



# Zeitenwende konse- quent praktizieren

Ideenpapier der Arbeitsgruppe Digitale  
Ausbildung im Rahmen der Kooperation von  
KdoCIR – Bitkom – ITSBw

Bonn, Berlin, Pöcking im April 2024

### Herausgeber

Bitkom e. V.  
Albrechtstraße 10  
10117 Berlin  
T 030 27576-0  
bitkom@bitkom.org  
www.bitkom.org

### Ansprechpartner

Stephan Ursuleac | T 030 27576-126 | s.ursuleac@bitkom.org  
Bereichsleiter Verteidigung & Öffentliche Sicherheit

### Verantwortliche Kooperation

In der Kooperation von Kommando Cyber- und Informationsraum und Bitkom e.V. AK Verteidigung in Zusammenarbeit mit der Schule Informationstechnik der Bundeswehr entstanden gemeinsame Überlegungen für den praktischen Anfang zur Entwicklung neuer Ausbildungskonzepte.

### Autorenteam aus Bundeswehr | BWI | Wirtschaft unter Leitung von:

Oberstleutnant Michael Kaufmann | KdoCIR

Oberstleutnant d.R. Stephan Ursuleac | Bitkom e.V.

David Sonntag, secunet | Bitkom e.V.

### Layout

Anna Stolz | Bitkom e.V.

### Copyright

Bitkom 2024

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

Zielstellung 4

1 Die digitale Lernplattform der Bundeswehr: Vision und Sachstand 5

a) Virtuelle Lernumgebungen der Bundeswehr: VLBw folgt Link and Learn 5

b) Ein digitales Mindset als Voraussetzung für digitale Ausbildung in der Bundeswehr 7

2 Erweiterung der Realität, Extended Reality und Mixed Reality: aktuelle Entwicklung, Chancen und Risiken 10

3 Nutzung von Künstlicher Intelligenz im Rahmen der Ausbildung 19

4 Zusammenfassende Betrachtung und deren Auswirkungen auf die zugrundeliegende Methodik bzw. Didaktik 27

5 Fazit und Ausblick 29

# Zielstellung

Ziel dieses Papiers ist, dass im Rahmen der kooperativen Erstellung zwischen Bundeswehr und Bitkom ein besseres Verständnis über die technischen Möglichkeiten im Kontext »Digitale Ausbildung« durch Aufzeigen von Fähigkeiten und Entwicklungsperspektiven seitens Industrie, sowie über die konkreten Anforderungen und Besonderheiten der Bundeswehr und Industrie entsteht. Der Mehrwert des gemeinsamen Ideenpapiers wird eine Orientierungshilfe für beide Seiten sein: Welche Besonderheiten muss eine digitale Ausbildungsumgebung heute leisten und was sind die Erwartungshaltungen und Besonderheiten im militärischen Kontext? Diese Frage soll beantwortet und Anregungen zu Lösungen im Zielbild des Papiers aufgezeigt werden.

Gleichzeitig kann die Bundeswehr ein besseres Lagebild zu den technischen Möglichkeiten und künftigen Entwicklungen beim Thema »Digitale Ausbildung« entwickeln. So lässt sich sicherstellen, dass die Anforderungslage sich bestmöglich mit den realen aktuellen und künftigen Fähigkeiten der Industrie deckt und Fähigkeitslücken so frühzeitig identifiziert werden, sodass Chancen auf Anpassung bestehender Lösungen oder Entwicklungs-Roadmaps bestehen.

# 1. Die digitale Lernplattform der Bundeswehr: Vision und Sachstand

## a) Virtuelle Lernumgebungen der Bundeswehr: VLBw folgt Link and Learn

Die Bundeswehr betreibt mit »Link and Learn« die Brückenlösung einer Lernplattform der Bundeswehr mit derzeit ca. 91.000 Nutzern. Diese Plattform stellt Services aus den funktionalen Forderungen der Organisationsbereiche (OrgBer) Heer, Marine, Luftwaffe etc. zur Verfügung, wird von der Truppe für die Truppe bereitgestellt, und deckt den derzeitigen Bedarf an eine moderne und umfassende Lernumgebung. Im Rahmen des Lösungsincrements 16 (LI16) der BWI wird, beginnend ab Dezember 2023, die virtuelle Lernumgebung der Bundeswehr (VLBw) iterativ durch die BWI bereitgestellt. Dabei werden initial erste Services im Intranet der Bundeswehr (WANBw) bereitgestellt. Die VLBw wird dabei eine zukunftsorientierte, modulare und erweiterbare Plattform bieten, die sich an den ständigen wachsenden Bedarf und die wechselnden Technologien anpasst. Die Brückenlösung Link and Learn wird, mit Übernahme der Funktionalitäten durch die VLBw, zu einer Weiterentwicklungs- und Evaluationsplattform ausgebaut, um neue Technologien und Methoden frühzeitig in der Lerncommunity zu testen, zu entwickeln und die Prozesse im Rahmen der Einführung in den produktiven Betrieb der VLBw zu beschleunigen.

Ziel von Lernplattformen ist es, den Auszubildenden eine nutzerorientierte Ausbildungsumgebung mit den dazugehörigen ausbildungsbezogenen Komponenten wie Lern-Management-Systemen und Kollaborationswerkzeugen zentral zur Verfügung zu stellen und damit nicht-harmonisierte Insellösungen abzulösen. Die VLBw wird künftig die Ausbildung an jedem Ort, zu jeder Zeit, für unterschiedliche Nutzergruppen und mit jeder IT-Ausstattung ermöglichen. Neben der bereits genannten zentralen Bereitstellung einer einheitlichen Lernumgebung werden mittels der VLBw weitere Verbesserungen in der Aus-, Fort- und Weiterbildung der Bundeswehr erreicht. Beispielsweise werden der Aspekt des lebenslangen Lernens unterstützt und erstmals das adaptive, individuelle Lernen, vor allem unter Nutzung von KI, ermöglicht.

Die VLBw ermöglicht die digitale, hybride Ausbildung, individuelles adaptives Lernen sowie Learning on Demand und leistet einen deutlichen Beitrag zur Erhöhung der Fähigkeiten zur Landes- und Bündnisverteidigung (LV/BV).

Eine Brückenlösung für eine Lernplattform ist »Link and Learn« – Diese verfügt über 91.000 Nutzende.

Diese wird seit Ende 2023 schrittweise durch die virtuelle Lernumgebung der Bundeswehr ersetzt.

## Wodurch VLBw ein integriertes, zukunftssicheres Lernökosystem wird

Die VLBw kombiniert verschiedene Funktionselemente, die den Lehr- und Lernprozess technisch, methodisch und didaktisch unterstützen.

Dazu gehören vielfältige funktionale Komponenten wie beispielsweise:

- Ein individuell gestaltbares Eingangsportal mit einem 2D- und 3D-Cockpit
- Lern-Management-Systeme (LMS)
- Die Common Learning Middleware (CLM) des Fraunhofer-Institutes IOSB verbindet Funktionselemente zu einem Gesamtsystem und integriert Inhalte aus unterschiedlichen Applikationen.
- Eine virtuelle 3D-Lernumgebung: Mit einem präsenzähnlichen Charakter (Avatar) sorgt sie für ein vertieftes Lernerlebnis, die der Nutzer von jedem Ort und zu jeder Zeit nutzen kann. 3D-Modelle, virtuelle Handlungstrainer oder digitale Abbilder können integriert werden.
- Virtuelle Klassenzimmer in 2D oder 3D mit konfigurierbaren Darstellungen und Avataren
- Semantische Suchmaschine über alle Funktionselemente der VLBw
- KI-gestütztes Empfehlungssystem (Recommender) und ein KI-gestützter Chatbot
- Zentrales Dokumenten-Management (inkl. Qualitätssicherung) mit einer Lehr- und Lernmittelbibliothek
- Soziale Funktionen wie Chat, Foren (COIs) und Blogs
- Automatisierter Datenaustausch mit dem integrierten Ausbildungsmanagementsystem (IAMS) durch ein Lehrgangsverwaltungstool (LVT)
- Evaluationstool zur Bewertung von Trainings, Kursen und Veranstaltungen
- Prüfungstool zur Durchführung von rechtssicheren Prüfungen
- Spezial-Software für MAT-Autoren und -Ausbildende sowie eine VDI-Plattform für MAT-Autoren (z. B. für die Erstellung von 3D-Inhalten) und spezielle Anwendungssituationen.
- Eine Streamingplattform für Ausbildungsfilme

Die virtuelle Lernumgebung der Bundeswehr begleitet Nutzende während und nach der Dienstzeit. Jeder erhält somit eine Ausbildungsidentität, wo erworbene Kompetenzen und Zertifikate nachgehalten werden.

### »Lebenslanges Lernen« als inhärente Eigenschaft

Als ein besonderes Merkmal erstellt die VLBw für jeden Nutzer **eine** Ausbildungsidentität, die den Nutzer fortan für die gesamte Dienstzeit begleitet. Für den einzelnen Nutzer werden erworbene Zertifikate und Kompetenzen der digitalen Ausbildung aus unterschiedlichen Lernphasen (z. B. als aktiver Soldat oder als Reservist) mit seiner persönlichen Ausbildungsidentität verknüpft und bleiben dauerhaft sichtbar.

Weiterhin ist ein nahtloses Lernen über mehrere Zugangsumgebungen hinweg, wie dem HERKULES-Netz, einem Ausbildungsnetz oder dem Internet, möglich.

