

Kooperative Systeme und hybride Intelligenz

Plädoyer für ganzheitliche Mensch-Maschine-Integration

Prof. Dr.-Ing. Frank Flemisch, Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch

Eines frühen Morgens 2034 an der Ostgrenze des NATO-Bündnisgebietes ...

26. September 2034, 03:22 Uhr, früher Morgen, Ostgrenze des Bündnisgebietes: Nach massiv steigenden Spannungen zwischen einem deutschen Bündnispartner und seinem aggressiven Nachbarstaat, die aufgrund der nuklearen Bewaffnung des Nachbarstaates eine besondere Brisanz gewonnen hat, wurden US-amerikanische, deutsche und niederländische AIPA-Staffeln (*AI-Enhanced Patriot*) an die Ostgrenze des Bündnisgebietes verlegt. Feuerleitoffizierin Oberleutnant Anastasius und ihr TA (*Tactical Assistant*) werden nach einer längeren Einsatzschicht im ECS-2p (*Engagement Control Station - 2 persons*) von einem Alarm aufgeschreckt: Das gerade frisch aufgespielte Update der KI (Künstliche Intelligenz), die in den späten 2020er-Jahren das alte Feuerleitsystem, die TBEQ (*To Be Engaged Queue*) inklusive der als zu starr empfundenen *Rules of Engagement* des Kalten Krieges, abgelöst haben, identifiziert ein sich annäherndes Flugziel mit hoher Wahrscheinlichkeit als feindlich, aufgrund des Flugzeugtyps und der Flugphysik als wahrscheinlich nuklear bewaffnet und in Richtung einer Großstadt des Bündnispartners unterwegs. Eine Rückfrage beim zuständigen NATO-CAOC (*Combined Air Operations Center*) bleibt aufgrund einer technischen Störung erfolglos. Während die Zeit zu letztmöglichem Eingreifen verrinnt, die KI in immer höherer Dringlichkeit warnt und die Zeit zur teilautonomen Waffenauslösung herunterzählt, wägt Oberleutnant Anastasius mit ihrem TA fieberhaft Chancen und Risiken ab, und ...

03:24 Uhr: Option 2.1 ... sie gibt den Befehl, das Flugziel mit Flugabwehrraketen zu bekämpfen. Nach Waffenauslösung durch den TA und mehreren Sekunden schlagen die Raketen ein. Das Flugziel scheint sich in mehrere Kontakte aufzuspalten, die von der KI sicher als Trümmer klassifiziert, nicht weiter bekämpft werden und nacheinander vom Radarschirm verschwinden.

03:34 Uhr: Option 2.1.1 Die mittlerweile wieder funktionierende Verbindung mit dem CAOC bestätigt die Identifizierung des Flugziels als feindlich. Die Feuerleitcrew atmet auf. In einem unwegsamen Berggebiet werden neben den sterblichen Überresten der Piloten auch strahlende Reste einer nicht detonierten Nuklearwaffe geborgen und gesichert. Nachdem der Aggressor, der Nachbarstaat, den Vorfall tagelang leugnet, berichten Überläufer übereinstimmend von einer nicht abgestimmten Aktion einer militanten Gruppe innerhalb der Streitkräfte des Aggressors, um einen Atomkrieg zu provozieren. Die Lage bleibt weiter angespannt.

03:24 Uhr: Option 2.2 ... sie bekommt Zweifel und bricht den Bekämpfungsvorgang ab. Weitere Minuten vergehen, in denen das Flugziel sich weiter in eine gefährliche Richtung bewegt.

03:34 Uhr: Option 2.2.1 Die mittlerweile wieder funktionierende Verbindung mit dem CAOC bestätigt die Identifizierung des Flugziels als feindlich, für eine Bekämpfung ist es jedoch zu spät. Das feindliche Flugzeug löst eine Distanzwaffe aus, die einen nuklearen Sprengsatz in eine Großstadt des Bündnispartners trägt und sie komplett zerstört. Nur Minuten später wird ein massiver Gegenschlag ausgelöst ...

