

4

Arbeitslehre und Prozeßsteuerung

Der Umgang mit Boden, Pflanze und Tier prägt die Arbeit des Landwirts. Trotz guter Mechanisierung sind lange Arbeitszeiten üblich (Abb. 70). Diese werfen Fragen nach leistungsfähiger Technik bis hin zur Automatisierung von Teilprozessen auf. Technik als Ersatz für menschliche Arbeitskraft und Arbeitszeit muß richtig in den Betrieb eingebunden und sinnvoll organisiert werden. Buchführungsergebnisse zeigen, daß dies gut ausgebildeten Landwirten besser gelingt als Landwirten ohne fachliche Ausbildung (Abb. 71).

Der Mensch entscheidet mit seiner Arbeit, seinen Fähigkeiten, seinem Können und Wissen über den Betriebserfolg. Der Landwirt benötigt gute Kenntnisse über:

- ▶ Die menschliche Arbeit, ihre Formen und Abhängigkeiten.
- ▶ die Gestaltung der Arbeit und optimaler Arbeitsplätze.
- ▶ die Fragen der Arbeitssicherheit.
- ▶ die Arbeitszeit, Arbeitsplanung und Arbeitsorganisation.

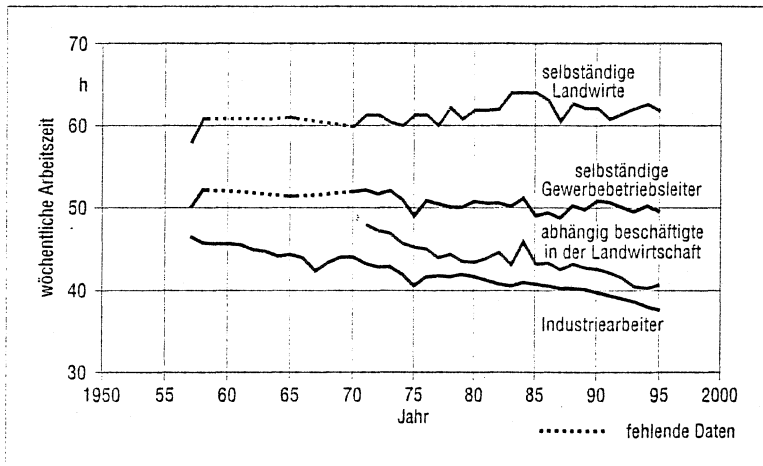


Abb. 70 Wöchentliche Arbeitszeiten im Vergleich (nach Agrarberichten bis 1997).

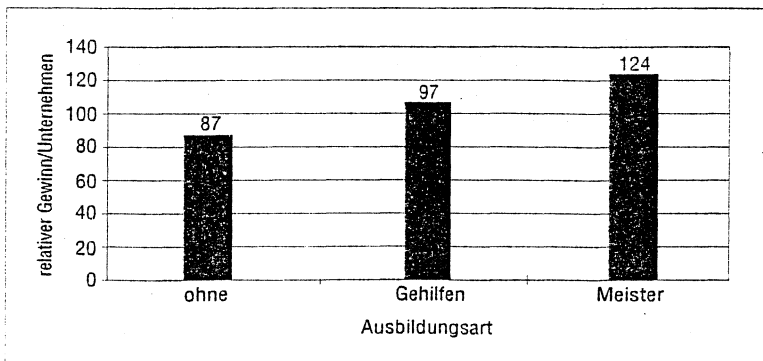


Abb. 71 Einkommenshöhe je Familienarbeitskraft in Vollerwerbsbetrieben bei unterschiedlicher Fachausbildung (nach Agrarberichten 1988 - 1994).

- ▶ die Kosten des Maschineneinsatzes und der Arbeitserledigung,
- ▶ den überbetrieblichen Maschineneinsatz,
- ▶ die Hilfen bei der Prozeßüberwachung und der Prozeßsteuerung.

1 Die menschliche Arbeit

Der Mensch steht mit seiner Arbeit im Mittelpunkt des täglichen Betriebsgeschehens. Seine Aufgaben sind vielfältig. Sie reichen von ausschließlich körperlicher Betätigung bis hin zu rein geistiger Tätigkeit.

1.1 Arbeit und ihre Formen

Begriff Arbeit – Er wird vielschichtig verwendet. Rein physikalisch wird Arbeit verrichtet, wenn eine Kraft über einen bestimmten Weg wirkt:

$$\text{Arbeit} = \text{Kraft} \times \text{Weg}$$

Wird diese Arbeit auf die Zeit bezogen, dann handelt es sich um **Leistung**:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Kraft} \times \text{Weg}}{\text{Zeit}}$$

Für die Beschreibung der Arbeit des Menschen reicht diese Definition nicht aus, da sie z. B. Haltearbeit und vor allem geistige Arbeit nicht beschreiben kann. Umfassender kann Arbeit als jene Tätigkeit verstanden werden, welche der Sicherung des Lebens, der Entwicklung des Menschen und der menschlichen Gemeinschaft und der Erhaltung seiner Umwelt dient.

