

Künstliche Intelligenz im Dienst des Militärs

Hans-Jörg Kreowski und Aaron Lye skizzieren in diesem Artikel die militärischen Entwicklungen in Sachen Künstliche Intelligenz der vergangenen 40 Jahre. Mit Hilfe von KI ist ein breites Arsenal an neuen und weiterentwickelten Waffensystemen sowie an militärischen Informations- und Kommunikationssystemen hervorgebracht worden. Während Wirtschaft und Politik sich weltweit von KI die Sicherung zukünftiger Wertschöpfung versprechen, erwägen Militärs weltweit den Einsatz fortgeschrittener KI in militärischen Systemen.

Neue Kriegssysteme werden mit oder ohne KI entwickelt und eingesetzt, sobald sich die Militärs Vorteile und Überlegenheit versprechen. So bedeutet Drohnenkrieg nicht, dass nun Krieg nur noch mit Drohnen geführt wird, sondern dass die Drohnen zu all den Kriegsgeräten, die sonst schon Tod und Zerstörung bringen, als neues Element dazukommen und allenfalls mittelfristig andere Waffensysteme ersetzen. So werden bereits Befürchtungen laut, dass beispielsweise neuartige Bio- und Chemiewaffen möglich werden.

Einleitung

Die Anfänge der Computertechnik in Deutschland, Großbritannien und dann vor allem in den USA am Ende des Zweiten Weltkriegs und in den ersten Jahren danach waren stark bestimmt von den Wünschen und vom Geld des militärischen Komplexes. Die ersten Jahre der Künstlichen Intelligenz (KI) waren dagegen eher zivil geprägt. 1956 trafen sich zwölf junge aufstrebende Wissenschaftler um John McCarthy für einige Wochen im Dartmouth College in New Hampshire zu einem von der Rockefeller-Stiftung geförderten Workshop und begründeten das Fachgebiet der Künstlichen Intelligenz (vgl. McCarthy et al. 1955).

Erklärtes Ziel war, kognitive Fähigkeiten wie Sehen und Erkennen, Hören und Verstehen, Planen und Entscheiden, Lernen sowie Problemlösen mit Hilfe von Computerprogrammen zu simulieren – seit damals kaum verändert. Im gesamten Antrag findet sich kein Bezug zu Rüstung und Krieg. Bis in die 1980er Jahre hinein bleibt die KI zivil ausgerichtet. Nachdem die ersten Versuche, einen *General Problem Solver* zu kreieren, gescheitert waren, lag der KI-Fokus lange auf der Entwicklung von Expertensystemen, die für spezielle Anwendungen das Wissen von Fachleuten nutzbar machen sollten – teils auch mit Erfolg.

Nachdem Japan mit dem *Fifth-Generation-Projekt* Anfang der 1980er Jahre einen großangelegten Versuch gestartet hatte, durch geeignete Computertechnik und Programmiersprachen KI anwendbar zu machen, haben die USA mit der *Strategic Computing Initiative* (SCI) geantwortet, um die technologische Vormachtstellung zu sichern. SCI war gleichzeitig der Einstieg in die militärische Nutzung von KI und soll deshalb im nächsten Abschnitt ausführlicher dargestellt werden. Ein zentrales Projekt von SCI war die Entwicklung autonomer Roboterfahrzeuge. Da solche Systeme – oft Drohnen genannt – bis heute in der weltweiten Rüstung eine prominente Rolle spielen und ihre Entwicklung noch lange nicht ihren Höhepunkt

erreicht hat, wird die Thematik in einem eigenen Abschnitt vertieft. Mehr in die Zukunft gerichtet, gehen wir auf die neuesten Entwicklungspläne Deutschlands, Frankreichs und Spaniens für ein Kampfflugzeug ein, bei denen KI insgesamt und Kriegsdrohnen speziell eine übergeordnete Rolle spielen sollen. Der öffentlichen Aufmerksamkeit meist verborgen, aber militärisch mindestens ebenso relevant wie Drohnen sind die Entwicklungen bei Schlachtenmanagementsystemen, die wir als letztes Thema ausführlich behandeln. Der Artikel endet mit einem Ausblick, in dem auch verschiedene Punkte angesprochen werden, die nicht ausgeführt werden konnten.

