HANDLING VON BETONFERTIGTEILEN

Maßgeschneidertes RBG trägt 50 t

Zur Erhöhung der innerbetrieblichen Lagerkapazitäten wird beim Betonfertigteilhersteller B.Lütkenhaus GmbH in Dülmen das vorhandene Lagersystem komplex umgestaltet. Die ehemals flächige Lagerung der gefertigten Betonteile wird aus Platzgründen schrittweise durch eine Hochregallagerung in drei Ebenen ersetzt. Seit März 2002 ist der erste Bauabschnitt mit vollautomatischem Regalbediengerät und drei Verladerampen zur LKW-Beladung in Betrieb. Nach Abschluss des zweiten Bauabschnitts sind seit September 2003 weitere Fertigungslinien an das Hochregallager angebunden.

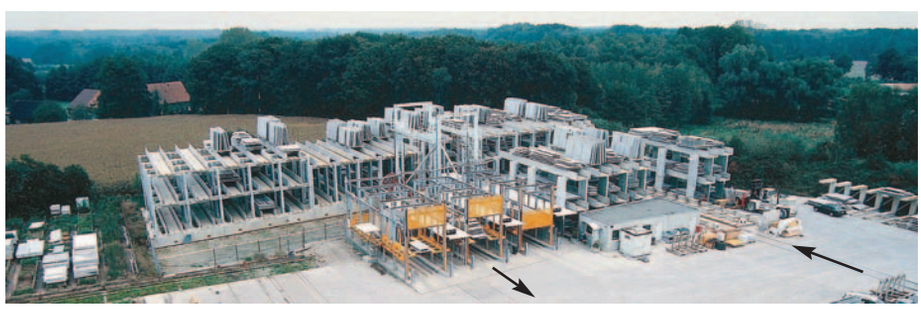
- *Dr.-Ing. Joachim Jerke*
- *Dr.-Ing. Gerhard Thelen*
- *Dipl.-Ing. Lutz Pfleger*

Integriertes Lager- und Handlingkonzept

Der Anlagenlieferant, die Avermann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG Osnabrück als eingeführter Hersteller von Betonwerkstechnik, beauftragte die IFF Engineering & Consulting GmbH Leipzig, das Regalbediengerät zu entwickeln, das

- eine Tragfähigkeit von 50 t aufweist
- die Regale per Satellit anfährt
- unter freiem Himmel in vollautomatischem Betrieb eingesetzt wird und
- der Grundstückskontur des Betonfertigteilherstellers angepasst ist.

Im Bild ❶ ist die erste Ausbaustufe des Hochregallagerbereiches der B. Lütkenhaus GmbH in Dülmen dargestellt. Er besteht aus der Einlagerungszone, zwei gegenüberliegenden Regalzeilen, den Verladerampen und dem Regalbediengerät, das diese Bereiche verkettet. Die zum Versand bzw. für den Trocknungsprozess zu puffernden Betonfertigteile werden mit Hilfe eines gleisgebundenen Hubwagens aus den Fertigungshallen heraus gefahren und im Einlagerungsbereich auf Stützen abgesetzt. Das Regalbediengerät (Bilder ❷ und ❸) nimmt die Ladung von diesen Stützen ab und lagert sie in die als massive Betontröge ausgeführten Regale ein bzw. fährt sie direkt zu den hydraulisch heb- und senkbaren Verladerampen, wo sie von LKW übernommen wird. Die Draufsicht auf das Regalbediengerät verdeutlicht die realisierte Anpassung an die Grundstückskontur. Das RBG fährt nicht rechtwinklig zur Flucht der Regale, sondern unter einem Winkel von 81,05°. Mit dieser ungewöhnlichen Konstellation wurde dem Wunsch des Betreibers Rechnung getragen, die vorhandene Grundstücksfläche maximal auszunutzen, ohne für die in die Einlagerungszone einfahrenden Hubwagen Drehbühnen oder ähnliche einschränkende Einrichtungen vorlagern zu müssen.



