

# Arbeitswirtschaft in der Landwirtschaft

## Einführung, Arbeitszeitanalyse, Zeitbedarfskalkulation





KTBL-Schrift

# Arbeitswirtschaft in der Landwirtschaft

## Einführung, Arbeitszeitanalyse, Zeitbedarfskalkulation

Jürgen Frisch | Mathias Funk | Bernhard Haidn | Juliana Mačuhová |  
Elisabeth Quendler | Stefanie Reith | Matthias Schick | Johannes Sonnen |  
Thilo Steckel | Christina Umstätter | Brigitte Winkler

**Herausgeber**

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

## Fachliche Begleitung

KTBL-Arbeitsgruppe „Arbeitswirtschaftliche Grundlagen“

Dr. Jürgen Frisch | Mathias Funk | Dr. Bernhard Haidn | Dr. Juliana Mačuhová |  
Prof. Dr. Elisabeth Quendler | Dr. Stefanie Reith | Prof. Dr. Matthias Schick | Dr. Johannes Sonnen |  
Dr. Thilo Steckel | Prof. Dr. Christina Umstätter | Brigitte Winkler (Vorsitz)

Bitte zitieren Sie diese Publikation bzw. Teile daraus wie folgt:

KTBL (2022): Arbeitswirtschaft in der Landwirtschaft – Einführung, Arbeitszeitanalyse,  
Zeitbedarfskalkulation. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text das generische Maskulinum verwendet.

© KTBL 2022

### Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt

Telefon +49 6151 7001-0 | E-Mail: [ktbl@ktbl.de](mailto:ktbl@ktbl.de)

[vertrieb@ktbl.de](mailto:vertrieb@ktbl.de) | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189

[www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

### Titelfoto

© [www.stock.adobe.com](http://www.stock.adobe.com) | Quality Stock Arts

### Druck und Bindung

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG

Sontraer Straße 6 | 60386 Frankfurt am Main

# Vorwort

Schon in ihren ersten Untersuchungen vor gut 100 Jahren ging die Vorgängerorganisation des KTBL der Frage nach, wie sich Arbeitszeit einsparen und die arbeitswirtschaftlichen Bedingungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben durch die in Amerika erfolgreich eingesetzten Traktoren verbessern lassen.

Seitdem haben viele technische Innovationen in der Landwirtschaft Einzug gehalten: elektrische Melkmaschinen, vollautomatische Mähdrescher und sensorgesteuerte Lenkhilfen. Die Bedeutung der Arbeitswirtschaft hat all dies nicht geschmälert. Zwar sind Urlaub, flexiblere Arbeitszeiten und weniger körperliche Anstrengung heute auch bei Landwirtinnen und Landwirten Standard, aber nach wie vor ist Arbeit ein knappes und kostbares Wirtschaftsgut. Auf vielen Betrieben ist die Zahl der Familienarbeitskräfte rückläufig, entlohnte Fremdarbeitskräfte sind häufig schwer zu finden und die Lohnkosten sind hoch. Parallel dazu sind die Betriebe gewachsen und die Anforderungen an das Management immer weiter gestiegen.

Mit der Arbeitswirtschaft hat sich auch die Arbeitswissenschaft stetig weiterentwickelt. Das KTBL hat diesen Prozess gefördert und mitgestaltet. Dabei ging es immer wieder darum, die Standards des REFA – heute „Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.“ – auf die landwirtschaftlichen Besonderheiten in einem offenen und damit gering deterministischen Umfeld anzupassen.

Die KTBL-Arbeitsgruppe „Arbeitswirtschaftliche Grundlagen“ hat eine neue Zeitgliederung erarbeitet. Positive Erfahrungen mit der in der DDR entwickelten Zeitgliederung TGL 22289 wurden dabei genauso berücksichtigt wie die neuesten digitalen Möglichkeiten. Die neue Zeitgliederung wird im Zuge unseres Qualitätsmanagements in dieser Schrift ausführlich beschrieben. Sie bildet die Grundlage für unsere Planungsdaten und sichert unseren Qualitätsanspruch.

Mein Dank gilt allen, die sich für die landwirtschaftliche Arbeitswissenschaft einsetzen, insbesondere den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Arbeitswirtschaftliche Grundlagen“. Zudem danke ich den Mitgliedern für ihr ehrenamtliches Engagement als Autorteam.

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)



Dr. Martin Kunisch

Hauptgeschäftsführer

Darmstadt, August 2022



# Inhalt

1	Einführung .....	7
2	<b>Grundlagen des Arbeits- und Zeitstudiums in der Landwirtschaft .....</b>	<b>9</b>
2.1	Arbeitswissenschaft.....	9
2.2	Arbeitswirtschaft.....	10
2.3	Zeitwirtschaft und Arbeitszeitstudium .....	11
2.4	Arbeitssystem .....	12
2.4.1	Arbeitsaufgabe.....	14
2.4.2	Eingabe (Input).....	15
2.4.3	Arbeitsperson.....	16
2.4.4	Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand.....	16
2.4.5	Arbeitsablauf .....	17
2.4.6	Arbeitsort und Umwelteinflüsse.....	21
2.4.7	Ausgabe (Output) .....	21
2.4.8	Arbeitssystem am Beispiel „Kühe melken“ .....	21
2.5	Systematisierung der Arbeiten in der Landwirtschaft .....	23
2.5.1	Betriebsführung .....	24
2.5.2	Innerbetriebliche Dienste.....	28
2.5.3	Produktion .....	29
3	<b>Methoden der Zeitgliederung .....</b>	<b>30</b>
3.1	Zeitgliederung für die Industrie .....	30
3.2	Zeitgliederung für die Landwirtschaft.....	32
4	<b>Neuentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten.....</b>	<b>38</b>
4.1	Anlass.....	38
4.2	Neue KTBL-Zeitgliederung.....	38
4.3	Anwendung der KTBL-Zeitgliederung am Beispiel der automatisierten Zeiterfassung.....	45
5	<b>Methoden der Datenermittlung.....</b>	<b>47</b>
5.1	Finale Methoden.....	48
5.1.1	Befragung .....	48
5.1.2	Selbstaufschrieb .....	56
5.2	Kausale Methoden .....	59
5.2.1	Arbeitsbeobachtung zur Zeitaufnahme .....	59
5.2.2	Arbeitsversuch.....	75
5.2.3	Automatische Zeiterfassung .....	76
5.2.4	Multimomentaufnahme .....	77

