

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Erhard Ulrich

Stufung und Messung der Mechanisierung und
Automatisierung

Juli 1968

3

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D.
Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104
zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin, Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB), 90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de: (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: gerd.peters@iab.de: (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de: Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postcheckkonto Stuttgart 163 30. Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309. ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten; Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Stufung und Messung der Mechanisierung und Automatisierung

Teil II: Messung des Technisierungsprozesses

Erhard Ulrich

Im ersten Teil wurden zunächst Begriffe und Bezeichnungen geklärt und erläutert. Weiterhin wurden Ansätze und Möglichkeiten zur Beschreibung der technischen Entwicklung bei verschiedenen Autoren aufgeführt. Die Vorgänge der Mechanisierung und Automatisierung werden durchwegs in Stufen aufgeteilt und Skalen der Mechanisierung und Automatisierung aufgestellt. Dadurch bieten sich Möglichkeiten zur Quantifizierung und Messung des Technisierungsprozesses, der, als Ganzes betrachtet, unüberblickbar und unbeschreibbar wäre. Eine systematische Betrachtung von Mechanisierungsstufen zeigt, daß die untersten Stufen der Mechanisierung, z. B. Handarbeit, Handarbeit mit Werkzeugen, Handarbeit mit fremdenergiebetriebenen Werkzeugen, relativ einfach zu analysieren sind. Mit der Stufe „Einsatz von Maschinen“ beginnt die Verzweigung und Auffächerung der Entwicklung, die dadurch entsteht, daß einzelne Systeme stärker ausgebaut werden als andere. Es schälen sich vier Hauptstufen heraus, die sich aus der Betrachtung des Zusammenwirkens des mechanischen Systems, des Steuer-, Meß-, Speicher-, Regel- und Prozeßsystems ergeben und die durch die hervorragende Funktion des Menschen im System Mensch-Maschine bezeichnet werden.

Im nun folgenden zweiten Teil wird auf diesen Grundlagen aufbauend die Möglichkeit der Messung der Mechanisierung und Automatisierung behandelt. Abschließend werden Zusammenhänge zwischen dem Grad der Mechanisierung und Automatisierung und den qualitativen und quantitativen Anforderungen an menschliche Arbeitskräfte erörtert.

Gliederung Teil II

(Teil I dieses Aufsatzes erschien in „Mitteilungen“ Nr. 2, Mai 1968, S. 28—43)

3 Messung der Mechanisierung und Automatisierung

- 3.1 Fragen der Bewertung
- 3.2 Erfassung durch Kenngrößen
- 3.3 Allgemeine mathematische Formulierung
 - 3.3.1 Die Mechanisierung des Grundvorganges
 - 3.3.2 Die Mechanisierung einer Folge von Grundvorgängen
 - 3.3.3 Die Mechanisierung einer Menge verschiedener Folgen und Vorgänge
- 3.4 Produktivität, Mechanisierung und Automatisierung
- 3.5 Liste der Bestimmungsgrößen für Kennzahlen der Mechanisierung und Automatisierung
- 3.6 Kombination der Bestimmungsgrößen zu Kennzahlen

4 Typische Beispiele zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung durch Kennzahlen

- 4.1 Der Automatisierungsgrad in der Textilindustrie
- 4.2 Die Automatisierung in der Nähmaschinenherstellung
- 4.3 Mechanisierungs- und Automatisierungsgrade in der metallverarbeitenden Industrie der UdSSR
- 4.4 Der Mechanisierungsgrad in der Industrie und im Bauwesen der UdSSR

4.5 Mechanisierungs- und Automatisierungskoeffizienten in der volkseigenen Industrie der „DDR“

4.6 Der PC-Quotient in der metallverarbeitenden Industrie der USA

4.7 Aufstellung eines „Automationsindex“

5 Aufstellung von Profilen und Verteilungsfunktionen

- 5.1 Mechanisierungsprofil nach *Bright*
- 5.2 „Taxonomie“ der Automation nach *Crossman*
- 5.3 Untersuchung der Automatisierung in der Automobilindustrie
- 5.4 Beurteilung einer automatisierten Fertigung nach VDI-Richtlinien
- 5.5 Im Rahmen einer Systemanalyse nach *Simon*

6 Die Bestimmung der Auswirkungen von Mechanisierung und Automatisierung auf den Arbeitsmarkt

- 6.1 Grundzüge der Einsatzmöglichkeiten von Mensch und Maschine
- 6.2 Darstellung der Tätigkeitsbereiche von Mensch und Maschine
- 6.3 Beziehungen zwischen den Anforderungen an die Arbeitskräfte und dem Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- 6.4 Änderung der Zusammensetzung der Beschäftigten in Abhängigkeit vom Mechanisierungsgrad

7 Abschließende Bemerkungen

3 Die Messung der Mechanisierung und Automatisierung

Die vorangegangenen Abschnitte behandelten Möglichkeiten der Aufteilung der Entwicklung der Mechanisierung und Automatisierung in Stufen und Rangordnungen durch verschiedene Autoren. Nun soll versucht werden, die zu untersuchenden Objekte — Maschinen, Vorgänge, Fertigungen, Betriebe oder Wirtschaftszweige — durch Zuordnung zu diesen Stufen oder durch vergleichende Betrachtung zu kategorisieren und den Grad der Mechanisierung meßbar zu machen. Nachdem bisher der Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad qualitativ als Stufe in einem System der Klassifizierung der technischen Entwicklung betrachtet wurde, wird nunmehr in erster Linie die quantitative Erfassung der Mechanisierungs- und Automatisierungsgrade erörtert.

Der einfachste Fall liegt vor, wenn die Untersuchungsobjekte den einzelnen Stufen zugeordnet werden. Dadurch erhält man meist Verteilungsfunktionen, die in ihrer Lage und Form zu beurteilen sind.

Schwieriger werden die Verhältnisse, wenn die Stufung so breit gewählt ist, daß innerhalb der Stufung noch Qualitätsunterschiede bestehen. Dann genügt es oft nicht, eine einfache Ja-Nein-Aussage, d. h. das Untersuchungsobjekt sei einer bestimmten Stufe zugehörig oder nicht, zu treffen.

3.1 Fragen der Bewertung

Im allgemeinen wird immer eine Bewertung notwendig sein, die bestimmten mechanisierten Vorgängen gegenüber anderen mechanisierten Vorgängen den Vorrang gibt. Ein einfaches Beispiel möge dies verdeutlichen:

Hat eine Maschine mit selbsttätiger Teilezufuhr, bei der jedoch die bearbeiteten Teile von einer Bedienungsperson aus der Maschine genommen werden müssen, einen höheren Mechanisierungsgrad als eine Maschine mit Werkstückeingabe von Hand und selbsttätiger Ausgabe der bearbeiteten Teile? In solchen Fällen, wie sie häufig bei konkreten Analysen von Betriebsabläufen auftreten, hilft ein Bewertungsschema, das jedoch aufgrund der Wahl des Gesichtspunktes der Bewertung mehr oder weniger subjektiv ist. Das Bewertungsschema wird sich meist an den anfallenden oder eingesparten Kosten je Arbeitsgang, dem Arbeitsaufwand, der Betriebssicherheit, der Zuverlässigkeit und ähnlichem ausrichten.

3.2 Erfassung durch Kenngrößen

Der Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad läßt sich weiterhin auch über Kenngrößen (z. B. Investitionen, Stromverbrauch, Anteil der Maschinenarbeiter oder -zeiten) erfassen. Die Abhängigkeit der Kenngröße vom Mechanisierungs-

grad wird im allgemeinen innerhalb einer Stufe stetig sein. Beim Übergang von einer Stufe zur anderen können Unstetigkeiten in der Kenngrößenfunktion Kenngröße = f (Mechanisierungsgrad) auftreten (Bild 3).

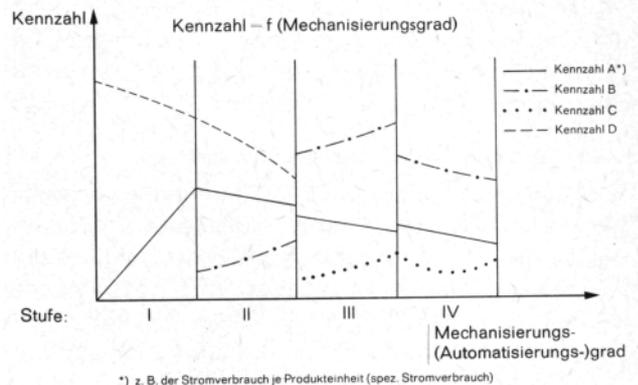


Bild 3: Mögliche Zusammenhänge zwischen Kennzahlen und dem Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad

Die Kenngrößen können eine direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad sein; sie können aber auch nur indirekt mit der Mechanisierung und Automatisierung zusammenhängen, wobei ein klarer funktionsmäßiger Zusammenhang in Verbindung mit anderen Veränderungen und Bestimmungsgrößen oder nur eine Korrelation bestehen kann. Produktivitätskennzahlen fallen zum Beispiel unter diese Rubrik.

Bild 3 erläutert Abhängigkeiten der Kenngrößen vom Mechanisierungsgrad. Auf der Abszisse sind die Mechanisierungsstufen als Abschnitte I, II, III, IV usw. aufgetragen, I sei z. B. Handarbeit mit Elektrowerkzeugen, II Arbeiten mit kleinen Maschineneinheiten, III Arbeiten mit Maschinengruppen, IV Arbeit mit Transferstraßen. Das Bild 3 zeigt mögliche Kurvenverläufe. In der unteren Mechanisierungsstufe kann eine Kenngröße, wie der Stromverbrauch je Produkteinheit durch steigende Verwendung von Werkzeugen mit Hilfsenergie, ansteigen. An den Übergangsstellen von einer Stufe zur anderen können Sprünge und Knickpunkte (Unstetigkeiten) auftreten. Es gibt Kennzahlen, die nur für einen bestimmten Bereich der Abszisse Gültigkeit haben. Zum Beispiel wäre die Auszählung der repetitiv Arbeitenden in einem Betrieb mit viel Handarbeit und maschinell angetriebenen Handwerkszeugen zur Ermittlung des Mechanisierungsgrades kaum sinnvoll. Sprünge im Kurvenverlauf am Übergang von einer Stufe zur anderen treten auf, wenn Kennzahlen nur bestimmte Gesichtspunkte der Mechanisierungsmaßnahme berücksichtigen, wie etwa den Investitionsaufwand oder die Anzahl der Meß- und Regelgeräte.

3.3 Allgemeine mathematische Formulierung

Bei der Beschreibung der Erfassung des Mechanisierungsgrades durch Kenngrößen im vorigen Abschnitt wurde angenommen, daß der Mechanisierungsgrad, der auf der Abszisse abgetragen wird, skalierbar und meßbar ist. Es soll nun versucht werden, eine objektive Maßskala für den Mechanisierungsgrad zu definieren. Hierzu betrachtet man die Mechanisierung und Automatisierung in verschiedenen Ebenen:

3.3.1 Die Mechanisierung des Grundvorganges

Der Arbeitsprozeß wird in Elementarvorgänge aufgeteilt. Ein nicht mehr aufteilbares Element wird als Grundvorgang bezeichnet. Bei jedem Grundvorgang betrachtet man eine Tätigkeit, die sich in einer Änderung des Materials, der Energie, der Information, des Werkzeugs und sonstiger Hilfsmittel oder der Hilfsstoffe äußert. Bild 4 zeigt ein Schema des Grundvorganges. Man stellt sich einen Fluß des Mediums, z. B. des Materials, der Energie, der Information, der Werkzeuge oder der Hilfsstoffe, vor. Der Grundvorgang bewirkt eine Änderung des Mediums. Die Änderung kann durch direkten Eingriff des Menschen oder selbsttätig erfolgen. Je gründlicher der analysierte Prozeß in Elementarvorgänge unterteilt ist, um so weniger werden sich Übergänge zwischen den beiden Aussagen „direkter Eingriff des Menschen“ (Mechanisierungsgrad 0) und „selbsttätige Änderung“ (Mechanisierungsgrad bzw. Automatisierungsgrad 1) finden lassen. Dieser Ansatz zeigt, daß Mechanisierung und Automatisierung hier nicht unterschieden werden können. Betrachtet man ein Element eines Prozesses, das nicht mehr weiter aufgliederungsfähig ist, so sind eben nur zwei Möglichkeiten denkbar: entweder der Eingriff des Menschen ist notwendig oder er ist nicht notwendig; dann erfolgt die Änderung selbsttätig. Im folgenden wird auf diesem Mechanisierungsgrad des Elementarvorganges, der mit μ_G bezeichnet wird, aufgebaut.

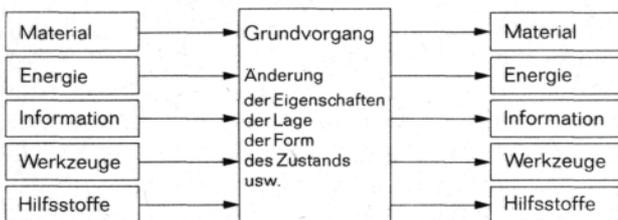
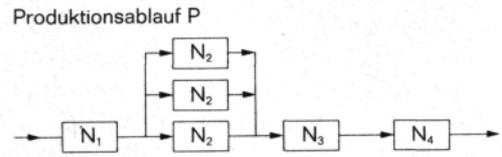


Bild 4: Schema des Grundvorganges

3.3.2 Die Mechanisierung einer Folge von Grundvorgängen

Zur Festlegung des Mechanisierungsgrades einer Produktionsfolge, die sich aus mehreren Grundvorgängen zusammensetzt, bedient man sich eines Schemas nach Bild 5. Ein Produktionsablauf setzt sich aus den Grundvorgängen $N_1, N_2, N_3 \dots N_i$

zusammen. Die Grundvorgänge $N_1, N_2, N_3 \dots N_i$ haben im Produktionsablauf P unterschiedliche Mechanisierungsgrade des Grundvorganges μ_{Gi} .



