

Baumarkt

Bauautomatisierung und Robotik

von Wolf Loebel

Die Entwicklung des Bauwesens in den letzten fünfzig Jahren ist gekennzeichnet durch den Übergang von lohn- zu maschinenintensiven Bauverfahren. Diese Entwicklung ist in den einzelnen Bausparten sehr unterschiedlich verlaufen. Seit Anfang der 80er Jahre wird die Mechanisierungsphase von einer Optimierungsphase mit zunehmender Anwendung der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik abgelöst. Elektronische Komponenten und Systeme werden in Baumaschinen vor allem punktuell als Ergänzung und Modifizierung der hergebrachten Technik eingeführt. Prägendes Merkmal dieser Entwicklungen ist die Informationstechnik, das Gewinnen, Auswerten und Verarbeiten nicht nur technischer, sondern auch organisatorischer Daten, um bautechnische Zusammenhänge zu analysieren und zu optimieren. Schwerpunkte waren bisher und werden vorerst weiterhin sein: Optimierung der Baumaschinen und ihres Einsatzes, Sicherheitstechnik und -systeme, Überwachungs-, Diagnose- und Instandhaltungssysteme, Bedienerinformations- und Führungssysteme sowie Maschinen- und Betriebsdatenerfassungs- und -auswertungssysteme. Alle diese Entwicklungen bilden grundlegende Voraussetzungen für die Automatisierung und Roboterisierung der Baumaschinen und -prozesse.

Die Bedienung zahlreicher Baumaschinen ist mit hohen physischen und psychischen Belastungen und Beanspruchungen verbunden. Als Alternative bietet sich die Entwicklung von Robotern an. Bauroboter müssen jedoch beim Baustelleneinsatz denselben Betriebsmerkmalen genügen wie konventionelle Baumaschinen: häufig wechselnde Arbeitsstandorte - überwiegend im Freien -, autonome Energieversorgung, Kontakt mit Baustoffen und damit verbundene Schmutzbelastungen, Fahren auf unbefestigten Baustraßen und im Gelände, wechselnde Witterungs- und Klimabedingungen sowie Instandhaltung unter Baustellenbedingungen. Neben dem entsprechend hohen Entwicklungsaufwand ist der Nutzen von Automatisierung und Robotern nicht immer mit einer deutlichen Betriebskostensenkung oder Leistungssteigerung belegbar, die die höheren Investitionskosten rechtfertigen.

Zwingender Bedarf für Automatisierung und Roboter ergibt sich dagegen, wenn konventionelle Lösungen nicht zur Verfügung stehen oder ungeeignet sind. In derartigen Fällen rechtfertigt eine technische Lösung des Problems auch hohe Kosten. Das gilt bei besonderen Qualitätsanforderungen, die zuverlässig eingehalten werden müssen, z.B. bei der Baustoffherstellung, bei komplexen Bedien- und Überwachungsaufgaben, die den Bediener überfordern -, z. B. bei der Betonförderung mit Verteilermast -, bei Maschinen, deren störungsbedingter Stillstand unbedingt verhindert werden muß - z.B. bei Tunnelvortriebsmaschinen und Großbaggern -, bei unzugänglichen Arbeitsbereichen bzw. bei Arbeiten in unzumutbaren und gefährlichen Bereichen - z.B. in Tunneln und Mikrotunneln -, bei Kontaminationen oder bei Ab- und Einsturzgefahren.

Entwicklung in Deutschland

Für die Schaffung grundlegend neu konzipierter, flexibel automatisierter oder robotisierter Maschinen und Systeme fehlen in Deutschland bisher noch wesentliche Voraussetzungen. Schwerpunkte der aktuellen Entwicklung bilden vor allem Bereiche der Maschinen- und Verfahrenstechnik: Herstellung von Baustoffen, Betonwaren und Betonfertigteilen, Mauermaschinen und Mauerroboter, Überwachung und Steuerung mobiler Baumaschinen sowie Tunnel- und Mikrotunnelbau. Ein hoher Automatisierungsgrad ist seit Jahren bei den stationären Anlagen zum Mischen von Baustoffen (Beton und Asphalt) und bei der Serienfertigung standardisierter Betonwaren erreicht. Die automatisierte Vorfertigung großformatiger Stahlbetonfertigteile entwickelt sich dagegen schleppend. Nur vereinzelt wurden bisher computerunterstützte (CAM) und - in Ansätzen - auch computerintegrierte Fertigungsanlagen (CIM) entwickelt.

Die Mechanisierung der Mauerwerkstechnik gewinnt seit Mitte der 80er Jahre in Deutschland zunehmende Bedeutung. Die Vorliebe der Deutschen für gemauerte Wohnhäuser einerseits und die hohe Witterungsabhängigkeit dieser Bauweise andererseits haben zu verschiedenen parallelen Entwicklungen geführt. Mit stationären Mauermaschinen können deutlich höhere Produktionsleistungen erzielt werden. Außerdem führen sie zu erheblichen Arbeitserleichterungen und zur Einsparung von Arbeitskräften. Als Arbeitshilfe beim Mauern auf Baustellen werden einfache Handhabungshilfen (z.B. Kleinkrane und höhenverstellbare Arbeitsbühnen) verwendet, die die Maurer vom Heben und Versetzen schwerer Steine entlasten. Ihr Einsatz stieß bei vielen Bauunternehmen zunächst auf Zurückhaltung, weil sie den Arbeitsplatz eines Maurers um ein Vielfaches verteuern; inzwischen werden diese Geräte jedoch zunehmend als notwendige und auch nützliche Investition angesehen. Auf dem Weg zur Praxiserprobung befindet sich der Mauerroboter "Rocco". Dieser Roboter soll nur der erste Schritt zu einer neuen Bauphilosophie und Bautechnik sein (s.u.). Der hohe Anteil lohnintensiver Arbeiten im Hochbau eröffnet große Spielräume für derartige Entwicklungen. Die mobilen Maschinen für Baustellenfertigung sind bisher jedoch weniger durch Automatisierung und Roboterisierung gekennzeichnet als durch eine zunehmende Durchdringung mit mikroelektronischen Komponenten und Systemen. Der eigentliche Arbeitsablauf der meisten Maschinen muß noch manuell gesteuert werden.

Internationale Entwicklung

Die jährlich stattfindenden Internationalen Symposien für Automatisierung und Roboter im Bauwesen - das nächste im Juni 1996 in Tokyo - machen indes deutlich, daß weltweit - mit Schwerpunkten in Japan und in den USA - erhebliche Anstrengungen unternommen werden, die Vorteile der Automatisierung in allen Bereichen des Bauwesens zu nutzen. In Japan werden Automatisierung und Roboterisierung seit Jahren zielstrebig und auf breiter Front im Zusammenwirken von Bauunternehmen, Herstellern, Forschungsinstituten und staatlichen Behörden (MITI - Ministry of International Trade and Industry) betrieben. Als Ergebnis sind automatisierte Bautechniken und mannigfaltige Roboter für alle Bereiche des Bauwesens vom Hoch-, Erd- und Tiefbau bis zu Anwendungen in Kernkraftanlagen und in der Meerestechnik entstanden. Vielfach wurden schon Roboter der dritten und vierten Generation vorgestellt.

Als Begründung für diese Aktivitäten werden weltweit übliche Standardargumente genannt, z.B. Arbeitskräftemangel, Arbeitserleichterung, Qualitätssteigerung, Arbeitssicherheit, Umweltschutz und Produktivitätsverbesserung. Ein sehr wichtiger Grund ist für die japanischen Unternehmen jedoch die Imageverbesserung der Baubranche, die als Low-Tech-Industrie nur wenig Ansehen

genießt. Die Entwicklungen der letzten zehn bis fünfzehn Jahre zeigen, daß die japanische Bauwirtschaft mit diesem Bestreben bemerkenswerte Erfolge erzielt hat. Eindrucksvolle Beispiele sind vollautomatische Hochbausysteme, mit denen die großen Bauunternehmungen Obayashi, Shimizu, Taisei und Takenaka seit 1992 Bauwerke in Japan errichten. Personalmangel bildet für die Bauwirtschaft in keinem Industriestaat - außer in Japan, wo restriktive Einreisebestimmungen den Einsatz von Gastarbeitern weitgehend verhindern - einen zwingenden Grund für die Forcierung derartiger Bemühungen. Die Tatsache, daß die Japaner ihre Bauroboter auf den maßgebenden Baumärkten der Welt noch nicht offensiv anbieten, ist kein Beweis für deren gern vermutete Untauglichkeit. Auch die vollautomatischen Hochbausysteme lassen sich nicht mit der Behauptung abtun, ihr wirtschaftlicher Einsatz setze die Serienfertigung voraus. Die Japaner beweisen das Gegenteil, indem sie - wie auch in Europa und in Amerika üblich - mit ihren Systemen Unikate bauen.

Die Mehrheit der deutschen Baumaschinenhersteller und Bauunternehmen begleitet diese Aktivitäten nur mit mäßigem Interesse. Da es sich um einen sehr forschungs- und entwicklungsintensiven Teil des künftigen Baugeschehens handelt, besteht schon jetzt die Gefahr, daß dieser Markt mit seinen langfristigen und aller Voraussicht nach existentiellen technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten weitgehend widerstandslos an ausländische Wettbewerber verlorengeht.

Wolfgang Poppy

Otto von Guericke-Universität Magdeburg

Vollautomatische Hochbausysteme

Obayashi Corp.,

Tokyo Shimizu Corp., Tokyo

Fast alle großen japanischen Bauunternehmen arbeiten an der Entwicklung vollautomatischer Hochbausysteme. Einige demonstrieren die Leistungsfähigkeit derartiger Systeme anhand von Experimentalbaustellen und Computersimulationen, andere wie Obayashi und Shimizu haben bereits automatisch errichtete Hochhäuser realisiert. Alle Systeme (ABCS-System: "Automated Building Construction System" von Obayashi, SMART-System: "Shimizu Manufacturing System by Advanced Robotics Technology" u.a.) basieren auf einer Stahlskelettbau-Konstruktion. Der typische Bauablauf sieht vor, daß nach Erstellung eines Stahlskelettkerns eine höhenverschiebbare Arbeitsplattform auf dem Boden vormontiert wird, die mit einer wetterfesten Hülle sowie mit Transporteinrichtungen, Baurobotern und Hydraulikpressen versehen wird. Dieses automatisierte Arbeitsgeschoß baut das Erdgeschoß und hebt sich dann auf vier oder mehr Stahlstempeln selbsttätig hoch, um das nächste Stockwerk zu erstellen. Gleichzeitig arbeiten Roboter unterirdisch an der Fundierung, überirdisch an der Erstellung der Stockwerke und am nachfolgenden Ausbau. Das Stahlgerüst des Gebäudes wird - wie im Stahlbau üblich - verschraubt und anschließend verschweißt. Automatische Kransysteme ziehen die vorgefertigten Stahlbauteile in die Höhe und übergeben sie an die Kräne der Arbeitsplattform, die jede Position erreichen können und die Stützen und Träger an vorgesehener Stelle einbauen. Sobald das Stahlskelett eines Stockwerks fertig montiert und mit Hilfe von Schweißrobotern verschweißt ist, fahren die Tragstempel, die sich gegen das Stahlgerüst des eigentlichen Bauwerks abstützen, nach oben, rasten an der nächsthöheren Decke ein und ziehen die Arbeitsbühne nach, die wiederum durch die Rasten der Tragstempel gesichert wird. Der gesamte Arbeitsablauf ist computergesteuert und wird von Kontrollräumen aus, die sich an der Spitze der Bühne befinden, überwacht. Während im jeweils obersten Stockwerk das Stahlgerüst montiert wird, arbeiten in den unteren Geschossen bereits andere Roboter am Ausbau: Auf Schienen geführte Spritzroboter tragen auf das Stahlskelett eine feuerhemmende, asbestfreie Schutzschicht auf. Fertigungsgünstig am Boden werden Sanitär- und

Klimaanlagen an den vorgefertigten Deckenelementen montiert. Diese werden ebenso wie die vorgefertigten Wandelemente über die äußeren Kräne nach oben gezogen und mit Hilfe der inneren Kranbahnen positioniert. Weitere Robotersysteme stehen für die Verarbeitung des Decken-Aufbetons (s.u.) und sogar für den Innenausbau zur Verfügung; der Prototyp eines Fliesenroboters existiert bereits. Die deutsche Bauindustrie entgegnet gerne, die Stahlskelettbauweise sei hierzulande nicht üblich. Jedoch konnte auch der Stahlbetonbau in Japan weitestgehend roboterisiert werden. Die japanischen Entwicklungsbemühungen gehen jedoch noch wesentlich weiter; sie umfassen die Automatisierung des Tiefbaus ebenso wie die Entwicklung von Baurobotern für Weltraumanwendungen.

