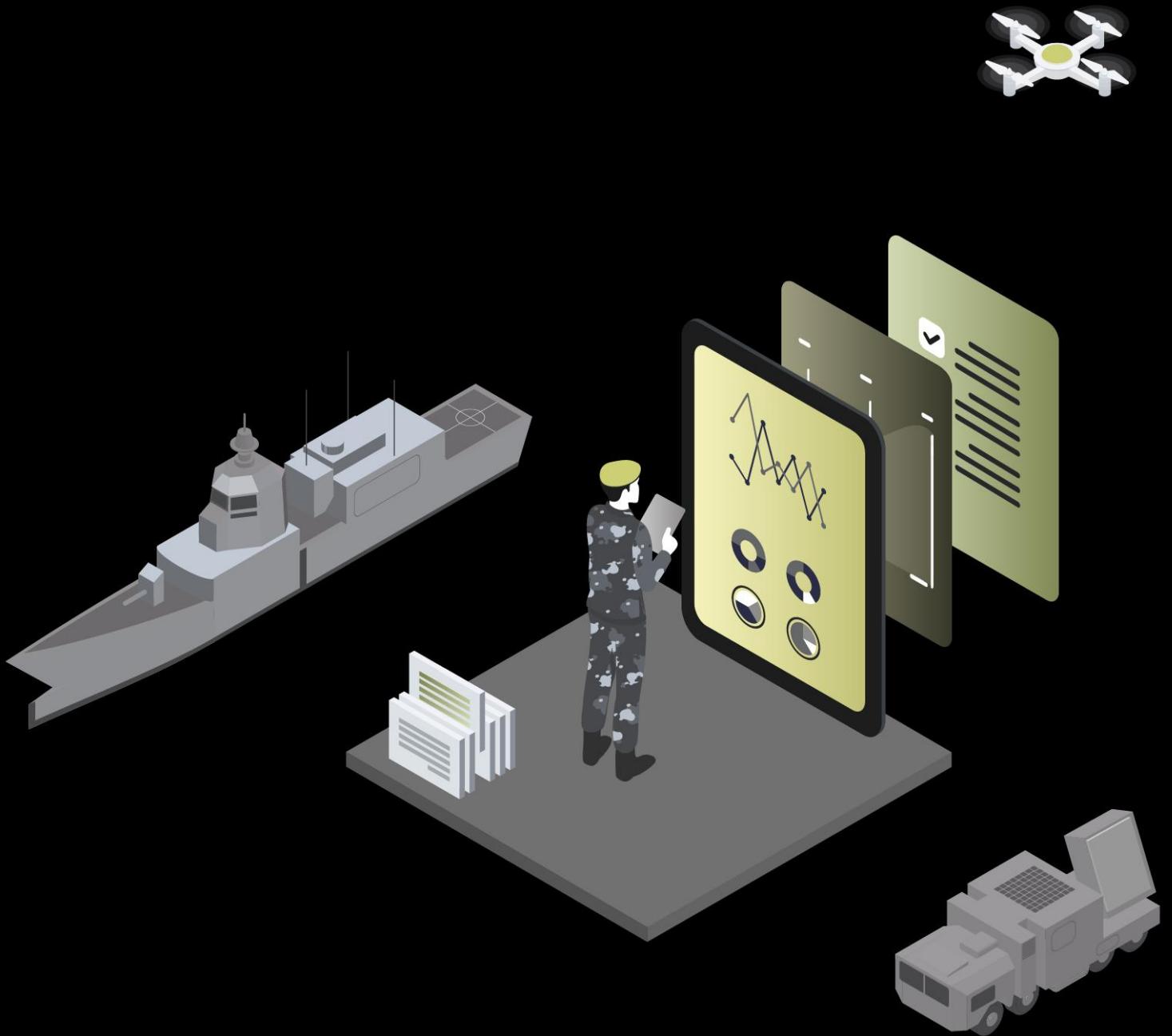


Drei KI-Grundregeln für menschenzentrierte Entscheidungsfindung im militärischen Bereich



Inhalte

Einleitung

Von Herausforderungen der Streitkräfte zu erklärbarer KI

Software Defined Defense

Innovationstreiber und Unterstützer

Erklärbare KI (XAI)

Die Blackbox KI verstehen

Fallbeispiel

Aufklärungsdrohne

Drei Grundregeln für KI

Verlässlichkeit, Transparenz & Nutzerzentrierung

Was IBM iX beitragen kann

Interaktions-Design, Datenvisualisierung & User Interface Design

Einleitung

Moderne Streitkräfte stehen heute vor vielfältigen Herausforderungen. Eine davon ist die rasant zu bewältigende Digitalisierung. Insbesondere der Paradigmenwechsel in der Konzeption und Realisierung von Hardware zu Software als militärischem Enabler, gebündelt im Konzept von Software Defined Defense, eröffnet neue Möglichkeiten und birgt gleichzeitig neue Risiken.

