

WHITEPAPER

PRODUKTION 2030



Die industrielle Wertschöpfung am Standort Deutschland erlebt eine nie dagewesene Bedrohung. Produzierende Unternehmen müssen sich radikal transformieren, um nachhaltig wettbewerbsfähig zu sein. Dazu gehört die Neuausrichtung auf zukunftsfähige Märkte und Produkte, aber auch die konsequente Nutzung innovativer Technologien für maximale Produktivität und Agilität. Effektivere Kooperationsformate zwischen Industrie und Forschung sichern einen schnellen und wirkungsvollen Transfer und verkürzen Innovationszyklen. Dieses Whitepaper zeigt, wie trotz der schwierigen Rahmenbedingungen die Transformation der produzierenden Industrie gemeinsam mit der Forschung gelingen kann.

**Die Rahmenbedingungen werden sich nicht schnell ändern.
Also müssen wir ändern, was und wie wir produzieren.**



AVIATION | ENERGY | SEMICONDUCTOR | DEFENSE

Märkte

Neue Märkte statt alter

Gewissheiten: Aviation, Energy, Semiconductor und Defense wachsen. Wer dort produziert, gewinnt.

Hebel

Drei Hebel entscheiden:

3E - Exzellenz, Effizienz und Effektivität. Den Ausschlag gibt die Geschwindigkeit ihrer Umsetzung.

Technologie

Neue technologische

Treiber: Der Digitale Zwilling aus der Symbiose von Technologieverständnis und künstlicher Intelligenz.

Autor

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs

Institutsleiter Manufacturing Technology Institute - MTI der RWTH Aachen
Direktoriumsmitglied Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT



1 Die Lage ist ernst. Deutschland im globalen Wettbewerb.

Die produzierende Industrie in Deutschland und Europa steht unter doppeltem Druck: Von außen und von innen.

Global verschärft sich der geo- und wirtschaftspolitische Wettbewerb. China verfolgt mit China-Speed eine progressive, langfristig angelegte Industriepolitik im Takt von Fünfjahresplänen. Die USA setzen massiv auf Reindustrialisierung. Durch freien Umgang mit Daten treiben beide Nationen Innovationen im Bereich KI. Einheitliche klimapolitische Vorgaben fehlen. Der Wettbewerb findet daher zu ungleichen Bedingungen statt.

National belasten hohe Energiekosten, bürokratische Hürden und langwierige Genehmigungsverfahren die Unternehmen. Sie behindern die wirkungsvolle Verausgabung staatlicher Sonderinvestitionen. Hinzu kommen Fachkräftemangel und innenpolitische Unsicherheit.

Die Folgen sind messbar: Wichtige Exportmärkte wie Automotive und klassischer Maschinenbau brechen weg. Die Führerschaft in zentralen Technologiefeldern nimmt ab oder ist bereits verloren. Die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen ist stark angespannt.

Die entscheidende Einsicht ist unbequem: **Viele dieser Rahmenbedingungen werden sich gar nicht oder nur sehr langsam ändern.** Wer auf bessere Bedingungen wartet, verliert. Daraus folgen zwei Fragen, die jede Produktionsstrategie beantworten muss:

- **Wo** erschließen wir neue Märkte bzw. bauen bestehende aus?
- **Wie** betreiben wir Produktion zukünftig wettbewerbsfähig, auch ohne Standortverlagerung?

2 Wo das Wachstum stattfindet: Vier Zukunftsmärkte



Aviation

Die Auftragsbücher der Flugzeug- und Triebwerkshersteller sind bis weit über 2030 gefüllt. Der Engpass liegt in der **Produktionskapazität**. Die Innovationsdynamik bleibt hoch.



Energy

Der globale Strombedarf steigt. Neue Kraftwerke und KI-Rechenzentren mit bis zu **1 Gigawatt** Anschlussleistung treiben die Nachfrage. Langfristig kommt die Wasserstoff-Infrastruktur hinzu.



Semiconductor

Leistungselektronik **und** KI-Chips bilden zwei Wachstumspfade mit höchsten Anforderungen an Präzision und Prozessstabilität. Schlüssel zur Innovation ist ein schnelles **Lab-to-fab** Prinzip.



Defense

Zeitenwende und Sondervermögen schaffen kurz- und langfristige Bedarfe auf nationaler und europäischer Ebene. Die zentrale Herausforderung ist die **Skalierung der Produktion**.

Diese Märkte haben eines gemeinsam: Sie verlangen **höchste technologische Anforderungen bei gleichzeitig schnellem Kapazitätsaufbau** sowie Unabhängigkeit und Souveränität. Genau hier liegt die Chance des Standorts Deutschland. Produzierende Unternehmen müssen diese Märkte erfolgreich und nachhaltig erschließen, im doppelten Sinne: Dauerhaft wirtschaftlich tragfähig und ressourceneffizient.

