

New ideas for production The continuous pallet circulation system

Neue Ideen für die Produktion Die kontinuierliche Palettenumlaufanlage

Address/Anschrift

Christian Prilhofer Consulting
Pommernstraße 17
83395 Freilassing/Germany
Tel.: +49 8654 6908-0
Fax: +49 8654 6908-40
mail@prilhofer.com
www.prilhofer.com

Unitechnik Cieplik & Poppek AG
Fritz-Kotz-Straße 14
51674 Wiehl-Bomig/Germany
Tel.: +49 2261 987-0
Fax: +49 2261 987-510
www.unitechnik.com

saa engineering gmbh
Gudrunstrasse 184/1/10
1100 Wien/Austria
Tel. +43 1 6414247-0
Fax +43 1 6414247-21
office@saa.at
www.saa.at

On 30th of June 2006 manufacturers and mechanical engineering companies met in Salzburg for a symposium organized by Christian Prilhofer Consulting. This was the occasion when the idea for a continuous pallet circulation system was jointly presented with Unitechnik AG and saa engineering gmbh. The meeting aimed to introduce the participants to the concept and stimulate further discussion.

The idea of the continuous pallet circulation system

Christian Prilhofer began by discussing the current state of the art for pallet circulation systems. The demands made on CAD/CAM-controlled pallet circulation systems had changed considerably since their introduction by Wolfgang Reumann in the 1980s, and especially in the last few years Prilhofer Consulting had received an increasing number of new requests. Manufacturers require changes due to the increased diversity of element shapes and the increasing number and complexity of the components. Moreover, lower returns and short-term delivery commitments demand alterations to the existing production technology.

The concept of a continuous pallet circulation system – in which the pallets constantly move forward in conveyor-belt style – would offer some advantages in comparison with a conventional system:

- » The workspace can be set up independently of the size of the pallets.
- » The modular design of the plant gives the possibility of upgrading machines and robots.
- » Additional/increased use can be made by robots; they can be utilized for new tasks.
- » A continuous system reduces the hour value of production.
- » Overall, it can therefore be assumed that production will be leaner and faster.

Am 30. Juni 2006 trafen sich Produzenten und Maschinenbauer zu einem von der Christian Prilhofer Consulting organisierten Symposium in Salzburg. Gemeinsam mit der Unitechnik AG und der saa engineering gmbh wurde an diesem Tag die Idee einer kontinuierlichen Umlaufanlage vorgestellt. Die Tagung diente dazu, den Teilnehmern das Konzept vorzustellen und weitere Diskussionen anzuregen.

Die Idee der kontinuierlichen Umlaufanlage

Zu Beginn erörterte Christian Prilhofer den aktuellen Stand der Technik der Produktion in einer Palettenumlaufanlage. Die Anforderungen an CAD/CAM gesteuerte Palettenumlaufanlagen haben sich seit der Einführung durch Wolfgang Reumann in den 1980er-Jahren erheblich verändert und gerade in den letzten Jahren werden zunehmend neue Anliegen an das Consulting-Unternehmen herangetragen: Die Produzenten wünschen Veränderungen aufgrund der größeren Vielfalt in der Geometrie der Elemente und aufgrund steigender Anzahl sowie Komplexität der Einbauteile. Weiterhin erfordern die geringeren Erträge und kurzfristige Lieferverpflichtungen Änderungen der bisherigen Produktionstechnik.

Das Konzept einer kontinuierlichen Umlaufanlage – bei der sich die Paletten in Fließbandmanier stetig vorwärts bewegen – würde einige Vorteile gegenüber einer konventionellen Anlage bieten:

- » Die Bearbeitungsplätze können unabhängig von der Palettengröße gestaltet werden.
- » Der modulare Aufbau der Anlage bietet die Möglichkeit der Nachrüstbarkeit von Maschinen und Robotern.
- » Für Roboter bieten sich zusätzliche/erweiterte Einsatzmöglichkeiten, sie können für neue Aufgaben eingesetzt werden.
- » Der Stundenwert der Produktion wird mit einer kontinuierlichen Anlage reduziert.
- » Insgesamt kann man also von einer Verschleppung und Beschleunigung der Produktion ausgehen.

Der Stand der Technik

Seit der Einführung der Palettenumlaufanlage für die Produktion von Halbfertigteilen wurde bereits eine Vielfalt an Arbeitsschritten automatisiert. Dies betrifft die Prozesse Schalungsreinigung und Schalungstransport, das Magazinieren und Setzen der Schalungselemente mittels Roboter, das Plotten der Konturen auf der Palette (durch den Schalungsroboter oder mittels Plotter) oder die Laserprojektion für die Darstellung

Fig. 1 The level of automation of pallet circulation systems increased considerably since its introduction.

Abb. 1 Der Automatisierungsgrad von Umlaufanlagen nahm seit ihrer Einführung erheblich zu.



State of the art

Since the introduction of the pallet circulation system for the production of semi-prefabricated components a variety of production steps have already been automated. This applies to the processes of formwork cleaning and formwork transport, storage and placing of the formwork elements with robots, plotting the outlines on the pallet (with the formwork robot or using a plotter) or the laser projection for the display of geometrical data. Additional automation components which have become available in the meantime concern the reinforcement: fully automatic welding systems and positioning robots for reinforcement bars and lattice girders can save manual labor. Automatic concrete distributors are available for the concreting process; moreover orders for concrete and its transportation can be automated. Furthermore automatic transport procedures within the production process are stocking of the curing racks as well as pallet transport.

The data transfer from technical design to production has also been done automatically and straightforwardly for many years. Structural components/structures are designed in two or three dimensions using CAD, followed by the design for the individual precast elements. The element data are imported by the master computer and at this point visualization is possible for inspection purposes, based on a 3D illustration computed from NC data. Furthermore, the pallet loading can be planned automatically as far as possible (with the option of manual adjustment) with the available technology. This enables optimal utilization of the pallet surface by combining several orders while simultaneously considering the stacking sequence. Automatic manufacturing therefore requires a multitude of interfaces and links, a wealth of data must be understood by numerous "processors" (CAD, network, master computer, robots, reinforcement plant, circulation system, production planning and control).

Christian Prilhofer Consulting have found that, with a combined plant for precast slabs and walls for example, production outputs of up to approx. 200 m² of concreted area per hour are possible using seven to eight pallets. The best possible hour values (man hours per m² precast product, unloaded) are in the order of

- » 0.05 h/m² for precast floor slab plants
- » 0.08 h/m² for combined systems and
- » 0.12 h/m² for precast wall systems.

Reasons and requirements for the new development

Christian Prilhofer described that there had been huge developments in plant technology in the previous decades allowing larger pallet dimensions. At the same time, controllers and control engineering had been optimized. However, these changes also have disadvantages: larger pallet dimensions lead to a worsening of the ratio between production time and transport time, furthermore, the distances that employees have to go to reach a workstation increase. Longer pallets require larger machines and production halls which result in high investment costs.

geometrischer Daten. Weitere mittlerweile verfügbare Automatisierungskomponenten betreffen die Bewehrung: Vollautomatische Mattenschweißanlagen und Verlegeroboter für Stäbe und Gitterträger können Handarbeit erübrigen. Für den Vorgang des Betonierens sind automatische Betonverteiler verfügbar, weiterhin können Betonanforderung und -transport automatisiert werden. Automatische Transportvorgänge innerhalb des Produktionsprozesses sind weiterhin die Bestückung der Trockenregale sowie die Palettentransporte.

Auch die Übertragung der Daten aus der technischen Planung an die Produktion kann seit vielen Jahren automatisch und unkompliziert erfolgen. Im CAD werden die Bauteile/Bauwerke zwei- oder auch dreidimensional konstruiert, dann erfolgt die Elementierung für die Herstellung der Einzelelemente. Die Elementdaten werden vom Leitreechner eingelesen, zur Kontrolle ist hier die Möglichkeit der Visualisierung gegeben. Hierzu wird die 3-D-Darstellung aus NC-Daten errechnet. Weiterhin entspricht es dem aktuellen Stand der Technik, die Palettenbelegung weitestgehend automatisiert (mit der Möglichkeit manueller Anpassungen) zu planen. So wird eine optimale Ausnutzung der Palettenfläche durch die Mischung mehrere Aufträge bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Stapelfolge möglich. Für die automatisierte Fertigung ist also eine Vielzahl an Schnittstellen und Anbindungen erforderlich, eine Fülle an Daten muss für eine Vielzahl von „Bearbeitern“ verständlich sein (CAD, Netzwerk, Leitreechner, Roboter, Bewehrungsanlage, Umlauf; Produktionsplanung und -steuerung).

Bei aktuell üblichen Anlagen sind laut Erfahrungen der Christian Prilhofer Consulting beispielsweise bei einer Kombianlage für Elementdecken und Doppelwände Anlagenleistungen von bis zu ca. 200 m² betonierte Fläche je Stunde bei sieben bis acht Paletten möglich. Die bestmöglichen Stundenwerte (Mannstunde pro m² Endprodukt, unverladen) ergeben sich in diesen herkömmlichen Anlagen zu:

- » 0,05 h/m² bei Elementdeckenanlagen,
- » 0,08 h/m² bei Kombianlagen sowie
- » 0,12 h/m² bei Doppelwändenanlagen.

Gründe und Voraussetzungen der Neuentwicklung

Christian Prilhofer erörterte, dass es innerhalb der letzten Jahrzehnte enorme Entwicklungen in der Anlagentechnik gab, die größere Palettenabmessungen ermöglichten. Gleichzeitig wurden Steuerungen und die Leittechnik optimiert. Diese Veränderungen haben aber auch Nachteile: Größere Palettenabmessungen führen zur Verschlechterung des Verhältnisses von Arbeits- zu Transportzeit, weiterhin verlängern sich die Wege für Mitarbeiter an einer Arbeitsstation. Längere Paletten erfordern größere Maschinen und Produktionshallen, was sich in hohen Investitionskosten bemerkbar macht.

Mit den derzeitigen Möglichkeiten können technisch und organisatorisch optimierte Anlagen mit Taktarbeitsplätzen bei wirtschaftlich vertretbarem

In Christian Prilhofer's view, with the current options, technically and organizationally optimized systems with production step workstations can no longer increase efficiency with economically justifiable costs. Higher capacity can only be achieved by increased building area and higher investments in machinery.

According to the findings of Christian Prilhofer Consulting there is a need for new precast plants, as many systems have been operating for years and need to be upgraded. A new concept would therefore also meet the need of modern production companies. Continuous production on a conveyor belt has been used successfully in other branches of industry for years, the modern components of control technology are easily able to organize this complex processes. This is the basis for the company's idea to produce a pallet circulation system which operates continuously.

Implementation proposals for system optimization

The potential reduction in the passive working area using a continuously moving pallet means that it is possible to minimize the necessary production area and hence the size of the building. The steady movement of pallets through the working areas for formwork and embedded parts for example, considerably reduces the space requirement. Further, due to the planned modular structure of the production lines it is possible to incorporate new tasks. To minimize the throughput time, the process steps on the pallet should also be minimized as far as possible. One solution to this is, for example, to use prefabricated mesh with the lattice girders welded on.

In their design concept for new systems, Christian Prilhofer Consulting has produced various ideas for optimizing the working area:

- » A suspension track system for buffering and for transport of the elements in the formwork removal area saves space; these systems have been used for many years in vehicle manufacture, for example. A formwork removal robot for a specific formwork system with central release of the magnet saves time in the formwork removal process.
- » Formwork transport with an overhead conveyor is quick and saves space.
- » In addition, the use of special vertical buffer systems for pallets helps to minimize the requirement for production space.
- » A formwork robot with central release (to position the formwork) and an articulated robot for positioning the embedded parts as well as for moving the spacers minimize the requirement for space and time-consuming manual work.
- » An automated reinforcement station with a mesh welding system or special laying system automates the insertion of the reinforcement to the greatest possible extent.
- » Well-planned buffer stations reduce waiting times and raise the output of the plant.

According to Christian Prilhofer, the new concept can basically be integrated into existing plants. A staged re-

Aufwand keine höhere Effizienz mehr erreichen, so Christian Prilhofer. Größere Kapazitäten können dann nur durch erweiterte Gebäudeflächen und höhere Maschineninvestitionen erreicht werden.

Den Erkenntnissen der Christian Prilhofer Consulting zufolge besteht ein Bedarf an Neuanlagen, da viele Anlagen seit Jahren in Betrieb sind und erneuert werden müssen. Ein neues Konzept kommt somit auch dem Bedarf moderner Produktionsunternehmen entgegen. Die kontinuierliche Fertigung an einem Fließband ist in anderen Industriezweigen seit Jahren erfolgreich im Einsatz, die modernen Elemente der Steuerungstechnik können diese komplexen Abläufe ohne weiteres organisieren. Auf diesen Grundlagen beruht die Idee des Unternehmens, auch die Palettenumlaufanlage zukünftig kontinuierlich zu gestalten.

Lösungsansätze der Anlagenoptimierung

Die mögliche Reduzierung der passiven Arbeitsfläche bei einer sich kontinuierlich bewegenden Palette ist gleichbedeutend mit einer Minimierung der erforderlichen Produktionsfläche und Gebäudegröße. Die konstante Bewegung der Paletten durch die Arbeitsbereiche „Schalung“ und „Einbauteile“ beispielsweise vermindert den erforderlichen Platzbedarf erheblich. Um die Durchlaufzeit zu minimieren, sind die Arbeitsschritte auf der Palette nach Möglichkeit zu minimieren. Ein Lösungsansatz hierzu ist beispielsweise der Einsatz vorgefertigter Matten mit aufgeschweißten Gitterträgern.

Für die Konzeption von Neuanlagen lieferte die Christian Prilhofer Consulting diverse Ideen der Arbeitsbereichoptimierung:

- » Ein Hängebahnsystem zur Pufferung und zum Transport der Elemente im Entschalbereich bewirkt Platzeinsparungen, diese Systeme werden beispielsweise im Fahrzeugbau seit vielen Jahren eingesetzt. Ein Entschalroboter für ein spezielles Schalsystem mit Zentralauslösung der Magnete bewirkt Zeiteinsparungen beim Entschalen.
- » Der Schalungstransport mit einem Schleppkreisförderer ist schnell und platzsparend.
- » Der Einsatz spezieller vertikaler Palettenpuffersysteme dient der Minimierung des Platzbedarfs in der Produktion.
- » Ein Schalungsroboter (zum Setzen der Schalung) mit Zentralauslösung und ein Knickarmroboter zum Setzen der Einbauteile sowie zum Verlegen der Abstandhalter optimieren Platzbedarf und aufwändige Handarbeit.
- » Eine automatisierte Bewehrungsstation mit Matenschweißanlage oder speziellem Verlegesystem mechanisiert den Einbau der Bewehrung weitestgehend.
- » Gut geplante Pufferstationen verringern Wartezeiten und erhöhen den Ausstoß der Anlage.

Vorteile des neuen Konzeptes

Bei dem neuen Konzept werden die Paletten während der Längsfahrt bearbeitet, hieraus ergeben sich gerin-

placement is possible because of the modular structure. For existing pallet circulation systems however, the potential cost savings should be investigated in detail and a profitability calculation carried out. In addition, allowance has to be made for the fixed parameters such as e.g. pallet dimensions, the curing chambers.

Advantages of the new concept

In the new concept the pallets are worked on during longitudinal travel, resulting in shorter traverse paths for the robots as well as a reduction in cycle times. The pallet length can be increased without any drawbacks and the pallet changeover times reduced. If the form-work removal area is fitted with a suspension track system for removing the elements, this can potentially be used for direct loading of the lorry trailers. A large proportion of the technology has already been successfully used for a long time in other industries, so that the technology simply needs to be transferred. A new design allows for a variety of expansion and upgrading opportunities, according to Christian Prilhofer.

Usually a new design makes it possible to reduce the size of the hall, and in addition the pallet dimensions no longer determine the hall size. Savings occur in building and maintenance costs. Furthermore, in this system the machines constantly run at full capacity.

Christian Prilhofer Consulting has calculated that, at the highest level of automation, the following output is possible:

- » Production of precast floor slabs: 0.03 h/m² (corresponding to 200 m² of precast floor slabs per hour with six operators)
- » Production of precast walls: 0.09 h/m² (corresponding to 100 m² of precast wall per hour with nine operators)

Automation concepts of Unitechnik AG

Wolfgang Cieplik, head of sales and marketing on the executive board of Unitechnik AG, spoke next about their automation concepts for a continuous plant. As a supplier of control technology for the automatic manufacture of precast concrete elements, he first explained the technological basis of continuous manufacture. The concept for a new plant results in a flexible working area: in previous plants the working area was defined by the size of the pallets, whereas with the continuously moving pallets the width of the working area is unrestricted. In order to function perfectly, a non-slip transport method is essential, which can be achieved for example with a chain conveyor. In this kind of system it is of particular importance to have consistently accurate distance measurement. This can be achieved with a pulse generator on the conveyor drive. The number of pulses is proportional to the distance and the impulse frequency corresponds to the traveling speed. In addition, the exact position of the pallet in the working area can be determined by calibration.

According to Wolfgang Cieplik, another requirement for the new system is a corresponding synchro-

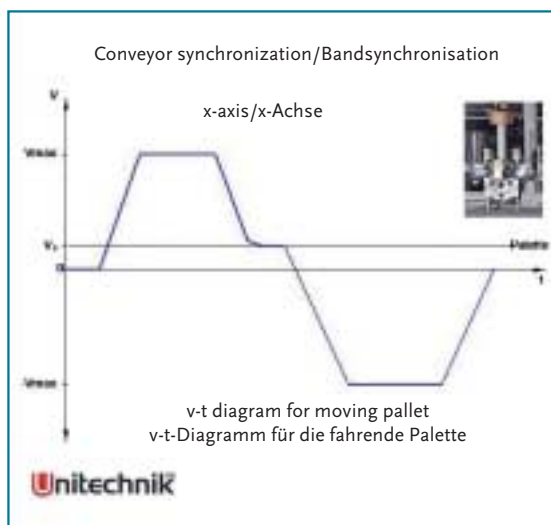
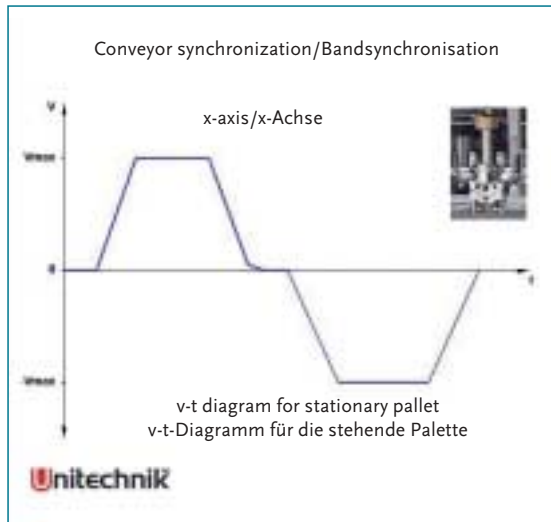


Fig. 2 Conveyor synchronization for stationary and for continuously moving pallet.

Abb. 2 Bandsynchronisation bei stehender und sich vorwärts bewegender Palette.

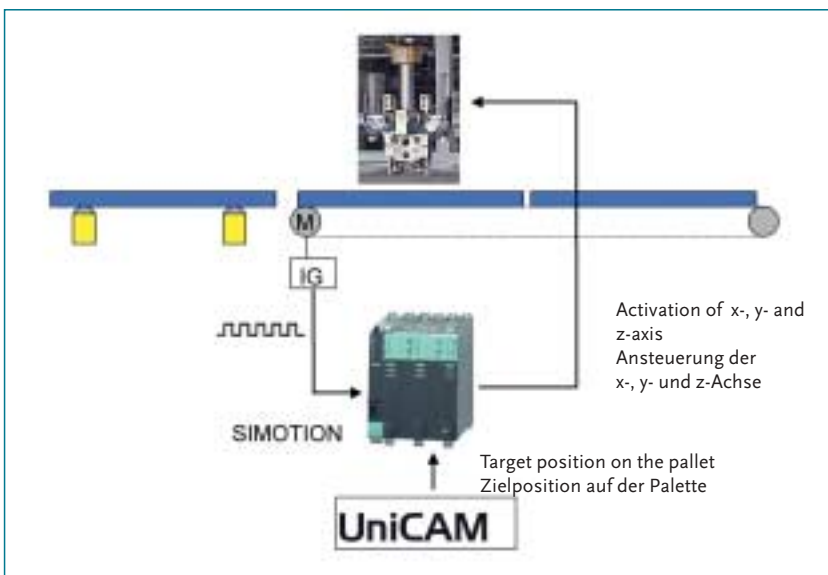


Fig. 3 The solution SIMOTION serves for control of the robot in case of moving pallet.

Abb. 3 Die SIMOTION-Lösung dient der Steuerung des Roboters bei sich bewegender Palette.

gere Verfahrenwege für Roboter sowie eine Reduktion der Taktzeiten. Die Palettenlängen können ohne Nachteile vergrößert und die Palettenwechselzeiten gemindert werden. Die Ausstattung des Entschalbereiches mit einem Hängebahnsystem zur Abnahme der Elemente kann eventuell auch zur direkten Beladung der Lkw-Auflieger eingesetzt werden. Ein Großteil der Technologien wird in anderen Industrien bereits lange erfolgreich eingesetzt, sodass lediglich ein Technologietransfer erforderlich ist. Bei einer Neukonzeption ergeben sich vielfältige Erweiterungs- und Nachrüstmöglichkeiten, so Christian Prilhofer.

Generell ergibt sich bei der Neukonzeption die Möglichkeit der Reduktion der Hallengröße, die Dimension der Palette verliert außerdem den Einfluss auf die Hallengröße. Die Einsparungen ergeben sich aus Bau- und Unterhaltungskosten. Weiterhin werden mit dem Konzept die Maschinen kontinuierlich ausgelastet.

Nach den Ermittlungen der Christian Prilhofer Consulting sind bei höchster Automatisierungsstufe mit einer kontinuierlichen Anlage folgende Leistungen möglich:

- » Elementdeckenproduktion: 0,03 h/m² (entspricht 200 m² Elementdecke pro Stunde mit sechs Mann Personal)
- » Doppelwandproduktion: 0,09 h/m² (entspricht 100 m² Doppelwand pro Stunde mit neun Mann Personal)

Grundsätzlich ist das neue Konzept gemäß Christian Prilhofer in bestehende Anlagen integrierbar. Aufgrund des modularen Aufbaus ist auch eine schrittweise Erneuerung möglich. Bei bestehenden Umlaufanlagen sollten jedoch das Einsparpotenzial genauestens ermittelt und eine Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt werden. Weiterhin gilt es für Umbauten und Umrüstungen, die nicht veränderbaren Parameter wie z. B. Palettenabmessungen, die Härtekammer etc. zu berücksichtigen.

Automatisierungskonzepte der Unitechnik AG

Zu den Automatisierungskonzepten der Unitechnik AG für eine kontinuierliche Anlage sprach anschließend Wolfgang Cieplik, verantwortlich für Vertrieb und Marketing im Vorstand. Der Anbieter von Leit- und Steuerungstechnik für die automatische Herstellung von Betonfertigteilen erläuterte zuerst die technologischen Grundlagen der kontinuierlichen Fertigung. Mit dem neuen Anlagenkonzept ergibt sich ein gleitender Arbeitsbereich: Entspricht bei bisherigen Anlagen der Arbeitsbereich der Palettengröße, so ist bei der sich kontinuierlich bewegenden Palette die Breite des Arbeitsbereiches frei definierbar. Für die einwandfreie Funktion ist ein schlupffreier Transport unabdingbar, dies lässt sich beispielsweise über Kettenförderer realisieren. Besonders wichtig für ein solches Konzept ist eine stets exakte Wegmessung. Diese kann über einen Impulsgeber am Antrieb des Förderers erreicht werden. Die Anzahl der Impulse ist proportional zur Wegstrecke und die Frequenz der Impulse entspricht

nization of the conveyor belt, as all processes must take place on pallets while moving forward. The principle of the "flying saw" which can be used for cutting wood or paper for example, is appropriate in this context. While the material feeder runs continuously, to make a cut for example, the shaft equipped with saw-blades or knives must follow accurately. From a control technology angle, the SIMOTION solution from Siemens is an option for this, according to Unitechnik AG. SIMOTION can be installed in all machines with motion control tasks. The formwork robot is an example: SIMOTION finds out the current speed of the pallet via the pulse generator. It receives the target coordinates of the formwork element on the pallet (as an NC record) from the UniCAM master computer. SIMOTION controls the three axes (X, Y and Z) of the robot in such a way that the target position on the pallet is reached and the robot head moves exactly with the speed of the pallet when it places the formwork. Plotting procedures and laser projections can also be accurately controlled in this way.

The individually defined working areas have a fixed position in relation to the hall floor: automatic machines can only move within this working area, Wolfgang Cieplik explained. The pallets continually pass through the various working areas (cleaning and oiling, formwork robots and plotter, formwork completion and embedded parts). It is imperative that the placing sequence for

der Fahrgeschwindigkeit. Ferner kann über eine Kalibrierung jeweils die exakte Position der Palette im Arbeitsbereich ermittelt werden.

Weiterhin erforderlich für das neue Konzept ist laut Wolfgang Cieplik eine entsprechende Bandsynchronisation, denn alle Vorgänge müssen ja bei sich vorwärts bewegender Palette erfolgen. Hierzu kann das Prinzip der „fliegenden Säge“, das beispielsweise für das Zuschneiden von Holz oder Papier eingesetzt wird, genutzt werden. Während der Materialvorschub kontinuierlich weiterläuft, muss zum Beispiel für einen Schnitt die mit dem Sägeblatt oder Messer bestückte Achse der Vorwärtsbewegung exakt folgen. Aus steuerungstechnischer Sicht bietet sich hierzu laut der Unitechnik AG die Siemens-Lösung SIMOTION an. SIMOTION kann bei allen Maschinen mit Motion Control-Aufgaben eingesetzt werden. Beispiel Schalungsroboter: Über den Impulsgeber erfährt SIMOTION die aktuelle Geschwindigkeit der Palette. Vom UniCAM-Leitrechner bekommt sie die Zielkoordinaten der Schalteile auf der Palette (als NC-Datensatz). SIMOTION steuert die drei Achsen (X, Y und Z) des Roboters in der Art, dass die Zielposition auf der Palette erreicht wird und sich der Roboterkopf beim Absetzen der Schalung exakt mit der Geschwindigkeit der Palette bewegt. Auch Plottvorgänge und Laserprojektion können auf diese Weise exakt gesteuert werden.

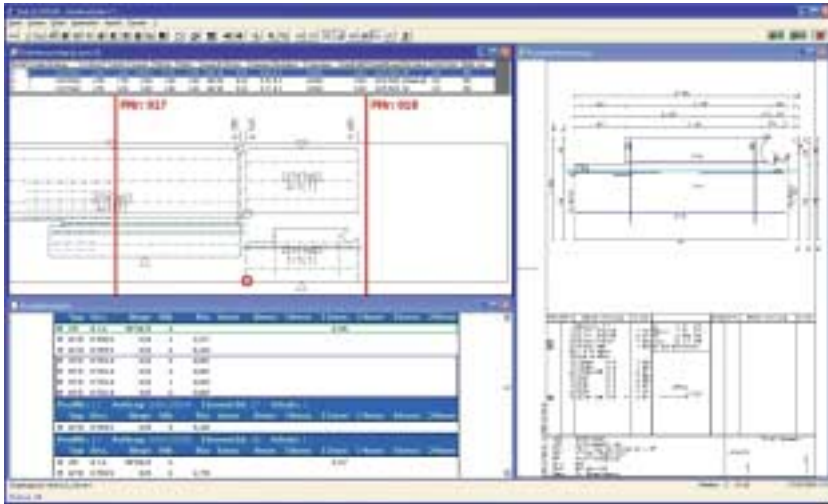


Fig. 4 Visualization of the work step "reinforcement" in a current section.

Abb. 4 Visualisierung des Arbeitsschrittes „Bewehrung“ in einem aktuellen Ausschnitt.

the formwork must be selected starting at the front and working towards the back. The operations are therefore carried out in the sequence of their X coordinates.

The continuous forward movement of the pallets also means that the plot lines can only be plotted in a single move if they lie entirely within the working area. This means that longer longitudinal lines must be divided up if necessary.

Investigations by Unitechnik AG have shown that all these functions and solutions can be provided with the UniCAM master computer. The basic functionalities are already covered; necessary additions can be integrated without difficulty in the existing master computer. This means that Unitechnik AG will keep on producing only one product line for all plants.

Several advantages result from using laser projectors in a continuous production process as a result of the smaller production area and therefore smaller projection area: the number of projectors required is reduced and a better quality of beam is produced. Furthermore, additional functions can be implemented (e.g. projection from several positions to reduce shadows, use of two colors to display different levels).

Furthermore, Wolfgang Cieplik discussed additional perspectives for the future, for example the possibilities for image processing could be extensively used in the precast industry. The modern tools of image processing could for example be used for identifying

Die individuell definierten Arbeitsbereiche haben bezogen auf den Hallenboden eine feste Position; automatische Maschinen dürfen sich nur in diesem Arbeitsbereich bewegen, so Wolfgang Cieplik. Die verschiedenen Arbeitsbereiche (Reinigen und Ölen, Schalungsroboter und Plotter, Schalungsergänzung und Einbauteile) werden von der Palette kontinuierlich durchfahren. Die Setzreihenfolge der Schalung muss dabei zwingend beginnend mit „Bug“ in Richtung „Heck“ gewählt werden, die Operationen werden also in der Reihenfolge ihrer X-Koordinaten ausgeführt.

Die kontinuierliche Vorwärtsbewegung der Palette hat außerdem zur Folge, dass Linien nur dann in einem Zug geplottet werden können, wenn sie komplett im Arbeitsbereich liegen. Es ist also erforderlich, dass längere Längslinien in mehreren Abschnitten geplottet werden.

Die Untersuchungen der Unitechnik AG haben ergeben, dass all diese Funktionen und Lösungen mit dem Leitreechner UniCAM realisierbar sind. Dabei werden die Basisfunktionalitäten bereits jetzt abgedeckt, erforderliche Ergänzungen können ohne Probleme in den bestehenden Leitreechner integriert werden. Somit wird es von der Unitechnik AG auch in Zukunft für alle Anlagenkonzepte nur eine Produktlinie geben.

Für den Einsatz von Laserprojektoren ergeben sich in einer kontinuierlichen Fertigung aufgrund des kleineren Arbeitsbereiches und der somit kleineren Projektionsfläche mehrere Vorteile: Die erforderliche Anzahl an Projektoren verringert sich und es ergibt sich eine bessere Strahlqualität. Weiterhin können so zusätzliche Funktionen umgesetzt werden (z. B. Projektion aus mehreren Positionen zur Reduktion des Schattenwurfes, Verwendung von zwei Farben zur Darstellung verschiedener Ebenen).

Des Weiteren erörterte Wolfgang Cieplik in seinem Vortrag zusätzliche Perspektiven für die Zukunft, so könnten zum Beispiel die Möglichkeiten der Bildverarbeitung in der Betonfertigteileindustrie umfassend genutzt werden. Die modernen Instrumente der Bildverarbeitung könnten beispielsweise für die Lageerkennung von Schalungen genutzt werden. Weiterhin könnten unter Zugrundelegung der CAD-Daten Maßhaltigkeit und Vollständigkeit aller Elemente auf der Palette vor dem Betoniervorgang kontrolliert werden. Denkbar ist auch der Einsatz kamerageführter Roboter, die in vielen Industriezweigen schon Anwendung finden.

Zusammenfassend ist die kontinuierliche Palettenumlaufanlage auch aus Sicht der Unitechnik AG technologisch zuverlässig umsetzbar und in den UniCAM-Leitreechner integrierbar. „Das Konzept bietet für heutige Schalungs-, Roboter- und Maschinenteknologie bereits entscheidende Vorteile und eröffnet neue Zukunftsperspektiven“, so Wolfgang Cieplik abschließend.

Ideen der saa engineering gmbh zur kontinuierlichen Umlaufanlage

Dr. Christian Hanser und Robert Neubauer der saa

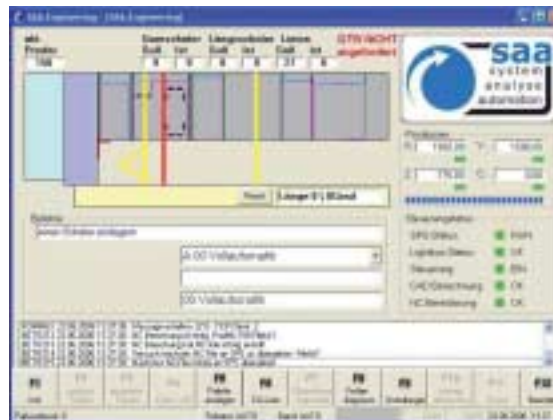


Fig. 5 View of the working area "shuttering robot".

Abb. 5 Darstellung des Arbeitsbereiches „Schalungsroboter“.

the position of formwork and in addition, taking the CAD data as a reference, the accuracy and completeness of all the elements on the pallet could be checked before the concreting process. It would also be possible to use camera-guided robots which are already in use in many branches of industry.

To sum up, Unitechnik AG is of the opinion that the continuous pallet circulation system can be reliably put into operation from a technical viewpoint and can be integrated into the UniCAM master computer. "The system offers decisive advantages for today's formwork, robot and machine technology and opens up new perspectives for the future", said Wolfgang Cieplik in conclusion.

Ideas for the continuous circulation system from saa engineering gmbh

Dr. Christian Hanser and Robert Neubauer of saa engineering gmbh then addressed the issue of "The control system as a source of decentralized information for continuous production". The company has been working in the area of control technology in precast plants for many years and has a great deal of experience by automation in the precast industry.

For the purpose of control technology, the aim is to have sufficient essential information at every point of the process. This should enable both the automatic processes as well as the manual working processes which are still necessary to be incorporated, planned and supported in order to keep to planned cycle times and production speeds. It should always be possible to implement the necessary upgrading as an extension to the existing system and the overall solution should always provide the highest degree of reliability.

Allowance must also be made for the technical constraints of continuous production which are, besides the conveyor belt speed, also the size of cut-out, which means the maximum working time that can be expected/is available as well as the maximum size of components. In addition comprehensive information from CAD is a prerequisite for the implementation of the new control system concept. The changeover from stationary production to continuous flow production means that smaller amounts of information are required at various positions. saa engineering gmbh presented several options for achieving this in the control system.

Master computer terminals at each manual workstation provide relevant pallet and element plans. This means that layers can be adjusted at any time and it is possible to display the components currently required at any point. This kind of terminal enables visualization of the continuous process. A terminal can be used as an integral part of the machine visualization, so that the current process of each workstation can be displayed using graphics. In addition, using these terminals the continuous process can be observed: the feedback from the positioning signal enables a continuous status report. Two displays provide a good overview: the observer

engineering gmbh thematisierten anschließend „Das Leitsystem als dezentrale Informationsquelle für die kontinuierliche Fertigung“. Das Unternehmen ist seit vielen Jahren auf dem Gebiet der Steuerungs- und Leittechnik im Fertigteilwerk tätig und hat vielfältige Erfahrung in der Automatisierung in Betonfertigteilwerken.

Aus Sicht eines Leitsystems ist das angestrebte Ziel eine hinreichende und notwendige Information an jeder Stelle des Prozesses. Damit sollen sowohl automatische als auch die immer noch nötigen manuellen Arbeitsprozesse in derartigen Anlagen optimal berücksichtigt, geplant und unterstützt werden, um geplante Taktzeiten und Fertigungsgeschwindigkeiten realisieren zu können. Erforderliche Neuerungen sollten immer als Erweiterung bestehender Systeme umgesetzt werden können und die Gesamtlösung sollte immer höchste Zuverlässigkeit bieten.

Die zu berücksichtigenden, technischen Randbedingungen des Konzeptes der kontinuierlichen Fertigung sind neben der Geschwindigkeit des Bandes auch die notwendige „Ausschnittsgröße“, also die maximal zu erwartende/zur Verfügung stehende Arbeitszeit und die maximalen Teilegrößen. Weiterhin sind vollständige Informationen aus der CAD-Voraussetzung für die steuerungstechnische Umsetzung des neuen Anlagenkonzeptes. Grundsätzlich bewirkt die Wandlung von einer Stationsfertigung zu einer Fließfertigung, dass an mehreren Positionen Information in kleineren Portionen erforderlich ist. Um dies auch im Leitsystem bewältigen zu können, stellte die saa engineering gmbh Unternehmen mehrere Lösungsansätze vor.

Leitrechnerterminals an jedem manuellen Arbeitsplatz bieten gefilterte Paletten- und Elementpläne. Layer sind somit jeweils einstellbar und es ist möglich, zu jedem Zeitpunkt die Teile darzustellen, die aktuell benötigt werden. Mit solchen Leitreechner-Terminals ist die Visualisierung des kontinuierlichen Prozesses möglich. Ein Leitreechnerterminal kann als integraler Bestandteil der Maschinenvisualisierung genutzt werden, so ist der aktuelle Prozess jeder Arbeitsstation grafisch darstellbar. Weiterhin kann mittels dieses Terminals der kontinuierliche Prozess beobachtet werden:

can view both the current as well as the next section.

Production planning requires constant pallet loading, at the same time with continuous production it is also important to simulate the amount of work per each zone with the occupancy algorithms and to allow for a realistic time and effort logging. It is imperative that the generation and sorting of data is done according to working areas. Dividing the data from the different machines (plotter, formwork robots etc.) may be necessary. Statistical analysis for evaluating the production process is essential in order to achieve optimal utilization, according to those responsible at saa engineering gmbh.

Specific requirements and options arise for each workstation. For the formwork placement that has to be done manually, each current section can be visualized with the parts list of necessary formwork elements, for example. Using a color-coded view simplifies formwork positioning. In the same way embedded parts can be visualized and their position projected by laser. At the reinforcement workstation the reinforcement bars can be displayed in the current section with the parts list and distinguished with different colors; lattice girders and additional reinforcement can be projected onto the pallets. For planning the supply of materials it is possible have the display and print lists for units as well as for precast elements (reinforcement cages, recess boxes) according to Robert Neubauer.

The following points should be noted in relation to the machines as well as the control system:

- » The cleaning/oiling machine components have to be adjusted to the conveyor speed.
- » The principle of the "flying saw" should be considered in the formwork robot.
- » The laser achieves greater accuracy due to lower projection distance as well as a better projection image because of the smaller amount of data.
- » The concrete distributor requires the coordination of the conveyor movement and the discharge speed: the concrete ordering as well as the feed also has to be factored into this. The distribution of concrete would benefit in general from a novel mechanical method for placing the concrete accurately. Dr. Hanser appealed to the mechanical engineers, asking that new solutions should be sought for this.
- » The mixing plant must deliver the planned batch on time, the master computer can provide the exact delivery time for this. The continuous circulation system requires a mobile transfer unit in accordance with the discharge control.
- » In continuous production, turning the precast walls requires the design of a mobile turning system: this also requires input from the mechanical engineering industry. A turning system of this kind needs to achieve a timely operation adapted to the continuous process.

To sum up, saa engineering gmbh gave their support to the new concept of the continuous pallet circulation system. The ideas can be implemented based on current technology; in the projection field new technology

Die Rückmeldung des Wegsignals ermöglicht die kontinuierliche Statusanzeige. Zwei Anzeigen verschaffen außerdem einen guten Überblick: der Betrachter kann sowohl den aktuellen Ausschnitt als auch den Folgeausschnitt ansehen.

Für die Produktionsplanung ist eine gleichmäßige Palettenbelegung erforderlich, gleichzeitig ist es bei kontinuierlicher Produktion aber auch wichtig, den Zonenarbeitsaufwand im Belegungsalgorithmus zu simulieren und eine realistische Aufwandserfassung zu berücksichtigen. Die Generierung und Sortierung der Daten muss zwingend nach Arbeitszonen erfolgen. Eventuell ist eine Datenaufteilung auf die unterschiedlichen Maschinen (Plotter, Schalungsroboter etc.) notwendig. Statistische Auswertungen zur Beurteilung des Produktionsablaufes sind unabdingbar, um eine optimale Auslastung zu erzielen, so die Verantwortlichen der saa engineering gmbh.

Für jeden Arbeitsplatz ergeben sich spezifische Anforderungen und Möglichkeiten. Für die Schalarbeiten, die von Hand ausgeführt werden müssen, kann beispielsweise jeweils der aktuelle Ausschnitt mit der Stückliste erforderlicher Schalelemente visualisiert werden. Eine farblich differenzierte Ansicht vereinfacht die Schalarbeiten. Ebenso können auch Einbauteile visualisiert sowie deren Lage per Laser projiziert werden. Für den Arbeitsplatz Bewehrung können die Stahleinlagen im aktuellen Ausschnitt mit Stückliste angezeigt und farblich differenziert werden, Gitterträger und Zulagebewehrung können auf die Palette projiziert werden. Für die Planung der Materialzufuhr ist die Anzeige und Ausgabe von Listen sowohl für Stückgut als auch für vorgefertigte Elemente (Bewehrungskörbe, Aussparungskästen) möglich, so Robert Neubauer.

In Bezug auf die Maschinen sowie auf die Steuerung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- » Die Maschinenelemente Reiniger/Öler sind auf die Bandgeschwindigkeit anzupassen.
- » Für den Schalungsroboter ist das Prinzip der „fliegenden Säge“ zu beachten.
- » Für den Laser ergeben sich höhere Genauigkeit durch niedrigeren Projektionsabstand sowie ein besseres Projektionsbild aufgrund der geringeren Datenmenge.
- » Für den Betonverteiler ist die Abstimmung von Bandbewegung und Austragsgeschwindigkeit notwendig, hier ist auch die Betonbestellung sowie -zuführung einzubeziehen. Für die Betonverteilung wäre generell eine neuartige mechanische Lösung zur exakteren Positionierung des Betons vorteilhaft. Dr. Hanser appellierte an die Maschinenbauer, dass hierzu die Erarbeitung neuer Lösungen angegangen werden sollte.
- » Die Mischanlage muss rechtzeitig die geplante Charge liefern, der Leitreechner kann hier die Lieferzeit exakt vorgeben. Die kontinuierliche Umlaufanlage erfordert eine fahrbare Übergabe gemäß der Austragsregelung.
- » Für eine kontinuierliche Produktion wäre für das

can be applied because of the smaller working area. "The concept offers the advantage that it allows the automation process with industrial robots to be carried out gradually", concluded Dr. Hanser.

Summary and outlook

The idea of a continuous pallet circulation system offers huge possibilities for production which can lead to savings of space and time and thus lower manufacturing costs, Christian Prilhofer concluded. The concept has been thought over in the company for some time and the partners in the areas of control and computer technology were involved at an early stage to discuss the possibilities for implementation.

Solutions still need to be worked on for certain production steps: the mechanical engineering industry will also be required to look into this subject. All those who have been involved with the project so far believe that the continuous pallet circulation system can be put into practice. [bo]

Wenden bei Elementwänden eine fahrbare Wendeanlage zu konzipieren, auch hier ist die Maschinenbauindustrie gefragt. Eine solche Wendeanlage muss einen zeitgerechten, aber zum kontinuierlichen Prozess passenden Ablauf bieten.

Zusammenfassend unterstützt die saa engineering gmbh das neue Konzept der kontinuierlichen Palettenumlaufanlage. Die Ideen sind – basierend auf aktueller Technologie – umsetzbar, im Projektionsbereich können durch den kleineren Arbeitsraum neue Technologien Anwendung finden. „Das Konzept bietet den Vorteil, dass es die schrittweise Automatisierung mit Industrierobotern ermöglicht“, so Dr. Hanser abschließend.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Idee der kontinuierlichen Palettenumlaufanlage bietet für die Produktion enorme Möglichkeiten, die zu Platz- und Zeiteinsparungen und somit geringer Kosten für die Herstellung führen können, so Christian Prilhofer abschließend. Das Konzept wurde im Unternehmen seit einiger Zeit überdacht und die Partner für die Bereiche Steuerungs- und Leittechnik wurden frühzeitig mit eingebunden, um die Möglichkeiten der Umsetzung zu erörtern.

Für gewisse Arbeitsschritte sind noch Lösungen zu erarbeiten, aber hier ist auch die Maschinenbauindustrie gefragt, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen. Alle bisher am Projekt Beteiligten gehen davon aus, dass die kontinuierliche Palettenumlaufanlage umsetzbar ist. [bo]