Plattformübergreifende Vernetzungen und verkürzte Innovationszyklen erlauben über alle militärischen Dimensionen Leistungssteigerungen und Fähigkeitsaufwüchse, müssen aber als natürlicher Bestandteil des Cyber- und Informationsraums auch geschützt werden.

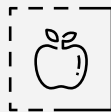
Um datengetriebene Software-Lösungen im militärischen Kontext effektiv zu betreiben, ist die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) elementar. Richtig eingesetzt kann sie viele Daten in der benötigten Geschwindigkeit verarbeiten und präzise aufbereiten, zwei wichtige Faktoren der militärischen Entscheidungsfindung.

Für eine gelingende Mensch-Maschine-Zusammenarbeit und gute militärische Entscheidungsfindung ist aber immer vom Menschen auszugehen: Eine Antwort liegt in erklärbarer KI, kurz XAI (Explainable Artificial Intelligence). Sie ermöglicht die Einhaltung der drei KI-Grundregeln: Verlässlichkeit, Transparenz und Nutzerzentrierung.



Verlässlichkeit

bedeutet, dass die Technologie konsistent und vorhersagbar arbeitet, was für die Akzeptanz durch die Nutzerinnen und Nutzer unerlässlich ist.



Transparenz

bezieht sich auf die Fähigkeit der KI-Systeme, ihre Entscheidungsprozesse nachvollziehbar zu machen, was durch erklärbare KI unterstützt wird.



Nutzerzentrierung

stellt sicher, dass die KI-Systeme nutzerfreundlich sind und die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Nutzerinnen und Nutzer berücksichtigen.

Innovationstreiber Software Defined Defense

Software Defined Defense (SDD) bedeutet im Kern die konsequente Digitalisierung der Streitkräfte und einen Paradigmenwechsel in der Denkweise: von der Hardware zur Software.

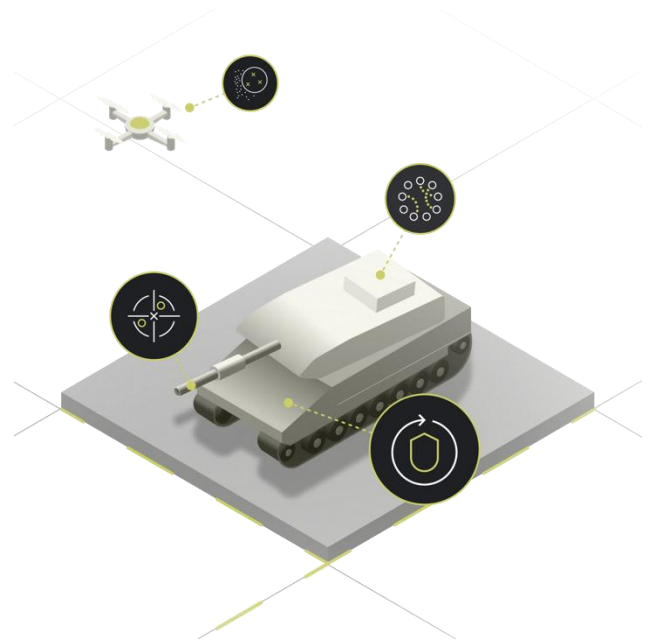
Ein Beispiel zur Veranschaulichung

Wurde ein ausgereifter Panzer bisher mit Fokus auf die Hardware, also Bauweise, Wirkung oder Größe, in Zyklen von mehreren Jahren hergestellt, kann ein nach SDD-Kriterien entwickelter Panzer hingegen inkrementell in schnellen Zyklen verbessert werden. Denn im Kern des Systems steht die Software.

Dank dieser Verschiebung lassen sich Änderungen und Verbesserungen über Software-Updates einspielen, ohne das Gerät ständig vor Ort aufwendig nachrüsten zu müssen. Kurzfristige Anforderungsanpassungen für spezifische Missionen sind ebenfalls möglich. Beides kann den Wirkungsgrad des militärischen Geräts erhöhen. Der Vorteil besteht aber nicht nur in der Geschwindigkeit und der Innovationsfähigkeit, sondern auch in der Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

SDD ermöglicht Informationsüberlegenheit

Doch SDD geht über die schnelle und agile Softwareentwicklung (Rapid Development) hinaus. Sie steht für die Integration von neuen und alten Anwendungen in interoperablen Plattformen als Basisinfrastruktur (Foundation) und die plattformübergreifende Vernetzung (Rapid Deployment) derselben vom Hauptquartier über mobile und verlegefähige Einheiten bis hin zum Edge-Device. Natürlich müssen die Technologien und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen gesichert und resilient sein.



