39. Mustafovski, Rexhep., „Simulation von Sicherheit und Geschwindigkeit: Eine vergleichende Bewertung der MobileSecureComm-Plattform im Vergleich zu älteren taktischen Kommunikationssystemen“, *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 3 (1), 2025, S. 147–157, ISSN 30093309.
 40. Mustafovski, Rexhep., „Der Einsatz von Kommunikationsplattformen bei militärischen Operationen: Steigerung der strategischen und taktischen Effektivität“, *Database Systems Journal*, 16 (1), 2025, S. 1–10, ISSN 2069-3230.
 41. Mustafovski, Rexhep., „Vergleich des aktuellen Stands der Technik von MobileSecureComm mit modernen sicheren Kommunikationsplattformen für taktische Operationen“, *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics*, 8 (1), 2025, S. 87–98, ISSN 2545-4803.
 42. Mustafovski, Rexhep., „Integration von Computer Vision mit dem YOLOv8-Algorithmus für PID: Eine Analyse des aktuellen Stands der Technik“, *Contemporary Macedonian Defence*, 48 (1), 2025, S. 83–94, ISSN 1409-8199.
 43. Mustafovski, Rexhep, Petrovski, Aleksandar und Radovanovic, Marko., „Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf das Militärübungsgelände Krivolak im 21. Jahrhundert: Herausforderungen, Anpassung und die Rolle intelligenter Militärtechnologien“, *Serbian Journal of Engineering Management*, 10 (2), 2025, S. 12–18, ISSN 3042-0474.
 44. Mustafovski, Rexhep., „Weiterentwicklung von SecuDroneComm: Eine vergleichende Analyse des aktuellen Stands der Technik mit modernen IKT-Plattformen für sichere Kommunikation“, *Serbian Journal of Engineering Management*, 10 (2), 2025, S. 61–70, ISSN 2466-4693.
 45. Mustafovski, Rexhep., „Formelbasiertes Architektur-Framework der SecuDroneComm-Plattform für die Kommunikation mit unbemannten Luftfahrzeugen“, *Management Science Advances*, 2 (1), 2025, S. 288–303, ISSN 3042-2205.
 46. Mustafovski, Rexhep., „Kommandosystem zur frühzeitigen Unterstützung und

Reaktion bei biologischen Bedrohungen (BEAR-CS)“, *Automation of Technological and Business Processes*, 17 (1), 2025, ISSN 2312-3125 (Druckausgabe), 2312-931X (Online).

47. Mustafovski, Rexhep., „Digitale Entwicklungsplattine zur Objekterkennung im Nahbereich mit steganografischer Datenverbergungstechnik“, *Journal of Electrical Engineering and Information Technologies*, 9 (1), 2024, S. 63–70, ISSN 2545-4269.

48. Mustafovski, Rexhep., Petrovski, Aleksandar., und Radovanovic, Radovanovic., „Intelligentes Abfallmanagementsystem (IWMS): Deep-Learning-gestützte Sortierung mit integrierten Behälterfüllstandssensoren“, in: *Umweltschutz und Katastrophenrisiken (EnviroRisks 2024)*, 1. Auflage, Springer, Cham, Schweiz, 2024, S. 188–193, ISBN 978-3-03174707-6.

49. Glavinov, Aleksandar., Doneva, Blagica. und Mustafovski, Rexhep., „Anwendung künstlicher Intelligenz in der Straßeninfrastruktur“, in: *Dritter mazedonischer Straßenkongress*, 6.–7. November 2025, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2025.

50. Glavinov, Aleksandar., Sofronievska, Maja. und Mustafovski, Rexhep., „Intelligente Straßen für Notfallereignisse und Rettungsmaßnahmen“, in: *Dritter Mazedonischer Straßenkongress*, 6.–7. November 2025, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2025.

51. Mustafovski, Rexhep., Risteski, Aleksandar., und Shuminoski, Tomislav., „Fortschritte bei industriellen digitalen Sensoren (Version 3.0 bis 4.0) und Radarsystemen zur Objekterkennung: Ein Überblick über den aktuellen Stand der Technik“, in: *Dritte Internationale Konferenz ETIMA 2025*, 24.–25. September 2025, Stip, Republik Nordmazedonien, 2025.

52. Mustafovski, Rexhep., Risteski, Aleksandar. und Shuminoski, Tomislav., „Herausforderungen und Lösungen zur Verbesserung der Kommunikationsleistung zwischen Drohnen und dem Einsatzleitzentrum (TOC) bei militärischen Einsätzen und Krisenoperationen“, in: *Dritte Internationale Konferenz ETIMA 2025*, 24.–25. September 2025, Stip, Republik Nordmazedonien, 2025.

53. Mustafovski, Rexhep., Risteski, Aleksandar. und Shuminoski, Tomislav., „Entwurf eines sicheren Kommunikationsrahmens für UAV-zu-TOC-Einsätze in militärischen und Notfallumgebungen“, in: *Dritte Internationale Konferenz ETIMA 2025*, 24.–25. September 2025, Stip, Republik Nordmazedonien, 2025.

54. Mustafovski, Rexhep., Risteski, Aleksandar. und Shuminoski, Tomislav., „Simulationsbasierte Leistungsanalyse eines sicheren UAV-zu-TOC-Kommunikationsrahmens bei militärischen und Notfall-Einsätzen“, in: *Dritte Internationale Konferenz ETIMA 2025*, 24.–25. September 2025, Stip, Republik Nordmazedonien, 2025.

55. Petrovski, Aleksandar., Mijalkovski, Stojance., und Mustafovski, Rexhep., „Einsatz von Biosensoren mit GPS-Ortungsgeräten zur Überwachung des Gesundheitszustands von Bergleuten in Untertagebergwerken: Ein umfassendes Rahmenkonzept für mehr Sicherheit und betriebliche Effizienz“, in: *XVI. Fachtagung mit internationaler Beteiligung: Technologie der Untertage- und Tagebau-Gewinnung mineralischer Rohstoffe (Podex – Povex '25)*, 3.–5. Oktober 2025, Ohrid, Republik Nordmazedonien, 2025.

56. Mustafovski, Rexhep., Risteski, Aleksandar., und Shuminoski, Tomislav., „MobileSecureComm: Eine taktische Kommunikationsplattform der nächsten Generation für Land-, See- und Luftoperationen“, in: *32. Internationale IEEE-Konferenz über Systeme, Signale und Bildverarbeitung (IWSSIP 2025)*, 24.–26. Juni 2025, Skopje,

Republik Nordmazedonien, 2025.

57. Mustafovski, Rexhep., Petrovski, Aleksandar., Radovanovic, Marko. und Jokic, Zeljko., „Einsatz bodengestützter modularer Plattformen bei der Modernisierung von Schießständen – Intelligente Zielträger“, in: *16. DQM-Konferenz für Lebenszyklus-Engineering und -Management (ICDQM 2025)*, 26.–27. Juni 2025, Prijevor, Republik Serbien, 2025.

58. Mustafovski, Rexhep., „Sicherheitslücken und Herausforderungen bei IoT-Technologien“, in: *Studentische Konferenz zu Energieeffizienz und nachhaltiger Entwicklung (SCEESD)*, 29. Oktober – 1. November 2024, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2025.

59. Mustafovski, Rexhep., „Die Bedeutung des Einsatzes intelligenter Geräte“, in: *Studentenkonferenz zu Energieeffizienz und nachhaltiger Entwicklung*, 26.–29. Oktober 2022, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2023.

60. Mustafovski, Rexhep., „Integriertes Steuerungs- und Überwachungssystem (ICMS) unter Verwendung digitaler Elektronikplatinen von zur Objektüberwachung und -erkennung auf kurze Entfernungen“, in: *Internationale Konferenz ACCHE – Jahreskonferenz zu den Herausforderungen der zeitgenössischen Hochschulbildung*, 3.–7. Februar 2025, Kopaonik, Republik Serbien, 2025.

61. Mustafovski, Rexhep., „Vergleich der SecuDroneComm-Plattform mit bestehenden sicheren Drohnenkommunikationssystemen auf dem neuesten Stand der Technik“, in: *Internationale Konferenz ACCHE – Jahreskonferenz zu den Herausforderungen der zeitgenössischen Hochschulbildung*, 3.–7. Februar 2025, Kopaonik, Republik Serbien, 2025.

62. Mustafovski, Rexhep., „Aktueller Stand der Forschung und Analyse von aktiven und passiven Radarreflektoren sowie Ultraschall-Radarsystemen“, in: *Internationale Konferenz ACCHE – Jahreskonferenz zu den Herausforderungen der zeitgenössischen Hochschulbildung*, 3.–7. Februar 2025, Kopaonik, Republik Serbien, 2025.

63. Mustafovski, Rexhep., und Petrovski, Aleksandar., „Analyse des Einsatzes moderner Feuerleitsysteme und ihrer Implementierung in Infanterieeinheiten“, in: *11. Internationale Wissenschaftskonferenz zu Verteidigungstechnologien (OTEX 2024)*, 9.–11. November 2024, Tara, Republik Serbien, 2024.

64. Mustafovski, Rexhep., „Ethische Aspekte beim Aufbau eines Radarsystems zur Objekterkennung im Nahbereich mit Arduino Mega 2560“, in: *XVI. Internationale Konferenz ETAI 2024*, 21.–23. September 2024, Struga, Republik Nordmazedonien, 2024.

65. Mustafovski, Rexhep., „Der Einsatz eines digitalen Entwicklungsboards zur Entwicklung eines Ultraschall-Radarsystems für die Kurzstreckenerkennung in einer 360-Grad-Konfiguration“, in: *XVI. Internationale Konferenz ETAI 2024*, 21.–23. September 2024, Struga, Republik Nordmazedonien, 2024.

66. Mustafovski, Rexhep., „Gewährleistung der Informationssicherheit im digitalen Zeitalter“, in: *Zweite Internationale Konferenz ETIMA 2023*, 27.–29. September 2023, Stip, Republik Nordmazedonien, 2024.

67. Mustafovski, Rexhep., Achkoski, Jugoslav., und Petrovski, Aleksandar., „Der zunehmende Einfluss sozialer Netzwerke auf alltägliche soziale Interaktionen während der Pandemie“, in: *CMiGIN 2022: 2. Internationale Konferenz zum Konfliktmanagement in globalen Informationsnetzwerken*, 30. November 2022, Kiew, Ukraine, 2022.

68. Mustafovski, Rexhep., „Lernstrategien und metakognitives Bewusstsein“, in: 2.

Internationale wissenschaftliche Konferenz MILCON'19: Militärakademie „Gen. Mihailo Apostolski“, 12. November 2019, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2019.

69. Mustafovski, Rexhep., „Digitale Lernumgebung der nächsten Generation (NGDLE)“, in: *2. Internationale wissenschaftliche Konferenz MILCON'19: Militärakademie „Gen. Mihailo Apostolski“*, 12. November 2019, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2019.

70. Mustafovski, Rexhep., „Einsatz der Analyse des Ausbildungsbedarfs zur Verbesserung der Ausbildungsfähigkeiten von Kadetten“, in: *2. Internationale wissenschaftliche Konferenz MILCON'19: Militärakademie „Gen. Mihailo Apostolski“*, 12. November 2019, Skopje, Republik Nordmazedonien, 2019.

71. Mustafovski, Rexhep, Petrovski, Aleksandar, Radovanovic, Marko, Behlic, Aner und Ilievski, Kristijan., „Ein auf Deep Learning und Sensoren basierendes Internet-of-Things-Framework für intelligentes Abfallmanagement: Eine vergleichende Analyse“, *Acadlore Transactions on AI and Machine Learning*, Bd. 5, Nr. 1, 2026, S. 58–72, ISSN 2957-9570.

72. Mustafovski, Rexhep., „Deepfake-Angriffe auf Kommandostrukturen: Eine Bedrohung für moderne militärische Operationen“, *STIT*, Bd. 198, Nr. 1, 2026, S. 32–33, ISSN 1857-6710.

73. Mustafovski, Rexhep., „Solarenergie zur Unterstützung moderner Mobilkommunikation“, *STIT*, Bd. 197, Nr. 1, 2026, S. 32–33, ISSN 1857-6710.

74. Mustafovski, Rexhep, Petrovski, Aleksandar und Radovanovic, Marko., „REXCOM (Rexhep Command Operations Module): Ein menschenzentriertes militärisches KI-Chatbot-Framework für sichere Kommando-, Personal- und Logistikoperationen“, *Zeitschrift der Serbischen Gesellschaft für Computational Mechanics*, Bd. 19, Nr. 2, 2025, S. 19–31, ISSN 18206530.

75. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., „Der Übergang von 5G zu 6G in der militärischen Kommunikation – Architekturen, Integration und operative Auswirkungen“, Editions Notre Savoie, 2026, ISBN 978-620-9-85916-8.

76. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., „Transición de 5G a 6G en las comunicaciones militares – Arquitecturas, integración e impacto operativo“, Ediciones Nuestro Conocimiento, 2026, ISBN 978-620-9-85660-0.

77. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., *Der Übergang von 5G zu 6G in der militärischen Kommunikation – Architekturen, Integration und operative Auswirkungen*, Verlag Nasza Wiedza, 2026, ISBN 978-620-9-86428-5.

78. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond: *Übergang von 5G zu 6G in der militärischen Kommunikation – Architekturen, Integration und operative Auswirkungen*, Edizioni Sapienza, 2026, ISBN 978-620-9-86172-7.

79. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., *Übergang von 5G zu 6G in der militärischen Kommunikation – Architekturen, Integration und operative Auswirkungen*, Verlag Unser Wissen, 2026, ISBN 978-620-9-86684-5.

80. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., *Übergang von 5G zu 6G in der militärischen Kommunikation – Architekturen, Integration und betriebliche Auswirkungen*, Verlag Unser Wissen, 2026, ISBN 978-620-9-85404-0.

81. Mustafovski, Rexhep, Qehaja, Besnik und Hajrizi, Edmond., „5G to 6G Transition in Military Communications – Architectures, Integration, and Operational Impact“, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2026, ISBN 978-620-9-71856-4.

82. Mustafovski, Rexhep, Marinova, Galia, Qehaja, Besnik, Hajrizi, Edmond, Gagica,

Shejnaze und Guliashki, Vassil., „KI-gesteuerte Netzwerkoptimierung für den Übergang von 5G zu 6G: Eine taxonomiebasierte Übersicht und ein Referenzrahmen“, *Future Internet*, Bd. 18, Nr. 3, 2026, S. 1–24, ISSN 1999-5903.

83. Mustafovski, Rexhep, Marinova, Galia, Qehaja, Besnik, Hajrizi, Edmond, Gagica, Shejnaze und Guliashki, Vassil., „Ein KI-gestütztes Rahmenwerk zur Netzwerkoptimierung für den Übergang von 5G zu 6G“, *Preprint*, Bd. 1, Nr. 1, 2026, ISSN 2310-287X.

84. Perkovic, M., Gucma, L. und Feuerstack, S., „Maritime Sicherheit und Risikobewertungen“, *Journal of Marine Science and Engineering*, Bd. 12, 2024, S. 988.

85. Min, H., „Entwicklung einer intelligenten Hafenarchitektur und wesentlicher Elemente im Zeitalter von Industrie 4.0“, *Maritime Economics & Logistics*, Bd. 24, 2022, S. 189–207.

86. Talpur, K., Hasan, R., Gocer, I., Ahmad, S. und Bhuiyan, Z., „KI in der maritimen Sicherheit: Anwendungen, Herausforderungen, zukünftige Ausrichtungen und wichtige Datenquellen“, *Information*, Bd. 16, 2025, S. 658.