## Wo die VLBw aktuell steht

Die VLBw befindet sich derzeit in der Entwicklungsphase. Eine erste umfassende Ausbaustufe wird der Bundeswehr nach aktueller Planung in der ersten Jahreshälfte 2025 zur Verfügung gestellt. Initiale Services (bspw. das Lern-Management-System VS-NfD) sind bereits im Dezember 2023 angelaufen.

## b) Ein digitales Mindset als Voraussetzung für digitale Ausbildung in der Bundeswehr

### Was die Industrie unter einem digitalen Mindset versteht

Die kulturelle Dimension der Digitalen Transformation von Unternehmen und Organisationen wird häufig vernachlässigt. Insbesondere in der digitalen Ausbildung der Bundeswehr sind neue Technologien nur eine notwendige Bedingung für eine digitalere, vernetztere und effektivere Ausbildung. In der Industrie hat sich häufig gezeigt, dass neue Technologien wie XR und KI in eine passende Unternehmenskultur eingebettet werden müssen, und dass Unternehmen mit einer an Technologien angepassten (digitalen) Kultur einen höheren wirtschaftlichen Erfolg und zufriedenerere Mitarbeitende haben. Eine digitale Kultur zeichnet sich dabei durch Kundenorientierung, digitale Technologien, digitalisierte Prozesse, Entrepreneurship, Agilität, autonome Arbeitsbedingungen, digital Leadership, Kollaboration sowie stetiges Lernen und Innovation aus. Als digitales Mindset wird diese Kultur durch das Verhalten jedes und jeder Einzelnen gelebt und getragen.

Ein digitales Mindset beschreibt damit eine Denkweise, die von Offenheit für Technologie, Flexibilität und kontinuierlicher Lernbereitschaft geprägt ist. Es bedeutet, auf einer individuellen Ebene Veränderungen als Chancen zu sehen und digitale Technologien aktiv in Arbeitsprozesse zu integrieren. Der Vorbildfunktion von Vorgesetzten kommt dabei eine wichtige Aufgabe zu. Bei Organisationen, die digitale Transformationen erfolgreich bewältigen, zeigt sich, dass Führungspersonen viel stärker auf den Menschen achten als auf die Technologie. Dazu gehören die Schaffung einer Kultur des Vertrauens, die Zulässigkeit von Fehlern und die Betonung des Wertes von Wissen. Konstituierendes Element einer solchen »Zutrauenkultur« ist eine frühe Einbindung der Mitarbeitenden in die Transformation und die Bereitschaft, Freiraum für Eigeninitiative zu gewähren.

Mit Blick auf die Erfordernisse der digitalen Transformation können sechs erfolgskritische Persönlichkeitsdispositionen herausgearbeitet werden, die insbesondere im berufsbezogenen Kontext ein digitales Mindset beschreiben:

- Offenheit und Agilität
- Proaktivität

- Kreativität und Gestaltungsmotivation
- Kundenzentriertheit
- Kritikfähigkeit
- Offener Umgang mit Scheitern  
(Bredendiek/Knorr, Mai 2020, via dci.digital)

## Was sich die Bundeswehr von digitalen Ausbildungsanteilen verspricht und welche Ausbildung unterstützt werden soll

Der Anspruch an ein digitales Mindset ist in der »Umsetzungsstrategie Digitale Bundeswehr« aus dem Jahr 2022 bereits verankert. Für die digitale Ausbildung bleibt es jedoch eine Herausforderung, die traditionelle Ausbildungskultur der Bundeswehr und die Bestandteile einer digitalen Kultur sinnvoll und in einer für die Bundeswehr passenden Art und Weise zu verbinden und jeden Einzelnen anzuregen, diese zu leben. Für die Organisationskultur des Geschäftsbereichs BMVg beschreibt das digitale Mindset ein Zielbild, um die digitale Transformation zu ermöglichen sowie die Anforderungen an die Aus- und Weiterbildung jedes und jeder Beschäftigten:

»Auf der individuellen Ebene bildet sich das digitale Mindset bei jeder oder jedem Einzelnen heraus. Die Beschäftigten zeichnen sich durch Innovationsfreude aus, d. h. Neugier und Interesse, sich über Neu- und Weiterentwicklungen auch außerhalb des eigenen Tätigkeitsfelds zu informieren, Ideen einzubringen und mitzugestalten. Die Nutzung digitaler Technologien ist für die Angehörigen des GB BMVg eine Selbstverständlichkeit und wird als Chance und Mehrwert verstanden.« (Umsetzungsstrategie Digitale Bundeswehr, S. 9)

Die Förderung eines digitalen Mindsets muss insbesondere auch wegen ihrer heutigen zentralen militärischen Bedeutung eine wichtige Rolle in der digitalen Ausbildung bei der Bundeswehr einnehmen. In Auslandseinsätzen und Extremsituationen ist es für Soldatinnen und Soldaten unabdingbar, kreativ und ideenreich mit den ihnen gestellten Aufträgen umzugehen. Risikobereitschaft, unter Einhaltung des gesetzlichen Rahmens, Agilität im Sinne von Anpassungsfähigkeit, sowie das Hinterfragen des eigenen Handelns, um neue Lösungswege zu identifizieren, gehören zum steten Handlungsrepertoire. Nicht zuletzt die ukrainischen Streitkräfte zeigen mit selbstentwickelten, innovativen Fähigkeiten tagtäglich, dass in den heutigen Konfliktszenarien die Verhaltensweisen eines digitalen Mindsets als Kernkompetenz des soldatischen Handelns verstanden werden müssen. Die ersten Lehren aus der Ukraine weisen darauf hin, dass Kreativität und Innovation im digitalen Bereich die Wirksamkeit auf dem Schlachtfeld erhöhen können, z. B. wenn Apps, Gaming-Tools und Off-the-Shelf-Drohnen für den Kampf verwendet werden. Ohne militärische Grundfertigkeiten zu vernachlässigen, ergänzt ein digitales Mindset somit Grundfertigkeiten, um Potenziale aus digitalen Technologien zu nutzen und die Anpassungsfähigkeit an neue Situationen, die bessere Ausnutzung vorhandener Ressourcen sowie eine Führung im Sinne der Auftragstaktik durch digitale Mittel zu verbessern.

Ein digitales Mindset beschreibt eine Denkweise, die von Offenheit für Technologie, Flexibilität und kontinuierlicher Lernbereitschaft geprägt ist.

Es bedeutet, auf einer individuellen Ebene Veränderungen als Chancen zu sehen und digitale Technologien aktiv in Arbeitsprozesse zu integrieren.

Die Förderung dieses Mindsets hat auch militärisch eine herausragende Bedeutung. Risikobereitschaft, Kreativität und Anpassungsfähigkeit sind zentrale Eigenschaften für den Soldatenberuf!



Die digitale Ausbildung muss deshalb zum Ziel haben, Soldatinnen und Soldaten zu ermutigen, Ideen für den Einsatz und Fortentwicklung digitaler Technologien selbst zu entwickeln, diese umzusetzen und dabei Hindernisse auf dem Weg zur Verwirklichung zu überwinden. Organisationsbereiche wie das CIR, Akteure wie die BWI GmbH, die Bundeswehr-Universitäten und Dialogplattformen wie der Bitkom fördern diesen Ansatz durch den regelmäßigen Austausch zu neuen Technologien zwischen Bundeswehr und Industrie. Die digitale Ausbildung sollte diesen Austausch aktiv einbeziehen, um Fachwissen zu teilen, Anwenderwissen mit neuen technologischen Umsetzungsmöglichkeiten zusammentreffen zu lassen und so ein Umfeld zu schaffen, in dem Soldatinnen und Soldaten gerüstet sind, um dem stetigen digitalen und technologischen Wandel erfolgreich zu begegnen.

## 2. Erweiterung der Realität, Extended Reality und Mixed Reality: aktuelle Entwicklung, Chancen und Risiken

### AR und VR: Warum sollte man die Realität erweitern?

XR-Anwendungen in der Ausbildung bei Streitkräften sowie bei anderen Sicherheitsbehörden machen Training und Ausbildung günstiger, schneller, effektiver und können bisher nicht ausbildbare Trainingsinhalte realisieren. Beispielsweise bieten VR-Trainings den großen Vorteil, dass sie den Prozess des »Learning by Doing« erheblich beschleunigen können und die Fokussierung durch Reizminimierung erhöhen. Personen, die VR-Training absolvieren, erzielen im Vergleich zu denen, die an herkömmlichen Schulungsmethoden teilnehmen, bessere Ergebnisse. Die immersive Natur des VR-Trainings ermöglicht es, aus Fehlern in einer sicheren virtuellen Umgebung zu lernen, ohne realen Konsequenzen ausgesetzt zu sein. Gleichzeitig ermöglicht eine virtuelle Lernlösung einen individuellen, 24/7 verfügbaren Lernpfad. Bereits heute wird XR-Technologie für das Training von Stress- und Krisenszenarien, in Flugsimulatoren für Piloten sowie in der Logistik und Wartung eingesetzt. Studien von virtuellen Trainingsumgebungen der US-Armee zeigten, dass Soldatinnen und Soldaten, die in diesen Trainingssimulationen geschult wurden, ihre Teamarbeit um bis zu 20 % steigerten, die Zeit zum Erlernen von Handgriffen um 25 % verringerten und ihre Fähigkeiten im Umgang mit Schusswaffen um bis zu 30 % verbesserten. Auch bei der Polizei haben XR-Anwendungen zu besseren Trainingseffekten geführt, wie Tests eines US-Polizeidepartments unterstrichen, bei denen sich 80 % der Teilnehmenden durch VR-Trainingsmodule wirksamer auf die Bewältigung »komplexer« Situationen vorbereitet sahen. Studien aus dem Industriebereich von vollständig virtuellen VR-Sicherheitsschulungen konnten außerdem zeigen, dass der Einsatz von XR-Trainingsmethoden die Trainingseffizienz um 75 % anheb und die Beteiligung von Mitarbeitenden an Trainings um 80 % stieg, während die Gefährdung durch den Umgang mit echtem Gerät auf null reduziert wurde.