Gelingt eine reibungslose Interaktion der vernetzten Einheiten, wird ein effizienter Datenaustausch ohne Silos möglich. Das ermöglicht Verteidigungssystemen, schneller zu reagieren, weil z. B. detaillierte und kombinierbare Informationseinblicke in Echtzeit vorliegen und der Informationsaustausch zwischen allen Domänen (von Unterstützung über Aufklärung bis zur Führung und Wirkung) verbessert wird – auch auf dem Gefechtsfeld.

Das Ziel: Informationsüberlegenheit für Entscheidungsvorteile.

Die Bewältigung der Komplexität und Dynamik von SDD benötigt einen weiteren Grundpfeiler: die Integration von Künstlicher Intelligenz.

Künstliche Intelligenz potenziert die Vorteile von SDD

Der Einsatz von KI in SDD ist alleine schon deshalb sinnvoll und gewinnbringend, weil durch den erhöhten Software-Einsatz in militärischen Systemen die Bedeutung von Daten und deren schnellstmöglicher Auswertung und Verarbeitung noch einmal steigt. Die Möglichkeiten in der Sensortechnologie verstärken diesen Effekt noch.

Bei modernen Flugzeugen wie beispielsweise dem F-35-Jet werden die fünf wichtigsten Systeme Antrieb, Steuerung, Bewaffnung, Avionik und Kommunikation über Software gesteuert und miteinander vernetzt. Sensorik in diesen Bauteilen sammelt kontinuierlich Daten, welche durch die Software verarbeitet und nutzbar gemacht werden.

Erhöhter Fokus durch KI

Die rechtzeitige und zielführende Auswertung dieser Datenmengen kann der Mensch allein aus Kapazitätsgründen nicht mehr bewältigen. KI ist in der Lage, Daten in bisher nicht gekanntem Ausmaß intelligent zu strukturieren, auszuwerten und darzustellen. Heutige KI-Systeme greifen dabei nicht nur auf leistungsstarke Computer, maschinelles Lernen und neuronale Netze zurück, sondern können dank der Large Language Models (LLM) auch in natürlicher Sprache kommunizieren.

Militärische Situationen sind oft von Zeitdruck, komplexen Informationslagen und hohen Risiken geprägt, die weitreichende Folgen haben können. Die Entscheidungsfindung in kritischen Situationen bezieht sich auf die Fähigkeit, fundierte und zielgerichtete Entscheidungen zu treffen. Hier kann die Integration von Künstlicher Intelligenz die entscheidende Rolle dabei spielen, den Entscheidungsträgern präzise und relevante Informationen auf menschliches Maß fokussiert zur Verfügung zu stellen und den Menschen bei der besten Entscheidungsfindung zu unterstützen.

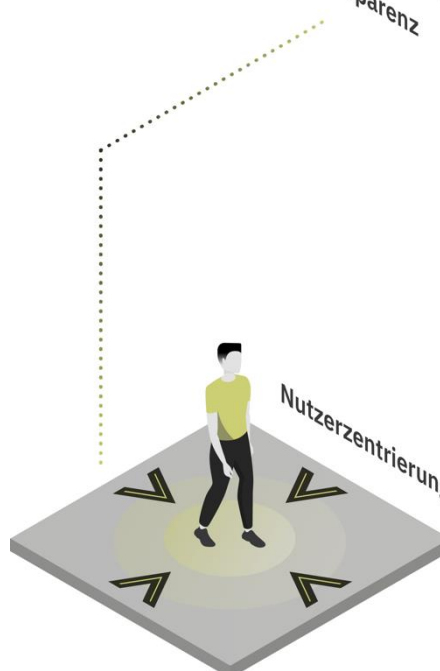
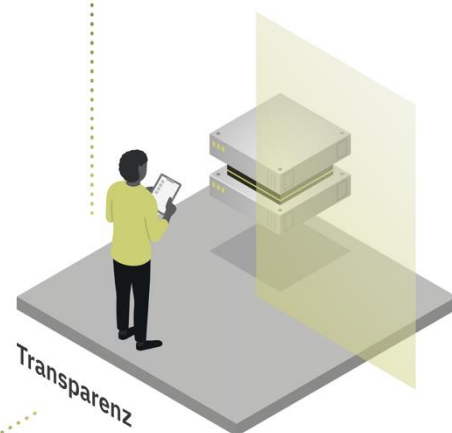
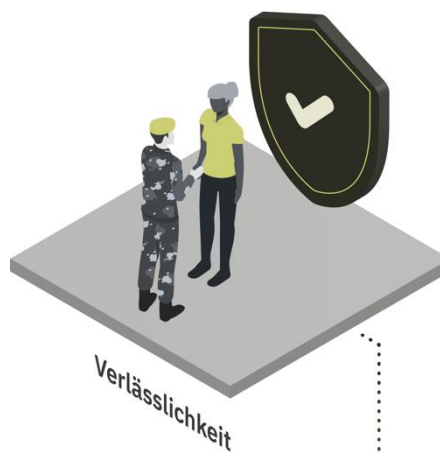
Voraussetzungen für den Einsatz von KI

Damit der Mensch besser entscheiden kann

Die Bedeutung von Software Defined Defense für die militärische Handlungsfähigkeit der Zukunft lässt sich schwer leugnen, und der KI-Bestandteil wird aus den genannten Gründen noch zunehmen. Um die menschliche Handlungsfähigkeit darin zu stärken und zu sichern, sind die drei Grundregeln **Verlässlichkeit**, **Transparenz** und **Nutzerzentrierung** unbedingt zu beachten.

