



Neun Handlungsfelder der Verteidigungstransformation

Digital- und Cyber-Kompetenzen sowie
politische Voraussetzungen

Inhalte

Executive Summary	03
Vertiefung	06
Fazit	17
Endnoten	18
Kontakte	19

Executive Summary

Deutschland ist auf dem Weg, seine Verteidigungsfähigkeit und Resilienz entscheidend zu stärken. Die neuen Finanzmittel für Verteidigung und Infrastruktur können einen großen Effekt auf Sicherheit und Verteidigung haben, werden aber auch die wirtschaftlichen Strukturen und Leistungsfähigkeit prägen. Viel wird davon abhängen, wie die Mittel ausgegeben werden. In dieser Publikation betrachten wir neun Bereiche, die im Mittelpunkt der Überlegungen zur Verwendung der Investitionen stehen sollten, weil sie einerseits die Verteidigungsfähigkeit, andererseits aber auch die ökonomischen Folgeeffekte stark beeinflussen.

Die deutsche Politik hat beschlossen, hohe Mittel für Verteidigung und Infrastruktur über die nächsten Jahre bereitzustellen. Die Neuverschuldung für höhere Verteidigungsausgaben ist grundsätzlich unbegrenzt, während für Infrastrukturinvestitionen bis zu 500 Milliarden Euro in den nächsten zwölf Jahren über Kredite verfügbar gemacht werden. Um diese Mittel effektiv einzusetzen, sollte auf mehreren Ebenen angesetzt werden.

Die oberste Zielsetzung ist die Stärkung von Verteidigungsfähigkeit und Resilienz. Eine widerstandsfähige Verteidigung baut auf zwei Ebenen auf: Digital- und Cyber-Kompetenzen sowie industrie- und innovationspolitischen Voraussetzungen. Im Detail bedeutet dies, dass die nachfolgenden neun Handlungsfelder bei der Mittelverwendung in den Fokus rücken sollten.

**Digital- und Cyber-Kompetenzen:
robuste IT-Infrastruktur und modernes
Daten- und Informationsmanagement**

1. Verteidigungsfähigkeit braucht Informationsdominanz – und damit Datenhoheit und Cyberüberlegenheit

Verteidigung gelingt mit Informationsdominanz. Wer eine leistungsfähige, digitale Infrastruktur und ein modernes Datenmanagement aufbaut sowie neue Technologien, wie künstliche Intelligenz und Robotik, umfassend nutzt, kann im Cyber- und Informationsraum effektiver handeln und auch kritische Infrastrukturen (KRITIS) wirkungsvoller schützen.

2. Kommunikationsinfrastruktur ist kritische Voraussetzung

Die Konzepte der vernetzten Operationsführung, der Digitalisierung landbasierter Operationen und der Software-defined Defense beschleunigen Entscheidungsprozesse entlang der sogenannten „Kill Chain“ in dynamischen Situationen erheblich. Eine sichere Kommunikations- und Dateninfrastruktur muss geschaffen werden, um das Potenzial digitaler Lösungen voll auszuschöpfen und die Verteidigungsfähigkeit zu stärken.

3. Die Streitkräfte der Zukunft sind taktisch und digital vernetzt

Traditionelle Fähigkeiten und Systeme bleiben unerlässlich, sie müssen jedoch auch den Anforderungen aktueller Operationsführung genügen. Es gilt, Prozesse zu digitalisieren und fortschrittliche Systeme als zentrale Bausteine der Transformation einzuführen. Angesichts des zunehmenden Personalmangels und der logistischen Herausforderungen an Deutschland als europäische Drehscheibe ist ein steigender Digitalisierungsgrad zwingend geboten.

4. Autonome Systeme erfordern klare ethische Regeln, ein stringentes Datenmanagement und menschliche Kontrolle

Autonomie ist ein kritischer Aspekt für militärische Fähigkeiten. Für den sicheren Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und autonomen Systemen in der Kriegführung müssen passende Technologielösungen

entwickelt werden, die eine ethische Kontrollmöglichkeit durch den Menschen bewahren.

5. Mehr Geschwindigkeit durch modernisierte und digitalisierte Beschaffung

Bisherige Beschaffungsprozesse liefen zu langwierig und bürokratisch ab. Die veränderte Bedrohungslage und neue Formen der Kriegführung verlangen eine Anpassung an aktuelle Gegebenheiten. Beschleunigte, schlankere Prozesse sind erforderlich, besonders für IT-Systeme mit kurzen Innovationszyklen. Eine digital unterstützte Beschaffung erzielt ein höheres Tempo und mehr Flexibilität. Um effizient handeln und schnell reagieren zu können, müssen militärische Aktivitäten und Verwaltungsprozesse konsequent digitalisiert werden.





Industrie- und innovationspolitische Voraussetzungen: Produktionssteigerung und Innovation in Ökosystemen

6. Wehrtechnische Produktionswende benötigt politische Steuerung

Die Nutzung vorhandener industrieller Fähigkeiten und Kapazitäten ist ein sinnvoller Weg, um die nationale Verteidigungsfähigkeit zu steigern und gleichzeitig dem Umbruch in den industriellen Abhängigkeiten und den internationalen Lieferketten zu begegnen. Industriepolitische Unterstützung, Planungssicherheit und Skalierbarkeit stärken den Verteidigungssektor langfristig.

7. Verteidigungsausgaben können disruptive Technologien fördern

Bei Innovationen und Start-ups im Verteidigungsbereich blicken viele nach Israel oder in die USA. Beide Staaten haben eigene Ökosysteme für Innovationen aufgebaut. Dort werden neue Ideen massiv gefördert

und umgehend in die Praxis überführt. Deutschland besitzt dafür ebenfalls die grundsätzlichen Voraussetzungen – es mangelt jedoch an Zusammenarbeit und es fehlen Modelle für die Umsetzung.

