

Schrifttum

- [1] MATTHIES, H.-J.: Halmfutter-Erntemaschinen — langfristige Entwicklungstendenzen. Landt. Forsch. 18 (1970) S. 9—16
- [2] WIENEKE, F.: Technologische Grundlagen der Halmfuttertrocknung. Proc. of the 3rd Gen. Meeting of the Europ. Grassl. Fed. Braunschweig 1969, S. 59—75
- [3] DERNEDDE, W.: Die Beschleunigung der Trocknung von Halmgut durch mechanische Aufbereitung. Diss. Göttingen 1969
- [4] PHILIPSEN, P. J. J.: Methods of drying and changes in the crop especially after killing the standing crop by thermal treatment. Proc. of the 3rd Gen. Meeting of the Europ. Grassl. Fed. Braunschweig 1969, S. 77—80
- [5] DANIEL, P.: Anwendung chemischer Mittel zum Vorwelken. Landtechnik 26 (1971) S. 312
- [6] PRIEPKE, E. H. u. H. D. BRUHN: Altering Physical Characteristics of Alfalfa to Increase the Drying Rate. Trans. ASAE (1970) S. 827—831
- [7] PEREPELICINA, A. J.: Final drying of lucerne with high-frequency current and vacuum. Vest. sel'skhoz. Nauki 8 (1959) S. 132—137
- [8] STETSON, L. E., OGDEN, R. L. und S. O. NELSON: Effects of Radio-frequency Electric Fields on Drying and Carotin Retention of Chopped Alfalfa. Trans. ASAE (1969) S. 407—410
- [9] WIEZER, E.: Versuche zur mechanischen Dehydrierung von Wiesengräsern. Diss. Göttingen 1968
- [10] BREUSTEDT, O.: Untersuchungen über den Einfluß des Dampfblanchierens auf die mechanische Dehydration von Wiesenlieschgras. Dipl.-Arbeit, Göttingen 1968 (unveröffentl.)
- [11] CHANCELLOR, W. J.: Blanching Aids Mechanical Dewatering of Forage. Trans. ASAE (1964) S. 388
- [12] ORTH, H. W.: Einfluß einer Aufbereitung mit Hochfrequenzenergie auf das mechanische Dehydrieren von Halmgut. Proc. CIGR-Tagung, Sektion 3, Paris 1971
- [13] GEFAHRT, J.: Holz Trocknung durch kombinierte Hochfrequenz- und Kontaktwärmerung. Holz als Roh- u. Werkstoff, 28 (1970) S. 53—58
- [14] VOIGT, H., KRISCHNER, O., und H. SCHAUSS: Sonderverfahren der Holz Trocknung. Holz als Roh- u. Werkstoff 3 (1940) S. 364—375
- [15] KNIPPER, N. V.: Use of High-Frequency Currents for Grain Drying. Journ. of Agric. Engng. Res. (1959) S. 349—360
- [16] TUNCER, I. K., WIENEKE, F., und D. LEHMANN: Das Trocknungsverhalten einiger Futtergräser. Proc. of the 3rd Gen. Meeting of the Europ. Grassl. Fed., Braunschweig 1969, S. 85—94
- [17] WALTER, H.: Grundlagen des Pflanzenlebens. Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1962

Vergleich verschiedener Methoden der Ermittlung von Arbeitszeitfunktionen

Wilfried Hammer, Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, Bad Kreuznach

und

Eduard Wilking, Institut für Obstbau und Baumschule, TU, Hannover

1. Einleitung

In diesem Beitrag sollen Methoden der Ermittlung von Arbeitszeitfunktionen miteinander verglichen werden. Es handelte sich bei den Vergleichen um folgende Methoden: Ganzzeitmethode mit Direkt-Zeitmessung — Teilzeitmethode mit Direkt-Zeitmessung — Kleinstzeitmethode nach MTM (Methods-Time-Measurement), einem Verfahren der „Systeme vorbestimmter Zeiten“ (SvZ). HAMMER führte die Versuche für die Ganz- und Teilzeitmethode und den Vergleich der drei Methoden durch, während WILKING die Analysen nach dem MTM-Verfahren für die Kleinstzeitmethode bearbeitete.

2. Problem

Neben einigen klassischen Gebieten der Arbeitswissenschaft wie der Arbeitsgestaltung, der Entwicklung und Beurteilung von Arbeitsverfahren gewinnen Planungsaufgaben immer mehr an Bedeutung. Dabei geht es um die optimale Abstimmung und Zueinanderordnung von vorhandenen und erforderlichen Kapazitäten von menschlichen Arbeitskräften und anderen Einsatzmitteln innerhalb eines Arbeitssystems.

Um diese komplexen Aufgaben zu lösen, genügt die Intuition nicht mehr als Grundlage für unternehmerische Entscheidungen. Verlässliche quantitative Unterlagen werden dafür benötigt. KAMINSKY [6] bezeichnet daher deren Erarbeitung als gemeinsame Aufgabe von Arbeitsstudium und Operations Research. In diesem Sinne hat REFA [12] als deutsche Übersetzung von „operations research“ die Bezeichnung „Mathematische Entscheidungsvorbereitung“ vorgeschlagen.

Zur Erfassung der obengenannten komplexen Tatbestände genügen Fallstudien und aufs sorgfältigste ausgewählte Beispiele der landwirtschaftlichen Praxis nicht. Zweckmäßiger erscheint daher die Verwendung von Modellen als abstrakte, verallgemeinerte Darstellung eines Stückes Wirklichkeit [2; 12]. Im Rahmen dieser Modelle können die funktionalen Zusammenhänge der zu untersuchenden Vorgänge mit mathematischen Methoden erfaßt werden.

Die Autoren danken Herrn Dr. JOHN vom REFA und mehreren Mitarbeitern des Deutschen Rechen-Zentrums (DRZ) für Beratung bei mathematisch-statistischen Fragen

2.1. Schaffen von Kalkulationsunterlagen

Für die obengenannten Berechnungen werden Kalkulationseinheiten benötigt. Um diese zu gewinnen, müssen die Grenzen der phänomenologischen Beschreibung des Komplexen überschritten und eine Analyse als pragmatische Grundlage der naturwissenschaftlichen Behandlung der Arbeit betrieben werden [17]. Denn nur so können quantitative, objektive und reproduzierbare Ergebnisse geschaffen werden.

In diesem Sinne muß der gesamte Arbeitsablauf analysiert werden, um Bausteine für eine Synthese im Rahmen des Modells zu schaffen.

Für die Analyse kommen zur Zeit drei Formen in Frage [4]:

Ganzzeitmethode — Behandlung des gesamten Arbeitsvorganges als nicht unterteilte Einheit mit statistischen Verfahren der Einflußgrößenrechnungen (Korrelations- und Regressionsanalysen)

Teilzeitmethode — Zerlegung des gesamten Arbeitsvorganges in Teilvorgänge und Behandlung dieser unterteilten Einheiten mit den bei der Ganzzeitmethode genannten statistischen Verfahren; danach additive Zusammenfassung der daraus abgeleiteten Teilergebnisse

Kleinstzeitmethode — durch Analyse in Bewegungselemente.

2.1.1. Ganzzeitmethode

Grundsätzlich sollte eine Arbeit als physischer, psychischer, technischer und organisatorischer Komplex betrachtet werden. Bei einem Teil aller Arbeiten sind die verschiedenen Verrichtungen so eng miteinander verwoben, daß eine gedankliche Analyse in Teilarbeitsvorgänge nicht eindeutig und allgemein überzeugend durchgeführt werden kann. In anderen Fällen ist es offensichtlich, daß mehrere Einflußgrößen gleichzeitig in multipler Form den Zeitbedarf von Arbeitsabschnitten bedingen. Es erscheint zur Lösung dieser Probleme nur möglich, die Gesamtzahl eines Arbeitsvorganges als Einheit der Betrachtung zu wählen, die verschiedenen denkbaren Einflußgrößen in ihrer vorkommenden Variation zu bestimmen und mit Hilfe von Korrelations- und

Regressionsrechnungen multiple Funktionsanalysen durchzuführen. HASLER [4], WEDEKIND [24] und MAUL [11] haben diese statistischen Verfahren beschrieben, die zu Gleichungen über den Zeitbedarf in folgender allgemeiner Form führen:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

Dabei sind

Y = der errechnete Zeitbedarf

x_1, x_2, \dots = die verschiedenen Einflußgrößen

a, b_1, b_2, \dots = Regressionskoeffizienten

Regressionsrechnungen mit bis zu drei Einflußgrößen können mit Handrechenmaschinen bewältigt werden. Bei elektronischen Rechenanlagen gibt es Programme für 30 und mehr Variable, die also für arbeitswissenschaftliche Probleme bei weitem ausreichen.

2.1.2. Teilzeitmethode

Der Meß- und Rechenaufwand für die unter 2.1.1. genannten multiplen Regressionsanalysen ist zumeist sehr hoch. Sie konnten daher nicht angewendet werden, bevor elektronische Rechenanlagen zur Verfügung standen. Außerdem läßt sich die Mehrzahl aller jetzt üblichen Arbeiten in bestimmte Teilabschnitte klar untergliedern und letzteren die entsprechenden Einflußgrößen logisch zuordnen. Wegen der Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtung einerseits und der Analyse andererseits erscheint daher folgender methodischer Kompromiß notwendig und bewährt [2]: Der gesamte Arbeitsablauf wird nicht in kleinstmögliche Bewegungselemente zergliedert, sondern die Analyse wird im Einzelfall nur so weit getrieben, wie es die Untersuchungsaufgabe erfordert, das heißt um den Einfluß der wichtigsten Variablen verfolgen zu können. Auf jeden Fall sollen dabei zyklische Bewegungs- und Arbeitsabläufe geschlossen erhalten bleiben. Ferner ist anzustreben, die einzelnen Analysenteile nicht aus ihrem Zusammenhang herauszulösen, sondern sie nur im ursprünglichen Verband zu benutzen.

Diesem Ziel dürfte wohl entsprochen werden, wenn die Arbeitszeitstudie zu Arbeitszeitfunktionen führt, die die kausale und mathematisch formulierte Beziehung zwischen Arbeitsverfahren und Einflußgrößen einerseits und der Arbeitszeit als Zielgröße andererseits darstellen. Das bedeutet also Angabe des Arbeitszeitbedarfs jeder Teilarbeit (= y) als Funktion von Variablen

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

und Angabe des Arbeitszeitbedarfs des ganzen Arbeitsganges (= Y) als Summe aller Teilarbeiten durch

$$Y = y_1 + y_2 + \dots + y_n$$

2.1.3. Kleinstzeitmethode

Auf den Arbeiten von TAYLOR und GILBRETH aufbauend, sind während der vergangenen Jahrzehnte zahlreiche Bewegungsstudien in der Industrie durchgeführt worden. Dabei wurden die Arbeitsgänge bis in die kleinsten noch definier- und meßbaren Einheiten, die Bewegungselemente analysiert und ihre Variation durch die verschiedenen Einflußgrößen untersucht. Gleichzeitig wurden sie aus dem ursprünglichen Zusammenhang herausgelöst, verselbständigt und als Elementarbausteine beliebig zu neuen Arbeitsabläufen zusammengesetzt. Damit war die Grundannahme eingeschlossen, daß diese Elemente voneinander unabhängig und daher wie mathematische Größen summierbar sind. Die Ergebnisse dieser Studien führten zu den sogenannten „Systemen vorbestimmter Zeiten (SvZ)“, die in der Industrie beachtliche Verbreitung gefunden haben. In jüngster Zeit begann man in den Niederlanden, diese Systeme den landwirtschaftlichen Belangen anzupassen und auf der Basis von MTM das System „Elemental Times in Agriculture (ETA)“ zu entwickeln [9].

In ihren Grundzügen entsprechen sich die Teil- und Kleinstzeitmethode: In beiden Fällen werden nämlich in grundlagenartigen Arbeitszeitstudien der Arbeitszeitbedarf von Teilvorgängen beziehungsweise Bewegungselementen in möglichst repräsentativer und gesicherter Form ermittelt. Dabei werden der jeweilige Arbeitsinhalt und die Arbeitsbedingungen möglichst ins einzelne gehend beschrieben. Der ermittelte Zeitbedarf wird bei Vorhandensein von Einflußgrößen als Funktion dieser Variablen, im anderen Falle als Mittel-, Zentral- oder häufigster Wert angegeben.

Diese so gebildeten Arbeitszeitfunktionen werden nun als Kalkulationseinheiten verselbständigt, in einen Datenkatalog oder eine Datenbank eingeordnet und als Bausteine für die Synthese unterschiedlicher Arbeitsabläufe sowie für die Berechnung von deren Arbeitszeitbedarf verwendet. Entschließt man sich also zur Methode der Synthese im Rahmen eines Modells, so ergibt sich zwangsläufig die Notwendigkeit, vorherbestimmte Zeiten zu verwenden. Die Teil- und Kleinstzeitmethode unterscheiden sich im wesentlichen durch unterschiedlich feine Untergliederung des gesamten Arbeitsablaufs.

2.2. Bedeutung der SvZ (Systeme vorbestimmter Zeiten)

Je komplexer die Analysenteile, um so weniger vielseitig können sie verwendet und um so mehr Einheiten müssen untersucht werden. Im Gegensatz dazu gestattet das Analysieren in kleinste Bewegungselemente das Zurückführen auf eine geringe Anzahl von wenigen Elementarwerten und dadurch eine universelle Anwendbarkeit und Anpassungsfähigkeit an alle vorkommenden Einzelfälle. Gleichzeitig können die zur Verfügung stehenden Forschungskräfte und -mittel auf vergleichsweise wenige Objekte konzentriert und dadurch eine größere Sorgfalt, besonders im Hinblick auf statistische Bearbeitung des Urmaterials angewendet werden. Ferner gelingt es, das gesamte Arbeitsverfahren und den Arbeitsablauf detailliert und durch Kodifizierung allgemein verständlich zu beschreiben. Damit ist ein hohes Maß von Übertragbarkeit und sogar internationaler Verständigungsmöglichkeit gegeben. Weiterhin führt das Vorliegen dieser Elemente in Katalogen zu einer Unabhängigkeit vom konkreten Arbeitsvorgang und zu der Möglichkeit der Planung von Arbeitsverfahren und der Berechnung von Arbeitszeiten praktisch noch nicht existenter Arbeitsgänge. Im Verein mit der simultanen Charakterisierung des Arbeitsvorganges nach Bewegung und Zeit sind diese SvZ für die Arbeitsgestaltung gut geeignet. Ihr Wert für diese Verwendung beruht im wesentlichen auf der durch die SvZ mittelbar geweckten Denk- und Betrachtungsweise, die zu schöpferischer Gestaltung beitragen kann [19; 23].

Der hohe Arbeitsaufwand für die Synthese aus kleinsten Bewegungselementen kann dadurch vermindert werden, daß für die einzelnen Betriebs- oder gar Wirtschaftszweige Aggregate von Einzelementen geschaffen werden, die immer wieder in gleicher Weise gebraucht werden.

3. Untersuchungsaufgabe

Um die Richtigkeit und Anwendbarkeit dieser drei genannten Methoden zu prüfen, sollen sie an Hand von mehreren Beispielen (Tafel 1) untereinander verglichen und auf signifikante Unterschiede mit statistischen Methoden getestet werden.

4. Methodik und Versuchsdurchführung

4.1. für den Vergleich von Ganz- und Teilzeitmethode

Die in Tafel 1 genannten Arbeitsvorgänge wurden in den Jahren 1968 bis 1970 jeweils von vier männlichen, hinreichend geübten Personen in einem Arbeitslabor als Mo-

dellversuche durchgeführt. Besonders das Füttern fand also nicht in einem Stall statt, um alle Versuchsbedingungen kontrollieren und um in zeitlich konzentriertem Versuchsablauf die notwendigen Wiederholungen anstellen zu können.

Die Anordnung der Versuchseinheiten geschah nach einem Plan für faktorielle Versuche mit zufälliger Zuordnung der Versuchseinheiten. Die Analyse der Arbeitsvorgänge und die Zeitmessung für die Ganz- und Teilzeitmethode entsprach der von HAMMER [2] beschriebenen Methode 1).

Die Daten wurden mit Hilfe eines EDV-Programms [1] für multiple Regressionsanalysen ausgewertet. Dies geschah mit etwa fünf bis acht Variablen für die Ganzzeitmethode und mit höchstens drei für die Teilzeitmethode. Anschließend wurden die Regressionsfunktionen für die einzelnen Teilvorgänge jedes Arbeitsvorganges additiv zusammengefaßt. Damit ergaben sich neue Koeffizienten für die einzelnen Variablen. Diese konnten in obengenanntem Programm vorgegeben und mit ihnen eine neue Regressionsfunktion berechnet werden.

Um die verschiedenen Methoden vergleichen zu können, wurden die Regressionsfunktionen, die nach der Ganzzeitmethode gewonnen wurden, als uneingeschränkte Hypothesen, die Summenfunktionen auf der Basis der Teilzeitmethode als eingeschränkte Hypothesen definiert. Damit konnte dann im Rahmen einer Varianzanalyse mittels eines F-Tests geprüft werden, ob die Fehlerquadratsumme bei der eingeschränkten Hypothese signifikant vergrößert wird. Ist dies nicht der Fall, dann können beide multiplen Funktionen, die Ganzzeit- und die Teilzeitfunktion, als gleich betrachtet werden, das heißt die beiden entsprechenden Methoden führen zu gleichen Ergebnissen und bestätigen ihre Richtigkeit wechselseitig.

4.2. für den Vergleich von Ganzzeit- und Kleinstzeitmethode

Die Datengewinnung und Auswertung für die Ganzzeitmethode verlief wie im Kapitel 4.1. beschrieben. Um die gleichen Arbeitsvorgänge nach der Kleinstzeitmethode mit Hilfe einer Methode der SvZ, in diesem Falle mit MTM, bewerten zu können, führte WILKING [25] nach der von ihm beispielsweise dargestellten Methode Analysen für die gleichen Teilvorgänge wie im Kapitel 4.1. durch und wies dafür den Zeitbedarf aus.

¹⁾ Zur Straffung des Textes wurden folgende begleitenden Unterlagen nicht mit abgedruckt. Sie können bei W. Hammer eingesehen werden: Einzelergebnisse der Zeitstudien nach der Ganz- und Teilzeitmethode
Einzelergebnisse der Analysen nach der Kleinstzeitmethode
Weitergehende Beschreibung des Arbeitsinhalts und -ablaufs
EDV-Ausgaben der Regressions- und Varianzanalysen

Tafel 1: Die ausgewählten Arbeitsvorgänge, die als Beispiele zum Vergleich der verschiedenen Zeitstudienmethoden angewendet wurden

Projekte	Arbeitsvorgänge *)	Verwendung nebenstehender Arbeitsvorgänge für		
		Ganz-	Teil-	Kleinst-
			zeit-	methode
SHM	Füttern aus Behälterwagen in Längströge	+	+	+
SHN	Füttern aus Vorratsstonnen in Längströge	+	+	+
SIH	Füttern aus Behälterwagen in Quertröge	+	+	+
SII	Füttern aus Vorratsstonnen in Quertröge	+	+	+
SHO	Wagenschieben	+	+	
SJA	Füllen von Futterautomaten			
SJA 1	Schüttrichtung: von der Futtergangseite her	+		+
SJA 2	von der Buchtenseite her	+		+

*) Zum Arbeitsinhalt der einzelnen Beispiele siehe S. 153

Die Addition des Zeitbedarfs der einzelnen Teilvorgänge führte zur Summenfunktion für den gesamten Arbeitsvorgang. Diese ging dann in gleicher Weise, wie im Kapitel 4.1. beschrieben, als eingeschränkte Hypothese in die Varianzanalyse und den F-Test des Regressionsprogramms [1] ein.

Die Beschreibung des Arbeitsinhalts und -ablaufs der als Beispiele ausgewählten Arbeitsvorgänge

Projekt SHM:

Füttern aus Behälterwagen in Längströge

Arbeitsbedingungen: Mastschweinestall mit einreihiger Dänischer Aufstallung; 10 Tiere/Bucht; vierrädiger Behälterwagen mit selbstanziehender Hängewaage, Bleicheimer mit 10 kg Fassungsvermögen, schrotförmiges Getreidemast-Trockenfutter.

Arbeitsablauf: Einschaufeln des Trockenfutters vom freiliegenden Haufen in den Behälterwagen mit Aluminium-Schaukel; Lastweg zum ersten Trogabchnitt durch Schieben des Wagens; Futtervorlage durch Schöpfen des Futters aus dem Behälter mit Eimer, Wiegen einer vorgegebenen Futtermenge/Eimer an der Hängewaage, Ausschütten und Verteilen des Eimerinhalts in die Tröge, Weiterfahren von Bucht zu Bucht, Leerrückweg durch Ziehen des Wagens.

Projekt SHN:

Füttern aus Vorratsstonnen in Längströge

Arbeitsbedingungen: Mastschweinestall mit einreihiger Dänischer Aufstallung, 10 Tiere/Bucht, je Bucht eine zylindrische Blechtonne mit Fassungsvermögen für maximal 90 kg schrotförmiges Getreidemasttrockenfutter, Bleicheimer mit 10 kg Fassungsvermögen.

Arbeitsablauf: Gehen mit leerem Eimer von Bucht zu Bucht, Futtervorlage durch Schöpfen des Futters aus den Tonnen, volumenmäßige Bestimmung der vorgegebenen Futtermenge/Eimer, Ausschütten und Verteilen des Eimerinhalts in die Tröge.

Projekt SIH:

Füttern aus Behälterwagen in Quertröge

Arbeitsbedingungen: wie beim Projekt SHM, jedoch Mastschweinestall mit tiefen, schmalen Buchten sowie zwei Trögen und Futtersteg jeweils zwischen zwei Buchten.

Arbeitsablauf: wie beim Projekt SHM

Projekt SII:

Füttern aus Vorratsstonnen in Quertröge

Arbeitsbedingungen: wie beim Projekt SHN, jedoch Mastschweinestall wie beim Projekt SIH.

Arbeitsablauf: wie beim Projekt SIH.

Projekt SHO:

Wagenschieben

Arbeitsbedingungen: ebene, waagerechte Fahrbahn im geschlossenen Raum, vierrädiger Plattformwagen mit unterschiedlicher Achslast.

Arbeitsablauf: Wagenschieben über eine bestimmte Gesamtstrecke mit unterschiedlichem Anteil an geraden Wegstrecken und Wendungen der Fahrbahn um 180°.

Projekte SJA1 und SJA2:

Füllen von Futterautomaten

Arbeitsbedingungen: Mastschweinestall mit zweireihiger Dänischer Aufstallung, ein Futterautomat/Bucht (bei SJA1 Schüttrichtung von der Futtergangseite, bei SJA2 von der Buchtenseite her), sonst wie SHN.

Arbeitsablauf: wie SHN, anstelle von Trögen jedoch Futterautomaten.

5. Ergebnisse

(Vom Digitalrechner wurden als Ergebnisse der Regressionsanalysen für alle Teil- und Gesamtarbeitsvorgänge unter anderem folgendes ausgegeben: für alle Variablen deren Mittelwerte und zugehörige Standardabweichungen, für alle abhängigen Variablen deren Regressionskoeffizienten, deren Standardabweichungen, t-Werte und Irrtumswahrscheinlichkeiten und verschiedene Korrelationskoeffizienten.)

Tafel 2 gibt die verschiedenen Arbeitszeitfunktionen wieder, die nach den unterschiedlichen untersuchten Methoden jeweils für denselben Arbeitsvorgang errechnet wurden. Tafel 3 enthält schließlich die Ergebnisse des Vergleichs der verschiedenen Methoden zur Ermittlung von Arbeitszeitfunktionen und Prüfung der festgestellten Differenzen auf Signifikanz.

6. Interpretation und Kritik der Ergebnisse

Die verschiedenen Methoden führen für denselben Arbeitsvorgang zu äußerlich ganz unterschiedlich erscheinenden Regressionsfunktionen, ohne daß sie sich im statistischen Sinne wesentlich unterscheiden. Dies ist mit der unterschiedlichen Signifikanz der einzelnen Variablen im Zusammenhang mit der Gesamtstreuung des empirischen Materials zu erklären. Oder bildlich gesprochen: Die ermittelten Daten lassen sich mit ihrer Streuung als Punktwolken im mehr-

Tafel 2: Arbeitszeitfunktionen für den jeweils gleichen Arbeitsvorgang, jedoch mit den verschiedenen Methoden A bis E ermittelt

A: Ganzzeitmethode ohne Berücksichtigung des Leistungsgrades mit allen Einflußgrößen
 B: Ganzzeitmethode ohne Berücksichtigung des Leistungsgrades, jedoch nach schrittweiser Eliminierung aller nicht signifikanten Einflußgrößen
 C: Ganzzeitmethode mit Berücksichtigung des Leistungsgrades, sonst wie A
 D: Teilzeitmethode ohne Berücksichtigung des Leistungsgrades
 E: Kleinstzeitmethode nach MTM

Methode		Arbeitszeitfunktion							
Projekt SHM	A	$t_A/Ag =$	-37,40	+ 3,12 k	+ 31,05 c ₃	+ 2,53 l	+ 264 b	- 10,31 kb	+ 1,17 kc ₁
	B	$t_B/Ag =$	106,79		+ 41,27 c ₃				
	C	$t_C/Ag =$	-38,30	+ 3,20 k	+ 31,80 c ₃	+ 2,59 l	+ 270 b	- 10,56 kb	+ 1,20 kc ₁
	D	$t_D/Ag =$	13,51	+ 1,03 k	+ 6,89 c ₃	+ 3,29 l	- 32 b	+ 4,84 kb	+ 3,25 kc ₁
	E	$t_E/Ag =$	17,96	+ 1,08 k	+ 5,67 c ₃	+ 3,00 l	- 15 b	+ 3,00 kb	+ 3,60 kc ₁
Projekt SHN	A	$t_A/Ag =$	69,71	- 0,41 l	+ 1,72 kc ₁	+ 4,46 kb			
	B	$t_B/Ag =$	65,97		+ 2,10 kc ₁				
	C	$t_C/Ag =$	86,31	- 0,51 l	+ 2,13 kc ₁	+ 5,52 kb			
	D	$t_D/Ag =$	14,56	+ 1,87 l	+ 2,13 kc ₁	+ 0,97 kb			
	E	$t_E/Ag =$	26,75	+ 2,12 l	+ 2,84 kc ₁	+ 1,06 kb			
Projekt SIH	A	$t_A/Ag =$	37,59	+ 0,42 k	+ 2,53 l	+ 6,93 c ₃	+ 1,7 c ₄	+ 2,82 kc ₁	
	B	$t_B/Ag =$	32,21		+ 2,41 l	+ 5,56 c ₃		+ 3,12 kc ₁	
	C	$t_C/Ag =$	27,01	+ 0,51 k	+ 3,05 l	+ 8,34 c ₃	+ 2,0 c ₄	+ 3,39 kc ₁	
	D	$t_D/Ag =$	22,56	+ 0,44 k	+ 2,46 l	+ 5,42 c ₃	+ 10,4 c ₄	+ 2,88 kc ₁	
	E	$t_E/Ag =$	-10,49	+ 0,86 k	+ 3,00 l	+ 5,67 c ₃	+ 16,0 c ₄	+ 3,59 kc ₁	
Projekt SII	A	$t_A/Ag =$	- 4,66	+ 0,15 k	+ 2,64 l	+ 3,77 c ₄	+ 2,07 kc ₁		
	B	$t_B/Ag =$			+ 2,57 l		+ 2,12 kc ₁		
	C	$t_C/Ag =$	-13,85	+ 0,19 k	+ 3,49 l	+ 4,97 c ₄	+ 2,73 kc ₁		
	D	$t_D/Ag =$	3,53	- 0,17 k	+ 2,30 l	+ 13,30 c ₁	+ 1,96 kc ₁		
	E	$t_E/Ag =$			+ 2,12 l	+ 9,75 c ₄	+ 2,84 kc ₁		
Projekt SHO	A	$t_A/Ag =$	- 1,02	+ 3,37 d	+ 1,06 Sl	+ 0,02 g	+ 0,03 dg		
	B	$t_B/Ag =$	- 1,67	+ 2,49 d	+ 1,06 Sl		+ 0,04 dg		
	C	$t_C/Ag =$		(wurde nicht berechnet!)					
	D	$t_D/Ag =$	- 2,63	+ 3,08 d	+ 1,10 Sl	+ 0,02 g	+ 0,03 dg		
	E	$t_E/Ag =$		(wurde nicht berechnet!)					
Projekt SAJ 1	A	$t_A/Ag =$	3,78	+ 13,15 c ₁					
	B	$t_B/Ag =$	3,78	+ 13,15 c ₁					
	C	$t_C/Ag =$	5,18	+ 18,01 c ₁					
	D	$t_D/Ag =$		(wurde nicht berechnet!)					
	E	$t_E/Ag =$		+ 19,92 c ₁					
Projekt SAJ 2	A	$t_A/Ag =$	0,17	+ 17,05 c ₁					
	B	$t_B/Ag =$	0,17	+ 17,05 c ₁					
	C	$t_C/Ag =$	0,22	+ 22,00 c ₁					
	D	$t_D/Ag =$		(wurde nicht berechnet!)					
	E	$t_E/Ag =$		+ 22,15 c ₁					