Grundvorgang:	N_1	N_2	N_3	N_4
Zahl der Vorgänge:	$n_1 = 1$	$n_2 = 3$	$n_3 = 1$	$n_4 = 1$
Mechan.-Grad (des Grundvorganges):	μ_{G1}	μ_{G2}	μ_{G3}	μ_{G4}
Bewertung des Grundvorganges:	c_{F1}	c_{F2}	c_{F3}	c_{F4}

Mechanisierungsgrad des Produktionsablaufes P:

$$\mu_F = \frac{n_1 \mu_{G1} \cdot c_{F1} + n_2 \mu_{G2} c_{F2} + n_3 \mu_{G3} c_{F3} + n_4 \mu_{G4} c_{F4}}{n_1 c_{F1} + n_2 c_{F2} + n_3 c_{F3} + n_4 c_{F4}}$$

Bild 5: Schema des Produktionsablaufes P

Die Kennziffer für den Mechanisierungsgrad der Produktionsfolge erhält man als Verhältnis der Summe der mechanisierten Grundvorgänge der Folge zur Summe aller Grundvorgänge der Produktionsfolge:

$$\mu_F = \frac{\sum n_i \mu_{Gi} c_{Fi}}{\sum n_i c_{Fi}} \quad [1]$$

Der Faktor c_F bewertet — als Gewichtungssystem — die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade, Leistungen und Wirkungen der Grundvorgänge. n_i gibt an, wie oft ein Grundvorgang N_i gleichen Mechanisierungsgrades und gleicher Bewertung innerhalb einer Produktionsfolge auftritt.

Der übliche Gebrauch des Wortes „Grad“ in Wortverbindungen wie Wirkungsgrad, Einsatzgrad, Ausnutzungsgrad und Aufmerksamkeitsgrad deutet bereits an, daß jeweils ein Teilaspekt einer Sache im Vergleich zu dem Gesamtaspekt betrachtet wird. Die Bezeichnung „Grad“ deutet auf das Verhältnis zweier Größen gleicher Art hin. Es handelt sich bei der Angabe eines Grades fast durchweg um einen Quotienten, bei dem eine Teilmenge auf eine Gesamtmenge bezogen ist.²⁾ Nach dem gleichen Prinzip sind die hier angeführten Formeln aufgebaut.

3.3.3 Die Mechanisierung einer Menge verschiedener Folgen und Vorgänge

Zur Charakterisierung des Mechanisierungsgrades einer Menge verschiedener Produktionsfolgen oder -vorgänge P_i dient der Mechanisierungs-

¹⁾ Hier und in den folgenden Formeln müßte korrekterweise der Index „ N_i “ anstelle „ i “ auftreten, also etwa n_{N_i} statt n_i und c_{FN_i} statt c_{Fi} . Darauf wird hier verzichtet.

²⁾ siehe auch DIN 5485 Ausgabe 7.60: „Verwendung der Wörter Konstante, Koeffizient, Zahl, Faktor, Grad und Maß“.

grad der Menge μ_M . Er kann auch als Mechanisierungsgrad der Verbreitung oder als Verbreitung der Mechanisierung betrachtet werden. Er basiert auf dem Vergleich einer mechanisierten Menge zu der Gesamtmenge. Er wird ausgedrückt durch den Quotienten:

$$\mu_M = \frac{\sum p_i \mu_{F_i} c_{M_i}}{\sum p_i c_{M_i}} \quad [2]$$

Der Faktor c_M enthält Bewertungen, die die unterschiedlichen Leistungen und Wirkungen der einzelnen Anlagen oder der jeweiligen Maschinen u. ä. berücksichtigen, p_i gibt an, wie oft ein Produktionsablauf P_j gleichen Mechanisierungsgrades und gleicher Bewertung innerhalb einer Menge verschiedener Produktionsfolgen auftritt. Die Abstufung: Grundvorgang, Folge, Menge ist selbstverständlich keine starre Stufung. Genaue Analysen können zu Zwischenstufen führen. Der ursprünglich als Grundvorgang angesehene Prozeß kann wiederum aufteilbar sein. Bei überschlüssigen oder weniger aufwendigen Erhebungen kann man auf Abstufungen verzichten. Aus dem Aufbau der Formeln ist ersichtlich, daß sie jeweils analog für andere Anwendungsfälle meist nur durch Änderung der Indices aufgebaut werden können. Kennzahlen für die Automatisierung und Mechanisierung, die den in den Formeln dargelegten Grundsätzen entsprechen, werden im allgemeinen aussagekräftiger sein als solche, die nach anderen Prinzipien aufgebaut sind. Durch die Bildung eines Quotienten aus einer Teilmenge, bezogen auf die Gesamtmenge, entfällt die Dimension, wodurch die Kennzahlen Vergleiche zwischen verschiedenen Untersuchungsobjekten eher zulassen als dimensionsbehafte Kenngrößen.

3.4 Produktivität, Mechanisierung und Automatisierung

Diese Untersuchung befaßt sich mit den Möglichkeiten, technische Veränderungen über die Mechanisierung und Automatisierung oder vielmehr über die Vorstellungen, die man mit den Begriffen „Mechanisierung“ und „Automatisierung“ verbindet, zu erfassen und zu messen. Die Analyse geht hier primär von technischen und betrieblichen Gegebenheiten aus und nur hilfswise werden wegen des Fehlens von Bewertungseinheiten, die zu vergleichbaren Zahlen oder überhaupt zu zählbaren Mengen führen, wirtschaftliche Maßeinheiten verwendet. Abgesehen von den zahlreichen Versuchen, den technischen Fortschritt ökonomisch über Produktivitätszerlegungen und Produktionsfunktionen zu erfassen, sind die Ansätze, über technische und betriebliche Größen empirische Aussagen über den Fortschritt der Technik zu gewinnen, spärlich. Im folgenden werden verschiedene Ansätze behandelt, aus technologischer Sicht den technischen Stand,

ausgedrückt durch die Stichworte „Mechanisierungsgrad“ und „Automatisierungsgrad“, zu erfassen.

3.5 Liste der Bestimmungsgrößen für Kennzahlen der Mechanisierung und Automatisierung

Man kann die in der Literatur aufgeführten Kenndaten in vier Rubriken unterteilen:

1. Daten, die Menschen betreffen; als Dimension und Zählgrößen dienen die Zahl der Menschen oder der menschlichen Tätigkeiten, Zeiten der menschlichen Tätigkeit (z. B. Arbeitszeiten) und Werte (z. B. Löhne und Gehälter).
2. Daten, die Maschinen betreffen; die Erfassung kann über die Anzahl, über Zeitgrößen oder über Wertgrößen erfolgen.
3. Daten, die die Produktion betreffen; neben der Anzahl der Produkte, den Zeiten und den Werten können hier noch verschiedene physikalische Größen als Einheit auftreten.
4. Daten, die das Kapital betreffen; hier kommen nur Werteinheiten als Dimension infrage.

In der Liste ist in einer Spalte eine Bewertung des Informationsstandes für westdeutsche Verhältnisse versucht.

Dabei bedeutet

- 1 es werden Zahlen regelmäßig veröffentlicht
- 2 Zahlen werden unregelmäßig veröffentlicht
- 3 Zahlen sind vorhanden, aber nicht veröffentlicht, meist betriebsinterne Zahlen
- 4 Zahlen, deren Erfassung möglich wäre
- 5 Zahlen, deren Erfassung möglich wäre, wobei jedoch die Erfassung aufwendig ist
- 0 Erfassung von Zahlen kaum denkbar.

Innerhalb der Spalte ist unterschieden zwischen Zahlen für verschiedene Betriebe und Unternehmen und Zahlen für einzelne Wirtschaftszweige oder die gesamte Volkswirtschaft.

3.6 Kombination der Bestimmungsgrößen zu Kennzahlen

Die in der Liste aufgeführten Bestimmungsgrößen können nun zu Kennzahlen kombiniert werden. Da es sich meistens um die Bildung eines Quotienten aus zwei — oder in besonderen Fällen auch mehr — Bestimmungsgrößen handelt, ist eine zweidimensionale Darstellung, wie in der Tabelle 1 angeführt, günstig. Auf den beiden Achsen sind die Bestimmungsgrößen in der gleichen Reihenfolge wie in der Liste des vorangegangenen Abschnitts angeführt. Die Daten sind wie in der Liste unterteilt in solche, die Menschen, die Maschinen, die die Produktion und die das Kapital betreffen. Eine weitere Rubrik ist mit „1“ bezeichnet; das soll andeuten, daß eine Bestimmungsgröße an sich oder ihr Kehrwert als Kenn-

Liste der Bestimmungsgrößen der Mechanisierung und Automatisierung

Kategorien	Bewertung des Informationsstandes	
	Betriebe Unternehmen	Wirtsch.-Zweige Volkswirtschaft.
Menschen:		
Manuell Arbeitende	4	4 - 5
Manuelle Verfahrensschritte	4	0
„Mechanisch“ Arbeitende (Bedienen)	4	4 - 5
Arbeiter an Automaten (Beob., Überw.)	4	4 - 5
Arbeitsplätze an Masch. u. Apparaten	4 - 3	0
Arbeitsplätze an Automaten	4 - 3	4 - 5
Nicht repetitiv Arbeitende	4	0
Nicht repetitiv und repetitiv Arbeitende	1	1
Bereitschaftszeit, ohne tätig zu sein	5 - 6	0
Hilfskräfte, Handlanger	3 - 4	2
Facharbeiter und angeleitete Arbeiter	2 - 3	2
Einrichter, Kontrolleure	3 - 4	5
Meister	3 - 4	2, 5
Techniker, Ingenieure	2 - 3	2, 4
Arbeitsvorbereiter	3 - 4	5
„white collar“ in der Produktion	4	4 - 5
„blue collar“ in der Produktion	4	4 - 5
Gesamtarbeitsplätze	2 - 3	5
Arbeiter in der Produktion	2 - 3	2, 5
Beschäftigte i. d. Produktion (Fert.-Zeit)	2 - 3	4 - 5
Produktionsarbeiter und Ingenieure mit Überwachungs- und Kontrolltätigkeit	4	5
Gesamtbeschäftigte	1 - 2	1
Maschinen:		
Maschinen und Automaten	3 - 4	0
Mechanisierte Maschinen und Anlagen	4	1 ³⁾ , 5
„Teil“ automatisierte Masch. u. Anlagen	4	0
„Hoch“ automatisierte Masch. u. Anlagen	2 - 3	0
„Voll“ automatisierte Masch. u. Anlagen	2 - 3	0
Meß-, Regel- und Steuergeräte	4 - 5	0
Funktionen, Verfahrensschritte	4 - 5	0
Mechanische Schritte	4 - 5	0
Automatische Schritte	4 - 5	0
Produktion:		
Produktion (Netto-)	3	1
Produktion best. Waren u. Warengruppen	3 - 2	1
Max.-techn. Ausstoß (Vollauslastung)	3 - 4	5
Erzeugung d. mechanisierten Maschinen	2 - 4	5
Erzeugung der automatisierten Masch.	2 - 4	4 - 5
Energieverbrauch	3	1
Vermögen und Kapital:		
Anlagevermögen	1 ⁴⁾ 5)	1 ⁴⁾ 5)
Maschinen und maschinelle Anlagen	1 ⁴⁾	4
Fertigungsanlagekosten (Abschreibungs-, Unterhaltungs- und Zinskosten für die unmittelbar der Fertigung dienenden Maschinen und Automaten)	3 - 5	5
Investitionen	1 ⁵⁾	1
Rationalisierungsinvestitionen	3 - 4	0
Neuinvestitionen (ohne Ersatzinvest.)	2 - 4	2 ⁴⁾
Bruttoausrüstungsinvestitionen	1	1
Kapitalkosten (Abschreibungen für Anlagen — Afa und Zinsen)	3	z. T. 1 ⁴⁾
Umsatz	1 ⁴⁾	1

³⁾ für die Bauindustrie

⁴⁾ Differenz zwischen veröffentlichten und „wahren“ Werten

⁵⁾ bei Aktiengesellschaften

größe in Frage kommt, d. h. die Kenngröße ist ein Quotient, dessen Nenner bzw. dessen Zähler eine „1“ ist. Die Systematik ist so aufzufassen, daß die Bestimmungsgrößen in den Spalten im Zähler des Quotienten stehen, während die Bestimmungsgrößen in den Zeilen im Nenner stehen.

Nach den Ausführungen in Abschnitt 3.3, S. 104; sind immer dann direkte Kennzahlen für die Mechanisierung und Automatisierung zu erwarten, wenn eine Teilmenge auf die entsprechende Gesamtmenge bezogen wird. In der Darstellung innerhalb der Tabelle sind diese Kennzahlen in den Feldern, die durch die Diagonale von links oben nach rechts unten gekennzeichnet sind.

Bezieht man jede der hier aufgeführten 46 Bestimmungsgrößen auf die andere und erkennt die Reziprokwerte als besondere Kennzahl nicht an, so ergeben sich $(46^2 - 46)/2 = 1035$ Kennzahlen. Berücksichtigt man noch, daß teilweise als Zählgrößen die Anzahl (Menschen, Verfahren, Maschinen), Zeiten und Werte in Frage kommen, so vervielfacht sich die Zahl und man kann ohne Mühe einige tausend Kennzahlen definieren. (Maximal 9453 Kombinationsmöglichkeiten, wenn alle Bestimmungsgrößen in drei verschiedenen Dimensionen meßbar wären, wobei jedoch auch unvernünftige und unbrauchbare Kombinationen auftreten.) Man ersieht daraus, daß es nicht darum geht, mögliche Kennzahlen festzulegen, sondern aus einer vorhandenen Anzahl von Bestimmungsgrößen einige wenige Kennzahlen herauszusuchen, die aussagekräftig sind und für die Zahlenmaterial zur Verfügung steht oder beigebracht werden könnte. In einzelnen Feldern der Tabelle sind daher an bestimmten Stellen Kennzahlen markiert, die als Maßzahlen für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad besonders in Frage kommen. Es wird unterschieden zwischen direkten Maßzahlen für die Mechanisierung und Automatisierung mit den Symbolen • und ◦, wobei die direkten Maßzahlen, die bereits in praktischen Auswertungen verwendet wurden, durch das Symbol • gekennzeichnet sind, und mit dem Symbol (◦) solche Maßzahlen, die nur mit Vorbehalten für die Mechanisierung und Automatisierung herangezogen werden können, da sie von anderen Einflußgrößen mitbestimmt werden. Weiterhin sind noch indirekt mit der Mechanisierung und Automatisierung zusammenhängende Kennzahlen mit dem Symbol × aufgeführt und letztlich Hilfszahlen zur Bestimmung oder Bewertung der Maßzahlen für Mechanisierungs- und Automatisierungsgrade, die mit „h“ bezeichnet werden. Die Hilfszahlen können als Koeffizienten aufgefaßt werden, die bei der Summierung und Zusammenfassung verschiedener Kenngrößen berücksichtigt werden müssen. Die Ziffern in den Markierungen verweisen auf die Fundstelle im Literaturverzeichnis.

