

Wolfgang Handrich, Bernhard Lechner:

Krangerecht verschoben

Dynamisches Lagersystem kann von Automatikkränen beschickt werden

Krane oder Hängebahnen als typische Vertreter der flurfreien Fördertechnik eignen sich bislang nicht zur Beschickung von Regallagerplätzen. Abhilfe schafft ein automatisiertes Verschiebebodenregal, das am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) zusammen mit der Firma OBTEC Steuerungstechnik GmbH entwickelt und als Prototyp aufgebaut worden ist. Es kann im Gegensatz zu Fachbodenregalen von oben und damit in vertikaler Richtung über ein (Kran-) Hubwerk mit einem Lastaufnahmemittel bedient werden. Unterstützt wurde das Projekt von Bayern Innovativ, Gesellschaft für Innovation und Wissenstransfer mbH.

Ausgangssituation

Die Bedienung von Regalen in mehreren Lagerebenen ist bisher mit Kranen nur unter großen Einschränkungen möglich. Das seitliche Beschicken muss mit speziellen Lastaufnahmemitteln mit Einklink- und Verfahrwagen sichergestellt werden [5]. Dies beeinflusst die gesamte Auslegung und Dimensionierung des Krans nachhaltig, weshalb sie sich nur eingeschränkt als Lagerbediengerät mit seitlicher Bedieneinheit eignen.

Automatikkrane setzt man deswegen häufiger zur Beschickung von *Boden- bzw. Blocklagern* mit direktem Zugriff von oben ein. Bodenlager haben dabei den Nachteil, dass sie aufgrund der Lagerung in nur einer Ebene am Boden einen kleinen Raumnutzungsgrad aufweisen. Blocklager erfordern ein aufwendiges Umschichten der Lagergüter, wenn nicht aus der obersten Ebene entnommen oder sortenrein gelagert wird.

Für die Regalbedienung mit flurfreier Fördertechnik gibt es bisher Regale mit ausziehbaren Lagerböden. Sie wiederum haben den Nachteil, dass der Ausziehmechanismus bei höheren Lasten sehr groß dimensioniert ist und dass sowohl Kran als auch Lager manuell bedient werden. Dies bringt in Höhen über 2m Sicherheitsrisiken für den Bediener mit sich.

Abhilfe schafft hier ein Verschiebebodenregal, das dem Kran den Zugriff auf jeden Lagerplatz ermöglicht. Es weist eine einfache Mechanik auf, ist darüber hinaus automatisierbar und vermeidet Umstapelvorgänge beim Zugriff auf einzelne Güter.

Konzept

Die Grundidee des Verschiebebodenregals besteht darin, dass alle Regalböden unabhängig voneinander in ihrer Etage so verfahren können, dass eine Lücke entsteht, durch die das Lagergut zusammen mit dem Lastaufnahmemittel des Bediengerätes passt. Durch geeignetes Verfahren der Böden ist ein Zugriff sowohl auf jeden Lagerplatz der Regalböden als auch auf die feststehenden Lagerplätze am Boden möglich. Auf jedem Regalboden finden zwei Kunststoff-Großladungsträger im ISO-Maß 1200x1000mm Platz. Das Konzept lässt sich problemlos auf Euro-Paletten, Gitterboxen oder andere Förderhilfsmittel anpassen.

Bild 1 zeigt den aufgebauten Prototypen in der Versuchshalle des Lehrstuhls fml: Die beiden Verschiebeböden in der ersten und zweiten Etage sind nach links verfahren, so dass der Kran einen Großladungsträger auf dem Lagerplatz rechts unten abstellen kann.



Bild 1: Grundmodul und Prototyp des Verschiebebodenregals in der Versuchshalle des Lehrstuhls fml

Verfahrmechanismus und Antrieb

Jeder Boden des Verschiebebodenregals ist innerhalb der seitlich angeordneten U-Schienen mehrfach gelagert. Der Verfahrbereich beträgt in etwa die Länge eines Lagerplatzes.

In Abwägung verschiedener Antriebskonzepte hat sich der in Bild 2 dargestellte und an der Prototypenanlage realisierte Zahnriemenantrieb als beste Lösung herausgestellt.



Bild 2: Verschiebeboden und Zahnriemenantrieb

Die Verschiebeböden werden dabei wie ein Linearschlitten mit einem um eine Antriebsrolle und Umlenckrolle laufenden, vorgespannten Zahnriemen zwischen seinen Endpositionen bewegt. Dort geschieht die Abschaltung über einen zentral angeordneten, zweiseitig wirkenden induktiven Näherungssensor. Zusätzlich wurden bei dem aufgebauten Prototypen noch zwei im Not-Aus-Kreis verkabelte Endschalter und mechanische Puffer angebracht. Je ein 0,12kW-Motor mit einer Abtriebsdrehzahl von 11 Umdrehungen/Minute stellt die erforderliche Geschwindigkeit von 0,1m/s und eine maximale Bremsbeschleunigung von $-1,5\text{m/s}^2$ sicher. Bei einer maximalen Verschiebebodenbelastung von 21,5kN ergibt sich ein Fahrwiderstand von 1,1kN.

