



#WHITEPAPER. LAGEBILD VERTEIDIGUNGS- & AEROSPACE F&E

Strategische Neuausrichtung von Forschung & Entwicklung im Spannungsfeld von Sicherheit, Souveränität und Skalierung

Tobias Bock & Jakob Emge
Berlin & München, April 2026

#CONSULTING.[®]
DIETEL ENGINEERS

KEY FACTS

Die Deutsch-europäische Verteidigungs- und Aerospaceindustrie befindet sich in einer Phase tiefgreifender Transformation. Geopolitische Spannungen, beschleunigte technologische Entwicklungen und steigende Anforderungen an industrielle Skalierung und Souveränität verändern die Logik von Forschung und Entwicklung (F&E) grundlegend.

F&E wird zum strategischen Hebel

Forschung und Entwicklung entscheidet nicht mehr nur über Innovation, sondern über Geschwindigkeit, Skalierbarkeit und Souveränität. F&E wird damit vom technischen Enabler zum zentralen Steuerungsinstrument industrieller Leistungsfähigkeit.

#01

#02

Projektmodelle stoßen an strukturelle Grenzen

Projektgetriebene Entwicklung ist zu langsam, zu fragmentiert und zu wenig skalierbar. Zukünftig sind produkt- und plattformzentrierte Modelle erforderlich, die eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Wiederverwendung ermöglichen.

Architektur wird zum Schlüssel für Zukunftsfähigkeit

Modulare, softwaredefinierte und offene Architekturen bestimmen zunehmend die Leistungsfähigkeit von Systemen. Architektur entscheidet damit über Innovationsgeschwindigkeit, Skalierbarkeit und technologische Souveränität.

#03

#04

Skalierung ist der zentrale Engpass

Nicht nur die Entwicklung von Technologien ist das Problem, sondern ihre industrielle Umsetzung. Ohne „Design-for-Scale“ bleibt Innovation wirkungslos – Skalierbarkeit muss Teil von F&E werden.

Reaktivität und Systemvielfalt verändern die Fähigkeitslogik

Die Dynamik moderner Konflikte erfordert zunehmend kurzfristige Anpassungsfähigkeit und den Einsatz verteilter, oft kosteneffizienter Systeme. Kleine, vernetzte und schnell verfügbare Fähigkeiten gewinnen gegenüber einzelnen hochkomplexen Plattformen an Bedeutung.

#05

INHALT

	KEY FACTS	02
00	VORWORT	04
01	EIN SYSTEM UNTER DRUCK	05
02	DIE NEUEN SPIELREGELN FÜR DEFENCE F&E	09
03	VOM SYSTEM ZUR VERNETZUNG – DER NEUE ARCHITEKTURANSATZ	12
04	VOM PROJEKT ZUM PRODUKT – NEUE ENTWICKLUNGSMODELLE	15
05	SKALIERBARE DEFENCE-INNOVATION	17
06	DIE ORGANISATION ALS ENGPASS DER TRANSFORMATION	20
07	DEFENCE F&E NEU GEDACHT	23
08	VOM ZIELBILD ZUR UMSETZUNG	25
	IMPRESSUM	27

#VORWORT

Liebe Leser*innen,

die Verteidigungs- & Aerospaceindustrie steht vor einer grundlegenden Transformation. Dieses Whitepaper beleuchtet die zentralen Treiber dieses Wandels und zeigt auf, wie Forschung und Entwicklung (F&E) neu ausgerichtet werden muss, um den steigenden Anforderungen an Geschwindigkeit, Skalierung und technologische Handlungsfähigkeit gerecht zu werden.

Die Jahre 2024 bis 2026 markieren eine strukturelle Zäsur für die europäische Verteidigungsindustrie. Die sicherheitspolitische Lage hat sich fundamental verändert. Anhaltende geopolitische Eskalationen, hybride Bedrohungsszenarien, eine zunehmende Systemkonkurrenz globaler Machtblöcke sowie die Militarisierung neuer Domänen wie Cyber- und Weltraum führen zu dauerhaft steigenden Fähigkeitsanforderungen. Parallel dazu erzeugen Sondervermögen, beschleunigte Beschaffungsprogramme und geopolitisch motivierte Investitionsentscheidungen eine bislang ungewohnte Dynamik in industriellen Kapazitäts- und Technologieentscheidungen.

Gleichzeitig beschleunigt sich der technologische Wandel in einem Ausmaß, das klassische militärische Modernisierungszyklen deutlich übertrifft. Innovationszyklen in Bereichen wie Künstliche Intelligenz, autonome Systeme, Sensorik, cyber-physische Systeme und energieintensive Plattformarchitekturen verlaufen heute signifikant schneller als traditionelle militärische Entwicklungs- und Zertifizierungsprozesse. Marktmechanismen, Wettbewerbsdynamiken und Kooperationsmodelle verändern sich damit tiefgreifender als in jeder Phase seit dem Ende des Kalten Krieges.

Dieser technologische Fortschritt verändert die Grundlogik moderner Verteidigungssysteme. Neue Technologiekonzepte – darunter autonome Systeme, Multi-Domain-Drohnenverbände, Schwarmtechnologien

sowie Laser- und Energiewaffensysteme – verschieben den Fokus von einzelnen Plattformen hin zu vernetzten, softwaredefinierten Fähigkeitsarchitekturen. Leistungsfähigkeit wird zunehmend durch Information-/Datenverfügbarkeit, Energieversorgung, Interoperabilität und die Fähigkeit zur kontinuierlichen technologischen Weiterentwicklung bestimmt.

Die vielfach zitierte „Zeitenwende“ ist in diesem Kontext weit mehr als ein politisches Narrativ. Sie beschreibt eine industriestrategische Realität. Verteidigungsunternehmen müssen ihre Geschäfts- und Operating-Modelle konsequent auf Resilienz, Skalierungsfähigkeit und technologische Handlungsfähigkeit ausrichten. Effizienz allein genügt nicht mehr – gefragt ist strukturelle Belastbarkeit gegenüber geopolitischen Schocks, technologischen Disruptionen und sicherheitskritischen Abhängigkeiten.

Vor diesem Hintergrund stellt sich eine zentrale industriepolitische und unternehmerische Frage:

„Wie muss Defence-F&E organisatorisch, technologisch und strategisch neu ausgerichtet werden, um Geschwindigkeit, Skalierbarkeit und technologische Handlungsfähigkeit gleichzeitig zu gewährleisten?“

Dieses Whitepaper liefert darauf eine strukturierte Antwort.

Jakob Emge & Tobias Bock

#01 EIN SYSTEM UNTER DRUCK

„Warum funktionieren bestehende F&E-Modelle oft nicht mehr?“

Die aktuellen sicherheitspolitischen, technologischen und industriellen Entwicklungen führen nicht nur zu einem erhöhten Innovationsdruck in der Verteidigungsindustrie – sie offenbaren einen grundlegenden Paradigmenwechsel in bestehenden Forschungs- und Entwicklungsmodellen.

Die historisch gewachsenen F&E-Ansätze der Branche sind in weiten Teilen auf Stabilität, langfristige Planbarkeit und programmgetriebene Entwicklung ausgelegt. Diese Logik war über Jahrzehnte hinweg erfolgreich, gerät jedoch zunehmend in Konflikt mit einer Realität, die durch hohe Dynamik, verkürzte Innovationszyklen und steigende Skalierungsanforderungen geprägt ist.

Im Ergebnis entsteht ein systemischer Mismatch.

Die bestehenden Entwicklungsmodelle sind nicht darauf ausgelegt, die heute erforderliche Geschwindigkeit, Adaptionfähigkeit und industrielle Skalierbarkeit zu liefern.

1.1 Projektgetriebene statt produktorientierte Entwicklung

Die Verteidigungs- & Aerospaceindustrie ist traditionell stark durch programm- und projektbasierte Entwicklungslogiken geprägt. Forschung und Entwicklung orientieren sich primär an konkreten Beschaffungsvorhaben, Plattform-programmen oder kundenspezifischen Anforderungen.

Diese Struktur führt zu mehreren systemischen Effekten:

- Entwicklungsaktivitäten sind eng an einzelne Programme gebunden und dadurch nur begrenzt übertragbar.
- Technologien und Komponenten werden häufig mehrfach parallel entwickelt.
- Skaleneffekte in der Entwicklung bleiben ungenutzt.
- Innovationszyklen sind an die Laufzeiten großer Programme gekoppelt.

Im Gegensatz dazu folgen viele der heute relevanten Technologien – insbesondere Software, KI, Sensorik und autonome Systeme – weniger einer inhärenten Produktlogik als vielmehr einer Logik der Produktisierung. Sie zeichnen sich durch kontinuierliche Weiterentwicklung, Wiederverwendbarkeit und plattformbasierte Skalierung aus.

