

Bauteilgetriebene Planung und Steuerung entlang der Lieferkette

Matthias Schmidt, Philip Fronia, Frank Fisser, Peter Nyhuis

Peter Nyhuis ist Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover.

Matthias Schmidt, Philip Fronia und Frank Fisser sind als Wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Leibniz Universität Hannover beschäftigt.

Für eine hohe Kundenzufriedenheit müssen die logistischen Prozesse entlang der Lieferkette effizient geplant und gesteuert werden. Erhebliche Potenziale können hierbei durch Verfahren und Ansätze gehoben werden, die auf einer dezentralen Speicherung und Verarbeitung von Informationen basieren.

Die strategische Bedeutung der logistischen Leistungsfähigkeit ist heute unumstritten [1], [2]. So gewinnen logistische Zielgrößen wie Liefertreue und Lieferzeit im globalen Wettbewerb zunehmend an Bedeutung [3], [4]. Um eine hohe Liefertreue den Kunden gegenüber gewährleisten zu können, ist eine hohe Termintreue in der Fertigung und in der Montage eine elementare Voraussetzung [5]. Diese Zielsetzung muss durch eine entsprechend gestaltete Steuerung der logistischen Prozesse entlang der Lieferkette unterstützt werden [6]. Dazu ist eine adäquate Bereitstellung der

richtigen Informationen für die richtige Person und den richtigen Prozess von entscheidender Bedeutung. Informationen sowie ihre Verfügbarkeit und Verwertbarkeit werden in der Zukunft eine Kernkompetenz erfolgreicher Unternehmen sein [7].

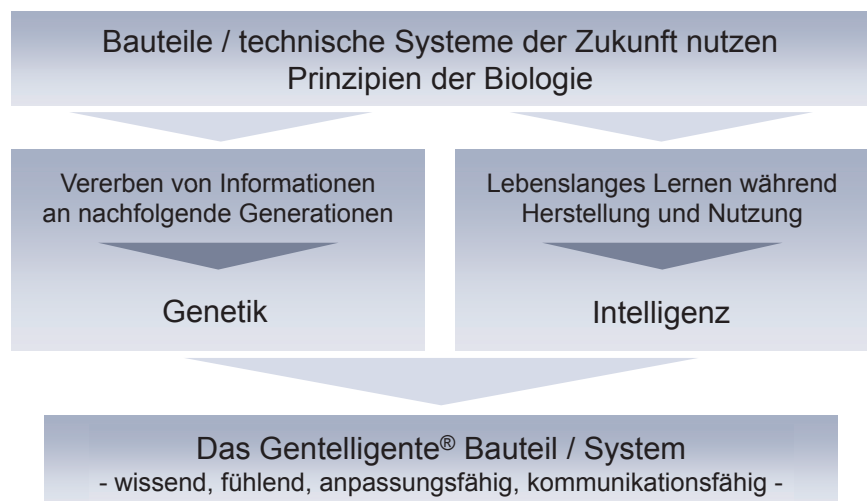
Mit Gentelligenten® Bauteilen (GI-Bauteilen) ist es möglich, dieser Prämisse einen erheblichen Schritt näher zu kommen. Die Vision der GI-Technologie besteht in der Aufhebung der physikalischen Trennung des Bauteils und seiner zugehörigen Informationen. Die Intelligenz des Gentelligenten® Bauteils entsteht durch seine technische Fähigkeit, Informationen erfassen, speichern und verarbeiten zu können.

Dies wird durch unterschiedliche Technologien realisiert. Beispielsweise werden Fremdkörper in Sinterbauteile eingebracht. Durch die Matrixanord-

nung der Fremdpartikel können Informationen wie eine Identifikationsnummer direkt im Bauteil gespeichert werden [8]. Dynamische Speicherverfahren ermöglichen eine Veränderung gespeicherter Informationen. Durch die Einbringung von magnetisiertem Magnesium unter die Bauteiloberfläche können Informationen ähnlich wie bei einer Festplatte gespeichert, gelöscht und wieder neu auf das Bauteil geschrieben werden [9].

Durch die Ausstattung Gentelligenten® Bauteile mit Sensorfunktionen können diese Informationen aus Ihrer Umwelt aufnehmen und speichern. Dadurch können beispielsweise Belastungsinformationen und -profile eines Bauteils über den Lebenszyklus hinweg aufgenommen werden [10]. Die gewonnenen Informationen werden über Wartungsprozesse oder über einen Returnprozess an das Unternehmen

Bild 1: Vision der GI-Technologie



In diesem Beitrag lesen Sie:

- über die GI- Technologie,
- die Speicherung und Vererbung der Informationen auf GI- Bauteilen,
- Einfluss der Gentelligenten® Bauteile auf die Fehlerresistenz des Produktionsprozesses.

zurückgeführt, was diesem ermöglicht, die Konstruktion nachfolgender Bauteilgenerationen zu optimieren. Diese Vererbung der Informationen stellt den genetischen Aspekt der GI-Technologie dar.

Potenziale der GI-Technologie im Produktentstehungsprozess und in der Nutzungsphase

Die GI-Technologie ermöglicht es, Prozesse einfacher und somit schlanker und fehlerresistenter zu gestalten. Einige dieser Potenziale sind in Bild 2 dargestellt. Bei der Beschaffung von Bauteilen können durch den Einsatz Gentelligenter® Bauteile Optimierungen in der Prozessabwicklung erzielt werden. Die eindeutige bauteilgestützte Identifikation von Bauteilen vermeidet Fehler in der Materialannahme, der Materialprüfung, dem Materialtransport und der Freigabe der Lieferantenzahlung. Eine Dokumentation des Produktentstehungsprozesses und bereits durchgeführter Qualitätsprüfungen kann zu Rationalisierungspotenzialen im Bereich der Materialprüfung führen. Auch für das Lagermanagement und für die Disposition können die Eigenschaften der GI-Bauteile genutzt werden. Bauteile melden sich automatisch bei Verbrauch aus einem Lagerbereich ab und stoßen

damit bauteilgetrieben eine Nachbestellung an.

Bei der Herstellung von Produkten werden die Gentelligenten® Bauteileigenschaften unter anderem zur Steuerung von Arbeitssystemen genutzt. Beispielsweise kann ein NC-Programm direkt auf einem Bauteil hinterlegt werden, sodass das GI-Bauteil dem Arbeitssystem eigenständig mitteilen kann, welche Arbeiten an ihm durchzuführen sind. Im Bereich der Produktionslogistik werden Bauteileigenschaften für die Steuerung von Fertigungs- und Montageprozessen verwendet.

Im Bereich der Montage kann die Kommissionierung der zu verbauenden Komponenten bauteilgetrieben erfolgen, indem ein Leitbauteil, auf dem die Stücklisten der zu montierenden Komponenten gespeichert sind, durch einen Lagerbereich gefahren wird und dabei die zu kommissionierenden Komponenten abrufen. Die korrekte Montage der Komponenten (richtiges Teil und richtiger Einbau) kann durch die Gentelligenten® Bauteile überprüft werden. Hier wird eine Art GI-Poka Yoke implementiert.

Durch die Aufnahme des jeweiligen Flusses des Bauteils durch den Produktionsbereich ist es möglich, die Gestaltung der Produktionsstrukturen zu überprüfen und ein Layoutcontrolling

durchzuführen. Im Bereich der Distribution sind Potenziale analog zum Beschaffungsprozess zu realisieren.

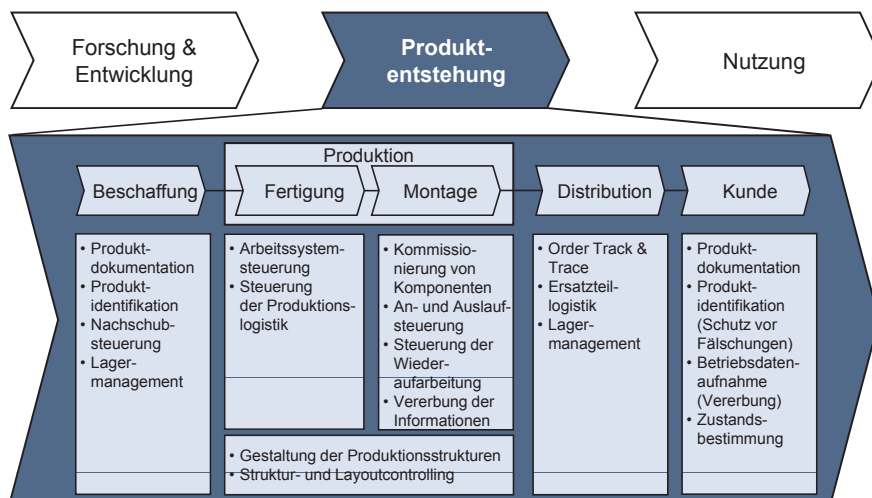
Weitere wichtige Nutzenaspekte der GI-Technologie lassen sich außerhalb des Herstellungsprozesses identifizieren. Als Beispiel ist die durchgängige Dokumentation des Entstehungsprozesses eines Gentelligenten® Bauteils zu nennen. Jedes Glied einer Supply Chain schreibt unlöschar und codiert seine Kennung und gegebenenfalls die Chargennummer auf das entsprechende Bauteil. Dies kann Unternehmen vor Regressansprüchen in Bezug auf nicht von ihnen selbst produzierte, sondern kopierte Teile schützen. Des Weiteren ist so die Rückverfolgbarkeit von Produkten einfach sicherzustellen.

Dezentrale Bauteilgetriebene Steuerung der Montage

Der Montage als letzte Stufe der Wertschöpfungskette kommt bei der Befriedigung wachsender Kundenanforderungen eine immer größere Bedeutung zu. Logistische Probleme und Qualitätsmängel in der Montage wirken sich aufgrund der hohen Wertschöpfung besonders stark aus. Die logistische Steuerung der Montage und der vorgelagerten Prozesse steht hierbei im Mittelpunkt, da sie maßgeblich die logistische Leistungsfähigkeit des Montagebereichs beeinflusst. Sie hat die Aufgabe, die Vorgaben der Produktionsplanung auch bei – häufig unvermeidbaren – Störungen umzusetzen [11].

Bei einer bauteilgetriebenen Montagesteuerung stehen die Reihenfolgebildung und die Kapazitätssteuerung im Fokus. Die Reihenfolgebildung bestimmt, welcher Auftrag in der Warteschlange eines Arbeitssystems als nächstes bearbeitet werden soll. Dazu ordnet sie jedem Auftrag nach definierten Kriterien eine Priorität zu. Der Auftrag mit der höchsten Priorität ist am dringendsten und wird als erstes bearbeitet. Die Kapazitätssteuerung entscheidet allgemein über Arbeitszeiten (bzw. den Schichtplan) und darüber, welchem Arbeitssystem ein Mitarbeiter zugeordnet wird. Insbe-

Bild 2: Potenziale der GI-Technologie



sondere legt sie damit den Einsatz von Überstunden oder Arbeitszeitreduktionen und sonstige Maßnahmen der Kapazitätsflexibilität fest.

Die vollständige Verfügbarkeit aller für einen Montageauftrag benötigten Materialien zum geplanten Zeitpunkt ist Voraussetzung für eine hohe logistische Leistungsfähigkeit. Diese wird durch die logistische Abstimmung der Montage mit den Materialversorgungsprozessen bestimmt. An der Schnittstelle zwischen der Montage und den vorgelagerten Fertigungs-, Beschaffungs- und Lagerprozessen laufen in der Regel mehrere Versorgungsaufträge zu einem Montageauftrag zusammen. Die zentrale Herausforderung für die Montagesteuerung besteht darin, die Terminierung der materialliefernden Prozesse und der Montageaufträge aufeinander abzustimmen und so eine verfrühte oder verspätete Bereitstellung des Materials zu verhindern, welche Kapitalbindungs- und Prozesskosten verursacht. Die Montagesteuerung hat nun die Aufgabe, die zeitpunktgenaue Synchronisierung von Beschaffungs-, Lager-, und Fertigungsaufträgen sowohl unter dem Gesichtspunkt der Terminierung der Montageaufträge als auch der Logistikkosten zu gewährleisten. Ein Ansatz zur echtzeitfähigen Montagesteuerung, der sich die speziellen Eigenschaften der Gentelligenten® Bauteile zu Nutze macht, ist in Bild 3 dargestellt.