Sie sorgen dafür, dass die Implementierung und der Einsatz von KI-Systemen im militärischen Bereich nicht reinen Effektivitätszielen folgt, sondern auch erklärbar wird und damit das Vertrauen der Anwenderinnen und Anwender in die Technologie stärkt. Vertrauen und damit Akzeptanz sind unerlässlich, um eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen zu gewährleisten.

Am Ende muss die Entscheidungsfindung immer über den Menschen gehen. Die heutigen KI-Modelle sind dank Deep Learning und neuronalen Netzen weit mächtiger als reine Machine-Learning-Systeme. Je komplexer die Möglichkeiten, desto schwieriger ist es, zu verstehen, wie die KI zu ihrem Ergebnis kommt. Genau mit diesem Punkt beschäftigt sich das Konzept der erklärbaren KI oder auf englisch Explainable AI (XAI).

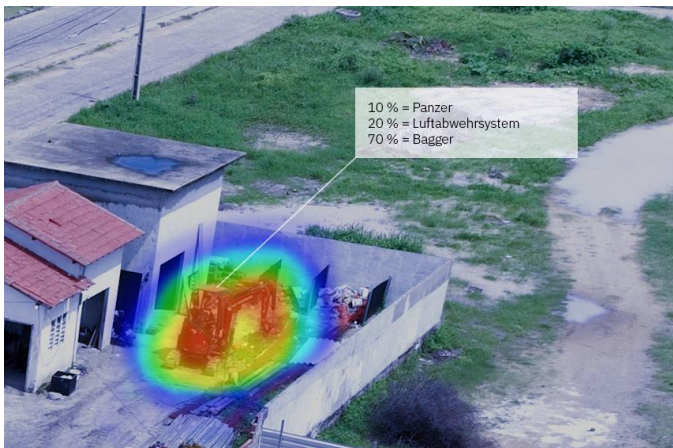


XAI: Die Blackbox KI verstehen

Erklärbare KI bedeutet im Kern, dass die Entscheidungsgrundlagen von KI-Modellen für die Nutzenden transparent und verständlich gemacht werden.

Insbesondere in der militärischen Entscheidungsfindung sind Verlässlichkeit und Nachvollziehbarkeit von höchster Bedeutung. Daher benötigt man bei KI-Systemen neben technischer Funktion auch eine hohe Gebrauchstauglichkeit (Usability) für die Nutzenden. In der Praxis ermöglicht erklärbare KI den Menschen, die mit den Ergebnissen als Entscheidungsgrundlage arbeiten, sinnvoll nachzuvollziehen, wie die KI zu Schlussfolgerungen und Empfehlungen kommt.

Beispielsweise können moderne Drohnensysteme mit neuronalen Netzen ausgestattet sein, um Bilder zu analysieren und potenzielle Bedrohungen zu identifizieren. Ein neuronales Netz ist eine mathematische Struktur, inspiriert vom menschlichen Gehirn. Diese neuronalen Netze können Muster erkennen, Entscheidungen treffen und lernen. Dabei sind sie oft so komplex, dass ihre Entscheidungsprozesse als „Blackbox“ wahrgenommen werden.



Fiktives Beispiel für GradCAM Heat Maps

Anwendung von XAI

Visuelle Methoden

GradCAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping) und Saliency Maps sind Methoden der erklärbaren KI, die speziell zur Auswertung von Bilddaten entwickelt wurden. Sie visualisieren, welche Teile eines Bildes für die Entscheidungen eines KI-Modells am wichtigsten sind, indem sie diese Bereiche in Heatmaps hervorheben, wie im Beispiel gezeigt. So können Analyst*innen Wahrscheinlichkeiten und alternative Ergebnisse auswerten.

Analysemethoden

Eine weitere wichtige Methode ist die **Feature Importance**, welche die Relevanz einzelner Merkmale oder Variablen für die Entscheidungsfindung durch das KI-Modell quantifiziert. Soldatinnen und Soldaten sowie Analytinnen und Analyten erhalten dadurch klare Einsichten darüber, welche spezifischen Informationen oder Sensordaten für die KI-Entscheidungen relevant sind. Es wird also erklärt, welches technische Feature zu welchen Ergebnissen beigetragen hat.