Tab. 1 Systematik zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung

Kategorie	Dimension	Ifd. Nr.	Bestimmungsgröße im Nenner Bezeichnung	Bestimmungsgröße im Zähler (Bezeichnung durch laufende Nummer)																					
				Menschen																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
Menschen	Anzahl, Zeiten, Werte (Löhne, Gehälter)	1	Manuell Arbeitende	■																					
		2	Manuelle Verfahrensschritte		■																				
		3	Mechanisch Arbeitende (bedienen)			■																			
		4	Arbeiter an Automaten (beob., überw.)				■																		
		5	Arbeitsplätze an Masch. u. Apparaten					■																	
		6	Arbeitsplätze an Automaten						■																
		7	Nicht repetitiv Arbeitende							■															
		8	Nicht repetitiv und repetitiv Arbeitende								o 45	■													
		9	Bereitschaftszeit ohne tätig zu sein										■												
		10	Hilfskräfte, Handlanger											■											
		11	Facharbeiter und angelernte Arbeiter												■										
		12	Einrichter, Kontrolleure													■									
		13	Meister														■								
		14	Techniker, Ingenieure															■							
		15	Arbeitsvorbereiter																■						
		16	„white collar“ in der Produktion																	■					
		17	„blue collar“ in der Produktion																		■				
		18	Gesamtarbeitsplätze								o	o													
		19	Arbeiter in der Produktion	● 30		● 24 30	● 24 30															×	×		
		20	Beschäftigte i. d. Produktion (Fert.-Zeit)	o		o 42	o 42									o						×	×		
		21	Produktionsarbeiter und Ingenieure mit Überwachungs- und Kontrolltätigkeit																						
		22	Gesamtbeschäftigte	(o)		(o)	(o)															×	×		
Maschinen	Anzahl, Zeiten, Werte	23	Maschinen und Automaten																						
		24	Mechanisierte Maschinen und Anlagen																						
		25	„Teil“ automatisierte Masch. u. Anlagen																						
		26	„Hoch“ automatisierte Masch. u. Anlagen																						
		27	„Voll“ automatisierte Masch. u. Anlagen																						
		28	Meß-, Regel- und Steuergeräte																						
		29	Funktionen, Verfahrensschritte																						
		30	Mechanische Schritte																						
		31	Automatische Schritte																						
		Produktion	Anzahl, phys. Größen, Zeiten, Werte	32	Produktion (Netto-)																				
33	Produktion best. Waren o. Warengruppen																								
34	Max. techn. Ausstoß (Vollauslastung)																								
35	Erzeugung d. mechanisierten Maschinen																								
36	Erzeugung d. automatisierten Maschinen																								
37	Energieverbrauch																								
Vermögen und Kapital	Werte	38	Anlagevermögen																						
		39	Maschinen und maschinelle Anlagen																						
		40	Fertigungsanlagekosten *)																						
		41	Investitionen																						
		42	Rationalisierungsinvestitionen																						
		43	Neuinvestitionen (ohne Ersatz)																						
		44	Bruttoausrüstungsinvestitionen																						
		45	Kapitalkosten (Afa + Zinsen)																						
		46	Umsatz																						
		Nenner = 1																							

Zeichenerklärung

- o = direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- = bereits in Auswertungen verwendete direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- (o) = Maßzahl mit Vorbehalten

- × = sonstige bereits in Auswertungen verwendete Kennzahl, jedoch nur indirekt mit Mechanisierung und Automatisierung zusammenhängend
- h = Hilfszahl zur Bestimmung oder Bewertung der Maßzahlen für Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad

*) Abschreibungs-, Unterhaltungs- und Zinskosten für die unmittelbar der Fertigung dienenden Maschinen und Automaten
Die Ziffern geben die Nummern im Literaturverzeichnis an

noch Tab. 1 Systematik zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung

Kategorie	Dimension	ifd. Nr.	Bestimmungsgröße im Nenner Bezeichnung	Bestimmungsgröße im Zähler (Bezeichnung durch laufende Nummer)																			
				Menschen																			
				13	14	15	16	17	18	19	20	21	22										
Menschen	Anzahl, Zeiten, Werte (Löhne, Gehälter)	1	Manuell Arbeitende																				
		2	Manuelle Verfahrensschritte																				
		3	Mechanisch Arbeitende (bedienen)																				
		4	Arbeiter an Automaten (beob., überw.)																				
		5	Arbeitsplätze an Masch. u. Apparaten																				
		6	Arbeitsplätze an Automaten																				
		7	Nicht repetitiv Arbeitende																				
		8	Nicht repetitiv und repetitiv Arbeitende																				
		9	Bereitschaftszeit ohne tätig zu sein																				
		10	Hilfskräfte, Handlanger																				
		11	Facharbeiter und angeleitete Arbeiter																				
		12	Einrichter, Kontrolleure																				
		13	Meister		■																		
		14	Techniker, Ingenieure			■																	
		15	Arbeitsvorbereiter				■																
		16	„white collar“ in der Produktion					■															
		17	„blue collar“ in der Produktion						■														
		18	Gesamtarbeitsplätze							■													
		19	Arbeiter in der Produktion								■												
		20	Beschäftigte i. d. Produktion (Fert.-Zeit)	×								■										● 29	
		21	Produktionsarbeiter und Ingenieure mit Überwachungs- und Kontrolltätigkeit										■										
		22	Gesamtbeschäftigte			×	×						×										
Maschinen	Anzahl, Zeiten, Werte	23	Maschinen und Automaten																				
		24	Mechanisierte Maschinen und Anlagen																				
		25	„Teil“ automatisierte Masch. u. Anlagen																				
		26	„Hoch“ automatisierte Masch. u. Anlagen																				
		27	„Voll“ automatisierte Masch. u. Anlagen																				
		28	Meß-, Regel- und Steuergeräte																				
		29	Funktionen, Verfahrensschritte																				
		30	Mechanische Schritte																				
		31	Automatische Schritte																				
		Produktion	Anzahl, phys. Größen, Zeiten, Werte	32	Produktion (Netto-)																		
33	Produktion best. Waren o. Warengruppen																						
34	Max. techn. Ausstoß (Vollauslastung)																						
35	Erzeugung d. mechanisierten Maschinen																						
36	Erzeugung d. automatisierten Maschinen																						
37	Energieverbrauch																						
Vermögen und Kapital	Werte	38	Anlagevermögen																				
		39	Maschinen und maschinelle Anlagen																				
		40	Fertigungsanlagekosten *)																				
		41	Investitionen																				
		42	Rationalisierungsinvestitionen																				
		43	Neuinvestitionen (ohne Ersatz)																				
		44	Bruttoausrüstungsinvestitionen																				
		45	Kapitalkosten (Afa + Zinsen)																				
		46	Umsatz																				
Nenner = 1																							

Zeichenerklärung

- o = direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- = bereits in Auswertungen verwendete direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- (o) = Maßzahl mit Vorbehalten

- × = sonstige bereits in Auswertungen verwendete Kennzahl, jedoch nur indirekt mit Mechanisierung und Automatisierung zusammenhängend
- h = Hilfszahl zur Bestimmung oder Bewertung der Maßzahlen für Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad

*) Abschreibungs-, Unterhaltungs- und Zinskosten für die unmittelbar der Fertigung dienenden Maschinen und Automaten
Die Ziffern geben die Nummern im Literaturverzeichnis an

noch Tab. 1 Systematik zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung

Kategorie	Dimension	lfd. Nr.	Bestimmungsgröße im Nenner Bezeichnung	Bestimmungsgröße im Zähler (Bezeichnung durch laufende Nummer)																		
				Maschinen																		
				23	24	25	26	27	28	29	30	31										
Menschen	Anzahl, Zeiten, Werte (Löhne, Gehälter)	1	Manuell Arbeitende																			
		2	Manuelle Verfahrensschritte		h 23																	
		3	Mechanisch Arbeitende (bedienen)																			
		4	Arbeiter an Automaten (beob., überw.)							h 23												
		5	Arbeitsplätze an Masch. u. Apparaten																			
		6	Arbeitsplätze an Automaten																			
		7	Nicht repetitiv Arbeitende																			
		8	Nicht repetitiv und repetitiv Arbeitende																			
		9	Bereitschaftszeit ohne tätig zu sein																			
		10	Hilfskräfte, Handlanger																			
		11	Facharbeiter und angelernte Arbeiter	o 44	o 44	o 44	o 44	o 44	o 44	o 44												
		12	Einrichter, Kontrolleure																			
		13	Meister																			
		14	Techniker, Ingenieure																			
		15	Arbeitsvorbereiter																			
		16	„white collar“ in der Produktion																			
		17	„blue collar“ in der Produktion																			
		18	Gesamtarbeitsplätze																			
		19	Arbeiter in der Produktion	o 42	o 42	o 42					o											
		20	Beschäftigte i. d. Produktion (Fert.-Zeit)	o 43	o 48	o	o	o 48	o													
		21	Produktionsarbeiter und Ingenieure mit Überwachungs- und Kontrolltätigkeit																			
		22	Gesamtbeschäftigte	(o)	(o)	(o)	(o)	(o)														
Maschinen	Anzahl, Zeiten, Werte	23	Maschinen und Automaten		• 20	o	• 20	o	o													
		24	Mechanisierte Maschinen und Anlagen																			
		25	„Teil“ automatisierte Masch. u. Anlagen																			
		26	„Hoch“ automatisierte Masch. u. Anlagen																			
		27	„Voll“ automatisierte Masch. u. Anlagen																			
		28	Meß-, Regel- und Steuergeräte																			
		29	Funktionen, Verfahrensschritte																			
		30	Mechanische Schritte																			
		31	Automatische Schritte																			
		34	Max. techn. Ausstoß (Vollauslastung)																			
Produktion	Anzahl, phys. Größen, Zeiten, Werte	32	Produktion (Netto-)																			
		33	Produktion best. Waren o. Warengruppen																			
		34	Max. techn. Ausstoß (Vollauslastung)																			
		35	Erzeugung d. mechanisierten Maschinen																			
		36	Erzeugung d. automatisierten Maschinen																			
Vermögen und Kapital	Werte	37	Energieverbrauch																			
		38	Anlagevermögen	x	o 42	o 42																
		39	Maschinen und maschinelle Anlagen																			
		40	Fertigungsanlagekosten *)																			
		41	Investitionen																			
		42	Rationalisierungsinvestitionen																			
		43	Neuinvestitionen (ohne Ersatz)																			
		44	Bruttoausstattungsinvestitionen																			
		45	Kapitalkosten (Afa + Zinsen)																			
		46	Umsatz																			
Nenner = 1																						

Zeichenerklärung

- o = direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- = bereits in Auswertungen verwendete direkte Maßzahl für den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad
- (o) = Maßzahl mit Vorbehalten

- x = sonstige bereits in Auswertungen verwendete Kennzahl, jedoch nur indirekt mit Mechanisierung und Automatisierung zusammenhängend
- h = Hilfszahl zur Bestimmung oder Bewertung der Maßzahlen für Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad

*) Abschreibungs-, Unterhaltungs- und Zinskosten für die unmittelbar der Fertigung dienenden Maschinen und Automaten
Die Ziffern geben die Nummern im Literaturverzeichnis an

4. Typische Beispiele zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung durch Kennzahlen

Die nachfolgenden Beispiele sollen in Grundzügen und teils nur andeutungsweise die bisherigen praktischen Versuche zur Erfassung der Mechanisierung und Automatisierung verdeutlichen:

4.1 Der Automatisierungsgrad in der Textilindustrie

Für die Textilindustrie wählt H. G. *Schachtschabel* (20) als Kennzahl für den Automatisierungsgrad die Zahl der Anbau- und Vollautomaten, bezogen auf den gesamten Produktionsapparat. Diese Kennzahlen wurden für verschiedene Länder innerhalb der EWG für die Textilindustrie ermittelt, z. B. bringt *Schachtschabel* folgende Tabelle:

Tab. 2: Automatisierungsgrad in der Textilindustrie verschiedener Länder der EWG in den Jahren 1955 und 1962

Land	Automatisierungsgrad*)	
	1955	1962
Bundesrepublik	40 %	70 %
Frankreich	47,5 %	62 %
Italien	66,8 %	83,5 %
Niederlande	25,6 %	60,1 %
Belgien	27,8 %	41,9 %
EWG	48 %	68 %

*) $\frac{\text{Zahl der Anbau- und Webautomaten}}{\text{Gesamtzahl der Webstühle}} \cdot 100$

4.2 Die Automatisierung in der Nähmaschinen-Herstellung

Aufgrund einer Untersuchung im Jahre 1958 in einer Anzahl Unternehmen der Nähmaschinenindustrie in Italien (21) gibt P. Naville (21,21 a) folgende Berechnung der Automatisierung bei der Herstellung von Nähmaschinen an. Man bezieht die Maschinenzeit der Maschinen der verschiedenen Mechanisierungsstufen (1. Einzweckmaschinen, 2. Mehrzweckmaschinen, 3. Maschinen mit Meß- und Speichervorrichtung, 4. Mehrzweck-Universalmaschinen, 6. Mehrzweck-Rundtischmaschinen, 6. Transfermaschinen) auf die gesamte Fertigungszeit der Maschinen. Außerdem untergliedert man die Fertigung in die einzelnen Fertigungsabschnitte. Für eine „Gruppe“ von Unternehmen der Nähmaschinenindustrie stellt *Naville* folgende Tabelle 3 auf. In jedem Feld ist links unten der Prozentsatz der Maschinenzeit jeder Stufe, bezogen auf die Maschinenzeit der Maschinen aller Stufen, angegeben (alle diese Zahlen von links nach rechts gelesen ergeben die Verteilungsfunktion der Maschinenzeiten eines Fertigungsabschnittes über die verschiedenen Automatisierungsstufen). Die rechte obere Zahl ist die Maschinenzeit der Ma-

schinen innerhalb der einzelnen Fertigungsabschnitte, innerhalb einer Automatisierungsstufe, bezogen auf die gesamte Maschinenzeit der Maschinen einer bestimmten Automatisierungsstufe. (Die Zahlen geben von oben nach unten innerhalb einer Zeile gelesen, die Verteilungsfunktion der Maschinenzeit von Maschinen einer bestimmten Automatisierungsstufe über die verschiedenen Fertigungsabschnitte wieder.) Der Anteil der Maschinenzeit an der gesamten Fertigungszeit, einschließlich Handarbeit, wird hier als Kennzahl jedoch nicht erwähnt.