<b>6</b>	<b>Arbeitszeitanalyse und Planzeiterstellung.....</b>	<b>83</b>
6.1	Planung und Vorbereitung.....	85
6.2	Auswertung von Zeitstudien zur Planzeiterstellung .....	86
6.2.1	Deskriptive Statistik.....	86
6.2.2	Regressionsanalyse .....	93
6.3	Bestimmung von Planzeiten durch rechnerisch analytische Verfahren .....	99
6.3.1	Vergleichen und Schätzen .....	99
6.3.2	Systeme vorbestimmter Zeiten.....	101
6.4	Darstellungsform von Planzeiten.....	104
<b>7</b>	<b>Modellbildung .....</b>	<b>106</b>
7.1	Erstellung von Arbeitsablaufmodellen .....	107
7.2	Arbeitsablaufmodelle in der Tierhaltung .....	108
7.2.1	Einteiliges Modell.....	108
7.2.2	Zweiteiliges Modell.....	111
7.3	Arbeitsablaufmodelle im Pflanzenbau.....	115
7.3.1	Einteiliges Modell.....	116
7.3.2	Zweiteiliges Modell.....	119
7.3.3	Dreiteiliges Modell .....	124
<b>8</b>	<b>Datenanwendung .....</b>	<b>131</b>
8.1	Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs in der Tierhaltung.....	131
8.2	Kalkulation von Teilzeiten im Pflanzenbau.....	133
8.3	Kalkulation der Gesamtzeit im Pflanzenbau.....	135
8.3.1	Gesamtzeitmodelle .....	136
8.3.2	Kalkulation der Gesamtzeit im Halbtagsmodell .....	138
8.3.3	Kalkulation der Gesamtzeit auf Grundlage der Einsatzzeit.....	139
8.3.4	Kalkulation der Gesamtzeit aufgrund der durch die Witterung verfügbaren Feldarbeitsstunden .....	140
8.3.5	Kalkulation der Gesamtzeit unter Einbeziehen von Pausen.....	141
8.3.6	Kalkulation des Gesamtarbeitszeitbedarfs unter Einbeziehen von Schichtarbeit .....	141
8.4	Beispielhafte Berechnung des Arbeitszeitbedarfs für einen Arbeitsvorgang im Pflanzenbau .....	142
	Literatur .....	148
	Anhang.....	155
	Abkürzungsverzeichnis .....	160
	Glossar.....	162
	Mitwirkende.....	169

# 1 Einführung

Zu den wesentlichen Zielsetzungen der Arbeitswissenschaft gehört, „Arbeit sowohl menschengerecht als auch effektiv und effizient zu gestalten“ (Schlick et al. 2010). Menschengerecht umfasst dabei auch genderspezifisch, alters- und behindertengerecht sowie inklusiv. Arbeitswirtschaft liefert neben Ökologie und Ökonomie einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft, indem sie die Lebens- und Arbeitssituation der Arbeitenden betrachtet. Indikatoren hierfür sind z. B. Arbeitszufriedenheit, Arbeitszeitaufwand, Arbeitsproduktivität, Arbeitsorganisation, Gesundheit und Arbeitsbelastung (Strauss 2013).

Innerhalb der Arbeitswissenschaften haben sich verschiedene Teildisziplinen etabliert, z. B. Arbeitsgestaltung, Arbeitsorganisation, Ergonomie, Arbeitsschutz sowie Arbeitsanforderungen in physischer, psychischer und ausbildungsrelevanter Hinsicht. Der Schwerpunkt dieser Schrift liegt auf dem wirtschaftlichen Einsatz menschlicher und maschineller Arbeit. Diese als „Arbeitswirtschaft“ bezeichnete Disziplin befasst sich mit der Gestaltung von Arbeitssystemen und hat zum Ziel, menschliche Arbeit unter Berücksichtigung sozialer und arbeitsrechtlicher Aspekte möglichst effektiv und effizient einzusetzen.

Ein wichtiges Element der Arbeitswirtschaft bildet die Zeitwirtschaft, die die Grundlage für die Gestaltung, Organisation und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Arbeit darstellt. Unter Zeitwirtschaft wird die Bewirtschaftung aller im Unternehmen benötigten Zeiten für Arbeitspersonen, Arbeits- und Betriebsmittel sowie Arbeitsobjekte verstanden. Eine gesicherte Zeitdatengrundlage ist die Voraussetzung für wirtschaftliches Planen und Kalkulieren von Arbeitsvorgängen.

