

Reinhard Koether
Klaus-Jürgen Meier *Hrsg.*

Lean Production für die variantenreiche Einzelfertigung

Flexibilität wird zum neuen Standard

2. Auflage



Springer Gabler

Lean Production für die variantenreiche Einzelfertigung

Reinhard Koether · Klaus-Jürgen Meier
(Hrsg.)

Lean Production für die variantenreiche Einzel- fertigung

Flexibilität wird zum neuen Standard

2., aktualisierte und überarbeitete Auflage

Hrsg.
Reinhard Koether
Hochschule München
München, Deutschland

Klaus-Jürgen Meier
Hochschule München
München, Deutschland

ISBN 978-3-658-30947-3 ISBN 978-3-658-30948-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-30948-0>

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

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2017, 2020

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

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. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Susanne Kramer

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort zur 2. Auflage

Die Kernbotschaft unseres Fachbuchs ist, dass Lean Production auch für variantenreiche Einzelfertigung anwendbar ist. Die Botschaft wurde von der Leserschaft aufgenommen. Deshalb freuen sich Autoren und Herausgeber, dass wir eine 2. Auflage vorlegen können. Für diese Neuauflage wurden kleiner Fehler beseitigt und einige Passagen aktualisiert.

München
Im Juni 2020

Reinhard Koether
Klaus-Jürgen Meier

Vorwort zur 1. Auflage

Die Studie „The Machine that Changed the World“ beschreibt nicht nur, wie das Auto die Welt verändert hat, sie beschreibt vor allem, wie das japanische Produktionsmanagement die Automobilproduktion verändert. In dieser weltweiten Benchmarkstudie hat das Massachusetts Institute of Technology (MIT) nachgewiesen, dass die japanischen Methoden auch in anderen Kulturkreisen außerhalb Japans eine kostengünstigere Automobilproduktion ermöglichen, als die konventionelle Massenproduktion. Da diese japanischen Methoden mit minimalem Ressourceneinsatz auskommen, wurde von den Autoren dieser Studie der Begriff Lean Production gewählt. Entwickelt wurde die Lean Production bei Toyota, heute dem nach Stückzahl größtem Autohersteller der Welt. Das Toyota-Produktionssystem hat sich zum weltweiten Standard für das Management von Großserienproduktion entwickelt. Daraus wurden ein Volkswagen-Produktionssystem, ein Mercedes-Produktionssystem, ein Bosch-Produktionssystem und viele andere Produktionssysteme abgeleitet.

In all diesen bekannten Anwendungsfällen werden große Stückzahlen produziert. Viele moderne Produzenten beliefern heute aber Käufermärkte, in denen die Kunden aus einer Vielzahl von Angeboten auswählen können. Um im Geschäft zu bleiben, müssen die Produzenten auf die vielfältigen Wünsche und Anforderungen der internationalen Kunden eingehen und diese möglichst gut erfüllen. Die Variantenvielfalt nimmt entsprechend zu und die Produktionsstückzahlen je Variante nehmen ab. Außerdem gibt es Investitionsgüter, die nur in kleinen Stückzahlen vermarktet werden können. Gerade der deutsche, österreichische und schweizerische Maschinenbau trägt erfolgreich zum Exportüberschuss der Heimatländer bei, weil die weltweiten Kunden diese Spezialmaschinen nachfragen.

In diesem Buch wird gezeigt, wie die Methoden der Lean Production auch auf eine variantenreiche Kleinserienfertigung angewendet werden können. Die Darstellung stellt dazu jeweils Theorie und industrielle Anwendung gegenüber. So werden im ersten Teil die Methoden beschrieben, im zweiten und umfangreicheren Teil werden industrielle Anwendungsbeispiele vorgestellt. Die Beiträge sind übersichtlich und für sich lesbar. Sie wurden von erfahrenen Fachautoren und Praktikern erstellt.

Wir Herausgeber danken den Industriepraktikern für ihre Beiträge, die neben dem anstrengenden Arbeitsalltag im Produktionsmanagement erstellt wurden. Weiterhin danken wir dem Verlag Springer Gabler, der dieses Buchprojekt geduldig unterstützt hat und freuen uns auf Anregungen und Kommentare der Leser.

München
Im April 2017

Reinhard Koether
Klaus-Jürgen Meier

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen

1	Lean Production auch für Kleinserien anwendbar	3
	Reinhard Koether	
2	Lean Warehouse	29
	Klaus-Jürgen Meier	
3	Produktionsassessment 4.0 – integrierte Bewertung variantenreicher Einzel- und Kleinserienfertigung in den Bereichen Lean Management und Industrie 4.0	45
	Dieter Spath, Sebastian Schlund, Bastian Pokorni und Maik Berthold	
4	Industrie 4.0 – Konsequenzen für das Produktionsmanagement	69
	Thomas Moser, Anita Klotz, Thomas Felberbauer und Mario Moser	
5	Quick Response Manufacturing – Eine zeitbasierte Wettbewerbsstrategie	89
	Klaus-Jürgen Meier und Manuel Fuchs	
6	Lean QRM 4.0	119
	Klaus-Jürgen Meier	

Teil II Anwendung der Lean- und QRM-Methoden für die Einzel- und Kleinserienfertigung

7	Getaktete Fließfertigung in der Einzelteilfertigung von Press- und Umformwerkzeugen im Automobilbau	139
	Dorothee Behnert	
8	TPM – Effektive Instandhaltung nicht nur für die Großserie	163
	Klaus Pischeltsrieder	

9	Kaizen und Verbesserungsvorschläge in der Produktion optischer Spezialitäten	185
	Reinhard Koether	
10	Shopfloor-Management – Potenziale durch Transparenz heben	199
	Stephan Dichtl und Nadine Patermann	
11	Ergonomie in der Klein- und Serienfertigung	215
	Johannes Brombach und Michael Leisgang	
12	Arbeitszeitmodelle flexibel und bedarfsorientiert gestalten	231
	Arno Reitmayer	
13	Realisierung des Lean Warehouse bei den Stadtwerken München GmbH	245
	Marcel Leurpandeur	
14	Durchlaufzeiten oder Auslastung am Beispiel der UNICCOMP GmbH, einem Unternehmen der BAUER GROUP, München	267
	Roland Beckert	

Teil I
Grundlagen

Lean Production auch für Kleinserien anwendbar

1

Reinhard Koether

1.1 Ein weltweiter Produktivitätsvergleich macht alles klar

Man hätte es in den europäischen und amerikanischen Autofabriken auch schon vor 1991 wissen können, wie japanische Autohersteller kostengünstig produzieren können und damit den etablierten Herstellern in ihren Heimatmärkten und auf den weltweiten Exportmärkten so erfolgreich Konkurrenz machen (z. B. Shingo 1981 [1]). Spätestens seit 1991, als die weltweite Vergleichsstudie des MIT (Massachusetts Institute of Technology) *The Machine that Changed the World* [6] veröffentlicht wurde, weiß man, dass das Toyota Produktionssystem, von den Autoren Lean Production genannt, produktivere Serienfertigung ermöglicht, als die bisher übliche Massenproduktion, die auf die Prinzipien von Henry Ford zurückgeht. Das System der Lean Production funktioniert nicht nur in Japan, wo disziplinierte Arbeiter von den großen Firmengruppen lebenslang angestellt wurden. Es funktioniert auch in den USA und Europa, wo japanische Hersteller teilweise bestehende Automobilfabriken übernommen hatten und neue Fabriken gebaut hatten.

