



Institut für Landtechnik

Anleitung zur Arbeitszeitermittlung

Dr. H. Schön und

Dipl.-Ing. agr. H. Auernhammer

Weihenstephan, Jan. 1972

In der vorliegenden Anleitung haben meine Mitarbeiter Dr. H. Schön und Dipl.-Ing. agr. H. Auernhammer eine Methode zur Arbeitszeitermittlung ausgearbeitet. Diese lehnt sich an die "Kreuznacher Methode" an, ist aber auf die besonderen Bedürfnisse der angewandten landtechnischen Forschung abgestimmt.

Es ist mein Wunsch, daß diese Methode einheitlich in sämtlichen Abteilungen der Landtechnik Weihenstephan verwendet wird, um einen vergleichbaren Maßstab für alle Arbeitskettten zu gewinnen. Darüberhinaus sollte in den nächsten Jahren gemeinsam ein Katalog immer wiederkehrender Arbeitsteilvorgänge erstellt werden, der mit seinen Standardwerten die weiteren Untersuchungen wesentlich erleichtern würde.

Die vorgeschlagene Methode kann nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Alle mögen dazu beitragen, sie aufgrund ihrer Erfahrungen weiter zu verbessern.

(Prof.Dr. H.L. Wenner)

1. Ziel der Arbeitszeitmessungen:

1.1 Ermittlung des tatsächlichen Arbeitszeitaufwandes (Ist-Zeit) bei der Durchführung einer Arbeit.

Unter Arbeitsaufwand verstehen wir die in einem Betrieb tatsächlich aufgewendete Arbeitsmenge zur Lösung einer Arbeitsaufgabe. Die ermittelten Werte gelten nur für die jeweiligen Betriebsbedingungen und die jeweilige körperliche und geistige Leistungsfähigkeit einer Arbeitskraft. Eine Verallgemeinerung der Werte ist nicht möglich. Für allgemeingültige Standardwerte müssen deshalb die verschiedenen Einflußfaktoren festgestellt und standardisiert bzw. ausgeschaltet werden.

1.2 Dies geschieht in Form der Arbeitsanalyse. Dabei soll der Einfluß verschiedener Arbeitsbedingungen quantitativ ermittelt werden. Hierzu ist es erforderlich, die auf ein Arbeitsverfahren einwirkenden Faktoren und ihren Einfluß auf den Arbeitszeitaufwand festzustellen. Dies ist möglich durch die Aufgliederung der Gesamtarbeitszeit.

1.3 Für viele Aussagen ist es erforderlich, Planzeiten (Arbeitszeitbedarf, Sollzeit) zu erarbeiten, die bei definierter Einflußfaktoren allgemeine Gültigkeit haben, einen Vergleich der verschiedenen Arbeitsverfahren ermöglichen und die Grundlagen für Kalkulationen darstellen.

2. Methode

Die Ermittlung von Planzeiten kann nach verschiedenen Methoden erfolgen:

2.1 Ganzzeitmethode

Hier wird die Gesamtzeit eines Arbeitsvorganges gemessen. Die verschiedenen Einflußgrößen werden mit Hilfe der multiplen Funktionsanalysen bestimmt.

Nachteile dieser Methode sind:

hoher Rechenaufwand,
große Zahl von Messungen unter verschiedenen Bedingungen.

2.2 Kleinstzeitmethoden

Hier werden die Arbeitsgänge bis in die kleinsten, noch definier- und meßbaren Einheiten, die Bewegungselemente analysiert und ihre Variation durch die verschiedenen Einflußgrößen untersucht. Diese Elementarbausteine können in beliebiger Folge zu neuen Arbeitsabläufen zusammengesetzt werden (System vorbestimmter Zeiten = SvZ). Dazu ist allerdings ein hoher Rechenaufwand erforderlich, und die Gefahr des Vergessens einiger Elemente ist groß.

Bei reiner Handarbeit zeichnet sich diese Methode durch ein hohes Maß an Standardisierbarkeit der Arbeitsperson aus. In der modernen Landwirtschaft tritt aber die reine Handarbeit immer mehr in den Hintergrund, die Zeit wird fast ausschließlich durch die Maschine bestimmt.

2.3 Teilzeitmethode

Die Nachteile der zuvor genannten Methoden können vermieden werden, wenn die Arbeitsvorgänge in definierbare

- 2.3 Teilvorgänge aufgegliedert werden. Die Aufgliederung erfolgt aber nur soweit, daß die wichtigsten Einflußfaktoren in ihrer Wirkung erfaßt werden können, der Zusammenhang des Teilvorganges aber erhalten bleibt. Jede Teilarbeit (y) ist eine Funktion veränderlicher Faktoren (x)

$$y = f (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n). \quad (1)$$

Der Arbeitszeitbedarf eines Arbeitsvorganges Y ergibt sich aus der Summe der Teilarbeiten

$$Y = \sum y. \quad (2)$$

Teilzeiten sind nur dann repräsentativ, wenn eine entsprechende statistische Absicherung vorliegt, und breitgestreute Untersuchungen die Basis für die Erstellung liefern. Als Mindestumfang für Zeitstudien sind Messungen in 5 Betrieben mit je 4 - 5 Wiederholungen anzustreben.

- 2.4 Für die Erstellung landwirtschaftlicher Planzeiten wird deshalb die Teilzeitmethode vorgeschlagen, die durch die Kleinstzeitmethode ergänzt werden kann. Dazu werden im praktischen Einsatz oder gegebenenfalls in Versuchsbetrieben Teilarbeitszeiten bestimmt. Die reinen Handarbeitsverrichtungen können mit Hilfe der Kleinstzeitmethode bestimmt werden, wozu die von Wageningen erarbeiteten "Elemental Times in Agriculture (ETA) " heranzuziehen sind..

3. Ausführung der Zeitnahme

3.1 Beschreibung der Arbeitsbedingungen

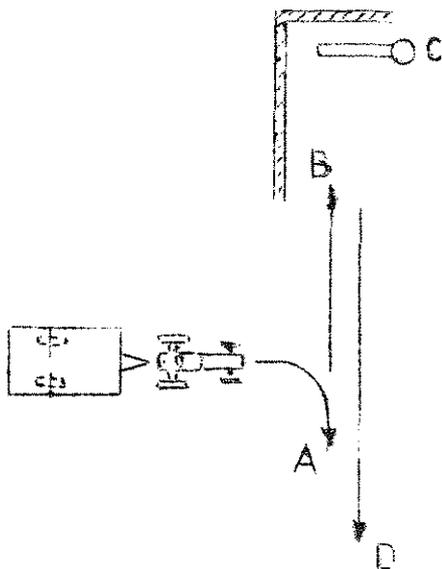
Die Beschreibung der Arbeit ist zur späteren Erfassung der Einflußfaktoren sehr wichtig und sollte deshalb sehr sorgfältig nach beiliegendem Formblatt erfolgen:

1. Arbeitsaufgabe (z.B. Bergen von Anwelkgras)
2. Betrieb, Beobachtungszeit und besondere Ereignisse
3. Arbeitspersonen (z.B. 1 Betriebsleiter (40 J.) +
1 Sohn (18 J.) ++
1 Schlepperfahrer (30 J.) -)
4. Maschinen und Geräte / Gebäude
(z.B. 1 50 PS Fendt
1 70 PS Schlüter
1 Steyr Ladew. 3.5 t
1 Hochsilo (150 m³)
5. Arbeitsgegenstand:
Dauergrünland; 120 dz Anwelkgut mit 70 % TM;
6. Arbeitsplatz
(z.B. 1,5 ha eben; 1300 m FE; Wege mittel;
Hochsilo und Gebläse
7. Arbeitsergebnis:
1,5 ha = 120 dz = 30 m³ in 3,2 Std.

3.2 Arbeitsablaufstudie

Vor der eigentlichen Zeitnahme sollte eine Beobachtung des Arbeitsablaufes (zumindest aber eine Besprechung) erfolgen. Hierbei wird die voraussichtliche Arbeitsorganisation festgelegt. Gleichzeitig erfolgt die Abgrenzung der einzelnen Teilvorgänge. Das Ergebnis dieser Arbeitsablaufstudie wird in einer Arbeitsskizze festgehalten (Abb. 1). In einem Teilvorgang sollen alle Arbeitselemente zusammengefaßt werden, die der Lösung eines Teilzieles dienen, und durch definierbare Faktoren oder Faktorbindeln beeinflusst werden. Ein Teilvorgang muß durch zwei genau definierte Zeitmeßpunkte abgegrenzt werden und sollte nicht kleiner als 15 min. sein. Zu große Teilvorgänge erschweren dagegen eine exakte Arbeitsanalyse.

Beispiel:



Teilzeiten:

1. Wegezeit bis A
2. Rückwärts fahren bis B
3. Absteigen und an Wagenheck gehen
4. Gebläse C eingang setzen
5. Rückwand des Wagens öffnen
6. Zum Schlepper gehen und aufsteigen
7. Zapfwelle einschalten
8. Absteigen und zum Wagenheck gehen (3)
9. Abladevorgang überwachen (Förderleistung)
10. Rückwand schließen
11. Um Gebläse säubern und abschalten
12. Zum Schlepper und aufsteigen
13. Fahrt nach D

Abb. 1: Abgrenzung der Teilvorgänge und schematische Darstellung

3.3 Zeitnahme

Die Zeitnahme sollte auf beiliegendem Formblatt erfolgen. Als Meßgeräte werden Stoppuhren mit Schleppezeiger oder Zeitzählbretter verwendet, das Zeitmaß ist die cmin (= 1/100 min).

Pro Arbeitskraft muß 1 Zeitnehmer eingesetzt werden.

Zu Beginn und am Ende der Messung wird die Fortschrittszeit festgehalten (Gesamtzeit). Die gesamte Arbeitszeit muß nämlich mit der Summe der Differenzzeiten (Teilzeiten) übereinstimmen.

Wichtig ist, daß während der Zeitnahme von der Arbeitsperson ein normaler Arbeitsrhythmus eingehalten wird.

3.4 Stör-, Verlust- und Erholungszeiten

Zur Erstellung von Standards müssen Zeitnahmedaten vorliegen, die frei von Stör- und Verlustzeiten sind. Deshalb sind diese Zeiten genau zu ermitteln und für die folgenden Berechnungen auszuschalten.

Zu Erfassung von Störzeiten sind eigene Untersuchungen anzustellen, die über längere Zeiträume fortgeführt werden und nach der Auswertung als Störfaktor zu den Standards in den Gesamtarbeitszeitbedarf eines Arbeitsganges eingehen.

Erholungszeiten sind in den Teilzeiten dann enthalten, wenn ein normaler Arbeitsrhythmus eingehalten wird. Für Arbeiten mit hoher körperlicher Belastung können sie über Pulsfrequenzmessungen ermittelt und den Planzeitwerten zugeschlagen werden.

4. Auswertung

4.1 Arbeitszeitaufwand

Dieser wird für jede Zeitstudie getrennt ermittelt und errechnet sich aus der absoluten Arbeitszeit bezogen auf den Arbeitszeitaufwand je AK und Einheit (AKh/ha; AKh/Tier usw.). Eine Aufgliederung der Arbeit kann hier nach den einzelnen Teilzeiten erfolgen, Stör- und Verlustzeiten sind gesondert auszuweisen.

4.2 Arbeitsanalyse

Bereits die vorangegangene Errechnung des Arbeitszeitaufwandes / Einheit läßt eine Beurteilung der Arbeitsdurchführung zu. Darüberhinaus bedürfen aber auch die einzelnen Teilzeiten einer näheren Betrachtung. Hierzu werden die Werte vergleichbarer Teilzeiten einer Zeitstudie und deren Wiederholungen zusammengestellt. (Bei einer größeren Anzahl von Werten ist es erforderlich, Klassen zu bilden.)

4.2.1 Statistische Auswertung der Ist-Zeiten t_i

Die statistische Auswertung der gemessenen Werte t_i soll im Endeffekt die Erstellung von Planzeiten ermöglichen. Planzeiten sind Mittelwerte oder Bereiche um die Mittelwerte, die aus den gemessenen Werten zu schätzen sind.

Alle Planzeiten treten nur als positive Werte auf, sind somit größer 0 und streuen fast ausschließlich nach der Lognormalverteilung mit den dafür typischen Größen (Abb. 2)

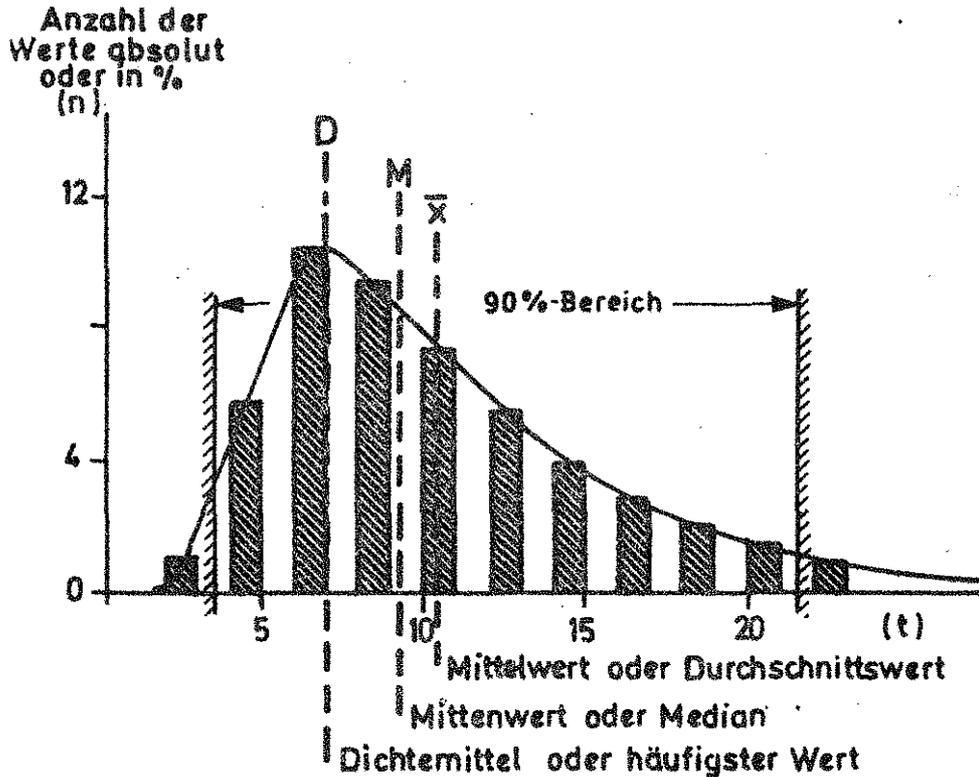


Abb. 2: Die für Arbeitszeitwerte typ. Verteilung mit Kenngrößen und charakteristischen 90%-Bereich

Die Auswertung derartiger Verteilungen kann entsprechend der Bezeichnung nur in logarithmischer Form erfolgen und ist damit relativ umständlich.

Eine einfachere Auswertung wird ermöglicht, wenn mit Hilfe des Variationskoeffizienten VK geprüft wird, wie groß das Verhältnis von Standardabweichungen und Mittelwert ist. Für alle Auswertungen gilt die Schranke:

Ist VK kleiner als 33 %, dann sind Mittelwert, Mittelnwert und Dichtemittel identisch, die Auswertung kann als Normalverteilung angenommen werden und damit durch die Originaldaten erfolgen.

Ist VK größer als 33 %, dann sind die Kenngrößen nicht identisch, die Auswertung muß nach der Lognormalverteilung mit logarithmierten Daten erfolgen.

Die für die Auswertung wichtigen Größen sind

$$\begin{aligned} \text{Durchschnittswert} &= \text{arithmetisches Mittel} &= \frac{\sum t_i}{n} \\ &= \text{Mittelwert } \bar{x} \end{aligned}$$

$$\text{Standardabweichung} = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum t_i^2 - \frac{(\sum t_i)^2}{n} \right)}$$

Variationskoeffizient VK = Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert in %

$$VK = \frac{s \cdot 100}{\bar{t}_i} \%$$

Mutungsintervall $P_{\dots} \%$ des Mittelwertes μ .

4.2.2 Erstellung von Planzeiten

Aus den Ist-Analysen müssen mit Hilfe der Statistik Planzeiten errechnet werden, die nur die wesentlichen Einflußfaktoren beinhalten und durch ein hohes Bestimmtheitsmaß den Zeitbedarf für beliebige Arbeitsabläufe möglichst genau darstellen. Deshalb sollten breit gestreute Untersuchungen als Ausgangsmaterial dienen, die alle möglichen Einflußfaktoren beinhalten und insgesamt die tatsächliche Grundgesamtheit (Grundstreuung) darstellen. Nur dann kann auf allgemeingültige Planzeiten geschlossen werden, die entsprechend des Leistungsgrades der Arbeitskräfte in hohem Maße realisierbare Ergebnisse zu liefern vermögen.

Aufgrund der möglichen Einflußfaktoren x_n auf den Zeitbedarf y können folgende Planzeiten definiert werden:

1. Planzeiten ohne Einflußfaktoren
2. Planzeiten mit wesentlichen Einflußfaktoren =
signifikanten Einflußfaktoren
3. Planzeiten mit unwesentlichen Einflußfaktoren =
nichtsignifikanten Einflußfaktoren =
zufällige Einflußfaktoren

Die unter 1. genannten Planzeiten treten als Mittelwerte (Planzeitwerte), die unter 2. und 3. genannten Planzeiten treten als Funktionen veränderlicher Faktoren (Planzeitfunktionen) auf.

Die Erstellung landwirtschaftlicher Planzeiten ist in Abb. 3 dargestellt.

Planzeitwerte: Sie entstehen, wenn die definierten Einflußfaktoren bei der gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit nicht signifikant sind, oder wenn Einflußfaktoren nicht definiert werden können. (EDV-Auswertung über REFA-Standardprogramm. DRZ.)

Planzeitfunktionen: Diese sollten nur aus solchen Einflußfaktoren gebildet werden, welche bei geringer Zahl die vorliegende Streuung der Meßwerte mit einem hohen Bestimmtheitsmaß B erklären. Interkorrelationen müssen ausgeschaltet werden, vielfach erlauben Transformationen der Meßwerte eine deutliche Steigerung der Genauigkeit der Funktion. Erweisen sich alle Einflußfaktoren bei einer gewählten Irrtums-

wahrscheinlichkeit als nicht signifikant, so muß aus den vorliegenden Meßwerten ein Planzeitwert erstellt werden. Grundsätzlich obliegt es dem Sachbearbeiter, aus mehreren möglichen Funktionen die auszuwählen, die die höchste Erklärung der Meßwerte durch lineare Funktion darstellt.

(EDV-Auswertung über Programm REGT (DRZ) oder MURR.)

Planzeiten für Arbeitselemente müssen sowohl einzeln als auch zu Arbeitsteilvorgängen und Arbeitsvorgängen addierten Zeitformeln gespeichert und kodiert werden.

4.3 Arbeitszeitbedarf für betriebsspezifische Arbeitszeitermittlung oder für Modellverfahren

Aus den Zeitformeln für Arbeitselemente oder Arbeitsvorgänge kann durch Einfügung der in landwirtschaftlichen Betrieben vorliegenden Verhältnisse der erforderliche Zeitbedarf y für beliebige Arbeitsabläufe ermittelt werden. Häufig bringt die Angabe eines Bereiches um den Wert \bar{y} eine bessere Entscheidungshilfe für den Landwirt oder Berater.

Für viele Untersuchungen dürfte es notwendig sein, den Arbeitszeitbedarf für Verfahren mit standardisierten Unterstellungen zu errechnen.

z.B.: 1000 m Feldentfernung
12 km/h Fahrgeschwindigkeit
150 oder 300 m Schlaglänge,
usw.

Darstellung der Planzeiten

Die Darstellung kann erfolgen über die Zeitformeln, über Tabellen oder über Nomogramme. Während Zeitformeln die

beste Aussage über das Gewicht der verschiedenen Einflußfaktoren geben, eignen sich die aus den Zeitformeln errechneten Tabellen besonders gut für die Beratung oder als Nachschlagewerke. Nomogramme können zwar bei exakter Erstellung den erforderlichen Zeitbedarf unter den verschiedenen Einflüssen gut wiedergeben, die Zugriffsschnelligkeit ist jedoch wesentlich schlechter als bei fertig ausgearbeiteten Tabellen.

Literatur:

- Hammer, W.: Ganzheitliche und kausale Betrachtung
als Grundlage für Arbeitszeitstudien in
der Landwirtschaft
Landarbeit u. Technik, Heft 35/1968
- Hammer, W.: Gedanken zur Anwendbarkeit der SvZ in
der Landwirtschaft
Sonderheft der REFA-Nachrichten 1969,
Seite 17 - 25
- Krause, V.: Anleitung für Zeitstudien in der Land-
wirtschaft
Landarbeit und Technik, Heft 34/1964,
Seite 45 - 84
- Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden
Berlin-Heidelberg-New York 1969
- Sauer, H.: Mathematisch-statistische Auswertungs-
methoden für Zeitstudien
Zbl.Arb.-Wiss., 1955, Heft 6 und 7

Zeitstudien - Erhebung

Nr.

Aufgenommen

durch: _____

Datum: _____

Arbeitsaufgabe:

Besondere Ereignisse:

Betrieb: _____

Beobachtungszeit:

Nr.

Tel.

Wetter: _____

Skizze:

(Bei Innenwirtschaft Lageplan der Gebäude u. der baulichen Anlagen)

Arbeitspersonen: _____

Arbeitsgegenstand:

Maschinen/Gebäude _____

Arbeitsplatz:

Arbeitsergebnis: _____

Verlustzeit: cmin Störzeit: cmin



Derzeitiges Formatierungsschema für Arbeitszeitwerte

Jeder gemessene Zeitwert wird in einer Zeile mit 80 Zeichen niedergeschrieben. Die Angabe des Zeitverbrauches erfolgt in 1/100 APmin, alle Einflußgrößen erscheinen ganzzahlig, lediglich für die Kodierung des Zeitnehmers und der Datenherkunft (Betriebsbezeichnung) sind Alpha-Zeichen zulässig.

Folgendes Schema ist derzeit verbindlich:

Spalte	Inhaltsbeschreibung
1 - 2	Jahresangabe
3 - 4	Initialen des Zeitnehmers
5 - 6	Nummer der Zeitstudie von Zeitnehmer und Jahr
7 - 8	Seite dieser Zeitstudie
9 - 16	Betriebsnummer (-namen)
17 - 19	Leistungsgrad (in fünfer-Schritten von 85 - 125 %)
20 - 24	Zeitwert in 1/100 min
25 - 29	Wegstrecke grundsätzlich in Metern
30 -	
.	
.	6 Dreiergruppen mit beliebiger Gestaltung, hier sind die Vorschriften in den Planzeitdokumenten bindend.
.	
- 47	
48	Zahl der weiblichen Arbeitskräfte
49 - 50	Zahl der männlichen Arbeitskräfte
51 - 53	Zur freien Verfügung
54 - 56	Angabe des Arbeitsortes
57 -	
.	3 Dreiergruppen zur freien Verfügung
- 65	
66 - 69	Vollzeiterhebungsdaten, die ersten drei Spalten enthalten als Nenner die Häufigkeit der Arbeit, die letzte Spalte nimmt die Ziffer für die Arbeitsart auf.
70 - 72	derzeit noch frei
73 - 75	Planzeitcode , es sind die Zeitelemente 0 bis 999 möglich
76 - 80	Fortlaufende Numerierung der Karten in einer Zeitaufnahme

bis 1.6.1979

Vorschlag für ein neues, gemeinsames Formatierungsschema

Zur einfacheren Handhabung der Einflußgrößenniederschrift sollten ausschließlich die Bereiche am Zeilenanfang und -ende obligatorische Daten enthalten. Unverändert blieben dabei der Bereich der Spalten 1 - 25, während die Angaben zu den Arbeitspersonen und zum Arbeitsort an das Zeilenende verlagert werden sollten. Entsprechend der Nummernzuweisung im System LISL sollte dort zusätzlich ein Spaltenbereich zur Aufnahme der Teilvorgangsnummern vorgesehen werden.

Nach diesen Überlegungen hätte das künftige Formatierungsschema folgende Form:

Spalte	Inhaltsbeschreibung
1 - 2	Jahresangabe
3 - 4	Initialen des Zeitnehmers
5 - 6	Nummer der Zeitstudie von Zeitnehmer und Jahr
7 - 8	Seite dieser Zeitstudie
9 - 16	Betriebsnummer (-namen)
17 - 19	Leistungsgrad (in fünfer-Schritten)
20 - 24	Zeitwert in 1/100 min
25 -	
.	
.	
.	Ablage der Einflußgrößen gemäß Vorschrift im Planzeitdokument
.	(Abschnitt 5)
.	
.	
- 62	
63	Weibliche Arbeitskräfte
64	Männliche Arbeitskräfte
65	Arbeitsort
66 - 69	Vollzeiterhebungsdaten, die ersten drei Spalten enthalten als Nenner die Häufigkeit der Arbeit, die letzte Spalte nimmt die Ziffer für die Arbeitsart auf.
70 - 73	Teilvorgangsnummer gemäß System LISL
74 - 76	Zeitelementnummer (möglich sind die Nummern 0 - 999)
77 - 80	Fortlaufende Numerierung innerhalb einer Zeitstudie