

Matthias Thüerer
Mark Stevenson
Charles W. Protzman

Kartenbasierte Steuerungssysteme für eine schlanke Arbeitsgestaltung

Grundwissen Kanban, ConWIP,
POLCA und COBACABANA



Springer Gabler

Kartenbasierte Steuerungssysteme für eine schlanke Arbeitsgestaltung

Matthias Thüerer · Mark Stevenson
Charles W. Protzman

Kartenbasierte Steuerungssysteme für eine schlanke Arbeitsgestaltung

Grundwissen Kanban, ConWIP,
POLCA und COBACABANA



Springer Gabler

Prof. Matthias Thürer
Jinan University
Zhuhai, PR China

Charles W. Protzman
BIG Business Improvement Group LLC
Towson, USA

Prof. Mark Stevenson
Lancaster University
Lancaster, UK

ISBN 978-3-658-12507-3

ISBN 978-3-658-12508-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-12508-0

Die englische Originalfassung ist 2016 im Verlag CRC Press (Taylor & Francis Group) unter dem Titel: „Card-Based Control Systems for a Lean Work Design: The Fundamentals of Kanban, ConWIP, POLCA, and COBACABANA erschienen“

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Übersetzung: Dr. Ute Gräber-Seißinger, Lektoratsbüro SatzReif

Lektorat: Susanne Kramer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Vorwort

Die Umwandlung von Inputs – Materialien, menschliche Arbeit und Information – in Endprodukte bzw. durch den Kunden direkt verwertbare Dienstleistungen setzt voraus, dass die in den Prozess der Umwandlung involvierten Güter- und/oder Dienstleistungsströme im Rahmen der gegebenen Produktions-/Dienstleistungskapazitäten aufeinander abgestimmt werden. Diese Koordination ist eine der anspruchsvollsten Aufgaben der Betriebsführung. In den zurückliegenden Jahrzehnten wurden zur Vereinfachung dieser Aufgabe in vielen Produktionsbetrieben kartenbasierte Steuerungssysteme wie *Kanban*, ConWIP (Constant Work-in-Process) und POLCA (Paired Cell Overlapping Loop of Cards with Authorization) eingeführt. Diese Systeme bieten einfache visuelle Ansatzpunkte zur Steuerung und Kontrolle der Güter- und Dienstleistungsströme. Sie haben in vielen Fällen bei gleichbleibenden oder sogar reduzierten Vorlaufzeiten zur Verringerung kostspieliger Sicherheitsbestände beigetragen. Allerdings gibt es noch viele Betriebe, in denen ohne ein solches System produziert wird oder in denen die Einführung eines solchen Systems entweder gescheitert ist oder aber enttäuschende Ergebnisse mit sich gebracht hat. Unserer Auffassung nach liegt dies daran, dass die Eigenschaften des Steuerungsproblems in diesen Betrieben einerseits und die Beschaffenheit der gewählten Lösung andererseits schlecht aufeinander abgestimmt sind.

In der wissenschaftlichen Literatur wird typischerweise ein bestimmtes Allheilmittel vorgeschlagen – in den meisten Fällen *Kanban*. Dabei sollte das produkt- oder dienstleistungsbezogene Steuerungsproblem (im Folgenden kurz als „Steuerungsproblem“ bezeichnet) so zugeschnitten werden, dass es der Lösung angemessen ist. Mit anderen Worten: Zuerst wird eine Lösung vorgestellt, und erst im zweiten Schritt wird das Steuerungsproblem bestimmt. Da das Management die Wahl zwischen verschiedenen Lösungen hat, ist es gehalten, zunächst seine Wahl zu treffen und anschließend zu versuchen, das Steuerungsproblem so anzupassen, dass es mithilfe der gewählten Lösung bewältigt werden kann. Das erscheint widersinnig, liegt es doch weitaus näher, zunächst die Art des Problems zu diagnostizieren, bevor im zweiten Schritt die Lösung ersonnen wird. Zwar wird es dann immer noch in gewissem Maß notwendig sein, das Steuerungsproblem und/oder die Lösung anzupassen, aber dennoch ist dieser Ausgangspunkt der bessere.

Deshalb unterscheidet sich dieses Buch vom typischen Ansatz, denn wir geben zunächst eine Einführung in das Steuerungsproblem und nicht in die Problemlösung. Wir skizzieren die Eigenschaften der Probleme, die sich typischerweise in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben stellen und schaffen so die Grundlage für die Problemdiagnose. Anschließend diskutieren wir vier alternative kartenbasierte Steuerungssysteme, die zur Bewältigung eines je eigenen Steuerungsproblemtyps entwickelt wurden. Diese Diskussion bietet Einsichten in die Funktionsweise dieser vier alternativen Systeme.

In den ersten vier Kapiteln wird das Fundament für die Problemdiagnose gelegt. Zunächst stellen wir ein Modell eines Produktions-/Dienstleistungssystems vor. Wir zeigen, welchen Platz ein kartenbasiertes Steuerungssystem in diesem Modell einnimmt, das heißt, was es im Allgemeinen leisten kann und was nicht. Anschließend erörtern wir das allen vier kartenbasierten Steuerungssystemen gleichermaßen zugrunde liegende Prinzip – die Steuerung des Input im Verhältnis zum Output, wobei der Input auf die Output-Rate des Betriebs abgestimmt wird. Die Input/Output-Steuerung stabilisiert die Arbeitslast im System, sie steuert jedoch nicht die Prioritäten der Aufträge (und somit deren jeweiligen Bearbeitungsfortschritt) am Ort der Produktion. Die Prioritäten werden vielmehr mittels einer Dispositionsregel bestimmt (Kap. 3). Im vierten Kapitel behandeln wir vier Kriterien der Diagnose von Steuerungsproblemen:

- Wird auf Lager oder auftragsbezogen produziert, das heißt, wird die Produktion unmittelbar vom Bedarf abhängig gemacht oder nicht?
- An welchem Punkt im Produktionsprozess wird das Material einem Kunden zugeordnet und der „Auftrag“ erzeugt? (Dieser Punkt wird kurzgefasst als Kundenentkopplungspunkt bezeichnet.)
- Wie variabel ist die Prozessroute bezüglich Anzahl und Abfolge der Stationen, die bis zur Fertigstellung des Endprodukts im Produktionsprozess zu durchlaufen sind?
- Wie variabel sind die Bearbeitungszeiten, das heißt wie stark unterscheiden sich die Zeitspannen, die die verschiedenen Vorrichtungen im Rahmen des Produktionsprozesses in Anspruch nehmen?

In den Kap. 5 bis 7 diskutieren wir die drei „traditionellen“ kartenbasierten Steuerungssysteme *Kanban*, *ConWIP* und *POLCA*. Erstmals werden in diesem Buch außerdem betrachtet:

- i) das System COBACABANA (Control of Balance by Card-Based Navigation), das für Produktionsbetriebe entwickelt wurde, in denen eine große Vielfalt von auf den individuellen Bedarf der Kunden zugeschnittenen Produkten hergestellt wird;
- ii) die Frage, wie sich mithilfe von Karten Fälligkeitstermine oder Lieferfristen schätzen lassen (Kap. 9). Dies bedeutet eine Erweiterung des Anwendungsbereichs

kartenbasierter Systeme, der normalerweise auf die Steuerung der Arbeitsabläufe am Ort der Produktion beschränkt ist. Und es verleiht der kartenbasierten Steuerung den Charakter einer vollständigen Lösung, denn es macht zusätzliche Softwarelösungen zur Unterstützung der Planung auf übergeordneten Ebenen wie zum Beispiel Ausschreibungen (oder Gebote) und Auftragsannahme überflüssig.

Jedes unserer vier kartenbasierten Steuerungssysteme (*Kanban*, ConWIP, POLCA und COBACABANA) wurde aufgrund bestimmter Notwendigkeiten entwickelt. Insofern besitzt jedes dieser Systeme bestimmte Eigenschaften, die seine Anwendbarkeit bestimmen. Wenn wir die Funktionsweise der vier Systeme beschreiben, werden wir sehen, wie sie sich zu den oben beschriebenen Kriterien für die Problemdiagnose verhalten. Wir gehen der Frage nach, warum sie zur Lösung bestimmter Steuerungsprobleme geeignet sind, und werden erklären, weshalb sie nicht zur Lösung anderer Probleme eingesetzt werden sollten. Wir beschränken uns also nicht darauf, die Fähigkeiten der Systeme zu beschreiben, sondern zeigen auch, zu welchen Zwecken sie sich nicht eignen.

Während wir jedes System für sich diskutierten, gilt es zu betonen, dass die Systeme je nach Bedarf miteinander kombiniert werden können – woraus sich dann eine verschachtelte Steuerungslösung ergibt. Diesem Thema widmen wir uns im zehnten und letzten Kapitel. Dort stellen wir außerdem einen kompakten Vergleich der Systeme an mit dem Ziel, einen Überblick über die folgenden Aspekte zu vermitteln:

- strukturelle Unterschiede der Systeme, das heißt Unterschiede bezüglich der Quellen und der Fließrichtung von Informationen;
- unterschiedliche Bedeutungen der Karten, das heißt Art der gesendeten Informationen;
- notwendiger Grad an informationstechnischer Unterstützung.

Diese Eigenschaften stellen wir den Merkmalen der typischen Steuerungsprobleme gegenüber, und diskutieren, was dies für die Anwendung der verschiedenen kartenbasierten Steuerungssysteme in der Praxis bedeutet. Die Diskussion dürfte Praktikern die Wahl der für Ihren Betrieb am besten geeigneten Lösung erleichtern. Im Anhang finden Sie auch eine Kurzzusammenfassung für jedes System zum Nachschlagen. Der generelle Aufbau dieses Buchs ist in Abb. 1 wiedergegeben.

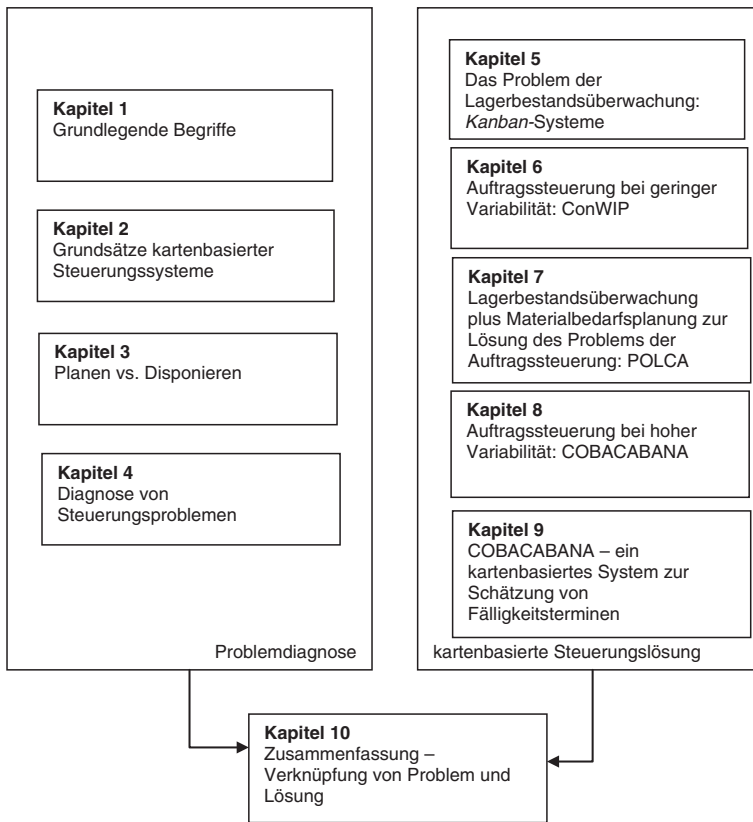


Abb. 1 Aufbau des Buches

Wir wollen mit unserem Buch eine Brücke von der Theorie zur Praxis schlagen. Dieses Ziel ist Ergebnis einer lebhaften Diskussion zwischen der Wirtschaftspraxis und der Welt der akademischen Forschung, wobei die Autoren beide Seiten vertreten. Mark Stevenson und Matthias Thüner stehen für die akademische Forschung, Charles W. Protzman steuert seine unschätzbar wertvolle Praxiserfahrung bei. Das Buch richtet sich zwar hauptsächlich an Praktiker, es ist aber dennoch kein typisches „Managementbuch“. Eher ist es eine akademische Studie der Grundlagen kartenbasierter Steuerungssysteme, die für Manager geschrieben wurde. Deshalb hoffen wir, dass es auch für Wissenschaftler, Studierende und all diejenigen, die sich für die anspruchsvollen Fragen des Produktionsmanagements interessieren, von Nutzen sein wird.

Bevor Sie mit der Lektüre beginnen, sollten Sie wissen, *worüber wir nicht schreiben*. Erstens gehen wir nicht auf die Ergebnisse ein, die im Rahmen früherer Studien kartenbasierter Systeme vorgestellt wurden, denn diese Ergebnisse lassen sich nur dann erzielen, wenn das dem Steuerungsproblem angemessene System eingesetzt wird. Es ist wenig sinnvoll, Leistungen zu propagieren, die womöglich unerreichbar sind. Zweitens

verzichten wir auf eine detaillierte Darstellung eines Implementierungsentwurfs, denn es gibt keinen Masterplan, der für jede Organisation gleichermaßen geeignet ist, sondern mehrere sinnvolle Ansätze. Wir hoffen aber, dass dieses Buch ein nützlicher Leitfaden für die Problemdiagnose sein wird, der Sie bei Ihrer Suche nach der passenden Lösung ihres speziellen Steuerungsproblems unterstützen kann. Die vorgestellten Lösungen sollten aber keineswegs als gebrauchsfertige Vorlagen verstanden werden. Sie bieten zwar wesentliche Bausteine für Ihre eigene Lösung. Wir können allerdings nicht oft genug betonen, wie wichtig es ist, dass Sie es sich zur Gewohnheit machen, die Abläufe in Ihrem Betrieb regelmäßig zu beobachten, um daraus Ihre Schlüsse im Hinblick auf Ihre ganz eigene Lösung zu ziehen. Unsere einleitenden Worte möchten wir mit dem folgenden Gedankengang Taiichi Ohnos beschließen, eines der Pioniere des Toyota-Produktionssystems:

Bei jedem Problem frage ich fünfmal nach dem *Warum*. Diese Praxis von Toyota ist de facto aus der Gewohnheit Toyoda Sakichis entstanden, die Dinge zu beobachten. Wir können über Verbesserungen der Arbeitsabläufe reden, doch solange wir die Produktion nicht gründlich kennen, können wir gar nichts erreichen. Verbringen Sie ganze Tage in der Produktionsstätte und beobachten Sie, was passiert. Früher oder später werden Sie erkennen, was zu tun ist. Ich kann das nicht oft genug betonen. (Taiichi Ohno 1988, S. 77 f.)

