ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Schröder, Jürgen

Working Paper

Packagesteuerung: Ein Instrument zur effektiven Steuerung von variantenreichen Großserien

Arbeitsberichte - Working Papers, No. 6

Provided in Cooperation with:
Technische Hochschule Ingolstadt (THI)

Suggested Citation: Schröder, Jürgen (2004) : Packagesteuerung: Ein Instrument zur effektiven Steuerung von variantenreichen Großserien, Arbeitsberichte - Working Papers, No. 6, Fachhochschule Ingolstadt - University of Applied Sciences, Ingolstadt, https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:573-215

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/202558

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Fachhochschule Ingolstadt
University of Applied Sciences

Arbeitsberichte
Working Papers

Kompetenz schafft Zukunft
Creating competence for the future

Packagesteuerung
Ein Instrument zur effektiven Steuerung von variantenreichen Großserien

von Prof. Dr. Jürgen Schröder

Fachhochschule
Ingolstadt

University of
Applied Sciences

Arbeitsberichte
Working Papers

Packagesteuerung
Ein Instrument zur
effektiven Steuerung von vari-
antenreichen Großserien

von Prof. Dr. Jürgen Schröder

Heft Nr. 6 aus der Reihe
"Arbeitsberichte - Working Papers"
ISSN 1612-6483

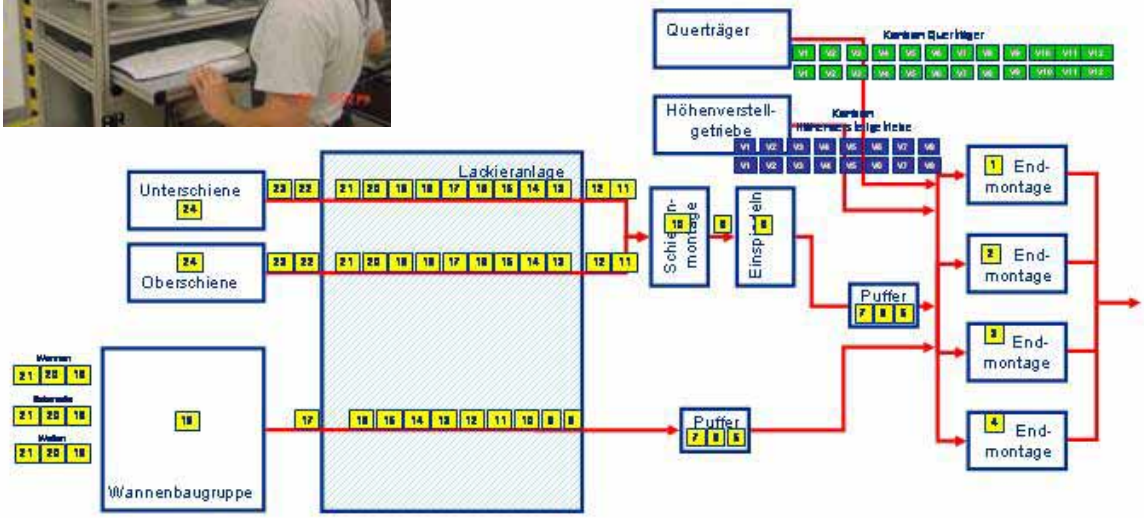
Ingolstadt, im Juli 2004

Abstract

Die ständig zunehmende Anzahl zu fertigender Varianten in der Automobilzulieferindustrie erfordert neue Steuerungskonzepte. Herkömmliche Methoden stoßen schnell an die Grenzen ihrer Möglichkeiten. Eine Strategie, die sich an einer sequenzgenauen Produktion orientiert, bietet viele Vorteile. Wichtig ist hierbei, ein einfaches, für jeden Mitarbeiter verständliches und transparentes System zu schaffen. Nur so wird eine Akzeptanz geschaffen, die auch die gewünschten Ergebnisse erzielt. Die vorgestellte Packagesteuerung basiert auf dem Just – In – Sequence – Gedanken, der mit den Elementen des Perlenkettenkonzeptes kombiniert wurde. Die Ergebnisse der Pilotanwendung zeigen eine drastische Reduzierung an unfertigen Erzeugnissen im Verhältnis 8:1. Die hierdurch frei gewordenen Flächen können für weitere wertschöpfende Tätigkeiten genutzt werden. Somit wird auch eine wesentliche Verkürzung der Durchlaufzeiten und eine deutliche Erhöhung der Flexibilität im Produktionsprozess erreicht.

PACKAGESTEUERUNG

Ein Instrument zur effektiven Steuerung von variantenreichen Großserien



Verfasser: Prof. Dr. Jürgen Schröder

Juli 2004

Danksagung

Die vorliegende Veröffentlichung konnte nur durch das Vertrauen in ein neues Konzept und die intensive Mitarbeit der Mitarbeiter der Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Coburg entstehen. Stellvertretend für alle im Projekt beteiligten Mitarbeiter gilt der besondere Dank Herrn Peter Muhr und Herrn Udo Samjeské.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 5

2 Ausgangssituation 8

2.1 Gewachsene Materialflussstrukturen 8

2.2 Kanban 8

2.3 XYZ-Analyse 10

2.4 Just-in-Sequence 11

2.5 Perlenkettenkonzept 12

3 Packagesteuerung zur Beherrschung variantenreicher Großserien 15

3.1 Funktionsweise 15

3.2 Auftragseinsteuerung/Sequenzplanung 17

3.2.1 Berechnungsgrundlage 17

3.2.2 Anwendung 21

3.3 Cockpit (Werkerdialog) 22

3.4 Visualisierung 23

4 Vorbereitungen zur Einführung der Packagesteuerung 24

4.1 Auswahl des Produktionsprozesses 24

4.2 Ermittlung der minimalen Losgröße (Packagegröße) 25

4.3 Behälterumstellung 25

4.4 Dimensionierung der Packagemenge im Gesamtprozess 26

4.5 Layout 26

4.6 IT - Komponenten 27

5 Ergebnisse nach Einführung der Packagesteuerung 27

5.1 Akzeptanz 27

5.2 Wirtschaftlichkeit 28

6 Fazit & Ausblick 29

Literaturverzeichnis 30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Entwicklung der Wertschöpfungsanteile 2002/2015 5
Abbildung 2 Beispiel eines gewachsenen Materialflusses 8
Abbildung 3 Prinzipdarstellung eines Produktionskanban 9
Abbildung 4 Beispiel eines Lieferantenkanban 9
Abbildung 5 XYZ-Analyse 10
Abbildung 6 JIS-Abruf VW Sachsen GmbH für Cockpit 11
Abbildung 7 Prinzipdarstellung des verfeinerten Perlenkettenkonzeptes 12
Abbildung 8 Darstellung der „Frozen Zone“ im KOVP 13
Abbildung 9 Darstellung einer Packagesteuerung am Beispiel der Produktion variantenreicher elektrischer Sitzverstellungen 16
Abbildung 10 Beispiel einer Lieferplaneinteilung 17
Abbildung 11 Instrument zur Sequenzeinplanung 21
Abbildung 12 Cockpit zur Buchung der Packages 22
Abbildung 13 Visualisierung des Prozesses 23
Abbildung 14 Beispiel eines Variantenbaumes 24

1 Einführung

Die deutsche Automobilindustrie wird den Weg, kunden- und marktspezifische Wünsche und Anforderungen zu erfüllen, weiter fortsetzen. Nur durch weitere Modularisierung wird die Herausforderung für den Original Equipment Manufacturer (OEM) erfüllbar. Hierbei ist davon auszugehen, dass der Wertschöpfungsanteil bei gleichzeitiger Erhöhung des Produktionsvolumens bis ins Jahr 2015 von 35% auf 23% reduziert und auf die Zulieferindustrie verlagert wird.[1] Die Anzahl der Derivate der OEM wird durch die Erschließung neuer Märkte und durch die steigenden Kundenanforderungen weiter zunehmen. Somit wird sich zwangsläufig die Anzahl verschiedener Variantenteile in der Zulieferindustrie weiter drastisch erhöhen.[2]

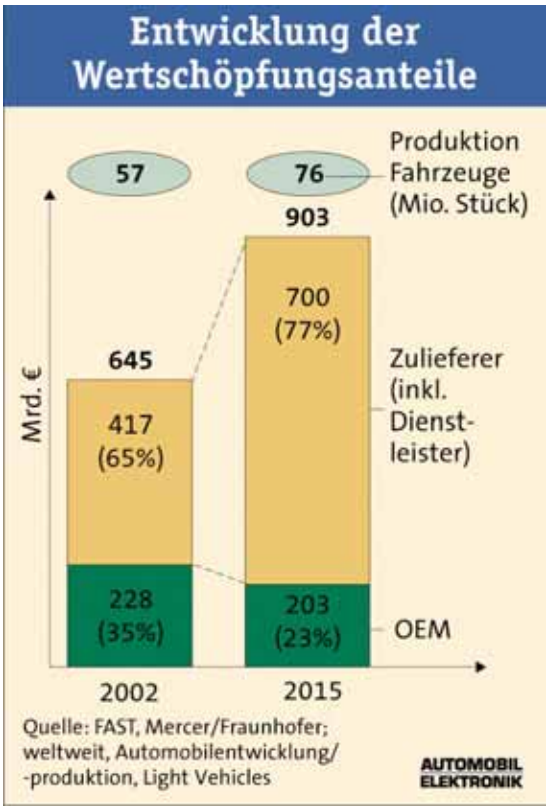


Abbildung 1 [3]

Entwicklung der Wertschöpfungsanteile 2002/2015

Trotz Plattformstrategie haben in den letzten Jahren die Anzahl der Varianten nicht nur beim 1st-Tier sondern auch in der gesamten Supply Chain stark zugenommen.

