



WHITE PAPER

Flexibilität und Wandelbarkeit in der Produktion

Konzept zur Bewertung von Fertigungsstrukturen hinsichtlich
der Erfolgsfaktoren Flexibilität und Wandelbarkeit

Flexibilitäts- und Wandelbarkeitsassessment

November 2025

Die Themen Flexibilität und Wandelbarkeit im Bereich der Fertigung gewinnen zunehmend an Bedeutung. Beide Fähigkeiten stellen zentrale Erfolgsfaktoren dar, ermöglichen eine effiziente Reaktion auf unvorhersehbare Einflussgrößen in der Fertigung und machen Produktionssysteme zukunftssicher. Da es sich sowohl bei der Flexibilität als auch bei der Wandelbarkeit um komplexe, mehrdimensionale und schwer erfassbare Konstrukte handelt, erwies sich deren Bewertung in der Praxis bisher als schwierig. Deshalb hat Dürr Consulting einen Ansatz entwickelt, mit dem die Theorie in die Praxis umgesetzt werden kann. Dieser Ansatz ist sowohl bei der Neuplanung von Werken als auch bei Bestandsanlagen anwendbar.

FLEXIBILITÄT UND WANDELBARKEIT – ANPASSUNG AN SICH VERÄNDERNDE UMWELTBEDINGUNGEN

Produzierende Unternehmen stehen einer immer komplexeren und sich schnell verändernden Umwelt gegenüber. Rasch wechselnde Kundenbedürfnisse bei steigender internationaler Wettbewerbsintensität verstärken den Druck auf kürzer werdende Produktinnovationszyklen. Gleichzeitig ist die Entwicklung gesellschaftlicher, ökologischer oder politischer Rahmenbedingungen ungewiss. Veränderungen wie zum Beispiel neue Fertigungstechnologie, Materialien, Produktdesigns oder Informationstechnologien können die Verkürzung der Produkt- und Prozesslebenszyklen noch weiter beschleunigen.^[1] Die genannten Faktoren stellen insgesamt große Herausforderungen dar, auf die Unternehmen möglichst schnell und präzise reagieren sollten. Eine Möglichkeit der gleichzeitigen Risikoprävention und Reaktion auf unerwartete Ereignisse ist deshalb der Einsatz flexibler und wandlungsfähiger Strukturen im Produktionsumfeld. Diese Strukturen sollten bei Neuanlagen mitgedacht und im Hinblick auf Bestandsanlagen regelmäßig geprüft und angepasst werden.

Flexibilität beschreibt die Fähigkeit eines Systems (s. Abb. 1), wechselnde Aufgaben und veränderte Anforderungen innerhalb eines vordefinierten Aufgabenspektrums zu bewältigen. Dem liegt somit ein Leistungsspektrum zu Grunde, welches den sogenannten Flexibilitätskorridor bildet.^[3] Die Flexibilität leistet als strategischer Erfolgsfaktor einen entscheidenden Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der produzierenden Unternehmen.^[2] Als praxisnahes Beispiel sei hier die Produktion eines bereits existierenden Produkts in einer neuen Farbe oder mit weiteren Features aufgrund veränderter Nachfrage zu nennen.

Reichen die vorgedachten Handlungsspielräume jedoch nicht aus, um dem turbulenten Markt gerecht zu werden, bedarf es der Wandelbarkeit als weitere Fähigkeit.^[2] Diese kennzeichnet im Vergleich zur Flexibilität eine höhere Veränderungsfähigkeit, geht jedoch auch immer mit einem Aktivierungsaufwand einher.^[1] Wandlungsfähige Produktionen waren beispielsweise zu Beginn der Covid-19 Pandemie zu beobachten, als Unternehmen statt Parfüm Desinfektionsmittel oder statt Kleidung Atemschutzmasken herstellten. Die Nachfrage hatte sich so stark verändert, dass die einzelnen Produktionen mit Aktivierungsaufwand umgebaut wurden und so in einen neuen Flexibilitätskorridor überführt, werden konnten.