4.3 Mechanisierungs- und Automatisierungsgrade in der metallverarbeitenden Industrie der UdSSR

A. *Zvorykin* beschreibt die Art der Erfassung des Mechanisierungs- und Automatisierungsgrades an Beispielen der Wirtschaft der UdSSR (22, 23). Zunächst wird der Anteil P_m der Arbeiter W_m , die mechanisierte Arbeit durchführen, an der Gesamtarbeiterzahl W eines Betriebes, einer Fabrik, einer Industrie oder eines Industriezweiges bestimmt.

$$P_m = \frac{W_m}{W} \quad [3]$$

Der Quotient wird auch als Mechanisierungsgrad der Arbeit (24) bezeichnet. Als weitere Kennzahl wird die Zeit T_m für mechanisierte Arbeiten in Beziehung gesetzt zu der Gesamtarbeitszeit T der Arbeitskräfte.

$$B = \frac{T_m}{T} \quad [4]$$

Der Mechanisierungsgrad L_m ergibt sich aus der Kombination der beiden Kenngrößen P_m und B :

$$L_m = B \cdot P_m = \frac{W_m \cdot B}{W} \quad [5]$$

Man sieht, daß durch den Faktor B , der den Anteil der mechanisierten Arbeitszeit an der Gesamtarbeitszeit darstellt, eine Bewertung durchgeführt wird; ist also der Mechanisierungsgrad für eine Menge verschiedener Arbeitsfolgen und Arbeitsvorgänge zu bestimmen, so ist der Mechanisierungsgrad

$$L_m = \frac{\sum (W_{me} \cdot B)}{W} \quad [6]$$

worin W_{me} die Anzahl der jeweiligen Arbeiter ist, die mechanisierte Arbeit in einem Teil der Anlage des Betriebes oder der Fabrik ausüben. Als weitere Präzisierung der Formel werden von *Zvorykin* zur zusätzlichen Bewertung, neben dem Faktor B , die Faktoren C und D eingeführt. C ist ein Koeffizient, der die Anzahl der Maschinen, die ein Arbeiter bedient, berücksichtigt (z. B. bei Mehrmaschinenbedienung); D ist ein Koeffizient, der den Ausstoß einer Aufbaumaschine im Vergleich zu dem Ausstoß der Grundmaschine be-

Tab. 3 Kennzahlen der Automatisierung einer Anzahl italienischer Unternehmen der Nähmaschinenherzeugung nach (21, 21 a) im Jahre 1958

Fertigungsabschnitte	Automationsstufen												Insgesamt	
	1		2		3		4		5		6		d	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Mechanische Fertigung	b		9,22		50,88		9,82		12,66		25,39			19,88
	a	20,14		72,99		0,85		3,48		2,54			100	
Blechbearbeitung	b		11,11		4,46		16,69							6,57
	a	74,26		21,55		4,19							100	
Gießen, Pressen und Folgefertigung	b		32,74		24,96		38,58		59,77		68,50			25,13
	a	46,89		29,99		3,40		12,86		6,86			100	
Vorbehandlung	b		7,93		1,70							0,67		4,26
	a	79,29		19,21							1,5		100	
Galvanik	b		0,45		0,73		8,42		10,05		1,48			1,55
	a	12,50		12,50		22,27		50,00		2,73			100	
Wärmebehandlung	b		1,46		0,80		26,49		2,63		4,63			2,00
	a	48,75		10,00		35,00		2,68		3,57			100	
Lackierung	b		16,32		0,68				8,29					7,89
	a	90,40		7,60				2,00					100	
Vormontage	b		20,29		8,66				6,60			4,43		14,56
	a	60,46		31,25				2,68			5,61		100	
Montage	b											94,90		16,31
	a										100		100	
Verpackung	b		0,48		7,13									1,85
	a	25,00		75,00									100	
Insgesamt			100		100		100		100		100			100
	c		49,93		30,29		2,41		4,87		2,16		17,34	

Erläuterung:

a = Maschinenzeit der Maschinen einer Automationsstufe eines Fertigungsabschnittes bezogen auf die gesamte Maschinenzeit der Maschinen eines Fertigungsabschnittes

b = Maschinenzeit der Maschinen einer Automationsstufe eines Fertigungsabschnittes bezogen auf die gesamte Maschinenzeit der Maschinen einer Automationsstufe

c = gesamte Maschinenzeit der Maschinen einer Automationsstufe bezogen auf die gesamte Maschinenzeit der Fertigung

d = gesamte Maschinenzeit der Maschinen eines Fertigungsabschnittes bezogen auf die gesamte Maschinenzeit der Fertigung

*) Zeile summiert sich zu 107 Prozent. Der Fehler ist aus den Daten in 21 a nicht eindeutig zu berichtigen.

rücksichtigt (z. B. höherer Ausstoß bei Mehrspindelmaschinen gegenüber den Einspindelmaschinen).

Als endgültige Formel gibt Zvorykin an:

$$L_{mp} = \frac{\sum (W_{me} \cdot B \cdot C \cdot D)}{\sum (W_{me} \cdot B \cdot C \cdot D) + \sum [W_{me} (1 - B)] + W_k} \quad [7]$$

Außer den bereits erläuterten Symbolen ist hier noch W_k als Symbol der Arbeiter, die Handarbeit ausführen, eingesetzt. Sie müssen in dieser

Formel getrennt angesetzt werden, da sie nicht mit den Faktoren B, C und D bewertet werden können. Der mittlere Ausdruck des Aggregates im Nenner stellt die Handarbeit dar, die von den Arbeitern, die an mechanisierten Maschinen arbeiten, neben der mechanisierten Arbeit auszuführen bleibt. Die Formel kann aufgefaßt werden als das Verhältnis der Arbeitsmenge, die durch mechanisierte Arbeit bewältigt wird, bezogen auf die Gesamtarbeitsmenge, die durch mechanisierte und nichtmechanisierte Arbeit ausgeführt werden muß.

Mechanisierte Arbeit wird von Arbeitern ausgeführt, die angetriebene Maschinen und Apparate bedienen oder die an chemischen Apparaten arbeiten und die automatisch arbeitende Maschinen überwachen. Handarbeit wird von Arbeitern erledigt, die weder Maschinen noch angetriebenes Werkzeug benutzen. Arbeiter, die beide Arten von Arbeit zu gleichen Teilen ausführen, werden als „mechanisierte“ Arbeiter gewertet.

Bei der Bestimmung des Automatisierungsgrades L_{ap} geht man genauso, wie vorher beschrieben, vor und kommt zu der Formel

$$L_{ap} = \frac{\sum (W_{ae} \cdot B \cdot C \cdot D)}{\sum (W_{me} \cdot B \cdot C \cdot D) + \sum [W_{me} (1 - B)] + W_k} \quad [8]$$

Die Symbole haben die gleiche Bedeutung wie vorher. W_{ae} sind die Arbeiter, die Automaten oder automatisierten Vorgängen zugeteilt sind. Bei allen Formeln ergeben sich Prozentsätze, wenn mit 100 multipliziert wird.

Als Beispiel wird der Mechanisierungsgrad in der metallverarbeitenden Industrie der Region Kherson der UdSSR angegeben (25).

Tab. 4: Mechanisierungsgrad in der metallverarb. Industrie der Region Kherson der UdSSR (o. A. d. Jahres, etwa 1962)

Unternehmung	Kennzahlen		
	Mech.- Grad d. Arbeit	Mech.- Grad unbewert.	Mech.- Grad bewertet
	P_m %	L_m %	L_{mp} %
Mechanische Bearbeitung	64,8	38,6	41,7
Gießerei	49,2	24,8	27,0
Schmieden und Pressen	61,8	23,2	24,8
Montage	28,7	17,6	25,0
Werkzeugbau	41,2	22,4	33,0
Transport	24,7	20,8	23,7
Sonstige	40,6	18,3	23,4
Metallverarbeitende Unternehmen insgesamt	56,8	33,6	36,8

4.4 Der Mechanisierungsgrad in der Industrie und im Bauwesen der UdSSR

Der Mechanisierungsgrad in der Industrie und im Bauwesen wird nach *Ryshow* (24) in der Sowjetunion durch zwei Kennzahlen beobachtet⁶⁾. Diese sind

- 1) der Mechanisierungsgrad des Produktionsprozesses als Verhältnis zwischen dem Umfang der Produktion bzw. der Arbeiten, die auf mechanisierte Weise bewerkstelligt wurden und dem gesamten Produktionsvolumen bzw. dem gesamten Umfang der durchgeführten Arbeiten.
- 2) Der Mechanisierungsgrad der Arbeit als Verhältnis der Arbeiter, die bei der mechanisier-

ten Arbeit beschäftigt sind, zur Gesamtzahl der Arbeiter, welche die mechanisierte und die manuelle Arbeit verrichten.

In der UdSSR werden nach *Ryshow* seit etwa 1952 bei Berufszählungen der Arbeiter nicht nur Angaben zur Berufsgliederung erfaßt, sondern auch Daten über den erreichten Mechanisierungsgrad der Arbeit innerhalb der Betriebe. Die Arbeiter werden entsprechend ihrer Tätigkeit in fünf Gruppen eingeteilt:

1. *Gruppe*: Arbeiter an Automaten zur Überwachung des mechanisierten Arbeitsablaufs (Einrichter, Einrichtermonteur; Arbeiter, die an automatischen Maschinenstraßen beschäftigt sind; Maschinenmeister der automatisierten Aggregate mit Überwachungsfunktion).

2. *Gruppe*: Arbeiter, die unmittelbar mit der Maschinenlenkung beschäftigt sind (Dreher, Fräser, Bohrer, Hobler, Bagger- und Kranführer sowie Führer anderer Maschinen, Traktoristen, Schrappführer, Kraftwagenfahrer, E-Lok-Führer, Apparatebediener u. a.).

3. *Gruppe*: Arbeiter, die zwar Maschinen und Mechanismen bedienen, aber die Arbeitsgänge manuell ausführen (Gehilfen von Maschinenführern und Apparatebedienern, Signalisierer u. a.).

4. *Gruppe*: Arbeiter, die ihre Arbeit manuell ausführen, aber nicht an Maschinen und Mechanismen (Erdarbeiter, Holzfäller, Ladarbeiter, Maurer, Zimmerer, Dachdecker, Klempner und sonstige Arbeitsberufe mit körperlich-manueller Arbeit).

5. *Gruppe*: Arbeiter, die mit der manuell auszuführenden Instandsetzung von Maschinen und Anlagen beschäftigt sind (Schmiede, Schlosser und sonstige Reparaturarbeiter).

Der Mechanisierungsgrad der Arbeit ist das Verhältnis der Arbeiterzahl der ersten drei Gruppen, bezogen auf die Gesamtarbeiterzahl.

Ergänzend sei erwähnt, daß die Aufgliederung der Arbeiter nach Arbeitsarten in zwei Gruppen, nämlich mechanisiert arbeitende und manuell arbeitende, die der Stufung in fünf Gruppen voranging, nach *Ryshow* wegen der Undifferenziertheit ungünstig war und in der Praxis eine Reihe von Schwierigkeiten auslöste.

4.5 Mechanisierungs- und Automatisierungskoeffizient in der volkseigenen Industrie der „DDR“

Ähnlich wie in der Sowjetunion werden auch in der „DDR“ Mechanisierungs- und Automatisierungskennzahlen definiert und zum Teil auch erfaßt (27, 28, 29, 30). Der *Mechanisierungskoeffizient* der Arbeit ist das Verhältnis der Zahl der Produktionsarbeiter an Maschinen und Anlagen, bezogen auf die Gesamtzahl der Produktionsarbei-

⁶⁾ In (26) wird davon berichtet, daß verschiedene russische Institute die Konzepte der Messung und der Klassifizierung der Mechanisierungsgrade vereinheitlichen und weiter ausarbeiten.

Tab. 5: Koeffizient der Technisierung, Mechanisierung und Automatisierung der Arbeit der Produktionsarbeiter in der volkseigenen Industrie der „DDR“ nach Industriebereichen (30)

Stand 10. Mai

Industriebereich	Koeffizient der Technisierung, Mechanisierung und Automatisierung der Arbeit										
	Technisierungskoeffizient				Mechanisierungskoeffizient				Automatisierungskoeffizient		
	1960	1962	1965	1966	1960	1962	1965	1966	1963	1965	1966
	Prozent										
Grundstoffindustrie	59,6	62,4	65,6	65,9	48,8	50,6	53,8	54,0	6,4	7,2	7,2
Metallverarbeitende Industrie	52,2	54,3	58,0	58,2	36,4	37,4	40,6	40,4	2,6	3,0	3,1
Leichtindustrie	62,6	64,7	65,6	66,3	46,3	47,7	47,3	47,8	3,6	4,1	4,2
Nahrungs- und Genußmittelindustrie	48,5	52,6	59,1	61,4	41,4	44,5	51,0	52,5	4,7	5,5	5,5
Volkseigene Industrie zusammen	57,0	59,3	62,3	62,8	43,0	44,5	47,1	47,2	4,2	4,8	4,8

ter. Der *Automatisierungskoeffizient* der Arbeit ist das Verhältnis der Zahl der Produktionsarbeiter und des ingenieurtechnischen Personals, das Kontroll- und Überwachungsfunktionen an Maschinen und Anlagen ausübt, bezogen auf die Gesamtzahl der Produktionsarbeiter und des ingenieurtechnischen Personals mit Kontroll- und Überwachungsfunktionen. Für die Gesamtindustrie und einzelne Industriezweige wird außerdem noch ein *Technisierungskoeffizient* erfaßt, der das Verhältnis der Produktionsarbeiter, die überwiegend an Maschinen oder Anlagen oder mit energiebetriebenen Maschinenwerkzeugen arbeiten, zu der Gesamtzahl der Produktionsarbeiter ist. Die Tabelle 5 gibt eine Auswahl der Werte der Koeffizienten für die Jahre 1960 bis 1966 wieder.

Als weiteres Beispiel für eine Erfassung innerhalb eines speziellen Industriezweiges, den Gießereien, sei eine Erhebung durch die *Staatliche Zentralverwaltung* der „DDR“ im Jahre 1960 (28) angeführt.

Tab. 6: Mechanisierungskoeffizient der Arbeit in den Gießereien der „DDR“ im Jahre 1960 (28)

Formgußgruppe	Anteil der Produktionsarbeiter, die überwiegend mechanisierte Arbeiten verrichten*)
Grauguß	41,4 %
Temperguß	39,0 %
Stahlformguß	63,9 %
Leichtmetallformguß	35,2 %
Schwermetallformguß	35,7 %
Durchschnitt aller Formgußgruppen	45,3 %

*) entspricht dem Mechanisierungskoeffizienten der Arbeit

4.6 Der PC-Quotient in der metallverarbeitenden Industrie der USA

Bei der Bewertung der Leistungsfähigkeit von Werkzeugmaschinen führt L. C. Hackmack (29)

einen Quotienten ein, der die Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschinen charakterisiert, den PC-Quotient (productivity criteria quotient).