03:34 Uhr: Option 2.1.2 Die mittlerweile wieder funktionierende Verbindung mit dem CAOC verwirft die Identifizierung des Flugziels und liefert nach einer komplexen Freigabekette die Identifikation als einen nicht registrierten zivilen Airbus, der in einer eingestuften Geheimdienstoperation Diplomaten zu einer Verhandlung zwischen den Kontrahenten zurückbringen sollte. In einem unwegsamen Berggebiet werden die sterblichen Überreste von 56 Personen geborgen. Bei einer langwierigen cyberforensischen Untersuchung stellt sich heraus, dass die Trainingsdaten für das neue Update der KI manipuliert waren, um eine feindliche Klassifizierung vorzutäuschen, und ein Software-„Hedgehog“ eingebaut wurde, der genau für diesen Fall die Komm-Verbindung zum CAOC lahmlegte. Im weiteren Verlauf der Untersuchung konnte ein soziales Hacking durch bereits vor längerer Zeit eingeschleuste Datenträger nachgewiesen werden.

28. September, 00:00 Uhr: Option 2.1.2.1 Der durch den versehentlichen Abschuss ausgelöste Skandal weitet sich so aus, dass nacheinander die Inspektorin der Luftwaffe, der Verteidigungsminister und die Bundeskanzlerin zurücktreten.

28. September, 00:00 Uhr: Option 2.1.2.2 Die Medien berichten von dem versehentlichen Abschuss zwar kritisch, jedoch ist durch die vorangegangene öffentliche Diskussion bei der Einführung von KI in die Verteidigung sowie durch die Begleitumstände wenig

03:34 Uhr: Option 2.2.2 Die mittlerweile wieder funktionierende Verbindung mit dem CAOC verwirft die ursprüngliche Identifizierung des Flugziels durch die KI, bestätigt die Entscheidung der Feuerleitoffizierin und liefert nach einer komplexen Freigabekette die Identifikation als ein nicht registriertes ziviles Flugzeug. Oberleutnant Anastasius und ihre Kampfbesatzung melden den Vorfall als sicherheitskritischen Vorfall und freuen sich ansonsten auf das Ende ihrer Schicht, in der sie alkoholfreies, gekühltes Bier genießen dürfen.

Dass dieses Flugzeug offenbar in einer streng geheimen Operation Diplomaten zu einer Verhandlung zwischen den Kontrahenten zurückbrachte, wird erst Jahre später durch ein geleaktes Dokument publik.

Aufregungspotenzial gegeben. Die Untersuchung wird im Vertrauen auf die unabhängige Justiz und in die vorangegangene klare Regelung der Verantwortung ohne Vorverurteilung abgewartet.

Zurück von einer möglichen Zukunft zur Vergangenheit und Gegenwart

Das beschriebene Szenario ist einerseits fiktiv, stützt sich andererseits auf Ereignisse, die in ähnlicher Weise stattfanden, wie 2009 der Luftangriff von NATO-Kräften bei Kundus unter der Führung von Oberst Klein, bei dessen Entscheidung auf Basis eines unklaren Lagebildes, ähnlich wie im obigen Beispiel, über 100 Zivilistinnen und Zivilisten ums Leben kamen. Viele der oben skizzierten Aspekte sind in ihren Details diskutierbar. Dass sich Vorfälle dieser Art, also unbeabsichtigte Waffenauslösung, unbeabsichtigte Nichtauslösung oder Nichteingreifen auch in Zukunft ereignen werden, ist aufgrund der Erfahrungen der Vergangenheit und aufgrund der zeitkritischen Natur von Kriegen jedoch sehr wahrscheinlich. Es geht weniger um die Frage, ob sie sich ereignen, sondern wann und wie und wie darauf reagiert wird. KI-basierte Identifikationsverfahren und Systeme, wie oben beschrieben, sind seit Jahren erforscht und als Prototypen verfügbar. Dass es auch mit KI-basierten Verfahren zu Fehlauflösungen vergleichbar zu Menschen und nicht KI-basierten Verfahren kommen kann, ist so gut wie sicher.

Wie das Eingangsbeispiel zeigt, stellen sich bei autonomen Systemen und künstlicher und natürlicher Intelligenz nicht mehr nur akademische Fragen. Es geht gerade bei Streitkräften um Leben und Tod. Gleichzeitig zeigt das Beispiel nur eine Seite der Medaille. Wäre die KI gar nicht zum Einsatz gekommen, wäre die Identifikation schwieriger gewesen und die Verteidigung gegen einen Angriff vielleicht sogar unmöglich geworden. Weiterhin wäre auch eine hochautomatisierte Waffenauslösung eine Option gewesen, wenn zum Beispiel die Zeiträume für menschliche Reaktionszeiten zu klein geworden wären.