So ist es nicht verwunderlich, dass zunächst die Automobilfirmen und ihre Zulieferer die Methoden der Lean Production in ihre Produktionssysteme eingeführt und angepasst haben. So entstand z. B. ein Volkswagen Produktionssystem (vgl. [5]), ein Mercedes Produktionssystem, ein Bosch Produktionssystem oder das Wertschöpfungsorientierte Produktionssystem von BMW. Die Unternehmen haben ihre Varianten der Lean Production weiter entwickelt und an ihre Erfordernisse angepasst. Alle diese Produktionssysteme gehen aber auf das System der Lean Production zurück.

R. Koether (✉)
München, Deutschland
E-Mail: koether@hm.edu

1.2 Flache Hierarchien und Eigenverantwortung

Die Frage, ob Führungskräfte wertschöpfend tätig sind, wird immer wieder thematisiert. Auf Baustellen sieht man einen „Schaff“ und einen „Guck“, Brecht ließ den lesenden Arbeiter fragen: „Wer baute das siebentorige Theben? In den Büchern stehen die Namen von Königen. Haben die Könige die Felsbrocken herbeigeschleppt?“ Ein Schlüssel zur Konzentration auf wertschöpfende Arbeit ist deshalb eine flache Führungsstruktur mit relativ großer Leitungsspanne (=Anzahl Mitarbeiter pro Vorgesetzten) mit

- Zielvorgabe statt Tätigkeitsvorgabe,
- Ergebniskontrolle statt Verhaltenskontrolle,
- Eigenverantwortung statt Verantwortung durch Führungskräfte.

Dazu gehört auch, dass die Werker ausdrücklich befugt und in die Lage versetzt werden, einen Teil der unterstützenden Tätigkeiten selbst auszuführen. Da auch Kommunikation nicht wertschöpfend ist, wird dadurch der Kommunikationsbedarf zwischen der ausführenden Stelle (direkte Tätigkeit, wertschöpfend) und der unterstützenden Stelle (indirekt tätig, nicht wertschöpfend) reduziert. Daneben können Entscheidungen schneller gefällt werden, weil Schnittstellen und damit Kommunikationsprozesse reduziert werden, die sonst immer eine Verzögerung verursachen.

1.3 Gruppenarbeit

Ein zweiter Schlüssel, um sich auf die wertschöpfende Arbeit zu konzentrieren und nicht wertschöpfende Tätigkeiten möglichst zu reduzieren ist die Gruppenarbeit. Übliche Arbeits- und Projektgruppen werden gebildet, damit Mitarbeiter mit verschiedenen Fähigkeiten, Kompetenzen und Erfahrungen für eine Aufgabe zusammenarbeiten. In der Gruppe ist die Kommunikation einfacher und schneller, man kann sich leichter koordinieren und man kann auf den Arbeitsfortschritt einzelner Gruppenmitglieder Rücksicht nehmen und für die eigene Arbeit einplanen. Außerdem sind Gruppen bei der Problemlösung kreativer als Einzelpersonen.

Die Gruppenarbeit der Lean Production nützt diese kommunikativen und kreativen Vorteile von Gruppen auch. Zusätzlich

- kann jeder Mitarbeiter einer Gruppe mehrere Tätigkeiten übernehmen und übernimmt diese auch,
- können sich die Mitarbeiter teilweise ersetzen,
- können sich die Mitarbeiter gegenseitig anlernen und weiterqualifizieren.

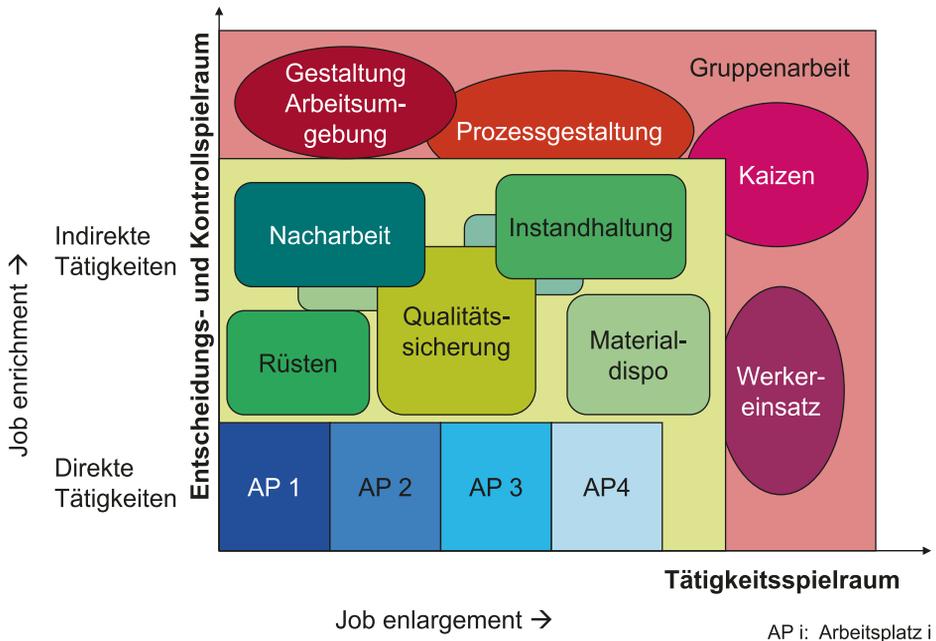


Abb. 1.1 In der Lean Production wird der Aufgaben- und Verantwortungsbereich der Mitarbeiter vergrößert

Job Enlargement und Job Enrichment (Abb. 1.1) wurden entwickelt, um die Monotonie einer Fließbandarbeit zu reduzieren, bei der ein Werker während seines Arbeitstages mehrere hundert Mal dieselbe Tätigkeit ausführt. Beide Prinzipien wurden in die Lean Production übernommen, hier jedoch um Flexibilität und Produktivität zu erhöhen. Ein Werker, der mehrere Arbeitsplätze beherrscht (Job Enlargement),

- kann flexibel eingesetzt werden, sodass z. B. Engpassmaschinen immer besetzt sind,
- versteht den gesamten Produktionsprozess besser, weil er nicht nur seine Tätigkeit sieht.

Durch die Übernahme von indirekten Tätigkeiten (Job Enrichment), wie.

- Rüsten und Werkzeugvorbereitung,
- Maschinenwartung,
- Materialdisposition,
- Materialbereitstellung,
- Qualitätssicherung,
- Nacharbeit,
- Prozessgestaltung und -verbesserung

- Verbesserung der eigenen Arbeitsumgebung, denn nur dort kennen die Mitarbeiter den Fertigungsablauf, die Maschinen und kritischen Prozess-Schritte,
- Verbesserung durch kleine, einfach zu realisierende Maßnahmen, die keine oder geringe Investitionen erfordern,
- zeitlich befristete Aufgabenstellung: die Kaizen-Maßnahme sollte in ca. 3 Monaten bearbeitet und umgesetzt sein können.

