

Zeitanalyse für landtechnische Arbeitsmittel

Prof. Dr. agr. habil. M. Müller, KDT, Humboldt-Universität Berlin, Sektion Pflanzenproduktion
 Prof. Dr. sc. agr. G. Mätzold, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik
 Prof. Dr. sc. agr. M. Eberhardt, Forschungsinstitut für Sozialistische Betriebswirtschaft Böhllitz-Ehrenberg

Verwendete Formelzeichen

$T_1 \dots T_{105}$	Teilzeiten in h, d, a
$T_{02} \dots T_{010}$	Zeitsummen in h, d, a
T_Z	Zeitspanne, Periode in h, d, a
T_{1A}	instandhaltungsbedingte Ausfallzeit in h, d, a
T_{WA}	witterungsbedingte Ausfallzeit in h, d, a
T_{WE}	witterungsbedingte Einsatzzeit in h, d, a
V_A	Aufgabenverfügbarkeit

1. Zeitanalyse als Teil der Prozessanalyse

Die bessere Nutzung der Grundfonds trägt wirksam dazu bei, das Verhältnis von Aufwand und Ergebnis günstiger zu gestalten und die ökonomische Strategie zur Entwicklung der Volkswirtschaft durchzusetzen, wie sie vom X. Parteitag der SED beschlossen wurde [1]. Kennzeichnende Angaben zur Nutzung der Grundfonds sind die *technische Auslastung* und die *zeitliche Ausnutzung*. Saisongebundenheit, Witterung und Ortsgebundenheit begrenzen den Einsatzzeitfonds technischer Arbeitsmittel in der Pflanzen- und Tierproduktion und mindern damit deren Effektivität. Planmäßig vorbeugende Instandhaltung und eine durchdachte Arbeitsorganisation verringern die Ausfallzeiten und tragen zur optimalen Nutzung der möglichen Einsatzzeit bei. Damit werden Kapazitätsreserven erschlossen.

Aufschluß über Möglichkeiten zu einer höheren zeitlichen Ausnutzung geben Zeitanalysen als wichtiger Teil komplexer Prozessanalysen zur Vorbereitung von Rationalisierungsmaßnahmen. Zeitanalysen sind für Arbeitskräfte,

eingesetzte Stoffe (Nutzungszeit, Lagerzeit u. a.) sowie Arbeitsmittel notwendig. Dazu sind spezifische Zeitgliederungen erforderlich. Für industrielle Prozesse können vorliegende Standards verwendet werden [2, 3]. Für die Bedingungen der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ist es notwendig, vom gültigen Fachbereichsstandard TGL 22289 [4] auszugehen und notwendige Erweiterungen einzufügen. Dieser Fachbereichsstandard ermöglicht die Gliederung der Schichtzeit, reicht aber für die Analyse längerer Perioden nicht aus. Schließlich fehlt die Differenzierung für Arbeitskräfte, Stoffe und Arbeitsmittel sowie für mobile Prozesse und Anlagenprozesse. Der Fachbereichsstandard TGL 22289 berücksichtigt in besonderem Maß die Anforderungen der Prüfung technischer Arbeitsmittel. Die in den vergangenen Jahren gewonnenen Erfahrungen können für eine weitere Präzisierung des Gliederungsschemas ausgewertet werden. Diese Aufgabe hat sich der Arbeitskreis Technologie in der Sektion Technologie und Mechanisierung der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR gestellt, um die methodischen Grundlagen für Zeitanalysen zu verbessern. Der Fachbereichsstandard TGL 22289 bestimmte dabei das methodische Vorgehen bei Erweiterungen und Präzisierungen. Der erreichte Bearbeitungsstand soll hier zur Diskussion gestellt werden.

2. Gliederung der Kalendertage einer Zeitspanne

Die Kalendertage einer Zeitspanne sind aus technologischer Sicht die Summe wesentlicher Tagesgruppen (Bild 1):

$$T_{010} = T_{101} + T_{102} + T_{103} + T_{104} + T_{105};$$

T_{010} Kalendertage der Zeitspanne (Jahr, Halbjahr, Monat u. a.)

