

Produkt und Produktion wertstromgerecht gestalten

Variantenreiche Produkte und Produktionssysteme wertstromgerecht entwickeln und durch Simulation kurze Durchlaufzeiten und hohe Lieferfähigkeit absichern

*Oliver Riedel,
Oliver Scholtz,
Dirk Marrenbach,
Tim Hornung und
Jessica Mack, Stuttgart*

Um bei einem neu zu entwickelndem Produkt in der Produktionsphase eine hohe Lieferfähigkeit zu erreichen, wird bereits in einer frühen Entwicklungsphase die Funktionsfähigkeit des geplanten Wertstroms überprüft. Dazu wird, ausgehend vom ersten Stand des Produktentwurfs, gemeinsam von Entwicklung und Produktion der Wertstrom festgelegt, simuliert und die Einhaltung der vom Markt geforderten Lieferfähigkeit ermittelt. Werden die Marktanforderungen nicht erreicht, können Produkt und Produktionssystem aufeinander abgestimmt werden.*)

■ Ausgangssituation

Marktanforderungen: Produktvielfalt bei kurzen Lieferzeiten

Die Märkte verlangen von Produktionsbetrieben in immer stärkerem Maße gleichzeitig eine höhere Produktvielfalt bei immer kürzeren Lieferzeiten anzubieten [1, 2, 3]. Diese zwei Anforderungen machen es für Unternehmen immer schwieriger, eine hohe Lieferfähigkeit für ihre Kunden zu gewährleisten. Bei starken Marktschwankungen sind die Unternehmen trotz geplanter Bestände häufig nicht mehr lieferfähig. Auch eine Bestandserhöhung ist oftmals keine sinnvolle Lösung, da das erforderliche Lager volumen bzw. die Lagerkosten, aufgrund der hohen Anzahl an Varianten sowie aufgrund der erforderlichen Auslegung, auf den maximalen Verbrauch pro Variante zu hoch wäre.

Lean-Methoden reichen nicht mehr aus
Die Produktion kann mittels Lean-Methoden nur bis zu einer bestimmten Anzahl an Varianten die Lieferfähigkeit sicherstellen. Der Rüstzeitreduzierung

und Losgrößenverkleinerung als zentrale Elemente einer Reaktion auf hohe Variantenzahlen sind bei einem vorhandenen Produktionssystem Grenzen gesetzt.

Fehlende Abstimmung zwischen Produkt und Produktionssystem führt zu schlechter Lieferfähigkeit

In der Mehrheit der Unternehmen werden die neuen Produkte und deren Produktionssysteme bisher nicht (ausreichend) unter Wertstromgesichtspunkten aufeinander abgestimmt und passend zueinander gestaltet. Die Bereiche Entwicklung und Produktion, inkl. der Logistik, arbeiten während der Produktentwicklung in der Regel nicht ausreichend intensiv zusammen. Als Folge werden auf der einen Seite Neuprodukte nicht nach Wertstromgesichtspunkten entwickelt bzw. optimiert, obwohl ca. 80 Prozent der Durchlaufzeiten bei der späteren Produktion durch die Produktgestaltung während des Entwicklungsprozesses festgelegt werden [1]. Auf der anderen Seite wird das Produktionssystem nicht geprüft, ob die neuen Produkte in ihrer Variantenvielfalt in einem dynamischen Markt zuverlässig mit kurzen Lieferzeiten produziert werden können.

Das Ergebnis der fehlenden Abstimmung ist später, während der Produktionsphase, an einer schlechten Lieferfähigkeit (langen Lieferzeiten und einer schlechten Liefertreue) erkennbar.

Kennzeichnend für eine schlechte Lieferfähigkeit bzw. für einen schlecht funktionierenden Wertstrom sind z. B. folgende Punkte:

- Fehlende Teile im Bestand, da die variantenreichen Teile oder Baugruppen lange interne Durchlaufzeiten oder externen Lieferzeiten aufweisen.
- Auftragsstau vor kapazitiven Engpass-Anlagen, welche mit großen Los en betrieben werden und auf denen viele Teilevarianten in kleinen Losgrößen zu fertigen sind. [4]
- Stark schwankende Auftragsmengen bei hoher Variantenvielfalt, die von den Kunden häufig nicht prognostiziert bzw. angekündigt werden.

Ursache hierfür sind häufig lange Rüstzeiten in den Produktionssystemen bzw. die großen Lose und folglich die Unfähigkeit kurzfristig auf mehrere Variantenbedarfe reagieren zu können [1], d. h. eine unzureichende Variantenflexibilität.