Matthias Thürer
Mark Stevenson
Charles W. Protzman

Literatur

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production*, (1. Aufl.). Portland: Productivity Press; deutsch: *Das Toyota-Produktionssystem*, (3. Aufl.). Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Danksagung

Wir möchten uns bei all den Menschen bedanken, die uns während unserer Suche nach einer einfachen, aber wirkungsvollen Methode zur Steuerung komplexer Abläufe in der Produktion begleitet haben. Da wir dieses Buch geschrieben haben, sind nur wir alleine verantwortlich für seinen Inhalt, doch wir möchten betonen, dass der größte Teil der in ihm enthaltenen Ideen und Gedanken im Laufe der Zusammenarbeit und von „endlosen“ Diskussionen zum Thema mit anderen entstanden ist. Zu diesen zählen: Martin J. Land, Lawrence D. Fredendall, Cristovao Silva, Linda Henry, Steven A. Melnyk, George Q. Huang, Tim Qu, Hermann Lödding, Moacir Godinho Filho, Ivan Tomašević, Thomas Maschek, Shuo-Yan Chou, Pedro J.M. Martins sowie Joana B.V. Marques. Dies sind nur einige wenige, und die Reihenfolge der Nennungen folgt keiner bestimmten Regel.

Einen besonderen Dank möchten wir auch Frau Dr. Gräber-Seißinger aussprechen, die dieses Buch übersetzt hat. Außerdem danken wir Herrn Dr. Thomas Maschek, der die deutsche Version für uns Korrektur gelesen hat.

Matthias Thürer
Mark Stevenson
Charles W. Protzman

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlegende Begriffe	1
2	Grundlagen kartenbasierter Steuerungssysteme	25
3	Vereinfachte Terminplanung durch Bildung von Rangfolgen im Pool und Dispositionsregeln im Fertigungsbereich	47
4	Diagnose von Steuerungsproblemen	59
5	Lagerbestandsüberwachung: Kanban-Systeme	81
6	Auftragssteuerung bei geringer Variabilität: ConWIP	109
7	Lagerbestandsüberwachung und Materialbedarfsplanung für die Auftragssteuerung: POLCA	117
8	Ein Ansatz zur Auftragssteuerung bei hoher Variabilität: COBACABANA	129
9	COBACABANA zur Schätzung von Lieferzeiten	153
10	Anwendungsrahmen kartenbasierter Steuerungsverfahren	167
11	Anhang: Kartenbasierte Systeme im Überblick	183

Die Autoren



Matthias Thürer ist Professor an der Universität Jinan (Volksrepublik China). Er hat ein Diplom an der Technischen Universität Berlin erworben und an der Universität Coimbra (Portugal) promoviert.

Matthias Thürer forscht regelmäßig an verschiedenen Hochschulen wie etwa der Universität Lancaster (Großbritannien), der Universität Clemson (USA), der Michigan State University (USA) und der Universität Groningen (Niederlande).

Bevor er seine akademische Laufbahn einschlug, arbeitete Matthias Thürer in verschiedenen Unternehmen, wo er zunächst eine handwerkliche Ausbildung absolvierte und anschließend seinen Meistertitel erwarb.

Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der einfachen Steuerung komplexer Produktionsabläufe. Er hat zahlreiche Beiträge zum Forschungsgebiet Produktionssteuerungssysteme veröffentlicht und ist ein führender Experte in den Bereichen belastungsorientierte Auftragsfreigabe (*Workload Control*), COBACABANA und Lean Work Design.



Mark Stevenson ist Professor an der Universität Lancaster (Großbritannien), er forscht und lehrt dort auf dem Gebiet des Produktionsmanagements. Am Department of Management Science hat er seinen Abschluss als Bachelor erworben und anschließend promoviert. Mark Stevenson hat seine Doktorarbeit im Themenkomplex Arbeitslaststeuerung sowie Fertigungsplanung und -steuerung in Kleinbetrieben mit hoher Varietät verfasst – auf einem Gebiet, das dem COBACABANA-System zugrunde liegt.

Er hat in der Praxis unter anderem die Implementierung des Konzepts der belastungsorientierten Auftragsfreigabe (*Workload Control*) erforscht, um neue Erkenntnisse aus den Abläufen und Ergebnissen der Implementierung zu gewinnen.

Mark Stevenson hat eine Vielzahl von Beiträgen für wissenschaftliche Zeitschriften auf dem Gebiet des Produktionsmanagements verfasst, darunter auch zu den Themen Produktionsplanung und -steuerung.



Charles W. Protzman ist ein international renommierter Experte für die Implementierung schlanker Konzepte. Er arbeitet als Trainer, Vortragsredner und Autor und schöpft dabei aus über 33 Jahren Erfahrung in den Bereichen Materialwirtschaft und Produktionsmanagement. Charles Protzman ist Träger des Shingo-Preises, der als Anerkennung für herausragende Arbeiten auf dem Gebiet des Lean Managements verliehen wird. Er berät Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe, Krankenhausträger, öffentliche Stellen und private Anbieter von Dienstleistungen. Er ist Autor von Büchern aus der Reihe *Leveraging Lean in Healthcare* sowie

des Buches *Lean Practitioner's Fieldbook*.

1997 gründete Charles Protzman die Business Improvement Group, LLC (BIG) mit Sitz in Baltimore, Maryland. Die BIG arbeitet auf den Gebieten Schulung und Implementierung von Grundsätzen des Lean Thinking sowie Lean Business Delivery System (LBDS). In den letzten 25 Jahren hat Charles Protzman Unternehmen bei der Verschlankeung ihrer Produktsortimente und Fertigungsprogramme, bei *Kaizen*-Initiativen sowie der Verbesserung administrativer Systeme (schlanke Transaktionen) in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern der Welt beraten und unterstützt.

Charles Protzman arbeitete über 13 Jahre lang bei dem US-Luftfahrtunternehmen AlliedSignal (heute Honeywell) als Produktionsstratege und war dort der erste Verantwortliche für Lean Management. Er hat zahlreiche Auszeichnungen für besondere Leistungen und Beiträge zum Thema Kostensenkung erhalten. Studenten aus aller Welt wurden von Charles in die Prinzipien schlanker Produktion und des Total-Quality-Managements (TQM) eingeweiht.

Charles Protzman ist Schulungsleiter und Trainer in den Bereichen Unternehmensweites TQM, Leistungsförderung, effektive Organisation von Meetings, ganzheitliche Persönlichkeitsentwicklung, Veränderungsmanagement, Benchmarking, Führung, systemisches Denken, Hochleistungsteams, Teamentwicklung, Myers-Briggs-Typenindikator (eingetragene Marke; MBTI), Lean Thinking und Lieferkettenmanagement. Er hat unter anderem eine Schulung zum Baldrige Examiner absolviert und den Schwarzen Gürtel im Six-Sigma-Management erworben.

Charles Protzman hat Abschlüsse als Bachelor of Arts und Master of Arts der Universität von Loyola, Maryland. Er ist Mitglied der Society of Manufacturing Engineers (SME), der Association of Manufacturing Excellence (AME), des Institute of Industrial Engineers (IIE), der American Society for Quality (ASQ) und der Association of Psychological Type. Zudem hat er ein Zertifikat als MBTI-Ausbilder (Nr. C10083). Er ist ehemaliges Mitglied der American Production and Inventory Control Society (APICS), des AME Champions Club und von Einheiten der National Association of Purchasing Management (NAPM).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Güter- bzw. Dienstleistungsstrom durch die physischen Orte, an denen Prozesse vollzogen werden	6
Abb. 1.2	Eine betriebliche Handlung setzt drei Variablen voraus – Produktionsmittel, zu transformierende Ressourcen und Anforderungen von Ressourcen	8
Abb. 1.3	Dimensionen von Verschwendung – Erweiterung des zweidimensionalen Modells von Shingo (1989)	15
Abb. 2.1	Ein einfacher Steuerungskreislauf. Um den Wasserstand stabil zu halten, wird Wasser nur dann zugeführt (Input), wenn Wasser abfließt (Output)	30
Abb. 2.2	Beispiel für ein Auftragsfreigabesystem.	32
Abb. 2.3	Beispiel für eine WIP-Cap zwischen zwei Stationen	33
Abb. 2.4	Erstellung einer Input-Kurve	36
Abb. 2.5	Einfaches Durchlaufdiagramm.	37
Abb. 2.6	Über- und Unterbeschäftigung im Durchlaufdiagramm.	38
Abb. 2.7	Verschwendung in Form von Wartezeit im Durchlaufdiagramm	39
Abb. 2.8	Der Grundgedanke kartenbasierter Steuerungssysteme, dargestellt in einem Durchlaufdiagramm	40
Abb. 2.9	Die Komponenten der Vorlaufzeit	41
Abb. 2.10	Durchlaufzeit und Vorlaufzeit – ein Beispiel zur Illustration des Unterschieds	42
Abb. 3.1	Regeln zur Bildung von Rangfolgen im Pool und zur Disposition	48
Abb. 3.2	Bestimmung von Bearbeitungsfristen für die Disposition im Fertigungsbereich	51
Abb. 3.3	Auftragsfortschrittsdiagramm.	55
Abb. 3.4	Auftragsfortschrittsdiagramm – Beispiel Pizzaherstellung	56
Abb. 4.1	Vier Kriterien zur Diagnose von Steuerungsproblemen.	60
Abb. 4.2	„Auf Lager“ und „nach Auftrag“ – Illustration des Unterschieds mittels Durchlaufdiagramm	62
Abb. 4.3	Die MTS/MTO-Schnittstelle, dargestellt in einem Durchlaufdiagramm . . .	63

Abb. 4.4	Fertigung auf Lager – Prognose und Rückrechnung zur Ermittlung der Ressourcenanforderungen für den Produktionsinput	64
Abb. 4.5	Berechnung des Nachbestellpunkts	65
Abb. 4.6	Illustration des Kundenentkopplungspunkts.	67
Abb. 4.7	Der Lagerentkopplungspunkt	70
Abb. 4.8	Die drei Grundtypen der Fertigung nach Maßgabe der Prozessroutenmerkmale (Die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den verschiedenen Tätigkeiten werden durch die Stärken der Pfeilstriche repräsentiert)	72
Abb. 4.9	Produkt-Prozess-Matrix nach Hayes und Wheelwright (1979)	73
Abb. 4.10	Nachfragekurve zur Illustration von Schwankungen der Bearbeitungszeiten und des Auftragsaufkommens.	74
Abb. 5.1	Drei Beispiele für Kanban-Karten	82
Abb. 5.2	Kanban wurde ursprünglich zur Steuerung der internen Lieferkette entwickelt – Ziel war die Verknüpfung von Prozessen.	83
Abb. 5.3	Informationsschleifen, gebildet anhand von WIP- und Entnahme-Kanbans	87
Abb. 5.4	Eine Entnahme-Kanban wird zum Entkopplungspunkt (Supermarkt) gebracht	87
Abb. 5.5	Die WIP-Kanban (WIP) wird von dem zu entnehmenden Teil abgelöst, sodann wird das Teil zusammen mit der Entnahme-Kanban (E) zur Hauptproduktionslinie gebracht	88
Abb. 5.6	Die WIP-Kanban wird zum Startpunkt der Nebenproduktionslinie gebracht und löst dort die Produktion aus	89
Abb. 5.7	Kanban-System mit Produktions-Kanbans	92
Abb. 5.8	Beziehung zwischen den Durchlaufzeiten auf der Haupt- und der Nebenproduktionslinie	94
Abb. 5.9	Heijunka-Box – Mittel zur Aufbewahrung von Kanbans, die später in die Hauptproduktionslinie eingespeist werden.	95
Abb. 5.10	Das ursprüngliche Kanban-System als System zur Fertigungssteuerung	97
Abb. 5.11	Kanban als Komponente eines Systems zur Fertigungssteuerung	99
Abb. 5.12	Typisches System von Kanban-Schleifen.	99
Abb. 5.13	Kanban-System und Lagerbestandsüberwachung	99
Abb. 5.14	Im Rahmen eines Auftragssteuerungsproblems müssen Kanbans zu der Station geleitet werden, an der der Auftrag in das System eingespeist wird	100
Abb. 5.15	Im Rahmen eines Auftragssteuerungsproblems müssen die Kanbans nachgelagerter Stationen unter Umständen liegen bleiben, bis das dem Auftrag entsprechende Zwischenerzeugnis von den vorgelagerten Stationen angeliefert wird	100
Abb. 5.16	Im Rahmen eines Auftragssteuerungsproblems können Kanbans für direkte und indirekte Aufträge an eine Station stehen	101

Abb. 5.17	Direkte versus indirekte Arbeit im Pizza-Beispiel	103
Abb. 5.18	Multischleifen-Kanban-System	104
Abb. 6.1	Weitergabe der Information zur Aufnahme der Bearbeitung von Auftrag 1 in einem Kanban-System	111
Abb. 6.2	Weiterleitung der Information zur Aufnahme der Bearbeitung von Auftrag 1 in einem System mit nicht anonymen Karten.	111
Abb. 6.3	Weiterleitung der Information zur Aufnahme der Bearbeitung eines Auftrags in einem ConWIP-System.	111
Abb. 6.4	Multiple ConWIP-Schleifen in einem System mit zwei Arten von Aufträgen mit verschiedenen Prozessrouten	114
Abb. 7.1	Der Auftrag wird mit einer A-B-POLCA-Karte versehen, bearbeitet und anschließend an Station B weitergereicht	119
Abb. 7.2	Sobald Station B ihre Tätigkeit ausgeführt hat, wird die A-B-POLCA- Karte an Station A zurückgesandt	121
Abb. 7.3	Isolierte POLCA-Kartenschleifen, durch ein MRP-System miteinander verbunden	123
Abb. 7.4	Gegen Blockaden anfälliges POLCA-System	125
Abb. 7.5	Blockiertes POLCA-System.	125
Abb. 8.1	Vorgeschalteter Pool und Freigabefunktion als Auftragsfilter oder Auftragstrichter.	132
Abb. 8.2	COBACABANA-Schleifen zwischen der zentralen Planungsinstanz und den Stationen in der Fertigung.	133
Abb. 8.3	Planungstafel zur Auftragsfreigabe.	136
Abb. 8.4	Planungstafel mit einer Arbeitslastnorm von 10 h, um 90 Grad gedreht (Echtzeit - Yamazumi- Tafel)	137
Abb. 8.5	Ein Auftrag wird für die Fertigung freigegeben	139
Abb. 8.6	Die rücküberführte Tätigkeitskarte signalisiert dem Planer, dass die Tätigkeit ausgeführt wurde und die Freigabekarte von der Tafel entfernt werden sollte	139
Abb. 8.7	Der Auftrag wird der nächsten Station zugeführt, solange bis alle Tätigkeiten ausgeführt sind.	139
Abb. 8.8	Verteilung von Freigabekarten im Rahmen eines aggregierten Maßes der Arbeitsbelastung	141
Abb. 8.9	Verteilung von Freigabekarten im Rahmen eines korrigierten aggregierten Maßes der Arbeitsbelastung.	142
Abb. 9.1	Weshalb die mit dem Kunden vereinbarte Lieferfrist unter Berücksichtigung der Vorlaufzeit bemessen werden sollte	155
Abb. 9.2	Die drei Komponenten der veranschlagten Lieferfrist	156
Abb. 9.3	Kartenbasierte Lieferzeitschätzung – Kartenschleife zwischen Management von Kundenanfragen und Auftragsfreigabe	157
Abb. 9.4	Verkäufer-Display zur Schätzung von Fälligkeitsterminen im Kundenanfragen-Management	158