8. Das Dual-Use-Prinzip umkehren, um primär die Innovation und Produktion von Verteidigungsausrüstung zu fördern

Investitionen aus dem Verteidigungssektor, vor allem in Forschung und Entwicklung sowie in Dual-Use-Lösungen, ziehen private wirtschaftliche Investitionen an und verbessern die Innovationskraft und Produktivität der Wirtschaft. Erprobte Technologien und bewährte zivile Anwendungen lassen sich für die Verteidigung adaptieren – von Fertigungstechniken und Anwendungsverfahren bis hin zu komplexen softwaregesteuerten Systemen wie dem Software-defined Vehicle mit Funktionen wie autonomem Fahren, die sich systematisch auf den Verteidigungsbereich übertragen lassen.

9. Ressourceneffizienz durch resiliente und mobile Energiesysteme ist strategisch entscheidend

Investitionen in eine effiziente Ressourcennutzung sind wertvoll für den Verteidigungssektor und für die Wirtschaft allgemein. Energieautarkie kann für Verteidigungsoperationen ein wesentlicher Erfolgsfaktor sein. Ziel muss es sein, Energiebedarfe durch erneuerbare, diversifizierte Quellen zu sichern. Deutschland verfügt über ein hohes Maß an Expertise sowohl in der Nutzung erneuerbarer Energien als auch in der energetischen Effizienzsteigerung betriebener Systeme.

Vertiefung

Verteidigungsfähigkeit braucht Informationsdominanz – und damit Datenhoheit und Cyberüberlegenheit

Die Voraussetzungen von Verteidigung haben sich geändert – digitale Infrastrukturen sind essenziell.

Autonome oder ferngesteuerte Systeme sind ebenso wie die digitalisierte Kill Chain¹ von einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur abhängig. Zu dieser Infrastruktur gehört auch ein modernes Datenmanagement. Daten bilden die Grundlage für Entscheidungen und die Entwicklung von KI-Lösungen. Der Einsatz von Advanced Analytics, Machine Learning und KI in militärischen Konflikten ist relativ neu. Dies ist exemplarisch in der Ukraine zu beobachten. Allerdings ist auch die israelische

Kriegsführung durch Professionalität im Umgang mit Daten, Expertise in Data Science sowie durch ausgeprägte digitale Fähigkeiten der Streitkräfte gekennzeichnet. Generell besteht bei militärischen Konflikten die Gefahr, dass Geschwindigkeit und Umfang der Aktionen eines agilen Gegners die Kapazitäten traditioneller Entscheidungsstrukturen übersteigen. Dies kann zur Ineffektivität der Verteidigungsmechanismen führen.





Beim Angriff der Hamas auf Israel im Oktober 2023 waren zirka 3.000 Flugobjekte im Einsatz, von denen der überwiegende Anteil erfolgreich abgewehrt wurde. Dies erforderte jeweils eine schnelle Zielaufklärung, eine sichere Zielidentifikation, eine Einschätzung möglicher Effekte und schließlich die Zuweisung einer Gegenmaßnahme. Digitale Entscheidungsunterstützung ist derzeit die einzige Möglichkeit, eine solche Komplexität angemessen zu beherrschen. Denn die Fülle an Entscheidungen übersteigt die menschliche kognitive Leistungsfähigkeit – und dennoch müssen Menschen in die Entscheidungskette einbezogen werden.

Das beschriebene Szenario bedarf also einer durchgängigen Digitalisierung aller Prozessschritte sowie der Beherrschung des Cyber- und Informationsraums. Nur dies ermöglicht eine umfassende Informationsdominanz, die zu einer Entscheidungs- und schließlich zu einer Handlungsdominanz führt. Hierzu gehört die Kapazität, das Aktionsfeld möglichst „gläsern“ zu machen. Zu diesem Zweck muss ein redundantes und feines Netzwerk an Sensoren handlungsrelevante Erkenntnisse unterstützen. Ein wesentliches Element ist die Verfügbarkeit raumgestützter Aufklärungsmittel, die den Handelnden jederzeit zur Verfügung stehen und resilient ausgebildet sind. Darüber hinaus bedarf es eines luft-, boden- und seegestützten Sensornetzes.

Dieses ermöglicht im Verbund ein Lagebild vom Meeresboden bis zum Weltraum.

In Deutschland und anderen NATO-Staaten sind die erforderlichen Strukturen in ihrer Güte heterogen und der Digitalisierungsgrad der eingesetzten Systeme zu einem großen Teil unzureichend. In der Ukraine wurden Systeme entwickelt und angepasst, weil die Relevanz der Informationsdominanz als eine Grundvoraussetzung für militärischen Erfolg erkannt wurde. Das Operationstempo ist in aktuellen Konflikten so hoch, dass eine Vernetzung aller erforderlichen Sensoren und Effektoren entlang der Kill Chain wesentliche Bedeutung für den Dreiklang aus Informations-, Entscheidungs- und Handlungsdominanz hat. Ein souveränes, nationales Datenmanagement über alle Dimensionen hinweg und im Rahmen einer nationalen Datenstrategie ist dabei eine wesentliche Basis.

Kommunikationsinfrastruktur ist kritische Voraussetzung

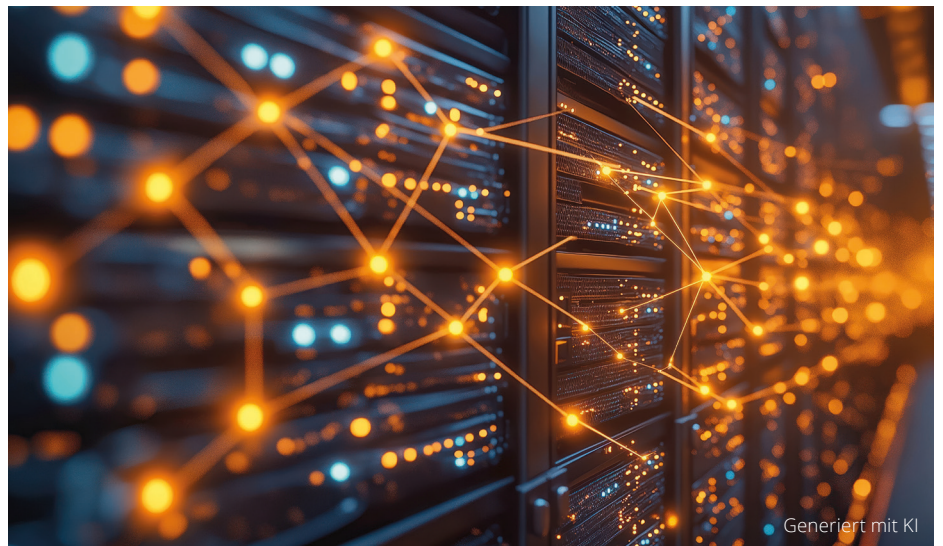
Echtzeitdaten, sichere Netze und KI entscheiden über Reaktionsfähigkeit in Einsatzszenarien von heute und morgen.

Die sogenannte Kill Chain – von der Zielaufklärung bis zur Wirkung – ist heute deutlich von digitalen Prozessen unterstützt. Mit der vernetzten Operationsführung (NetOpFü) verfolgt Deutschland seit einigen Jahren das Ziel, Sensorik, Führung und Wirkung systemisch zu vernetzen. Seit 2019 wird dies im Sinne der „Digitalisierung landbasierter Operationen“ (D-LBO) weiterentwickelt. Ergänzend dazu wurde auch das Prinzip der Software-defined Defense (SDD) etabliert. Dieses macht durch flexible, softwarebasierte Architekturen schnellere Anpassungen möglich. Studien von RAND und NATO zufolge können digitalisierte Kill Chains die Entscheidungszyklen um bis zu 50 Prozent verkürzen – ein eklatanter Vorteil in dynamischen Einsatzlagen.²

Der Schlüssel für eine schnelle Vernetzung großer Bandbreite ist eine sichere Kommunikationsinfrastruktur bis hinunter auf die individuelle Ebene. In Deutschland bleibt die Kommunikationsinfrastruktur für den Verteidigungssektor aktuell noch hinter ihren technischen Möglichkeiten zurück. Insbesondere sind die Implementierung und Verfügbarkeit einer umfassenden Cloudlösung nicht hinreichend sichergestellt.

Um die Kill Chain schnell und mit ausreichender Genauigkeit zu bedienen, sind digitale Affinität und hohe Adaptionsgeschwindigkeit für digitale Lösungen erforderlich. Flache, digitalisierte Hierarchien und die Verfügbarkeit eines sicheren digitalen Kommunikationsnetzwerks ermöglichen eine beschleunigte Entscheidungsfindung. Kontinuierliche Fortbildung und der Austausch von Best-Practice-Beispielen innerhalb der NATO-Staaten

könnten wertvolle Beiträge leisten. Der technologische Fortschritt zwingt die Streitkräfte der NATO dazu, sich ständig weiterzuentwickeln und die neuesten Kommunikationstechnologien zu adaptieren. Die deutsche Strategie der Vernetzten Operationsführung und die Bemühungen um eine SDD sind wichtige Schritte in die oben erläuterte Richtung. Doch die Verbesserung der digitalen Fähigkeiten bleibt eine fortwährende Aufgabe. Eine reformierte und zukunftsorientierte militärische Ausrichtung erfordert eine permanente Bereitschaft zur Innovation und Adaptation.



Die Streitkräfte der Zukunft sind taktisch und digital versiert

Die Kombination digitaler Technologien mit klassischen Fähigkeiten sichert Anpassungsfähigkeit und Erfolg im Gefecht.



Der hohe Grad an Digitalisierung militärischer Operationen gehört zu den zentralen Themen der gegenwärtigen Debatte. Allerdings: Während neue Fähigkeiten auftreten, bleiben die vorhandenen weiterhin gefragt. Die verschiedenen Technologiekomplexe legen den Schluss nahe, dass der Verteidigungssektor durchaus mehr vom Alten braucht und dazu auch das Neue benötigt, während er gleichzeitig nach dem sucht, was es noch gar nicht gibt.

In der Ukraine hat etwa bislang die Kombination digitaler Komponenten mit traditionellen Elementen häufig einen großen Unterschied bewirkt. Dank digitaler Lösungen hat das Land konventionelle Ausrüstung schneller genutzt und so mit dem höheren Operationstempo Schritt gehalten.³ Diese neuartigen Kombinationen stellen wesentliche Aspekte der Innovation dar. Die Streitkräfte der Zukunft sollten taktisch versiert, digital kompetent und entscheidungsstark auch in unsicheren

Situationen sein – ein Multi-Domain Mindset, wie es die NATO nennt. Studien von RUSI und CSIS zeigen: Der Erfolg ukrainischer Einheiten beruht auf der Fähigkeit, digitale Systeme wie Drohnen oder Geodaten flexibel und kontextsensitiv in die klassische Gefechtsführung zu integrieren. Entscheidend ist nicht die Technik allein, sondern ihre kluge Anwendung durch geschultes Personal.

Führungsstärke, so das Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw), entsteht durch die Verbindung klassischer militärischer Kompetenzen mit digitalen Fähigkeiten. Es braucht Streitkräfte, die digital denken, ohne ihr taktisches Können zu verlieren. In Zeiten des technologischen Wandels verändern sich die Anforderungen an die Soldatinnen und Soldaten grundlegend. Und so wird die Entwicklung hybrider Kompetenzprofile zu einer sicherheitsrelevanten Führungsaufgabe.⁴ Dabei muss

gewährleistet werden, dass traditionelle Fähigkeiten zur Stärkung der staatlichen Resilienz beibehalten und weiterentwickelt werden.

Autonome Systeme erfordern klare Regeln und ein stringentes Datenmanagement

KI und autonome Systeme benötigen vertrauenswürdige Technologie und menschliche Kontrolle.

Die hohe Präsenz von Drohnen in der Ukraine ist Teil der medialen Berichterstattung. Gemeint sind zumeist die fliegenden First-Person-View-(FPV-)Drohnen. Zweifelsohne bilden diese Drohnen eine neue Kategorie von Sensoren und Effektoren. Sie werden in hoher Anzahl genutzt, um Personal zu ersetzen, das entweder nicht zur Verfügung steht, nicht schnell genug verlegt werden kann oder dessen Einsatz einer zu hohen Gefährdung unterliegen würde. Auch an Land und auf See kommen Drohnen zum Einsatz. Unter anderem wird durch autonome und halbautonome maritime Drohnen der ursprünglich als leistungsfähig angesehenen russischen Flotte der Zugang zur See verwehrt.

Der Einsatz von autonomen und auch teilautonomen Systemen sollte unbedingt mit ethischen Erwägungen verbunden sein. Besonders bei der KI-gestützten Entwicklung von Multiagentensystemen mit einer nachvollziehbaren Chain of Thought und einem angemessenen Reasoning hat dies einen hohen Stellenwert. In allen westlichen Staaten ist die Beteiligung eines Menschen an der Entscheidungskette, also eines Human in the Loop, zwingend erforderlich. Um in einer Konfliktsituation die Oberhand zu gewinnen, braucht es ein nahtloses und schnelles Datenmanagement, das die Entscheidungsprozesse beschleunigt.

Unter Umständen können Führungspersonen während eines Einsatzes vor Ort eigene Entscheidungen treffen, die dadurch besser auf die aktuelle Situation angepasst und in der Regel auch wirksamer sind. Diese Führungsperson ist immer auch eine ethische Instanz, an Recht und Gesetz gebunden und, im Falle von Deutschland, der demokratischen Grundordnung verpflichtet. Dieses hohe Gut muss auch bei der Nutzung von KI gewahrt bleiben. Die Einbindung des Menschen ist unabdingbar. Die Form der Einbindung hat allerdings auch den technischen Möglichkeiten Rechnung zu tragen.



Generiert mit KI

Mehr Geschwindigkeit durch modernisierte und digitalisierte Beschaffung

Finanzielle Mittel für Beschaffungen stehen zur Verfügung. Nun gilt es, diese effizient und gezielt in bewährte wie neue Lösungen zu investieren.

Deutschland hat mit der Änderung der Schuldenbremse den Willen bekräftigt, mehr in Verteidigung und Rüstung zu investieren. In den vergangenen zwei Jahren konnte mit dem Sondervermögen in Höhe von 100 Milliarden Euro die Beschaffung ausgeweitet werden. Die Umsetzung wird als herausragende Leistung des BAAINBw angesehen. Die Behörde hat mit zusätzlichem Aufwand Verträge im entsprechenden Umfang geschlossen. Unter der Prämisse, dass in absehbarer Zukunft – ein Zeitraum bis 2029 wird als realistisch betrachtet – noch höhere Umfänge zu bewältigen sein werden, ist davon auszugehen, dass die bestehende Beschaffungsorganisation damit überlastet wäre. Zudem ist anzunehmen, dass auch andere Organisationen Aufträge für Beschaffungen erteilen werden, die etwa die staatliche Resilienz stärken oder die Infrastruktur in Deutschland verbessern. So wird beispielsweise eine Sanierung von Verkehrsbrücken nicht durch das BAAINBw gesteuert, ist aber für Deutschland als europäische Drehscheibe von überragender Bedeutung. Die erforderliche Abstimmung zwischen verschiedenen Akteuren schafft zusätzlichen Aufwand, der bewältigt werden muss.

Vertragsabschlüsse bedeuten nicht automatisch, dass die bestellten Güter und Lösungen sofort verfügbar und umsetzbar

sind. Die schnelle Umsetzung entschlossener Maßnahmen und die Einführung passender Systeme sind entscheidend. Vor allem müssen die Beschaffungsprozesse deutlich beschleunigt werden. Infrastrukturprojekte gilt es zügig abzuschließen, während Genehmigungen und Zulassungen rascher geprüft und Entscheidungen getroffen werden müssen. Der wachsende Personalmangel verschärft die Problematik zusätzlich und macht eine Entbürokratisierung im Allgemeinen und eine Prozessdigitalisierung im Speziellen unabdingbar.

In Zukunft wird es wichtiger, neben bewährten Systemen auch neue, innovative Lösungen zu beschaffen. Dafür braucht es besondere Expertise bei der Vertragsgestaltung. Beispiele für spezifische Vertragsfragen umfassen den Erwerb von KI-basierten Lösungen (etwa die klare Definition und Prüfung von Anforderungen) sowie die Nutzung von Haushaltsmitteln als eine Art Wagniskapital für Start-ups. Dies trifft aber genauso zu für die Bereitstellung souveräner digitaler Lösungen oder die Beschaffung von Systemen, die möglicherweise aufgrund der technischen Entwicklung in wenigen Jahren obsolet werden können.

Ressourceneffizienz durch resiliente und mobile Energiesysteme ist strategisch entscheidend

Mangelnde Ressourcenverfügbarkeit wird zur strategischen Schwachstelle, Energieautarkie ist sicherheitskritisch.

Militärische Operationen verbrauchen Ressourcen. Sowohl die Produktion der erforderlichen Systeme als auch deren Betrieb benötigen Energie, Material und Mitarbeitende. Globale Lieferketten und autarke Ressourcenversorgung sind Handlungsfelder, die für eine langfristige Durchsetzungs- und Überlebensfähigkeit wichtig sind.

Energieautarkie ist in militärischen Operationen ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Derzeit wird der Energiebedarf primär durch Dieselversorgung gedeckt, mit entsprechend ausgelegten logistischen Ketten. In zukünftigen Szenarien wird allerdings ein Mix aus unterschiedlichen Energieträgern zur Erhöhung der Resilienz unentbehrlich sein. Denn mit der Nutzung energieintensiver Technologien wie 3D-Druck oder KI nimmt dieser Bedarf zu. Solarenergie, Windenergie, Wasserstoff, Batteriesysteme und weitere Alternativen weisen im Verbund eine höhere Widerstandsfähigkeit auf als die alleinige Versorgung mit Diesel. Allerdings gestaltet sich durch diese Vielfalt die logistische Versorgung komplexer.

Ein Ziel muss sein, Energiebedarfe durch erneuerbare, diversifizierte Quellen zu decken. So wird die Resilienz der operie-

renden Einheiten und ihrer unterstützenden IT gestärkt. Gleichzeitig sollte ein hoher Grad an Energieeffizienz der betriebenen Systeme angestrebt werden, um eine möglicherweise höhere Durchhaltefähigkeit sicherzustellen. Deutschland verfügt über ein hohes Maß an Expertise sowohl in der Nutzung erneuerbarer Energien als auch in der energetischen Effizienzsteigerung betriebener Systeme. Die Förderung der Forschung und Entwicklung in beiden Bereichen kann die militärische Handlungsfähigkeit und die nationale Resilienz unterstützen.

Die deutsche Industrie war seit Jahrzehnten auf den Import von Energie und Energieträgern angewiesen. Sie hat die Nutzung erneuerbarer Energien industrialisiert und ist im Technikbereich führend, wenn es um die Energieeffizienz von Maschinen und Anlagen geht. Dieses Know-how im Anlagen- und Maschinenbau kann nun ein wesentliches Asset deutscher Rüstungsgüter und Systeme sein. Auch der Betrieb komplexer Anlagen einer Industrie 4.0 sollte auf die Anwendbarkeit im militärischen Bereich geprüft werden. Eine Konversion dieser Expertise bietet ein erweiterungsfähiges Handlungsfeld deutschen Industrie-Know-hows.

Wehrtechnische Produktionswende benötigt politische Steuerung

Planungssicherheit und Skalierbarkeit sind Voraussetzung für die wehrtechnische Produktionswende.

Verteidigungsausgaben verfolgen in erster Linie ein sicherheitspolitisches Ziel. Allerdings sind auch die wirtschaftlichen Wirkungen substanziell. Ob sie positiv ausfallen und wie stark, hängt vor allem davon ab, wofür diese Ausgaben eingesetzt werden. Wichtig ist, zwischen den Effekten auf die Konjunktur und auf das langfristige Wachstumspotenzial zu unterscheiden.

Eine schuldenfinanzierte Erhöhung der Verteidigungsausgaben wirkt sich positiv auf die Konjunktur aus, indem sie mehr Nachfrage schafft. Dabei sind die Multiplikatoreffekte von Bedeutung. Sie geben an, wie viel zusätzliches Bruttoinlandsprodukt mit zusätzlichen Ausgaben geschaffen wird. Empirische Untersuchungen zeigen, dass der Multiplikator von Verteidigungsausgaben zwischen 0,6 und 1,5 betragen kann.⁵ Wenn er bei 1 liegt, dann schlagen sich die Mehrausgaben 1:1 im Bruttoinlandsprodukt nieder. Das heißt: Mehrausgaben von 100 Milliarden Euro erhöhen das Bruttoinlandsprodukt um 100 Milliarden

Euro. Natürlich stehen dem längerfristig höhere Schulden und Zinslasten gegenüber.

Konjunkturelle Impulse können einer Volkswirtschaft aus der Stagnation oder Rezession helfen, wenn diese auf einen Nachfragemangel zurückzuführen sind. Insofern könnten höhere Verteidigungsausgaben die deutsche Wirtschaft kurzfristig aus der seit 2023 andauernden Rezession holen, die aus sinkenden Investitionen und schwachem Konsum resultiert. Voraussetzung dafür ist, dass das Geld schnell in die heimische Wirtschaft fließt.

Die Nutzung vorhandener industrieller Fähigkeiten und Kapazitäten ist ein sinnvoller Weg, um die nationale Verteidigungsfähigkeit zu steigern und gleichzeitig dem Umbruch in den industriellen Abhängigkeiten und den internationalen Lieferketten zu begegnen. Die politische Führung spielt hierbei eine zentrale Rolle. Ohne die langfristige Planbarkeit und Verlässlichkeit der

Rahmenbedingungen werden die hohen Investitionen für den Ausbau der industriellen Kapazitäten nicht oder nur zu langsam erfolgen. Schrumpfende Industriebereiche müssen aktiv motiviert werden, ihre Kompetenzen neu auszurichten, um für die militärische Forschung einen Mehrwert zu generieren. Der politische Rahmen muss strategische Bereiche nationaler Resilienz und militärischer Handlungsfähigkeit fördern. Hierzu gehört die Infrastruktur für die Logistik. In einem Konfliktszenario mit Russland wäre Deutschland das logistische Drehkreuz in Europa. Brücken müssen tragfähig sein, Autobahnraststätten Parkplatz bieten, die Bahn ausreichende Niederflurwagen haben, Verkehrsleitung und -überwachung digitalisiert sein.

Die Verteidigungswürdigkeit unseres Landes sollte zum Grundverständnis gehören. Dazu ist es notwendig, dass Arbeit und Forschung in der Verteidigungsindustrie attraktiv werden und der Beruf des Soldaten im Alltag der Bevölkerung ankommt. Um dies zu erreichen, könnte auch die Einführung einer angepassten Dienstpflicht für Teile der Bevölkerung dienen. Diese Möglichkeit wird aktuell auf politischer Ebene diskutiert. In der Vergangenheit war die Wehrpflicht ein Mittel, um aktive Soldaten auch für längere Zeiträume zu rekrutieren und eine aktive Reserve zu schaffen, die in einem kriegesischen Konflikt kompetent zur Aufwuchsfähigkeit hätte beitragen können.



Generiert mit KI

Verteidigungsausgaben können disruptive Technologien fördern

Verteidigungsinnovationen sichern technologische Überlegenheit. Start-ups und Ökosysteme dienen als strategische Hebel, um Neuentwicklungen zu skalieren.

Neben der industriellen Transformation, die die Strukturen für ein schnelles Hochfahren der Produktionskapazitäten für Rüstung schafft, übernehmen Start-ups im Bereich Technologie und Innovation eine wichtige Rolle. Junge Unternehmen beschreiten neue Wege und treiben in vielen Fällen den Erfolg in neuen Technologien. In Deutschland ist die Ausgangssituation vielversprechend. Die Innovationsfähigkeit in industriellen Anwendungen ist in vielen Dimensionen nach wie vor sehr hoch.

So sind 70 Prozent der disruptiven Innovationen im Verteidigungssektor, insbesondere in den Bereichen Cybersecurity, KI und autonome Systeme in den letzten fünf Jahren von Start-ups oder kleinen Technologiefirmen hervorgebracht worden. Diese Dynamik wird durch die steigende Bedeutung von nicht-traditionellen Akteuren im Verteidigungssektor bestätigt, die innovative Technologien vorantreiben und neue Anwendungen entwickeln.⁶

Darüber hinaus sind deutsche Start-ups in den vergangenen Jahren zu einem zentralen Pfeiler des europäischen Verteidigungsökosystems geworden. Laut einer Analyse des NATO-Verteidigungsfonds haben sich die europäischen Venture-Capital-(VC-)Investitionen in Verteidigung und Resilienz in den letzten fünf Jahren verfünffacht und liegen auf einem Rekordniveau von 5,2 Milliarden US-Dollar. Sie sind damit mehr als doppelt so hoch wie die VC-Investitionen in Robotik und fünfmal so hoch wie jene in Halbleiter.

Deutschland hat 2024 mit einem Funding in Höhe von 1,3 Milliarden Dollar erstmals das Vereinigte Königreich als relevantesten Standort für VC-Verteidigungsinvestitionen überholt.⁷ Das wichtigste Ökosystem bildet

sich hierzulande in München heraus: Aus europäischer Perspektive waren die VC-Investitionen dort doppelt so hoch wie bei den Zweit- und Drittplatzierten Cambridge-shire und Paris – und dreimal so hoch wie in London. Berlin liegt auf Platz 8.⁸ Die Innovationschancen in Deutschland und in Europa ließen sich durch höhere Innovationsausgaben steigern. Ein zentrales Innovationsökosystem kann als Katalysator dienen.

Auf der Suche nach Lösungen, die die Bandbreite des Verteidigungssektors und den Bedarf der NATO-Länder abdecken, lassen sich technologische Sprunginnovationen um kleine, schnell skalierbare Neuentwicklungen ergänzen. Für die deutsche Industrie wäre dies keine komplexe Aufgabe. Schließlich gehört die Fähigkeit, innovative Lösungen in die Fläche und breite Nutzung effizient zu überführen, zu den Stärken der Industrieunternehmen hierzulande.

Disruptive Innovationen mit einem entscheidenden Effekt in einer Konfliktsituation können historisch die Symmetrie der Kontrahenten verändern und zu entscheidenden Vorteilen verhelfen. Dafür müssen Innovationen durch ein industrielles und akademisches Umfeld gefördert werden. Verschiedene innovative Lösungen sind bereits im Einsatz. Gleichzeitig fehlt es zum Beispiel sowohl in Israel als auch in der Ukraine zumeist an der notwendigen industriellen Basis, um alle relevanten Lösungen zu skalieren. Bei digitalen Lösungen, wie waffenfähigem Code, kann dieser Bedarf allerdings anders sein.

Dual-Use-Prinzip umkehren, um primär die Innovation und Produktion von Verteidigungsausrüstung zu fördern

Investitionen in Forschung und Entwicklung aktivieren Dual-Use- und Spill-over-Potenziale und werden so zum Wachstumstreiber.

Langfristig hängen die ökonomischen Effekte davon ab, wohin die Verteidigungsausgaben fließen und ob die Produktivität und damit das Wachstumspotenzial gesteigert werden. Dabei nehmen Verteidigungsinvestitionen in Forschung und Entwicklung (F&E) die wichtigste Rolle ein. Wenn diese Investitionen Spitzentechnologie fördern und hervorbringen, kann dies den Boden für weitere Innovationen auch im zivilen Bereich bereiten. Diese Spill-over-Effekte verteidigungstechnischer Forschung sind der zentrale Produktivitätstreiber.

Jüngste empirische Forschungen zu diesem Thema belegen, dass öffentliche Ausgaben für Verteidigungsforschung private Investitionen nicht verdrängen, sondern vielmehr zu deren Steigerung führen. Wenn öffentliche Investitionen um 10 Prozent zunehmen, kann das einen Anstieg der privaten Investitionen von 5 bis 6 Prozent nach sich ziehen. Ebenso ist Produktivitätswachstum die Folge.⁹ Die deutsche Verteidigungsindustrie wird jedoch zum Teil von regulatorischen Vorgaben daran gehindert, eine große Stückzahl an Verteidigungssystemen zu bauen und zu lagern. Dies ließe sich administrativ auflösen und es könnte ein politisch verlässliches Umfeld geschaffen werden, das die notwendige Planungssicherheit fördert.

Zudem war die Forschungslandschaft in Deutschland historisch bedingt lange nicht auf die Bedürfnisse der Verteidigungsindustrie ausgerichtet. In diesem Zusammenhang erschwert auch die sogenannte „Zivilklausel“ den Aufbau relevanter Forschungsschwerpunkte. Ein Aufweichen dieser Klausel und eine fokussierte

Schwerpunktförderung an ausgewählten Universitäten würden Raum für notwendige Forschung im Verteidigungssektor ermöglichen und der Industrie mehr Fachkräfte verschaffen.

Verteidigungsausgaben in Forschung und Entwicklung für Dual-Use-Technologien, die zivil und militärisch nutzbar sind, treiben Innovationen voran. Davon profitiert auch die Privatwirtschaft. Beispiele sind KI, Robotik, Sensorik oder Cybersicherheit. In diesen Bereichen fließen die Ergebnisse technologischer Forschung in zivile und daraus abgeleitet in militärische Anwendungen ein – und umgekehrt. Dadurch entstehen neue Produkte, Geschäftsmodelle und Märkte, die Unternehmen anziehen und Investitionen mobilisieren. Die Privatwirtschaft unterstützt die Aufrüstung somit nicht nur aus sicherheitspolitischen Gründen, sondern auch wegen des wirtschaftlichen Potenzials. Das wiederum fördert gesamtwirtschaftliches Wachstum, technologischen Fortschritt und industrielle Resilienz.

Forschungsinvestitionen sollten daher bei Überlegungen zur Verwendung erhöhter Verteidigungsausgaben berücksichtigt werden. Dies auch deswegen, weil technologischer Vorsprung ein entscheidender Faktor der Abschreckungsstrategie sein dürfte und in vielen Feldern gegeben sein sollte – von Drohnen- und Raketenabwehrsystemen über den Intelligence-Bereich bis hin zu einer Multi-Domain Combat Cloud. Noch ist der Aufholbedarf hierzulande groß. Während Deutschland bis 2019 ungefähr 13 Prozent seiner Verteidigungsausgaben in Ausrüstung investierte, war

dieser Wert für Frankreich doppelt so hoch und liegt aktuell in Polen bei über 50 Prozent.¹⁰ Auch wenn die deutschen Ausgaben seit 2022 steigen, ist die entstandene Lücke signifikant.

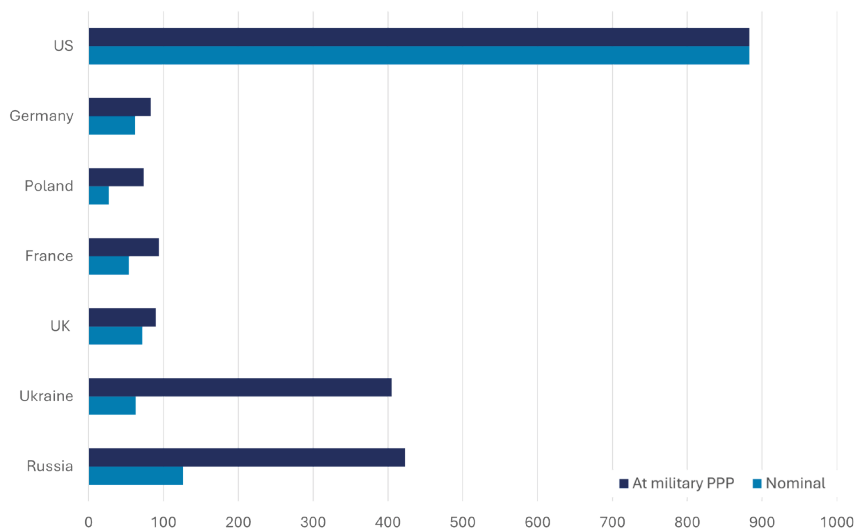


Abb. 1 – Verteidigungsausgaben im Vergleich ¹¹

Aufgrund des skizzierten Nachholbedarfs an Investitionen bietet die deutsche Industrie aktuell ein nahezu ideales Umfeld, um relevante Innovationen aus dem Verteidigungsbereich zu skalieren und zu optimieren. So hat etwa der Automobilsektor eine lange Historie in der Forschung und Entwicklung autonomen Fahrens. Die Forschung hierfür kann auf die zunehmende Autonomisierung von Waffensystemen umgewidmet werden. Ein impliziter Vorteil kann hier darin liegen, dass die ethischen Rahmenbedingungen einschließlich der Verantwortlichkeit im Schadensfall bereits umfassend juristisch abgeklärt wurden. Unter anderem ist sicherzustellen, dass die fahrzeugführende Person in der Lage ist, bei Bedarf die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen. Menschliche Kontrolle ist

also zwingend erforderlich. Darüber hinaus kann das hohe Maß an Standardisierung im Automobilsektor dazu dienen, die diversen Lösungen autonomer Systeme zu vereinheitlichen und eine skalierbare Produktionskapazität zu entwickeln.

Würde die deutsche Industrie innovative und leistungsfähige militärische Güter in ausreichender Anzahl produzieren, dann könnten auch europäische Märkte erschlossen werden. Lieferfähigkeit ist dabei ein wesentlicher Faktor.

Fazit

Resilienz und Verteidigungsfähigkeit gehen einher mit Informationsdominanz und Datenhoheit.

In militärischen Konflikten ist Informationsdominanz, erreicht durch Datenhoheit und Überlegenheit im Cyberspace, von zentraler Bedeutung. Dafür sind digitale Infrastrukturen, Datenmanagement und KI-gestützte Systeme unverzichtbar. Die sogenannte Kill Chain muss digital gesichert werden.

Investitionen in die staatliche Resilienz und Infrastrukturen sind unerlässlich. Hier ist Geschwindigkeit bei Beschaffung und Einführung notwendiger Systeme entscheidend und die Unterstützung durch weitere Organisationen auch außerhalb der Landesverteidigung unabdingbar. Traditionelle Fähigkeiten, die die staatliche Resilienz und die Wehrfähigkeit erhöhen, müssen weiterentwickelt und umgesetzt werden. Und es gilt, neben bewährten auch innovative Lösungen zu beschaffen. Das zeigt unter anderem der Einsatz autonomer Systeme und Drohnen in der Ukraine. Die Kombination digitaler Komponenten mit traditionellen Elementen bewirkt signifikante Unterschiede in Konfliktsituationen.

Der technologische Wandel verändert die Anforderungen an das Personal grundlegend, wobei hybride Fähigkeiten immer wichtiger werden. Erhöhte Verteidigungsausgaben können außerdem disruptive Technologien fördern und die Resilienz weiter stärken. Damit zukünftige Verteidigungsfähigkeit sichergestellt werden kann, bedarf es einer politischen Steuerung der wehrtechnischen Produktionswende und einer effizienten Ressourcennutzung. Schließlich sind die Investitionen in Forschung und Entwicklung ein zentraler Produktivitätstreiber. Die deutsche Industrie bietet ein ideales Umfeld, um relevante Innovationen zu skalieren und „zu veredeln“.



Endnoten

1. Brose, C. (2020). The Kill Chain: Defending America in the future of high-tech warfare. Hachette Books
2. O'Donoghue, N. A., McBirney, S., & Persons, B. (2020). Distributed kill chains: Drawing insights for mosaic warfare from the immune system and from the Navy (RR-A573-1). RAND Corporation
3. CSS ETH Zürich (2024). Learning from the Ukrainian battlefield: Tomorrow's drone warfare, today's innovation challenge; NATO Science & Technology Organization (2020). Science & Technology Trends 2020–2040
4. Masuhr, N. (2023). Die Invasion der Ukraine nach dem ersten Jahr: Rückblick, Herausforderungen und Szenarien. Sozialwissenschaften und Berufspraxis (Ssoar)
5. Rooney, B., Johnson, G., & Priebe, M. (2021). How does defense spending affect economic growth? (RR-A739-2). RAND Corporation
6. Defense Innovation Board (2024). Scaling Nontraditional Defense Innovation & A Pathway to Scaling Unmanned Weapons Systems. U.S. Department of Defense; NATO (2023). Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic (DIANA)
7. Moretti, E., Steinwender, C., & Van Reenen, J. (2025). The intellectual spoils of war? Defense R&D, productivity, and international spillovers. The Review of Economics and Statistics, 107(1), 14–27
8. Mejino-Lopez, J., & Wolff, G. (2024). A European defence industrial strategy in a hostile world. Bruegel Policy Brief
9. Rooney, B., Johnson, G., & Priebe, M. (2021). How does defense spending affect economic growth? (RR-A739-2). RAND Corporation; Stamegna, M., Bonaiuti, C., Maranzano, P., & Pianta, M. (2024). The economic impact of arms spending in Germany, Italy, and Spain. Peace Economics, Peace Science and Public Policy, 30(4), 393–422; and European Parliamentary Research Service (2024). Improving the quality of European defence spending – Cost of non-Europe report (EPRS_STU(2024)762855)
10. Statista (2025). Europäische Militärausgaben bis 2022
11. Bruegel, based on Robertson (2021) and SIPRI

Kontakte



Lars Ruth

Sector Lead Defense, Security & Justice
lruth@deloitte.de



Peter Wirnsperger

Sector Lead Civil Government
pwirnsperger@deloitte.de



Oliver Bendig

Sector Lead Industrial Products & Construction
obendig@deloitte.de



Dr. Sebastian Heil

Co-Lead Industrial Aerospace & Defense
sheil@deloitte.de



Dr. Alexander Börsch

Chief Economist and Head of Research
aboersch@deloitte.de



Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen (zusammen die „Deloitte-Organisation“). DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen, die sich gegenüber Dritten nicht gegenseitig verpflichten oder binden können. DTTL, jedes DTTL-Mitgliedsunternehmen und verbundene Unternehmen haften nur für ihre eigenen Handlungen und Unterlassungen und nicht für die der anderen. DTTL erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Kunden. Weitere Informationen finden Sie unter www.deloitte.com/de/UeberUns.

Deloitte bietet führende Prüfungs- und Beratungsleistungen für nahezu 90% der Fortune Global 500®-Unternehmen und Tausende von privaten Unternehmen an. Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Unsere Mitarbeitenden liefern messbare und langfristig wirkende Ergebnisse, die dazu beitragen, das öffentliche Vertrauen in die Kapitalmärkte zu stärken und unsere Kunden bei Wandel und Wachstum unterstützen. Deloitte baut auf eine 180-jährige Geschichte auf und ist in mehr als 150 Ländern tätig. Erfahren Sie mehr darüber, wie die rund 460.000 Mitarbeitenden von Deloitte das Leitbild „making an impact that matters“ täglich leben: www.deloitte.com/de.

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen und weder die Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen noch deren verbundene Unternehmen (zusammen die „Deloitte Organisation“) erbringen mit dieser Veröffentlichung eine professionelle Dienstleistung. Diese Veröffentlichung ist nicht geeignet, um geschäftliche oder finanzielle Entscheidungen zu treffen oder Handlungen vorzunehmen. Hierzu sollten Sie sich von einem qualifizierten Berater in Bezug auf den Einzelfall beraten lassen.

Es werden keine (ausdrücklichen oder stillschweigenden) Aussagen, Garantien oder Zusicherungen hinsichtlich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen in dieser Veröffentlichung gemacht, und weder DTTL noch ihre Mitgliedsunternehmen, verbundene Unternehmen, Mitarbeitende oder Bevollmächtigten haften oder sind verantwortlich für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die direkt oder indirekt im Zusammenhang mit Personen entstehen, die sich auf diese Veröffentlichung verlassen. DTTL und jede ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen.