Es wird klar, dass es keine wirklich autonomen Waffensysteme geben darf, sondern „nur“ Waffensysteme mit autonomen Fähigkeiten, die sicher in das jeweilige System-of-Systems, die Organisation und die Gesellschaft eingebettet werden müssen.

Autonome Systeme und KI als potenziell disruptive Technologien

Um das mögliche Dilemma von Chancen und Risiken von KI besser zu verstehen, hilft das Konzept der Disruptiven Technologie: Ursprünglich im zivilen Umfeld entwickelt,¹ wird das Konzept zunehmend auch auf die Verteidigung übertragen.² Zu Beginn des 21. Jahrhunderts gibt es deutliche Hinweise, dass es zum Beispiel im Ukraine-Krieg die Kombination aus neuer Technologie (schultergestützte Waffen sowie Drohnen) in Verbindung mit agilen Gestaltungs- und Einsatzverfahren ist, die es der Ukraine ermöglichte, sich gegen einen zahlenmäßig weit überlegenen Gegner zu behaupten. Für die Zunahme der autonomen Fähigkeiten von Maschinen bis hin zu autonomen Systemen, insbesondere die Zunahme der kognitiven Fähigkeiten von Maschinen als Künstliche Intelligenz, wird bereits seit einiger Zeit als potenziell disruptive Technologie eingeschätzt.³ Innerhalb der NATO werden diese manchmal als *Autonomous Systems*, besser als *Human Autonomy Teaming*⁴ sowie als *Cognitive Warfare* intensiv diskutiert.⁵

Zu bedenken ist ferner die Beobachtung des deutsch-US-amerikanischen Politikwissenschaftlers und ehemaligen Politikers Henry Kissinger, der 2021 im Austausch mit dem Informatiker und IT-Manager Eric Schmidt nicht nur einen zunehmenden Wettlauf zwischen Mensch und Technik wahrnahm, sondern von einer *Competition* zwischen Nationen wie USA und China sprach.⁶ In diesen Wettlauf ist die Bundeswehr über ihre Bündnisverpflichtungen eingebunden. Ihre Konzepte der Inneren Führung und des Staatsbürgers in Uniform sind dabei eine besondere Herausforderung, aber auch Chance.

Eine wesentliche Erkenntnis aus mehreren Jahrzehnten Forschung zu autonomen Systemen und KI ist, dass noch nicht alle, aber wesentliche Herausforderungen zu autonomen Fähigkeiten ausreichend gelöst sind, sodass sie bereits in die Anwendung gebracht werden können. Die nächsten Schritte, nämlich die Integration dieser Fähigkeiten in bestehende Systeme, insbesondere die Integration zwischen Menschen, Technik und Organisationen, sind zwar gut erforscht, sie sollten jedoch stärker in die Anwendung gebracht werden, um diese Systeme sicher einzusetzen. Insbesondere die systematische, ganzheitliche Berücksichtigung der menschlichen Faktoren und ihre Verbindung mit technischen und organisatorischen

Faktoren über alle Systemschichten hinweg, steht noch aus und soll in diesem Beitrag als holistisches Modell in einem Wechselspiel aus Theorie und anschaulichen Anwendungsbeispielen überblicksartig skizziert werden.

System-Analyse Schritt 1: Intelligente Systeme aus Sicht von *Human Factors* und *Human Systems Integration*

Um allgemein zu verstehen, wie KI und Autonomie zukünftige Verteidigungssysteme beeinflussen könnte und eine Mensch-System-Integration erreicht werden kann, ist es hilfreich, zunächst Konzepte der menschlichen Kognition aus *Human Factors*-Sicht, insbesondere vor dem Hintergrund psychologischer Forschung sowie aus *Human Integration* Sicht, also die Integration von Mensch, Technik, Organisation und Umwelt, zu beleuchten. Dabei ist menschliche Kognition nicht nur fokussiert darauf, ein Individuum zu erforschen, sondern zunehmend auf mehrere Menschen bis hin zu Gruppen, Organisationen und Gesellschaften. Verbundene kognitive Systeme von Menschen und Organisationen, zum Beispiel in Form von Kooperation, Führung oder Management, werden unter anderem in der Sozial- sowie der Organisationspsychologie erforscht.