87. Wang, J., Zhou, K., Xing, W., Li, H. und Yang, Z., „Anwendungen, Entwicklungen und Herausforderungen von Drohnen im Seeverkehr“, *Journal of Marine Science and Engineering*, Bd. 11, 2023, S. 2056.

88. Lv, Z., Wang, X., Wang, G., Xing, X., Lv, C. und Yu, F., „Unbemannte Oberflächen - Schiffe in der Meeresüberwachung und -bewirtschaftung: Fortschritte in den Bereichen Kommunikation, Navigation, Steuerung und datengestützte Forschung“, *Journal of Marine Science and Engineering*, Bd. 13, 2025, S. 969.

89. Li, J., Zhang, G., Jiang, C. und Zhang, W., „Ein Überblick über unbemannte Suchsysteme auf See: Theorie, Anwendungen und zukünftige Ausrichtungen“, *Ocean Engineering*, Bd. 285, 2023, S. 115359.

90. Zhang, B., Liu, J., Liu, R.W. und Huang, Y., „Deep-Learning-gestützte visuelle Schiffsortung und -verfolgung: Literaturübersicht und zukünftige Ausrichtung“, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Bd. 141, 2025, S. 109754.

91. Moraes, M.T., Alves, M.O., Amario, M., Pierott, R.M.R., Najjar, M.K., Freire, E. und Haddad, A.N., „Meeresüberwachung mit UAVs: Eine bibliometrische und systematische Übersicht von 2022 bis 2025 zu Makroalgen und organischen Abfällen in der Meeresumwelt“, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Bd. 332, 2026, S. 109770.

92. Leyva-Mayorga, I., Martinez-Gost, M., Moretti, M., Pérez-Neira, A., Vázquez, M.Á., Popovski, P. und Soret, B., „Satelliten-Edge-Computing für die Echtzeit-Erdbeobachtung mit sehr hoher Auflösung“, *IEEE Transactions on Communications*, Bd. 71, 2023, S. 6180–6194.

93. Coito, J., „Autonome maritime Überwasserschiffe: Neue Möglichkeiten und Herausforderungen im Seerecht und in der Meerespolitik“, *International Law Studies*, Bd. 97, 2021, S. 19.

94. Kaup, M., Piór, K. und Deja, A., „Einsatz unbemannter Luftfahrzeuge als Bestandteil eines fortschrittlichen Überwachungssystems für Hafengebiete“, *Procedia Computer Science*, Bd. 246, 2024, S. 5142–5150.

95. Jiao, S., Zhang, G., Zhou, M. und Li, G., „Ein umfassender Überblick über aktuelle Forschungsschwerpunkte zu Batteriemanagementsystemen für UAVs“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 8463684650.

96. Wu, J., Li, R., Li, J., Zou, M. und Huang, Z., „Kooperative Plattform aus

unbemannten Oberflächenfahrzeugen und unbemannten Luftfahrzeugen als Werkzeug für Küstenüberwachungsaktivitäten“, *Ocean & Coastal Management*, Bd. 232, 2023, S. 106421.

97. Li, Y., Li, S., Zhang, Y., Zhang, W. und Lu, H., „Dynamische Routenplanung für ein USV-UAV-Multi-Roboter-System bei der Rendezvous-Aufgabe mit Hindernissen“, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, Bd. 107, 2023, S. 52.

98. He, Q., Liu, W., Liu, T.-L. und Tian, Q., „Robuste koordinierte Pfadplanung für unbemannte Luftfahrzeuge und unbemannte Oberflächenfahrzeuge bei der maritimen Überwachung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Fahrzeit“, *Transportation Research Part B: Methodological*, Bd. 199, 2025, S. 103284.

99. Fattori, F. und Cocuzza, S., „Angeseilte Drohnen: Ein umfassender Überblick über Technologien, Herausforderungen und Anwendungen“, *Drones*, Bd. 9, 2025, S. 425.

100. Marques, M.N., Magalhães, S.A., Dos Santos, F.N. und Mendonça, H.S., „Angeseilte unbemannte Luftfahrzeuge – Eine systematische Übersicht“, *Robotics*, Bd. 12, 2023, S. 117.

101. Kownacki, C., Ambroziak, L., Cielkowski, M., Wolniakowski, A., Romaniuk, S., Kulesza, Z., Bozko, A. und Oldziej, D., „Entwicklung und Bewertung eines angebundenen Hexakopters der Klasse C3 unter maritimen Bedingungen auf dem Hubschrauberlandeplatz einer Fähre“, *Applied Sciences*, Bd. 13, 2023, S. 9396.

102. Schuchardt, B.I., Dautermann, T., Donkels, A., Krause, S., Peinecke, N. und Schwoch, G., „Maritimer Einsatz eines unbemannten Drehflüglers mit einem an einem Schiff festverankerten Landungssystem mit „-Technologie“, *CEAS Aeronautical Journal*, Bd. 12, 2021, S. 3–11.

103. Dai, Y., Hu, Z., Zhang, S. und Liu, L., „Ein Überblick über die detektionsbasierte Video-Multi-Objekt-Verfolgung“, *Displays*, Bd. 75, 2022, S. 102317.

104. Nikouei, M., Baroutian, B., Nabavi, S., Taraghi, F., Aghaei, A., Sajedi, A. und Moghaddam, M.E., „Erkennung kleiner Objekte: Ein umfassender Überblick über Herausforderungen, Techniken und Anwendungen in der Praxis“, *arXiv*, 2025, arXiv:2503.20516.

105. Tang, G., Ni, J., Zhao, Y., Gu, Y. und Cao, W., „Ein Überblick über die Objekterkennung für UAVs auf Basis von Deep Learning“, *Remote Sensing*, Bd. 16, 2023, S. 149.

106. Ngo, T.B., Ngo, L., Nguyen, D.T., Phi, A.V., Perera, A. und Nguyen, A., „UAV-gestützte visuelle Erkennung und Verfolgung von Ertrinkenden bei Seenotrettungseinsätzen“, *Drones*, Bd. 10, 2026, S. 146.

107. Chen, Z., Luo, Z., Wang, Z., Huang, Z., He, Y., Wen, Z., Ding, Y. und Xu, Z., „Ein neuartiger Multi-Core-Ansatz zur parallelen Strom-Differenzmessung zur Erkennung von Brüchen im Stromkabel eines angebundenen UAV“, *Sensors*, Bd. 25, 2025, S. 5112.

108. Aharon, N., Orfaig, R. und Bobrovsky, B., „BoT-SORT: Robuste Zuordnungen für die Verfolgung mehrerer Fußgänger“, *arXiv*, 2022, arXiv:2206.14651.

109. MinIO, Inc., *Bericht über Objektspeicher und KI*, Whitepaper, MinIO, Palo Alto, CA, USA, 2024.

110. Ngo, T.B., Ngo, L., Nguyen, D.T., Phi, A.V., Perera, A. und Nguyen, A., „SeaDronesSee: Ein maritimer Benchmark zur Erkennung von Menschen auf offenem Wasser“, in: *Tagungsband der IEEE/CVF-Winterkonferenz zu Anwendungen der Bildverarbeitung (WACV)*, Waikoloa, HI, USA, 2022, S. 3686–3696.

- 111.Varghese, R. und M, S., „YOLOv8: Ein neuartiger Algorithmus zur Objekterkennung mit verbesserter Leistung und Robustheit“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über Fortschritte in der Datenverarbeitung und intelligenten Computersystemen (ADICS)*, Chennai, Indien, 2024, S. 1–6.
- 112.Ren, S., He, K., Girshick, R. und Sun, J., „Faster R-CNN: Auf dem Weg zur Echtzeit-Objekterkennung mit Region-Proposal-Netzwerken“, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Bd. 39, 2015, S. 1137–1149.
- 113.Khanam, R. und Hussain, M., „What is YOLOv5: A Deep Look into the Internal Features of the Popular Object Detector“, *arXiv*, 2024, arXiv:2407.20892.
- 114.Wang, S., Xia, C., Lv, F. und Shi, Y., „RT-DETRv3: Echtzeit-End-to-End-Objekterkennung mit hierarchischer dichter positiver Überwachung“, in: *Proceedings of the IEEE/CVF Winterkonferenz über Anwendungen der Computer Vision (WACV)*, Tucson, AZ, USA, 2025, S. 1628–1636.
- 115.Chen, F., Zhang, Y., Fu, L., Hua, R., Zhang, Q. und Bi, S., „A Comparative Review of the Next-Generation YOLO Models: YOLOv10 and YOLO11“, *Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, Bd. 3, 2025.
- 116.Milan, A., Leal-Taixé, L., Reid, I., Roth, S. und Schindler, K., „MOT16: Ein Benchmark für die Mehrzielverfolgung“, *arXiv*, 2016, arXiv:1603.00831.
- 117.Bergmann, P., Meinhardt, T. und Leal-Taixé, L., „Tracking without Bells and Whistles“, in: *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Seoul, Republik Korea, 2019.
- 118.Zhang, Y., Wang, C., Wang, X., Zeng, W. und Liu, W., „FairMOT: Zur Fairness von Erkennung und Wiederidentifizierung bei der Verfolgung mehrerer Objekte“, *arXiv*, 2020, arXiv:2004.01888.
- 119.Zuo, Z., Liu, C., Han, Q.-L. und Song, J., „Unbemannte Luftfahrzeuge: Steuerungsmethoden und zukünftige Herausforderungen“, *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, Bd. 9, 2022, S. 601–614.
- 120.Alsawy, A., Hicks, A., Moss, D. und McKeever, S., „Ein auf Bildverarbeitung basierender Klassifikator zur Unterstützung des sicheren Abwurfs bei der Lieferung per Drohne“, in: *Tagungsband der 5. Internationalen IEEE-Konferenz über Bildverarbeitungsanwendungen und -systeme (IPAS)*, Genua, Italien, 2022.
- 121.Harrington, P., Ng, W.P. und Binns, R., „Autonome Drohnensteuerung innerhalb eines WLAN-Netzwerks“, in: *Tagungsband des 12. Internationalen Symposiums über Kommunikationssysteme, Netzwerke und digitale Signalverarbeitung (CSNDSP)*, Porto, Portugal, IEEE, 2020.
- 122.Chen, K.-W., Xie, M.-R., Chen, Y.-M., Chu, T.-T. und Lin, Y.-B., „DroneTalk: Ein auf dem Internet der Dinge basierendes Drohnensystem für die Last-Mile-Zustellung per Drohne“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Bd. 23, 2022, S. 15204–15217.
- 123.Al-Turjman, F. (Hrsg.), „*Drohnen in Smart Cities: Sicherheit und Leistung*“, Elsevier Science Publishing, Philadelphia, PA, USA, 2020, ISBN 9780128199725.
- 124.Sun, Y., Zhi, X., Han, H., Jiang, S., Shi, T., Gong, J. und Zhang, W., „Verbesserung der UAV-Erkennung in Überwachungskamera-Videos durch räumlich-zeitliche Informationen und optischen Fluss“, *Sensors*, Bd. 23, 2023, S. 6037.
- 125.Kim, B., Min, H., Heo, J. und Jung, J., „Dynamisches Schema zur Auslagerung von

Rechenaufgaben für drohnenbasierte Überwachungssysteme“, *Sensors*, Bd. 18, 2018, S. 2982.

126.Zaheer, Z., Usmani, A., Khan, E. und Qadeer, M.A., „Luftüberwachungssystem unter Verwendung von UAV“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über drahtlose und optische Kommunikationsnetzwerke (WOCN)*, Hyderabad, Indien, IEEE, 2016.

127.Boonsongsrikul, A. und Eamsaard, J., „Echtzeit-Bewegungsverfolgung von Personen mit der Tello EDU-Drohne“, *Sensors*, Bd. 23, 2023, S. 897.

128.Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Zhang, F. und Grundmann, M., „BlazePose: On-Device-Echtzeit-Körperhaltungsverfolgung“, *arXiv*, 2020.

129.Zhou, X., Liu, S., Pavlakos, G., Kumar, V. und Daniilidis, K., „Erfassung menschlicher Bewegungen mithilfe einer Drohne“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Brisbane, Australien, IEEE, 2018.

130.Shah, S.A., Lakho, G.M., Keerio, H.A., Sattar, M.N., Hussain, G., Mehdi, M., Vistro, R.B., Mahmoud, E.A. und Elansary, H.O., „Einsatz von Drohnenüberwachung für eine fortschrittliche landwirtschaftliche Überwachung unter Verwendung eines Faltungsneuronalen Netzwerks“, *Agronomy*, Band 13, 2023, S. 1764.

131.Jia, X., Wang, Y. und Chen, T., „Erkennung und Identifizierung von Waldbränden mithilfe von YOLOv8-Algorithmen aus UAV-Bildern“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS)*, Shenyang, China, IEEE, 2023.

132.Cuimei, L., Zhiliang, Q., Nan, J. und Jianhua, W., „Algorithmus zur Erkennung menschlicher Gesichter mittels eines Haar-Kaskaden-Klassifikators in Kombination mit drei zusätzlichen Klassifikatoren“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)*, Yangzhou, China, IEEE, 2017.

133.Aivaliotis, V., Tsantikidou, K. und Sklavos, N., „IoT-basierte Multisensor-Architekturen für das Gesundheitswesen und ein auf Lightweight basierendes Datenschutzkonzept“, *Sensors*, Bd. 22, 2022, S. 4269.

134.Kumar, M., Kumar, S., Kashyap, P.K., Aggarwal, G., Rathore, R.S., Kaiwartya, O. und Lloret, J., „Umweltfreundliche Kommunikation im Internet der Dinge: Ein hybrider, bioinspirierter intelligenter Ansatz“, *Sensors*, Bd. 22, 2022, S. 3910.

135.Wijesundara, D., Gunawardena, L. und Premachandra, C., „Erkennung von Personen anhand von UAV-Kamerabildern aus großer Höhe durch KI-basierte Erkennung von Körperregionen“, in: *Tagungsband der Gemeinsamen Internationalen Konferenz über Soft Computing und Intelligente Systeme und des Internationalen Symposiums über Fortgeschrittene Intelligente Systeme (SCIS&ISIS)*, Ise-Shima, Japan, IEEE, 2022.

136.Hussain, M., „YOLO-v1 bis YOLO-v8: Der Aufstieg von YOLO und seine Komplementarität in Bezug auf die digitale Fertigung und die industrielle Fehlererkennung“, *Machines*, Bd. 11, 2023, S. 677.

137.Taye, M.M., „Theoretisches Verständnis konvolutioneller neuronaler Netze: Konzepte, Architekturen, Anwendungen, zukünftige Richtungen“, *Computation*, Bd. 11, 2023, S. 52.

138.Yamashita, H., Morimoto, T. und Mitsugami, I., „Autonome, dem Menschen folgende Drohne zur Überwachung eines Fußgängers aus konstanter Entfernung und Richtung“, in: *Proceedings of the IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, Kyoto, Japan, IEEE, 2021.