Hackmack setzt voraus, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Leistung der Maschine und bestimmten Elementen der Auslegung und der Konstruktion der Maschine besteht. Jedem Kriterium wird ein bestimmtes Gewicht zugemessen. Der PCQ-Koeffizient ist der Quotient aus der gewichteten Summe aller Elemente, die sich während eines Jahres veränderten und der Gesamtzahl der Maschinen einer bestimmten Kategorie. Für ein Horizontal-Bohr- und -Fräswerk sind diese Elemente z. B. selbsttätige Steuerungen, Zuführungen und Geschwindigkeitseinstellungen, Lagerung und Führung, Ständerausführung, Kupplung, Schleichgang, Motorleistung, Einhaltung von Toleranzen und sonstiges.

Hier ist also der Versuch gemacht, die Produktivität durch technologische und konstruktive Elemente zu definieren. Für einige Maschinen wird auf diese Art und Weise die Produktivität in der folgenden Tabelle für den Zeitablauf von 1950 bis 1964 für die Vereinigten Staaten angegeben.

Tab. 7: Der PC-Quotient (productivity criteria quotient) für Maschinen der metallverarbeitenden Industrie in den USA für die Jahre 1950 bis 1964 nach Hackmack (31)

Maschinen	1950	1952	1954	1956	1958	1960	1962	1964
Horizontal-Bohr- und -Fräswerke	172	220	242	300	364	472	496	504
Radialbohrwerke	32	32	32	75	103	165	165	165
Revolverdrehbänke	188	213	253	343	373	465	478	505
Flächenschleifmaschinen	50	63	78	80	115	152	154	180
Fräsmaschinen	80	80	80	158	168	198	200	204
Metallsägen	12	12	32	50	72	96	99	105

Der PC-Quotient, wie er von *Hackamack* definiert wird, ist eigentlich ein Mechanisierungskoeffizient, der als direktes Maß für die Leistungsfähigkeit (Produktivität) der Maschine gewählt wird.

4.7 Aufstellung eines „Automationsindex“

Kinder und *Meyer* (32, 33) schlagen als Meßgröße für die Automatisierung ⁷⁾ das Verhältnis des Verbrauchs an Meß- und Regelgeräten zu den Bruttoausrüstungsinvestitionen vor. Der Verbrauch an Meß-, Regel- und Steuergeräten ergibt sich aus der Produktion abzüglich direktem oder indirektem Export und zuzüglich dem Import. Bezieht man die Produktion von ausgewählten elektrischen und pneumatischen bzw. mechanischen Meß-, Regel- und Steuergeräten auf die Bruttoausrüstungsinvestitionen der gesamten Wirtschaft, so erhält man einen Automatisierungsgrad der gesamten Wirtschaft, der nach den Berechnungen von *Kinder* und *Meyer* von 2,1 % im Jahre 1952 auf 4,3% im Jahre 1965 gestiegen ist. Der Automatisierungsgrad in der Industrie, der das Verhältnis des Verbrauchs in der Industrie an Meß-, Regel- und Steuergeräten zu den Bruttoausrüstungsinvestitionen der Industrie darstellt, betrug im Jahre 1965 8,4 % (33).

Wie bereits *Kinder* und *Meyer* andeuten, stellen die Produktion bzw. der Verbrauch von Meß-, Regel- und Steuergeräten einen bedeutenden Anteil der Automatisierungsmittel dar. Zur quantitativen Analyse der Mechanisierung und Automatisierung wäre es denkbar, dieses System auszubauen. Hierzu müßten weitere wichtige Warengruppen, die Einfluß auf die Maschinisierung und Automatisierung haben, erfaßt werden und gewichtet zu einer Kennzahl der Automatisierung summiert werden, die in Form eines „Automationsindex“ fortgeschrieben werden könnte. Wichtige Warengruppen wären neben den Meß-, Regel- und Steuergeräten (3671 und 3677 des Systematischen Warenverzeichnisses für die Industriestatistik) und den Betriebsmeß- und Kontrollgeräten aus dem Bereich Feinmechanik und Optik, die Warengruppen 3234 Flüssigkeitspumpen, 3258 Stetigförderer, 3282 Armaturen und weitere Untergruppen in der Warengruppe 36 (elektrotechnische Erzeugnisse) außer den bereits erwähnten Gruppen 3671 und 3677. Es würde zu weit führen, hier alle infrage kommenden Waren aufzuführen. Die Beispiele sollen nur zeigen, daß eine breite Auswahl von Produkten zur Aufstellung eines Automationsindex notwendig ist, um Feststellungen für einzelne Wirtschaftszweige oder für die gesamte Wirtschaft zu treffen.

Die Relation der Produktionsgrößen zur Gesamtproduktion, zu den Bruttoausrüstungsinvestitionen oder zu den Bruttozugängen auf Anlagekonto „Maschinen und maschinelle Anlagen, Werkzeu-

ge, Betriebs- und Geschäftsausstattung“ führt dann zu verhältnismäßig aussagekräftigen Zahlenreihen für die *Zunahme* der Mechanisierung und Automatisierung.

5. Aufstellung von Profilen und Verteilungsfunktionen

Bereits in Abschnitt 4.2 ist in Tabelle 3 (S. 112) eine Verteilungsfunktion der Automatisierung angegeben. Im folgenden seien einige Verfahren dieser Art zur Erfassung des Mechanisierungsgrades über die Aufstellung von Profilen und Verteilungen erläutert.

5.1 Mechanisierungsprofil nach Bright

Bright (2) unterteilt die zu untersuchende Fertigung, den Betrieb oder eine Anlage in einzelne Verfahrensschritte, Maschinen oder Funktionen und analysiert für jedes dieser Elemente die Stufe der Mechanisierung nach der von ihm aufgestellten Skala von 17 Mechanisierungsstufen (siehe S. 30—31, Teil 1, in Heft 2 der „Mitteilungen“) *Bright* bringt als Beispiel ein Profil für eine Anlage zur Herstellung von Schaumstoffmatratzen nach Bild 6.

Die Aussagekraft eines Profiles dieser Art ist größer als die Angabe eines summarischen Mechanisierungsgrades nach Abschnitt 3.3 (Formel 1 und 2 S. 104 und 105), da hier für jeden Arbeitsgang der Mechanisierungsgrad des Grundvorganges angegeben ist. Bewertet man die einzelnen Grundvorgänge zu gleichen Teilen, so entspricht der Gesamtmechanisierungsgrad der Fläche unterhalb dieses Profiles. Es wäre dann in Anlehnung an Formel 1 in Abschnitt 3.3:

$$\mu_F = \frac{\sum n \mu_G}{\sum n} \quad [9]$$

wobei der Bewertungsfaktor $c_F = 1$ gesetzt wurde. Bewertet man die Grundvorgänge in bezug auf die Möglichkeit zur Mechanisierung und Automatisierung unterschiedlich, so gibt das Profil erst nach der Korrektur anhand von Bewertungskoeffizienten den richtigen Sachverhalt wieder.

5.2 „Taxonomie“ der Automation nach Crossman

Crossman (6) entwickelte ein anderes Schema zur Erfassung der Automatisierung eines Prozesses. Bei der „Taxonomy of Automation“ geht *Crossman* in erster Linie von dem Informationsprozeß aus, der jedem Fertigungs- und Arbeitsprozeß zugeordnet werden kann. Er unterteilt den Informationsprozeß in Dateneingabe (Input), Verarbeitung, Speicherung und Datenausgabe (Output). Innerhalb dieser Abschnitte wird unterteilt

⁷⁾ Hier vor allem als Prozeß verstanden.

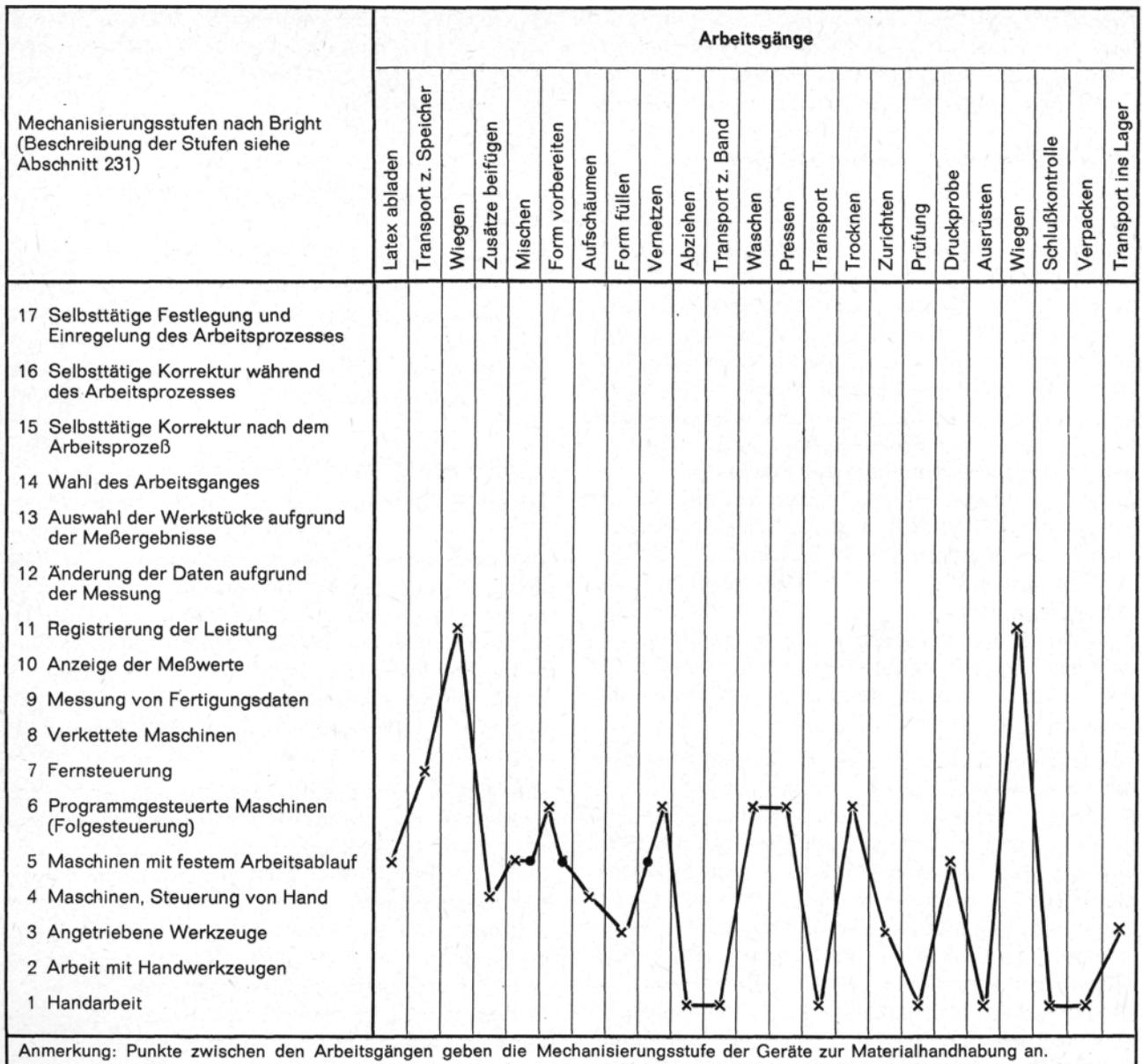


Bild 6: „Mechanisierungsprofil“ für eine Schaumstoffmatratzen-Herstellung in den USA nach Bright (2)

und gestuft. Die folgende Aufstellung gliedert den Informationsprozeß, der jeden Arbeitsvorgang durchdringt, auf und gibt ein Bewertungsschema.

1. Input

1.1 Art der Daten

Digital ^{a)} (1) — Eine kleine Anzahl von Eingabegrößen nicht-stetiger und einander ausschließender Art.

Analog (2) — scharf umgrenzte, kontinuierliche Veränderliche

Modellmäßig (3) — sonstige

1.2 Art der Rückkopplung

Offener Wirkungsablauf (0) — Eingangsdaten von den laufenden Ausgangsdaten unbeeinflusst

Geschlossener Wirkungsablauf (1) — Eingangdaten teilweise abhängig von den neuesten Ausgangsdaten

2. Verarbeitung

2.1 Ursprung des Programms

Fest (0) — eingebaut in die Struktur; kann nicht geändert werden

Vorgegeben (1) — kann ausgewechselt werden, ohne die ständige Struktur zu ändern

Anpassend (adaptiv) (2) — ändert sich entsprechend dem laufenden Bedarf ohne Befehl von außerhalb

Lernend (3) — abgeleitet aus der Erfahrung vergangener Systeme ohne äußere Hilfe

2.2 Art des Programms

Offene Kette (0) — feste Folge der Arbeitsgänge

Verzweigt (1) — Arbeitsfolge ändert sich entsprechend den zu bearbeitenden Daten

^{a)} „Digital“ wird hier und im folgenden von Crossman im ursprünglichen Sinne von „zahlenmäßig“ verstanden, während sonst digital in der Datenverarbeitung im Sinne von „digital binär“ verstanden wird.

Schleifenbildend (2) — Das Programm springt auf frühere Arbeitsschritte zurück; iterativ oder rekursiv
 Heuristisch (3) — einige Programmstufen basieren eher auf dem „guten Glauben“ als auf fester Auswahl (Methode des Versuchs und Irrtums)

2.3 Determiniertheit

Wahrscheinlich (0) — Output zufällig in bezug auf den Input und den Speicher
 Determiniert (1) — derselbe Input und Speicherzustand ergibt immer den gleichen Output

3. Speicher

3.1 Kurzzeitspeicher

Keiner (0) — keine Kurzzeitspeicherfähigkeit
 Klein (1) — „etwas“ Kurzzeitspeicherfähigkeit
 Groß (2) — „große“ Kurzzeitspeicherfähigkeit

3.2 Langzeitspeicher

Keiner (0) — keine Langzeitspeicherfähigkeit
 Klein (1) — „etwas“ Langzeitspeicherfähigkeit
 Groß (2) — „große“ Langzeitspeicherfähigkeit

4. Ausgangsdaten

4.1 Art der Daten

Digital (1) — eine geringe Anzahl einander ausschließender Möglichkeiten unstetiger Art
 Analog (2) — scharf umgrenzte, kontinuierliche Veränderliche Modellmäßig (3) — sonstige

4.2 Zeitablauf bezüglich des Dateneingangs

„Off-line“ (0) — Output zeitmäßig unabhängig vom Input
 Ist-Zeit (Realtime) (1) — der Output ist im Takt des Inputs

In der Tabelle geben die Zahlen in den Klammern die Klassifizierung wieder. *Crossman* analysiert nach diesem Schema Tätigkeiten und ordnet jedem Abschnitt des Informationsprozesses die entsprechenden Zahlen nach dem Bewertungsschema zu. So gibt er z. B. für den Vorgang der Steuerung bzw. der Regelung des Straßenverkehrs an der Kreuzung für den Polizisten die Zahl 31,21010,31 und für die Ampelanlage 11,00110,11 an. Die Zahlen in dieser Zahlenreihe sind in der gleichen Reihenfolge wie die Abschnitte in der Aufstellung geordnet. An weiteren Beispielen von Vorgängen, die jeweils durch Menschen oder durch Maschinen, Apparate u. ä. durchgeführt werden können, zeigt *Crossman*, daß sein Klassifizierungssystem universeller anwendbar sei als das von *Bright*.

5.3 Untersuchung der Automatisierung in der Automobiindustrie

In (34) beschreibt *Moll* eine sehr differenzierte Erfassung des Automatisierungsgrades einer Automobilfabrik. Besonders interessant ist diese Analyse auch dadurch, daß Verteilungsfunktionen von Maschineneinheiten verschiedenen Automatisierungsgrades für zwei Zeitpunkte, die acht Jahre auseinanderliegen, erfaßt wurden. Arbeitsprozesse der Metallverarbeitung wurden in 32 Grundfunktionen aufgeteilt, z. B. Material beschaffen, Werkstück einspannen, Hauptbewegung einschalten, Schnittgeschwindigkeit und Vorschub wählen, einstellen und Maschine einrücken usw. Wegen der unterschiedlichen Wertigkeit der Grundfunktionen wurden zwei Koeffizienten eingeführt: der Schwierigkeitsgrad und der Zeitanteil der Grundfunktion an der gesamten Fertigungszeit. Das Produkt aus beiden bezeichnet *Moll* als „Arbeitswert“. Die Summe dieser Arbeitswerte ist der Automatisierungsgrad, wenn für den Schwierigkeitsgrad keine absoluten Zahlen, sondern sozusagen die relative Schwierigkeit, d. h. das Verhältnis: Schwierigkeitsgrad einer Grundfunktion zur Summe der Schwierigkeitsgrade aller Grundfunktionen, eingesetzt wird.

Nachdem für alle Maschinen und Anlagen der Automatisierungsgrad bestimmt wurde, wird die Häufigkeit der Maschinen in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad aufgetragen. Bei der Summierung unterschiedlicher Maschinen wurde als Zählgröße die Anzahl der Spindeln gewählt. Das Bild 7 zeigt die Verteilungsfunktionen für zwei verschiedene Zeitpunkte.

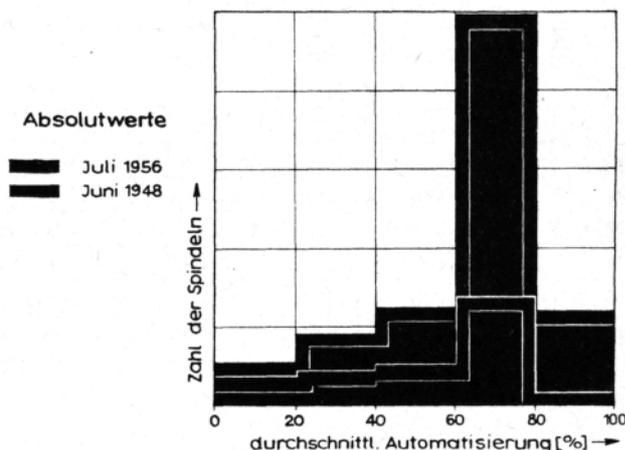


Bild 7: Automatisierungsgrad-Verteilung in der Fertigung von Motoren, Getriebeachsen und Lenkungen eines deutschen Automobilwerkes in den Jahren 1948 und 1956 nach (34)

5.4 Beurteilung einer automatisierten Fertigung nach VDI-Richtlinien

Entsprechend den Arbeiten von *Moll* wurde von der Fachgruppe Betriebstechnik des Vereins Deutscher Ingenieure, Ausschuß für Automatisie-

**VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE**

**Beurteilung
einer automatisierten Fertigung**

VDI 3241

Fertigungsverfahren: _____ VDMA-Klasse _____

Werkstück und Arbeitsgang: _____

_____ Stückzahl _____ pro _____

Fertigungseinrichtung: _____

_____ Flächenbedarf _____ m²

System Nr.	Vorgang	Soll Ist automatisiert:		Sonder-Einrichtung
<u>1.</u>	<u>Zubringen</u>			
1.11	Werkstück speichern und weitergeben			
1.12	Werkstück vorbereiten, reinigen			
1.13	Werkstück ordnen, richten, wenden, bereithalten			
1.14	Werkstück eingeben			
1.15	Werkstück ausgeben			
1.16	Werkstück nachbehandeln, nachreinigen			
1.17	Werkstück weitergeben			
1.21	Werkzeugwechsel			
1.31	Abfall entfernen und abführen			
1.32	Hilfsstoffe entfernen und abführen			
<u>2.</u>	<u>Bearbeiten</u>			
2.11	Werkstück spannen			
2.12	Bearbeitungsvorgang einleiten			
2.13	Werkstück bearbeiten			
2.14	Werkstück nach Meßergebnis nachbearbeiten			
2.15	Werkstück entspannen, freigeben			
2.16	Bearbeitungsvorgang auslaufen			
<u>3.</u>	<u>Messen und Überwachen</u>			
3.11	Werkstück messen			
3.12	Werkzeug, Istgröße und Stellung vermessen			
3.21	Überwachen der Gefährdung von Menschen			
3.22	Überwachen von Betriebsbereitschaft und Programmablauf			
3.23	Überwachen von Zustand und Stellung des Werkzeuges			
3.24	Überwachen von Zustand und Stellung des Werkstückes			
3.25	Überwachen von Hilfseinrichtungen und Hilfsstoffen			
3.26	Überwachen von Maschinen-Nutzungszeit und -Leistung			
<u>4.</u>	<u>Steuern</u>			
4.11	Steuern der Inbetriebsetzung			
4.12	Steuern des Arbeitszyklus			
4.13	Steuern der Hilfseinrichtungen und Hilfsstoffe			
4.21	Anschluß an Zentralsteuerung			
4.31	Positionieren der Werkstücke			
4.32	Positionieren der Werkzeuge			
4.33	Nachsteuern nach Meßergebnis			

In die Spalten Soll/Ist wird eingetragen:

Erläuterungen umseitig

entfällt = — ja = x nein = o

VDI-Fachgruppe Betriebstechnik (ADB)
Ausschuß Automatisierung in der Fertigung

rung in der Fertigung (ADB), ein Formblatt (VDI-Richtlinie 3141 vom Dezember 1958) entwickelt, das im folgenden wiedergegeben wird. Der Fertigungsprozeß wird in Einzelfunktionen untergliedert, die jedoch nicht in der angegebenen Reihenfolge ablaufen müssen. Jeder Einzelvorgang wird nach dem Grad der Automatisierung beurteilt, wobei man, je nach Erfordernissen, differenziert und bewertet. Das Blatt ist als Grundlage für die Beurteilung geplanter, entworfener oder in Betrieb befindlicher automatischer Fertigungen gedacht. Bei entsprechender Verbreitung und Anwendung dieses Formblattes wäre eine statistische Auswertung in größerem Rahmen möglich.

5.5 Im Rahmen einer Systemanalyse nach Simon

Ein weiterer Ansatz zur Analyse des technischen Standes und der technischen Entwicklung stammt von *Simon* (15). Die Systemanalyse führt von Analysen der Betriebsmittel bis zu Aussagen über Arbeitsplatzstrukturen. Die 12-Stufen-Skala nach *Simon* der technischen Entwicklung auf dem Sektor des Baues und des Einsatzes von Werkzeugmaschinen ermöglicht eine eindeutige Einordnung der Maschinen einzelner Betriebe. Der obere Teil des Bildes 8, das freundlicherweise von *W. Simon* zur Verfügung gestellt wurde, gibt eine Verteilungsfunktion der Werkzeugmaschinen eines Betriebes über die Entwicklungsstufen nach *Simon* an. Die Verteilungsfunktion verschiebt sich mit der Zeit nach höheren Entwicklungsstufen. Jeder Entwicklungsstufe werden entsprechende Arbeitsplatzstrukturen zugeordnet. Man kann also von einer Verschiebung in der Häufigkeitsverteilung der Maschinen auf Verschiebungen der zukünftigen Arbeitsplatzstrukturen schließen⁹⁾. Der untere Teil des Bildes 8 gibt die Maschinenstundensätze für die Maschinen der einzelnen Entwicklungsstufen an. Die zeitliche Änderung der Maschinenstundensätze erlaubt eine Beurteilung der zukünftigen Möglichkeiten des Einsatzes von Maschinen höherer Entwicklungsstufen.

6. Die Bestimmung der Auswirkungen von Mechanisierung und Automatisierung auf den Arbeitsmarkt

6.1 Grundzüge der Einsatzmöglichkeit von Mensch und Maschine

Bei der Unterteilung der technischen Entwicklung in Stufen und Niveaus wird die Art und der Umfang der menschlichen Tätigkeit bei einem Arbeitsprozeß zur Definition von Entwicklungsstufen herangezogen. Die Arbeitsfunktionen werden auf das System Mensch-Maschine aufgeteilt. Tätigkeiten, Grundvorgänge oder Funktionen wer-

⁹⁾ Die empirischen Untersuchungen zu diesem Ansatz werden mit Unterstützung der Bundesanstalt für Arbeitsvermittlung und Arbeitslosenversicherung vom Institut für Produktionstechnische Automatisierung an der Technischen Universität Berlin unter der Leitung von Prof. W. Simon fortgeführt.

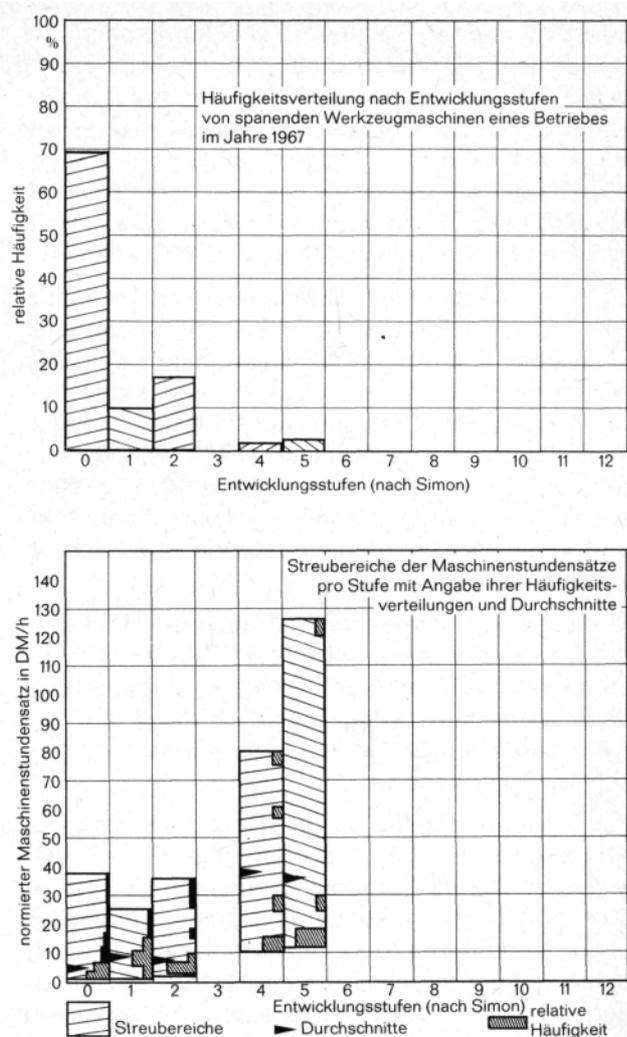


Bild 8: Verteilungsfunktionen der Maschinen und der Maschinenkosten, aufgetragen über den Entwicklungsstufen automatisierter Werkzeugmaschinen, unveröffentlicht, nach *Simon* (15)

den dem Menschen oder der Maschine nach wirtschaftlichen, technischen und sozialen Gesichtspunkten zugeordnet. Hieraus lassen sich bereits qualitative und quantitative Anforderungen an den Menschen und an die Maschine ableiten. Arbeitsgänge mit Anforderungen, denen die Maschine aufgrund der technischen Entwicklung oder sonstiger — z. B. wirtschaftlicher — Gründe noch nicht entsprechen kann, werden vom Menschen ausgeführt. Umgekehrt ersetzt die Maschine den Menschen dort, wo der Mensch aufgrund seiner Anlage für die Ausführung der Arbeit kaum oder gar nicht geeignet ist. Gleichzeitig mit den technischen Möglichkeiten entwickeln sich die wirtschaftlichen Gegebenheiten und die außertechnischen Normen, die sich etwa in den Auffassungen äußern, wieweit eine Arbeit dem Menschen zumutbar sei. Hier spielt auch die Verknappung und die relative Verteuerung der menschlichen Arbeit eine wichtige Rolle. Die Möglichkeiten des Menschen als „Kraftmaschine“, d. h. als Erzeuger von Kraft, und als „Arbeitsmaschine“ sind beschränkt. Rein technisch

gesehen müßten zumindest die Funktionen des Einsatzes des Menschen als „Kraftmaschine“ und auch als „Arbeitsmaschine“ in der industriellen Tätigkeit der Vergangenheit angehören. Wenn trotzdem Funktionen dieser Art noch nicht von Maschinen übernommen werden, sondern von Menschen erfüllt werden müssen, so spielen u. a. folgende Erwägungen noch eine wichtige Rolle.

Der Mensch ist unter normalen Umweltbedingungen im Vergleich zur Maschine viel universeller einsetzbar und viel anpassungsfähiger. Eine Maschine wird nur dann entwickelt und eingesetzt, wenn, verglichen mit den menschlichen Möglichkeiten, extreme Bedingungen erfüllt werden müssen; wenn also hohe Arbeitsgeschwindigkeiten, hohe Leistungen, gleichbleibende Quantitäten und Qualitäten, extreme Zustände usw. erreicht werden müssen.

In diesem Zusammenhang ist auch die Häufigkeit der Anwendung ein wichtiger Faktor. Erst ein ständiges Wiederholen gleicher Arbeitsgänge beim Menschen zwingt dazu — meist nur aus wirtschaftlichen Gründen —, den Einsatz von Maschinen zu erwägen.

Ein weiterer Punkt ist die Reaktionssicherheit. Abgesehen von Arbeitsbedingungen, die einen extremen Aufmerksamkeitsgrad verlangen, ist der Mensch sicherer in seinen Reaktionen gegenüber unvorhersehbaren und uneingeplanten Umweltwirkungen als eine Apparatur. Auf ein Versagen reagiert eine Maschine durch vollkommenen Ausfall, evtl. auch Zerstörung, besonders dann, wenn das Versagen nicht vorausgesehen und eingeplant werden kann.

