

Produktionswissenschaftliche Forschung in Japan

- Die frühen Jahre der japanischen NC-Technologie -

Der wirtschaftliche und produktionstechnische Aufstieg der japanischen Industrie nach dem Zweiten Weltkrieg war nicht zuletzt eine Folge der erfolgreichen Übertragung und Weiterentwicklung fortschrittlicher Automatisierungstechnologien aus den USA und Westeuropa. Der Entwicklungs- und Durchsetzungsprozeß der numerischen Steuerungstechnik, der NC-Technologie, in Japan in den ersten Dekaden nach Kriegsende war durch das ständige Engagement um die Verbesserung des Vorgefundenen und die Anstrengungen zur Umsetzung des Gelernten in industrielle Anwendungen charakterisiert. Produktionswissenschaftliche Forschung und industrielle Praxis bedingten einander. Die marktgerechte industrielle Integration innovativer Automatisierungstechnologie und neuer Formen der Arbeitsorganisation kennzeichneten die erfolgreichen japanischen Technologieunternehmen. Der Werkzeugmaschinenbau entwickelte sich zu einer der Schlüsselbranchen des japanischen „Wirtschaftswunders“.

Die fertigungstechnische Forschung in Japan nach dem Zweiten Weltkrieg, besonders im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs seit den fünfziger Jahren wurde durch die fortschreitende Automatisierung des Fabrikbetriebes bestimmt. Aufbauend auf den produktionstechnischen Erfahrungen der dreißiger und frühen vierziger Jahre bereitete der rasche wirtschaftliche Aufschwung der japanischen Industrie den Boden für einen systematischen Übergang von der automatisierten Werkzeugmaschine, der Einzelmaschine, zur Automatisierung des gesamten Produktionsprozesses. Gründe für die Automatisierung waren sowohl produktionstechnischer als auch wirtschaftlicher Natur.

Japanisches Wirtschaftswunder

Aus der komplexen Vielfalt wirtschaftlicher Gründe sind vor allem die Reformen der amerikanischen Besatzungszeit herauszustellen, die in ihrer Bedeutung für die dynamische Wirtschafts- und Technikentwicklung Japans nicht unterschätzt werden dürfen. Die Dekonzentrationsmaßnahmen, welche ihren Niederschlag in der kapitalmäßigen, organisatorischen und personellen Entflechtung der großen Wirtschaftskonglomerate (zaibatsu) fand, schufen wesentliche Voraussetzungen für den Wettbewerb, der die Wiederaufbau- und Hochwachstumsphase und damit den „Zwang“ zur Automatisierung bis Anfang der siebziger Jahre trug.

Kurz vor dem Ende der amerikanischen Besatzungszeit brach der Koreakrieg aus. Er führte über mehrere Jahre hinweg zu umfangreichen US-amerikanischen Aufträgen für die japanische Industrie. Dieser Nachfrageboom trug maßgeblich zur Erholung der japanischen Wirt-

schaft bei, die sich noch zu Beginn der fünfziger Jahre in einem labilen Zustand befand. Das Ende des „Koreas-Booms“ in den Jahren 1953/54 beeinflusste die japanische Industrie, den japanischen Werkzeugmaschinenbau, nur im geringen Maße, da sich die Wirtschaft in einem breiten Aufschwung befand. Das reale Wirtschaftswachstum lag in Japan zwischen 1955 und 1960 bei 8,6 Prozent, zwischen 1960 und 1965 bei 10,6 Prozent und 1965 bis 1970 erreichte es sogar den durchschnittlichen Spitzenwert von 11,2 Prozent Wachstum. Auch wenn die Hochwachstumsphase der japanischen Wirtschaft bis zur ersten Ölkrise 1973/74 nicht frei von konjunkturellen Schwankungen war, so übertraf doch die wirtschaftliche Expansion in den sechziger Jahren die Erwartungen und Vorstellungen der meisten Wirtschaftsexperten.

Schlüsselbranchen der Automatisierung

Bis in die fünfziger Jahre hinein überwogen im verarbeitenden Gewerbe jene Zweige, die auch in der Vorkriegszeit vorherrschend waren wie beispielsweise die Textilindustrie. Doch zu den Hauptträgern der Hochwachstumsphase entwickelten sich neben den Grundstoffindustrien vor allem die Montageindustrien, wie Automobilbau, Elektrotechnik, Maschinenbau, Werkzeugmaschinenbau und die Feinmechanik. Die Anforderungen an die Automatisierungstechnik waren in diesen Industriezweigen außerordentlich hoch. Sie wurden durch den wechselseitigen Austausch zwischen nationaler und internationaler produktionswissenschaftlicher Forschung zum Träger und Katalysator der japanischen „Automatisierungsbewegung“.

In der Automatisierungstechnik läßt sich im Rückblick eine Reihenfolge unterschiedlicher Entwicklungsschritte feststellen. Zunächst beschränkte sich die Automatisierung auf die einzelnen Bearbeitungsmaschinen und den eigentlichen Bearbeitungsprozeß. Dann weitete sich die Automatisierung auf den Bereich des Materialflusses aus. Erst im dritten Schritt erfolgte die Automatisierung im Bereich des Informationsflusses.

Anfänge der NC-Technologie

Einschneidend für die Gestaltung des japanischen Fabrikbetriebes war die Entwicklung der numerischen Steuerung von Werkzeugmaschinen, die sich hauptsächlich auf die schnell fortschreitende Entwicklung der Rechnertechnik und der Elektronik in den USA und Japan stützte. Wesentliche Grundlagen für die Innovation der numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen kamen aus Deutschland (u. a. Konrad Zuse), doch erfolgte der Durchbruch in den Vereinigten Staaten. Im Jahre 1945 stellten die Ingenieure Mauchly und Eckert in den USA den ersten elektronischen Rechner vor, der in der Fachwelt unter dem Namen ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) bekannt wurde. Die erfolgreiche Innovation der numerischen Steuerung geht dann jedoch auf das von dem Wissenschaftler Parson erdachte und mit

dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) entwickelte System einer digitalen Werkzeugmaschinensteuerung zurück.

Japan und die NC-Technologie

In Japan wurde das technologische Konzept der numerischen Steuerung erstmals 1952 bekannt. Professor Takahashi von der Universität Tôkyô berichtete in diesem Jahr auf der Automatic Control Research Conference über die Entwicklung von numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen in den USA. Ausgelöst von diesem Bericht begann eine intensive Forschung in den japanischen Werkzeugmaschinenbetrieben und in der Elektroindustrie sowie an Universitäten und staatlichen Institutionen auf diesem neuen Gebiet der Produktionstechnik. Erstes Ergebnis der gemeinsamen Anstrengungen war eine 1956 von der Firma Fujitsu vorgestellte numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, eine Revolverlochstanmaschine.

Tôkyô Institute of Technology

Sehr schnell folgten weitere Entwicklungen auf dem Gebiet der numerischen Steuerungstechnik. Schon im Jahre 1957 gab das Tôkyô Institute of Technology den Aufbau einer numerisch gesteuerten Drehmaschine für Versuchszwecke bekannt. Bald darauf entwickelte der japanische Werkzeugmaschinenhersteller Makino Milling Machine die erste japanische Vertikalfräsmaschine mit numerischer Steuerung in Kooperation mit Fujitsu. Weitere Meilensteine in den Anfängen der japanischen NC-Technologieentwicklung waren eine numerisch gesteuerte Drehmaschine der Firma Ikegai und ein vom Mechanical Engineering Laboratory des MITI (Ministry of International Trade and Industry) im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes konstruiertes Lehrenbohrwerk, welches im Jahre 1959 fertiggestellt wurde. Ein Jahr zuvor hatte Hitachi Seiki eine hydraulisch getriebene numerisch gesteuerte Fräsmaschine konstruiert, ebenfalls in Kooperation mit Fujitsu, von der zwei Stück an die Heavy Industries Nagoya Aircraft Plant geliefert wurden. Dies war die erste im Handel vertriebene numerisch gesteuerte japanische Werkzeugmaschine.

Fujitsu und Fanuc

Eine der zentralen Innovationen für die japanische NC-Maschinenindustrie war die Entwicklung des elektrischen und elektrohydraulischen Schrittmotors durch die Firmen Fujitsu und Fanuc unter der Leitung von Dr. Inaba in Zusammenarbeit mit dem Department of Precision Engineering sowie dem Electronic Sciences Laboratory. Diese Schrittmotoren ermöglichten die Konstruktion präziser, zuverlässiger, leistungsstarker und vor allem vergleichsweise preisgünstiger numerisch gesteuerter Maschinen, die auch in größeren Serien herstellbar waren und nicht zuletzt den großen wirtschaftlichen Erfolg der japanischen Werkzeugmaschinenindustrie begründeten. Aber nicht nur auf dem für die Produktionstechnik so wichtigem

Gebiet der Antriebstechnik erarbeiteten sich die japanischen Ingenieure in kurzer Zeit schnell ein eigenes Know-how. Auch in der Steuerungskonstruktion gewannen sie sehr schnell Anschluß an US-amerikanische und westeuropäische Entwicklungen. So stellten japanische Werkzeugmaschinenbetriebe zwischen 1965 und 1969 erste NC-Steuerungen mit eingebautem Minicomputer vor.

Anwendungsforschung

Die konstruktiven und steuerungstechnischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konzentrierten sich in Japan vor allem auf die Anwendungsforschung und den Transfer der neuen numerischen Steuerungstechnologie in die industrielle Praxis der verarbeitenden Industrie. Im Werkzeugmaschinenbau, in der Automobilproduktion und der Elektroindustrie gelangten erste NC-Maschinen zur Anwendung. Jedoch erst mit der wachsenden Erfahrung gewann die eigene Erschließung neuer Technologien an Bedeutung für die Produktionstechnik. Der Technologietransfer aus Westeuropa und den USA vollzog sich in den frühen Jahren der japanischen NC-Entwicklung sehr unterschiedlich. So nutzte die japanische Maschinenbauindustrie recht intensiv die Möglichkeit, Patente und Lizenzen zu erwerben sowie Kooperationsverträge mit technologisch führenden Unternehmungen des Maschinenbausektors und der Elektroindustrie abzuschließen. Die Kooperation mit europäischen und amerikanischen Unternehmungen erleichterte nicht nur den Technologietransfer, sondern vereinfachte zusätzlich die Erschließung und Durchdringung neuer Märkte.

Human Resource Management

Die japanischen Unternehmen zeigten sich, nicht zuletzt auf Grund erheblichen Facharbeitermangels, für die NC-Technik sehr aufnahmebereit. Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß der mit der Einführung der neuen NC-Technologie in den Fertigungsprozeß verbundene Fort- und Weiterbildungsbedarf in den japanischen Unternehmungen nur ein geringes Hindernis darstellte. Dies resultierte einerseits aus der Tatsache, daß die japanischen Fertigungsingenieure zu Beginn ihrer beruflichen Laufbahn zunächst im Unternehmen im Bereich der Fertigung eingesetzt wurden und damit auch auf der Benutzerebene eine oft hohe Qualifikation erwarben. Darüber hinaus führten die Steuerungs- und Maschinenhersteller zu Beginn der NC-Entwicklung intensive Schulungs- und Betreuungsprogramme durch, im Rahmen derer die Mitarbeiter der Kunden über den Zeitraum eines halben Jahres geschult und betreut wurden. Vor allem in der Einführungsphase standen dem Kunden Ingenieure des Herstellers zur Unterstützung der ersten Anwendungsschritte sowie bei der Problemanalyse zur Seite. Nicht zuletzt erhöhten diese Maßnahmen die Akzeptanz für die fortschrittliche Fertigungstechnologie. In produktionstechnischer und arbeitsorganisatorischer Hinsicht leisteten die Japaner vor

allem seit den siebziger Jahren erhebliche Beiträge zur Automatisierung des Produktionsprozesses, die sich in der Weiterentwicklung der NC-Technologie manifestieren.

So läßt sich festhalten, daß seit Mitte der sechziger Jahre der Einfluß von Automatisierung, Rechner-technik, Flexibilisierung und Dezentralisierung der Fertigungsprozesse, zu einem grundlegenden Wandel des betrieblichen industriellen Arbeitssystems und seiner wissenschaftlichen Reflexion führte. Neue Formen der Arbeitssystemgestaltung gewannen in jenen Jahren in der japanischen Industrie an Bedeutung, die durch integrativen Aufgabenzuschnitt auf eine Verringerung funktionaler Arbeitsteilung zielten.

Heute sind Entwicklung und Einsatz moderner Produktionsmittel in der japanischen Industrie durch die Integration mit der Informationstechnik geprägt, die in erster Linie auf amerikanische Basisentwicklungen und auf japanische und westeuropäische produkt- und prozeßorientierte Anwendungen zurückzuführen sind. Aus dieser Entwicklung resultieren Veränderungen der herkömmlichen Fabrikorganisation. Die verschiedenen Möglichkeiten fertigungstechnischer und organisatorischer Gestaltung des Produktionsprozesses sind eine Herausforderung nicht nur an die japanische produktionswissenschaftliche Forschung. Es gilt, unter dem Blickwinkel der gestiegenen Anforderungen im Zuge der Globalisierung, internationale Wettbewerbsvorteile durch die marktgerechte und integrative Gestaltung von Fabrikorganisation, fortschrittlichen Managementkonzepten und Automatisierungstechnik zu realisieren.

Dr.-Ing. René Haak, Deutsches Institut für Japanstudien, Tokyo