- 139.Liang, Q., Wang, Z., Yin, Y., Xiong, W., Zhang, J. und Yang, Z., „Autonome Hindernisvermeidung in der Luft mittels LiDAR-Sensorfusion“, *PLoS ONE*, Bd. 18, 2023, S. e0287177.
- 140.Majchrzak, J., Michalski, M. und Wiczynski, G., „Entfernungsschätzung mit einem Ultraschallsensorsystem mit großer Reichweite“, *IEEE Sensors Journal*, Bd. 9, 2009, S. 767–773.
- 141.Kawabata, S., Lee, J.H. und Okamoto, S., „Hindernisvermeidungsnavigation unter Verwendung horizontaler Bewegungen für eine in Innenräumen fliegende Drohne“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz für Steuerung, Künstliche Intelligenz, Robotik und Optimierung (ICCAIRO)*, Mallorca, Spanien, IEEE, 2019.
- 142.Hoang, M.L., Carratu, M., Paciello, V. und Pietrosanto, A., „Ein neues Orientierungsverfahren für Neigungsmesser auf Basis von MEMS-Beschleunigungssensoren für Industrie 4.0“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Warwick, Großbritannien, IEEE, 2020.
- 143.Hoang, M.L. und Pietrosanto, A., „Neuer Ansatz der künstlichen Intelligenz zur Neigungsmessung auf Basis eines MEMS-Beschleunigungssensors“, *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, Bd. 3, 2022, S. 67–77.
- 144.Hoang, M.L., Carratu, M., Ugwiri, M.A., Paciello, V. und Pietrosanto, A., „Eine neue Technik zur Optimierung der linearen Wegmessung auf Basis eines MEMS-Beschleunigungssensors“, in: *Tagungsband der International Semiconductor Conference (CAS)*, Sinaia, Rumänien, IEEE, 2020.
- 145.Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R. und Barabino, B., „Der Einsatz von Drohnen für die Last-Mile-Zustellung: Eine numerische Fallstudie in Mailand, Italien“, *Sustainability*, Bd. 14, 2022, S. 1766.
- 146.Bruni, M.E., Khodaparasti, S. und Moshref-Javadi, M., „Eine logikbasierte Benders-Dekompositionsmethode für das Multi-Trip-Reisende-Handwerker-Problem mit Drohnen“, *Computers & Operations Research*, Bd. 145, 2022, S. 105845.
- 147.Raivi, A.M., Huda, S.M.A., Alam, M.M. und Moh, S., „Drohnenroutenplanung für drohnenbasierte Liefersysteme: Ein Überblick über Flugbahnplanung, Aufladung und Sicherheit“, *Sensors*, Bd. 23, 2023, S. 1463.
- 148.Tolba, M., Shirinzadeh, B., El-Bayoumi, G. und Mohamady, O., „Entwurf eines adaptiven optimalen Reglers für ein unausbalanciertes UAV mit hängender Last“, *Autonomous Robots*, Bd. 47, 2023, S. 267–280.
- 149.Chen, X., Ulmer, M.W. und Thomas, B.W., „Deep Q-Learning für die Lieferung am selben Tag mit Fahrzeugen und Drohnen“, *European Journal of Operational Research*, Bd. 298, 2022, S. 939–952.
- 150.Wang, C., Lan, H., Saldanha-da Gama, F. und Chen, Y., „On Optimizing a MultiMode Last-Mile Parcel Delivery System with Vans, Truck and Drone“, *Electronics*, Bd. 10, 2021, S. 2510.
- 151.Westheider, J., Rueckin, J. und Popovic, M., „Adaptive Flugwegplanung für mehrere UAVs unter Verwendung von Deep Reinforcement Learning“, in: *Tagungsband der IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Detroit, MI, USA, 2023, S. 649–656.
- 152.Dabbiru, L., Goodin, C., Carruth, D. und Boone, J., „Objekterkennung in synthetischen Luftbildern mittels Deep Learning“, *Proceedings of SPIE*, Bd. 12540, 2023, S. 1254002.

- 153.An, Y.K., Jin, H. und Jang, K.Y., „Deep-Learning-basierte Rissbewertung von Brücken unter Einsatz von Drohnen und Kletterrobotern“, *Journal der Koreanischen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung*, Bd. 41, 2021, S. 349–357.
- 154.Hiraguri, T., Shimizu, H., Kimura, T., Matsuda, T., Maruta, K., Takemura, Y., Ohya, T. und Takanashi, T., „Autonomes, drohnenbasiertes Bestäubungssystem mit KI-Klassifikator als Ersatz für Bienen im Gewächshaus-Tomatenanbau“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 99352–99364.
- 155.Murad, N.Y., Mahmood, T., Forkan, A.R.M., Morshed, A., Jayaraman, P.P. und Siddiqui, M.S., „Unkrautererkennung mittels Deep Learning: Eine systematische Literaturübersicht“, *Sensors*, Bd. 23, 2023, S. 3670.
- 156.Naranjo, M., Fuentes, D., Muelas, E., Diez, E., Ciruelo, L., Alonso, C., Abenza, E., Gomez-Espinosa, R. und Luengo, I., „Objekterkennungsbasiertes System zur Erkennung von Verkehrszeichen auf mit Drohnen aufgenommenen Bildern“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 112.
- 157.Lopatin, E. und Poikonen, P., „Kosteneffiziente Bestandsaufnahme von Fichtenkeimlingen aus der Luft unter Verwendung von Consumer-Drohnen und Deep-Learning-Verfahren mit zweistufigen UAV-Flugmustern“, *Forests*, Bd. 14, 2023, S. 973.
- 158.Nieto, D.M.C., Quiroz, E.A.P. und Lengua, M.A.C., „Eine systematische Literaturübersicht zu SVM in der Regression“, in: *Tagungsband der IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON)*, Lima, Peru, 2021, S. 1–4.
- 159.Zhang, Z., „Einführung in das maschinelle Lernen: K-nächste Nachbarn“, *Annals of Translational Medicine*, Bd. 4, 2016, S. 218.
- 160.Hatwell, J., Gaber, M.M. und Azad, R.M.A., „CHIRPS: Explaining Random Forest Classification“, *Artificial Intelligence Review*, Bd. 53, 2020, S. 5747–5788.
- 161.Ahmed, M., Seraj, R. und Islam, S.M.S., „Der K-Means-Algorithmus: Eine umfassende Übersicht und Leistungsbewertung“, *Electronics*, Bd. 9, 2020, S. 1295.
- 162.Zhang, J. und Li, Y., „Kollaboratives Fahrzeug-Drohnen-Vertriebsnetzwerk für verderbliche Produkte in der Pandemiesituation“, *Computers & Operations sforschung*, Bd. 149, 2023, S. 106039.
- 163.Alam, M.M. und Moh, S., „Q-Learning-basierte Routenplanung, inspiriert von adaptiver Schwarmsteuerung für kollaborative Schwärme unbemannter Luftfahrzeuge“, *Vehicular Communications*, Bd. 40, 2023, S. 100572.
- 164.Bi, Z., Guo, X., Wang, J., Qin, S. und Liu, G., „Optimierung der Lieferungen per Lkw und Drohne auf Basis von Multi-Agenten-Verstärkungslernen“, *Drones*, Bd. 8, 2024, S. 27.
- 165.Zhang, S., Pu, J., Si, Y. und Sun, L., „Überblick über die Anwendung des Ameisenkolonie-Algorithmus bei der Wegplanung mobiler Roboter“, *Computer Engineering and Applications*, Bd. 56, 2020, S. 10–19.
- 166.Man, K.F., Tang, K.S. und Kwong, S., „Genetische Algorithmen: Konzepte und Anwendungen im Ingenieurdesign“, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Bd. 43, 1996, S. 519–534.
- 167.Henderson, D., Jacobson, S.H. und Johnson, A.W., „Theorie und Praxis des Simulierten Annealings“, in: *Handbook of Metaheuristics*, Springer, Boston, MA, USA, 2003, S. 287–319.
- 168.Gendreau, M., „Eine Einführung in die Tabu-Suche“, in: *Handbook of Metaheuristics*, Springer, Boston, MA, USA, 2003, S. 37–54.

- 169.Wang, D., Tan, D. und Liu, L., „Particle Swarm Optimization Algorithm: An Overview“, *Soft Computing*, Bd. 22, 2018, S. 387–408.
- 170.Weng, Y.Y., Wu, R.Y. und Zheng, Y.J., „Kooperative Optimierung von Lieferwegen für Lkw und Drohnen unter städtischen Verkehrsbeschränkungen“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 59.
- 171.Shah, A.F.M.S. und Karabulut, M.A., „Optimierung der Drohnenkommunikation mithilfe metaheuristischer Optimierungsalgorithmen“, *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, Bd. 40, 2022, S. 108–117.
- 172.Lai, K.T., Chung, Y.T., Su, J.J., Lai, C.H. und Huang, Y.H., „AI Wings: Ein AIO-Drohnen-System zur Steuerung von ArduPilot-UAVs“, *IEEE Systems Journal*, Bd. 17, 2023, S. 2213–2224.
- 173.„Verschiedene Arten von Drohnen“, online verfügbar unter: <https://dronepedia.xyz/5-different-types-of-drones/> (abgerufen im März 2026).
- 174.Tahir, A., Boling, J., Haghighyan, M.H., Toivonen, H.T. und Plosila, J., „Swarms of Unmanned Aerial Vehicles—A Survey“, *Journal of Industrial Information Integration*, Bd. 16, 2019, S. 100106.
- 175.Fotouhi, A., Ding, M. und Hassan, M., „Understanding Autonomous Drone Maneuverability for Internet of Things Applications“, in: *Proceedings of the IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, Macau, China, 2017.
- 176.Al-Hourani, A. und Gomez, K., „Modellierung von Pfadverlusten zwischen Mobilfunknetzen und UAVs in vorstädtischen Umgebungen“, *IEEE Wireless Communications Letters*, Bd. 7, 2018, S. 82–85.
- 177.Ding, M., Wang, P., Lopez-Perez, D., Mao, G. und Lin, Z., „Auswirkungen von LoS- und NLoS-Übertragungen auf die Leistung in dichten Mobilfunknetzen“, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Bd. 15, 2016, S. 2365–2380.
- 178.Hempe, D., „Unbemannte Flugsysteme in den Vereinigten Staaten“, in: *Tagungsband der US/Europe International Safety Conference*, Washington, DC, USA, 2006.
- 179.Lee, B., Kwon, S., Park, P. und Kim, K., „s eines aktiven Energiemanagementsystems für ein unbemanntes Luftfahrzeug, das mit Solarzellen, einer Brennstoffzelle und Batterien betrieben wird“, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Bd. 50, 2014, S. 3167–3177.
- 180.Lu, M., Bagheri, M., James, A.P. und Phung, T., „Wireless Charging Techniques for UAVs: A Review, Reconceptualization, and Extension“, *IEEE Access*, Bd. 6, 2018, S. 29865–29884.
- 181.Jawad, A.M., Jawad, H.M., Nordin, R., Gharghan, S.K., Abdullah, N.F. und Abu-Alshaeer, M.J., „Drahtlose Energieübertragung mit magnetischer Resonator-Kopplung und Schlaf-/Aktiv-Strategie für eine Drohnen-Ladestation in der intelligenten Landwirtschaft“, *IEEE Access*, Bd. 7, 2019, S. 139839–139851.
- 182.Oakey, A., Grote, M., Smith, A., Cherrett, T., Pilko, A., Dickinson, J. und AitBihiOuali, L., „Integration von Drohnen in die diagnostischen Logistiksysteme des NHS: Realität oder Fantasie?“, *PLoS ONE*, Bd. 17, 2022, S. e0264669.
- 183.Saponi, M., Borboni, A., Adamini, R., Faglia, R. und Amici, C., „Embedded Payload Solutions in UAVs for Medium and Small Package Delivery“, *Machines*, Bd. 10, 2022, S. 737.

- 184.Lieret, M., Kogan, V., Doell, S. und Franke, J., „Automatisierter innerbetrieblicher Transport kleiner Ladungsträger mit autonomen unbemannten Luftfahrzeugen“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Vancouver, BC, Kanada, 2019, S. 1010–1015.
- 185.Guo, P., Xu, W., Zhu, Y., Chen, Y., Zhang, S. und Wei, C., „Multi-UAV-kooperative Wegplanung auf Basis eines verbesserten genetischen Algorithmus“, in: *International Conference on Autonomous Unmanned Systems*, Springer, Singapur, 2022, Bd. 861, S. 2648–2657.
- 186.Jiang, Z., Chen, Y., Song, G., Yang, B. und Jiang, X., „Kooperative Planung von Logistikkieferungen mit mehreren UAVs durch Multi-Graph-Verstärkungslernen“, *Proceedings of SPIE*, Band 126090, 2023, S. 129–137.
- 187.Jo, H., Lee, H., Jeon, S., Kaliappan, V.K., Nguyen, T.A., Min, D. und Lee, J.-W., „Multi-Agent-Reinforcement-Learning-basierte UAS-Steuerung für Logistikumgebungen“, in: *Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology*, Springer, Singapur, 2023, Band 913, S. 963–972.
- 188.Xiong, T., Liu, F., Liu, H., Ge, J., Li, H., Ding, K. und Li, Q., „Optimale Missionszuweisung und 3D-Wegplanung für mehrere Drohnen bei der Katastrophenrettung“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 394.
- 189.Wang, X., Liu, Z. und Li, X., „Optimale Zustellroutenplanung für eine Flotte heterogener Drohnen: Ein auf Umplanung basierender genetischer Algorithmusansatz“, *Computers & Industrial Engineering*, Bd. 179, 2023, S. 109179.
- 190.Chen, M.H., Lan, Y.Q., Hu, J. und Xu, Z., „Ein verbesserter Edge-Rekombinationsalgorithmus für Dispositionsprobleme bei der Paketzustellung per Drohne“, *Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography*, Bd. 21, 2018, S. 423–426.
- 191.Ito, S., Akaiwa, K., Funabashi, Y., Nishikawa, H., Kong, X., Taniguchi, I. und Tomiyama, H., „Last- und windbewusste Routenplanung für Lieferdrohnen“, *Drones*, Bd. 6, 2022, S. 50.
- 192.Kornatowski, P. M., Mintchev, S. und Floreano, D., „An Origami-Inspired Cargo Drone“, in: *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Vancouver, BC, Kanada, 2017, S. 6855–6862.
- 193.Kong, F., Li, J., Jiang, B., Wang, H. und Song, H., „Trajektorienoptimierungs- us für die Logistikkzustellung per Drohne mittels eines aufmerksamkeitsbasierten Zeiger-Netzwerks“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Bd. 24, 2023, S. 4519–4531.
- 194.Li, J., Liu, H., Lai, K.K. und Ram, B., „Modell zur Optimierung von Lieferwegen durch die Zusammenarbeit von Fahrzeugen und Drohnen“, *Mathematics*, Bd. 10, 2022, S. 3744.
- 195.Alex, C. und Vijaychandra, A., „Autonomes, cloudbasiertes Drohnensystem für Katastropheneinsätze und -bewältigung“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über Robotik und Automatisierung für humanitäre Anwendungen (RAHA)*, Amritapuri, Indien, 2016, S. 183–186.
- 196.Yu, K., Wei, Z., Feng, Z., Wu, H., Chen, X. und Feng, Z., „Ökologiebasierte Ressourcenallokation für Netzwerke unbemannter Luftfahrzeuge“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Communication Systems (ICCS)*, Chengdu, China, 2018, S. 126–130.