Strategic Computing Initiative

Bis in die 1980er-Jahre hinein verlief die Entwicklung der KI anders als andere Teilgebiete der Informatik vergleichsweise zivil. Das änderte sich fundamental, nachdem Japan 1982 das *Fifth Generation Computer Systems (FGCS) Project* ins Leben gerufen hat, um eine Führungsrolle im IT-Sektor zu erreichen (vgl. z.B. Shapiro 1983 und Odagiri et al. 1997). Das Projekt war auf zehn Jahre angelegt mit dem Ziel, eine neuartige Computertechnologie zu entwickeln, die massive Parallelität mit logischer Programmierung verbindet und als Plattform für zukünftige KI-Anwendungen dienen sollte. Datenverarbeitung sollte mit Hilfe logischen Schließens als Programmierparadigma zu Wissensverarbeitung werden. Um die Benutzungsfreundlichkeit zu steigern, sollten Ein- und Ausgabe über Alltagssprache, Graphiken, Bilder und Dokumente möglich sein. Als Grundlagenforschung war das Projekt ein Erfolg, kommerziell ist es eher gescheitert, weil sich die hohen Ansprüche zu der Zeit technisch nur bedingt umsetzen ließen

In den USA wurde das japanische FGCS-Projekt als Angriff auf die eigene technologische Vormachtstellung empfunden und mit der *Strategic Computing Initiative (SCI)* beantwortet (siehe z.B. Roland & Shiman 2002). Während FGCS zivil angelegt war, gilt für SCI das genaue Gegenteil: Es war durch und durch militärisch ausgerichtet. Das US-Verteidigungsministerium setzte auf das militärische Potenzial der KI und startete 1983 SCI, wobei drei Aufgaben im Zentrum standen: ein Sprachassistent für die Piloten der Luftwaffe, ein Schlachtenmanagementsystem für die Marine und autonome Landfahrzeuge für das Heer. SCI war auf zehn Jahre angelegt und hatte einen für damalige Verhältnisse gigantischen Finanzrahmen von fast einer halbe Milliarde US-Dollar. Da sich keine schnellen Erfolge abzeichneten, wurde das Programm noch vor dem Ende gekürzt. Dennoch muss SCI wohl als Ausgangspunkt einer beispiellosen Entwicklung der KI gesehen werden.

Da die drei Aufgabenstellungen von SCI sowohl von der Art der Anwendungen als auch von den intendierten kognitiven und intelligenten Leistungen her bis heute typische Entwicklungen im militärischen – aber auch zivilen Kontext – darstellen, soll darauf etwas näher eingegangen werden.

SCI war als generisches Forschungsprojekt mit den Schwerpunkten auf Bildverstehen, Spracherkennen und -verstehen sowie Expertensystemen konzipiert. Ziel des Bildverstehens war, Veränderungen in Bildszenen in Echtzeit zu erkennen, Objekte und Ereignisse in Szenen zu identifizieren und graphisch oder mit Hilfe natürlicher Sprache zu charakterisieren. Auf der Basis neuer Chip-Designs, paralleler Rechnerarchitekturen und Algorithmen sollte ein wissensbasiertes Sehen zur Erkennung von Landmarken, Vermeidung von Hindernissen, Geländeverfolgung, Gelände- und Objektmodellierung und zur Zielfindung realisiert werden. Ziel des Spracherkennens und -verstehens war, das gesprochene Wort als Computereingabe zu ermöglichen,

wobei Sprache in Telefonqualität selbst in geräuschvoller Umgebung wissensbasiert mit hoher Genauigkeit verstanden werden sollte. Umgekehrt sollte auch natürlichsprachliche Maschinenausgabe in eingeschränkten Kontexten realisiert werden. Als technische Herausforderungen galten die Wissensakquisition, das Textverstehen, die Sprachgeneration, den Redekontext einzuordnen sowie die Entwicklung paralleler Algorithmen für diese Anwendungen. Was die Technologie der Expertensysteme angeht, wurde das Ziel einer neuen Generation zur Unterstützung der Schlachtenmanagementsysteme für das US-Verteidigungsministerium ausgegeben. Dabei sollten mächtige Schluss-, Kontroll- und Erklärungsmechanismen zur Verfügung gestellt, automatische Wissensakquisition und Unsicherheit einbezogen sowie Informationen aus verschiedenen Quellen fusioniert werden. Als computertechnische Basis waren fortgeschrittene LISP-Maschinen vorgesehen, die wesentlich mehr Regeln zu verarbeiten erlauben sollten, als bis dahin machbar war.