Der Einsatz fortschrittlicher Informationstechnologien kann Führungsprozesse auf unterschiedliche Weise unterstützen und wird so Teil des Führungsprozesses. So können beispielsweise KI-gestützte Systeme Führungskräfte bei der Personaleinsatzplanung, der Personalentwicklung und der Leistungskontrolle unterstützen. Indem sie insbesondere aufgabenbezogenes Verhalten unterstützt, kann die Führungskraft mehr Kapazitäten für mitarbeiterbezogene Führung und die aktive Gestaltung zwischenmenschlicher Interaktion übernehmen. Es wird jedoch auch an künstlichen Systemen mit emotionalen Fertigkeiten geforscht, die eines Tages routinemäßig auch mitarbeiterbezogene Aufgaben unterstützen oder gar übernehmen könnten.⁷

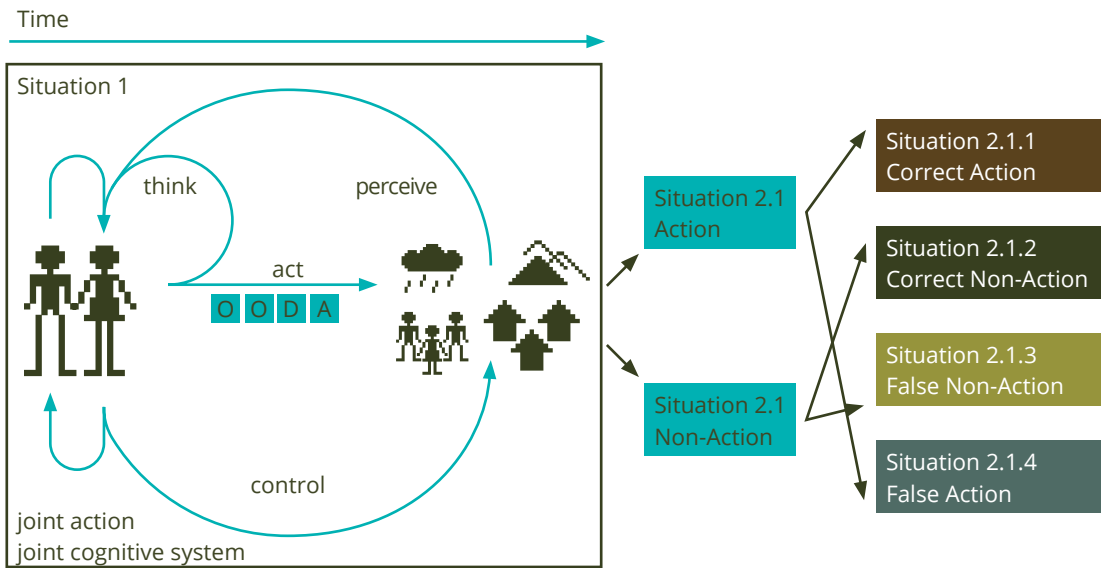


Abbildung 1: Signalerkennungstheorie; Menschliche Kognition und 4-Felder-Dilemma.
Quelle: Flemisch 2022b

Abbildung 1 zeigt ein kybernetisches Basismodell sicherheitskritischer Systeme. Bei einer Kooperation von zwei Menschen werden ineinander verwobene Wahrnehmungs- und Handlungsschleifen in Situationen so beeinflusst, dass sie sich zum „Guten“ weiterentwickeln und „schlechte“ Situationen vermeiden. Rechts ist ein für zeit- und sicherheitskritische Systeme entscheidender Sachverhalt dargestellt, der bereits beim Eingangsbeispiel eine entscheidende Rolle gespielt hat: Entscheidungen, hier zwischen Klassifizierung als feindliches Objekt + Feuern (S 2.1 „Action“) oder als nicht feindliches Objekt ohne Waffenauslösung (S 2.2 „Non-Action“), werden oft unter Zeitdruck und hoher Unsicherheit getroffen. Zwar kann oft mit steigender Zeit die Qualität der Klassifizierung gesteigert werden, um damit eine Situation 2.1.1 „Correct Action“ oder Situation 2.2.1 „Correct Non-Action“ zu erreichen, jedoch steigt gleichzeitig das Risiko, durch zu späte Reaktion einen entscheidenden Nachteil entweder für sich selbst oder für andere zu erleiden („False Non-Action“). Dieses Dilemma wird umso größer, je schneller sich die Situation aufbaut und je unsicherer die Informationen sind, auf denen die Entscheidung

