3. Jahrgang | Juni 2002

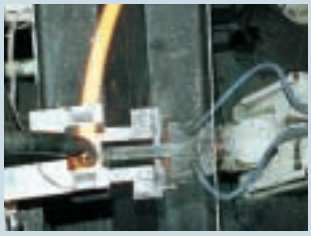
ISSN 1616-2757

phi

Produktionstechnik Hannover informiert

Foto Schunk

Alle Varianten fest im Griff



Flexible Arbeitstiere

Schneidwerkzeuge sicher führen

Handhabung und Robotik

inhalt

3 *Editorial*

4 *Wenn Roboter erwachsen werden*

6 *Automatisierte Rotorenfertigung – flexibel gehandhabt*

8 *Schmiederoboter: Arbeitstiere mit Nehmerqualitäten*

10 *Flexibilität hoch drei*

12 *Mit ruhiger Hand*

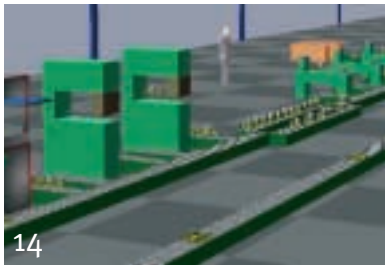
14 *Puffer zielsicher dimensionieren*

16 *Frischer Wind in alten Gemäuern*

18 *Magazin*

20 *Vorschau*

Handgeführte Lasersysteme sind unschlagbar bei Montagen und Demontagen vor Ort.



Richtig dimensionierte Puffer erhöhen die Leistung von Bearbeitungs- und Montageanlagen.

Auf der Suche nach der verlorenen Zeit: Die Analyse von Transportstrukturen deckt Zeitverschwendung auf.

impressum

phi ist die gemeinsame Zeitschrift der produktionstechnischen Institute in Hannover. ***phi*** erscheint vierteljährlich mit einer verbreiteten Auflage von 2.500 Exemplaren.
ISSN 1616-2757

Jeder Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Erlaubnis der Redaktion gestattet.

Kostenloses Abonnement der ***phi***: Im Internet unter www.phi- hannover.de/abo.htm oder telefonisch bestellen unter Telefon (05 11) 27 97 65 00.

Redaktion
Mario Leupold (v.i.S.d.P.)

Redaktionsanschrift
Hollerithallee 6
30419 Hannover
Telefon: (05 11) 2 79 76-500
Fax: (05 11) 2 79 76-888
E-Mail: redaktion@phi-hannover.de
Internet: www.phi-hannover.de

Beteiligte Institute
Institut für Fabrikanlagen und Logistik
der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans-Peter Wiendahl
Callinstr. 36
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2440
Fax: (05 11) 762-3814
E-Mail: ifa@ifa.uni-hannover.de
Internet: www.ifa.uni-hannover.de

Institut für Fertigungstechnik
und Werkzeugmaschinen der
Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Berend Denkena
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Hans Kurt Tönshoff
Schlosswender Str. 5
30159 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2533
Fax: (05 11) 762-5115
E-Mail: ifw@ifw.uni-hannover.de
Internet: www.ifw.uni-hannover.de

Institut für Umformtechnik und
Umformmaschinen der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Eckart Doege
Welfengarten 1A
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-2264
Fax: (05 11) 762-3007
E-Mail: ifum@ifum.uni-hannover.de
Internet: www.ifum.uni-hannover.de

Institut für Werkstoffkunde
der Universität Hannover
Prof. Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Bach
Appelstr. 11A
30167 Hannover
Tel.: (05 11) 762-4312
Fax: (05 11) 762-5245
E-Mail: info@iw.uni-hannover.de
Internet: www.iw.uni-hannover.de

IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gemeinnützige GmbH
Hollerithallee 6
30419 Hannover
Tel.: (05 11) 2 79 76-0
Fax: (05 11) 2 79 76-888
E-Mail: info@iph-hannover.de
Internet: www.iph-hannover.de

Laser Zentrum Hannover e.V.
Hollerithallee 8
30419 Hannover
Tel.: (05 11) 27 88-0
Fax: (05 11) 27 88-100
E-Mail: info@lzh.de
Internet: www.lzh.de

Druck
digital print
laser-druck-zentrum garbsen GmbH
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen

Layout
demandcom dialogmarketing GmbH
Stefan Krieger
Baumarktstraße 10
30823 Garbsen

editorial

Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus E. Goehrmann
Vorstandsvorsitzender Deutsche Messe AG, Hannover

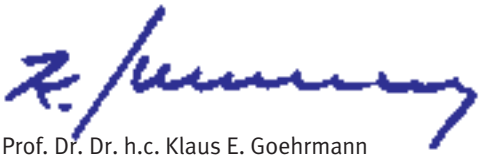
Liebe Leserinnen und Leser,

Mitdenken ist angesagt! Das gilt nicht nur für Forscher und Entwickler, sondern in zunehmenden Maße auch für Roboter bzw. Handhabungssysteme im weitesten Sinne. Die zurückliegende Hannover Messe Industrie 2002 hat dies deutlich unterstrichen. Roboter bzw. technische Agenten waren zu sehen, die mit nahezu menschlichem Geschick unter Nutzung von autonomer Software-Intelligenz ihre Aufgaben verrichten. Dabei nutzen sie die menschliche Sprache, Gestik und sogar Intuition als Vorbild. Mit diesem Schritt hin zu mehr Eigenständigkeit gewinnt der Robotermarkt nicht nur für Service-Systeme, sondern auch für konventionelle Handhabungssysteme zweifelsfrei wieder eine neue Dynamik.

Die große Chance des Standortes Deutschland liegt dabei jedoch nicht darin, diese neuen Entwicklungen als potenzielle Konkurrenten um menschliche Arbeitsplätze zu verurteilen, sondern derartige Systeme unterstützend einzusetzen. Zukünftige Roboter sollen mit dem menschlichen Benutzer unter dessen Anleitung und Kontrolle kooperieren und ihm assistieren. Wir können im produzierenden Gewerbe nur weiterhin eine bedeutende Rolle einnehmen, wenn wir die Taktraten immer weiter senken - so wie dies die asiatischen Länder par excellence vorgemacht haben, wohl wissend, dass deren Roboterdefinition extensiver ausgelegt ist.

Traditionell war der Robotermarkt getrieben durch die Automobilindustrie. Somit waren in der Vergangenheit Roboter auch auf die Anforderungen dieses Industriezweiges zugeschnitten. Heute entfallen immerhin noch etwa 50 % aller Roboter in Deutschland auf die Automobilindustrie, insbesondere für das Punktschweißen. Neue Wachstumsfelder wie die Nano- und Biotechnologie und Präzisionsoptik benötigen hingegen neue, innovative Handhabungssysteme, da diese mit konventioneller Technik nicht mehr erschlossen werden können. Nur wenn es gelingt, diese neuen Märkte adäquat zu bedienen, kann die Roboterproduktion - Deutschland steht hier im weltweiten Wettbewerb um Spitzenpositionen japanischen Konkurrenten gegenüber - laut Prognosen des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) weiterhin wachsen.

Forschung und Entwicklung spielen dabei gerade in diesem Segment eine herausragende Rolle. Kooperationen mit der Industrie, die die Aufgabe der Umsetzung von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte haben, sind dabei ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Die vorliegende Ausgabe von phi setzt hier an und zeigt das Potenzial dieser innovativen Entwicklungen in der Fertigungstechnik auf.



Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus E. Goehrmann
Vorstandsvorsitzender Deutsche Messe AG, Hannover

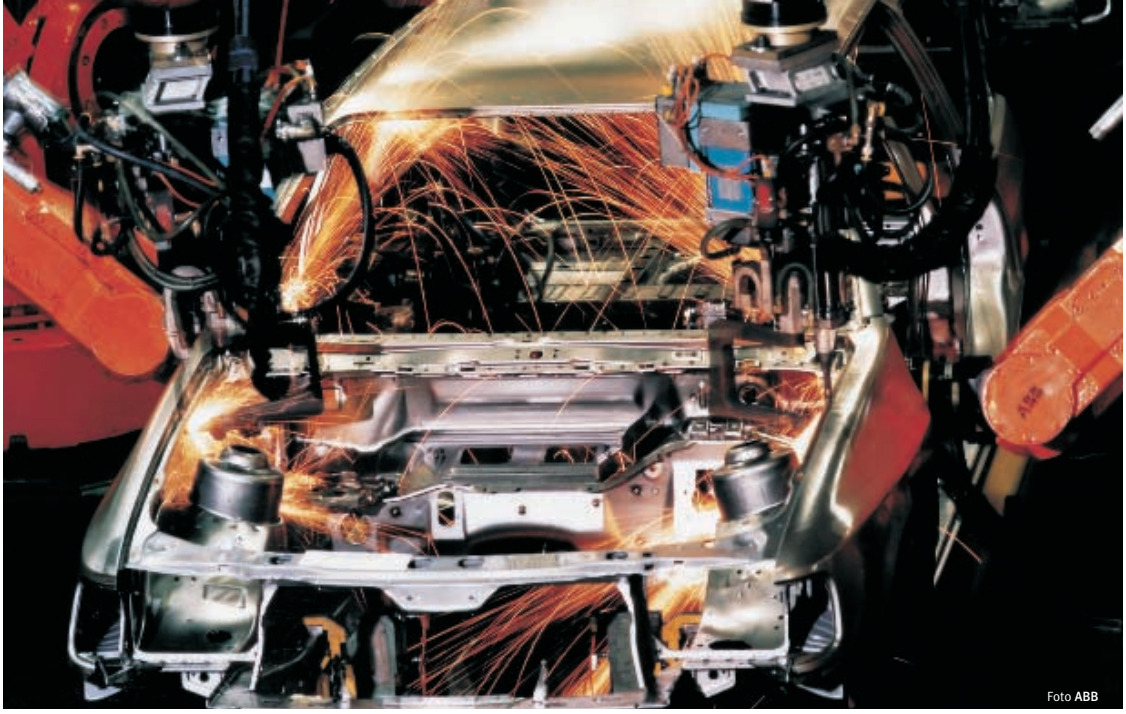


Foto ABB

Wenn Roboter erwachsen werden

Die Welt der Fertigungsstraßen und Großserienfertigung ist zu klein für sie geworden! Nach und nach erobern sich Roboter und Handhabungssysteme neue Einsatzbereiche. Doch wohin geht die Entwicklung?

Jeder kennt sie. In langen Reihen stehen sie seitlich links und rechts an den Fertigungsstraßen der großen Automobilhersteller aufgereiht. Positionieren und Schweißen unermüdlich Blechteile. Anderswo handhaben sie kleine Bauteile und bestücken Platinen mit einer solchen Geschwindigkeit, dass das menschliche Auge allein gar nicht mehr in der Lage ist, den einzelnen Prozessschritten zu folgen. 24 Stunden pro Tag, 7 Tage die Woche, über Jahre hinweg.

Roboter und Handhabungssysteme bilden einen Basisbaustein für unsere hochautomatisierte Großserienfertigung. Doch es gibt auch andere Vertreter ihrer Gattung. Gedacht, um flexiblere Aufgaben zu erfüllen, die Menschen in gefährlichen Situationen zu vertreten und sie bei schwierigen Aufgaben individuell zu unterstützen.