Ein weiterer bedeutender Vorteil des VR-Trainings besteht darin, dass es hyperrealistische und hochriskante Situationen schafft, die in der realen Welt unmöglich oder prohibitiv teuer nachzustellen wären. In einer virtuellen Umgebung können die Teilnehmenden Szenarien ausgesetzt sein, die zu gefährlich oder zu teuer wären, um sie physisch zu replizieren. Zum Beispiel können Soldatinnen und Soldaten im Militär üben, auf Explosionen oder chemische Angriffe zu reagieren, ohne sich selbst oder andere in

Personen, die VR-Training absolvieren, erzielen im Vergleich zu denen, die an herkömmlichen Schulungsmethoden teilnehmen, bessere Ergebnisse.

VR-Trainings ermöglichen es, aus Fehlern in einer sicheren virtuellen Umgebung zu lernen, ohne realen Konsequenzen ausgesetzt zu sein.

Anfängliche Handicaps wie die »Motion Sickness«, hohe Kosten oder mangelnde Leistungsfähigkeit von Lösungen sind mittlerweile behoben.

Gefahr zu bringen. Darüber hinaus ist das VR-Training kostengünstig und flexibel. Herkömmliche Schulungsmethoden erfordern oft teure Ausrüstung, lebendige Darsteller und einen physischen Standort, was teuer und zeitaufwändig sein kann. Beim VR-Training benötigt man lediglich ein Headset und einen Computer, was es zu einer wesentlich kostengünstigeren Lösung macht. Darüber hinaus kann das VR-Training zu jeder Zeit an jedem Ort durchgeführt und an die speziellen Bedürfnisse des Trainierenden angepasst werden.

## Wie hat sich die Technik in den letzten 5 Jahren entwickelt? Welche Handicaps hatten XR und MR? Wie haben sich diese entwickelt?

Die Entwicklung der XR-Technologien hat in den letzten fünf Jahren deutliche Entwicklungssprünge in kürzeren Entwicklungszyklen vollzogen und zeigt sich als nutzbare Technik bzw. Lösung im Bereich der Ausbildung und Simulation.

Anfangs waren VR- und AR-Systeme oft durch mangelnde Rechenleistung, niedrige Bildauflösungen, eingeschränkte Sichtfelder (»Field of View« bzw. FOV), hohe Latenzzeiten und unzureichende Tracking-Genauigkeit eingeschränkt. Dies führte zu einer weniger immersiven Erfahrung und konnte bei manchen Nutzern zu Unwohlsein oder sogar zur Simulatorkrankheit (»Motion Sickness«) führen. Die **hohen Kosten** für VR- und AR-Hardware waren ein bedeutendes Hindernis für die Massenadoption. Dies galt sowohl für die Endverbraucherinnen und -verbraucher als auch für Unternehmen, die in diese Technologie investieren wollten.

Ein weiteres Handicap war der **Mangel an hochwertigen Inhalten und Anwendungen**, die das Potenzial von VR und AR voll ausschöpfen konnten. Dies führte zu einem Henne- Ei-Problem, bei dem die Nutzer zögerten, in Technologie zu investieren, die nur wenige Anwendungsmöglichkeiten bot.

In diesen 5 Jahren sind die VR- und AR-Headsets **ergonomischer, kleiner, leistungsfähiger und günstiger** geworden. Moderne Systeme sind leichter, ergonomischer und benutzerfreundlicher gestaltet. Verbesserungen in der Design- und Materialauswahl haben zu Geräten geführt, die auch bei längeren Sessions komfortabel bleiben. Im Bereich der Nutzerakzeptanz können Zugewinne aufgrund der Steigerung des Komforts registriert werden.

Die Tracking-Genauigkeit hat sich erheblich verbessert und Trackingdaten werden nun in Echtzeit übertragen. Die Hardware wird dabei immer kleiner und bequemer zu tragen. 2021 gab es mit dem Inside-Out-Tracking und der Multi User Map der HTC Vice Focus 3 einen Technologiesprung für mehrere Nutzer in einem Raum ohne externes Kameratracking. Nach der Einführung der HMD-Streaming-Technologie in 2022 folgte in

2024 der nächste große Sprung, um diese Technologie auch für Ganzkörpertracking einzusetzen, der HTC Vive Ultimate Tracker.

Durch neue Herstellungsverfahren konnten die Linsen der VR-Brillen einen Sichtbereich auf 100 bis 120° ermöglichen (bei einem gesunden Menschen ist der natürliche Sichtbereich 180°) und die Pixel auf dem Display sind nicht mehr zu erkennen. Die nächste Generation der AR-Brillen lässt mittlerweile einen Sichtbereich von bis zu 70° zu (Magic Leap 2: 70°, HoloLens 2: 52°). Auch hier hat es in den letzten 5 Jahren fast eine Verdopplung des Sichtbereichs gegeben.

Im Bereich der Peripheriegeräte entsteht am Markt derzeit eine hohe Dynamik. Ziel dieser Peripheriegeräte ist eine Implementierung und Nutzbarmachung weiterer Sinne zur Steigerung der Immersion. Denkbar sind taktiles Feedback durch Handschuhe, sowie die Implementierung von Laufbewegungen oder Gerüchen.

XR-Technologien sind bei der Bundeswehr für eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten in der Ausbildung geeignet.

Das gilt für operatives Training, technisches Training und das Training von Soft Skills von Soldatinnen und Soldaten

Die Anzahl und Vielfalt von VR- und AR-Anwendungen hat in verschiedenen Bereichen wie Gaming, Bildung, Gesundheitswesen und Industrie deutlich zugenommen. Entwickler und Content-Creators haben die Möglichkeiten dieser Technologien erkannt und innovative Lösungen geschaffen, die das Interesse und die Nutzung fördern. Die geringe Latenz der Anwendungen und bessere Rechenleistung der Computerhardware hat sich deutlich verbessert. Vor 5 Jahren konnten die meisten Anwendungen nur auf 60 Bildern pro Sekunde laufen, heutzutage werden Anwendungen nicht unter 90 Bildern pro Sekunde angeboten. Auch die Latenz der heutigen Tracking-Technologie der XR-Brillen und Ganzkörpertracker hat sich um ein Vielfaches gesenkt. All diese Verbesserungen führen dazu, dass bei richtiger Anwendung der Technologie die Simulatorkrankheit (»Motion Sickness«) bei Anwenderinnen und Anwendern weitestgehend beherrschbar ist.

Ein Zielbild zur Nutzung von VR- und AR-Technologien wäre innerhalb der Bundeswehr zu erarbeiten, ein entsprechendes CD&E-Projekt »XR Bundeswehr« soll in 2024 starten.

## Wofür und für welche Inhalte AR und VR als Ausbildungsmethode bzw. Technik geeignet sind.

XR-Technologien sind bei der Bundeswehr für eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten in der Ausbildung geeignet. Das gilt für operatives Training, technisches Training und das Training von Soft Skills von Soldatinnen und Soldaten.

Im Bereich der operativen Trainings kann XR-Technologie für realistische Simulationen von Kampfsituationen, die Schulung im Umgang mit verschiedenen Waffen und militärischer Ausrüstung sowie zum Üben von taktischen Manövern und Strategien in realistischen Umgebungen ohne tatsächlichen Materialeinsatz verwendet werden. Operative Trainings bieten die Möglichkeit, darin Einsatzplanung und -koordination, beispielsweise mittels der Verwendung von digitalen Karten, zu integrieren. Neben

Kampfsituationen kann auch die Nutzung medizinischer Ausrüstung und deren Verwendung unter Stress geprobt werden. Virtuelle Szenarien in der medizinischen Ausbildung und Notfallversorgung bereiten Soldatinnen und Soldaten so auf realistische Verletzungsszenarien vor.

Gerade im operativen Training ist die Verfügbarkeit von neuen sowie bestehenden Systemen in der Ausbildung von Soldatinnen und Soldaten eine ständige Herausforderung. Neue Systeme sind für die Ausbildung meist noch gar nicht oder nur stark eingeschränkt verfügbar. Darüber hinaus ist die Vorbereitung für Schulungen an neuen Systemen zeitaufwändig, und der Aufbau physischer Schulungsorte kann sowohl zeit- als auch kostenintensiv sein. Herkömmliche, auf die Präsenz des Systems angewiesene Schulungsmethoden kommen in diesen Fällen an ihre Grenze, weil Schulungen erst nach der Auslieferung des Systems stattfinden. Digitale Zwillinge in Verbindung mit XR-Anwendungen ermöglichen Befähigungsmaßnahmen bereits vor der Verfügbarkeit des realen Systems sowie eine effektivere Ausbildung.

Großen Mehrwert können XR-Lösungen auch für technische Trainings bieten. XR-Simulationssoftware kann den Umgang mit Militärfahrzeugen, einschließlich Panzern, Hubschraubern und Drohnen, ausbilden. XR-Technologie bietet dabei ein großes Potenzial für die bessere Wartung und Instandsetzung sowie für Reparaturschulungen. Mittels Sensor-Technologien wie Handscannern können beispielsweise gesamte Fahrzeuge digital repliziert und auf das real existierenden Fahrzeug projiziert werden, sodass Technikerinnen und Techniker mittels XR-Anwendung mit diesen interagieren können. Dies ist auch für noch nicht verfügbare Systeme und Plattformen umsetzbar. Diese existieren vorerst nur als digitale Repliken, eine Schulung an ist ihnen trotzdem schon möglich. Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz von Augmented Reality (AR), insbesondere zusammen mit digitalen Zwillingen, die Implementierung von Fernwartungsanwendungen, bei denen Mechanikerinnen und Mechaniker in Echtzeit und ortsunabhängig bei ihren Lernschritten und Aufgaben unterstützt werden, was insbesondere in Einsatzländern besonders wichtig ist, da Fachpersonal vielfach nicht verfügbar ist. Expertinnen und Experten können Inspektionsszenarien entwerfen, Arbeitsaufträge verfolgen und die Ergebnisse durch AR oder immersive VR prüfen. Dies spart Zeit und Kosten bei aufwendigen Reparaturen. Die gespeicherten Daten und gewonnenen Erfahrungswerte können für die kontinuierliche Verbesserung, für Schulungen und für eine vorausschauende Wartung verwendet werden. Wie in operativen Trainings haben diese Anwendungen einen Effekt, der *Muscle Memory* genannt wird. Das heißt: Teilnehmende von XR-Trainings prägen sich bestimmte Bewegungsabläufe intuitiv ein, was am echten Gerät zu einem schnelleren, geübteren und fehlerreduzierten Einsatz führt.

Schließlich ermöglichen XR-Technologien effektives Training von Soft Skills wie Teamarbeit und Führung, wichtigen sozialen Kompetenzen von Soldatinnen und Soldaten. Digitale Realität kann genutzt werden, um Cybersecurity- und Sicherheitsschulungen anzubieten und die Verteidigung gegen Cyberbedrohungen zu üben. Virtuelle Umgebungen sind für Sprachtrainings und das Erlernen von interkultureller Kommunikation in verschiedenen Einsatzgebieten anpassbar. Ebenso können Anwendungen von XR-

Technologie verwendet werden, um Soldatinnen und Soldaten auf die psychologischen Belastungen des Militärdienstes und auf den Umgang mit Traumata vorzubereiten.

Innerhalb der Bundeswehr werden XR-Technologie und digitale Realitäten bereits in vielen Projekten erprobt.

Zu nennen sind hier u. a.: VR-gestützte Ausbildung, VR-Segelflugsimulator, AR-Feldlagerbau, VR-Handlungstrainer, VR-Lagebesprechung und weitere.

Im Studienbereich ist die F&T-Studie »VIRTUOS – VIRTual training of Urban Operations as a multi-user Scenario«

## Wo setzt die Bundeswehr XR ein und welche Herausforderungen haben bisher bestanden bzw. werden in Zukunft gesehen?

Innerhalb der Bundeswehr werden XR-Technologie und digitale Realitäten bereits in vielen Projekten erprobt. Zu nennen sind hier u. a.: VR-gestützte Ausbildung, VR-Segelflugsimulator, AR-Feldlagerbau, VR-Handlungstrainer, VR-Lagebesprechung und weitere. Im Studienbereich ist die F&T-Studie »VIRTUOS – VIRTual training of Urban Operations as a multi-user Scenario« Vorreiter für die Ausbildung in VR geworden. Innerhalb der Studie ist an der WTD 91 eine Freiraum-VR-Simulationsumgebung entstanden, die u. a. das virtuelle Handlungstraining im Team, aber genauso ein Reaktionstraining mit der Waffe, eine digitale Lagebesprechung in VR, oder das Trainieren mit Panzerabwehrwaffen ermöglicht. Letztendlich ist es eine VR-Plattform, die offen für viele weitere Anwendungen zur Verfügung steht.

Für die technische Ausbildung ist die Firma Krauss-Maffei Wegmann ein Beispiel, welche an ihren Panzern Bedienung und Instandsetzungstraining mit AR ermöglicht, ohne das Realgerät zerlegen zu müssen, was positiv auf die **Materialverfügbarkeit** wirkt, da weniger Ausbildungssysteme genutzt werden.

Darüber hinaus existiert die »Bw-Karriere-CAVE« des Bundesamtes für das Personalmanagement der Bundeswehr, mit der Interessierte Berufswelten der Bundeswehr virtuell erleben können, was positiv auf die **Nachwuchsgewinnung** wirken soll.

Mit dem virtuellen Betriebsstoff-Container des technischen Ausbildungszentrums der Luftwaffe, welcher zusammen mit der BWI entwickelt wurde, wurde eine limitierte Ausbildungsressource als digitaler Zwilling nachgebaut und konnte bereits zeigen, dass bei virtuell vermittelten Trainingsinhalten keine Einbußen an der Wissensvermittlung auftreten. Die Herausforderungen liegen zum einen in der Nutzerakzeptanz, auch bei den Führungskräften, zum anderen in der Kenntnis dieser Technologie sowie in der Entstehung von Insellösungen und in der Implementierung in die vorhandenen Infrastrukturen bzw. im Aufbau der notwendigen Infrastruktur. Eine weitere Herausforderung stellt häufig der **Zugang zum realen Trainingsgerät** dar.

## XR ist eine ergänzende Methode. Sie kann, soll und darf nie die alleinige Methode sein.

Die VR-Technologie kann eine Reihe von Vorteilen bieten, die herkömmliche Schulungsmethoden nicht erreichen können. Es ist jedoch wichtig zu bedenken, dass VR-Training die reale Ausbildung nicht ersetzen kann. Während virtuelle Umgebungen viele realweltliche Situationen simulieren können, können sie die Komplexität und Unvorhersehbarkeit von realen Szenarien nicht vollständig reproduzieren. Im Militär müssen Soldatinnen und Soldaten lernen, in unterschiedlichen Geländen, unter wechselnden Wetterbedingungen und in unvorhersehbaren Situationen zu agieren. Sie müssen auch lernen, mit realen Menschen zu interagieren, nicht nur mit virtuellen Avataren. Daher bleibt die reale Ausbildung für die Gesamtausbildung unerlässlich und sollte nicht durch das Training in VR ersetzt werden. Anwendungsfälle müssen daher immer als ergänzend zu bestehenden Ausbildungsinhalten gedacht werden. Dies muss auch in passenden Ausbildungskonzepten konzeptionell hinterlegt werden, insbesondere unter Berücksichtigung der Limitierungen der VR-Technik. Dann gelingt es, diese Technologien zur besseren Ausnutzung bestehender Ressourcen einzusetzen und die Wirksamkeit von Ausbildungsinhalten zu erhöhen.

Bei der Integration dieser Technologien in bestehende Ausbildungsprozesse und IT-Strukturen müssen insbesondere die vernetzten Geräte, System-Infrastruktur, Hosting, Architekturen, Prozesse und Organisation umfassend beachtet werden, um den vollen Nutzen aus XR-Technologien und digitalen Zwillingen zu ziehen.

## Welche Herausforderungen und Risiken sich durch den Einsatz in der Ausbildung ergeben

Die heutigen Möglichkeiten von XR sind beeindruckend und bieten ein enormes Potenzial für zahlreiche Anwendungen. Dennoch müssen die Herausforderungen und Grenzen dieser Technologien ernstgenommen werden, um sicherzustellen, dass sie verantwortungsvoll und effektiv genutzt werden. Bei der Integration dieser Technologien in bestehende Ausbildungsprozesse und IT-Strukturen müssen insbesondere die vernetzten Geräte, System-Infrastruktur, Hosting, Architekturen, Prozesse und Organisation umfassend beachtet werden, um den vollen Nutzen aus XR-Technologien und digitalen Zwillingen zu ziehen. Eine weitere Herausforderung bei der Implementierung solcher Lösungen ist die nachhaltige Verankerung und Akzeptanz in Organisationen wie der Bundeswehr. Derzeit gibt es nur wenige XR-Inhalte und -anwendungen um die Akzeptanz der Nutzenden zu erhalten. Hier gilt es, Proof of Concepts (PoCs) direkt mit den Anwendungsfällen zu entwickeln und die Nutzenden von Beginn an einzubeziehen. Hierzu ist auch ein digitales Mindset Voraussetzung. Beim Einsatz von VR-Brillen in Einsatznahen- und Ausbildungssituationen darf die Praktikabilität der Geräte zudem nicht vergessen werden, da VR-Brillen unbequem sein können sowie bei hoher Latenz oder schlecht kalibriertem Tracking Motion Sickness verursachen. Sicherheitsbedenken bezüglich der Informations- und Datensicherheit von vernetzten digitalen Zwillingen in sensiblen Bereichen sollten von Beginn an durch robuste Cybersicherheitsmaßnahmen berücksichtigt werden. In der Industrie existiert hierzu bereits ein großer Erfahrungsschatz bei der Umsetzung, der gemeinsam mit der Bundeswehr auf militärische Berei-



che angewendet werden kann. Mit der Weiterentwicklung von XR-Technologien, einer angemessenen Regulierung und einer umfassenden Projektsteuerung können viele dieser Herausforderungen überwunden werden.

## Wie sich die Technik wahrscheinlich entwickelt

Durch den Fortschritt in KI und anderen Technologien werden die Möglichkeiten für VR-Training weiter wachsen, was eine noch immersivere und fesselndere Schulungserfahrung ermöglicht. Aus Sicht der Industrie kann für das Jahr 2030 folgende Vision für die XR-Technologie gewagt werden. Im Bereich der Hardware ist es vorstellbar, dass keine zusätzlichen PCs mehr nötig sind und das Headset ohne PC hochqualitative Trainings anbietet oder Inhalte per Cloud mit 5G abgerufen werden. Alle digitalen Realitäten sind dann mit einem Gerät möglich, Applikationen laufen über eine Middleware und das XR-Headset bietet unterschiedliche Trainingsmethoden an. Die Integration von KI kann weitere Möglichkeiten eröffnen, z. B. dass KI bei Analysen, natürlicher Sprachverarbeitung und der Szenario-Erstellung unterstützt sowie intelligente virtuelle Agenten mit natürlichem Verhalten, kognitiven Bewertungen und adaptivem Lernen vereinfacht. Es ist zudem davon auszugehen, dass durch die Weiterentwicklung der Game Engines 100 % (foto-)realistische Szenarien angeboten werden können.

Herausfordernd ist eine nachhaltige Verankerung und Akzeptanz in der Bundeswehr.

Hier gilt es, Proof of Concepts direkt mit den Anwendungsfällen zu entwickeln und die Nutzenden von Beginn an einzubeziehen.

## Welche Auswirkungen der Einsatz von XR auf die Ausbildung und die Ausbilder hat und welche Ausbildungssituation sich durch XR besonders verändert hat.

Es ist klar, dass das Training in virtueller Realität nicht nur eine wertvolle Ergänzung zu herkömmlichen Schulungsmethoden ist. Die Wirksamkeit der Ausbildung in der virtuellen Realität hängt maßgeblich von der Interaktion zwischen Auszubildenden und Ausbildern ab. Ausbilderinnen und Ausbilder müssen den Umgang mit XR-Technologie so einbeziehen, dass es zu einem entscheidenden Werkzeug wird, um sicherzustellen, dass das Personal gut darauf vorbereitet ist, die geschulten Herausforderungen in der Realität zu bewältigen. Zusätzlich zu der Reihe von VR-Anwendungen bieten existierende Plattformen, wie sie auf der VR-Simulationsplattform der WTD 91 genutzt werden, eine Vielzahl von Trainingskarten und Szenarien, die es Ausbildern ermöglichen, endlose Situationen und Schulungsszenarien für Auszubildende zu erstellen, gepaart mit neuen Fähigkeiten bei der Auswertung, die keine andere Technologie in der Gänze bietet. Dieses Toolkit gibt Trainern die Möglichkeit, ihr Training an die spezifischen Bedürfnisse ihres Personals anzupassen und eine maßgeschneiderte Erfahrung zu bieten, die von herkömmlichen Schulungsmethoden und Analysemethoden, die eher wie Einzelunterricht sind, unerreicht ist.



## Welche Möglichkeiten sich aus der Kombination von VBS mit XR ergeben und welcher Nutzen besonders hervorgehoben werden kann.

Die Integration von XR-Technologie und der virtuellen Realität in die Ausbildung der Bundeswehr kann die Effektivität, Sicherheit und Effizienz der Ausbildung erheblich verbessern und Soldatinnen und Soldaten besser auf die vielfältigen Herausforderungen im modernen militärischen Umfeld vorbereiten. XR-Trainings sind ein äußerst effektives Instrument zur Ausbildung in militärischen Anwendungen. Es bietet eine Vielzahl von Vorteilen, darunter einen beschleunigten »Learning by Doing«-Prozess, die Möglichkeit, hyperrealistische und hochriskante Situationen zu schaffen, Kosteneffizienz und Flexibilität sowie Schulungen vor der Verfügbarkeit des realen Systems durchzuführen. Damit ist VR-Training ein ergänzendes Instrument, das herkömmliche Schulungsmethoden bei der Bundeswehr unterstützen und bereichern kann. Die Kombination von XR-Trainings mit weiteren Komponenten der Digitalisierung der Ausbildung, wie der VLSBw, Virtual Battlespace (VBS) und weiteren, kann weitere Potenziale an Verfügbarkeit, Nutzbarkeit und Fortentwicklung in der Ausbildung für alle Soldatinnen und Soldaten heben. Großes Potenzial bieten zudem Gamification-Ansätze. Dafür sollte schon jetzt ein VR-Service, der verschiedene Applikationen für die Ausbildung bereitstellt, ständige Verbesserung und Nutzer-Feedback erlaubt, vorgedacht werden. XR-Training kann somit eine ergänzende und vielfach anwendbare Methode werden, um die Ausbildung in der Bundeswehr an die Herausforderungen in einer sich ständig wandelnden technologischen Landschaft anzupassen.

Am Beispiel der Übungsplätze können die Vorteile der Digitalisierung und Vernetzung bestehender Systeme und die Verknüpfung von digitaler und klassischer Ausbildung veranschaulicht werden.

### Wie sich digitale Ausbildung in hybriden Übungsräumen nutzen lässt.

Am Beispiel der Digitalisierung der Übungsplätze können die Vorteile der Digitalisierung und Vernetzung bestehender Systeme und die Verknüpfung von digitaler und klassischer Ausbildung veranschaulicht werden. Insbesondere da Übungsplätze die wichtigsten Ausbildungseinrichtungen für das Erlernen und Beherrschen von Ausrüstung, Gerät, taktischem Verständnis und professionellem Handeln der Bundeswehr darstellen – Kernfähigkeiten, die zum Beherrschen des wesentlichen Elements der Streitkräfte, die Fähigkeit zum Kampf, fundamental sind. Den Übungsplätzen kommt dabei die Aufgabe zu, der Truppe eine realitätsnahe Übung der von Ihnen auch im Gefecht geforderten taktischen Tätigkeiten zu ermöglichen. Dazu bedarf es zum einen eines hochmobilen Zielbaues. Was bisher durch unbewegliche oder lediglich durch Seilzug bewegte Ziele nur eingeschränkt erreicht werden konnte, wird künftig durch sog. Smart Targets, also autonome, selbstfahrende Zieldarstellungen sichergestellt werden. Der umfangreichere Einsatz sowie die intensivere Abstimmung der jeweiligen Simulationstechnik (Beschallung, Beleuchtung, Effektdarstellung und Inszenierung von Abschuss-Trefferdarstellungen) aufeinander, wird die Immersion, die Soldatinnen und Soldaten vergessen lässt,

dass es sich »nur« um eine Übung handelt, erheblich steigern. Einen wesentlichen Anteil wird dabei stets die Integration dieser Simulationselemente mit dem scharfen Schuss haben. Durch einen extrem hohen Grad an Vernetzung, wie er mit Technologien wie 5G, IoT und anderen Cloud-Diensten möglich wird, kann dabei auch die Sicherheit des Übungs- und Schießbetriebs wesentlich erhöht werden. Der Einsatz von Extended Reality (XR) wird es zudem ermöglichen, zusätzliche Gefechtsfeldeindrücke, sowie die Visualisierung eigener, gegnerischer und sonstiger Kräfte ohne physische Anwesenheit in die Übung zu integrieren. Hierdurch werden Schießbahnen und Übungsplätze zu hybriden Übungsräumen, die das gemeinsame Durchlaufen von Gefechtsszenarien auf der Ebene des Großverbandes, also Brigade und höher, ermöglichen können. Zeitgleich stattfindende und synchronisierte Übungen über mehrere Übungsplätze verteilt erfolgen so kosteneffizient als auch umweltschonend. Damit dies gelingt, bedarf es eines hohen Vernetzungsgrades, eines Datenaustauschs in Echtzeit, sowie der detaillierten Abbildung der realen Systeme in sog. digitalen Zwillingen. Einer frühen Standardisierung der Datenmodellierung bereits auf Seiten der Industrie, kommt aus Sicht der Streitkräfte dabei hohe Bedeutung zu, um eine schnelle und einfache Integration verschiedenster Systeme auf einheitlichen Plattformen zu ermöglichen und den nächsten Wildwuchs der entstehenden Systemlandschaft bereits von Beginn an zu verhindern.

Durch die gesteigerte Vernetzung werden wiederum neue Ausbildungsbedarfe entstehen, denn sowohl das leitende als auch das übende Personal müssen an diesen Systemen ausgebildet werden. Die Ausbildung der eigenen Truppe bleibt integrale Aufgabe eines jeden truppendienstlichen Vorgesetzten. Daher gilt es, insbesondere die Truppenführer zur Erstellung entsprechender digitaler oder hybrider Szenarien zu befähigen und bei deren Durchführung zu unterstützen, damit diese ihrer Truppe – wie gehabt – eine ihrem Auftrag und Ausbildungsstand gerecht werdende Ausbildung zukommen lassen können. Wesentliche Zielsetzung sollte es dabei sein, auch diese Ausbildung unmittelbar in der VLBw zu realisieren, um die Bildung neuer Inseln zu vermeiden.

### 3. Nutzung von Künstlicher Intelligenz im Rahmen der Ausbildung

Die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz eröffnet neue Horizonte für die Ausbildung, sowohl für Teilnehmende von Lehrgängen als auch für Ausbildende. Diese fortschreitende Technologie hat das Potenzial, Schulungsinhalte maßgeschneidert anzupassen, Lernfortschritte zu überwachen und somit die Effektivität des Lernprozesses zu steigern.

#### Was KI in der Ausbildung verändern kann.

KI in der Ausbildung kann die Lernergebnisse von Lehrgangsteilnehmenden erheblich verbessern, indem sie mit Hilfe von Lernprozessverfolgung (»Knowledge Tracking«) eine maßgeschneiderte Lernerfahrung bieten kann. KI kann verwendet werden, um die Lernerfahrung individuell anzupassen, sodass die spezifischen Bedürfnisse und zukünftigen Leistungen der Teilnehmenden entsprechend ihrer Stärken und Schwächen angepasst werden und vorhergesagt werden können. Dadurch können engagierte und motivierte Lehrgangsteilnehmer das vermittelte Wissen besser aufnehmen und einen größeren Lernerfolg aufweisen. Diese Verbesserungen können sowohl in klassischen Lernumgebungen als auch in XR-Umgebungen erzielt werden. Über die Verbesserung der Erfahrungen der Lehrgangsteilnehmenden hinaus kann KI als Treiber für schnell zu erstellendes, differenziertes Lehrmaterial aus bereits existierenden Quellen genutzt werden.

KI in der Ausbildung kann die Lernergebnisse von Lehrgangsteilnehmenden erheblich verbessern, indem sie mit Hilfe von Lernprozessverfolgung (»Knowledge Tracking«) eine maßgeschneiderte Lernerfahrung bieten kann.

#### Wie KI Lehrgangsteilnehmer und Ausbilder unterstützen kann.

KI in der Ausbildung kann in drei verschiedene, sich zum Teil überschneidende, Kategorien eingeteilt werden. Es gibt die Möglichkeit des Lehrgangsteilnehmer-orientierten, des Ausbilder-orientierten und des Institutions-orientierten Einsatzes. Im Folgenden wird ein Fokus auf die ersten zwei Kategorien gelegt, da der Einsatz an der ITSBw selbst, nicht Schwerpunkt dieses Ideenpapiers ist.

Lehrgangsteilnehmer-orientierte KI sind unter anderem Intelligente Tutoring-Systeme (ITS), KI-gestützte Apps, KI-gestützte Simulationen, automatisches Schreiben von Aufsätzen, Chatbots und viele mehr.

Intelligente Tutoring-Systeme (ITS) sind die häufigsten Anwendungen von KI in der Ausbildung. Sie bieten computerbasierte schrittweise Anleitungen zu Themen in klar strukturierten Bereichen. Ein ITS liefert eine Abfolge von Informationen, Aufgaben und Tests, die an jeden einzelnen Lehrgangsteilnehmer angepasst sind. Während der Lehrgangsteilnehmer an einer bestimmten Aufgabe teilnimmt, erfasst das System Tausende von Daten. Diese Daten werden analysiert, um den nächsten Lernschritt zu bestimmen. Durch gezielte Wiederholungen und die Auswahl des Materials entsteht ein individueller Lernpfad. ITS können zusätzlich Ausbilder-Dashboards enthalten, damit die Ausbilder sehen können, was der Lehrgangsteilnehmer erreicht hat.

Neben einem ITS können auch Large Language Models (LLMs) in der Ausbildung eingesetzt werden. Offen diskutiert wird derzeit, ob LLMs das Lernen von Lehrgangsteilnehmenden unterstützt oder verringert. Klar ist, sie können eingesetzt werden, um eine Aufgabenstellung automatisch beantworten zu lassen, oder um gesamte Ausarbeitungen generieren zu lassen. LLMs können jedoch auch zur semantischen Suche eingesetzt werden, um zum Beispiel die gesamten Vorschriften der Bundeswehr mit Hilfe von natürlicher Sprache zu durchsuchen und so eine Antwort wesentlich schneller finden zu können. LLMs treiben derzeit die Entwicklung im Bereich KI und werden sich in der Zukunft zu einem unersetzlichen Tool entwickeln. Daher sollte die Nutzung eines LLMs nicht ausgeschlossen werden, sondern vielmehr die gezielte Nutzung ausgebildet werden, um so schnell Antworten zu erhalten und die Effizienz deutlich zu steigern. Ausbilder-orientierte Anwendungen können dazu genutzt werden, Plagiate zu erkennen, Lernmaterialien zu finden und zusammenzufassen, den Klassenraum zu überwachen, um abgelenkte Lehrgangsteilnehmer zu identifizieren und um die Organisation einer Ausbildungsgruppe zu übernehmen.

Es gibt eine nahezu unüberschaubare Menge von Lehrgangsmaterialien – in verschiedenen Formaten und Sprachen, mit unterschiedlichem Zugangsniveau und unterschiedlicher Qualität. Die Herausforderung für Ausbildende und Lehrgangsteilnehmende besteht nicht darin, Inhalte zu finden, sondern einfach hochwertige relevante Inhalte zu finden, die effektiv genutzt werden können. KI kann dazu genutzt werden, das Internet automatisch zu durchsuchen, um diese hochwertigen Inhalte zu finden.

Viele KI-Anwendungen für Ausbilder sind außerdem darauf ausgelegt, Zeit zu sparen. Die Anwendungen können die Organisation um eine Lehrgangsgruppe übernehmen und Lehrplan, Bewertungen, Zeitansatz und die Raumverteilung erledigen, wodurch Ressourcen optimal genutzt werden. Darüber hinaus würde zumindest theoretisch die Möglichkeit bestehen, dass ein Ausbilder mehrere Klassen zur gleichen Zeit betreut. Die KI-Anwendung würde die Ausbildungsaufgaben übernehmen und den Ausbildenden Hinweise geben, welche Gruppen sie besuchen sollten, um dort Hilfestellungen zu leisten.

Für all diese Anwendungen sind riesige Datenmengen nötig, das sogenannte »Big Data«. Dies ermöglicht einerseits eine umfassende Analyse von historischen Schulungsdaten, wodurch Muster und Trends identifiziert werden können, die für die kontinuierliche Optimierung von Schulungsmaterialien entscheidend sind.

KI-Algorithmen können andererseits darauf aufbauend automatisch Schulungsunterlagen erstellen oder vorhandene Materialien anpassen, um sie besser auf die Bedürfnisse der Lernenden abzustimmen.

Insbesondere ermöglicht die Kombination von KI und Big Data eine effektive Wiederverwendung von Schulungsunterlagen.

Durch die Analyse von Lernergebnissen und -präferenzen können Algorithmen identifizieren, welche Materialien besonders effektiv waren und diese gezielt in neuen Schulungskontexten wiederverwenden. Dies führt nicht nur zu einer effizienten Nutzung von Ressourcen, sondern gewährleistet auch eine konsistente und qualitativ hochwertige Trainingsausrichtung.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Anpassung von Schulungsmaterialien an sich ändernde Vorschriften, neue Kompetenzausrichtungen und technologische Entwicklungen. Big Data kann z. B. laufend aktuelle Informationen zu Vorschriften sammeln, während KI diese Daten analysiert, um Schulungsinhalte entsprechend anzupassen. Diese dynamische Anpassung ermöglicht nicht nur die Einhaltung aktueller Vorschriften, sondern auch eine proaktive Ausrichtung auf neue Kompetenzerfordernisse und technologische Entwicklungen.

Insgesamt bietet die intelligente Verknüpfung von KI und Big Data einen innovativen Ansatz zur Qualitätssicherung in der Ausbildung. Durch die automatisierte Erstellung, Wiederverwendung und Anpassung von Schulungsunterlagen sowie die dynamische Ausrichtung von Trainingsinhalten auf aktuelle Anforderungen wird nicht nur die Effizienz gesteigert, sondern auch die Qualität und Relevanz der Bildungsinhalte kontinuierlich verbessert.

Durch die Analyse von Lernergebnissen und -präferenzen können Algorithmen identifizieren welche Materialien besonders effektiv waren und diese gezielt in neuen Schulungskontexten wiederverwenden.

Dies führt zu einer effizienten Nutzung von Ressourcen und einer hochwertigen Trainingsausrichtung.

Viele solcher Anwendungen sind bereits am freien Markt verfügbar!

## Gibt es Quick Wins beim Einsatz von KI?

Viele der obengenannten Anwendungen sind bereits frei am Markt verfügbar, was ihre rasche Implementierung ermöglichen würde. Darüber hinaus verfügt die Bundeswehr über ein intern entwickeltes KI-gestütztes Übersetzungsprogramm, das es den Lehrgangsteilnehmern ermöglicht, auch fremdsprachliche Inhalte nutzen zu können. Zusätzlich dazu könnte in einem geringen Umfang ein Large Language Model, welches ebenfalls intern entwickelt wurde, zur Verfügung gestellt werden. Diese vielfältigen Optionen bieten die Flexibilität, die vorhandenen Ressourcen effektiv zu nutzen und innovative Lösungen anbieten zu können.

## Welche Voraussetzungen es bei der Nutzung von KI in der Ausbildung gibt.

Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz von KI in der Ausbildung sind allgemein eine solide technologische Infrastruktur, Datenschutzvorkehrungen und die Schulung zur Nutzung der Technologie.

Voraussetzungen für KI:

- **Datenqualität und -zugang:** Hochwertige und zugängliche Daten sind entscheidend, um aussagekräftige Empfehlungen zu generieren.
- **Algorithmen und Modelle:** Fortschrittliche KI-Algorithmen und -modelle sind erforderlich, um Muster im Datenmaterial zu erkennen und personalisierte Vorschläge zu erstellen.
- **Rechenleistung:** Eine ausreichende Rechenleistung ist notwendig, um komplexe KI-Analysen in Echtzeit durchzuführen.
- **Datenschutz und Sicherheit:** Angemessene Sicherheitsvorkehrungen und Datenschutzrichtlinien müssen implementiert werden, um die Privatsphäre der Lernenden zu schützen.

Voraussetzungen für Big Data:

- **Dateninfrastruktur:** Eine gut entwickelte Infrastruktur für die Speicherung und Verwaltung großer Datenmengen ist unerlässlich.
- **Analysewerkzeuge:** Leistungsstarke Analysetools sind erforderlich, um Muster und Zusammenhänge in den Daten zu identifizieren.
- **Datenqualität:** Gleichermaßen wie bei KI ist eine hohe Datenqualität entscheidend für aussagekräftige Ergebnisse.
- **Datenschutz und Compliance:** Angemessene Sicherheitsmaßnahmen und die Einhaltung von Datenschutzbestimmungen sind notwendig, um die Integrität der Daten zu gewährleisten.

## Welche Herausforderungen berücksichtigt werden müssen.

Der Einsatz von KI in der Ausbildung erfordert eine Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Trends:

**Demografischer Wandel:** In den nächsten 10 Jahren geht im Schnitt 30 % der Belegschaft in Rente und ca. 90% eines Organisationswissen ist nicht dokumentiert: KI kann

dabei helfen, das Organisationswissen einfacher einzufangen und für digitale Lernvorgänge vorzubereiten.

**Fachkräftemangel:** Der anhaltende Fachkräftemangel, erhöht die Heterogenität der Bewerberinnen und Bewerber in Skills und Sprachfähigkeit: KI kann unterstützen bei der Erstellung von binnendifferenzierendem digitalem Lehrmaterial und beim adaptiven, KI-gestützten Ausspielen von Inhalten. Um diesem Mangel vorzubeugen, muss auch auf Quereinsteiger zurückgegriffen werden. Um diesen den Einstieg zu erleichtern, müssen Dienstposten zur Erstellung von KI-Inhalten mit etablierten Begriffen der Industrie ausgezeichnet werden. Durch die KI-gesteuerte Transformation der Sprachübersetzung könnten anfängliche Sprachbarrieren von ausländischen Fachkräften bald der Vergangenheit angehören und eine Kommunikation über sämtliche Sprachbarrieren könnte schon bald Realität werden.

**Aufmerksamkeitsspanne:** Die zunehmende Datenflut und der Kommunikationstrend zu immer kürzeren Nachrichten reduzieren kontinuierlich unsere Aufmerksamkeitsspanne, die aktuell bei 8 Sekunden liegt. Lange Texte, Videos und Audios können in Minuten mit KI in Microlearnings umgewandelt werden.

**Wissensexplosion:** Laut IBM verdoppelt sich unser weltweites Wissen alle 11–12 Stunden und laut Cisco verbringen Mitarbeitende ca. 1,5–2 Stunden am Tag mit der Suche nach Informationen in den firmeneigenen Dokumenten und Kommunikationskanälen. Mit KI lässt sich inzwischen eine intelligente Wissenssuche, eine Art »Organisations-GPT« aufbauen.

**Sprachfähigkeit:** Mit zunehmendem Zuwachs von Bewerberinnen und Bewerbern mit Migrationshintergrund muss bei der digitalen Wissensvermittlung auch die Sprachfähigkeit mitberücksichtigt werden. Es gibt bereits erste Ansätze, mit KI auch Sprachniveauevarianten (A1-C1) zu erzeugen.

KI als Schlüsseltechnologie erfordert neben der Technologie auch qualifiziertes Personal. Dazu muss ein passendes Ausbildungskonzept für Auszubildende und Nutzende erarbeitet werden. Das qualifizierte Personal muss Daten, Technologie und Softwareerstellung verbinden können, dabei aber rechtliche und ethische Vorgaben als Grundprinzipien verinnerlichen. Es muss ein Ausbildungskonzept erstellt werden, wodurch allen im Bereich IT tätigen Personen sowie allen Nutzenden von KI-Verfahren in der Bundeswehr eine Grundqualifikation im Bereich KI vermittelt wird.

Eine solche Grundqualifikation ist notwendig, um die Bundeswehr zu befähigen, mögliche Innovationen durch KI-Verfahren in ihren jeweiligen Arbeitsbereichen zu erkennen. Vorbehalte gegenüber KI werden durch offene und transparente Kommunikation über den zukünftigen Einsatz von KI abgebaut. In jedem Fall werden die eingesetzten KI-Systeme mit dem Ziel entwickelt, Entscheidungsvorschläge nachvollziehbar zu machen (Explainable AI). Dies fördert Vertrauen und Verständnis für die KI und ermöglicht es, ethische Standards einzuhalten.

Die Nutzung von KI in der Ausbildung bedingt die Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Trends: Fachkräftemangel, Aufmerksamkeitsspanne, Sprachfähigkeit, Wissensexplosion

## Was der zu erwartende Nutzen für den Einsatz von KI in die Ausbildung Bundeswehr ist.

Die Integration von KI in die Ausbildung bei der Bundeswehr könnte zu einer präzisen Anpassung von Trainingsprogrammen an individuelle Kompetenzen führen, wobei der erwartete Nutzen sich in langfristigen Verbesserungen der Einsatzbereitschaft und Effektivität der Streitkräfte manifestiert. Auch sind Kosteneinsparungen möglich, da teure klassische Ausbildung minimiert werden kann.

Die Bundeswehr kann, wie jede andere zivile Organisation, erheblich vom Einsatz von KI in der Ausbildung profitieren. Durch den Einsatz von KI-gestützten Lernplattformen können, wie oben beschrieben, personalisierte Schulungsinhalte bereitgestellt werden, die sich an den individuellen Bedürfnissen der Lehrgangsteilnehmer orientiert. Zudem ermöglicht die automatisierte Auswertung von Lernfortschritten eine effiziente Leistungsbewertung. Darüber hinaus unterstützt KI-gesteuerte Analytik bei der Identifizierung von Wissenslücken und der Optimierung von Lehrgangsplänen. Durch die Integration von Sprach- und Bilderkennungstechnologien können die Interaktion und das Feedback während des Lernens verbessert werden.

Der vielfältige Nutzen von KI in der Ausbildung wird am Beispiel einer konkreten digitalen Ausbildungsmethode besonders deutlich:

### **Vorteile der KI am Beispiel von XR-Training:**

Die Zukunft des Trainings in der virtuellen Realität ermöglicht auch den Einsatz von KI. Hier sind einige Anwendungsfälle, wie wir in Zukunft KI für VR-Training nutzen werden:

- 1. Intelligente virtuelle Agenten:** Die Integration intelligenter virtueller Agenten in das VR-Training kann den Teilnehmern realistischere und dynamischere Interaktionen bieten. Diese Agenten können aus den Handlungen der Teilnehmenden lernen und Echtzeit-Feedback und Anleitung bieten, um ein persönlicheres Trainingserlebnis zu schaffen.
- 2. Adaptives Lernen:** Durch den Einsatz von KI-Algorithmen zur Analyse der Leistung der Teilnehmenden kann das VR-Trainingsprogramm sich an die individuellen Bedürfnisse anpassen. Dies ermöglicht es den Teilnehmenden, sich auf Bereiche zu konzentrieren, in denen sie mehr Übung benötigen, und ihre Fähigkeiten effizienter zu verbessern.
- 3. Natürliche Sprachverarbeitung:** Durch die Integration von Technologie zur natürlichen Sprachverarbeitung in VR-Trainingsprogramme können die Teilnehmenden Kommunikationsfähigkeiten mit virtuellen Charakteren in realistischen Szenarien üben. Dies kann besonders nützlich für Polizei- und Militärpersonal sein, die in hochstressigen Situationen effektiv kommunizieren müssen.

KI in der Ausbildung birgt diverse Vorteile, u.a. eine zielgerichtete, effiziente und personalisierte Lernumgebung zu schaffen.



- 4. Vorhersageanalysen:** KI kann große Mengen an Schulungsdaten analysieren, um Muster und Trends zu identifizieren, die dazu beitragen, Schwachstellen und Bereiche zu identifizieren, in denen zusätzliche Schulungen erforderlich sind. Dies kann Trainern und Teilnehmenden helfen, fundiertere Entscheidungen darüber zu treffen, wo sie ihre Anstrengungen konzentrieren sollen.
- 5. Kognitive Bewertung:** Durch die Analyse der kognitiven Fähigkeiten und Persönlichkeitsmerkmale eines Teilnehmers kann KI Trainern bei der Gestaltung eines effektiven Trainingsprogramms helfen, das die Stärken und Schwächen des Teilnehmers berücksichtigt. Dies kann sicherstellen, dass alle Teilnehmenden das Training erhalten, das sie benötigen, um erfolgreich zu sein.
- 6. Szenario-Erstellung:** KI kann bei der Erstellung realistischerer und komplexerer Szenarien für das VR-Training helfen, indem sie reale Daten analysiert und diese Informationen in das Trainingsprogramm integriert. Dies kann den Teilnehmenden helfen, die Fähigkeiten zu entwickeln, um schwierige und dynamische Situationen zu bewältigen, die sie im Einsatz erleben können.

## Wie KI Erfahrungen oder Wissen konservieren und in Lerninhalte wandeln kann.

Rund 90 % eines Organisationswissens ist nicht dokumentiert. Dieses sogenannte implizite Wissen birgt aber jegliche Art von persönlichen Erfahrungsschätzen, die für die Ausbildung von hoher Relevanz sind. Wissensträger wissen allerdings meistens nicht mehr alles, was Sie wissen. Die Aufforderung »Schreib mal alles auf, was Du weißt« ist dann meistens ein schwieriges Unterfangen.

KI kann im Dialog eine Art persönliche Wissenslandkarte erarbeiten. Das Wissen kann dabei gesprochen werden (damit ist die Hürde viel geringer als beim Schreiben) und dann von der KI in gut formulierte Microlearnings (in unterschiedlichen Sprachniveaus) und in Fragen entlang von Kompetenzmodellen digital konserviert und für alle, die ähnliche Tätigkeiten haben, wieder abgerufen werden.

Auch die Umformulierung ist wichtig: denn bei sogenanntem User Generated Content fehlt potenziell die Didaktik-Kompetenz, welche dann durch eine Art »Übersetzungsdienst« von der KI geliefert wird. Dabei hilft es, wenn KI-Systeme beim Ausspielen von Inhalten ihre Qualität und Komplexität messen.

## Fazit

Insgesamt bietet die Integration von KI in die Ausbildung immense Möglichkeiten, den Bildungsbereich zu revolutionieren und eine zielgerichtete, effiziente und personalisierte Lernumgebung zu schaffen. Es ist jedoch entscheidend, die gesellschaftlichen Auswirkungen und ethischen Herausforderungen im Auge zu behalten, um einen verantwortungsbewussten Einsatz dieser bahnbrechenden Technologie sicherzustellen. Auch muss eine gesamtgesellschaftliche Akzeptanz zum Einsatz von KI vorhanden sein. KI wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten die vielfältigen und zunehmend digitalisierten Prozesse und Verwaltungsabläufe der Bundeswehr beeinflussen und verändern. Hier sind ebenfalls vielfältige Synergiepotenziale zu anderen großen Verwaltungsorganisationen des Bundes und der Länder zu erschließen. Digitale Entscheidungsvorschläge von KI-Verfahren sind soweit möglich einfach nachvollziehbar zu gestalten (Prinzip der Explainable AI). Dies ermöglicht Menschen, die ein KI-Verfahren verwenden, im konkreten Fall eine fundierte Entscheidung zu treffen und unterstützt längerfristig die Vertrauenswürdigkeit des Verfahrens.

## 4. Zusammenfassende Betrachtung und deren Auswirkungen auf die zugrundeliegende Methodik bzw. Didaktik

### Auswirkungen auf die Didaktik: Wie man es schafft, die Lernenden nicht aus dem Auge zu verlieren.

Die Bundeswehr sieht seit 2021 die Möglichkeit vor, Ausbildungen kompetenzorientiert zu gestalten. Didaktische Basis für diese Art der Ausbildung ist ein gemäßigter Konstruktivismus. Vereinfacht gesagt bedeutet dieser didaktische Ansatz, dass alle Menschen ihre Umwelt sehr individuell wahrnehmen und so jeder Mensch sein eigenes Bild der Welt »konstruiert«. Konsequenterweise müsste jede Art der Ausbildung individuell ausgerichtet sein, sodass Kompetenzen entwickelt und optimiert werden können. Das ist mit herkömmlichen Ausbildungen oft nur schwer leistbar, da die Kompetenzorientierung die Handlungsorientierung einschließt und Handlungen bzw. Aufgaben in der Realität oft nicht darstellbar sind – z. B., weil sie zu gefährlich sind oder Aufwand und Nutzen in keinem akzeptablen Verhältnis stehen.

Daher ist die Digitalisierung der Ausbildung ein extrem wichtiger Schritt zur Individualisierung und damit zur Kompetenzorientierung. Denn Digitalisierung – z. B. in Form von Extended Reality (XR) – ermöglicht individuell abgestimmte Szenarien, in denen Menschen sehr gezielt ihre Schwächen abstellen, Stärken verbessern und somit ihre Kompetenzen erweitern können. Und genau darum geht es bei der kompetenzorientierten Ausbildung.

Es existiert mittlerweile eine Vielzahl an Beispielen in der Ausbildung, die diesem didaktischen Ansatz folgen. Dazu gehört unter anderem die Kooperative Computerunterstützte Ausbildung (KoCUA) für die Team-Ausbildung des Personals für die Verlegung von Schnellbrückensystemen wie die Amphibie M3 oder die Faltschwimmbrücke. Mit ihr lassen sich Szenarien in wenigen Minuten vom Ausbildungspersonal konfigurieren, sodass die Auszubildenden sehr schnell und ohne aufwändige Vorarbeiten in die Situationen versetzt werden können, die gezielt auf ihre Stärken und Schwächen abzielen, z. B. indem die Fahrzeuge bereits im Wasser sind und zeitraubende Nacharbeiten wie Pflege und Wartung entfallen.

Die Digitalisierung der Ausbildung ist ein extrem wichtiger Schritt zur Individualisierung und damit zur Kompetenzorientierung bei Lernenden.

Dazu bedarf es eines integralen Verständnisses über die Wahrnehmung von Sinneseindrücken und Verarbeitung von Informationen bei Menschen.

Ein weiterer wichtiger Schritt in Bezug auf die Didaktik ist das »Adaptive Lernen«, also das individuell angepasste Lernen. Es verfolgt den Zweck, Lerninhalte und -materialien den Auszubildenden so zur Verfügung zu stellen, dass deren Bedarfen abhängig von Stärken und Schwächen optimal nachgekommen wird. Ob für das adaptive Lernen tatsächlich der Einsatz von Künstlicher Intelligenz erforderlich ist, ist noch nicht abschließend geklärt, darf aber vermutet werden.

## Wie ein Schutz vor kognitiver Überlastung gelingen kann

Bei all den gewinnbringenden Effekten, die durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Systemen auch in der Ausbildung zu erwarten sind, dürfen jedoch auch die Risiken nicht ausgeblendet werden. Lernen erfolgt maßgeblich durch die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen durch die Lernenden und findet damit ungeachtet aller Digitalisierung noch immer im Kopf statt. Die Kapazität des Menschen zur Verarbeitung von Informationen kann mit der rasanten Zunahme der zur Verfügung stehenden Informationen nicht mithalten. Das muss bei der Einführung neuer digitaler Systeme generell, aber insbesondere auch in der Lehre und Ausbildung berücksichtigt werden. Der maßlose Einsatz digitaler Geräte kann zu Reizüberflutung und Überforderung der Nutzenden führen und in letzter Konsequenz dem Ausbildungserfolg sogar im Wege stehen.

Digitale Einflüsse sind daher auf das zur Erreichung des Ausbildungszieles notwendige Maß zu reduzieren und nur dort einzusetzen, wo sie tatsächlich einen Mehrwert bringen. Bei aller Faszination für neue Technologie darf ihr Einsatz nie Selbstzweck sein. Im Mittelpunkt steht noch immer der Mensch und das individuell erzielte Ausbildungsergebnis.

Es braucht also ein integrales Verständnis über die Wahrnehmung von Sinneseindrücken und Verarbeitung von Informationen, sprich vom Menschen selbst. User Driven Development darf daher nicht bloßes Buzzword sein, sondern muss auch und gerade bei zunehmender Digitalisierung und Automatisierung stets das Ziel jeglicher Produkt- und Systementwicklung sein.

Sowohl bei der Individualisierung der Ausbildung im Hinblick auf individuelle Wahrnehmung und Lerntypen als auch der Reduzierung der Informationsmenge kommen technischen Lösungen wiederum durchaus Potenziale zu. Wurde oben bereits zu den Möglichkeiten des adaptiven Lernens ausgeführt, so soll an dieser Stelle noch auf das Potenzial der Filterung und Priorisierung von Informationen eingegangen werden. Insbesondere durch selbstlernende Systeme könnte zukünftig die Auswahl der individuell benötigten Lerninhalte und deren Präsentationsform anhand der von den Systemen selbst gesammelten Erfahrungen unmittelbar und stetig verbessert werden. Dies wird eine Evaluation der Ausbildung durch die Auszubildenden und das Ausbildungspersonal selbst zwar nicht ersetzen, kann die Geschwindigkeit und den Detailgrad von Anpassungen jedoch erheblich erhöhen.

# 5. Fazit und Ausblick

## Worin der Mehrwert digitaler Ausbildung für die Bundeswehr liegt.

Die Frage nach dem Mehrwert stellt sich im Grunde nicht. Die Digitalisierung der Ausbildung und damit ein zeit- und ortsunabhängiges und in der Konsequenz selbstbestimmtes Lernen wird mittlerweile von der Gesellschaft gefordert. Will die Bundeswehr als attraktiver und zukunftsfähiger Arbeitgeber wahrgenommen werden, muss sie ihr Ausbildungssystem zeitgemäß ausgestalten. Dabei nimmt die Digitalisierung großen Raum ein.

Der Mehrwert einer digitalisierten Ausbildung erstreckt sich dabei sowohl auf die Lernenden als auch auf die Lehre und die Bundeswehr als Organisation selbst. Frühere leitende Argumente wie Kosten durch die Einsparung von Reise- und Infrastrukturkosten sind mittlerweile in den Hintergrund getreten und wurden von einer nachhaltigeren Kompetenzvermittlung verdrängt. Die Effizienz für den Einzelnen steigt zudem durch die Möglichkeit, Schulungen flexibel und in individuellem Tempo durchzuführen, angepasst auf verschiedenen Lerntypen. So wird die Entwicklung des persönlichen Profils gefördert und Lehrende und Lernende können den Fokus auf die Herausbildung spezifischer Fähigkeiten legen. Wissens- und Informationsmanagement, kollaboratives Arbeiten und selbstbestimmtes Lernen lassen sich nur durch eine umfangreiche Digitalisierung des Ausbildungssystems erreichen.

## Der Ausblick auf die digitale Ausbildung bis ins Jahr 2030.

- Umsetzung des Rüstungsprojektes »VLBw«
- Modulare Erweiterung der VLBw, hier zum Beispiel XR
- Erarbeiten einer Datenstrategie »Ausbildung Bundeswehr« (Standards definieren)
- Entwickeln von Textbausteinen zum Thema »Digitale Ausbildung« für Phasendokumente im CPM (Stichwort: Digitaler Schatten und Digitaler Zwilling)
- Ausbau der Digitalisierung der Truppen- und Teamausbildung (Truppenübungsplätze, Simulation etc.)

Bitkom vertritt mehr als 2.200 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

Bitkom e.V.

Albrechtstraße 10

10117 Berlin

T 030 27576-0

[bitkom@bitkom.org](mailto:bitkom@bitkom.org)

[bitkom.org](https://www.bitkom.org)

**bitkom**