Die Diskrepanz zwischen projektgetriebener Entwicklung und produktorientierten Innovationsmodellen führt dazu, dass technologische Fortschritte nur verzögert in zivilen & militärischen Systemen integriert werden können. Gleichzeitig wird die Fähigkeit eingeschränkt, Innovationen schnell in die Breite zu skalieren.

1.2 Silobasierte Entwicklungsorganisationen

Organisationsstrukturen in der Verteidigungs- & Aerospaceindustrie sind häufig entlang von Plattformen, Domänen oder Geschäftsbereichen ausgerichtet. Diese historisch gewachsene Struktur führt zu einer starken Fragmentierung von Entwicklungsaktivitäten.

Typische Ausprägungen sind:

- getrennte Entwicklungsbereiche für Luft-, Land-, See- oder Weltraumsysteme,
- isolierte Technologie- und Komponentenentwicklung,
- begrenzte Wiederverwendung von Lösungen über Programme hinweg.

Diese Silostrukturen erschweren insbesondere die Entwicklung systemübergreifender Architekturen, die Integration von Software und datengetriebenen Funktionen sowie die effiziente Nutzung von Know-how und Ressourcen

Mit der zunehmenden Bedeutung von Multi-Domain-Operationen (MDO)¹, vernetzten Systemen und softwaredefinierten Architekturen wird diese Fragmentierung zu einem zentralen Innovationshemmnis. Die Leistungsfähigkeit moderner Systeme entsteht zunehmend durch das Zusammenspiel von Systemen – nicht durch deren isolierte Optimierung.

1.3 Lebenszykluskomplexität und Obsolescence Management

Viele zivile als auch militärische Systeme sind durch außergewöhnlich lange Lebenszyklen gekennzeichnet, die häufig mehrere Jahrzehnte umfassen. Gleichzeitig unterliegen zentrale technologische Komponenten – insbesondere in den Bereichen Elektronik, Software und digitale Infrastruktur – deutlich kürzeren Innovationszyklen.

Dieses strukturelle Spannungsfeld führt zu einer zunehmenden Komplexität im Obsolescence Management:

- Komponenten werden während der Nutzungsdauer abgekündigt oder technologisch überholt.
- Ersatzlösungen erfordern aufwändige Re-Qualifizierung und Integration.
- Abhängigkeiten von einzelnen Lieferanten und Technologien steigen.

Die Folge ist ein wachsender Anteil von Ressourcen, der nicht in Innovation, sondern in die Aufrechterhaltung bestehender Systeme fließt. Gleichzeitig wird die Fähigkeit eingeschränkt, neue Technologien schnell und effizient zu integrieren.

Ohne eine stärkere Modularisierung und Entkopplung von Systemkomponenten droht die technologische Erneuerbarkeit militärischer Systeme langfristig zum limitierenden Faktor zu werden.

1.4 Spannungsfeld zwischen Innovationsgeschwindigkeit und Regulierung

Die Entwicklung militärischer und ziviler Systeme unterliegt strengen Anforderungen in Bezug auf Sicherheit, Zuverlässigkeit und Interoperabilität. Zertifizierungs- und Zulassungsprozesse sind entsprechend komplex und zeitintensiv.

Diese Prozesse stehen zunehmend im Spannungsfeld mit der Geschwindigkeit technologischer Innovation:

- Neue Technologien in Deutschland entstehen überwiegend im zivilen Umfeld (Dual-Use)².
- Innovationszyklen verkürzen sich kontinuierlich.
- Wettbewerbsvorteile entstehen durch schnelle Integration und Iteration.

Notice: ¹MDO = MDO steht für Multi-Domain Operations. NATO definiert das als die Orchestrierung militärischer Aktivitäten über alle Operationsdomänen hinweg, synchronisiert mit nichtmilitärischen Aktivitäten, um zur richtigen Zeit am richtigen Ort konvergierende Effekte zu erzeugen.

²Dual Use bezeichnet Technologien, Produkte oder Forschungsergebnisse, die sowohl zivil als auch militärisch genutzt werden können

Die bestehenden Entwicklungs- und Zulassungsmodelle sind jedoch häufig nicht darauf ausgelegt, diese Dynamik abzubilden. Dies führt zu erheblichen Verzögerungen bei der Einführung neuer Technologien und reduziert die Reaktionsfähigkeit während sich die Bedrohungslagen zunehmend schnell verändern.

1.5 Fragmentierte Technologie- und Innovationssteuerung

Ein weiterer struktureller Engpass liegt in der fehlenden übergreifenden Steuerung von Technologieentwicklungen. In vielen Organisationen existieren parallele Technologieinitiativen ohne konsistente Gesamtarchitektur oder strategische Priorisierung.

Dies äußert sich unter anderem in:

- uneinheitlichen Technologie-Roadmaps,
- fehlender Synchronisation zwischen Forschung, Entwicklung und Produktion,
- begrenzter Transparenz über Reifegrade und Skalierungspotenziale.

Gerade vor dem Hintergrund steigender Investitionen und wachsender technologischer Komplexität wird eine integrierte Steuerung von F&E jedoch zunehmend kritisch. Ohne klare Priorisierung und Orchestrierung besteht die Gefahr, dass Ressourcen ineffizient eingesetzt und strategische Technologien nicht konsequent aufgebaut werden.

1.6 Systemischer Mismatch zwischen F&E und industrieller Realität

Die beschriebenen Herausforderungen sind nicht isoliert zu betrachten. In ihrer Gesamtheit führen sie zu einem grundlegenden Strukturproblem.

Die bestehenden F&E-Modelle der Verteidigungs- & Aerospaceindustrie sind nur begrenzt kompatibel mit den aktuellen Anforderungen an industrielle Skalierung, technologische Geschwindigkeit und systemübergreifende Integration.

Während operative Bereiche zunehmend auf:

- schnelle Produktionsskalierung,
- flexible Fertigungsstrukturen,
- resiliente Wertschöpfungsketten

ausgerichtet werden, verbleiben viele Entwicklungsmodelle in historisch gewachsenen Strukturen.

Diese Entkopplung zwischen Entwicklung und industrieller Realität wird zu einem zentralen Risikofaktor.

Technologische Innovation entfaltet ihren Wert erst dann vollständig, wenn sie schnell, skalierbar und resilient in industrielle Prozesse überführt werden kann.

1.7 Gesellschaftliche und Politische Akzeptanz

Die Innovations- und Forschungslandschaft besonders im Verteidigungsbereich in Deutschland ist historisch durch strukturelle und gesellschaftliche Restriktionen geprägt. Über Jahrzehnte hinweg war militärische Forschung sowohl politisch als auch gesellschaftlich kaum akzeptiert. Dies spiegelte sich unter anderem in Zivilklauseln vieler Hochschulen wider, die wehrbezogene Forschung einschränkten oder ausschlossen.

In der Folge verlagerte sich verteidigungsrelevante Forschung weitgehend in staatliche Ressortforschung, außeruniversitäre Institute und die Industrie.

Diese Entwicklung führte zu einer strukturellen Trennung zwischen ziviler Spitzenforschung und militärischer Anwendung, wodurch Innovationspotenziale nur eingeschränkt genutzt werden konnten. Erst die veränderte sicherheitspolitische Lage führt aktuell zu einer schrittweisen Neubewertung dieser Haltung.

FAZIT

Ein zentrales Defizit des deutschen Innovationssystems ist das Fehlen eines leistungsfähigen, zentralen Innovationsakteurs vergleichbar mit der US-amerikanischen DARPA¹. Während DARPA als agiler Treiber für disruptive Technologien fungiert und gezielt Wissenschaft, Start-ups und Industrie vernetzt, ist die deutsche Landschaft durch fragmentierte Zuständigkeiten, langsame Prozesse und eine begrenzte Einbindung neuer Akteure gekennzeichnet.

Gleichzeitig gewinnt die Verzahnung ziviler und militärischer Forschung zunehmend an Bedeutung. Insbesondere in Schlüsseltechnologien wie Künstlicher Intelligenz, autonomen Systemen oder Quantentechnologien zeigt sich die Relevanz von Dual-Use-Innovationen. Entsprechende Initiativen und internationale Programme tragen dazu bei, diese Schnittstellen auszubauen.

Vor dem Hintergrund wachsender geopolitischer Spannungen wird Innovation zunehmend als zentraler Faktor militärischer Leistungsfähigkeit verstanden. Internationale Entwicklungen zeigen zudem eine klare Ausrichtung auf beschleunigte Innovationszyklen und die schnelle Überführung von Technologien in operative Fähigkeiten („Speed-to-Field“)².

Der Paradigmenwechsel in Forschung & Entwicklung ist kein singuläres Problem, sondern das Ergebnis vieler überlagernder Entwicklungen. Projektgetriebene Entwicklungslogiken, fragmentierte Organisationsstrukturen, komplexe Lebenszyklen sowie unzureichend angepasste Steuerungs- und Zertifizierungsmodelle stehen zunehmend im Widerspruch zu den Anforderungen einer dynamischen, technologisch getriebenen und skalierungsorientierten Verteidigungsindustrie.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass eine inkrementelle Anpassung bestehender Modelle nicht ausreicht. Vielmehr ist eine grundlegende Neuausrichtung von Defence F&E erforderlich – hin zu integrierten, modularen und produktorientierten Entwicklungsansätzen.