Für die Analyse von Arbeitsvorgängen und die Bildung von Modellen ist die Gliederung der Arbeit in Ablaufarten und – in Verbindung mit der Arbeitszeit – in Zeitarten von hoher Bedeutung. Ohne ein geeignetes Zeitgliederungsschema ist es schwierig, die Leistungsfähigkeit von Arbeitsverfahren miteinander zu vergleichen. In dieser Schrift wird unter anderem eine neue KTBL-Zeitgliederung für die Landwirtschaft vorgestellt.

Die neue KTBL-Zeitgliederung ermöglicht es, die Arbeit systematisch zu beschreiben und zu analysieren. Die Beschreibung der einzelnen Zeitarten bildet unter anderem die Grundlage für die Bestimmung der Arbeitselemente, für die der Arbeitszeitbedarf ermittelt wird. Gleichermaßen wird die Zeitgliederung für die Bildung von Kennzahlen und für die Kalkulation von Planzeiten für Arbeitsvorgänge eingesetzt. Auch die Arbeitsplanung mit dem Ziel der optimalen Nutzung von Maschinen und Arbeitszeit erfordert eine nachvollziehbare und stimmige Gliederung der Arbeitsabläufe in ihrem Umfeld.



Für eine fundierte Planung und Kontrolle betrieblicher Abläufe werden in Kapitel 5 „Methoden der Datenermittlung“ Methoden und Techniken zur Ermittlung von Zeitwerten für Arbeitsablaufabschnitte inklusive deren Einflussgrößen und Bezugsmengen sowie Daten für das Arbeitssystem behandelt. Die Messtechnik muss ein präzises und kontinuierliches Messen garantieren, den Einfluss des Zeitnehmers möglichst ausschalten und eine praktikable Auswertung erlauben. Dabei kommen – oft in Kombination – sowohl Beobachtungs- und Befragungsprozesse als auch direkte Messverfahren, z. B. mittels Stoppuhr, Videotechnik oder Sensoren zur Anwendung. Die Planung und korrekte Durchführung der Datenermittlung ist ebenso wichtig wie die anschließende Auswertung. Berücksichtigung finden insbesondere der Verwendungszweck, welcher Art, Anzahl und Genauigkeit der Daten vorgibt, sowie die Reproduzierbarkeit und die Wiederverwertbarkeit der Daten.

Mithilfe der standardisierten Planzeitwerte und Modelle, welche ein Spiegelbild der in der Praxis zu findenden Arbeitsabläufe darstellen, lässt sich der Zeitbedarf für die Arbeitserledigung kalkulieren. Die Modellierung bildet somit die wesentliche Grundlage für die Verwendung arbeitswirtschaftlicher Daten zur Prozessplanung in Arbeitsvoranschlägen oder bei Betriebsplanungen. Auch hierbei leistet die Schrift Hilfe. Neben der Bewertung der Wirtschaftlichkeit können die erfassten Arbeitszeiten zur Analyse von Schwachstellen herangezogen werden, um Optimierungspotenziale im landwirtschaftlichen Betrieb zu identifizieren.

Die Schrift wurde für all jene geschrieben, die landwirtschaftliche Arbeit analysieren und Arbeitszeiten wissenschaftlich erfassen wollen. Ob im Studium, in der Masterarbeit, bei der Promotion oder in einem Projekt – die Schrift bietet einen umfassenden Einstieg in die Thematik.

## 2 Grundlagen des Arbeits- und Zeitstudiums in der Landwirtschaft

### 2.1 Arbeitswissenschaft

Als interdisziplinäre Wissenschaft mit verschiedenen Subgruppen analysiert die Arbeitswissenschaft die Arbeit unter unterschiedlichen Gesichtspunkten (Abb. 1). Insgesamt beinhaltet sie die Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen (Schlick et al. 2010).



Abb. 1: Betätigungsfelder der Arbeitswissenschaft (Schlick et al. 2010, verändert)

Abhängig vom Kontext hat der Begriff „Arbeit“ eine Vielzahl von Bedeutungen. Arbeit kann als „bewusstes, zielgerichtetes Handeln des Menschen zum Zweck der Existenzsicherung wie der Befriedigung von Einzelbedürfnissen“ beschrieben werden. Zugleich ist sie wesentliches Moment der Daseinserfüllung (Brockhaus 1997). In der Betriebswirtschaftslehre ist sie – neben Boden, Kapital und Rechten – ein Produktionsfaktor, ohne den keine Produktion realisierbar ist. Als physikalische Größe steht Arbeit für die bei einem Vorgang umgesetzte Energiemenge ( $\text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$ ). Hammer (1997) definiert Arbeit folgendermaßen: „Jede planmäßige, auf das Ziel der Bedarfsdeckung gerichtete und mit sittlichen Mitteln durchgeführte körperliche und geistige Tätigkeit des Menschen“.

Arbeitswirtschaftlich geht es um die Analyse und Gestaltung eines Arbeitssystems, also die Erfüllung einer Arbeitsaufgabe durch das Zusammenwirken von Mensch und Betriebsmittel mit dem Arbeitsgegenstand (REFA 1997). Ähnlich formuliert Auernhammer (1986) den Begriff: Durch die menschliche Tätigkeit, bestehend aus den Systemelementen „Wahrnehmen“, „Entscheiden“ und „Handeln“, und durch Nutzung zweckmäßiger Hilfsmittel entsteht aus einer bestimmten Eingabe (Input) eine Ausgabe (Output).

Die Umsetzung einer sowohl menschengerechten als auch effektiv und effizient gestalteten Arbeit sind die Hauptzielsetzungen der Arbeitswissenschaft.