Für den Zahnriemenantrieb sprechen vor allem der geringe Bauraum und die gute Positioniergenauigkeit, für die dezentrale Lösung mit einem Antrieb je Boden vor allem die Modularität des Systems. Das Verschiebebodenregal ist nach dem Baukastenprinzip aufgebaut und lässt sich beliebig erweitern.

Gleiches gilt auch für die Steuerung. Insbesondere für die Bedienung mit automatisierten Kranen und Hängebahnen muss das Regal automatisiert betrieben werden. Hierfür wurde eine offene Kommunikation zwischen Regal- und Förderersteuerung und ein offenes Lagerverwaltungssystem entwickelt.

Steuerung und Lagerverwaltung

Die Steuerung des gesamten Verschiebebodenregals übernimmt eine SPS. Dabei erhält jedes Lagermodul eine eigene Ein-/Ausgabebaugruppe, die über den Profibus an eine Simatic S7-300 angeschlossen sind. So lassen sich vorkonfigurierte Module bilden und in Abhängigkeit von der notwendigen Lagergröße zusammenfügen.

Das Verschiebebodenregal ist ein vollautomatisches Regal. Die ausführende SPS erhält ihre Fahr- und Bereitstellungsaufträge von der übergeordneten Lagerverwaltung. Diese führt die Stellplatzsuche im Lager durch, speichert die Lagerplatzzustände, Informationen über die eingelagerten Behälter und sorgt so schließlich für eine übersichtliche Visualisierung.

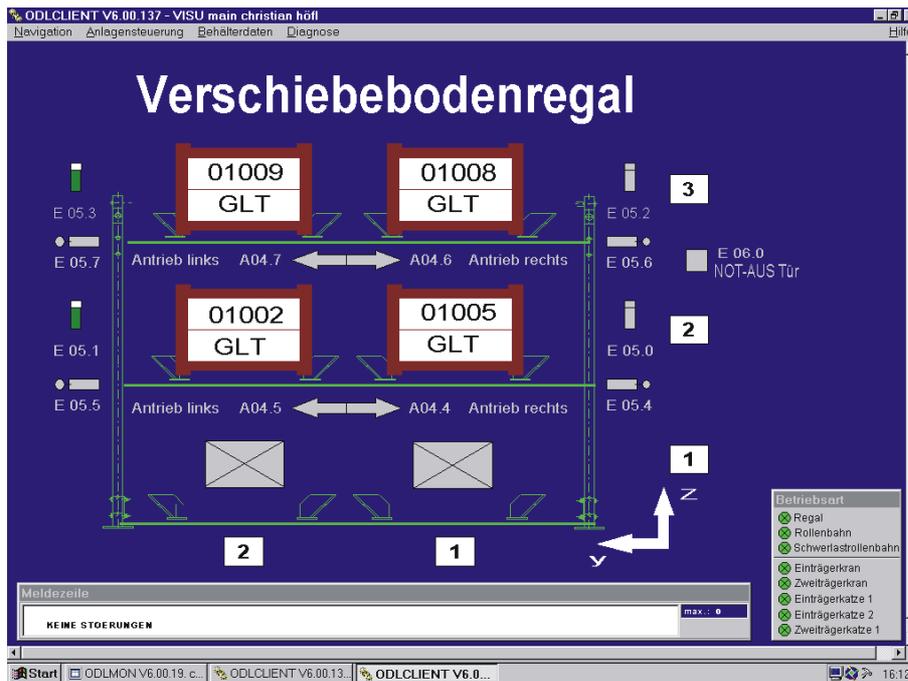


Bild 3: Visualisierungsoberfläche der Lagerverwaltung

Die Kommunikation des Regals mit seiner Umgebung geschieht dabei auf zwei Ebenen: Auf der Leitebene werden Daten zwischen Leitreechner, Lagerverwaltung und Kran-PC ausgetauscht [6]. Hat der Leitreechner sowohl Bediengerät als auch Lager beauftragt, wird direkt vor Ausführung der Ein- bzw. Auslagerung auf Feldebene noch ein Datenabgleich durchgeführt, bei dem das Lager dem Bediengerät die Freigabe und den Zugriff auf einzelne Stellplätze erteilt.

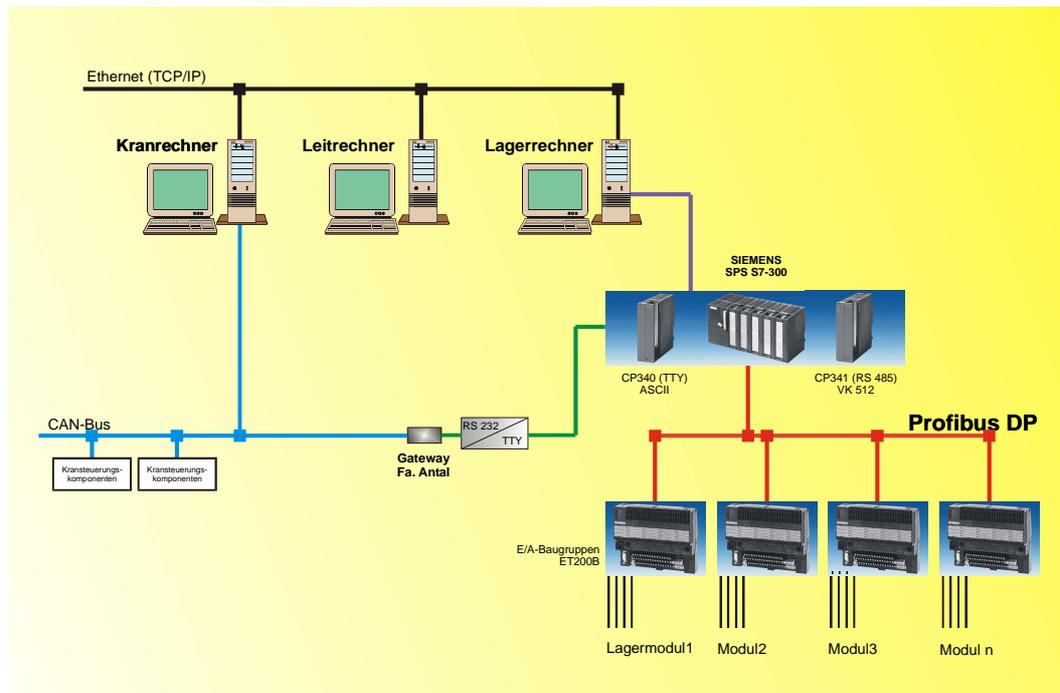


Bild 4: Steuerungsarchitektur

Vorteile und Nutzen der Entwicklung

Vorteile bieten sich den Anwendern, die flurfreie Fördertechnik in ihren Fertigungsbereichen einsetzen.

- Lagermöglichkeit zum kurzfristigen Puffern in unmittelbarer Fertigungsnähe.
- Dezentrale Lagerhaltung.
- Kurze Zugriffszeiten.
- Modularer Regalaufbau.
- Es ist kein zusätzliches Regalbediengerät notwendig.
- Gute Eingliederung in gegebene Hallenstrukturen.
- Einfache Umstrukturierung des Fertigungsprozesses durch kurzfristige Layoutänderungen.
- Möglichkeit zur Anpassung an dynamische Fertigungsstrukturen.
- Verringerte Transport- bzw. Materialflusskosten.

Der erhöhte Aufwand, der für das Verfahren der Böden in Kauf genommen wird, führt zu höheren Stellplatzkosten im Lager. Bezieht man jedoch die Kosten für die Lagerbedienung und den Transport zu einem zentralen Lager mit ein, so liegen die Vorteile eines dezentralen automatisierten Verschiebebodenregallagers auf der Hand.

Ausblick

Die Bedienung des Verschiebebodenregals kann mit Kranen oder Hängebahnen aus dem Überflurbereich geschehen. Im Falle des in der Versuchshalle des Lehrstuhls fml aufgebauten Prototypen übernimmt dies ein automatisiertes, modulares Leichtfördersystem im Überflurbereich [4]. Es wurde im Verbundforschungsprojekt MATVAR [2, 3] zusammen mit den benötigten, formschlüssig arbeitenden Lastaufnahmemitteln [1] entwickelt.

Die Vision besteht darin, die Transportebene über die Produktionsebene zu verlagern und durch eine flächendeckende Versorgung der Fertigungszellen eine hohe Flexibilität für Umstrukturierungen und Layoutänderungen zu schaffen. Notwendig ist dafür auch die Integration temporärer Fertigungspuffer in den Produktionsprozess. Das entwickelte Verschiebebodenregal ist für eine derartige dezentrale, kurzfristige Lagerhaltung bestens geeignet.

Literatur

- [1] *Bambynek, A.*: Flexible Fördersysteme – Einbindung einer flurfreien Krananlage. In: Hebezeuge und Fördermittel. Berlin 40 (2000) 5, S. 276-280.
- [2] *Günthner, W. A.*: Verbundforschungsprojekt MATVAR – Wege zum wandelbaren Materialflussnetz. In: Hebezeuge und Fördermittel. Berlin 40 (2000) 5, S. 267-270.
- [3] *Günthner, W. A.; Reinhart, G. (Hrsg.)*: Abschlussbericht MATVAR - Materialflusssysteme für variable Fertigungssegmente im dynamischen Produktionsumfeld. Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München 2000.
- [4] *Handrich, W.*: Transport im Überflurbereich: Leichtfördersysteme – manuell bedient und automatisiert. In: Hebezeuge und Fördermittel. Berlin 40 (2000) 5, S. 272-275.
- [5] *S. Lahres, H. Aschemann, O. Sawodny, E. P. Hofer*: Regallager-Bedienung mit Automatikkran. In: Hebezeuge und Fördermittel. Berlin 39 (1999) 10, S. 456 – 459.
- [6] *Schuster, G.*: Konfigurierbare Materialflusssteuerungen für das dynamische Produktionsumfeld. In: Günthner, Reinhart (Hrsg.): Abschlussbericht MATVAR, Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München 2000.