Kaizen ist auf die Verbesserung bestehender Prozesse, also auf die Serienbetreuung konzentriert. Die Serienbetreuung wird von der Fertigungsplanung häufig vernachlässigt, weil der Anlauf neuer Produkte terminlich gebunden und damit dringend ist und weil Investitionen sorgfältig geplant werden müssen, damit nicht zu viel Geld ausgegeben wird. Mit Kaizen können also Planungsaufgaben zur Prozessverbesserung an die Werker delegiert werden. Dazu müssen diese Voraussetzungen geschaffen werden:

- Die Mitarbeiter kennen den Fertigungsprozess,
- die Mitarbeiter wissen was erreicht werden soll,
- die Mitarbeiter sind motiviert, dieses Ziel zu erreichen,
- die Mitarbeiter haben die Zeit für Kaizen-Aktivitäten,
- die Mitarbeiter kennen die (einfachen) Planungsmethoden und können sie anwenden.

Durch die Job Rotation haben die Mitarbeiter verschiedene Tätigkeiten im Fertigungsablauf kennen gelernt und kennen daher den gesamten Prozess. Die Aufgabe muss durch den Vorgesetzten beschrieben werden. Sie wird abgeleitet aus den übergeordneten Zielen des Unternehmens oder der Abteilung. Die Aufgabe muss aber auch so beschrieben werden, dass sie innerhalb eines überschaubaren Zeitraums, z. B. von drei Monaten erfüllt werden kann. Bei längeren Bearbeitungsdauern besteht die Gefahr, dass sich Prioritäten verschieben oder dass die Motivation nachlässt, weil kein Erfolg erkennbar ist. Sie stellt auch sicher, dass sich die Arbeitsgruppe auf Maßnahmen konzentriert, die schnell und damit in der Regel mit geringen Investitionen und zu geringen Kosten realisierbar sind.

Deshalb ist die geringe Bearbeitungsdauer auch die wichtigste Einflussgröße auf die Motivation der Werker durch.

- den Reiz der neuen Aufgabe,
- die Chance auf einen Erfolg in überschaubarem Zeitraum,
- die Chance diesen Erfolg selbst, ohne große Unterstützung von außen (und ohne Bedenken von anderen) herbeizuführen, denn die Maßnahmen sollen zumindest als Prototyp von der Arbeitsgruppe selbst realisiert werden.

Zusätzlich kann auch noch ein Wettbewerb motivieren, wenn mehrere Arbeitsgruppen die gleiche Aufgabe bekommen, z. B. Rüstzeiten reduzieren, Maschinenverfügbarkeit

verbessern oder Ausschuss verringern und am Ende des Zeitraums das erfolgreichste Team ausgezeichnet wird.

Zur Motivation gehört auch, demotivierende Effekte weitgehend zu vermeiden. Dazu gehört, dass es keine Misserfolge gibt. Wenn der Vorgesetzte die Kaizen-Ergebnisse bewertet, könnte solch eine Bewertung im deutschen Schulnotensystem so aussehen:

- Note 4: Die Gruppe hat nichts gemacht und damit auch nichts erreicht,
- Note 3: Die Gruppe hat Verbesserungen gesucht, diese blieben aber ohne messbaren Erfolg,
- Note 2: Die Gruppe hat Verbesserungen entwickelt, mit denen das Ziel erreicht wurde,
- Note 1: Die Gruppe hat so wirksame Verbesserungen entwickelt, dass mehr erreicht wurde als erwartet.

Bemerkenswert ist, dass das schlechteste Ergebnis der bestehende Zustand ist, der ohne Kaizen-Aktivitäten erhalten bleibt. Ein Scheitern oder eine Verschlechterung (Note 5 oder 6) kann nicht vorkommen.

Ein weiterer Demotivator ist mangelnde Unterstützung. Ein – nach Meinung der Arbeitsgruppe – hervorragender Vorschlag wird nicht weiter verfolgt, weil kein Budget vorhanden ist, weil der Entscheider vom Vorschlag nicht so überzeugt ist, wie das Team oder weil der Entscheider keine Zeit hat. Nach mehreren derartigen Erfahrungen werden die Mitarbeiter den Eindruck gewinnen, dass sowieso alles sinnlos ist und nichts mehr unternehmen. Da aber die Maßnahmen (zumindest prototypenhaft) vom Team selbst realisiert werden, muss man keine Entscheider überzeugen oder auf eine Entscheidung warten. Der messbare Erfolg ist objektiv nachweisbar und zählt. Bis der Erfolg messbar ist, hat die Arbeitsgruppe die Möglichkeit ihre Maßnahmen zu erproben und zu modifizieren.

Kaizen beschreibt eine organisierte und gesteuerte Aktivität zur Verbesserung. Diese Aktivität kann ergänzt werden durch Verbesserungsvorschläge. Die Verbesserungsvorschläge entstehen ohne konkrete Aufgabenstellung und werden von einzelnen Mitarbeitern oder Teams eingereicht. Die Erfahrung aus dem Brainstorming kann auf Verbesserungsvorschläge übertragen werden: Man braucht viele Ideen oder Vorschläge, um wenige gute Ideen (oder Vorschläge) zu bekommen. Wenn im Toyota-Konzern wesentlich mehr Vorschläge eingereicht werden als in den meisten westlichen Organisationen, kann es sich lohnen, das Regelwerk bei Toyota genauer anzusehen:

- Jeder Vorschlag wird mit einem Anerkennungsbetrag (z. B. 2 bis 5 €) angekauft,
- ein Vorschlag wird vom direkten Vorgesetzten bewertet, der wiederum das Ziel hat, eine Mindestanzahl von Vorschlägen in seinem Verantwortungsbereich zu generieren,
- Vorschläge sollen möglichst realisiert werden,
- die Prämie für Vorschläge ist begrenzt, z. B. auf 1500 €, egal wie hoch die erzielte ist Einsparung ist;
- für Patente und große Investitionen gelten Sonderverfahren.

Gründe für diese Regeln sind wiederum Motivation und Schnelligkeit. Wenn möglichst viele Vorschläge erzeugt werden sollen, müssen die Mitarbeiter durch Erfolge und schnelle Entscheidungen über den Vorschlag motiviert sein. Wenn jeder Vorschlag angekauft wird, drückt das einerseits Wertschätzung aus. Andererseits vermeidet es Diskussionen um die Sinnhaftigkeit des Vorschlags. Diese Diskussionen kosten bei den üblichen Stundensätzen sehr schnell mehr als die Anerkennungsprämie.

Der Vorgesetzte kennt den Mitarbeiter und das Arbeitsumfeld. Er kann schnell rückfragen und kann damit auch schnell bewerten. Eine Konkurrenz-Situation zwischen Planung und Fertigung besteht nicht. Damit liegt auch die Entscheidung zum Vorschlag schnell vor.

Die Deckelung der Prämie dient auch der Beschleunigung. Die meisten eingereichten Vorschläge betreffen kleinere Verbesserungsmaßnahmen, vorwiegend im Arbeitsbereich des Mitarbeiters, denn hier kennt er oder sie sich aus. Verbesserungen mit jährlichen Einsparungsbeträgen von 100.000 € oder mehr sind so selten wie Lottogewinne gleicher Höhe und werden ebenso wie die seltenen Lottogewinne in der (betriebsinternen) Presse groß heraus gestellt. In den meisten Fällen greift die Deckelung deshalb nicht. Damit aber kein Neid oder Konkurrenz aufkommt zwischen dem Mitarbeiter und der Planungsabteilung, die den Vorschlag normalerweise bewertet, wird die Prämie begrenzt. Ein sehr wirkungsvoller Vorschlag hat damit bessere Chancen realisiert zu werden. In solchen seltenen Fällen kann der Vorgesetzte auch andere Wege finden, die Anerkennung auszudrücken.

1.5 Effizienz durch Vermeiden von Verschwendung

Die Lean Production betrachtet alles als Verschwendung was nicht unmittelbar wertschöpfend ist, also alle Tätigkeiten oder Investitionen, die dem (internen oder externen) Kunden keinen Mehrwert bieten, die also keinen höheren Preis rechtfertigen.

Die von Toyota (vgl. [4] S. 287 ff.) ursprünglich geschriebenen sieben Arten der Verschwendung sind:

- Überproduktion
- Bestände
- Warten
- Bewegung
- Transporte
- Überflüssige Tätigkeit
- Nacharbeit, Reparatur, Ausschuss

Natürlich wird die Systematik dieser Aufzählung diskutiert und man kann fragen, ob nicht Überproduktion automatisch zu Beständen führt, man kann fragen, ob nicht Bewegungen und Transport im Prinzip das gleiche Phänomen beschreiben. Manche Weiterentwicklung modifiziert die Verschwendungen oder ergänzt die Liste. Im Audi

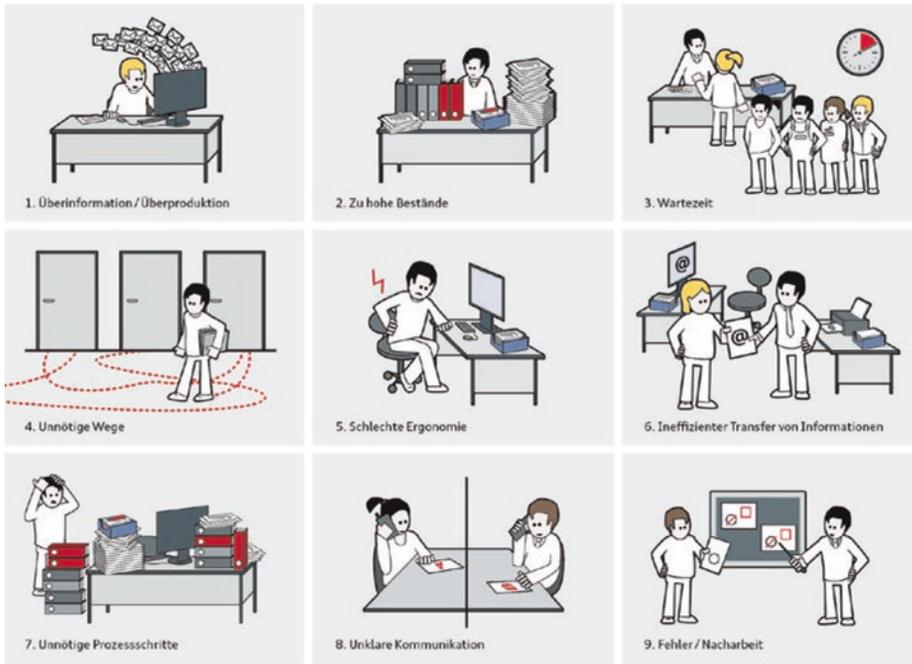


Abb. 1.3 Die neun Arten von Verschwendung des Audi Produktionssystems können auch auf indirekte Tätigkeiten angewendet werden. (Quelle: Audi)

Produktionssystem (Abb. 1.3) finden sich z. B. zwei weitere Arten von Verschwendung: Verschwendung durch schlechte Ergonomie, die zu Ermüdung führt und langfristig die Gesundheit der Werker beeinträchtigen kann und Verschwendung durch ineffizienten Transfer von Informationen, die dann zu falschen Aktivitäten führt, die selbst wiederum Verschwendung darstellen.

Trotzdem sind diese sieben Arten der Verschwendung anerkannt und dienen als Leitfragen, wenn Prozesse effizient gestaltet werden sollen:

- Wo erkennt man Verschwendung?
- Welche Art von Verschwendung entsteht?
- Wie lässt sich diese Verschwendung verringern oder beseitigen?

Häufig lässt sich die eine Verschwendung nur reduzieren, indem die andere erhöht wird. Bestände lassen sich reduzieren, wenn die Losgröße verkleinert wird. Eine kleinere Losgröße erfordert häufigeres Rüsten, was wiederum als überflüssige Tätigkeit betrachtet werden kann.

Produktionsprozesse ohne Verschwendung sind in der Realität kaum vorstellbar, der Idealzustand ist also nicht erreichbar. In der Prozessgestaltung und -verbesserung werden

die sieben Arten der Verschwendung deshalb verwendet, um Schwachstellen schon in der Planung abzufragen und zu erkennen und als Leitlinie, damit Produktionsprozesse gestaltet werden, die möglichst wenig Verschwendung verursachen.

1.6 Methoden der Lean Production

Wenn Werker auch indirekte Aufgaben übernehmen sollen (Job Enrichment), für die sie nicht ausgebildet sind, müssen sie trainiert werden. Üblicherweise übernimmt das die Gruppe selbst, indem Mitarbeiter durch ihre Kolleginnen und Kollegen angeleitet werden. Dies kann unterstützt werden durch formale Weiterbildung. Da die Aufgaben jedoch umfangreich sind (Disposition, Qualitätssicherung, Instandhaltung usw.), würde eine vertiefte Aus- oder Weiterbildung recht lange dauern und auch den einen oder anderen Werker überfordern.

Also müssen die Methoden soweit vereinfacht werden, dass die Mitarbeiter sie schnell anwenden können. Diese Vereinfachung kann am Beispiel der statistischen Prozesskontrolle (Abb. 1.4) dargestellt werden: Den mathematischen Hintergrund

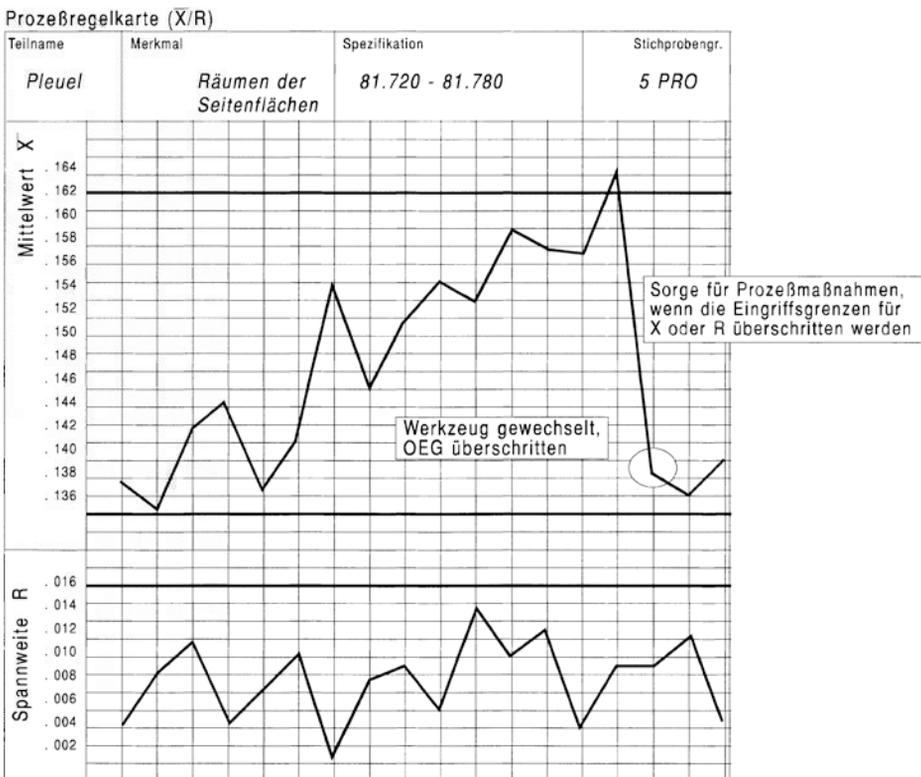


Abb. 1.4 Fiktives Beispiel einer Prozessregelkarte (OEG: Obere Eingriffsgrenze)

mit zufällig auftretenden Prozessvariationen, Zentralem Grenzwertsatz (die Summe von vielen unabhängigen Zufallsvariablen ist selbst eine normalverteilte Zufallsvariable), Normalverteilung, Stichprobentheorie, Schätzverfahren für Erwartungswert und Standardabweichung mit Konfidenzintervallen sind die Grundlagen der Qualitätssicherung mit statistischen Methoden. Man muss diese mathematischen Grundlagen aber nicht kennen oder verstehen, um ein SPC Diagramm auszufüllen. Damit man keine Standardabweichung mit Quadratwurzel ausrechnen muss, wird als Streuungsmaß die Spannweite (Differenz zwischen größtem und kleinstem Wert in der Stichprobe) verwendet. Auch die Handlungsanweisung ist leicht verständlich: Der Werker muss eingreifen und seine Prozessparameter nachstellen, wenn der Mittelwert oder die Spannweite seiner Stichprobe außerhalb des zulässigen Bereichs liegen.

Beispiele für Schwierigkeitsgrade sind in Tab. 1.1 aufgelistet. Voraussetzung für die Übertragung von indirekten Tätigkeiten an die Werkerinnen und Werker ist, dass eine Methode mit mittlerem oder besser noch einfachem Schwierigkeitsgrad verwendet wird.

Damit die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nicht im Methodenhandbuch nachsehen müssen, hilft häufig eine Aufzählung wie ein Abzählreim. Die meisten Erwachsenen wissen z. B. aus welchen Zutaten ein Kuchen besteht, egal ob sie einen Kuchen backen können oder nicht, weil fast alle als Kinder das Lied *backe, backe Kuchen...* gelernt haben. Auch wer sich nicht für Geschichte interessiert, weiß vielleicht trotzdem zu welcher Zeit Alexander der Große die Welt erobert hat, denn „3-3-3 war bei Issos Keilerei“ kann man sich leichter merken als z. B. die Jahreszahl der Seeschlacht bei Trafalgar, mit der die mehr als ein Jahrhundert dauernde britische Vorherrschaft zur See begann (1805). Genauso können die Mitarbeiter bei der Analyse von möglichen Ursachen eines Qualitätsproblems die Einflussparameter den Überschriften Mensch – Maschine – Material – Methode – Mitwelt zuordnen. Mithilfe des Stabreims können sie ein Ursache-Wirkungs-Diagramm erstellen und damit sicherstellen, dass nichts Wichtiges vergessen wurde.

Tab. 1.1 Beispiele für Schwierigkeitsgrade

Schwierigkeit	Bewegung	Mathematik	Management
Einfach	Kriechen Gehen Laufen	Ganze Zahlen $1 + 1$ 2×4	Haushalt führen Standardabläufe beachten SPC anwenden Probleme identifizieren
Mittel	Rad fahren Auto fahren	$3,141592 (\pi)$ $3(X + 5Y)$ Winkelfunktionen ($\sin x$, $\cos x$, $\tan x$)	Problemlösende Methoden im Team anwenden Jugendtraining im Sportverein organisieren
Schwierig	Containerfrachter führen Flugzeug fliegen	$\frac{dx}{dt}$ $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-0,5x^2}$	Eine Fertigungsinsel leiten Ein Unternehmen leiten Die Steuerabteilung eines internationalen Großunternehmens leiten



Abb. 1.5 An der Arbeitsstation sind alle notwendigen Informationen und Beschreibungen ausgestellt. (Foto: Opel – General Motors)

1.6.1 Visible Management

Wissen ist Macht – nach dieser Maxime sind Führungskräfte oft darauf bedacht, mehr und vollständige Informationen zu haben als ihre Mitarbeiter. Wenn aber Aufgaben und Verantwortung delegiert werden soll, damit sich eine Produktion in flachen Hierarchien auf wertschöpfende Tätigkeiten konzentrieren kann, muss Information auch den Mitarbeitern zu Verfügung stehen. Damit dies nicht nur ein Formalismus bleibt, werden diese Informationen anschaulich präsentiert und auf das Notwendige beschränkt, auf das zur Erfüllung der Aufgabe Notwendige (Beispiel: Abb. 1.5). Meterweise Ordner in Regalen können von den Mitarbeitern allein aus Zeitgründen ebenso wenig genutzt werden wie Festplatten voll mit Dateien. Aushänge an Anschlagtafeln sind zwar leicht zugänglich, aber wer hat das Interesse, hier längere Texte zu lesen?

Die Informationen werden also möglichst am konkreten Anwendungsfall visualisiert. Beispiele kann man in jedem Betrieb sehen, der nach den Prinzipien der Lean Production organisiert ist:

- Namensschilder für die Werker
- Übersichtsbild mit Name und Bild der Gruppenmitglieder
- Grafische Darstellung des Produktionsprozesses
- Bildschirme mit aktuellen Störungen, bisher erreichter Stückzahl, Soll-Stückzahl und Prognose der Schicht-Stückzahl (Abb. 1.6)
- Lichtsignal des Maschinenzustandes, ANDON (jap.: Laterne): Rot: Maschine hat Störung, gelb, Maschine hat ein Problem, das zu Stillstand führen kann, grün: Maschine läuft ohne Probleme (vgl. Abschn. 1.6.6).

- Foto oder grafische Darstellung der richtigen Ausführung einer Tätigkeit (Abb. 1.5)
- Markierungen am Arbeitsplatz, im Aufbewahrungsfach oder am Boden, wo ein Teil, ein Behälter oder ein Werkzeug abzustellen oder abzulegen ist
- Markierung von Gefahrenstellen, gefährlichen Stoffen oder beweglichen Maschinenteilen
- Ausstellung von fehlerhaften Einbauteilen oder Produkten
- Aushang der aktuellen Prozessregelkarte bzw. des aktuellen SPC-Diagramms (SPC: Statistische Prozesskontrolle) (Abb. 1.4)
- Ausstellung von erfolgreichen Prozessverbesserungen
- Kennzeichnung von Sicherheits- und Rettungsmitteln wie Verbandskasten oder Feuerlöscher
- Kennzeichnung von Fluchtwegen und Notausgängen

Diese vielen Beispiele können zusammengefasst werden in

- Vorstellung der Arbeitsgruppe und ihrer Mitglieder
- Informationen zur richtigen Ausführung eines Produktionsprozesses
- Informationen zum aktuellen Zustand in der Produktion
- Informationen zu Unfallschutz und Arbeitssicherheit
- Darstellung von Erfolgen der Arbeitsgruppe



Abb. 1.6 Durch die Informationstafel können alle Mitarbeiter im Ford-Werk Valencia den aktuellen Stand der Produktion erkennen. (Foto: Ford)

Erfolge, z. B. welche Verbesserungen umgesetzt wurden, wie lange die Gruppe ohne Arbeitsunfall gearbeitet hat, welche Qualitätsprobleme gelöst wurden und wie gut Ziele erreicht oder übertroffen wurden, werden dokumentiert und präsentiert. Diese vergangenheitsbezogenen Informationen sind streng genommen nicht notwendig, um zukünftige Herausforderungen zu meistern. Erfolg ist aber ein starker Motivator und durch Erfolg werden die Mitarbeiter in der Gruppe motiviert, sich auch zukünftig einzusetzen, damit die Gruppe ihre Ziele erreicht oder möglichst sogar übertrifft.

1.6.2 Aufgabenverteilung an die Gruppenmitglieder

In der Gruppenarbeit der Lean Production soll sich die Gruppe selbst organisieren. Nicht der Meister oder Vorarbeiter „befiehlt“, wer heute welche Aufgabe übernimmt, sondern die Gruppe soll sich selbst organisieren. Damit der Diskussionsprozess schnell und zügig abläuft, koordiniert der von der Gruppe gewählte Gruppensprecher diese Aufgabe. Dabei sind ein paar Regeln zu beachten:

- Job Rotation ist zwingend erforderlich.
- Damit das Mengenziel erreicht wird, muss die Engpassmaschine möglichst dauerhaft besetzt sein.
- Alle arbeiten für das Gruppenziel (Menge an guten Stücken) und helfen sich gegenseitig aus.

Die Verpflichtung, den Arbeitsplatz zu wechseln hat mehrere Gründe:

- Kenntnis des Fertigungsprozesses
- Flexibilität
- Gerechte Verteilung von beliebten und unbeliebten Tätigkeiten
- Besetzung des Engpasses
- Gemeinsame Problemlösung

Durch Wechsel der Tätigkeiten und Arbeitsplätze entsteht bei jedem Werker ein besseres Verständnis über den gesamten Herstellungsprozess, seine Einflussgrößen und seine Abhängigkeiten. Diese Prozesskenntnis wird gebraucht, wenn Prozessverbesserungen geplant werden sollen oder wenn Qualitätsprobleme zu lösen sind. Die Qualifikation, an mehreren Arbeitsplätzen zu arbeiten, bietet außerdem Flexibilität bei wechselndem Produktionsprogramm oder wechselnder Anwesenheit. Auch ohne Urlaub oder Krankheit von Kolleginnen und Kollegen können z. B. auch flexible Arbeitszeitmodelle mit Teilzeitarbeit oder gleitender Arbeitszeit zu wechselnder Besetzung über den Tag führen. Außerdem gibt es in jeder Abteilung oder Kostenstelle beliebte und unbeliebte Arbeiten. Beliebte Arbeiten sind relativ bequem, mit großzügiger Vorgabezeit ohne größere Anstrengung auszuführen. Üblicherweise besetzen die starken Mitglieder einer Arbeits-

gruppe, die schon längere Zeit in der Abteilung arbeiten diese guten Plätze. Neue Mitarbeiter beginnen zunächst auf den weniger beliebten Arbeitsplätzen. Durch Job Rotation kommt jeder einmal in den Genuss einer beliebten Aufgabe. Muss ein Kollege die unbeliebtere Aufgabe übernehmen, weiß er aber auch, dass dies zeitlich begrenzt ist und wird diesen Nachteil damit eher akzeptieren, als wenn ihm der schlechte Arbeitsplatz dauerhaft zugewiesen würde.

In den meisten Fertigungsabläufen gibt es einen Engpass, der die produzierte Menge pro Stunde begrenzt. Je nach Auftragslage kann sich die Engpassmaschine ändern. Wenn eine Maschine die produzierte Menge bestimmt, sollte diese Maschine möglichst lange, dauerhaft und störungsfrei laufen. Bei wechselnder Anwesenheit der Werker aufgrund von flexiblen Arbeitszeiten oder wegen Pausen sollte der Engpass immer produzieren. Da mehrere Werker an der Engpassmaschine arbeiten können, können die Aufgaben so zugeordnet werden, dass der Engpass immer besetzt ist und dort produziert wird.

Der Engpass ist auch ein Beispiel, wie die Gruppenmitglieder zusammenarbeiten sollen, um das Gruppenziel, z. B. die Tagesstückzahl zu erreichen. Müsste der Mitarbeiter an der Engpassmaschine die Produktion anhalten, z. B. um neues Material zu holen, um produzierte Werkstücke zu verpacken, um Teile zu kontrollieren oder um eine kleine Störung in der Teilezuführung zu beseitigen, kann er Hilfe anfordern, z. B. durch den Andon, ein Lichtsignal, das er für die Engpassmaschine auf „gelb“ stellt. Ein anderes Mitglied der Gruppe ist dann verpflichtet, seine Tätigkeit zu unterbrechen, um am Engpass auszuhelfen. Häufig ist diese Aushilfe auch als Tätigkeit in der Gruppe definiert und ein Springer hilft, wo er gebraucht wird. Voraussetzung dafür ist wieder, dass der Springer die Tätigkeiten an mehreren Arbeitsplätzen beherrscht.

1.6.3 Qualifikation und Qualifizierung der Gruppenmitglieder

Eine wichtige Eigenschaft von Gruppenarbeit in der Lean Production ist, dass die Gruppenmitglieder mehrere direkte und indirekte Tätigkeiten beherrschen, was durch Job Enlargement und Job Enrichment beschrieben wird. Da Ausbildung und Erfahrung nicht bei allen Mitgliedern einer Gruppe gleich sein können, werden die Aufgaben und Tätigkeiten in einer Gruppe auch nicht von allen gleich gut beherrscht und müssen auch nicht von allen gleich gut beherrscht werden. Das Instrument zur Visualisierung ist die Qualifikationsmatrix (fiktives Beispiel in Tab. 1.2).

In den Zeilen der Qualifikationsmatrix sind die Namen der Gruppenmitglieder aufgelistet, in den Spalten die Tätigkeiten. In den Zellen stehen zwei Zahlen, die die Ist- und die Soll-Qualifikation des Mitarbeiters für diese Tätigkeit darstellen. In wie vielen Stufen die Qualifikation unterteilt wird, ist nicht so wichtig. Wichtig ist aber, dass auch in der untersten Qualifikationsstufe produktiv gearbeitet werden kann und dass die höchste Qualifikationsstufe die Kompetenz ausdrückt, Kolleginnen und Kollegen anzulernen.

Der Dreher Schwarz in der Beispielmatrix (Tab. 1.2) hat fachlich die höchste Qualifikation an der Drehmaschine und beim Messen der Werkstücke erreicht. Er hat Grundkenntnisse im Fräsen, beherrscht die einfachen Vorgänge der Materialdisposition

Tab. 1.2 Qualifikationsmatrix (fiktives Beispiel)

Tätigkeiten Personen	Drehen		Fräsen		Material dis- ponieren		Werkstücke messen		Teamarbeit moderieren	
	Schwarz (Dreher)	6	7	3	4	3	4	6	7	3
Müller (Logistikerin)	2	4	2	4	5	7	1	3	5	7
Blau (Qualitätssicherer)	4	6	4	6	2	2	7	7	2	3
Schulz (junger Werker)	4	6	4	6	1	3	3	6	1	3

Legende: linke Zahl: Ist-Qualifikation, rechte Zahl: Soll-Qualifikation

Stufe 1: kann den Arbeitsplatz sauber halten

Stufe 2: kann einfache Tätigkeiten mit Anleitung ausführen

:

Stufe 6: kann auch schwierige Tätigkeiten selbstständig ausführen

Stufe 7: kann andere Mitarbeiter anlernen und weiterqualifizieren

und kann Routinebesprechungen mit anderen Teammitgliedern leiten. Damit die Qualifikationen in der Gruppe zukünftig gleichmäßig und mehrfach besetzt sind, soll er sich weiter qualifizieren, damit er auch an der Drehmaschine anlernen und Kollegen weiterbilden kann. Diese didaktischen Fähigkeiten soll er auch für die Weiterqualifizierung im Bereich der Qualitätssicherung einsetzen und er soll seine Kenntnisse beim Fräsen, in der Materialdisposition und bei der Moderation von Teamarbeit vertiefen.

Mithilfe der Qualifikationsmatrix wird zunächst transparent, welche Fähigkeiten in der Gruppe gebraucht werden, für direkte und indirekte Tätigkeiten. Fehlen – nach Einschätzung der Gruppenmitglieder oder des Vorgesetzten – Kompetenzen, müssen sie ergänzt werden. Weiterhin wird durch die Qualifikationsmatrix erreicht, dass transparent ist, wer welche Fähigkeiten hat. Ist ein Problem zu lösen, kann man sich an einen Experten der Gruppe wenden und ihn um Hilfe bitten – wenn man weiß, wer was kann. Das geht schneller und ist unter Kollegen einfacher, als externen Experten zu offenbaren, dass man etwas nicht kann oder nicht weiß (Abb. 1.7). Schließlich werden für jedes Gruppenmitglied individuelle Ziele formuliert, welche Fähigkeiten zu vertiefen sind. Wie dieses Ziel erreicht wird, bleibt der Initiative des Mitarbeiters überlassen. In der Qualifikationsmatrix kann er sehen, wer ihn für eine bestimmte Tätigkeit oder ein zu erreichendes Qualifikationsniveau weiterbilden kann. Die Job Rotation unterstützt die Einübung der erlernten Fähigkeiten.

Der Vorgesetzte wird zunächst mit dem Mitarbeiter die Ziele und den Zeitraum der Umsetzung vereinbaren. Er muss aber nicht die Umsetzung organisieren. Trotzdem wird er sich natürlich nach den Maßnahmen erkundigen, die der Mitarbeiter geplant oder schon umgesetzt hat, um sein Qualifikationsziel zu erreichen und er wird, wenn notwendig, bei der Umsetzung helfen. Schließlich hat auch der Vorgesetzte seinerseits Ziele zu erfüllen und die Verfügbarkeit von qualifizierten Mitarbeitern gehört normalerweise dazu.



Abb. 1.7 Die Weiterqualifizierung der Mitarbeiter ist Aufgabe der Arbeitsgruppe. (Foto: Bosch)

1.6.4 Planung der Fertigungsprozesse

In einer konventionellen Fertigung wird in planende und ausführende Aufgaben unterschieden. Planer sind besser ausgebildet und haben größere Erfahrung. Durch diese Arbeitsteilung sollten ungelernete Werker schneller am Arbeitsplatz angeleitet werden können. Der Planer ist verantwortlich, dass der Fertigungsprozess qualitätssicher und mit geringen Herstellkosten auf den vorhandenen Maschinen ausgeführt werden kann. Der Werker muss sich an diese Prozessvorschrift halten.

Im modernen Industriebetrieb bringen die Werker aber auch gute Qualifikationen mit. Ein Facharbeiter hat eine mehrjährige Ausbildung absolviert und häufig auch Erfahrungen in der Produktion gesammelt. Auch kann beobachtet werden, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, denen im Betrieb jeder Handgriff vorgeschrieben wird, im Privatleben planerische und organisatorische Fähigkeiten nutzen und z. B. ein Haus bauen oder renovieren, eine Jugendgruppe leiten, eine Sportmannschaft trainieren oder die Finanzen eines Vereins zusammenhalten. In der Lean Production werden diese beruflichen und außerberuflichen Fähigkeiten genutzt und die Mitarbeiter sollen Fertigungsabläufe gestalten und verbessern.

Unter der Bezeichnung Qualitätszirkel oder Kontinuierliche Verbesserung (KVP) bzw. Kaizen werden die Arbeitsgruppen aufgefordert, innerhalb eines überschaubaren Zeitraums Qualitätsprobleme zu lösen oder zu verringern, die Produktivität zu steigern, Bestände zu senken oder die ergonomische Arbeitsbelastung zu verringern. Gemeinsamkeiten dieser Aufgaben sind:

- Gestaltung und Veränderung bestehender Fertigungsprozesse
- Zielvorgabe
- überschaubarer Zeitraum
- Realisierung durch die Arbeitsgruppe mit einfachen Mitteln
- einfache, anschauliche Methoden

Die Planer werden dadurch nicht überflüssig, sondern konzentrieren sich auf:

- neue Produkte
- größere Investitionen
- Unterstützung der Arbeitsgruppen durch Vorbereitung der Aufgaben und Methoden

Für eine Layout-Planung können die Werker z. B. die Grundflächen der Maschinen und Arbeitsplätze aus großen Papierbögen ausschneiden und auf dem Boden auslegen. Man kann dann ausprobieren, ob der Hubwagen mit Palette genügend Platz hat, ob sich die Türen des Schaltschranks öffnen lassen, ob Fluchtwege eingehalten werden, wie lange Laufwege sind etc. Damit können einfach und anschaulich Planungsalternativen verglichen werden und die Arbeitsgruppe kann sich dann für die beste Lösung entscheiden. Wenn die Grundflächen nicht ausreichen, kann man mit Papp-Kartons Maschinen und Arbeitsplätze nachbauen und die Arbeitshaltung oder den Zugang zu einem Werkzeug überprüfen (Card Board Engineering). Die Werker können auch Vorrichtungen aus Karton mit Klebstoff herstellen und ausprobieren, wie gut die Vorrichtung ihren Zweck erfüllt. Wurde ein wirk-samer Prototyp entwickelt, kann der Vorrichtungskonstrukteur nach diesem Prototypen eine dauerhafte Vorrichtung konstruieren, beschaffen und erstellen lassen.

Die Vorgehensweise folgt damit dem PDCA_Zyklus: Plan – Do – Check – Action (vgl. [1, S. 7]). Geplant wird mit Schere und Klebstoff (Plan) und die Vorrichtung wird als Prototyp gebaut (Do). Es wird überprüft, ob die Vorrichtung die Produktion verbessert (Check). Im Erfolgsfall wird die Vorrichtung als dauerhafte Vorrichtung eingeführt und der verbesserte Prozess zum neuen Standard (Action); sonst muss ein neuer Versuch gestartet werden.

Ähnlich wie für Prozessverbesserungen gibt es Vorgehensweisen, z. B.