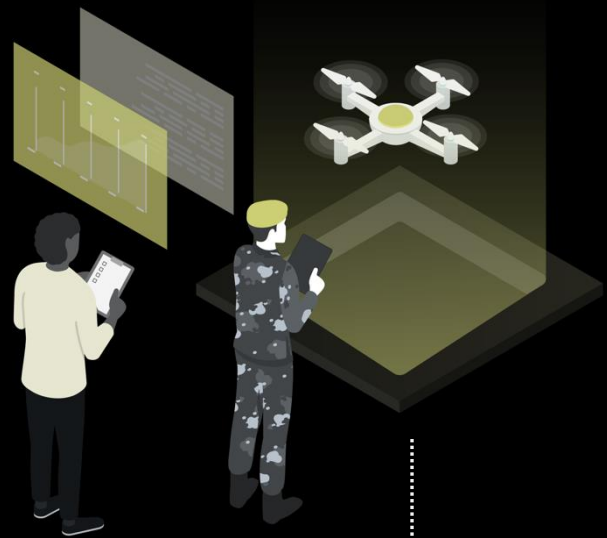
Kontrastiv-Erklärbarkeit ist eine Methode, mit der die Unterschiede in den Vorhersagen eines KI-Modells für verschiedene Szenarien oder Datensätze verdeutlicht werden. Dies geschieht, indem das Modell aufzeigt, welche Faktoren dazu führen, dass es in unterschiedlichen Kontexten unterschiedliche Entscheidungen trifft.

Fallbeispiel

Um die Theorie zu veranschaulichen, schauen wir uns im Fallbeispiel die Mission einer fiktiven, kleineren Aufklärungsdrohne an, die KI-gestützt autonom und unbemannt unterwegs ist. Sie kann gefährliche Terrains erkunden und Daten sammeln, um damit menschliche Ressourcen in der Aufklärung zu schonen.

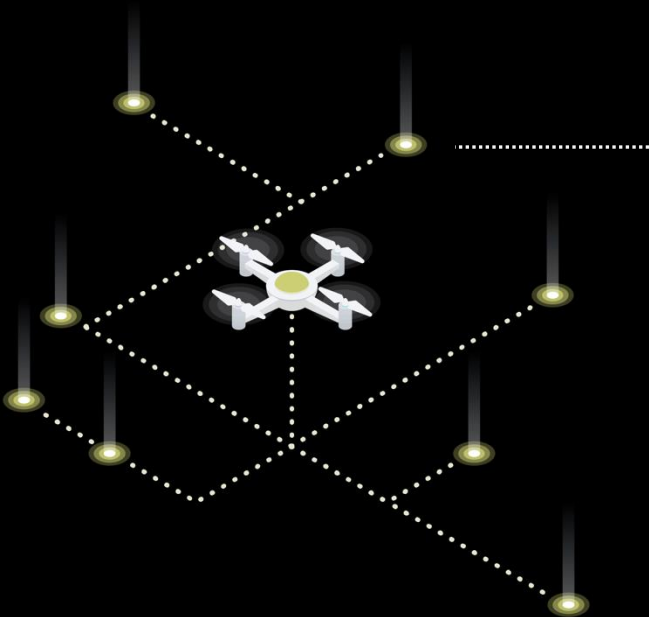
Die Mission beginnt mit der präzisen Planung durch die Operateure mit Unterstützung von KI-Algorithmen. Sie legen das Ziel und die Rahmenbedingungen der Erkundung fest. Das kann die Aufklärung eines ländlichen Gebiets sein, um Fahrzeuge, Gebäude und Personen zu identifizieren und auch, um feindliche Aktivitäten von zivilen zu unterscheiden.

Die Vorgaben können lauten, städtische Zonen, bestimmte Flughöhen oder Objekte zu meiden. Das KI-System kann darüber hinaus Wetter, Topografie und vergangene Einsatzdaten analysieren. Die KI berechnet mit all diesen Daten die sicherste Flugroute unter Berücksichtigung potenzieller Gefahrenzonen.



Nach der Planung startet die Drohne autonom und fliegt selbstständig ins Zielgebiet. Während des Fluges erfasst sie die Umgebung durch fortschrittliche Sensorik wie Lidar, also laserbasierte Mapping-Systeme, oder Infrarotkameras, und wertet die Daten in Echtzeit aus.

Die Entscheidungsfindung während des Fluges erfolgt autonom – um eine geringere Störanfälligkeit zu gewährleisten – und wird durch die schnelle Datenanalyse der KI ermöglicht. Trifft die Drohne beispielsweise auf ein Objekt, das sie als Luftabwehrsystem identifiziert, entscheidet sie, dieses Gebiet weiträumig zu umfliegen. Sobald die Drohne ihre Ziele erfüllt hat, kehrt sie zurück.