Arbeit umfaßt materielle und ideelle Werte. Die wichtigen **Kenngrößen** für die Arbeit in der Landwirtschaft sind in Tabelle 29 zusammengefaßt.

Hinsichtlich der **Arbeitsausführung** ist menschliche Arbeit die Abfolge der Teilschritte »wahrnehmen, entscheiden und handeln«. Die ersten beiden Teilschritte stellen die geistige Arbeit dar. Abhängig von der Arbeitsaufgabe hat die daraus erfolgende Umsetzung als körperliche Arbeit einen unterschiedlich hohen Anteil an der Gesamttätigkeit (Abb. 72).

- ▶ Körperliche Arbeit (physische Arbeit):
 - statische Arbeit,
 - einseitig dynamische Arbeit,
 - dynamische Muskelarbeit.
 - ▶ geistige Arbeit (mentale Arbeit):
 - Informationsaufnahme,
 - Informationsverarbeitung,
 - Informationsumsetzung.
 - ▶ Mischformen körperlicher und geistiger Arbeit.
- Körperliche Arbeit (physische Arbeit)** – Dies ist Muskelarbeit. Sie wird nach dem Grad der Bewegungsabläufe unterschieden in **statische Arbeit**, bei

Tabelle 29 Einheiten der menschlichen Arbeit in der Landwirtschaft

Einheit, Abkürzung	Definition	Anmerkung
Arbeitskraft AK	eine voll arbeitsfähige männliche oder weibliche Person, die dem Betrieb voll zur Verfügung steht (kalkulatorische Einheit)	Voll-AK = 2300 AKh/Jahr Teilzeit-AK = 0,1 AK je 190 AKh Teil-AK: 14–15 Jahre = 0,5 AK über 65 Jahre = 0,3 AK
Arbeitskraftstunde AKh	Zeitmaß für eine Arbeitskraft; dabei ist eine Arbeitsausführung unterstellt, welche eine geeignete und geübte Arbeitskraft auf Dauer einschließlich Pausen erbringen kann (entspricht dem Leistungsgrad 100%)	Basis für diese Einheit ist die »REFA-Normalleistung« (für Arbeitskräfte im Betrieb sind Abschläge bis zu 30% und Zuschläge bis zu 40% bei Abweichung von der Normalleistung vorzusehen)
Arbeitszeitbedarf z. B. AKh/ha, AKh/GV, AKh/t	der kalkulatorische Zeitbedarf einer oder mehrerer Arbeitskräfte für die Erledigung aller erforderlichen Tätigkeiten einer Arbeitsaufgabe (aus Ablaufmodellen abgeleitet)	durch fehlende Übung und individuelle Arbeitsweise wird häufig ein höherer Arbeitszeitaufwand benötigt
Arbeitsleistung z. B. ha/AKh, GV/AKh, t/AKh	die kalkulatorisch ermittelte Leistung je Arbeitskraftstunde, wobei alle erforderlichen Tätigkeiten eingeschlossen sind	treffender ausgedrückt als – Flächenleistung, – Bergeleistung, – Pflückleistung, – Meikleistung