Methodisch und technisch unterscheidet sich dieser Ansatz nicht vom damaligen Stand der Entwicklung im zivilen Bereich. Das übergeordnete Ziel und die drei Anwendungsprojekte waren dagegen ganz auf militärische Bedürfnisse zugeschnitten. Angestrebt wurde die Entwicklung einer breiten Basis an Maschinenintelligenztechnologien, um die nationale Sicherheit zu verbessern. Die Sprachassistentz für Kampfpiloten setzte vor allem auf Hören, Verstehen und Sprechen auf, wobei die Verarbeitung natürlicher Sprache mit Hilfe von Expertensystemen bewerkstelligt werden sollte. Das Schlachtenmanagementsystem für die Marine hatte die Expertensystemtechnologie als Mittelpunkt, die regelbasiert für das Datensammeln, Schließen und Planen zuständig waren. Essenziell für die autonomen Roboterfahrzeuge sind Sensoren wie Kameras, 3D-Scanner und Sonare, Bildverarbeitung und -verstehen sowie die Fusion mit anderen Sensordaten, ohne die Navigation in unbekanntem und unwegsamem Gelände, Landmarkenerkennung, Routenplanung, Hindernisvermeidung, visuelle Aufklärung und Zielfindung unmöglich sind. Für die Datenverarbeitung selbst waren wieder Expertensysteme gedacht, wobei mit rund 5000 Regeln gerechnet wurde, die hundertmal schneller ausgeführt werden sollten, als bis dahin möglich.

Am Ende der 1980er Jahre blieb man noch weit hinter dem Erreichen dieser Ziele zurück. Inzwischen hat die Verarbeitung von Sprache und Text ein hohes Niveau erreicht, genauso wie die Verarbeitung von Bildern, wie sie insbesondere für das eigenständige Navigieren von Fahrzeugen benötigt wird. Und Managementsysteme sind inzwischen weit verbreitet. Dabei ist festzuhalten, dass sich die Ziele und auch die Methoden seit den Anfängen der KI gar nicht allzu sehr verändert haben, aber der heute verfügbare Speicherplatz und die Rechengeschwindigkeit erlauben solche Anwendungen. So beruht der Erfolg von Sprachverarbeitungssystemen und Bildverarbeitungssystemen auf maschinellern Lernen mit Hilfe neuronaler Netze, die wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren unter Verwendung riesiger Datenmengen nutzen. Die Idee stammt aus den 1940er Jahren und wurde in vielen Entwicklungsschritten zu heutiger Reife vorangetrieben. SCI war ein Zwischenschritt, aber von großer Schubkraft.

Militärische Drohnen

Die Idee unbemannter Fahr- und Flugzeuge für militärische Zwecke reicht weit zurück. Schon vor dem und im Zweiten Weltkrieg gab es mehrere derartige Entwicklungen mit sehr begrenzter Wirkung. Das SCI-Projekt zum Bau autonomer Robotervehikel in Form unbemannter Landfahrzeuge hat dagegen eine breite, bis heute fortgesetzte Entwicklung von Drohnen aller Art eingeläutet. Die USA planen einen erheblichen Teil ihrer Bewaffnung auf unbemannte Systeme umzustellen, wie es in der *Unmanned Systems Integrated Roadmap* (Department of Defense 2018) dargestellt wird. Andere Nationen folgen diesem Weg.

Im Folgenden soll die Entwicklung unbemannter fliegender Vehikel skizziert werden. Die Entwicklungen bei unbemannten Fahrzeugen, Booten und U-Booten ist etwas anders, darauf wird aber aus Platzgründen verzichtet.

Unbemannte fliegende Systeme sind bereits seit 20 Jahren im Einsatz. Angefangen hat es mit Aufklärungsdrohnen, die feindliches Gebiet überfliegen und ausspionieren können. Es hat dann nicht lange gedauert, bis solche Drohnen mit Raketen ausgestattet wurden. Vorreiter waren Israel mit Einsätzen in Gaza und vor allem auch die USA mit kriegsvölkerrechtswidrigen Einsätzen in Afghanistan, Pakistan, Jemen, Somalia und im Irak im „Krieg gegen den Terror“. Seit einigen Jahren werden Drohnen zunehmend auch in herkömmlichen Kriegen eingesetzt.

Inzwischen sind Aufklärungs- und Killerdrohnen weit verbreitet, und es gibt sie in einer breiten Palette von klein bis groß und von billig bis teuer. Die USA haben ihre Großdrohnen mit erheblicher Reichweite, schwerer Bewaffnung und mit Stückpreis von ein- und zweistelligen Millionenbeträgen nur an Großbritannien und Frankreich verkauft. Deutschland hat eine kleine Zahl von Israel geleast. Zu den Herstellerstaaten gehören inzwischen auch unter anderem China, Iran, Russland und die Türkei. Mehrere Dutzend Staaten haben diese Waffen angeschafft und setzen sie teilweise auch bereits ein. Der Krieg Russlands gegen die Ukraine zeigt, dass bewaffnete Drohnen auch eine Rolle spielen, wenn zwei Armeen gegeneinander kämpfen (Kreowski 2022 und Marischka 2022). Da bewaffnete Drohnen langsam und niedrig fliegen, sind sie relativ gut mit Luftabwehr zu bekämpfen. Greift eine Partei allerdings mit einer größeren Zahl an Drohnen gleichzeitig an, ist die Gefahr groß, dass einzelne Drohnen ihr Ziel erreichen.

