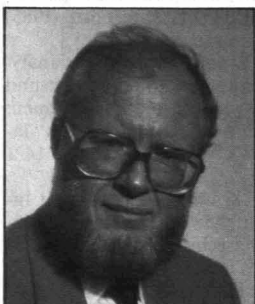


Automatisierung der Handhabung

Der Bedarf der neunziger Jahre



Dieter BIBERSCHICK, a.o.Univ.-Prof., Dipl.-Ing., Dr.techn., Jahrgang 1938. Studium Maschinenbau/Betriebswissenschaften an der TU Wien. Graduierung 1962, Promotion 1966, Habilitation 1975. Seit 1980 Extraordinarius und Leiter der Abteilung Betriebstechnik am Institut für Betriebswissenschaften, Arbeitswissenschaft und Betriebswirtschaftslehre der TU Wien.

Wegen weiter steigender Lohnkosten und Arbeitszeitverkürzungen wird sich auch in Österreich eine Entwicklung in Richtung flexibler Automatisierung fortsetzen, die zunächst nur sehr zögernd begonnen hat. Es wird versucht, aus betrieblicher Sicht den Bedarf am Beispiel der Handhabungsgeräte abzuschätzen.

Auch in Österreich immer mehr Industrieroboter

Am Ende des Jahres 1985 waren in Österreich 155 Industrieroboter im Einsatz [1], 8.800 in der BRD und 60.000 in Japan. Obwohl die letzte Zahl nur ein Schätzwert ist [2] und wegen der sich international nicht ganz deckenden Begriffe eher eine obere Grenze sein dürfte, sind hier die Größenordnungen beachtlich. Noch mehr gilt dies aber für die Steigerungsraten: Einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme von 33% in der BRD steht — wie Abb. 1 zeigt — eine ähnliche in Österreich gegenüber. Eine derartige Entwicklung war während der ziemlich schleppenden Einführung in

computergesteuerte Fertigungs-, Transport- und Lagereinrichtungen. Obwohl aus der Vergangenheit bekannt ist, daß Rationalisierungsmaßnahmen stets zu einer Erhöhung der Produktivität und damit zu höherem Wohlstand verbunden mit kürzeren Arbeitszeiten geführt haben, hat der Widerstand gegen den arbeitssparenden Maschineneinsatz eine fast 200-jährige Tradition. Eigenartig ist aber, daß besonders das Automatisierungsglied Roboter als Gefahr für die Arbeitsplätze angesehen wird. Gerade wegen der Entwicklung der Sensorik und zukünftiger Verbilligung der Geräte werden »erschreckende Auswirkungen« [3] auf den Arbeitsmarkt befürchtet.

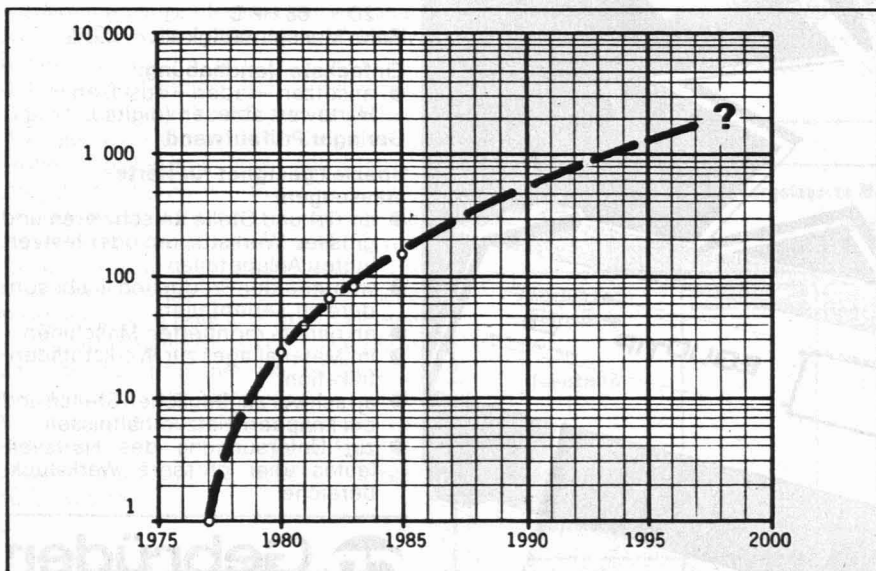


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der in Österreich eingesetzten Industrieroboter