T_{101} Tage, an denen das technische Arbeitsmittel eingesetzt wird, unabhängig von der Dauer des täglichen Einsatzes (Einsatztage)

T_{102} Tage, an denen das technische Arbeitsmittel aus Gründen, die durch Anforderungen von Boden, Pflanzen oder Tieren bestimmt sind, nicht eingesetzt wird

T_{103} aus arbeitsorganisatorischen Gründen nicht genutzte Tage der Zeitspanne $T_{Z2} = T_{010} - T_{102}$ (z. B. arbeitsfreie Tage an Wochenenden)

T_{104} witterungsbedingte Ausfalltage in der Zeitspanne $T_{Z1} = T_{010} - (T_{102} + T_{103})$

T_{105} Ausfalltage wegen Instandhaltung in der Zeitspanne $T_{Z3} = T_{010} - (T_{102} + T_{103} + T_{104})$.

Diese Gliederung und die darin vorgenommene Bestimmung der Bezugszeitspannen ermöglichen bei Untersuchungen die eindeutige und vollständige Zuordnung jedes Kalendertags zu einer der genannten Tagesgruppen.

Die Zeitspanne $T_{Z2} = T_{010} - T_{102}$ ist die tatsächlich genutzte Zeitspanne für ein Arbeitsverfahren. Sie wird durch agrotechnische Termine begrenzt. Innerhalb der Zeitspanne liegt der optimale agrotechnische Termin. Zeitspannenuntersuchungen sind für die Pflanzenproduktion von besonderer Bedeutung, weil kürzere Zeitspannen zu höheren Erträgen und geringeren Verlusten beitragen, andererseits aber auch den Kapazitätsanspruch und damit die Anzahl der notwendigen Aggregate erhöhen.

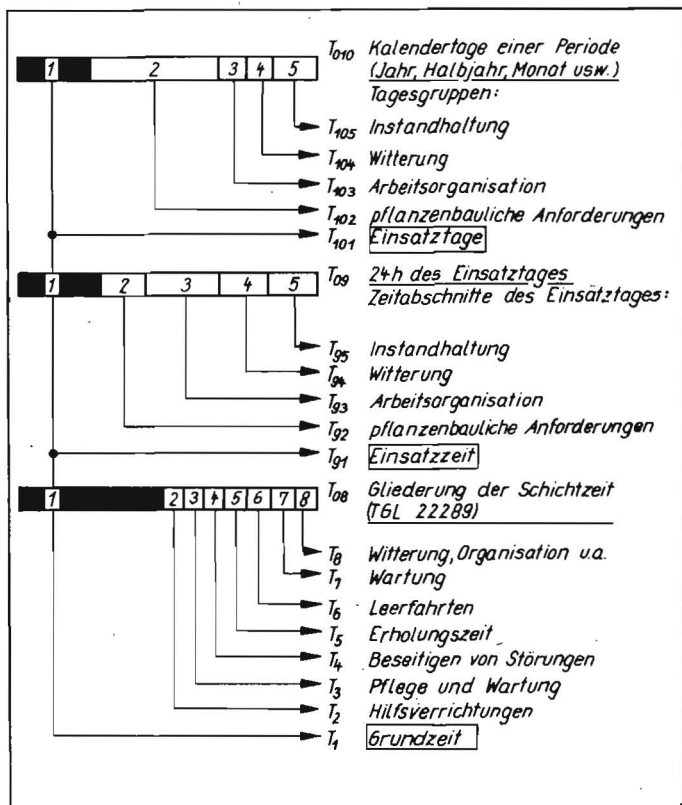


Bild 1. Zeitgliederungsschema

Tafel 1. Ergebnisse von Zeitanalysen beim Mähdrusch (nach [5])

Teilzeiten	Mährescher	Summe					
		1	2	3	4	5	
T_{010}	d/a	365	365	365	365	365	1825
T_{102}	d/a	319	319	319	319	319	1595
T_{103}	d/a	0	0	0	0	0	0
T_{104}	d/a	9	9	9	9	9	45
T_{105}	d/a	0	0	0	0	0	0
T_{101}	d/a	37	37	37	37	37	185
T_{09}	d/a	888	888	888	888	888	4440
T_{92}	h/a	0	0	0	0	0	0
T_{93}	h/a	0	0	0	0	0	0
T_{94}	h/a	322	322	322	322	322	1610
T_{95}	h/a	0	15	38	17	0	70
T_{91}	h/a	566	551	528	549	566	2760
T_{08}	h/a	566	551	528	549	566	2760
$T_8(T_{92})$	h/a	232	232	232	232	232	1160
T_7	h/a						
T_6	h/a	14	14	14	14	14	70
T_5	h/a	0	0	0	0	0	0
T_{421}	h/a	73	80	66	48	95	362
T_3 (in T_{94} und T_8)	h/a	0	0	0	0	0	0
T_{02}	h/a	247	225	216	255	225	1168