Die überspielten Daten werden nun von Analytinnen und Analysten ausgewertet, um sie in Erkenntnisse und Maßnahmen zu überführen. Mittels spezieller Software können Lagebilder aus den Drohnendaten generiert werden. Hier ergibt sich eine Einsatzmöglichkeit von visuellen XAI-Methoden wie z. B. GradCAM: Anomalien werden dadurch gut sichtbar und nachvollziehbar dargestellt.

Im Anschluss an die Lagebildauswertung kann außerdem mittels der XAI-Methode der Feature Importance erkannt werden, welche Sensorkomponenten welche Daten erhoben haben und wie effektiv sie dabei sind. Wenn beispielsweise nur Lidar verwendet wurde, um Luftabwehrsysteme zu erkennen, kann beim nächsten Flug in das Gebiet eine Drohne ohne das hochwertige Infrarotsystem fliegen und so Ressourcen schonen.

In dem Beispiel der Aufklärungsdrohne zeigt sich die Stärke von SDD durch die Verbindung von Hard-, Software- und KI-Integration. Die autonome und unbemannte Drohne liefert ressourcenschonend präzise Bedrohungsidentifikation für die menschlichen Entscheider. Um diese Entscheidungsfindung optimal unter Berücksichtigung technischer, ethischer und taktischer Aspekte zu gestalten, spielt erklärbare KI eine entscheidende Rolle – im besseren Verstehen der Blackbox KI.



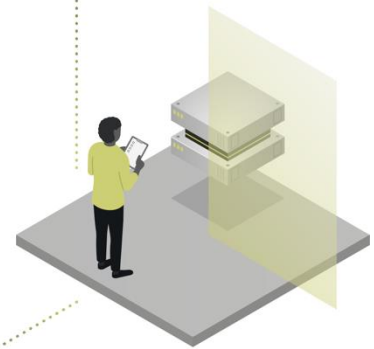
Die drei wichtigsten Regeln für den Einsatz von KI

Erklärbare KI und das Verständnis vom Menschen als Mittelpunkt bei der Implementierung von KI in SDD sind also die Voraussetzungen für die drei Grundregeln:

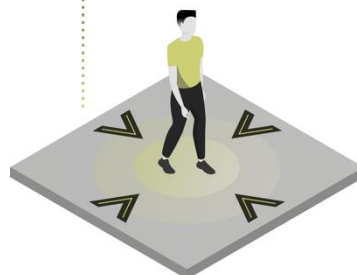
1. Verlässlichkeit



2. Transparenz



3. Nutzerzentrierung



1. Verlässlichkeit

Entwickeln Sie KI-Systeme, die zuverlässige und konsistente Ergebnisse liefern und den Nutzenden ermöglichen, Vertrauen in die Technologie aufzubauen. Dies schließt auch die Einhaltung ethischer und rechtlicher Standards ein.



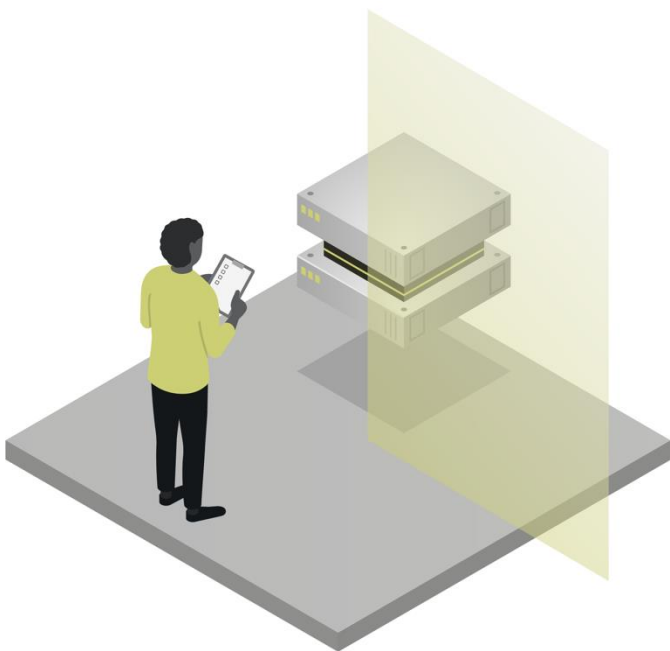
Die ethische Anwendung von Künstlicher Intelligenz ist von zentraler Bedeutung, um sicherzustellen, dass technologische Fortschritte den Menschen dienen und ihre Bedürfnisse berücksichtigen. Ein Ethik-Regelwerk, wie das von ForeSight entwickelte, basiert auf moralischen Prinzipien, die von KI-Systemen befolgt werden sollten, darunter Respekt für menschliche Autonomie, Schadensvermeidung, Gerechtigkeit und Nachvollziehbarkeit. Diese Prinzipien sind unverzichtbar, um das Vertrauen in KI-Anwendungen zu stärken und potenzielle Risiken besser bewerten zu können.