Automatisches Betonwerk

Ainedter Industrie Automation GmbH

Das automatische Betonwerk ist eine Entwicklung zur individuellen, vollautomatischen Vorfertigung von Beton- und Wandstein-Bauelementen. Das Anwendungsspektrum der gefertigten Produkte reicht vom Einfamilienhaus mit komplizierter Geometrie bis zur gerasterten Industriehalle. Die Computertechnik integriert CAD-Programme, Produktionsplanung und -steuerung (CAM) sowie Transport- und Verlegeplanung. Der eigentliche Produktionsablauf des von AIA entwickelten Systems ist weitestgehend roboterisiert. Durch das Komplettsystem werden drastische Senkung der Personalkosten, optimierter Materialeinsatz, kürzere Lieferzeiten und Qualitätssteigerung erreicht. Die gesamte Softwarefamilie unter dem Namen "Fertig" verfügt über eine einheitliche Benutzeroberfläche mit Menüsteuerung. Die Basis bilden unterschiedliche CAD-Programme: "FertigDEC" übernimmt alle Aufgaben von der Konstruktion von Fertigteildecken bis hin zur statischen Berechnung und startet entweder mit Überspielen der Grundrißdaten vom Architektenplan oder durch manuelles Übertragen, wobei Planfehler durch zahlreiche Logikprüfungen selbsttätig erkannt werden. Die einzelnen Deckenelemente werden unter Berücksichtigung aller relevanten Optimierungskriterien am Bildschirm auf Schalungspaletten positioniert. Dabei werden ungenutzte Schalungsflächen minimiert und die Plattenreihenfolge für Transport und Verlegen auf der Baustelle berücksichtigt. Das Programm bietet auch Zusatzmodule für Hohlkörper-, Ziegelement- und Rippendecken. "FertigWAND" ermöglicht die CAD-Bearbeitung sowohl ein- und zweischaliger Betonwände als auch von Ziegel- und Kalksandsteinwänden. Der Grundriß wird vom Deckenprogramm übernommen. Die Wandelemente können auf Basis des Architektenplans in allen Details konstruiert und mit den erforderlichen Einbauteilen versehen werden. Geschoßpläne können zur Überprüfung dreidimensional dargestellt werden. Bei Ziegelwänden werden die Produktionsdaten für den AIA-Mauerwerksroboter (s.u.) zur Verfügung gestellt. "FertigTREPPE" schließlich dient der Produktion geradläufiger Fertigtreppe einschließlich Podesten. Die Produktionsdaten sämtlicher CAD-Programme werden im Anschluß an die CAM-Komponente "FertigMASTER" übergeben. Sie steuert und überwacht die Produktion auf Einzelstationen oder den gesamten Ablauf. Für die kaufmännische Betriebsleitung stellt das Programm darüber hinaus zahlreiche Kenndaten und statistische Auswertungen sowie Fehlerprotokolle zur Verfügung. Integriert ist ebenfalls eine Lagerverwaltung. Die automatische Produktion startet mit dem Schalungsroboter MRP (Magazinieren, Reinigen, Plotten). Die geometrischen Daten der zu betonierenden Platten werden mit einer Genauigkeit von +/- 2 mm auf die Palette übertragen, diese gleichzeitig geölt und anschließend mit Schalelementen versehen. Mit Hilfe eines weiteren Roboters werden vorgerichtete Bewehrungen und Gitterträger automatisch eingelegt. Das Einbringen des Betons erfolgt unter Erkennung von Aussparungen und mit einer Maßgenauigkeit der Plattendicke von 5 Prozent. Die fertig gerüttelten und aufgerauten Platten werden schließlich vom Palettenkran automatisch in die Härtekammer transportiert. Die Beladung der LKWs erfolgt derart, daß sie von der Ladefläche direkt versetzt werden können.

Mauerroboter für Fabrikeinsatz

Ainedter Industrie Automation GmbH
Göllstraße 24
A - 5082 Grödig
Tel. 0043 - 6246 - 72285-0

Die erste industrielle Anlage der Welt, in der ein Team von Robotern vollautomatisch gemauerte Wände individueller Form fertigt, hat in diesem Jahr im Raum Stuttgart den Betrieb aufgenommen. Mit der Automation werden viele negative Begleiterscheinungen eliminiert, die das ökologisch wünschenswerte Bauen mit Ziegeln behindern: zu wenige und zu teure Fachkräfte, Unberechenbarkeit des Wetters, zu lange Bauzeiten und dadurch explodierende Kapitalkosten. Ziel der Entwicklung war das individuell errichtete Gebäude, ohne Beschränkung der architektonischen Gestaltungsfreiheit. Bislang scheiterten alle Versuche zur vollautomatischen Erstellung beliebiger Wände an den Sondersteinen, die bis zu 40% aller zu verarbeitenden Ziegel ausmachen und von Hand auf ein besonderes Maß gebracht werden mußten. Eine eigens entwickelte Software unterteilt die Wände des Architektenplans in Einzelelemente von bis zu 7 Metern Länge unter Berücksichtigung von Durchbrüchen, Einbauteilen und geschnittenen Sondersteinen. Der erste von insgesamt drei unterschiedlichen Robotern greift sich die Ziegel von der Palette; weicht die benötigte Form von den gängigen Normmaßen ab, werden sie mittels Förderband zu einem zweiten Roboter transportiert, der den Zuschnitt der Sondersteine besorgt. Dieser speichert auch die dabei anfallenden Reststeine, die später an anderer Stelle oder bei einem anderen Bau eingesetzt werden können. Über ein durchdachtes Netz aus Förderbändern werden nun Sondersteine und normalformatige Ziegel zusammengeführt und in der richtigen Reihenfolge zum dritten Robotertyp, den eigentlichen Mauerrobotern geführt, die die Wand Ziegelreihe für Ziegelreihe hochziehen. Das fertige Wandelement rollt dann in die Trockenkammer und kann anschließend weiterbearbeitet werden (Installationsschlitze, Leitungen und Dosen, Wärmedämmung, Verputz). Zwei Mann überwachen die Fertigung im Werk und können - ohne Beeinträchtigungen durch Wetter und körperliche Belastung - statt ca. 16 in Zukunft bis zu 500 Quadratmeter Ziegelwand pro 9-Stunden-Tag produzieren.

Mauerroboter für Baustelleneinsatz

Institut für Steuerungstechnik
Seidenstraße 36
70174 Stuttgart
Tel. 0711 - 121-2420

Der an der Universität Stuttgart entwickelte mobile Roboter wurde zusammen mit dem Zentrum Fertigungstechnik Stuttgart (ZFS) sowie 10 namhaften Industriepartnern als Prototyp einer kommerziellen Baumaschine realisiert. Er integriert unterschiedliche Funktionsbausteine, die in jahrelanger Forschungsarbeit entstanden sind. Das Mauern als hochgradig repetitive und körperlich anstrengende Arbeit bietet sich für eine Automatisierung in besonderer Weise an. Bei dem realisierten Mensch-Maschine-System bewegt sich ein mobiler Roboter programmgesteuert auf der Geschoßdecke und fertigt das Mauerwerk weitgehend selbsttätig. Die Aufgaben des Bedieners bestehen im Einrichten der Geschoßdecke und des Roboters, in der Überwachung und Beseitigung eventueller Störungen sowie in der manuellen Ergänzung der Mauerwerksarbeiten. Das automatisierte Mauern auf der Baustelle erfordert im Vergleich zur manuellen Fertigung einen höheren Aufwand an Planung für Baumaßnahme und Vorarbeiten. Vor Beginn der Roboterarbeit müssen vom Baustellenpersonal folgende Tätigkeiten durchgeführt werden: Vermessung der Geschoßdecke mit

Kennzeichnung der Startposition des Roboters sowie der Materialstandorte für Steine und Mörtel, Materialanlieferung und -aufstellung mit Qualitätskontrolle, manuelles Anlegen der ersten Steinreihe. Während der automatisierten Fertigung muß der Bediener eventuelle Störungen beseitigen, für Materialnachschub sorgen sowie Mauerwerksarbeiten ergänzen. Der Roboter besteht aus einem Fahrwerk zum Wechsel der Arbeitsposition, einer Vorrichtung zum Bemörteln der Steine sowie einem 7achsigen Manipulator mit großer Reichweite und hoher Tragkraft für das eigentliche Mauern. Er bewegt sich auf der Basis off line-generierter und an die Robotersteuerung übertragener Daten. Ein baustellentaugliches Lasermeßsystem ermittelt die exakte Arbeitsposition über einen rotierenden Laserkopf und drei oder mehr ortsfest installierte Reflektoren mittels Triangulation. Ist der jeweilige Standort eingemessen und die Palettenstandorte lokalisiert, werden die Steine selbsttätig erkannt, mit Hilfe eines Vakuumsaugers gegriffen, im Tauchverfahren bemörtelt und paßgenau versetzt.

KS Komplett Bausystem GmbH & Co. KG
Weißer Stein 14
49451 Holdorf
Tel. 05494 - 982-0

Die KS-Industrie als erstes deutsches Unternehmen ein umfassendes Bausystem mit Planelementen, das den Bauablauf von der Planung bis zur Fertigstellung umfaßt. Das System bietet für den konventionellen Mauerwerksbau Bauzeit und Lohnkostenreduzierung sowie Qualitätsverbesserungen. Bereits in der Planungsphase werden alle Projektdaten anhand der Architektenpläne in der EDV erfaßt. Aus diesen Daten wird der genaue Bedarf an KS-Planelementen mit Hilfe der "ISOCOM"-Software ermittelt, die zugleich Grundlage für Kostenkalkulation als auch für die Erstellung der Verlegepläne bildet. Da die Daten wandweise erfaßt werden, können eventuelle Planfehler erkannt und beseitigt werden. Nach Genehmigung der Pläne werden die Planelemente im Herstellerwerk mit einer computergesteuerten Sägeanlage auf das erforderliche Format zugeschnitten und wandweise auf Paletten kommissioniert. Zeitgleich mit dem Baufortschritt werden die Bausätze angeliefert. Auf der Baustelle werden die Wände dann mit Versetzgeräten von zwei-Mann-Teams innerhalb kurzer Zeit errichtet. Der Service umfaßt die Beratung von Architekten und Bauunternehmen sowie die Einweisung in das System mit Baustellenbetreuung. Die Planelemente unterschiedlicher Wanddicken sind jeweils 0,5 qm groß und werden in der vorbereiteten Lochung mit Versatzzangen gegriffen und auf das vorbereitete Mörtelbett gesetzt. Aufgrund der hohen Maßgenauigkeit der Steine reicht ein mit dem Mörtelschlitten aufgetragener Dünnbettmörtel. Auf die Vermörtelung der Stoßfugen kann verzichtet werden. Das Versetzen kann mit Hilfe eines Minikrans, mit mobilen Arbeitsbühnen oder Mauermaschinen (s.u.) weiter rationalisiert werden.

Mauermaschine für Baustelleneinsatz

Aloys Zeppenfeld GmbH & Co. KG
Oberveischer Straße 5
57462 Olpe
Tel. 02722 - 8116

Die unter dem Namen "Steinherr" vertriebene Mauermaschine stellt einen Entwicklungsschritt zwischen einfachen Handhabungshilfen (Minikran, Stein- versetzgerät) und autonomen Robotern (bisher noch nicht kommerziell verfügbar) dar. Sie kombiniert eine verfahrbare, stufenlos höhenverstellbare Arbeitsplattform mit einem integrierten Mini-Handling-Kran, der den zusätzlichen Kranführer überflüssig macht. Die mobile Arbeitsbühne erspart das zeitaufwendige Erstellen und Umsetzen von Gerüsten und das Mauern in gebückter Stellung oder über dem Kopf. Eine zusätzliche Mörtelpumpe mit Mehrfachgelenkarm ermöglicht mittels vorgeschalteter Düsen das Versetzen der Steine im Normal-, Dünnbettmörtel oder Klebverfahren in einem

Arbeitsgang. Speziell entwickelte variable Zangen erlauben das Versetzen von Steinmaterial bis 1 m Länge und mehr. Die Bedienung der Mauermaschine ist einfach und praxisnah.

Verlegemaschinen Probst GmbH
Gottlieb-Daimler Straße 6
71729 Erdmannhausen
Tel. 07144 - 3309-0

Die Firma Probst entwickelt und fertigt seit Jahrzehnten Greif- und Verlegesysteme, die für Baubetriebe ein großes Rationalisierungspotential bieten und für Arbeitserleichterungen in unterschiedlichen Bereichen sorgen. Für den Straßen-, Garten-, Landschafts- und Tiefbau bietet das Unternehmen vielfältige Geräte und Sonderanfertigungen an. In den letzten Jahren wurde mit innovativen Techniken - insbesondere der Vakuum-Technik für den Bau - eine marktführende Position erreicht. Vakuum-Hebe- und Versetzgeräte unter dem Namen "Jumbo" wurden speziell für den Baustelleneinsatz im Baukastensystem für unterschiedliche Anwendungen konzipiert. Großformatige und schwere Lasten bis 2000 kg wie Beton- oder Natursteinplatten, Rinn- und Bordsteine, Betonrohre, Stufen u.ä. können mit diesen Maschinen kraft- und materialschonend versetzt werden. Mit Hilfe verschiedener Saugplatten können nicht nur planebene, sondern auch runde, profilierte, unebene und poröse Materialien unterschiedlicher Größen versetzt werden. "Jumbo" wird als mobiles Gerät für kleinere Lasten sowie als Anbaugerät für Radlader und Kräne angeboten; auch die Kombination mit einer Pflasterverlegemaschine ist möglich.

Roboter-Montagesystem für CIC Projektkoordination

Lissmac Maschinenbau GmbH
Bad Wurzach
Tel. 07564 - 307-0
Wissenschaftliche Leitung: Thomas Bock (Universität Karlsruhe)

Unter dem Namen "Rocco" (Robot Assembly System for Computer Integrated Construction) wird im Rahmen eines von der EU unterstützten Forschungsvorhabens ein System entwickelt, das das vollautomatische Mauern und Montieren auf der Baustelle ermöglichen wird. An dem Forschungsprojekt sind Firmen und Institute fakultäts- und länderübergreifend aus den Bereichen Bautechnologie, Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationsverarbeitung aus Deutschland, Spanien und Belgien beteiligt. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines computerintegrierten Robotersystems, das eine informationstechnisch durchgängige Lösung von der Gebäudeplanung bis zur automatischen Montage von Bauteilen auf der Baustelle beinhaltet (CIM/CIC). Das Konzept weist damit den Weg zu einer integrierten Gesamtlösung und geht über die Entwicklung eines autonomen Mauerwerksroboters, der nur einen ersten Schritt darstellt, hinaus. Die Entwicklung eines rechnergestützten Systems zur Arbeitsvorbereitung und Qualitätssicherung gehört ebenso dazu wie die Realisierung eines Manipulators mit einer Reichweite von 13 Metern und einem Handhabungsgewicht von 600 kg zur teilautomatischen Montage von Großbauteilen wie Verkleidungselementen, Großflächenschalungen oder Fertigbauteilen. Bei beiden Robotertypen (Mauerwerks- und Montageroboter) sollen die gleichen Soft- und Hardwarekomponenten zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Arbeitsvorbereitung für Mauerwerksarbeiten werden die erforderlichen Daten für die Vorfertigung der Paßstücke, des Baustellenlayouts sowie der Roboterprogramme generiert. Ausgehend von einer CAD-Darstellung des Gebäudes werden die Wände zunächst rechnergestützt in einzelne Steine aufgeteilt. Im nächsten

Schritt erfolgt das Baustellenlayout, d.h. es werden die optimalen Arbeitspositionen des mobilen Roboters, die Palettenstandorte sowie die Anordnung der Steine auf den Paletten ermittelt. Mit den vorhandenen Daten können die zur Realisierung erforderlichen Sondersteine auf stationären Anlagen vorgefertigt und palettiert werden. Letzter Schritt der Arbeitsvorbereitung ist die automatische Generierung des Roboterprogramms. Das Benutzerinterface auf der Baustelle ist graphisch-interaktiv, um den Unwägbarkeiten des Baustellenbetriebs Rechnung zu tragen. Alle Einzelkomponenten, die zum Betrieb des Gesamtsystems erforderlich sind, konnten bereits fertiggestellt werden. Der Prototyp des Mauerwerksroboters wurde auf der diesjährigen BAUMA vorgestellt. Damit können nach einer erfolgreichen Integration ab 1996 alle erforderlichen Tests gefahren werden, um ein zuverlässiges und einfach zu bedienendes System zu erhalten.

Teilautomatisierte Betonverteiler

Putzmeister Maschinenfabrik GmbH
Max Eyth-Straße 10
72631 Aichtal
Tel. 07127 - 599-0

Das Bedienen und Überwachen der Betonförderung mit einem fünfgliedrigen Verteilermast, dessen sechs Freiheitsgrade (einschließlich Schwenken) durch Einzelbetätigung der Mastglieder kaum mehr beherrschbar sind, gehört zu den Aufgaben, die bereits in den 80er Jahren teilautomatisiert wurden. Putzmeister entwickelte eine rechnerunterstützte Steuerung von Betonverteilmasten unter dem Namen "AMC". Das System übernimmt die exakte Koordination der einzelnen Mastglieder. Trotz ständiger Bewegung des Mastes bleibt dabei der Endschlauch immer in der vorgewählten Höhe über der zu betonierenden Fläche. Das Unfallrisiko bei manueller Steuerung ist eliminiert; alle Punkte der Baustelle können schnell und präzise angefahren werden; der Endschlauch verbleibt während der Bewegung weitgehend in Ruhe. Der Pumpenfahrer bewegt lediglich einen Kreuzschalter, der die Bewegungen des Mastdrehwerks sowie Richtung und Geschwindigkeit des Mastes als Ganzes steuert. Die sich ständig verändernden Winkel der einzelnen Arme zueinander steuert der Rechner, der auch Betonpumpe und Hilfsaggregate ansteuert sowie die Betriebszustände überwacht und diagnostiziert.

Betonierroboter

Takanaka Corp.,
Oststraße 10
40211 Düsseldorf
Tel. 0211 - 16794-0

Takanaka hat bereits 1979 begonnen, grundlegende Robotertechnologien für Betonarbeiten zu entwickeln. Mittlerweile konnte jeder Aspekt der Betonverarbeitung auf der Baustelle von der Verteilung bis zur Oberflächenbearbeitung erfolgreich automatisiert werden. Einer der zahlreichen Roboter ist der "HCD" (Horizontal Concrete Distributor) zur horizontalen Betonverteilung. Das Schlauchende der Betonpumpe bewegt sich an einem 20 m langen, viergliedrigen horizontalen Mast computergesteuert über die zu betonierende Fläche. Hindernisse wie Stützen, Wände etc. werden automatisch erkannt und umfahren. Der Radius umfaßt ca. 1000 qm Betonfläche. "Surf Robo", bereits seit 1987 angewandt, ist ein Roboter zur Oberflächenbearbeitung von Betondecken. Die

Bearbeitung erfolgt durch zwei Gruppen von jeweils 4 Kellen, die in gegenläufiger Richtung um zwei Achsen rotieren. Der Anpreßdruck der Kellen kann der jeweiligen Betonhärte angepaßt werden. Der Roboter operiert entweder ferngesteuert oder - durch einfache Eingabe von Länge und Breite der zu bearbeitenden Fläche - vollautomatisch unter Erkennung von Hindernissen. Es werden Arbeitsleistungen bis zu 300 qm/h erreicht, d.h. eine Verfünfachung gegenüber herkömmlichen Bearbeitungsmethoden. "Screed Robo", seit 1989 im Einsatz, ist ein Roboter zum Verdichten und exakten Nivellieren des eingebrachten Betons. Zwei Typen stehen zur Verfügung: der "Girder Mounted Type", der sich - an einem Gitterträger mit Laufschiene befestigt - über die Betonfläche bewegt, sowie der "Motor Vehicle Type", der sich auf vier Rädern autonom bewegt. Das Nivellieren der Betonoberfläche wird automatisch über ein Lasermeßgerät kontrolliert.

Automatische Bindemaschine

**Bentac Co., Ltd. 2-16-1-615, Shimbashi,
Minato-ku Tokyo 105,
Japan
Tel. 0081-3 - 3506-1122**

Das "U-Tier" genannte Handhabungsgerät ist weltweit die einzige Maschine zum automatischen Binden von Bewehrungsstäben nach traditioneller japanischer Bindetechnik. Wenn der Kopfbügel der Maschine die Bewehrungsstäbe berührt, werden diese von einer Führung umschlossen, und die Maschine ist betriebsbereit. Der Arbeitsbetrieb wird von einem Mikrocomputer geregelt, der eine feste Bindung gewährleistet. Für eine Bindung, die im Stehen erfolgt, werden ca. 2 Sekunden benötigt. Das Gerät wiegt etwa 2 kg und kommt Ende 1995 auf den Markt. Größere Maschinen sollen nach und nach entwickelt werden.

Automatische Straßenfertiger

**Joseph Vögele AG Neckarauer Straße 168-228
68146 Mannheim
Tel. 0621 - 8105-0**

Vögele baut Straßenfertiger, mit denen sämtliche Befestigungsschichten für Wege und Straßen aller Art, Flugzeuggassen und Parkplätze bis hin zu Böden von Fabrikhallen profilgenau und eben herzustellen sind. Das Produktionsprogramm umfaßt Straßenfertiger mit Raupen- oder Räderfahrwerk für bis zu 15 m breite Beläge aus Asphalt und Beton sowie Betondecken-Einbauzüge (Verteiler, Fertiger und Glätter) mit Schienenfahrwerk für den Einbau bis zu 9 m breiter Betondecken. Die ersten Straßenfertiger für den Asphalteinbau wurden in den 30er Jahren gebaut; bei diesen erfolgte die Kraftübertragung rein mechanisch. In den 70er Jahren wurde die Mechanik von der Hydraulik abgelöst. Mit der Einführung von elektronischen Komponenten Anfang der 80er Jahre wuchs die Automatisierung der Fertiger ständig, auch unter dem Druck immer komplexer werdender Bedienungsaufgaben. Inzwischen werden die vielfältigen Funktionen - Fahren, Lenken, Bremsen, Materialentleerung und -verteilung, Nivellieren, Stampf und Vibrationsverdichten etc. - über eine Prozeßsteuerung aufeinander abgestimmt. Diese steuert Motordrehzahl, Fahrgeschwindigkeit, Zuführung, Verteilung und Nivellierung des Einbauguts in Abhängigkeit voneinander und paßt sie automatisch wechselnden Einbaubedingungen an. Straßenfertiger gehören zu den in Deutschland eingesetzten Baumaschinen mit dem höchsten Automatisierungsgrad.