der industriellen Praxis seit 1961 zunächst nicht abzusehen. Erst die Entwicklung der Mikroelektronik hatte etwa ab Mitte der siebziger Jahre auch auf dem Gebiet der Handhabung den Durchbruch bewirkt. Geräte zur Automatisierung der Handhabung fügen sich nun fast nahtlos zwischen

Industrieroboter und Arbeitsplätze

Wegen der typischen Struktur der österreichischen Betriebe, die immer durch die Schlagworte »keine Automobilindustrie, überwiegend Mittel- und Kleinbetriebe,

kleine Stückzahlen, rasche Reaktionen auf Marktänderungen« gekennzeichnet wird, ist die Frage zu stellen, ob sich durch die mögliche Zunahme des Einsatzes von Handhabungsgeräten wirklich nennenswerte Effekte auf den Arbeitsmarkt ergeben werden. Angesichts der hohen Steigerungsraten von zwischen 30 und 40% pro Jahr ist das Sättigungsniveau als mögliche obere Grenze einer derartigen Substitution gefragt. Eine im Jahre 1983 durchgeführte Studie [4] versuchte die Antwort auf drei Wegen:

- Eine Übertragung ausländischer Dichteziffern konnte — wegen der zeitlichen Verschiebung — als kurzfristige Vorhersage und Modifikationen ausländischer Prognosen konnten als langfristige Vorhersagen verwendet werden.
- Aus der Berufsgliederung der österreichischen Beschäftigten wurden Tätigkeiten ausgegliedert, die nach einer BRD-Studie konkreter Einsatzfälle am stärksten betroffen waren.
- Mit Hilfe statistischer Modelle der Trendextrapolation erfolgte mit Übernahme von im Ausland festgestellten Parametern ebenfalls eine Vorhersage der möglichen Entwicklung und des Sättigungsniveaus.

Die Schätzergebnisse lagen dabei in der Größenordnung von maximal 5.000 Robotern bzw. 38.000 betroffenen Beschäftigten.

Handhabungsbedarf in der Serienproduktion verschiedener Branchen

Neben der Abschätzung der Rationalisierungsfolgen wie vorher ist die Frage nach dem Bedarf an Handhabungstechnik bedeutsam, wie er sich aus betrieblicher Sicht stellt. Das Ziel einer am Institut für Betriebswissenschaften durchgeführten Studie [5] war es, einerseits einen Überblick über die seitens präsumtiver Anwender gemachten Überlegungen und andererseits Aufschlüsse über die Einsatzvoraussetzungen zu erhalten. Eine daraus abgeleitete Hochrechnung sollte außerdem den auf anderen Wegen erhaltenen Ergebnissen gegenübergestellt werden.



Von 219 auswertbaren Antworten (Die Befragung war über ein Meinungsforschungsinstitut bei Betrieben mit über 50 Beschäftigten vorgenommen worden) gaben über 70% an, schon Überlegungen im Hinblick auf den Einsatz von Industrierobotern angestellt zu haben. Dabei wurden Einsatzmöglichkeiten entsprechend der Abbildung 2 genannt, in der die Zahlen je Säule die Wirtschaftszweige laut Betriebsstättenstatistik des Österreichischen Statistischen Zentralamts bedeuten (vgl. zur Erläuterung auch Abb. 6).

Der Widerstand gegen den arbeits-sparenden Maschineneinsatz hat eine fast 200-jährige Tradition.

Werden die Bedienung von Umform- und Werkzeugmaschinen samt Manipulation und Montage zu »Handhabung« zusammengefaßt, ergibt dies fast zwei Drittel der überlegten Einsatzbereiche. Diese von der Einsatzstruktur her andere Aufteilung als z.B. in der BRD [6] ist sicher mit dem Fehlen typischer großindustrieller Anwendungsgebiete (Automobilindustrie) in Österreich zu erklären. Eine sehr interessante Überlegung kommt aus dem Textilbereich (Wirtschaftszweige 33/34), wenn z.B. überlegt wird, Roboter für das Zusammennähen von Zuschnitten einzusetzen. Auf die Frage, warum schließlich der Roboter-einsatz nicht erfolgte, wurden Gründe, wie in Abb. 3 dargestellt, genannt. Es ist zu erkennen, daß überwiegend wirtschaftliche Gründe für den Nichteinsatz ausschlaggebend sind. Technische Gründe dürften — auch wegen vielfach fehlender Informationen und Referenzanlagen — eher ein geringeres Problem bedeuten.

Für den mangelnden Robotereinsatz werden überwiegend wirtschaftliche Gründe angeführt.

Um Informationen über die Handhabungsbedürfnisse zu erhalten, wurden die Gewichte, Volumina und Hauptabmessungen der Werkstücke in Serienfertigung mit einer Losgröße von über 50 Stück — und getrennt nach Wirtschaftszweigen — ausgewertet. Als Beispiel sollen Übersichten der Wirtschaftszweige 54-58 (Erzeugung von Maschinen, elektrotechnischen Einrichtungen und Transportmitteln, zusammengefaßt) dienen: Die Verteilung der zu transportierenden Gewichte in Abb. 4 zeigt, daß 62,6% der zu handhabenden Werkstücke höchstens 20 kg wiegen, d.h. innerhalb einer Grenze der Tragfähigkeit liegen, die von etwa der Hälfte der angebotenen Handhabungsgeräte nicht überschritten wird [7].

Eine Beurteilung der Manipulierbarkeit hinsichtlich der Hauptabmessungen gestattet die Darstellung in Abb. 5. Da in jedem Falle die Größtabmessung und die

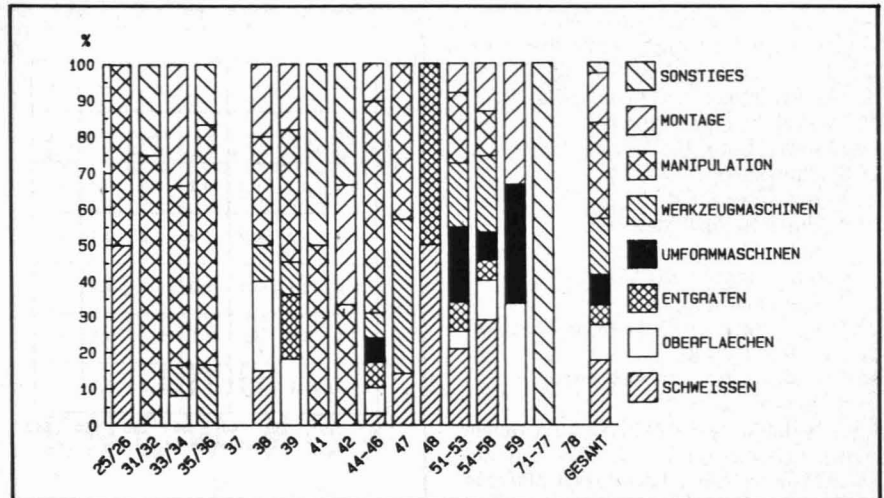


Abb. 2: Überlegungen betreffend Einsatzmöglichkeiten für Industrieroboter in verschiedenen Wirtschaftszweigen

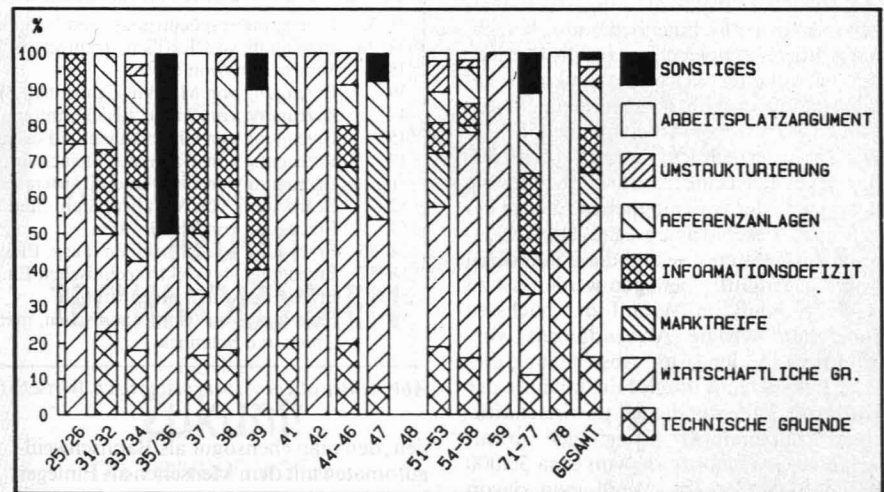


Abb. 3: Gründe für den Nichteinsatz von Industrierobotern in verschiedenen Wirtschaftszweigen

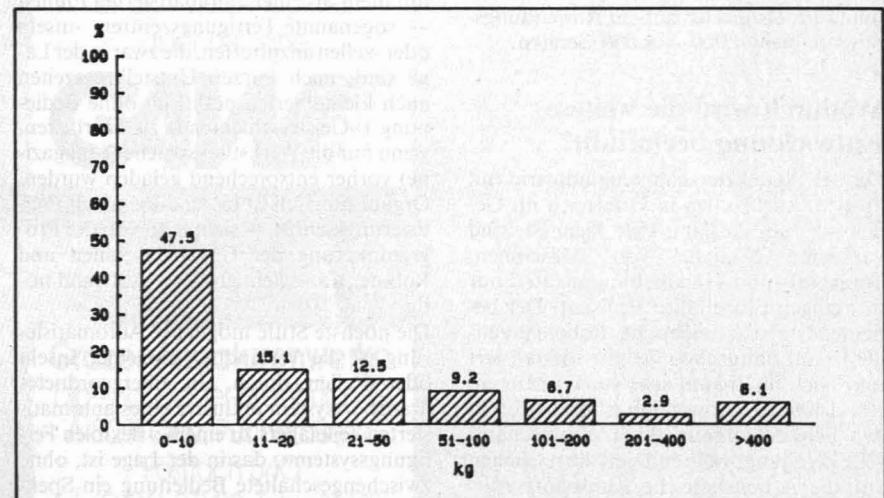


Abb. 4: Gewichtsverteilung von Serienwerkstücken in den Wirtschaftszweigen 54-58

zweitgrößte Dimension abgefragt worden waren, konnte eine zweidimensionale Häufigkeitsverteilung der Werkstückhauptabmessungen erstellt werden. Durch Summa-

tion ergibt sich, daß 90,2% der Serienwerkstücke in keiner Richtung länger als 40 cm sind, ja sogar daß 70,5% die Grenze von 20 cm nicht überschreiten.



Dieses für die betrachteten Wirtschaftszweige eher unerwartete konzentrierte Ergebnis wird durch Angaben hinsichtlich der Art der innerbetrieblichen Transporte - 50,6% Paletten mit Stapler
19,3% von Hand (!)
16,9% mit Kran
7,2% mit Wagen und
6,0% durch Stetigförderer - sowie durch Hinweise auf die Art der Werkstückzuführung zu den Maschinen - 59,2% von Hand
22,4% automatisch (Magazine, Stetigförderer, Einlegegeräte)
18,4% mit Kran oder Flaschenzug - noch unterstrichen.

Die Abschätzung der Zahl der betroffenen Arbeitsplätze geschah in der Weise, als zunächst aus der Anzahl der Arbeitsplätze in der Serienfertigung der Betriebe, die schon Überlegungen hinsichtlich eines Robotereinsatzes angestellt hatten, der Anteil inhumaner Arbeitsplätze sowie der Anteil von Einzelarbeitsplätzen und Arbeitsplätzen mit Mehrmaschinenbedienung berechnet wurde. Hochgerechnet auf die Betriebe der betrachteten Wirtschaftszweige ergaben sich die in Abb. 6 zusammengefaßten Zahlen betroffener Arbeitsplätze [5].

Die daraus errechnete Summe von 16.590 dürfte zunächst eine realistische Schätzung der Anzahl der vom möglichen Einsatz betroffenen Beschäftigten sein. Da sich jedoch die Gerätepreise und die Lohnkosten weiter gegenläufig bewegen werden, ist zu schließen, daß im Verlauf der nächsten Jahrzehnte weitere Anwendungen wirtschaftlich werden. Eine Abschätzung dieses Effektes kann durch Zunahme der Hälfte der Fälle mit derzeit unwirtschaftlichem Robotereinsatz [5] erfolgen, womit sich eine Größenordnung von etwa 30.000 Beschäftigten ergäbe. Wenn man davon ausgeht, daß ein Industrieroboter im Mittel etwa 4 Arbeitsplätze ersetzt, kommt man damit für Österreich auf ein Anwendungspotential von 4.000 — 8.000 Geräten.

Wodurch wird die weitere Entwicklung beeinflusst?

Da der Anteil der Fahrzeugindustrie mit großen Stückzahlen in Österreich im Gegensatz zum Ausland eher klein ist, sind verkettete Systeme von Maschinen, Transport- und Handhabungsgeräten nur in wenigen Einzelfällen realisiert. Der bedeutendste österreichische Roboterhersteller ist auf Bahnschweißgeräte spezialisiert und auch im Inland sehr stark vertreten. Rund 40% der Anwendungsfälle betreffen den Schweißvorgang, 35% die mechanische Fertigung, während sich die restlichen auf die Arbeitsbereiche Kunststoffverarbeitung, Montage, Printfertigung, Erodieren, Druck- und Spritzguß verteilen [8]. Der größte Teil dieser Anwendungen muß insofern als singular [7] bezeichnet werden, als punktuell jeweils ein Arbeitsplatz automatisiert wurde. Als typisches Beispiel hierfür mag der Bahnschweißroboter die-

640	--	--	--	--	--	--	--	
320	--	--	--	--	--	--	--	
160	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	--	
80	0,1	0,2	0,7	2,3	0,3	0,1	--	
40	1,3	3,1	3,1	1,0	0,9	0,4	--	
20	7,1	8,9	8,1	1,1	0,4	0,2	--	
10	29,3	25,2	4,1	1,0	0,3	0,1	--	
0								
	0	10	20	40	80	160	320	640

Abmessungen in cm

Abb. 5: Hauptabmessungen von Serienwerkstücken in den Wirtschaftszweigen 54-58

31/32	Erzeugung von Nahrungsmitteln, Getränken und Tabakverarbeitung	1.211
33/34	Erzeugung von Textilien, Textilwaren, Bekleidung und Bettwaren	785
38	Verarbeitung von Holz	1.082
39	Erzeugung von Musikinstrumenten, Sportartikeln und Spielwaren	500
44	Erzeugung von Waren aus Gummi und Kunststoffen	562
45	Erzeugung von Chemikalien und chemischen Produkten	700
47	Erzeugung von Waren aus Steinen und Erden	805
51	Erzeugung von Eisen und NE-Metallen einschl. Halbzeuge	2.866
52	Bearbeitung von Metallen, Stahl- und Leichtbau	486
53	Erzeugung von Metallwaren	2.838
54/55	Erzeugung von Maschinen (ausg. Elektromaschinen)	1.370
56/57	Erzeugung von elektrotechnischen Einrichtungen	1.431
58	Erzeugung von Transportmitteln	1.562
59	Erzeugung von feinmechanischen, medizinischen und optischen Geräten, Uhren und Schmuck	382

Abb. 6: Betroffene Arbeitsplätze nach Wirtschaftszweigen

nen, den man ebenso gut als Bahnschweißautomaten mit dem Menschen als Einleger bezeichnen könnte.