beruht. Dies ist ein fundamentales Dilemma, mit der sowohl Streitkräfte als auch Polizei zu kämpfen haben und das in der Öffentlichkeit und Politik oft nur unzureichend verstanden wird.

System-Analyse Schritt 2: Kooperative Systeme (*Joint Cognitive Systems*)

Ein entscheidender Schritt für unsere Diskussion hin zu autonomen und/oder KI-basierten Systemen ist, sie wie vorher bereits menschliche Systeme nicht isoliert, sondern als Teil eines kooperativen Systems mit einer kooperativen Kognition zu sehen. Ausgehend von der Idee der Mensch-Computer-Symbiose wird Kognition zunehmend als kooperative Kognition beziehungsweise kooperative Automation erforscht und gestaltet. Ein Blick auf die Fortschritte der KI in Form von *Deep Neural Networks* offenbart einen technischen Fortschritt im Sinne einer verbesserten Lernfähigkeit aus Datensätzen, der jedoch zunächst mit einer im Vergleich zu klassischen Verfahren wie Zustandsautomaten oder Petri-Netzen verminderten Transparenz für den Menschen und Replizierbarkeit einhergeht. Insbesondere die Verifikation und Validierung dieser nicht deterministischen Systeme ist eine Herausforderung und Gegenstand intensiver Forschung. Kommt der Mensch ins Spiel, sind zusätzlich Systemtransparenz, Erklärbarkeit und Kalibrierung des Vertrauens von entscheidender Bedeutung.

Deutlicher Forschungsbedarf besteht in der direkten Beeinflussung der Nutzerinnen und Nutzer durch KI und insbesondere die Handhabung von Konflikten. Zwar ist aus der Forschung an Navigationssystemen bekannt, dass Menschen je nach Automatisierungsgrad eine unterschiedliche Kritik- und Restfähigkeit erhalten, weiterhin sind erste Ansätze zur systematischen Konfliktaushandlung oder Arbitrierung in der Grundlagenforschung erforscht.⁸ Von einer wirklichen Durchdringung und Beherrschung solcher komplexen Führungs- und Entscheidungssituationen sind wir jedoch noch weit entfernt, insbesondere wenn mehrere Menschen und Rechner involviert sind.

System-Analyse Schritt 3: *System of Systems, Organisation, Gesellschaft und globales System*

Bereits Clausewitz beschreibt den Kampf als ein „vielfach gegliedertes Ganzes“. KI-basierte Waffensysteme agieren nicht im luftleeren oder rechtsfreien Raum, sondern sind in eine Vielzahl von Um- und Über-systemen eingebettet. Funktional sofort einsichtig ist die Einbettung der Mensch-Maschine-Systeme in ein *System of Systems*, zum Beispiel in einem komplexen Luftverteidigungssystem. Weiterhin klar wäre in dem Fall die Einbindung in Organisationen, zum Beispiel die NATO.

Etwas unschärfer ist die Einbindung in ein politisches System und in die Gesellschaft. Die Soldatinnen und Soldaten sind zwar in dem Moment der Entscheidung vor allem in der aktuellen Situation Teil des dortigen Systems, sind aber auch Teil der Organisation(en) und,

