

Aufbau der Zentralen Teileauslieferung der BMW Group in Dingolfing abgeschlossen

Neues Sortier- und Kommissionierkonzept im Ersatzteilzentrum

Durch das starke Wachstum der BMW Group in den letzten Jahren ist auch die Artikelanzahl des Teilevertriebs, z. B. zur Versorgung der Händler, enorm gestiegen. Deshalb wurde das ehemalige Zentrallager am Logistik-Standort Dingolfing durch Um- und Neubauten umgewandelt in die „Zentrale Teileauslieferung“ (ZTA). Für das neue Klein- und Mittelteil-Kompetenz-Center im ZTA führte die psb GmbH zunächst die erforderlichen Untersuchungen und Planungen durch, um schließlich die Sortier-, Förder- und Lageranlagen für die Behälter-Kommissionierung zu liefern. Im Mittelpunkt der Anlage stehen drei weiterentwickelte „ringsorter“ (Bild 1). – Unser Autor war maßgeblich an dem Projekt beteiligt.

Von Hans-Gerhard Schehl

Die psb GmbH, Pirmasens, hat im Zuge der Neustrukturierung der Zentralen Teileauslieferung (ZTA) der BMW Group in Dingolfing ein Konzept zur Optimierung der vorhandenen Prozesse und Lagertechniken entwickelt und umgesetzt. Am Entwicklungsprozess sowie an der sich daran anschließenden Simulation und Anlagenauslegung arbeiteten die Projektteams beider Häuser Hand in Hand.

Durch die Neustrukturierung der Ersatzteillogistik am zentralen Logistik-Standort der BMW Group in Dingolfing änderten sich für das Klein- und Mittelteil-Kompetenz-Center die Aufgaben: Es übernimmt in Zukunft ca. 70 % der Lieferscheinpositionen. Grundsätzlich bestehen diese aus langsamdrehenden Mittelteilen sowie Kleinteilen. Die restlichen 30%, die aber 80% des Transportvolumens ausmachen, werden vom kürzlich fertig gestellten, direkt dane-

ben gelegenen Dynamik-Zentrum in Form von schnelldrehenden Groß- und Mittelteilen abgewickelt (siehe LfU 10/05, S. 68 und **Kasten**). Zudem ist dort der Warenein- und -ausgang angesiedelt.

Konzeptentwicklung nach Analyse der Ist-Situation

Im Rahmen der Untersuchung zu dieser Weiterentwicklung des Klein- und Mit-



Bild 1 Alles dreht sich: Die Behälter rotieren in ca. 3,5 min einmal um den Sorter, der Drehteller erreicht max. die 15fache Geschwindigkeit.

telteilekompetenz-Centers hat das Team auch die Anfang der 90er-Jahre gebaute Fördertechnikanlage im ehemaligen Zentrallager auf ihre Eignung für die zukünftigen Aufgaben überprüft. Dabei wurde seitens der BMW Group recht schnell eine Erweiterung bzw. ein Umbau ins Auge gefasst, da in Stoßzeiten stellenweise schon Staus und dadurch Blockaden auftraten. Eine Erhöhung der absoluten Anzahl an Aufträgen und Positionen konnte die alte Anlage nicht mehr leisten. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass sich zusätzlich das Bestellverhalten der Kunden geändert hat: Immer mehr bestellen mehrmals am Tag, dafür aber kleinere Mengen, was zu einem zusätzlichen Behälteraufkommen führt.

Zur Lösung der Aufgabenstellung wurden vier Konzepte erstellt und bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilt. Drei der Konzepte zielten darauf ab, die kommissionierten Behälter schnell von der vorhandenen Förderanlage abzuziehen. Das vierte Konzept verfolgte einen

gänzlich anderen Ansatz: Es sollten erst gar nicht so viele Behälter in der Kommissionierung entstehen, dass es zu Staus kommt. Wichtig für alle Konzepte war die nahtlose Integration in die vorhandenen Abläufe und auch in die existierende Anlage.

Eine von der BMW Group mit Beteiligung von psb durchgeführte detaillierte Analyse ergab, dass die mögliche Transportkapazität der Behälter nicht optimal ausgenutzt werden kann.

Grund ist die kundenreine Behälteraufgabe an insgesamt mehr als 20 Aufgabestellen: Diese führt im schlechtesten Fall dazu, dass für 20 Lieferscheinpositionen 20 Kundenbehälter entstehen können, die in mehreren zusätzlichen Vorgängen zu einem einzelnen Versandbehälter verdichtet werden. Hieraus entstand die Idee, an den Aufgabestellen die Behälter bis zum maximalen Gewicht/Füllgrad zu füllen und die Sortierung auf Kunden erst später auto-

Aufgaben der Zentralen Teileauslieferung



Außenansicht des BMW Dynamikzentrum Dingolfing.

Bild: SimPlan

In Logistik für Unternehmen, Heft 10/05, S. 68 bis 70 berichtete Kai Gutenschwager von der SimPlan AG über die „Simulationsgestützte Planung komplexer Materialfluss- und Lagerprozesse“ im neuen Dynamikzentrum am BMW-Standort Dingolfing, zuständig für den weltweiten Teilevertrieb der BMW Group. Zur Ergänzung und zum besseren Verständnis des psb-Beitrag

es von Hans-Gerhard Schehl hier einige Ausschnitte: 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 Logistik-Standort des Unternehmens in Dingolfing 145 Mio. Euro investiert.

Im Mitte Juni 2005 offiziell eröffneten Dynamikzentrum Dingolfing (Bild) 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.

Etwa 1 800 Lieferanten aus aller Welt liefern ihre Waren in die Zentrale Teileauslieferung (ZTA) 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.

Die Redaktion



Bild 2 Die automatische Ver- und Entsorgung ermöglicht eine virtuelle Vervielfachung der Anzahl der nutzbaren Zielstellen sowie dynamische Behälterwechsel ohne Eingriff des Personals.

matisiert zu machen. Vorteile sind eine starke Reduzierung der manuellen Verdichtungstätigkeiten sowie eine bessere Ausnutzung der Transportkapazität. Letztere führt direkt zu einer Reduzierung der Anzahl der Transporte und somit zur Vermeidung von Staus, da die vorhandene Anlage die resultierenden Ströme wieder bewältigen kann.

Die Auswahl fiel dabei auf den psb „ringsorter“ mit rotierenden Zielstellen, da dieser im Rahmen der gestellten Aufgabe in punkto Platzbedarf und Investitionsaufwand anderen am Markt befindlichen Sortern überlegen ist. Zudem werden durch die integrierte automatische Ver- und Entsorgung der Zielstellen mit Behältern unproduktive Tätigkeiten reduziert. Gleichzeitig übernimmt der Sorter Kommissionieraufgaben, denn die Teile gelangen kundenbezogen in die Behälter.

Von der Idee zur Realisierung – Voruntersuchungen zur Machbarkeit

psb wurde daraufhin beauftragt, eine Untersuchung bzgl. der Machbarkeit durchzuführen. Diese gliederte sich in drei Phasen:

- Definition der Leistungsanforderungen an die Sortieranlage,
- Auslegen der einzelnen Bereiche und Erstellen eines (Layout-)Konzeptes,
- Überprüfen des Konzeptes anhand

der ermittelten Leistungsanforderungen.

Im ersten Schritt wurden zur Definition der Leistungsanforderungen vorhandene Bewegungs- und Stammdaten sowie die Artikel an sich untersucht: Anhand der Artikelstammdaten wurde eine Sortierfähigkeitsrate mit Hilfe von Größen- und Gewichtsinformationen ermittelt. Die Rate lag dabei schon ca. 15% über den Minimalanforderungen der BMW Group. Die berechnete Rate wurde durch eine visuelle Kontrolle der potenziellen Sortierteile im Rahmen einer Sortierfähigkeitsuntersuchung verifiziert. Nach Gewichtung der Bestellhäufigkeit anhand der Lieferscheinpositionen eines Jahres betrug die Sortierfähigkeitsrate ca. 85 %, wobei das Spektrum der sortierfähigen Teile weit gefasst ist. Dieser schon sehr hohe Wert wird durch die vorgenannten Umstrukturierungsmaßnahmen zusätzlich vorteilhaft beeinflusst.

Für die Bestimmung der notwendigen Durchsätze der Sortieranlage hat das Team detaillierte Inhalts- und Bewegungsdaten der zwei stärksten Wochen des betrachteten Jahres ausgewertet. Von besonderer Bedeutung waren hierbei die Buchungszeitpunkte der Teile in die Behälter. Hieraus konnten Laufzeiten für Kommissionierpakete und Kundenaufträge sowie Startzeiten für Behältertransporte ermittelt werden. Die Hauptaufgaben bestanden in der Erstel-

lung von bisher in der Anlage nicht vorhandenen Sammelbehältern sowie in der Generierung von Testdatensätzen zur Simulation von Durchsatzsteigerungen anhand vorgegebener Steigerungsraten.

Dafür hat man die Anzahl der zu bedienenden Kunden, die Anzahl der Positionen und die Anzahl der (Sortier)Teile pro Position anhand separater Steigerungsraten mit einer Exponential-Verteilung aus den Ist-Daten hochgerechnet, wobei auch die Buchungszeitpunkte variiert wurden.

Bei der Betrachtung der resultierenden Behälteranzahl und der Startzeitpunkte zeigte sich in der Reduzierung der benötigten Behältertransporte um durchschnittlich 60 % sofort das enorme Potenzial der Lösung.

Vorteile des weiterentwickelten Sorters

Bauartbedingt ist die Anzahl der Zielstellen des „ringsorter“ begrenzt. Aufgrund erster Abschätzungen der notwendigen Sortierleistung wurden unter Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Platzes drei dieser Sorter mit jeweils 36 Endstellen und zwei gemeinsame Zuführstrecken vorgesehen. Mit der automatischen Ver- und Entsorgung der Zielstellen kommt zusätzlich eine Neuentwicklung im Bereich des „ringsorters“ zum Einsatz, die einen besonders wirtschaftlichen Betrieb erlaubt: Die Zielbehälter rotieren mit konstanter Geschwindigkeit um den jeweiligen Sorter. Dabei kommen sie in regelmäßigen Abständen – im vorliegenden Projekt alle ca. 3,5 Minuten – an je einem feststehenden Ausschleuspunkt pro Sorter vorbei, dem jeweils ein (Leerbehälter) Einschleuspunkt nachgelagert ist (**Bild 2**). Damit kann die Zielstellenzuordnung ohne Eingriff eines Bedieners jederzeit automatisch geändert und die Sorter dynamisch an geänderte Anforderungen bzgl. der Zielstellenzuordnung angepasst werden.

Simulationsmodell entwickelt

Von besonderem Interesse war nun, ob die Anzahl der Endstellen für die Zahl der Kunden, die innerhalb eines Kommissionierpaketes gleichzeitig an den Sortern ankommen, sowie die Leistungen der Einzelkomponenten innerhalb der Gesamtanlage aufgrund einer möglichen Ungleichverteilung ausreichend

sind. Hierzu hat das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern ein modular aufgebautes Simulationsmodell mit der Software „eM-Plant“ entwickelt. Dabei wurde das Ringsortiermodul umfassend parametrierbar realisiert, so dass es in Simulationen späterer Anlagen einfach wieder verwendet werden kann.

Für die Simulation wurden aus den schon erwähnten Inhalts- und Bewegungsdaten diverse Behälter-Szenarien generiert und als Grundlage für die Erstellung und Überprüfung von Sortier- und Verteilstrategien verwendet. Besonders betrachtet wurde hierbei die Optimierung der Reihenfolge der Andienung der Mischbehälter zu den „Auflegeplätzen“ (das sind die Arbeitsplätze, an denen die Sortierteile vom Sammelbehälter auf die Zuführstrecken aufgelegt werden und an denen auch eine letzte Prüfung stattfindet). Über diese Reihenfolge wird maßgeblich die Anzahl der gleichzeitig für die Sortierung notwendigen Zielstellen beeinflusst. Dabei wird anhand des Behälterinhalts und der an den Sortern vorherrschenden Situation basierend auf vier Kriterien (z. B. der „minimalen Nicht-Übereinstimmung“) der beste Behälter ermittelt und in die Warteschlange vor den Auflegeplätzen gestellt.

Wie aus 105 Zielstellen rd. 300 „virtuelle“ Ziele werden

Entsteht im Sortierverlauf eine Situation, in der die 105 nutzbaren Zielstellen (je *ringsorter* ist ein Fehlerziel definiert) nicht ausreichen, kommt die Strategie der „Verdrängung“ zum Einsatz: Erreicht ein an den Sortern stehender Kundenbehälter durch seine Rotation den Ausschleuspunkt, so wird anhand des Volumens und des Gewichts seines Inhalts, dem Fertigstellungsgrad des Kundensortierauftrags und der Anzahl der freien Zielstellen des jeweiligen Sorters entschieden, ob ein noch nicht fertiger Kundensortierauftrag zwangsweise ausgeschleust – „verdrängt“ – werden muss, um einem anderen Auftrag Platz zu machen. Bei der Berechnung der Anzahl der freien Zielstellen wird im Rahmen einer Forecast-Komponente der Verdrängungsstrategie die Anzahl der aufgrund beendeter Aufträge frei werdenden und die innerhalb der Behälterwarteschlange neu zu vergebenden Zielstellen berücksichtigt.

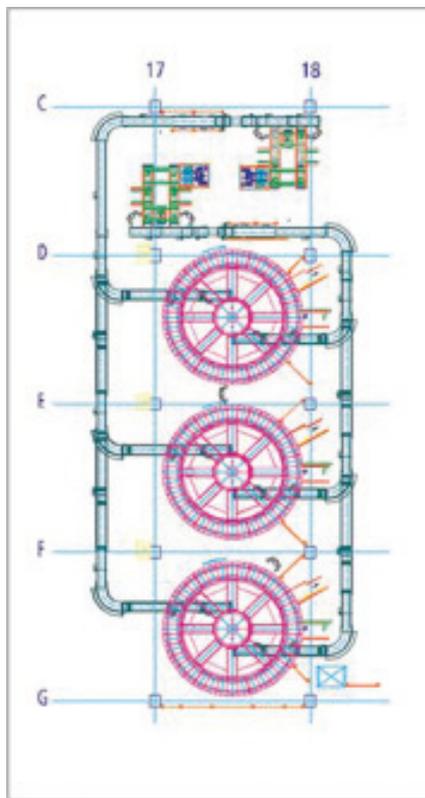


Bild 3 Die Anordnung der „ringsorter“ und der Zuführstrecken mit den vier Auflegeplätzen.

Mit diesen Strategien entstehen aus den 105 physikalisch vorhandenen Zielstellen mehr als 300 „virtuelle“ Ziele, die pro Stunde bedient werden können.

Realisierung und Integration in die Gesamtanlage

Nachdem sämtliche Voruntersuchungen mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen werden konnten, erhielt psb

auch den Auftrag zur Realisierung der Anlage und deren Integration in das Gesamtsystem. Zum Einsatz kommen folgende Komponenten, die komplett von psb gebaut wurden:

- Die Anlage besteht aus drei „ringsortern“ mit jeweils 36 Endstellen und acht Speichenbändern mit einer max. Einzelmaschinenleistung von ca. 2 800 Teilen/h (Bild 3). An den zwei Zuführstrecken mit ähnlicher Durchsatzleistung können je nach Bedarf zwischen ein und vier Mitarbeiter an den Auflegeplätzen beschäftigt werden.
- Die Zuführstrecken sind dabei mit einer erweiterten Sensorik ausgestattet: Pro Gurtband ist sowohl eine horizontale Lichtschranke, die Teile ab 5 mm Höhe erkennt, als auch eine umfangreiche Kontrastsensorik zur Detektierung sehr flacher Teile installiert (Bild 4). Kurz nach den Auflegepunkten werden die Teile von einer in der Strecke integrierten Waage im Durchlauf gewogen. Damit wird das Maximalgewicht der einzelnen Sortierteile sowie das Gesamtgewicht des Behälterinhalts überwacht. Die Verteilung auf die Sorter wird mit Klappbändern als Vertikalverteiler realisiert. Damit wird eine Maschinenleistung von mehr als 5 000 Teilen/h und im realen Betrieb eine Dauersortierleistung von ca. 3 500 Teilen/h erreicht.
- Die Behälterfördertechnik ist hauptsächlich in zwei Ebenen realisiert (Bild 5): In der Ebene mit einer Förderhöhe von 700 mm befinden sich zwei weitere

Bild 4 Mehr als 2 500 Teile/h werden von einer Zuführstrecke bewältigt. Im Hintergrund erkennbar ist auch die umfangreiche Kontrastsensorik.





Bild 5 Die Behälterfördertechnik ist in insgesamt vier Ebenen realisiert und hat bei einer Grundfläche der Anlage von ca. 35 x 30 m eine Gesamtlänge von mehr als 400 m.

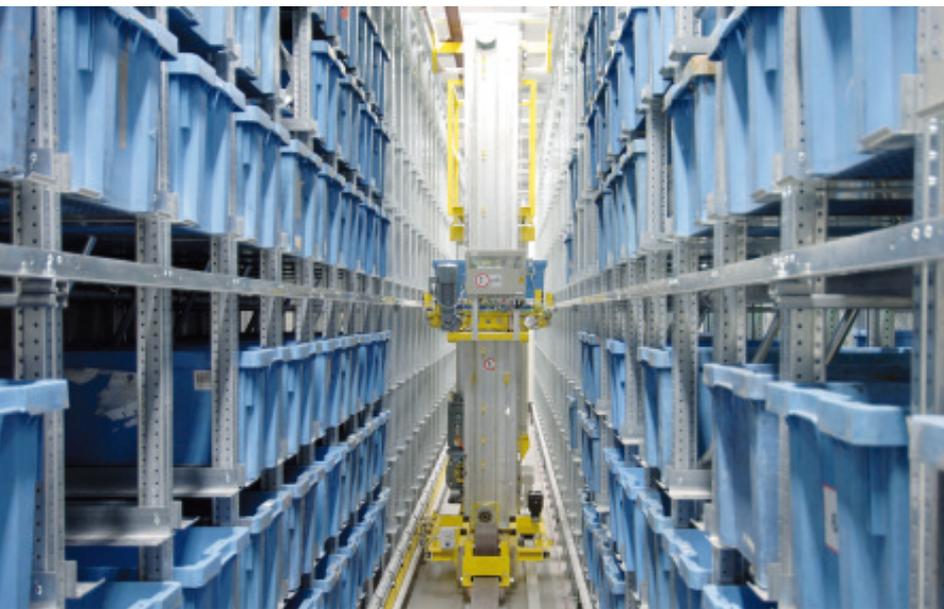


Bild 6 Die drei RBG vom Typ „sprinter“ erreichen zusammen mehr als 400 Doppelspiele/h. Bilder: psb

Arbeitsplätze, die Fördertechnik zur Versorgung der Auflieger sowie die Behälterzu- und -abführung der „ringsorter“. Die auf Förderhöhe 3,6 m an der Decke abgehängte Fördertechnik der zweiten Hauptebene übernimmt die Verbindung der einzelnen Anlagenteile. Durch zwei weitere Ebenen wird an insgesamt sieben Stellen eine förder-technische Anbindung an die vorhan-

denen Systeme – Kommissionierbereiche, Versand, Leerbehälterpuffer etc. – ermöglicht. Die Ebenen sind durch zwei S-Förderer, drei Heber und einen Paternoster, der drei der vier Ebenen gleichzeitig bedient, miteinander verbunden.

- Die Pufferung der Behälter und deren Verteilung zu den verschiedenen Arbeitsplätzen übernimmt ein schnelles Puffersystem mit ca. 840 Plätzen, von

denen die Hälfte redundante Zugriffsmöglichkeiten bietet. Um einen Kreuzungsverkehr der verschiedenen Ströme von Behältern weitestgehend zu vermeiden, wurden die Ein- und Auslagerstiche sowie der jeweils dazugehörige Kreislauf auf jeder der beiden Fördertechnik-Hauptebenen realisiert.

- Die drei Regalbediengeräte der neuesten Generation „sprinter“ erbringen dabei einen Durchsatz von mehr als 400 Doppelspielen pro Stunde (Bild 6). Da ein Großteil der Behälter mindestens einmal ein- und ausgelagert wird, kommt diesem Puffersystem eine zentrale Bedeutung zu. Hiermit wird z. B. auch die Reihenfolge der Mischbehälter zu den Auflegeplätzen realisiert. Aufgrund der Neubestimmung einmal pro Minute ist ein schneller Einzelzugriff auf alle Mischbehälter zwingend erforderlich.

- Die Steuerung der Anlage besteht aus insgesamt sieben SPS sowie einem Serversystem mit der psb-Software „selektion“, in der die Sortier- und Verteilstrategien integriert wurden und das die Kommunikation mit den vorhandenen Rechnersystemen übernimmt.

Ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme erreichte das System nach einer Optimierungsphase seine volle Leistungsfähigkeit und arbeitet seit Ende 2005 zur vollen Zufriedenheit der Betreiber. Aufgrund der großzügigen Leistungsdimensionierung ist das System auch für zukünftige Aufgaben bestens gerüstet.



Dipl.-Ing. Hans-Gerhard Schehl ist Projekt Ingenieur im Bereich Systemplanung Lager-, Förder- und Sortiertechnik der psb GmbH Materialfluss + Logistik, Pirmasens.