In der Betriebsorganisation muß dafür ein ökonomisch vertretbarer Kompromiß gefunden werden. Dazu sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich, die den veränderten Reproduktionsbedingungen Rechnung tragen.

Ob die tatsächlich genutzte Zeitspanne $T_{Z2} = T_{010} - T_{102}$ mit der pflanzenbaulich begründeten agrotechnischen Zeitspanne übereinstimmt, ob also die agrotechnischen (Anfangs- und End-) Termine eingehalten wurden, läßt sich durch Kriterien des Ertrags und der Qualität überprüfen. Bei Verfahren der Grobfutterproduktion z. B. geht es nicht nur um einen hohen Nährstofftrag. Dieser ist nur dann effektiv verwertbar, wenn auch Mindestwerte der Energiekonzentration und des Rohproteingehalts erreicht werden. Deshalb sind diese Qualitätskriterien vor den Ertragskennzahlen zur Zeitspannenabgrenzung heranzuziehen. Damit ist auf Beziehungen zwischen den Zeitgliederungen für Stoffe und für landtechnische Arbeitsmittel hingewiesen.

Witterungsbedingte Ausfalltage treten in Untersuchungen für ein Aggregat nur als tatsächliche Werte in der Zeitspanne $T_{Z1} = T_{010} - (T_{102} + T_{103})$ auf. Dagegen sind die witterungsbedingte möglichen Einsatztage auf die Zeitspanne $T_{Z2} = T_{010} - T_{102}$ bezogen. Das ist ein Planungswert, der für Vorausberechnungen sowie ohne Rücksicht auf die mögliche Anzahl der aus arbeitsorganisatorischen Gründen nicht genutzten Tage in dieser Zeitspanne bestimmt ist. Erwartungswerte für witterungsbedingte Einsatztage einer Zeitspanne sind dann $T'_{101} = T'_{010} - (T'_{102} + T'_{104})$. Der Erwartungswert für witterungsbedingte Ausfalltage T'_{104} ist darin ein arbeitsartenspezifischer und regional unterschiedlicher Richtwert [5], wie alle anderen Teilzeiten dieser Gleichung kalkuliert und deshalb mit T' besonders gekennzeichnet.

Ähnlich verhält es sich mit den Ausfalltagen wegen Instandhaltung T_{105} . Sie mindern nur dann die Einsatzzeit landtechnischer Arbeitsmittel, wenn sie in der Zeitspanne $T_{Z3} = T_{010} - (T_{102} + T_{103} + T_{104})$ auftreten. Das ist die für die Arbeitserledigung vorgesehene Zeit, in der auch die Witterung den Einsatz zulassen würde.

Aus der Sicht der Instandhaltung wird es oft notwendig, alle auftretenden Instandhaltungszeiten ohne Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzzeiten zu erfassen. Dann sind z. B. die Ausfalltage für Instandhaltung in den Zeitspannen $T_{Z2} = T_{010} - T_{102}$ oder $T_{Z4} = T_{010} - (T_{102} + T_{104})$ zu ermitteln. In jedem Fall entscheidet die Untersuchungsabgabe über die Zuordnung der Teilzeiten.

3. Gliederung des Einsatztages

Die Einsatztage der Gruppe T_{101} werden nach T_{09} weiter untergliedert (Bild 1):

$$T_{09} = T_{91} + T_{92} + T_{93} + T_{94} + T_{95};$$

T_{09} 24 h/d

T_{91} tägliche Einsatzzeit

T_{92} Zeitabschnitt des Tages, der aus Gründen, die durch das Zeitregime der Pflanzen oder Tierversorgung bestimmt sind, nicht genutzt wird

T_{93} Zeitabschnitt des Tages, der nicht genutzt wird, weil entsprechende organisatorische Entscheidungen das nicht vorsehen, z. B. Arbeit in zwei statt in drei Schichten

T_{94} Zeitabschnitt des Tages, der aus Witterungsgründen nicht genutzt wird

T_{95} Zeitabschnitt des Tages, der aus Gründen der Instandhaltung nicht genutzt wird.

Treten in der Untersuchungszeit von 24 h/d keine klar abgrenzbaren und zusammenhängenden Zeitabschnitte auf, genügt eine Zeitgliederung nach Standard TGL 22289 mit den Gruppen T_1 bis T_8 . Wesentlich ist, daß bei diesem Vorgehen mit der Schichtzeit T_{08} stets die 24 h eines Einsatztages vollständig erfaßt werden. Häufiger ist jedoch, daß zusammenhängende Zeitabschnitte den Gruppen T_{91} bis T_{95} zugeordnet werden können, bevor T_{91} weiter nach Standard TGL 22289 unterteilt wird.

Witterungsbedingte Ausfallzeiten (T_{94}) eines Einsatztages treten nur im Zeitabschnitt $T = T_{09} - (T_{92} + T_{93})$ auf, d. h., wenn die Arbeitsdurchführung vorgesehen war, aber durch Witterungseinfluß nicht begonnen wurde oder unterbrochen werden mußte. Bei Ausfallzeiten durch Instandhaltung sollte sinngemäß verfahren werden, wie bereits bei T_{105} beschrieben.

Der Zeitabschnitt T_{91} wird in die Teilzeiten T_1 bis T_8 weiter untergliedert (Bild 1).

Schichtdauer (z. B. 9 h/Schicht) und Schichtzeit T_{08} sind zu unterscheiden. Die Schichtzeit T_{08} ist in erster Linie eine Zeitsumme ($T_{08} = T_1 + T_2 + \dots + T_8$) und kann sich auf die Dauer einer Schicht erstrecken, muß es aber nicht.

4. Anwendungsbeispiel

Ergebnisse von Einsatzzeitanalysen [6] sind nach dem erläuterten Schema der Zeitgliederung geordnet worden (Tafel 1). In der Zeitspanne

$$T_{Z1} = 365 \text{ d/a} - 319 \text{ d/a} = 46 \text{ d/a}$$

tragen $T_{104} = 9 \text{ d}$ als witterungsbedingte Ausfalltage auf (Anteil 20%). Die gesamte witterungsbedingte Ausfallzeit T_{WA} in der Zeitspanne $T_{Z1} = T_{010} - T_{102}$ errechnet sich aus folgender Summe:

$$\begin{array}{r} T_{104} = 9 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \\ T_{94} = \\ T_{82} = \end{array} \begin{array}{r} = 216 \text{ h/a} \\ 322 \text{ h/a} \\ 232 \text{ h/a} \end{array}$$

$T_{WA} = 770 \text{ h/a}$
Bezogen auf die Zeitspanne $T_{Z1} = 46 \text{ d/a}$ ($\approx 1104 \text{ h/a}$), betragen der Anteil witterungsbedingter Ausfallzeit

$$T_{WA} = \frac{770 \text{ h/a} \cdot 100 \%}{1104 \text{ h/a}} \approx 70 \%$$

und die für den Mähdrusch witterungsbedingte nutzbare Einsatzzeit

$$T_{WE} = 1104 \text{ h/a} - 770 \text{ h/a} = 334 \text{ h/a}.$$

Zwischen diesem Zeitfonds und der Druschgutfuchte bestehen Beziehungen in der Form, daß bei gleicher Witterung eine Erhöhung der Zeit T_{WE} einen steigenden Feuchtegehalt des Druschgutes nach sich zieht.