Im Fallbeispiel zeigt sich, wie wichtig es ist, dass die Drohne trotz ihrer Autonomie unter menschlicher Aufsicht bleibt, sodass der Mensch die Rahmenbedingungen setzt. Die Priorisierung menschlicher Handlungen und die technische Stabilität der Drohne müssen gewährleistet sein, um Fehlfunktionen und damit verbundene Risiken zu minimieren. Damit die Entscheidungsprozesse der Drohne, wie etwa das Umfliegen eines Luftabwehrsystems, für menschliche Analystinnen und Analysten nachvollziehbar bleiben, müssen Transparenz und Verständlichkeit gewährleistet sein. Daher ist eine Auswertung der Entscheidungen durch Menschen unerlässlich.

Eine solide Governance-Struktur ist für Verlässlichkeit entscheidend, um klar die Verantwortung über Entwicklung, Implementierung und Kontrolle der KI-Systeme zu definieren. Dies erleichtert die Zuordnung von Verantwortlichkeiten und hilft, Sicherheitslücken zu identifizieren.

2. Transparenz

Stellen Sie sicher, dass die KI-Systeme transparent und nachvollziehbar sind, damit die Nutzenden die Entscheidungsfindung der KI und die Gründe für ihre Handlungen klar verstehen können.



Die Nachvollziehbarkeit und Transparenz von künstlicher Intelligenz sind besonders relevant, da sie Benutzern und Entscheidungsträgern ermöglichen, die Funktionsweise und Entscheidungen der KI zu verstehen und fundiert zu bewerten. Dies trägt dazu bei, potenzielle Risiken und negative Folgen zu erkennen und zu adressieren, und fördert somit das Vertrauen in die Technologie.

Erstens können interpretierbare Modelle Transparenz gewährleisten, indem sie leicht verständliche Entscheidungsprozesse bieten. Dies ermöglicht Nutzenden und Expert*innen, den Zusammenhang zwischen Daten und Vorhersagen nachzuvollziehen. Im Beispiel der Aufklärungsdrohne ist dies die Auswertung der Bilder zur Wahl der richtigen Flugroute, welche analysiert und trainiert werden kann. Zudem kann die Bedeutung der verschiedenen Merkmale in einem KI-Modell erklärt werden, um aufzuzeigen, welche Faktoren am stärksten zur Entscheidungsfindung beitragen. Beispielsweise kann die Auswertung der Sensorik der Aufklärungsdrohne den Zusammenhang zwischen Ergebnissen und den verschiedenen Sensoren transparent aufzeigen.

Visualisierungen tragen ebenfalls dazu bei, die Entscheidungsprozesse von KI-Modellen verständlicher zu gestalten, wie etwa grafische Dashboards bei der Auswertung der Drohnenbilder.

3. Nutzerzentrierung

Gestalten Sie XAI-Systeme, die auf die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Anwendenden zugeschnitten sind, um eine effektive Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschine zu gewährleisten und die Akzeptanz der Technologie zu fördern.

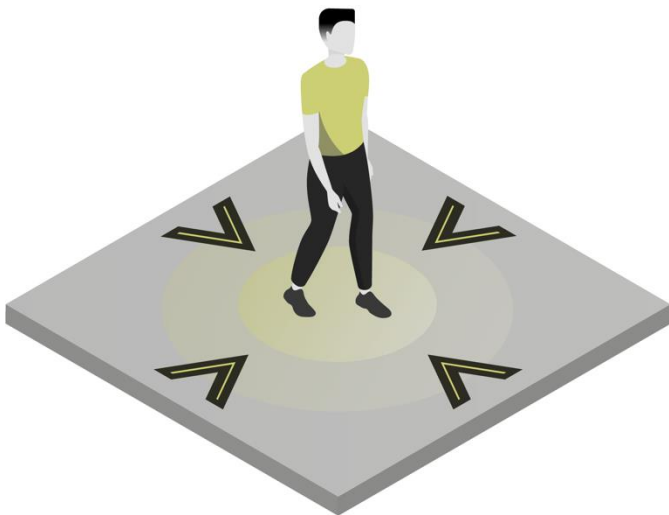
Die Nutzererfahrung (UX) ist entscheidend, um sicherzustellen, dass KI-unterstützte Verteidigungssysteme den Anforderungen der Nutzenden gerecht werden. Infolge der zunehmenden Integration von Software in militärische Systeme gewinnt die intuitive und effiziente Interaktion der Nutzenden mit der Technologie immer mehr an Bedeutung. Im Kontext von erklärbarer KI (XAI) existieren verschiedene Ansätze, um die Entscheidungsfindung durch Design zu unterstützen.