Abb. 9.5	Integrierte COBACABANA-Lösung – Kartenschleifen zwischen der Verkaufsstanz im Bereich Management der Kundenanfragen und der Auftragsfreigabe sowie zwischen der Produktionsplanungsinstanz und den Stationen im Fertigungsbereich	160
Abb. 9.6	Gesamtanlageneffektivität	162
Abb. 9.7	Das Verkäufer-Display als Leitplanke für Kapazitätsanpassungen	163
Abb. 10.1	Verschachteltes System mit den Komponenten <i>Kanban</i> , COBACABANA und ConWIP.	178
Abb. 10.2	Allgemeine Leitlinien zur Umsetzung	179
Abb. A.1	WIP-Kanban-System für die interne Lieferkette (zur Verknüpfung von Produkt-/Dienstleistungsströmen)	184
Abb. A.2	Produktions-Kanban-System für die interne Lieferkette (zur Verknüpfung von Produkt-/Dienstleistungsströmen)	185
Abb. A.3	Allgemeines <i>Kanban</i> -System zur Steuerung des Fertigungsbereichs . .	185
Abb. A.4	ConWIP-System (das heißt System mit anonymen Karten).	186
Abb. A.5	POLCA-System (entkoppelte POLCA-Schleifen, durch ein MRP-System miteinander verbunden)	187
Abb. A.6	COBACABANA-Freigabemechanismus – jede Station im Fertigungsbereich ist mit der zentralen Freigabestelle durch eine eigene Schleife verbunden	189
Abb. A.7	COBACABANA – Integration von Lieferzeitschätzung und Auftragsfreigabesteuerung	190

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1	Beispiel für eine SIPOC-Analyse – die Herstellung von Pizza	4
Tab. 1.2	Die sieben Arten von Verschwendung nach Ohno (1988) und Shingo (1989)	12
Tab. 1.3	Einige gute Gründe für die Nutzung eines kartenbasierten Steuerungssystems	20
Tab. 1.4	Was kartenbasierte Steuerungssysteme leisten können – und was nicht	22
Tab. 2.1	Die drei Arten der Koordination und die zugehörigen Steuerungslösungen	31
Tab. 3.1	Fünf Dispositionsregeln	54
Tab. 4.1	Die vier verschiedenen Typen der Fertigung in Abhängigkeit von den Merkmalen der Prozessroute	72
Tab. 4.2	Vier Kriterien zur Diagnose des Steuerungsproblems	78
Tab. 5.1	Die drei Grundtypen von <i>Kanbans</i>	96
Tab. 5.2	Arten von <i>Kanbans</i> zum Zweck der Fertigungssteuerung	98
Tab. 9.1	Das Spektrum der im Rahmen von COBACABANA verwendeten Kartentypen	161
Tab. 10.1	Folgerungen aus der Schleifenstruktur im Hinblick auf die Anwendbarkeit kartenbasierter Steuerungssysteme	169
Tab. 10.2	Eigenschaften der Karten und Folgerungen für die Anwendbarkeit kartenbasierter Steuerungssysteme	172
Tab. 10.3	IT-Unterstützung und Folgerungen für die Anwendung kartenbasierter Steuerungssysteme	174
Tab. 10.4	Kartenbasierte Steuerungssysteme – Vor- und Nachteile sowie allgemeine Leitlinien zur Anwendun	177

Schwerpunkte

- Wir skizzieren unsere Vorstellung von einem Produktions- bzw. Dienstleistungssystem, einschließlich der Aktivitäten bzw. Geschäftsprozesse, die innerhalb eines solchen Systems stattfinden.
- Wir stellen die Aufgaben eines kartenbasierten Steuerungssystems vor.
- Wir erklären, welche Aufgaben ein kartenbasiertes Steuerungssystem nicht erfüllt.
- Wir stellen die Vorzüge eines kartenbasierten Steuerungssystems gegenüber einem System vor, das auf dem neuesten Stand der Technik beruht.