197. Aydin, Y., Kurt, G.K., Ozdemir, E. und Yanikomeroglu, H., „Herausforderungen und Methoden der Authentifizierung und des Handover bei Drohnenschwärmen“, *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, Bd. 6, 2022, S. 220–228.
198. Thomas, T., Srinivas, S. und Rajendran, C., „Kollaboratives Lkw-Multi-Drohnen-Liefersystem unter Berücksichtigung von Drohnenplanung und Operationen während der Fahrt“, *Annals of Operations Research*, 2023.
199. Markelova, A., Allahverdyan, A., Martemyanov, A., Sokolova, I., Petrosian, O. und Svirkin, M., „Angewandtes Routing-Problem für eine Flotte von Lieferdrohnen unter Verwendung eines modifizierten parallelen genetischen Algorithmus“, *Vestnik der Universität Sankt Petersburg. Angewandte Mathematik. Informatik. Steuerungsprozesse*, Bd. 18, 2022, S. 135–148.
200. Beloti Pizetta, I.H., Santos Brandao, A. und Sarcinelli-Filho, M., „Kooperativer Lasttransport unter Verwendung von drei Quadrotoren“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über unbemannte Flugsysteme (ICUAS)*, Atlanta, GA, USA, 2019, S. 644–650.
201. Mechali, O., Xu, L. und Xie, X., „Formationsflugsteuerung vernetzter Quadrotoren mit Zeitverzögerung für den kooperativen Transport von Hängelasten“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA)*, Guilin, China, 2022, S. 526–531.
202. Ren, X.X., Fan, H.M., Bao, M.X. und Fan, H., „Das zeitabhängige Routing-Problem für Elektrofahrzeuge mit Drohnen und synchronisiertem mobilem Batteriewechsel“, *Advanced Engineering Informatics*, Bd. 57, 2023, S. 102071.
203. Proia, S., Cavone, G., Tresca, G., Carli, R. und Dotoli, M., „Automatische Steuerung von Drohnenmissionen in einem hybriden Lkw-Drohnen-Liefersystem“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz für Steuerungs-, Entscheidungs- und Informationstechnologien (CoDIT)*, Rom, Italien, 2023, S. 1477–1482.
204. Cavone, G., Epicoco, N., Carli, R., Del Zotti, A., Ribeiro Pereira, J.P. und Dotoli, M., „Paketzustellung mit Drohnen: Multikriterielle Analyse aktueller Systemarchitekturen“, in: *Tagungsband der Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, Apulien, Italien, 2021, S. 693–698.
205. Freitas, J.C., Penna, P.H.V. und Toffolo, T.A.M., „Exakte und heuristische Ansätze für Lkw-Drohnen-Zustellungsprobleme“, *European Journal of Transport and Logistics*, Bd. 12, 2023, S. 100094.
206. Masone, A., Poikonen, S. und Golden, B.L., „Das Routing-Problem für Drohnen mit mehreren Besuchen und Starts am Rand: Ein iterativer Ansatz mit diskreten und kontinuierlichen Verbesserungen der „“, *Networks*, Bd. 80, 2022, S. 193–215.
207. Saleu, R.G.M., Deroussi, L., Feillet, D., Grangeon, N. und Quilliot, A., „Das Problem der parallelen Drohnenplanung mit mehreren Drohnen und Fahrzeugen“, *European Journal of Operational Research*, Bd. 300, 2022, S. 571–589.
208. Abouelenen, N., Alwarafy, A. und Abdallah, M., „Sichere und energieeffiziente Kommunikation für Internet-of-Drones-Netzwerke: Ein Ansatz mit tiefem verstärkendem Lernen“, in: *Tagungsband der International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, Marrakesch, Marokko, 2023, S. 818–823.
209. Zhang, H., Xi, S., Jiang, H., Shen, Q., Shang, B. und Wang, J., „Ressourcenzuweisung und Offloading-Strategie für UAV-gestütztes LEO-Satelliten-Edge-Computing“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 383.

- 210.Xue, Q., Yang, Y., Yang, J., Tan, X., Sun, J., Li, G. und Chen, Y., „QEHLR: Ein durch Q-Learning gestützter, hochdynamischer und latenzbewusster Routing-Algorithmus für fliegende Ad-hoc-Netzwerke“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 459.
- 211.Graham, C., González, F. und Sanoe, A., „Implementierung eines POMDP-Algorithmus (Partial Observable Markov Decision Process) unter Verwendung von Bitcraze Crazyflie-Drohnen“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über unbemannte Flugsysteme (ICUAS)*, Warschau, Polen, 2023, S. 850–857.
- 212.Tan, Y., Wang, J., Liu, J. und Kato, N., „Blockchain-gestützter verteilter und ressourcenschonender Authentifizierungsdienst für industrielle unbemannte Luftfahrzeuge“, *IEEE Internet of Things Journal*, Bd. 9, 2022, S. 16928–16940.
- 213.Nar, D. und Kotecha, R., „Enhancement of Drone-as-a-Service Using Blockchain and AI“, *International Journal of Next Generation Computing*, Bd. 13, 2022, S. 885–900.
- 214.Balaz, T., Krejci, J. und Racek, F., „Modellierung der Entfernungsmessung bei UAVs“, in: *Tagungsband der Konferenz „Counterterrorism, Crime Fighting, Forensics, and Surveillance Technologies III“*, Straßburg, Frankreich, 2019.
- 215.Doole, M., Ellerbroek, J. und Hoekstra, J.M., „Untersuchung von Einfädelungsassistenten-Strategien zur Verbesserung der Sicherheit des Drohnenverkehrs in einem eingeschränkten städtischen Luftraum“, *Aerospace*, Bd. 9, 2022, S. 120.
- 216.Estevez, J., Manuel Lopez-Guede, J. und Grana, M., „Quasi-stationärer Transport eines Schlauchs mit Quadroptern“, *Robotics and Autonomous Systems*, Bd. 63, 2015, S. 187–194.
- 217.Li, H., Zhu, S., Tolba, A., Liu, Z. und Wen, W., „Ein zuverlässiges Lieferlogistiksystem auf Basis der Zusammenarbeit von UAVs und Fahrzeugen“, *Sustainability*, Bd. 15, 2023, S. 12720.
- 218.Sonny, A., Yeduri, S.R. und Cenkeramaddi, L.R., „Autonome UAV-Wegplanung unter Verwendung eines modifizierten PSO für UAV-gestützte drahtlose Netzwerke“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 70353–70367.
- 219.Lee, S. und Lee, H., „Trajektoriengenerierung für einen Quadrocopter, der eine sperrige Nutzlast in unübersichtlichen Umgebungen transportiert“, *IEEE Access*, Bd. 10, 2022, S. 31586–31594.
- 220.Shankar, A., Elbaum, S. und Detweiler, C., „Auf dem Weg zum Transfer von Nutzlasten zwischen Multirotoren während des Fluges“, *IEEE Robotics and Automation Letters*, Bd. 5, 2020, S. 6201–6208.
- 221.Estevez, J., Garate, G., Lopez-Guede, J.M. und Grana, M., „Überblick über den Lufttransport von an Seilen hängenden Nutzlasten mittels Quadro“, *Drones*, Bd. 8, 2024, S. 35.
- 222.Estevez, J., Lopez-Guede, J.M., Garate, G. und Grana, M., „Ein hybrider Steuerungsansatz für den schwankungsfreien Transport eines Doppelpendels mit einem Quadrotor“, *Applied Sciences*, Bd. 11, 2021, S. 5487.
- 223.Dhiman, K.K., Kothari, M. und Abhishek, A., „Autonome Laststeuerung und -transport unter Verwendung mehrerer Quadrotoren“, *Journal of Aerospace Information Systems*, Bd. 17, 2020, S. 417–435.
- 224.Ferrandez, S.M., Harbison, T., Weber, T., Sturges, R. und Rich, R., „Optimierung eines Lkw-Drohnen-Tandem-Liefernetzwerks unter Verwendung von K-Means und genetischen Algorithmen“, *Journal of Industrial Engineering and Management*, Bd. 9, 2016, S. 374–388.

- 225.Ma, Z. und Chen, J., „Multi-UAV-Verfahren zur Aufgabenverteilung in der städtischen Logistik auf Basis von MCTS“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 679.
- 226.Lee, C.-W. und Wong, W.-P., „Kombinatorisches Doppelauktionsmodell für die Drohnenzustellung auf der letzten Meile unter Verwendung multikriterieller evolutionärer Algorithmen“, *Soft Computing*, Bd. 26, 2022, S. 12355–12384.
- 227.Rifan, R., Adikariwattage, V. und Barros, A., „Identifizierung von Konzepten für städtische Luftlogistik-Verteilungsnetze“, *Transportation Research Record*, Bd. 267, 2023, S. 129–153.
- 228.Ghelichi, Z., Gentili, M. und Mirchandani, P.B., „Drohnenlogistik für den ungewissen Bedarf von von Katastrophen betroffenen Bevölkerungsgruppen“, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Bd. 141, 2022, S. 103735.
- 229.Wu, S., Yang, Q. und Yang, Z., „Integration von Express-Paketzustelldiensten mit stationärem Einzelhandel: Eine neue potenzielle Lösung für eine nachhaltige Last-Mile-Logistik im ländlichen China“, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2022.
- 230.Muñoz, G., Barrado, C., Çetin, E. und Salami, E., „Deep Reinforcement Learning für die Drohnenzustellung“, *Drones*, Bd. 3, 2019, S. 72.
- 231.Tu, G.-T. und Juang, J.-G., „UAV-Wegplanung und Hindernisvermeidung auf Basis von Reinforcement Learning in 3D-Umgebungen“, *Actuators*, Bd. 12, 2023, S. 57.
- 232.Choi, J., Lee, G. und Lee, C., „Reinforcement Learning-Based Dynamic Obstacle Avoidance and Integration of Path Planning“, *Intelligent Service Robotics*, Bd. 14, 2021, S. 663–677.
- 233.Puri, V., Nayyar, A. und Raja, L., „Landwirtschaftsdrohnen: Ein moderner Durchbruch in der Präzisionslandwirtschaft“, *Journal of Statistics and Management Systems*, Bd. 20, 2017, S. 507–518.
- 234.Shahi, T.B., Xu, C.Y., Neupane, A. und Guo, W., „Jüngste Fortschritte bei der Erkennung von Pflanzenkrankheiten mithilfe von UAVs und Deep-Learning-Verfahren“, *Remote Sensing*, Bd. 15, 2023, S. 2450.
- 235.Chin, R., Catal, C. und Kassahun, A., „Erkennung von Pflanzenkrankheiten mithilfe von Drohnen in der Präzisionslandwirtschaft“, *Precision Agriculture*, Bd. 24, 2023, S. 1663–1682.
- 236.Hafeez, A., Husain, M.A., Singh, S.P., Chauhan, A., Khan, M.T., Kumar, N., Chauhan, A. und Soni, S.K., „Einsatz von Drohnentechnologie zur Überwachung landwirtschaftlicher Betriebe und zum Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln: Ein Überblick“, *Information Processing in Agriculture*, Bd. 10, 2023, S. 192–203.
- 237.Huang, Y.Y., Li, Z.W., Yang, C.H. und Huang, Y.M., „Automatische Routenplanung für Sprühdrohnen auf Basis von Deep Q-Learning“, *Journal of Internet Technology*, Band 24, 2023, S. 565–575.
- 238.Silva, V.C., Rocha, M.S., Faria, G.A., Xavier Junior, S.F.A., de Oliveira, T.A. und Peixoto, A.P.B., „Boosting-Algorithmen für Vorhersagen in der Landwirtschaft: Eine Anwendung von Merkmalsbedeutung und Merkmalsauswahl bei Ernteschäden“, *agriRxiv*, 2021.
- 239.Ali, Z.A., Abduljabbar, Z.H., Taher, H.A., Sallow, A.B. und Almufti, S.M., „Untersuchung des Potenzials des Extreme-Gradient-Boosting-Algorithmus im maschinellen Lernen: Ein Überblick“, *Academic Journal of Nawroz University*, Bd. 12, 2023, S. 320–334.

- 240.Kok, Z.H., Shariff, A.R.M., Alfatni, M.S.M. und Khairunniza-Bejo, S., „Support-Vektor-Maschinen in der Präzisionslandwirtschaft: Ein Überblick“, *Computers and Electronics in Agriculture*, Bd. 191, 2021, S. 106546.
- 241.Wei, P., Ye, H., Qiao, S., Liu, R., Nie, C., Zhang, B., Song, L. und Huang, S., „Frühzeitige Kartierung von Kulturpflanzen auf Basis von Sentinel-2-Zeitreihendaten und des Random-Forest-Algorithmus“, *Remote Sensing*, Bd. 15, 2023, S. 3212.
- 242.Li, Y. und Ercisli, S., „Dateneffiziente Erkennung von Pflanzenschädlingen auf Basis der KNN-Abstandsentropie“, *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, Bd. 38, 2023, S. 100860.
- 243.Iqbal, U., Riaz, M.Z.B., Zhao, J., Barthelemy, J. und Perez, P., „Drohnen zur Hochwasserrüberwachung, -kartierung und -erkennung: Eine bibliometrische Übersicht“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 32.
- 244.Amarasingam, N., Hamilton, M., Kelly, J.E., Zheng, L., Sandino, J., Gonzalez, F., Dehaan, R.L. und Cherry, H., „Autonome Erkennung von Mausohr-Adlerkraut mithilfe von Drohnen, multispektralen Bildern und überwachtem maschinellen Lernen“, *Remote Sensing*, Bd. 15, 2023, S. 1633.
- 245.Abu Zitar, R., Mohsen, A., Seghrouchni, A.E., Barbaresco, F. und Al-Dmour, N.A., „Intensive Untersuchung zur Erkennung und Verfolgung von Drohnen: Linearer Kalman-Filter versus nichtlineare Regression – eine Fallanalyse“, *Archives of Computational Methods in Engineering*, Bd. 30, 2023, S. 2811–2830.
- 246.Akbal, E., Akbal, A., Dogan, S. und Tuncer, T., „Ein automatisiertes, präzises, schallbasiertes Verfahren zur Erkennung von Amateurdrohnen auf Basis des Skinny-Musters“, *Digital Signal Processing*, Bd. 136, 2023, S. 104012.
- 247.Hua, X., Liu, J., Zhang, J. und Shi, C., „Eine auf Apollonius-Kreisen basierende Spieltheorie und Q-Learning für die kooperative Jagd in Clustern unbemannter Luftfahrzeuge“, *Computers and Electrical Engineering*, Bd. 110, 2023, S. 108876.
- 248.Jiang, R., Zhou, Y. und Peng, Y., „Ein Überblick über die Zielerkennung bei eindringenden Drohnen auf Basis von Deep Learning“, in: *Tagungsband der IEEE Advanced Information Management, Communications, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC)*, Chongqing, China, 2021, S. 1032–1039.
- 249.Chen, Y., Aggarwal, P., Choi, J. und Kuo, C.J., „Ein Deep-Learning-Ansatz zur Drohnenüberwachung“, in: *Tagungsband des Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2017, S. 686–691.
- 250.Phung, K.P., Lu, T.H., Nguyen, T.T., Le, N.L., Nguyen, H.H. und Hoang, V.P., „Multi-Model Deep Learning Drone Detection and Tracking in Complex Background Conditions“, in: *Tagungsband der International Conference on Advanced Technologies for Communications (ATC)*, Ho-Chi-Minh-Stadt, Vietnam, 2021, S. 189–194.
- 251.Yi, K.Y., Kyeong, D. und Seo, K., „Deep-Learning-basierte Drohnenerkennung und -klassifizierung“, *Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Bd. 68, 2019, S. 359–363.
- 252.Mandal, S. und Satija, U., „Zeit-Frequenz-Multiskalen-Faltungsneuronales Netzwerk zur RF-basierten Drohnenerkennung und -identifizierung“, *IEEE Sensors Letters*, Bd. 7, 2023, S. 7003304.
- 253.Cetin, E., Barrado, C. und Pastor, E., „Bekämpfung einer Drohne im 3D-Raum: Analyse von Methoden des tiefen verstärkenden Lernens“, *Sensors*, Bd. 22, 2022, S. 8863.