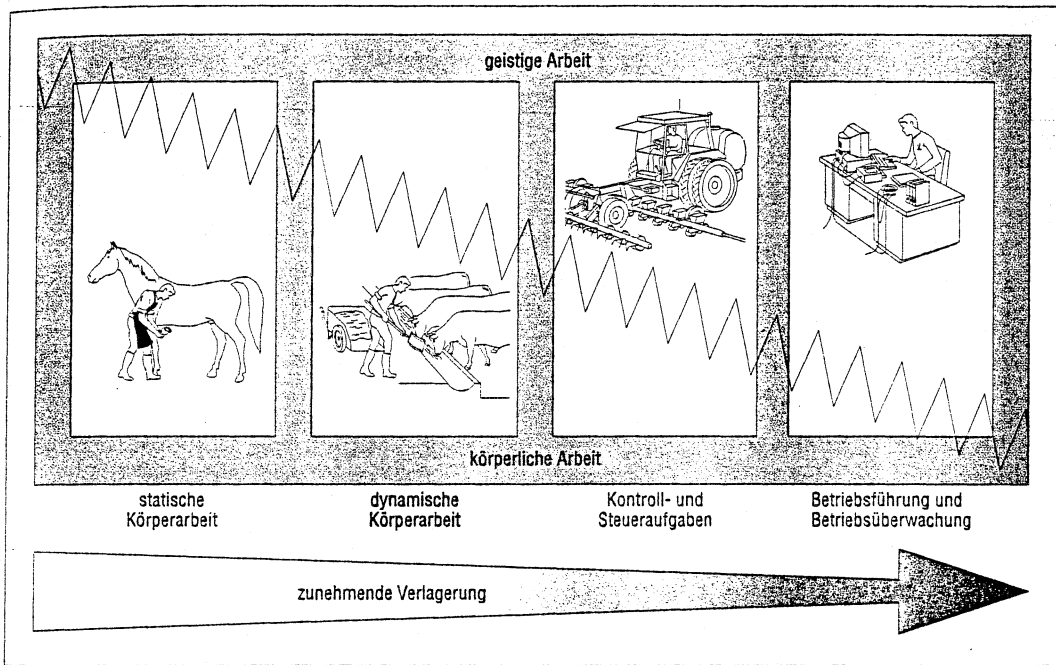


Abb. 72 Formen der menschlichen Arbeit.

der kein Bewegungsweg zurückgelegt (Haltarbeit) wird. Die Arbeit führt zu einer Verkrampfung der Muskulatur; daraus folgend verringert sich die Durchblutung der Muskulatur; Ermüdung tritt sehr schnell ein; auf Dauer können bei dieser Arbeitsform nur 15% der maximalen Leistung erbracht werden.

Da die Arbeitsergebnisse bei statischer Arbeit unbefriedigend sind, soll sie durch bessere Arbeitsgestaltung überflüssig gemacht werden!

Einseitig dynamische Arbeit: Hierbei wird ein Bewegungsablauf durchgeführt; die Belastung wirkt immer auf die gleichen Muskelbereiche; die beanspruchte Muskulatur wird verstärkt ausgebildet; es sind hohe Kräfte möglich; auf Dauer entstehen körperliche Schäden.

Durch Arbeitsgestaltung mit wechselnden Arbeitsabläufen müssen derartige Arbeitssituationen verbessert werden!

Dynamische Muskelarbeit: Gleichmäßige Bewegungsabläufe belasten und entlasten die Muskulatur; der Ausgleich zwischen verschiedenen Bewegungen führt zu einer gleichmäßigen Belastung des ganzen Körpers.

Diese Art der körperlichen Arbeit ist die menschengerechte Form der muskulären Belastung und muß deshalb angestrebt werden!

Geistige Arbeit (mentale Arbeit) – Sie ist das Zusammenspiel der Sinnesorgane, des zentralen Nervensystemes, des Gehirnes und des Gedächtnisses. Geistige Arbeit ist Informationsverarbeitung. Sie besteht aus **Informationsaufnahme:** Signale (Reize) aus der Arbeit und der Arbeitsumgebung werden durch Auge, Ohr, Geruch, Geschmack und mit dem Tastsinn aufgenommen. Zu mehr als 80% ist daran das Auge beteiligt. Informationen werden vom Menschen parallel aufgenommen (Gegendruck des Gaspedals am Traktor und Lichtsignal im Blickfeld).

Sichere Informationsaufnahme wird durch eindeutige Informationsdarstellung ermöglicht, Über- und Unterforderungen müssen vermieden werden!

Die **Informationsverarbeitung:** Signale aus der Umwelt werden auf verschiedene Art verarbeitet. Sensorische Reize rufen bewußte Sinnesempfindungen hervor (Struktur, Farbe). Diese Empfindungen werden mit gespeichertem Wissen verknüpft (assoziiert). Daraus entsteht die bewußte Wahrnehmung (Struktur und Farbe werden als Baum auf einer

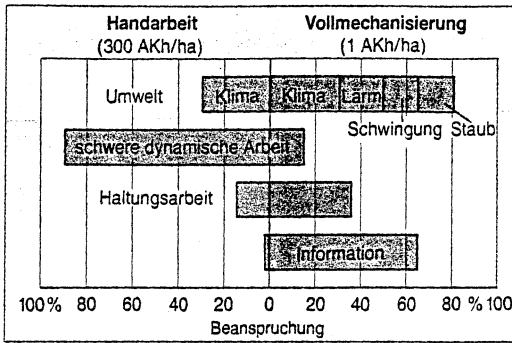


Abb. 73 Beanspruchung des Menschen bei Handarbeit und Vollmechanisierung in der Getreideernte.

Wiese erkannt). Gleichzeitig wird damit die Gefühlslage angeregt (angenehm oder unangenehm).

Eine schnelle Informationsverarbeitung wird durch bekannte Umgebungen und gewohnte Darstellungsformen begünstigt, wobei eine angenehme Arbeitsumgebung die Gefühlslage verbessert!

Informationsumsetzung: Teile der aufgenommenen Informationen werden gespeichert (überwiegend im Kurzzeitgedächtnis). Wiederholt aufgenommene Information wird ins Langzeitgedächtnis verlagert. Aus den aufgenommenen und den gespeicherten Informationen werden schließlich motorische Reaktionen abgeleitet und mit Hilfe der Muskulatur umgesetzt. Sprache, Mimik und Bewegungen des Körpers und/oder der Extremitäten sind die Folge.