6.2 Darstellung der Tätigkeitsbereiche von Mensch und Maschine

Der Bereich der menschlichen Tätigkeit kann gegenüber dem der Maschine durch ein mehrdimensionales Schema abgegrenzt werden. Zweidimensional läßt sich die physische Leistung, ausgedrückt z. B. durch die Arbeitsgeschwindigkeit, gegenüber der Genauigkeit auftragen. Man erhält ein Diagramm nach Bild 9.

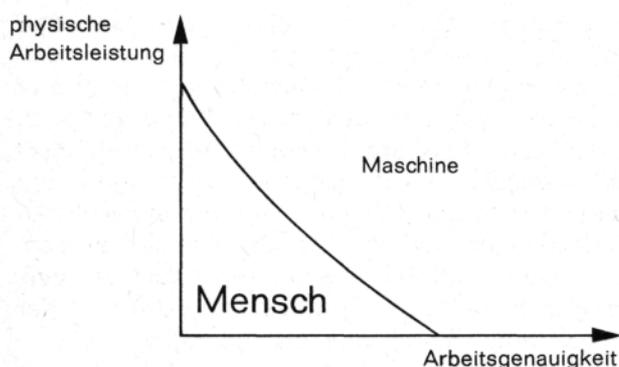


Bild 9: Tätigkeitsbereiche des Menschen und der Maschine im zweidimensionalen „Handlungsraum“

Durch die schräg verlaufende Linie wird der Arbeitsbereich des Menschen von dem der Maschine abgegrenzt. Es ist klar, daß die Linie beide Achsen schneiden muß, da sowohl die Leistung als auch die Arbeitspräzision beim Menschen begrenzt sind. Als weitere Dimension auf einer Z-Achse kann z. B. die Häufigkeit der zu verrichtenden Arbeit aufgetragen werden.

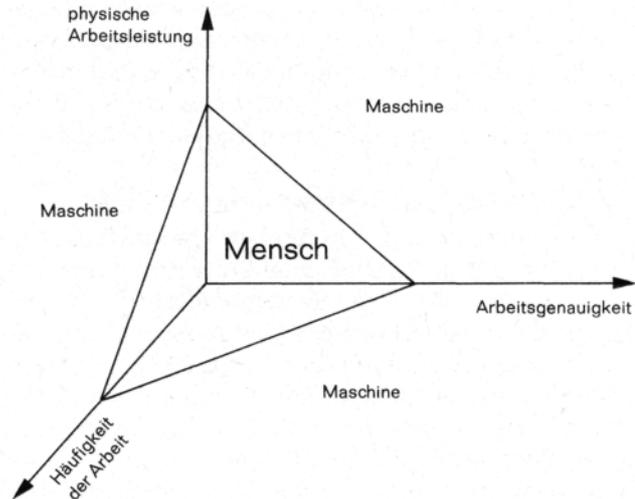


Bild 10: Tätigkeitsbereich des Menschen und der Maschine in dreidimensionaler Darstellung

Man erhält eine begrenzende Fläche, die aus Gründen der Anschaulichkeit in Bild 10 als Ebene gezeichnet ist. Zwischen dem Nullpunkt des Koordinatensystems und der Ebene befindet sich der Bereich der vorzugsweise menschlichen Betätigung, außerhalb der Ebene, im positiven Bereich, das Tätigkeitsgebiet der Maschinen. Nicht mehr darstellbar wird der menschliche bzw. der maschinelle „Handlungsraum“, wenn als weitere Dimension, die vierte, die körperliche und geistige Belastung hinzukommt. Als Beispiel sei der Einsatz von Geräten und Maschinen bei hohen Temperaturen, etwa bei Wärmebehandlungsprozessen, bei Arbeiten in großer Tiefe, bei hohen Beschleunigungen, bei anstrengenden Beobachtungsaufgaben in der Radartechnik usw.; angeführt. Unabhängig von der Höhe der Belastung kann als fünfte Dimension die Gefährdung definiert werden. Je größer das Risiko für Leib und Leben des Menschen bei einer Tätigkeit ist, desto bereitwilliger wird man einem Apparat oder einer Maschine die Tätigkeit übertragen. Als sechste Dimension wäre der Primitivitätsgrad der Arbeit hinzuzufügen. Je einfacher der mechanische und physische Arbeitsablauf ist, desto einfacher ist die konstruktive Lösung und desto eher kann er von einer Maschine übernommen werden. Abschließend sei als siebte Dimension noch der Wahrnehmungsgrad bzw. der Erfassungsgrad angeführt. Zum Erfassen und Wahrnehmen bestimmter Eigenschaften ist der Mensch nur in be-

schränktem Maße innerhalb relativ enger Grenzen und mit beschränkter Zuverlässigkeit fähig, während für eine Anzahl von Effekten im Bereich etwa des Elektromagnetismus, des Magnetismus, der radioaktiven Strahlung usw. der Mensch überhaupt keine direkte Wahrnehmungsfähigkeit hat. Das ist der weite Bereich der Meßtechnik mit den vielfältigen Meßapparaturen, die dem Menschen nicht wahrnehmbare oder nur sehr ungenau wahrnehmbare Effekte in Sinneseindrücke meist optischer Art umsetzen. Der mehrdimensionale Raum des Einsatzes von Maschinen und Geräten beginnt bei dieser Achse oft bereits im Nullpunkt.

Es ist schwierig, die Grenzen der „Handlungsräume“ des Menschen und der Maschine — abgesehen von der Schwierigkeit der Darstellung — fest zu umreißen. Die Grenzen sind fließend und verschieben sich mit der Zeit in Abhängigkeit von der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung. Die weitere Entwicklung der Mechanisierung und Automatisierung engt den menschlichen Bereich der körperlichen Tätigkeit immer mehr ein. Dem Menschen verbleiben sich selten wiederholende, relativ ungefährliche Tätigkeiten, die nicht allzu primitiv sind und die er, mit vergleichsweise geringer Arbeitsgeschwindigkeit und Präzision, bei mäßiger körperlicher und psychischer Belastung innerhalb seiner Wahrnehmungsgrenzen ausführt.

Was verbleibt weiterhin dem Menschen an Handlung und Tätigkeit bei weiterer technischer Entwicklung? Es sind die Tätigkeiten, die Anforderungen verlangen, die von der Maschine schwer erbracht werden und die die relativ schwachen Seiten der Maschine darstellen.

Die starken Seiten des Menschen sind:

- 1) Seine Anpassungsfähigkeit. Der Mensch kann seine Arbeitsweise schnell und oft ändern. Die „Programmierungsmöglichkeiten“ des Menschen sind universell.
- 2) Sein Reaktionsvermögen auf unerwartete Ereignisse.
- 3) Sein Erfassungsvermögen verschiedener Einzelinformationen. Die Dateneingabe beim Menschen kann digital, analog oder in Mustern über meist optische oder akustische Zeichen erfolgen. Die Zeichen können verzerrt und von Störungen überlagert sein.
- 4) Sein Kombinations- und Schließvermögen. Er kann Einzelheiten aufnehmen und zu einem sinnvollen Ganzen kombinieren. Er kann schöpferisch gestalten. Er kann Lücken in einem System ergänzen und Fehlstellen berichtigen.
- 5) Seine Flexibilität. Er kann ein Ergebnis auf unterschiedlichen Wegen und auf verschiedener Art und Weise erzielen.

6.3 Beziehungen zwischen den Anforderungen an die Arbeitskräfte und dem Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad

Wie aus den vorhergehenden Abschnitten schon ersichtlich ist, lassen sich zum Teil auf recht triviale Weise Anforderungen an Arbeitskräfte, z. B. die körperliche und die geistige Belastung, aus der Definition der Entwicklungsstufen der Mechanisierung und Automatisierung ableiten. Das ist auch verschiedentlich versucht worden (34, 35, 36, 37, 38, 39). Die teils recht hypothetischen Angaben über die Zunahme oder Abnahme von Anforderungen bei weiterer Mechanisierung und Automatisierung sind in der Tabelle 8 zusammengefaßt. Um eine Vergleichsmöglichkeit der Aussagen über die Veränderungen der Anforderungen an die Arbeitskräfte bei unterschiedlichen Mechanisierungsgradskalen der einzelnen Verfasser zu erhalten, ist als Bezugssystem die Aufteilung in vier Hauptstufen

- 1) Einsatz des Menschen als „Kraftmaschine“
- 2) Einsatz des Menschen als „Arbeitsmaschine“
- 3) Einsatz des Menschen als „Stell-, Bedien-, Meß- und Schaltmechanismus“
- 4) Einsatz des Menschen als „Optimierungsmechanismus“ gewählt worden
(s. a. S. 40 Teil 1 in Heft 2 der „Mitteilungen“)

Einzelne der in der Tabelle verarbeiteten Untersuchungen seien im folgenden als Beispiel dafür angeführt, wie komplexe Zusammenhänge zwischen technischer Entwicklung und Arbeitsanforderungen an den Menschen analysiert und dargestellt werden können.

Moll und Mitarbeiter (34) ermittelten die Abhängigkeit der psychischen Anstrengungen (Bild 11) und der physischen Anstrengung (Bild 12) in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad durch eine Arbeitsplatzbewertung in einem Werk der Automobilindustrie. Die 32 Grundfunktionen, wie sie bereits in Abschnitt 5.3 (S. 117) erwähnt wurden, werden nach Gesichtspunkten der Arbeitsplatzbewertung, je nach der physischen und der psychischen Belastung beurteilt und eingestuft. Die physische und die psychische Belastung fallen im allgemeinen mit steigendem Automatisierungsgrad.

Zu ähnlichen Aussagen kommt *Bright* (3, 3a, 35). Er gibt ebenfalls die Beziehungen zwischen der geistigen Belastung (Zeile 13 und Spalte *Bright* der Tabelle 8) und der körperlichen Belastung (Zeile 14 und Spalte *Bright* der Tabelle 8) in Abhängigkeit der 17 Mechanisierungsstufen (Teil 1, S. 30—31) an. Die 17 Mechanisierungsstufen wurden nach der Aufstellung auf S. 42 Teil I (in Heft 2 der „Mitteilungen“) den vier Hauptstufen zugeordnet. Der Rückgang der physischen Belastung mit steigender Mechanisierung bzw. Automatisierung wird auch von *Bright* dargestellt. In

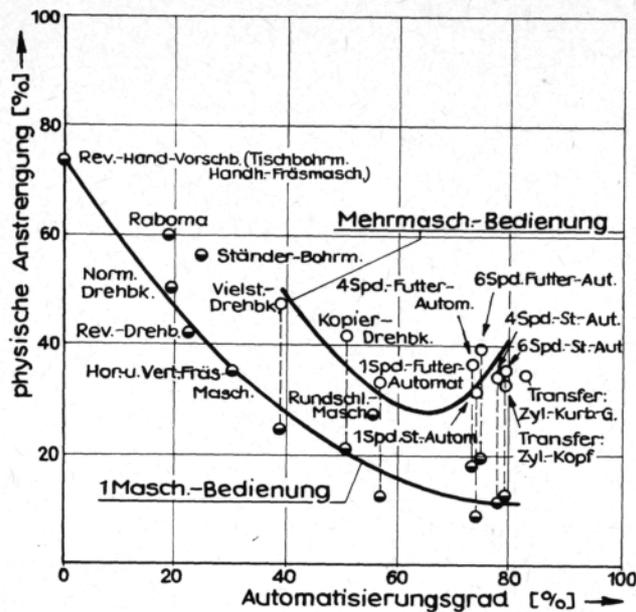


Bild 11: Abhängigkeit der psychischen Anstrengung vom Automatisierungsgrad bei Arbeiten an Werkzeugmaschinen und Transferstraßen nach Moll (34)

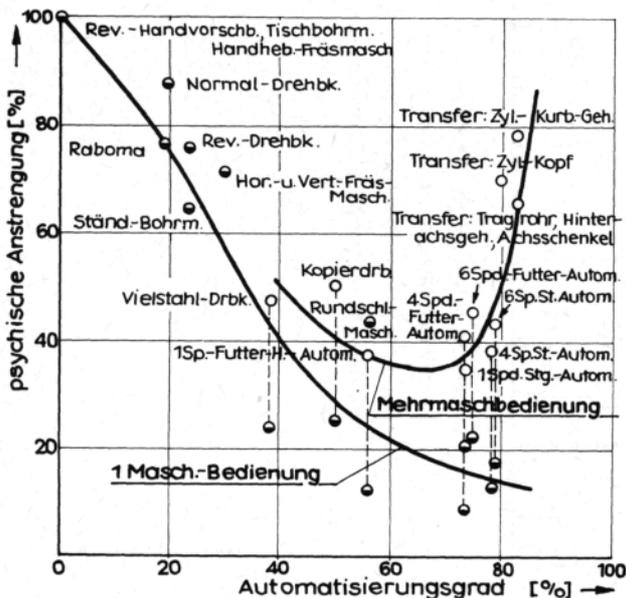


Bild 12: Abhängigkeit der psychischen Belastung vom Automatisierungsgrad bei Arbeiten an Werkzeugmaschinen und Transferstraßen nach Moll (34)

den Diagrammen von *Bright*, die die Abhängigkeit der Anforderungen vom Mechanisierungsgrad zeigen, ist auf der Abszisse für die Anforderungshöhe keine Skala und keine Dimension angegeben. Die Kurven, wie sie in (3a, 3b, 39) zu finden sind und auf deren ausführliche Wiedergabe hier verzichtet wird (die Tabelle 8 enthält den Verlauf der Kurven in verschlüsselter Form), dürften kaum auf konkreten Bestimmungsmethoden beruhen. Die Ergebnisse nach Bild 11 von *Moll* und Mitarbeitern, die auf praktischen Auswertungen an Arbeitsplätzen beruhen, zeigen, daß die *physische Anstrengung mit steigendem Automati-*

*sierungsgrad dann ansteigen kann, wenn dem Bedienungspersonal mehrere Maschinen zur Beobachtung, Kontrolle und Überwachung zugeteilt sind, was in der Praxis ja der Fall ist. Zweifelhaft ist nach *Bright* der Anstieg der psychischen Belastung in der Hauptstufe 1, wenn davon ausgegangen wird, daß in jeder Stufe die gleiche Arbeitsleistung in bezug auf die Qualität der Ausführung der Arbeit verlangt wird. Zum Beispiel erfordert die Aufgabe: Bohren eines senkrechten Loches in eine Platte aus Metall, eine jeweils abnehmende Beanspruchung an Sinne und Nerven, wenn sie erstens mit einem handbetriebenen Bohrer, zweitens mit einer Handbohrmaschine und drittens, wenn sie mit einer Ständerbohrmaschine ausgeführt wird, immer unter der Voraussetzung gleicher qualitativer Arbeitsleistung. Will man die psychische Anstrengung in den Untergruppen der Stufe vergleichen, so ist eine gemeinsame und einheitliche Basis notwendig. Die Bewertungsgrundlage wäre zum Beispiel die qualitative Leistung, also hier Maßhaltigkeit der Lage der Bohrung, präzise Form der Bohrung, rechtwinklige Achsenlage usw. Es ist nun klar, daß die psychische Anforderung, eines oder mehrere der Qualitätsmerkmale mit dem Handwerkszeug zu erreichen, höher ist als mit dem Maschinenwerkzeug oder der Maschine.*

