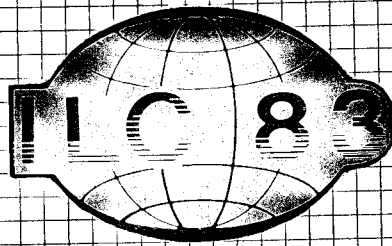


Scheid, Wolf-Michael :

Rechnergesteuerte Kommissionierung = Computer-aided order picking

Zuerst erschienen in:

Proceedings // 4th International Logistics Congress =
Kongreßhandbuch // 4. Internationaler Logistik Kongress : Dortmund,
7. - 9. Dezember 1983. - Dortmund : Inst. f. Logistik, 1983, Bd. 2
(1983), S. 169-174



4. INTERNATIONALER LOGISTIK KONGRESS

4th INTERNATIONAL LOGISTICS CONGRESS

Berlin 1977

Tokyo 1979

San Francisco 1981

Dortmund 1983

DORTMUND

Congresscenter Westfalenhalle

7. - 9. Dezember 1983

Kongreßhandbuch II

Proceedings II

Rechnergesteuerte Kommissionierung

Computer-aided order picking

Dr.-Ing. Wolf-Michael Scheid,
SIEMAG ROSENKAIMER GmbH, Leichlingen

Ausgehend von der seriellen Kommissionierung mit ihren hohen Anforderungen werden heute erreichte Möglichkeiten der Kommissionierung dargestellt. Insbesondere wird auf automatische Kommissionierung, Integration des Nachschubs und die Automatisierung des Langsamläuferbereichs durch das SISTORE-System (SIEMAG STORE AND RETRIEVAL SYSTEM) hingewiesen.

1. Einleitung

Durch die Entwicklung der Mikroelektronik verändern sich Kosten - Nutzen - Relationen schnell. Was gestern gesicherte Erkenntnis aus Wirtschaftlichkeitsrechnungen war, muß heute neu geprüft werden.

Die Anforderungen an Leistung und Komfort von Kommissioniersystemen haben längst das überschritten, was gestern als technisch kaum noch machbar galt. Neukombinationen aus erprobten Organisations- und Steuerungskonzepten mit mechanischer und elektronischer Hardware ermöglichen diese Leistung. Als Beispiel sei vorab auf den Entwurf eines neuartigen Regalförderzeuges (RFZ) hingewiesen, daß deutlich über 500 Ein- und Auslagerungen je Stunde leisten kann.

Heutiger Stand und Entwicklungstendenzen rechnergesteuerter Systeme sollen ausgehend von den bereits beispielsweise im pharmazeutischen Großhandel im Einsatz befindlichen Hochleistungs-Kommissionieranlagen skizziert werden.

2. Kommissionierung (insbesondere serielle Kommissionierung)

Nach Gudehus [1] ist ein Kommissioniersystem ohne Regelung des Nachschubs nicht für längere Zeit funktionsfähig. Ein vollständiges Kommissioniersystem ist daher die Verknüpfung eines Sammelsystems mit einem geeigneten Beschickungssystem. Der Gesichtspunkt des Nachschubs (Beschickungssystem) und der dafür erforderlichen Bestandsüberwachung wird leider immer noch vernachlässigt.

Während vor 10 Jahren Kommissioniersysteme noch sehr detailliert nach Ladehilfsmittelgruppen (und entsprechenden Lagerzonen) sowie der Umschlagshäufigkeit geplant und or-

ganisiert wurden, erforderten hohe Kommissionierleistungen bei kleinvolumigen Artikeln (und entsprechend vielen Zugriffsmöglichkeiten je m² Regalstirnflächen) zunächst andere Strategien. Die serielle Kommissionierung setzte sich durch.

Die Kommissionieranweisungen wurden nach Lagerorten so aufbereitet, daß es sinnvoll war, nicht mehr eine Person die gesamte Kommission sammeln zu lassen (und damit zwangsläufig einmal durch die gesamte Anlage zu gehen), sondern von einigen Personen nacheinander die geordneten Artikel entnehmen zu lassen. Wegzeiten fallen bei diesem System nur in begrenztem Maße in den jeweils betroffenen Lagerzonen an, da die Transporte zwischen diesen Lagerzonen vollautomatisch auf Stetigfördersystemen ablaufen. Zielsteuerungen sorgen dafür, daß nur die gewünschten Zonen angefahren werden. Die Verteilung von Bestsellern, langsam- und normallaufenden Artikeln sorgt in Verbindung mit dem organisatorischen Prinzip des Zulassens von "Umläufnern" dafür, daß die Auslastung des Personals vergleichmäßig wird. In Verbindung mit Teilzeitarbeitskräften, gestaffelten Arbeitszeiten und eventuell zusätzlichem Leistungslohn führt diese Form von Kommissioniersystemen zu einer Minimierung des Personaleinsatzes auch bei nicht rechnergestützter Kommissionierung.

Entsprechende Kommissioniersysteme sind heute in der höchsten Komfortstufe wie folgt ausgebildet (vgl. Bilder 1 und 2):

Am Identifikations-Punkt (I-Punkt) werden einem Kommissionierbehälter Ziele, Auftragsnummer, Kundennummer, Tour- bzw. Packplatzhinweise, Kontrollmerkmale (Normal-, Sonderkontrolle, Ergänzung des Auftrages aus anderen Lagerbereichen etc.) zugeordnet. Die-

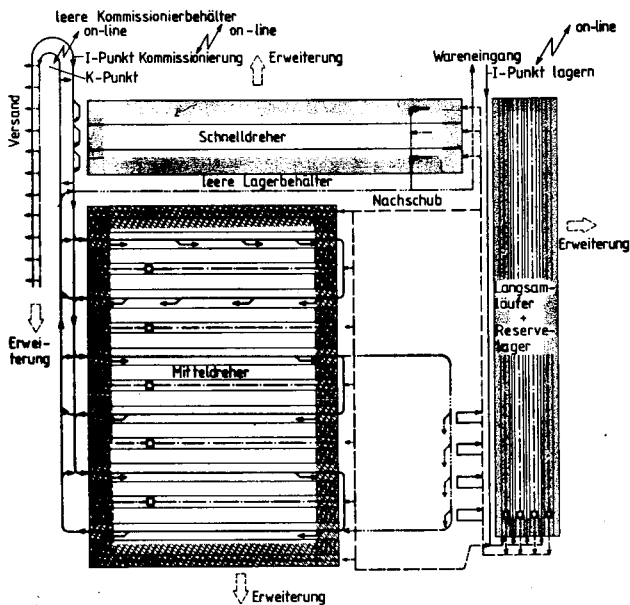


Bild 1: Rechnergesteuerte Kommissionierung – Großlayout

se Zuordnung kann bei rechnergesteuerten Systemen wie folgt erfolgen:

- . off-line durch Eingabe über Tastatur
- . off-line durch Eingabe über Lesepistole
- . off-line durch Zugabe entsprechender Einsteck-Karte und automatische Lesung (Klarschrift, Barcode, Würfelcode etc.)
- . on-line durch Aufrufen der entsprechenden bereits vom kommerziellen Rechner an den Prozeßrechner der Anlagensteuerung übermittelten Information mittels Identifikationsmerkmals (= Eingabe der Auftragsnummer mittels Tastatur oder Lesepistole, alternativ automatische Lesung von Einsteck-Karte, Klarschrift, Barcode oder Würfelcode etc. analog der off-line-Variante) und manueller Zugabe des Auftragspapiers.
- . on-line durch automatische Zuordnung der übermittelten Daten, der Behälteridentifikation und des Auftragspapiers (= automatischer I-Punkt). Bei kurzen Auftragsdurchlaufzeiten setzt dieses Verfahren entsprechende Warteschlangenverarbeitung vor dem Drucken der Auftragspapiere voraus. U.U. werden 2 I-Punkte eingesetzt (Normalaufträge - Eilaufträge).