Im Rahmen der Arbeitsanalyse werden die Wirkungen von Tätigkeitsbedingungen auf die Arbeitspersonen untersucht. Nach einer Beurteilung der Arbeitssituation folgt eine Ordnung der Beziehungen zwischen Mensch und Arbeit. Wichtig ist, dass die Arbeit für die Arbeitsperson ausführbar, erträglich und schädigungslos ist. Neben objektiven Zielsetzungen der Arbeit – die Produktion von Gütern, Informationen oder Dienstleistungen – sind für den Menschen ebenso subjektive, sinnstiftende Aspekte der Arbeitsgestaltung von Relevanz. Neben der auszuführenden Arbeitsaufgabe sind der Arbeitsort oder die Umgebung, in der die Tätigkeit möglichst komfortabel und dennoch produktiv erledigt wird, sowie eine angemessene Entlohnung von Bedeutung. Die Lebens- und Produktionsbedingungen werden insbesondere von der Agrarstruktur, welche durch die natürlichen, wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten bestimmt wird, beeinflusst. Auf Arbeitssicherheit, Arbeitsschutz, Arbeitspsychologie, Arbeitsrecht, Ergonomie und Entlohnung wird in dieser Schrift nicht eingegangen.

## 2.2 Arbeitswirtschaft

Als Disziplin innerhalb der Arbeitswissenschaft wird der Fokus in der Landwirtschaft vermehrt auf die (Land-)Arbeitswirtschaft gelegt. Sie bewertet die Wirtschaftlichkeit von Arbeitsprozessen hinsichtlich Effektivität (Ergebniserreichung) und Effizienz (geringer Ressourceneinsatz) mit dem Ziel, Arbeitsabläufe zu optimieren. Blohm et al. (1956) definierten das Einkommen und den Nutzeffekt der Arbeit als Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg in der Landwirtschaft. Bereits 1950 berichtete Ries von veränderten Arbeitszeiten – verbunden mit ökonomischen Vorteilen –, „wenn wir von der reinen Handarbeit zur Maschinenarbeit übergehen“ (Ries et al. 1950). Seit Jahrzehnten bietet die Landarbeitswirtschaft mit dem Arbeitsvoranschlag von Kreher (1955) umfassende Unterlagen zur Kalkulation der Arbeitszeit im landwirtschaftlichen Betrieb.

## 2.3 Zeitwirtschaft und Arbeitszeitstudium

Der zentrale Aspekt der Arbeitswirtschaft ist die Zeitwirtschaft. Dabei geben die Zeitdaten den Beginn, die Dauer sowie das Ende einer Arbeitsausführung wieder und bilden die Basis für die Umsetzung aller arbeitswirtschaftlichen Zielsetzungen. Fehlende oder nicht aktuelle Zeitdaten führen dazu, dass wichtigen Entscheidungs- und Planungsprozessen die Basis entzogen wird. Während das Arbeitszeitstudium in der Industrie die Bewertung und Entlohnung der Arbeit priorisiert, fokussiert die landwirtschaftliche Zeitstudie auf die Ermittlung von Kalkulations- und Planungsdaten. Der im Jahre 1924 gegründete „Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung“ und seit 1977 als „REFA - Verband für Arbeitszeitstudien und Betriebsorganisation e.V.“ (abgekürzt REFA) bekannte Verein, erkannte den Wert von Arbeits- und Zeitstudien. Es galt, mit Methode die menschliche Arbeitskraft und die verfügbaren Betriebsmittel so einzusetzen, dass aus dem Ausgangsmaterial in möglichst kurzer Zeit und zu geringen Kosten das gewünschte Produkt entsteht. Heute dient die REFA-Arbeit der Förderung, dem Aufbau und der Erhaltung einer wettbewerbsfähigen Wirtschaft, Verwaltung und Dienstleistung. Gleichrangig und gleichgewichtig sind die Förderung und Weiterentwicklung der menschengerechten Arbeit für die in diesen Bereichen Beschäftigten.

Die Anwendung der REFA-Methode, mit welcher Arbeitsabläufe gemessen und bewertet werden können, konzentrierte sich nicht nur auf die Bedürfnisse der Metallindustrie, sondern führte ebenso zu positiven Ergebnissen bei Arbeitsversuchen in der Landwirtschaft (Harvey 1958). Althoetmar berichtete 1964, dass seit den zwanziger Jahren die Zeitstudie ein fester Bestandteil der Arbeitsforschung ist. Die Arbeitszeitstudie befasst sich mit allen im landwirtschaftlichen Betrieb erforderlichen Zeiten für Arbeitspersonen wie auch mit Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen. Konkret werden neben der Ermittlung der Zeitdauer ebenso die Arbeitsbedingungen sowie die Einflussgrößen, auf denen die Zeitwerte für die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte basieren, und die Bezugsmengen, auf die sich die ermittelte Zeit bezieht, gemessen (REFA 1997).

Schweizer (1963) nennt als Zielsetzung von Arbeitszeitstudien die Bestimmung der Relation zwischen Zeitdauer und Arbeitsergebnis. Dazu liefern geeignete statistische Verfahren Planzeiten für eine Evaluierung des Arbeitszeitbedarfs, z. B. verschiedener Haltungssysteme. Laut Beste (1958) besteht das Ziel der Arbeitszeitstudie in der Analyse, „ob jeder Teilvorgang überhaupt berechtigt oder ob er überflüssig ist, ob es richtig ist, dass er gerade so vollzogen wird, ob es möglich ist, ihn mit geringerem Einsatz von Kraft und Mitteln ablaufen zu lassen als bisher“.

Damit die Daten für die Arbeitsorganisation sowie für Betriebszweig- und Betriebsplanungen wertvoll sind, müssen sie verlässlich und übertragbar sein (Hammer 1992). Dabei müssen sowohl die kurzfristige Arbeitsplanung (z. B. Wochenplanung) als auch eine längerfristige Planung der Arbeit (z. B. Arbeitsvoranschlag für ein Jahr) berücksichtigt werden. Teilweise ermöglichen mechatronische Systeme eine Verarbeitung in Echtzeit, sodass Daten auch in Jetzt-Zeit

für Planungen zur Verfügung stehen. Auernhammer (1986) spezifizierte das Problem der langen täglichen Arbeitszeit in der Landwirtschaft und postulierte folglich eine bessere Planung und Durchführung der Arbeiten, z. B. unter verstärktem Einsatz von „intelligenten Prozessüberwachungsanlagen“ und Automatisierung. Für die Zeitwirtschaft ergeben sich im Kontext von „Precision Farming“ neue Herausforderungen und Chancen durch den zunehmenden Einsatz automatisierter Verfahren.

Letztendlich können aus den Ergebnissen des Zeitstudiums auch volkswirtschaftliche Prognosen erstellt werden. So kann sich beispielsweise der Gesamtarbeitszeitbedarf für die Tierhaltung ändern, wenn sich gesetzliche Rahmenbedingungen verändern. Die Durchführung sowie die weiteren Ergebnisse bzw. der Nutzen von Zeitstudien sind in Abbildung 2 dargestellt. Sie bildet die Gliederung für die folgenden Kapitel.

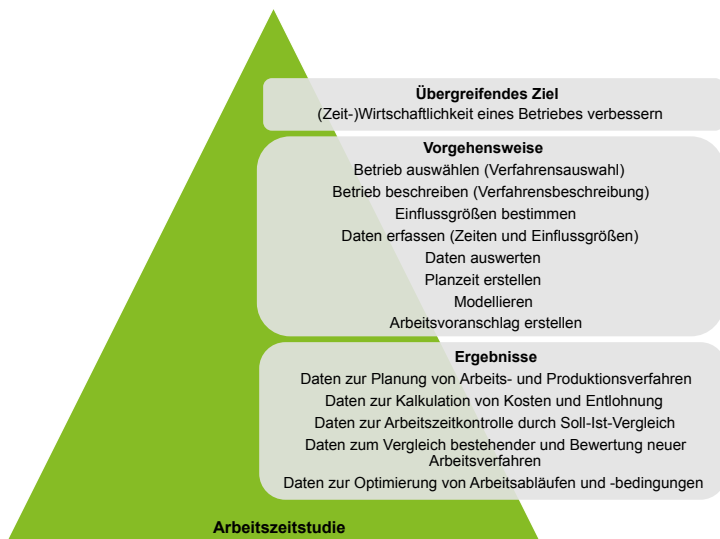


Abb. 2: Durchführung und Nutzen von Arbeitszeitstudien (Schick 1995, Auernhammer 1986)

## 2.4 Arbeitssystem

In der arbeitswissenschaftlichen Literatur hat sich der Begriff „Arbeitssystem“, welcher eine ganzheitliche Betrachtung der Arbeit vorsieht, etabliert (Abb. 3). Hammer (1997) beschreibt das Arbeitssystem als das Zusammenwirken von Mensch und Arbeitsmittel im Arbeitsablauf, um die Arbeitsaufgabe am Arbeitsort in der Arbeitsumgebung (Umwelteinflüsse des Arbeitsortes) unter den gegebenen Bedingungen zu erfüllen. Die Systeme lassen sich nach der Art ihrer Elemente, nach der Größe, nach dem Ort sowie nach der jeweiligen Zuordnungsmöglichkeit auf unterschiedliche Weise klassifizieren. Es werden stationäre Arbeitssysteme, bei denen Mensch und

Betriebs- bzw. Arbeitsmittel ihre Aufgabe an einem festen Arbeitsort verrichten, und mobile Systeme unterschieden. Im Unterschied zur Industrie und zum Handwerk oder der landwirtschaftlichen Innenwirtschaft werden in der Außenwirtschaft vor allem mobile Systeme eingesetzt. Insbesondere diese mobilen Systeme haben zu einer landwirtschaftsspezifischen Methodik geführt. Nach Art ihrer Elemente lassen sich Arbeitssysteme zudem in soziale (Menschen stehen in Beziehung zueinander), technische (Betriebsmittel stehen in Beziehung zueinander) und sozio-technische Systeme (Menschen und Betriebsmittel stehen in Beziehung zueinander) klassifizieren.

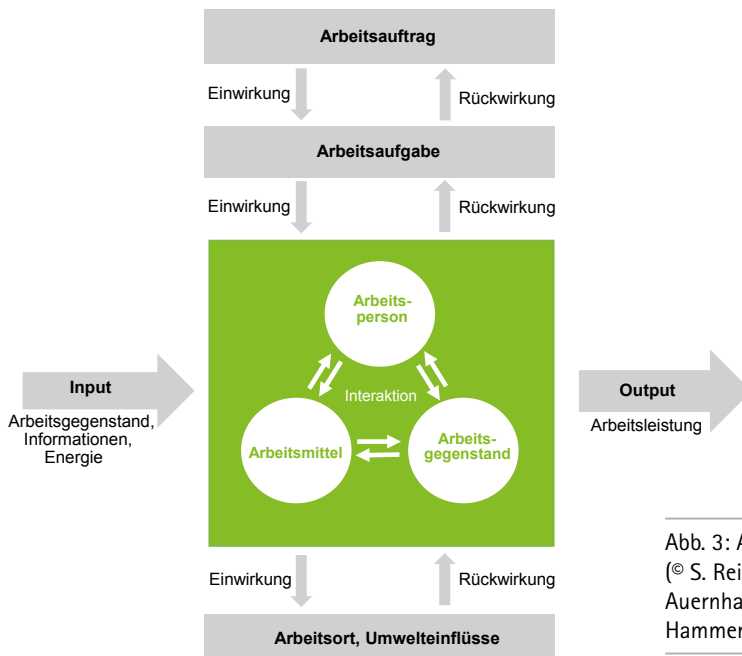


Abb. 3: Arbeitssystem  
 © S. Reith; Quelle: Schlick 2010,  
 Auernhammer 1986,  
 Hammer 1976)

Die Größe von Arbeitssystemen ist nicht festgelegt. Je nach Betrachtungszweck kann eine sehr kleine Arbeitsaufgabe bereits als Arbeitssystem dargestellt werden – das kleinste Arbeitssystem ist die Arbeitsaufgabe an einem einzelnen Arbeitsort (Mikro-Arbeitssystem). Der gesamte Betrieb kann jedoch ebenfalls das Arbeitssystem abbilden (Makro-Arbeitssystem). Ausschlaggebend ist die Formulierung der Arbeitsaufgabe und damit die geforderte Detailliertheit der Betrachtung.

Die Leistung eines Arbeitssystems ist der Quotient aus Ausgabe bzw. Arbeitsergebnis und benötigte Arbeitszeit:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Ausgabe}}{\text{Zeit}} = \frac{\text{Arbeitsergebnis}}{\text{Zeit}}$$

## 7 Modellbildung

Ein Modell stellt die vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit dar. Die Abbildung der Arbeitsverfahren in Modellen dient der Verfahrensbeschreibung und der Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs von Arbeitskräften beziehungsweise Maschinen. Bei der Teilzeitbetrachtung wird die Gesamtarbeit in Ablaufabschnitte unterteilt, um für jeden Abschnitt nur wenige Einflussgrößen betrachten zu müssen. Für die Bildung der Modelle des gesamten Arbeitsverfahrens sind exakte Kenntnisse erforderlich, damit ein realistischer Arbeitsablauf unter Einbeziehung aller relevanten Einfluss- und Bezugsgrößen umgesetzt werden kann. Somit können alle Einflussgrößen an die gewünschten Bedingungen angepasst und die Ergebnisse jederzeit reproduziert werden. Um die Wirkung geänderter Verfahren schnell und effizient quantifizieren zu können, setzt das KTBL ein datenbankgestütztes Kalkulationssystem ein.

Bei der Darstellung des Gesamtarbeitszeitbedarfs eines Betriebes sind neben den üblichen ausführenden Tätigkeiten im Pflanzenbau und in der Tierhaltung – unter Umständen mit Mehrpersonarbeit und komplexen Maschinenketten (Ernte, Bergung, Einlagerung) – auch der Einfluss der zunehmenden Automatisierung, bei der der Mensch vor allem Kontroll- und Überwachungstätigkeiten ausführt, zu beachten. Ebenso muss bei der Ermittlung der Schlagkraft ganzer Ketten der Organisations- und Steuerungsaufwand der Kette mit betrachtet werden. Diese Beispiele zeigen, dass sowohl Arbeit im Stall und auf dem Feld wie auch die Managementarbeiten zu betrachten sind.

Praktiker und Fachleute gehen, wie erwähnt, pauschal davon aus, dass mit den Zeitbedarfswerten für die „klassischen“ Arbeitsvorgänge nur etwa 50 % des Gesamtarbeitszeitaufwandes beschrieben werden kann. Der Aufwand zur Betriebsführung, wie etwa der Buchführung, der Antragstellung und Dokumentation, liegt außerhalb der Arbeitsverfahren bzw. stellt einen eigenen Arbeitsvorgang dar.

Zusätzlich entsteht Arbeitszeitbedarf durch Mehrpersonenabsprachen zur Arbeitseinteilung, Neuorganisation bei Arbeitsunterbrechung bzw. Kontrollen während des Produktionsprozesses. Zeiten, die Führungskräfte benötigen, um beispielsweise Finanzierungen vorzubereiten (Planung, Bankkontakte) werden für das Fortbestehen des Gesamtbetriebs benötigt und unter Lohnarbeitsverfassung bezahlt (Geschäftsführergehalt).

In der Praxis werden ebenso Aussagen zur Arbeitseffektivität benötigt, mit welcher die innerbetriebliche Mechanisierungsstrategie abgeleitet werden kann. Für Verfahrensvergleiche oder im Vergleich der Anbausysteme müssen die Daten so differenziert werden, dass ein Vergleich sowohl seitens der Arbeitsinanspruchnahme als auch seitens der Maschinenauslastung ermöglicht wird.

Der Unterscheidung nach Zeit für menschliche Arbeit und Maschinenzeit ist bei der Aufnahme der Zeiten zukünftig großes Augenmerk zu schenken.

Die Modelle lassen sich mit dem Geschäftsprozessmodell und -notation BPMN (Business Process Model and Notation) darstellen. Bei BPMN handelt es sich um eine grafische Sprache aus der Wirtschaftsinformatik und dem Prozessmanagement. Mit den dabei zur Verfügung gestellten Symbolen können Prozesse und Arbeitsabläufe modelliert und dokumentiert werden.

## 7.1 Erstellung von Arbeitsablaufmodellen

Ein Arbeitsablauf beschreibt, in welcher Reihenfolge welche Arbeitsteilvorgänge und deren Arbeitselemente stattfinden und an welchem Punkt Entscheidungen hinsichtlich des weiteren Ablaufs anstehen. Mit der Gliederung der Arbeitsvorgänge in Ablaufabschnitte und der Definition der zeitlichen Abfolge entsteht ein Arbeitsablaufmodell. Für die Kalkulation müssen die technischen (z. B. Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit) und die agrarstrukturellen Parameter (z. B. Schlaggröße, Entfernung zum Schlag, Herdengröße) definiert werden. Somit kann ein Arbeitsablaufmodell bei unterschiedlichen Bedingungen zur Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs genutzt werden.

Zuerst wird der Arbeitszeitbedarf je Vorgang im Teilvorgang berechnet und je nach Häufigkeit zum Zeitbedarf des Arbeitsvorgangs summiert. Als Zeiteinheit wird mit Minuten, Stunden und bei vielen Zeitelementen auch mit Centiminuten gerechnet. Der Arbeitszeitbedarf des Arbeitsvorgangs kann dann, je nach Arbeitsgegenstand, auf die gewünschte Bezugsgröße umgerechnet werden. Im Pflanzenbau ist das oft der Arbeitszeitbedarf in Arbeitskraftstunden bezogen auf die Schlaggröße oder die Erntemenge (AKh/ha, AKh/t, AKh/Ballen) und in der Tierhaltung auf Anzahl der Tiere (AKh/Bestand, AKh/Tier), Durchgang (AKh/Durchgang) oder Anzahl Tierplätze (AKh/Tierplatz) und Zeitraum (AKh/(Tier · a)). Für die in der Tierhaltung oft vorkommenden täglichen Arbeiten wird der Zeitbedarf in der Regel in Minuten je Tier – je nach Zahl der Individuen auch je 100 oder 1.000 Tiere – angegeben (AKmin/Tier).

Die Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitsvorgänge erfolgt im KTBL auf der Ebene der Arbeitsteilvorgänge durch die Kombination der Parameter mit den Zeitelementen. Die Teilergebnisse werden zu Arbeitsvorgängen und Produktionsverfahren aggregiert. Die Parameter, die Arbeitselemente und die Modelle sind mit den Zuordnungen zu Arbeitsteilvorgängen in der KTBL-Datenbank gespeichert. Mit den in relationalen Tabellen abgelegten Daten werden die Arbeitsabläufe der Arbeitsvorgänge aus Arbeitsteilvorgängen und Arbeitselementen gebildet. Für die Planungsebene „Produktionsverfahren“ werden anschließend die benötigten Arbeitsvorgänge mit der entsprechenden Häufigkeit für die Gesamtarbeit zusammengestellt. Sowohl die Arbeitselemente als auch die Arbeitsteilvorgänge und Arbeitsvorgänge können für verschiedene Produktionsverfahren genutzt werden. Mit dem so erstellten Kalkulationsmodell, bei dem die



Einflussgrößen auf allen Gliederungsebenen der Arbeitsvorgänge abgebildet werden, kann der Arbeitszeitbedarf eines Produktionsverfahrens mit praxisnahen Bedingungen kalkuliert werden.

## 7.2 Arbeitsablaufmodelle in der Tierhaltung

Die Unterscheidung zwischen technischen und agrarstrukturellen Parametern bedeutet für die Kalkulationsmodelle, dass diese wie die technischen Parameter auf alle Tierbestandsgrößen anwendbar sein müssen. So wird beispielsweise die Häufigkeit eines Arbeitsteilvorgangs nicht im Arbeitsablauf dargestellt, sondern erst bei der Kalkulation mit der gewünschten Stallgröße berechnet. Die Variation des Arbeitszeitbedarfs aufgrund der Größe des Tierbestandes ergibt sich somit immer durch die bestandsspezifischen Einflussgrößen.

Bei der Kalkulation der einzelnen Arbeitsablaufabschnitte ergeben sich aufgrund der Einflussgrößen (z. B. Menge und Volumen) die Häufigkeiten, mit denen die Planzeiten multipliziert werden, um den Arbeitszeitbedarf je Arbeitsteilvorgang abbilden zu können. Betritt beispielsweise eine Arbeitsperson eine Bucht vom Stallgang aus und verlässt diese wieder, so findet das „Öffnen und Schließen der Buchtentür“ zweimal statt. Soll eine Milchviehherde mit einem Futtermischwagen gefüttert werden, kommt es für die Häufigkeit der Fahrten neben der Futtermenge auch auf die Ladekapazität des Futtermischwagens an. Somit wird der Arbeitszeitbedarf erheblich von den für die Durchführung des Arbeitsauftrages verwendeten Arbeitsmitteln beeinflusst.

Bei der Modellierung eines Arbeitsablaufs muss auch darauf geachtet werden, ob die Arbeitsaufgabe aus nur einem Teil besteht oder ob sie sich in mehrere Teilaufgaben auflösen lässt. Somit wird entweder ein einteiliges Modell oder ein mehrteiliges Modell notwendig.

### 7.2.1 Einteiliges Modell

Beim einteiligen Arbeitsablaufmodell bestehen keine parallel durchzuführenden Tätigkeiten. Im Beispiel „Gewichtsermittlung durch Messen des Brustumfangs von Rindern“ erledigt eine Person alle Tätigkeiten entsprechend der im Arbeitsablauf dargestellten Reihenfolge (Abb. 41, Tab. 28).