Instandhaltungsbedingte Ausfallzeiten verringern die Druschkapazität, wenn sie innerhalb der witterungsbedingten Einsatzzeit T_{WE} auftreten. Die gesamte instandhaltungsbedingte Ausfallzeit T_{IA} errechnet sich für die untersuchten 5 Mähdrescher aus

$$\begin{array}{r} T_{105} = 0 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \\ T_{95} = \\ T_{421} = \end{array} \begin{array}{r} = 0 \text{ h/a} \\ 70 \text{ h/a} \\ 362 \text{ h/a} \end{array}$$

$T_{IA} = 432 \text{ h/a}$
Bezogen auf die witterungsbedingte mögliche Einsatzzeit der 5 Mähdrescher von $T_{WE} = 5 \cdot 334 \text{ h/a} = 1670 \text{ h/a}$, ergeben sich ein Anteil instandhaltungsbedingter Ausfallzeit

$$T_{IA} = \frac{432 \text{ h/a} \cdot 100 \%}{1670 \text{ h/a}} = 26 \%$$

und eine störungsfreie Einsatzzeit von 1238 h/a für 5 Mähdrescher ($\approx 248 \text{ h/a}$ je Mähdrescher). Unter diesen Einsatz- und Instandhaltungsbedingungen wurde folgende Aufgabenverfügbarkeit V_A erzielt:

$$V_A = \frac{1238 \text{ h/a}}{1670 \text{ h/a}} = 0,74$$

Die Ergebnisse von 5 Mähdreschern wurden zusammengefaßt, um Besonderheiten der Einzelmaschinen bei diesem Beispiel nicht so stark in den Vordergrund treten zu lassen. Bei der weiteren Präzisierung der Zeitgliederung wird es notwendig sein, daß Kurzzeichen T für Zeit durch t zu ersetzen.

Die Kennzahl der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel muß künftig die instandhaltungsbedingten Ausfallzeiten T_{105} , T_{95} und T_{421} berücksichtigen.

5. Zusammenfassung

Für Prozeßanalysen sind Zeitgliederungen erforderlich. In Anlehnung an den Standard TGL 22289 wurde ein Gliederungsvorschlag unterbreitet und am Beispiel diskutiert, der die Gesamtzeit einer Periode (Jahr, Monat, Zeitspanne u. ä.) vollständig erfaßt und eine zuverlässige Beurteilung der zeitlichen Ausnutzung landtechnischer Arbeitsmittel ermöglicht.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an den X. Parteitag der SED. Berlin: Dietz Verlag 1981, S. 48—62.
- [2] TGL 36987/02: Wissenschaftliche Arbeitsorganisation; Zeitgliederung der materiellen Arbeitsprozesse; Apparate und Anlagenprozesse.
- [3] TGL 36987/03: Wissenschaftliche Arbeitsorganisation; Zeitgliederung der materiellen Arbeitsprozesse; Be- und Verarbeitungsprozesse.
- [4] TGL 22289: Zeitgliederung in der Land- und Forstwirtschaft. Ausg. Juni 1974.
- [5] Müller, H.: Richtwerte zur Berücksichtigung der witterungsbedingten Ausfallzeiten bei der Arbeitsvorbereitung in den Pflanzenproduktionsbetrieben. Forschungsinstitut für SBW Böhlitz-Ehrenberg der Hochschule für LPG Meißen, Forschungsbericht 1979.
- [6] Igel, C.: Analyse der Einsatzzeiten von Mähdreschern. Humboldt-Universität Berlin, Sektion Pflanzenproduktion, Diplomarbeit 1981 (unveröffentlicht). A 3479

Fortsetzung von Seite 518

Literatur

- [1] Eichler, C.; Schiroslawski, W.; Verch, H.: Empfehlungen und Grundsätze für die Instandhaltung der maschinentechnischen Ausrüstung von Anlagen der industriemäßigen Tierproduktion. agrartechnik 26 (1976) H. 2, S. 67—70.
- [2] Schiroslawski, W.; Neugebauer, D.: Instandhaltungsvorschrift für die 2000er-Milchviehanlage Paulinenaue. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsbericht 1975.
- [3] Schildt, N.: Erfassung der Instandhaltungskosten entsprechend dem Instandhaltungsaufwand. Bildungszentrum Dedelow, Protokoll über den zentralen Erfahrungsaustausch für technische Leiter industriemäßig produzierender MVA. Dedelow 1980.
- [4] Koallick, M.; Borkmann, R.: Geändertes Gülleentsorgungsverfahren in einer Milchproduktionsanlage mit 1930 Tierplätzen. agrartechnik 31 (1981) H. 1, S. 14—16. A 3501