



# Matrixproduktion

flexibel produzieren trotz Variantenvielfalt

MARC MÜNNICH



Gefördert durch:



Mittelstand-Digital 

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

In diesem Nachgelesen erfahren Sie:

- was Matrixproduktion bedeutet,
- welche Chancen für KMU darin bestehen,
- warum Matrixproduktion nicht automatisch einfacher ist,
- wie ein geeignetes Vorgehen aussehen kann und
- wo die Grenzen der Umsetzung liegen. .

## Impressum

### **HERAUSGEBER**

Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz  
c/o TU Chemnitz  
Erfenschlager Str. 73, 09125 Chemnitz  
Tel: 0371 531 19935 Fax: 0371 531 819935  
info@digitalzentrum-chemnitz.de  
www.digitalzentrum-chemnitz.de

**REDAKTION** Anikó Lessi

### **GESTALTUNG UND PRODUKTION**

PUNKT191 – Marketing und Design  
www.punkt191.de

**BILDNACHWEIS TITEL** Valerie Frenzel, Fraunhofer IWU

**VERÖFFENTLICHUNG** Juli 2026





↑ © maricimihajlo - Magnific.com

## Einleitung

Statt der klassischen Produktionslinie die eigene Produktion modular wie ein Schachbrett gestalten und dadurch flexibler und produktiver werden? Genau das verspricht ist das Prinzip der Matrixproduktion. Steigende Variantenvielfalt, schwankende Absatzmengen, unsichere Lieferketten und der Wunsch nach individuelleren Produkten setzen klassische Produktionssysteme zunehmend unter Druck. Viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen vor der Frage, wie sie flexibel bleiben können, ohne ihre vorhandenen Strukturen vollständig aufzugeben. Die Matrixproduktion bietet hierfür einen interessanten Ansatz. Sie löst starre Takt- und Linienbindungen auf und ermöglicht, Produkte je nach Bedarf über unterschiedliche Bearbeitungs- oder Montagestationen zu führen. Für KMU ist sie jedoch kein Selbstläufer. Entscheidend ist eine schrittweise, datenbasierte Prüfung, ob eine Matrix- oder Hybridlösung tatsächlich zum eigenen Produktionsumfeld passt<sup>[1]</sup>.

## Was bedeutet Matrixproduktion?

In der klassischen Fließproduktion durchlaufen Produkte meist einen festgelegten Pfad: Station A1, dann A2, dann A3. Die Taktzeit gibt vor, wie lange ein Produkt an einer Station verweilt. Dieses Prinzip ist effizient, wenn große Mengen ähnlicher Produkte hergestellt werden. Bei vielen Varianten, unterschiedlichen Bearbeitungszeiten oder schwankenden Aufträgen stößt es jedoch an Grenzen<sup>[2]</sup>.

In der Matrixproduktion bewegen sich Produkte nicht mehr zwangsläufig auf einem festen Weg durch die Fertigung. Stattdessen durchläuft jedes Produkt einen individuellen Pfad, abhängig vom Arbeitsplan, der Variante, der Auslastung der Stationen und den verfügbaren Ressourcen. Damit können verschiedene Produktgruppen und Varianten parallel in derselben Produktionsumgebung gefertigt werden.

Für KMU ist dabei besonders interessant, dass nicht immer die gesamte Produktion umgestellt werden muss. Häufig reicht zunächst eine hybride Montage, bei der liniengebundene Bereiche mit flexiblen Matrixbereichen kombiniert werden. Das ist vor allem dann sinnvoll, wenn Variantenvielfalt nur in bestimmten Fertigungsabschnitten entsteht. Zudem senkt es das Risiko bei der Inbetriebnahme durch den geringen Umfang des Eingriffs und Wissen über die vorhandenen Prozesse.

## Chancen für KMU: mehr Flexibilität, bessere Auslastung, höhere Resilienz

Matrixproduktion kann für mittelständische Betriebe vor allem dort Mehrwert schaffen, wo Kundenanforderungen dynamischer werden und klassische Linien zu unflexibel sind, bspw.:

