

Automatisierte Materialflussoptimierung in der intelligenten Fabrik

Lagerbestandstransparenz, die sich auszahlt

Wer seine Fertigungsanlagen optimal auslasten sowie Materialüberbestände und Verschwendung vermeiden möchte, benötigt präzise Echtzeitdaten zu Lagerbeständen, Lagerorten und dem aktuellen Bedarf entlang der Fertigungslinie. Erst durch die intelligente Verknüpfung und Nutzung dieser Informationen lässt sich die Produktion effizient steuern und die Rendite nachhaltig maximieren.

Produktionsanlagen erreichen ihre wirtschaftlich optimale Leistung nur dann, wenn sie möglichst kontinuierlich und ohne Unterbrechungen betrieben werden. In der Praxis ist das jedoch deutlich komplexer, als es zunächst erscheint. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Materialversorgung. Sie umfasst in modernen Elektronikfertigungen weit mehr als den reinen Komponententransport vom Lager zur Maschine. Bauelemente sind häufig auf unterschiedliche Lager- und Pufferbereiche verteilt, die Kapazitäten an den Fertigungslinien begrenzt und der Materialverbrauch schwankt abhängig von Produktmix und Auslastung teils erheblich. Hinzu kommen Anforderungen wie Verfallsdaten, Feuchtigkeitsempfindlichkeit oder spezielle Lagerbedingungen elektronischer Komponenten. Gerade in High-Mix-Umgebungen mit kleinen Losgrößen entsteht dadurch ein hochdynamischer Materialfluss, der manuell kaum noch effizient zu steuern ist. Um diese Prozesse transparent, stabil und wirtschaftlich zu gestalten, hat sich in der Praxis ein zweistufiges Konzept zur Automatisierung und Digitalisierung der Materiallogistik bewährt.

Bei der Analyse des Materialflusses lassen sich zwei grundlegende Fragestellungen unterscheiden:

- Das „Woher“ – die Bestandssicht: Welche Bauelemente oder Materialverpackung mit welchen Bauelementen befindet sich aktuell an welchem Standort?
- Das „Wohin“ – die Bedarfssicht: Welche Komponenten werden wann, an welcher Linie und in welcher Menge benötigt?

Nur wenn beide Informationsbereiche jederzeit präzise und zuverlässig verfügbar sind, lässt sich die Materialversorgung effizient steuern und optimieren. AS-MPT hat diese Funktionen in den nahtlos integrierten Anwendungen Factory Material Manager und WORKS Logistics umgesetzt.

Eindeutige ID für jede Materialverpackung oder Bauelementrolle

Der Registrierungs- und Optimierungsprozess beginnt bereits im Wareneingang. Dort vergibt die Software Factory Material Manager jeder Verpackung beziehungsweise Rolle eine eindeutige Identifikationsnummer (UID), erstellt und druckt ein entsprechendes Etikett. Dieses enthält neben der UID alle relevanten Materialinformationen wie Materialnummer, Restmenge, Hersteller, Chargennummer, Lieferdatum sowie besondere Merkmale wie Verfallsdatum oder Feuchtigkeitsempfindlichkeit. Durch das Scannen des Etiketts wird jede Materialbewegung automatisch erfasst und der jeweilige Lagerort in Echtzeit aktualisiert. Auf diese Weise lässt sich jederzeit nachvollziehen, welches Material sich an welchem Standort befindet, in welchem Zustand es ist und für welche Anwendungen es freigegeben werden kann. Fehleranfällige manuelle Such- und Buchungsvorgänge werden dadurch deutlich reduziert. Gleichzeitig entsteht ein digitaler Zwilling des physischen Materialflusses, der eine durchgängige, komponentenbezogene und prozesssynchrone Verwaltung ermöglicht. Materialbestände, Lagerorte und Bewegungen bleiben dadurch jederzeit transparent und aktuell. Diese permanente Echtzeit-Bestandstransparenz bildet die Grundlage für alle weiteren Optimierungs- und Automatisierungsschritte innerhalb der intelligenten Materiallogistik.

Wegeoptimierte Kommissionierlisten

Auf Basis der kontinuierlich aktualisierten Bestands- und Bedarfsdaten kann Factory Material Manager für jeden Rüstvorgang, jede Rüständerung und jeden Materialnachschieb die jeweils optimale Bereitstellungsstrategie ermitteln. Die Software erstellt automatisch wegeoptimierte Kommissionierlisten und kommuniziert direkt mit automatisierten Lagersystemen. Über standardisierte Schnittstellen lassen sich dabei auch Drittsysteme nahtlos in den Workflow integrieren. Unterstützt werden unterschiedliche Lagerkonzepte wie klassische Regalsysteme, SMD-Lifte, Shuttles, Material-Tower, Karussell- und Paternostersysteme verschiedenster Hersteller.

Dabei berücksichtigt Factory Material Manager nicht nur die benötigten Komponenten und Mengen, sondern auch logistische und qualitätsrelevante Kriterien. Das Material wird konsequent nach dem First-in-First-out-Prinzip (FIFO) bereitgestellt. Gleichzeitig fließen Verfallsdaten sowie Lager- und Expositionszeiten

feuchtigkeitsempfindlicher Bauelemente automatisch in die Berechnung ein.

Für den Transport zur Fertigungslinie fordert das System je nach Infrastruktur entweder Mitarbeiter über WORKS Operations oder autonome mobile Roboter (AMRs) über Factory Automation an. Während der laufenden Produktion melden die Bestückautomaten den tatsächlichen Materialverbrauch kontinuierlich über standardisierte Schnittstellen zurück. Dadurch bleibt der digitale Zwillings des Materialflusses jederzeit synchronisiert und Factory Material Manager verfügt permanent über aktuelle und belastbare Bestandsdaten.

Präzise Planung des Materialbedarfs

Die Grundlage für eine bedarfsgerechte Materialversorgung bildet ein ebenfalls zweistufig aufgebauter Planungsprozess. Zunächst werden die relevanten Auftragsdaten aus dem ERP-System übernommen. Anschließend erstellt WORKS Planning auf Basis der Kundenanforderungen und verfügbaren Produktionskapazitäten einen Grobplan mit dem Ziel, Ressourcen optimal auszulasten und Fertigungskosten zu reduzieren. Darauf aufbauend optimiert WORKS Logistics die materialbezogene Feinplanung und den Materialfluss entlang der SMT-Linie. Ziel ist es, die Materialbereitstellung möglichst exakt mit dem tatsächlichen Verbrauch in der Produktion abzustimmen.

Bei kleineren Losgrößen genügt es häufig, das Material für die Erstausrüstung sowie einige definierte Nachfüllungen für den Auftrag bereitzustellen. Größere Fertigungsaufträge hingegen sind auf eine kontinuierliche und präzise abgestimmte Versorgung angewiesen. Dabei kommt es auf die richtige Balance an: Wird zu wenig Material bereitgestellt, drohen Stillstände durch fehlende Komponenten. Werden dagegen zu große Mengen an die Linie geliefert, entstehen unnötige Pufferbestände, die wertvolle Lager- und Produktionsflächen blockieren. Beide Szenarien beeinträchtigen die Effizienz der Fertigung.

Der tatsächliche Materialbedarf lässt sich jedoch nicht allein aus Produktionsplan und Stückliste ableiten. In der Praxis beeinflussen zahlreiche Faktoren den realen Verbrauch entlang der SMT-Linie. Dazu zählen beispielsweise schwankende Ausschussraten, qualitätsbedingte Abweichungen bei Bauelementen oder kurzfristige Anpassungen im Fertigungsablauf. Selbst geringfügige Abweichungen können sich bei hohen Stückzahlen und komplexen Baugruppen schnell auf den Materialbedarf auswirken.

Hinzu kommt, dass zwischen der Bedarfserkennung und der tatsächlichen Bereitstellung des Materials immer eine gewisse Zeit vergeht. Komponenten müssen zunächst lokalisiert, aus dem Lager entnommen, kommissioniert und anschließend an die richtige Linie transportiert werden. Je nach Produktionsumgebung, Lagerstruktur und Automatisierungsgrad entstehen

dabei unterschiedliche Reaktionszeiten. Ein Materialversorgungssystem, das ausschließlich auf aktuellen Verbrauchsdaten basiert, würde daher zwangsläufig verzögert reagieren und den dynamischen Entwicklungen in der Fertigung permanent hinterherlaufen.

Um Materialengpässe, unnötige Sicherheitsbestände und ineffiziente Transporte zu vermeiden, ist deshalb eine vorausschauende und kontinuierlich aktualisierte Materialflussplanung entscheidend. Erst durch die intelligente Verknüpfung von Planungs-, Verbrauchs- und Echtzeitdaten lässt sich die Materialversorgung stabil, bedarfsgerecht und wirtschaftlich steuern.

Bedarfsprognose auf Basis von Zeitabschnitten

Die vorausschauende Ermittlung des Materialbedarfs gehört zu den zentralen Aufgaben von WORKS Logistics. Hierfür analysiert das System kontinuierlich den aktuellen Produktionsfortschritt sowie die tatsächlichen Verbrauchsdaten entlang der SMT-Linie und erstellt daraus zeitbasierte Prognosen für den künftigen Materialbedarf. Auf diese Weise lässt sich präzise bestimmen, welche Komponenten wann, in welcher Menge und an welcher Linie benötigt werden.

Dabei berücksichtigt WORKS Logistics nicht nur den aktuellen Materialverbrauch, sondern auch dynamische Veränderungen im Fertigungsablauf. Zusätzlich überwacht das System kritische Parameter wie die zulässigen Lager- und Expositionszeiten feuchtigkeitsempfindlicher Bauelemente (MSD) und stößt bei Bedarf automatisch die rechtzeitige Bereitstellung geeigneter Alternativ- oder Nachschubmaterialien an.

Die daraus entstehenden Bedarfsinformationen werden an Factory Material Manager übergeben. Dort dienen sie als Grundlage, um Lieferanforderungen an Zentral- und Zwischenlager auszulösen sowie zeitoptimierte Transportaufträge zu generieren. Durch das Zusammenspiel beider Systeme entsteht eine weitgehend automatisierte interne Just-in-Time-Materiallogistik, die das 4R-Prinzip konsequent umsetzt und sicherstellt, dass das richtige Material zur richtigen Zeit in der richtigen Menge am richtigen Ort verfügbar ist.

Produktionsübergreifende Materialflussoptimierung

Ein modernes System zur Materialflussoptimierung darf nicht isoliert einzelne Produktionsaufträge betrachten. Andernfalls müssten Bediener die Feeder und Komponenten nach Abschluss eines Auftrags abrufen, ins Lager zurückbringen und kurze Zeit später für den nächsten Auftrag erneut bereitstellen. Dieser hohe manuelle Aufwand bindet Personal, verursacht unnötige Materialbewegungen und reduziert die Effizienz der Fertigung.

Um dies zu vermeiden, prüft WORKS Logistics nach Abschluss jedes Auftrags, ob Material, das sich auf der Maschine befindet, für weitere Aufträge in den nächsten Tagen benötigt wird. Ist dies der Fall, verbleibt das

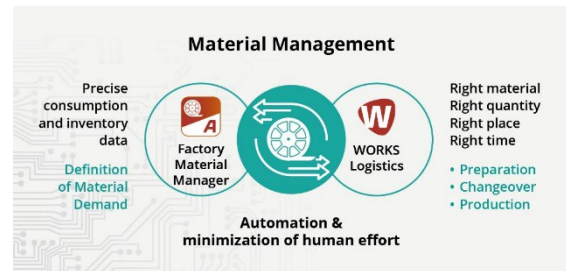
Material im Vorrüsbereich. Die Bediener erhalten klare Arbeitsaufträge von der Software. Ein blinkendes rotes Licht am Feeder bedeutet, dass der Feeder abgebaut und das Material ins Lager zurückgebracht werden soll, während ein dauerhaft rotes Licht bedeutet, dass der Feeder für eine oder mehrere bevorstehende Rüstungen im Aktive Feeder Rack neben der Linie verbleiben soll.

Die intelligente Automatisierung unterstützt die Bediener nicht nur bei der Bereitstellung des Materials für den jeweiligen Produktionsauftrag, sondern auch bei der Auswahl und dem automatischen Laden des passenden Produktionsprogramms. Dadurch lassen sich Produktwechsel weitgehend automatisiert und ohne Eingriffe durch das Bedienpersonal durchführen – selbst ohne zusätzliche Barcode-Lesegeräte.

WORKS Logistics versorgt die Liniensteuerungssoftware von DEK Lotpastendruckern, Process Lens SPI-Systemen und SIPLACE Bestückautomaten auf Basis eines auftragsübergreifenden Produktionsplans mit den erforderlichen Produktionsdaten. Ändert sich die zu bearbeitende Leiterplatte, werden die entsprechenden Daten über die standardisierte Schnittstelle IPC-Hermes-9852 automatisch von Maschine zu Maschine entlang der Linie übertragen. Anschließend startet in jedem System der automatische Programmwechsel, wobei die jeweiligen Produktionsparameter selbstständig überprüft werden.

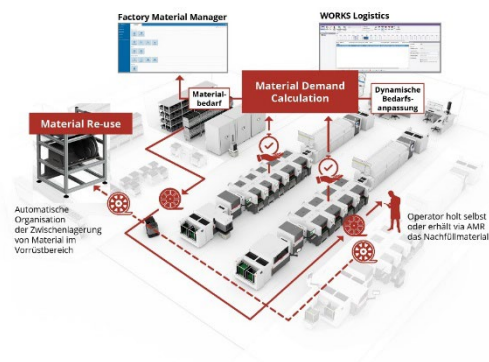
Gerade an diesem Zusammenspiel vernetzter Software- und Automatisierungslösungen wird das Prinzip der intelligenten Fertigung deutlich. Produktions-, Material- und Verbrauchsdaten werden systemübergreifend erfasst, verarbeitet und in Echtzeit genutzt, um die Materialversorgung stabil und die Auslastung der Produktionsanlagen konstant hoch zu halten. Gleichzeitig entfallen zahlreiche manuelle Lager-, Transport-, Such- und Inventurvorgänge. Das reduziert den Aufwand für das Bedienpersonal spürbar und entlastet insbesondere qualifizierte Fachkräfte.

Darüber hinaus verbessert die hohe Bestandstransparenz auch die Materialplanung und Beschaffung. Unternehmen müssen nur noch die Mengen bevorzugen, die im jeweiligen Planungszeitraum tatsächlich benötigt werden. Das reduziert Überbestände und Kapitalbindung und schafft zusätzlichen finanziellen Spielraum für Investitionen.



Ein starkes Duo: Factory Material Manager und WORKS Logistics sorgen für einen nahtlos automatisierten Materialfluss im gesamten Werk.

(Bildquelle: ASMPT)



WORKS Logistics berechnet automatisch den Materialbedarf und realisiert so ein Just-in-Time-Versorgungssystem für die Produktionslinie. Mit Factory Material Manager haben Bediener sofortigen Zugriff auf Echtzeit-Bestandsdaten.

(Bildquelle: ASMPT)



WORKS Logistics organisiert und optimiert die Zwischenlagerung von Material in einem Active Feeder Rack im Bereich der Rüstvorbereitung.

(Bildquelle: ASMPT)



*Die Mitarbeiter erhalten vom Factory Material Manager optimierte Kommissionierlisten auf ihre Handheld-Geräte und bestätigen die Entnahme durch Scannen der UID.
(Bildquelle: ASMPT)*



*Mit AMRs, die nahtlos in die bestehende Software- und Hardware-Landschaft integriert sind, wird das Material zuverlässig und pünktlich an die Fertigungslinien geliefert.
(Bildquelle: ASMPT)*