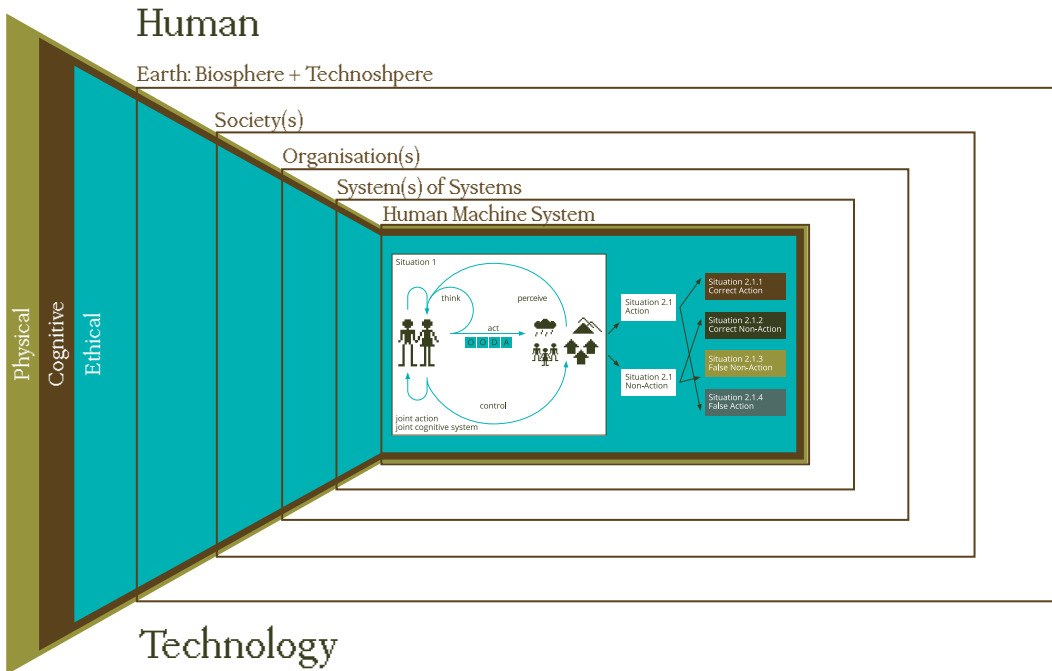


Abbildung 2: *Mensch-KI-System eingebettet in ein System of Systems, Organisationen, Gesellschaft und Übersysteme Erde. Quelle: Flemisch et al. 2022a.*

als entscheidender Punkt der modernen deutschen Streitkräfte, auch Staatsbürger in Uniform. Die verschiedenen Schichten des komplexen Verteidigungssystems sind einerseits physisch zum Beispiel über Energie-, Material und Nahrungsmittelnachschub, kognitiv durch Informationsaustausch, aber auch ethisch verbunden, indem die Staatsbürger in Uniform ethisches Denken nicht nur anwenden dürfen, sondern im Rahmen des zeitlich Möglichen auch sollen.

Das holistische Modell in Abbildung 2 spannt den Rahmen der Betrachtungen für deutsche Denkmuster – denen manche unserer internationalen Kolleginnen und Kollegen eine Detailverliebtheit nachsagen – möglicherweise ungewohnt, aber bewusst bis auf eine globale Perspektive auf.

Den Denkraum weit aufzuspannen, ist ein erster Schritt, der durch ein holistisches Modell, hier in Form eines *Bowtie* mit kritischen Situationen im Zentrum, erleichtert wird. Entscheidend sind nun die weiteren Denkschritte, die Verbindungen und Ketten der unterschiedlichen Schichten untereinander aufzuzeigen und damit erst versteh- und beeinflussbar zu machen.

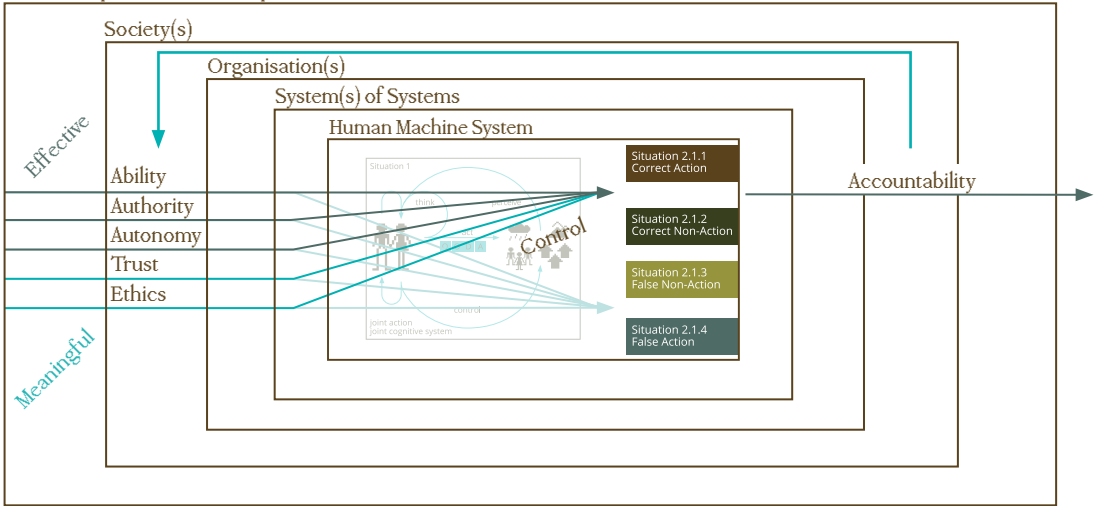
System-Analyse Schritt 4: Verbindungen und Ketten

So zeigt Abbildung 3 eine Anwendung des Modells auf die Fragestellungen der Kontrollierbarkeit von sicherheitskritischen Systemen. Dazu wird eine enge Koppelung von Fähigkeit und ausreichender Autonomie benötigt, um tatsächlich eine effektive Kontrollierbarkeit zu ermöglichen. Erst diese führt zu rechtlicher Verantwortung (*Accountability*). Entscheidend noch sind die Ketten aus Vertrauen und Verantwortung, die über mehrere Schichten von der Gesellschaft ausgehend über die Organisationen und einzelnen Individuen gezogen und getragen werden, um neben effektiver auch eine *Meaningful Human Control* zu ermöglichen, die sowohl rechtlich als auch ethisch sinnvoll ist.

Entscheidend sind weitere Denkschritte, die Verbindungen und Ketten der unterschiedlichen Schichten untereinander aufzuzeigen und damit erst versteh- und beeinflussbar zu machen. Im Falle der Bundeswehr

Human

Earth: Biosphere + Technosphere



Technology

Abbildung 3: *Holistisches Bowtie-Modell für die Kontrollierbarkeit von KI-basierten Systemen.* Quelle: Flemisch et al. 2022a.

unterscheiden sich diese Ketten von denen anderer Armeen. Die Prinzipien Innere Führung und Staatsbürger in Uniform haben immer auch die Integrität dieser Ketten als Ziel und sind auf die Integrität dieser Ketten angewiesen. So wäre es ethisch unangemessen und für das Vertrauen in diesen fragilen Ketten extrem schädlich, wenn wir unsere Entscheiderinnen und Entscheider in Situationen bringen würden, in denen sie die Verantwortung tragen, aber von den einbettenden Systemen wie Organisation und Gesellschaft nicht mit ausreichend Autonomie, Fähigkeiten oder Autorität ausgestattet wurden. Diese Art von Situationen wird auch als „Unsicheres Tal der Automation/AI“⁹ oder als *Moral Crumple Zone*¹⁰ bezeichnet.

Eine intensive Erforschung, Diskussion und bewusste Gestaltung dieser Ketten wird umso kritischer, je mehr sie in Vorkriegs- und Kriegszeiten von einem Systemrivalen oder Gegner bewusst angegriffen oder erodiert werden. So diskutiert die NATO gerade unter *Cognitive Warfare* mögliche Angriffs- und Verteidigungsvektoren bezüglich eigener und gegnerischer kognitiver Fähigkeiten,¹¹ die auch auf eine Bundeswehr

der Zukunft, erst recht mit dem Anspruch von Innerer Führung und von Staatsbürgern in Uniform, erhebliche Auswirkungen haben wird.

Zusammenfassung und Ausblick

Der Beitrag baute ausgehend von einem anschaulichen Beispiel schrittweise ein kybernetisches, ganzheitliches Modell von Menschen und KI in Verteidigungssystemen der Zukunft auf. Zentral dabei sind Rückkopplungsschleifen/*Feedback-Loops*, die auch in Dilemmasituationen – im *Fog of War* – sichere Entscheidungen und Handlungen erlauben. Die entscheidenden Ketten sind dabei aus Vertrauen, Autorität, Fähigkeit, Autonomie, Kontrollierbarkeit und Verantwortung über alle Schichten unserer Gesellschaft und Organisation wie der Bundeswehr gewoben. Sie sind eingebettet in die NATO, bis hin zum einzelnen Waffensystem und zum Individuum als dem Staatsbürger in Uniform.

Spätestens mit diesem Modell wird klar, dass es keine wirklich autonomen Waffensysteme geben darf, sondern „nur“ Waffensysteme mit autonomen Fähigkeiten, die sicher in das jeweilige *System of Systems*, die Organisation und die Gesellschaft eingebettet werden müssen. Weiterhin ist klar, dass es keine Systeme geben sollte, die nur auf KI beruhen, sondern immer die gemeinsame Kognition (*Joint Cognition*, manchmal auch hybride Intelligenz genannt) von Menschen, KI und Organisationen berücksichtigen. Neben physikalischen und kognitiven Sachverhalten müssen gerade in einem modernen Verteidigungssystem wie in Deutschland immer auch ethische Sachverhalte ausreichend mitgedacht werden. Nur ein Teil der Ketten ist bereits so ausführlich und über alle notwendigen Schichten wie Bundeswehr, Politik und Gesellschaft diskutiert und verstanden, dass KI bereits flächendeckend und sicher eingesetzt werden kann. Gleichzeitig haben wir eine gute Vorstellung davon, wie wir in einem gemeinsamen Prozess aus Forschung, gesellschaftlichem Diskurs und Entwicklung, KI und autonome Funktionen als kooperative Systeme und als hybride, kooperative Intelligenz so in einen schrittweise und überwachten Einsatz bringen, dass unsere Bundeswehr eingebettet in die NATO auch in Zukunft eine realistische Chance hat, Systemrivalen und Gegner erfolgreich abzuschrecken oder uns dagegen zu verteidigen.

- 1 Christensen, C.M. (2008): The innovator's dilemma. When new technologies cause great firms to fail. Rev., updated, and with a new chapter [Nachdr.]. Boston, Mass.: Harvard Business School Press (The management of innovation and change series).
- 2 Flemisch, F./Baltzer, M./Abbink, D./Siebert, L./Diggelen, J./Draper, M./Boardman, M./Pacaux-Lemoine, M. (2022a, in press): Towards a Dynamic Balance between Humans and AI-based Systems: Holistic Bowtie Model of Meaningful Human Control in Effective Systems. In: Handbook on Meaningful Human Control. Siebert, L./Abbink, D. Edward (Hrsg.) (2022/23). Elgar Research Handbook (accepted).
- 3 Scharre, P. (2018). Army of none: Autonomous Weapons and the future of war. W.W. Norton & Company.
- 4 Draper et al. (2020). Human-Autonomy Teaming: Supporting Dynamically Adjustable Collaboration. Report of NATO-STO-RTG 247 "Human-Autonomy Teaming: Supporting Dynamically Adjustable Collaboration".
- 5 Flemisch, F. (2022b). Towards a Holistic Understanding of Cognitive Warfare, including Human Factors, Human Systems Integration, Human-Machine Teaming and Human-AI Cooperation. Report of NATO-STO-RTG 356 "Cognitive Warfare" (in press).
- 6 Kissinger, H./Schmidt, E. et al. (2021). The Age of AI: And Our Human Future, Little, Brown and Company.
- 7 Nitsch, V./Popp, M. (2014). Emotions in robot psychology. In: Biological Cybernetics, 108 (5), pp. 621–629.
- 8 Flemisch, F. et al. (2020). Conflicts in Human-Machine Systems as an Intersection of Bio- and Technosphere. ICHMS International Conference on Human-Machine Systems.
- 9 Flemisch, F. et al. (2016). Uncanny and Unsafe Valley of assistance and automation: First Sketch and application to Vehicle Automation. Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes, pp. 319–334. Doi: 10.1007/978-3-662-53305-5_23.
- 10 Elish, M.C. (2019). Moral Crumple Zones: Cautionary Tales in Human-Robot Interaction. Engaging Science, Technology, and Society (preprint). <https://ssrn.com/abstract=2757236> (letzter Zugriff: 10.10.2022).
- 11 Cao, K. et al. (2021). Countering cognitive warfare: Awareness and resilience. <https://www.nato.int/docu/review/articles/2021/05/20/countering-cognitive-warfare-awareness-and-resilience/index.html> (letzter Aufruf: 10.8.2022); Flemisch (2022b), a. a. O.