Schon in geringerem Umfang sind Systeme mit mehr als einer automatisierten Einheit — sogenannte Fertigungszentren, -inseln oder -zellen anzutreffen, die zwar in der Lage sind, nach kurzen Umstellungszeiten auch kleine Serien praktisch ohne Bedienung (»Geisterschichten«) zu bearbeiten, wenn nur die Werkstückspeicher (-magazine) vorher entsprechend geladen wurden. Organisatorisch ist bis zu diesem Automatisierungsschritt — sieht man von der Programmierung der CNC-Maschinen und Roboter ab — kein größerer Aufwand nötig.

Die höchste Stufe möglicher Automatisierung ist die Verbindung einzelner Inseln oder Zellen durch ein übergeordnetes Transportsystem inklusive eines automatisierten Teilelagers zu einem »flexiblen Fertigungssystem«, das in der Lage ist, ohne zwischengeschaltete Bedienung ein Spektrum verschiedenster Teile auch in kleinsten Losen zu bearbeiten. Die hier notwendigen höchsten Investitionen — zum Transportsystem kommen noch Hard- und Software des übergeordneten, alles steuernden Rechners und der erhebliche Organisationsaufwand betreffend Auswahl, Gestaltung,

Kennzeichnung und Gruppierung der Werkstücke — mögen ein Grund für die eher zögernde Einführung solcher »FFS« sein.

Es besteht kein Zweifel, daß es für die österreichische Wirtschaft in Zukunft noch notwendiger wird, neben der Entwicklung neuer Produkte auf die Märkte bzw. Kunden flexibel zu reagieren. Die Vorteile von Flexibilität sind allerdings mit den heute verwendeten Verfahren der Investitionsrechnung, in denen schwer quantifizierbare Größen keine Berücksichtigung finden, nicht erfassbar. Dies dürfte neben dem hohen Investitionsaufwand der ausschlaggebende Grund für den langsamen Übergang auf flexible Automatisierungsbausteine, zu denen auch die Industrieroboter gehören, sein. Allerdings werden im Zuge weiterer Arbeitszeitverkürzungen die Zwänge in Richtung Anpassung der Betriebszeiten an die Nachfrage sicher stärker werden, so daß

die an sich rechenbaren Vorteile der zeitlichen Flexibilität (»Stückzahlflexibilität«) Argumente für verstärkten Einsatz bilden werden. Vorteile werden wohl meist erst rückschauend erkannt werden.

Literatur:

- [1] KATALINIC, B.: Definitionen, Anzahl und Verteilung von Industrierobotern, in: Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift 131 (1986) 10, S. 395 — 497.
- [2] SCHWEIZER, M.: 8.800 Roboter in Deutschland, 60.000 in Japan, in: Roboter (1986) 1, S. 12 — 17.
- [3] PRAMMER, M.: Technik hat Folgen, in: Arbeitswelt-Studientexte, Wien 1986, S. 193 ff.
- [4] DELLMOUR, R. et al.: Industrieroboter in Österreich. Verbreitung und Auswirkungen bis zum Jahr 2000, Wien 1984, S. 21.
- [5] SINGER, J.: Industrieroboter Einsatzvoraussetzungen, Diplomarbeit TU Wien, Wien 1986.
- [6] WARNECKE, H.J.; SCHIELE, G.: Erfahrungen mit Industrierobotern, in: IO Management-Zeitschrift 55 (1986) 9, S. 380 — 382.
- [7] LOISEL, G.: Technisch-wirtschaftliche Aspekte der Industrieroboter-Einsatzplanung, Dissertation TU Wien, Wien 1984, S. 77.
- [8] WESESLINDTNER, H.: Roboterstudie im Auftrage des BMfWuF, Wien 1984, S. 104.