Abb. 1: Flexibilitätskorridor und Einflüsse auf die Flexibilität ^[4]

Flexibilitäts- und Wandelbarkeitsbewertung

Bestimmen Sie Ihren Reifegrad

Auch eine Rückführung der Produktion in den originalen Zustand oder die Vergrößerung des Flexibilitätskorridors sind als Reaktion und Prävention auf mögliche interne und externe Veränderungen zu betrachten. Um den auftretenden Flexibilitäts- bzw. Wandlungsbedarf zu decken, müssen Flexibilität und Wandelbarkeit im Produktionsbereich anforderungsgerecht gestaltet und gezielt verbessert werden.^[2]

Eine zentrale Herausforderung stellt die systematische Bewertung des Ist-Zustandes der Produktion dar. Darüber hinaus ist oft unklar, welche konkreten Zustände der Flexibilität und Wandelbarkeit angestrebt werden sollen. Um den optimalen Soll-Zustand der Produktion bestimmen zu können, müssen strategische Wandlungstreiber systematisch abgeleitet werden.^[5] Die zwei zentralen Fragen sind also „Wie gut ist Ihre Produktion heute auf verschiedene und unerwartete Veränderungen vorbereitet?“ und „Wie flexibel und wandlungsfähig soll Ihre Produktion in Zukunft werden?“. Genau bei diesen Fragen setzt das Flexibilitäts- und Wandelbarkeitsassessment von Dürr an. Die Methodik hat Dürr Consulting in Kooperation mit der Hochschule Aalen wissenschaftlich erarbeitet und im Rahmen mehrerer Projekte validiert und quantifiziert.

Sowohl Flexibilität als auch Wandelbarkeit sind mehrdimensionale und schwer erfassbare Konstrukte, welche nicht mit einer einzigen Kennzahl erfasst werden können. Dürr Consulting verfolgt eine Methodik, welche es ermöglicht, Ihre Flexibilität anhand einzelner Flexibilitätstypen zu beurteilen. Gleiches gilt bei der Wandelbarkeit, wobei die Wandlungsfähiger als Teilbereiche, die die Wandelbarkeit bestimmen mithilfe von Einzel- und Subkriterien bewertet werden. Die Subkriterien umfassen die Ausprägung der Kriterien (s. Abb. 2), sowie die Faktoren Zeit und Kosten. Sowohl bei der Betrachtung der Flexibilität als auch bei der Wandelbarkeit gilt es, alle relevanten Gestaltungselemente in Ihrem Unternehmen miteinzubeziehen. Die Methodik setzt sich mit allen relevanten Flexibilitäts- bzw. Wandelbarkeitspotentialträgern auseinander und beschränkt sich nicht auf einige wenige Ausgewählte, sodass ein ganzheitliches Bild entsteht.

Im Anschluss an die Auswahl der benötigten Bewertungskriterien wird die produktionsnahe Umgebung Ihres Unternehmens bewertet. Dazu werden sowohl für die Flexibilität als auch für die Wandelbarkeit jeweils eine vierstufige Skala herangezogen. Bei der Skala für die Flexibilität steht Stufe I für ein starres und unflexibles System. Stufe IV beschreibt ein hochflexibles System innerhalb der vorgegebenen Korridore. Die Stufung der Wandelbarkeit erfolgt nach demselben Prinzip, wobei Stufe I eine geringe Wandelbarkeit beschreibt. Stufe IV repräsentiert ein System mit sehr hoher Wandelbarkeit, hier ist der Aktivierungsaufwand als gering einzuschätzen.

Flexibilität	Wandelbarkeit
<ul style="list-style-type: none">AnlagenflexibilitätVolumenflexibilitätProduktmixflexibilitätProduktflexibilitätRoutingflexibilitätBearbeitungsflexibilitätMaterialbereitstellungsflexibilitätArbeitskraftflexibilität	<ul style="list-style-type: none">SkalierbarkeitUniversalitätMobilitätKompatibilitätModularitätDigitalisierung

Abb. 2: Zusammenfassung Flexibilitäts- und Wandelbarkeitskriterien

Mit Hilfe dieser Skalen werden die zuvor ausgewählten Kriterien bewertet. Jedes Kriterium erhält dabei eine eigene Bewertung.

WORKSHOP-KONZEPT

Die Bewertung Ihrer Flexibilität und Wandelbarkeit erfolgt im Rahmen eines Workshops mit Dürr Consulting. Hierbei bringen unsere Berater ihr Erfahrungswissen aus einer Vielzahl von Projekten mit ein. Der Workshop wird in fünf Phasen durchgeführt.

Phase 1: Kick-Off

In der ersten Phase wird zunächst eine Einführung in das von Dürr Consulting entwickelte Bewertungstool und das zugrunde gelegte Verständnis von Flexibilität und Wandelbarkeit gegeben. Anschließend wird die Konfiguration ihres Unternehmens strukturiert sowie die der Produktion erfasst. Es folgt die gemeinsame Definition und Abgrenzung des Untersuchungsbereichs sowie die Festlegung der entsprechenden Ansprechpartner sowohl bei Dürr Consulting als auch in Ihrem Unternehmen.

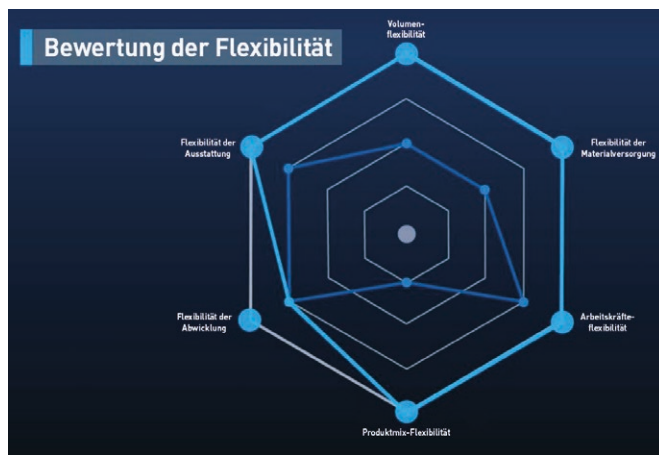


Abb. 4: Soll-Ist Vergleich der Flexibilität und Wandelbarkeit

Phase 2: Vorbereitung

In der anschließenden Vorbereitungsphase werden die einzelnen Kriterien im Rahmen von Workshops unter Einsatz verschiedener Workshopmethoden gewichtet. Berücksichtigt werden hierbei die strategischen Anforderungen an das Unternehmen, das Marktumfeld sowie weitere Einflussfaktoren.

Phase 3: Ist-Analyse

Die nachfolgende Phase beinhaltet die Shopfloor-Begehung durch Experten von Dürr Consulting, während der wir bspw. den Zustand der Produktion sowie verschiedener Schnittstellen und Restriktionen in Produkt, Prozess, Logistik, Organisation und Produktionsplanung erfassen. Experten Ihres Unternehmens liefern zusätzlichen Input. Im Anschluss bewerten unsere Experten den Ist-Zustand von Flexibilität und Wandelbarkeit objektiv und binden die Kundenexperten in die Bewertung mit ein, sodass sich ein abgestimmtes Bild ergibt.

Phase 4: Soll-Definition

In der vierten Phase findet im Rahmen eines gemeinsamen Workshops die Soll-Definition statt. Darüber hinaus werden relevante Veränderungstreiber identifiziert und analysiert. Basierend darauf wird die Ziel-Wandelbarkeit abgeleitet.

Phase 5: Follow-Up

In der abschließenden Follow-Up-Phase werden, die von Dürr Consulting identifizierten Handlungsfelder aus der Gegenüberstellung von Ist- und Ziel-Zustand präsentiert sowie potenzielle Maßnahmen zur Überbrückung des Gaps zwischen Soll und Ist-Zustand vorgestellt. Gemeinsam mit Ihrem Experten-Team werden die Maßnahmen nach ihrer Auswirkung und Relevanz priorisiert sowie eine Roadmap zur Umsetzung der Maßnahmen vorgeführt. (Bsp. s. Abb. 3)

Aktueller Stand (Ist-Aufnahme)

Die bisherige Digitalisierungsstrategie umfasst eine **Digitalisierung- Vision/Mission**, jedoch sind aktuell keine Handlungsfelder und keine Maßnahmen definiert.

Die **Priorisierung der Aktivitäten** erfolgt **systematisch** zur Steigerung der Effizienz und Verbesserung des Leistungsportfolios. Priorisierung immer anhand des ROI.

Es existieren derzeit **keine strategischen Partnerschaften**. Bisher wurden historisch alle Entwicklungen inhouse durchgeführt. Das Potential von externen Partnerschaften ist nicht bekannt.

...

...

Bewertung

Flexibilität

Beispiel Produktflexibilität



Wandelbarkeit

Digitalisierung: Informationsverarbeitung



Mögliche Handlungsfelder

Produktflexibilität
Es ist eine Anpassung der Materialbereitstellungsflächen und -mittel erforderlich. Außerdem ist eine Reorganisation und Erweiterung der Linie um Aus- und Einschleusflächen notwendig.

Digitalisierung: Informationsverarbeitung
Die Prozesssteuerung im Bereich der Produktion ist zwar rechnergestützt, die Prozesskontrolle läuft jedoch manuell ab. Empfohlen wird die Implementierung eines einheitlichen MES, welches zukünftig eine vertikale Konsistenz erlaubt.

...

Dürr Consulting Leistungen (Auszug)

- Layoutentwicklung
- Flächenplanung für Brownfield-Projekte
- Optimierung von Linienkonfigurationen
- Planung von Versorgungskonzepten
- ...
- Entwicklung eines maßgeschneiderten MES-Konzepts
- Analyse von Digitalisierungs- bzw. Automatisierungspotentialen
- ...

Abb. 3: Beispiel für mögliche Analyseergebnisse

Flexibilitäts- und Wandelbarkeitsbewertung

Bestimmen Sie Ihren Reifegrad

ZUSAMMENFASSUNG

Während Flexibilität die Fähigkeit beschreibt, sich innerhalb eines definierten Rahmens (Flexibilitätskorridor) mühelos anzupassen, bezeichnet Wandelbarkeit die Eigenschaft eines Systems, über diesen Rahmen hinaus Veränderungen zu ermöglichen.

Sowohl Flexibilität als auch Wandelbarkeit sind mehrdimensionale und schwer erfassbare Konstrukte, welche nicht mit einer einzigen Kennzahl erfasst, werden können. Dürr Consulting unterstützt Sie mit einer wissenschaftlich entwickelten Methode zur Bewertung und Beurteilung der Flexibilität und Wandelbarkeit Ihrer Fertigungsstrukturen.

Die Methode berücksichtigt die Mehrdimensionalität von Flexibilität und Wandelbarkeit, indem verschiedene Flexibilitätstypen und Befähiger untersucht werden. Außerdem wird sichergestellt, dass der Untersuchungsbereich ganzheitlich beurteilt wird. Durch die Zusammenarbeit interner und externer Experten wird die Objektivität bei der Bewertung gewährleistet. Die entwickelte Bewertungsskala mit spezifischen Stufen je Kriterium sorgt für Transparenz und Nachvollziehbarkeit. Die branchenübergreifende Methode bietet die Möglichkeit, die bestehende Flexibilität und Wandelbarkeit ganzheitlich zu analysieren und zu bewerten und den notwendigen Bedarf an Flexibilität und Wandelbarkeit zu ermitteln. Defizite werden schnell ersichtlich, sodass der zu untersuchende Bereich dahingehend optimiert werden kann.

Literaturverzeichnis

- [1] P. Nyhuis, G. Reinhart, E. Abele (Hrsg.) Wandlungsfähige Produktionssysteme. Heute die Industrie von morgen gestalten, PZH Produktionstechnisches Zentrum, Garbsen, 2008.
- [2] B. Kaluza (Hrsg.) Technological economics, Vol. 60, Schmidt, Berlin, 2005.
- [3] P. Nyhuis (Hrsg.) Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V. (HAB), GITO-Verl., Berlin, 2010.
- [4] H.-P. Wiendahl, J. Reichardt, P. Nyhuis, Handbuch Fabrikplanung. Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten, 2. Aufl., Hanser, München, Wien, 2014.
- [5] H.-P. Wiendahl, D. Nofen, J. H. Klußmann, F. Breitenbach, Planung modularer Fabriken. Vorgehen und Beispiele aus der Praxis, Hanser, München, Wien, 2005.

Flexibilität und Wandelbarkeit in der Produktion

Konzept zur Bewertung von Fertigungsstrukturen hinsichtlich
der Erfolgsfaktoren Flexibilität und Wandelbarkeit



Dürr Consulting

Ulrich Grimm | Director

Carl-Benz-Strasse 34
74321 Bietigheim-Bissingen
Deutschland

Telefon: +49 7142 78-1836
E-Mail: ulrich.grimm@durr.com
www.durr-consulting.com