Aufklärungs- und Killerdrohnen sind Waffensysteme, die es ohne KI nicht gäbe. Die aktuelle Entwicklung belegt, dass eine gewaltige Rüstungsspirale eingesetzt hat mit einem erheblichen Proliferationsproblem. Es gibt inzwischen ein weitgefächertes Arsenal an Aufklärungs- und Killerdrohnen, das von der Riesendrohne *Global Hawk* bis zu den nur wenige tausend Dollar teuren tragbaren *Switchblades* reicht. Kleine (teils umgebaute kommerzielle) Drohnen mit Sprengsätzen und Kampfdrohnen als einfacher Bausatz stellen Waffen dar, die sich jeder Kontrolle entziehen.

Der nächste Entwicklungsschritt, an dem intensiv gearbeitet wird, ist die vollständige Autonomie, bei der dann die Bordsysteme auch über den Waffeneinsatz entscheiden. Technisch handelt es sich um ein Software-Update, das möglicherweise längst in diverse unbemannte Systeme eingebaut ist, aber bisher nicht (oder nur in Einzelfällen) aktiviert wurde. In Politik und Militär sind autonome Waffen aus ethischer und kriegsvölkerrechtlicher Sicht nicht unumstritten, weil die mit dem Waffeneinsatz verbundene Entscheidung über Leben und Tod nicht mehr direkt von Menschen getroffen wird, sondern indirekt schon bei der Programmierung (Williams & Scharre 2015). Ein Verbot ist dennoch nicht absehbar; entsprechende Verhandlungen im Rahmen der *Group of Governmental Experts on Emerging Technologies in the Area of Lethal Autonomous Weapons Systems*

der Vereinten Nationen scheitern bisher am „Nein“ Russlands, der USA und vieler anderer Staaten.

Einige autonome KI-Systeme sind seit Jahrzehnten im Einsatz. Die meisten autonomen Systeme, die derzeit von den NATO-Streitkräften eingesetzt werden, sind regelbasierte Expertensysteme, darunter autonome vorprogrammierte Fahrzeuge, Luft- und Raketenabwehrsysteme und autonome Flugkörper. So verfügen beispielsweise sowohl das amerikanische Patriot-Luftabwehrraketensystem als auch das *Aegis*-Verteidigungssystem, die seit den 1980er beziehungsweise 1990er Jahren im Einsatz sind, über halbautonome und vollautonome Modi, die es Computern ermöglichen, ankommende Bedrohungen ohne menschliche Zustimmung zu erkennen, anzuvisieren und anzugreifen. Darüber hinaus können eine Reihe unbemannter Luftfahrzeuge, darunter die israelische Drohne *Harop* und die amerikanische *RQ-11 Raven*, die seit Anfang der 2000er-Jahre im Einsatz sind, autonom fliegen, wobei sie sich oft auf vorprogrammierte Flugrouten und Ziele verlassen (Gray & Ertan 2021).

KI-Automatisierung des Luftkampfes

Flugkampffassistentensysteme werden kontinuierlich weiterentwickelt und die Überlegungen, die diesbezüglich in der SCI entstanden, sind weitestgehend überholt. Mehrere aktuelle Flugzeugsysteme enthalten KI-Komponenten. Die *F-35 Lightning II* von Lockheed Martin hat beispielsweise Systeme zur Entscheidungsunterstützung und Datenanalysesysteme (vgl. Osborn 2017a). In ähnlicher Weise werden zwei europäische Flugzeugprojekte der nächsten Generation, der *Next Generation Fighter* (NGF) des *Future Combat Air System* (FCAS) und *Tempest* von BAE, KI-Komponenten enthalten. *BAE Tempest* wird über ein KI-gestütztes autonomes Flugsystem verfügen (vgl. Adams 2018). Das Flugkampffassistentensystem des FCAS-Projekts wird unter dem Acronym ASTARTES entwickelt. ASTARTES steht für *Air Superiority Tactical Assistance Real Time Execution System*. Die Beschreibung des Ziels für diese Komponente bleibt abstrakt. Bisher ist lediglich die Rede davon, menschliche Erfahrungen zu digitalisieren, um die Operator*innen in Taktik zu unterstützen. Aus anderen KI-unterstützten Feuerkampfsystemen lässt sich aber das eine oder andere als wahrscheinliche Konkretisierung ableiten. Durch das von Rheinmetall entwickelte System *Attac*, welches für zukünftige Gefechtsfahrzeuge entwickelt wird, soll die „Fahrzeugbesatzung im Bereich der Beobachtung und Zielerfassung sowie in der Entscheidungsfindung und Wirkung entlastet werden“, indem die Fahrzeuge „die Fähigkeit (erlangen) selbstständig aufzuklären, erkannte Objekte zu klassifizieren und in die Bedrohungslage in Echtzeit einzuordnen“ (Marischka 2023).

Allerdings ist derzeit sogar nicht einmal ausgeschlossen, dass der NGF unbemannt sein könnte. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist gar nicht so klein. Das zeigen jüngste Entwicklungen: Im August 2020 hat in einer Virtual-Reality-Simulation eines F-16-Luftkampf Wettbewerbs eine von *DeepMind* (Google) entwickelte KI einen menschlichen Piloten mit fünf zu null besiegt (Knight 2020). Nachfolgend wurden in weniger als drei Jahren die KI-Algorithmen, die im Rahmen des *Air Combat Evolution-Programms* (ACE) der DARPA entwickelt wurden, von der Steuerung simulierter F-16, die Luftkämpfe auf Computerbildschirmen fliegen, zur Steuerung einer tatsächlichen F-16 im Flug weiterentwickelt (DARPA 2023).

Bei FCAS wird mit dem *Next Generation Weapon System* noch weiter gedacht. Beim FCAS handelt es sich um ein gigantomantisches europäisches Rüstungsprojekt, das seit der Unterzeichnung eines gemeinsamen

Investitionsplans im September 2021 von Deutschland, Frankreich und Spanien auf den Weg gebracht wird und dessen Kosten voraussichtlich im dreistelligen Milliardenbereich liegen werden. Das FCAS soll ein Verbundsystem mehrerer Luftkampfeinheiten werden, bei dem die KI eine zentrale Rolle spielen soll. Das FCAS gilt als wichtiger Schritt zur KI-Automatisierung des Krieges (Kreowski/Lye 2022). Die Hauptkomponente des FCAS ist das in Teilen schon oben beschriebene Kampfflugzeug (NGF). Das Projekt umfasst aber weit mehr. Es soll ein System von Systemen werden, ein sogenanntes *Next Generation Weapon System* bei dem Kampffjets zusammen mit Schwärmen von autonomen Lenkflugkörpern und bewaffneten und unbewaffneten Drohnenschwärmen in einer Weise eingesetzt werden sollen, die Europa dem Plan gemäß in allen Teilen der Welt die Überlegenheit im Luftkampf sichern soll (Renn 2021).

Die Interaktion von Soldat*innen mit Robotern und unbemannten Systemen während des Kampfgeschehens wird als *Manned-Unmanned-Teaming* (MUM-T) bezeichnet (Department of Defense 2013: 139; Pletsch 2020). Airbus demonstrierte im Jahr 2018 die Möglichkeiten des MUM-T mit fünf von dem Unternehmen gebauten Drohnen des Typs Do-DT 25, die autonom agierten und von einem Piloten befehligt wurden, der sich in einem bemannten Führungsflugzeug (Learjet) in der Luft befand (Airbus 2018). Die Tests beinhalteten Formationsflüge, das Ausweichen vor einer simulierten Bedrohung, simulierte Aufklärung und die Kompensation einer im Flug ausgefallenen Drohne. Autonom handelnde bewaffnete Drohnen sollen sich als Schwärme formieren und gemeinsam operieren können. Letzteres wird als *Swarming* bezeichnet. Um *Teaming* und *Swarming* zu realisieren, sind mehrere Fähigkeiten und Techniken erforderlich, so unter anderem *Teaming-/Swarming-Algorithmen*, neue Sensoren oder Missionsmanagementsysteme für die Führungsunterstützung durch die Besatzung des bemannten Flugzeugs. Das von Airbus bisher entwickelte Flugmanagementsystem für unbemannte Luftfahrzeuge kombiniert schon heute vollautomatische Lenkung und Navigation mit Schwarmfähigkeiten.

In Zukunft wird die F-35 wahrscheinlich auch KI einsetzen, um unbemannte Drohnen zu steuern, die Waffen tragen, Überwachung und Aufklärung betreiben oder feindliche Luftabwehr testen können (Osborn 2017b). Gleiches gilt für FCAS.

Es deutet sich eine Transformation zu neuen militärischen Taktiken an, die zum einen auf kooperativem Kampf vieler einzelner autonomer Systeme und zum anderen auf dem Einsatz von Täuschung und zahlenmäßiger Überlegenheit beruhen. Ziel scheint es hier zu sein, den Gegner möglichst großflächig zu stören oder durch zahlenmäßige Übermacht zu überwältigen. Wenn die Planungen in die Realität umgesetzt werden, versprechen sie dem Militär vor allem auch eine verbesserte Effizienz, indem sichergestellt wird, dass die für einen bestimmten Einsatz erforderliche Mischung der Fähigkeiten auch zielgenau zur Verfügung steht. Zudem könnte das System die Risiken für den Einsatz menschlicher Kampfeinheiten reduzieren, da die bemannten Einheiten in sicherer Entfernung bleiben könnten, während die Drohnen konkret die Front bilden (Airbus 2020a). In welche Richtung gedacht wird, zeigt das Positionspapier zur Anwendung Künstlicher Intelligenz in den Landstreitkräften der Bundeswehr (Amt für Heeresentwicklung 2019). In einem geschilderten Zukunftsszenario wird eine Situation erdacht, in der bis zu 15.000 autonome unbemannte Luftfahrzeuge unterschiedlicher Bauart und Größe sich zu Schwärmen formieren, um verschiedene Aufgaben auszuführen.

Schlachtenmanagement und Combat Clouds

Das in der SCI vorgeschlagene Schlachtenmanagementsystem bestand aus unterschiedlichen Expertensystemen (Roland/Shiman 2002: 194f). Das *Force Requirements Expert System* (FRESH) würde die Einsatzbereitschaft der Flotte überwachen und bei der Aufteilung der Kräfte entsprechend den Fähigkeiten und dem Status der einzelnen Schiffe helfen. Das *Capabilities Assessment Expert System* (CASES) würde die relative Stärke der US-amerikanischen und der feindlichen Streitkräfte vergleichen. Das *Campaign Simulation Expert System* (CAMPSIM) würde das Ergebnis verschiedener Handlungsoptionen simulieren und entsprechende Empfehlungen benennen. Das *Operations Plan Generation Expert System* (OPGEN) würde Operationspläne nach vorgegebenen Strategien entwickeln. Das *Strategy Generation and Evaluation Expert System* (STRATUS) schließlich würde bei der Entwicklung von Plänen für die Strategie auf der Ebene des Einsatzgebietes helfen.

Grundsätzlich hat sich an dieser Ratio bis heute wenig geändert und auch prinzipiell sind die Anforderungen an die Systeme auf andere klassische Militärdomänen übertragbar. Aber es gibt auch wesentliche Weiterentwicklungen. Mittlerweile sind bei vielen Militärs die Systeme, Sensoren und Wirkmittel miteinander in (nahezu) Echtzeit vernetzt. In großangelegten Projekten wird dies aber immer noch weiter vorangetrieben. Ein Projekt der Bundeswehr ist die *Digitalisierung landbasierter Operationen* (D-LBO) durch das perspektivisch „bis zu 25.000 Fahrzeuge und 155.000 Soldaten“ untereinander vernetzt agieren können sollen (Marischka 2023). Wesentlich hierfür sind Informationsverbünde, für die sich der Begriff *Combat Clouds* etabliert hat. Die Erfassung von Daten von einem Luftfahrzeug und aus dem Weltraum aus ist wesentlich für militärische Aufklärung und Entscheidungsprozesse. Das FCAS-Projekt umfasst daher die Entwicklung einer vernetzten und verteilten Architektur von Sensoren, den Entwurf zukünftiger Sensorarchitekturen und die Entwicklung der zugehörigen Sensortechnologien. Beim FCAS soll die sogenannte *Air Combat Cloud* alle Flugsysteme verbinden, um die Verarbeitung und Verteilung von Informationen und Instruktionen nahezu in Echtzeit zu ermöglichen (Airbus 2020b). Die dafür wesentliche Infrastruktur stellen Satelliten im Weltraum dar – insbesondere Satelliten in niedriger Erdumlaufbahn, welche die Hochgeschwindigkeitsdatenübertragung zwischen den Systemen ermöglichen. Des Weiteren wird in den Planungsunterlagen für FCAS der Zugang zu satellitengestütztem Bildmaterial nahezu in Echtzeit für die Lageeinschätzung als Ziel benannt. Dazu passt auch die geplante neue Satellitengeneration für Informationserfassung, Satellitenaufnahmen und Kommunikationsübertragung.

Eine andere Entwicklung ist ebenfalls bemerkenswert. Sie lässt sich allerdings vor allem in den USA nachzeichnen. Seit einer Dekade findet eine gravierende Verlagerung geheimdienstlicher und militärischer Daten in die Cloud kommerzieller Anbieter statt (Schelling 2019; Lye 2021). Die Beziehungen von Big-Tech zu Geheimdiensten und Pentagon wurden über Jahrzehnte aufgebaut. Nachdem sich vor allem der Marktführer Amazon Web Services im Aufbau, dem Umzug und der Etablierung positioniert hatte, ist jetzt eine deutliche Diversifizierung bemerkbar, sodass mittlerweile alle großen KI- und Clouddiensteanbieter entsprechende Verträge haben. Die Projekte stellen nicht einfach nur weitere und neue Kommunikations- und Infrastrukturprojekte der Geheimdienste und des Pentagons dar. Stattdessen zeigen sie auf, dass die Großkonzerne des Silicon Valley eine wesentliche Rolle in der Kriegsführung spielen. KI-gestützte Kriegsführung von der Auswertung immer mehr Sensordaten, um militärische Gesamtsituationen zu erfassen, logistische und taktische Optimierung sowie automatisierte Entscheidungen von Truppenbewegungen und Angriffen werden forciert und machbar.

Ausblick

In diesem Artikel haben wir ausgehend von SCI die militärischen KI-Entwicklungen in den vergangenen 40 Jahren skizziert. In der Artikelsammlung *Künstliche Intelligenz zieht in den Krieg* (Kreowski/Lye 2021b) sind diverse Einzelaspekte diskutiert, die wir hier nicht ausführen konnten. Mit Hilfe von KI ist ein breites Arsenal an neuen und weiterentwickelten Waffensystemen sowie an militärischen Informations- und Kommunikationssystemen für Aufklärung, Kommando, Steuerung und Management hervorgebracht worden. Wie Wirtschaft und Politik sich weltweit von KI die Sicherung zukünftiger Wertschöpfung versprechen, so erwägen Militärs auf der ganzen Welt den Einsatz fortgeschrittener KI in militärischen Systemen und haben begonnen, fortgeschrittenere KI-Fähigkeiten zu entwickeln. Mehrere Länder haben militärische KI-Strategien veröffentlicht, in denen sie darlegen, wie KI in ihren militärischen Systemen genutzt werden soll, und haben darüber hinaus militärische KI-Forschungszentren eingerichtet (Gray/Ertan 2021). Es ist manchmal die Rede davon, dass der Einsatz von KI im Krieg dazu zwingt, Krieg neu zu denken. Tatsächlich aber werden neue Kriegssysteme mit oder ohne KI entwickelt und eingesetzt, sobald sich die Militärs Vorteile und Überlegenheit versprechen. So bedeutet Drohnenkrieg nicht, dass nun Krieg nur noch mit Drohnen geführt wird, sondern dass die Drohnen zu all den Kriegsgeräten, die sonst schon Tod und Zerstörung bringen, als neues Element dazukommen und allenfalls mittelfristig andere Waffensysteme ersetzen. Es ist noch nicht abzuschätzen, was die jüngsten aufsehenerregenden Entwicklungen bei generativen Sprachmodellen und Systemen wie ChatGPT für militärische Zwecke bringen werden. Googles *DeepMind*, welches in einigen Strategiespielen, wie Schach, Go, Starcraft II menschliche Expert*innen besiegte, löste auch ein 50 Jahre offenes Problem der Biologie (Jumper 2020). Es werden bereits Befürchtungen laut, dass beispielsweise neuartige Bio- und Chemiewaffen möglich werden. Auf jeden Fall bleibt die militärische Seite der KI ein Thema, dass man nicht aus den Augen verlieren darf.

Prof. Dr. Hans-Jörg Kreowski ist Professor (i.R.) für theoretische Informatik an der Universität Bremen und Mitglied im Vorstand des Forums InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIFF) und der Zeitschrift Wissenschaft und Frieden.

Dr. Aaron Lye ist Informatiker und Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Bremen. Seit 2013 ist er Mitglied im Forum InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung (FIFF).

Literatur

Adams, Eric 2018: Meet The UK's New, Very British Fighter Jet, in: *Wired* vom 6 August 2018.

Airbus 2018: Airbus demonstrates manned-unmanned teaming for future air combat systems. Website vom 2. Oktober 2018.

Airbus 2020a: Manned-Unmanned Teaming and Remote Carriers: transcending individual assets' capabilities. Website vom 08. Oktober 2020.

Airbus 2020b: Airbus and Thales join forces to develop the Air Combat Cloud for Future Combat Air System. Website vom 19. Februar 2020.

Amt für Heeresentwicklung 2019: Künstliche Intelligenz in den Landstreitkräften: Ein Positionspapier des Amts für Heeresentwicklung.

DARPA 2023: ACE Program's AI Agents Transition from Simulation to Live Flight: DARPA completes first flight tests of air combat algorithms on specialized F-16 fighter jet
DARPA vom 13 Februar 2023.

Department of Defense 2018: Unmanned Systems Integrated Roadmap. FY2017-2042

Gray, Maggie/Ertan, Amy 2021: Artificial Intelligence and Autonomy in the Military: An Overview of NATO Member States' Strategies and Deployment. NATO CCDCEO.

Jumper, John et al. 2020: High Accuracy Protein Structure Prediction Using Deep Learning, in: *Fourteenth Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction*.

Knight, Will 2020: A Dogfight Renews Concerns About AI's Lethal Potential, in: *Wired* vom 25 August 2020.

Kreowski, Hans-Jörg 2022: Drohnenkrieg in der Ukraine: Fakten und erste Folgenabschätzung, in: *Wissenschaft und Frieden*, H. 3, S. 15-17.

Kreowski, Hans-Jörg/Lye, Aaron 2021a: Future Combat Air System: Künstliche Intelligenz fliegt und kämpft mit, in: *Wissenschaft und Frieden* Dossier Nr. 93.

Kreowski, Hans-Jörg/Lye, Aaron 2021b: Künstliche Intelligenz zieht in den Krieg, in: *FifF-Kommunikation*, H. 4, S. 28-30.

Lye, Aaron 2021: Transformation geheimdienstlicher und militärischer Serverinfrastruktur in den USA durch kommerzielle Cloud-Provider am Beispiel Amazon, in: *FifF-Kommunikation*, H. 4, S. 39-42.

Marischka, Christoph 2022: Drohnen im Ukraine-Krieg: Technologietransfer als Gamechanger – und Kriegsgrund? In: *IMI-Studie*, H. 3.

Marischka, Christoph 2023: Noch schreibt KI für uns Texte – bald wird sie Kriege führen, in: *Telepolis* vom 29. Mai 2023.

McCarthy, J. et al. 1955: A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. 31. August 1955,
<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>.

Odagiri, Hiroyuki et al. 1997: Research consortia as a vehicle for basic research: The case of a fifth generation computer project in Japan, in: *Research Policy*, Jg. 26, H. 2, S. 191–207. doi:10.1016/S0048-7333(97)00008-5.

Osborn, Kris 2017a: ‚Air Force Chief Scientist Confirms F-35 Will Include Artificial Intelligence‘, *Defense Systems*, 20. Januar 2017.

Osborn, Kris 2017b: 'The F-35 Will Soon Be Equipped with Artificial Intelligence to Control Drone Wingmen', in: *Business Insider* vom 20. Januar 2017.

Pletsch, Marius 2020: Mensch-Maschine: EU Großprojekte zum Manned-Unmanned-Teaming. IMI-Analyse 2020/11, in: *IMI-AUSDRUCK* (März 2020) vom 16. März 2020.

Renn, Ulrich 2021: Unbemannte Helfer: Zur Bedeutung der Remote Carrier im Future Combat Air System, in: *Europäische Sicherheit und Technik*, H. 4, S. 38-42.

Roland, Alex/Shiman, Philip 2002: Strategic Computing – DARPA and the Quest for Machine Intelligence, 1983-1993, Cambridge.

Schelling, Arkadi 2019: Künstliche Intelligenz als Cloud Service: Folgen für Gesellschaft, Geheimdienst und Militär, in: *IMI-Analyse*, H. 16.

Shapiro, Ehud Y. 1983: The fifth generation project – a trip report, in: *Communications of the ACM*, Jg. 26, H. 9, S. 637–641. doi:10.1145/358172.358179. S2CID 5955109.

Trakimavičius, Lukas 2021: The Future Role of Nuclear Propulsion in the Military, in: *NATO Energy Security Centre of Excellence*, Nr. 10.

Williams, Andrew P./Scharre, Paul D. (Hrsg.) 2015: Autonomous Systems – Issues for Defence Policymakers. NATO Headquarters Supreme Allied Commander, Transformation, Norfolk (VA), <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1010077>.

<https://www.humanistische-union.de/publikationen/vorgaenge/vorgaenge-nr-242-kuenstliche-intelligenz-und-menschenrechte/publikation/kuenstliche-intelligenz-im-dienst-des-militaers/>

Abgerufen am: 16.08.2026