



Entwicklung eines Masterplans für eine Elektronikgerätefabrik in China

Teil 2: Realisierung

Hans-Peter Wiendahl und Andreas Hogelücht¹

1 Einführung

Im ELVjournal Juni/Juli 2011 wurde über den Masterplan für das konzerneigene Werk „eQ-3“ in Zhuhai in Südkina der ELV/eQ-3-Unternehmensgruppe berichtet. Mittlerweile sind wesentliche Umstrukturierungs-

maßnahmen abgeschlossen, und es liegen erste Erfahrungen insbesondere über die neu gestaltete Montage vor. Der Beitrag präsentiert wesentliche Ergebnisse.

Der Materialfluss im fünfstöckigen Gebäude folgt dem stark vereinfachten Schema in [Bild 1](#).

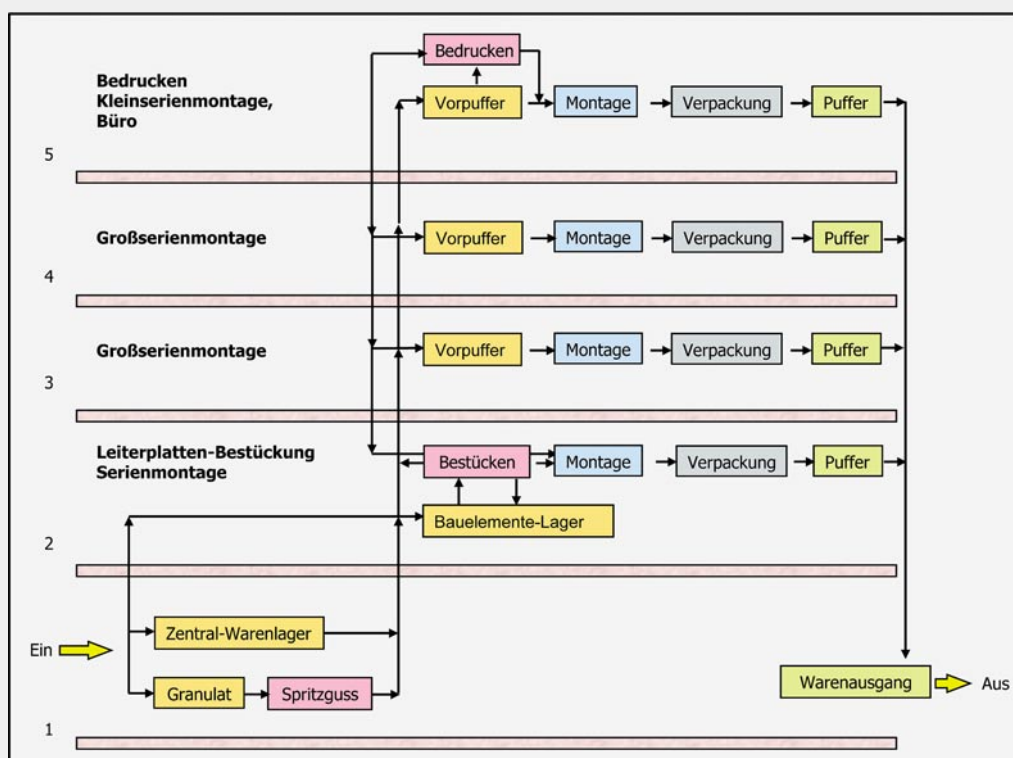


Bild 1: Materialfluss

¹ Prof. Hans-Peter Wiendahl war Berater bei der Erstellung des Masterplans des Werkes „eQ-3“ der ELV, Andreas Hogelücht ist Leiter dieses Werkes.



Bild 2: Zentralbüro

Das Erdgeschoss dient als zentrales Wareneingangslager und zur Herstellung der Kunststoffteile auf eigenen Spritzmaschinen. Die Teile werden im fünften Geschoss bedruckt und in die Vorpuffer der Produktmontage auf den Geschossen 2 bis 5 transportiert. Im ersten Stockwerk befinden sich die Bestückautomaten und manuellen Bestückungsplätze für die Leiterplatten sowie die Montage von Produktserien mit mittleren Stückzahlen. Im dritten und vierten Stockwerk erfolgt die Großserienmontage. Im fünften Stock findet neben dem erwähnten Bedrucken der Gehäuse die Montage kleiner Produktserien statt. Dort ist auch das zentrale Büro mit Blick in die Produktion angeordnet (Bild 2).

Links im Bild sind die Büros der Manager und in der Mitte die Teamarbeitsplätze für die Funktionen Einkauf, Disposition, Planung und Steuerung usw. zu erkennen. Die räumliche Nähe und der direkte Blickkontakt unterstützen die persönliche Kommunikation und ermöglichen rasche Entscheidungen.

2 Fertigung

Aus Qualitäts-, Kosten- und Verfügbarkeitsgründen erfolgen die Fertigung der Gehäuseteile und die Bestückung der zugekauften Leiterplatten im eigenen Werk. Bild 3 zeigt einen Blick in die Halle mit den Kunststoffspritzmaschinen. Sie werden über Zuleitungsrohre aus zentralen Silos mit Kunststoffgranulat versorgt.

Ein besonderes Augenmerk wird auf eine prozessnahe Qualitätsprüfung gelegt, Bild 4. Da die Entnahme der Teile aus der Spritzgussform mit dem im Hintergrund erkennbaren Handhabungsgerät erfolgt, ist ein vollautomatischer Betrieb der Spritzgießmaschinen möglich. So kann ein Mitarbeiter mehrere Maschinen beaufsichtigen und sich auf die Überprüfung der Qualität konzentrieren.



Bild 3: Kunststoffteile-Fertigung auf Spritzmaschinen



Bild 4: Qualitätsprüfung gespritzter Teile

Der nach den Regeln der schlanken Produktion gestaltete Arbeitsplatz fasst alle benötigten Informationen und Werkzeuge in Griffnähe zusammen.

Das Bedrucken der Kunststoffteile, z. B. die Beschriftung von Produktgehäusen, muss in einer sauberen Umgebung erfolgen, um einen gut lesbaren und lange haltbaren Aufdruck zu erzeugen. Bild 5 vermittelt einen Eindruck des entsprechenden Arbeitsraums.

Ein wesentlicher Produktionsschritt betrifft die Bestückung der Leiterplatten. Die unbestückten Leiterplatten werden produktspezifisch von einem externen Zulieferer bereitgestellt. Elektronische Standardbauelemente werden vollautomatisch mit Bestückungsautomaten auf den Leiterplatten platziert, siehe Bild 6.

Sofern Sonderbauelemente benötigt werden, sind diese zusätzlich von Hand einzusetzen, bevor sämtliche Bauteile der fertig bestückten Leiterplatten gelötet und damit elektrisch verbunden werden. Bei Leiterplatten mit reiner SMD-Bestückung erfolgt der Lötprozess in einem computergesteuerten Reflow-Ofen, ansonsten in einer sog. Doppelwellen-Lötstraße. Bild 7 zeigt im Vordergrund die Bestückplätze, im Hintergrund ist die Lötanlage sichtbar.

3 Montage

Die gravierendste Veränderung der Produktion hat in der Montage stattgefunden. Ausgehend von Bild 1 zeigt Bild 8 die innere Struktur als Detail



Bild 5: Bedrucken von Kunststoffgehäusen



Bild 6: Automatische Leiterplattenbestückung mit Standardbauelementen

Bild 7: Manuelle Bestückung von Leiterplatten mit Sonderbauelementen



aus Bild 1 sowie die Verknüpfung mit dem zentralen Warenlager und dem Warenausgang. Wie in Teil 1 der Veröffentlichung über den Masterplan im ELVjournal Juni/Juli 2011 beschrieben, wird die gesamte Montage in Montagezellen aufgeteilt. Diese werden aus einem lokalen Teilepuffer auftragspezifisch nach dem Supermarktprinzip mit den richtigen Teilen versorgt und arbeiten nach dem One-Piece-Flow-Prinzip.

Bild 9 zeigt zunächst den Supermarkt für die Teilekommissionierung, der genauso wie ein Lebensmittel-supermarkt funktioniert. Für jeden Artikel sind ein oder mehrere Fächer vorgesehen, in denen die Artikel so gelagert sind, dass immer das vorderste Teil entnommen wird und die restlichen Teile auf der Schräge nachrutschen. Dadurch wird das First-in-First-out-Prinzip sichergestellt. Wenn ein definierter Restbestand erreicht ist, erfolgt eine Nachfüllung aus dem Zentrallager.

In Bild 10 sind einige der bisher 23 neu aufgebauten Montagezellen zu sehen. Sie bestehen aus Montagetischen von 700 mm Breite und 500 mm Tiefe, auf deren oberer Fläche die Montage und Prüfung der Produkte stattfindet, während darunter Werkzeuge und Sondermaterial liegen. Ausgehend vom Startarbeits-

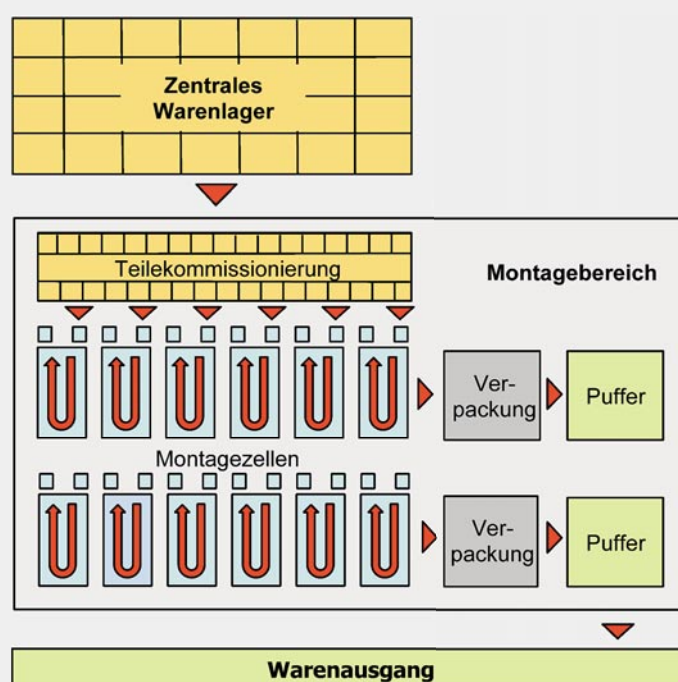


Bild 8: Struktur eines Montagebereichs



Bild 9: Supermarkt für die Montageversorgung



Bild 10: Montagezellen nach dem One-Piece-Flow-Prinzip

platz, an dem das Ausgangsteil bereitgestellt wird, erfolgt die schrittweise Komplettierung mit nur je einem Teil zwischen den Arbeitsstationen. Dadurch werden eine kurze Durchlaufzeit, minimale Bestände und eine integrierte Qualitätsprüfung nach jedem Arbeitsschritt sichergestellt. Nur Gutteile werden von einem Arbeitsplatz zum nächsten weitergegeben.

Jede Zelle wird von einem Vorarbeiter geführt, der für die anstehenden Aufträge die Versorgung mit Material und ggf. Montagevorrichtungen sicherstellt sowie den Produktionsfortschritt überwacht und notiert. Die Materialbereitstellung ist Aufgabe der internen Logistik. Bild 11 zeigt den Arbeitsplatz am Kopf einer Montagezelle.

Bild 12 zeigt eine alte Montagelinie. Die Arbeitstische sind durch ein Förderband verkettet, von dem das Vormontageprodukt entnommen wird und auf welches das ergänzte Produkt abgelegt wird. Mit 800 x 600 mm ist die Tischfläche deutlich größer als in den Montagezellen. Auch der Bereitstellplatz und das Volumen an jedem Montageplatz sind vergleichsweise groß. Der Flächenbedarf für diese Montagelinie insgesamt beträgt 51,5 m², die Zelle mit gleicher Leistung benötigt 16,8 m². Das entspricht einer Reduktion von rund 68 %.

Eine Gegenüberstellung der traditionellen Montagelinie mit der neuen One-Piece-Flow-Montagezelle anhand der wesentlichen Kriterien zeigt Bild 13. Bei den Werkern ist gegenüber der Linienmontage eine Mehrfachqualifikation zur Beherrschung mehrerer Operationen erforderlich, damit ein Mitarbeiter mehrere Arbeitsschritte durchführen kann. Anstatt also nur eine einzige, monotone Bewegung oder einen einzigen, immer wiederkehrenden Arbeitsschritt zu erledigen, führt er mehrere Arbeitsschritte aus. So geht das Werkstück durch weniger Hände, und die Zeit zum Aufnehmen und Weitergeben des Teilproduktes entfällt.

Die Effizienz der Montagezelle hinsichtlich der Ausbringung ist durch die Verkürzung der Greifwege und der Vermeidung nicht wertschöpfender Handhabungsvorgänge sowie durch eine präzisere Positionierung der Füge-teile ca. 25 % höher. Der Takttausgleich, d. h. die Sicherstellung gleicher Arbeitsinhalte an den Montagestationen, ist in der Montagezelle einfacher als bei der Linie zu erreichen, weil weniger Personen aufeinander abzustimmen sind. Auch die Umrüstzeit auf eine andere Produktvariante ist wegen der geringeren Bestände kürzer. Weil mehrere Zellen gleichzeitig das gleiche Produkt montieren, können diese sehr einfach an wechselnde Losgrößen angepasst werden.

Dieser Vorteil macht sich besonders bei einem Auftragspektrum mit vielen kleinen Losen bemerkbar. Eine traditionelle Linie mit vielen Werkern arbeitet manchmal nur einige Stunden an einem Produkt und muss dann auf ein neues Produkt umgestellt werden. In einer Zelle arbeiten aber weniger Werker an einem Auftrag, der dementsprechend länger läuft. Dadurch



Bild 11: Montagezelle mit Vorarbeiterplatz

Bild 12: Alte Montagelinie



sind pro Tag weniger Linien umzustellen, und die Leerzeiten der Werker beim Auftragswechsel sind geringer.

Durch das Supermarktpinzip in der Nähe der Montage sind beim Zellenprinzip kurze Wege und damit eine schnelle Bereitstellung möglich. Auch die Qualität verbessert sich durch das Entdecken von Fehlern bereits innerhalb der Zelle. Das Risiko, ein ganzes Los durch einen zu spät entdeckten Fehler nacharbeiten zu müssen oder gar zu verlieren, ist deutlich geringer als bei der Linienfertigung. Umrüstzeit, Flächennutzung und Flexibilität verbessern sich beim Zellenkonzept ebenfalls.

4 Zusammenfassung

Insgesamt zeigte sich in der Praxis, dass die theoretisch erwarteten Vorteile des Zellenkonzeptes realisiert werden konnten.

Nicht ganz unerwartet traf das Management bei der Vorstellung und Einrichtung der ersten Montagezellen auf einige Skepsis. Die Idee, die bewährten und jahrzehntelang dem Standard folgenden Fließbandlinien zu verlassen und auf diese innovative Form der Produktion zu setzen, führte zunächst zu vielfältigen Diskussionen.

Es ist nur allzu menschlich, an Dingen festzuhalten, die sich über einen so langen Zeitraum etabliert haben. Daher wurden zunächst bewusst Probezellen eingerichtet, um dann nach und nach die Produktion nach den Vorgaben des Masterplans umzustellen.

Der rasch sichtbare Erfolg dieser Produktionsmethode hat auch hartnäckige Skeptiker überzeugt, weil man im hausinternen Wettbewerb mit den traditionellen Linien nicht mithalten konnte. Mittlerweile werden Anträge aus der Produktion gestellt, auch die restlichen Fließbandlinien durch die neuen Montagezellen zu ersetzen.

Die bisherigen Maßnahmen bedeuten jedoch keineswegs ein Ende

der Bemühungen zur Verfolgung der im ersten Beitrag erläuterten Ziele:

- höchste Produktsicherheit
- gesicherte Qualität
- hohe Lieferpünktlichkeit
- niedrige Stückkosten und
- Steigerung der Produktionseffizienz

Vielmehr wird im Rahmen eines ständigen Verbesserungsprozesses im Sinne einer schlanken Produktion ständig nach Ansätzen gesucht, um insbesondere die Produktivität des Werkes zu erhöhen. Derzeit laufen beispielsweise Versuchslinien, in denen die Höhe der Arbeitstische individuell auf die Größe eines jeden Mitarbeiters angepasst werden kann, um ein noch ermüdungsfreieres Arbeiten zu gewährleisten. Wegen der rasch ansteigenden Löhne werden aber auch Automatisierungsvorhaben ins Auge gefasst. Unter ständiger Optimierung einer mitarbeitergerechten Arbeitsatmosphäre ist es ein wichtiges Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit des Werkes auch in Zukunft sicherzustellen.

Eine wesentliche Leitlinie unseres Produktionswerkes ist dabei die Erkenntnis, dass nur motivierte und zufriedene Mitarbeiter eine hohe Qualität dauerhaft sicherstellen können. Der Einsatz jedes Einzelnen ist dabei gefragt.

ELV

	Traditionelle Montagelinie	One-Piece-Flow-Montagezelle
Werker	• einfache Operationen • leicht zu verstehen • kurze Anlernzeit	• anspruchsvolle Operationen • Mehrfachqualifizierung • längere Anlernzeit
Effizienz	• niedrige Effizienz • Taktausgleich nicht einfach • lange Umrüstzeit • lange Material- und Werkzeugbereitstellungszeit	• hohe Effizienz • Taktausgleich einfacher • kurze Umrüstzeit • kurze Material- und Werkzeugbereitstellungszeit
Qualität	• normal • Risiko eines Losfehlers • keine zeitnahe Qualitätsprüfung • späte Rückmeldung der Qualitätssituation • lange Fehlerbehebung	• hoch • kein Risiko eines Losfehlers • zeitnahe Qualitätsprüfung • schnelle Rückmeldung der Qualitätssituation • kurze Fehlerbehebung
Werkzeugausnutzung	hoch	niedrig
Umrüstzeit der Linie	lang	kurz
Flächennutzung	niedrig	hoch
Linienflexibilität	niedrig	hoch

Bild 13: Vergleich Montagelinie-Montagezelle