Raffinierte Geräte und unterwürfige Bedienstete

Der uns heute allgegenwärtige Begriff „Roboter“ tauchte zum ersten Mal 1921 in dem Theaterstück „Rossum‘s Universal Robots“ von Karel Capek (1890 - 1938) auf. Abgeleitet ist es von dem tschechischen Wort „robota“, welches die Bezeichnung für Leibeigener, Zwangsarbeiter oder unterwürfiger Bediensteter ist. Doch lange vor dieser Begriffsfindung gab es mit den sogenannten mechanischen Automaten Vorläufer der heutigen Roboter. Bereits 800 v. Chr. wurden Automaten gebaut, die in der Lage waren, selbständig eine Reihe von Tätigkeiten durchzuführen. Das wohl wichtigste Werk über solche Automaten ist das im frühen neunten Jahrhundert in Bagdad verfasste Buch „Kitab al-Hiyal“ (Buch der raffinierten Geräte).

Starker Arm – ruhige Hand

Die Geschichte der Roboter und Handhabungssysteme, wie wir sie kennen, begann Anfang der fünfziger Jahre. Der Roboter „Unimate“, entwickelt von George Devol und Joe Engelberger, wog noch zwei Tonnen und wurde durch ein Programm gesteuert, welches auf einer Magnetspule gespeichert war und Schrittbefehle für die Motoren enthielt. 1961 erstmals bei General Motors eingesetzt, war der Roboter aus der Automobilindustrie bald nicht mehr wegzudenken. Seitdem blieb dieser Industriezweig die treibende Kraft in der Entwicklung.

Weitere Meilensteine in der frühen Entwicklung der Roboter waren der vom MIT 1968 entwickelte „Tentacle Arm“, der in der Lage war, sich wie ein Oktopusarm zu bewegen, der „Stanford Arm“ aus dem Jahre 1969, welcher als Manipulator für die Mikrochirurgie konzipiert und als erster Arm ausschließlich durch einen Computer kontrolliert wurde.

Durch die fortschreitende Entwicklung der Datenverarbeitung und -übertragung gelang die Entwicklung sogenannter Master-Slave-Manipulatoren, die mit unterschiedlichen Sensoren und Aktoren ausgestattet sind und vom Bediener vorgegebene Bewegungen in der Entfernung nachfahren können.

Nachdem sich die dynamischen Leistungen entsprechend verbesserten, begannen die Ingenieure, die Roboter und Handhabungssysteme auf immer

neue Einsatzfelder vorzubereiten. Ein Beispiel dafür ist das 1993 von der Deutschen Luft- und Raumfahrtagentur ins All gebrachte teilautonome Robotersystem „ROTEX“, das mit einer multisensoriellen Greifertechnologie ausgestattet ist und von der Erde ferngesteuert und fernprogrammiert wurde. Den letzten großen Entwicklungsschub brachte das Eindringen in die Mikro- und Nanowelten, beispielsweise in der Medizin, wo der Roboter dem Chirurgen seine „ruhige Hand“ leiht.

Den Maschinen Beine machen

Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit der nahen Vergangenheit und der Gegenwart ist, die Roboter und Manipulatoren mobil zu machen und ihnen damit neue Aufgaben weit entfernt von Fabrikanlagen und Forschungseinrichtungen zukommen zu lassen. Die einfachste

Vielseitig: An der Universität Hannover entwickelte Roboter können z. B. klettern oder tauchen.

Fortbewegungsmöglichkeit ist der Einsatz von Rädern, Ketten oder neuerdings von Beinen. Gerade Letztere zeichnen sich durch eine hohe Flexibilität aus, was die unterschiedlichen Einsatzbereiche angeht. Den Maschinen das Laufen beizubringen – für Menschen und Tiere eine Selbstverständlichkeit – erweist sich in der Technik als schwierig. Erkenntnisse erhalten die Forscher unter anderem durch Untersuchungen der Bewegungsabläufe lebender Tiere. In den letzten Jahren hat sich eine eigene Wissenschaft, die „Bionik“ entwickelt, welche vom Vorbild Natur lernen will. Über Videoanalysen versucht man, die Bewegungsabläufe zu analysieren, über entsprechende Hochleistungsrechner zu simulieren und dem eigentlichen Roboter zu implementieren. Das Resultat solcher Arbeiten sind sogenannte „biologische Roboter“, kurz „Biobots“.

Ein Beispiel für solche Biobots sind die mechanischen Nachbauten von Hummern, die im Auftrag des US-Verteidigungsministeriums vom Northeastern Marine Science Center in Nahant/USA entwickelt werden.

Moderner Dreikampf: Klettern, Tauchen, Fliegen

In der nahen Vergangenheit wurden am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover ebenfalls Robotersysteme entwickelt, die sich ihren eigenen Arbeitsbereich eroberten. Die Mitglieder der Familie der Wandklettersysteme „Hydra“ sind in der Lage, sich sowohl fernmanipuliert als auch selbständig an Wänden fortzubewegen. Realisiert wird dies über Sauggreifer, die dafür sorgen, dass die Systeme sicher an der Wand bleiben. Jüngstes Mitglied ist der „Oktoputz“, ein speziell für das Reinigen von Kreuzfahrtschifffenstern entwickeltes System.

Vervollständigt wird das Einsatzspektrum durch Systeme, die, wie der Roboter TRIBUN des Unterwassertechnikums Hannover, unter Wasser arbeiten und dort Wartungs- und Überwachungsaufgaben durchführen, sowie durch fliegende Systeme wie das System MARVIN der Technischen Universität Berlin, das für Vermessungs- und Überwachungsaufgaben entwickelt wurde.

Mensch und Hund: In Zukunft Roboter?

Für die Zukunft der Roboterentwicklung sind mehrere Richtungen auszumachen. Eine davon ist die Entwicklung sogenannter Serviceroboter, die dem Menschen in bestimmten Alltagsituationen helfen sollen. Um die Akzeptanz solcher Systeme zu erhöhen, wird mit Nachdruck daran gearbeitet, die Roboter menschlicher zu machen. Ziel dieser Arbeiten ist der „androide“ oder „humanoide“ Roboter, der sowohl in Gestalt als auch in Bewegung und Verhalten dem Menschen angepasst wird. Besonders in Japan wird diese Art der Roboterforschung intensiv betrieben. Bereits 1973 entstand an der Waseda Universität in Tokio der „Wabot-1“, der erste lebensgroße, humanoide Roboter der Welt. Wie weit die Entwicklung seitdem vorangeschritten ist, zeigt der wohl am weitesten entwickelte Roboter ASIMO der Firma Honda, welcher 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Dieser humanoide, 1,20 m kleine und nur 43 kg leichte Roboter ist in der Lage, sich mit 1,6 km/h gehend fortzubewegen. Er muss bei Drehungen nicht mehr stoppen, kann durch Verlagerung seines Schwerpunkts Kurven gehen und ist in der Lage, seine Bewegungen durch Vorausberechnung zu planen.

Wie hoch die Akzeptanz solcher humanoider Roboter bereits heute ist, zeigt der von Sony entwickelte und 1999 auf den Markt gekommene Roboterhund „AIBO“. Trotz seines relativ hohen Preises von ca. 2.500 Euro hat er inzwischen über 100.000-mal Einzug in die Wohnungen der Menschen gefunden.

Dass auch in Deutschland die androide Roboterforschung immer mehr an Bedeutung gewinnt, zeigt die Einrichtung des Sonderforschungsbereichs 588 „Humanoide Roboter – Lernende und kooperierende Roboter“ an der Universität Karlsruhe.

Welche Richtung die weitere Entwicklung solcher Systeme nehmen wird, ist unklar. Klar hingegen ist, dass wir zukünftig häufiger auf mechanische Helfer und Spielkameraden in den Haushalten der technisierten Welt treffen werden. In diesem Sinne sollten wir gespannt sein, was die Zukunft uns im Bereich Roboter und Handhabungssysteme bringen wird.

Harald Bienia und Ralf Versemann, IW

Foto **Sony**

Der Roboterhund: Spielerei oder Anregung für den Industrieeinsatz?

Automatisierte Rotorenfertigung – flexibel gehandhabt

Mangelnde Flexibilität. So lautet noch immer das Urteil über automatisierte Prozessketten, in denen das Produkt mehrere Bearbeitungsstationen durchläuft. Das Beispiel einer automatisierten Rotorenfertigung bei der Firma Lenze zeigt, dass es auch anders geht.

Automatisierungslösungen, bei denen ein Produkt innerhalb einer Fertigungsinsel mehrere Bearbeitungsstationen durchlaufen muss, sind heutzutage häufig anzutreffen. Die Bearbeitungsreihenfolge und der Transportweg sind meist starr vorgegeben. Eine Konsequenz dieser rigiden Vorgehensweise ist die mangelnde Anlagenverfügbarkeit. Bei einer Störung an nur einer Bearbeitungsstation steht die gesamte Linie still.

Anspruchsvoll wird die Automatisierung, wenn ein variantenreiches Produkt hergestellt werden soll, die Losgrößen der einzelnen Aufträge sehr stark variieren und häufig sehr klein sind. In diesem Fall müssen die Bearbeitungsstationen oft umgerüstet werden. Dieses Umrüsten umfasst nicht nur Spann- und Werkzeuge, sondern auch die Anwahl von Maschinenprogrammen.

Für die Problemfelder Störungstoleranz und Variantenproduktion wurden im Rahmen eines Verbundprojektes am Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover Lösungen erarbeitet, deren Tauglichkeit im Praxiseinsatz anhand einer flexiblen Fertigungsinsel zur Rotorenfertigung bei der Firma Lenze Bremsen nachgewiesen wurde.

Bei Lenze in Aerzen werden Federkraftbremsen produziert, die z. B. in elektrischen Antriebsmotoren oder in Aufzügen eingesetzt werden. Die Rotoren sind die

Bauteile der Bremsen, die den Bremsbelag tragen. Sie werden in mehr als 20 Varianten hergestellt. Der Variantenreichtum resultiert aus den unterschiedlichen Größen und Materialien.

Bearbeitungsvarianten des Rotors entstehen durch die Dicke und ein gewisses Profil des Bremsbelags sowie den Rotordurchmesser. Die Losgrößen variieren im Bereich von mehreren Hundert bis hin zum Einzelstück.

Reif für die Fertigungsinsel

Aufgrund des Variantenreichtums und der schwankenden Losgrößen ist die Rotorenproduktion reif für die flexible Fertigungsinsel.

Im Betriebsfall der größtmöglichen Automatisierung werden der Insel die Rohlinge in gestapelten Kisten zugeführt. Der Roboter als zentrale Handhabungseinheit verfügt über drei Greifmöglichkeiten. Mit einem externen Kistengreifer führt er die oberste Kiste einem Magazinplatz zu. Eine Bildverarbeitung ermittelt die Position des nächsten Rohlings. Mit dem Aufsetzgreifer fügt der Roboter den Rohling auf den Spanndorn einer Drehmaschine. Mit dem Abziehgreifer wird der Rotor entnommen, der im vorigen Takt bearbeitet wurde. Danach tauscht der Roboter das Werkstück in der Mess- und Signierstation aus. Dort wird die Rotordicke vermessen und der Rotor mit der Typkennung bedruckt. Nähert sich die Rotordicke der Grenze des Toleranzbereiches, wird die Werkzeugkorrektur der Drehmaschine nachgestellt. Der fertige Rotor wird in der obersten Kiste des Fertigteilstapels abgelegt. Einzelne Rotoren können über ein Fließband zur manuellen Qualitätskontrolle ausgeschleust werden.

Ein möglicher und von der Automatisierungszelle beherrschbarer Fehlerfall tritt ein, wenn z. B. die Bildverarbeitung nicht mehr fehlerfrei arbeitet. Für diesen Fall stehen Schablonen zur Verfügung, die die Rohlinge in den Kisten an definierten Positionen halten. Auf diese Weise können zwar weniger Rohlinge in die Insel eingebracht werden, aber die Produktion kann auch ohne die Bildverarbeitung weiter laufen.

Auch wenn keine Störung auftritt, kann eine Abweichung von der größtmöglichen Automation gewünscht sein. Ein Beispiel hierfür ist die Fertigung großer Rotoren, die meist in geringen Stückzahlen hergestellt werden. Hierbei wird dann die Drehmaschine von Hand bedient. Das Signieren und die Vermessung können jedoch weiterhin automatisiert bleiben. Das Einrichten der übrigen Komponenten der Fertigungsinsel entfällt hierbei.

Software für den reibungslosen Ablauf

Die Planung der Varianten des Fertigungsablaufs, also die Festlegung, welche Komponenten der Fertigungsinsel zu welcher Zeit welche Tätigkeiten ausführen, wird mit einem Programmierwerkzeug, dem Ablaufplaner, vorgenommen. Dieser kennt die Komponenten und deren mögliche Tätigkeiten: die Teileprogramme der Drehmaschine, die Verfahrprogramme des Roboters und die Positionsbestimmung des nächsten Rohlings in der Bildverarbeitung. Der Anwender stellt die angebotenen Tätigkeiten in der gewünschten Reihenfolge zusammen. Verzweigungen und zeitgleich auszuführende Tätigkeiten sind möglich.

Im Arbeitsraum der Drehmaschine entnimmt der Roboter einen bearbeiteten Rotor und fügt einen Rohling auf den Spanndorn.

Die Kontrolle über die Komponenten der Fertigungsinsel liegt bei der Ablaufsteuerung, einer Software, die auf einem in die Fertigungsinsel integrierten PC installiert ist. Diese stellt auch die Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Verfügung. Zu Beginn des Produktionsablaufes wählt der Bediener die gewünschte Variante des Fertigungsablaufs. Die Ablaufsteuerung analysiert den Ablaufplan und steuert die Inselkomponenten an. Diese melden der Ablaufsteuerung, wann eine Tätigkeit beendet worden ist. Daraufhin stößt die Ablaufsteuerung die nächste Komponente an. Darüber hinaus ist die Ablaufsteuerung für die Ausgabe von Meldungen an den Bediener zuständig. Beispiele hierfür sind Fehlermeldungen, die bei Störungen einer Inselkomponente auftreten, oder Hinweise an den Bediener, welche Einrichtearbeiten bei der Anwahl eines bestimmten Ablaufplans erforderlich sind.

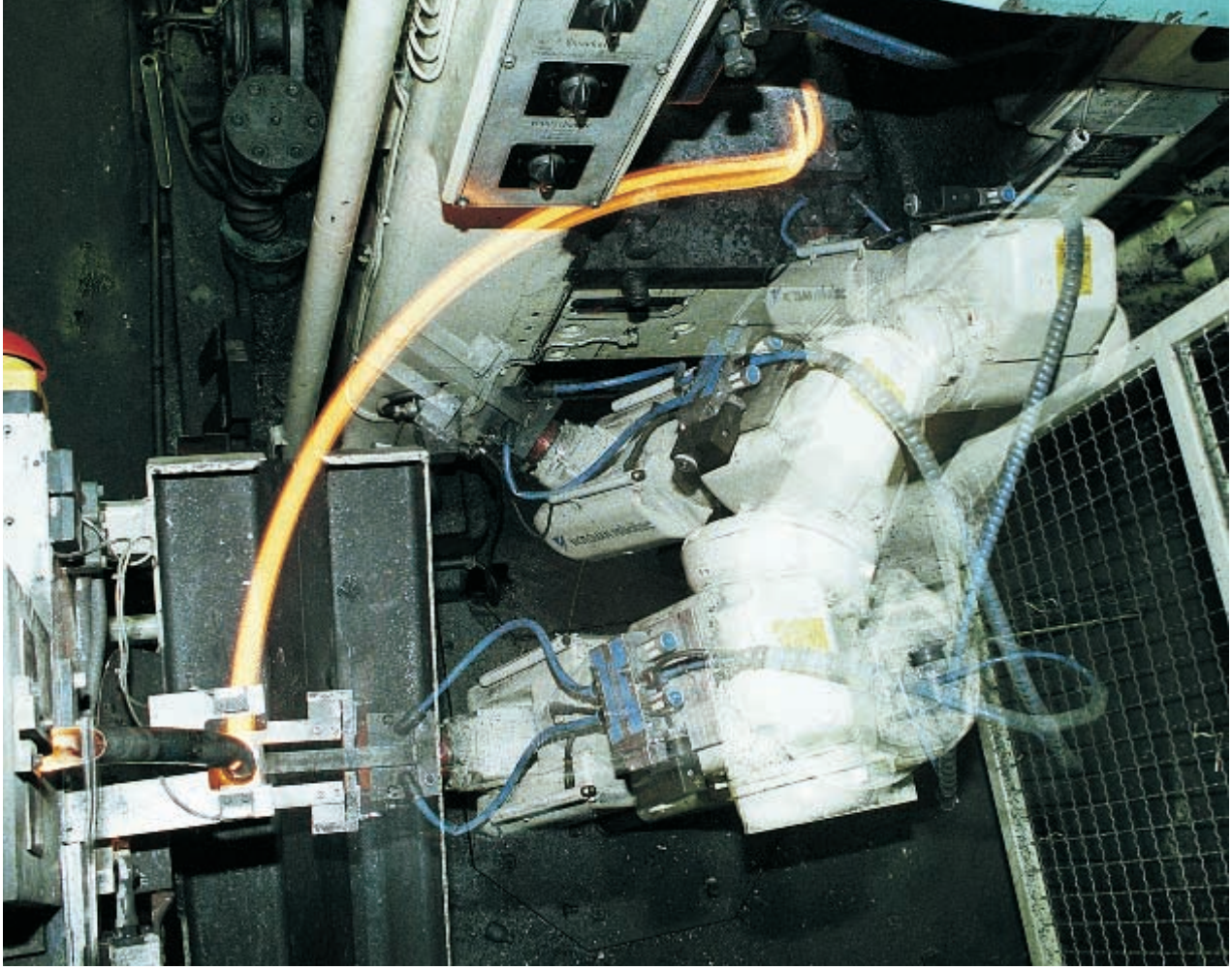
„Gut, dass wir eine fehlertolerante Fertigungsinsel haben“, stellte Thomas Rosenbusch, Projektbetreuer vom Forschungszentrum Karlsruhe, fest, als vor einer Präsentation die automatische Messstation ausfiel. Daraufhin wurde die Messstation aus dem Ablaufplan entfernt und stattdessen jeder zwanzigste Rotor zur Vermessung von Hand ausgeschleust.

Protokollfragen

Auf jeder Komponente der Fertigungsinsel ist das dezentrale Steuerungsmodul als eine weitere Software installiert. Es leitet die von der Ablaufsteuerung eintreffenden Anweisungen an die Steuerung der Inselkomponente weiter und meldet das Ende einer Tätigkeit zurück. Für die auszutauschenden Meldungen wurde ein Protokoll entwickelt, das über eine Socket-Schnittstelle auf TCP/IP und dem Ethernet aufsetzt. Zusätzlich wurden Treiber entwickelt, die die Kommunikation des dezentralen Steuerungsmoduls und der Steuerung der Inselkomponente gewährleisten. Im Fall der vorliegenden Fertigungsinsel sind drei unterschiedliche Steuerungen im Einsatz: Eine Siemens-CNC, eine KUKA-Robotersteuerung und eine Software-SPS der Firma Beckhoff, die die Ansteuerung der Mess- und Signierstation, der Bildverarbeitung und der Inselperipherie übernimmt.

Die entwickelten Software-Werkzeuge ermöglichen eine fehlertolerante Automatisierungslösung flexibler Fertigungsinseln. Dabei ist von der Vollautomation über den semiautomatischen Betrieb bis hin zur manuellen Arbeit eine skalierbare Automatisierung verfügbar. Die gewählte Softwarearchitektur ermöglicht durch die Strukturierung der Treiber und der eigenen Protokollschicht die Integration von Komponenten unterschiedlicher Hersteller.

Stephan Scherger, IFW



Schmiederoboter: Arbeitstiere mit Nehmerqualitäten

Heiß, stickig und gefährlich: Diese Attribute charakterisieren die Arbeit in Gesenkschmieden. Hinzu kommen kurze Fertigungstakte, die präzise ablaufen müssen, da sich Unregelmäßigkeiten auf die Qualität der Schmiedeteile auswirken. Gute Gründe, die Knochenarbeit in den Schmieden weitgehend zu automatisieren.

Der größte Unsicherheitsfaktor, der in Schmieden zu Ungenauigkeiten oder Störungen in der Prozessführung führen kann – intakte Schmiedewerkzeuge vorausgesetzt – liegt im Transfer der Werkstücke durch die Schmiedelinie. Haben die Schmiederohteile erst die Erwärmungseinrichtung verlassen, zählt jede Sekunde, denn den Gesetzen der Physik folgend, beginnen sie, sich schnell abzukühlen. Für die Umformvorgänge ist es allerdings wichtig, die erforderlichen Temperaturen möglichst genau einzuhalten, und zwar reproduzierbar über alle Fertigungstakte einer Serie. Hier können automatische Transfereinrichtungen ihre Stärken voll ausspielen.

Durch automatische Transfereinrichtungen ist es außerdem möglich, sehr schwere oder unhandliche Schmiedeteile, z. B. Kurbelwellen für große Dieselmotoren oder LKW-Achsen, mit der gleichen reproduzierbaren Präzision zu schmieden wie kleine Schmiedeteile. Typische Vertreter solcher Teile haben eine Länge von ca. 1400 mm bei einer Masse von ca. 250 kg. Da Roboter sich im Vergleich zu konventionellen hydraulischen Manipulatoren durch eine größere „Sensibilität“ auszeichnen, kommt es bei ihrem Einsatz weniger häufig zu Deformationen der Schmiedeteile.

Handhabungsgeräte – schnell und gut

Auf heutigen, selbst mehrstufigen Schmiedeanlagen werden Fertigungstakte von wenigen Sekunden pro Schmiedeteil erreicht. Ein entsprechen-

der Teiletransfer durch die Anlage ist bei derart kurzen Zeiten manuell nicht mehr durchführbar. Hinzu kommt, dass sich der Mensch schwer tut, monotone Tätigkeiten über einen langen Zeitraum mit gleichbleibender Präzision auszuführen. Wird seine Arbeitsumgebung wie beim Schmieden noch zusätzlich durch Lärm über 90 dB/A, Schmutz (Zunder, Schmierstoffnebel) und Wärme bis zu 50 °C belastet, so wird er nur für wenige Minuten in der Lage sein, effektiv zu arbeiten. Der Einsatz von automatischen Handhabungssystemen bietet nicht nur eine Steigerung der Produktivität von Schmiedelinien bei gleichbleibender Produktqualität, sondern leistet außerdem einen Beitrag zur Humanisierung der Arbeitswelt. Dieses wird dadurch erreicht, dass die Maschinenbediener in den Schmiedebetrieben dank der automatisierten Handhabungseinrichtungen weniger stark den oben genannten schädlichen Einflüssen direkt ausgesetzt sind.