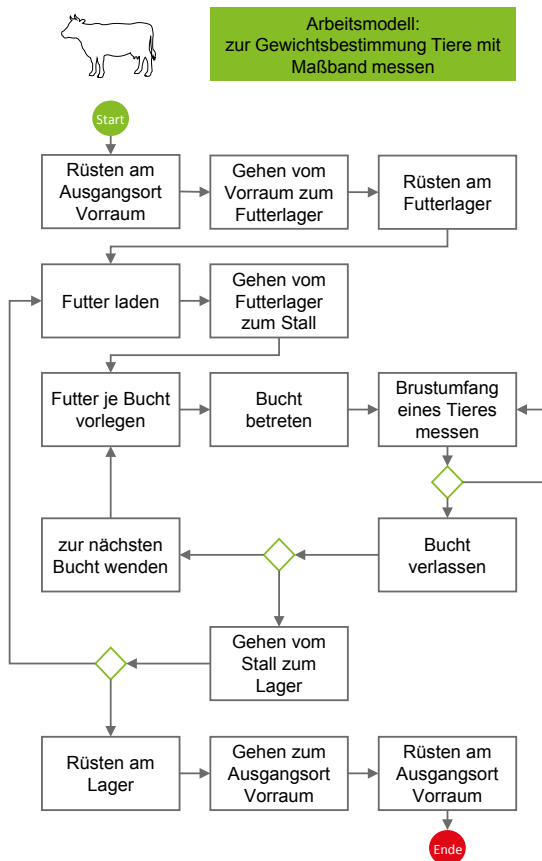


Abb. 41: Arbeitsablauf beim Messen des Brustumfangs von Rindern zur Gewichtsermittlung (© M. Funk; S. Reith)  
Raute = Entscheidungspunkt

Tab. 28: Ablaufabschnitte und Zeitarten beim Messen des Brustumfangs von Rindern zur Gewichtsermittlung

Ablaufabschnitt	Zeitart	Arbeitselement	Einflussgröße	Bezugseinheit
Rüsten am Ausgangsort Vorraum	t32 Arbeitsvorbereitungszeit			
	t3211 Rüsten am Ausgangsort	Türe öffnen/schließen	-	Vorgang
		Gummistiefel anziehen	-	Vorgang
Gehen vom Vorraum zum Futterlager (Arbeitsort 1)	t34 Wegezeit			
	t341 Wegezeit zwischen Ausgangsort und Arbeitsort	Gehen ohne Last	Entfernung	m
Rüsten am Futterlager	t32 Arbeitsvorbereitungszeit			
	t3212 Rüsten am Arbeitsort	Türe öffnen/schließen	-	Vorgang
		Schubkarre aufnehmen	-	Vorgang

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

(1972) von der „optimalen“ Schlaggröße. Von Relevanz ist zudem das Verhältnis von Schlaggröße zu Schlagform. Bei rechteckigen Schlägen kommt es zu Reststreifen (Breite der noch zu bearbeitenden Fläche kleiner als Arbeitsbreite), wenn die Schlagbreite nicht genau ein Vielfaches der Arbeitsbreite beträgt. Je größer die Arbeitsbreite ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein schmaler Reststreifen verbleibt, der eine ganze Fahrt benötigt und somit zu einer geringeren Flächenleistung führt (Funk und Weiershäuser 2004).

Im Zusammenhang mit der Größe und der Form eines Schlages ist ebenso die Entfernung von Bedeutung. Im Idealfall sind Ausgangsort (Maschinenstandort, Lager) und Arbeitsort (Schlag) so miteinander verbunden, dass möglichst kurze Wegstrecken zurückgelegt werden müssen.

### 7.3.1 Einteiliges Modell

Als Beispiel für ein einteiliges Modell wird das „Pflügen eines Schlages mittels angebautem Drehpflug und Traktor“ beschrieben. Es handelt sich hierbei um ein Arbeitsverfahren ohne den Einsatz von Betriebsmitteln wie Saatgut oder Dünger bzw. das Ernten eines Pflanzenproduktes.

Der Zweck dieses mobilen Arbeitssystems besteht darin, den unbearbeiteten Boden (Input) in einen bearbeiteten Boden (Output) zu transformieren. Diese Arbeitsaufgabe wird von einer Arbeitsperson mit einer Zugmaschine und einem Pflug ausgeübt. Sie lautet konkret: „Pflügen eines Schlages mit einem angebauten Drehpflug und einem 67-kW-Traktor“. Traktor und Pflug sind somit die eingesetzten Arbeitsmittel, die mit der Arbeitsperson und dem Arbeitsgegenstand „Boden“ interagieren. Die Arbeitsaufgabe wird in Arbeitsablaufabschnitte zerlegt und den entsprechenden Zeitarten zugeordnet (Tab. 30).

Tab. 30: Ablaufabschnitte und Zeitarten für den Arbeitsvorgang „Pflügen“

Ablaufabschnitt	Zeitart	Arbeitselement	Einflussgröße	Bezugseinheit
Rüsten der Arbeitsmittel	t32 Arbeitsvorbereitungszeit			
	t3211 Rüsten am Ausgangsort	Gehen ohne Last auf Traktor steigen und starten	Entfernung –	m Vorgang
		Fahren mit Traktor in der Betriebsstätte Anbaupflug anbauen	Geschwindigkeit –	km/h Vorgang
Fahren zum Schlag	t34 Wegezeit			
	t341 Zwischen Ausgangsort und Arbeitsort	Fahren auf Straße/Feldweg	Entfernung Geschwindigkeit	m km/h
Rüsten am Schlaganfang	t32 Arbeitsvorbereitungszeit			
	t3212 Rüsten am Arbeitsort	Pflug von Transport- in Arbeitsstellung bringen	–	Vorgang

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite