

Entwicklung des neuen Dynamikzentrums

Simulationsgestützte Planung komplexer Materialfluss- und Lagerprozesse

Von Kai Gutenschwager



Die SimPlan AG hat im Rahmen der Entwicklung des neuen Dynamikzentrum Dingolfing für den weltweiten Teilevertrieb der BMW Group eine Simulationsstudie der Lagerprozesse durchgeführt. Die Studie diente zum einen der quantitativen Bewertung unterschiedlicher Layout-Entwürfe, zum anderen wurden die eingesetzten Steuerungsstrategien gestaltet, bewertet und verbessert – ein Optimierungsprozess, an dem Planungsingenieure der BMW Group und der Simulationsdienstleister gleichermaßen beteiligt waren.

Bild 1 Außenansicht des BMW Dynamikzentrum Dingolfing.

Durch die Ausweitung des Produkt- und Markenportfolios der BMW Group ist die Zahl der benötigten Teile stark gewachsen und erforderte eine neue Dimension im Teilevertrieb. Allein in den letzten fünf Jahren ist Artikelanzahl von etwa 165 000 auf 240 000 gewachsen. Durch die Einführung zweier zusätzlicher Modellreihen ab 2008 wird sich diese Zahl in den nächsten Jahren weiter auf annähernd 300 000 Artikel erhöhen. Um die schnelle Versorgung der mehr als 3 700 Händler sowie eigenen Distributionszentren weltweit sicher zu stellen, hat der Automobilhersteller am zentralen Logistikstandort des Unternehmens in Dingolfing 145 Mio. Euro investiert. Im Mitte Juni offiziell eröffneten Dynamikzentrum Dingolfing werden auf Basis des Konzepts „Weg vom Lagern, hin zum Umschlag“ mit ca. 12 000 gelagerten schnell-drehenden Groß- und Mittelteilen über 80 % des täglichen Ausgangsvolumens abgewickelt. Für Kleinteile und langsam-drehende Mittelteile wird das ehemalige, unmittelbar daneben gelegene Zentrallager in ein Kleinteilekompetenz-Center restrukturiert.

Hier werden die verbleibenden 20% des täglichen Ausgangsvolumens mit ca. 70 % des täglichen Pick-Volumens (Lieferscheinpositionen) abgewickelt.

Das neue Dynamikzentrum ist mit einer Grundfläche von 125 000 m² als ein manuelles Lager konzipiert, jedoch werden die Hauptförderstrecken zwischen den Lager- und Funktionsbereichen über eine automatische Fördertechnik, der Elektropalettenbahn (EPB), verbunden (**Bilder 1 und 2**). Etwa 1 800 Lieferanten aus aller Welt liefern ihre Waren

in die Zentrale Teileauslieferung nach Dingolfing. Dabei summiert sich der Warenein- und -ausgang pro Tag auf max. 500 Lkw und 60 Seefrachtcontainer, die per Bahn transportiert werden. Jährlich werden damit insgesamt Waren mit einem Volumen von 1,4 Mio. m³ umgeschlagen.

Simulationsstudie in drei Phasen

Um die genannten Umfänge in gesicherten Prozessen abzubilden, wurde

Bild 2 Mit Hilfe der Simulation fiel die Wahl des Fördersystems auf die Elektropalettenbahn.



das gesamte Planungsprojekt, beginnend von der Alternativenplanung über die Feinplanung bis hin zur Realisierung durch eine umfassende Simulationsstudie begleitet. Die Studie teilte sich in drei Phasen auf, in der jeweils ein Modul des Gesamtmodells mit der Simulations-Software „eM-Plant“, Version 7.0, entwickelt wurde. Die Module für die Systembereiche Fördertechnik, Lager-system und Packbereich sowie Wareneingang wurden sukzessive entwickelt und sind einzeln lauffähig, können aber auch über eine einfache Parametrisierung per Dialogoberfläche in Experimenten kombiniert werden.

Das Dynamikzentrum basiert auf der Kombination eines L-förmigen Durchflussprinzips mit einem U-förmigen Cross-Docking-Prozess. In der Anordnung der Funktions- und Lagerbereiche wurde eine teile geometriespezifische Trennung von Groß- und Mittelteilen vorgenommen. Entlang des L-Prinzips reihen sich entsprechend der typischen Lagerprozesse Wareneingang, Vorverpackung, Lagerung, Lagerung, Konsolidierung, Versandverpackung und Verladung aneinander (**Bild 3**).

Auswahl und Leistungssteigerung des Fördersystems mit Simulation

Begonnen wurde die Studie mit der Analyse der Fördertechnik. Ziel dieses ersten Moduls war der Vergleich eines Tragkettenförderers mit einem Bodentransportsystem und einer Elektropalettenbahn (EPB). Für die einzelnen Varianten wurden Module erstellt, die über eine Benutzeroberfläche wahlweise in das Restmodell eingebunden werden konnten. Das Modell basiert auf reinen Mengenströmen, die für alle möglichen Quelle-Senke-Beziehungen für beide Ausbaustufen als Wochenprofil definiert wurden. Die zentralen Bewertungskennzahlen dabei waren: Rückstau vor den Eingabepunkten (Hebern), Durchlaufzeiten, Durchsatzzahlen sowie die Auslastung der Fahrzeuge.

Nach der Grobsimulation wurden auf Basis der Ergebnisse der Tragkettenförderer und die EPB in die nähere Auswahl gezogen. Die Simulation zeigte für die Tragkette im störungsfreien Betrieb einen höheren Systemdurchsatz für die Transporte vom Wareneingang in die Lagerbereiche. Der Nachteil dieses Systems besteht allerdings darin, dass die Rücktransporte nicht per Tragkette, sondern per Trailer am Boden erfolgen.

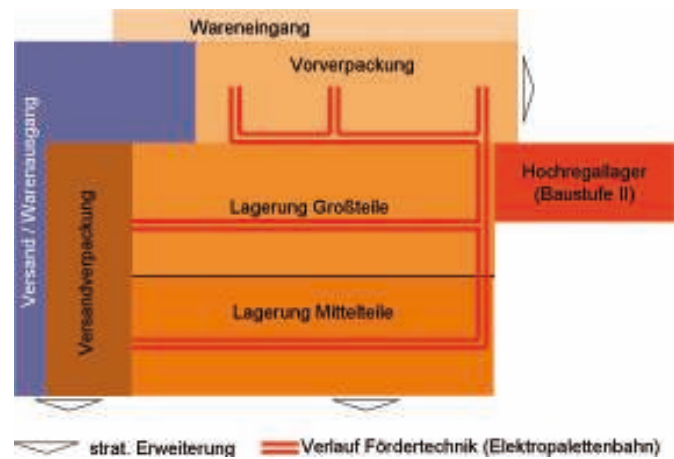


Bild 3 Schematische Darstellung der Lagerbereiche und Verlauf der Fördertechnik.

Die EPB kann hingegen beide Materialströme realisieren. Mit fast dreifacher Fördergeschwindigkeit im Vergleich zur Tragkettenförderung können zeitkritische Transporte schneller realisiert werden. Zudem ist es durch steuerungs-technische Maßnahmen gelungen, die Systemleistung der EPB im Modell noch weiter zu verbessern. Als Herausforderung gestaltete sich insbesondere die Leerfahrzeugdisposition, da im System keine Bahnhöfe sondern nur Haltepunkte vorgesehen sind. Leerfahrzeuge können dort zwar anhalten, müssen aber häufig für beladene Fahrzeuge den Weg freimachen, die in der gleichen Zone entladen werden müssen. Für die Lösung dieses Online-Dispositionsproblem wurden Bereichsverwaltungen vorgesehen, die eine Limitierung der Anzahl zugewiesener Fahrzeuge zu Haltepunkten sowie zu Bereichen (von Haltepunkten) über die Angabe von Min-/Max-Grenzen ermöglichen.

Wie die Experimente am Modell zeigten, lässt sich die Leistung der EPB über eine geeignete Parametrisierung bis 20 % gegenüber dem Basis-Steuerungsansatz verbessern, womit die geforderten Durchsatzwerte bei Einsatz der entsprechenden Anzahl von Fahrzeugen erreicht wurden.

Die EPB wurde als Lösung der Fördertechnik beschlossen, wobei die grundlegenden Steuerungsansätze, die in der Simulationsstudie entwickelt wurden, als Basis des Pflichtenheftes für den Materialflussrechner übernommen wurden. Das Modell wurde nach der Vergabe der EPB noch einmal an die Ausführungsplanung der realisierenden Firma Rofa angepasst. So konnte eine erneute Leistungsüberprüfung noch vor der eigentlichen Realisierung durchgeführt werden.

Einlagerungs- und Kommissionierstrategien

Die zweite Simulationsphase stellte den umfangreichsten Teil der Gesamtstudie dar. Der wesentliche Fokus im Rahmen von Modul 2 bestand in der Strategieentwicklung, insbesondere bezüglich Einlagerung und Kommissionierung sowie des Zusammenspiels von Pack- und Kommissionierbereich, die durch die Fördertechnik miteinander verbunden sind. Von der Simulation wurden zudem Aussagen bezüglich der Lagerdimensionierung erwartet (Anzahl Fahrzeuge, Flächenbedarfe etc.).

Dienten in der ersten Phase noch reine Mengenströme als Basis der Experimente, so wurde dieser Ansatz in der zweiten Phase durch eine bestandsorientierte Simulation abgelöst. Aus den Realdaten der Vergangenheit und der prognostizierten Entwicklung hinsichtlich Bestelllosgrößen und der Entwicklung der Bestellvolumina waren die Auftragsdaten für die durchzuführenden Experimente abzuleiten. Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Auftragsgenerator als eigenständiges Programm implementiert.

Die resultierenden Dateien definieren die Stammdaten für die Simulation, die Auftragsdaten für die Kommissionier- und Versandaufträge sowie (abgeleitet) die Nachschubaufträge. Diese Daten werden über eine definierte Schnittstelle in das eigentliche Simulationsmodell geladen. Die Auftragsdaten werden dem Modell gemäß den Bestellterminen übergeben und vom modellinternen Warehouse Management System (WMS) verplant. Dabei sind die vorgesehenen Funktionalitäten des WMS, insbesondere das Auftragsmanagement, detailliert im Modell abgebildet. Dies

betrifft insbesondere die Bildung von Batches bzw. Waves, für die ein entsprechendes Regelwerk entwickelt wurde, und die Verwaltung von Arbeitsbereichen. Die Aufgabenbereiche für Staplergruppen sind im Modell frei parametrisierbar (bezogen auf die Regale).

Um Optimierungspotentiale ableiten zu können, sind für die manuellen Kommissionierprozesse unterschiedliche Strategien per Parameter wählbar, z.B. Staplerleitsystem vs. reine Schleifengangfahrten.

Soll das Modul 2 ohne die Fördertechnik (Modul 1) überprüft werden, so wird eine Black Box für die Fördertechnik eingesetzt. Diese beinhaltet weiterhin die Heber, die sich als zentrale Engpässe herausgestellt haben, auf detaillierter Ebene. Nur die Transporte per EPB werden über Verteilungen als Zeiten abgebildet. Damit ist sicher gestellt, dass die Engpässe, die in Modul 1 aufgetreten sind, in entsprechender Form auch bei Nutzung der Black Box zu beobachten sind.

Folgende wesentliche Ergebnisse konnten – neben der Ermittlung der notwendigen Anzahl Fahrzeuge pro Bereich – erzielt werden:

- Die Einteilung der Arbeitsbereiche spielt in Kombination mit der Zuordnung der Sachnummern zu den Greiferplätzen eine wesentliche Rolle für die Systemleistung. Deshalb wurde eine Schnittstelle zum Import der Lagerbelegung vorgesehen, die aktuelle Planungsstände von BMW direkt in das Modell übernimmt.

Alternativ bietet das Modell zwei weitere Ansätze zur Lagerbelegung an, eine chaotische Belegung sowie eine Belegung auf der Basis der Zugriffshäufigkeit. Für die Zuordnung von Sachnummern zu Greiferplätzen wurden auch die Potentiale einer Pick-und-Pack-Strategie (versandfertige Kommissionierung) für ausgewählte Artikel untersucht.

- Für alle Arbeitsbereiche stellte sich heraus, dass das Prinzip des Schleifengangs dem Weiterreichsystem deutlich überlegen ist.

- Für ein funktionierendes Zusammenspiel von Kommissionierbereich und Packbereich ist eine Änderung der Wave-Freigabe erforderlich gewesen. Dabei wurden eine Verwaltung der Flächen und ein künstliches Zurückhalten von Waves realisiert, bis wieder ausreichend Flächen vorhanden sind.

- Für einen speziellen Auftragsstyp

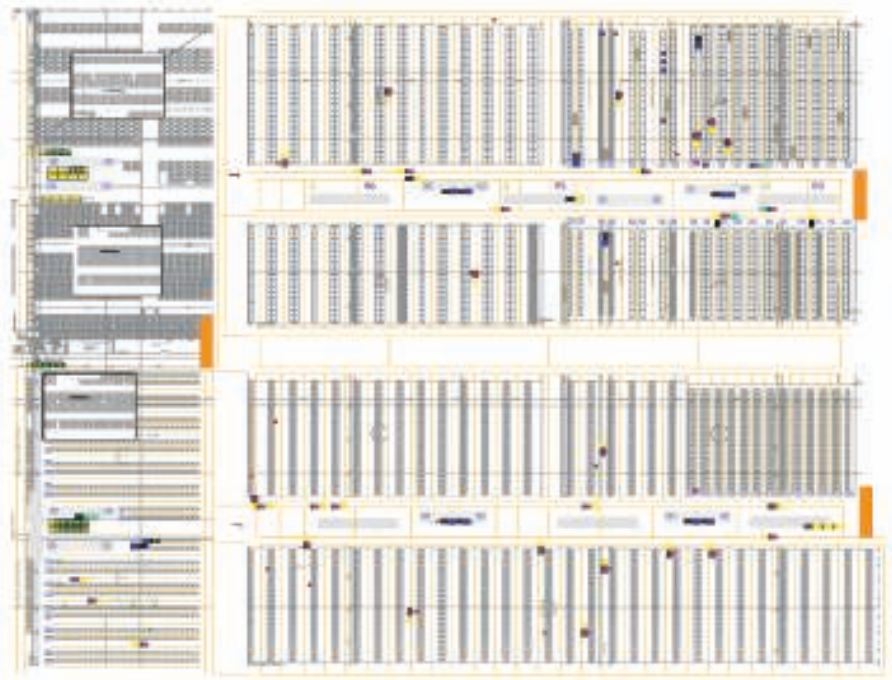


Bild 4 Mit Hilfe eines Simulationsmodells des Lagers konnten die einzelnen Lagerbereiche und -prozesse bereits in der Planungsphase optimal aufeinander abgestimmt werden.

Bilder: SimPlan

fürte die vorgegebene Gruppierung von Kundengruppen zu einer „pulsierenden“ Versorgung der Flächen und einer geringen Auslastung des Packbereichs. Abweichend vom Standard wurden stattdessen „Durchlaufflächen“ pro Kundengruppe (unabhängig von der Wave) für diesen Auftragsstyp definiert.

Über die Summe der verschiedenen Optimierungsmaßnahmen konnte ein robustes Gesamtsystem konzipiert werden, das unter Berücksichtigung der Schwankungen im Auftragsvolumen den Anforderungen hinsichtlich Durchsatz und Durchlaufzeiten vollends genügt. Die max. Kommissionierleistung liegt bei ca. 1 200 Lieferscheinepositionen pro Stunde.

Planungsunterstützung auch im laufenden Betrieb

Im Modul 3 wurde abschließend der Wareneingang, der sich als wenig kritisch herausgestellt hat, untersucht. Von Bedeutung war hier insbesondere die Bestimmung der Anzahl notwendiger Stapler und Trailer, um eine optimale Entsorgung der Lkw und Versorgung der Vorverpackungsplätze sicher zu stellen. Über eine Parametrisierung konnte zudem das Cross-Docking-Potential für verschiedene Ansätze (nur Ganzbehälter, Beschränkung auf Sachnummern bzw. Kunden) untersucht werden.

Das am 2. Januar in Betrieb genommene Dynamikzentrum erreichte nach nur fünf Monaten die volle Leistungsfähigkeit. Basis dieses erfolgreichen Anlaufs war u.a. auch die simulationsgestützte Planung des Dynamikzentrums, die eine frühzeitige Absicherung der Planung und der Prozesse sicher gestellt hat. Die neue Anlage ist bereits heute nahezu voll ausgelastet. Für den weiteren Ausbau wird die BMW Group in den nächsten Jahren weitere 20 Mio. Euro investieren. Dabei stellt das Simulationsmodell für die geplanten Baustufen sowie für Optimierungen im laufenden Betrieb auch weiterhin eine planungsunterstützende Basis dar.



Kai Gutenschwager ist Niederlassungsleiter der SimPlan AG, Braunschweig.