Diese Neuausrichtung bildet die Grundlage für das folgende Kapitel, in dem die zukünftigen Anforderungen an F&E systematisch abgeleitet werden.

Notice: ¹DARPA = Defense Advanced Research Projects Agency

²Speed-to-Field = Speed-to-Field bezeichnet die Zeit und Fähigkeit, neue Technologien schnell in einsatzfähige militärische Fähigkeiten zu überführen.

#02 DIE NEUEN SPIELREGELN FÜR DEFENCE F&E

„Was muss F&E heute leisten, was früher nicht erforderlich war?“

Der im vorhergehenden Abschnitt beschriebene Paradigmenwechsel macht deutlich: Die bisherigen Modelle der Forschung und Entwicklung sind nicht mehr ausreichend, um den gestiegenen Anforderungen an Geschwindigkeit, Skalierbarkeit und technologische Souveränität gerecht zu werden.

Gleichzeitig lassen sich aus den aktuellen technologischen und industriellen Entwicklungen klare Anforderungen an ein zukünftiges F&E-Modell ableiten. Diese Anforderungen gehen deutlich über klassische Innovationsziele hinaus. Sie betreffen nicht nur was entwickelt wird, sondern vor allem wie Entwicklung organisiert, gesteuert und in industrielle Wirkung überführt wird.

Im Kern entsteht ein neues Anforderungsprofil für F&E, das sich entlang fünf zentraler Dimensionen beschreiben lässt.

2.1 Time-to-Field als zentrale Steuerungsgröße

Die Geschwindigkeit, mit der neue Fähigkeiten entwickelt, integriert und in den operativen Einsatz überführt werden, entwickelt sich zur entscheidenden Leistungskennzahl moderner Verteidigungsinnovationen.

Traditionelle Entwicklungszyklen, die sich über Jahre oder Jahrzehnte erstrecken, stehen zunehmend im Widerspruch zu:

- dynamischen Bedrohungslagen
- schnellen technologischen Fortschritten
- kurzfristig steigenden Bedarfen in Konfliktsituationen

Forschung & Entwicklung muss daher künftig darauf ausgerichtet werden, die Zeitspanne zwischen Technologieentwicklung und Fähigkeitsbereitstellung signifikant zu verkürzen.

Dies erfordert unter anderem:

- iterative Entwicklungsansätze statt sequenzieller Prozesse
- frühzeitige Integration von Nutzern und Einsatzanforderungen
- parallele Entwicklung, Test und Validierung
- Reduktion von Übergaben zwischen Entwicklungsphasen

Time-to-Field wird damit zu einer zentralen Steuerungsgröße, die Entwicklungsentscheidungen maßgeblich beeinflusst.

2.2 Skalierbarkeit als integrales Designprinzip

Die Fähigkeit, neue Technologien nicht nur zu entwickeln, sondern auch schnell und in großen Stückzahlen verfügbar zu machen, gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Die Erfahrungen aus aktuellen Konflikten zeigen, dass militärische Wirksamkeit zunehmend auch von der Fähigkeit abhängt, Systeme in hohen Volumina zu produzieren, schnell zu replizieren und flexibel an veränderte Bedarfe anzupassen.

Damit wird Skalierbarkeit zu einer zentralen Anforderung an F&E. Diese muss bereits in frühen Entwicklungsphasen berücksichtigt werden, etwa durch:

- Design for Manufacturing und Design for Scale.
- Standardisierung von Komponenten und Schnittstellen.
- Reduktion technologischer Komplexität dort, wo sie nicht leistungsbestimmend ist.

Forschung & Entwicklung und industrielle Produktion wachsen damit enger zusammen. Entwicklungsentscheidungen bestimmen unmittelbar die spätere Hochlauffähigkeit und industrielle Umsetzbarkeit.

2.3 Softwaredefinierte und modulare Systemarchitekturen

Moderne Verteidigungssysteme entwickeln sich zunehmend von hardwarezentrierten Plattformen hin zu softwaredefinierten, modularen und vernetzten Systemen.

In solchen Architekturen wird Funktionalität zunehmend durch Software realisiert, während Hardware als austauschbare Trägerstruktur dient. Gleichzeitig ermöglichen modulare Architekturen eine flexible Integration neuer Technologien über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

Für die F&E ergeben sich daraus grundlegende Anforderungen:

- Trennung von Hardware- und Softwareentwicklung.
- Entwicklung stabiler, offener Schnittstellen.
- Förderung von Wiederverwendbarkeit und Plattformlogiken.
- kontinuierliche Weiterentwicklung von Softwarefunktionen.

Diese Architekturprinzipien sind Voraussetzung dafür, Innovationszyklen zu verkürzen und Systeme langfristig technologisch adaptierbar zu halten.

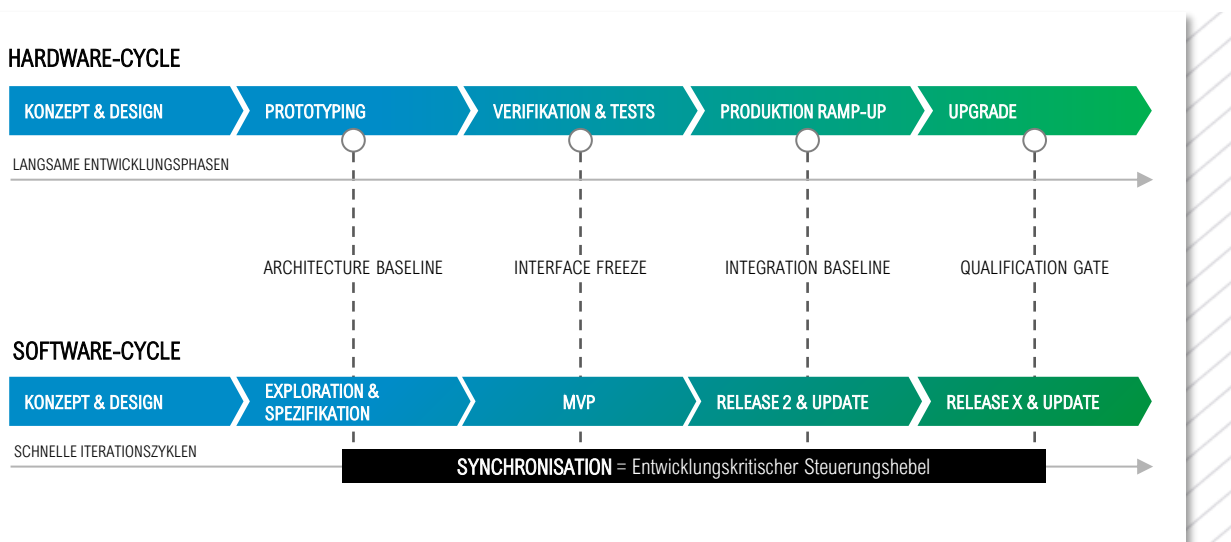


Abb 1: Gegenüberstellung langsamer, sequenzieller Hardwarezyklen und schneller, iterativer Softwarezyklen sowie deren Synchronisationspunkte als zentrale Integrations- und Steuerungsmechanismen.

2.4 Multi-Domain-Integration und System-of-Systems-Ansätze

Die Leistungsfähigkeit moderner Streitkräfte entsteht zunehmend aus dem Zusammenspiel verschiedener Systeme über Domänengrenzen hinweg.

Land-, Luft-, See-, Cyber- und Weltraumsysteme werden zu integrierten Fähigkeitsverbänden vernetzt, in denen Sensoren, Effektoren und Führungsstrukturen eng gekoppelt sind, Daten in Echtzeit ausgetauscht und verarbeitet werden und Entscheidungen systemübergreifend getroffen werden.

Für F&E bedeutet dies eine Verschiebung des Fokus:

- von der Optimierung einzelner Plattformen,
- hin zur Entwicklung integrierter System-of-Systems-Architekturen.

Die Fähigkeit, komplexe, vernetzte Systeme zu entwickeln und zu betreiben, wird damit zu einem zentralen Differenzierungsfaktor.

2.5 Technologische Souveränität und Resilienz

Geopolitische Spannungen und technologische Abhängigkeiten führen dazu, dass die Kontrolle über kritische Technologien zunehmend als strategischer Faktor betrachtet wird.

Forschung & Entwicklung muss daher stärker darauf ausgerichtet werden, technologische Souveränität zu sichern und gleichzeitig resiliente Systemarchitekturen zu ermöglichen.