Dieses Buch soll anders sein. Bereits vorliegende Bücher widmen sich in der Regel einem ausgewählten kartenbasierten Steuerungssystem und beschreiben anschließend Umgebungen, für die dieses System angeblich *die* Lösung ist. Sie legen also zuerst die Lösung fest und erst anschließend das Problem.

Im Gegensatz dazu behandeln wir zuerst die Frage, wie sich ein Problem diagnostizieren lässt, bevor wir anschließend eine Reihe möglicher Lösungen diskutieren, unter denen eine Auswahl getroffen werden kann. Diese Reihenfolge erscheint uns logischer. Allerdings stellt sie uns vor eine weitaus kompliziertere Aufgabe, da wir nicht direkt mit der Vorstellung einer klar umrissenen Lösung beginnen können. Stattdessen müssen wir zuerst die Grundlagen für die Diagnose des Problems schaffen, mit denen Sie in Ihrem Betrieb zu tun haben; und dabei handelt es sich um ein Problem, das bekanntermaßen recht komplex ist:

Es geht darum, Inputs – Materialien, menschliche Arbeit und Information – in Endprodukte bzw. direkt verwertbare Dienstleistungen umzuwandeln. Dieser Transformationsprozess

setzt voraus, dass die in ihn involvierten Güter- und/oder Dienstleistungsströme im Rahmen der gegebenen Produktionskapazitäten aufeinander abgestimmt werden.

Von nun an bezeichnen wir dieses Ziel und die beschriebene, ihm vorausgehende Bedingung als „das Steuerungsproblem“. Das Steuerungsproblem ist deshalb komplex, weil die angesprochenen Produktionskapazitäten in der Regel knapp und/oder nur beschränkt verfügbar sind, während auf der anderen Seite die verschiedenen Güter- bzw. Dienstleistungsströme oftmals um ein und dieselbe Ressource konkurrieren.

Bevor wir uns der Diagnose zuwenden, müssen wir einen Schritt zurückgehen und einige grundlegende Konzepte vorstellen. Machen wir uns zunächst klar, wie sich ein Produktions- bzw. Dienstleistungssystem beschreiben lässt. Durch eine solche Beschreibung erschließt sich auch die Rolle, die kartenbasierte Steuerungssysteme bei der Unterstützung eines solchen Systems spielen können. Darüber hinaus macht sie ersichtlich, was sie nicht leisten können. Wichtig ist auch, dass wir im weiteren Verlauf der Darstellung in diesem Buch stets auf dieselben Konzepte zurückgreifen können, um uns dessen gewiss zu sein, worüber wir reden. Das mag Ihnen ein wenig zu formal erscheinen, doch sehen Sie uns dies nach. Wir werden an vielen Stellen eine Auszeit einlegen, damit Sie verschaukeln können und die Gelegenheit haben, das Gelesene zu verinnerlichen und nach Möglichkeit zu Ihrer eigenen Situation in Beziehung zu setzen.

Es mag sein, dass Sie mit der einen oder anderen unserer Definitionen nicht einverstanden sind. Das ist gut. Es gibt kein „einzig wahres“ Modell eines Produktions- bzw. Dienstleistungssystems. Wichtig ist aber, dass Sie wissen, wie wir unsere Konzepte in diesem Buch definieren und verwenden. Nur dann werden unsere Vorschläge zur Art und Weise der Diagnose eines Steuerungsproblems (und folglich auch zur passenden Steuerungslösung) klar und verständlich ausfallen. Doch nun wollen wir beginnen.

Was ist ein Produktions-/Dienstleistungssystem?

Betrachten wir als Erstes die verschiedenen Bestandteile eines Produktions-/Dienstleistungssystems. Dazu nehmen wir zunächst die Perspektive des Produkts bzw. der Dienstleistung ein. Wir wollen also das Produktions-/Dienstleistungssystem anhand der mit ihm verbundenen Güter- bzw. Dienstleistungsströme beschreiben. Wenn man dies tut, so ist es üblich, mit dem Input zu beginnen. Wir werden allerdings die Blickrichtung umkehren und mit dem wichtigsten Gesichtspunkt anfangen – und das ist der Kunde. Definieren wir also die fünf ersten Begriffe, die in diesem Buch verwendet werden, um einen Güter- bzw. Dienstleistungsstrom zu beschreiben.

► **Der Kunde** Eines der primären Ziele jedes Unternehmens besteht darin, Geld zu verdienen. Auch umweltbewusstes und sozial verantwortliches Verhalten sind wichtig. Allerdings muss sich kein Unternehmen ob seines Wunsches schämen, Gewinne zu machen. Wenn ein Unternehmen Geld verdienen will, dann muss es jemanden geben, der bereit ist, für etwas zu zahlen, das das Unternehmen anbietet. Dieser „Jemand“ ist der