- zur Verringerung von Rüstzeiten: SMED – Single Minute Exchange of Dies;
- zur Qualitätssicherung:
 - FMEA (Failure Mode and Effect Analysis oder Fehlermöglichkeiten-und-Fehlereinfluss-Analyse),
 - SPC (Statistical Process Control oder Statistische Prozesskontrolle),
 - Poka Yoke (Fehlhandlungssicherheit, einen manuellen Prozess so gestalten, dass man keinen Fehler machen kann),
 - Ursache-Wirkungs-Diagramm oder Ishikawa-Diagramm, ordnet die Parameter eines Fertigungsprozesses den 5 Gruppen Mensch, Maschine, Material, Methode und Mitwelt zu,
 - Statistische Versuchsplanung nach Taguchii oder DOE – Design of Experiments.

1.6.5 Materialdisposition

Materialien können nach Bedarf oder nach Bestand disponiert werden. Eine bedarfsorientierte Materialplanung für variantenreiche Materialien ist für Werkergruppen nicht geeignet, denn sie erfordert.

- einen Produktionsplan,
- eine Stückliste mit einer entsprechenden Stücklistenstruktur,
- eine Netto-Bedarfsplanung mit Berücksichtigung der Lagerbestände,
- und damit eine Lagerbestandsverwaltung.

Diese Aufgabe übernimmt im Unternehmen das ERP-System (Enterprise Resource Planning), mit dem wiederum nur geschulte Logistiker umgehen.

Einfacher anzuwenden ist die bestandsorientierte Disposition. Man folgt hier dem Supermarktprinzip: Entnommene Ware wird wieder aufgefüllt. Es wird also das bestellt und produziert, was verbraucht wurde. Ein Lagerbestand garantiert die Materialverfügbarkeit zwischen dem Zeitpunkt der Entnahme und dem Auffüllen des Bestandes. Der Kanban, eine Karte mit allen Informationen zum Artikel (z. B. Teile-Nummer, Lagerort, Füllmenge im Behälter etc.) ist am Behälter befestigt. Wird der Behälter dem Pufferlager entnommen, wird der Kanban an den externen Lieferanten oder die liefernde Abteilung geschickt. Dort werden die Kanbans gesammelt. Je mehr Kanbans eines Artikels beim internen oder externen Lieferanten sind, desto geringer ist der Bestand im Pufferlager. Wird ein Mindestbestand unterschritten, sind also genügend Kanbans beim Lieferanten, ist das das Signal, den Pufferbestand wieder aufzufüllen. Die gefüllten Behälter werden zusammen mit den Kanbans im Pufferlager bereitgestellt (Abb. 1.8) (ausführlichere Darstellung in [3] Abschn. 2.6).

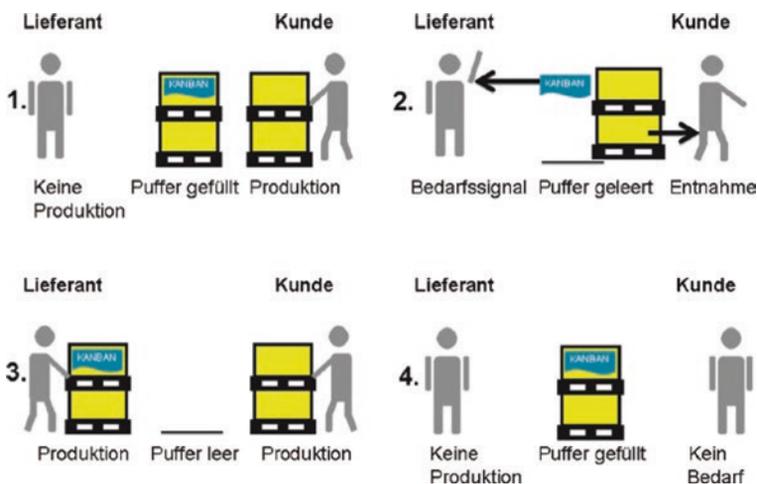


Abb. 1.8 KANBAN-Kreislauf mit internen und externen Lieferanten

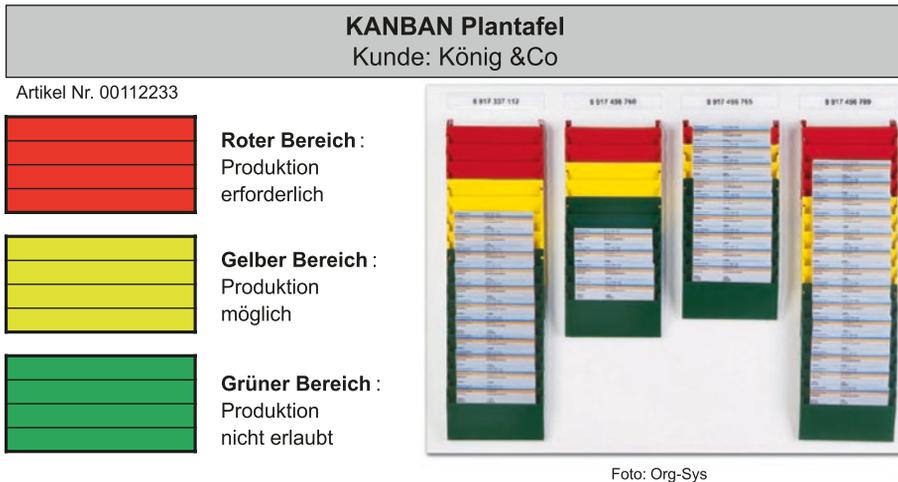


Abb. 1.9 Plantafel zur KANBAN-Steuerung. (Quelle Foto rechts: ORG-SYS)

Die Höhe der Bestände und die Dringlichkeit der Nachlieferung sind für die beteiligten Werker des Lieferanten sichtbar, sodass die Materialdisposition so einfach ist, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sie selbst ausführen können (Abb. 1.9). Ebenso einfach ist die Entnahme beim Kunden: wie im Supermarkt wird die Ware aus dem Lagerplatz entnommen. Anstatt an der Supermarktkasse zu bezahlen, wird der Kanban in den Briefkasten geworfen. Materialentnahmescheine und Bestandsbuchungen entfallen.

Anstatt Karten hin und her zu schicken, können elektronische Kanbans auch mit einem Scanner erfasst werden. Die Bestellinformation wird dann beim Lieferanten auf dem Bildschirm ausgegeben. Beim Auffüllen des Pufferlagers wird wieder der Kanban gescannt, als Signal, dass das Pufferlager wieder gefüllt ist.

1.6.6 Maschinenverfügbarkeit und Instandhaltung

Argumente, warum Werker keine Instandhaltungs- oder Reparaturaufgaben übernehmen sollten sind häufig:

- die Mitarbeiter sind für Instandhaltungsaufgaben nicht qualifiziert,
- die Mitarbeiter in der Produktion sind für einfache Reinigungsarbeiten zu teuer
- die Mitarbeiter sollen sich auf wertschöpfende Produktionsarbeiten konzentrieren.

Da die Mitarbeiter jedoch mit ihren Maschinen und Anlagen vertraut sind, kennen sie typische Störungen aus Erfahrung ganz gut und können schnell den Fehler oder die Störung beseitigen. Außerdem erhöht die Verantwortung für die Maschine auch die Identifikation mit dem Arbeitsplatz und damit die Motivation.