Maul (36) zeigt anhand des Bildes 13 die Veränderung der Entlohnungsverfahren bei verschiedenen Mechanisierungsstufen. Durch die Lohnstruktur wird indirekt die Bewertung der Arbeit bei

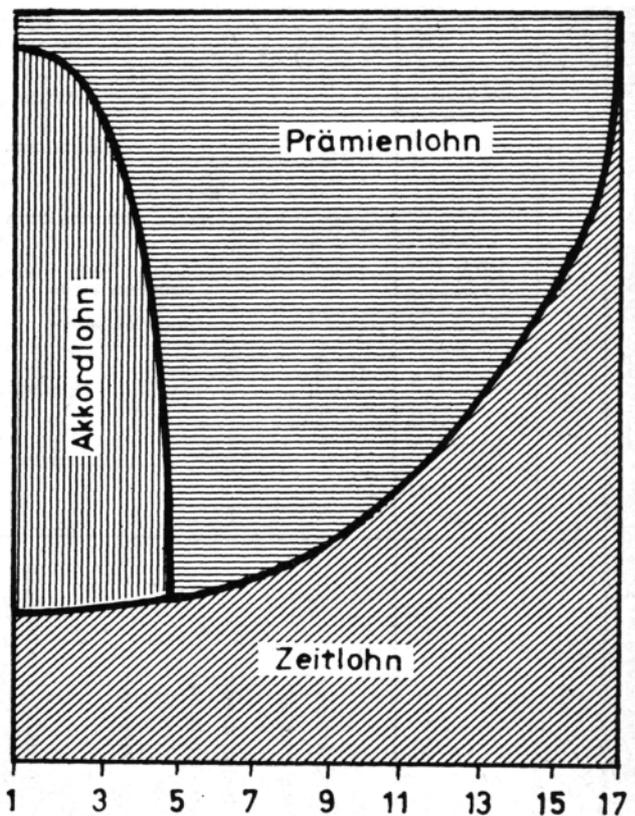


Bild 13: Mögliche Entlohnungsverfahren bei verschiedenen Mechanisierungs-Automations-Stufen nach *Maul* (36)

Tab. 9 Quantitative Änderung der Beschäftigtengruppen in Abhängigkeit von der Mechanisierung und Automatisierung

	Hauptstufe 1						Hauptstufe 2						Hauptstufe 3						Hauptstufe 4										
	Schulze (37) Tendenz	Auerhan (40) Tendenz	%	Osipov (41)	Kabanov (41)	Kats. *) (41) Tendenz	%	Schulze (37) Tendenz	Auerhan (40) Tendenz	%	Osipov (41)	Kabanov (41) Tendenz	%	Kats. *) (41)	Schulze (37) Tendenz	Auerhan (40) Tendenz	%	Osipov (41)	%	Kabanov (41) Tendenz	%	Kats. *) (41) Tendenz	%	Schulze (37) Tendenz	Auerhan (40) Tendenz	%	Osipov (41)	Kabanov (41)	Kats. *) (41)
Hilfsarbeiter	+ -	-	15					-	-	0	-	18			0		0	-	10,4				0		0		0		
Angelernte Arbeiter	+ =	+ -	20					-	-	57					0		0									0			
Maschinenarbeiter												57,8							7,6		4,2								
Facharbeiter, davon (Betriebs-)Elektriker	+	- +	60			+	96,2	+	+	33	+	24,2		+	-	40	+	82			+	86,2	+	-	0				
Einsteller												2,4						7				84,8							
Reparatur-Personal												11,8						51		49,8									
Techniker				keine Angaben																									
wissensch.-techn. u. ökon. Fachkräfte (Fachschulausbildung)	+	+	4	keine Angaben			3,8	+	+	8				+	+	40						13,8-15,2	+	+	+	60	keine Untersuchung	keine Angaben	keine Angaben
Kräfte mit Hochschulausbildung		+	1							2					+	17								+	34				
Kräfte mit Hochschul- und Sonderausbildung			0					+		0					+	3								+	6				

Zeichenerklärung: + ansteigend
 - abfallend
 = gleichbleibend
 *) Katsenelinboigen

Hauptstufe 1: Mensch als „Kraftmaschine“
 Hauptstufe 2: Mensch als „Arbeitsmaschine“
 Hauptstufe 3: Mensch als „Stell-, Bedien-, Meß- u. Schaltmechanismus“
 Hauptstufe 4: Mensch als „Optimierungsmechanismus“

steigender Mechanisierung ausgedrückt. Der Abfall des Akkordlohnes in den unteren Mechanisierungsstufen deutet an, daß der Beschäftigte immer weniger Einfluß auf die quantitative Arbeitsleistung hat. Er kann bei höherer Mechanisierung das Arbeitsgeschehen weder beschleunigen noch verlangsamen. Die Einstellung der Maschine bestimmt allein den Fertigungsablauf. Der Arbeiter kann nur noch Störungen beheben, durch sorgfältige Beobachtung Fehler erkennen und durch gewissenhafte Wartung Störungen und Ausfälle vermeiden. Daher sei — nach *Maul* — bei fortgeschrittener Mechanisierung am Ende der zweiten Hauptstufe entsprechend der fünften Stufe nach *Bright* der Zeitlohn das gegebene und die Gestaltung der Prämien ein Anreiz, die Maschine oder die Anlage mit voller, gegebener Leistung arbeiten zu lassen. Die Beeinflussbarkeit der Anfälligkeit der Maschine und das Voraussehen von technischen Störungen nimmt bei stärker automatisierten Maschinen weiter ab, da die Maschinen durch die Auslegung und die Einrichtung bedingt zuverlässiger fertigen. In den obersten Stufen der Automatisierung schrumpft also die Möglichkeit des Arbeiters, das Arbeitsergebnis zu beeinflussen. Dies drückt sich in der Abnahme des Anteiles des Prämienlohnes aus.

6.4 Änderung der Zusammensetzung der Beschäftigten in Abhängigkeit vom Mechanisierungsgrad

Ebenso wichtig wie die Frage nach den Änderungen der Anforderungen an die Arbeitskräfte ist das Problem der Verschiebung der Beschäftigtengruppen in Abhängigkeit vom Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad. In der Tabelle 9 sind einige Ergebnisse und Prognosen über die quantitative Änderung der Beschäftigungsgruppen in Abhängigkeit von der Mechanisierung und Automatisierung erfaßt. Die Aufstellung erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit. (Aussagen über

quantitative Änderungen von Beschäftigtenstrukturen sind aber zur Zeit eher von Planwirtschaften zu erwarten.) In den Zahlen findet man die allgemein herausgestellten Trends bestätigt, die von einer generellen Abnahme der Hilfsarbeiter und einer Zunahme der Facharbeiter, die als Einsteller und Wartungspersonal eingesetzt sind, sprechen. Der Anteil der angelernten Arbeiter dürfte im Vergleich zur Gesamtzahl der in der Produktion Beschäftigten zunächst ansteigen und dann in den höheren Stufen der Automatisierung wieder abfallen. Nicht allein von der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung abhängig ist die Zunahme des Anteiles der Techniker, der wissenschaftlich-technischen und ökonomischen Fachkräfte und der Fachkräfte mit Hochschulausbildung der verschiedenen Grade. Man ersieht aus der Tabelle 9, daß gerade in diesem Bereich, beginnend mit dem Techniker, große Steigerungen erwartet werden.

7. Abschließende Bemerkungen

Gerade die letzten Abschnitte zeigen, daß die Arbeitsmarktforschung arbeitsplatzbezogenes Material und ingenieurwissenschaftliche Untersuchungen selten direkt auswerten kann. Aus den meisten der über die Automation veröffentlichten Arbeiten kann kein konkreter, verallgemeinerungsfähiger Schluß über die zukünftige Entwicklung gezogen werden. Entweder sind die Daten von Einzeluntersuchungen so spezifisch, daß es an der Repräsentativität mangelt oder es handelt sich gar nicht um Daten, sondern um nicht quantifizierbare allgemeine Aussagen, auf denen man keine Analyse oder eine Prognose der zukünftigen Entwicklung aufbauen kann. Für eine interdisziplinäre Arbeitsmarktforschung unter Einbeziehung der Ingenieurwissenschaften und der Betriebswirtschaft ist hier ein weites Feld.

Literaturverzeichnis zu Teil II

- [20] G. *Schachtschabel*: Zum Problem des Automatisierungsgrades, *Automatisierung* 11 (1966) S. 7—9
- [21] La mesure du niveau d'automation dans l'industrie. *Sciences*, 2, 1961, zit. in: P. *Naville*: Une nouvelle méthode de mesure des niveaux d'automation, in: *Cahiers d'étude de l'automation et des sociétés industrielles*, Nr. 3, Paris 1962
- [21a] s. a. P. *Naville*: Vers l'automatisme social? o. A. (Gallimard) 1963, S. 162—166
- [22] A. *Zvorykin*: Methods of Statistical Calculation and Determination of Levels of Mechanisation, Automation and New Technologies in the USSR, in: *Labor and Automation*, Bull. Nr. 1, Genf, 1964, S. 173—183
- [23] Technological Change and Manpower in a Centrally Planned Economy, in: *Labor and Automation*, Bull. Nr. 3, Genf, 1966
- [24] I. *Ryshow*: Die statistische Erfassung des Mechanisierungsgrades in der Industrie und im Bauwesen der Sowjetunion, in: *Statistische Praxis* 12 (1952) S. 213—216
- [25] P. F. *Gritzenko*: Bestimmung des Mechanisierungs- und Automatisierungsgrades der Produktion in der Region Kherison (Orig. russ.), in: *Mekhan, i. Autom. proizvodstru* No. 3, S. 41—43, zit in: (23) S. 18
- [26] Manpower Adjustment Programmes: II. Sweden, USSR, United States, in: *Labor and Automation*, Bull. Nr. 6, Genf, 1967, S. 119
- [27] H. *Braune*: Zum Stand der Fertigungstechnik in der Industrie der Sowjetzone, in: *WWI-Mitteilungen*, H. 2, 1967, S. 46
- [28] *Statistische Praxis*, Berlin, 1960, H. 12
- [29] *Statistische Praxis*, Berlin, 1966, H. 5
- [30] *Statistisches Jahrbuch der Deutschen Demokratischen Republik* 1967, 12. Jg., Berlin 1967, S. 201
- [31] *American Machinist*, Special Report No. 570, 109 (12)
- [32] W. Meyer, E. K. *Kinder*: Automatisierung nimmt zu. *VDI-N.* 19, 10. 5. 1967, S. 31

- [33] E. *Kinder*, W. Meyer: Ist der Grad der Automatisierung meßbar? Meßwerte 4, Nov. 1967, S. 8—10
- [34] H. H. *Moll*: Die Entwicklungstendenzen der Automatisierung und Schlußfolgerungen für die Ausbildung in der Automobilindustrie, in: Automatisierung und Berufsausbildung, Bielefeld, 1961, S. 51—68
- s. a. H. *Moll*; W. *Ulbricht*: Heutiger Stand und Entwicklungstendenzen in der Automatisierung der Fertigung am Beispiel einer Automobilfabrik, in: Werkstatttechnik und Maschinenbau (1957) H. 3, S. 118
- [35] The Employment Impact of Technological Change. Report of the National Commission on Technology, Automation and Economic Progress. App. Vol. 2, Washington 1966, S. 207—221
- [36] H. *Maul*: Methodische Arbeitsstudien als Grundlage für die Wahl geeigneter Entlohnungsverfahren in der hochmechanisierten und automatischen Fertigung. In: Leistungslohn heute und morgen. Hrsg.: REFA, Frankfurt/M., 1965, S. 35—59
- [37] H. *Schulze*: Qualifikationsentwicklung durch Automatisierung. Berufsbildung 66, H. 2, S. 60—62. H. 3, S. 126—130 und 137, H. 4, S. 184—186
- [38] H. *Rohmert*, K. *Schlaich*: Arbeitsanalyse im Zeichen der technischen Entwicklung. Arbeitswissenschaft 6 (1967) 3, S. 75—81
- [39] E. *Zander*: Personalprobleme bei Rationalisierung und Automation. Neuwied 1967
- [40] J. *Auerhan*: Technological Change in the Socialist Countries. In: Employment Problems of Automation and Advanced Technology. Hrsg. Y. Stieber, New York 1966, S. 32—47
- [41] A Review of Recent Soviet Literature on the Social Aspects of Automation and Technological Change in the USSR. Hrsg. ILO, Genf 1964, S. 9—15
- Literatur, die hauptsächlich für Tabelle 1 ausgewertet wurde.
- [42] M. *Radke*: Die Große Betriebswirtschaftliche Formelsammlung, 2. Aufl. München 1966
- [43] G. *Fischer*: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 6. Aufl. Heidelberg 1952
- [44] F. H. *Fleck*: Die Messung des technischen Fortschritts im Rahmen des gesamtwirtschaftlichen Wachstumsprozesses, Wien 1966
- [45] C. M. *Dolezalek*: Die technischen Grundlagen der Automatisierung. In: Die Automation — unsere Aufgabe. Sondertagung der Unternehmer vom 2. bis 3. Febr. 1965 in Duisburg. Köln 1965, S. 14—43
- [46] L. *Wolkersdorf*: Die mittelbare Bestimmung des Mechanisierungsgrades der industriellen Fertigung mit Hilfe von Meßziffern der Vermögens-, Kapital-, Kosten- und Beschäftigungsstruktur und des Energieverbrauches. WWI-Mitteilungen. 1957, H. 5, S. 115—122
- [47] W. *Waffenschmidt*: Automation, Stand und Entwicklungstendenzen im wirtschaftlichen Prozeß. Stuttgart 1964
- [48] F. *Rothhaupt*; H. *Schenkel*: Probleme der exakten Ermittlung des Niveaus der Mechanisierung und Automatisierung in Industriebetrieben. Wissensch. Zeitschrift der Hochschule für Ökonomie Berlin, 2 (1957), H. 4, S. 31—41