Funktionierender Wertstrom trotz Variantenvielfalt

Bei einem Blick auf die Unternehmen und deren Produkte, welche bei einer hohen Produktvielfalt kurze Lieferzeiten und eine hohe Lieferfähigkeit erreichen, ist häufig ein funktionierender Wertstrom mit aufeinander abgestimmten Produkten und Produktionssystem wiederzufinden. Steigt die Anzahl an Varianten im Wertstromverlauf an, so nimmt auch die

*) Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Mitgliedern des ZWF-Advisory Board wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

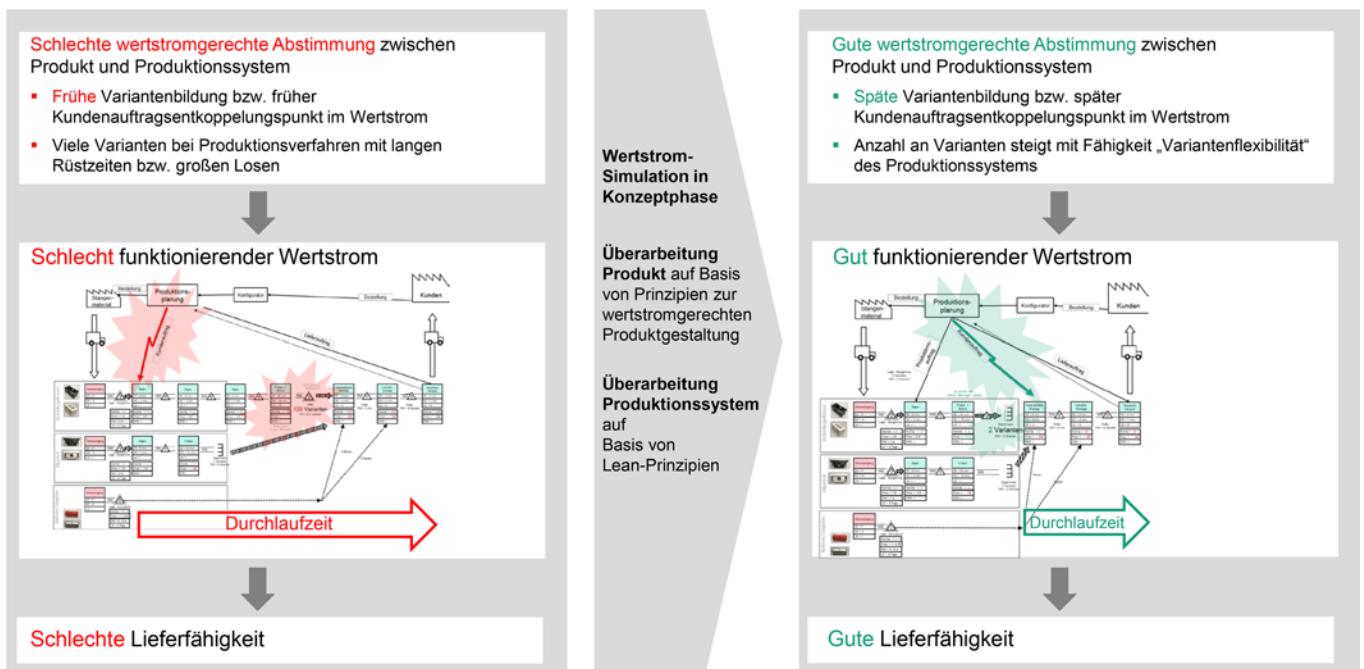


Bild 1. Vorgehensweise und Intention (i. A. an [2])

Variantenflexibilität der Prozesse im Produktionssystem zu. Das heißt, das Produktionssystem hat die Fähigkeit, mit geringen Rüstzeiten und Kapazitätsreserven eine hohe Variantenanzahl flexibel je nach Bedarf produzieren zu können.

Wertstromsimulation von Produkt und Produktionssystem zu hoher Lieferfähigkeit

Das Ziel des Advanced Systems Engineering (ASE) ist es, mit digitalen Hilfsmitteln die disziplinübergreifende Zusammenarbeit in Produktionsbetrieben bei der Entwicklung, der Herstellung und dem Betrieb von komplexen Produkten zu verbessern. Die Methode der Wertstrom-Simulation überprüft in einer frühen Phase der Produktentwicklung, ob der spätere Wertstrom die Marktanforderungen erfüllen wird. (Die Methode der „Sicherstellung der wertstromgerechten Produktgestaltung mittels Simulation“ wurde im Rahmen des Projekts „Cognitive Engineering and Production“, welches durch die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. gefördert wird, entwickelt.) Falls dies nicht der Fall ist, sind Änderungen bzw. Verbesserungen am Produkt und/oder am Produktionssystem durchzuführen. Diese wertstromgerechte Abstimmung erfolgt in einer Zusammenarbeit von Produktion und Entwicklung im Sinne eines Simultaneous Engineering [4, 5].

Im Folgenden wird zunächst die Grundidee sowie das Vorgehen einer Wertstromsimulation zur Sicherstellung eines funktionierenden Wertstroms vorgestellt. Anschließend wird das Idealbild eines mengen- und variantenflexiblen Wertstromes erläutert. Dieser dient als Zielvorstellung für die abschließende Beschreibung der Grundprinzipien für eine wertstromgerechte Gestaltung von Produkten und Produktionssystemen.

Grundidee und grundsätzliche Vorgehensweise

Eine schlechte Lieferfähigkeit (Liefertreue und Lieferzeit) bzw. ein schlecht funktionierender Wertstrom resultiert häufig aus einer frühen Variantenzunahme des Produkts im Wertstromverlauf bei Produktionsverfahren mit langen Rüstzeiten und folglich großen Losen, wie in Bild 1 auf der linken Seite dargestellt.

Mittels einer Wertstromsimulation, in Bild 1 in der Mitte dargestellt, wird die Lieferfähigkeit ermittelt. Da Produkte mit einer schlechten Lieferfähigkeit auf dem Markt kaum bestehen können [2], gilt es, die Lieferfähigkeit zu verbessern. Dies erfolgt, indem das Produktionssystem und das Produkt besser aufeinander abgestimmt werden. Die Anzahl an Teile- bzw. Produktvarianten im Wertstromverlauf müssen synchron zur Variantenflexibilität des Produktionssystems ansteigen, wie in Bild 1 auf der rechten Seite dargestellt.

Wie kann die Lieferfähigkeit während der Produktentwicklung des zukünftigen Wertstroms überprüft werden?

Wie kann nun bereits in einer frühen Phase der Produktentwicklung der Wertstrom überprüft werden, ob die vom Markt geforderte Lieferfähigkeit erreicht werden kann? Beim klassischen Wertstrom-Design wird vor einer Wertstrom-optimierung der bestehende Wertstrom auf der Shop-Floor-Ebene mittels einer Werksbegehung aufgenommen [6, 7]. Dies ist während einer Produktentwicklung nicht möglich, da das Produkt noch nicht produziert wird. Wird die Produktion des neuen Produkts abgewartet und es ergibt sich ein nicht funktionierender Wertstrom, sind Änderungen am Produkt häufig kaum mehr möglich [8] und wenn, dann nur verbunden mit erheblichen Kosten. Alleinige Änderungen am Produktionssystem sind teilweise nicht ausreichend bzw. benötigen häufig lange Vorlaufzeiten. Die wertstromgerechte Gestaltung muss daher entwicklungsbegleitend erfolgen. Doch wie wird festgestellt, ob der Wertstrom des neuen Produkts funktionieren wird?

Simulation des Wertstromes zur Berechnung der zukünftigen Lieferfähigkeit

Wenn die Kundenaufträge in ihrem Abrufverhalten, in ihrer Menge je Variante und in ihrem zeitlichen Verlauf konstant wären, könnten die Lager- und Pufferbe-

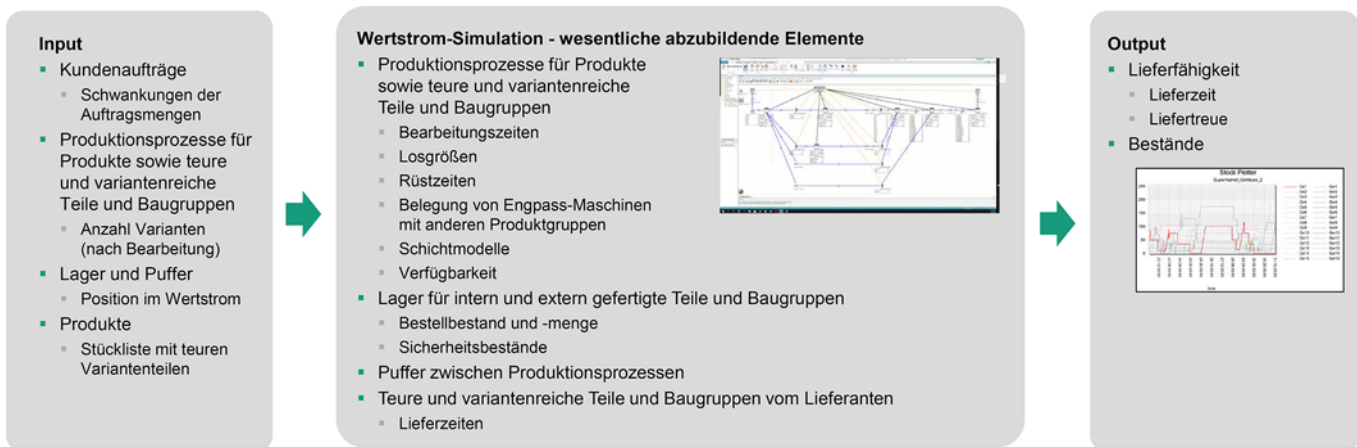


Bild 2. Wesentliche Simulationsdaten

stände statisch vorab berechnet und ausgelegt werden und die Wertströme würden mit einer hohen Lieferfähigkeit funktionieren. Das Kernproblem der Variantenvielfalt ist jedoch der zeitlich variierende Kundenbedarf, der eine Überprüfung des geplanten Wertstromes mittels Simulation erfordert [4]. Hierbei gilt es zu simulieren bzw. zu prüfen, ob der gesamte Wertstrom die Auftragsschwankungen hinsichtlich Mengen und Varianten bewältigen kann. Bestände an den richtigen Stellen können die unvorhersehbaren und sehr dynamischen Marktschwankungen nur bis zu einem gewissen Umfang kompensieren und termingerechte Lieferungen ermöglichen [9]. Da hohe Bestände entgegen der Lean-Philosophie stehen, sind deren Notwendigkeit und Größe genau zu begründen und auf Machbarkeit zu prüfen.

Für die Wertstromsimulation steht eine Reihe von Softwaretools zur Verfügung, deren Eignung jeweils für den spezifischen Anwendungsfall zu prüfen ist. Bei der Simulation des Wertstromes ist der Fokus auf die Abbildung der Varianten von teuren Teilen, Baugruppen und Produkten zu legen. Die preiswerten, variantenarmen Teile und Baugruppen können auf Lager gelegt werden, sind damit immer verfügbar und müssen daher bei der Simulation nicht berücksichtigt werden.

Die für die Wertstromsimulation wesentlichen Input- und Output-Daten sowie die wesentlichen abzubildenden Elemente sind in Bild 2 dargestellt.

Die Modelle von Produktionssystemen und Produkten unterscheiden sich stark [4] und sind im Sinne einer digitalen Abbildung von Fabrik und Produkt während der Konzeptionsphase der Produktent-

wicklung nur teilweise vorhanden. Daher kann noch nicht mit der kompletten Abbildung einer digitalen Fabrik und aller digitalen Produkt-Varianten gearbeitet werden. Die Daten sind aufgrund des Arbeitsstandes noch häufig Schätzwerte von Entwicklern und Produktionsplanern.

Die Lieferfähigkeit ist das wesentliche Ergebnis der Simulation. Sie zeigt, wie viele Kundenaufträge termingerecht und mengenmäßig vollständig geliefert werden können. Damit ist sie ein Maß, wie gut der Wertstrom bzw. das Produktionssystem das aktuelle Produkt-Konzept produzieren kann. Wird bei der Simulation nicht die vom Markt geforderte Lieferfähigkeit erreicht, so ist der Wertstrom zu verbessern. Diese Verbesserung erfordert eine bessere Abstimmung zwischen Produkt und Produktionssystem bzw. deren Überarbeitung. Wie die ideale Abstimmung bzw. der ideale Wertstrom aussehen kann, wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

■ Idealbild eines mengen- und variantenflexiblen Wertstromes

Ein idealer Wertstrom, der auch bei großen Marktschwankungen und einer großen Variantenanzahl gut funktioniert, ist ein ideal abgestimmtes Ergebnis, bei dem das Produkt und das Produktionssystem ideal zusammenpassen. Um dieses Zusammenpassen zu erreichen, sollten die Entwicklung und die Produktion über ein gemeinsames Bild eines idealen Wertstromes verfügen. Dieses Idealbild eines Wertstromes, der die Marktanforderungen hinsichtlich der Ziele einer kurzen Lieferzeit und einer hohen Lieferfähigkeit kostengünstig erfüllen kann, wird im Folgenden kurz skizziert:

- Der Kundenauftrag trifft so spät als möglich im Wertstrom, im sogenannten Kundenauftragsentkoppelungspunkt (KAEP) auf. Ein später KAEP bewirkt kurze Liefer- und Durchlaufzeiten für den Kundenauftrag [3]. Im Idealfall geht der Kundenauftrag in die Endmontage und dort entsteht erst die Mehrzahl an Varianten.
- Nach dem KAEP steigt die Zahl der Varianten stark an, da ab jetzt die auftragspezifischen Wünsche berücksichtigt werden. Daher müssen die Produktionsprozesse mengen- und variantenflexibel gestaltet sein, um die Kundenaufträge in der Reihenfolge der Dringlichkeit und in der Bestellmenge des Kunden ohne Charfenbildung termingerecht produzieren zu können [6]. Dies bedeutet, dass zum einen die Herstellungsverfahren und zum anderen die Maschinen kurze Rüstzeiten aufweisen. Damit sind kleine Lose wirtschaftlich möglich und viele Varianten können in kurzer Zeit produziert werden. Des Weiteren können die Produktionskapazitäten mit ausreichend Kapazitätsreserven geplant werden. Dies ermöglicht bedarfsweise die Lose soweit zu verkleinern, dass alle benötigten Varianten rechtzeitig verfügbar sind. Die erhöhten Maschinenbelegungszeiten und Rüstaufwände können zeitweise zur Aufrechterhaltung einer hohen Lieferfähigkeit in Kauf genommen werden.
- Ab dem KAEP sind alle Varianten an Teilen und Baugruppen für alle Prozesse immer verfügbar. Diese Lager- bzw. Pufferstufen müssen daher auf die maximal möglichen Kundenabrufe für jede Variante ausgelegt sein. Eine

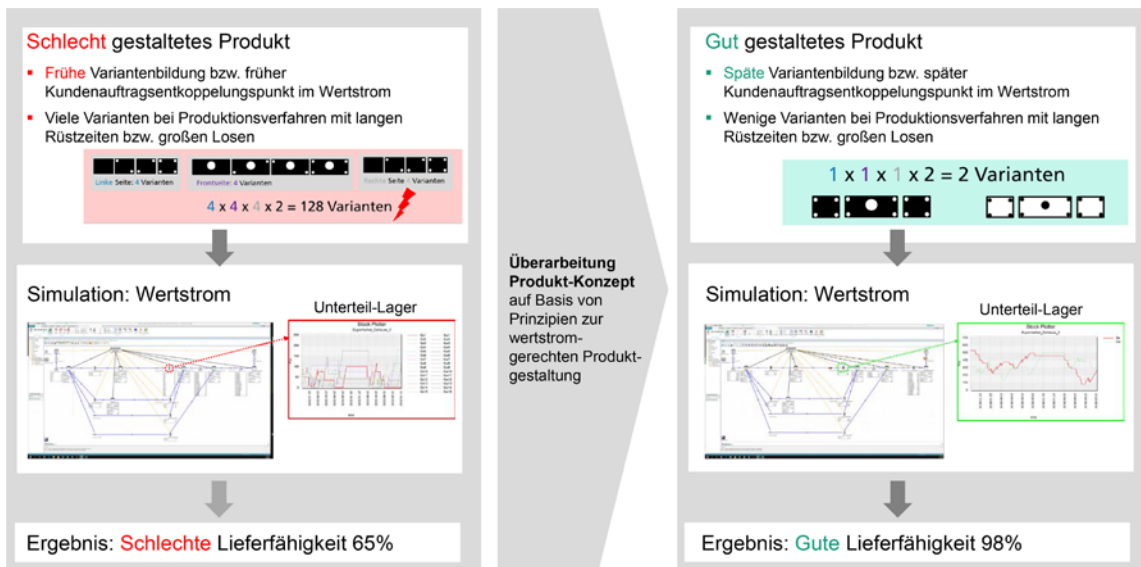


Bild 3. Vorgehen bei der wertstromgerechten Produktgestaltung mittels Wertstromsimulation am Beispiel des ASE-Demonstrator-Produkts am Fraunhofer IAO

Bevorratungsebene von allen Teilen und Baugruppen und noch-nicht-fertigen Produkten in der eigenen Fabrik ist möglich, wenn die Anzahl an Varianten auf dieser jeweiligen Stufe noch überschaubar ist. Die Bevorratung hat entgegen den klassischen Lean-Prinzipien, die Bestände teilweise als reine Verschwendung ansehen, folgenden Vorteil: Die Schwankungen des Marktes in Menge und Varianten werden ausgeglichen [9], insbesondere, wenn teure Fertigungsanlagen oder Anlagen mit großen Rüstzeiten, die Schwankungen nicht eins zu eins bewältigen können.

- Prozesse vor dem KAEP dienen zur Nachproduktion von lagerhaltigen Teilen und Baugruppen. Je weiter man im Wertstrom in Richtung Zulieferer blickt, desto wahrscheinlicher trifft man auf Prozesse mit verfahrensbedingt langen Rüstzeiten, wie z.B. Gießverfahren. Treten bei diesen Prozessen eine hohe Anzahl an zu fertigenden Teile- oder Baugruppenvarianten auf, so sind ausreichende Kapazitätsreserven vorzusehen. Damit sind zeitweise kleinere Lose und damit eine sichere Nachproduktion der Lagerbestände gewährleistet.

Wertstromgerechte Gestaltung von Produkt und Produktionssystem

Es gilt, einen funktionierenden Wertstrom zu gestalten, mit kurzen und verlässlichen Lieferzeiten zum Kunden trotz hoher Variantenanzahl und großer Schwankungen in den Kundenaufträgen. Als Orientierung

kann hierbei der eben skizzierte ideale Wertstrom dienen. Dabei sind das Produkt und das Produktionssystem so aufeinander abzustimmen, dass ein funktionierender Wertstrom entsteht.

Dabei sind zwei wesentliche Eigenschaften aufeinander abzustimmen. Beim Produkt gilt es, die Anzahl an Varianten von teuren Teilen, Baugruppen und Produkten, welche im Wertstromverlauf immer weiter ansteigen, zu betrachten. Die steigende Variantenanzahl stellt eine Anforderung an das Produktionssystem dar. Die Varianten müssen vom Produktionssystem immer zuverlässig zur Verfügung gestellt werden. Beim Produktionssystem liegt die Eigenschaft der Variantenflexibilität im Fokus. Sie befähigt das Produktionssystem, ausreichend schnell und flexibel immer die benötigten Varianten an Teilen, Baugruppen und Produkten produzieren zu können. Die Variantenflexibilität ist umso höher, je kleiner die Rüstzeiten, und damit die möglichen Losgrößen [7], und je höher die Kapazitätsreserven sind. Diese beiden Faktoren legen einen wesentlichen Teil der Variantenflexibilität fest. Idealerweise steigt die Variantenflexibilität des Produktionssystems, parallel zum Anwachsen der Variantenanzahl im Wertstromverlauf, ebenfalls an.

Die Produktgestaltung legt den Anstieg der Anzahl an Varianten im Wertstromverlauf fest. Der Anstieg kann damit von der Entwicklung schnell oder langsam gestaltet werden. Die Produktionssystemgestaltung kann die Variantenflexibilität der Systeme teilweise selbst (z.B. rüstflexible Fertigungsanlagen), teilweise nur gemeinsam mit der

Produktentwicklung (z.B. Design von Fertigungsverfahren mit kurzen Rüstzeiten) ausführen und damit ausreichend flexibel für eine hohe Variantenanzahl gestalten.

Aufgrund dieser Abhängigkeiten sind das Produkt und sein Produktionssystem nach folgenden Grundprinzipien gemeinsam zu gestalten und aufeinander abzustimmen.

Wertstromgerechte Produktgestaltung: späte Differenzierung

Bei der späten Differenzierung sind die Produkte so konstruiert, dass die Anzahl an Varianten von Teilen, Baugruppen und Produkten im Wertstromverlauf erst spät ansteigen [5, 10]. Diese Prozessstrategie im Umgang mit Varianten wird auch als Postponement bezeichnet [10].

Wertstromgerechte Produktionssystemgestaltung: Gestaltung von variantenflexiblen Prozessen [5]

Dies sind nach Lean-Prinzipien gestaltete Produktionssysteme mit kurzen Rüstzeiten, kleinen Auftragslosen und mit ausreichenden Kapazitätsreserven, um Auftragspitzen von Kundenaufträgen bzw. dem gleichzeitigen Bedarfen an mehreren Teilen und Baugruppen abfangen zu können.

- *Nach dem KAEP*
Damit die Kundenaufträge mit kurzen Durchlaufzeiten produziert werden können.
- *Vor dem KAEP*
Damit die Puffer- und Lagerstufen trotz vieler Varianten, die gleichzeitig leerlaufen, immer schnell wieder aufgefüllt werden können.

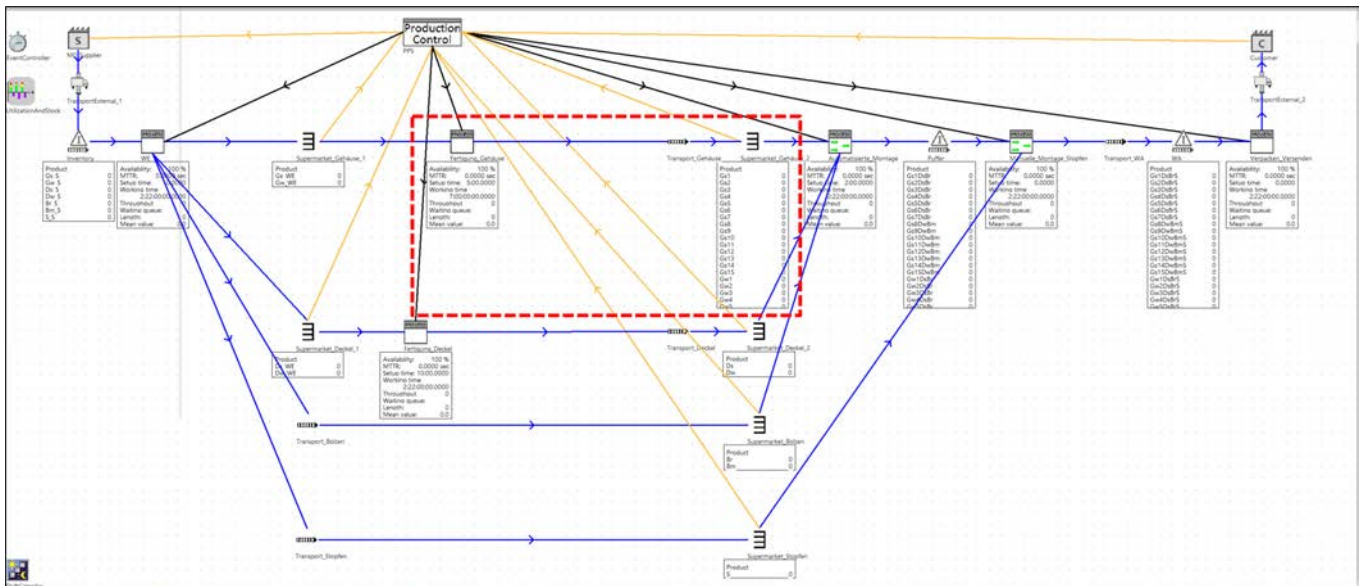


Bild 4. Wertstromsimulation am Beispiel des ASE-Demonstrator-Produkts am Fraunhofer IA0

Der Grundgedanke ist dabei, die Varianten erst so spät entstehen zu lassen, wenn das Produktionssystem in den Wertschöpfungsstufen über eine ausreichende Variantenflexibilität verfügt. Sind Produkt und Produktionssystem aufeinander abgestimmt, steigt die Anzahl an Varianten im Wertstromverlauf nur langsam an. Teure Teile, die nur mit variantenunflexiblen Fertigungsverfahren (z.B. Gießen) bzw. auf variantenunflexiblen Produktionssystemen gefertigt werden können, kommen nur in wenigen Varianten vor. Deren Varianten nehmen erst ab Fertigungsanlagen zu, die kleine Rüstzeiten aufweisen. Die Varianten steigen im Idealfall erst im letzten Wertschöpfungsschritt, der mit kleinen Rüstzeiten und einer ausreichenden Kapazitätsreserve über eine hohe Variantenflexibilität verfügt (z.B. der manuellen Montage), stark an.

Die Funktionsfähigkeit des geplanten Wertstroms sowie ggf. dessen Verbesserungen können mit einer Wertstromsimulation überprüft werden.

Beispiel einer Wertstromsimulation und wertstromgerechten Produktgestaltung

Bild 3 zeigt das prinzipielle Vorgehen und die Verwendung der Wertstromsimulation zur Sicherstellung einer wertstromgerechten Produktgestaltung am Beispiel des ASE-Demonstrator-Produkts des Fraunhofer IA0. Am ASE-Demonstrator werden Methoden des Advanced Systems Engineering entwickelt, getestet und demonstriert.

Das Unterteil des Produkts stellt, aufgrund der hohen Variantenanzahl und seiner Produktion auf einer Engpassanlage, das wertstromrelevante Teil dar. In Bild 4, der Ausgangssituation, wird im oberen horizontalen Materialfluss (blau dargestellt) das Unterteil in 128 Varianten (64 Bohrvarianten jeweils bei zwei Rohteilvarianten (schwarz und weißes Rohteil)) produziert.

Die Varianten unterscheiden sich in den Bohr- und Gewindelöchern, die je nach Ausstattungswahl des Kunden aus dem Rohteil gefertigt werden. Aufgrund der Produktion des Unterteils auf einer Engpassanlage mit langen Rüstzeiten ergibt sich bei der Wertstromsimulation mit dem Softwaretool Plant Simulation® eine Lieferfähigkeit von nur 65 Prozent. Die vielen Unterteil-Varianten können aufgrund der Marktschwankungen trotz Lagerhaltung nicht alle rechtzeitig nachproduziert werden. Der Engpassprozess und das zeitweise für einige Varianten leerlaufende Lager sind in Bild 4 mit einem gestrichelten Rahmen gekennzeichnet. In Anlehnung an eine Produktgestaltung eines Getriebeherstellers, wird die Anzahl an Unterteil-Varianten auf zwei reduziert (schwarz und weiß), wie auf der rechten Seite von Bild 3 dargestellt. Die zwei Unterteilvarianten erhalten alle Bohrlöcher, die je nach Ausstattungswunsch der Kunden, benötigt werden. Nicht benötigte Bohrlöcher werden in der Endmontage mit Stopfen verschlossen. Die Variantenbildung erfolgt damit spät im Wertstrom. Die Engpassanlage mit

langen Rüstzeiten in der Fertigung muss nur noch zwei Varianten fertigen. Die beiden Varianten können damit immer bei Bedarf kurzfristig nachproduziert werden. Die Wertstromsimulation ergibt eine Lieferfähigkeit von annähernd 100 Prozent.

In einem Folgeartikel wird die in diesem Artikel nur kurz beschriebene Wertstromsimulation exemplarisch anhand des ASE-Demonstrator-Produkts ausführlich vorgestellt. Dieses Fallbeispiel ist angelehnt an ein reales Produkt eines großen Getriebeherstellers. Im Mittelpunkt werden die Zusammenhänge zwischen Produkt- und Prozessarchitektur stehen, die sich bei der wertstromgerechten Gestaltung in einer hohen Lieferfähigkeit manifestiert.

Gesamtheitliche Bewertung von Kosten und Lieferfähigkeit

Eine Zunahme der Variantenvielfalt führt, wenn Produkt und Produktionssystem nicht aufeinander abgestimmt sind und daher nicht zueinander passen, zu einer hohen Steigerung der Kosten, insbesondere der Gemeinkosten [11]. Mit der wertstromgerechten Produktgestaltung kann der Kostenanstieg reduziert werden. Die Auswirkungen auf die Herstellkosten bei einer wertstromgerechten Produkt- und Prozessentwicklung können jedoch nur mit sehr hohem Aufwand grob abgeschätzt werden. Das Wertstrom-Modell enthält keine Kostendaten, sondern nur Zeitaufwände. Ver-

lässliche Zeiten liegen in den Unternehmen nur für die direkten Produktionsprozesse vor. Die Zeiten für die Planung, Koordination und Abstimmung aufgrund von Varianten sind in den Unternehmen nicht verfügbar und nur mit immens hohem Aufwand erfassbar [11]. Daher liegen sie in der Regel nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Gesamtkosten bei einer wertstromgerechten Abstimmung zwischen Produkt und Produktionssystem geringer sind, weil die Varianten an den Stellen im Wertstrom entstehen, an dem die Produktion damit zurechtkommt. Des Weiteren fallen Kosten wie Eilaufträge in geringerem Umfang an, die jedoch während der Entwicklungsphase noch nicht beziffert werden können.

Die Wertstromsimulation liefert für mehrere Szenarien Aussagen über die Lieferfähigkeit. Die Szenarien vergleichen verschiedene Varianten von Produktstrukturen und deren Wertströmen, die unterschiedlich gut wertstromgerecht abgestimmt sind. Die Wertstromsimulation liefert somit ein zusätzliches Kriterium für die Entscheidung zwischen einer aufwändigeren wertstromgerechten Gestaltung (mit hohen, gut bezifferbaren direkten Kosten, aber niedrigen Gemeinkosten und einer guten Lieferfähigkeit) und einer nicht wertstromgerechten Gestaltung (mit niedrigen direkten Kosten, jedoch hohen Gemeinkosten und einer schlechten Lieferfähigkeit).

■ Zusammenfassung

Der Markt verlangt immer mehr Produktvarianten und gleichzeitig eine kürzere Lieferzeit. Diese sich widersprechenden Anforderungen sind immer schwieriger in einem funktionierenden Wertstrom abzubilden. Das Risiko, dass das bestehende Produktionssystem ein neu entwickeltes Produkt mit seiner hohen Variantenvielfalt nicht in der vom Markt geforderten Lieferfähigkeit produzieren kann, steigt damit an.

Bereits in einer sehr frühen Phase der Produktentwicklung, der Konzeptphase, kann die zukünftige Funktionsfähigkeit des Wertstromes mit einer Wertstrom-Simulation überprüft bzw. abgesichert werden. Wird die vom Markt geforderte Lieferfähigkeit nicht erreicht, so ist der Wertstrom neu zu gestalten, in dem Produkt und Produktionssystem besser aufeinander abgestimmt werden.

Dazu ist entweder das Produktionssystem hinsichtlich einer höheren Variantenflexibilität zu befähigen oder das Produkt ist hinsichtlich einer wertstromgerechteren Gestaltung zu überarbeiten.

Bei der Wertstromgestaltung gilt es, ein ganzheitliches Kostenoptimum zwischen den beiden Gestaltungsobjekten Produkt und Produktionssystem zu finden. Dazu sind mögliche Verbesserungen in beiden Gestaltungsobjekten zu betrachten, kostenmäßig zu bewerten, auf Machbarkeit zu prüfen und zu entscheiden, welche Maßnahmen umgesetzt werden sollen.

■ Literatur

1. Abele, E.; Brungs, F.: Durchlaufzeitverkürzung durch Produktoptimierung. ZWF 105 (2010) 3, S. 194 – 199
DOI: 10.3139/104.110267
2. Schulze, S.: Logistikgerechte Produktentwicklung. Zugl.: Dissertation, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig; Shaker Verlag, Düren 2010
3. Schulz, M.: Logistikintegrierte Produktentwicklung. Springer-Gabler-Verlag, Wiesbaden 2014
DOI: 10.1007/978-3-658-04927-0
4. Bley, H.; Wuttke, C.: Logistikgerechte Produktentwicklung durch Kopplung von Produkt- und Produktionsprozessmodellierung. In: Neue Generation von CAD/CAM-Systemen (VDI Berichte). Deutscher Ingenieur Verlag, Bonn 1997
5. Göpfert, I.; Schulz, M.: Strategien des Variantenmanagements als Bestandteil einer logistikgerechten Produktentwicklung – Eine Untersuchung am Beispiel der Automobilindustrie. In: Göpfert, I. et al. (Hrsg.): Automobillogistik – Stand und Zukunftstrends. Springer-Gabler-Verlag, Wiesbaden 2016, S. 194 – 204
DOI: 10.1007/978-3-658-11103-8_20
6. Rother, M.; Shook, J.: Sehen Lernen. LOG_X Verlag, Stuttgart 2000
7. Balsliemke, F.: Mit kostenorientierter Wertstromplanung zu schlanker Logistik. In: Göpfert, I. et al. (Hrsg.): Automobillogistik – Stand und Zukunftstrends. Springer-Gabler-Verlag, Wiesbaden 2016, S. 288 – 304
DOI: 10.1007/978-3-658-11103-8_14
8. Lee, H.; Sasser, M.: Product Universality and Design for Supply Chain Management. In: Production Planning & Control. Taylor & Francis Group, 1995
DOI: 10.1080/09537289508930279
9. Klinker, R.: Schnellere Prozesse allein helfen nicht. VDI nachrichten, Nr. 10, 2017
10. Gebhart, N.; Kruse, M.; Krause, D.: Gleichteile-, Modul- und Plattformstrategie. In: Handbuch Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag, München, Wien 2016
DOI: 10.3139/9783446445819.006
11. Kesper, H.: Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden. TU München, München 2012

■ Die Autoren dieses Beitrags

Prof. Dr. Oliver Riedel studierte Technische Kybernetik an der Universität Stuttgart und promovierte dort 1997 an der Fakultät für Konstruktions- und Fertigungstechnik. Seit über 20 Jahren beschäftigt sich Herr Prof. Riedel mit den Grundlagen und der praktischen Anwendung von Methoden zur Virtuellen Absicherung in der Produktentwicklung und der Produktion. Seit November 2016 ist er Leiter des Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) an der Universität Stuttgart, Inhaber des Lehrstuhls Produktionstechnische Informationstechnologien und seit Juni 2018 Institutsleiter des Fraunhofer IAO. Dipl.-Ing. Oliver Scholtz, geb. 1966, studierte Maschinenbau an der Universität Karlsruhe. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IAO in Stuttgart. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Wertstromdesign sowie Planung und Gestaltung von Montagesystemen.

Dr.-Ing. Dirk Marrenbach, geb. 1970, ist promovierter Diplomingenieur des Maschinenbaus mit der Fachrichtung Fördertechnik, Materialfluss und Logistik. Er ist seit 2013 wissenschaftliche Mitarbeiter im Team „Vernetzte Produktionssysteme“ am Fraunhofer IAO. Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in der Planung sowie in der Modellierung und Simulation von Produktions- und Logistiksystemen.

Tim Hornung, geb. 1989, studierte Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Technologiemanagement an der Universität Stuttgart. Seit 2017 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IAO im Bereich Produktionsmanagement. Seine Forschungsschwerpunkte sind Einführung von KI und cyber-physischen Systemen in der Produktion sowie Optimierung und Gestaltung von Montagesystemen.

Jessica Mack, geb. 1988, ist Wirtschaftsingenieurin und seit 2016 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Team „Vernetzte Produktionssysteme“ am Fraunhofer IAO. Schwerpunkte ihrer Arbeit liegen in der Einführung cyber-physischer Systeme in der Produktion.

■ Summary

Value Stream Orientated Development of Product and production. In order to achieve a high level of delivery capability in the production phase of a new product to be developed, the functionality of the planned value stream is checked at an early stage of development. For this purpose, the value stream is defined and simulated together with the development and production departments, starting from the first state of the product design, and the compliance with the delivery capability required by the market is determined. If the market requirements are not met, product and production system can be coordinated.

Bibliography

DOI 10.3139/104.112451

ZWF 115 (2020) 11; page 759–764

© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
ISSN 0947–0085