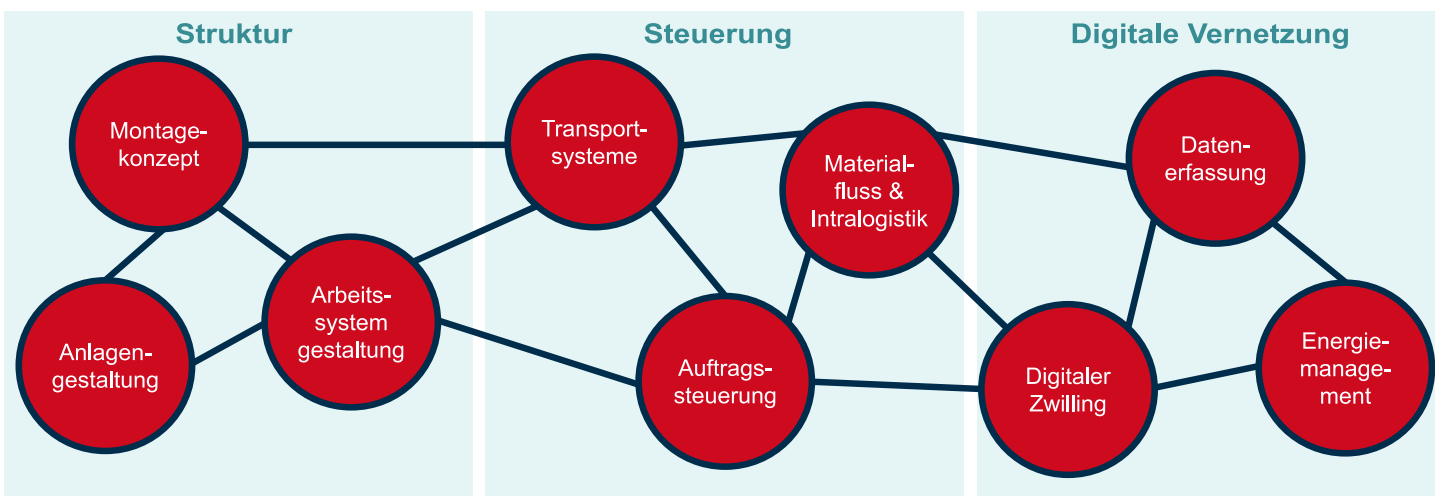
- im Umgang mit Variantenvielfalt, weil unterschiedliche Produkte können über individuelle Pfade gefertigt werden, ohne für jede Variante eine eigene Linie aufzubauen.
- für bessere Reaktion auf Nachfrageschwankungen, da Kapazitäten sich flexibler nutzen lassen, wenn Aufträge nicht starr an eine Linie gebunden sind.
- Maschinen, Arbeitsplätze und Mitarbeitende können für mehrere Produktgruppen eingesetzt werden.
- statt eines kompletten Umbaus kann eine Matrixproduktion zunächst in Teilbereichen oder als hybride Lösung erprobt werden.
- Simulationen und digitale Zwillinge ermöglichen es, Szenarien vor einer Investition zu bewerten.

Matrixproduktionssysteme sind besonders für Märkte mit sinkenden Stückzahlen, steigender Variantenvielfalt und schlecht prognostizierbaren Kundenbedarfen relevant. Gleichzeitig können sie zur Resilienz beitragen, etwa wenn Lieferketten unsicher sind oder kurzfristige Änderungen im Produktionsprogramm notwendig werden<sup>[1]</sup>.

## Warum Matrixproduktion nicht automatisch einfacher ist

Die höhere Flexibilität bringt auch neue Komplexität mit sich. Für KMU ist das ein zentraler Punkt, denn Ressourcen für Planung, Digitalisierung und Integration sind häufig begrenzter als in Großunternehmen. Zu den wichtigen Herausforderungen zählen:

- Materialbereitstellung und Logistik: Wenn Produkte unterschiedliche Wege nehmen, muss das Material zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein. Das erhöht die Anforderungen an innerbetriebliche Logistik und Steuerung.
- Qualifikation der Mitarbeitenden: Mitarbeitende müssen flexibler einsetzbar sein. Das kann Vorteile bringen, erfordert aber Schulung, klare Arbeitsanweisungen und gute Unterstützungssysteme.
- Produktionssteuerung: Eine Matrixproduktion benötigt Transparenz über Aufträge, Kapazitäten, Stationen und Materialflüsse. Ohne belastbare Daten und geeignete IT-Systeme steigt die Gefahr von Planungsfehlern.
- Investitions- und Integrationsaufwand: Technologien sind oft als Einzellösungen verfügbar, alle erforderlichen Anlagen-, Steuerungs- und Integrationsleistungen aus einer Hand zu erhalten, ist beinahe unmöglich.
- Wirtschaftlichkeit im Einzelfall: Bei sehr stabilen Produkten, hohen Stückzahlen und geringer Variantenvielfalt ist eine klassische Linie oftmals wirtschaftlicher.



↑ Abbildung 1: relevante Gestaltungsaspekte einer Matrixproduktion (© Fraunhofer IWU)



↑ Abbildung 2: Schrittweise zum flexiblen System (© Fraunhofer IWU)

Gerade für KMU sind zudem längere Taktzeiten, ein geringerer Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad sowie begrenzte Investitionsfähigkeit typische Rahmenbedingungen, die bei der Konzeption berücksichtigt werden müssen. Zudem greifen eine Vielzahl von Gestaltungsaspekten für Struktur, Steuerung und Vernetzung ineinander und sind hochgradig integriert (vgl. Abbildung 19).