Für jede zu montierende Baugruppe wird ein Leitbauteil bestimmt, welches mit den übrigen Bauteilen seiner Baugruppe kommunizieren kann. Das Leitbauteil kennt von Beginn der Fertigung an den Soll-Fertigstellungstermin der Baugruppe und den geplanten Termin des Montagebeginns. Die Bauteile kommunizieren untereinander bezüglich der Reihenfolge der Bearbeitung an den Arbeitssystemen. Hierbei wird das Bauteil mit der geringsten verbleibenden Übergangszeit bevorzugt behandelt. Gerät ein Bauteil in Rückstand und verfügen andere noch über ausreichend Wartezeit, so wird dezentral eine Reihenfolgevertauschung vorgenommen. Kann

ein Bauteil einer zu montierenden Baugruppe unter keinen Umständen den geplanten Termin zum Beginn der Montage realisieren, dann setzen alle anderen Bauteile dieser Baugruppe ihre Priorität entsprechend zurück. Dies gewährleistet, dass am Montagesystem keine unnötigen Bestände aufgebaut werden und ein daraus resultierender unnötiger Handlingsaufwand vermieden wird.

Um Nervosität im System durch ständige Vertauschungsvorgänge zu vermeiden, kann für jeden Puffer eine „Frozen Zone“ definiert werden. In dieser können Bauteile mit den Arbeitsinhalten eines definierten Zeitraums, beispielsweise eine Schicht, zu Paketen mit einer rüsto optimalen Reihenfolge geschnürt werden, welche dann fix ist.

Das hier vorgestellte Verfahren wird durch eine hohe Kapazitätsflexibilität unterstützt. Auf jedem Gentelligenten® Bauteil sind die Arbeitsinhalte und die Soll-Fertigstellungstermine der verbleibenden Arbeitsvorgänge hinterlegt. Dies unterstützt eine dezentrale Kapazitätssteuerung.

Fazit

Die Vision von Bauteilen, die Informationen speichern und verarbeiten können, wird zu einem Paradigmenwechsel im Bereich der Logistik führen. In einem ersten Schritt werden die Grundlagen dazu gelegt, die heutige Leistungsfähigkeit von Transpondern u.ä. Informationsträgern noch weiter auszubauen, indem die Informationstechnologien in die Bauteile selbst integriert werden. Durch die ständige Informationsverfügbarkeit wird die Basis für eine echtzeitfähige Produktionsplanung und -steuerung geschaffen. Durch den Einsatz der GI-Technologie wird in der Produktion der Zukunft das Bauteil seine Informationen und Parameter selbst tragen, welche es zu seiner Bearbeitung benötigt. Innerhalb der Nutzungsphase des Bauteils sollen die Bauteile Informationen aus ihrer Umwelt aufnehmen und ihren Zustand beschreiben können. So kann beispielsweise ein Gentelligentes® Bauteil selbstinitiiert einen Wartungs- oder Instandhaltungsprozess anstoßen. Durch die Berücksichtigung der Lebenszy-

Produktionsplanung Software



- **Terminplanung**
- **Ressourcenmanagement**
- **Kapazitätsplanung**
- **Rollenbasierte Personaleinsatzplanung**
- **Projektportfolio**
- **Integrierter Report-Generator**

Rillsoft GmbH • Unterer Ezachweg 55 • 71229 Leonberg
Tel.: 07152-395745 • Fax: 07152-395744 • E-Mail: info@rillsoft.de

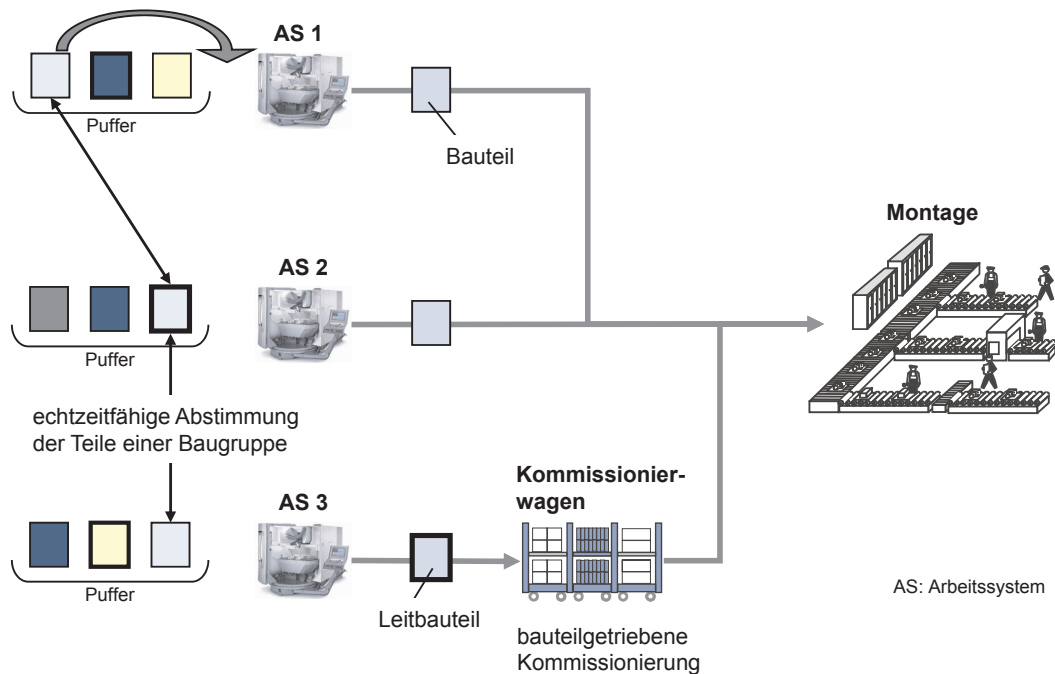


Bild 3: Bauteilgetriebene Steuerung von Montagebereichen

klusdaten bei der Entwicklung nachfolgender Bauteilgenerationen werden Erfahrungen der GI-Bauteile an folgende Generationen vererbt.

Literatur

- [1] Enslow, B.: Best Practices in International Logistics. Benchmark Report, Aberdeen Group, Boston, 2006.
- [2] Wildemann, H.: Logistik-Check. 5. Auflage, TCW Transfer-Zentrum, München, 2007.
- [3] Hon, K. K. B.: Performance and Evaluation of Manufacturing Systems. Annals of the CIRP, Volume 54, Number 2, pp. 675-690, 2005.
- [4] Wiendahl H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 5. Auflage, Hanser, München, 2005.
- [5] Nyhuis, P., Wiendahl, H.-P.: Fundamentals of Production Logistics – Theory, Tools and Applications. Springer, Berlin, 2008.
- [6] Lödning H.: Verfahren der Fertigungssteuerung – Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. Springer, Berlin, 2005.
- [7] Monostori, L., Vánca, J., Kumara, S. R. T.: Agent-Based Systems for Manufacturing. Annals of the CIRP, Volume 55, Number 2, pp. 697-720, 2006.
- [8] Behrens B.-A., Lange, F., Bouguecha, A., Gastan, E.: Plagiatenschutz: Fremdpartikel als Informationsträger in Sinterbauteilen. KEM, Volume 11, Konradin Mediengruppe, Leinfelden-Echterdingen, S.128-129, 2006.
- [9] Bach, F.-W., Schaper, M., Bosse, M., Gershteyn, G., Nowak, M.: Casting of Magnesium alloys with magnetic properties. Magnesium-broadhorizons, Number 2, Giessereiindustrie, Moskow, pp. 16-19, 2006.
- [10] Behrens, B.-A., Kamp, M., Pösse, O., Weilandt, K.: Smart materials – intelligent components by means of metal forming. Steel Grips, Volume 4, 2005.
- [11] Wiendahl, H.-P.: Fertigungsregelung – Logistische Beherrschung von Fertigungsabläufen auf Basis des Trichtermodells. Hanser, München, 1997.
- [12] Nyhuis, P., Nickel, R., Grabe, D.: Synchronisationspotenziale in der Logistik identifizieren und bewerten. PPS-Management, Vol. 12, No. 2, GITO, Berlin, S. 66-69, 2007.

Schlüsselwörter

Produktionsplanung und Steuerung, Supply Chain Management, Intelligente Technologien

Part Driven Planing and Control of Supply Chains

For a high customer satisfaction logistic processes must be planned and controlled along the supply chain efficiently. Hereby, significant potentials can be realized by procedures and approaches, which are based on decentralized storage and processing of information.

Keywords:

Production Planning and Control, Supply Chain Management, Intelligent Technologies

Kontakt:

Matthias Schmidt, Philip Fronia,
Frank Fisser, Peter Nyhuis
Institut für Fabrikanlagen
und Logistik,
Leibniz Universität Hannover
An der Universität 2,
30823 Garbsen
Email: schmidt@ifa.uni-hannover.de
<http://www.ifa.uni-hannover.de>