Das Beispiel der KI-gestützten Aufklärungsdrohne verdeutlicht die zentrale Bedeutung von Usability und gut gestalteten Interaktionen. Die Drohne liefert präzise Bedrohungsinformationen, trifft autonome Entscheidungen und stellt relevante Daten in Echtzeit bereit, genau abgestimmt auf die Anforderungen der Nutzenden.

Personalisierbare Benutzeroberflächen und Arbeitsabläufe verbessern die Usability, da Nutzende die Drohne an ihre spezifischen Bedürfnisse anpassen können. Klare Benachrichtigungen über Systemstatus und Bedrohungen ermöglichen schnelle, sichere Reaktionen und erhöhen das Vertrauen in die Technologie.

Die nahtlose Integration in bestehende militärische Systeme erleichtert die Einbindung in tägliche Arbeitsprozesse, was die Mensch-Maschine-Zusammenarbeit optimiert. XAI-Techniken wie GradCAM und Feature Importance bieten transparente Einblicke in KI-Entscheidungen, unterstützen die Datenanalyse und ermöglichen gezielte Planung künftiger Einsätze.

Diese Ausrichtung auf Usability und Nutzerbedürfnisse stellt sicher, dass die Drohne nicht nur technisch leistungsfähig, sondern auch praktisch anwendbar und benutzerfreundlich bleibt.



IBM iX hat die Expert*innen für Nutzerzentrierung und KI

Im militärischen Bereich ist es besonders wichtig, Hürden in der Benutzung von Systemen frühzeitig und präzise zu identifizieren, was direkt zur Effizienzsteigerung beiträgt. Die tatsächlichen operativen Bedürfnisse der Soldatinnen und Soldaten bei der Nutzung von Softwaresystemen müssen verstanden werden. Eine Bedarfsanalyse hilft dabei, spezifische Schwachstellen oder Herausforderungen zu erkennen, die den Erfolg einer Mission beeinträchtigen könnten. Dies könnte beispielsweise die Notwendigkeit für bessere Kommunikationssysteme, angepasste Ausrüstung oder verbesserte Logistikabläufe betreffen.

Die kontinuierliche Verbesserung der Nutzererfahrung durch iterative Designverbesserungen ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Regelmäßige Updates aufgrund von Benutzereingaben und Tests beheben Nutzerfreundlichkeitsprobleme, integrieren neue Technologien und gewährleisten die Kompatibilität mit sich weiterentwickelnden Hardwarekomponenten.

Bei IBM iX legen wir daher höchsten Wert darauf, dass in allen Entwicklungen der Mensch im Mittelpunkt steht.

Was wir für Sie tun können

Interaktions-Design

Wir sorgen für intuitive Nutzung, indem wir effiziente Interaktionsabläufe und personalisierbare Benutzeroberflächen gestalten, die sich nahtlos in bestehende Arbeitsprozesse integrieren und den individuellen Bedürfnissen der Nutzenden gerecht werden.

Datenvisualisierungen

Wir erstellen Tools zur Visualisierung der gesammelten Daten, einschließlich Lagebilder und Feature Importance-Darstellungen, um die Dateninterpretation zu erleichtern.

User Interface Design

Wir entwickeln intuitive und nutzerfreundliche Oberflächen für die Planung und Überwachung von Drohnenmissionen, einschließlich interaktiver Karten und Echtzeit-Feedback-Systemen, um eine klare und effektive Bedienung zu gewährleisten.

Lassen Sie uns reden



Sara Stechow
Lead New Business & Partnerships
Public
sara.stechow@ibmix.de
+49 174 9966948
ibmix.de



Tim Habermann
Client Director, IBM iX
tim.habermann@ibmix.com
+49 176 11103104
ibmix.de

Autor*innen

Adrian Rose-Sassadeck, Jann Meinzer, Reiner Quirin, Yuliya Maltseva

© Copyright IBM iX 2026

IBM iX Germany GmbH
Chausseestraße 5
10115 Berlin

Geschäftsführung: Samira Imsirovic-Kaya, Benjamin Geckle
AG Berlin Charlottenburg, HRB 181949 B

ibmix.de

IBM iX

IBM

Über IBM iX

IBM iX ist die Experience Agency von IBM Consulting. Eine neue Art von Agentur, inspiriert durch 100 Jahre Technologie-Expertise mit dem Menschen im Mittelpunkt.

Wir sind Consultancy, Digitalagentur, Design-Studio und Tech-Company in einem. Wir sind Teamplayer und Change Agents, vereinen kreativen Spirit und Speed mit fundiertem Branchenwissen und der Technologie-Power von IBM.

Wir entwickeln digitale Produkte, Services und ganzheitliche Erlebnisse, die Menschen verbinden und Mehrwerte erzeugen.