❶ **Verlade- und Lagersystem für Betonfertigteile**

Das Regalbediengerät arbeitet nach folgenden Prinzipien:

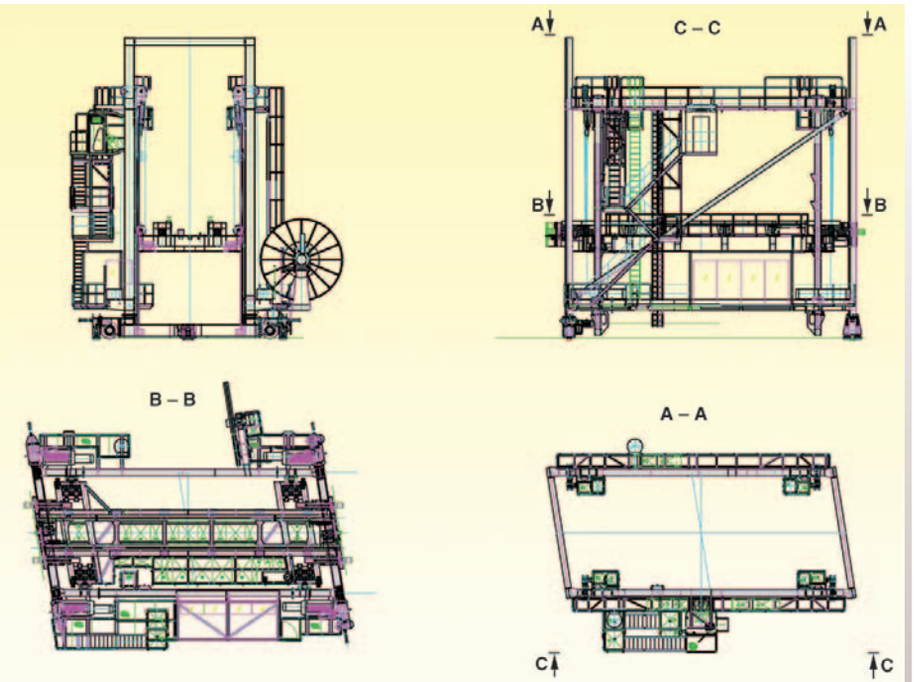
- Kernstück ist eine Hubtraverse, auf der ein als Satellit fahrender Hubwagen zum Aufnehmen und Verfahren der Lasten in Regalrichtung angeordnet ist.
- Durch vier Elektroseilzüge wird die Traverse in die entsprechende Höhenlage gebracht, wo sich die Traverse für Einlagerungs- bzw. Auslagerungsvorgänge mehrfach verriegelt.
- Mit Hilfe der Hubeinrichtung des Hubwagens auf der Traverse werden die Lasten von den Ablageflächen in den Regalfächern, in der Einlagerungszone oder auf der Verladerampe freigehoben. Die Zwischenlagerung mehrerer Betonteilkolli ist auf der Traverse auf gleichfalls mit Hubeinrichtungen versehenen Ablageböcken möglich. Somit können mehrere Pakete nebeneinander auf der Traverse zwischengespeichert und mit dem Hubwagen unter diesen hindurchgefahren werden. Die zulässige Beladung der Traverse beträgt 50 t.
- Für den Betriebsfall „Fahren des Regalbediengerätes“ wird die Traverse in tiefster Position auf dem Stahlgerüst abgelegt und verriegelt.

Ausführung der Hauptbaugruppen des RBG

Hubtraverse

Die Hubtraverse hat zwischen den sich gegenüberliegenden Regalzeilen eine Spann-

❷ **Das Regalbediengerät hat eine Tragfähigkeit von 50 t**



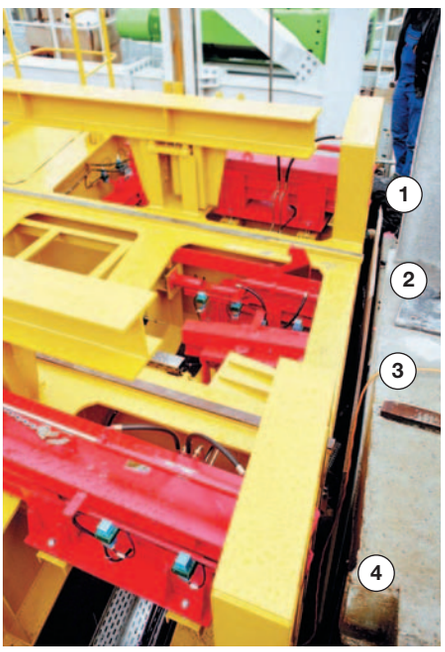
❸ **Die vom Betreiber gewünschte Geometrie des RBG**

weite von rd. 15 m. Beim Ein- und Auslagern wird die Traverse jeweils mit Hilfe von stirnseitigen Verriegelungseinrichtungen auf dem Regaltrog zentriert, abgelegt und fixiert. Aufgrund der vom Betreiber vorgegebenen erforderlichen Flexibilität des Hochregallagers liegen sich Regalfächer in den beiden Zeilen aber nur eher zufällig gegenüber, so dass die Hubtraverse auf der dem angesteuerten Regalfach gegenüberliegenden Seite jeweils im Stahlgerüst des RBG abgelegt und fixiert werden musste. Aus diesen und weiteren Randbedingungen entstanden eine Vielzahl von Lastkombinationen, die in der statischen Berechnung allein aus der Funktionalität heraus zu berücksichtig waren:

- Hängen an den vier Seilaufhängungen
- stirnseitige Ablage im Regalfach einseitig
- seitliche Ablage im Gerät einseitig und
- beidseitig seitliche Ablage im Gerät (Betriebsfall „Regalbediengerät Fahrt“).

Diese Fülle an mechanischen und statischen Forderungen im Zusammenhang mit dem unbedingten Erfordernis der Masseoptimierung (begrenzte Gesamttragfähigkeit der Hubwerke, Radlasten am Regalbediengerät) führte dazu, dass die Hubtraverse trotz der Massivität in Anbetracht der zu tragenden Lasten zu einer fast filigranen Baugruppe entwickelt worden ist. Bild ❹ zeigt die Hubtraverse während der Montage. Die stirnseitigen und seitlichen Verriegelungseinrichtungen sind mit Pfeilen gekennzeichnet. Im Bild ❺ sind alle

❹ **Hubtraverse mit Verriegelungseinrichtungen**



❺ **Stirnseitige Verriegelungen; 1 erste Auflageverriegelung, 2 Verriegelung gegen Absturz des Hubwagens (mechanischer Schutz gegen Steuerungsfehlfunktionen und dabei Herausfahren des Hubwagens auf der dem Regal abgewandten Seite), 3 Zentriereinrichtung (horizontale Ausrichtung der Schienenübergänge), 4 zweite Auflageverriegelung**

stirnseitigen Verriegelungen im Detail zu erkennen.

Der Hubwagen (Bild ❻) mit der integrierten Hubfunktion ist außerdem in der Länge teleskopierbar und kann damit auch mehrere kürzere Betonteilkolli aufnehmen. Bei der Gestaltung aller Ablage- und Sicherungsmechanismen war vor allem den Umgebungseinflüssen (Betrieb im Freien, Verschleiß durch Sand) sowie den für Maschinenbauteile vergleichsweise sehr großen Toleranzen der Betonregale bzw. deren Lage zueinander Rechnung zu tragen. Um den Verschleiß zu minimieren, werden deshalb alle Auflage„bolzen“ (Vierkant 150 bzw. HEA 280) so lange, wie sie sich bewegen, rollend abgetragen und erst im Zustand der Lastübernahme flächig aufgelegt.

Hubwerk

Als Hubwerk sind vier Elektroseilzüge mit einer Tragfähigkeit von je 21,5 t eingesetzt (Einstufung in Triebwerksgruppe 3m). Die Elektroseilzüge sind im Fußbereich des Regalbediengerätes angeordnet und halten mit Vierfacheinscherung die Hubtraverse an deren vier äußeren Enden (Bild ❼). Die Antriebe werden frequenzumrichtergeregelt (Hubgeschwindigkeit bis zu 15 m/min), alle Seilstränge verfügen über separate Überlast- und Schlaffseilschutzeinrichtungen sowie Wegmesseinrichtungen zur exakten Lagebestimmung der Traverse. Mit Hilfe dieses Steuerungskonzeptes können Seildehnungen, Kennlinienabweichungen, Stahlbauverformungen, ungleichmäßige Beladungszustände und auch die Bautoleranzen der Betonregalfelder einschließlich der RBG-Fahrschienentoleranzen ausgeglichen werden.

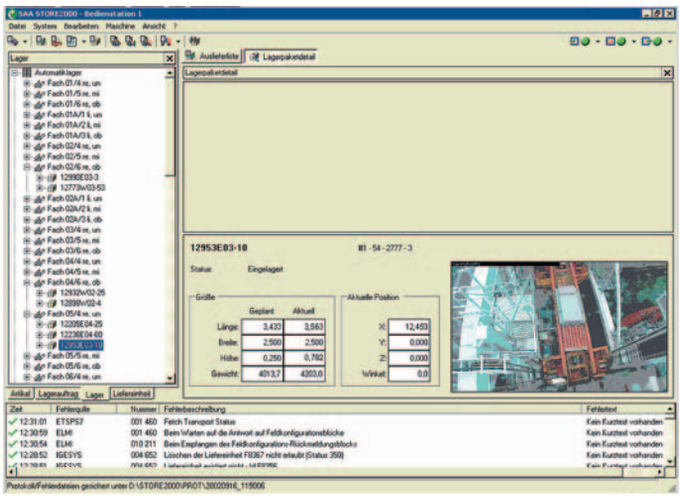
Traggerüst mit Fahrwerk

Begrenzungen in den zulässigen Raddrücken und im nach unten vorhandenen Bauraum unterhalb der tiefsten Regalebene sowie die Betreiberforderung, alle wartungsrelevanten Bauteile sicher und die für manuellen Betrieb vorgesehene Führerkabine bequem erreichen zu können, stellten hohe Anforderungen an die Auslegung und die geometrisch zweckmäßige Ausführung des Stahltraggerüstes. Außerdem musste wiederum die bereits für die Hubtraverse erwähnte Vielfalt an funktionalen Lastkombinationen beachtet werden. Anspruchsvoll – nicht zuletzt auch für die Fertigung bei der Avermann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG – war darüber hinaus die für Krane oder

❼ **Hubwerk**

❻ **Hubwagen**

❽ **Fahrantrieb mit Führungsrollen**



⑨ Lagermanagementsystem Store2000; das Bild wird bei der Vermessung aufgenommen

Regalbediengeräte ungewöhnliche Abweichung von der Rechtwinkligkeit der Fahrachsen zueinander (komplizierte Ausbildung der Stahlbauknoten).

Die installierte Fahrwerksleistung von 4 × 18,5 kW wird über vier angetriebene Laufräder (Ø 800 mm) auf die Schienen übertragen (Bild ⑧). Die Laufradverlagerung erfolgt über eigenentwickelte Radblöcke, die im Wartungs- oder Havariefall ohne übermäßig lange Stillstände nur ausgetauscht werden müssen. Die Radblöcke sind so weit unifiziert, dass nur eine Ausführung sowohl für Rechts- und Linksausführung bzw. mit oder ohne Führungsrollenblock erforderlich ist. Bei einer Geräteeigenmasse von 110 t beträgt die zu bewegende Gesamtmasse 160 t. Gefahren wird mit Geschwindigkeiten von bis zu 90 m/min (frequenzumrichtergeregelt).

Logistik und Steuerung

Mit Beginn der Planungen wurde ein vollautomatischer Betrieb der Betonteilverladung vorgesehen. Zu diesem Zweck wurde die SAA Engineering GmbH Wien für den Bereich Automatisierung und Logistik eingebunden. Bei der realisierten Systemlösung fügt sich der Lager- und Lieferprozess nahtlos in die bestehende Informationskette hoch entwickelter Produktionssysteme ein und ermöglicht die Produktverfolgung bis an die Baustelle. Sämtliche Ein- und Auslagerungsvorgänge werden durch ein spezielles Lagermanagementsystem (Store2000) gesteuert und optimiert. Hierbei sind eine ganze Reihe von High-Tech-Messsystemen zur Überwachung und Steuerung des Automatikbetriebes erforderlich, so z. B. die exakte, messtechnische Erfassung der Paketmaße (Bild ⑨) bis hin zur Laservolumenvermessung des Querschnittprofils mit Gewichtsmessung und permanenter Kontrolle der freien Lagerplätze per Laserscanner.

Fazit

Das vorgestellte Regalbediengerät, das hinsichtlich Größe, Leistungsparameter und Form von bisher bekannten Techniken abweicht, war für Entwickler und Hersteller eine interessante Herausforderung. Für den Betreiber, die B. Lütkenhaus GmbH in Dülmen, war die Investition ein mutiger Schritt hin zu einem völlig neuen Lager- und Verladungskonzept in der Branche. Der vollautomatische Betrieb der Gesamtanlage schon seit mehr als einem Jahr bestätigt den Erfolg.

www.iffec.de,
Tel.: 0341/48752-269
www.avermann.de,
Tel.: 05405/505-0

Dr.-Ing. Joachim Jerke

ist Geschäftsführer der IFF Engineering & Consulting GmbH in Leipzig

Dr.-Ing. Gerhard Thelen

ist Geschäftsführer der IFF Engineering & Consulting GmbH in Leipzig

Dipl.-Ing. Lutz Pfleger

ist zuständig für Projektleitung und Konstruktion bei der Avermann Maschinenfabrik GmbH & Co. KG in Osnabrück