Zeichenerklärung

Die abhängige Variable oder Zielgröße
 $t/Ag =$ Arbeitsaufwand/Arbeitsvorgang [cmin]

Die unabhängigen Variablen oder Einflußgrößen
 b = Troglänge/Tier [m]
 c₁ = Anzahl Eimerfüllungen/Bucht bei der Futtervorlage
 c₃ = Anzahl Schaufelhübe/Ag beim Futteraufladen
 c₄ = Anzahl Futterstege/Ag mit je zwei Quertrogen
 k = Anzahl Tiere/Arbeitsvorgang
 l = Weglänge zwischen Futterlager und Troganfang [m]
 d = Anzahl Wendungen/Arbeitsvorgang
 g = Zuladung [kg]
 Sl = Summe aller geraden Wegstrecken [m]

dimensionalen Koordinatennetz der Einflußgrößen gedanklich darstellen. Mehrere Regressionsgeraden oder -ebenen können diese Stichproben für eine Grundgesamtheit mit gleicher statistischer Sicherheit repräsentieren.

Am deutlichsten wird dies durch die schrittweisen Regressionsfunktionen, die ebenfalls mit dem angewandten EDV-Programm [1] gerechnet werden können. Dabei beginnt man mit einem vollständigen Satz unabhängiger Einflußgrößen, aus dem eine nach der anderen in der Reihenfolge ihrer absolut kleinsten t-Werte eliminiert wird. Bei jedem Schritt wird eine neue, vollständige Regressionsanalyse durchgeführt. Solange sich die Fehlerquadratsumme für diese neuen Regressionsfunktionen von der ursprünglichen (laut F-Test in einer Varianzanalyse) nicht signifikant unterscheidet, sind diese Funktionen statistisch gleichwertig.

Die Veränderung der Arbeitszeitfunktionen für die untersuchten Arbeitsvorgänge durch solche schrittweisen Regres-

sionen zeigt innerhalb der jeweiligen Projekte der Vergleich jeweils der Methoden A und B der Tafel 2. Die ursprünglichen Regressionsfunktionen (jeweils Methode A) enthalten also einige nicht signifikante Variable. Deren Anteil an der Gesamtheit der Veränderungen scheint um so größer zu sein, je komplexer der Arbeitsablauf ist.

Um diese Verschiedenartigkeit der Regressionsfunktionen für denselben Arbeitsinhalt zu demonstrieren, wurden in Tafel 4 die verschiedenen Stufen einer schrittweisen Regressionsanalyse mit dem Ergebnis des F-Tests dargestellt. Daraus wird deutlich, daß die ersten drei Schritte zu Funktionen führen, die sich statistisch nicht signifikant unterscheiden. Erst der vierte Schritt ändert den Inhalt der Funktion wesentlich.

Nach diesen vorangegangenen Überlegungen überrascht es nicht, daß sich die Zeitfunktionen, die nach der Ganz- und nach der Teilzeitmethode (siehe Differenz zwischen A und D

Tafel 3: Vergleich der verschiedenen Methoden A bis E durch Prüfung der entsprechenden Arbeitszeitfunktionen auf signifikante Differenzen

Differenz zwischen den Methoden . . .	Irrtumswahrscheinlichkeit [%] für das Bestehen signifikanter Differenzen zwischen den Methoden bei folgenden beispielartigen Projekten						Signifikanzniveau *)						
	SHM	SHN	SIH	SII	SHO	SJA1	SJA2	SHM	SHN	SIH	SHO	SJA1	SJA2
A und B	61	69	8	24	42			—	—	—	—	—	—
A und D	85	55	77	73	68			—	—	—	—	—	—
A und E	61	0	0	0		0	0	—	xxx	xxx	xxx	—	xxx
C und E	83	29	55	9		60	86	—	—	—	—	—	—

Geprüft wurde mit einem F-Test im Rahmen von Varianzanalysen (Kap. 4.1.)

Leere Felder = Vergleich wurde nicht durchgeführt

***) Signifikanzniveau**

Irrtumswahrscheinlichkeit	—	> 5,0 %	△ nicht gesichert
Irrtumswahrscheinlichkeit	x	< 5,0 %	△ gesichert
Irrtumswahrscheinlichkeit	xx	< 1,0 %	△ hoch gesichert
Irrtumswahrscheinlichkeit	xxx	< 0,1 %	△ sehr hoch gesichert

Tafel 4: Ergebnisse der schrittweisen Eliminierung nicht signifikanter Einflußgrößen bei einer Regressionsanalyse

Die einzelnen Schritte	Arbeitszeitfunktionen als Beispiel: Projekt SIH Füttern aus Behälterwagen in Quertröge	Mittel- [*] bzw. Schätz- ^{**} werte für t/Ag	Fehlerquadratsumme (= SQ)	Prüfung auf signifikante Differenzen ^{***})	
				p [%]	Niveau
UH	$t/Ag = 47,6 + 2,67 kc_1 + 2,57 l - 2,65 w + 7,82 c_3 + 0,43 k + 3,55 c_4$	405,5	89628		
1. EH	$t/Ag = 47,0 + 2,68 kc_1 + 2,54 l - 2,64 w + 7,80 c_3 + 0,56 k$	405,5	89700	80	—
2. EH	$t/Ag = 59,0 + 3,03 kc_1 + 2,41 l - 2,55 w + 6,20 c_3$	405,5	92100	45	—
3. EH	$t/Ag = 54,7 + 3,98 kc_1 + 2,52 l - 2,35 w$	405,5	98600	14	—
4. EH	$t/Ag = 35,2 + 3,98 kc_1 + 2,51 l$	405,5	106100	4	x
5. EH	$t/Ag = 85,8 + 3,90 kc_1$	405,5	123100	<0,1	xxx

w = Anzahl der Wiederholungen/Versuchsperson als Maß des Übungsgrades

Weitere Zeichenerklärungen s. Tafel 2

UH = uneingeschränkte Hypothese mit vollständigem Regressionsmodell

EH = eingeschränkte Hypothesen nach schrittweiser Eliminierung jeweils einer Einflußgröße

Anmerkungen:

*) arithm. Mittel der Meßwerte für t/Ag

**) Schätzwerte nach jeweiliger Arbeitszeitfunktion

***) Differenzen zwischen der jeweiligen EH und der UH betr. p = Irrtumswahrscheinlichkeit und Signifikanzniveau (s. Tafel 3)

Ergebnis: Nur bis zur 3. EH einschließlich darf eliminiert werden, ohne die Fehlerquadratsumme signifikant zu vergrößern

in Tafel 3) ermittelt wurden, statistisch nicht signifikant unterscheiden. Demnach sind die Ganz- und Teilzeitmethode als gleichwertig zu betrachten.

In gleicher Weise wurden auch die Gesamtfunktionen, die nach der Ganzzeitmethode ermittelt wurden und die Summenfunktionen die nach dem MTM-Verfahren festgestellt wurden, verglichen.

Die Ergebnisse dieses Vergleichs wurden für die einzelnen Projekte in Tafel 3 als „Differenz zwischen den Methoden A und E“ angegeben. Abgesehen vom Projekt SHM unterscheiden sich diese beiden Varianten immer sehr hoch gesichert, denn die Irrtumswahrscheinlichkeit ist kleiner als 0,1 %. Für den mangelnden Unterschied der beiden betrachteten Funktionen beim Projekt SHM ergab sich keine sachlogische Erklärung. Nach dem bisherigen Verlauf der Betrachtung wären also die Ganzzeit- und die Kleinstzeitmethode, letztere nach dem MTM-Verfahren, nicht gleichwertig.

Bei den nächsten gedanklichen Schritten dieser Untersuchung ist es notwendig, möglichst anschaulich zu sein. Daher sollen in die bisher mit allgemeinen Zahlen formulierten Arbeitszeitfunktionen A und E konkrete Zahlen für die unabhängigen Variablen, nämlich deren Mittelwerte eingesetzt werden. Damit erhält man den mittleren Arbeitszeitaufwand der untersuchten Arbeitsvorgänge (Tafel 5).

Die Betrachtung dieser Übersicht ergibt bei allen Projekten folgendes: Der mittlere Arbeitszeitbedarf, der nach der

Ganzzeitmethode festgestellt wurde, liegt immer niedriger als der nach MTM berechnete; die Relation beider Werte ist also in allen Fällen größer als 100. Dies läßt den Einfluß eines gleichen Faktors in stets gleicher Richtung vermuten.

Wir nahmen daher an, daß in den beiden zu vergleichenden Fällen ein ganz unterschiedlicher Leistungsgrad der Arbeits- und Versuchspersonen vorgelegen hat. Dies stützt sich auf wiederholte Feststellung in eigenen Untersuchungen, daß fast ausnahmslos ein sehr hoch signifikanter Einfluß der verschiedenen Versuchspersonen auf den Arbeitszeitaufwand nachzuweisen war. Dies trifft auch für die hier untersuchten Projekte zu, wenn man nach den einzelnen Personen unterscheidet. Ferner hat SCHLAICH [20] ausgesagt: „Die Tabellenzeiten der SvZ beziehen sich auf ein bestimmtes Leistungsniveau. Es ist bei WF²⁾ um etwa 15 % höher als bei MTM. Die MTM-Zeiten repräsentieren in etwa Durchschnittsleistungen von Zeitlöhnern, hinter den WF-Zeiten stecken in etwa Durchschnittsleistungen von Akkordlöhnern. In Deutschland ist als Bezugsleistung die REFA-Normalleistung weit verbreitet. Es gelang bis heute nicht, den Unterschied zwischen den WF- und MTM-Leistungen und der REFA-Normalleistung zu quantifizieren.“

Schließlich ist es eine langjährige Erfahrungstatsache, daß die Leistungsbereitschaft bei Kurzzeitversuchen im Arbeitslabor wesentlich höher ist als in der Praxis der alltäglichen Arbeiterledigung. Diese Versuche wurden jedoch bewußt

²⁾ WF = Work Faktor, neben MTM ein anderes Verfahren der SvZ

Tafel 5: Mittlerer Arbeitszeitaufwand der untersuchten Arbeitsvorgänge

berechnet nach den jeweiligen Funktionsformeln für Grenz- bzw. Kleinstzeitmethode:

$$\bar{t} = b_i \cdot \bar{x}_i \text{ [cmin]}$$

Projekte	Arbeitsvorgänge	Mittl. Arbeitszeitaufwand berechnet		Relation *) [%]
		nach der Ganzzeitmethode	Kleinstzeitmethode	
SHM	Füttern aus Behälterwagen in Längströge	508,43	520,67	102
SHN	Füttern aus Vorrats-tonnen in Längströge	272,96	337,96	124
SIH	Füttern aus Behälter-wagen in Quertröge	405,40	488,17	120
SII	Füttern aus Vorrats-tonnen in Quertröge	207,56	274,00	132
SJA	Füllen von Futter-automaten			
SJA 1	Schüttrichtung: von der Futter-gangseite her	40,34	55,41	137
SJA 2	von der Buchten-seite her	51,33	66,45	129

*) Verhältnis von Kleinst- zu Ganzzeitmethode, Ganzzeitmethode $\hat{=}$ 100 (s. Kap. 6)

mit dieser bekannten Beschränkung unter den abstrahierenden Modellbedingungen durchgeführt, um die rein methodischen Fragestellungen klären zu können.

Gemäß Definition der MTM-Vereinigung wird für deren Daten ein Leistungsgrad (= LG) von 100 (= Durchschnittsleistungen von Zeitlöhnern der gewerblichen Industrie) angegeben.

Bei den eigenen Zeitmessungen für die Ganzzeitmethode wurde jedoch kein Leistungsgradschätzen durchgeführt. Deshalb wird für diese Untersuchung angenommen, daß die in Spalte E von Tafel 5 verzeichneten „Relationen“ dem Leistungsgrad entsprechen, der bei den Arbeitsversuchen im Mittel aller Versuchspersonen vorgelegen hat. Der Vorgang des Leistungsgradschätzens wird also gleichsam nachvollzogen.

Multipliziert man nun die nach der Ganzzeitmethode berechneten Funktionen mit diesem Leistungsgrad, dann liegt das Leistungsniveau beider Alternativen in gleicher Höhe. Die entsprechende Funktionsformel ist in Tafel 2 jeweils als „Methode C“ verzeichnet.

In gleicher Weise, wie bereits beschrieben, wurden nun diese korrigierten Arbeitszeitfunktionen C mit denen nach Methode E, also Ganzzeitmethode mit Berücksichtigung des Leistungsgrades und Kleinstzeitmethode verglichen. Dabei ergaben sich bei keinem Projekt signifikante Unterschiede zwischen den beiden Funktionen. Demnach sind die Ganz- und Kleinstzeitmethode als gleichwertig zu betrachten, sofern es gelingt, für beide Formen das gleiche Leistungsniveau zu unterstellen.

Der bereits genannte Befund, daß der Einfluß der Arbeitspersonen und ihres Leistungsgrades gravierend ist, verdient höchste Beachtung. Dementsprechend erscheint es unstatthaft, Arbeitszeitbedarfsangaben ohne Berücksichtigung des bei der Datenermittlung vorliegenden Leistungsgrades zu machen.

Wesentlich sind wohl an dieser Stelle außerdem folgende Hinweise auf den unterschiedlichen Bedarf an wissenschaftlicher und technischer Tätigkeit für die untersuchten Zeitstudienmethoden.

Je heterogener und komplexer, das heißt aus je mehr verschiedenen Bewegungen und Verrichtungen ein Arbeitsab-

lauf zusammengesetzt ist, um so weniger vielseitig ist sein Arbeitszeitbedarf für andersartige Synthesen im Rahmen von Arbeitsmodellen verwendbar. In der Regel stellt eine Angabe für den Arbeitszeitbedarf eines ganzen Arbeitsvorganges einen Einzeckwert dar. Bewegungselemente gemäß der Definition der „Therbligs“ von GILBRETH und der verschiedenen SvZ sind dagegen fast universell einzusetzen. Die Zahl der Einheiten von Arbeitsabschnitten, die von einem gegebenen Kreis von wissenschaftlich tätigen Personen innerhalb eines bestimmten Aufgabengebietes untersucht werden müssen, ist also wesentlich kleiner, wenn sie nur Bewegungselemente im Gegensatz zu ganzen Arbeitsvorgängen umfassen. Daher kommt der Ganzzeitmethode seit jeher nur geringe praktische Bedeutung zu. Die Teilzeitmethode war als einzige brauchbare anzusehen, solange logisch und meßtechnisch die Analyse in kleinere Einheiten nicht möglich oder sinnvoll erschien. Dieses Stadium ist jedoch seit Herausgabe der SvZ [13; 16] überwunden. Es kommt noch hinzu, daß erwiesenermaßen die Untersuchungsergebnisse über Bewegungselemente nicht branchengebunden sind, so daß sich eine weitere Effektivität durch dieses höchste Maß von Universalität ergibt.

Ohne daß spezielle Aufzeichnungen gemacht wurden, haben diese durchgeführten Untersuchungen eindeutig ergeben, daß nach Vorliegen der Grunddaten für den Arbeitszeitbedarf der Bewegungselemente der Bedarf an wissenschaftlichem und technischem Einsatz für die Kleinstzeitmethode wesentlich niedriger ist als für die beiden anderen, bei denen ein recht umfangreicher Personal- und Sachaufwand für die Versuchsdurchführung notwendig war. Dies gilt auch, wenn es zur Unterlagenermittlung für die Kleinstzeitanalysen notwendig ist, vorher Häufigkeitsstudien durchzuführen. Je kapitalintensiver, spezialisierter und komplexer die zu untersuchenden Vorgänge sind, um so häufiger müssen die Erhebungen mit hohem Reise- und Vorbereitungsaufwand in fremden Betrieben durchgeführt werden. Dabei stößt der Untersuchungsansteller zumeist auf Unverständnis der kooperierenden Betriebsleiter oder Arbeitspersonen, wenn für statistisch notwendige Wiederholungen der gleiche Arbeitsablauf mehrmals an aufeinanderfolgenden Tagen beobachtet wird.

Damit erweisen sich die Verfahren der Direktzeitmessung unter heutigen sozialen und wirtschaftlichen Verhältnissen zunehmend als sehr erschwert. Die Verfasser sehen daher in diesem Punkt eine der wesentlichen Ursachen, weshalb alle Katalogwerke über den Arbeitszeitbedarf [8] nur mit großen Anstrengungen zu schaffen waren. In den USA, in denen die gesellschaftliche Entwicklung schon weiter fortgeschritten ist, scheint nach eigenen Beobachtungen zum Beispiel kaum jemand zu solchem Einsatz bereit zu sein.

Es ist jedoch ebenfalls deutlich geworden, daß zur Durchführung von MTM-Analysen ein fachlich höher qualifizierter Sachbearbeiter notwendig ist als bei der Durchführung der Arbeitsversuche für Direktzeitmessung. Die verbreiteten Lehrgänge und das ausgeprägte Ausbildungssystem der MTM- oder WF-Vereinigungen belegen jedoch die weite Erlernbarkeit dieser Techniken.

7. Zusammenfassung

Bedingt durch naturgemäß starke Streuung von Arbeitsaufwands-Meßwerten kann dieselbe Grundgesamtheit durch mehrere Regressionsfunktionen statistisch gleichwertig dargestellt werden.

In der Regel erweisen sich bei multiplen Korrelations- und Regressionsanalysen ein Teil der einbezogenen Einflußgrößen als nicht signifikant. Sie sollten daher nach entsprechender statistischer Prüfung eliminiert werden.

Ganz- und Teilzeitmethode mit Direktzeitmessung haben sich als gleichwertig hinsichtlich der Genauigkeit der Ergebnisse erwiesen.

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen dieser beiden Methoden mit Direktzeitmessung einerseits und denen nach der Kleinstzeitmethode gewonnenen andererseits beruhen auf unterschiedlichem Leistungsgrad der eingesetzten Versuchspersonen. Nach Umrechnung auf gleichen Leistungsgrad konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Methoden nachgewiesen werden. Die „Systeme vorbestimmter Zeiten“ (= SvZ) sind also als gleichwertig zu bezeichnen. Besonderer Beachtung bedarf die Bewertung des Leistungsniveaus der untersuchten Arbeitspersonen.

Das unterschiedliche Leistungsniveau der untersuchten Arbeitspersonen wirkt sich auf den Arbeitszeitaufwand stärker aus als alle anderen Einflußgrößen. Es muß daher bei der Festsetzung von Standard- oder Arbeitsbedarfszeiten durch ein möglichst gutes Leistungsgradschätzen berücksichtigt werden. Methodische Untersuchungen zur Verbesserung und vielleicht zur Objektivierung des Leistungsgradschätzens haben daher vorrangige arbeitswissenschaftliche Bedeutung.

Die SvZ erscheinen unter Berücksichtigung des Aufwandes an wissenschaftlichem und technischem Untersuchungsein-satz günstiger als die Methoden mit Direktzeitmessung und komplexeren Analyseneinheiten.

Schrifttum

- [1] GEBHARDT, F.: Regressionsanalyse mit Tests (Fortran-IV-Hauptprogramm des Deutschen Rechenzentrums)
- [2] HAMMER, W.: Ganzheitliche und kausale Betrachtung als Grundlagen für Arbeitszeitstudien in der Landwirtschaft. In: „Aufgaben und Ergebnisse aus der Landarbeitswissenschaft“, Schriftenreihe „Landarbeit und Technik“, Heft 35, S. 11—45. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1968
- [3] HAMMER, W.: Gedanken zur Anwendbarkeit des SvZ in der Landwirtschaft. Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 17—25
- [4] HASLER, K.: Erstellen von Zeitberechnungsunterlagen mit Hilfe statistischer Methoden. Fortschrittliche Betriebsführung 14 (1965) S. 17—25
- [5] HESSELBACH, J.: Zur Ermittlung arbeitswirtschaftlicher Daten hochmechanisierter Ernteverfahren. KTL-Berichte der Landtechnik Nr. 122. Wolfratshausen 1968
- [6] KAMINSKY, G.: Arbeitsstudium und Operations Research. Fortschrittliche Betriebsführung 15 (1966) S. 78—84
- [7] KAMINSKY, G.: Möglichkeiten für die Anwendung von Methoden vorbestimmter Zeiten in der Forstwirtschaft. Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 26—30
- [8] KREHER, G. u. a.: Die Kalkulation der Arbeitszeit für Arbeits- und Zugkräfte im landwirtschaftlichen Betrieb. KTL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft. Band 1. Wolfratshausen 1963
- [9] LIEM, T. L. und J. G. C. GERRITSEN: E.T.A. — Elemental Times in Agriculture. Prinzip und Entwicklung eines Zeitnormenverfahrens (Deutsche Übersetzung), Landbouwkundig Tijdschrift (1966) S. x—y
- [10] LIEM, T. L. und J. G. C. GERRITSEN: Betrachtungen über ETA — Elemental Times in Agriculture, Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 43—54
- [11] MAUL, H.: Methoden für die Ermittlung von Planzeitwerten. REFA-Nachrichten 18 (1965) S. 1—16
- [12] MAUL, H.: Datenermittlung mit Hilfe des Arbeitsstudiums für Datenverarbeitung und mathematische Entscheidungsvorbereitung. REFA-Nachrichten 20 (1967) S. 263—268
- [13] MAYNARD, H. B., G. J. STEGEMERTEN und I. L. SCHWAB: Methods-Time-Measurement. Mc Graw-Hill Book Co., London 1948
- [14] PREUSCHEN, G.: Standard Times for Agricultural Operations (Standardzeiten für Arbeiten und Arbeitsgänge). International Journal of Production Research 6 (1967) S. 57—64
- [15] PREUSCHEN, G.: Notwendigkeit und Bedingungen für die Ermittlung von Standardzeiten als Planungsdaten. Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 11—16
- [16] QUICK, I. H., I. H. DUNCAN und I. A. MALCOLM (jr.): Das Work-Faktor-Buch. Carl-Hauser-Verlag, München 1965
- [17] ROHMERT, W. und K. SCHLAICH: Arbeitsanalyse im Zeichen der technischen Entwicklung. Arbeitswissenschaft 6 (1967) S. 75—81
- [18] SANFLEBER, H.: Untersuchungen über die Summierbarkeit von Elementarzeiten. Ein Beitrag zur Kritik der Verfahren vorbestimmter Zeiten. Dissertation Aachen 1965
- [19] SCHLAICH, K.: Vergleich von beobachteten und vorbestimmten Elementarzeiten manueller Willkürbewegungen bei Montagearbeiten. Schriftenreihe „Arbeitswissenschaft und Praxis“. Berlin, Köln, Frankfurt 1967
- [20] SCHLAICH, K.: Bedingungen und Grenzen des erfolgreichen Einsatzes von SvZ in der Industrie und Diskussion von Ansatzpunkten der Übertragung dieser Feststellungen auf die Verhältnisse in der Forst- und Landwirtschaft. Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 31—35

- [21] SCHMIDTKE, H. und F. STIER: Der Aufbau komplexer Bewegungsabläufe aus Elementarbewegungen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 822, 1960
- [22] STIER, F.: Bewegungsabläufe und Arbeitsbelastungen bei Anwendung von Systemen vorbestimmter Zeiten. Afa-Informationen 16 (1966) S. 119—127
- [23] STUKEY, A.: Das Arbeitsstudium in den nächsten 20 Jahren. Fortschrittliche Betriebsführung 14 (1965) S. 1—5
- [24] WEDEKIND: Die Behandlung von Problemen der Einflußgrößenrechnung mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen. Fortschrittliche Betriebsführung 14 (1965) S. 26—32
- [25] WILKING, E.: Einige Anwendungsbeispiele vorbestimmter Zeiten (nach MTM) für Arbeiten im Obst- und Gemüsebau. Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969, S. 36—42

Der Vollständigkeit halber sind auch Arbeiten aufgeführt, die im Beitrag nicht zitiert wurden.

Ingenieurschulen: Studentenzahlen verdoppelt

Die Zahl der Studierenden an den Ingenieurschulen in der Bundesrepublik — hier gilt die Hochschulreife noch nicht als Aufnahmebedingung — hat sich nach den jetzt vorliegenden amtlichen Zahlen im Wintersemester 1969/70 mit insgesamt 69 100 gegenüber erst 35 900 im Wintersemester 1957/58 fast verdoppelt. Nach Vorbildung aufgliedert, ergibt sich dieses Bild: Nur 3,1 Prozent besaßen Hochschulreife, 59,5 Prozent dagegen hatten Realschulabschluß, 19,6 Prozent eine Praktikantenausbildung und der Rest (etwa 18 Prozent) den Abschluß einer Berufsaufbauschule oder einen sonstigen Abschluß. Mehr als drei Viertel (76,4 Prozent) der Studierenden an den Ingenieurschulen wiesen einen Ausbildungsabschluß wie Gesellenprüfung, Facharbeiterbrief u. a. vor.

Internationales Institut für das Management der Technologie gegründet

Mit der Unterzeichnung eines Übereinkommens Anfang Oktober 1971 bei der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung in Paris (OECD) wurde das Internationale Institut für das Management der Technologie gegründet. Zum Generaldirektor des neugegründeten Instituts wurde Dr.-Ing. JÜRGEN SEETZEN aus der Bundesrepublik Deutschland ernannt.

Das Institut, das in Mailand im Collegio della Stellite seinen Sitz hat, wird von sechs Mitgliedstaaten der OECD und einigen ihrer Industriefirmen finanziert. Es will mit Kursen, Forschungsarbeiten und anderen Leistungen dazu beitragen, in Europa der Fortbildung von Führungskräften und Lehrern für die Lenkung des Prozesses technischer Neuerungen — Innovationen — zu dienen sowie darauf bezogene Forschung zu fördern.

Telex-Modellnetz zur Modernisierung der öffentlichen Bibliotheken

Der Deutsche Bücherverband wird aus Mitteln des Bundesministers für Bildung und Wissenschaft ab Herbst dieses Jahres einen zweijährigen Versuch mit modernsten technischen Einrichtungen durchführen. In einem Telex-Modellnetz mit zunächst 31 angeschlossenen bibliothekarischen Institutionen — meist öffentlichen Bibliotheken — sollen die Möglichkeiten dieses Kommunikationsmittels erprobt werden. Mit diesem Versuch, für den rund 370 000 DM bereitgestellt worden sind, wird nicht nur angestrebt, den Modernitätsrückstand des öffentlichen Bibliothekswesens der Bundesrepublik aufzuholen.

Es wird ein bedeutender Schritt zu einer wichtigen Zukunftsaufgabe getan: Der traditionelle Aufgabenbereich der öffentlichen Bibliotheken wie Sammlung, Erschließung und Ausleihe von Büchern erweitert sich zu einem umfassenden allgemeinen Auskunfts- und Informationsdienst. Da auch wissenschaftliche Bibliotheken an diesem Versuch beteiligt