

2 Modellierung der Rahmenbedingungen

Bei der Modellierung der Rahmenbedingungen ist zu berücksichtigen, dass das Erfordernis einer Koordination von Produktions- und Instandhaltungsprozess durch die Produktionsanlagen als Koppelungselement entsteht. Ursache dafür ist der Verschleißprozess, der den Anlagenzustand so verändert, dass Instandhaltungsmaßnahmen zu ergreifen sind, um die Funktionalität der Anlagen zu gewährleisten. Demzufolge ist der Verschleißprozess adäquat zu modellieren. Eine wesentliche Grundlage der dezentralen Koordination ist die Kommunikation zwischen den abzustimmenden Entscheidungsträgern. Somit ist eine angemessene Kommunikationsstruktur erforderlich, die der (partiellen) Autonomie der Entscheidungsträger gerecht wird.

2.1 Informations- und Güterfluss

Der Ansatz zur Ausgestaltung des Informations- und Güterflusses in dezentralen Produktions/Instandhaltungs-Systemen baut auf einem produktionsspezifischen Grundmodell auf, welches um instandhaltungsspezifische Gesichtspunkte erweitert wird.

2.1.1 Potential kartenbasierter Ansätze zur Produktionsplanung und -steuerung

Das Ziel ist eine Standardisierung des zur Koordination erforderlichen Informations- und Güterflusses, so dass der Autonomie von Produktion und Instandhaltung in dezentralen Systemen Rechnung getragen wird. Dazu soll ein existierender kartenbasierter Ansatz zur Produktionsplanung und -steuerung um instandhaltungsspezifische Aspekte erweitert werden. Der daraus resultierende Koordinationsansatz soll auf eine Vielzahl realer dezentraler Produktions/Instandhaltungs-Systeme anwendbar sein und Lösungen zulassen, die sowohl Produktions- als auch Instandhaltungsziele adäquat berücksichtigen. Dabei soll die grundsätzliche Struktur des Koordinationsansatzes nicht verändert werden und auf die Koordination von Produktion und Instandhaltung durch eine analoge Vorgehensweise übertragen werden. Zur Auswahl eines geeigneten Steuerungsansatzes sind demnach Kriterien heranzuziehen, die sich auf den Detaillierungsgrad

des Informationsflusses, die Typologien industrieller Produktionssysteme¹⁾ und den Optimierungsspielraum beziehen:

- Indikatoren für den *Detaillierungsgrad des Informationsflusses* sind die Anzahl der unterschiedlichen Kartentypen und die Informationen, die von den einzelnen Kartentypen symbolisiert werden. Dies gibt Auskunft darüber, welche unterschiedlichen Informationen in dem betrachteten Ansatz zur Koordination des Produktionsprozesses berücksichtigt werden. Daraus lässt sich auf das Potential zur Bildung von Analogien im Hinblick auf den Instandhaltungsprozess schließen, so dass bei einer Erweiterung der grundsätzliche Koordinationsprozess möglichst unverändert bleiben kann.
- Hinsichtlich der *Typologien industrieller Produktionssysteme* sind für die spezielle Zielsetzung, auf der operativen Ebene den Informations- und Güterfluss zu standardisieren, die erzeugungsorientierten Kriterien Kontinuität des Güterflusses, Organisation der Produktion und Art der Auftragsauslösung relevant.
 - Bei der *Kontinuität des Güterflusses* stellt sich die Frage, ob für eine angemessene Zielerreichung ein kontinuierlicher Güterfluss erforderlich ist oder ob eine zielkonforme Koordination auch bei einem diskontinuierlichen Güterfluss (z.B. Anlagenausfälle, reaktive/präventive Instandhaltungsmaßnahmen, sporadische/stark schwankende Nachfrage) möglich ist.
 - Bezüglich der *Organisationstypen der Produktion* ist von Interesse, ob ein Steuerungsansatz bei Werkstattproduktion (job shop) oder Fließproduktion (flow shop) anwendbar ist.
 - In Bezug auf die *Art der Auftragsauslösung* ist zu identifizieren, ob durch den Ansatz eine push- oder eine pull-orientierte bzw. hybride Koordination vollzogen wird.

Diese Kriterien sind nicht vollständig unabhängig voneinander. So sind eine pull-orientierte Koordination für eine kontinuierliche Flow-shop-Produktion und eine push-orientierte Koordination für eine diskontinuierliche Produktion tendenziell geeigneter. Dennoch gibt es pull-orientierte Ansätze, die sowohl für eine Job-shop- als auch für eine diskontinuierliche Produktion geeignet sind, so dass eine separate Betrachtung dieser Kriterien vorzunehmen ist.

- Der grundsätzliche *Optimierungsspielraum* eines Ansatzes wird von der zugrundeliegenden *Größe des Lösungsraums* widerspiegelt. Dieser wird von den jeweiligen Entscheidungsvariablen aufgespannt, die ebenfalls Auskunft darüber geben, inwiefern eine Einbindung in den Gesamtkontext der operativen Produktionsplanung (Produktionsprogrammplanung, Losgrößenplanung, Lagerhaltungspolitik, Reihenfolgeplanung, Prozessparametrisierung) möglich ist.

¹⁾ Vgl. Grosse-Oetringhaus (1974), S. 126 ff.; Kern (1992), S. 83 ff.; Zäpfel (1982), S. 15 ff.

Aus den Überblicksdarstellungen zur kartenbasierten Produktionssteuerung¹⁾ zeigt sich, dass drei grundlegende Ansätze zur kartenbasierten Produktionsplanung und -steuerung existieren²⁾, für die im Laufe der Zeit unterschiedlich viele Erweiterungen und Modifikationen entwickelt wurden:

- Kanban (japanisch „Karte“),
- Conwip (constant work-in-process),
- POLCA (paired cell overlapping loops of cards with authorization) und
- Cobacabana (control of balance by card-based navigation).

Kanban ist der Ursprung der kartenbasierten Steuerungen³⁾ und wurde für die Koordination von Flow-shop-Produktionen entwickelt, wobei ein Produktionsauftrag nach dem Pull-Prinzip ausgelöst wird. Hinsichtlich des Detaillierungsgrades des Informationsflusses können grundsätzlich *Single-Kanban*⁴⁾ und *Dual-Kanban*⁵⁾ unterschieden werden⁶⁾. Während bei *Single-Kanban* der Produktionsprozess mit einer einzigen Kartenart (Produktionskanban) gesteuert wird und somit ein unmittelbarer Gütertransfer realisiert wird (Urkonzept des Pull-Prinzips), wird bei *Dual-Kanban* mit einer zweiten Kartenart (Transportkanban) eine Abstimmung des Gütertransfers vollzogen und somit ebenfalls die Kommunikation zwischen zwei aufeinanderfolgenden Produktionsstufen berücksichtigt. Die Forderung nach einer kontinuierlichen Produktion besteht daher für das *Dual-Kanban* in einer schwächeren Form als für das *Single-Kanban*. Die Lösungsräume werden grundsätzlich beim *Single-Kanban* durch die Anzahl der Produktionskanbans pro Produktionsstufe und beim *Dual-Kanban* zusätzlich durch die Anzahl der Transportkanbans pro Produktionsstufe aufgespannt, wodurch unterschiedliche Lagerhaltungspolitik

¹⁾ Vgl. González-R/Framinan/Pierreval (2012), S. 5 ff.

²⁾ Vgl. Stevenson/Hendry/Kingsman (2005), S. 869 ff.

³⁾ Dabei herrscht bei den ersten Ansätzen Uneinigkeit über die tatsächlichen Urheber (vgl. z.B. Mitra/Mitrani (1990), S. 1549). Im Folgenden wird auf die von Blair J. Berkley hergeleitete Zuordnung verwiesen (vgl. Berkley (1992), S. 398) und der jeweils am frühesten erschienene Artikel zitiert.

⁴⁾ Vgl. Krajewski et al. (1987), S. 39 ff.

⁵⁾ Vgl. Sugimori et al. (1977), S. 553 ff.

⁶⁾ Huang/Kusiak (1996), S. 173 ff., stellen Semi-dual-Kanban als eine weitere Variante vor, wobei diese in der Funktionsweise dem *Single-Kanban* entspricht und Produktionskanbans in den Zwischenlagern zu Transportkanbans transformiert werden.

integriert werden können¹⁾. Eine Vergrößerung des Lösungsraums beider Ansätze ist durch eine integrative Losgrößen-²⁾ und Reihenfolgeplanung möglich. Die Integration der Reihenfolgeplanung erfolgt mittels Kanban-Tafeln, bei denen unterschiedliche Prioritätsregeln angewendet werden können.

Single Kanban hat mit dem Ziel der besseren Handhabung von Diskontinuitäten der Produktion drei Generalisierungen, die eine Vergrößerung des Lösungsraums bewirken, und eine Modifikation hinsichtlich einer hybriden push/pull-orientierten Auftragsauslösung erfahren.

- Die *Generalisierungen* ergeben sich einerseits durch die integrative Bestimmung von Sicherheitsbeständen pro Produktionsstufe (*Generalized-Kanban*³⁾, *Extended-Kanban*⁴⁾) und andererseits durch die Einbindung von Entscheidungsregeln zur dynamischen Anpassung⁵⁾ der Kartenanzahl pro Produktionsstufe an die Änderungen der Gegebenheiten, wie z.B. stark schwankende Nachfrage und Bearbeitungszeiten⁶⁾ sowie Anlagenausfälle⁷⁾ (*Flexible-Kanban*⁸⁾).
- Die *Modifikation* ergibt sich dadurch, dass auf der tiefsten Produktionsstufe erst produziert wird, wenn an jeder Produktionsstufe durch das Versenden einer Produktionskanban ein Bedarf signalisiert wurde (pull) und auf jeder weiteren Stufe nach dem Push-Prinzip verfahren wird (*Generic-Kanban*⁹⁾). Somit sind die produktionsstufenabhängigen Kartenanzahlen die einzigen Einstellungsparameter¹⁰⁾.

Conwip wurde als eine hybride Push/Pull-Alternative¹¹⁾ zu Kanban entwickelt, um bessere Ergebnisse bei diskontinuierlichen Güterflüssen zu erreichen. Grundsätzlich kann nach dem Organisationstyp und Anzahl der Kartentypen in *1-loop-Conwip*¹²⁾ für eine Flow-shop-Produktion

¹⁾ Für eine Bestellpunktpolitik vgl. Akturk/Erhun (1999), S. 3859 ff., und für eine periodische Bestellung vgl. Monden (1994), S. 21 ff.

²⁾ Vgl. Karmarkar/Kekre (1989), S. 317 ff.

³⁾ Vgl. Buzacott (1989), S. 3 ff.; Zipkin (1989), S. 1 ff.

⁴⁾ Vgl. Dallery/Liberopoulos (2000), S. 369 ff.

⁵⁾ Das dynamische Optimierungsproblem ist sehr rechenaufwändig, so dass zur Lösung Ansätze der künstlichen Intelligenz eingesetzt werden (Vgl. Lee (2007), S. 2859 ff.).

⁶⁾ Vgl. Gupta/Al-Turki (1997), S. 133 ff.

⁷⁾ Vgl. Gupta/Al-Turki (1998), S. 349 ff.

⁸⁾ Vgl. Gupta/Al-Turki/Perry (1999), S. 1065 ff.

⁹⁾ Vgl. Chang/Yih (1994), S. 889 ff.

¹⁰⁾ Ist die Anzahl der Karten nur für die letzten beiden Stufen ungleich 0, wird in der Literatur auch von der *CWip*-Steuerung (critical work-in-process loops) als eine Generalisierung der *Conwip*-Steuerung gesprochen. Vgl. hierzu Sepeheri/Nahavandi (2007), S. 2759 ff.

¹¹⁾ Vgl. Pyke/Cohen (1990), S. 24 ff.

¹²⁾ Vgl. Spearman/Woodruff/Hopp (1990), S. 879 ff.

und *m-loop-Conwip*¹⁾ für eine Job-shop-Produktion (mit *m* unterschiedlichen Routing-Möglichkeiten) unterschieden werden. Eine Karte symbolisiert einen entsprechenden Auftrag (Los) und beinhaltet im *m-loop*-Fall Informationen über die Abfolge der zu durchlaufenden Produktionsstufen. Ein Kundenauftrag wird direkt zur für den ersten Produktionsschritt benötigten Stufe weitergeleitet (Pull-Prinzip) und durchläuft die weiteren (benötigten) Produktionsstufen push-gesteuert. Losgrößen wurden bislang nur als Nebenbedingungen berücksichtigt²⁾. Der Lösungsraum wird also durch die Anzahl der Karten (pro Loop) aufgespannt. Erweiterungen des 1-loop-Conwip beziehen sich auf die Auftragsfreigabe:

- *Synchronized Conwip* ist eine Erweiterung hinsichtlich konvergierender Güterflüsse (z.B. Montage), wobei die Auftragsfreigabe zeitlich so synchronisiert wird, dass die zur Produktion benötigten Güter an dem Kupplungspunkt nach dem Just-in-time-Prinzip zur Verfügung stehen.³⁾ *Conload* (constant load) ist eine Mischform aus Conwip und belastungsorientierter Auftragsfreigabe.⁴⁾ Hinsichtlich der gewählten Vergleichskriterien weisen beide Konzepte keine Unterschiede zur Conwip-Steuerung auf.
- *Gated Maxwip* (gated maximal work-in-process) kontrolliert den Auftragsbestand, indem die Kundenaufträge nicht unverzüglich, sondern mit einer festzulegenden Rate freigegeben werden, um Diskontinuitäten in der Produktion vorzubeugen. Es entspricht daher einer Generalisierung der Conwip-Steuerung (größerer Lösungsraum).⁵⁾
- Eine dezentrale Ausgestaltung der Steuerung eines konstanten Auftragsbestands ist *Dewip* (decentralized work-in-process). Die Auftragsfreigabe wird dabei durch ein zentrales Planungs- und Steuerungssystem vollzogen und push-orientiert an das Produktionssystem weitergegeben. Die Pull-Komponente sowie der Ausgleich dezentral liegender Informationen werden durch die Kommunikation des Managements der liefernden und zu beliefernden Produktionsstufe berücksichtigt. So startet eine liefernde Stufe erst, wenn sie eine Autorisierung von der zu beliefernden Stufe bekommt. Anders als bei den bislang beschriebenen Conwip-Steuerungen sind die Entscheidungsvariablen die Auftragsbestände der einzelnen Produktionsstufen, bei denen eine Autorisierung erteilt wird.⁶⁾

¹⁾ Vgl. Germs/Riezebos (2010), S. 2345 ff.

²⁾ Vgl. Satyam/Krishnamurthy (2011), o.S.

³⁾ Vgl. Takahashi/Myreshka/Hirotani (2005), S. 25 ff.

⁴⁾ Vgl. Rose (1999), S. 850 ff.

⁵⁾ Vgl. Grosfeld-Nir/Magazine (2002), S. 2557 ff.

⁶⁾ Vgl. Lödding/Yu/Wiendahl (2003), S. 42 ff.

POLCA ist eine weitere hybride Push/Pull-Steuerung, die für eine Job-shop-Produktion entwickelt wurde. *OB-POLCA* (order-based) ist das Grundkonzept dieser Entwicklungslinie¹⁾, bei dem jeweils zwei Produktionsstufen durch einen Karten-Loop miteinander verbunden sind und sich überlappende Paare bilden. Der Lösungsraum wird durch die Anzahl der Karten pro Loop bestimmt. Ferner verbindet *OB-POLCA* die kartenbasierte Steuerung mit dem Advanced-resources-planning-Ansatz (ARP), so dass ebenfalls eine Auftragsfreigabe durch das ARP-System erfolgt, wodurch Diskontinuitäten der Produktion beherrscht werden können. Zu diesem Ansatz existieren zwei Modifikationen:

- *LB-POLCA* (load-based): Ähnlich der Dewip-Steuerung ist der Lösungsraum durch maximal erlaubte Auftragsbestände pro Loop gekennzeichnet. Damit wird angestrebt, das System reagibler zu gestalten, um Diskontinuitäten der Produktion (insb. variierende Auftragsgrößen und wiederkehrende Auftragssschwankungen) besser als bei einer *POLCA*-Steuerung zu beherrschen.²⁾
- *GPOLCA* (generic): Diese Steuerung passt die *OB-POLCA*-Steuerung an stark variierende Nachfrage an, indem sie zur Auftragsfreigabe einem Auftrag simultan jeweils eine von der Größe des Auftrags abhängige Anzahl von Karten für jeden Loop zuordnet und direkt durch die Anzahl der Karten den Auftragsbestand im System regelt. Hierdurch kann ein Auftrag an der befindlichen Produktionsstufe sofort durchgeführt werden, sofern alle benötigten Ressourcen und Materialien zur Verfügung stehen (Push-Prinzip), was eine zusätzliche Reihenfolgeplanung sinnvoll erscheinen lässt. Demnach sind die Kartenanzahl pro Loop und die einer Karte entsprechende Gütermenge zu bestimmen.³⁾

Cobacabana realisiert kartenbasiert die belastungsorientierte Auftragsfreigabe⁴⁾. Sie ist daher insbesondere für eine Job-shop-Produktion geeignet⁵⁾ und unterstützt einen kontinuierlichen Güterfluss. Es wird ein Kartentyp pro Produktionsstufe verwendet, wobei eine Karte je nach Lage freie oder nachgefragte Kapazität symbolisiert. Die Entscheidung über die Auftragsfreigabe wird von einer zentralen Stelle (push) auf der Grundlage vorliegender freier Karten (pull)

1) Vgl. Suri (1998), S. 243 ff.

2) Vgl. Vandaele et al. (2008), S. 185 ff.

3) Vgl. Fernandes/do Carmo-Silva (2006), S. 77 ff.

4) Vgl. Bechte (1988), S. 375 ff.

5) Vgl. Bechte (1994), S. 292 ff.

vorgenommen. Der Lösungsraum ergibt sich durch die Festlegung der Anzahl der Karten pro Produktionsstufe.¹⁾

Die Entwicklungslinien zeigen eine Tendenz zur Generalisierung der einzelnen Konzepte auf, um den Lösungsraum zu vergrößern. Dadurch können unterschiedliche Arten der Auftragsauslösung oder Organisationstypen der Produktion berücksichtigt werden, der Güterfluss besser auf die Gegebenheiten abgestimmt werden oder ein höherer Detaillierungsgrad des Informationsflusses bereitgestellt werden. Dabei weisen die unterschiedlichen Konzepte in den einzelnen Kriterien sowohl Stärken als auch Schwächen auf. Die Anwendbarkeit auf eine größere Anzahl realer dezentraler Produktionssysteme gewährleisten demnach Generalisierungen, die Kombinationen aus Kanban, Conwip, POLCA und Cobacabana zulassen sowie die jeweiligen Erweiterungen und Modifikationen dieser Ansätze durch eine spezielle Ausgestaltung abbilden können. Daher ist das Konzept für die Erweiterung um die Instandhaltung auszuwählen, das die meisten dieser Ansätze in sich vereint und dabei eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten zulässt:

- Die *Hybrid-Kanban/Conwip*-Steuerung hat das Ziel, die Nachteile von Kanban bzw. Conwip auszugleichen. Ausgehend von der Annahme, dass die Leistungsfähigkeit eines linearen Produktionssystems maßgeblich von einer Produktionsstufe (Flaschenhals) determiniert wird, werden dem Conwip-Loop Kanban-Loops an den Produktionsstufen vor dem Flaschenhals hinzugefügt, um den Lagerbestand dieser Stufen besser regulieren zu können.²⁾ Diese Steuerung beinhaltet Conwip als Spezialfall, wobei weiterführend ein genetischer Algorithmus für die Wahl aus einer der Steuerungen Kanban, Conwip oder Hybrid-Kanban/Conwip entwickelt wurde³⁾.
- Eine Generalisierung von Hybrid-Kanban/Conwip ist *CTBS* (customized token-based systems). Es vereint die Konzepte Kanban (extended, generic, generalized), Conwip und POLCA für lineare Produktionssysteme, indem alle Stufen paarweise mit Anforderungs-Loops verknüpft werden. Hieraus ergibt sich ein Modell zur Optimierung der Anzahl der Karten pro Loop. Somit ergibt sich eine Mischform aus Kanban und Conwip, die beide Konzepte als Spezialfälle beinhaltet.⁴⁾
- Das *PAC-Konzept* (Production-authorization-card-Konzept) ist ein offengehaltener konzeptioneller Ansatz. Durch den Einsatz unterschiedlicher Kartentypen und mehrerer Steue-

¹⁾ Vgl. Land (2009), S. 97 ff.

²⁾ Vgl. Bonvik/Couch/Gershwin (1997), S. 794 ff.

³⁾ Vgl. Gaury/Pierreval/Kleijnen (2000), S. 157 ff.

⁴⁾ Vgl. Gaury/Pierreval/Kleijnen (2001), S. 789 ff.

rungsparameter können Kanban, Conwip, POLCA und CTBS sowie Kombinationen dieser Verfahren nachgebildet werden¹⁾. Es bietet daher den größten Lösungsraum aller recherchierten kartenbasierten Ansätze, in dem alle vorgestellten Ansätze als Speziallösungen enthalten sind und eine Vielzahl von Kombinationen dieser Konzepte realisiert werden können, so dass für allgemeine Strukturen des Güterflusses sowohl pull- als auch push-orientierte bzw. hybride Koordinationsansätze abgebildet werden können.

Der Vergleich zeigt, dass das PAC-Konzept das größte Potential für die Anwendung in heterogenen Produktionssystemen aufweist. Durch den Einsatz unterschiedlicher Kartentypen wird der Informationsfluss in detaillierter Form dargestellt und bietet eine gute Voraussetzung für eine Erweiterung um die Koordination von Produktion und Instandhaltung.

2.1.2 PAC-Konzept als Grundmodell

Das PAC-Konzept²⁾ stellt eine partiell-dezentrale Koordination von Güterflüssen in mehrstufigen Produktionssystemen dar. Es wird den Anforderungen heterogener Produktionssysteme mit (partiell) autonomen Entscheidungsträgern durch eine zentrale Produktionsgrobplanung auf der übergeordneten Ebene und einer dezentralen Produktionsfeinplanung und -steuerung auf der untergeordneten Ebene gerecht. Für diese partiell-dezentrale Planungsstruktur werden ein ereignis- und zeitgesteuerter Informations- und Güterfluss auf der Grundlage von Karten vorgeschlagen. Dieses Problem wird durch das PAC-Konzept explizit erfasst, wobei die unterschiedlichen Informationen durch unterschiedliche Karten symbolisiert werden.

2.1.2.1 Elemente

Die grundsätzliche Funktionsweise des PAC-Konzepts lässt sich mit Hilfe eines zweistufigen Produktionssystems darstellen. Jede Produktionsstufe als möglichst abgeschlossener Teilbereich des Produktionssystems produziert genau eine Güterart und umfasst eine Produktionseinheit sowie ein Zwischenlager. Die Produktionseinheit besteht aus einer ausführenden Stelle und einem Management. Die ausführende Stelle führt den Produktionsprozess durch, indem eine eingehende Güterart in eine andere auf der nachfolgenden Stufe eingesetzte Güterart transformiert wird. Das Management ist Entscheidungs- und Verantwortungsträger und steuert den Prozess, wobei unter anderem Produktionsprozessparameter festgelegt werden. Im Zwischenla-

¹⁾ Vgl. Buzacott/Shanthikumar (1992), S. 44 ff., die ebenfalls MRP, OPT, Integral Control und Base stock als durch das PAC-Konzept abbildbare Steuerungen erwähnen.

²⁾ Vgl. Buzacott/Shanthikumar (1992), S. 34 ff.

ger verweilt die Güterart solange, bis sie von der nächsten Stufe für eine Weiterverarbeitung angefordert wird.

Um den zur Steuerung des Güterflusses erforderlichen Informationsfluss in detaillierter Weise zu erfassen, werden die folgenden *Informationsträger* herangezogen:

- Der *Requisition Tag RT* symbolisiert eine Produktanforderung und informiert ein Zwischenlager, dass von der nachfolgenden Produktionsstufe eine bestimmte Menge einer bestimmten Güterart abgerufen wird, die unmittelbar zu liefern ist.
- Der *Order Tag OT* entspricht einer Bestellung und enthält Informationen über den nach $\tau > 0$ Zeiteinheiten vom Zwischenlager zu erfüllenden Güterbedarf der nachfolgenden Produktionseinheit.
- Der *Process Tag PT* enthält sowohl Kapazitäts- als auch Prozessinformationen und gibt in Abhängigkeit von seiner aktuellen Position entweder dem Zwischenlager über das aktuelle Kapazitätsangebot der beliefernden Produktionseinheit oder der Produktionseinheit über den Kapazitätsbedarf der auszuführenden Arbeitsgänge Auskunft, wobei im letztgenannten Fall als Information ebenfalls ein Arbeitsplan enthalten ist.
- Der *Material Tag MT* ist ein Materialbegleitschein und beschreibt ein zu bearbeitendes/zulagerndes Gut. Mit seinem Eintreffen an einer Stelle signalisiert er dem entsprechenden Management die Verfügbarkeit des Gutes an dieser Stelle.
- Die *Production Authorization Card PAC* stellt einen Produktionsauftrag dar und enthält alle für den Produktionsprozess relevanten Informationen über einen auszuführenden Auftrag und insbesondere die dafür erforderliche Bearbeitungskapazität. Das Eintreffen dieser Karte autorisiert das entsprechende Management zur Transformation eines Gutes.
- Die *Delivery Advice Note DN* gibt als Lieferschein Auskunft über die Belieferung der betrachteten Produktionseinheit mit einem Gut. Sie dient der Bestätigung des Lieferauftrags.
- Die *Cancellation Note CN* entspricht einer Auftragsstornierung und informiert darüber, dass eine freigegebene Leistungsmenge bzw. ein angekündigter Bedarf nachträglich reduziert wird.
- Der *Surplus Tag SUT* zeigt die Möglichkeit an, bereits produzierte Güter eines nachträglich stornierten Auftrags zur Erfüllung anderer Aufträge zu nutzen.
- Der *Treatment of Defectives Tag TD* symbolisiert eine Fehlermeldung des Qualitätsmanagements und gibt Auskunft über bereits vorliegende oder erwartete defekte Güter.

Die Informationsträger unterliegen einem gerichteten Fluss, der den Güterfluss zwischen unterschiedlichen Produktionsstufen und innerhalb einer Produktionsstufe zwischen Produktionseinheit und Zwischenlager aufeinander abstimmt.

2.1.2.2 Koordination

2.1.2.2.1 Übergeordnete Ebene

Einen Überblick über das Zusammenspiel von zentraler und dezentraler Koordination gibt Abbildung 2.1. Die zentrale Koordination auf der übergeordneten Planungsebene setzt sich aus einer aggregierten Planung, der PAC-Parametrisierung und der Programmplanung zusammen.

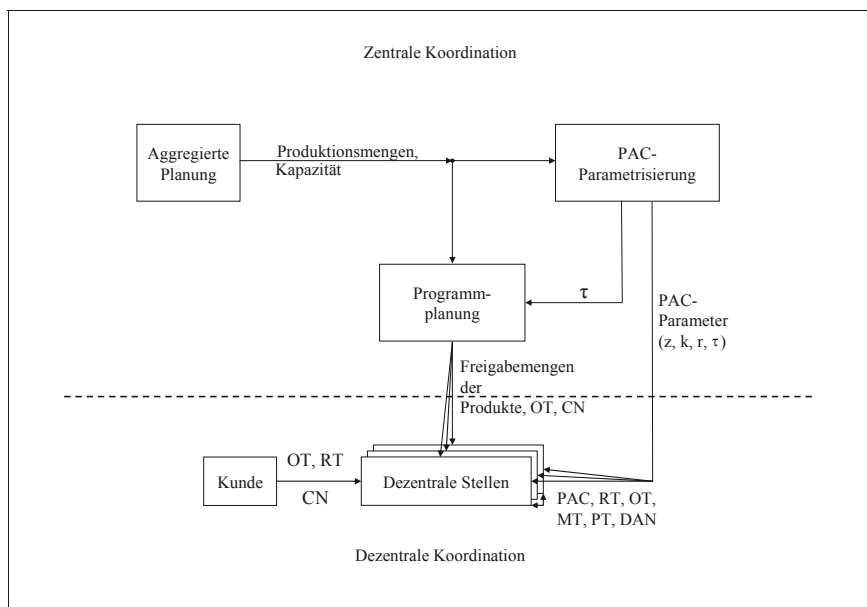


Abbildung 2.1: Koordinationsebenen des PAC-Konzepts¹⁾

Ausgangspunkt der zentralen Koordination bildet eine *aggregierte Planung*, die darauf abzielt, die Auftragsankünfte aus Vergangenheitsdaten zu prognostizieren und durch die Festlegung von Produktionsmengen und -kapazität mittelfristig eine Abstimmung zwischen der erwarteten

¹⁾ Vgl. Buzacott et al. (2013), S. 188.

Dezentrale Koordination von
Produktions/Instandhaltungs-Systemen
Entwurf und Analyse eines kartenbasierten Ansatzes
Kaluzny, M.
2014, XXIII, 187 S. 45 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-658-07172-1