- 254.Al-Emadi, S., Al-Ali, A. und Al-Ali, A., „Audio-basierte Drohnenerkennung und -identifizierung unter Verwendung von Deep-Learning-Techniken mit Datensatzanreicherung durch generative gegnerische Netzwerke“, *Sensors*, Bd. 21, 2021, S. 4953.
- 255.Jiang, M., Kong, J., Zhang, Z., Hu, J., Qin, Y., Shang, K., Zhao, M. und Zhang, J., „Bäume aus der Drohnenperspektive: Die Rolle des phänologischen Übergangs der Blätter bei der Kartierung der Artenverteilung in artenreichen Bergwäldern“, *Forests*, Bd. 14, 2023, S. 908.
- 256.Thomasberger, A., Nielsen, M.M., Flindt, M.R., Pawar, S. und Svane, N., „Vergleichende Bewertung von fünf Algorithmen des maschinellen Lernens für die überwachte, objektbasierte Klassifizierung von untergetauchten Seegraswiesen unter Verwendung hochauflösender UAS-Bilder“, *Remote Sensing*, Bd. 15, 2023, S. 3600.
- 257.Yandouzi, M., Grari, M., Berrahal, M., Idrissi, I., Moussaoui, O., Azizi, M., Ghomid, K. und Elmiad, A.K., „Untersuchung zur Kombination von Deep-Learning-Objekterkennung mit Drohnen zur Erkennung und Überwachung von Waldbränden“, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Bd. 14, 2023, S. 377–384.
- 258.Ghali, R. und Akhloufi, M.A., „Deep-Learning-Ansätze für die Fernerkundung von Waldbränden: Klassifizierung, Erkennung und Segmentierung“, *Remote Sensing*, Bd. 15, 2023, S. 1821.
- 259.Antwi, R.B., Takyi, S., Karaer, A., Ozguyen, E.E., Moses, R., Dulebenets, M.A. und Sando, T., „Erkennung von Schulzonen auf öffentlichen Straßen in Florida mithilfe von Luftbildern und künstlicher Intelligenz“, *Transportation Research Record*, Bd. 2678, 2024, S. 622–636.
- 260.Ravikiran, R., Savant, A., Patil, D., Lathika, A.S., Muraleedharan, A.V. und Ramanna, M., „Entwurf und Entwicklung eines heliumunterstützten Quadcopters mit Objekterkennung“, *AIP Conference Proceedings*, Bd. 2766, 2023, S. 020014.
- 261.Pfeiffer, R., Valentino, G., D’Amico, S., Piroddi, L., Galone, L., Calleja, S., Farrugia, R.A. und Colica, E., „Einsatz von UAVs und Deep Learning zur Überwachung von Strandabfällen“, *Electronics*, Bd. 12, 2023, S. 198.
- 262.Proia, S., Cavone, G., Carli, R. und Dotoli, M., „Optimale Steuerung von Drohnen für ein Zug-Drohnen-System zur Eisenbahn-Diagnose“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Auckland, Neuseeland, 2023, S. 1–6.
- 263.Wang, L., „KI-gestützte, drohnenbasierte automatisierte Inspektion von FAST“, *Light: Science and Applications*, Bd. 12, 2023, S. 63.
- 264.AlRushood, M.A., Rahbar, F., Selim, S.Z. und Dweiri, F., „Beschleunigter Einsatz von Drohnen und Robotik in der Projekt-Lieferkette nach der Pandemie“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 313.
- 265.Dai, X. und Nagahara, M., „Platooning-Steuerung von Drohnen mit objektbasierter Erkennung mittels Deep Learning in Echtzeit“, *Advanced Robotics*, Bd. 37, 2023, S. 220–225.
- 266.Gong, Y. und Liu, X., „Erkennung des Flugzustands für die Geschwindigkeitsmessung mittels optischem Fluss bei UAVs“, *Journal of Physics: Conference Series*, Bd. 2561, 2023, S. 012025.
- 267.Li, J., Shen, D., Yu, F. und Zhang, R., „Luftkanalplanung auf Basis von verbessertem

- Deep-Q-Learning und künstlichen Potentialfeldern“, *Aerospace*, Bd. 10, 2023, S. 758.
268. Da Silva, D.L., Machado, R., Coutinho, O.L. und Antreich, F., „Ein auf Soft-Kill-Verstärkungslernen basierendes System zur Abwehr unbemannter Flugsysteme mit beschleunigtem Training“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 31496–31507.
269. Wu, M., Zhu, Z., Xia, Y., Yan, Z., Zhu, X. und Ye, N., „Eine auf Q-Learning basierende zweischichtige kooperative Einbruchserkennung für das Internet-of-Drones-System“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 502.
270. Fotouhi, A., Ding, M. und Hassan, M., „Deep-Q-Learning für die Zwei-Hop-Kommunikation von Drohnen-Basisstationen“, *Sensors*, Bd. 21, 2021, S. 1960.
271. Jiang, J., Li, S., Luo, R. und Zhang, W., „Wegplanung für maritime Drohnen in einer Freiraumumgebung auf Basis von Verstärkungslernen“, in: *Advances in Guidance, Navigation and Control, Tagungsband der Internationalen Konferenz über Führung, Navigation und Steuerung*, Singapur, 2023, Bd. 845, S. 287–299.
272. Passalis, N. und Tefas, A., „Tiefes verstärkendes Lernen für die Aufnahme von Personen in Frontalansicht mithilfe von Drohnen“, in: *Tagungsband der IEEE-Konferenz über sich entwickelnde und adaptive intelligente Systeme (EAIS)*, Rhodos, Griechenland, 2018, S. 1–8.
273. Karthik, P.B., Kumar, K., Fernandes, V. und Arya, K., „Reinforcement Learning für die Höhenhaltung und Wegplanung bei einem Quadcopter“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz für Steuerung, Automatisierung und Robotik (ICCAR)*, Singapur, 2020, S. 463–467.
274. Fukushima, K., Nishi, T. und Liu, Z., „A Combined Deep Q-Network and Graph Search for Three-Dimensional Route Planning Problems for Multiple Mobile Robots“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, Auckland, Neuseeland, 2023, S. 1–6.
275. Fotouhi, A., Ding, M. und Hassan, M., „Fliegende Drohnen-Basisstationen für Makro-Hotspots“, *IEEE Access*, Bd. 6, 2018, S. 19530–19539.
276. Parvaresh, N. und Kantarci, B., „Ein kontinuierlicher, auf Actor-Critic-Deep-Q-Learning basierender Einsatz von UAV-Basisstationen: Auf dem Weg zu 6G-Small-Cells am Himmel von Smart Cities“, *IEEE Open Journal of the Communications Society*, Bd. 4, 2023, S. 700–712.
277. Stolaroff, J.K., Samaras, C., O'Neill, E.R., Lubers, A., Mitchell, A.S. und Ceperley, D., „Energieverbrauch und Lebenszyklus-Treibhausgasemissionen von Drohnen für die kommerzielle Paketzustellung“, *Nature Communications*, Bd. 9, 2018, S. 409.
278. Rodrigues, T.A., Patrikar, J., Oliveira, N.L., Matthews, H.S., Scherer, S. und Samaras, C., „Flugdaten von Drohnen zeigen Energieeinsparungen und Reduzierungen der Treibhausgasemissionen bei der Zustellung sehr kleiner Pakete“, *Patterns*, Bd. 3, 2022, S. 100569.
279. Betti Sorbelli, F., „UAV-basierte Zustellsysteme: Eine systematische Übersicht, aktuelle Trends und Forschungsherausforderungen“, *ACM Journal on Autonomous Transportation Systems*, Bd. 1, 2024, S. 1–40.
280. Toscano, F., Fiorentino, C., Capece, N., Erra, U., Travascia, D., Scopa, A., Drosos, M. und D'Antonio, P., „Unbemannte Luftfahrzeuge für die Präzisionslandwirtschaft: Ein Überblick“, *IEEE Access*, Bd. 12, 2024, S. 69188–69205.
281. Boroujeni, S.P.H., Razi, A., Khoshdel, S., Afghah, F., Coen, J.L., O'Neill, L., Fule, P., Watts, A., Kokolakis, N.M.T. und Vamvoudakis, K.G., „A Comprehensive Survey of

- Research Towards AI-Enabled Unmanned Aerial Systems in Pre-, Active-, and PostWildfire Management“, *Information Fusion*, Bd. 108, 2024, S. 102369.
- 282.Chen, J., Zhan, C., Cheng, J. und Sun, F., „Forschung zur Strategie der kollaborativen Jagd von UAV-Schwärmen auf ‚Black Flights‘“, in: *Tagungsband der Chinese Control Conference (CCC)*, Kunming, China, 2024, S. 3006–3012.
- 283.Alqudsi, Y. und Makaraci, M., „UAV-Schwärme: Forschung, Herausforderungen und zukünftige Ausrichtungen“, *Journal of Engineering and Applied Science*, Bd. 72, 2025, S. 12.
- 284.Pal, O.K., Shovon, M., Mridha, M. und Shin, J., „Eingehende Betrachtung von KI-gestützten unbemannten Luftfahrzeugen: Trends, Visionen und Herausforderungen“, *Discover Artificial Intelligence*, Bd. 4, 2024, S. 1–24.
- 285.Bakambekova, A., Kouzayha, N. und Al-Naffouri, T., „Zum Zusammenspiel von künstlicher Intelligenz und integrierten Raum-Luft-Boden-Netzwerken: Eine Übersicht“, *IEEE Open Journal of the Communications Society*, Bd. 5, 2024, S. 4613–4673.
- 286.Fang, Z. und Savkin, A.V., „Strategien für eine optimierte UAV-Überwachung bei verschiedenen Aufgaben und Szenarien: Ein Überblick“, *Drones*, Bd. 8, 2024, S. 193.
- 287.Sun, G., Xie, W., Niyato, D., Du, H., Kang, J., Wu, J., Sun, S. und Zhang, P., „Generative KI für fortschrittliche UAV-Vernetzung“, *IEEE Network*, 2024, im Druck.
- 288.Javaid, S., Saeed, N. und He, B., „Große Sprachmodelle für UAVs: Aktueller Stand und Wege in die Zukunft“, *IEEE Open Journal of Vehicular Technology*, Bd. 5, 2024, S. 1166–1192.
- 289.Lykov, A., Karaf, S., Martynov, M., Serpiva, V., Fedoseev, A., Konenkov, M. und Tsetserukou, D., „FlockGPT: Steuerung von UAV-Schwärmen durch linguistische Orchestrierung“, in: *Tagungsband des IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Workshops*, Bellevue, WA, USA, 2024, S. 485–488.
- 290.Yao, F., Yue, Y., Liu, Y., Sun, X. und Fu, K., „AeroVerse: UAV-Agent-Benchmark-Suite zur Simulation, zum Vortraining, zur Feinabstimmung und zur Bewertung von verkörperten Weltmodellen in der Luft- und Raumfahrt“, *arXiv*, 2024, arXiv:2408.15511.
- 291.Aikins, G., Dao, M.P., Moukpe, K.J., Eskridge, T.C. und Nguyen, K.D., „LEVIOSA: Natursprachbasierte Flugweggenerierung für unbemannte Luftfahrzeuge“, *Electronics*, Bd. 13, 2024, S. 4508.
- 292.Doschl, B. und Kiam, J.J., „Say-REAPEx: Ein LLM-Modulo-UAV-Online-Planungs-für Such- und Rettungsaktionen“, *OpenReview*, 2024, eingereicht.
- 293.Zhao, A., Huang, D., Xu, Q., Lin, M., Liu, Y.J. und Huang, G., „ExpeL: LLM-Agenten sind erfahrungsorientierte Lerner“, *Tagungsband der AAAI-Konferenz für Künstliche Intelligenz*, Bd. 38, 2024, S. 19632–19642.
- 294.Eigner, E. und Händler, T., „Determinanten der LLM-gestützten Entscheidungsfindung“, *arXiv*, 2024, arXiv:2402.17385.
- 295.Tian, Y., Lin, F., Li, Y., Zhang, T., Zhang, Q., Fu, X., Huang, J., Dai, X., Wang, Y., Tian, C. et al., „UAVs Meet LLMs: Overviews and Perspectives Toward Agentic Low-Altitude Mobility“, *arXiv*, 2025, arXiv:2501.02341.
- 296.Akram, R.N., Markantonakis, K., Mayes, K., Habachi, O., Sauveron, D., Steyven, A. und Chaumette, S., „Security, Privacy and Safety Evaluation of Dynamic and Static Fleets of Drones“, in: *Proceedings of the IEEE/AIAA Digital Avionics Systems Conference (DASC)*, St. Petersburg, FL, USA, 2017, S. 1–12.
- 297.He, D., Qiao, Y., Chan, S. und Guizani, N., „Flugsicherheit und Schutz von Drohnen

- in Airborne-Fog-Computing-Systemen“, *IEEE Communications Magazine*, Bd. 56, 2018, S. 66–71.
- 298.Zhang, L., Zhang, X., Yang, L., Tian, L., Chen, Y., Zhang, Y. und Li, P., „Forschung zu einem neuen, verbesserten Modell zur Störungsunterdrückung und Optimierung von UAVs“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz für Informatik und Kommunikationstechnologie (ICC SCT)*, Peking, China, 2022, S. 754–759.
- 299.Derhab, A., Cheikhrouhou, O., Allouch, A., Koubaa, A., Qureshi, B., Ferrag, M.A., Maglaras, L. und Khan, F.A., „Sicherheit im Internet der Drohnen: Taxonomien, offene Fragen und zukünftige Ausrichtungen“, *Vehicular Communications*, Bd. 39, 2023, S. 100552.
- 300.Wei, X., Ma, J. und Sun, C., „A Survey on Security of Unmanned Aerial Vehicle Systems: Attacks and Countermeasures“, *IEEE Internet of Things Journal*, Bd. 11, 2024, S. 34826–34847.
- 301.Gupta, S. und Sharma, N., „SCFS – Sicherung eines fliegenden Ad-hoc-Netzwerks mithilfe eines clusterbasierten vertrauenswürdigen Fuzzy-Schemas“, *Complex and Intelligent Systems*, Bd. 10, 2024, S. 37433762.
- 302.Luo, X., Wang, Q., Gong, H. und Tang, C., „UAV-Wegplanung auf Basis des Average-TD3-Algorithmus mit priorisiertem Experience Replay“, *IEEE Access*, Bd. 12, 2024, S. 38017–38029.
- 303.Du, D., Chang, M., Bai, J. und Xia, L., „Autonomes Wiederherstellungssystem für unbemannte Luftfahrzeuge vom Typ ‚Kind-Mutter‘ auf Basis visueller Positionsbestimmung“, in: *Tagungsband der Internationalen Konferenz über autonome unbemannte Systeme (ICAUS)*, Xi’an, China, 2023, Bd. 1010, S. 1787–1797.
- 304.Tang, Y.C., Chen, P.Y. und Ho, T.Y., „Definition und Bewertung der physischen Sicherheit für große Sprachmodelle“, *arXiv*, 2024, arXiv:2411.02317.
- 305.Xia, T., Wang, M., He, J., Lin, S., Shi, Y. und Guo, L., „Forschung zu Identitätsauthentifizierungsschemata für UAV-Kommunikationsnetzwerke“, *Electronics*, Band 12, 2023, S. 2917.
- 306.Gnanaraj, A.A.M., Abbasali, F., Kumar, A.S., Subramanian, S.B. und Chinnathambi, M., „Auf hyperelliptischen Kurven basierende Authentifizierung für das Internet der Drohnen“, *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems*, Bd. 13, 2024, S. 133142.
- 307.Motlagh, F.N., Hajizadeh, M., Majd, M., Najafi, P., Cheng, F. und Meinel, C., „Große Sprachmodelle in der Cybersicherheit: Stand der Technik“, *arXiv*, 2024, arXiv:2402.00891.
- 308.Mohsan, S.A.H., Othman, N.Q.H., Li, Y., Alsharif, M.H. und Khan, M.A., „Unbemannte Luftfahrzeuge: Praktische Aspekte, Anwendungen, offene Herausforderungen, Sicherheitsfragen und zukünftige Trends“, *Intelligent Service Robotics*, Bd. 16, 2023, S. 109–137.
- 309.Ceviz, O., Sen, S. und Sadioglu, P., „Ein Überblick über die Sicherheit bei UAVs und FANETs: Probleme, Bedrohungen, Analyse von Angriffen und Lösungen“, *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 2024, im Druck.
- 310.Laghari, A.A., Jumani, A.K., Laghari, R.A., Li, H., Karim, S. und Khan, A.A., „Fortschritte bei unbemannten Luftfahrzeugen in den Bereichen Objekterkennung und Kommunikationssicherheit – Ein Überblick“, *Cognitive Robotics*, Bd. 4, 2024, S. 128–141.

