

Agrarwir

Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen in Spezialkulturen

Dietrich Marbé-Sans, Katja Heitkämper und Matthias Schick, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

Auskünfte: Dietrich Marbé-Sans, E-Mail: dietrich.marbe-sans@fat.admin.ch, Tel +41 (0)52 365 32 54, Fax +41 (0)52 368 31 31

Zusammenfassung

Für die Ermittlung arbeitswirtschaftlicher Kennzahlen in Spezialkulturen wie Reben, Obst und Beeren sowie Gemüse kommt das gleiche methodische Instrumentarium zur Anwendung, das sich schon bei der Analyse anderer landwirtschaftlicher Betriebszweige bewährt hat. Der Begriff «Planzeit» steht dabei im Mittelpunkt des Interesses. Die Anwendung von daraus abgeleitenden Planungs- und Kalkulationsinstrumenten kann dazu beitragen, dass gerade in den arbeitsintensiven Spezialkulturbetrieben bislang verborgene Rationalisierungsreserven aufgedeckt werden. Gegenwärtig werden die arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für die FAT-Arbeitsvoranschläge in den Spezialkulturen überarbeitet beziehungsweise fallweise neu erhoben.

Im Rahmen des Arbeitsprogramms 2004-2007 der Agroscope FAT Tänikon werden die betriebswirtschaftlichen Datengrundlagen in den Spezialkulturen einer kritischen Überprüfung unterzogen. Insbesondere in den Bereichen «Gesamtbetriebliche Daten» und «Arbeitszeitbedarf» sollen vorhandene Datenlücken in den Standardpublikationen der Agroscope FAT Tänikon geschlossen werden. Neben dem «Grundlagenbericht» der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten trifft dies insbesondere für die FAT-Arbeitsvoranschläge (Globalarbeitsvoranschlag und detaillierter Arbeitsvoranschlag) zu.

Der FAT-Arbeitsvoranschlag gilt als Standardquelle für arbeitswirtschaftliche Daten in der Schweizer Landwirtschaft. Wesentliches Merkmal ist, dass es sich bei den darin enthaltenen Kennzahlen um sogenannte Planzeiten handelt, die gemäss einem standardisierten Verfahren ermittelt werden.

Nach einer Begriffsdefinition sollen im folgenden Beitrag Ablauf und Inhalt der Planzeitermittlung dargestellt werden. Anschliessend werden die Ergebnisse dieser Methode an einem Fallbeispiel dargestellt. Ferner werden Vorteile von Planzeiten im Hinblick auf Planungs- und Kalkulationsfragen erörtert. Abschliessend erfolgen wichtige Hinweise für die praktische Durchführung von Arbeitszeitmessungen in Reben- und Obstanlagen.

Begriffsdefinition «Planzeiten»

Gemäss dem Wörterbuch der Arbeitswissenschaft werden unter Planzeiten «Daten für die Soll-Zeit (= Arbeitszeitbedarf) bestimmter Arbeitsablaufschritte (...)» verstanden. Planzeiten dienen somit primär Planungs- und Organisationszwecken (Hammer 1997). Planzeiten werden standardmässig mit Hilfe von Arbeitsbeobachtungen und detaillierten Zeitstudien ermittelt. Die in Form von Arbeitstagebüchern oder

Schlagkartei erfassten Ist-Zeiten dienen dem Betriebsleiter in der Regel der rückwirkenden Kontrolle und werden im Rahmen der Betriebsbuchführung als Mass für den Arbeitszeitaufwand verwendet.

Planzeiten lassen sich auch durch die gezielte Befragung von Experten (z.B. Betriebsleitern) ermitteln. Hierzu dienen speziell gestaltete Fragebogen, in die quantitative Schätzwerte eingetragen werden. Diese Methode der Arbeitszeiterfassung wird jedoch im Folgenden nicht weiter beschrieben.

Ablauf und Inhalt der Planzeitermittlung

Der einfachste Weg, den Arbeitszeitbedarf für eine bestimmte Arbeit (z.B. Äpfel in Plastiktragbeutel verpacken) zu ermitteln, liegt in der Messung von Anfang und Ende des gesamten Arbeitsauftrags mit Hilfe einer Stoppuhr. Durch Division der aufgewendeten Zeit durch eine geeignete Bezugsmenge (z.B. Kilogramm Äpfel) errechnet sich ein Zeitfaktor pro Einheit, der sich bereits als guter Näherungswert für die Praxis verwenden lässt.

Ob sich aber der ermittelte Einzelwert auch auf andere Situationen übertragen lässt, ist zu bezweifeln, weil die vorherrschenden Arbeitsbedingungen durchaus unterschiedlich sein können. Deswegen müssen ebenfalls auch die Einflussgrössen, die auf die Arbeitserledigung einwirken (z.B. durchschnittli-

tschaft

ches Fruchtgewicht) erfasst und dokumentiert werden. Ferner ist noch eine statistische Absicherung der Messwerte durch eine angemessene Anzahl von Wiederholungen notwendig.

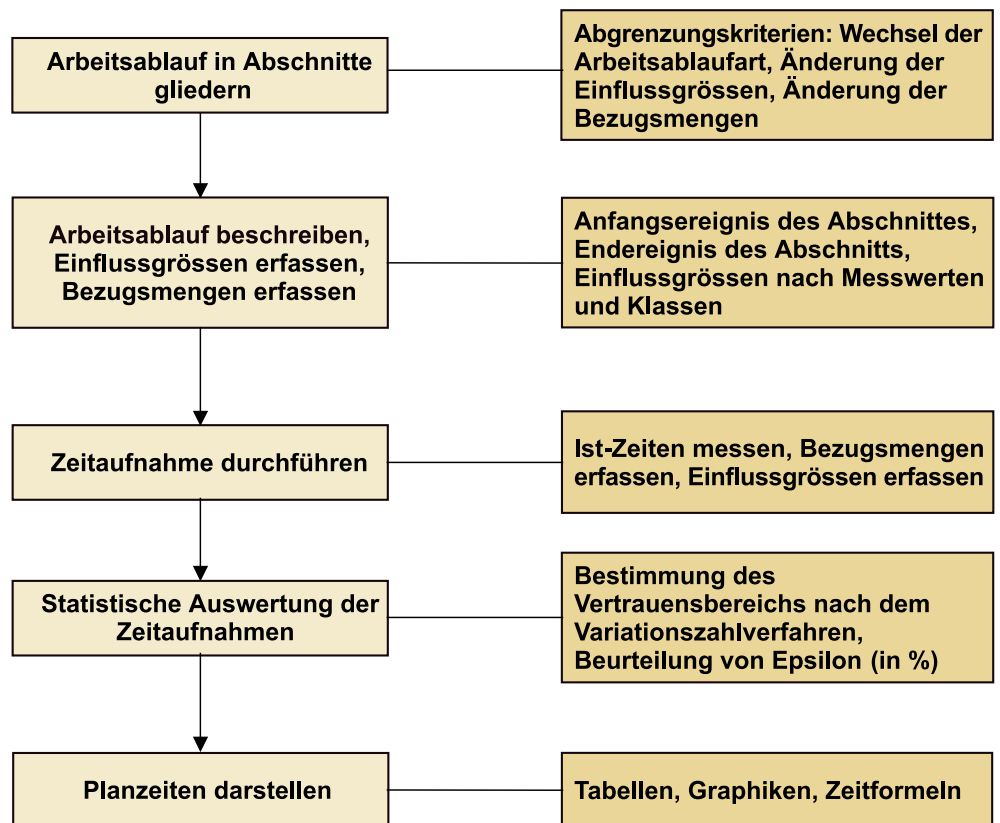
Für die Ermittlung von Planzeiten hat sich die in Abbildung 1 dargestellte Methode bewährt.

Bei der Planzeitermittlung wird zunächst das Produktionsverfahren (z.B. Reben, mittlerer Drahtbau) in eine Abfolge einzelner Arbeitsverfahren¹ gegliedert (z.B. Reben schneiden, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte usw.). Für die Durchführung eines einzelnen Arbeitsverfahrens stehen nun in der Regel verschiedene Arbeitselemente² zur Verfügung. Zur Abgrenzung der Anfangs- beziehungsweise Endpunkte kann der Wechsel einer Tätigkeit (z.B. Vorschneiden Reben maschinell – Reben schneiden manuell) oder die Änderung von Bezugsmengen (z.B. Geschwindigkeit je Zeilenlänge – Zeitdauer je Stock) herangezogen werden.

Das Arbeitselement ist zwecks eindeutiger Identifizierung in Kurzform zu charakterisieren,

¹Arbeitsverfahren: In sich abgeschlossener Arbeitsablauf, der alle erforderlichen Arbeitsteilvorgänge bzw. Arbeitselemente und Einflussgrößen zur Erreichung des Arbeitszwecks umfasst.

²Arbeitselement: Kleinster Abschnitt eines Arbeitsablaufs, der – durch virtuell gesetzte Zeitmesspunkte abgegrenzt – mit üblichen Zeitmessgeräten noch exakt erfasst werden kann.



zum Beispiel «Maschineller Vorschnitt Kordon, Traktoranbaugerät, Schmalspurtraktor 50 PS, Allrad.» Als Anfangs- beziehungsweise Endereignis gelten in unserem Beispiel der An- beziehungsweise Abbau des Vorschneidegerätes auf dem Hof. Die dazwischenliegenden Zeitabschnitte können jetzt noch weiter differenziert werden (u.a. Rüst- und Wegezeiten, Störzeiten/Verlustzeiten). Von ganz besonderer Bedeutung ist die Dokumentation der Einflussfaktoren (z.B. Hangneigung 10 %) und Bezugsmengen (z.B. Flächeneinheit 1 ha).

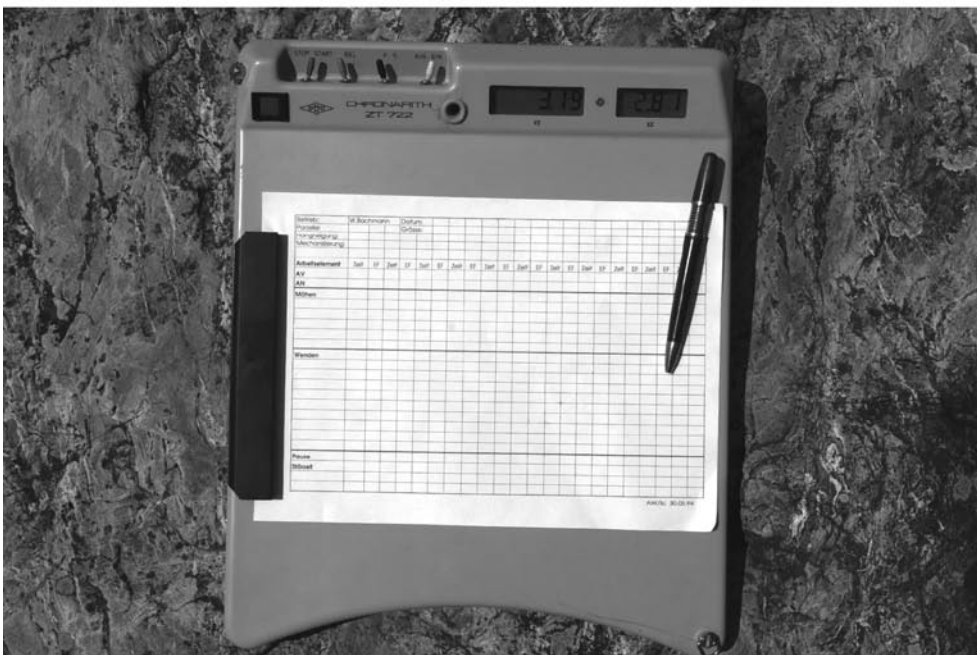
Für die Zeitmessung eignet sich grundsätzlich jede Stoppuhr, wengleich sich als Zeitmass die Centiminute (1/100 min = 0.6 Sekunden) nach REFA³ bewährt hat, die entsprechende Chronographen erfordert. In den letzten Jahrzehnten wurden zum Zwecke von Zeitstudien spezielle Messinstrumente entwickelt, die insbesondere das Protokollieren der Zeitreihen und das gleichzeitige Erfassen der

Abb. 1. Vorgehensweise zur Ermittlung von Planzeiten in Anlehnung nach REFA.

³REFA: Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e.V.



Einflussgrößen vereinfachen. Abbildung 2 zeigt drei Beispiele dafür. Eine spezielle Stoppuhr, die in Centiminuten misst, ist links abgebildet. Beim Messbrett CHRONARITH, ZT 973 (unten, Abb. 2) wird das Messprotokoll noch handschriftlich geführt, dagegen erfolgt beim Zeitmess-Computer (rechts, Abb. 2) die Datenprotokollierung automatisch. Beim hier abgebildeten Computer handelt es sich um einen handelsüblichen Hand-Held-PC (HUSKY HUNTER FC PX 5), der mit einer speziellen Software für Zeitstudien ausgerüstet ist (Schick 1995 a). Insbesondere bei umfangreichen Messreihen erleichtert der Zeitmess-Computer die Erhebungsarbeit im Feld.



Die Messungen erfolgen immer analog zum Ist-Ablauf, das heisst nicht vorhergesehene Unterbrechungen müssen ebenfalls protokolliert werden. Solche Störungen werden später bei der Datenauswertung entsprechend gekennzeichnet und gegebenenfalls eliminiert (Ausreisser). Die Messprotokolle umfassen je nach Sachlage noch ergänzende Angaben wie Datum, Uhrzeit, Ort, Witterung, Personen, usw.

Für die statistische Auswertung der Messprotokolle ist eine hinreichend grosse Anzahl von Daten notwendig. Bei sich häufig wiederholenden, sogenannten zykli-

Abb. 2. Drei Generationen von Zeitmessinstrumenten: Stoppuhr, Zeitmessbrett, Zeitmesscomputer.

Tab. 1. Maschineller Vorschnitt bei mittlerem Drahtbau, Hangneigung <10 %, Zeilenlänge 100 m, Parzellengrösse 20 ar, Hof-Feld-Entfernung 1 km

	Maschineller Vorschnitt Kordon, 50 PS Allrad	Reihenabstand 2,00 m		Reihenabstand 2,50 m	
		AKh/ha	Mh/ha	AKh/ha	Mh/ha
Gesamtzeit		5,53	4,54	5,11	4,13
Hauptzeit (Ausführungszeit)	t_H	1,53	1,53	1,20	1,20
Nebenzeit (Wenden)	t_N	0,36	0,36	0,28	0,28
Störzeit/Verlustzeit (Störungen beheben)	t_S	0,83	0,00	0,83	0,00
Rüstzeit (Vor-, Nachbereiten, Einstellen)	t_{RF}	0,51	0,51	0,51	0,51
Rüstzeit (Anhängen, Abhängen)	t_{RH}	1,28	1,12	1,28	1,12
Wegzeit (Transport)	t_W	1,02	1,02	1,02	1,02

schen Arbeiten geben Mittelwert und Standardabweichung bereits einen ersten Hinweis auf die Güte der Messreihe. Häufig lässt sich schon bei der Erhebung vor Ort daraus abschätzen, wie viel Einzelmessungen notwendig sind, um ein statistisch abgesichertes Ergebnis zu erlangen. Die Messung nichtzyklischer Vorgänge liefert dagegen in der Regel weniger Messpunkte. Als Mass für die statistische Güte einer Messreihe gilt bei zyklischen Messungen ein Epsilon-Wert⁴ ϵ von $< 10\%$ und bei nichtzyklischen ein Variationskoeffizient⁵ VK von $< 35\%$. In der Regel wird von drei Wiederholungen von Messreihen je Arbeitselement ausgegangen. (Auernhammer 1976) Je nach Sachlage können aber noch weitere Wiederholungen notwendig sein.

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung werden nun mittels Regressionsrechnung in mathematische Funktionen umgewandelt. Diese geben den Arbeitszeitbedarf t in Abhängigkeit von den Einflussgrößen x_i in funktionaler Form an (Planzeitfunktion):

$$t = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Andererseits kann auch der Mittelwert (Planzeitwert) aus einer Vielzahl von Wiederholungen weiterverwendet werden.

Auf die Aufbereitung und Auswertung von Messreihen mittels statistischer Testverfahren sowie die erforderlichen Regressionsrechnungen mittels geeigneter Statistiksoftware soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei Schick (1995 b).

⁴Epsilon-Wert = Konfidenzintervall (relativer Vertrauensbereich)

⁵Variationskoeffizient = (Standardabweichung / Mittelwert) x 100

Die Planzeiten können abschliessend in Form von Tabellen oder Graphen verdichtet dargestellt werden (Jäger 1991). Sie ermöglichen eine direkte Kalkulation von Arbeitszeiten bezogen auf eine individuelle Flächeneinheit (z.B. 0,5 ha) oder eines anderen variablen Einflussfaktors (z.B. Hangneigung).

Planzeitermittlung am Beispiel «Maschineller Rebenvorschnitt»

Am folgenden Beispiel wird gezeigt, wie die Ergebnisse der Planzeitermittlung für das Arbeitselement «Maschineller Rebenvorschnitt» dargestellt werden (vgl. Tab. 1).

Zunächst muss das Arbeitselement exakt spezifiziert werden (hier: «Maschineller Vorschnitt Kordon mit Allradsschmalspurschlepper 50 PS»). Abbildung 3 zeigt das Arbeitselement in der Praxis. Die Einflussgrößen wie zum Beispiel Erziehungssystem, Hangneigung, Zeilenlänge, Parzellengrösse sowie Hof-Feld-Entfernung sind im

Beispiel als unveränderliche Faktoren vorgegeben. Als variabler Einflussfaktor gilt dagegen der Reihenabstand, der die Werte von 2,00 m oder 2,50 m annehmen kann. Nur für diese beiden Reihenabstände erfolgte eine Modellbildung, und in der Ergebnistabelle lassen sich nun die entsprechenden Zeiten in Arbeitskraftstunden (AKh/ha) und in Maschinenstunden (Mh/ha) ablesen.

Die Gesamtzeit ist im Allgemeinen von grösstem Interesse. Im Beispiel werden für das Arbeitselement «Maschineller Rebenvorschnitt» bei einem Reihenabstand von 2,00 m insgesamt 5.53 AKh und 4.54 Mh je ha benötigt, bei einem Reihenabstand von 2,50 m werden 5.11 AKh und 4.13 Mh je ha benötigt.

Die Ergebnisse lassen sich in folgende Teilzeiten gliedern:

■ Hauptzeit t_H : Eigentliche Arbeitszeit in der Parzelle

Abb. 3. Maschineller Vorschnitt Reben.



■ Nebenzeit t_N : Zeit für z.B. Wenden, Rangieren

■ Störzeit t_S : Zeit um Störungen zu beheben (z.B. Verstopfen des Schneidekopfs)

■ Rüstzeit t_{RF} : Zeit für das Einstellen der Schnitthöhe in der Parzelle

■ Rüstzeit t_{RH} : Zeit für An- bzw. Abhängen auf dem Hof

■ Wegezeit t_W : Fahrt zur Parzelle

Dienähere Analyse der Teilzeiten ist insbesondere bei Verfahrensvergleichen von Bedeutung, kann aber auch für die einzelbetriebliche Planung aufschlussreich sein (z.B. Reduktion der Wegezeiten).

Welche Vorteile bieten Planzeiten?

Worin liegen nun die Vorteile dieser Methode und ihrer Ergebnisse im Vergleich zu anderen Formen der Arbeitszeiterhebung, wie zum Beispiel Auswertung von Arbeitstagebüchern, Schlagkarteien?

Planzeiten werden als Kalkulations- und Planungsunterlagen, vor allem zur Arbeitsorganisation, für Betriebsplanungen und Investitionsentscheidungen, benötigt (Eichhorn 1999).

Dadurch, dass die Planzeiten auf einer sehr detaillierten Stufe vorliegen, lassen sich verschiedene Arbeitsverfahren miteinander vergleichen. Dies wird immer dann der Fall sein, wenn es auf den Betrieben um die Einführung neuer Arbeitsverfahren geht. Deren Vorteile werden an Merkmalen wie Arbeitszeitreduktion, Vermeidung von Arbeitsspitzen, aber auch Arbeitserleichterung gemessen. Häufig sind auch Forschungs- und Versuchsanstalten mit der Durchführung

von Verfahrensvergleichen beauftragt, so dass gerade im wissenschaftlichen Versuchswesen die Planzeitermittlung die Standardmethode hinsichtlich der Zeitmessung ist und entsprechend weite Verbreitung gefunden hat.

Ferner lassen sich einzelne Arbeitsverfahren zu ganzen Produktionsverfahren aggregieren, die in Form eines detaillierten Arbeitsvoranschlags Auskunft über den Arbeitszeitbedarf geben. Durch die Zuordnung der Planzeiten zu Monaten-, Halbmonaten oder auch Wochen lässt sich ein sogenannter Arbeitsaufriß für den Reb- oder Obstbaubetrieb erstellen. Er informiert über den Bedarf an Arbeitskraftstunden im Jahresverlauf und zeigt gegebenenfalls auftretende Arbeitsspitzen. Dieser detaillierte Arbeitsvoranschlag steht deswegen im Mittelpunkt der arbeitswirtschaftlichen Betriebsberatung. Gerade für die Einsatzplanung von Saisonarbeitskräften ist der detaillierte Arbeitsvoranschlag eine unverzichtbare Grundlage.

Dadurch, dass die Planzeiten getrennt nach Arbeitskraft- und Maschinenstunden ausgewiesen werden, lassen sich die Kosten der Arbeiterledigung durch Multiplikation ihrer Faktoransprüche mit den entsprechenden Kostenansätzen für eingesetzte Maschinen (vgl. FAT-Maschinenkostenkatalog) und Arbeitskräfte (Lohnansatz) kalkulieren. Damit eignen sich Planzeiten für Teilkostenrechnungen bei Verfahrensvergleichen, aber auch für Vollkostenrechnungen. Letztere haben gerade bei den Spezialkulturen in Form von Produktionskostenkalkulationen eine weite Verbreitung gefunden.

Von grossem einzelbetrieblichen Interesse können Soll-

Ist-Vergleiche von eigenen Arbeitszeitaufzeichnungen, z.B. in Form von Arbeitstagebüchern mit berechneten Planzeiten sein. Grosse Unterschiede zwischen Betriebsdaten und Standardwerten können den Betriebsleitern wertvolle Hinweise zur Optimierung der eigenen Arbeitsabläufe geben. Auch für die aufgabengerechte Entlohnung von Saison- oder Akkordarbeitskräften können Planzeiten als Grundlage dienen.

Praktische Umsetzung im Reben- und Obstbau

Für die Durchführung von Arbeitszeiterhebungen im Reben- und Obstbau (Drahtspalieranlagen) sollen nachfolgend einige spezielle Hinweise gegeben werden, weil sie sich hinsichtlich der Bewirtschaftung der Anlagen ähnlich sind.

Ausführung und Terminierung der Arbeiten:

■ Die Qualität der Arbeiten muss dem Stand der allgemeinen fachlichen Praxis entsprechen.

■ Die Arbeiten müssen termingerecht ausgeführt werden; z.B. manuelle Fruchtausdünnung.

■ Die Ausführung der Arbeiten darf durch die Zeitmessung nicht behindert werden.

■ Die Arbeitsgeschwindigkeit (Leistungsgrad 100 %) muss der allgemeinen fachlichen Praxis entsprechen; im Idealfall arbeiten die Personen genauso schnell und gut wie ohne Beobachtung.

Beschreibung der Dauerkulturanlage:

■ Bewirtschaftungssystem beschreiben

■ Festlegung der zu untersuchenden Reb- und Obstzeilen

■ Länge der Reb- und Obstzeilen (von Verankerung bis Verankerung) feststellen

■ Grenzabstände der Parzelle bis zur Verankerung messen

■ Standraum ermitteln (Zeilenbreite und Stockabstand)

■ Hangneigung messen

Durchführung einer Probe-Zeitaufnahme (Pre-Test):

■ Die Probezeitaufnahme (Arbeitsbeobachtung) dient zur Erfassung des tatsächlichen Arbeitsablaufs (Studiengerüst).

■ Mit Hilfe der Probezeitaufnahme werden die Messpunkte für die Teilzeiten erkannt und registriert.

■ Einflussgrößen und Bezugsmengen werden festgelegt.

Datenerfassung, Auswertung und Modellkalkulation:

■ Datenerfassung, Auswertung und Modellkalkulation unter-

scheiden sich im Reben- und Obstbau nicht von den anderen landwirtschaftlichen Betriebszweigen. Die Vorgehensweise wurde unter Punkt «Ablauf und Inhalt der Planzeitermittlung» detailliert beschrieben.

Literatur

■ Auernhammer H., 1976. Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse, KTBL-Schrift 203, Darmstadt, S. 55.

■ Eichhorn H., 1999. *Landtechnik*, Stuttgart, S. 35 f.

■ Hammer W., 1997. Wörterbuch der Arbeitswissenschaft, München.

■ Jäger P., 1991. Zeitbedarf von Feldarbeiten. *Landtechnik* 1-4 /91, Düsseldorf.

■ Schick M., 1995 a. Methodik der Arbeitszeiterfassung am Beispiel Berglandwirtschaft, *Agrartechnische Berichte Hohenheim*, S. 141.

■ Schick M., 1995 b. Methodik der Arbeitszeiterfassung am Beispiel Berglandwirtschaft, *Agrartechnische Berichte Hohenheim*, S. 142-145.

RÉSUMÉ

Relevé des temps de travail standard dans les cultures spéciales

Actuellement les données sur les besoins en temps de travail des cultures spéciales sont analysées. A cet effet, nous mesurons les besoins réels en temps de travail pour la viticulture, l'arboriculture et certaines légumes.

L'illustration de la méthode de calcul standard du temps de travail à l'aide d'exemples pratiques, nous montre la divergence qui existe entre les calculs effectués avec cette méthode standard et le temps du travail réellement observé au niveau de l'exploitation. La méthode standard est nécessaire pour planifier de manière précise les travaux futurs dans les exploitations agricoles.

En combinaison avec d'autres méthodes d'analyses économiques, les systèmes de production peuvent être étudiés au niveau de leur efficacité.

SUMMARY

Measurement of standard times in horticulture

Actually the FAT database of standard times in horticulture is revised. In general standard times are measured in grape, apple, cherry and berry cultures and some single vegetable cultures.

The application of the standard time method is described by using different examples of horticultures. The focus is on the difference between standard times and actual times being used for example as working reports. Standard times and standard times databases belong to the preferred planning instruments for consulting horticultural farms. In combination with economic calculation instruments the lack of work efficiency in production systems can be revealed.

Key words: standard time, actual time, working time, planning instruments