Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 108 (1990)
Heft: 16-17

Artikel: Just In Time in der Komponentenfertigung
Autor: Riemer, Peter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77405

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Just In Time in der Komponentenfertigung

Im Produktionsbereich Mehrschichtkeramik des IBM-Technologiewerkes Sindelfingen werden neue produktive Fertigungsstrategien wie «Just In Time», «Kanban» oder «CFM» (Continuous Flow Manufacturing) implementiert. Der Beitrag soll aufzeigen, welche Erfahrungen dabei in der Komponentenfertigung gesammelt werden konnten.

VON PETER RIEMER, SINDELFINGEN

Das Werk produziert Komponenten vor allem für die mittleren und Grosssysteme der IBM, im einzelnen Schalt- und Leiterplatten, Speicher-Chips bzw. Modules sowie Mehrschichtkeramik-Substrate für das sogenannte TCM (Thermal Conduction Module).

Der Bereich selbst umfasst etwa 300 Mitarbeiter in der Fertigung, 400 Mitarbeiter in den unterstützenden Funktionen sowie 2 Lieferanten im Umkreis von 100 km, zu denen ein Teil der Fertigung verlagert ist.

Fertigung von Keramik-Substraten

Die JIT-Einführung wird am Beispiel der Fertigung von Keramik-Substraten erläutert, deren Aufbau bzw. die Prozessstufen in der Lagenfertigung in Bild 1 und Bild 2 dargestellt sind.

Ein TCM-Substrat ist aus 36 Keramiklagen aufgebaut, die nach der Personalisierung zusammenlaminiert und gesintert werden. Nach anschliessender Oberflächenbehandlung und elektrischem Test werden die 1800 Kontaktstifte angelötet, über die die elektrische Versorgung des Substrates sichergestellt wird. Das Aufbringen der 100 Chips erfolgt in einem Schwesterwerk.

Die einzelnen Lagen besitzen entsprechend ihrer Aufgabe verschiedenartige Schaltmuster, die durch Lochstanzen bzw. Siebdrucken mit anschliessender Inspektion gefertigt werden.

Situation vor Jit-Einführung

Nicht selten verstrichen in der Vergangenheit 12 Monate vom Produktionsstart der ersten Komponente bis zur Auslieferung des Systems an den Kunden. Lange Durchlaufzeiten schränkten ein flexibles Agieren auf sich ändernde Marktsituationen und Kundenwünsche gewaltig ein. Überbestände zur Sicherstellung der Lieferbereitschaft stiegen relativ und absolut gesehen überproportional an, ohne damit gewährleisten zu können, immer den richtigen Teilnummernsatz produziert zu haben. Die hohe Änderungsfrequenz bei Logik-Substraten schliesst eine Vorproduktion ohnehin nahezu aus. Es stellte sich die Frage, wie dieser Problematik schneller und effektiver zu begegnen sei.

Ermuntert durch die Konkurrenz, vor allem aus Fernost, stiess man zu Fertigungsphilosophien vor, die sich zum Ziel gesetzt haben, mit einem Minimum an Aufwand (Input) ein Maximum an Produktivität (Output) zu erreichen, und dies bei hoher Qualität und Termintreue.

Toyota nennt diese Methode «Just In Time» (JIT), ein Begriff, der sich auch in vielen anderen Betrieben durchgesetzt hat.

IBM nennt diese Fertigungsmethode weltweit «Continuous Flow Manufacturing» (CFM).

CFM-Analyse

Methodenplaner haben sich daraufhin eingehend mit der CFM-Fertigungsphilosophie befasst und die Fertigungsabläufe in der Mehrschichtkeramiklinie nach CFM-Prinzipien analysiert (Tabelle 1):

1. nach der Rohprozesszeit (RPZ), also der Zeit, in der das Produkt eine Wertschöpfung erfährt
2. nach allen übrigen Zeiten bzw. Abläufen, die per CFM-Definition schlechthin als «unnötiger Aufwand» bezeichnet werden, z. B. vorbereitende Massnahmen (Rüsten), logistische Tätigkeiten (An- und Abmelden) oder administrative Tätigkeiten

Es gilt nun, diese ineffizienten bzw. produktivitätshemmenden Kriterien zu reduzieren bzw. zu eliminieren. Dazu wurden Projekt-Teams aus verschiedenen Funktionen gebildet, die die Problemzonen systematisch attackierten und notwendige Massnahmen zur Reduzierung einleiteten.

Analyse der Durchlaufzeit

Eine noch präzisere Antwort ergab eine Detailanalyse der Durchlaufzeit in ihren Einzelelementen (Bild 3).

Auffallend daran sind 3 Punkte:

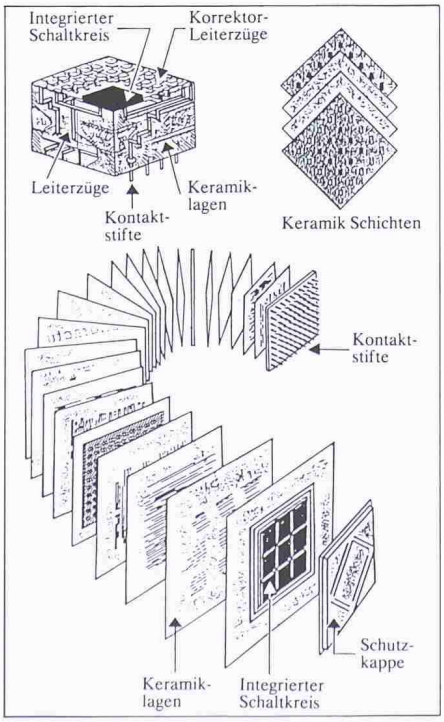

Bild 1. Aufbau von Mehrschicht-Keramik-Substraten

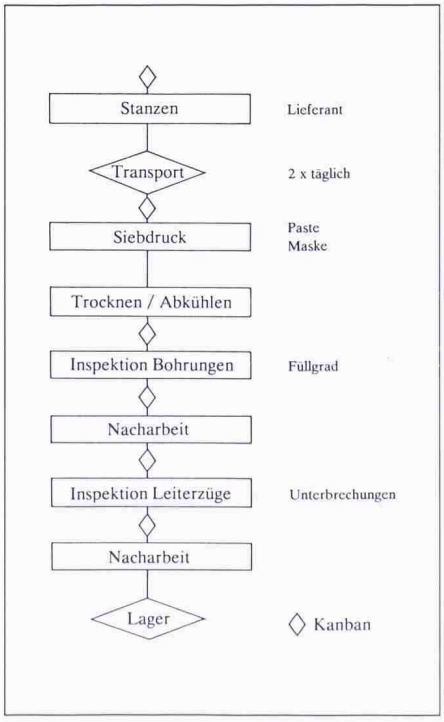

Bild 2. Prozessfluss Lagenfertigung

1. der geringe Anteil der Rohprozesszeit oder Wertschöpfung von weniger als 10 Prozent an der Durchlaufzeit
2. der erschreckend hohe Anteil der Wartezeiten, der bei herkömmlichen Fertigungsmethoden etwa 50 Prozent der gesamten Durchlaufszeit darstellt
3. ein etwa 30prozentiges Potential bei Nutzung der 3. Schicht.

Wartezeiten

Wartezeiten können sein.

- prozessbedingt
- losabhängig
- kapazitätsbedingt
- maschinenabhängig
- mitarbeiterbedingt
- system-/datenabhängig
- qualitätsbedingt
- transportbedingt
- rüstzeitbedingt
- steuerungs-/logistikbedingt

Abgesehen von prozessbedingten gibt es keine plausiblen Gründe für Wartezeiten. Bei der Analyse der Einzelelemente der ungeplanten Wartezeit (Bild 4) ist eklatant auffallend, dass der grösste Teil der Wartezeiten den sogenannten steuerungs- und logistikbedingten Wartezeiten zuzuordnen ist, d.h., Produkte warten grundlos wegen inadäquater Logistik und Steuerung. Diesen Missstand zu beseitigen ist wiederum Aufgabe der Projekt-Teams. Die heutigen Logistik-Systeme genügen aufgrund ihrer Komplexität oftmals nur unzureichend den CFM-Anforderungen. Effektive Logistik-Systeme müssen auch vom Mitarbeiter in der Linie verstanden und bedient werden können.

Als weiteres Hilfsmittel zur Reduzierung der Wartezeiten wurde die Simulation eingesetzt (Bild 5). Durch Simulieren von Abläufen konnte Engpasssituationen rechtzeitig entgegengesteuert werden. Das Simulieren von Losgrössen war ebenfalls ein Projekt. Hier galt es, die optimale Losgrösse bei gegebenem Maschinenpark, optimaler Nutzung der Kapazität und kürzester Durchlaufzeit zu finden. Die Vergangenheit hat immer wieder gezeigt, dass bei Problemsituationen die Gefahr wächst, in gewohnte und zementierte Praktiken, sprich «Just In Case», zurückzufallen. Konsequentes Vorgehen nach CFM-Richtlinien ist hier gefragt. Gerade bei Neuanläufen der immer komplexer werdenden Prozesse und Produkte sind wir als CFM-Verantwortliche gefragt, die CFM-Kriterien bereits in der Planungsphase exakt zu definieren und festzuschreiben. Die Ingenieur- und Planungsfunktionen müssen hier eng mit der Fertigung kooperieren, damit das Design für Prozess, Maschine und Produkt auch fertigungsgerecht ausfällt. Da Kanban unweigerlich Probleme und Schwächen im Fertigungsablauf aufzeigt, ist gerade aus diesem Grunde diese Methode dem einen oder anderen von uns ein unangenehmer Partner. Mittelfristig ist bis Mitte 1989 die Implementierung von JIT für alle Produktionsbereiche des Werkes Sindelfingen geplant. Continuous Flow Manufacturing ist eine Fertigungsphilosophie, die uns nicht nur im Werk Sindelfingen, sondern weltweit in allen IBM-Werken begleiten wird.

CFM-Kriterien	Arbeitsfolgen	*Rohprozesszeit* RPZ	*Durchlaufzeit* DLZ	*Effektive Prozesszeit* EPZ
Rüsten Logistik Wertschöpfung Logistik	Stanzdaten Auftragsfreigabe Stanzen An-/Abmelden Prozessdaten	1,75	7,2	24,3
Rüsten Logistik	Maske/Paste/Teile An-/Abmelden Prozessdaten	0	10,2	0
Wertschöpfung Logistik Logistik	Siebdruck Trocknen Abkühlen Umsetzen An-/Abmelden Prozessdaten	4,25	14,4	30,1
Rüsten Qualität Logistik	Daten Laden Inspektion Rückseite Nacharbeitung Trocknen An-/Abmelden Prozessdaten	0	18	0
Rüsten Qualität Qualität Logistik	Daten Laden Inspektion Vorderseite Nacharbeitung Trocknen Qualitätskontrolle An-/Abmelden Prozessdaten	0	21,6	0
Summe	27	6	72	8,3

Tabelle 1. CFM Analyse

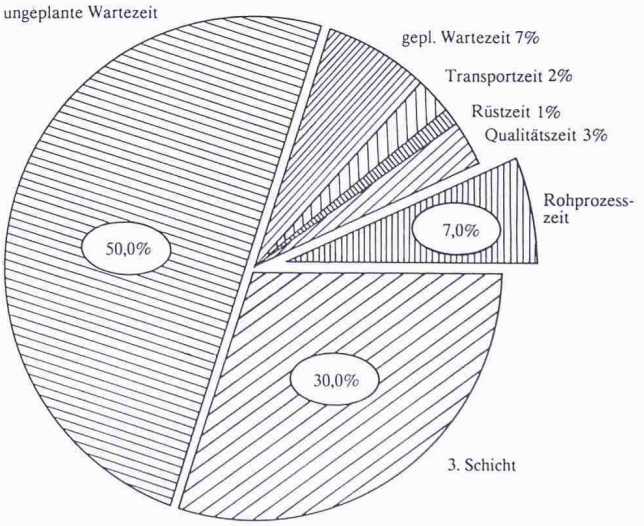

Bild 3. Einzelelemente der Durchlaufzeit DLZ

Warum wartet ein Produkt?

Prozessbedingt
Losabhängig
Kapazitätsbedingt
Maschinenabhängig
Mitarbeiterbedingt
System/Datenabhängig
Qualitätsbedingt
Transportbedingt
Rüstzeitbedingt
Steuerung/Logistikbedingt

Bild 4. Einzelelemente der ungeplanten Wartezeit

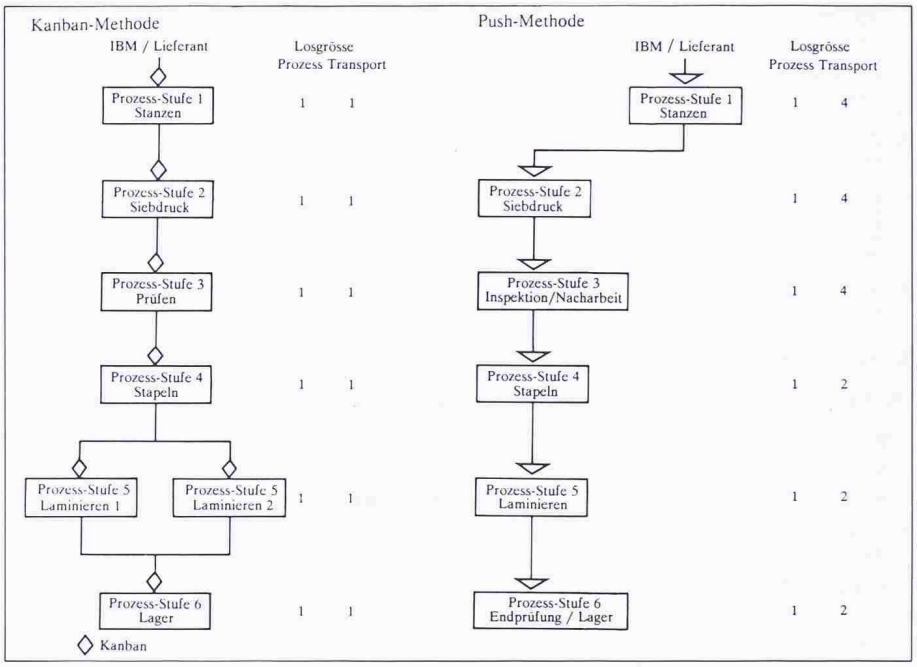

Bild 5. CFM-(Continuous-Flow-Manufacturing-)Simulationsübung mit Gegenüberstellung von Kanban- und Push-Methode

Rüstzeiten / Losgrössen

Eine enge Korrelation besteht zwischen den Rüstzeiten und den Losgrössen. Aufträge werden zu relativ grossen Losgrössen zusammengefasst, um die Rüstzeiten und die damit verbundenen Kapazitätsverluste so gering wie möglich zu halten. Andrerseits verursachen grosse Losgrössen lange Durchlaufzeiten, binden hohe Materialbestände und schränken die Flexibilität gegenüber dem Kunden enorm ein.

Als Kunde ist hier auch die folgende Prozessstufe zu sehen.

Das Problem muss primär an der Wurzel, also den Rüstzeiten, angegangen werden. Sind einmal die Rüstzeiten auf ein Minimum reduziert oder gar eliminiert worden, können und müssen auch die Losgrössen auf ein vertretbares Mass verringert werden, wie wir später an einem praktischen Beispiel noch sehen werden. Zu unterscheiden ist zwischen Prozess-Losgrössen sowie Transport-Losgrössen

Die Prozess-Losgrösse wird weitgehend von der Bauart der Maschine bestimmt. Bei einem Durchlaufofen kann die Losgrösse relativ klein gehalten werden; der Ofen wird in der Taktzeit beschickt, bzw. prozessierte Teile verlassen in dieser Zeit den Ofen. Die Bestände vor bzw. nach dem Ofen werden somit auf ein Minimum reduziert und erlauben in den Folgeprozessstufen eine kontinuierliche Weiterverarbeitung bei kürzester Durchlaufzeit. Nachteilig verhalten sich diese Parameter in einem Kammerofen. Grosse Losgrössen mit hohen Beständen und negativen Auswirkungen auf ein kontinuierliches Weiterprozessieren sind die Folge.

Massenfertigung	Einzel/Los-Fertigung
Maschinenanordnung/Layout	
Prozessablauf	Gruppierung gleichartiger Maschinen
Materialfluss	
kontinuierlich	"Stop and Go"
Parameter	
hoher Durchsatz	niedriger Durchsatz
geringe Rüstzeiten	hohe Rüstzeiten
kurze Durchlaufzeiten	lange Durchlaufzeiten
niedrige Bestände	hohe Bestände
grosses Volumen	geringes Vorlumen
Automation	geringer Automationsgrad
Ziel	
Effizienz	Flexibilität
Niedrige Kosten	

Bild 6. Massen / Einzelfertigung

Massenfertigung / Einzelfertigung

Während die Massenfertigung in erster Linie auf die Effizienz der Linie zielt, wird in der Einzel- oder Losfertigung der Produktflexibilität ein höherer Stellenwert gegeben. Beide Parameter zu vereinen ist wiederum Aufgabe von CFM, um wettbewerbsfähige Kosten zu erreichen. Typisch bei einer Massenfertigung ist die Maschinenanordnung gemäss Prozessfluss, während in einer Einzelfertigung gleichartige Maschinen zusammengruppiert zu finden sind. Der Materialfluss ist weitgehend kontinuierlich in der Massenproduktion im Gegensatz zur Einzelfertigung, wo im «stop and go»-Verfahren die Teile von Prozess zu Prozess bewegt werden. Die Transportlosgrössen werden weitgehend vom Materialfluss bzw. vom Layout bestimmt. Schliesst sich die Folgeprozessstufe räumlich gesehen unmittelbar an die vorausgegangene an, kann die Transportlosgrösse klein gehalten werden. Ist jedoch eine grössere Entfernung zwischen den Prozessstufen zu überwinden, fasst man aus Aufwandsgründen zu grösseren Losen zusammen (Bild 6).

Taktzeiten

Ein elementar wichtiges Element zur produktiven Fertigung ist die Taktzeit. Sie hängt weitgehend von einer ausbalancierten Linienkapazität ab, wie das Beispiel auf Bild 7 zeigt.

Die Ist-Taktzeit wird prozess- bzw. maschinenseitig durch den kapazitiven Engpass-Prozess bestimmt. Dieser Engpass-Prozess muss durch Verkürzung der Prozesszeit erweitert werden; gelingt dies nicht, sind Investitionen in weitere Maschinen notwendig. Bei manuellen Prozessen, z. B. bei Inspektionen, kann die Ist-Taktzeit auch durch nicht ausreichende Mitarbeiter (Engpass) bestimmt werden. In diesem Fall wäre unmittelbar ein Aufstocken der Mitarbeiter erforderlich; mittelfristig effektiver jedoch ist hier das Erhöhen der Prozessstabilität, um die Inspektionen auf Stichproben beschränken zu können.

Die Soll-Taktzeit für ein bestimmtes Bauprogramm lässt sich aus der täglichen Produktionszeit und der täglich zu produzierenden Menge errechnen. Werden z.B. pro Tag 1000 Einheiten produziert in einem 2-Schicht-Modell, so ergibt sich für die Soll-Taktzeit folgende Gleichung:

$$\text{Taktzeit} = \frac{\text{Prod. Zeit/Tag}}{\text{Prod. Menge/Tag}}$$

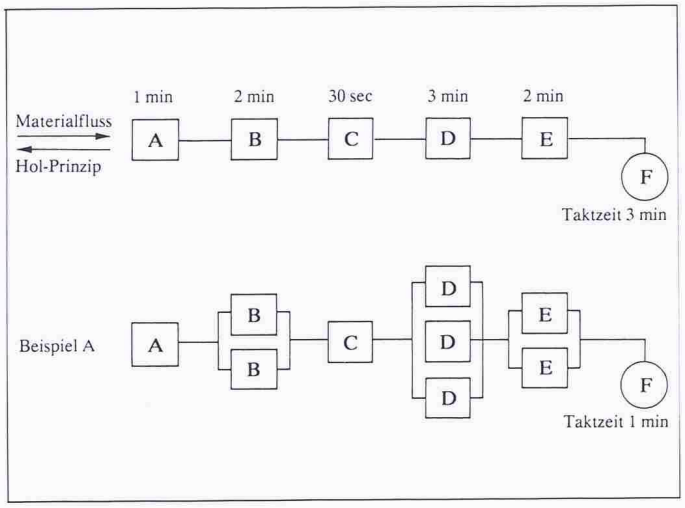

Bild 7. Beispiel von Ist- und Soll-Taktzeiten

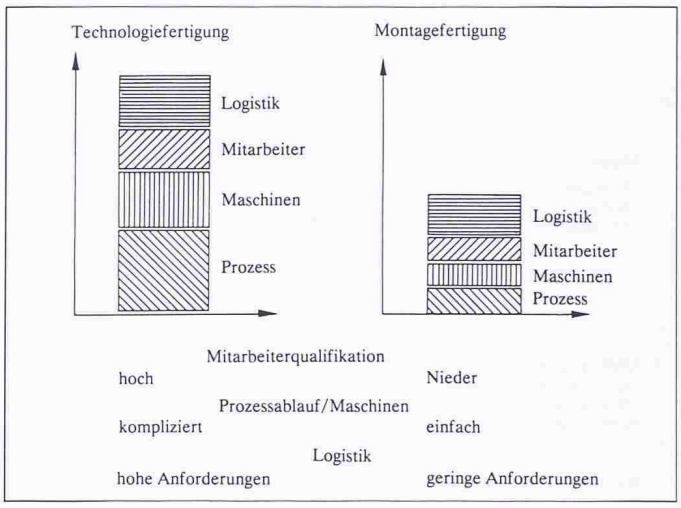

Bild 8. Vergleich Technologie-/Montagefertigung

$$= \frac{16\,\text{h} \times 60\,\text{min}}{1000\,\text{Teile}}$$

$$= \frac{960}{1000} = 1\,\text{min}$$

Die Aufgabe lautet nun, Soll und Ist-Taktzeit aufeinander abzustimmen und der Produktionszeit anzupassen.

CFM-Vorgehensweise

Anfang 1985 begann man im Hause IBM, sich mit der Reduzierung von Durchlaufzeiten und Beständen zu beschäftigen. Automatisieren hiess damals die Devise. Bald folgte jedoch die Erkenntnis, dass damit lediglich eine Verlagerung der Problematik von einer Prozessstufe zur nächsten erreicht wird.

Als wesentlich geeigneteres und vor allem wirtschaftlicheres Instrument sollte sich die «Just In Time» oder CFM-Methode erweisen, unterstützt durch eine Kanban-Steuerung nach dem Hol-Prinzip. («Kanban» ist das japanische Wort für Karte. Hier ist damit eine Bestellkarte an die vorgelagerte Prozessstufe gemeint.) Trotzdem brachte anfangs ein Imitieren oder Kopieren des Kanban-Systems nach japanischem Vorbild nicht den erwünschten Erfolg. Das Umfeld für JIT musste zuerst geschaffen werden, die Mitarbeiter mussten sich mit der neuen Fertigungsphilosophie identifizieren. Als grösster Hemmschuh erwies sich anfangs das Management der 1. und 2. Führungsebene, das sich noch nicht von der gewohnten Denkweise trennen konnte, weil doch auch mit dieser Methode Fortschritte erzielt wurden. Maximaler Durchsatz in jeder einzelnen Fertigungsstufe, max. Nutzung der Maschinenkapazität, hoher Bestand an Halb- und Fertigfabrikaten als schützender Mantel zur Sicherstellung der Lieferbereitschaft waren hier weiter die primären Argumente. Es herrschte also eine typische «Just In Case»-Denkweise vor, wie sie häufig bei High-Tech-Prozessen anzutreffen ist, um alle möglichen Risiken abzudecken, die aber auch ihren Preis hat.

Vergleich Technologie-/Montagefertigung

Oftmals wurde der Irrtum als Ausrede vorgebracht, dass JIT oder Kanban nur bei einer Montagefertigung praktikabel und in Technologielinien nicht realisierbar sei. Bei entsprechender Schaffung des Umfeldes liess sich jedoch bewiesen, dass CFM bzw. Kanban auch im Bereich von Prozess und Technologie erfolgreich anwendbar ist. Sicherlich sind die Voraussetzungen für CFM in einer Technologiefertigung höher angesiedelt in bezug auf Prozess- und Maschinenstabilität, Mitarbeiter-Qualifikation sowie Logistik, wie aus Bild 8 zu ersehen ist.

CFM-Seminar

Durch ein- bis zweitägige Seminare wurden alle 700 Mitarbeiter der Fertigung und der unterstützenden Funktionen einschliesslich des Managements bis zur 3. Führungsebene geschult und mit CFM-Praktiken vertraut bzw. konfrontiert, und zwar nach dem Schema der CFM-Vorgehensweise:

- CFM-Seminar
- Kanban-Spiel
- Linien-Analyse
- Pilotprojekte
  - Kanban definieren
  - Anwendung des Hol-Prinzips
- Organisation
  - Verantwortung in der Fertigung
  - Mitarbeiter der Zukunft
- Rüstzeit → 0
- Losgrösse → 0
- Takt-Zeit-Optimierung
- Ausdehnung Kanban auf alle Segmente
- Einbeziehen der Zulieferer/Lieferanten

Ein praktisches Kanban-Spiel mit Produkten aus der eigenen Fertigung half mit, selbst grösste Kritiker zu überzeugen. Führungskräfte bis zur 3. Ebene operierten hier neben Mitarbeitern aus der Linie nach Kanban-Regeln. Anhand von optimierten Losgrössen, materialflussgerechtem Layout, Anwendung des Kanban-Prinzips und reduzierten Wartezeiten durch geänderte Schnittstellen im Fertigungsbereich wurden hier eindrucksvoll die positiven Auswirkungen auf Durchlaufzeit, Durchsatz, Schrottreduzierung, Halbfabrikate, Mitarbeiter und Fläche praxisnah demonstriert. Diskussionen mit der Werkleitung halfen jedem Mitarbeiter, sich mit der neuen Fertigungsphilosophie zu identifizieren.

Linien-Analyse/Pilot-Projekt

Nach einer gründlichen Linienanalyse nach CFM-Kriterien wurde in der Lagenfertigung ein Pilot-Projekt aufgesetzt. Unter Federführung der Fertigung wurden für den Prozess-Sektor Lagenfertigung acht aufeinanderfolgende Prozessstufen logisch verkettet, d. h.

- Maschinen
- Kapazitäten
- Mitarbeiter
- Produkte

optimal aufeinander abgestimmt bzw. synchronisiert. Kanban-Stationen wurden vor jeder einzelnen Prozessstufe festgelegt und die Kanban-Grössen in Abhängigkeit von Prozess- und Maschinenstabilität, aber auch Anzahl der zur Verfügung stehenden Maschinen und Flexibilitäts-Kriterien definiert. Grundsätzlich galt folgende Regel: eine Prozessstufe produziert nur so viel an Halbfabrikaten, wie von der folgenden Stufe (Kunden) unmittelbar verarbeitet werden kann, d.h., ist das Kanban-Gate der folgenden Prozessstufe gefüllt, ruht

Bild 9. Verantwortung im Fertigungsbereich

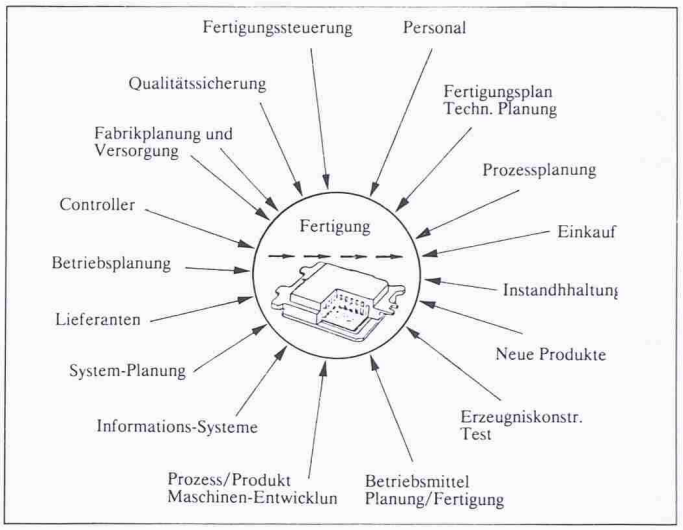

Bild 13. Funktionen, die an CFM (Continuous Flow Manufacturing) beteiligt sind

der Prozess der vorausgehenden Operation. Zur besseren Kontrolle wurden anfangs sogenannte Kanban-Karten als Informationsträger eingesetzt, die später der Einfachheit halber durch sichtbar definierte Kanban-Flächen vor jeder Maschine ersetzt wurden. Voraussetzung für dieses Projekt war die vorgenannte Schulung der Mitarbeiter. Auftragsfreigaben bzw. Einstarts in die Fertigung durch die Fertigungssteuerung durften nur noch belastungsorientiert vorgenommen werden, unter Beachtung der Ist-Situation, d.h., trotz täglicher Produktionsrate von z.B. 10 000 Lagen durften im Extremfall bei einem Ausfall der ersten Stufe keine Einstarts getätigt werden. Zusätzlich wurde die Organisation in der Fertigung so optimiert, dass der logisch verkettete Prozesssektor nicht durch Abteilungsgrenzen, sprich Schnittstellen, getrennt wird. Man spricht hier von vertikaler Integration.

Verantwortung in die Fertigung

Mehr Verantwortung direkt vor Ort in die Fertigung zu bringen hiess das nächste Projekt, um eine eigenständig operierende Linie zu schaffen (Bild 9). Aufgaben, die seither von der Prozessunterstützung, Liniensteuerung, Qualitätskontrolle bzw. Instandhaltung wahrgenommen wurden, sind nach vorausgegangener Schulung des Fertigungspersonals in die Produktion integriert worden. Ebenfalls integriert in die Fertigung wird die Kostenverantwortung für Fertigungs- und Gemeinkosten. Reduzierungen von Schnittstellen, eine höhere Produktivität sowie klare Kostentransparenz waren das Resultat.

Statistische Prozess-Kontrolle

Ein produktives Werkzeug zur Kontrolle der Produkt-Qualität bzw. der Linien-Stabilität wurde mit der statistischen Prozesskontrolle (SPC) implementiert. SPC ermöglicht dem Mitarbeiter in der Fertigung die Überwachung relevanter Prozessparameter innerhalb eines definierten Prozessfensters nach statistischen Regeln. Der Erfolg des Kanban-Pilot-Projektes liess nicht lange auf sich warten. Die Durchlaufzeit konnte innerhalb kürzester Zeit halbiert werden. Dieser Erfolg ermutigte, das Pilot-Projekt Kanban auf die gesamte Mehrschichtkeramik Lagenfertigung auszudehnen, die etwa 130 direkte Mitarbeiter in der Linie beschäftigt. Plötzlich ging ein Ruck durch die Mannschaft. Die Fertigung sowie alle unterstützenden Funktionen hatten das Kanban-Prinzip akzeptiert; jeder Einzelne zog in die gleiche Richtung. Barrieren zwischen Abteilungen waren abgebaut, es wurde miteinander kommuniziert. Die Fertigung machte sich einen Spass daraus, die Durchlauf-

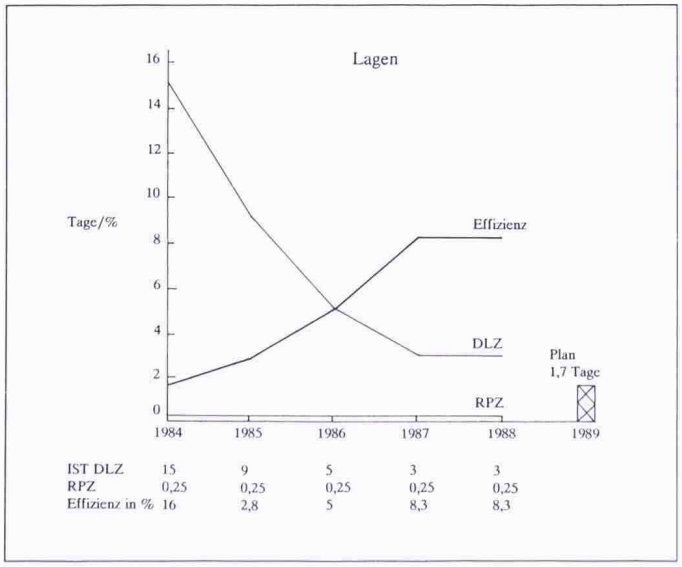

Bild 10. Durchlaufzeit (DLZ) und Effizienz in der Lagenfertigung bei gleichbleibender Rohprozesszeit (RPZ) von 0,25 h

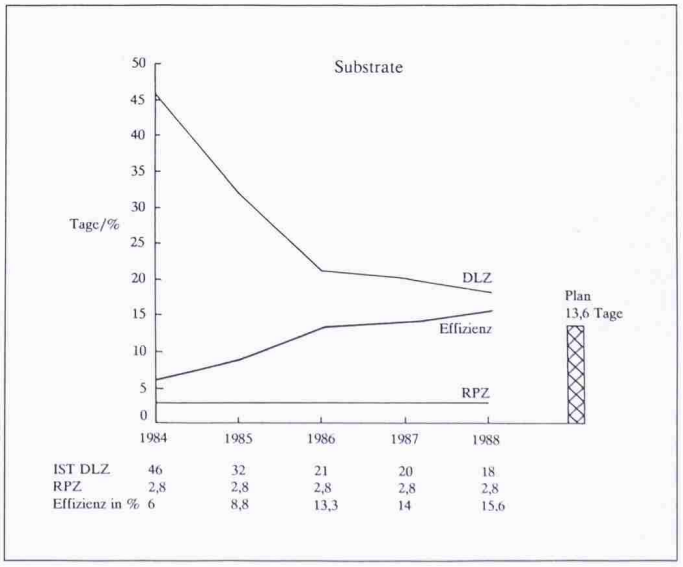

Bild 11. Durchlaufzeit (DLZ) und Effizienz in der Substratfertigung bei gleichbleibender Rohprozesszeit (RPZ) von 2,8 h

zeit von Woche zu Woche zu unterbieten.

Das Bild 10 zeigt, wie die Durchlaufzeit in der Lagenfertigung von 15 Tagen auf 3 Tage reduziert werden konnte. Die Rohprozesszeit beträgt 0.25 Tage. Die Effizienz der Linie, die sogenannte Manufacturing Cycle Efficiency (MCE), ausgedrückt als Quotient der Rohprozesszeit zur Durchlaufzeit, konnte von 1,6 auf 8,3 Prozent in der Lagenfertigung gesteigert werden. 1,7 Tage Durchlaufzeit wurde als Etappenziel für 1989 erreicht.

Ähnlich gute Erfolge waren in der Substratfertigung zu verbuchen (Bild 11). Hier gelang es, die Durchlaufzeit von 46 auf 18 Tage zu reduzieren, die Effizienz der Substratlinie von 6 auf 15,6 Prozent zu steigern bei konstanter Rohprozesszeit von 2,8 Tagen. Als Ziel für 1989 wurden 13,6 Tage Durchlaufzeit erreicht.

JIT-Erfolge

Seit Beginn der CFM-Aktivitäten im Werk Sindelfingen reduzierte sich die Durchlaufzeit in der Lagenfertigung um 82 Prozent, in der Substratfertigung um 56 Prozent.

Die Effizienz steigerte sich in der Lagenfertigung um den Faktor 5, in der Substratfertigung um den Faktor 2,5.

Reduzierungen der Halbfabrikate von 70 Prozent waren ein weiteres Erfolgskriterium.

Die Fertigbestände konnten annähernd halbiert werden bei gleichzeitiger Steigerung der Kundenflexibilität.

Der Materialumschlag, der sogenannte Turnover, wurde verdoppelt.

Lieferanten

Als letzte Stufe folgte der Einbezug der Lieferanten, zu denen ein erheblicher Teil der Prozesse verlagert ist, in die JIT-Philosophie, nachdem auch dort das geschilderte Umfeld geschaffen worden war. Selbst über eine Entfernung von 100 km konnte die Kanban-Methode erfolgreich eingeführt werden. Dies gelang durch dieselben Massnahmen, die im eigenen Hause erfolgreich waren. Schulung und Überzeugung der Mitarbeiter einschliesslich des Managements waren auch hier der Schlüssel zum Erfolg. Zu den Lieferanten wird in Zukunft ein elektronisches Kanban die räumliche Entfernung überbrücken helfen. Jeder Mitarbeiter in der Fertigung und in den steuernden Funktionen ist dann «on line» informiert über den Status der Vor- bzw. Folgeprozesse sowie der gesamten Linie.

Die vorliegende Arbeit ist die Zusammenfassung eines Vortrages, der anlässlich des «Just-in-Time-Seminars» des Zentrums für Unternehmensführung ZfU, Kilchberg, gehalten wurde.

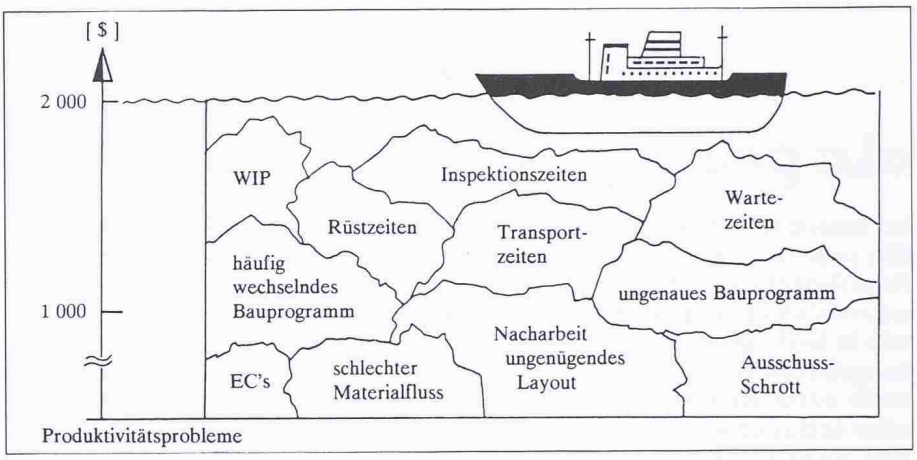

Bild 12. CFM (Continuous Flow Manufacturing) wird erreicht durch gezieltes Sichtbarmachen, Attackieren und Lösen von Produktivitätsproblemen

Problem-Erkennung

Kanban deckt lückenlos Schwächen im Fertigungsablauf auf (Bild 12). Diese als Produktivitätsprobleme dargestellten Störfaktoren wie Prozess- und Maschinenausfälle, Nacharbeiten, Transport, Rüst- und Wartezeiten usw. treiben unweigerlich die Kosten in die Höhe. Das Ziel heisst hier, durch gezieltes Analysieren bzw. Sichtbarmachen die Störfaktoren zu attackieren, zu reduzieren oder, noch besser, ganz zu eliminieren. Während in der Vergangenheit versucht wurde, die Schwächen des Prozesses, der Maschinen und des Produktes mit zusätzlichen quantitativen Kapazitäten abzudecken, so gilt es in der Fabrik der Zukunft, diese als qualitative Kapazitäten, sprich Flexibilität, zu speichern. Aus dieser Tatsache heraus sind Vorproduktionen als sogenanntes Umlaufvermögen zu vermeiden, ist jedoch die Flexibilität im Anlagevermögen der Maschinen zu investieren.

CFM / Wirtschaftlichkeit

Zum Abschluss ist auf die wirtschaftliche Betrachtungsweise von CFM-Projekten einzugehen. Traditionell wird in den finanziellen Bewertungen lediglich die Kapitalverzinsung durch die erreichten Einsparungen an Durchlaufzeit betrachtet, doch müssen hier weit wichtigere Kriterien berücksichtigt werden:

- rechtzeitige Markt-Präsenz mit neuen Produkten
- rasches Erkennen von Qualitätsproblemen
- flexibles Agieren gegenüber dem Markt
- flexibles Bereinigen von Ausnahmesituationen

Besonders das frühzeitige Erkennen von Problemen durch kurze Durchlaufzeiten ist eminent wichtig bei Neuanläufen. Man erhält dadurch eine schnelle Rückkoppelung über die Qualität der Vorprozesse, kann dadurch das Schrottrisiko minimieren und durch schnelles Agieren die Ausbeute erhöhen. Ausserdem fordern die immer kürzer werdenden Innovationszyklen neuer Produkte eine rasche Implementierung und erhärten somit die Forderung nach kürzeren Durchlaufzeiten. Einige der zitierten Punkte lassen sich zum jeweiligen Zeitpunkt der Investition nicht immer in Geld ausdrücken bzw. nachweisen, da die Vorteile von CFM erst zu einem späteren Zeitpunkt durch Einsparungen in der Operation wirksam werden. Die etablierten Finanzsysteme müssen sich deshalb flexibler der CFM-Philosophie anpassen, der Stellenwert von CFM-Kriterien muss richtig erkannt werden.

CFM heisst nicht nur Durchlaufzeit, wie von einigen Mitarbeitern ursprünglich behauptet, sondern die Summe aller Parameter, die als Resultat die grössten Wettbewerbsvorteile erzielen.

Mitarbeiter und Management sitzen in einem Boot, die Funktionen arbeiten im Team, um die Fertigung zu unterstützen, die Produktivität zu erhöhen und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten (Bild 13). Die Voraussetzungen für «Just In Time» sind nur gemeinsam zu schaffen.

Adresse des Verfassers: *P. Riemer*, CFM Implementierung, IBM Deutschland, Werk Sindelfingen.