## Schrittweise Machbarkeitsprüfung

Für Unternehmen mit unterschiedlichen Ausgangslagen empfiehlt sich ein schrittweises und angepasstes Vorgehen je nach Ausgangslage (siehe Abbildung 2). Die Basis bilden Lean Prinzipien und Digitalisierung, bevor Flexibilisierung im Sinne einer Matrixproduktion angegangen werden sollten. Zudem ist es wichtig zu prüfen, ob eine Matrix- oder Hybridproduktion sinnvoll ist. Das Vorgehen erfordert nicht sofort eine große Investition, sondern beginnt mit Datenerfassung, Strukturierung, und Konzeptvarianten.

## Ein geeignetes Vorgehen für KMU

Um eine pragmatische Evaluation einer Matrixproduktion sicherzustellen, gibt es verschiedene Ansätze. Bauernhansl et al. (2025)<sup>[3]</sup> stellen ein exemplarisches Modell dar, das insgesamt sechs Schritte umfasst. Der Fokus liegt auf einer kostengünstigen und einfach strukturierten Vorgehensweise, um eine grundlegende Gestaltung zu realisieren und ihre Vor- und Nachteile zu identifizieren:

**Datenaufnahme und -aufbereitung:** Produktions- und Plandaten werden gesammelt, bereinigt und vereinheitlicht. Dazu zählen zum Beispiel Arbeitspläne, Prozesszeiten, Varianten, Betriebsmittel und Layoutinformationen.

**Klassenbildung:** Prozesse, Arbeitsstationen und Produkte werden nach Ähnlichkeitskriterien gruppiert, etwa nach Betriebsmitteln, Qualifikationen oder Prozessfolgen.

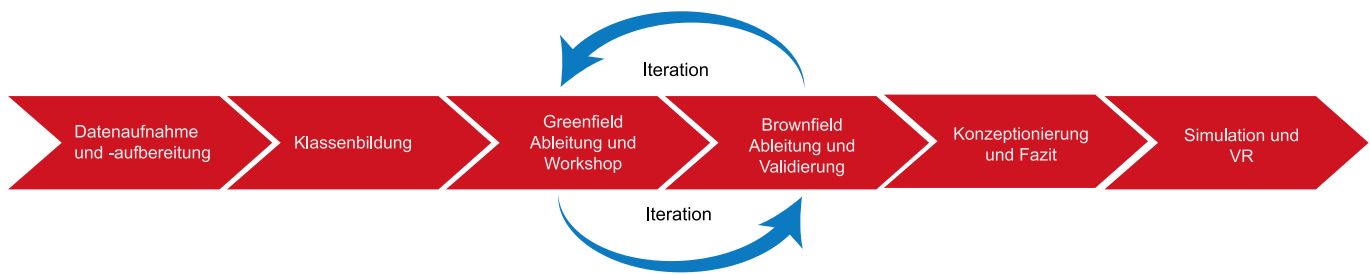
**Greenfield-Ableitung:** Auf Basis der Daten wird zunächst ein idealisiertes Matrixkonzept auf freier Fläche entwickelt. Das hilft, Potenziale sichtbar zu machen, ohne durch bestehende Hallenstrukturen eingeschränkt zu sein.

**Brownfield-Ableitung:** Anschließend wird geprüft, wie sich das Konzept in der realen Produktionsumgebung umsetzen ließe. Dabei werden vorhandene Layouts, Traglasten, Flächen, Medienversorgung und Materialflüsse einbezogen.

**Konzeptionierung und Fazit:** Das Unternehmen erhält eine belastbare Einschätzung, ob eine Matrix- oder Hybridproduktion unter den eigenen Bedingungen sinnvoll ist.

**Simulation und digitaler Zwilling:** Bei positiver Bewertung können Szenarien simuliert und mit der bestehenden Fließproduktion verglichen werden. Auch virtuelle Darstellungen sind möglich, um das Konzept verständlicher zu machen.

Der Ressourcenaufwand bleibt durch das Vorgehen überschaubar. In der beschriebenen Methode müssen Unternehmen vor allem Daten bereitstellen und an mehreren gezielten Workshops teilnehmen gemeinsam mit dem Planungsteam. Simulationen können im einfachsten Fall mit vordefinierten Bausteinkästen durchgeführt werden und liefern dadurch auch schnell Ergebnisse.



↑ Abbildung 3: Individuelle Konzeptentwicklung nach Finkel et al. (2023)<sup>[2]</sup>

## Grenzen der Umsetzung

Matrixproduktion ist besonders dann interessant, wenn ein Unternehmen viele Varianten, wechselnde Mengen oder häufige Produktanläufe bewältigen muss. Es gibt aber klare Einschränkungen:

Bei stabiler Massenproduktion kann eine Linie weiterhin effizienter sein.

Bei unzureichender Datenqualität wird die Planung unsicher; ohne belastbare Prozess- und Auftragsdaten ist eine seriöse Bewertung kaum möglich.

Bei fehlender IT- und Steuerungsfähigkeit kann die Flexibilität der Matrix nicht genutzt werden.

- Bei zu geringer Standardisierung steigen Aufwand und Kosten, weil Module, Schnittstellen und Abläufe nicht einfach kombinierbar sind.
- Bei begrenztem Investitionsrahmen sollte zunächst eine hybride Lösung oder ein Pilotbereich geprüft werden.
- Bei fehlender Veränderungsbereitschaft entstehen organisatorische Hürden, etwa in Arbeitsplanung, Qualifizierung, Instandhaltung und Produktionssteuerung.

Daher ist der Weg zu einer Matrixproduktion nicht sofort umsetzbar, sondern mit weiteren Schritten (siehe Abbildung 2) verbunden. Diese schaffen die Grundlage, um stabile und transparente Prozesse zu etablieren und anschließend eine klare Entscheidungsgrundlage für oder gegen eine Matrixproduktion zu schaffen. Matrixproduktionen sind bislang noch gering verbreitet und vor allem in bestimmten

Branchen wie Automobil-, Zuliefer-, Elektronik- und Halbleiterindustrie zu finden<sup>[1][3]</sup>. Für die breite Anwendung im Mittelstand braucht es daher Transfer, Vernetzung, klare Vorgehensmodelle und praxistaugliche Standards<sup>[1]</sup>.

## Fazit

Matrixproduktion kann KMU helfen, flexibler, variantenfähiger und widerstandsfähiger zu produzieren. Der größte Nutzen entsteht dort, wo klassische Linien durch hohe Produktvielfalt, schwankende Mengen oder unterschiedliche Bearbeitungszeiten an Grenzen stoßen. Für den Mittelstand ist jedoch nicht die vollständige cyber-physische Matrixproduktion der erste Schritt, sondern eine realistische, datenbasierte Prüfung:

- Welche Bereiche profitieren wirklich?
- Welche Daten liegen vor?
- Welche Investitionen sind notwendig?

Oftmals kann auch eine hybride Alternative zu vollwertigen Matrixproduktion gefunden werden. Ziel sollte stets sein, dass das Projekt zum Erfolg geführt werden kann, wofür die richtigen Voraussetzungen vorhanden sein müssen. Diese gilt es iterativ zu legen und sich dem Ziel der flexiblen Produktion zu nähern. Der Schlüssel liegt in einem schrittweisen Vorgehen, klaren Bewertungskriterien und einer sachlichen Betrachtung der technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen.

## Quellen und weiterführende Informationen

- 1** Hellmich, A. et al.: Umsetzung von cyber-physischen Matrixproduktionssystemen. Unter Mitarbeit von Acatech. Hg. v. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. München 2022. <https://www.acatech.de/allgemein/cyber-physische-matrixproduktionssysteme/>, zuletzt geprüft am 27.05.2026.
- 2** Finkel, P. et al.: Matrixproduktion für KMU. VDI-Z 165 (2023) 07-08, pp. 54–56.
- 3** Bauernhansl, T. et al., 2025: Matrixproduktion am Fraunhofer IPA. Erfahrungen aus über zehn Jahren Planung, Gestaltung und Umsetzung, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung Stuttgart. Online verfügbar unter <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/Publikationen/studien/matrixproduktion-am-fraunhofer-ipa.html>
- 4**



## Verfasst von

**MARC MÜNNICH** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Im Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz beschäftigt er sich mit Themen der energieeffizienten und nachhaltigen Fabrikplanung sowie deren Betrieb. Mit Werkzeugen zur Layoutgestaltung, Materialflusssimulation und Ökobilanzierung entwickelt und bewertet er Lösungen, um die klimaneutrale Fabrik aktiv voranzubringen.

[marc.muennich@digitalzentrum-chemnitz.de](mailto:marc.muennich@digitalzentrum-chemnitz.de)

## Weitere Informationen

Das Mittelstand-Digital Zentrum Chemnitz gehört zu Mittelstand-Digital. Mit dem Mittelstand-Digital Netzwerk unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

### **WAS IST MITTELSTAND-DIGITAL?**

Das Mittelstand-Digital Netzwerk bietet mit den Mittelstand-Digital Zentren und der Initiative IT-Sicherheit in der Wirtschaft umfassende Unterstützung bei der Digitalisierung. Kleine und mittlere Unternehmen profitieren von konkreten Praxisbeispielen und passgenauen, anbieterneutralen Angeboten zur Qualifikation und IT-Sicherheit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung der Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de).





Mittelstand-Digital  
Zentrum  
Chemnitz

Gefördert durch:



Mittelstand-Digital

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages