

Pallet loading individualized

Palettenbelegung individualisiert

Autor



Wolfgang Cieplik ist im Vorstand der Unitechnik Cieplik & Poppek AG verantwortlich für Vertrieb und Marketing. Er studierte Technische Informatik an der Fachhochschule Köln und erwarb den EMBA in Marketing an der Universität Münster. Berufliche Stationen waren Siemens (München), Gesellschaft für Datenfunk (Leipzig) und DeTeSystem (Berlin). Seit 1997 ist er bei Unitechnik beschäftigt, durchlief mehrere Funktionen und ist seit 2004 im Vorstand des Automatisierungunternehmens.

Unitechnik, with its control and instrumentation technology, has been an innovation driver in the precast concrete industry for 20 years. Over the course of time, the UniCAM master computer has evolved in keeping with precast plant needs. New products and production flows on the customer side as well as new algorithms and scientific knowledge on the developer side are leading to a continuous further evolvement of UniCAM. This article reports on the present state of development of automatic pallet loading and its effects on productivity.

Tasks for master computer in the manufacture of precast concrete products

Modern precast plants are highly engineered production sites. What in many other segments of industry is still a pipe dream is here already being practiced for many years: automated production with lot size 1. This customized industrial production concept can only be achieved by closely networking CAD (computer aided design) and CAM (computer assisted manufacturing). In this process, the master computer is the information center for production.

The master computer is the interface between

- » CAD workstations
- » control systems for the pallet circulation system and the machines
- » schedulers and plant operators
- » ERP system

Seit 20 Jahren ist das Unternehmen Unitechnik mit seiner Steuerungs- und Leittechnik ein Innovationstreiber in der Betonfertigteilbranche. Der Leitrechner UniCAM ist dabei mit den Bedürfnissen der Fertigteilwerke gewachsen. Neue Produkte und Fertigungsabläufe von der Kundenseite sowie neue Algorithmen und wissenschaftliche Erkenntnisse auf der Entwicklerseite führen noch heute zu einer ständigen Weiterentwicklung von UniCAM. In diesem Bericht wird über den aktuellen Entwicklungsstand der automatischen Palettenbelegung und deren Auswirkung auf die Produktivität berichtet.

Aufgaben des Leitrechners in der Betonfertigteilproduktion

Moderne Betonfertigteilwerke sind hoch technisierte Betriebe. Was in vielen anderen Industriezweigen noch Wunschtraum ist, wird hier bereits seit vielen Jahren praktiziert: die automatisierte Fertigung mit Losgröße 1. Nur eine enge Vernetzung von CAD (Computer aided Design) und CAM (Computer assisted Manufacturing) ermöglicht diese industrielle Maßanfertigung. Der Leitrechner ist dabei die zentrale Informationszentrale für die Produktion.

Der Leitrechner bildet die Schnittstelle zwischen

- » CAD-Arbeitsplätzen
- » Steuerungen für Palettenumlauf und Maschinen
- » Disponenten und Anlagenbediener
- » ERP-System

Die Aufgaben des Leitrechners lassen sich grob in die Bereiche Auftragsverwaltung, Palettenbelegung, Produktionssteuerung und -überwachung sowie Informationsmanagement gliedern. Der Leitrechner UniCAM übernimmt diese Aufgabe weltweit in über 100 Werken in 13 Ländern und sieben Sprachen.

Generelle Funktionsweise der Palettenbelegung

Unter Palettenbelegung versteht man die Anordnung der zu fertigenden Teile auf den Produktionspaletten. Für die optimale Belegung der Paletten zieht der Leitrechner mehrere Aufträge in Betracht. Je nach Planungshorizont der Werke werden eine Schicht oder mehrere Tagesproduktionen berücksichtigt.

Stapelvorsortierung

Der erste Schritt der Palettenbelegung ist die Stapelvorsortierung. Um diesen Prozess besser verstehen zu

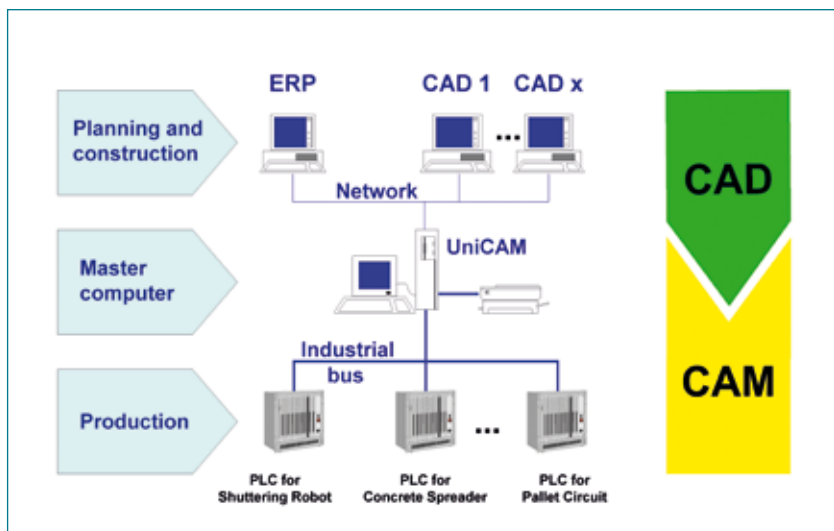


Fig. 1 Typical IT configuration of a precast plant.

Abb. 1 Typische IT-Konfiguration eines Betonfertigteilwerkes.

The tasks of the master computer can be roughly broken down into the areas of job order management, pallet loading, production control, and supervision and information management. The UniCAM master computer performs this task worldwide in more than 100 plants in 13 countries and seven languages.

General mode of function of the pallet loading process

Pallet loading in this context refers to the projected arrangement of the concrete components to be manufactured on the production pallets. For optimal pallet loading, the master computer takes into consideration several job orders. One shift or several daily productions are scheduled, depending on the planning horizon of a plant.

Stack presorting

The first step in the pallet loading process is stack presorting. For a better understanding of this process, it is important to recognize the principle of stack formation. Therefore, this process is explained in the following.

Stack formation typically takes place on the CAD system. The building to be erected is divided up into floor and wall units. Based on the erection drawing and the situation expected at the construction site, the design engineer specifies the erection sequence already at this early planning stage. Now the individual unit stacks are formed, taking into consideration this sequence, the maximum height of a stack and the upper weight limit for loading onto the truck. Floor slabs are stacked on top of each other horizontally and transported lying down. Wall units are commonly placed on A-frames or on the racks of specially fitted tractor-trailers and transported to the construction site in upright position.

These stacks are formed in the precast plant on stacking stations. They are handled from the lifting station. There are normally two to eight stacking stations in a concrete plant. Several stacking stations make sense, as this is the only way for optimizing production. This can be demonstrated on a simplified example. It is assumed that a job order calls for the production of floor slabs for a parking structure of 7 m length. On a production pallets of 13 m length only a single floor slab could be manufactured, leaving almost half of the pallet space vacant and thus unused. However, when adding a second job order for floor slabs of 4 m length intended for a single-family home, two units can be manufactured on every pallet. Now, in order to separate ("sort") the units manufactured for two job orders at the lifting station, at least two stacking stations are needed.

The objective of stack presorting is to specify the optimal sequence in which the stack is to be processed. An optimal production pallet utilization has top priority. Adjacent stacks should optimally complement each other, if at all possible. The following criteria are taken into account for stack presorting:

- » Product type (precast slab, double wall, sandwich component etc.)
- » Wall thickness



Fig. 2 UniCam master computer in the control station of a precast plant.

Abb. 2 Leitrechner UniCAM im Leitstand eines Betonfertigteilwerkes.

können, ist es wichtig, das Prinzip der Stapelbildung zu erkennen, daher wird dieses nachstehend erläutert.

Die Stapelbildung erfolgt in der Regel am CAD-System. Das zu errichtende Gebäude wird in Decken- und Wandelemente zerlegt. Anhand des Verlegeplans und der zu erwartenden Baustellengegebenheiten legt der Konstrukteur bereits während der Planung die Montagereihenfolge der Elemente fest. Unter Berücksichtigung dieser Reihenfolge sowie der maximalen Höhe eines Stapels und der Gewichtsobergrenze für die Beladung der Lkw werden nun einzelne Elementestapel gebildet. Elementdecken werden horizontal übereinander gestapelt und liegend transportiert. Wände werden in der Regel auf A-Böcke gestellt oder in Innenlader-Gestelle geladen und stehend zur Baustelle gebracht.

Zur Bildung dieser Stapel dienen in den Betonfertigteilwerken die Stapelplätze. Sie werden vom Abhebeplatz aus bedient. In der Regel arbeiten Betonfertigteilwerke mit zwei bis acht Stapelplätzen. Mehrere Stapelplätze sind sinnvoll, da die Produktion nur so optimiert werden kann. Dies kann man an einem vereinfachten Beispiel darlegen. Annahme ist, dass in einer Produktion für einen Auftrag Elementdecken von 7 m Länge für ein Parkhaus hergestellt werden sollen. Auf einer 13 m langen Produktionspalette könnte immer nur ein einziges Deckenelement produziert werden; dies hätte zur Folge, dass knapp die Hälfte der Palette leer und somit ungenutzt bliebe. Nimmt man jedoch einen anderen, zweiten Auftrag mit 4 m langen Elementdecken für ein Einfamilienhaus dazu, so können auf jeder Palette zwei Elemente produziert werden.

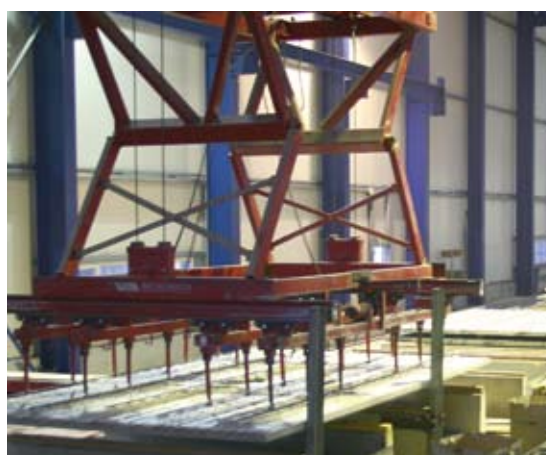


Fig. 3 Stacking stations for precast slabs.

Abb. 3 Stapelplätze für Elementdecken.

- » Type of concrete (lightweight concrete, heavyweight concrete).

Accordingly, the sequence in which the individual stacks are to be processed should at best be such that stacks that complement each other geometrically and require the same production flows are placed next to each other. The distance how close the units of the stack in the sequence of the pallets have to be located next to each other depends on the number of stacking stations. In this way, stack presorting creates the first and vital step for a good pallet loading result.

Automatic pallet loading

The automatic pallet loading process is illustrated on another example: A precast plant manufactures lattice girder floor slabs and has three stacking stations. The stacking stations are designated A, B and C. Owing to the transport height, a maximum of six units can form one stack. The lowest unit in stack A is designated A1, the topmost unit A6. CAD has passed on 23 stacks to the UniCAM master computer. Based on these data, the stack presorting function calculates the most favorable production sequence.

When the automatic pallet loading function is actuated in the master computer, the prespecified stacking sequence is virtually processed. The three stacking stations are loaded with the first three stacks. Only the bottommost units are considered for loading the first pallet, e.g. A1 + B1 + C1 or A1 + A2 + B1 (when this pallet arrives at the lifting station, the stacking places will still be empty). When going through all scenarios for this first pallet, one will arrive at ten variants. The best pallet loading option is determined by looking at the degree to which each of these variants is loaded. At this point, however, it is not yet known whether this loading pattern is also the best for the second and third pallet. Experience has shown that the single-stage process, moving from one step to the next, does not lead to optimal results.

UniCAM uses an algorithm for pallet loading reminiscent of a chess computer. UniCAM tries to think

Um die Elemente der beiden Aufträge am Abhebeplatz wieder entsprechend der Bauvorhaben „sortieren“ zu können, benötigt man mindestens zwei Stapelplätze.

Ziel der Stapelvorsortierung ist es, eine optimale Reihenfolge festzulegen, in der die Stapel abgearbeitet werden sollen. Oberste Priorität hat eine optimale Auslastung der Produktionspaletten. Benachbarte Stapel sollten sich dabei möglichst optimal ergänzen. Bei der Stapelvorsortierung werden folgende Kriterien berücksichtigt:

- » Produktart (Elementdecke, Doppelwand, Sandwich-element, etc.)
- » Wandstärke
- » Betonsorte (Leichtbeton, Schwerbeton)

Es sollten in der Abfolge der zu produzierenden Stapel also möglichst solche Stapel aneinander grenzen, die sich geometrisch ergänzen und gleiche Produktionsabläufe erfordern. Wie dicht die Elemente der Stapel in der Abfolge der Paletten beieinander liegen müssen, ist abhängig von der Anzahl der Stapelplätze. Damit schafft die Stapelvorsortierung die Ausgangssituation für ein gutes Ergebnis bei der Palettenbelegung.

Automatische Palettenbelegung

Zur Erläuterung der automatischen Palettenbelegung wird hier erneut ein Beispiel konstruiert: Firma Fertigung GmbH produziert Elementdecken und verfügt über drei Stapelplätze. Die Stapelplätze tragen die Bezeichnung A, B und C. Bedingt durch die Transporthöhe können maximal sechs Elemente einen Stapel bilden. Das unterste Element in Stapel A heißt A1, das oberste heißt A6. Vom CAD wurden 23 Stapel an den Leitreechner UniCAM übergeben. Die Stapelvorsortierung berechnet mit diesen Daten die günstigste Reihenfolge für die Produktion.

Wird die automatische Palettenbelegung im Leitreechner angestoßen, arbeitet sie die vorgegebene Stapelreihenfolge virtuell ab. Dabei belegt Sie die drei Stapelplätze mit den ersten drei Stapeln. Für die Belegung der ersten Palette kommen nur die untersten Elemente in den Stapeln in Betracht, z. B. A1 + B1 + C1 oder A1 + A2 + B1 (wenn diese Palette zum Abhebeplatz kommt, sind die Stapelplätze noch leer). Spielt man alle Möglichkeiten für diese erste Palette durch, so kommt man auf 10 Varianten. Betrachtet man den Belegungsgrad für jede dieser Varianten, lässt sich die beste Palettenbelegung ermitteln. Ob die Auswahl dieser Palette jedoch vorteilhaft für die Belegung der zweiten und der dritten Palette ist, weiß man noch nicht. Es hat sich in der Tat gezeigt, dass das einstufige „vorwärtshangeln“ nicht zu einem optimalen Ergebnis führt.

UniCAM setzt bei der Palettenbelegung auf einen Algorithmus, der an einen Schachcomputer erinnert. UniCAM versucht immer mehrere „Züge“ im Voraus zu denken, bevor er seinen nächsten Zug setzt. Das Programm arbeitet sich Palette für Palette vor. Ist ein Stapel voll, rückt der nächste Stapel an seine Stelle nach. So werden alle 23 Stapel virtuell abgearbeitet.

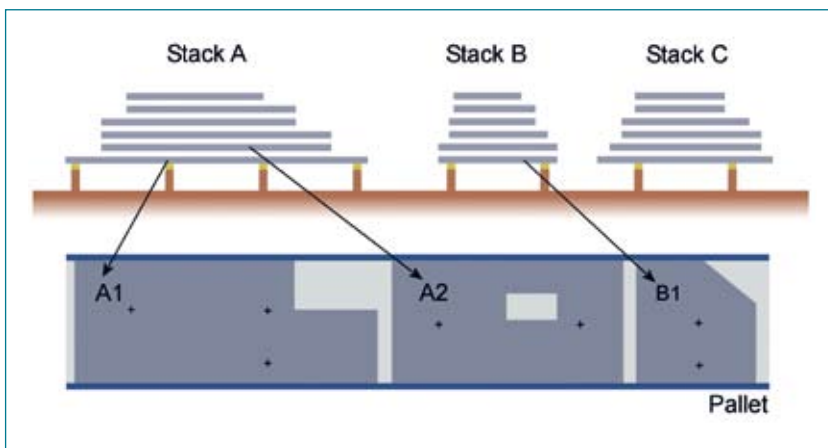


Fig. 4 Schematic representation of stack formation and pallet loading.

Abb. 4 Schematische Darstellung der Stapelbildung und der Palettenbelegung.

always several moves ahead, before making its first move. The program works its way through from one pallet to the next. When a stack is full, the next stack takes its place. In this manner, all 23 stacks are virtually processed.

The degree to which a pallet is loaded is not everything

In automatic pallet loading, the degree to which a pallet is loaded is not all that has to be taken into account. For the best possible productivity – and that is the parameter that in fact has to be optimized – all plant- and product-specific boundary conditions have to be taken into account. These are:

- » geometric dimensions of the unit
- » edge profile of the units
- » projection of the reinforcement
- » orientation for fixing the reinforcement
- » pallet types
- » shuttering system
- » weight distribution of the pallet
- » maximum weight for the racking system
- » ergonomics of the manual processing steps
- » mirror-image arrangement of the two shells of a double wall.

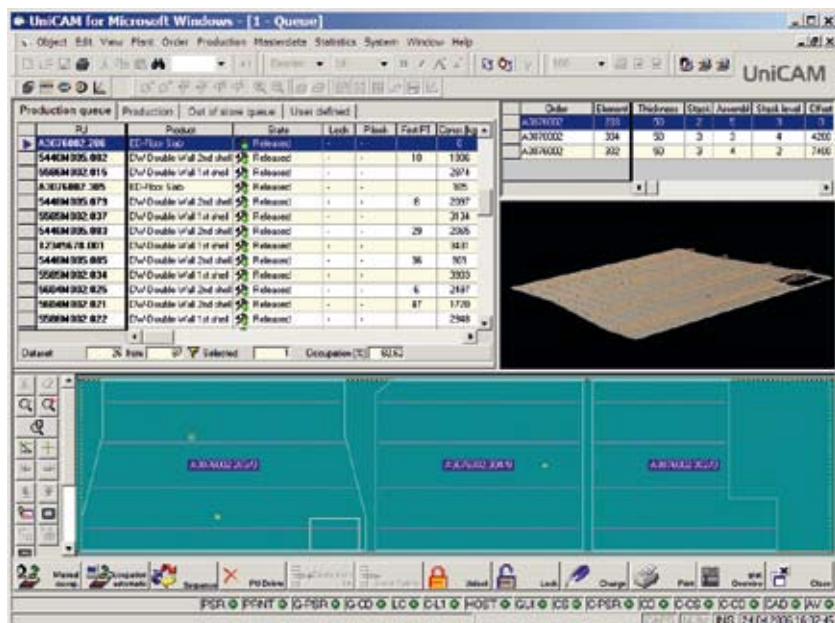
An optimal productivity can only be achieved by arranging the concrete units on the pallets in as favorable as possible manner. Three principal dimensions are differentiated between:

- » Arrangement for the worker
- » Arrangement for the processing machines
- » Arrangement for transport and storage.

The worker, for example, needs a predetermined free space for the manufacturing and fixing of the shutters for the siders set on the edge. Many reinforcement machines require more-over a special orientation of the bending shapes for short reinforcement bars; and

Fig. 5 Screenshot of the UniCAM master computer.

Abb. 5 Screenshot vom UniCAM-Leitrechner.



Der Palettenbelegungsgrad ist nicht alles

Bei der automatischen Palettenbelegung sollte allerdings nicht nur auf den Palettenbelegungsgrad geachtet werden. Für die höchstmögliche Produktivität – und das ist die eigentlich zu optimierende Größe – müssen einige anlagen- und produktspezifische Randbedingungen berücksichtigt werden:

- » geometrische Abmessungen der Elemente
- » Kantenausprägung der Elemente
- » Bewehrungsüberstände
- » Ausrichtung für Bewehrungsfertigung
- » Palettentypen
- » Schalungssystem
- » Gewichtsverteilung auf der Palette
- » Maximalgewicht für Regalsystem
- » Ergonomie der manuellen Bearbeitungsschritte
- » Spiegelbildliche Anordnung der beiden Schalen einer Doppelwand

Eine optimale Produktivität kann nur durch eine möglichst günstige Anordnung der Betonelemente auf der Palette erreicht werden. Hierbei werden drei Hauptdimensionen für die Anordnung unterschieden:

- » Anordnung für den Betonwerker
- » Anordnung für die Bearbeitungsmaschinen
- » Anordnung für Transport und Lagerung

Zum Beispiel benötigt der Betonwerker einen vorgegebenen Freiraum zur Herstellung und Fixierung der Schalung für eine Betonaufkantung. Weiterhin verlangen viele Bewehrungsmaschinen bei kurzen Bewehrungsstäben eine bestimmte Ausrichtung der Biegeformen und ein Regalsystem sollte durch eine entsprechende Gewichtsverteilung nicht einseitig belastet werden. Eine Palettenbelegung muss über 100 Parameter bei der Anordnung der Elemente auf den Paletten berücksichtigen; diese Einflussgrößen widersprechen sich zum Teil sogar.

Wenn man sich vor Augen führt, dass dies täglich für alle Kombinationen von mehreren hundert zu produzierenden Elementen durchgeführt werden muss, dann erübrigt sich die Frage nach dem Nutzen einer automatischen Palettenbelegung.

Gründe für die Nutzung der manuellen Belegung

In kaum einem anderen Bereich werden so viele individuelle Designwünsche berücksichtigt, wie in der Architektur. Hier geht es nicht nur um Funktionalität, sondern im Besondern auch um Kreativität und künstlerische Gestaltung. Der Betonfertigteilproduzent muss also täglich den Spagat zwischen den Wünschen seiner Kunden und den Erfordernissen seiner Produktion schaffen. Oftmals handelt es sich hier auch um „neue“ Anforderungen der Bauherren, die in dieser Form in keinem bisherigen Objekt vorhanden waren.

Es ist unmöglich, alle zukünftigen Anforderungen schon jetzt in einer automatischen Lösung der Palettenbelegung zu berücksichtigen. Daher benötigt die Arbeitsvorbereitung ein Instrumentarium, um auf neue Anforderungen flexibel und kurzfristig reagieren

care should be taken that the weight on the racking system is evenly distributed. In a pallet loading process over 100 parameters have to be taken into consideration; these influencing variables sometimes even contradict each other.

When calling to mind that this process has to be carried out day after day for all combinations of several hundred units to be manufactured, the question about the benefits of automatic pallet loading does not even arise.

Reasons for using manual loading

There is hardly any other field than architecture where it is necessary to consider so many individual design wishes. What is called for here is not only functionality but also and, in particular, creativity and artistic design. The precast companies must therefore perform, every day, a balancing act between the wishes of his customers and the requirements of his production. These frequently also involve "new" client requirements that have never been used before in a project.

It is impossible to anticipate and take into consideration all future requirements of automatic pallet loading already at this time. For this reason, production scheduling needs an instrument that enables it to flexibly and quickly react to new requirements. One of these instruments is manual loading. In this way, the results of automatic loading processes can be individually adapted to the given requirements.

In the final analysis, in advocating justifiable automatic solutions, the following must always be taken into account: Man, with his holistic approach to given sets of circumstances, will never be fully replaced by any program. The speed of the computer should relieve him of monotonous and time-consuming activities, while still leaving him the possibility to influence them.

Summary

The optimum achievable pallet loading result depends on the products to be manufactured, on the shuttering system used, the workflows, the layout and the degree of automation in a plant. Since no plant is exactly like the next, a plant- and product-specific configuration of automatic pallet loading is therefore just as requisite as human influence. Unitechnik, with its individually adjustable pallet loading strategy, provides genuine production advantages.

zu können. Eines dieser Instrumente ist die manuelle Belegung. Mit ihr können die Ergebnisse des automatischen Belegungsvorgangs individuell angepasst werden.

Letztlich sollte man beim berechtigten Plädoyer für automatische Lösungen immer wieder das Folgende berücksichtigen: Der Mensch, mit seiner ganzheitlichen Erfassung von Sachverhalten, kann durch kein Programm vollständig ersetzt werden. Er soll durch die Geschwindigkeit des Computers von den eintönigen und zeitraubenden Tätigkeiten entlastet werden und dabei dennoch die Möglichkeit des Eingriffs behalten.

Fazit

Das Optimum bei der Palettenbelegung ist abhängig von den hergestellten Produkten, vom Schalungssystem, von den Arbeitsabläufen, vom Anlagenlayout und dem Automatisierungsgrad. Da keine Anlage exakt der anderen gleicht, ist eine anlagen- und produktspezifische Konfiguration der automatischen Palettenbelegung daher genauso unerlässlich, wie die menschliche Einflussnahme. Unitechnik schafft mit einer individuell angepassten Palettenbelegungsstrategie echte Produktivitätsvorteile.

Wolfgang Cieplik