Dies umfasst unter anderem:

- bewusste Auswahl und Kontrolle kritischer Schlüsseltechnologien,
- Reduktion von Abhängigkeiten in sensiblen Bereichen,
- Integration von Security-by-Design in Entwicklungsprozesse,
- Aufbau redundanter und robuster Systemstrukturen.

Technologische Souveränität ist dabei nicht als vollständige Autarkie zu verstehen, sondern als Fähigkeit, kritische Technologien zu kontrollieren und strategische Handlungsfähigkeit zu sichern.

FAZIT

Die neuen Anforderungen an F&E lassen sich auf einen zentralen Punkt verdichten. F&E wird vom reinen Innovationsmotor zum integrierten Steuerungsinstrument für Geschwindigkeit, Skalierbarkeit und Souveränität.

Time-to-Field, industrielle Skalierbarkeit, modulare Systemarchitekturen, Multi-Domain-Integration sowie technologische Souveränität bilden die zentralen Leitprinzipien eines zukünftigen F&E-Modells.

Diese Anforderungen machen deutlich, dass es nicht ausreicht, bestehende Entwicklungsprozesse zu optimieren. Vielmehr ist ein grundlegender Wandel erforderlich – hin zu neuen Architekturen, Organisationsmodellen und Entwicklungslogiken.

Im folgenden Kapitel wird daher untersucht, wie sich die Architektur moderner Verteidigungssysteme verändert und welche Implikationen sich daraus für die Ausgestaltung zukünftiger F&E-Ansätze ergeben.

#03 VOM SYSTEM ZUR VERNETZUNG – DER NEUE ARCHITEKTURANSATZ

„Wie verändern sich Systeme selbst?“

Der Wandel, der Forschung & Entwicklung unterliegt ist im Kern kein reines Prozess- oder Organisationsproblem – er ist ein Architekturproblem. Die Art und Weise, wie militärische Systeme konzipiert, strukturiert und integriert werden, entscheidet zunehmend darüber, ob Innovation schnell, skalierbar und nachhaltig umgesetzt werden kann.

Die klassische Logik der Verteidigungs- & Aerospaceindustrie war über Jahrzehnte durch die Entwicklung hochintegrierter, weitgehend geschlossener Plattformen geprägt. Kampfflugzeuge, Panzer, Schiffe oder Satelliten wurden als abgeschlossene Gesamtsysteme entworfen, deren Leistungsfähigkeit primär aus der Plattform selbst resultierte. Innovation erfolgte überwiegend in Form inkrementeller Weiterentwicklungen innerhalb klar definierter Systemgrenzen. Dieses Modell war unter stabilen technologischen und geopolitischen Rahmenbedingungen effizient – stößt jedoch zunehmend an seine Grenzen.

Moderne Einsatzrealitäten erfordern eine grundlegend andere Form der Leistungsbereitstellung. Militärische Wirksamkeit entsteht heute aus dem Zusammenspiel vernetzter Systeme über Domänen hinweg. Sensoren, Effektoren und Führungssysteme sind in Echtzeit integriert, Daten werden kontinuierlich verarbeitet und Entscheidungen systemübergreifend getroffen. Die einzelne Plattform wird damit vom primären Leistungsträger zum Bestandteil eines größeren, vernetzten Systems.

Dieser Wandel lässt sich als Paradigmenwechsel beschreiben. Statt geschlossener, hardwaredominierter Plattformen entstehen zunehmend:

- vernetzte, fähigkeitszentrierte Systemlandschaften,
- offene und integrierbare Architekturen,
- softwaredefinierte Funktionalitäten,
- kontinuierlich weiterentwickelbare Systeme.

Im Zentrum dieser Transformation steht die zunehmende Bedeutung von Software.

Funktionalitäten werden softwarebasiert realisiert und können unabhängig von physischen Plattformen angepasst und erweitert werden. Hardware bleibt essenziell, verändert jedoch ihre Rolle: Sie wird von einem differenzierenden Innovationsträger zu einer stabilen, standardisierten Basis für softwarebasierte Fähigkeiten.

Damit verschieben sich auch die Innovationszyklen. Nicht mehr Hardware, sondern Software bestimmt die Geschwindigkeit technologischer Weiterentwicklung. Für Verteidigungs- & Aerospace F&E bedeutet dies die Notwendigkeit kontinuierlicher, iterativer Entwicklungsmodelle (V-Modell) sowie die Fähigkeit, Software schnell zu integrieren, zu testen und in bestehende Systeme einzubetten.

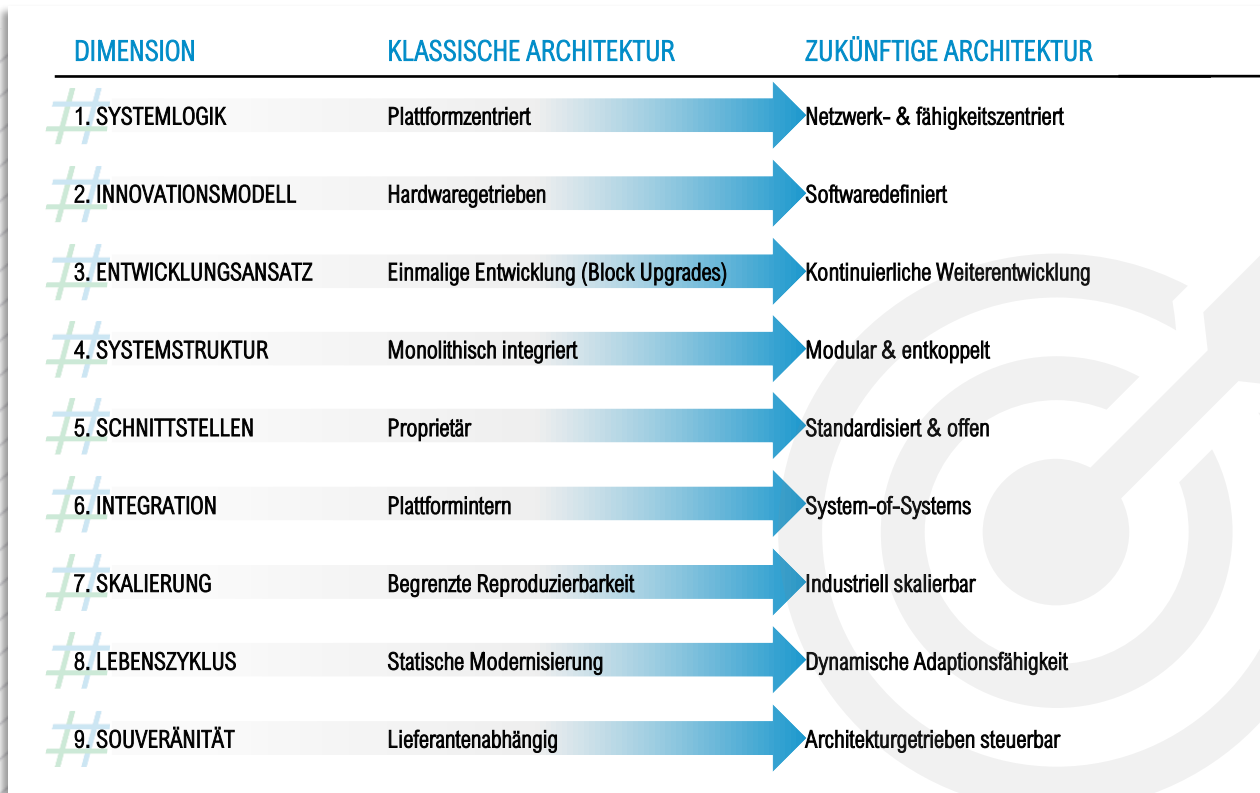


Abb 2: Vergleich klassischer und zukünftiger Verteidigungs- & Aerospace-Architekturen und deren Wandel hin zu modularen, softwaredefinierten und vernetzten System-of-Systems.

Diese Verschiebung hin zu softwaregetriebenen, schnell adaptierbaren Systemen erfordert eine grundlegende Veränderung der Systemstruktur. Systeme werden nicht länger als monolithische Einheiten entwickelt, sondern als modular aufgebaute Architekturen mit klar definierten Schnittstellen. Dies ermöglicht:

- die Integration neuer Technologien ohne vollständige Systemneuentwicklung,
- parallele Entwicklung unterschiedlicher Systemkomponenten,
- eine deutliche Reduktion von Integrationsaufwänden im Lebenszyklus.

Insbesondere im Kontext von Obsolescence Management wird Modularität zu einem strategischen Hebel.

Einzelne Komponenten können gezielt modernisiert werden, ohne das Gesamtsystem ersetzen zu müssen. Damit wird die langfristige technologische Erneuerbarkeit erst beherrschbar.

Parallel dazu gewinnen offene Architekturen und Interoperabilität an Bedeutung. In einem Umfeld vernetzter Operationen und multinationaler Zusammenarbeit stoßen proprietäre Insellösungen an ihre Grenzen. Standardisierte Schnittstellen ermöglichen dagegen die Integration unterschiedlicher Systeme, Technologien und Partner in gemeinsame Fähigkeitsverbünde.