In jedem der vorgenannten Fälle erfolgt eine Zuordnung der genannten Datensätze zu einem Behälter, Untersatz oder Karton, der selbst wieder im System automatisch identifizierbar sein muß.

Hierfür bieten sich an für Behälter und Untersätze:

- . Festcode (retroreflektierend, Barcode,

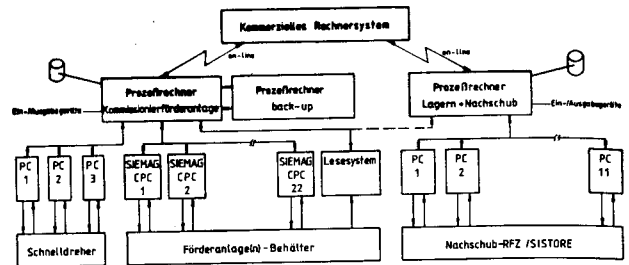


Bild 2: Rechnergesteuerte Kommissionierung – Steuerungshierarchie

Magnetcode oder Chip-Karte als gleichsam variabler Festcode)

für Kartons

- . aufsteckbarer Festcode (wie oben) oder
- . aufgespritzter Barcode/Klarschriftcode
- . automatisch aufgeklebter Code (wie oben)

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf Behälter, gelten jedoch analog für Untersätze und Kartons.

Beim Festcode ist zu unterscheiden zwischen

- . Festcode am Behälter oder aufsetzbarem Teil (etwa Kommissionierschale)
- . Festcode mit übertragbarem Identifikations-teil (wichtig beim später erläuterten Folge-Behälter-Verfahren).

Bei den Codes ist aus wirtschaftlichen Gründen zu unterscheiden zwischen Codes, die zeitabhängig gelesen werden (i.d.R. Gurtförderer an Lesestellen erforderlich), die zeitunabhängig sind (entweder Laser-Scanner oder Binär-Code mit Taktspur) und schließlich auch automatisch lesbare OCR-Klarschrift (Lesen im Stillstand oder Durchlauf und softwaremäßige Verarbeitung entsprechender Kameralesungen - z.Zt. noch vergleichsweise aufwendig).

Nach der Zuordnung am I-Punkt versucht der Behälter auf dem kürzesten Wege sein erstes Ziel anzulaufen. Ist dieses "besetzt", wird es zunächst übersprungen, um nach vorgegebenen Strategien (Unterteilung des Systems in Kommissionierkreise, Vorgabe zulässiger Rundläuferzahlen je Kreis etc.) erneut ange-laufen zu werden. Bei den Strategien können auch Zeitkriterien eine Rolle spielen

- . z.B. wird eine zulässige Karenzzeit unterschritten. Der Behälter wird jetzt mit Vorrang behandelt und 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.)

- . z.B. sind andere zum Auftrag gehörende Be-

hälter bereits fertig (Strategie wie vor) und der noch fehlende Behälter ist mit Vorrang zu kommissionieren.

Wird das durch den Behälter vorgegebene Volumen beim Kommissionieren überschritten, bieten sich folgende Wege an:

- 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 SIEMAG-Folge-Behälter-Verfahrens, [2] beispielsweise in einer der beiden folgenden Varianten:

a) 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 bzw. die Folgebehälter übertragen.

b) von dem am I-Punkt gestarteten Behälter wird der übertragbare Identifikationsteil auf den bzw. den letzten Folgebehälter übertragen. Ergebnis wie vorstehend skizziert. Jedoch müssen die Behälter nicht zwingend unmittelbar nacheinander am nächsten Leser vorbeilaufen und es sind Fehl-Verknüpfungen ausgeschlossen.

Nach Erledigung aller Ziele werden die Behälter i.d.R. 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 der vorgenannten Verfahren sind möglich.

Nach der Kontrolle erfolgt eine automatische Zuordnung kompletter Kommissionen zu

Tourenbahnen und/oder Packplätzen. Dabei können etwa aufgrund des Datensatzes und/oder der Gewichts- und Volumensermittlung Versandwege automatisch berücksichtigt werden (Päckchen, Paket, Bahnfracht, Spediteur). Die Auslastung der Packplätze kann ins Kalkül gezogen werden. Die Reihenfolge der Zuführung zu Packplatz und Tourenbahn kann vorgegeben sein (Voraussetzung: dynamischer Zwischenspeicher durch Vollbehälterkreislauf oder statischer Zwischenspeicher durch automatisch bedientes Regallager).

Mit dem erfolgten Versand wird der Behälter beim Rechner abgemeldet (er hat das System verlassen). Natürlich ist es auch möglich, den Behälter, falls er auch körperlich das System verläßt (Transportmittel zum Kunden), auch nach dem K-Punkt zu verwalten und das Kundenkonto quasi mit dem entsprechenden Behälter zu belasten. Eine Entlastung des Kundenkontos findet dann bei der nächsten Zuführung zum I-Punkt statt.

Selbstverständlich beinhalten die vorstehend skizzierten Systeme die Möglichkeit zur jederzeitigen Veränderung wesentlicher Systemparameter, zu hoher Auskunftsbereitschaft sowie automatischen Hinweisen (vgl. Tafel 1).

Zielsetzung	Mittel	Veränderbare Parameter
Kürzeste Durchlaufzeit	"Billig machen" und / oder Parallel-Kommissionieren	Soll-Fertigstellungszeit, Anzahl seltener 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 gestrichelt zum Umläufer machen (= in Warteschlange einordnen) in Abhängigkeit der zu erwartenden Auslastung
Maximierung des Füllungsgrades	Volumenvorkalkulation mit unterschiedlich großen Behältern / Kartons und / oder Folge-Behälter-Verfahren	Wahl des Verfahrens als Funktion von Restdurchlaufzeit und Auslastung
Minimierung Kontrollaufwand	Verwiegen im Durchfluß	Toleranzvorgaben, Kombination mit Folge-Behälter-Verfahren

Tabelle 1: Beispiele für Einflußmöglichkeiten auf die Rechnerstrategie

Diese Systeme sind heute Stand der Technik, wobei inzwischen auch der Warennachschub über das gleiche System gefahren wird. Heute übliche Leistungsdaten seien angedeutet durch die Nennung der Spitzenleistung eines einzelnen Verzweigungselements:

3.600 Behälter/Stunde.

Angemerkt sei, daß bei diesen Leistungen konventionelle Sicherheitskontrollen - etwa für Besetztmeldungen in den einzelnen Zielen - nicht mehr ausreichen. Folgerichtig

nutzt eine kürzlich gelieferte Anlage außer Prozeßrechner- und Lesesystem auch 55 Mikroprozessoren (System SIEMAG CPC).

3. Aufgaben zur Systemanpassung an neue Aufgabenstellungen

3.1 Schnellläufer-Kommissionierung

Die Größe der Systeme nimmt zu. Dadurch steigt die Zugriffsdichte im Schnellläuferbereich so stark an, daß sich das Personal möglicherweise schon tendenziell behindert. Außerdem wird eine automatisierte Kommissionierung in diesem Bereich recher-

. Variante 1

Automatische Kommissionierung mittels horizontal oder vertikal angeordneter artikelreiner Schächte ("Dispenser"), aus denen automatisch Waren entnommen und dem Kommissionierbehälter zugeführt werden (direkt oder durch zwischengeschaltetes Sammelband) (vgl. Bild 3).

Diese Systeme sind der Struktur nach seit über 10 Jahren bekannt und technisch problemlos machbar. Sie werden jetzt wirtschaftlich.

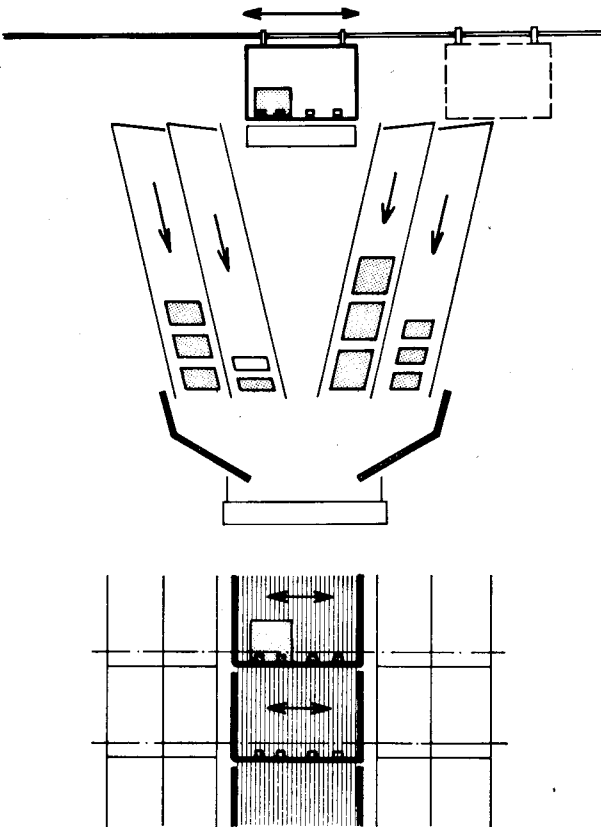


Bild 3: Automatische Kommissionierung – Prinzipdarstellung (Variante mit vertikal angeordneten "Dispensern")

. Variante 2

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

. Variante 3

In tendenziell kleinen Systemen (geringere Kommissionierleistung) werden mehrere Aufträge zusammengefaßt und parallel kommissioniert (eventuell 2. Kommissionierstufe erforderlich oder paralleles Fahren mehrerer auftragsbezogener Kommissionierbehälter und späteres Trennen dieser Behälter), um eine größere Entnahmezahl je Zugriff zu erzielen. Eventuelle Konfliktmöglichkeiten werden hier manuell entzerrt, Wegezeiten werden gekürzt.

3.2 Mittel- und Langsamläufer-Kommissionierung

Vor allem im Langsamläuferbereich können Wegeanteile unverhältnismäßig groß werden. Abgesehen davon nimmt die Übersichtlichkeit ab. Eine Automatisierung ist geboten. Für quaderförmige kartonierete Ware ist dies bei geringer geforderter Entnahmeleistung in Verbindung mit einer automatischen Kommissionierung im Regalgang technisch problemlos möglich [3, 4]. Für leistungsfähigere Entnahmegereäte im Regalgang, insbesondere auch für nicht quaderförmige und ungestapelte Stückgüter, fehlen (noch) leistungsfähige Sensoren und Greifeinheiten.

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

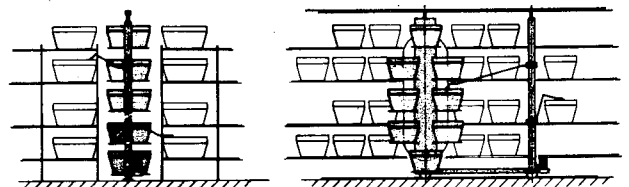


Bild 4: RFZ mit stationären Kommissionier-Robotern für parallele Kommissionierung – Prinzipdarstellung

Vorläufer solcher Systeme sind leistungsfähige "Ware-zum-Mann"-Systeme, die als ersten Zwischenschritt stationär angeordnete Kommissionierhilfen (Anzeigen, Quittungstasten etc., tendenziell auch Roboter) ermöglichen. Vom Markennamen her bekannt sind hier Systeme verschiedener Hersteller (Miniload, AKL, Mekomat etc.), die in ihren Grundprinzipien nahezu identisch sind.

Alle diese Systeme sind dadurch gekennzeichnet, daß maximal etwa 50 - 60 kombinierte Spiele/h (= Ein- und Auslagerungen) möglich sind. Zur Vereinfachung der Steuerung und zugleich indirekter Leistungserhöhung wird mit von Grundfläche und Lastaufnahme her uniformen Ladeeinheiten und hierauf spezialisierten Regalen gearbeitet. Derartige Ware-zum-Mann-Systeme erscheinen vergleichsweise kostenintensiv bei den heute geforderten Relationen von Bestand zu Umschlag und implizieren häufig erhebliche organisatorische Probleme dadurch, daß sich meist mehrere Artikel auf einer Ladeeinheit befinden. Die Organisation verwaltet somit nicht mehr artikelreine Ladeeinheiten. Dies führt zwangsläufig dann zu Schwierigkeiten, wenn auf verschiedene Artikel der gleichen Ladeeinheit von unterschiedlichen Kommissionierstationen zugegriffen werden soll.

Das SISTORE System (SIEMAG STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, Patent angemeldet) ermöglicht bei annähernd gleichem Kapitalaufwand eine 10 bis 20 fache Umschlagsleistung bei Einsatz handelsüblicher Behälter und Kartons. In seiner leistungsfähigen Form entnimmt (bzw. lagert ein) ein RFZ nach diesem System je Spiel und Regalebene 1 Lagereinheit ohne Anhalten (vgl. Bild 5). Dadurch sind solche Systeme prädestiniert zur weitestgehenden Automatisierung des Langsamläufer- und eventuell auch des Mittelläuferbereichs.

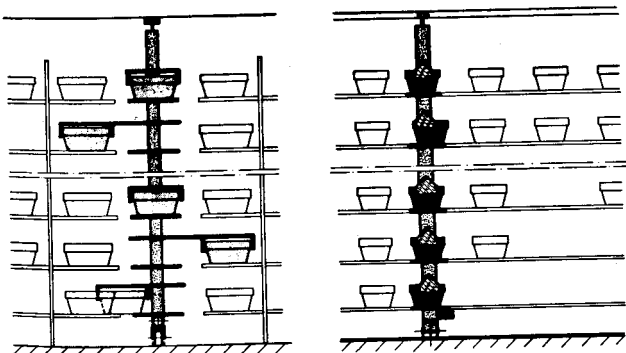


Bild 5: SISTORE – Siemag-Automatik STOrage REtrieval System für höchste Umschlagsleistungen – Prinzipdarstellung

4. Automatisierung des Nachschubs

Durch Verwendung von Ladeeinheiten wird mit vergleichsweise geringem Aufwand eine permanente Inventur möglich, da bei jeder physischen oder logischen Leerung der Ladeeinheit ein Abgleich der Bestände erfolgen kann (Idealfall: "physisch 0" = "logisch 0", d.h. keine Bestandsdifferenz; "physisch 0" - "logisch kleiner Null" heißt Schwund, der umgekehrte Fall "physisch größer 0" - "logisch Null" Überbestand).

Beim Füllen einer Ladeeinheit (z.B. Lagerbehälter) wird diese nach entsprechender Kontrolle als Lagerzugang verbucht (Artikel-Nr., Behälter-Nr., Lagerort, Stückzahl, Datum). Unter Vernachlässigung des vorerwähnten Abgleichs würde im manuellen Kommissionierbereich ein leer gewordener Behälter auf die Abtransportstrecke aufgegeben. Die Lesung der entsprechenden Behälternummer (eigener Nummernkreis sollte verwendet werden) führt zur entsprechenden Bestandsabgleichung, eventuell zu einem automatischen Nachschub aus einem Reservelager unter Verwendung der Förderstrecken, der Zielsteuerungseinrichtungen sowie automatischer Einlagerungsgeräte (z.B. RFZ vgl. Bild 6). Natürlich sollten bestimmte Strategien angewandt werden: Fifo, kritische Bestandreserven zuerst auffüllen, von der Kommissionierung her betriebsschwache 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.

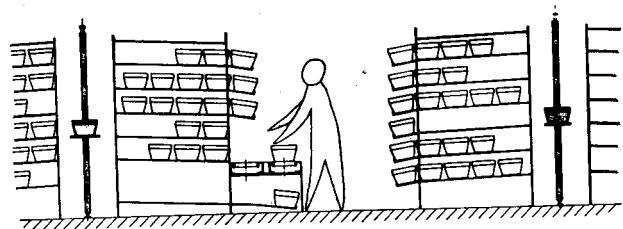
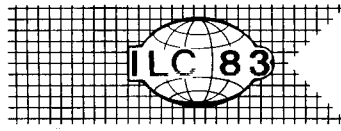


Bild 6: Automatischer Nachschub für Mitteldreher-Kommissionierbereiche mit manueller Kommissionierung – Prinzipdarstellung



Für heute übliche Schnellläuferbereiche ist ein automatisches Auffüllen der Magazine ("Dispenser") vorzusehen. Die Bestandsüberwachung selbst ist dort problemlos. Für quaderförmige, insbesondere kartonierte Ware, für die derartige Systeme heute eingerichtet sind, ist technisch entweder ein Greifsystem (z. Z. noch langsam) vorzusehen oder es sind die aus artikelrein angelieferten Behältern "ausgekippten" Einheiten über entsprechende Stetigfördersysteme zu vereinzeln und mittels Zielsteuerung der jeweiligen Beschickungsstation zuzuführen (zugleich automatische Rückführung des "ausgekippten" Leerbehälters).

Angemerkt sei in diesem Zusammenhang, daß nicht zwangsläufig mit stationären I-Punkten für die Ersteinlagerung gearbeitet werden muß. Mobile (z.B. tragbare) Eingabeterminals sind denkbar, bei denen im Extrem Behälternummer und Einlagerungsbeleg lediglich mit Lesepistole abgelesen und on-line die entsprechenden Daten an die Steuerung (i.d.R. Prozeßrechner) zur Verknüpfung, Lagerortvorgabe, Wegeverfolgung etc. übertragen werden. Dies kann beispielsweise mit Infrarot-Systemen erfolgen.

5. Sortierung fertiger Kommissionen

Dynamische und statische Zwischenspeicher wurden angesprochen. Die Leistungen des SISTORE Systems ermöglichen den Einsatz statischer Speicher auch für Hochleistungs-Kommissioniersysteme. Natürlich sind auch Kombinationen beider Systeme derart möglich, daß bei Fertigmeldung des letzten Behälters bereits eine Vorsortierung und Auslagerung der im Speicher vorhandenen Behälter erfolgt.

6. Zusammenfassung

Die Kombination heute verfügbarer Steuerungstechniken mit neuartigen Organisationsentwicklungen und erprobten Komponenten sowie Neuentwicklungen der Mechanik ermöglichen einen deutlichen Schritt nach vorn in der rechnergesteuerten Kommissionierung. Sie bringt uns zugleich der wirtschaftlichen automatischen Kommissionierung nicht nur in Teilbereichen, sondern in üblichen Gesamtsystemen, sehr nahe, schafft zumindest die Voraussetzung zu deren schrittweiser Einführung.

Schrifttum

- [1] Gudehus, T., Grundlagen der Kommissioniertechnik, Giradet, Essen, 1973
- [2] Scheid, W.-M., Folge-Behälter-Verknüpfung, ein neues Verfahren in der seriellen Kommissionierung, fördern + heben, 30 (1980) 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.