---

[1] Vgl. Kalmbach, R., Kleinhaus, C.: Zulieferer auf der Gewinnerseite, erschienen in: Automobilproduktion 04/2004, S. 4 ff.

[2] Vgl. Hans-Jörg Bullinger / Elke Kiss-Preußinger / Dieter Spath (Hrsg.): Automobilentwicklung in Deutschland – wie sicher ist die Zukunft, Stuttgart 2003, S. 113

[3] Automobilproduktion, 13.05.2004, http://www.automagazine.de/themen/02886/index.php

Neue Konzeptionen, wie z.B. das Perlenkettenkonzept, helfen zwar, die Komplexität in der Steuerung zu reduzieren, setzen sich aber nur langsam durch. Die Prognose der Fahrzeugmontagesequenz, der sogenannten „Frozen Zone“, von 3 Stunden auf mehrere Tage hat nicht nur zur Folge, dass sich neue Möglichkeiten der Fertigungssteuerung und Zusammenfassung einzelner Produktionsstandorte ergeben. Negative volkswirtschaftliche Auswirkungen, wie z. B. zunehmende Verlagerung in Niedriglohnländer und eine weitere Erhöhung des Transportaufkommens steigern zwar die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, schwächen aber den Standort Deutschland weiter.

Trotz aller politischen Bemühungen steigen die Produktionskosten in Deutschland weiter. Personalkosten spielen eine wesentliche Rolle. Aber auch Flächenkosten gilt es zu minimieren. Ziel muss es sein, auf geringst möglicher Fläche die größt mögliche Wertschöpfung zu erzielen. Hier müssen neue Konzeptionen greifen, die im Wesentlichen logistisch orientiert sind.

Die Schwankungsbreite in den Abrufen bei vielen Herstellern hat sich trotz der massiven Kritik der Zulieferindustrie nur unwesentlich reduziert. Dies führt zu hektischen Reaktionen, zu erhöhten Sicherheitsbeständen und zu vermehrten Sonderfahrten. Das bei der BMW Group praktizierte Perlenkettenkonzept sieht für die Zulieferer eine Perlenkettengenauigkeit von 100 % vor. Sollte es dennoch zu Verwirbelungen der Sequenz kommen, so liegen Verantwortung und Notfallkonzept beim OEM.[4]

Transparente, leicht verständliche Pull-Systeme, wie z. B. Kanban – Regelkreise, stoßen durch eine Erhöhung der Variantenanzahl schnell an die Grenzen Ihrer Leistungs- und Funktionsfähigkeit. Der Flächenbedarf steigt überproportional und führt i.d.R. doch wieder zu einer zentralen Baugruppenlagerung mit den damit verbundenen Problemen von zusätzlichem Handling und einer Erhöhung der innerbetrieblichen Transporte.

Die Zunahme der Variantenanzahl bedeutet entweder die Produktion kleinerer Losgrößen oder die weitere Erhöhung der Bestände. Zwangsläufig führt dies wiederum zu einer Erhöhung der Durchlaufzeiten, also der Summe aller wertschöpfenden Tätigkeiten zuzüglich aller Rüst-, Transport- und Liege-/Wartezeiten. Technische Änderungen, deren Anteil unverändert zunimmt, können

[4] Vgl. BMW-Group (Hrsg.): KOVP – Der kundenorientierter Vertriebs- und Produktionsprozess der BMW Group; München 2001, S.6 ff.

folglich entweder später einfließen oder der Nacharbeitungsaufwand bzw. Verschrottungsaufwand in der Supply Chain steigt.

Meist sind nur noch wenige Personen in der Lage, die daraus resultierende Komplexität zu beherrschen. Nicht selten fehlen die hierzu notwendigen IT-Lösungen.

Die Entwicklungen von produktionssteuernden Maßnahmen der letzten Jahre in der Automobilindustrie zeigen:

- Kanban-Regelkreise für Materialien mit kontinuierlichem Verbrauch besitzen hohe Akzeptanz. Auch heute noch werden komplette Montagelinien renommierter Unternehmen auf diese Systematik umgestellt.

- Just-in-Sequence – Prinzipien (produktionssynchrone Abrufe)[5] für komplexe Systeme mit hoher Variantenanzahl haben sich bewährt und werden aufgrund der vorhergesagten Reduzierung der Fertigungstiefe auf OEM-Seite weiter zunehmen.

- Das Perlenketten-Konzept, welche die verbindliche Weitergabe der Prognose der Fahrzeugreihenfolge bis zu 6 Arbeitstagen beinhaltet, wurde erfolgreich implementiert und führt zu erheblichen Kostenreduzierungen.

- Die Visualisierung von Standards und Prozessen nimmt verstärkt zu, da durch gewachsene Strukturen die Transparenz verloren gegangen ist.

Diese Erkenntnisse führten zur Konzeption der vorgestellten Packagesteuerung, die sich besonders für variantenreiche Großserien eignet. Die Ergebnisse erster Pilotanwendungen dieser neuen innovativen Anwendung sind:

- Reduzierung der Materialbereitstellungsfläche im Verhältnis 8:1
- Uneingeschränkte Akzeptanz der Werker, Meister und Fertigungssteuerer
- Absolute Prozesstransparenz
- Kombinationsmöglichkeit mit Kanban
- Unternehmensübergreifende Erweiterungsmöglichkeit in der Supply Chain

[5] VDA (Hrsg.): VDA Richtlinie 4916

2 Ausgangssituation

2.1 Gewachsene Materialflussstrukturen

Überschneidungen von Serienan- und -ausläufen führen über längere Zeit zu gewachsenen Strukturen. Aus logistischer Sicht notwendige Anlagenumzüge zur Optimierung des Materialflusses werden häufig aus Kostengründen nicht realisiert. Darüber hinaus erfordern neue Technologien, wie z.B. das Laserschweißen, Anforderungen an den Aufbaustandort der Anlagen. Zwangsläufig entstehen kreuzende Materialflüsse und lange Wege, die intransparent und schwer nachvollziehbar sind. Eine Verkettung der einzelnen Fertigungsstufen wird folglich immer schwieriger

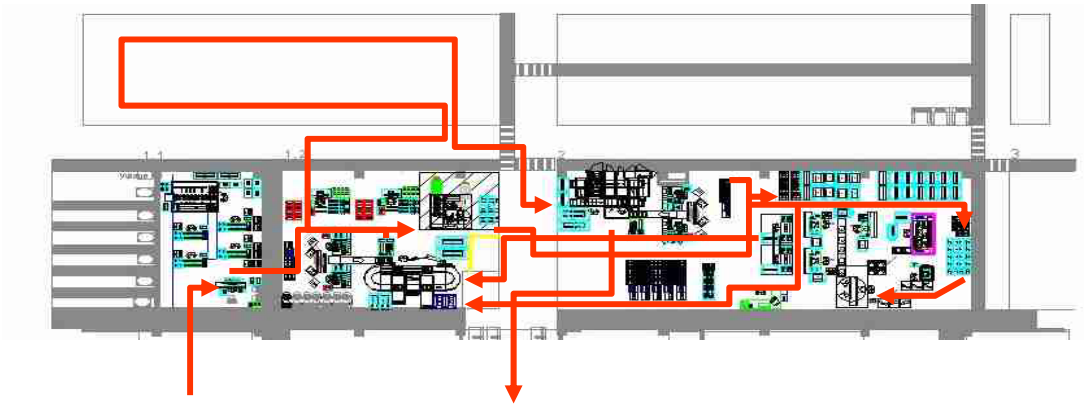


Abbildung 2

Beispiel eines gewachsenen Materialflusses

Um wiederum Transparenz zu erhalten, werden Losgrößen im Hinblick auf eine Reduzierung der Rüstvorgänge optimiert, als Baugruppen eingelagert und systemtechnisch gebucht. Die Transporte und Bestände an unfertigen Erzeugnissen steigen. Zusätzliche Kosten entstehen, Wege werden länger und Durchlaufzeiten erhöhen sich dramatisch.

2.2 Kanban [6]

Um dieses zu verhindern, werden nach wie vor oftmals Kanban-Steuerungen eingeführt. Der Vorteil dieser Steuerungsmethode, welche auf dem Pull-Prinzip und

[6] Vgl. Suzaki, K.: Modernes Management im Produktionsbetrieb, München, Wien 1989, S. 140ff.

damit auf einer reinen Verbrauchssteuerung basiert, liegt in der bestechenden Einfachheit. Leicht verständlich, schnell und einfach umgesetzt, bringt diese Art der Steuerung Transparenz in die Prozesse. Informationsfluss und Materialfluss werden synchronisiert. Fehlbestände werden sofort sichtbar. Bestandsdifferenzen zwischen dem Buchbestand und dem physisch vorhandenen Material treten nicht erst bei der Inventur oder gar bei der Ausführung eines Auftrages auf.

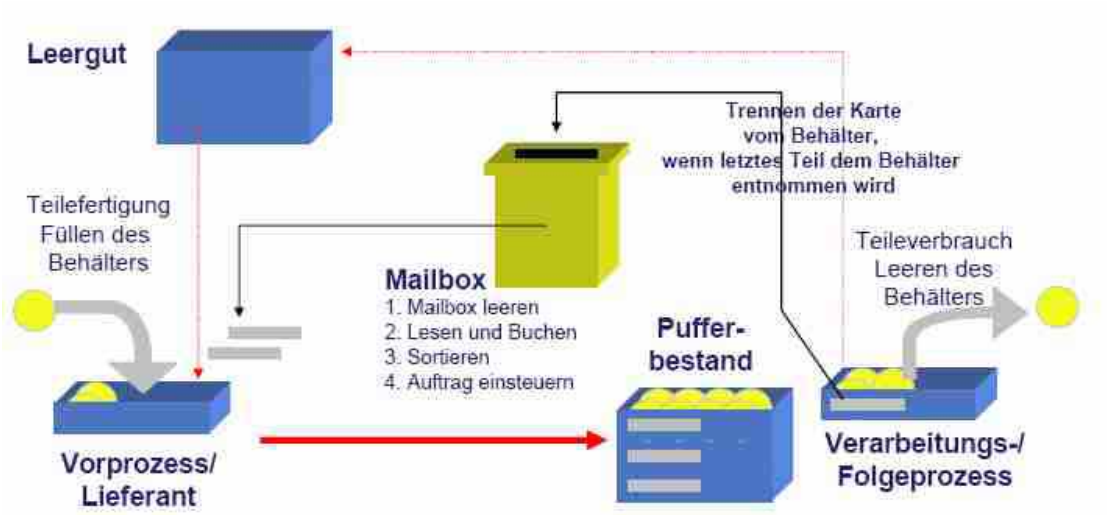


Abbildung 3

Prinzipdarstellung eines Produktionskanban

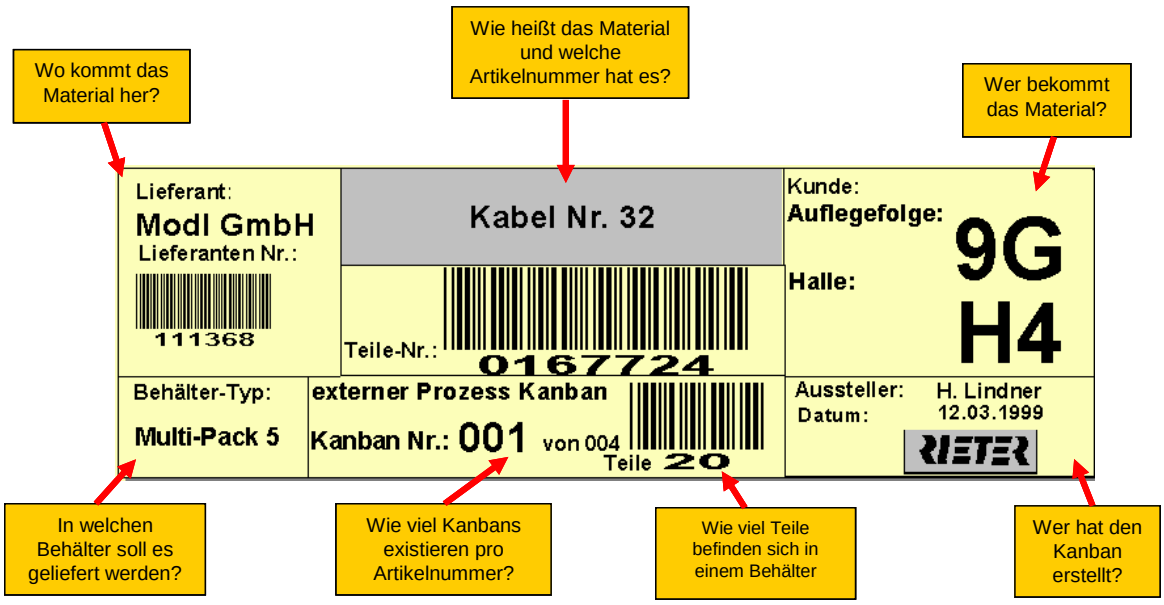


Abbildung 4

Beispiel eines Lieferantenkanban

2.3 XYZ-Analyse [7]

Der Bestand an unfertigen Erzeugnissen für Schnellläufer mit gleichmäßigem Verbrauch sinkt drastisch. Die Anwendung einer XYZ-Analyse, mit der die Kontinuität gemessen werden kann, bietet sich an.

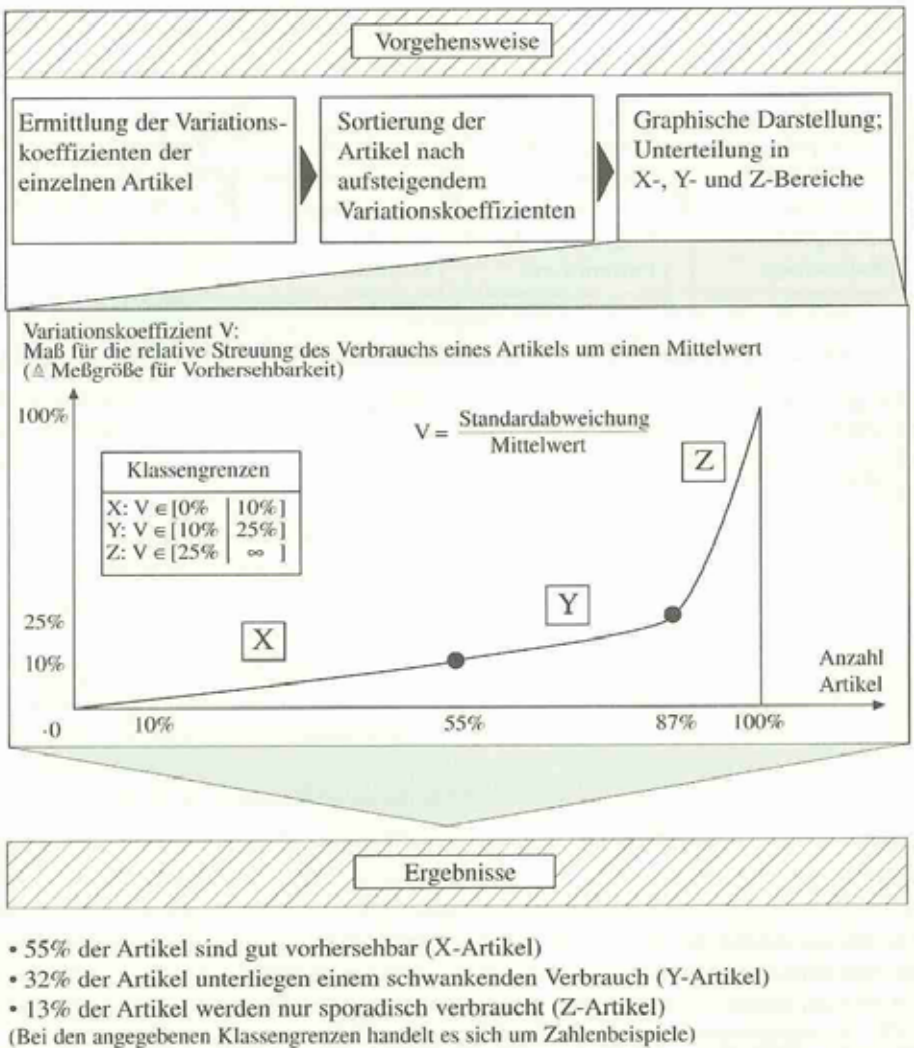


Abbildung 5
XYZ-Analyse[8]

Kanban findet seine Grenzen in erster Linie durch Schwankungen in den Verbräuchen. Low-Runner mit schwer vorhersagbarem Verbrauch (Z-Teile) müssen i.d.R. auf denselben Anlagen gefertigt werden. Werden diese Teile

[7] Vgl. Ehrmann, H.: Logistik, erschienen in: Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft, 3. überarb. Aufl., Leipzig 2001 S. 131

[8] Schulte, C.: Logistik: Wege zur Optimierung des Material- und Informationsflusses, 3. überarb. Aufl., München 1999, S. 249

ebenfalls auf Kanban-Steuerung umgestellt, führt dies i.d.R. zu unvertretbaren Beständen. Dies widerspricht der eigentlichen Kanban-Philosophie.

Je mehr Varianten vorhanden sind, desto höher wird die Anzahl der Z-Teile, also der Artikel, die für eine Kanban-Einführung ungeeignet ist.

2.4 Just-in-Sequence

Wird die Anzahl der Varianten, insbesondere bei großvolumigen und komplexen Teilen, zu groß, produziert der vorgelagerte Fertigungsprozess sequenzgenau, also in der vorgegebenen Reihenfolge. Ist eine sequenzgenaue Produktion aus fertigungstechnischen Gründen nicht möglich, so wird die Sequenzierung erst bei der Kommisionierung durchgeführt. In der Automobilindustrie wird vom Hersteller der produktionsynchrone Abruf [9] verwendet. Verlässt ein Fahrzeug das Karossenlager und wird auf das Montageband gesetzt, erhält das sequenzgenau anliefernde Unternehmen einen Just-in-Sequence – Abruf. Dieser stößt die Produktion bzw. die Kommissionierung der entsprechenden Variante an. In der richtigen Reihenfolge werden die zu liefernden Module und Komponenten an das Montageband angeliefert.

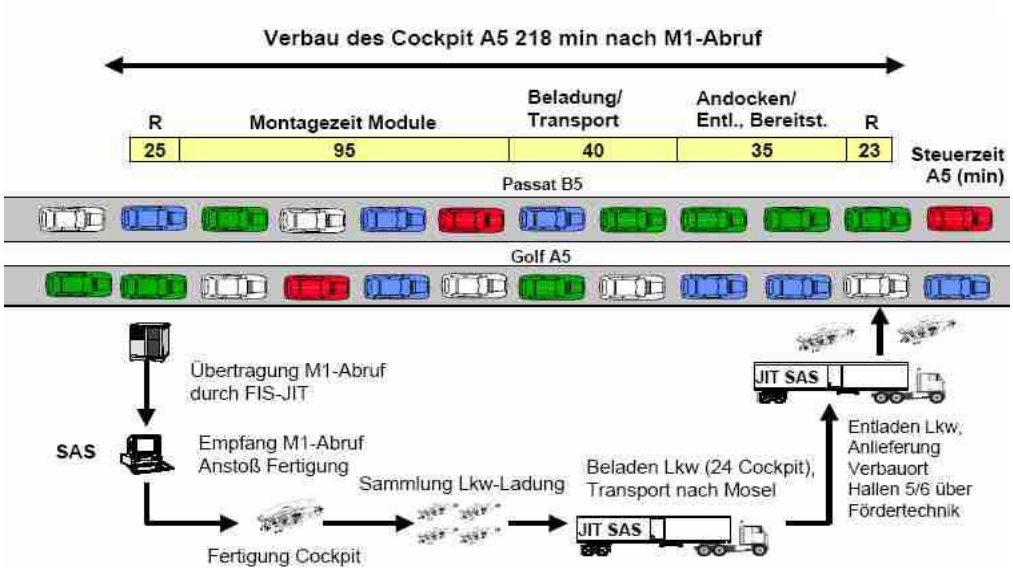


Abbildung 6[10]

JIS-Abruf VW Sachsen GmbH für Cockpit

---

[9] VDA (Hrsg.): VDA Richtlinie 4916

[10] Olle, W: Integration und Vernetzung von Herstellern, Zulieferern und Dienstleistern, Vortrag auf 3. IIR-Konferenz Mannheim/Ladenburg, November 2003, S. 10

2.5 Perlenkettenkonzept

Basierend auf dem Just-in-Sequence-Konzept wurde 1997 erstmals bei der DaimlerChrysler AG, Werk Rastatt, das Perlenkettenkonzept eingesetzt. Der Unterschied zum Just-.in-Sequence-Konzept liegt darin, dass der Hersteller die zu produzierende Reihenfolge für die nächsten Arbeitstage vorhersagt. Gemessen wird die Genauigkeit der prognostizierten Perlenkette, wobei das Ziel eine 100%-Genauigkeit ist. Eine Verwirbelung der Fahrzeugreihenfolge führt zu einer geringeren Genauigkeit. Selbst eine 99,8%-Genauigkeit führt zu einer Instabilität des Systems, da bei einer täglichen Produktion von 1.000 Fahrzeugen immer noch 2 Reihenfolgeänderungen vorgenommen werden müssen. Diese Änderung führt folglich bei allen Systemlieferanten zur Änderung der geplanten Produktionsreihenfolge. Die nach dem Perlenkettenkonzept anliefernden Unternehmen haben aufgrund der gemachten Erfahrungen keine wesentlichen Umstellungen ggü. dem klassischen JIS-Konzept vorgenommen.

Das bei der Audi AG in Neckarsulm eingeführte Perlenkettenkonzept für die Produktion des Audi A8 (D3) basiert auf dem analogen Ansatz.

Erst mit dem im Jahr 2002 eingesetzten „Kundenorientierten Vertriebsprozess“ (KOVP)[11] wurde von der BMW AG dieses Konzept erstmals für die Produktion des 7er BMW verfeinert. Für die Wiederherstellung stabiler Prozesse bei einer Verwirbelung der Reihenfolge ist der OEM verantwortlich. Eine einmal an den Lieferanten übertragene Fertigungsreihenfolge, die bereits heute 4-6 Arbeitstage vor dem eigentlichen Produktionstermin erfolgt, bleibt zu 100% bestehen.

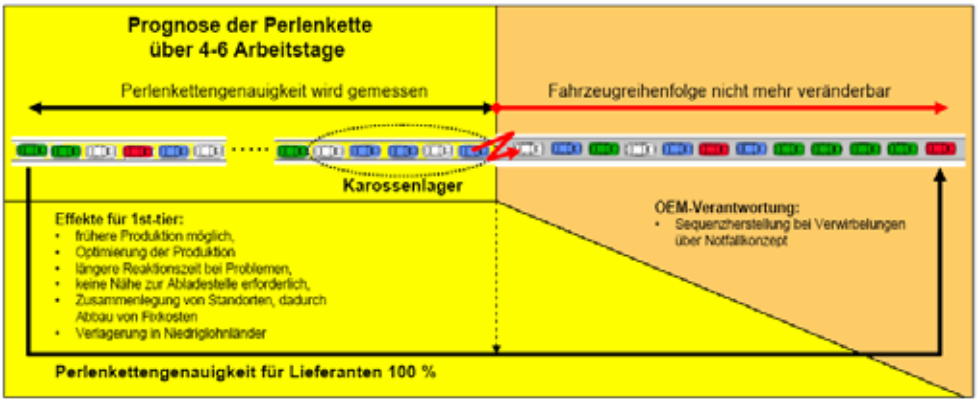


Abbildung 7

Prinzipdarstellung des verfeinerten Perlenkettenkonzeptes

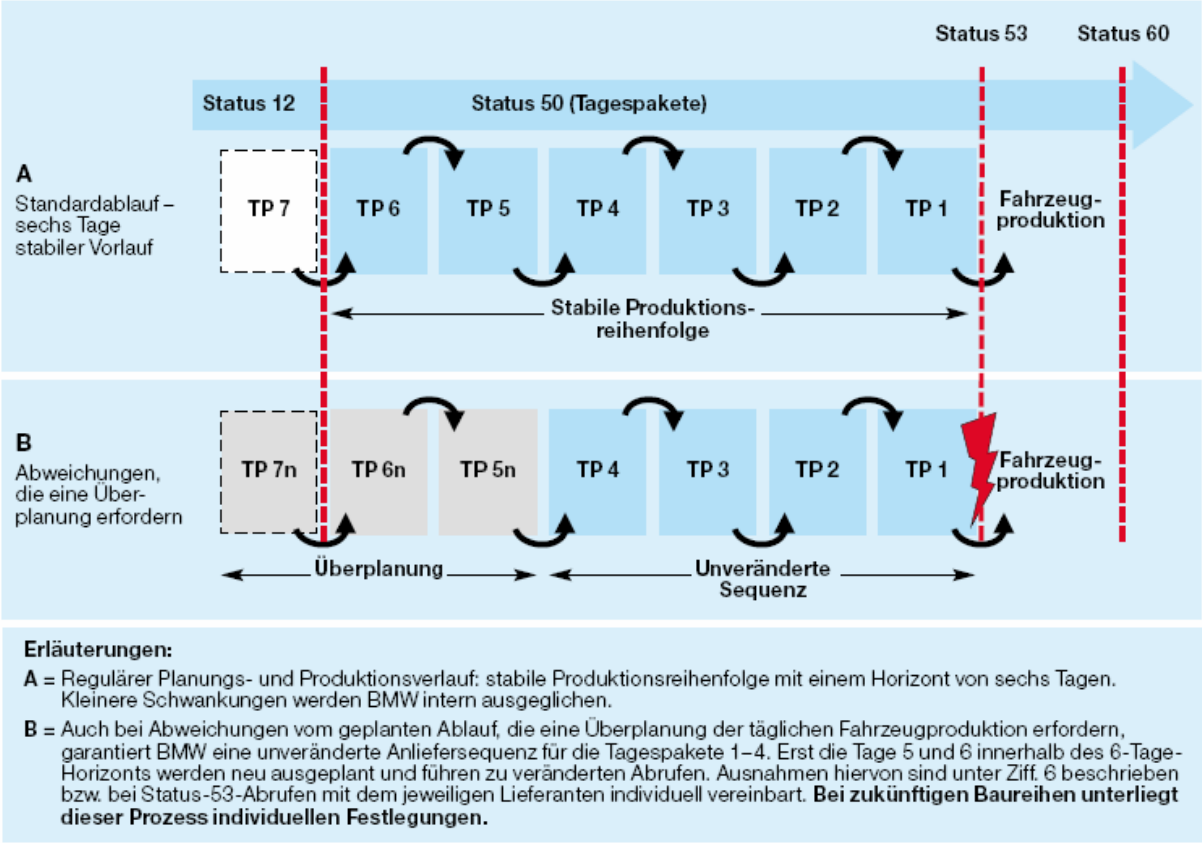


Abbildung 8[12]

Darstellung der „Frozen Zone“ im KOVP

Ein wesentlicher Verursacher von Verwirbelungen ist i.d.R. der Rohbau. Durch die Integration der Rohbaufertigung mit dem Status eines Systemlieferanten, der über die gleichen zeitlichen Vorgaben verfügt, konnte eine große Anzahl von Reihenfolgeänderungen eliminiert werden.

Durch dieses Konzept ergeben sich für den Systemlieferanten einige Vorteile. Durch den deutlich längeren Vorlauf besteht die Möglichkeit, deutlich früher sequenzgenau zu produzieren. Hierdurch können mehrere Produktionsstätten in einer größeren Entfernung zu der jeweiligen Abladestelle zusammengefasst werden. Fixkosten können abgebaut und kostensparende Synergien durch einen flexiblen Personal- und Anlageneinsatz gebildet werden. Die Kostenreduzierung

[11] Vgl. BMW-Group (Hrsg.): KOVP – Der kundenorientierter Vertriebs- und Produktionsprozess der BMW Group; München 2001, S.6 ff.

[12] BMW-Group (Hrsg.): KOVP – Der kundenorientierter Vertriebs- und Produktionsprozess der BMW Group; München 2001, S.9

bei Verlagerung der Produktion in Niedriglohnländer wird auf mindestens 15-20% geschätzt.

Bereits heute werden komplette Kabelsätze in Rumänien sequenzgenau erstellt und an den OEM in der vorgegebenen Reihenfolge geliefert. Derzeit bestehende, aber lösbare Probleme basieren auf der Transportentfernung und auf unterschiedlichen Produktionstagen (z. B. nationale Feiertage). Die volkswirtschaftliche Auswirkung auf den Produktionsstandort Deutschland, insbesondere auf den Arbeitsmarkt, wird bei einer Durchsetzung des beschriebenen Konzeptes die negative Entwicklung weiter forcieren.

3 Packagesteuerung zur Beherrschung variantenreicher Großserien

Eine Möglichkeit, variantenreiche Großserien mit mehreren Fertigungsstufen bei geringen Beständen zu beherrschen, ist die Verbindung des Just-in-Sequence-Gedankens mit dem Perlenkettenkonzept.

3.1 Funktionsweise

Zentrale Bedeutung hat die Optimierung der Prozesskette und nicht die Optimierung der einzelnen Funktionseinheit. Nicht das individuelle Einzelteil, sondern einzelne Pakete (Packages) werden in eine eingefrorene Reihefolge („Frozen Zone“) gebracht. Der jeweiligen zu produzierenden Variante des Enderzeugnisses wird in der betreffenden Fertigungsstückliste eine Package-Nummer zugewiesen. Als Losgröße der Packages wird die kleinstmögliche, wirtschaftlich und technologisch noch vertretbare Menge gewählt, die u.a. abhängig von unterschiedlichen Faktoren ist, wie z.B.:

- Behältermenge pro Versandeinheit
- Menge pro Gestell abhängig von der Verfahrenstechnik (z.B. Lackierung)
- Rüstaufwand
- Behältermengen der Package-Teile und Package-Baugruppen

Als Package-Teile werden nur diejenigen Kaufteile definiert, die aufgrund ihres Volumens und ihrer Variantenanzahl geeignet sind. Die restlichen Kaufteile werden sinnvoller Weise über Kanban-Regelkreise gesteuert.

Die Varianten werden in den einzelnen Fertigungsstufen entsprechend der vorgegebenen Sequenz produziert. Die variantenbezogenen Baugruppen (Packages) werden in der Reihenfolge über größendefinierte Pufferplätze an den Folgearbeitsplatz weitergegeben. Voraussetzung hierfür ist, dass die einzelnen Fertigungsstufen bzgl. Ihrer Ausbringungsmenge abgetaktet sind.

Die Einplanung der Packages erfolgt auf Basis der Aufträge bzw. Abrufe und der vorhandenen Bestände an Enderzeugnissen. Hierbei wird vorzugsweise die Lieferplaneinteilung gewählt, da diese den Fabrikkalender und die Transportzeiten zum Kunden berücksichtigt.

Die Packages werden systemseitig über einen definierten Algorithmus vorgeschlagen. Der Fertigungssteuerer besitzt eine Eingriffsmöglichkeit, die Sequenz zu verändern. Hierbei berücksichtigt er bestimmte Restriktionen, wie z. B.

- der Variante A darf aus Kapazitätsgründen nicht unmittelbar Variante B folgen,
- die Variante C kann aufgrund Teilemangels nicht produziert werden oder
- das Kaufteil für Variante D ist qualitativ gesperrt.

Die so eingesteuerte Sequenz ermöglicht eine übergreifende und harmonisierte Produktion.

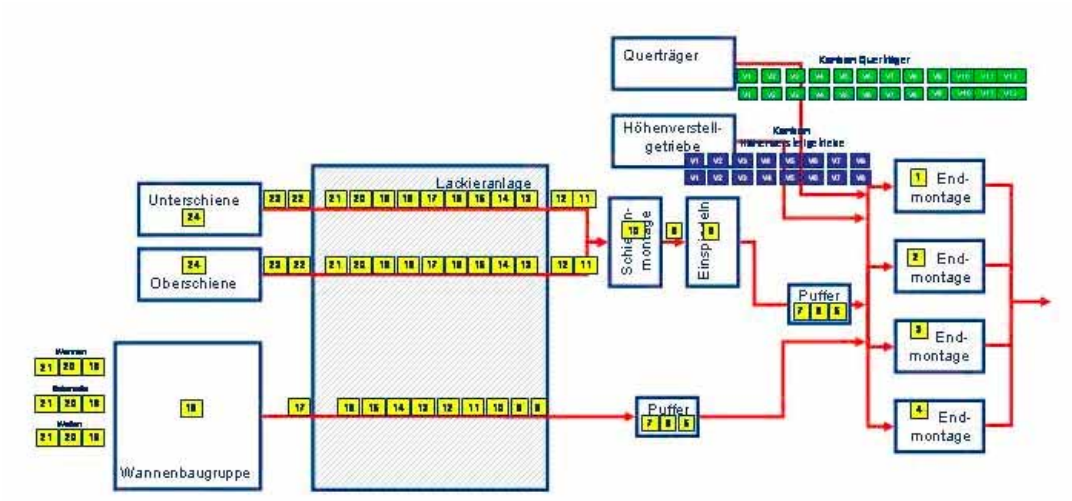


Abbildung 9

Darstellung einer Packagesteuerung am Beispiel der Produktion variantenreicher elektrischer Sitzverstellungen

3.2 Auftragseinsteuerung/Sequenzplanung

Die Auftragseinsteuerung basiert auf der Lieferplaneinteilung. Dieser werden die verfügbaren Bestände an fertigen Erzeugnissen gegenübergestellt. Können Abrufe aus den vorhandenen Beständen erfüllt werden, besteht kein Handlungsbedarf. Wird hingegen der Sicherheitsbestand angegriffen, muss nachproduziert werden.

Fertigerzeugnis	Bezeichnung	Rückstand	DI 07.05.04	MI 08.05.04	FR 10.05.04	MO 13.05.04	DI 14.05.04	MI 15.05.04	DO 16.05.04
Identnummer 1	Bezeichnung 1	360	887	678	679	678	686	983	986
Identnummer 2	Bezeichnung 2		1						
Identnummer 3	Bezeichnung 3								72
Identnummer 4	Bezeichnung 4	18						3	5
Identnummer 5	Bezeichnung 5			15				15	
Identnummer 6	Bezeichnung 6		5				5		
Identnummer 7	Bezeichnung 7	204	55	69	68	69	68	69	68
Identnummer 8	Bezeichnung 8					92			
Identnummer 9	Bezeichnung 9								
Identnummer 10	Bezeichnung 10	73	273	87	121	87	122	87	122

Abbildung 10

Beispiel einer Lieferplaneinteilung

3.2.1 Berechnungsgrundlage

Sei

t Zeithorizont, betrachtete Periode in Arbeitstagen (AT) (5 AT, 10 AT, 20 AT, 60 AT)

m_t Anzahl der Abrufe im Zeithorizont t

SB_K vom Kunden vorgegebener Sicherheitsbestand in Reichweite in AT

SB_{Stck} Sicherheitsbestand in Stück, der sich aus SB_K errechnet

TB Tatsächlicher Bestand

i Index, wobei $i = 0, \ldots, n(t) \in |N$

n(t) Funktion in Abhängigkeit des Zeithorizontes

X_i Menge des i-ten Abrufes, wobei X_0 der Rückstand ist

dann gilt,

für den Sicherheitsbestand in Stück SB_{Stck} in Reichweite SB_K:

Umrechnung des vom Kunden vorgegebenen Sicherheitsbestandes SB_K in SB_{Stck}

$$SB_{Stck} = \frac{\sum_{i=1}^{n(t)} X_i}{t} SB_K$$

Der Sicherheitsbestand in Stück errechnet sich aus der durchschnittlichen Abrufmenge pro Arbeitstag und wird mit dem vom Kunden in Arbeitstagen geforderten Sicherheitsbestand multipliziert.

Der Zeithorizont sei definiert:

t nimmt folgende Werte an:

t = 5 AT	bei täglichen Abrufen
t = 10 AT	bei 2-3 Abrufen pro Woche
t = 20 AT	bei 1 Abruf pro Woche
t = 60 AT	bei weniger als 1 Abruf pro Woche

Folgende Regeln gelten:

Regel 1

Die Regel 1 wird angewendet, wenn

- der nächste Abruf innerhalb von 24 Stunden erfolgt

  und

- $TB - (X_1 + X_0) < 0$.

Diese Regel ist nur dann anzuwenden, wenn der nächste innerhalb von 24 Stunden durchzuführende Abruf aus den vorhandenen Beständen nicht gedeckt ist.

Die Produktion dieser Artikel besitzt höchste Priorität – „MUSS“ – Zustand.

Regel 2

Die Regel 2 wird angewendet, wenn

- der nächste Abruf innerhalb von 24 Stunden erfolgt

  und

- $TB - (X_1 + X_0 + SB_{Stck}) < 0.$

Diese Regel ist nur dann anzuwenden, wenn der nächste innerhalb von 24 Stunden durchzuführende Abruf aus den vorhandenen Beständen zwar gedeckt ist, aber der Sicherheitsbestand angegriffen werden muss.

Die Produktion dieser Artikel besitzt hohe Priorität – „SOLL“ – Zustand.

Regel 3

Die Regel 3 wird angewendet, wenn

- im Zeithorizont Abrufe vorliegen

  und

- $TB - \left(\sum_{i=0}^{n(t)} X_i + SB_{Stck} \right) < 0.$

Diese Regel ist nur dann anzuwenden, wenn bei den im Zeithorizont liegenden Abrufen aus den vorhandenen Beständen der Sicherheitsbestand frühestens beim übernächsten Abruf angegriffen werden muss.

Die Produktion der Artikel besitzen mittlere Priorität – „DARF“ – Zustand.

<u>Regel 4</u>

Die Regel 4 wird angewendet, wenn

- im Zeithorizont Abrufe vorliegen

<u>und</u>

- $TB - \left(\sum_{i=0}^{n(t)} X_i + SB_{Stck} \right) \geq 0.$

Diese Regel ist nur dann anzuwenden, wenn die im Zeithorizont liegenden Abrufe durch den tatsächlichen Bestand gedeckt sind und der Sicherheitsbestand nicht angegriffen werden muss.

Es findet keine Produktion dieser Artikel statt – „DARF NICHT“ – Zustand.

Regel 5

Liegen keine Abrufe innerhalb des Zeithorizonts vor, so erfolgt auch keine Einplanung.

Aufgrund dieser Regeln erfolgt eine Prioritätenfestlegung für die vorgeschlagene Sequenzbildung. Die jeweils benötigten Enderzeugnisse werden auf die Packagegröße aufgerundet.

3.2.2 Anwendung

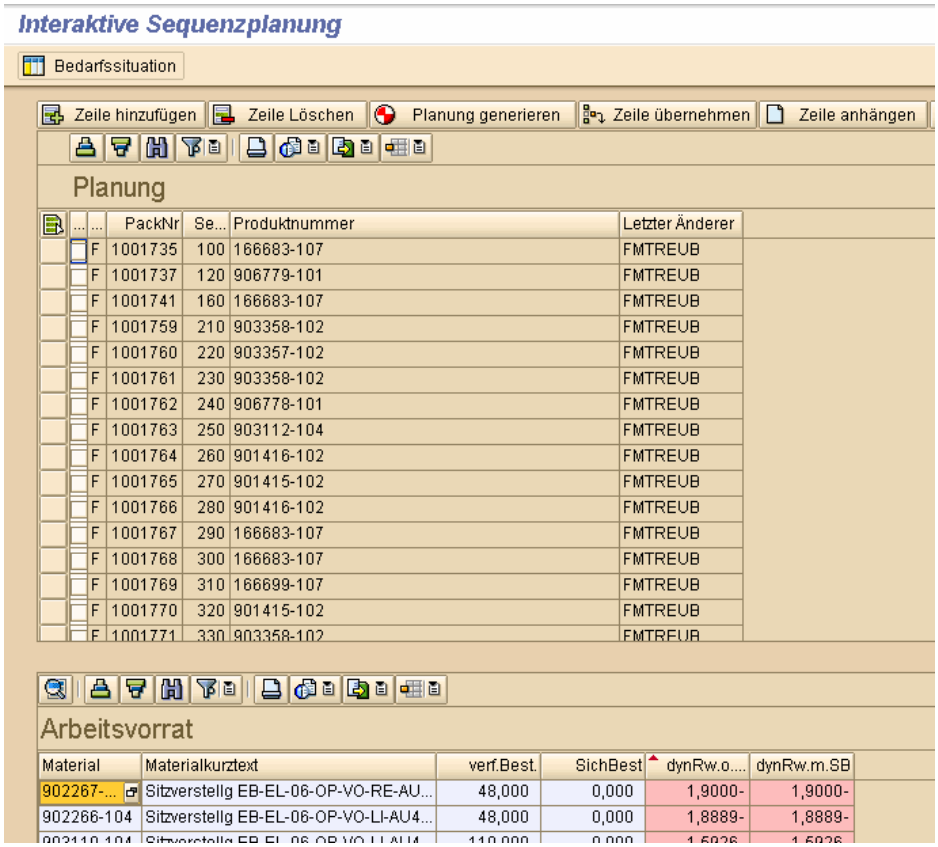


Abbildung 11

Instrument zur Sequenzeinplanung

Die in Abbildung 10 dargestellte Sequenzplanung enthält im oberen Teil die begonnenen Packages. Diese befinden sich bereits in Produktion und können nicht mehr verändert werden. Es kann nur noch eine Ausschleusung durchgeführt werden. Im unteren Teil werden die nächsten einzuplanenden Packages (Arbeitsvorrat) in der vorgeschlagenen Reihenfolge entsprechend der o.a. Prioritätenregeln vorgeschlagen. Der Fertigungssteuerer ist nun in der Lage, individuell einzuplanen.

3.3 Cockpit (Werkerdialog)

Der Mitarbeiter in der Montage erhält eine Übersicht über

- Packages, die sich in seinen Fertigungseinheit befinden,
- freigegebene Packages, mit deren Produktion begonnen werden darf und
- geplante Packages, die bereits initialisiert sind, bei denen aber noch nicht mit der Produktion in der betreffenden Fertigungseinheit begonnen werden darf.

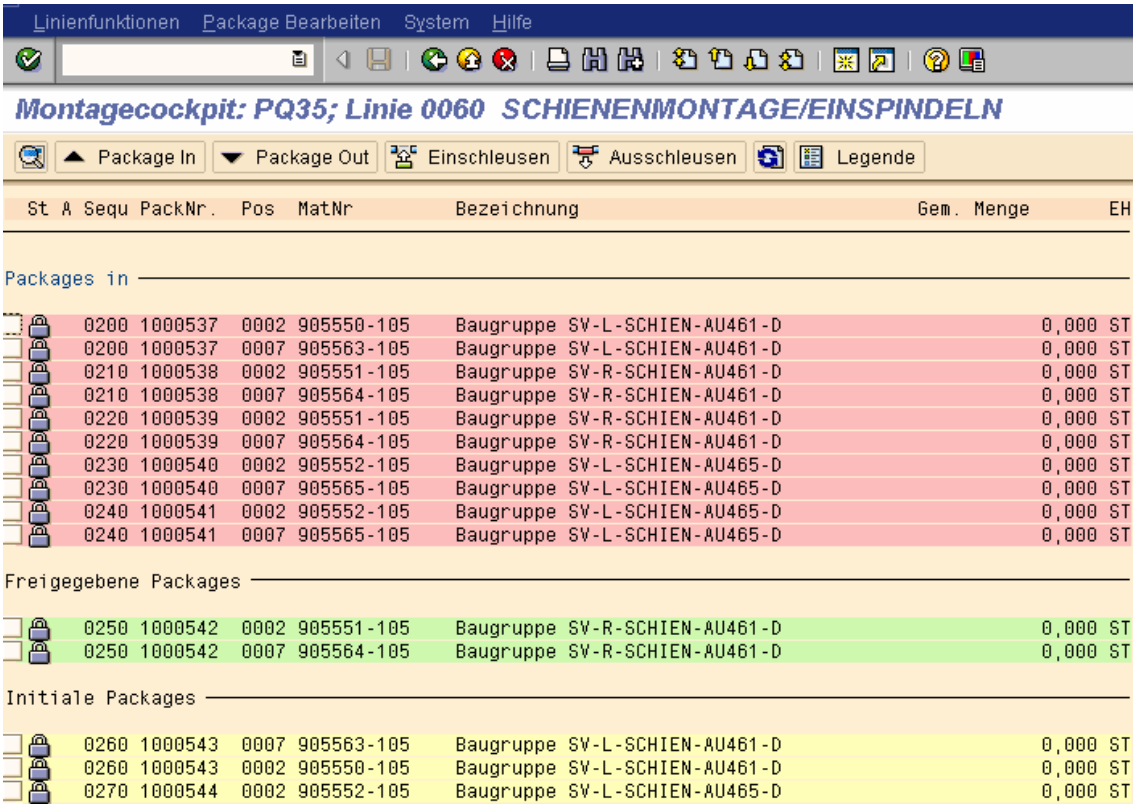


Abbildung 12

Cockpit zur Buchung der Packages

Beenden die Mitarbeiter die Produktion eines Packages, so wird eine Fertigmeldung durchgeführt. Diese erfolgt durch das Anhaken des betreffenden Packages und dem Anklicken des Buttons „Package Out“. Der Beginn eines neuen Packages erfolgt analog durch die „Package In“ – Buchung.

Wird Ausschuss produziert, so besitzt der Mitarbeiter die Möglichkeit, das Package auszuschleusen. Dies hat zur Folge, dass bei allen anderen Fertigungseinheiten die betreffenden Baugruppen des Packages ausgeschleust werden.

3.4 Visualisierung

Mitarbeiter in der Fertigung, Fertigungssteuerer und Führungskräfte haben die Möglichkeit, den gesamten Prozess dargestellt zu bekommen. Über dieses Tool kann schnell nachvollzogen werden,

- ob der Gesamtprozess gestört ist,
- wo sich welches Package befindet und
- welche Fertigerzeugnisse sich in der Produktion befinden bzw. ausgeschleust wurden.

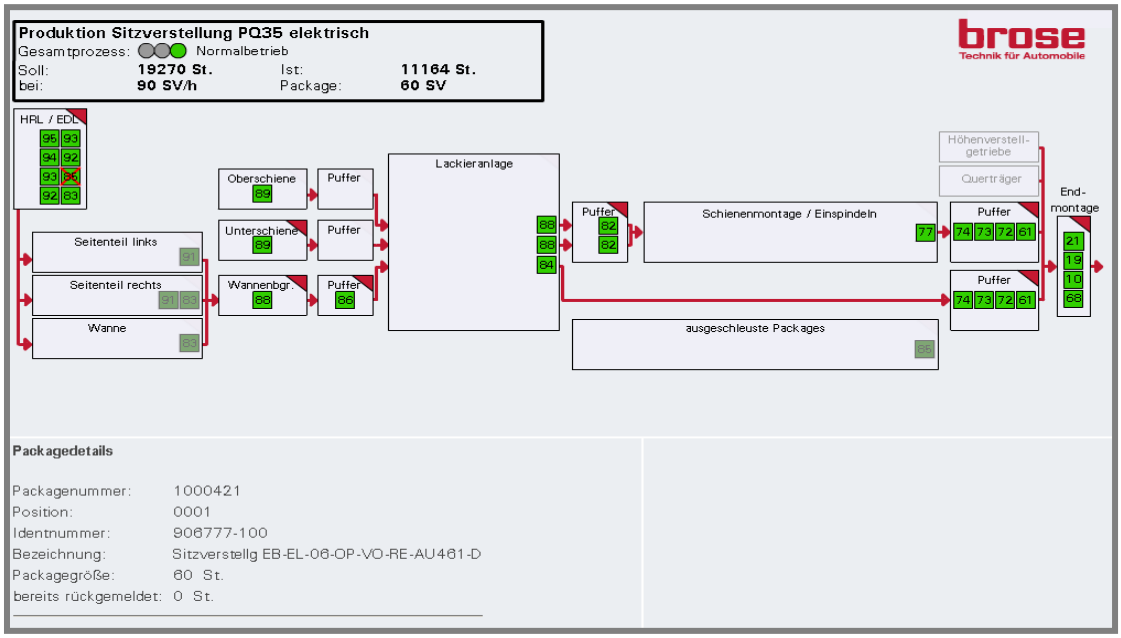


Abbildung 13

Visualisierung des Prozesses

Mit der Visualisierung der Packagesteuerung können wichtige Informationen über Soll- und Ist-Produktion, die Taktzeit, die Packagegröße sowie die Prozessstabilität überwacht werden. Durch Anklicken der jeweiligen Einheit lässt sich ein detaillierter Status darstellen.

4 Vorbereitungen zur Einführung der Packagesteuerung

Für die Einführung einer Packagesteuerung muss eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein. Neben der Auswahl eines geeigneten Produktionsprozesses ist die Wahl der Losgröße entscheidend. Zwangsläufig ergeben sich hieraus erforderliche Behälterumstellungen.

Es ist zu berücksichtigen, dass Vorfertigungs- und Montageprozesse häufig funktional getrennt sind. Aus diesem Grund muss ein Prozessverantwortlicher bestimmt werden.

4.1 Auswahl des Produktionsprozesses

Für eine Packagesteuerung sollte ein Prozess ausgewählt werden, der sich an einer Endmontagelinie orientiert. In den vorgelagerten Prozessen sollte in Losgrößen produziert werden und der gesamte Fertigungsprozess sollte über mehrere Fertigungsstufen verlaufen.

Im ersten Schritt wird ein entsprechender Variantenbaum erstellt.

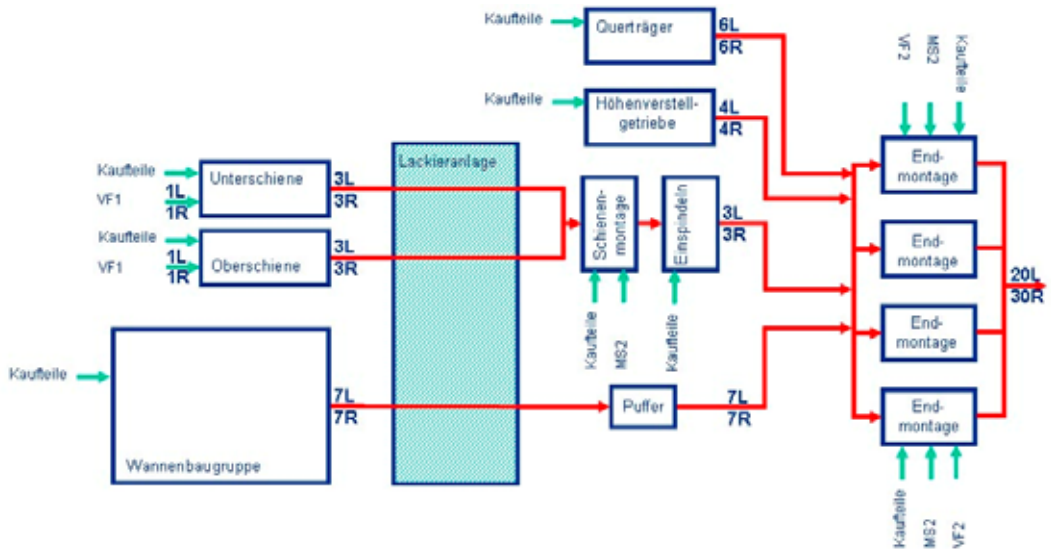


Abbildung 14

Beispiel eines Variantenbaumes

Es ist zu entscheiden, welche Teile idealerweise mit Kanban und welche Just-in-Sequence gesteuert werden können. Hierbei spielen Anzahl der Varianten und die Größe der betreffenden Teile bzw. Baugruppen eine wesentliche Rolle. Weiterhin muss die Wiederbeschaffungszeit berücksichtigt werden, da z.B. durch eine verfahrensbedingte, lange Durchlaufzeit einer Fertigungsstufe ein hoher Kanban–Pufferbestand vorgehalten werden muss. Auch die Einbindung von variantenreichen Volumenteilen aus einem Lagerbereich bzw. aus einem Konsignations- bzw. Lieferantenlager ist hierbei zu berücksichtigen. Die so ermittelten und als nicht – Kanban–fähig eingestuften Teile Baugruppen werden in die Packagesteuerung übernommen und als Packageteile bzw. Packagebaugruppen bezeichnet.

4.2 Ermittlung der minimalen Losgröße (Packagegröße)

Ausgehend vom Line–Back–Prinzip wird zunächst die Anzahl der Teile im Versandbehälter betrachtet. Die Packagegröße sollte idealerweise exakt dieser Menge oder ein Vielfaches dieser Menge entsprechen.

Als Nächstes wird der Gesamtprozess auf verfahrenstechnische Gegebenheiten hin untersucht. Bei Anlagen, deren Auslastung aus Wirtschaftlichkeitsgründen hoch sein muss, sind die Gestell- bzw. Behältermengen zu erfassen. Es ist hierbei zu prüfen, ob die betreffende Losgröße an die Menge der Versandeinheit bzw. eines Vielfachen angepasst werden kann. Dies kann u.U. bedeuten, dass eine spezifische Veränderung eines Gestelles vorgenommen werden muss.

Im Anschluss daran werden die restlichen Fertigungseinheiten untersucht, angepasst und die Packagegröße festgelegt.

4.3 Behälterumstellung

Die festgelegte Packagegröße erfordert in einigen Bereichen eine Behälterumstellung für Packageteile bzw. Baugruppen. Hilfreich hierbei ist eine Behälterzuordnungstabelle, die die Reichweite des Behälterbestandes darstellt. Sinnvoll erscheint in diesem Zusammenhang auch die Verwendung von Spezialbehältern bzw. –gestellen, die mit Rollen versehen sind. Hierdurch entsteht eine verbesserte Mobilität, die keine zusätzlichen Flurförderzeuge erfordert.

Bei der Umstellung der Behälter von Zukaufteilen sollte darauf geachtet werden, dass der Lieferant seine Teile im neu definierten Behältertyp anliefern kann und dass Füllvolumen ausgenutzt wird. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen kann ein Umpacken sinnvoll sein und muss im Einzelfall betrachtet werden.

4.4 Dimensionierung der Packagemenge im Gesamtprozess

Taktgebend ist die Anzahl der Fertigerzeugnisse pro Zeiteinheit. Alle vorgelagerten Fertigungsprozesse haben sich diesem Takt anzupassen. Nur so kann der Pufferbestand zwischen den einzelnen Fertigungsschritten minimal gehalten werden.

Der Pufferbestand orientiert sich folglich an Transport- und Fertigungszeiten pro Packagegröße. Hinzu kommt ein Sicherheitsbestand, der im Falle einer Störung zumindest einen geringen zeitlichen Vorteil bietet. Aus diesem Grund muss für jede Anlage eine Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) durchgeführt werden. Ziel hierbei ist es, die Ausfallzeit der Anlage zu minimieren, da es bei länger andauernden Störungen zu einem Produktionsabriss kommen kann.

4.5 Layout

Packageteile bzw. -baugruppen sollten einen besonders gekennzeichneten und optimal zugänglichen Platz in der Fertigungseinheit besitzen. Dies erleichtert auch die visuelle Transparenz der Abläufe.

Rollengestelle oder auf Rollengestelle gesetzte Behälter sollten auf Bodenschienen verankert werden, die eine Vertauschung der Reihenfolge verhindern und ein Durchschieben ermöglichen. Hilfreich sind an dieser Stelle auch Rollenbahnen oder Durchlaufregale.

Entscheidend für die Akzeptanz und Transparenz ist auch der Ort für die jeweiligen Buchungsplätze. Diese sollten in unmittelbarer Nähe des Werkers stehen.

4.6 IT - Komponenten

Jede Fertigungseinheit, die in den Packageprozess integriert ist, benötigt mindestens eine Buchungsmöglichkeit. Eine Schulung der Werker ist zwingend erforderlich. Idealerweise befindet sich eine zusätzliche Visualisierung auf einem großen Display über den Anlagen. Somit ergibt sich die Möglichkeit, Andon-Prinzipien zu integrieren. Weiterhin ist für jeden der aktuelle Prozesszustand ersichtlich.

5 Ergebnisse nach Einführung der Packagesteuerung

Innerhalb von sechs Monaten wurde bei der Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG die Packagesteuerung konzipiert, programmiert und eingeführt. Dieser kurze Implementierungszeitraum ist nur zu erreichen, wenn die erforderlichen Daten verfügbar sind, eine ausreichende Unterstützung seitens der IT-Fachbereiche sichergestellt wird und die Akzeptanz aller im Projekt beteiligten Personen vorhanden ist.

5.1 Akzeptanz

Innerhalb kürzester Zeit wurde die Packagesteuerung von den Werkern angenommen. Dieses ist in der Einfachheit, der Transparenz und der Funktionsfähigkeit begründet. Abweichungen zwischen den physischen Abläufen und den im System abgebildeten treten nicht auf.

Für den Fertigungssteuerer wurde ein Tool geschaffen, welches ihm eine wertvolle Hilfe bietet, sich schnell einen aktuellen Überblick zu schaffen, ohne jedoch seine Kompetenzen zu beschneiden. Anstehende Aufträge werden ihm vorgeschlagen, der aktuelle Stand sowie Probleme im Fertigungsprozess werden für ihn sichtbar.

Das Führungspersonal erhält einen schnellen Überblick über die aktuelle Situation und die Ausbringungsmengen und kann, sofern erforderlich, steuernd eingreifen.

5.2 Wirtschaftlichkeit

Es hat sich gezeigt, dass wertvolle Fertigungsfläche nach Einführung der Packagesteuerung nicht für die Materialbereitstellung belegt wird. In diesem Beispiel wurde eine Reduzierung von geplanten 819 m² auf nur noch 115 m² erreicht. Somit stehen über 700 m² als zusätzliche Fläche für wertschöpfende Tätigkeiten zur Verfügung.

Die Bestände in der Fertigung wurden drastisch reduziert. Die Durchlaufzeit wurde hierdurch deutlich verkürzt. Somit ist das Einsteuern von Fertigungsaufträgen zu einem wesentlich späteren Zeitpunkt möglich.

Eine Zunahme der Fehlerhäufigkeit konnte nicht festgestellt werden. Eine Verbesserung der Lieferqualität nach Einführung der Packagesteuerung wurde durch die Mitarbeiter zwar subjektiv bestätigt, konnte aber nicht nachgewiesen werden.

Die Kosten für die Anpassung der Software sind zwar nicht zu unterschätzen, haben aber in dem vorliegenden Pilotprojekt zu einer theoretischen Amortisationszeit von weniger als 12 Monaten geführt.

Als kritisch ist die Behälterumstellung zu betrachten. Die bei den Lieferanten entstandenen Umpackkosten bzw. Umstellungskosten bedürfen jedoch einer genaueren Analyse.

6 Fazit & Ausblick

Generell gilt, dass Kanban – Regelkreisläufe ein effektives Instrument zur Steuerung von Großserien sind. Aufgrund der zunehmenden Anzahl von Varianten kommt dieses Verfahren schnell an die Grenzen der Wirtschaftlichkeit.

Die vorgestellte Packagesteuerung bietet produzierenden Unternehmen eine Möglichkeit, den Flächenverbrauch nicht-wertschöpfender Tätigkeiten auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Bei variantenreichen Großserien mit einer entsprechenden Fertigungstiefe kommen Kanban-Steuerungen schnell an die Grenzen der Wirtschaftlichkeit. Die Übertragung des Just-in-Sequence–Gedankens in Verbindung mit dem Perlenkettenkonzept zeigen an dem vorgestellten Pilotprojekt überzeugend die Vorteile einer Packagesteuerung.

Im nächsten Schritt ist die Packagesteuerung auf weitere Prozesse zu übertragen. Es bieten sich Potenziale für die Reihenfolgeplanung bei gleichzeitiger Auslastungsoptimierung von Anlagen, die mehrere Prozesse bedienen müssen.

Auf Supply Chain Ebene bieten sich interessante Möglichkeiten einer unternehmensübergreifenden Steuerung. Der zeitliche Vorteil und die Bestandsreduzierung dürften erhebliche Kosteneinsparpotenziale offen legen.

Literaturverzeichnis

BMW-Group (Hrsg.):	KOVP – Der kundenorientierter Vertriebs- und Produktionsprozess der BMW Group; München 2001
Bullinger; H.-J., Kiss-Preußinger, E., Spath, D. (Hrsg.):	Automobilentwicklung in Deutschland – wie sicher ist die Zukunft, Stuttgart 2003
Ehrmann, H.:	Logistik, erschienen in: Kompendium der praktischen Betriebswirtschaft, 3. überarb. Aufl., Leipzig 2001
Kalmbach, R., Kleinhaus, C.:	Zulieferer auf der Gewinnerseite, erschienen in: Automobilproduktion 04/2004
Olle, W:	Integration und Vernetzung von Herstellern, Zulieferern und Dienstleistern, Vortrag auf 3. IIR-Konferenz Mannheim/Ladenburg, November 2003
Schulte, C.:	Logistik: Wege zur Optimierung des Material- und Informationsflusses, 3. überarb. Aufl., München 1999
Suzaki, K.:	Modernes Management im Produktionsbetrieb, München, Wien 1989
VDA (Hrsg.):	VDA Richtlinie 4916

Biographie

Prof. Dr. Jürgen Schröder (45) war in diversen leitenden Logistikpositionen bei der Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Coburg tätig.

An der Fachhochschule Ingolstadt ist er seit März 1996 als Professor für Fertigungs- und Materialwirtschaft und seit Juni 2001 als Professor für Logistik und Produktionsorganisation. Seit 1998 ist er Technologietransferbeauftragter der Fachhochschule Ingolstadt. Neben der Durchführung einer Vielzahl von logistischen Praxisprojekten leitet Prof. Schröder seit 1996 einen Arbeitskreis Logistik mit Unternehmen der Automobilindustrie und der logistischen Dienstleistung.

Seine Forschungsschwerpunkte mit Focus Automobilindustrie sind: Supply Chain Management, Ersatzteilmanagement, Outsourcing und Konzepte der Fertigungssteuerung.

Kontakt: juergen.schroeder@fh-ingolstadt.de

Impressum

Herausgeber
Der Präsident der
Fachhochschule Ingolstadt

Esplanade 10
85049 Ingolstadt
Telefon: 08 41 / 93 48 - 0
Fax: 08 41 / 93 48 - 200
E-Mail: info@fh-ingolstadt.de

Druck
Hausdruck

Die Beiträge aus der FH-Reihe
"Arbeitsberichte/ Working Papers"
erscheinen in unregelmäßigen Abständen.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, ist gegen Quellenangabe gestattet, Belegexemplar erbeten.

Internet
Dieses Thema können Sie, ebenso wie die früheren Veröffentlichungen aus der FH-Reihe "Arbeitsberichte - Working Papers", unter der Adresse *www.fh-ingolstadt.de* nachlesen.

ISSN 1612-6483