Mit der zunehmenden Vernetzung verändert sich schließlich auch die Logik militärischer Leistungsfähigkeit. Daten werden zum zentralen operativen Faktor – als Grundlage für Lagebilder, Entscheidungsunterstützung und autonome Funktionen. Für F&E ergibt sich daraus eine klare Neuausrichtung: Im Fokus steht nicht mehr die Entwicklung einzelner Plattformen, sondern die Gestaltung vernetzter, evolvierender System-landschaften. Zentrale Aufgaben verschieben sich hin zur Definition konsistenter Architekturen, stabiler Schnittstellen und der Integration von Software, Daten und Hardware in durchgängige Systeme.

Der Architekturwandel markiert damit einen der tiefgreifendsten Umbrüche in der Verteidigungs- & Aerospaceindustrie seit Jahrzehnten. Er verändert nicht nur die Systeme selbst, sondern die grundlegende Logik ihrer Entwicklung.

FAZIT

Der Übergang vom plattformzentrierten System hin zu vernetzten, modularen und Softwaredefinierten Architekturen stellt einen fundamentalen Paradigmenwechsel dar.

Leistungsfähigkeit entsteht nicht länger primär innerhalb einzelner Plattformen, sondern aus der Integration und dem Zusammenspiel vernetzter Systeme. Architektur wird damit zum entscheidenden Hebel für Innovationsgeschwindigkeit, Skalierbarkeit und langfristige Adaptionfähigkeit.

Für F&E bedeutet dies eine grundlegende Neuausrichtung. Der Fokus verschiebt sich von der Entwicklung isolierter Systeme hin zur Gestaltung konsistenter, evolvierender Systemlandschaften. Die Fähigkeit, Software, Daten und Hardware in integrierte Architekturen zu überführen und kontinuierlich weiterzuentwickeln, wird zur zentralen Kernkompetenz.

#04 VOM PROJEKT ZUM PRODUKT – NEUE ENTWICKLUNGSMODELLE

„Wie muss Entwicklung organisatorisch neu gedacht werden?“

Die Transformation von Defence Forschung & Entwicklung ist im Kern eine Frage der Entwicklungslogik. Während neue Architekturen die technischen Möglichkeiten erweitern, entscheidet das zugrunde liegende Modell darüber, ob Innovation schnell, skalierbar und nachhaltig wirksam wird.

Das historisch gewachsene, projektgetriebene Entwicklungsmodell der Verteidigungsindustrie war über Jahrzehnte hinweg erfolgreich. Es ermöglichte die Entwicklung hochkomplexer Systeme unter stabilen Rahmenbedingungen, klar definierten Anforderungen und langfristigen Planungszyklen. Doch genau diese Logik stößt zunehmend an ihre Grenzen.

Das Projektmodell basiert implizit auf Annahmen, die heute nicht mehr gelten: stabile Anforderungen, langsame technologische Veränderungen und weitgehend statische Systeme über lange Lebenszyklen hinweg. In einer Realität beschleunigter Innovationszyklen, dynamischer Bedarfe und wachsender technologischer Komplexität führt dies zu strukturellen Spannungen. Entwicklungen bleiben an einzelne Programme gebunden, Wiederverwendung ist begrenzt, und die Integration neuer Technologien erfolgt häufig verzögert. Innovation findet statt – entfaltet jedoch nur eingeschränkt systemische Wirkung.

Vor diesem Hintergrund gewinnt ein produktorientiertes Entwicklungsverständnis an Bedeutung. Im Zentrum steht nicht mehr das einzelne Projekt, sondern die kontinuierliche Entwicklung und Skalierung von Fähigkeiten. Produkte – verstanden als wiederverwendbare Komponenten, Plattformen oder Software-funktionalitäten – werden über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg weiterentwickelt und in unterschiedlichen Systemkontexten eingesetzt.

Die Zukunft von F&E liegt in der Verbindung von Projekten als Integrationsrahmen und von Produkten als Träger von Innovation und Skalierung.

Dieser Perspektivwechsel verändert die Logik von Entwicklung grundlegend. Statt einmaliger Umsetzung tritt kontinuierliche Weiterentwicklung. Statt isolierter Programme entsteht ein Fokus auf Produktlinien und wiederverwendbare Bausteine. Innovation wird nicht mehr punktuell erzeugt, sondern systematisch skaliert.

Gerade im Kontext steigender Anforderungen an Time-to-Field und industrielle Skalierbarkeit wird dieser Ansatz entscheidend. Kontinuierliche Entwicklungsmodelle ermöglichen schnellere Iterationen, frühzeitige Integration neuer Technologien und eine engere Verzahnung von Entwicklung, Nutzung und Weiterentwicklung. Gleichzeitig schafft Wiederverwendbarkeit die Grundlage für effizientere Skalierung über Programme und Systeme hinweg.

Diese Transformation bleibt nicht auf die Entwicklung selbst beschränkt. Sie erfordert auch Anpassungen in Organisation und Steuerung: langfristige Verantwortung für Produkte statt temporärer Projektstrukturen, strategische Allokation von Ressourcen über Produktportfolios sowie eine engere Integration von Entwicklung, Integration und Betrieb.

Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass das Projektmodell im Verteidigungsumfeld weiterhin eine zentrale Rolle spielt. Große Plattformprogramme, regulatorische Anforderungen und Beschaffungslogiken lassen sich nicht vollständig durch produktorientierte Ansätze ersetzen. Zukünftig wird daher ein hybrides Modell entstehen, in dem Projekte auf produktzentrierten Grundlagen aufbauen.

Der Übergang vom Projekt- zum Produktmodell ist damit kein radikaler Bruch, sondern eine strukturelle Weiterentwicklung. Er bildet jedoch eine zentrale Voraussetzung dafür, F&E an die Anforderungen einer dynamischen, technologiegetriebenen und skalierungsorientierten Realität anzupassen.

FAZIT

Der Übergang vom projektgetriebenen zum produktorientierten Entwicklungsmodell markiert einen zentralen Wendepunkt für F&E.

Während das klassische Projektmodell unter stabilen Rahmenbedingungen effektiv war, stößt es in einer dynamischen, technologiegetriebenen Realität zunehmend an seine Grenzen. Geschwindigkeit, Wiederverwendbarkeit und Skalierbarkeit lassen sich unter diesen Voraussetzungen nur begrenzt realisieren.

Produktorientierte Ansätze schaffen dagegen die strukturellen Voraussetzungen für kontinuierliche Innovation und systematische Skalierung. Entwicklung wird nicht mehr als einmaliger Prozess verstanden, sondern als fortlaufende Weiterentwicklung von Fähigkeiten über Produktlinien hinweg.

#05 SKALIERBARE INNOVATION

„Wie wird Innovation industriell wirksam?“

Die Fähigkeit zur Innovation ist in der Verteidigungs- & Aerospaceindustrie längst kein Engpass mehr. Neue Technologien entstehen mit hoher Geschwindigkeit, häufig außerhalb klassischer Defence-Strukturen, insbesondere in Bereichen wie Software, Künstliche Intelligenz oder autonomen Systemen. Der eigentliche Engpass liegt heute an einer anderen Stelle: in der Fähigkeit, diese Innovationen schnell, zuverlässig und in relevanten Stückzahlen in operative Fähigkeiten zu überführen.

Damit verschiebt sich der Fokus von der reinen Technologieentwicklung hin zur Frage der industriellen Umsetzung. In vielen Organisationen zeigt sich dabei eine strukturelle Diskontinuität zwischen Forschung, Prototyping und Serienfertigung. Technologien werden erfolgreich demonstriert, verbleiben jedoch auf dem Niveau von Pilotprojekten oder Demonstratoren, ohne den Übergang in die breite Anwendung zu schaffen. Die Zeit zwischen Entwicklung und industrieller Nutzung ist häufig lang, und die Voraussetzungen für eine Skalierung werden erst spät oder gar nicht berücksichtigt.

Die kritischste Phase im Innovationsprozess ist dabei der Übergang von der Validierung zur Industrialisierung. In dieser Phase zeigt sich, ob eine Technologie nicht nur funktioniert, sondern auch wirtschaftlich, technisch und organisatorisch skalierbar ist. Häufig sind Technologien in diesem Stadium nicht ausreichend auf Produktionsanforderungen ausgelegt, während gleichzeitig Lieferketten, Fertigungsprozesse und industrielle Kapazitäten noch nicht vorbereitet sind.

Die Folge ist ein strukturelles „Scale-up Gap“, in welchem Innovationen nicht an ihrer technologischen Qualität scheitern, sondern an ihrer mangelnden Industrialisierbarkeit.

Typische Ursachen für dieses Scale-up Gap sind:

- fehlende Berücksichtigung von Fertigungsanforderungen in frühen Entwicklungsphasen,
- unzureichende Vorbereitung von Lieferketten und Zulieferstrukturen,
- fehlende Synchronisation zwischen Entwicklung und Produktion,
- isolierte Innovationsinitiativen ohne industrielle Anschlussfähigkeit.

Um diese Lücke zu schließen, ist eine grundlegende Neuausrichtung des Innovationsprozesses erforderlich. Anstelle einer sequenziellen Logik, in der Forschung, Entwicklung und Produktion nacheinander erfolgen, muss eine integrierte End-to-End-Betrachtung treten. Technologieentwicklung, Validierung, Industrialisierung und Skalierung dürfen nicht isoliert voneinander betrachtet werden, sondern müssen frühzeitig miteinander verzahnt werden. Produktionsanforderungen, Materialverfügbarkeit und Lieferkettenstrukturen sind bereits in frühen Entwicklungsphasen zu berücksichtigen, während gleichzeitig Rückkopplungen aus der Anwendung und Produktion kontinuierlich in die Weiterentwicklung einfließen müssen.

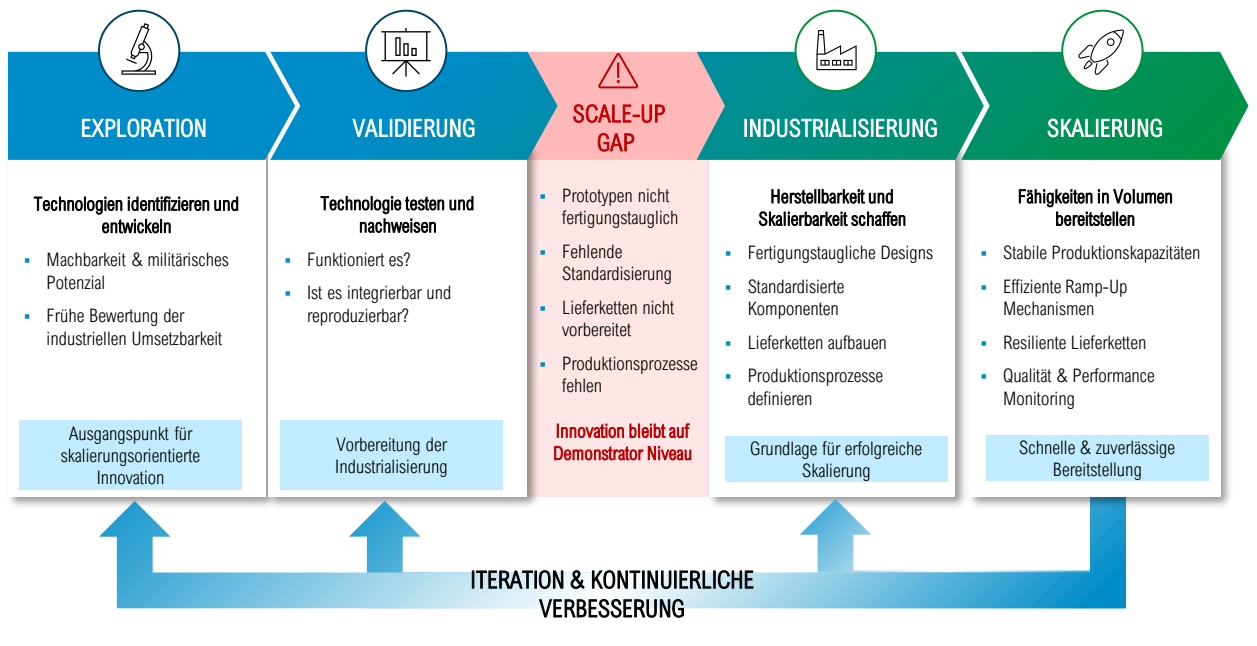


Abb 3: End-to-End-Innovationsprozess von Exploration bis Skalierung mit Fokus auf das „Scale-up Gap“ als zentralem Engpass zwischen Demonstration und industrieller Umsetzung.

Aus dieser Notwendigkeit einer integrierten End-to-End-Logik lassen sich zentrale Gestaltungsprinzipien ableiten, die skalierbare Innovation ermöglichen. Diese Prinzipien wirken nicht isoliert, sondern entfalten ihre Wirkung erst im Zusammenspiel:

- Skalierbarkeit muss von Beginn an in der Entwicklung angelegt werden („Design-for-Scale“).
- Industrialisierung ist ein paralleler, nicht nachgelagerter Prozess.
- Modularität ermöglicht Flexibilität, Wiederverwendbarkeit und Parallelisierung der Produktion.
- Externe Innovationsökosysteme sind systematisch zu integrieren.
- Eine durchgängige End-to-End-Steuerung schafft Transparenz und Priorisierung.

Die im Defence Operations Trend-Radar¹ identifizierten Themen lassen sich in diesem Kontext als Ausdruck dieser Skalierungsherausforderung interpretieren. Fragestellungen wie Bottleneck Management, Ramp-Up Management oder die Optimierung von Manufacturing Footprints sind letztlich Konsequenzen daraus, dass Skalierung nicht systematisch in der Entwicklung integriert wurde. Operative Engpässe sind daher häufig nicht isolierte Probleme der Produktion, sondern das Ergebnis vorgelagerter Entscheidungen in Forschung und Entwicklung.

Notice: ¹Defence Trend-Radar = CONSULT ING. Defence Trend-Radar Studie 2026

FAZIT

Die zentrale Herausforderung moderner Innovation liegt nicht mehr in der Entwicklung neuer Technologien, sondern in deren skalierbarer Umsetzung.

Die Innovationskraft allein garantiert noch keinen Markterfolg. Das ‚Scale-up Gap‘ zeigt, dass Technologien erst dann wirksam werden, wenn sie konsequent auf industrielle Prozesse zugeschnitten und effizient skaliert werden. Ohne diese Verzahnung bleibt Fortschritt ein isoliertes Ereignis.

Skalierbare Defence Innovation erfordert daher eine grundlegende Neuausrichtung des Innovationsprozesses: weg von sequenziellen Übergaben, hin zu einer integrierten End-to-End-Logik, in der Entwicklung, Industrialisierung und Skalierung von Beginn an zusammengedacht werden.

#06 DIE ORGANISATION ALS ENGPASS DER TRANSFORMATION

„Wie müssen Organisationen strukturiert sein?“

Die Transformation von Verteidigungs- & Aerospace Forschung & Entwicklung ist nicht allein eine Frage von Technologien oder Architekturen. Sie erfordert eine grundlegende Neuausrichtung der Organisation selbst.

Die zentrale Herausforderung liegt dabei in der Übersetzung der zuvor beschriebenen Anforderungen – Geschwindigkeit, Skalierbarkeit, Modularität und Souveränität – in ein funktionsfähiges Operating Model.

Ein modernes F&E-Operating-Model ist produktzentriert, architekturgetrieben, softwarefokussiert und durchgängig entlang des Innovations- und Industrialisierungsprozesses integriert.

Im Zentrum steht nicht mehr das einzelne Projekt oder die einzelne Organisationseinheit, sondern ein integriertes System aus Produktlinien, Plattformen und Entwicklungsfähigkeiten.


OM-ELEMENTE ¹	ZIELSETZUNG	KERNELEMENTE
1. Struktur 	Auflösung von Silos und Ausrichtung auf Produktlinien	Produktorganisation, Plattformteams, cross-domain Strukturen
2. Governance 	Steuerung entlang strategischer Prioritäten	Portfolio-Steuerung, Produktverantwortung, klare Entscheidungsrechte
3. Prozesse 	Beschleunigung und Integration von Entwicklung	Iterative Entwicklung, DevSecOps, End-to-End-Prozesse
4. Technologie & Tools 	Unterstützung durch digitale Entwicklungsumgebungen	Model-based Engineering, digitale Zwillinge, integrierte Toolchains
5. Talent & Kultur 	Aufbau neuer Kompetenzen und Arbeitsweisen	Software- und Datenkompetenz, interdisziplinäre Teams, agile Arbeitsmodelle

Abb 4: Target Operating Model für F&E mit fünf Kernbausteinen zur Gestaltung einer integrierten, skalierbaren und leistungsfähigen Entwicklungsorganisation.

Notice: ¹OM = Ein Operating Model beschreibt, wie eine Organisation strukturiert und gesteuert ist, um ihre strategischen Ziele effektiv umzusetzen.

Die organisatorische Grundstruktur stellt den zentralen Hebel für die Leistungsfähigkeit von Forschung und Entwicklung dar. Im angestrebten Zielbild verschiebt sich diese Struktur deutlich. Weg von einer primär plattform- und domänenbasierten Siloorganisation hin zu einer stärkeren produkt- und plattformorientierten Aufstellung. Im Kern basiert dieses Modell auf klar definierten Produktlinien, beispielsweise in den Bereichen Sensorik, Softwareplattformen oder autonome Systeme. Ergänzend dazu übernehmen Plattforteamts mit eindeutiger End-to-End-Verantwortung die Entwicklung und den Betrieb zentraler technologischer Bausteine.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ist das Cross-Domain Engineering, das die Integration über klassische Domänengrenzen hinweg sicherstellt.

Durch diese Neuausrichtung entstehen signifikante Vorteile. Die Wiederverwendbarkeit von Komponenten und Lösungen wird erhöht, Skaleneffekte können besser genutzt werden, und insgesamt lassen sich Innovationszyklen deutlich beschleunigen.

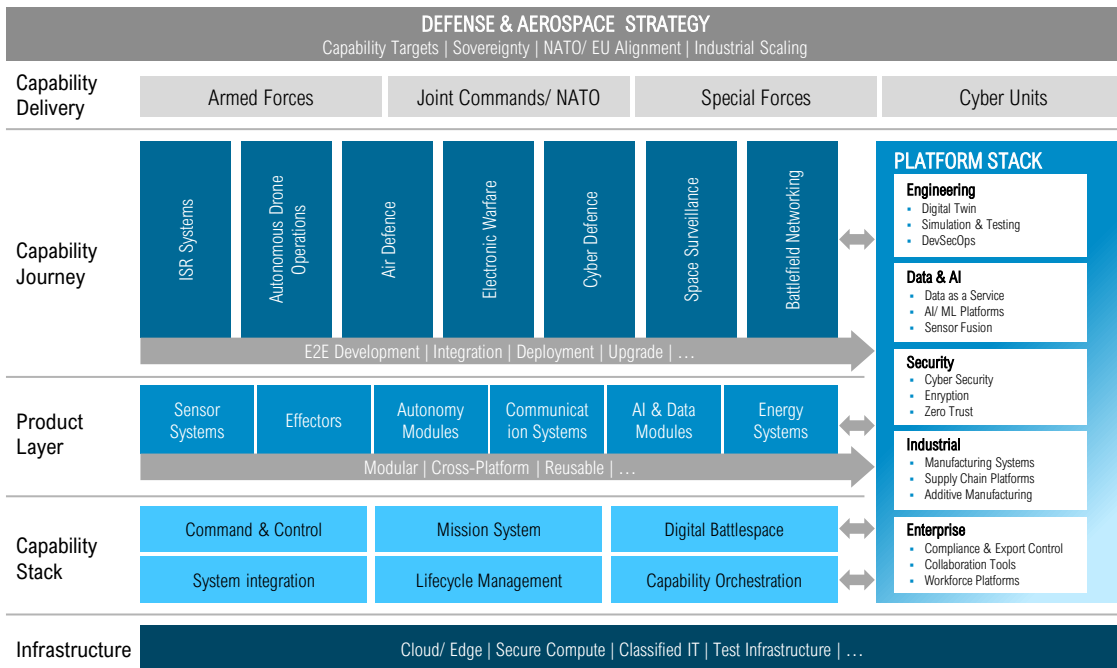


Abb 5: Integriertes Produkt- und Plattformmodell für Defence F&E zur Entwicklung modularer, skalierbarer und vernetzter Fähigkeiten entlang einer durchgängigen Architektur.

FAZIT

Ergänzend zu dieser strukturellen Neuausrichtung erfordert das Target Operating Model auch eine Anpassung von Steuerung und Zusammenarbeit. Klassische, projektzentrierte Governance- und Prozessmodelle stoßen dabei zunehmend an ihre Grenzen. Stattdessen gewinnen produkt- und portfolioorientierte Steuerungsansätze an Bedeutung, die eine kontinuierliche Priorisierung, schnellere Entscheidungszyklen und eine engere Verzahnung von Entwicklung, Integration und Industrialisierung ermöglichen. Unterstützt wird dies durch den Einsatz integrierter digitaler Entwicklungsumgebungen sowie durch den Aufbau interdisziplinärer Teams, die Software-, System- und Domänenkompetenzen zusammenführen.

Die Neuausrichtung des Defence-F&E-Operating-Models stellt einen zentralen Hebel für die zukünftige Leistungsfähigkeit der Verteidigungsindustrie dar. Produktzentrierte Strukturen, plattformbasierte Entwicklungsansätze und eine stärkere Integration über Domänengrenzen hinweg schaffen die Grundlage für höhere Geschwindigkeit, bessere Skalierbarkeit und eine effizientere Nutzung von Ressourcen.

Gleichzeitig wird deutlich, dass diese Transformation über organisatorische Anpassungen hinausgeht. Sie erfordert ein grundlegendes Umdenken in der Art und Weise, wie Entwicklung gesteuert, organisiert und mit industriellen Prozessen verzahnt wird.

Erst durch das Zusammenspiel von Struktur, Steuerung und Technologie entsteht ein Operating Model, das den Anforderungen moderner Verteidigungssysteme gerecht wird und Innovation nicht nur ermöglicht, sondern auch nachhaltig skalierbar macht.

#07 DEFENCE F&E NEU GEDACHT

Das integrierte, skalierbare und souveräne Innovationssystem.

Die vorangegangenen Abschnitte zeigen, dass die Transformation von F&E nicht durch einzelne Maßnahmen erreicht werden kann. Sie erfordert ein konsistentes Zusammenspiel von Architektur, Entwicklungslogik, Organisation und industrieller Umsetzung.

Das Zielbild lässt sich daher nicht als isolierte Optimierung beschreiben, sondern als ein grundlegend neues System von Forschung und Entwicklung.

Diese Transformation manifestiert sich nicht in einzelnen Initiativen, sondern in einer veränderten Entwicklungslogik. Sie lässt sich auf fünf zentrale Gestaltungsprinzipien verdichten, die gemeinsam ein zukunftsfähiges Innovationssystem definieren:

#1 KONTINUIERLICHE STATT PROGRAMMGETRIEBENE ENTWICKLUNG

Entwicklung erfolgt nicht mehr entlang einzelner Programme oder Beschaffungsvorhaben, sondern als kontinuierlicher Innovationsprozess. Fähigkeiten entstehen durch fortlaufende Iteration, Integration und Weiterentwicklung bestehender Systeme – nicht mehr in abgeschlossenen Entwicklungszyklen.

#2 PRODUKT- UND PLATTFORMZENTRIERTE STRUKTUREN

Technologien werden nicht mehr projektgebunden entwickelt, sondern entlang stabiler Produktlinien und Plattformen organisiert. Diese bilden die Grundlage für Wiederverwendbarkeit, Skalierung und langfristige Weiterentwicklung.

#3 SOFTWAREDEFINIERT, MODULARE SYSTEMARCHITEKTUREN

Systemarchitekturen entwickeln sich hin zu modularen, softwaredefinierten Strukturen. Funktionalität wird zunehmend durch Software realisiert, während Hardware als stabile, standardisierte Trägerplattform dient

#4 NAHTLOSE INTEGRATION VON F&E UND INDUSTRIELLER UMSETZUNG

Die klassische Trennung zwischen Entwicklung und Produktion wird aufgehoben. Industrialisierung beginnt bereits in frühen Entwicklungsphasen und wird integraler Bestandteil eines durchgängigen End-to-End-Systems.

#5 SOUVERÄNITÄTSFÄHIGE TECHNOLOGIE- UND SYSTEMLANDSCHAFTEN

Technologische Handlungsfähigkeit wird systematisch in Architektur, Technologieentscheidungen und Entwicklungsprozesse integriert. Kritische Fähigkeiten werden gezielt abgesichert, während Abhängigkeiten aktiv gestaltet werden.

F&E in der Zukunft ist schnell, skalierbar, vernetzt und souverän – und wirkt durchgängig von der Idee bis zur industriellen Umsetzung.

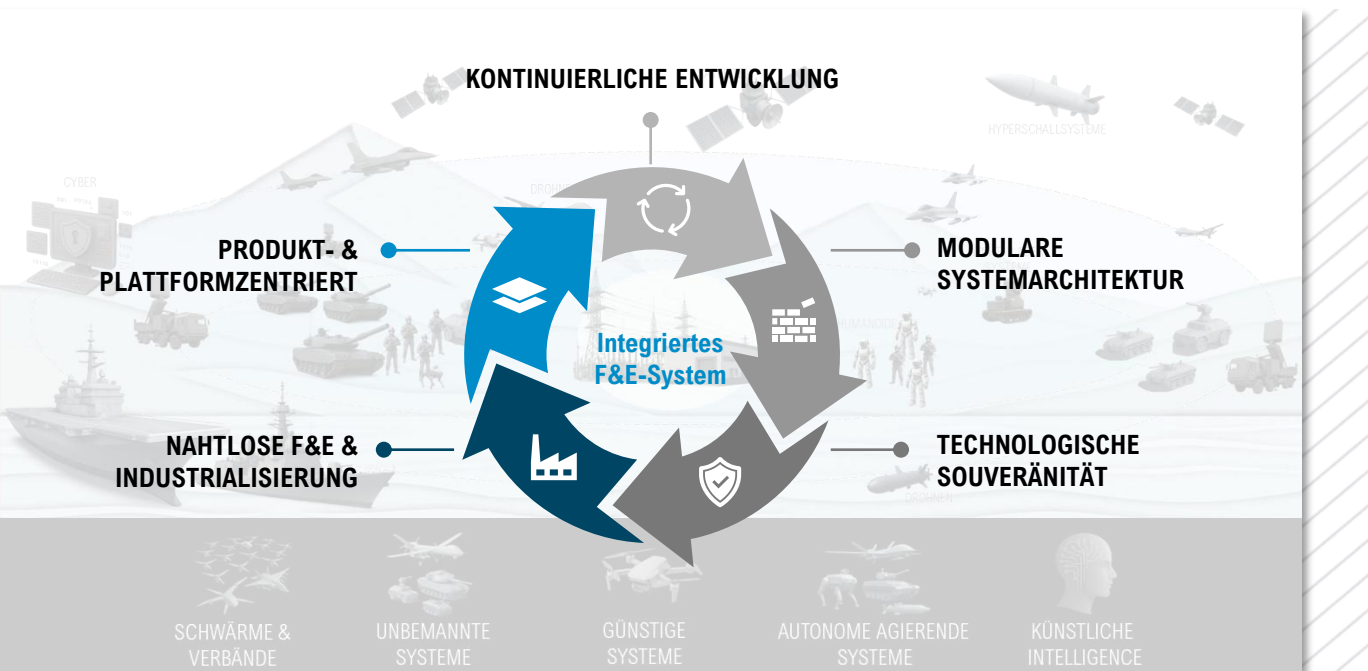


Abb 6: Zielbild eines integrierten Defence F&E-Systems, das durch das Zusammenspiel zentraler Gestaltungsprinzipien eine skalierbare und kontinuierliche Innovation ermöglicht.

Diese fünf zuvor beschriebenen Prinzipien wirken nicht isoliert, sondern verstärken sich gegenseitig. Modulare Architekturen ermöglichen produktzentrierte Entwicklung, kontinuierliche Entwicklungsmodelle beschleunigen Innovation, und die enge Integration mit industrieller Umsetzung schafft die Voraussetzung für Skalierbarkeit.

FAZIT

Das Zielbild von Forschung & Entwicklung beschreibt keine inkrementelle Weiterentwicklung bestehender Strukturen, sondern einen fundamentalen Wandel der gesamten Entwicklungslogik.

Die zukünftige Leistungsfähigkeit entsteht aus dem Zusammenspiel von kontinuierlicher Entwicklung, produkt- und plattformzentrierten Strukturen,

modularen Architekturen sowie der engen Integration von Entwicklung und industrieller Umsetzung. Erst dieses integrierte System ermöglicht es, Innovation schnell, skalierbar und nachhaltig wirksam zu machen.

Für Organisationen bedeutet dies, dass einzelne Optimierungen nicht ausreichen. Entscheidend ist die konsequente Ausrichtung aller Elemente von F&E auf ein gemeinsames Zielbild.

#08 VOM ZIELBILD ZUR UMSETZUNG

Von der heutigen F&E-Realität zum Zielbild.

Die vorangegangenen Abschnitte haben ein Zielbild beschrieben: ein integriertes, produktzentriertes und skalierbares Forschungs- und Entwicklungsmodell. Dieses Zielbild ist jedoch nicht durch punktuelle Maßnahmen erreichbar. Es erfordert eine koordinierte Neuausrichtung von Architektur, Entwicklungslogik, Organisation und industrieller Umsetzung.

Gleichzeitig zeigt die Praxis, dass genau an dieser Stelle viele Transformationsinitiativen scheitern – nicht aufgrund fehlender Erkenntnisse über notwendige Veränderungen, sondern aufgrund mangelnder Umsetzungslogik, unklarer Priorisierung und inkonsistenter Transformation entlang der Wertschöpfungskette.

Die erfolgreiche Transformation von F&E erfordert daher mehr als ein klares Zielbild. Sie benötigt belastbare Umsetzungsprinzipien, die Orientierung in einem komplexen, mehrjährigen Veränderungsprozess geben.



#1 EVOLUTION STATT BIG BANG

Transformation sollte schrittweise entlang klar abgegrenzter Wertschöpfungsbereiche erfolgen. Organisationen sollten gezielt Domänen mit hoher Hebelwirkung auswählen, in denen neue Modelle implementiert und erprobt werden.

#2 ARCHITEKTUR ZUERST

Zu Beginn der Transformation sind klare Zielarchitekturen sowie standardisierte Schnittstellen zu definieren. Diese bilden die Grundlage für Integrationsfähigkeit, Skalierbarkeit und technologische Handlungsfähigkeit.

#3 PILOTIEREN STATT PLANEN

Transformation sollte über gezielte Pilotinitiativen („Lighthouse Initiatives“) umgesetzt werden. Neue Arbeitsweisen, Organisationsmodelle und Technologien sind unter realen Bedingungen zu testen und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

#4 INTEGRATION VON F&E UND INDUSTRIELLER UMSETZUNG

F&E, Produktion, Supply Chain und Betrieb sind frühzeitig in gemeinsame Entwicklungsprozesse zu integrieren. Designprinzipien wie „Design for Scale“ müssen bereits in frühen Phasen verankert werden. Gleichzeitig sind durchgängige End-to-End-Verantwortlichkeiten aufzubauen, um eine nahtlose Überführung von Entwicklung in industrielle Umsetzung sicherzustellen.

#5 KLARE PRIORISIERUNG UND SEQUENZIERUNG

Transformation ist auf wenige, wirkungsstarke Hebel zu fokussieren. Organisationen sollten zentrale Initiativen klar priorisieren, sequenziell umsetzen und gezielt mit Ressourcen hinterlegen.

FAZIT

Die erfolgreiche Transformation von Verteidigungs- & Aerospace Forschung & Entwicklung erfordert mehr als die Definition eines Zielbilds oder die Umsetzung einzelner Initiativen. Entscheidend ist die Fähigkeit, Transformation strukturiert, priorisiert und konsequent über die Zeit hinweg zu steuern. Dabei zeigt sich, dass die Neuausrichtung von F&E nicht isoliert erfolgen kann. Sie betrifft gleichzeitig Architektur, Entwicklungslogik, Organisation und industrielle Wertschöpfung – und erzeugt damit komplexe Abhängigkeiten, die eine klare Sequenzierung und Koordination erfordern. Ein phasenbasiertes Vorgehen sowie eine konsequente Fokussierung auf wenige, wirkungsstarke Hebel sind zentrale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung.

Gleichzeitig findet diese Transformation unter veränderten Rahmenbedingungen statt. Mit Initiativen wie dem Sondervermögen Bundeswehr sowie der Anhebung des NATO-Ziels auf perspektivisch 3,5 % des BIP – gegenüber dem bisherigen 2 %-Ziel der NATO – ist die Nachfrage nach verteidigungsrelevanten Fähigkeiten deutlich gestiegen und als strukturell anhaltend einzuschätzen. Daraus entsteht eine Planungssicherheit, die in dieser Form in den vergangenen Jahrzehnten nicht gegeben war, und die die Voraussetzungen für langfristige Investitionen und nachhaltige Fähigkeitsentwicklung wesentlich verbessert.

Zusätzlich stellt die Transformation hohe Anforderungen an Führung und Steuerung. Organisationen müssen Transformation als integralen Bestandteil ihrer strategischen Entwicklung verstehen, mit klarer Verankerung im Top-Management, konsistenter Steuerung und messbaren Fortschritten.

IMPRESSUM

// AUTHOR & EDITOR



Tobias Bock

Head of Defence

Mobile: +49 152 25664930

Mail: tbock@consult-ing.ag



Jakob Emge

Managing Consultant Defence

Mobile: +49 152 25664930

Mail: jemge@consult-ing.ag



// KONTAKT

CONSULT ING. Dietel Engineers AG
Landsberger Str. 259
12623 Berlin

CONSULT ING. AG ist eine auf produzierende Unternehmen, spezialisierte Prozessberatung, die Unternehmen bei der Analyse, Gestaltung und Umsetzung anspruchsvoller Transformations- und Optimierungsprogramme unterstützt. Der Fokus liegt auf der systematischen Verbindung von strategischer Zielsetzung, operativer Exzellenz und belastbarer Entscheidungslogik.

Das Unternehmen verfügt über fundierte Expertise in der Strukturierung komplexer Fragestellungen, der Entwicklung umsetzungsnaher Konzepte sowie der Begleitung von Organisationen entlang kritischer Veränderungsprozesse. Dabei werden quantitative Analysen, bewährte Managementmethoden und branchenspezifisches Know-how integriert, um nachhaltige Wirkung zu erzielen.



#CONSULTING.[®]
DIETEL ENGINEERS