3 Was Unternehmen jetzt brauchen: Die 3E und Tempo

EXZELLENZ

Ausbau der technologischen Basis. Die bisherige Stärke im Sinne von **Made in Germany**.

EFFIZIENZ

Steigerung der Produktivität zur Kompensation bestehender **Wettbewerbsnachteile**.

EFFEKTIVITÄT

Agilität und Anpassungsfähigkeit für Resilienz gegenüber volatilen **Marktentwicklungen**.

Diese drei Hebel sind nicht neu. Neu ist der Druck, sie gleichzeitig und zeitkritisch zu bewegen: Die Zukunftsmärkte öffnen sich jetzt, die Wettbewerber handeln im Takt von China-Speed, und die Fenster schließen sich schnell wieder.



Über Erfolg entscheidet nicht, ob die Transformation gelingt, sondern wie schnell.

4 Der Digitale Zwilling: Basistechnologie der Produktion 2030

Schnelle Transformation braucht zwei Klassen von Befähigern. **Technology-driven Enabler** bedeuten Innovation aus einem tiefen, systemischen und physikalischen Verständnis von: Produkt-, Werkstoff- und Produktionstechnologie. **Data-driven Enabler** umfassen Automatisierung, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz. Der Digitale Zwilling ist die Technologie, die erfolgreich beide Welten zusammenführt.

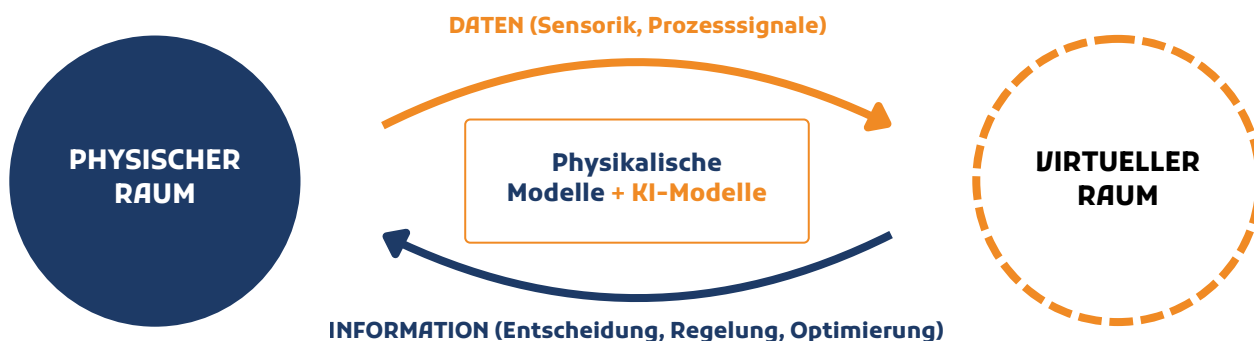


Abb. 1: Das Konzept des Digitalen Zwillings. Physischer und virtueller Raum sind über bidirektional kontinuierliche Daten- und Informationsflüsse gekoppelt. Erzeugt wird der Zwilling aus der **Symbiose physikalischer und KI-basierter Modelle**.

Essenziell für die breite Nutzung des digitalen Zwillings ist die Skalierung einzelner Anwendungsfälle, über Standorte und Unternehmensgrenzen hinweg. Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass Standardisierungsmaßnahmen in der IT-Architektur, die Asset Administration Shell sowie Initiativen wie Manufacturing-X wichtige Grundlagen schaffen und perspektivisch eine breitere Adaption fördern.

Von der Visualisierung zur Autonomie

Der Digitale Zwilling ist kein Zustand, sondern ein Entwicklungspfad. Jede Stufe erschließt zusätzlichen wirtschaftlichen Nutzen, bis hin zur sich selbst optimierenden, agilen und autonomen Fertigung.

Keine IT-Initiative, sondern Produktionsstrategie

Wer den Digitalen Zwilling als Software-Projekt behandelt, scheitert. Er entsteht nur dort, wo tiefes Prozessverständnis auf konsequente Datennutzung trifft. Genau dort wirkt er auf alle 3E zugleich.



Abb. 2: Die vier Stufen des Digitalen Zwillings.

Was der Digitale Zwilling konkret liefert

SCHNELLER, VIRTUELLER FERTIGUNGSANLAUF

Prozesse werden virtuell ausgelegt und abgesichert, bevor die erste Maschine läuft. Das erhöht die Anpassungsfähigkeit bei neuen Produkten und verkürzt den Weg vom Prototyp zur industriellen Fertigung.

ÜBERWACHUNG UND OPTIMIERUNG

Einzelprozesse und ganze Prozessketten werden kontinuierlich überwacht und optimiert. Produktivität wird zum Dauerzustand, nicht zum Projekt. Maschinen assistieren den Menschen oder agieren selbstständig.

ÜBERGREIFENDE DATENRÄUME

Standardisierter Daten- und Informationsaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg bildet die Datenbasis für zukünftige KI-Anwendungen.

- » Der Digitale Zwilling ist die Basistechnologie für die 3E.
- » Seine **Umsetzung** bildet die **Grundlage** für eine neue Generation von technologischer und digitaler Innovation.

5 Agentische und Physische KI: Die Enabler der nächsten Stufe

Zwei KI-Entwicklungen heben das Potenzial des Digitalen Zwillings auf die nächste Stufe und verändern die Spielregeln der Produktion grundlegend. Das verändert das Zielbild der kommenden Jahre drastisch und nachhaltig.

ENABLER FÜR ACCELERATION

Agentische KI

- KI-Agenten planen, simulieren und bewerten Prozessvarianten selbstständig im virtuellen Raum. Aus sequenziellen Schleifen werden parallele Experimente. Neues Wissen wird generiert.
- Aufgaben des Produktionsanlaufs wie Arbeitsplanung oder NC-Programmierung laufen weitestgehend automatisiert. Zyklen verkürzen sich von Monaten auf Tage.

ENABLER FÜR AUTONOMIE

Physische KI

- KI wirkt direkt in Maschine und Roboter. Sie nimmt wahr, entscheidet und handelt in Echtzeit im physischen Prozess.
- Anlagen kompensieren Störungen, Verschleiß und Schwankungen autonom. Der Betrieb ohne permanente Eingriffe wird möglich.

» Die Produktion muss in einem neuen Zielbild denken:
Die autonome Fertigung – Dark Factory

6 Vom Labor in die Fabrik: Transfer als Beschleuniger

Der Erfolg entscheidet sich am agilen Transfer von der Wissenschaft in die Wirtschaft. In vier Schritten beschleunigen wir den Weg in die Produktion – gestützt auf **konkrete, repräsentative Fertigungsszenarien** und eine **vernetzte, digitale Forschungsinfrastruktur**. Unser Anspruch: **Von der Grundlage bis zur Industrialisierung denken**.

WISSENSCHAFT

WIRTSCHAFT

01 FOKUS

Relevanz sichern
Konkret statt allgemein.



02 VALIDIERUNG

Den Beweis führen
Das bringt massive Vorteile.



03 DEMONSTRATION

Nutzen zeigen
Sehen schafft Vertrauen.



04 TRANSFER

In die Serie bringen
Vom Prototyp zum Produkt.

Abb. 3: Transfer vom Labor in die Fabrik

Infrastrukturmaßnahmen und Ankerprojekte

Center für Digital Vernetzte Produktion (CDVP) am MTI

Hochdigitalisierte Produktionsumgebung für Forschung und Entwicklung von den Grundlagen bis zur Serienreife: Aviation, Energy, Semiconductor und Defense. Diese Plattform begleitet den Transfer und Produktionsanlauf Hand in Hand zwischen Industrie und Produktionsforschung.

Produktionsforschung am konkreten Produkt:

Reale Bauteile, effiziente Prozessketten und Industriepartner im Production Launch Center Aviation (PLCA) bereiten den Weg für die Serieproduktion von modernen Flugzeugantrieben.

Kompetenzaufbau Digitaler Zwilling:

Implementierungsstrategien, Testumgebungen und Schulungen innerhalb des Kompetenzzentrums Digitaler Zwilling (DZ.NRW).

7 Was es jetzt braucht: Vier Voraussetzungen

- » Produktionsforschung auf Zukunftsfelder konzentrieren.
- » Moderne Forschungsinfrastruktur konsequent aufbauen und nutzen.
- » Neue, effektivere Kooperationsmodelle etablieren.
- » Lösungen für Produktivität und Agilität schnell transferieren.

UNSER ANSPRUCH

ACCELERATED TRANSFORMATION THROUGH MANUFACTURING INNOVATION

Die Rahmenbedingungen ändern sich so schnell nicht. Die Transformation muss **dennoch** gelingen – durch tiefes Technologieverständnis, den Digitalen Zwilling als Basistechnologie für die agentische und physische KI sowie einen wirkungsvollen Transfer.

Genau dorthin geht unsere Reise. Gehen Sie sie mit uns.