

Scheid, Wolf-Michael :

Rechnergesteuerte Kommissionierung

Zuerst erschienen in:

Fördern und Heben : f + h ; Zeitschrift für Materialfluß und
Automation in Produktion, Lager, Transport und Umschlag - Mainz :
Vereinigte Fachverl., ISSN 0373-6482 - ISSN 0015-5241 - ISSN
0341-2636, Bd. 34 (1984), 4, S. 598 -601

Wird z.B. eine zulässige Karenzzeit unterschritten, wird der Behälter jetzt mit Vorrang behandelt, also auch bei Besetzung aller Plätze für Normalaufträge ausgeschleust und zugleich dem Personal besonders kenntlich gemacht (Eilig-Winker, Lampe am Behälter-Standort, digitale Anzeige der Behälter-Nummer etc.).

Sind andere zum Auftrag gehörende Behälter bereits fertig, so ist der noch fehlende Behälter mit Vorrang zu kommissionieren (gleiche Strategie wie vorher).

Wird das von einem Behälter vorgegebene Volumen beim Kommissionieren überschritten, bieten sich folgende Wege an, um weitere Behälter dem gleichen Auftrag zuzuordnen: Vorkalkulation des Kommissioniervolumens (auf der Basis von »Füllungsgraden«, da die Stapelmuster wegen der veränderlichen Kommissionier-Reihenfolge nicht streng vorgegeben werden können) und entsprechendes »Splitten« des Auftrages in Unteraufträge für jeweils einen Behälter (eventuell in Verbindung mit verschiedenen Behälter-Größen). Anwendung des sog. Folge-Behälter-Verfahrens [2], in einer der beiden folgenden Varianten:

1. Der am I-Punkt gestartete Behälter wird vor einem oder mehreren erforderlichen Folgebehältern auf die Abtransportstrecke aufgegeben. Bei der nächsten Lesung werden die noch offenen Ziele und alle anderen Daten vom Rechner automatisch auf den oder die Folgebehälter übertragen.

2. Von dem am I-Punkt gestarteten Behälter wird der übertragbare Identifikationsteil auf den jeweils letzten der Folgebehälter übertragen. Dabei müssen die Behälter nicht zwingend unmittelbar nacheinander am nächsten Leser vorbeilaufen, und Fehl-Verknüpfungen sind ausgeschlossen.

Nach Erledigung aller Ziele werden die Behälter meist noch kontrolliert (auch Zwischenkontrollen sind möglich). Dies kann geschehen durch:

Stichprobenkontrolle; Vollständigkeits- oder Stichprobenkontrolle durch entsprechenden Hinweis im zugeordneten Datensatz; Vollständigkeitskontrolle prinzipiell durch eigenes Kontrollpersonal je Kommissionierziel, durch Kommissionierpersonal des Folgeziels, durch Zwischen- und Endkontrolle(n); automatische Kontrolle durch Vorkalkulation des Kommissioniergewichts und Verwiegen der Behälter.

Kombinationen dieser Verfahren sind möglich.

Nach der Kontrolle werden die kompletten Kommissionen automatisch zu Tourenbahnen und/oder Packplätzen gefördert. Dabei können etwa aufgrund des Datensatzes und/oder der Gewichts- und Volumenermittlung automatisch spezielle Versandwege berücksichtigt werden (Päckchen, Paket, Bahnfracht, Spediteur). Auch die Auslastung der Packplätze kann ins Kalkül gezogen werden. Die Reihenfolge der Zuführung zu Packplatz und Tourenbahn kann dabei vorgegeben werden (Voraussetzung: Dynamischer Zwischenspeicher als Vollbehälterkreislauf oder statischer Zwischenspeicher als automatisch bedientes Regallager).

Mit dem abgeschlossenen Versand wird der Behälter beim Rechner abgemeldet (er hat das System verlassen). Natürlich ist ebenso möglich, den Behälter, falls er auch körper-

Tabelle: Beispiele für Einflußmöglichkeiten auf die Rechnerstrategie – Examples of possibilities for influencing the computer strategy – Exemples de possibilités d'action sur la programmation du calculateur

Zielsetzung	Mittel	Veränderbare Parameter
Kürzeste Durchlaufzeit	»Eilig machen« und/oder Parallel Kommissionieren	Soll-Fertigungszeit, Anzahl eiliger Aufträge je Kommissionierziel, Kommissionierzeit je offene Position
Maximierung der Auslastung	Umläufer zulassen	Anzahl Umläufer je Kommissionierkreis, Anzahl normaler Aufträge je Kommissionierziel, zulässige Abkürzungen, zeitlich unkritische Aufträge gezielt zum Umläufer machen (= in Warteschlange einordnen) in Abhängigkeit der zu erwartenden Auslastung
Maximierung des Füllungsgrades	Volumen-Vorkalkulation und/oder Folge-Behälter-Verfahren	Wahl des Verfahrens als Funktion von Restdurchlauf und Auslastung
Minimierung Kontrollaufwand	Verwiegen im Durchfluß	Toleranzvorgaben, Kombination mit Folge-Behälter-Verfahren

lich das System verläßt (Transportmittel zum Kunden), nach dem K-Punkt weiter zu verwalten und das Kundenkonto mit dem entsprechenden Behälter zu belasten. Eine Entlastung des Kundenkontos findet dann bei der nächsten Zuführung zum I-Punkt statt. Selbstverständlich gibt es bei allen vorstehend skizzierten Systemen die Möglichkeit, jederzeit wichtige Systemparameter zu verändern, außerdem bieten sie hohe Auskunftsbereitschaft sowie automatische Hinweise (Tabelle).

Diese Systeme sind heute Stand der Technik, wobei teilweise auch der Warennachschub mit dem gleichen System bewältigt wird.

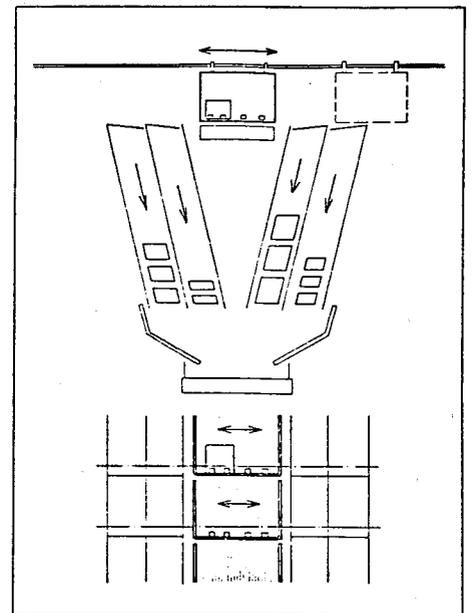
Systemanpassung an neue Aufgaben

Schnellläufer-Kommissionierung

Die Größe der Systeme nimmt zu. Dadurch steigt die Zugriffsdichte im Schnellläuferbereich so stark an, daß sich in Spitzenzeiten das Personal möglicherweise gegenseitig behindert. Deshalb läßt sich eine automatisierte Kommissionierung, in einer der folgenden Varianten, in diesem Bereich wirtschaftlich einsetzen.

Variante 1: Automatische Kommissionierung mit horizontal oder vertikal angeordneten artikelreinen Schächten (»Dispenser«), aus denen automatisch Waren entnommen und dem Kommissionierbehälter zugeführt werden (direkt oder über ein zwischengeschaltetes Sammelband (Bild 3)). Diese Systeme sind der Struktur nach seit über zehn Jahren bekannt und technisch problemlos zu installieren.

Variante 2: Theoretisch lassen sich auch automatische Kommissioniersysteme mit horizontal angeordneten artikelreinen Kanälen entwickeln. Die Entnahmeeinheit ist dabei am Kommissionier-Gerät untergebracht und wird von diesem gesteuert. Prinzipiell können damit sowohl serielle als auch parallele Kommissionierverfahren automatisch durchgeführt werden. Diese Variante bietet sich dann an, wenn in der Zeiteinheit zwar eine hohe Kommissionierleistung gefordert wird, der einzelne Artikel jedoch im Schnitt nur mit einer geringen Häufigkeit angesprochen wird. Eine solche Konzeption reduziert die Anzahl der erforderlichen automatisch arbeitenden Entnahmeeinheiten und den damit verbundenen Steuerungsaufwand (und damit auch die Kosten) erheblich. Nach diesem Konzept arbeitet u.a. das später erläuterte Sistrore-System.



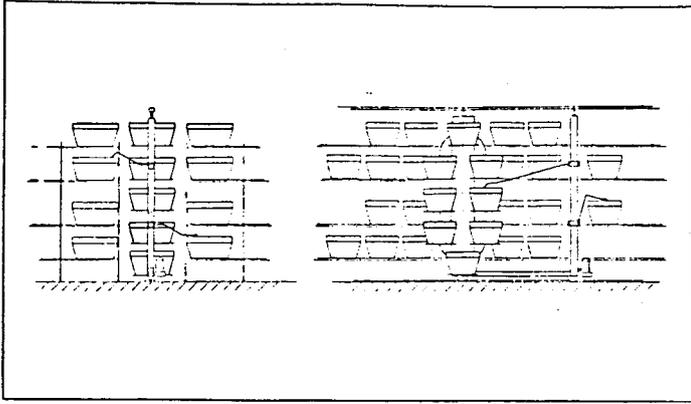
3: Automatische Kommissionierung – Prinzipdarstellung (Variante mit vertikal angeordneten »Dispensern«) – Automatic commissioning – schematic diagram (variation with vertically arranged »dispensers«) – Préparation automatique de marchandises à l'expédition – Présentation du principe (variante possible avec des distributeurs disposés verticalement)

Variante 3: Sofern die geforderten Leistungen nur für kurze Zeiträume anfallen, bietet es sich an, die Schnellläuferbereiche durch Mehrfachanordnungen zu entzerren. Die einzelnen Bereiche werden dann je nach Leistungsanfall personell besetzt und dem System zugeschaltet.

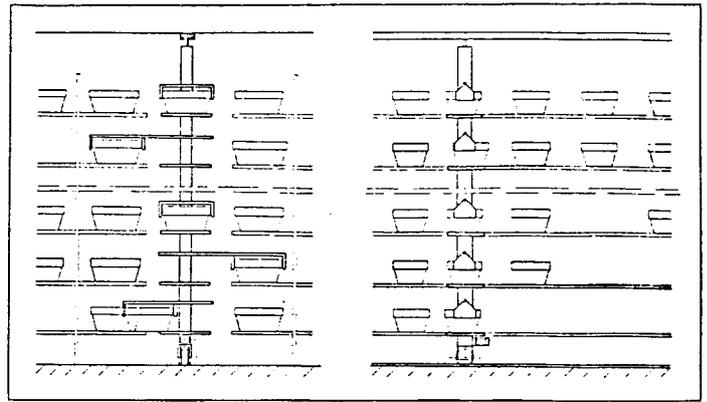
Variante 4: In kleinen Systemen mit geringerer Kommissionierleistung werden mehrere Aufträge zusammengefaßt und parallel kommissioniert (eventuell zweite Kommissionierstufe erforderlich oder paralleles Fahren mehrerer auftragsbezogener Kommissionierbehälter und späteres Trennen dieser Behälter), um mehr Entnahmen je Zugriff zu erzielen. Eventuelle Konfliktmöglichkeiten werden hier manuell entzerrt, Wegezeiten werden gekürzt.

Mittel- und Langsamläufer-Kommissionierung

Vor allem im Langsamläuferbereich können die Wegeanteile unverhältnismäßig groß werden, dabei nimmt die Übersichtlichkeit ab. Deshalb ist auch hier eine Automatisierung



4: RFZ mit stationären Kommissionier-Robotern für parallele Kommissionierung – Prinzipdarstellung – Shelf stocking unit with stationary commissioning robots for parallel commissioning – schematic diagram – Transélévateur équipé de robots fixes de préparation des marchandises à l'expédition. Permet d'effectuer plusieurs tâches parallèlement. Présentation du principe



5: Sistore, automatisches System für hohe Umschlagleistungen – Prinzipdarstellung – Sistore – storage and retrieval system for fast handling speeds – schematic diagram – Système d'emmagasination et de déstockage Siemag. Ce système automatique donne un haut rendement pour les transbordements. Présentation du principe

geboten. Für quaderförmige, kartonierte Ware ist dies bei geringer geforderter Entnahmelistung mit einer automatischen Kommissionierung im Regalgang technisch möglich [3].

Für leistungsfähigere Entnahmegereäte im Regalgang, besonders auch für nicht quaderförmige und ungestapelte Stückgüter, fehlen (noch) leistungsfähige Sensoren und Greifeinheiten.

Aus Leistungsgründen wird man hierbei von der Technik der sogenannten »langsamen Systeme« [3, 4] abgehen und zu stationär am Regalförderzeug angeordneten Greifarman (Kommissionierrobotern) in Verbindung mit einer parallelen Kommissionierung übergehen (Bild 4).

Vorläufer solcher Systeme sind leistungsfähige »Ware-zum-Mann«-Systeme, die als ersten Zwischenschritt stationär angeordnete Kommissionierhilfen (Anzeigen, Quittungstasten etc., tendenziell auch Roboter) aufweisen. Bekannt sind hier Systeme verschiedener Hersteller (Miniload, AKL, Mekomat etc.), die in ihren Grundprinzipien nahezu identisch sind.

Alle diese Systeme sind dadurch gekennzeichnet, daß pro Stunde maximal etwa 50 bis 60 kombinierte Spiele (= Ein- und Auslagerungen) möglich sind. Zur Vereinfachung der Steuerung und zur indirekten Leistungserhöhung arbeitet man mit uniformen Ladeeinheiten und hierauf spezialisierten Regalen. Derartige Ware-zu-Mann-Systeme erscheinen deshalb bei den heute geforderten Relationen von Bestand zu Umschlag mit relativ hohen Kosten und erheblichen organisatorischen Problemen belastet, weil sich meist mehrere Artikel auf einer Ladeeinheit befinden. Die Organisation verwaltet also keine artikelreinen Ladeeinheiten mehr. Dies führt zwangsläufig dann zu Schwierigkeiten, wenn verschiedene Artikel der gleichen Ladeeinheit von unterschiedlichen Kommissionierstationen entnommen werden sollen.

Das sog. Sistore-System (Siemag Storage and Retrieval System, Patent angemeldet) macht nun bei annähernd gleichem Kapitalaufwand bei Einsatz handelsüblicher Behälter und Kartons möglich. Ein RFZ kann hier je Spiel und Regalebene eine Lagereinheit ohne Anhalten entnehmen oder einlagern (Bild 5). Dadurch ist ein solches System prädestiniert zur weitgehenden Automatisierung des Langsamläufer- und eventuell auch des Mittel- und Schnellläuferbereichs.

Das Sistore-System

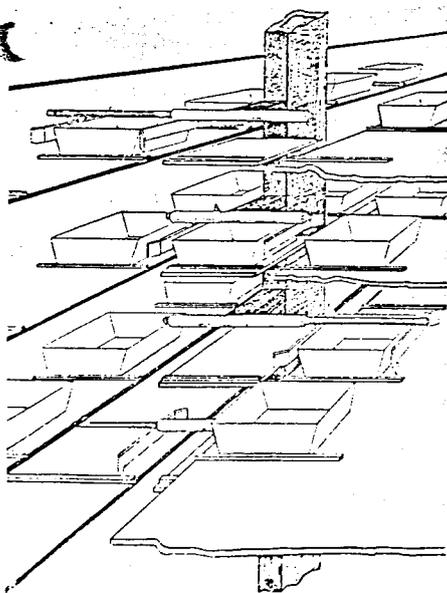
Die neue Konzeption vermeidet die angeführten Nachteile bei nur geringfügig höherem Investitionsaufwand und zugleich deutlich höherer Umschlagleistung. An einem Regalförderzeug wird statt eines vertikal verfahrbaren Lastaufnahmemittels je Regalebene mindestens ein Lastaufnahmemittel eingesetzt. Für leichte Ladeeinheiten kann man dazu einheitliche, preiswerte Lastaufnahmemittel verwenden. Ferner können handelsübliche Kragarmregale benutzt werden. Bei dieser Variante ist das Lastaufnahmemittel als »Brückenabschieber« ausgebildet. Er sichert in der jeweiligen Regalebene im Gang-Bereich das ein- oder auszulagernde Ladehilfsmittel auf dem Lasttisch, schiebt es in das Lagerfach und kann danach im Lichtraumprofil über den anderen Lagerplätzen verfahren werden. Entsprechend kann das Lastaufnahmemittel vor einer Auslagerung auch im Lichtraumprofil über den nicht auszulagernden

den Einheiten im Regal verfahren werden (Bild 5).

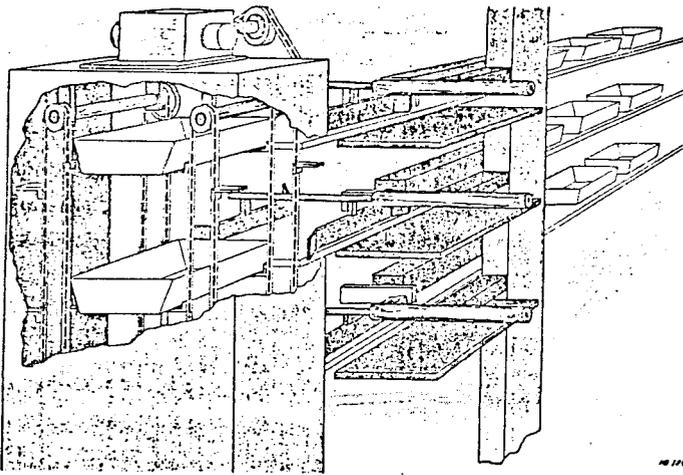
Hier wird die für eine Ein- oder Auslagerung erforderliche Zeit auf ein Minimum reduziert, weil keine Vertikalfahrzeiten anfallen und Ein- und Auslagerungszeiten innerhalb der Horizontalfahrtzeit liegen. Vor Kopf eines Regalganges sind auf der Ein- und Auslagerungsseite Vertikal-Förderer zentral angeordnet (im Regelfalle Siemag-Stufenlifte), deren Teilung der des Regals entspricht.

Das Regalförderzeug verfährt zunächst in die Aufnahmeposition und übernimmt aus dem Vertikalförderer gleichzeitig in jeder Regalebene eine in diese Ebene einzulagernde Ladeeinheit. Das Gerät zieht alle diese Ladeeinheiten mit den als Lastaufnahmemittel dienenden Brückenabschiebern in die neutrale Stellung (Gangbereich). Während der Fahrt in Richtung auf das andere Gangende kann es ohne Anhalten in jeder Ebene unabhängig voneinander genau eine Ladeeinheit einlagern, entsprechend dem jeweils vorgegebenen horizontalen Fach und der Einlagerungsseite rechts oder links (Bild 6). Nach dem Einlagerungsvorgang bleibt das Lastaufnahmemittel im jeweiligen Regalbereich und fährt, fest mit dem Gerät verbunden, weiter bis zum Wendepunkt am Ende des Ganges. Dort wird das Lastaufnahmemittel zu der Regalseite bewegt, auf der die nun folgende Auslagerung vorgesehen ist. Das Gerät fährt zurück zum Auslagerungspunkt und kann dabei, wiederum ohne anzuhalten, aus jeder Regalebene eine Ladeeinheit entnehmen und auf den Lasttisch ziehen. Am Auslagerungspunkt schieben alle Lastaufnahmemittel gleichzeitig die Ladeeinheiten auf die Auslagerungsseite des Regals. Von dort werden sie mit einem Pusher gleichzeitig in den Auslagerungs-Stufenlift geschoben (Bild 7). Unmittelbar nach dem Zurückgehen der Pusher in ihre Ausgangsstellung können die Lastaufnahmemittel wieder auf die gegenüberliegende Einlagerungsseite verfahren werden und das kombinierte Ein- und Auslagerungsspiel kann von vorne starten.

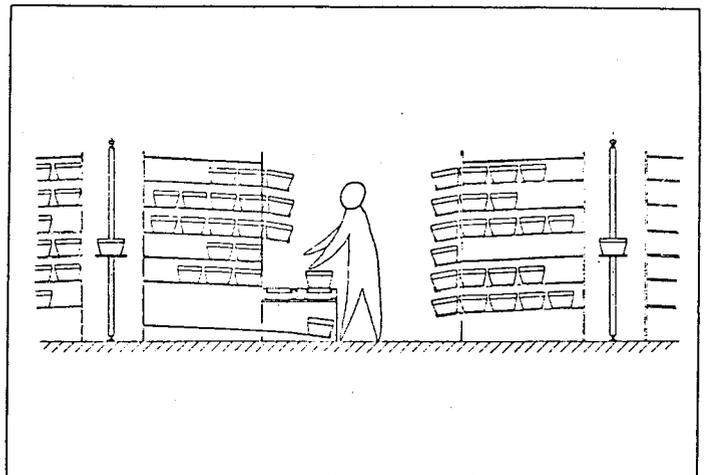
Die Leistung des Systems ist prinzipiell unabhängig von der gewählten Horizontalfahrtgeschwindigkeit des Gerätes und der Ein- oder Ausfahrtgeschwindigkeit der Lastaufnahmemittel. Die Relation dieser beiden Geschwindigkeiten bestimmt lediglich den erdorderlichen lichten Raum zwischen jeweils zwei Ladeeinheiten im Regal. Die Leistung wird er-



6: Sistore – Blick in die Regalanlage eines automatischen Kleinteile-Lagers – Sistore – view inside the shelving system of an automatic hardware store – Système d'emmagasination et de déstockage Siemag. Vue des rayonnages d'un magasin automatisé de petites pièces détachées



7: Sistore – Auslagerungsstation vor Kopf eines Regalganges für automatische Kleinteile-Lagerung (im Vordergrund der Auslagerungs-Stufenlift) – Sistore – unloading station at the head of a shelf gangway for automatic hardware storage (multi-stage unloading lift in front) – Système automatique d'emmagasinage et de déstockage Siemag. Station de transfert à l'extrémité d'une allée de rayonnages pour le stockage automatique de petites pièces détachées (en premier plan, le convoyeur de déstockage qui dessert plusieurs niveaux)



8: Automatischer Nachschub für Mitteldreher-Kommissionierbereiche mit manueller Kommissionierung – Prinzipdarstellung – Automatic feed for items with medium turnover rates, with manual commissioning – schematic diagram – Avance automatique pour les secteurs de livraison à moyen terme dont la préparation est effectuée manuellement. Présentation du principe

hört durch zusätzliche Regalebenen und ist limitiert durch die Förderleistung der eingesetzten Stufenlifte. Diese Lifte haben sich in anderen Einsatzbereichen als Hochleistungs-Vertikalförderer bereits bewährt und erreichen bei üblichen Kartons und Behältern einen Durchsatz von stündlich etwa 900 Einheiten maximal. Dies würde bei einem entsprechend konzipierten Gerät einer Grenzleistung (gerechnet auf der Basis herkömmlicher Regalförderzeuge) von 900 kombinierten Spielen je Stunde entsprechen, also rund der 20fachen Leistung heute üblicher Geräte. Bei Modellrechnungen wurde ermittelt, daß in einem Regalgang mit z. B. 2000 Behältern der Abmessungen 600x400x300 mm (Länge x Breite x Höhe) bei 20 Regalebenen etwa 500 kombinierte Spiele/Stunde realisiert werden können.

Da die Ladeeinheiten nicht an die Lastaufnahmemittel angepaßt werden müssen, einfachste Regalkonstruktionen verwendet, und die Lastaufnahmemittel (die vom Bewegungsablauf her nach Art von Schrägtransfers arbeiten) bei kleinen Lasten technisch sehr einfach ausgeführt werden können, ergeben sich neue Perspektiven für automatisch arbeitende »Ware-zum-Mann«-Systeme.

Diese Grundkonzeption läßt sich aber auch für die automatische Kommissionierung von Einzelteilen nutzen. Entweder werden dazu stationär angeordnete Roboter, möglichst in Verbindung mit einer Parallelkommissionierung, oder Lastaufnahmemittel, als spezialisierte Entnahmehilfsmittel in der Regalebene verwendet. In diesem Falle wird aus dem Fachregal eine Art Durchlaufregal mit getrennter Beschickungs- und Entnahmeseite, wobei auf der Entnahmeseite ein entsprechend zu modifizierendes Sistore-Gerät arbeitet. Ob dies auch für die Beschickungsseite zwingend ist, hängt von der geforderten Umschlagleistung ab.

Automatisierung des Nachschubs

Durch Verwendung von Ladeeinheiten wird mit vergleichsweise geringem Aufwand eine permanente Inventur möglich, denn bei jeder physischen oder logischen Leerung der Ladeeinheit kann ein Abgleich der Bestände vorge-

nommen werden (Idealfall: »physisch 0« – »logisch 0« = keine Bestandsdifferenz; »physisch 0« – »logisch kleiner Null« heißt Schwund, der umgekehrte Fall Überbestand). Beim Füllen einer Ladeeinheit (z. B. Lagerbehälter) wird diese nach entsprechender Kontrolle als Lagerzugang verbucht (Artikel-Nr., Behälter-Nr., Lagerort, Stückzahl, Datum). Die Lesung der entsprechenden Behälternummer (eigener Nummernkreis sollte verwendet werden) führt zur entsprechenden Bestandsabgleichung, eventuell zu einem automatischen Nachschub aus einem Reserve-lager unter Verwendung der Förderstrecken, der Zielsteuerungseinrichtungen sowie automatischer Einlagerungsgeräte, z. B. RFZ (Bild 8). Natürlich sollten bestimmte Strategien angewandt werden: Fifo, kritische Bestandsreserven zuerst auffüllen, betriebschwache Zeiten für den Nachschub nutzen. Das beschriebene Verfahren ist problemlos anwendbar für Durchlaufregale und für Fachlagerung, sowie für den Nachschub in »Ware-zum-Mann«-Systemen.

Für heute übliche Schnellläuferbereiche ist ein automatisches Auffüllen der Magazine (»Dispenser«) vorzusehen. Die Bestandsüberwachung selbst ist dort problemlos. Für quaderförmige, besonders kartonierte Ware, für die derartige Systeme heute eingerichtet sind, kann entweder ein Greifsystem (z. Z. noch zu langsam) vorgesehen werden oder die aus artikelrein angelieferten Behältern »ausgekippten« Einheiten können über entsprechende Stetigfördersysteme vereinzelt und mit einer Zielsteuerung der jeweiligen Beschickungsstation zugeführt werden (zugleich automatische Rückführung des »ausgekippten« Leerbehälters).

Hierbei muß aber nicht zwangsläufig mit stationären I-Punkten für die Ersteinlagerung gearbeitet werden. Es sind auch mobile (z. B. tragbare) Eingabeterminals denkbar, bei denen Behälternummer und Einlagerungsbeleg lediglich mit Lesepistole abgelesen und die entsprechenden Daten on-line an die Steuerung (Prozeßrechner) zur Verknüpfung, Lagerortvorgabe, Wegeverfolgung etc. übertragen werden, beispielsweise mit Infrarot-Systemen oder Datenfunk.

Sortierung fertiger Kommissionen

Dynamische und statische Zwischenspeicher wurden schon angesprochen. Die Leistungen des Sistore-Systems erlauben den Einsatz statischer Speicher auch für Hochleistungs-Kommissioniersysteme. Natürlich sind auch Kombinationen beider Systeme möglich, z. B. dadurch, daß bei Fertigmeldung des letzten Behälters bereits eine Vorsortierung und Auslagerung der im Speicher vorhandenen Behälter einsetzt.

Schlußbemerkung

Die Kombination der heute verfügbaren Steuerungstechniken mit neuartigen Organisationsformen und erprobten Komponenten sowie Neuentwicklungen der Mechanik erlaubt einen deutlichen Schritt nach vorn in Richtung der rechnergesteuerten Kommissionierung. Das schafft zugleich die Voraussetzungen zu einer wirtschaftlichen automatischen Kommissionierung, nicht nur in Teilbereichen, sondern auch in Gesamtsystemen, zumindest zu einer schrittweisen Einführung.

Literaturnachweis:

- [1] Gudehus, T.: Grundlagen der Kommissioniertechnik. Girardet, Essen, 1973
- [2] Scheid, W.-M.: Folge-Behälter-Verknüpfung, ein neues Verfahren in der seriellen Kommissionierung, fördern+heben, 30 (1980) Nr. 12, S. 1078–1081
- [3] O. V.: Wie kommissionieren Sie? Beschreibung des STOREMATIK-Prinzips. Materialfluß (1972) 3, S. 41 ff.
- [4] O. V.: Korob, Forschungsprojekt Kommissionierroboter. Informationsschrift des Fraunhofer-Instituts für Transporttechnik und Warendistribution (ITW), Dortmund, 1983.
- [5] O. V.: SISTORE, Ein neues Konzept zur automatischen Lagerung leichter Stückgüter (Behälter, Kartons etc.) bei maximaler Umschlagsleistung, SIEMAG, 1983.

Bildnachweis: Siemag Rosenkaimer Fördertechnik, 5663 Leichlingen 1