Wiederholungen fördern das Behalten, deshalb richtig anleiten, wiederholt üben und immer wieder auffrischen!

Mischformen körperlicher und geistiger Arbeit – In der Landwirtschaft treten die reinen Formen der Arbeit nur selten auf. Vielmehr handelt es sich um vielfältige Mischformen, bei welchen durch die Mechanisierung schwere körperliche Arbeit immer mehr abgebaut wird. Dabei wird häufig übersehen, daß mit zunehmender Technisierung die geistige Arbeit zunimmt und zusätzliche Belastungen durch die Arbeitsumgebung entstehen (Abb. 73). Unter Umständen führt dies sogar zu höheren Beanspruchungen verglichen mit weniger mechanisierten Arbeitsabläufen. Dies zeigt sich vermehrt im Krankheitsbild der landwirtschaftlichen Bevölkerung. Im Vergleich mit der nichtlandwirtschaftlichen Bevölkerung sind zunehmend Erkrankungen des Bewegungs- und Stützapparates sowie des Nerven- und Kreislaufsystems zu beobachten.

1.2 Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft

Menschliche Leistung ist das Ergebnis aus *Leistungsfähigkeit* und *Leistungsbereitschaft*. Sie erfährt ihre *Begrenzung* in der Ermüdung. Ähnlich einer Waage (Abb. 74) besteht ein Zusammenspiel zwischen diesen drei Bereichen. Dabei können sich Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft in Grenzen ergänzen.

Durch die Kenntnis dieser Grundzusammenhänge ist eine Beurteilung und darauf aufbauend eine Verbesserung der menschlichen Arbeit unter humanen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich. Näheres dazu im Band 5 »Berufs- und Arbeitspädagogik«.

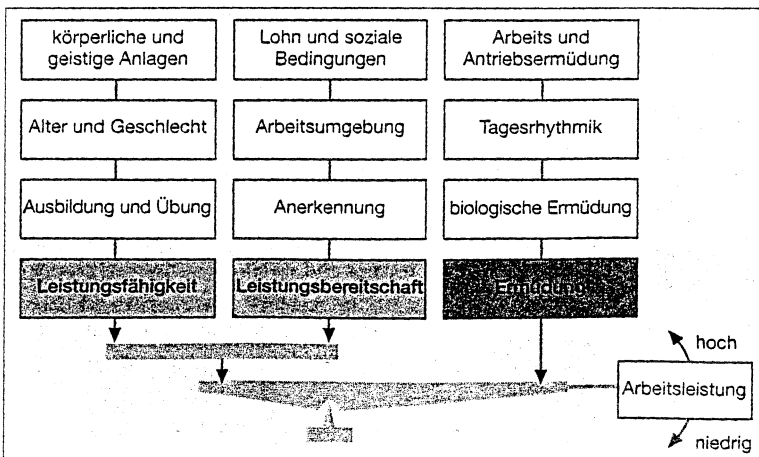


Abb. 74 Faktoren der Arbeitsleistung.

2 Arbeitsgestaltung

Aufgabe der Arbeitsgestaltung ist es, die Arbeitsbelastung des einzelnen Menschen so zu begrenzen, daß Über- und Unterforderungen vermieden, die Freude an der Arbeit gefördert und Unfallgefahren weitgehend ausgeschlossen werden. Damit dient die Arbeitsgestaltung ökonomischen und humanen Zielen.

Um diese zu erreichen, sind Kenntnisse erforderlich über

- ▶ die Arbeitszeit- und Pausengestaltung,
- ▶ die Arbeitsplatzgestaltung,
- ▶ die Minderung von Belastungen aus der Arbeitsumgebung,
- ▶ die Verbesserung der Arbeitssicherheit.

2.1 Arbeitszeit- und Pausengestaltung

Jede Arbeit ermüdet. Folglich ist eine richtige Arbeits- und Pausengestaltung wichtig. In erster Linie ist dabei der natürliche Tagesrhythmus des Menschen zu beachten. Dieser fordert wegen des biologischen Leistungsabfalles eine längere Mittagspause und eine ausgeprägte Nachtruhe. Zusätzlich sind während der beiden Halbtage Pausen erforderlich, welche je nach Arbeitsschwere in unterschiedlichen Zeitabständen eingelegt werden müssen.

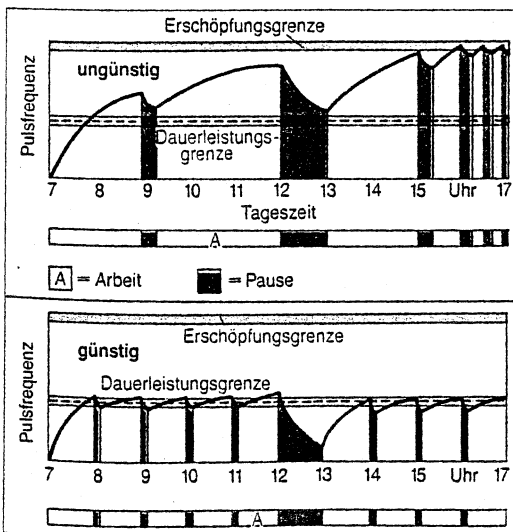


Abb. 75 Günstige und ungünstige Pauseneinteilung bei schwerer Arbeit.

Grundsätzlich sind häufigere kurze Pausen günstiger zu beurteilen als wenige längere (Abb. 75).

Zusätzlich muß die *Länge der täglichen Arbeit* im Zusammenhang mit der Arbeitsschwere gesehen werden. Auf Dauer kann der Mensch je Tag nur soviel Energie umsetzen, wie er durch die Nahrungszufuhr aufnimmt.

So werden z.B. bei schwerer körperlicher Arbeit schon innerhalb der ersten 4–5 Stunden eines Tages etwa 70–80% der verfügbaren Energie verbraucht. Leichte körperliche Arbeit verlängert diese Zeitspanne auf etwa 5–6 Stunden. Überlange Arbeitszeiten führen nur noch zu einer geringen Leistungszunahme bei gleichmäßiger Dauerbeanspruchung (Abb. 76).

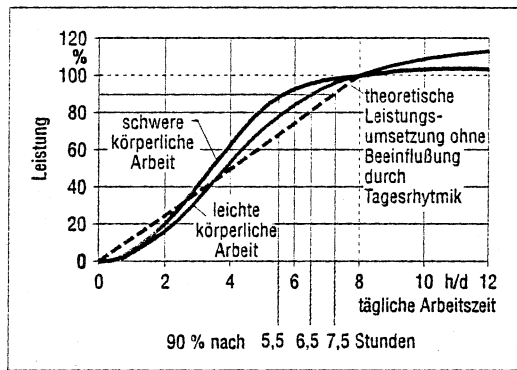


Abb. 76 Zusammenhang zwischen Arbeitsleistung und Arbeitszeit (nach LEHMANN).

Auch im landwirtschaftlichen Familienbetrieb soll deshalb der 8-Stunden-Tag angestrebt werden. Untersuchungen in vielen landwirtschaftlichen Betrieben haben nämlich gezeigt, daß bei längerer täglicher Arbeitszeit die Arbeitsintensität nachläßt, die Konzentration abnimmt und zugleich die Unfallgefahr steigt.

Dies schließt jedoch nicht aus, daß in Arbeitsspitzen vorübergehend (mit Maschinen) zehn und mehr Stunden gearbeitet wird. Dies darf aber nicht zur Regel werden.

Erfordern Tier oder Pflanze eine längere tägliche Arbeitszeit, dann ist auch in der Landwirtschaft im Schichtbetrieb zu arbeiten. Typische Beispiele dafür sind das Rübenroden mit teuren, selbstfahrenden Köpfrödebunkern innerhalb der begrenzten Rodekampagne oder die Versorgung und Betreuung großer Milchviehherden (Abb. 77, Seite 90).

Gute Arbeitsplanung und überlegte intensive Arbeit ermöglichen auch im bäuerlichen Betrieb eine geregelte Arbeitszeit!

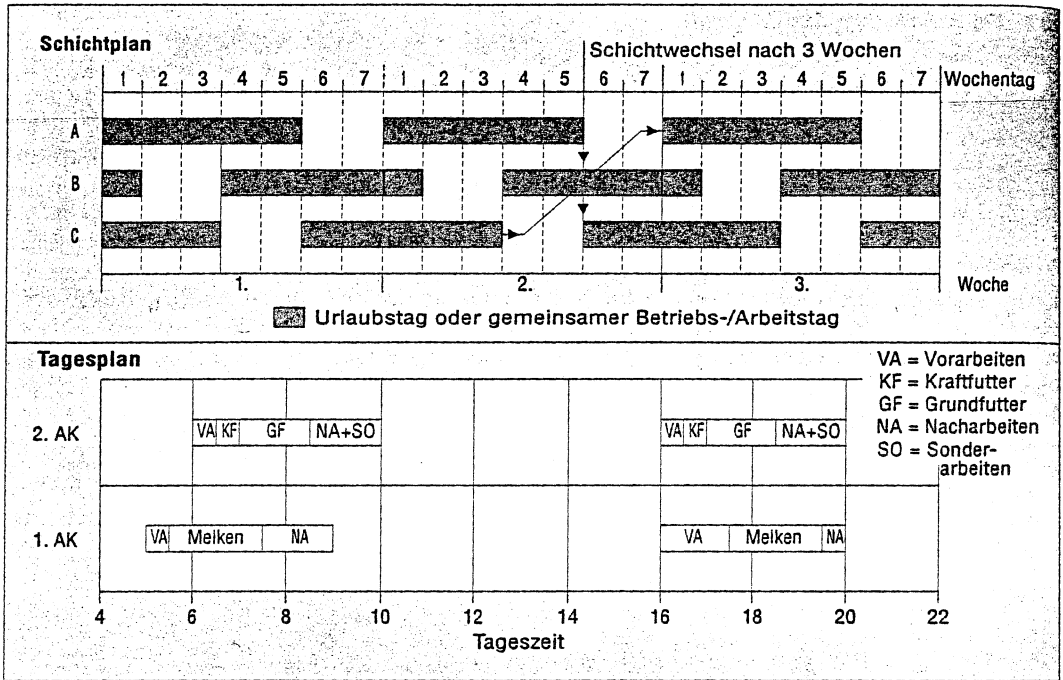


Abb. 77 Beispiel für einen Zweischichtenbetrieb in der Milchviehhaltung (3 AK, 140 Kühe).

2.2 Arbeitsplatzgestaltung

Richtige Arbeitsplatzgestaltung muß auf Dauer erträgliche Voraussetzungen für die Arbeit (wahrnehmen, entscheiden, handeln) schaffen. Besonders zu berücksichtigen ist die Anatomie des Menschen.

Für eine gute Gestaltung des Arbeitsplatzes sind von Bedeutung:

- ▶ Die ergonomische, das heißt arbeitsgerechte Gestaltung des Arbeitsplatzes,
- ▶ die Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse,
- ▶ die Informationsvermittlung.

Die wichtigsten ergonomischen Grundsätze sind in Abb. 78 zusammengefaßt.

Tabelle 30 Empfohlene Werte für den Beleuchtungsbedarf (nach DIN 18910)

Sehaufgabe	Beispiele	benötigte Beleuchtungsstärke [Lx] und erforderliche Watt für Leuchtstofflampen ¹⁾ bei einer Entfernung zum Arbeitsgegenstand								
		Lx	2 m	5 m	Lx	2 m	5 m	Lx	2 m	5 m
fein	Melkplatz-Anbindestall, Melkstand-Laufstall, Milchammer, Werkstatt-Werkbank	200	56	350	600	170	1050	2000	1600	3500
mäßig fein	Futtermgang, Werkstatt	100	28	175	300	84	525	1000	800	1750
mäßig grob	Futterraum, Maschinenhalle	50	16	100	150	44	275	500	140	875
grob	Futterlager (Heu, Stroh, Silage)	20	6	38	60	18	115	200	56	350
¹⁾ Bei Glühlampen sind die angegebenen Werte mit dem Faktor 2,85 zu multiplizieren.		hoher			mittlerer			geringer		
		Kontrast zwischen Objekt und Umgebung								

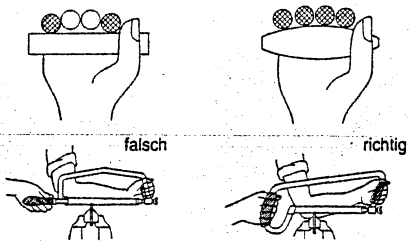

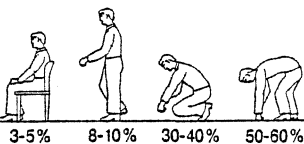
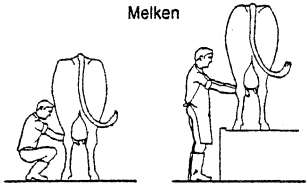
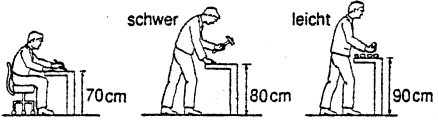
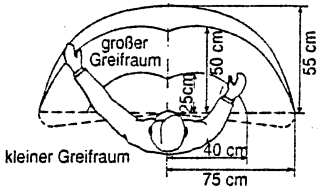
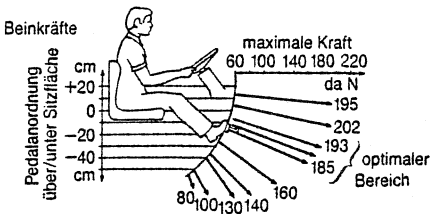
Maßnahme	Bedeutung	Beispiel
① günstige Hebel- und Werkzeuggestaltung	Griffform: Kraftübertragung falsch 80 %, richtig 100 % Bewegung und Werkzeuggestaltung müssen übereinstimmen	
② Haltearbeiten und Überkopparbeiten vermeiden	bei Haltearbeiten (statischen Arbeiten) und ungünstiger Arbeitshaltung verkrampfen sich die Muskeln; Blut- und Sauerstoffzufuhr der Muskeln werden eingeschränkt; es kommt zur schnellen Ermüdung	Kraftfütterzuteilung  Einhandarbeit und hohe statische Belastung Zweihandarbeit und geringe statische Belastung
③ richtige Arbeitshaltung einnehmen	gegenüber Liegen erhöht sich der Energieumsatz bei:  3-5% 8-10% 30-40% 50-60% Sitzen – bei leichter Arbeit ohne Ortswechsel Stehen – schwere Arbeit oder häufiger Ortswechsel andere Arbeitshaltungen vermeiden!	Melken  sitzende Arbeit stehende Arbeit schwer leicht  70 cm 80 cm 90 cm
④ Greifraum und Betätigungsfeld beachten	durch die Anatomie des Menschen ergeben sich verschiedene Greifräume; <i>großer Greifraum:</i> Vorratsbehälter – schwere Hebel <i>kleiner Greifraum:</i> genaue Arbeit – leichte Hebel <i>Beidhandgreifraum:</i> nur Montagearbeiten Fußhebel sollten möglichst nur sitzend und im flachen Winkel zu bedienen sein	Greifraum geometrisch maximaler Greifraum  großer Greifraum 55 cm 25 cm 50 cm kleiner Greifraum 40 cm 75 cm Beinkräfte  maximale Kraft 60 100 140 180 220 da N 195 202 193 185 optimaler Bereich Pedalanordnung über/unter Sitzfläche cm +20 0 -20 -40 -60 80 100 130 140 160

Abb. 78 Grundsätze für die Arbeitsplatzgestaltung.

Optimale ergonomische Voraussetzungen ergeben aber nur dann den guten Arbeitsplatz, wenn die Bedingungen der **Informationsaufnahme** und **Informationsumsetzung** bestmöglich gestaltet sind.

► Gute **Sichtverhältnisse** sind Voraussetzung für ausreichende Kontrolle und gezielte Steuermaßnahmen. Dies gilt für alle Arbeitsplätze in gleichem Maße.

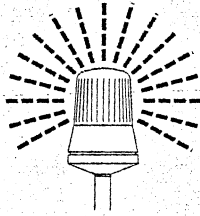
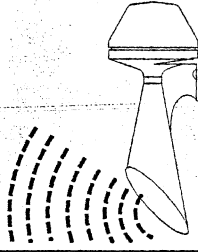
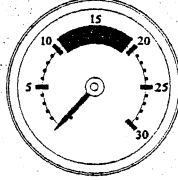
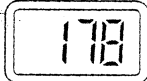
Anzeigenform				
Signalart	Lichtsignal	akustisches Signal	analoges Signal	digitales Signal
Einsatzform	Zustandsänderung gelb = in Funktion grün = in Ordnung rot = Gefahr	gefährliche Zustandsänderung	einordnende Beobachtung (wechselnde Vorgänge)	exakte Meßwerte (ablesen)
Beispiele	Landeanzeige für Lichtmaschine, Feststellbremskontrolle, Fernlichtkontrolle	Verstopfungsanzeige am Mähdrescher	Temperaturanzeige, Tachometer, Uhr	Gewicht, Verluste, Weg

Abb. 79 Formen und Einsatzkriterien für Anzeigeeinstrumente.

- Ausreichende *Beleuchtung* ist wichtig für griffsicheres Arbeiten und für fließende, wenig unfallgefährdete Arbeitsbewegungen. Wesentliche Richtwerte sind in Tabelle 30 zusammengefaßt.

Funktionell richtig gestaltete Anzeigeeinstrumente sind für eine eindeutige Übermittlung von Informationen erforderlich. Wichtig ist deren Gestaltung und deren Anbringung im Blickfeld.

Dabei gilt folgende Einreihung:

- Gesamtanzahl der Instrumente beschränken,
- wichtige Anzeigen in die Mittelzone,
- unwichtige Anzeigen in die Randzone.

Je nach Zweck sind die in Abb. 79 dargestellten Anzeigeformen zu wählen.

Elektronische Hilfen können Überwachungsaufgaben übernehmen und so den arbeitenden Menschen entlasten. Sie sollen eingesetzt werden, wenn

- viele Stellen gleichzeitig zu überwachen sind (nicht einsehbare Drehwellen am Mähdrescher),
- selten auftretende Ereignisse zu überwachen sind (Öltemperatur im Getriebe oder in der Turbokupplung),
- Meß- und Zustandsgrößen für die Anzeige verrechnet werden müssen (aktuelle Ausbringungsmenge in der Feldspritze je min oder ha).

2.3 Minderung der Umgebungsbelastung

Der Schutz des arbeitenden Menschen vor Umgebungseinflüssen dient der Gesunderhaltung des Menschen, der Steigerung der Arbeitsleistung und erhöht den Arbeitskomfort.

Die wesentlich störenden Faktoren sind:

- Schwingungen,
- Lärm,
- Klima,
- luftfremde Stoffe.

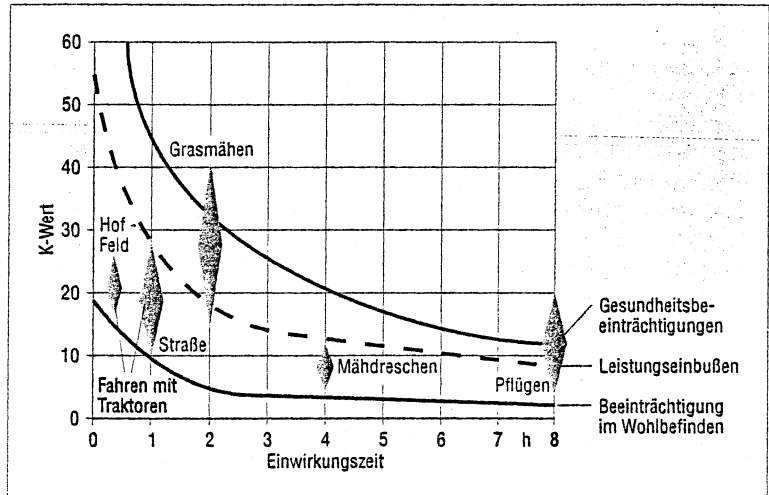
Schwingungen – Sie treten bei Traktoren und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen in gefährlicher Form auf, da deren Schwingungen mit 3–5 Hz weitgehend der Eigenschwingung von Wirbelsäule und Magen entsprechen, wodurch ihre Wirkung verstärkt wird (Resonanz).

Die Wirkung von Fahrzeugschwingungen wird durch die Wahrnehmungsstärke k gemessen. Die gesundheitlichen Auswirkungen der Schwingungen sind abhängig von der Dauer der Einwirkungen (Abb. 80).

Gute *Traktorsitze* dämpfen die Schwingungen weitgehend ab, wenn sie auf den Traktortyp und das Gewicht der Arbeitsperson abgestimmt sind. Problematisch ist jedoch die schnelle Alterung der Dämpfelemente und die umständliche Einstellung auf die Gewichte wechselnder Fahrer. Traktorsitze mit Luftfederung und eigener Sensorik zur Anpassung an das Fahrergewicht sind deshalb trotz höherer Preise den anderen vorzuziehen. Nur sie erbringen auf Dauer die erforderlichen Schutzmaßnahmen.

Lärm – Durch ihn werden erhebliche Gesundheitsschäden verursacht. Lärmschäden wirken schleichend und werden erst nach Jahrzehnten bemerkt. Sie beziehen sich nicht nur auf das Gehör, sondern auch auf die seelische (psychische) Belastung des Menschen. Zum Messen bedient man sich des Schalldruckes, ausgedrückt in Dezibel dB(A). Dieses Maß ist logarithmisch aufgeteilt. Das heißt, eine

Abb. 80 Schwingungsbelastungen auf den Menschen bei ausgewählten Beispielen.



Lärmsteigerung um 10 dB(A) bedeutet eine Lärmverdoppelung (Abb. 81). Seit dem 1. Januar 1981 darf der Schallpegel am Ohr des Traktorfahrers 90 dB(A) bei Nenndrehzahl nicht überschreiten. Bei älteren Traktoren, die diesen Wert meist überschreiten, und beim Einsatz be-

stimmter Geräte, wie Maishäcksler, ist das Tragen eines Gehörschutzes zu empfehlen. Neue Traktoren werden durchweg mit Kabinen ausgestattet. Sie erreichen eine Verminderung des Lärmes auf bis zu 70 dB(A), also auf etwa 25% des zulässigen Grenzwertes. Trotzdem bleibt auch bei

Lärmstufe	dB (A)	Vergleiche	Grenzwerte	Maßnahmen
IV Taubheit	120	Discothek	Schmerzgrenze	
III bleibende Gehörschäden	110	Motorsägen, Maishäcksler	maximal für Traktor zulässig	
	100	Motorräder		
	90	Schweinefüttern, Hammermühle, Traktorenaußengeräusche		
II nervöse Störungen	80	Fördergebläse, alte Traktorkabine	Störngrenze bei Dauerschall	
	70	Heubelüftung, neue Traktorkabine		
	60	Melkmaschine, Personenwagen		
I psychische Reaktionen	50	Stall-Lüfter	Störngrenze bei Dauerschall	
	40	leise Unterhaltung		
	40	Stubenfliegen		

Abb. 81 Lärmskala mit Stufeneinordnung in Bezug zur menschlichen Gesundheit und mit Vergleichsbeispielen.

diesen die Lärmbelastung der Umwelt (z. B. beim Vorbeifahren) erhalten. Insofern ist künftig auf Lärmdämmung durch Abkapselung der Lärmquellen verstärkt Wert zu legen.

Klima – Es umfaßt das Zusammenwirken der Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftbewegung. In geschlossenen Räumen kommt die Temperatur der Umgebungsflächen hinzu. Alle Faktoren zusammen führen zum *Behaglichkeitsgefühl* des Menschen. Es richtet sich nach der »Effektivtemperatur«. