

Schlachtfeld der Zukunft: technologisch, ungreifbar und allgegenwärtig

Ein KI-Symbolbild eines Soldaten, der von zwei autonomen Fahrzeugen begleitet wird: Wie wird sich die Armee der Zukunft zwischen Menschen und Maschinen zusammensetzen? Bild: VBS

Hightech und Lowtech schaffen ein strategisches Gleichgewicht zwischen technologischer Stärke und Anpassungsfähigkeit. Sie existieren auf dem modernen Schlachtfeld nebeneinander. Streitkräfte sind gezwungen, beide Ansätze zu kombinieren, um Kosten zu optimieren und die Verfügbarkeit von Systemen zu maximieren.

[Quentin Ladetto, Kilian Wasmer, Pascal Vörös](#)

Traditionell bezeichnet das Schlachtfeld einen physischen Raum, in dem bewaffnete Auseinandersetzungen zwischen entgegengesetzten militärischen Kräften stattfinden. Bisher war dies oft durch klare Frontlinien gekennzeichnet, bei denen der Feind vorne und der Freund hinten stand. In diesem klassischen Rahmen stehen sich Land-, See- und Luftstreitkräfte mit festgelegten Einsatzregeln und spezifischen, abgegrenzten Operationsgebieten gegenüber. Dieses Modell stellt einen Raum der Konfrontation dar, in dem die Besetzung von Territorien und die Kontrolle von Ressourcen im Mittelpunkt militärischer Strategien stehen.

Wandel als Kennzeichen

Heutzutage erstreckt sich das Schlachtfeld weit über die traditionellen physischen Räume hinaus. Es umfasst nun auch immaterielle, digitale, informative und wirtschaftliche Dimensionen, in denen die Grenzen zwischen Regionen und Ländern, aber auch zwischen Krieg und Frieden ver-

schwimmen. Zu modernen Konflikten gehören immer stärker Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen. Aber auch Informationskriege, die die öffentliche Meinung beeinflussen sowie wirtschaftlich und politisch destabilisieren.

Das Schlachtfeld der Zukunft konstituiert somit den Begriff des Schlachtfelds neu. Es umfasst die Integration aufkommender Spitzentechnologien wie künstliche Intelligenz (KI), autonome Roboter, Cybersicherheit, biometrische Überwachung usw. Zu beobachten sind auch Entwicklungen zur Steigerung der menschlichen Leistungsfähigkeit. Oder die Einbindung verschiedener Akteure, die über die Nationalstaaten hinausgehen, wie beispielsweise Unternehmen, Einzelpersonen und zivile Institutionen. Durch diese Entwicklungen wird das Schlachtfeld universeller und berührt potenziell alle Aspekte der Gesellschaft.

Als Technologiekompetenzzentrum des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Zivilschutz und Sport (VBS) stellt Armasuisse Wissenschaft und Technologie (W+T) sicher, dass das VBS und insbesondere die Armee über das richtige Wissen verfügen. Es geht darum, die Technologien in den Systemen und Waffen nicht nur von

heute, sondern auch von morgen zu antizipieren, zu bewerten und zu beherrschen. Die Herausforderung besteht darin, nicht nur die Chancen, sondern auch die Bedrohungen abzuschätzen, die mit diesen Technologien verbunden sind.

Zivile und militärische Bereiche verschmelzen

Angesichts moderner hybrider Konflikte richtet das VBS die technologischen Investitionen im besten Interesse der Schweiz aus. Armasuisse unterstützt die Landesverteidigung, indem sie den Zugang zu kritischen, auf die schweizerischen Besonderheiten zugeschnittenen Technologien sicherstellt. Durch technologische Überlegenheit und Innovation zugunsten der nationalen Sicherheit trägt sie auch zur Unabhängigkeit und Widerstandsfähigkeit der Schweiz in einem internationalen Kontext bei.

Die Unsicherheit und die Komplexität zukünftiger Konflikte werden durch die Geschwindigkeit des technologischen Fortschritts und die zunehmende Verschmelzung der zivilen und militärischen Bereiche verstärkt. Diese Entwicklungen machen Bedrohungen unberechenbarer und realistische Szenarien zu antizipieren noch schwieriger. Um diese Herausforderung zu meistern, muss man sich – manchmal in Science-Fiction-Manier – das schwer Denk- und Fassbare vorstellen. Mit dem Forschungsprogramm der Technologie-

früherkennung hat Armasuisse W+T Instrumente zur Antizipation geschaffen. Sie helfen dabei, Strategien für die Zukunft zu entwerfen, die auf technologische Entwicklungen ausgerichtet sind.

Hightech: automatisiert und letal

Digitale Technologien verändern militärische Strategien und beschleunigen jeden Schritt des sogenannten OODA-Zyklus (englisch für Observe, Orient, Decide, Act; also Beobachten, Orientieren, Entscheiden, Handeln) erheblich. Sie ermöglichen eine bisher nicht gekannte Handlungsgeschwindigkeit, eine höhere Präzision und eine grössere physische Distanz zwischen den Entscheidungszentren und dem Schlachtfeld. Durch die Integration schneller Beobachtungs- und Zielerfassungsfähigkeiten erkennen und analysieren die Streitkräfte beispielsweise Bedrohungen in Rekordzeit aus der Ferne, was eine effizientere taktische Ausrichtung gewährleistet. Darüber hinaus werden die neuen Technologien auf der Grundlage der Beobachtungen quantifizierbare Vorhersagen über die Entwicklung möglicher Szenarien sowie deren Folgen ermöglichen.

Beispielsweise verdeutlicht die laufende Entwicklung neuer Hyperschallwaffen, die mit fünffacher Schallgeschwindigkeit fliegen können, diesen Fortschritt. Diese Waffen treffen strategische Ziele mit extremer Geschwindigkeit und Präzision, durchdringen feindliche Verteidigung nahezu ohne Gegenwehr und verkürzen die Zeit vom Ent-

scheid zum Eingreifen bis zur Ausführung drastisch.

Ein weiteres Beispiel sind taktische Netzwerke der nächsten Generation, wie zum Beispiel Ad-hoc-Mesh-Netzwerke. Dabei handelt es sich um drahtlose Netzwerke, in denen alle Geräte direkt miteinander kommunizieren, ohne dass eine zentrale Infrastruktur wie ein Router erforderlich ist. Jedes Gerät fungiert als Knotenpunkt und überträgt Daten an andere Geräte, wodurch ein flexibles, selbstorganisierendes Netzwerk entsteht. Sie sind so konzipiert, dass sie eine robuste und sichere Kommunikation zwischen mobilen Einheiten ermöglichen. Durch mobile Relais und ein dynamisches Routing, das die Möglichkeiten von Satelliten einbezieht, gewährleisten diese Netze eine kontinuierliche Datenübertragung, auch wenn es keine herkömmliche Abdeckung gibt. Sie ermöglichen eine Echtzeit-synchronisation zwischen den verschiedenen Einsatzgebieten und führen zu einem ständigen und kontinuierlichen Kontakt zwischen den Kommandozentralen und dem Einsatzgebiet.

Diese Innovationen versprechen einerseits eine höhere Sicherheit der Militärangehörigen, indem sie sie von den tödlichen Gefahren des Schlachtfelds fernhalten. Andererseits verbessern sie die Geschwindigkeit und Genauigkeit von Operationen und gewährleisten so eine strategische Überlegenheit in immer komplexeren Umgebungen. Eine starke Abhängigkeit von diesen Technologien sowie ihr Energieverbrauch bergen jedoch Risiken. So können beispielsweise Cyberangriffe kritische Systeme kompromittieren und die Streitkräfte ihrer wichtigsten

Werkzeuge berauben. Darüber hinaus verkürzt die Beschleunigung des Entscheidungsfindungsprozesses mithilfe von künstlicher Intelligenz die Bedenkzeit, wodurch das Risiko von Fehlentscheidungen oder Kollateralschäden potenziell steigt. Die schnelle Entwicklung dieser Technologien und die Herausforderungen beim Unterhalt machen ihre Integration komplex und erfordern erhebliche Ressourcen, um ihre langfristige Wirksamkeit zu gewährleisten.

Ein oft vernachlässigter Aspekt bei der Entwicklung dieser Technologien ist ihre Akzeptanz durch die Menschen, die sie nutzen sollen. Eine Technologie mag zwar revolutionär sein, doch ihre tatsächliche Durchsetzung und ihr disruptiver Einfluss hängen davon ab, ob sie im jeweiligen Kontext passend und sinnvoll eingesetzt wird.

Lowtech: einfach und belastbar

Obwohl Hightech-Fortschritte das Schlachtfeld zweifellos prägen, sind Lowtech-Strategien nach wie vor entscheidend, um in modernen Kriegsszenarien Widerstandsfähigkeit und Effizienz sicherzustellen. Redundanz und Einfachheit analoger Geräte haben eine entscheidende Schutzfunktion. Sie verhindern eine übermässige Abhängigkeit von digitalen Netzwerken und gewährleisten eine grundlegende Kontrolle über die Operationen.

Beispielsweise erhöht die Verwendung von topografischen Papierkarten, Kompassen und analogen Kommunikationsgeräten im Falle eines technologischen Versagens oder bei Energieknappheit die Sicherheit. Eine weitere Schlüsselmaßnahme zur Aufrechterhaltung der langfristigen Einsatzfähigkeit ist das technologiefreie Training von Soldaten in Geländen, in denen sie ohne digitale Unterstützung Überlebens- und Kampffähigkeiten üben.

Lowtech-Strategien spielen daher eine wichtige Rolle bei der Stärkung der Widerstandsfähigkeit, wobei die bloße Ressourcenschonung in einem sicherheitsrelevanten Kontext eher zweitrangig ist. Dieser Ansatz fördert vielmehr die strategische Flexibilität, da er den Streitkräften einen effektiven Betrieb auch ohne Spitzentechnologien ermöglicht. Lowtech-Lösungen fördern pragmatische und flexible Ansätze, die technologische Innovationen ergänzen und die Einsatzbereitschaft auch bei unerwarteten Ereignissen sichern.



Technologische Trends, die im langfristigen Forschungsplan von Armasuisse berücksichtigt und im Bericht des Projekts «AnticipaTech» dargestellt werden, unter dem Motto von Armasuisse W+T «Anticipate, Inspire, Inform, Instruct, Impact» (AI4). Bild: anticipattech.com

Diese beiden Aspekte, Hightech und Lowtech, schaffen ein strategisches Gleichgewicht zwischen technologischer Stärke und Anpassungsfähigkeit. Sie existieren auf dem Schlachtfeld nebeneinander, weil jede Technik ihre eigenen Stärken und Schwächen hat. Hightech-Systeme bieten enorme Leistungsfähigkeit und Präzision, sind aber teuer und oft weniger robust gegenüber Ausfällen oder Ressourcenknappheit. Lowtech-Ansätze hingegen sind meist kostengünstiger, zuverlässiger und flexibler, was sie anpassungsfähiger in herausfordernden Situationen macht. Somit sind Streitkräfte gezwungen, beide Ansätze zu kombinieren, um Kosten zu optimieren und die Verfügbarkeit von Systemen zu maximieren; sowohl innerhalb der eigenen Armee als auch im Hinblick auf die Taktiken der Gegner.

Permanenter und universeller Kriegsraum

Das Schlachtfeld der Zukunft wird weit über die traditionellen Kampfzonen hinausgehen und sich in einen universellen und permanenten Kriegsraum verwandeln, in dem die Grenzen zwischen ziviler und militärischer Sphäre verschwimmen. In diesem Kontext wird jeder technologische Fortschritt, selbst wenn er aus dem zivilen Sektor stammt, zu einer potenziellen Waffe. Ein Krieg wird sich daher auf alle Aspekte der Gesellschaft ausdehnen und einen Zustand ständiger Anspannung und Bereitschaft schaffen, der den Begriff des Krieges neu definieren wird.

Die Dual-Use-Technologie ist ein Paradebeispiel für diese Entwicklung. Sie macht viele zivile Innovationen sofort für militärische Zwecke nutzbar, sei es in den Bereichen Kommunikation, Cybersicherheit, Robotik oder künstliche Intelligenz. Das Schlachtfeld der Zukunft bedeutet auch, dass Patentanwälte und Wirtschaftsanwälte sich zunehmend mit Fragen zu Regulierung, Haftung, Exportkontrollen und gesellschaftlicher Verantwortung auseinandersetzen müssen. Diese komplexen Fragestellungen erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit, um die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung dieser Technologien in zivilen und militärischen Kontexten zu definieren. Auch können beispielsweise zivile Telekommunikationsnetze wie 5G oder private Satellitenkonstellationen zur Unterstützung von Verteidigungsoperationen beschlagnahmt werden.

Diese Konvergenz zwischen ziviler und militärischer Nutzung bedeutet, dass jede

strategische Infrastruktur, ob öffentlich oder privat, im Konfliktfall zu einem militärischen Machthebel oder einer Schwachstelle werden könnte. So könnte – und wird – jede Innovation, die für die zivile Nutzung entwickelt wurde, missbraucht werden, wenn sie dem Gegner einen Vorteil bietet.

Der universelle und permanente Kriegsraum der Zukunft dehnt sich damit auch auf wirtschaftliche und informationstechnische Dimensionen aus und schafft heimtückischere Konflikte, die jedoch ebenso einschneidend sind. Der Wirtschaftskrieg wird durch Manipulationen der Finanzmärkte, verschleierte Sanktionen oder Cyberangriffe auf kritische Lieferketten geführt, die Volkswirtschaften ohne direkte bewaffnete Konfrontation schwächen. Der Informationskrieg seinerseits wird die öffentliche Wahrnehmung über soziale Netzwerke oder Desinformationskampagnen manipulieren und Instabilität, Misstrauen und Missgunst streuen. Diese unsichtbaren Konflikte, deren Angriffe im Stillen stattfinden, werden dauerhafte Auswirkungen haben und einen Zustand des ständigen Krieges herbeiführen, in dem sich künftige Gesellschaften bewegen.

Gezielte Attacken mit grosser Wirkung

Künftige Konflikte werden zudem von der zunehmenden Interdependenz technologischer Systeme geprägt sein, die als sogenannte «System of Systems» organisiert sind, wobei jede Komponente von anderen Elementen abhängt, um die Stabilität des Ganzen aufrechtzuerhalten. Diese Struktur schafft grosse Schwachstellen und potenzielle kaskadenartige Störungen in kritischen Sektoren wie Energie, Verkehr oder Kommunikation. Die weltweite Abhängigkeit von Halbleitern, die sich auf einige wenige Regionen konzentriert, ist ein konkretes Beispiel für diese Schwachstellen. Auf dem Schlachtfeld der Zukunft wird jedes miteinander verbundene Element zu einem potenziellen Angriffspunkt, an dem eine gezielte Aktion Folgen haben kann, die weit über das ursprüngliche Ziel hinausgehen.

Diese gegenseitige Abhängigkeit und die durchlässigen Grenzen zwischen Zivilem und Militärischem definieren die Begriffe Krieg und Frieden neu. In dieser Zukunft des universellen und permanenten Kriegsraums wird es immer schwieriger, zu wissen, wo ein Konflikt beginnt und wo er endet. Jeder Aspekt der Gesellschaft, von der technologi-

schen Infrastruktur bis hin zu den Informationsnetzen, wird zu einer potenziellen Konfliktkomponente, die erhöhte Wachsamkeit und ständige Bereitschaft erfordert, um die nationalen Interessen zu schützen, selbst wenn es keinen erklärten Krieg gibt.

Strategische Wachsamkeit notwendig

In einer Welt des ständigen technologischen Wandels erfordert die Vorbereitung auf die Konflikte von morgen eine beispiellose strategische Wachsamkeit. Für ein Land wie die Schweiz besteht die Frage nicht mehr nur darin, mit der Entwicklung von Innovationen Schritt zu halten, sondern die Auswirkungen dieses Wandels zu antizipieren. Nur so kann die Schweiz ihre nationalen Interessen sichern. Technologische Fortschritte bringen zwar Lösungen mit sich, schaffen aber auch Verwundbarkeiten. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, Abhängigkeiten zu verringern und gleichzeitig die Verteidigungsansätze anzupassen.

Das Schlachtfeld der Zukunft erstreckt sich bis in die Klassenzimmer, wo die Bildung zu einem zentralen Pfeiler der nationalen Sicherheit wird. Die Bürger auf ein kritisches Verständnis von Technologien vorzubereiten, wird sie in die Lage versetzen, auf die Bedrohungen von morgen zu reagieren, seien sie nun sichtbar oder unsichtbar. Angesichts einer Zukunft, in der die Grenzen zwischen Frieden und Krieg verschwimmen, wird sich nur eine informierte und geeinte Gesellschaft, die die technologischen Herausforderungen beherrscht, den Herausforderungen von morgen entgegenstellen können. Wie der 33. Präsident der Vereinigten Staaten, Harry Truman, so treffend sagte: «Bildung ist unsere erste Verteidigungslinie.» Sorgen wir jedoch dafür, dass sie nicht die einzige ist.



Dr. sc. EPFL Quentin Ladetto
Forschungsprogrammleiter
Technologiefrüherkennung,
Armasuisse W+T
3602 Thun



Dr. sc. Kilian Wasmer
Teamleiter Antizipation
Armasuisse W+T
3602 Thun



M.A. HSG Pascal Vörös
Stabschef
Armasuisse W+T
3602 Thun