Für den Teiletransport durch die Schmiedelinie existieren eine Vielzahl von Handhabungseinrichtungen, die sich in ihrer Arbeitsweise mehr oder weniger stark unterscheiden. Für vertikale Mehrstufenpressen werden üblicherweise Hubbalkentransfersysteme eingesetzt. Ihr Antrieb kann entweder durch direkte Kupplung mit dem Pressenantrieb oder mit separaten Antrieben erfolgen. Sie sind sowohl in Zwei-Achsen-Ausführung als auch mit zusätzlichem Hebehub in Drei-Achsen-Ausführung üblich. Die Drei-Achsen-Variante lässt sich vorteilhaft für lange Schmiedeteile einsetzen.

Für den Transfer schwerer Pressteile mit einer Masse von mehr als 5 kg sind hydraulisch angetriebene Schwenkgreifer üblich, die eine höhere Klemmkraft als die Hubbalkentransfersysteme besitzen. Diese Schwenkgreifer können in der Regel auch eine Hubbewegung ausführen.

Der Vorteil der genannten Handhabungssysteme gegenüber Industrierobotern liegt in ihrer wesentlich höheren Arbeitsgeschwindigkeit. Allerdings haben sie den Nachteil, dass sie den Robotern in puncto Flexibilität deutlich unterlegen sind und oft wertvollen Bauraum innerhalb der Pressen beanspruchen. Dies kann die Werkzeugkonstruktion und den Werkzeugwechsel erschweren.

Roboter – unschlagbar flexibel

Industrieroboter bieten, je nach Ausführung, mit ihrer Vielzahl an nutzbaren Freiheitsgraden und ihrer frei programmierbaren Steuerung höchste Flexibilität. Sie ermöglichen, innerhalb ihres Arbeitsraumes nahezu beliebige räumliche Bahnen abzufahren, und sind somit einfach an verschiedene bauliche Situationen, z. B. im Pressenraum, anpassbar.

Industrieroboter werden mit einem Greifersystem ausgestattet, welches an das zu handhabende Werkstück angepasst ist. Sollen auf einer Anlage unterschiedliche Teile, beispielsweise in kleinen Serien, geschmiedet werden, so genügt es, den Greifer auszutauschen und die Steuerungssoftware an die neue Aufgabe anzupassen. Somit bieten Industrieroboter im Vergleich zu anderen Handhabungssystemen auch den höchstmöglichen Grad an Flexibilität in Bezug auf die Geometrie der zu handhabenden Teile und deren Lage.

So ist zum Beispiel der am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität Hannover innerhalb einer Schmiedeanlage für Verschleißversuche eingesetzte Roboter in der Lage, den Teiletransfer sowohl für rotationssymmetrische Gesenkschmiede- als auch für Fließpressteile zu bewerkstelligen. Für die Umstellung muss lediglich das Werkzeug entsprechend der jeweiligen Werkstückgeometrie justiert werden.

Doch kein Licht ohne Schatten: Ein Nachteil roboterverketteter Schmiedelinien liegt darin, dass schwere Teile nur relativ langsam transportiert werden können, da die bei schnellen Bewegungen auftretenden Fliehkräfte leicht zu einer Überlastung der Antriebe führen können. Die erreichbare Ausbringung ist deshalb stark von der Teilegröße abhängig und liegt zwischen sechs und acht Teilen pro Minute.

Variabel gesteuert

Am IFUM wird an einer vollautomatisierten Anlage zur Untersuchung des Verschleißes an Schmiedegesenken ein Roboter vom Typ MOTOMAN-SV3X zum Be- und Entladen der Schmiedewerkzeuge eingesetzt. Dieser Roboter verfügt über sechs Drehachsen und hat eine Tragkraft von 3 kg. Die Programmierung gestaltet sich durch das sogenannte „Teach-in“-Verfahren sehr einfach.

Die Robotersteuerung arbeitet autark, das heißt losgelöst von der übrigen Ablaufsteuerung der Anlage. Sobald ein erwärmtes Rohteil bereitliegt, erhält die Robotersteuerung von der Anlagensteuerung ein Kommando zum Beladen der Presse. Der Beladezyklus wird von der Robotersteuerung abgearbeitet, während die übergeordnete Anlagensteuerung auf Fertigmeldung vom Roboter wartet. Tritt während des Beladens ein Fehler auf, so wird der Schmiedeprozess unterbrochen. Lediglich die kontinuierliche Erwärmungsanlage arbeitet weiter, um ein Wiederanfahren des Heizinduktors zu vermeiden. Der Entnahmevorgang des fertig geschmiedeten Teils erfolgt in entsprechender Weise.

Dadurch, dass der Roboter und die restliche Anlage über getrennte Rechner gesteuert werden, ergibt sich der Vorteil, dass die Robotersteuerung problemlos vom Maschinenbediener eingerichtet werden kann. Eingriffe in die übergeordnete Steuerungssoftware sind nicht erforderlich. Hierdurch gestaltet sich die Robotereinrichtung einfacher und weniger fehleranfällig. Es ist darüber hinaus möglich, den Roboter zu Einricht- und Testzwecken gezielt einzelne Arbeitszyklen abarbeiten zu lassen, ohne dass hierzu die gesamte Schmiedelinie in Betrieb genommen werden muss.

Im praktischen Betrieb hat sich der Teiletransfer sowohl für das Gesenkschmieden als auch für das Fließpressen mit dem beschriebenen Robotersystem bestens bewährt. Für die im Rahmen der Verschleißversuche untersuchten Bauteilgeometrien ist es nicht einmal erforderlich, das Greifersystem zu wechseln. Es genügt, die Bahnkurven des Roboters an die jeweiligen Werkzeuge und Einbausituationen anzupassen.

Konkurrenzlos ausgereift

Da am IFUM relativ kleine Serien von einigen tausend Stück bestimmter Bauteile geschmiedet werden, steht der Aspekt der Flexibilität und der schnellen Anpassung an unterschiedliche Werkzeuge und Teilegeometrien im Vordergrund. Hier sind Roboter konkurrenzlos. Da es sich bei Robotern um ausgereifte Serienprodukte handelt, stellen sie überall dort eine wirtschaftliche Alternative zu teuren, wartungsintensiven und störungsanfälligen hydraulischen Translationsmaschinen dar, wo nicht extreme Randbedingungen den Einsatz von Robotern unmöglich machen.

Dirk Fischer, IFUM

Flexibilität hoch drei

Mit der momentan verfügbaren Handhabungstechnik für Laserprozesse ist die Bearbeitung von Großbauteilen oder Einzelstücken und die Baustellenmontage nur schwer zu realisieren. Die spezifischen Vorteile des Laserprozesses können aber mit der handgeführten Lasermaterialbearbeitung genutzt werden.

Besonders bei kleinen Stückzahlen beträgt der Programmieraufwand einer automatisierten Laserhandhabung ein Vielfaches der eigentlichen Bearbeitungszeit. Zudem sind bei komplexen 3-D-Strukturen nach erfolgter Programmierung aufgrund von Bauteiltoleranzen eventuell Korrekturen der Programmierung notwendig, da der Laserprozess eine präzise Positionierung erfordert. Für die Anwendung an Einzelbauteilen (z. B. Prototypen) ist es daher in vielen Fällen wünschenswert, ein handgeführtes Lasersystem zur Bauteilbearbeitung einzusetzen, um den Gesamtaufwand, der sich aus der Zeit für die Programmierung und der eigentlichen Bearbeitung zusammensetzt, zu minimieren.

Generell können folgende Anforderungen an Handlasersysteme gestellt werden:
- Nutzung der Vorteile der Laserstrahlbearbeitung,
- Nutzung des Systems für einen großen Anwendungsbereich,
- einfache Bearbeitung von Werkstücken,
- einfache Handhabung des Systems,
- integrierte Spanntechnik und Andrückhilfen zur Überwindung von Toleranzen,
- hohe Prozessgeschwindigkeiten.

Um den Handlaser industriell einsetzen zu können, müssen wichtige Voraussetzung erfüllt werden:
- hohe Prozesssicherheit,
- geringer Kostenaufwand,
- keine Gefahr für Bediener und Unbeteiligte.

Prinzipiell bestehen alle Handlasersysteme aus einem Festkörperlaser als Strahlquelle, einem Lichtwellenleiter, in dem der Laserstrahl zum Handbearbeitungskopf geführt wird, und dem Handbearbeitungskopf selbst. In ihm befindet sich eine Hochleistungsoptik, die den Laserstrahl auf das Werkstück fokussiert.

Wenn Sie nicht zum Laser kommen, kommt der Laser zu Ihnen!

Handgeführte Lasersysteme können flexibel in der Reparatur-Werkstatt oder in der Produktion eingesetzt werden. Bei manchen Anwendungen ist allerdings eine Mobilisierung erforderlich, da das Werkstück nicht oder nur mit großem Aufwand zur Bearbeitung transportiert werden kann. In diesem Fall muss nicht nur der Handbearbeitungskopf, sondern auch die gesamte Laserstrahlquelle transportfähig sein. Daher wurde vom Laser Zentrum Hannover (LZH) das Konzept einer mobilisierten Laserstrahlquelle entwickelt, die in einem klimatisierten Gehäuse mit diversen Hilfs-Aggregaten, Kältemaschine, Luftklappen und Prozessgasen mit einem LKW aufwandsarm transportiert werden kann. So ist es möglich, zum Beispiel auf Baustellen, bei der Demontage von Fabriken oder im Offshore-Bereich die Vorteile des Lasers einzusetzen.

Beim Schweißen beweglich und flexibel sein

Am LZH wurden für die verschiedenen Anwendungsfälle spezialisierte Laserhandschweißgeräte entwickelt. Für den Apparatebau, Fassadenbau etc. ist ein

vollgekapseltes, teilmechanisiertes Aufsatzgerät erprobt worden, das auf einer Fläche von 15 x 70 mm eine beliebig vordefinierbare Schweißnahtkontur erzeugt. Durch ein Beobachtungsfenster lässt sich die Aufsatzposition und die abgefahrene Kontur „offline“ kontrollieren bzw. korrigieren. Während des Prozesses ist eine Betrachtung des Schweißergebnisses „online“ möglich.

Ein weiteres Gerät zum Verschweißen von Flanschverbindungen im Überlappstoß, wie sie beispielsweise im Karosseriebau üblich sind, ist mit einer integrierten Spannvorrichtung versehen. Die Spannvorrichtung kann auf unterschiedliche Blechpaketdicken und Spannkräfte eingestellt werden.

Der vom LZH entwickelte Handbearbeitungskopf besitzt eine Vorschubvorrichtung für das frei führbare Schweißen von nicht ebenen Strukturen.

Um die Einsatzmöglichkeiten auf das Verschweißen von beliebigen 3-D-Konturen auszuweiten, ist ein frei führbarer, teilmechanisierter Handschweißbearbeitungskopf aufgebaut worden. Er verfügt über eine angetriebene Andruckrolle, die auch bei leichten Verkippungen des Bearbeitungskopfes zum Werkstück eine konstante Fokuslage sicherstellt.

Durch den Einsatz von Hochleistungslasern wird bei diesen Systemen der Tiefschweißprozess ermöglicht, der im Gegensatz zum Wärmeleitungsschweißprozess (z. B. WIG, MIG/MAG, Mikroplasma) eine wesentlich weniger ausgeprägte Wärmeeinflusszone und stark verringerte Verzüge zur Folge hat.

Reduzierte Emissionen bei der Demontage

Das LZH hat Mitte 2001 ein Laserhandschneidgerät zum Rückbau kerntechnischer Anlagen an die Energiewerke Nord GmbH (EWN) ausgeliefert. Nach Abschluss der erfolgreich verlaufenen Erprobung ist der Betrieb aufgenommen worden. Die EWN in Lubmin bei Greifswald setzt auf die Laserstrahl-Trenntechnik, da in einem Gutachten alle bisher eingesetzten handgeführten Trennverfahren aufgrund ihrer hohen Prozessemissionen abgelehnt wurden. Bei dem hier eingesetzten, handgeführten Laserstrahlschneiden fallen zum einen aufgrund der kleinen Schnittfugenbreiten (ca. 0,4 bis 0,6 mm) und zum anderen wegen der Trennung von Energieeinbringung und Schmelzeaustrieb sehr geringe Prozessemissionen an.

Das Gerät verfügt über eine besondere Düsentechnik, so dass der Schmelzeaustrieb nach oben erfolgen und durch integrierte Absaugtrichter und -kanäle vom Schneidprozess abgesaugt werden kann. Dies wird im Besonderen erforderlich, wenn Wandverkleidungen aus Chrom-Nickel-Stahl gekerbt werden sollen, die direkt auf Beton aufliegen. Beim Laserstrahlkerben wird der Stahl (bis 6 mm qualifiziert) vollständig getrennt, der darunter liegende Beton jedoch nur unwesentlich beeinträchtigt.

Um einen stabilen Prozess zu erreichen und die hohe Schnittqualität zu gewährleisten, ist ein robuster Reibradantrieb integriert. Da die Reibräder gleichzeitig als Abstandhalter wirken, wird eine konstante Fokuslage erreicht. Fokuslage und Düsenabstand können leicht zugänglich und unabhängig voneinander justiert werden.

Handbearbeitungsköpfe für das Laserstrahlschneiden sind hervorragend für Demontagearbeiten geeignet.

Das Gerät verfügt außerdem über eine Datenbank für die Prozessparameter, die der Benutzer über ein eingebautes Display auswählen bzw. erweitern kann. Ausgelöst wird der Prozess über eine Zweihandschaltung. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit werden die Temperaturen von Antrieb, Optik und Schutzglas überwacht. Die Verschmutzung des Schutzglases wird gemessen und führt bei Überschreiten von einstellbaren Grenzen zu Warnmeldungen (Service-Anzeige) bzw. zum sofortigen Abschalten. Sicherheitssensoren überprüfen fortwährend die Arbeitsposition des Gerätes, so dass der Prozess bei Fehlbedienung nicht ausgelöst bzw. sofort abgeschaltet wird. Die sicherheitsbezogenen Teile der Steuerung wurden in einem TÜV-Gutachten bezogen auf das sichere Abschalten des Gerätes geprüft und anerkannt.

Sicherheit hat Vorrang

Einen wichtigen Bestandteil eines Handlasersystems stellt die Sicherheitstechnik dar. Wichtigster Bestandteil eines Sicherheitssystems für handgeführte Lasermaterialbearbeitung ist immer ein Laserschutzbereich, der Unbeteiligte vor Laserstrahlung schützt. In diesem Bereich ist das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung, z. B. einer Laserschutzbrille der entsprechenden Schutzstufe, erforderlich.

Alle sicherheitsrelevanten Funktionen sind in einem Sicherheitsschaltkreis zusammengefasst. Sobald ein Sensor in diesem Kreis auslöst, wird sofort die Laserstrahlung abgeschaltet. Zum einen wird mit geeigneten Sensoren erreicht, dass ein unbeabsichtigter oder nicht bestimmungsgemäßer Betrieb des Gerätes verhindert und eine Gefährdung der Benutzer oder gar Unbeteiligter ausgeschlossen wird. Zum anderen überwachen Sensoren wichtige Betriebsparameter und schalten im Falle einer Fehlfunktion den Laserstrahl ab. Eine Logik überwacht die Plausibilität der Kommunikation, Energie- und Stoffflüsse zwischen dem Bearbeitungskopf, der Versorgungseinheit und dem Lasergerät und grenzt somit die Möglichkeit von Fehlbedienung oder Fehlfunktionen ein.

Eine Flexibilisierung des Laserschweißens ist insbesondere im Bereich der Fertigung von Kleinserien und Einzelteilen erforderlich. Mit den vom Laser Zentrum Hannover entwickelten, handgeführten Laserschweißsystemen können im Bereich der flexiblen, schnellen Bearbeitung ebener oder leicht gekrümmter Bauteile die positiven Eigenschaften des Laserstrahls ohne aufwändige Führungsmaschinen und dem damit verbundenen Programmieraufwand genutzt werden.

Olaf Berend, LZH

Mit ruhiger Hand

Wenn Schneidwerkzeuge geführt werden sollen, ist eine ruhige Hand erforderlich. Mit einem speziellen Tragesystem lassen sich auch schwere Strahlschneidwerkzeuge sicher und ermüdungsfreier einsetzen. Bei der Entwicklung standen moderne Kameraführungen Pate.

In der Industrie spielen Strahlschneidwerkzeuge eine immer bedeutendere Rolle. Die Bandbreite erstreckt sich von den thermischen Verfahren Autogenes Brennschneiden, Plasma- und Laserstrahlschneiden bis hin zu den kalten Wasserstrahlschneidverfahren. Ihr Einsatzbereich umfasst den Hochleistungsbereich für den Qualitätsblechzuschnitt im Schiff- und Großgerätebau bis hin zum Werkstatteinsatz mit meist mobilen Geräten. Gemeinsam haben diese Verfahren, dass sie nahezu rückstellkraftfrei arbeiten und deshalb im Gegensatz zu mechanisch arbeitenden Verfahren weniger steife Führungseinrichtungen benötigen.

Ganz ohne Führungseinrichtungen (Portalführungsmaschinen oder Roboter) kommen diese Techniken in der Regel, zumindest im Hochleistungsbereich, aufgrund der hohen Werkzeuggewichte und der benötigten Führungsgenauigkeiten aber nicht aus. Oftmals sind diese Führungseinrichtungen die kostentreibenden Bestandteile des Gesamtverfahrens.

Filmreif: Handhabung mit Dynamik

Um Hochleistungsschneidverfahren auch ohne aufwändige Führungsmaschinen, z. B. bei kurzzeitigen Reparaturarbeiten oder in räumlich beengten Bereichen, einzusetzen, wurde am Institut für Werkstoffkunde (IW) der Universität Hannover das **Steady-Cut-System** entwickelt. Dabei handelt es sich um ein personengeführtes Werkzeugträgersystem, das besonders für den kurzzeitigen Einsatz im Reparatur- oder Baustellenbereich konzipiert ist. Pate standen personengebundene Kameraträgersysteme aus der Filmindustrie. Erst durch diese Systeme, die direkt vom Kameramann am Körper getragen werden, wurden Filme wie beispielsweise „Lola rennt“ in ihrer ganzen Dynamik möglich. So entstand die Idee für die Entwicklung des Steady-Cut-Systems bei der Beobachtung von Kameramännern bei ihrer Arbeit.

Mit dem Steady-Cut-System des Instituts für Werkstoffkunde werden aber keine Spielfilme gedreht, sondern schwere Schneid- und Abtragswerkzeuge, beispielsweise Plasmabrenner mit einem Gewicht von ca. 10 kg inklusiv benötigtem Schlauchpaket für Strom und Gas, sicher geführt.

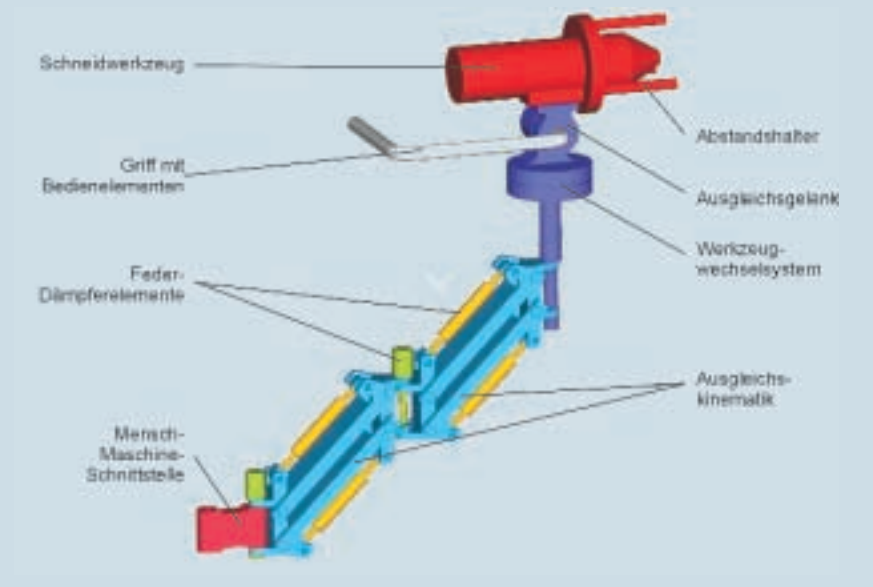
Um schwere Lasten durch einen Bediener ermüdungsfrei und sicher tragen und führen zu können, benötigt man ein spezielles, dynamisch arbeitendes System, das sich aus den Grundkomponenten Werkzeugaufnahme, Tragarm und Tragweste zusammensetzt. Diese drei Komponenten sind so aufeinander abgestimmt, dass die oben beschriebene Aufgabe erfüllt werden kann.

Die Mechanik macht‘s

Die Werkzeugaufnahme ermöglicht die Adaption unterschiedlicher Schneidwerkzeuge. Dabei gewährleistet ein Kupplungssystem einen schnellen Werkzeugwechsel. Auf diese Weise ist ein Austausch unterschiedlicher Werkzeuge,

beispielsweise der Ausbau eines Laserstrahlschneidkopfes und der Einbau eines Plasmaschneidkopfes, innerhalb weniger Minuten möglich.

Den technologischen Kern des Steady-Cut-Systems bildet der Tragarm. Er besteht aus zwei Parallelkurbelkinematiken mit integrierten und auf das Gesamtsystem abgestimmten Feder- und Dämpferelementen. Diese aus Leichtbaumaterialien gefertigten Bauelemente ermöglichen dem Steady-Cut-System erst die Aufnahme und Führung von Werkzeugen bis zu einem Gewicht von 34 kg. Technisch sind die Parallelkurbelkinematiken für die planparallele Führung des Werkzeugs zuständig. Dabei wird ein maximaler Arbeitshub von 664 mm erreicht. Die Gewichtskräfte der Werkzeuge werden durch stufenlos einstellbare Federelemente aufgenommen. Wird ein Werkzeugwechsel notwendig, so muss lediglich die Vorspannung der in die Elemente des Tragarms integrierten Federelemente entsprechend angepasst werden. Alternativ kann auch ein Wechsel mit bereits voreingestellten Federelementen erfolgen. Die horizontale Führung des Werkzeugs erfolgt ohne, die vertikale nur mit sehr geringem Kraftaufwand des Bedieners. So muss ein Bediener lediglich 0,8 N Kraft (entspricht etwa dem Heben von ca. 80 g) aufbringen, um



Prinzipieller Aufbau des Steady-Cut-Systems

ein Werkzeug aus der Neutralstellung auf einen der beiden Arbeitsendpunkte (Höhendifferenz 332 mm) zu heben oder zu drücken. Horizontale Bewegungen werden durch vier Drehachsen realisiert. Durch diese aufeinander abgestimmten, mechanischen Bauelemente erhält der Bediener ein Werkzeugträgersystem, welches in der Lage ist, Werkzeuge in allen drei Raumkoordinaten frei und ohne Einschränkung zu bewegen.

Schwingungsfrei geführt

Das Steady-Cut-System beschränkt sich nicht nur auf das einfache Tragen schwerer Werkzeuge. Es unterstützt den Bediener auch, indem es störende Bewegungseinflüsse vom eigentlichen Arbeitsprozess fern hält. Durch die aufeinander abgestimmte Kombination der Federelemente und der Parallelkurbelkinematiken erfolgt eine Reduktion der von außen eingeleiteten Störschwingungen, basierend auf dem Prinzip der Trägheit der Massen. Von außen eingeleitete Störschwingungen, z. B. Maschinenschwingungen, werden so weitestgehend absorbiert. Dabei steigt das Absorbtionsvermögen mit zunehmender Frequenz exponentiell an. Auf diese Weise werden die in der Regel höherfrequenten, von außen durch Maschinen eingebrachten Störschwingungen fast vollständig absorbiert, während niederfrequente Bewegungen des Bedieners nahezu unbeeinflusst bleiben.

Um flexibel und schnell auf unterschiedliche Einsatzbedingungen und räumliche Gegebenheiten reagieren zu können, werden das Werkzeug und der Tragarm des Steady-Cut-Systems direkt mit dem Körper des Bedieners gekoppelt. Dies geschieht durch eine individuell an die körperliche Statur des Bedieners einstellbare Tragweste. Diese aus leichtbauenden Aluminium- und Kunststoffelementen bestehende Weste nimmt über eine Steckkupplung den Tragarm auf und verteilt die Gewichtskräfte ergonomisch günstig auf die Hüften des Bedieners. Durch dieses Wegführen der Gewichtskräfte des Werkzeugs von den Armen und Schultern des Bedieners auf den Bereich der Hüften, ähnlich dem Funktionsprinzip moderner Trekkingrucksäcke, wird ein ruhigeres und ermüdungsfreieres Arbeiten ermöglicht.

Großer Aktionsradius

Da es sich bei dem Steady-Cut-System um ein konsequent mechanisch arbeitendes und somit von leitungsgebunde-

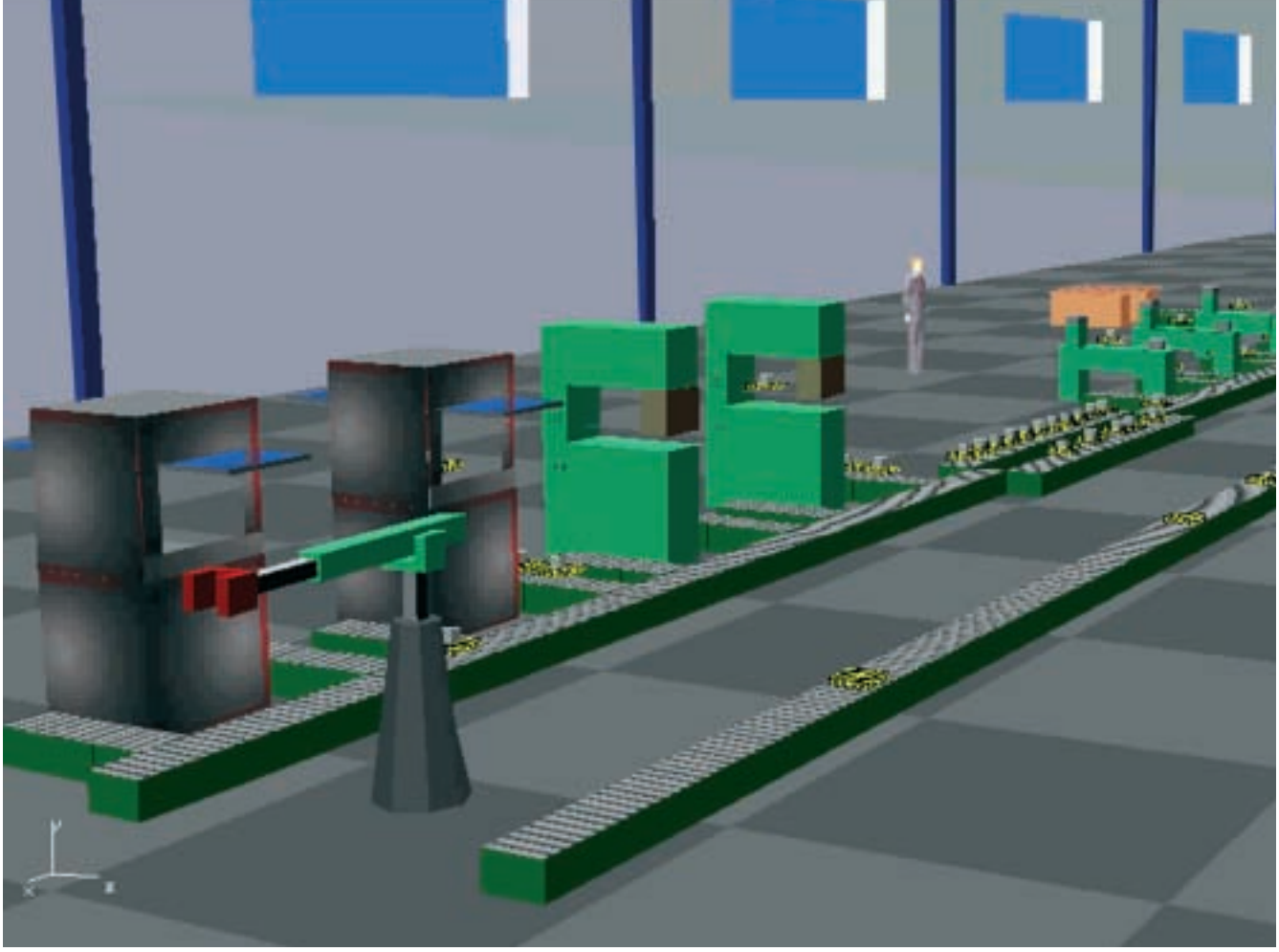
Das Steady-Cut-System besteht aus einem Tragarm mit Werkzeugaufnahme und einer individuell einstellbaren Tragweste.

nen Stoff-, Energie- oder Signalströmen unabhängiges System handelt, gibt es nahezu keine Einschränkungen des Einsatzgebiets. Lediglich die geführten Schneidwerkzeuge begrenzen aufgrund ihres benötigten Energiebedarfs den Arbeitsradius des Bedieners mit seinen Werkzeugen.

Zum Einsatz kam das Steady-Cut-System bereits im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsvorhabens. Dabei bewies das System seine Leistungsfähigkeit in Kombination mit den drei Schneidtechniken Plasmaschneiden, wobei 50 mm starke Wandkomponenten aus Feinkornbaustahl geschnitten wurden, Laserstrahlschneiden und Wasserabrasivsuspensionsstrahlschneiden.

Für das Steady-Cut-System, das aktuell als Prototyp existiert, werden in Zukunft weitere Anwendungsgebiete, z. B. das Reinigen oder Abtragen von Oberflächen sowie der Einsatz im Bereich der Schweiß- und thermischen Spritztechnik, erschlossen.

Harald Bienia, IW



Puffer zielsicher dimensionieren

Der Trend zur Automatisierung von Fertigungs- und Montageaufgaben nimmt stetig zu. Die Auslegung dieser Systeme wird immer komplexer. Klassischerweise liegt der Planungsschwerpunkt im Bereich der Bearbeitungs- und Montagestationen, obwohl gerade die Dimensionierung der Puffer großen Einfluss auf die Leistung der gesamten Anlage hat.

Elastisch verkettete Produktionsanlagen sind häufig von einer hohen Dynamik geprägt. Technische Störungen, Rüstvorgänge, Taktzeitschwankungen und Probleme in der Materialversorgung führen zu einer ungleichmäßigen Belastung der einzelnen Arbeitsstationen. Durch die Verkettung können sich Unregelmäßigkeiten an einer Station auch auf die benachbarten Maschinen und Arbeitsplätze auswirken. Warte- oder Blockierzeiten sind die Folge. Treten diese Verluste am Engpass auf, so leidet die Leistung des Gesamtsystems.

Transportstationen mit einer ausreichend großen Speicherkapazität entkoppeln die Stationen der Linie voneinander und wirken so als Puffer gegen die Fortpflanzung der Störeinflüsse. Wenn sie an den richtigen Stellen im System positioniert sind, können sie Verkettungsverluste vermindern oder sogar ganz vermeiden.

Eine große Anzahl von Speicherplätzen im System bedeutet jedoch auch einen Anstieg der Bestände und somit auch der Durchlaufzeiten. Vor allem jedoch erhöhen sich der Platzbedarf und der Investitionsaufwand für die Transport- und Pufferstationen. Um im Rahmen dieses Zielkonfliktes zwischen hoher Leistung und geringem Investitionsaufwand eine optimale Lösung für die Speicherkapazität der Puffer zu finden, sind in der Planungsphase von verketteten Anlagen Simulationen zunehmend üblich. Hierbei werden die geplanten Anlagen im Computer als Modelle abgebildet, an denen die Auswirkungen unterschiedlicher Szenarien überprüft werden können.

Elektronikgerätefertigung – ein komplexes System

Im Rahmen eines Projektes zur Umplanung einer bestehenden Fertigungs- und Montagelinie für Elektronikgeräte wurden die Puffer mit Hilfe von Simulations-

studien genauer analysiert. Die Untersuchung wurde vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover für einen bedeutenden Zulieferer der Automobilindustrie durchgeführt.

Die betrachtete Produktionsanlage besteht aus den zwei getrennten, sehr umfangreichen Bereichen Bestückung und Montage. Diese werden von den Werkstücken nacheinander durchlaufen. Die Handhabung der Werkstücke erfolgt in der Bestückungslinie durch Transportbänder, die in einzeln ansteuerbare Segmente für je ein Bauteil gegliedert sind. Im Montagebereich werden die Werkstücke auf Werkstückträgern befördert, die auf einem kontinuierlichen Transportband umlaufen. Beide Transportsysteme ermöglichen ein Aufstauen der Bauteile, so dass sie als Puffer zwischen den Bearbeitungsstationen wirken können. Zusätzlich sind an einigen Stellen im System Speicherstationen in Form von Portal- oder Turmpuffern integriert.

Der Materialfluss ist insgesamt als Linie konzipiert, teilt sich jedoch teilweise auf parallele Stationen auf, so dass auch bei größeren Arbeitsinhalten der Linientakt erreicht wird. Wenn die in der Linie integrierten Prüfstationen fehlerhafte Produkte erkennen, werden diese an den folgenden Bearbeitungsstationen vorbeigeschleust und direkt zum Reparaturplatz befördert.

Die virtuelle Produktionsanlage

Die bisherige Trennung der Bestückung und der Montage führt zu hohen Beständen, langen Durchlaufzeiten und einer mangelnden Transparenz der Abläufe. Das hier betrachtete Projekt sollte zeigen, welche Maßnahmen für eine direkte Verbindung der Bereiche Bestückung und Montage notwendig sind. Diese Kopplung sollte die Ausbringungsleistung der Linie möglichst nicht beeinträchtigen. Außerdem sollte in der gesamten Linie die Dimensionierung der Pufferstrecken kontrolliert und verbessert werden.

Wie bei Simulationsprojekten üblich, wurden zunächst Daten des bestehenden Systems aufgenommen. Dann erfolgte die Nachbildung des Anlagenlayouts im Simulator aus vordefinierten Bausteinen und deren Konfiguration mit den aufbereiteten Daten. Hierbei sind neben Takt- und Transportzeiten auch Informationen über die Stördaten, das Produktionsprogramm, den Ausschuss, das Personal, das Schichtsystem und die Pausenzeiten berücksichtigt worden.
Viele dieser Daten sind in der Realität nicht konstant, sondern müssen durch statistische Verteilungen dargestellt werden. Diese Verteilungen wurden ebenfalls im Simulationsmodell hinterlegt.

Nach der Modellerstellung erfolgte eine Überprüfung, ob das Modell die Realität hinreichend genau darstellt. Hierfür wurden sowohl die Ausbringungsleistung als auch die Durchlaufzeit und die Verteilung des zeitlichen Abstandes zwischen zwei Fertigteilen im Modell und in der Realität verglichen.

Im nächsten Schritt wurde die Pufferdimensionierung innerhalb der Bereiche näher untersucht. Im Modell zeigte sich, dass die Portal- und Turmpuffer verkleinert werden konnten, da die Transportstrecken zwischen den Stationen bereits einen großen Teil der Kurzstörungen, Rüstvorgänge und Unterschiede in den Schichtsystemen abpuffern.

Da die Bestückung und die Montage zunächst getrennt simuliert wurden, zeigte sich, dass zwischen beiden Bereichen eine erhebliche Leistungsdifferenz bestand. In der Realität wurden die Leiterplatten aus der Bestückung auf mehrere Montageschleifen verteilt.

Für die Kopplung der Bestückung mit einer Montageschleife war daher zunächst eine Leistungssteigerung der Schleife nötig.

Schritt für Schritt zum optimierten System

Um die benötigte Leistungssteigerung zu erreichen, wurde im nächsten Projektschritt die Montageschleife genauer analysiert. Anhand der Daten aus den Simulationsläufen wurde der Engpass identifiziert und Vorschläge für dessen kapazitive Erweiterung erarbeitet. Dieses kann beispielsweise durch parallele Stationen, durch eine Leistungssteigerung der bestehenden Stationen oder durch eine geschicktere Handhabung der Bauteile erreicht werden. In einem iterativen Vorgehen wurde dann der nächste Engpass gesucht und beseitigt, bis die Leistung des gesamten Bereiches auf das geforderte Niveau angehoben wurde.

Anschließend konnte das Modell der Bestückungslinie angekoppelt werden. Um einen Abfall der Ausbringungsleistung durch diese Kopplung zu verhindern, mussten die beiden Bereiche durch einen entsprechend dimensionierten Puffer verbunden werden. Dieser stellt die Bauteile von der letzten Station der Bestückung am ersten Montagearbeitsplatz bereit und kann außerdem eine bestimmte Anzahl Werkstücke speichern. Dadurch kann verhindert werden, dass die Bereiche bei Störungen, bereichsinternen Pausen oder Rüstzeitunterschieden blockiert werden oder warten müssen. Die Dimensionierung des Puffers erfolgte ebenfalls anhand von Simulationsläufen. Dabei zeigte sich, dass nur ein Bruchteil der in der Realität zwischen den Bereichen befindlichen Teilen ausreicht, um Kopplungsverluste fast völlig zu vermeiden.

Die gezielte Erweiterung der jeweiligen Engpässe führte im Simulationsmodell insgesamt zu einer verbesserten Austaktung der Linie, wodurch die Stationen aufgrund geringerer Verluste durch Warten und Blockieren besser ausgenutzt werden. Das Ergebnis ist eine deutliche Verringerung der Montagestückkosten.

Die Kopplung der Bestückung mit der Montage durch einen Zwischenpuffer und der damit verbundene Wegfall des bisherigen Palettenlagers führte zu einer erheblichen Verringerung der Bestände und Durchlaufzeiten. Diese Vorteile wiegen, zusammen mit der größeren Transparenz, den geringen Leistungsverlust durch die Kopplung mehr als auf.

In den nächsten Projektschritten wird sich das neue Konzept in der Praxis beweisen müssen. Da die Umsetzung der Simulationsergebnisse Investitionen bedeutet und außerdem Umbaumaßnahmen nötig sind, wurde in diesem Projekt besondere Aufmerksamkeit auf die Validierung des Simulationsmodells gelegt. Außerdem müssen parallel zur Umsetzungsplanung die Daten im Modell laufend verfeinert und an die aktuellen Rahmenbedingungen in der realen Produktion angepasst werden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass durch die Simulation nicht nur wertvolle Optimierungsvorschläge generiert werden konnten, sondern bei allen Projektbeteiligten auch ein erhöhtes Verständnis für die komplexen und sehr dynamischen Vorgänge in dem betrachteten Produktionsbereichen geschaffen wurde.

Helge Winkler, IFA

Foto mic

Frischer Wind in alten Gemäuern

Für den Unternehmenserfolg ist eine effiziente werksinterne Transportlogistik unumgänglich. Auch in alten, gewachsenen Strukturen ist es möglich, durch eine geschickte Organisation der Transporte große Optimierungspotenziale zu erschließen.

Auch wenn die Fabrikplanung innerhalb der Logistik einen bedeutenden Platz einnimmt, so ist das Anwendungsspektrum der wirklichen Neuplanung in der Praxis begrenzt. Gerade im Rahmen immer noch steigender Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Unternehmens stehen oft nicht die Mittel für eine grundlegende Veränderung der Logistik zur Verfügung. Neuplanungen „auf der grünen Wiese“ bieten zwar eine umfassende Lösung für die Entwirrung gewachsener logistischer Strukturen, verursachen aber Zeitaufwand und Kosten, die diese Alternative nur in Ausnahmefällen wirklich attraktiv machen.

In der Regel stehen viele Randbedingungen nicht zur Disposition, sondern es muss angestrebt werden, Optimierungspotenziale im räumlich vorgegebenen, finanziell und organisatorisch begrenzten Umfang auszuschöpfen. Der Teufel liegt hier im Detail, denn auch derartige Umstrukturierungen sind alles andere als einfach. Gerade die Restriktionen der vorgegebenen Umgebung erfordern unter Umständen mehr planerisches Geschick als eine Neugestaltung von Grund auf.

Wildwuchs vergangener Jahrzehnte

Ein Blick auf ein Unternehmen der Automobilzulieferindustrie verdeutlicht die beschriebene Situation. Im vorliegenden Fall sind sehr komplexe Organisationsstrukturen anzutreffen. Aufgrund der historischen Entwicklung besteht das Werk aus mehreren unterschiedlichen, voneinander teilweise weit entfernten Gebäuden, über die sich die einzelnen Produktionsabteilungen wie ein Flickenteppich verteilen. Aber damit nicht genug; zusätzlich handelt es sich um mehrgeschossige Bauwerke, in denen Aufzüge das Rückgrat des Transports bilden. Diese Aufzüge stellen für den innerbetrieblichen Transport einen gewichtigen Engpass dar (vergleichbar beispielsweise mit Rampen und wichtigen Transportwegen in anderen Unternehmen), vor dem Produkte und Mitarbeiter warten müssen.

In diesem Unternehmen hatte es schon vorher Optimierungsbemühungen gegeben, der Bereich der werksinternen Logistik war bis dato allerdings ausgeklammert worden. Vor allem Probleme mit den Aufzügen und das Dickicht von Kostenstellen (wie Produktionsabteilungen oder Läger) waren die Hauptgründe dafür, dass externer Rat hinzugezogen wurde. Als Beratungspartner wurde das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover mit einer detaillierten Analyse der Transportvorgänge und der Ableitung von Verbesserungsvorschlägen beauftragt. Das Ziel dieses Projektes bestand in einer Identifizierung und deutlichen Ausschöpfung damals brachliegender logistischer Potenziale, um die gesamten Transportkosten deutlich zu senken.

Die Tranportanalyse kartographiert den Dschungel

Am Anfang einer derartigen Transportanalyse steht naturgemäß die genaue Untersuchung des gegenwärtigen Zustandes. Erst mit dem Wissen um die momentane Situation als Basis können sinnvolle Aussagen über mögliche Verbesserungen getroffen werden. Im Projekt gliederte sich diese Analyse in zwei Phasen. Vor der statistischen Auswertung sämtlicher Transportvorgänge eines Zeitraumes mussten zunächst qualitativ die Transporte der einzelnen Kostenstellen und deren Zusammenwirken erfasst werden. Im Gespräch mit Meistern und durchführenden Transportmitarbeitern wurden darüber hinaus wichtige Lagerorte und Anlaufpunkte des innerbetrieblichen Transports definiert.

Diese Informationen bildeten die Grundlage für die quantitative Aufnahme aller Transportvorgänge als zweiten Teil der Untersuchung. Eine Woche lang erfassten die Mitarbeiter der betrachteten Kostenstellen ihre Transporte mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens, dessen Inhalte in den vorangegangenen Gesprächen festgelegt und konkretisiert wurden. Die erhobenen Daten umfassten Start- und Zielpunkte, Beginn der Transporte, verwendete Transportmittel und -güter. Aufgrund der besonderen Konstellation im betrachteten Werk wurden zusätzlich der verwendete Aufzug sowie eventuelle Wartezeiten abgefragt.

Die in einer Datenbank zusammengefassten Daten dienten wiederum als Grundlage für verschiedene Auswertungen. Besonderes Gewicht wurde hierbei auf die zeitlichen Verteilungen der Transport- und Wartezeiten und auf die „Anfahrhäufigkeit“ der einzelnen Transportpunkte gelegt. Für die betrachteten Kostenstellen konnten Karten der wesentlichen Transportstrecken und ihrer Intensität sowohl in horizontaler, als auch – im vorliegenden Fall natürlich besonders interessant – in vertikaler Richtung erstellt werden.

Die Erfassung der Transporte einer Woche ermöglichte auch die Ermittlung eines minimalen, unbedingt erforderlichen Transportaufwandes und damit eine – wenn auch grobe – Abschätzung für das vorhandene Optimierungspotenzial.

Neuer Wein in alten Schläuchen, 15 Prozent günstiger

Die durchgeführten Analysen legten den Grundstein für die Ableitung konkreter Maßnahmen. Dabei kamen dem IPH zwei unterschiedliche Funktionen zu: Zum einen wurden eigene Vorschläge für Verbesserungen erarbeitet, zum anderen dienten die Untersuchungsergebnisse als Katalysator für die unternehmensinterne Diskussion, so dass auch das Fachwissen der zuständigen Mitarbeiter als Ressource genutzt werden konnte. Besonders interessant war in diesem Zusammenhang der Vergleich des subjektiven Eindrucks der Mitarbeiter und der Erhebungsergebnisse, die sich häufig, jedoch nicht in allen Punkten, deckten. Gerade das Wechselspiel der „Expertenperspektive“ des Mitarbeiters mit der neutralen Sicht von außen ermöglichte vorher ungenutzte Synergieeffekte.

Die größten Optimierungspotenziale ergaben sich in der Verringerung von Leerfahrten sowie der Vermeidung von Wartezeiten vor Aufzügen. Als Extremfall wartete ein Transportmitarbeiter in der betrachteten Woche insgesamt fast acht Stunden vor Aufzügen – also eine ganze Schicht. Lösungsansätze hierfür bieten beispielsweise die zeitliche Verlagerung von Transporten oder die Zuordnung von Aufzügen zu Mitarbeitern oder Transportgütern in bestimmten Zeitfenstern. Auch die Einschränkung unnötiger Personentransporte mit den Engpassaufzügen, beispielsweise morgendliche Fahrten zu Arbeitsplätzen in höheren Etagen, wurde beschlossen.

Die häufigen Leerfahrten resultieren unter anderem aus der Transportorganisation. Die einzelnen Transportmitarbeiter waren einer bestimmten Abteilung zugeordnet und transportierten nur für sie. Schnittstellen zwischen einzelnen Kostenstellen waren teilweise ungünstig gewählt. So transportierte beispielsweise ein Mitarbeiter Verpackungsmaterial und Leergut in die oberen Stockwerke und fuhr leer zurück, ein Kollege aus einer anderen Abteilung lieferte die mit Fertigware gefüllten Transportbehälter wieder nach unten, so dass der gleichen Leistung eines einzelnen Transporteurs die doppelte Anzahl Fahrten gegenüberstand. Alleine diese Leerfahrten in entgegengesetzter Richtung verursachten viel unnötigen Aufwand und blockierten zusätzlich kostbare Aufzugkapazität. Durch eine Modifikation der Bereichsgrenzen und maßvolle Verschiebung ausgewählter Lagerflächen konnte die Anzahl der Leerfahrten deutlich reduziert werden.

Insgesamt wurde in diesem Projektschritt eine Liste mit über 40 verschiedenen, konkreten Änderungsvorschlägen erarbeitet und die für ihre Umsetzung verantwortlichen Mitarbeiter bestimmt. „Die Analyseergebnisse des IPH dienten als Initialzündung und Grundlage für die Planung der einzelnen Maßnahmen“, erläutert der koordinierende Werkslogistiker des Unternehmens. „Durch das Projekt sparen wir etwa 15 Prozent unserer Kosten ein.“

Stefan Franzke, Arne Jacobsen, IPH

LZH: Bewegung in Vorstand und Kuratorium

Prof. Dr. Wolfgang Ertmer, neu im Vorstand des LZH.

Foto E. Heidenreich

Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus E. Goehrmann, neuer Kuratoriumsvorsitzenden des LZH

Das Kuratorium des Laser Zentrum Hannover e.V. hat am 30.4.2002 Prof. Dr. **Wolfgang Ertmer** als neues Vorstandsmitglied bestellt. Damit arbeiten zukünftig fünf Mitglieder (statt bisher vier) im Vorstand des LZH. Professor Ertmer ist Direktor des Instituts für Quantenoptik (IQO) der Universität Hannover und zur Zeit Dekan des Fachbereiches Physik.

Gleichzeitig hat das Kuratorium Prof. Dr. Dr. h.c. **Klaus E. Goehrmann** als neuen Kuratoriumsvorsitzenden gewählt. Professor Goehrmann ist Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG und Präsident der Industrie- und Handelskammer Hannover.

Leichtbau mit Laserverfahren: Innovative Blechbearbeitung auf der EuroBlech

Lasermaterialbearbeitung ist der Schlüssel zur Leichtbauproduktion der Zukunft, und die moderne Lasertechnik liefert dazu das Werkzeug. Das Laser Zentrum Hannover (LZH) präsentiert die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Lasers in diesem Industriebereich auf der EuroBlech (22.-26.10.2002 in Hannover) in Halle 11, Stand F 62.

Auf dem Messestand zeigt das LZH Software-Werkzeuge für die Lasermaterialbearbeitung (2-D- und 3-D-Programmierung) und den Online-Marktplatz CIMELAS für die Erstellung und Auswertung von Angeboten in der blechverabeitenden Industrie, insbesondere für KMU (siehe phi April 2002).

Prozessüberwachung und -regelung bilden mit Systemen zur automatisierten Überwachung von Einzelpulsschweißungen sowie zur Vermessung der Nahtgeometrie einen weiteren Schwerpunkt des Standes.

Zusätzlich werden diverse Anwendungsbeispiele für den Einsatz des Lasers im Leichtbau vorgestellt, z. B. geschweißte Seitenwände von Eisenbahnwaggons, Laserstrahlschweißen hochfester Stahlbleche.

Eine begrenzte Anzahl von kostenlosen Messekarten steht den Lesern von phi zur Verfügung.

Messekarten und Informationen:
LZH, Michael Botts, bt@lzh.de

Referenzteil für Problemzonen

Anhand eines neuen 3-D-Referenzteils kann der Funktionsumfang und die Bedienungsfreundlichkeit von NC-Programmiersystemen objektiv bewertet werden. Entwickelt wurde das Referenzteil von einer CEFE-Arbeitsgruppe unter Mitwirkung des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover. Das neue Referenzteil kann in allen gängigen 3-D-CAD-Formaten zusammen mit einer ausführlichen Beschreibung der einzelnen „Problemzonen“ als CD-ROM von der CEFE bezogen werden.

Informationen: www.cefe.de und IFW, Nils Rackow, Telefon (05 11) 7 62-50 92, rackow@ifw.uni-hannover.de

Benchmarking für mittelständische Unternehmen

Wie Benchmarking zur ständigen Verbesserung in Logistik, Produktion und Service eingesetzt werden kann, zeigt das neue Buch „Benchmarking für mittelständische Unternehmen“ von Klaus Heinz und Jörg Wesselmann. Das Buch veranschaulicht die Grundlagen des Benchmarking, gibt eine Analyse aktueller Entwicklungstendenzen und beschreibt erfolgreiche Benchmarking-Projekte, beispielsweise das vom Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) der Universität Hannover durchgeführte BETTI-Benchmarking.

Huss-Verlag, 52,43 EUR,
ISBN 3-931724-51-4

Fortbildungspraktikum Blechumformung

Das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Universität Hannover und die Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) veranstalten am 03.-04. September 2002 ein Fortbildungspraktikum für den Bereich der Blechumformung.

Neben wissenschaftlichen Mitarbeitern des IFUM werden Mitarbeiter führender Unternehmen theoretisches und praktisches Wissen aus Forschung und Entwicklung sowie der industriellen Anwendung zu den Themen Simulation, Werkzeugbau, Pressentechnik, Werkstoffentwicklung und Werkstoffcharakterisierung vermitteln.

Grundkenntnisse und Weiterentwicklungen in diesen Fachrichtungen prägen die industrielle Fertigung und sind deshalb für jeden in der Fertigung integrierten Mitarbeiter unabdingbar.

Neben den Vorträgen bieten die ebenfalls angebotenen praktischen Übungen die Gelegenheit, Grundwissen aufzufrischen und neu erworbenes Wissen zu vertiefen.

Information und Anmeldung:
IFUM, Christina Sunderkötter,
Telefon (05 11) 7 62-95 17,
sunderkoetter@ifum.uni-hannover.de

Produktengineering praxisorientiert lernen

Interdisziplinäres Lernen anhand und mit der Praxis – dieses Konzept verfolgt das Studienmodul **Kooperatives Produktengineering** an der Universität Hannover, bei dem Studenten der Fachbereiche Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften in fächerübergreifenden Teams selbständig ein Produkt entwickeln und den zugehörigen Fertigungsprozess planen. Im Studienmodul eignen sich die Studenten Lösungskompetenzen für Problemstellungen an, wie sie für Entwicklungsprojekte typisch sind. Für realistische Vorgaben sorgt dabei die Beteiligung der Industriepartner ZF Sachs und Peddinghaus Group am Projekt. In diesem Jahr wurde das Studienmodul durch einen Workshop der Unternehmensberatung A. T. Kearney erweitert. Anhand einer mit einfachen Bauelementen nachgestellten Fertigung erarbeiten die Studenten Verbesserungspotenziale zur „Verschlankung" ihrer Fertigung (Lean Production) und setzen diese sofort um. Mit Hilfe von Fertigungskennzahlen werden die Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Fertigung direkt beleuchtet und Erfolge messbar.

Das sechsmonatige Studienmodul wird seit 1998 erfolgreich angeboten. Es ermöglicht den teilnehmenden Studierenden, sich ein umfassendes Bild der Planung und Durchführung einer Produkt- und Prozessentwicklung zu machen. Damit ist das Studienmodul ein wichtiger Baustein der berufsbezogenen Qualifikation.

Kontakt: IPH, Matthias Baer,
Telefon (05 11) 27 97 6-258,
baer@iph-hannover.de

Arbeitskreis: Nachfrageschwankungen in der Automobilindustrie

Schwankungen der Kundennachfrage erschweren die Produktionsplanung vieler Automobilzulieferer. Deshalb beschäftigt sich das IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover im Projekt **DynaMoZ** mit der Messung, Beurteilung und der geeigneten Reaktion auf diese Nachfragedynamik. Zur Zeit wird unter anderem ein Monitoring-System erstellt, das es den beteiligten Projektpartnern ermöglicht, ihre Primärbedarfe besser zu kontrollieren. Um die erarbeiteten Forschungsergebnisse einem größeren Kreis von Unternehmen zugänglich zu machen, ist ein Arbeitskreis geplant, der sowohl der Präsentation von Ergebnissen als auch der gemeinsamen Diskussion dient. Interessierte Unternehmen sind eingeladen, an diesem Arbeitskreis mitzuwirken.

Weitere Informationen:
IPH, Arne Jacobsen,
Telefon (05 11) 2 79 76-447,
jacobsen@iph-hannover.

Beteiligte Institute

Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover

Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Universität Hannover

Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover

Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover

IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH

Laser Zentrum Hannover e.V.

vorschau

Die nächste Ausgabe der ***phi*** erscheint im Oktober 2002

Kooperation

Produzieren in Netzwerken

Beste Kooperation 2002

PZH – Kooperation von Industrie und Hochschule

KMUs zusammenschmieden

Arbeitskreise als Technologiepool

Spin-offs für Niedersachsen

Kooperationsplattform für Virtuelle Unternehmen