- 311.Sai, S., Garg, A., Jhavar, K., Chamola, V. und Sikdar, B., „Ein umfassender Überblick über künstliche Intelligenz für unbemannte Luftfahrzeuge“, *IEEE Open Journal of Vehicular Technology*, Bd. 4, 2023, S. 713–738.
- 312.Abro, G., Zulkifli, S., Masood, R., Asirvadam, V. und Laouiti, A., „Umfassender Überblick über Fortschritte bei der UAV-Erkennung, -Sicherheit und -Kommunikation zur Abwehr von Bedrohungen“, *Drones*, Bd. 6, 2022, S. 284.
- 313.Pandey, G.K., Gurjar, D.S., Nguyen, H.H. und Yadav, S., „Sicherheitsbedrohungen und Abwehrtechniken in der UAV-Kommunikation: Eine umfassende Übersicht“, *IEEE Access*, Bd. 10, 2022, S. 112858–112897.
- 314.Mekdad, Y., Aris, A., Babun, L., Fergougui, A.E., Conti, M., Lazzeretti, R. und Uluagac, A.S., „Ein Überblick über Sicherheits- und Datenschutzprobleme bei UAVs“, *Computer Networks*, Bd. 224, 2023, S. 109626.
- 315.Sarkar, N.I. und Gul, S., „Künstliche Intelligenz-basierte autonome UAV-Netzwerke: Ein Überblick“, *Drones*, Bd. 7, 2023, S. 322.
- 316.McEnroe, P., Wang, S. und Liyanage, M., „Ein Überblick über die Konvergenz von Edge-Computing und KI für UAVs: Chancen und Herausforderungen“, *IEEE Internet of Things Journal*, Bd. 9, 2022, S. 15435–15459.
- 317.Telli, K., Kraa, O., Himeur, Y., Ouamane, A., Boumehraz, M., Atalla, S. und Mansoor, W., „Ein umfassender Überblick über aktuelle Forschungstrends bei unbemannten Luftfahrzeugen“, *Systems*, Bd. 11, 2023, S. 400.
- 318.Sarikaya, B.S. und Bahtiyar, S., „Ein Überblick über die Sicherheit von UAVs und Deep Reinforcement Learning“, *Ad Hoc Networks*, Bd. 164, 2024, S. 103642.
- 319.Zolfaghari, B., Abbasmollaei, M., Hajizadeh, F., Yanai, N. und Bibak, K., „Sichere UAVs und das große Versprechen der KI“, *ACM Computing Surveys*, Bd. 56, 2024, S. 1–37.
- 320.Adil, M., Song, H., Mastorakis, S., Abulkasim, H., Farouk, A. und Jin, Z., „UAV-gestützte IoT-Anwendungen, Cybersicherheitsbedrohungen, KI-gestützte Lösungen, offene Herausforderungen und zukünftige Forschungsrichtungen“, *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, Band 9, 2024, S. 4583–4605.
- 321.Tlili, F., Ayed, S. und Chaari Fourati, L., „Verbesserung der UAV-Sicherheit durch künstliche Intelligenz: Ein umfassender Überblick über Techniken und zukünftige Richtungen“, *Internet of Things*, Bd. 27, 2024, S. 101281.
- 322.Zhao, C., Du, H., Niyato, D., Kang, J., Xiong, Z., Kim, D.I., Shen, X. und Letaief, K.B., „Generative KI für sichere Kommunikation auf der physikalischen Ebene: Ein Überblick“, *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking*, Bd. 11, 2025, S. 3–26.
- 323.Kaleem, Z., Orakzai, F.A., Ishaq, W., Latif, K., Zhao, J. und Jamalipour, A., „Neue Trends bei UAVs: Von der Platzierung über semantische Kommunikation bis hin zu generativer KI für missionskritische Netzwerke“, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2024, im Druck.
- 324.Kumar, G. und Altalbe, A., „Fortschritte der künstlichen Intelligenz für die Verkehrssicherheit: Ein tiefgreifender Einblick in Elektro- und Luftfahrzeugsysteme“, *Environment, Development and Sustainability*, 2024, im Druck.
- 325.Long, H.A., French, D.P. und Brooks, J.M., „Optimierung des Nutzens des ‚Critical Appraisal Skills Programme‘-Tools für die Qualitätsbewertung bei der qualitativen Evidenzsynthese“, *Research Methods in Medicine and Health Sciences*, Bd. 1, 2020, S.

326. Alotaibi, A., Chatwin, C. und Birch, P., „Allgegenwärtige unbemannte Luftfahrzeuge: Eine umfassende Übersicht“, *„Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities“*, Bd. 11, 2023, S. 62–90.
327. Nabavi Chashmi, S.Y., Asadi, D. und Ahmadi Dastgerdi, K., „Entwurf einer sicheren Landungssystemarchitektur für Multirotoren unter Berücksichtigung von Triebwerksausfällen“, *International Journal of Aeronautics and Astronautics*, Bd. 3, 2022, S. 7–19.
328. Alturki, N., Aljrees, T., Umer, M., Ishaq, A., Alsubai, S., Saidani, O., Djuraev, S. und Ashraf, I., „Ein intelligentes Rahmenkonzept für die Erkennung von Sicherheitsbedrohungen bei cyber-physischen Satellitensystemen und IoT-gestützten Luftfahrzeugen“, *Sensors*, Bd. 23, 2023, S. 7154.
329. He, L., Bai, P., Liang, X., Zhang, J. und Wang, W., „Feedback-Formationssteuerung eines UAV-Schwarms mit mehreren impliziten Anführern“, *Aerospace Science and Technology*, Bd. 72, 2018, S. 327–334.
330. Rezaee, M.R., Hamid, N.A.W.A., Hussin, M. und Zukarnain, Z.A., „Umfassender Überblick über Verfahren zur Kollisionsvermeidung bei Drohnen: Herausforderungen und offene Fragen“, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, Bd. 25, 2024, S. 6397–6426.
331. Cui, H., Zhang, J., Geng, Y., Xiao, Z., Sun, T., Zhang, N., Liu, J., Wu, Q. und Cao, X., „Integriertes Weltraum-Luft-Boden-Netzwerk für 6G: Anforderungen, Architektur und Herausforderungen“, *China Communications*, Bd. 19, 2022, S. 90–108.
332. Alzahrani, A.A., „VSKAP-IoD: Ein nachweisbar sicheres Schlüsselvereinbarungsprotokoll zur die Absicherung von IoD-Umgebungen“, *IEEE Access*, Bd. 12, 2024, S. 58039–58056.
333. Du, X., Tao, S., Yuan, K., Li, Y. und Zhou, Y., „Ein Blockchain-Authentifizierungsschema für UAV-gestütztes Fog-Computing“, *Complex and Intelligent Systems*, Bd. 10, 2024, S. 1689–1702.
334. Tan, X., Zuo, Z., Su, S., Guo, X. und Sun, X., „Untersuchung eines Sicherheits-Routing-Protokolls für UAV-Kommunikationsnetzwerke auf Basis von AODV“, *Electronics*, Bd. 9, 2020, S. 1185.
335. Yue, Q., Li, J., Huang, Z., Xie, X. und Yang, Q., „Schwachstellenanalyse und Topologierekonstruktion von Aufgabenketten in UAV-Netzwerken“, *Electronics*, Bd. 13, 2024, S. 2126.
336. Hashesh, A.O., Hashima, S., Zaki, R.M., Fouda, M.M., Hatano, K. und Eldien, A.S.T., „KI-gestützte UAV-Kommunikation: Herausforderungen und zukünftige Richtungen“, *IEEE Access*, Bd. 10, 2022, S. 92048–92066.
337. Dicong, W., Chenshuai, B. und Kaijun, W., „Überblick über die Videobjekterkennung auf Basis von Deep Learning“, *Journal of Frontiers of Computer Science and Technology*, Bd. 15, 2021, S. 1563.
338. Alotaibi, E. und Nassif, N., „Künstliche Intelligenz in der Umweltüberwachung: Eine eingehende Analyse“, *Discover Artificial Intelligence*, Bd. 4, 2024, S. 84.
339. Halder, S. und Afsari, K., „Roboter bei der Inspektion und Überwachung von Gebäuden und Infrastruktur: Eine systematische Übersicht“, *Applied Sciences*, Bd. 13, 2023, S. 2304.
340. Shen, L., Wang, N., Zhu, Z., Fan, Y., Ji, X. und Mu, X., „UAV-gestützte

- Datenerfassung für mMTC-Netzwerke: AEM-Modellierung und energieeffiziente Flugbahnplanung“, in: *Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Dublin, Irland, 2020, S. 1–6.
341. Anantrasirichai, N. und Bull, D., „Künstliche Intelligenz in der Kreativwirtschaft: Ein Überblick“, *Artificial Intelligence Review*, Bd. 55, 2022, S. 589–656.
342. Kurunathan, H., Huang, H., Li, K., Ni, W. und Hossain, E., „Machine Learning-gestützter Betrieb und Kommunikation unbemannter Luftfahrzeuge: Ein aktueller Überblick über den Stand der Forschung ()“, *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, Bd. 26, 2023, S. 496–533.
343. Teixeira, K., Miguel, G., Silva, H.S. und Madeiro, F., „Ein Überblick über Anwendungen unbemannter Luftfahrzeuge unter Einsatz von maschinellem Lernen“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 117582–117621.
344. Shrestha, R., Omidkar, A., Roudi, S.A., Abbas, R. und Kim, S., „Machine-Learning-gestütztes Intrusion-Detection-System für mobilfunkvernetzte UAV-Netzwerke“, *Electronics*, Bd. 10, 2021, S. 1549.
345. Mao, X., Wu, G., Fan, M., Cao, Z. und Pedrycz, W., „DL-DRL: Ein zweistufiger Deep-Reinforcement-Learning-Ansatz für die groß angelegte Aufgabenplanung von Multi-UAV“, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, Bd. 22, 2024, S. 1028–1044.
346. Wu, X., Li, W., Hong, D., Tao, R. und Du, Q., „Deep Learning für die Objekterkennung und -verfolgung mit unbemannten Luftfahrzeugen: Eine Übersicht“, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, Bd. 10, 2021, S. 91–124.
347. Raja, G., Baskar, Y., Dhanasekaran, P., Nawaz, R. und Yu, K., „Ein effizienter Formationssteuerungsmechanismus für die Navigation mehrerer UAVs bei der Fernüberwachung“, in: *Proceedings of the IEEE Global Communications Conference Workshops (GC Wkshps)*, Madrid, Spanien, 2021, S. 1–6.
348. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A.N., Kaiser, L. und Polosukhin, I., „Attention Is All You Need“, in: *Tagungsband der NeurIPS*, Long Beach, Kalifornien, USA, 2017.
349. Dai, Z., Yang, Z., Yang, Y., Carbonell, J., Le, Q.V. und Salakhutdinov, R., „Transformer-XL: Attentive Language Models Beyond a Fixed-Length Context“, *arXiv*, 2019, arXiv:1901.02860.
350. Chen, G., Yu, X., Ling, N. und Zhong, L., „TypeFly: Drohnenfliegen mit einem großen Sprachmodell“, *arXiv*, 2023, eingereicht.
351. Khan, A., Gupta, S. und Gupta, S.K., „Multi-Hazard Disaster Studies: Monitoring, Detection, Recovery, and Management, Based on Emerging Technologies and Optimal Techniques“, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Bd. 47, 2020, S. 101642.
352. Heuser, T. und Garri, K., „KIWA: KI-gestützte Waldüberwachung: Waldbrände in Deutschland noch besser beherrschbar machen“, *Transforming Cities*, Bd. 9, 2024, S. 10–12.
353. Bücheler, T., „Drohnen und künstliche Intelligenz in der Bauindustrie“, in: *Künstliche Intelligenz im Bauwesen: Grundlagen und Anwendungsfälle*, Springer, Berlin/Heidelberg, Deutschland, 2024, S. 431–445.
354. Morisaki, K. und Yumura, T., „ChatDrone: Entwicklung eines LLM und Experiment mit einem autonomen Drohnenflugsystem unter Verwendung von Bilderkennung“, *IPSJ SIG Technical Report*, Bd. 19, 2025, S. 1–4.

355. Ikeyama, A., Sato, K., Yamauchi, S. und Suzuki, K., „Erstellung eines LLM-Datensatzes zur Generierung von Drohnenflugbahnen“, in: *Tagungsband der JSME-Jahreskonferenz für Robotik und Mechatronik (Robomec)*, Utsunomiya, Japan, 2024, Bd. 2024, S. 1P1–C01.
356. Anil, C., Durmus, E., Panickssery, N., Sharma, M., Benton, J., Kundu, S., Batson, J., Tong, M., Mu, J., Ford, D. et al., „Many-Shot Jailbreaking“, *Advances in Neural Information Processing Systems*, Band 37, 2024, S. 129696–129742.
357. Kurokawa, R., Ohizumi, Y., Kanzawa, J., Kurokawa, M., Sonoda, Y., Nakamura, Y., Kiguchi, T., Gonoï, W. und Abe, O., „Diagnostische Leistungen von Claude 3 Opus und Claude 3.5 Sonnet anhand der Anamnese und Schlüsselbilder in „Diagnosis Please“-Fällen der Radiologie“, *Japanese Journal of Radiology*, Bd. 42, 2024, S. 1–4.
358. Achiam, J., Adler, S., Agarwal, S., Ahmad, L., Akkaya, I., Aleman, F.L., Almeida, D., Altenschmidt, J., Altman, S., Anadkat, S. et al., „GPT-4 Technical Report“, *arXiv*, 2023, arXiv:2303.08774.
359. Shibl, M.M., Ismail, L.S. und Massoud, A.M., „Ein auf maschinellem Lernen basierendes Batteriemanagementsystem zur Vorhersage des Ladezustands und zur Abschätzung des Zustands von unbemannten Luftfahrzeugen“, *Journal of Energy Storage*, Bd. 66, 2023, S. 107380.
360. Ashraf, S.N., Manickam, S., Zia, S.S., Abro, A.A., Obaidat, M., Uddin, M., Abdelhaq, M. und Alsaqour, R., „IoT-gestütztes intelligentes Cybersicherheits-Framework zur Erkennung von Eindringlingen im Internet der Drohnen“, *Scientific Reports*, Bd. 13, 2023, S. 18422.
361. Bao, F.S., Li, M., Qu, R., Luo, G., Wan, E., Tang, Y., Fan, W., Tamber, M.S., Kazi, S., Sourabh, V. et al., „FaithBench: Ein vielfältiger Halluzinations-Benchmark für die Zusammenfassung durch moderne LLMs“, *arXiv*, 2024, arXiv:2410.13210.
362. Li, Y., Xiang, Z., Bastian, N.D., Song, D. und Li, B., „IDS-Agent: Ein LLM-Agent für erklärbare Intrusion Detection in IoT-Netzwerken“, in: *Proceedings of the NeurIPS Workshop on Open-World Agents*, Vancouver, BC, Kanada, 2024.
363. Liu, R., Gao, J., Zhao, J., Zhang, K., Li, X., Qi, B., Ouyang, W. und Zhou, B., „Can 1B LLM Surpass 405B LLM? Rethinking Compute-Optimal Test-Time Scaling“, *arXiv*, 2024, arXiv:2502.06703.
364. Neha, F. und Bhati, D., „A Survey of DeepSeek Models“, *Authorea Preprints*, 2025, eingereicht.
365. Ahmed, I., Islam, S., Datta, P.P., Kabir, I., Chowdhury, N.U.R. und Haque, A., „Qwen 2.5: Ein umfassender Überblick über das führende ressourceneffiziente LLM mit dem Potenzial, alle Konkurrenten zu übertreffen“, *TechRxiv*, 2025, eingereicht.
366. Team, K., Du, A., Gao, B., Xing, B., Jiang, C., Chen, C., Li, C., Xiao, C., Du, C., Liao, C. et al., „Kimi K1.5: Skalierung des verstärkenden Lernens mit LLMs“, *arXiv*, 2024, arXiv:2501.12599.
367. Abou-Kebeh, S., Gil-Pita, R. und Rosa-Zurera, M., „Anwendung von Deep Learning zur Identifizierung von Parametern bei Flutter-Flugtests und Analyse realer F-18-Flutter-Flugtestdaten“, *Aerospace*, Bd. 12, 2025, S. 34.
368. Ghimire, R. und Raji, A., „Einsatz künstlicher Intelligenz bei der Konstruktion, Entwicklung, additiven Fertigung und Zertifizierung multifunktionaler Verbundwerkstoffe für Flugzeuge, Drohnen und Raumfahrzeuge“, *Applied Sciences*, Bd. 14, 2024, S. 1187.
369. Li, H., Li, X., Li, Y., Xiao, W., Wen, K., Li, Z., Zhang, Y. und Xiong, B.,

„Maschinelles Lernen zur Unterstützung der Konstruktion einer Aluminium-Lithium-Legierung mit hohem spezifischem Modul und hoher spezifischer Festigkeit“, *Materials and Design*, Bd. 225, 2023, S. 111483.

370.Wang, Z., Wang, Q., Han, Y., Ma, Y., Zhao, H., Nowak, A. und Li, J., „Deep Learning für das ultraschnelle und hochpräzise Screening von Energiematerialien“, *Energy Storage Materials*, Bd. 39, 2021, S. 45–53.

371.Chen, Z., Shi, Z., Chen, S., Tong, S. und Dong, Y., „Aktive Flatterunterdrückung für ein flexibles Flügelmodell mit Hinterkanten-Zirkulationssteuerung mittels verstärkendem Lernen“, *AIP Advances*, Bd. 13, 2023, S. 015317.

372.Zheng, H., Wu, Z., Duan, S. und Zhou, J., „Untersuchung einer Methode zur Merkmalsextraktion für Flatterversuche auf Basis von EMD und CNN“, *International Journal of Aerospace Engineering*, Bd. 2021, 2021, S. 1–10.

373.Bartels, R.E. und Scott, R.C., „Berechnete und experimentelle Flatter-/LCO-Eintrittszeitpunkte für das Windkanalmodell des Boeing-Flügels mit Fachwerkverstrebung“, in: *Proceedings of the AIAA Fluid Dynamics Conference*, Atlanta, GA, USA, 2014, S. 2446.

374.Jia, W. und Chen, Q., „Vorhersage von Strukturbelastungen an Flugzeugen auf Basis eines mehrschichtigen Perzeptron-Neuralnetzwerks“, *Applied Sciences*, Bd. 14, 2024, S. 9995.

375.Ai, L., Soltangharai, V., Bayat, M., Van Tooren, M. und Ziehl, P., „Erkennung von Aufprallen an Verbundwerkstoffstrukturen von Flugzeugen mithilfe von Techniken des maschinellen Lernens“, *Measurement Science and Technology*, Bd. 32, 2021, S. 084013.

376.Zheng, H., „Das auf einem neuronalen Netzwerk basierende Systemstabilitätskriterium und seine Anwendung in FBP“, Masterarbeit, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China, 2007.

377.Khan, A., Lee, C.H., Huang, P.Y. und Clark, B.K., „Nutzung generativer gegnerischer Netzwerke zur Erzeugung realistischer Bilder in der rastertransmissionselektronenmikroskopischen Bildgebung“, *npj Computational Materials*, Bd. 9, 2023, S. 85.

378.Scott, R.C. und Pado, L.E., „Aktive Steuerung des aeroelastischen Verhaltens von Windkanalmodellen mithilfe neuronaler Netze“, *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, Bd. 23, 2000, S. 1100–1108.

379.Berenguer, A., Morejón, A., Tomás, D. und Mazón, J.N., „Nutzung großer Sprachmodelle für den Abruf von Sensordaten“, *Applied Sciences*, Bd. 14, 2024, S. 2506.

380.Guo, Z., Liu, M., Ji, Z., Bai, J., Guo, Y. und Zuo, W., „LLM als ergänzender Optimierer zum Gradientenabstieg: Eine Fallstudie zur Prompt-Optimierung“, *arXiv*, 2024, eingereicht.

381.Tang, Y., Xu, W., Cao, J., Ma, J., Gao, W., Farrell, S., Erichson, B., Mahoney, M.W., Nonaka, A. und Yao, Z., „MatterChat: Ein multimodales LLM für die Materialwissenschaft“, *arXiv*, 2025, arXiv:2502.13107.

382.Qi, S., Cheng, Y., Li, Z., Wang, J., Li, H. und Zhang, C., „Fortgeschrittene Deep-Learning-Techniken für das Batteriewärmemanagement in Fahrzeugen mit neuen Antriebstechnologien“, *Energies*, Bd. 17, 2024, S. 4132.

383.Yavas, U., Kurtulus, C. und Genc, U., „Batteriemanagement mit KI für bessere und sicherere Batterien“, *ATZelectronics Worldwide*, Bd. 19, 2024, S. 8–13.

384. Zhao, J., Qu, X., Wu, Y., Fowler, M. und Burke, A.F., „KI-gestützte Batteriediagnostik unter realen Bedingungen“, *Energy and AI*, Bd. 18, 2024, S. 100419.
385. Jiao, S., Zhang, G., Zhou, M. und Li, G., „Ein umfassender Überblick über aktuelle Forschungsschwerpunkte bei Batteriemanagementsystemen für UAVs“, *IEEE Access*, Bd. 11, 2023, S. 84636–84650.
386. Younes, M., Kwan, A., Akbarpour, M., Helaoui, M. und Ghannouchi, F.M., „Zweidimensionales stückweises Verhaltensmodell für hochgradig nichtlineare Dualband-Sender“, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Bd. 6, 2017, S. 8666–8675.
387. Severson, K.A., Attia, P.M., Jin, N., Perkins, N., Jiang, B., Yang, Z., Chen, M.H., Aykol, M., Herring, P.K., Fraggadakis, D. et al., „Datengestützte Vorhersage der Batterie-Lebensdauer vor Kapazitätsverlust“, **Nature Energy**, Bd. 4, 2019, S. 383–391.
388. Vyas, V. und Xu, Z., „Key Safety Design Overview in AI-Driven Autonomous and Battery-Electric Vehicles“, in: *Proceedings of the International Conference on Advancements and Key Challenges in Green Energy and Computing (AKGEC)*, Ghaziabad, Indien, 2024, S. 1–8.
389. Liu, K., Wei, Z., Zhang, C., Shang, Y., Teodorescu, R. und Han, Q.L., „Auf dem Weg zu Batterien mit langer Lebensdauer: KI-basierte Fertigung und Verwaltung“, *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, Bd. 9, 2022, S. 1139–1165.
390. Wu, D., Xu, Z., Wang, Q., Jin, Z., Xu, Y., Wang, C. und He, X., „Ein kurzer Überblick über Schlüsseltechnologien für cloudbasierte Batteriemanagementsysteme“, *Journal of Electronic Materials*, Bd. 53, 2024, S. 7334–7354.
391. Borah, M., Wang, Q., Moura, S., Sauer, D.U. und Li, W., „Synergien zwischen Physik und maschinellem Lernen für ein fortschrittliches Batteriemanagement“, *Communications Engineering*, Bd. 3, 2024, S. 134.
392. Lipu, M.S.H., Miah, M.S., Jamal, T., Rahman, T., Ansari, S., Rahman, M.S., Ashique, R.H., Shihavuddin, A.S.M. und Shakib, M.N., „Künstliche-Intelligenz-Ansätze für fortschrittliche Batteriemanagementsysteme in Elektrofahrzeuganwendungen: Eine statistische Analyse im Hinblick auf zukünftige Forschungsmöglichkeiten“, *Vehicles*, Bd. 6, 2023, S. 22–70.
393. Pamshetti, V.B., Zhang, W., Tseng, K.J., Ng, B.K. und Yan, Q., „Optimales mehrstufiges Lernen auf Basis der Signaldekomposition zur Abschätzung des Batteriezustands“, *arXiv*, 2025, arXiv:2501.16377.
394. Zhao, J., Feng, X., Pang, Q., Wang, J., Lian, Y., Ouyang, M. und Burke, A.F., „Batterieprognostik und Zustandsmanagement aus der Perspektive des maschinellen Lernens“, *Journal of Power Sources*, Bd. 581, 2023, S. 233474.
395. Yunusoglu, A., Le, D., Tiwari, K., Isik, M. und Dikmen, I.C., „Battery State of Health Estimation Using LLM Framework“, *arXiv*, 2024, arXiv:2501.18123.
396. Feng, Y., Hu, G. und Zhang, Z., „GPT4Battery: Ein LLM-gesteuertes Framework zur adaptiven Zustandsabschätzung von Li-Ionen-Rohbatterien“, *arXiv*, 2024, arXiv:2402.00068.
397. Peng, H., Liu, C. und Li, H., „Zustandsmanagement für das Internet der Batterien in Elektrofahrzeugen auf Basis großer Sprachmodelle“, *IEEE Internet of Things Journal*, Bd. 12, 2025, S. 6082–6094.
398. Wei, X. und Wang, L., „SigFeaDet: Signalmerkmale-basierte Erkennung von GPS-Spoofing bei UAVs mittels maschinellem Lernen“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)*, Ocean Flower

Island, China, 2023, S. 2202–2209.

399.Dang, Y., Benzaid, C., Taleb, T., Yang, B. und Shen, Y., „Transfer-Learning-basierte Erkennung von GPS-Spoofing bei UAVs mit Mobilfunkverbindung“, in: *Tagungsband der International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, Dubrovnik, Kroatien, 2022, S. 629–634.

400.Wei, X., Wang, Y. und Sun, C., „PerDet: Machine-Learning-basierte Erkennung von GPS-Spoofing bei UAVs unter Verwendung von Wahrnehmungsdaten“, *Remote Sensing*, Bd. 14, 2022, S. 4925.

401.Alzahrani, M.Y., „Verbesserung der Drohnensicherheit durch multisensorische Anomalieerkennung und maschinelles Lernen“, *SN Computer Science*, Bd. 5, 2024, S. 651.

402.Wu, Z., Fan, K., Wu, G., Chen, Y., He, X. und He, Q., „Forschung zur Positionsmanipulation von Multirotor-UAVs auf Basis eines adaptiven Kalman-Filters mit neuronalen Netzen“, in: *Tagungsband der IEEE-Konferenz für Industrieelektronik und Anwendungen der „ (ICIEA)*, Kristiansand, Norwegen, 2024, S. 1–7.

403.Li, Z., Chen, Q., Li, J., Huang, J., Mo, W., Wong, D.S. und Jiang, H., „Eine sichere und effiziente Verteidigungsstrategie für UAV-Netzwerke: Konvergenz von Blockchain und Deep Learning“, **Computer Standards and Interfaces**, Bd. 90, 2024, S. 103844.

404.Park, D.K., Lee, W.J., Kim, B.J. und Lee, J.Y., „Ein auf unüberwachtem Lernen basierendes System zur Bedrohungserkennung unter Verwendung von Daten zu den Eigenschaften von Hochfrequenzsignalen“, *Journal of Internet Computing and Services*, Bd. 25, 2024, S. 147–155.

405.Dudukcu, H.V., Taskiran, M. und Kahraman, N., „Anwendungen von UAV-Sensordaten mit tiefen neuronalen Netzen: Ein umfassender Überblick“, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Band 123, 2023, S. 106476.

406.Shafique, A., Mehmood, A. und Elhadeif, M., „Erkennung von Signal-Spoofing-Angriffen bei UAVs mithilfe von Modellen des maschinellen Lernens“, *IEEE Access*, Bd. 9, 2021, S. 93803–93815.

407.Alhoraibi, L., Alghazzawi, D. und Alhebshi, R., „Erkennung von GPS-Spoofing-Angriffen auf UAVs auf Basis eines adversarischen Modells des maschinellen Lernens“, *Sensors*, Bd. 24, 2024, S. 6156.

408.Alabidy, A., Zaben, A., Abu-Sharkh, O.M. und Noman, H.A., „Ein Überblick über KI-basierte Erkennungsmethoden für GPS-Spoofing-Angriffe auf UAVs“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS)*, Varna, Bulgarien, 2024, S. 1–13.

409.Talaei Khoei, T., Ismail, S., Shamaileh, K.A., Devabhaktuni, V.K. und Kaabouch, N., „Auswirkungen von Datensatz- und Modellparametern auf die Leistung des maschinellen Lernens bei der Erkennung von GPS-Spoofing-Angriffen auf unbemannte Luftfahrzeuge“, *Applied Sciences*, Bd. 13, 2022, S. 383.

410.Sung, Y.H., Park, S.J., Kim, D.Y. und Kim, S., „Verfahren zur Erkennung von GPS-Spoofing bei kleinen UAVs unter Verwendung eines 1D-Faltungs-Neuralnetzwerks“, *Sensors*, Bd. 22, 2022, S. 9412.

411.Sengupta, S., Vashistha, H., Curtis, K., Mallipeddi, A., Mathur, A., Ross, J. und Gou, L., „MAG-V: Ein Multi-Agenten-Framework zur Erzeugung und Verifizierung synthetischer Daten“, *arXiv*, 2025, arXiv:2412.04494.

412.Wang, S., Wang, J., Su, C. und Ma, X., „Intelligenter Erkennungsalgorithmus gegen

- GPS-Spoofing-Angriffe durch UAVs“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)*, Hongkong, China, 2020, S. 382–389.
413. Xue, N., Niu, L., Hong, X., Li, Z., Hoffaeller, L. und Pöpper, C., „DeepSIM: Erkennung von GPS-Spoofing bei UAVs mittels Satellitenbildabgleich“, in: *Tagungsband der Annual Computer Security Applications Conference*, Austin, TX, USA, 2020, S. 304–319.
414. Dharmalingam, B., Mukherjee, R., Piggott, B., Feng, G. und Liu, A., „Aero-LLM: Ein verteiltes Framework für sichere UAV-Kommunikation und intelligente Entscheidungsfindung“, *arXiv*, 2024, arXiv:2502.05220.
415. Li, A., Zhao, Y., Qiu, C., Kloft, M., Smyth, P., Rudolph, M. und Mandt, S., „Anomalieerkennung in tabellarischen Daten mithilfe von LLMs“, *arXiv*, 2024, arXiv:2406.16308.
416. Yasin, J.N., Mohamed, S.A.S., Haghbayan, M.H., Heikkonen, J., Tenhunen, H. und Plosila, J., „Unbemannte Luftfahrzeuge: Kollisionsvermeidungssysteme und -ansätze“, *IEEE Access*, Bd. 8, 2020, S. 105139–105155.
417. Zhou, X., Wang, Z., Wen, X., Zhu, J., Xu, C. und Gao, F., „Dezentrale räumlich-zeitliche Flugbahnplanung für Multikopter-Schwärme“, *arXiv*, 2021, arXiv:2106.12481.
418. Zhou, X., Zhu, J., Zhou, H., Xu, C. und Gao, F., „EGO-Swarm: Ein vollständig autonomes und dezentrales Quadrotor-Schwarmsystem in unübersichtlichen Umgebungen“, in: *Tagungsband der IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, Xi'an, China, 2021, S. 4101–4107.
419. Lu, M., Chen, H. und Lu, P., „Erkennung und Ausweichen vor mehreren kleinen, sich schnell bewegenden Objekten für Quadcopter mit nur einer kostengünstigen RGBD-Kamera“, *IEEE Robotics and Automation Letters*, Bd. 7, 2022, S. 11657–11664.
420. Xu, Z., Zhan, X., Xiu, Y., Suzuki, C. und Shimada, K., „Erkennung und Verfolgung dynamischer Hindernisse mit geringem Rechenaufwand für mobile Roboter mit RGB-D-Kameras“, *arXiv*, 2023, arXiv:2303.00132v2.
421. Xu, Z., Zhan, X., Xiu, Y., Suzuki, C. und Shimada, K., „Onboard-Erkennung und -Verfolgung dynamischer Objekte für die autonome Roboternavigation mit RGB-D-Kamera“, *IEEE Robotics and Automation Letters*, Bd. 9, 2024, S. 651–658.
422. Chen, G., Dong, W., Peng, P., Alonso-Mora, J. und Zhu, X., „Kontinuierliche Belegungskartierung in dynamischen Umgebungen unter Verwendung von Partikeln“, *IEEE Transactions on Robotics*, Bd. 40, 2023, S. 64–84.
423. Tordesillas, J. und How, J.P., „MADER: Trajektorienplaner in Multi-Agenten- und dynamischen Umgebungen“, *IEEE Transactions on Robotics*, Bd. 38, 2022, S. 463–476.
424. Tseng, T., McLean, E., Pelrine, K., Wang, T.T. und Gleave, A., „Can Go AIs Be Adversarially Robust?“, *arXiv*, 2025, arXiv:2406.12843v3.
425. Ahmed, A., Farhan, M., Eesaar, H., Chong, K.T. und Tayara, H., „Von der Erkennung bis zur Aktion: Ein multimodales KI-Framework für die Reaktion auf Verkehrsunfälle“, *Drones*, Bd. 8, 2024, S. 741.
426. Guo, Q., Li, X., Zhou, Z., Ma, D. und Wang, Y., „Neuralnetzwerkbasierte aeroelastische Systemidentifikation zur Vorhersage von Flattererscheinungen bei hochflexiblen Tragflächen“, *Scientific Reports*, Bd. 15, 2025, S. 623.
427. Al-Sabbagh, A., El-Bokhary, A., El-Koussa, S., Jaber, A. und Elkhodr, M., „Verbesserung der UAV-Sicherheit gegen GPS-Spoofing-Angriffe durch ein auf

genetischen Algorithmen basierendes Deep-Learning-Framework“, *Information*, Bd. 16, 2025, S. 115.

428.Alali, M. und Imani, M., „Bayessches Verstärkungslernen für die Navigationsplanung in unbekannten Umgebungen“, *Frontiers in Artificial Intelligence*, Bd. 7, 2024, S. 1308031.

429.Xue, D., Zhou, X. und Wang, M., „Formationssteuerung und Wegplanung von Multi-Roboter-Systemen mittels großer Sprachmodelle“, *Science China Information Sciences*, Bd. 68, 2025, S. 150205.

FOR AUTHOR USE ONLY

Biografie

Biografie von Rexhep Mustafovski, MSc



Rexhep Mustafovski, MSc, ist Beamter im Verteidigungsministerium der Republik Nordmazedonien und Lehr- und Forschungsassistent an der Militärakademie „General Mihailo Apostolski“ in Skopje, wo er in der Abteilung für Cybersicherheit und digitale Forensik tätig ist. Er ist Spezialist für sichere Kommunikationssysteme, Cybersicherheit und die Integration von Verteidigungstechnologien und verfügt über akademische und berufliche Erfahrung in den Bereichen sichere taktische Kommunikation, Netzwerksicherheit und neue Informationssysteme.

Sein Bachelorstudium absolvierte er an der Militärakademie „General Mihailo Apostolski“ in Skopje, wo er als Fernmeldeoffizier abschloss. Während seines Studiums zeichnete er sich durch außergewöhnliche akademische Leistungen und berufliche Disziplin aus und erzielte den höchsten Bildungserfolg seines Jahrgangs. In Anerkennung dieser Leistung wurde er offiziell als bester Offizier seines Jahrgangs ausgezeichnet – eine Ehre, die ihm vom Präsidenten des Landes verliehen wurde. Diese Auszeichnung spiegelt sowohl seine akademische Exzellenz als auch sein Engagement für militärische Professionalität wider.

Nach seiner Offiziersernennung setzte er seine akademische Laufbahn mit einem Aufbaustudium an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnologien der Universität „Ss. Cyril und Methodius“ in Skopje fort. Er erwarb den akademischen Grad eines Master of Science in Kommunikations- und Informationstechnologien mit den Schwerpunkten moderne Kommunikationssysteme, Informationssicherheit und fortschrittliche Netzwerkkonzepte. Sein Masterstudium stärkte seine analytischen und forschungsbezogenen Fähigkeiten weiter, insbesondere in den Bereichen sichere Kommunikation und technologiegestützte Verteidigungssysteme.

Sein akademischer und beruflicher Werdegang verbindet eine formale militärische Ausbildung mit einem fortgeschrittenen Ingenieurstudium und bildet damit eine solide Grundlage für Forschung und praktische Arbeit im Bereich der sicheren militärischen Kommunikation. Dieser Hintergrund prägt seinen Ansatz bei der Konzeption von Kommunikationssystemen, wobei er besonderen Wert auf Zuverlässigkeit, Sicherheit, Interoperabilität und operative Relevanz legt. Das durch die militärische Ausbildung und das Ingenieurstudium erworbene Wissen und die damit gesammelten Erfahrungen bilden die Grundlage für die in diesem Buch dargelegten Sichtweisen.

Biografie von Dr. Besnik Qehaja



Dr. Besnik Qehaja ist ein angesehener Wissenschaftler und Strategie für digitale Innovation mit Sitz in Pristina, Kosovo. Derzeit ist er Dekan des Fachbereichs Informatik und Ingenieurwesen an der UBT, wo er eine zentrale Rolle bei der Gestaltung der akademischen Entwicklung, des technologischen Fortschritts und der Forschungsintegration innerhalb der Einrichtung spielt. Sein berufliches Profil ist geprägt von einem starken Engagement für die digitale Transformation, interdisziplinäre Innovation und die praktische Anwendung fortschrittlicher Technologien in den Bereichen Bildung, Gesundheitswesen und intelligente Infrastruktursysteme.

Dr. Qehaja ist seit 2009 aktiv in der akademischen Leitung der UBT tätig und hatte mehrere leitende Positionen inne, die zur institutionellen Konsolidierung und Modernisierung der akademischen Studiengänge beigetragen haben. Unter seiner Führung hat der Fachbereich Informatik und Ingenieurwesen seine Lehrplanstruktur gestärkt, nationale Akkreditierungen für mehrere Studiengänge gesichert und fortschrittliche Lernmanagementsysteme eingeführt, die digitale Bildungsumgebungen unterstützen sollen. Seine Bemühungen konzentrierten sich darauf, akademische Standards an internationale Best Practices anzupassen und ein Ökosystem zu fördern, das Forschung, Innovation und angewandte technologische Kompetenz miteinander verbindet.

Er erwarb seinen Dokortitel an der Corvinus-Universität Budapest, wo sich seine Promotionsforschung auf Echtzeit-Patientenüberwachungssysteme und die Integration digitaler Gesundheitsdienste konzentrierte. In seiner Dissertation befasste er sich mit den technischen, organisatorischen und datenmanagementbezogenen Herausforderungen im Zusammenhang mit intelligenten medizinischen Informationssystemen. Diese Forschung schuf eine solide Grundlage für seine späteren Beiträge zu eHealth-Initiativen und zur Entwicklung der digitalen Gesundheitsinfrastruktur.

Dr. Qehaja spielte eine führende Rolle bei der nationalen eHealth-Machbarkeitsstudie des Kosovo, die in Zusammenarbeit mit der deutschen Organisation M4Health und dem Gesundheitsministerium durchgeführt wurde. Ziel dieser Initiative war es, die technische Bereitschaft, den regulatorischen Rahmen und die infrastrukturellen Voraussetzungen zu bewerten, die für die Umsetzung nationaler digitaler Gesundheitssysteme erforderlich sind. Sein Engagement in diesem Projekt spiegelt sowohl seine technische Expertise als auch seine Fähigkeit wider, forschungsgetriebene Innovation mit institutionellen und staatlichen Umsetzungsprozessen zu verbinden.

Neben seiner Arbeit im Bereich der Digitalisierung des Gesundheitswesens engagiert sich Dr. Qehaja aktiv in Initiativen zur technologischen Innovation in verschiedenen Bereichen. Er ist zertifizierter Trainer für Virtual-Reality- und Augmented-Reality-Technologien und hat Projekte geleitet, die sich mit Anwendungen der künstlichen Intelligenz, Architekturen des Internets der Dinge und der Entwicklung von Smart-City-

Infrastrukturen befassten. Seine Arbeit verbindet neue Technologien mit praktischen Umsetzungsstrategien und legt den Schwerpunkt auf skalierbare Lösungen und interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Im Jahr 2025 nahm Dr. Qehaja eine akademische Tätigkeit als Senior Research Fellow an der Technischen Universität Sofia in Bulgarien auf. Zu seinen Forschungsschwerpunkten in dieser Funktion zählen intelligente Energienetze,

KI-gesteuerte Optimierungsmodelle sowie intelligente Infrastrukturmanagementsysteme. Diese laufenden Forschungsarbeiten erweitern sein Fachwissen auf die Bereiche Energieinformatik und nachhaltige digitale Ökosysteme und stärken sein interdisziplinäres Profil.

Dr. Qehajas akademischer und beruflicher Werdegang verbindet fortgeschrittene Forschungskompetenz mit institutioneller Führungsarbeit und angewandter Innovation. Sein Hintergrund in den Bereichen digitale Transformation, Integration von KI-Systemen und groß angelegter technologischer Umsetzung trägt wesentlich zu der in diesem Buch dargestellten interdisziplinären Perspektive bei. Die analytische Stringenz und die innovationsorientierte Denkweise, die er in den Bereich der Kommunikation und der Integration intelligenter Systeme einbringt, untermauern den umfassenderen strategischen Rahmen, der in dieser Arbeit untersucht wird.

FOR AUTHOR USE ONLY

Biografie von Prof. Dr. Edmond Hajrizi



Prof. Dr. Edmond Hajrizi ist Gründer und Rektor der UBT im Kosovo, wo er maßgeblich zur Gestaltung einer der innovativsten Hochschuleinrichtungen der Region beigetragen hat. Seine Führungsarbeit zeichnet sich durch eine strategische Vision aus, die akademische Exzellenz, technologischen Fortschritt und internationale Zusammenarbeit miteinander verbindet. Durch nachhaltige institutionelle Entwicklung und zukunftsorientierte Führung hat er die UBT als dynamisches akademisches Zentrum positioniert, dessen Schwerpunkte auf der digitalen Transformation, der Forschungsintegration und der praxisorientierten Berufsausbildung liegen.

Als Gründer der UBT hat Prof. Dr. Hajrizi die Einrichtung mit dem Ziel ins Leben gerufen, die Kluft zwischen akademischer Theorie und marktorientierten Kompetenzen zu überbrücken. Von Beginn an war die UBT als modernes Bildungsumfeld konzipiert, das wissenschaftliche Forschung, angewandte Technologie und Zusammenarbeit mit der Industrie miteinander verbindet. Seine grundlegende Vision betonte, wie wichtig es ist, die Lehrpläne der Hochschulbildung an neue technologische Trends und die Anforderungen des Arbeitsmarktes anzupassen, um sicherzustellen, dass die Absolventen sowohl über theoretische Tiefe als auch über praktische Fähigkeiten verfügen.

In seiner Funktion als Rektor hat Prof. Dr. Hajrizi den Ausbau der UBT zu einer Einrichtung mit mehreren Standorten und einem breiten akademischen Portfolio geleitet. Unter seiner Führung hat die Universität einen eigenen Wissenschafts- und Innovationspark, hochmoderne Forschungslabore sowie strukturierte Partnerschaften mit internationalen Universitäten und Institutionen aufgebaut. Diese Initiativen haben die Position der UBT innerhalb regionaler und internationaler akademischer Netzwerke gestärkt und ihre Kapazitäten für interdisziplinäre Forschung und Innovation erweitert.

Prof. Dr. Hajrizi ist ein aktives Mitglied internationaler wissenschaftlicher und akademischer Gemeinschaften. Er ist in verschiedenen internationalen wissenschaftlichen Gremien tätig und vertritt die UBT regelmäßig auf globalen akademischen Konferenzen und Foren. Sein Engagement auf internationalen Plattformen spiegelt sein Bestreben wider, die Sichtbarkeit der Einrichtung zu wahren, grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu fördern und eine forschungsorientierte Ausbildung nach globalen Standards voranzutreiben.

Ein zentrales Element seiner Führungsarbeit war die Integration fortschrittlicher Technologien in die akademischen Lehrpläne und die institutionelle Infrastruktur. Durch strategische Investitionen in digitale Plattformen, Innovationslabore und Zentren für angewandte Forschung hat die UBT zahlreiche internationale Auszeichnungen für ihre digitale Transformation und die Qualität ihrer Lehre erhalten. Sein Einsatz für technologiegestützte Lernumgebungen hat zur Entwicklung eines umfassenden „smarten“

Ökosystems innerhalb der Universität beigetragen, das akademische Lehre, Forschungsaktivitäten und berufliche Ausbildungswege miteinander verbindet.

Prof. Dr. Hajrizis institutionelle Vision betont die Synergie zwischen exzellenter Forschung und praktischer Anwendung. Durch die Pflege von Partnerschaften mit Akteuren aus der Industrie und die Förderung anwendungsorientierter Forschungsinitiativen hat er ein Bildungsmodell vorangetrieben, das Unternehmertum, technologische Innovation und nachhaltige Entwicklung unterstützt. Sein Ansatz spiegelt ein langfristiges Engagement wider, Studierende nicht nur als akademische Fachkräfte, sondern auch als Mitgestalter des technologischen und gesellschaftlichen Fortschritts vorzubereiten.

Durch nachhaltige akademische Führungsarbeit, den Ausbau der Einrichtung und eine innovationsorientierte Leitung hat Prof. Dr. Edmond Hajrizi die Entwicklung der Hochschulbildung in der Region maßgeblich beeinflusst. Seine strategische Ausrichtung auf digitale Transformation, Internationalisierung und angewandte Forschung leistet einen bedeutenden Beitrag zu der interdisziplinären und zukunftsorientierten Perspektive, die in diesem Buch dargestellt wird.

FOR AUTHOR USE ONLY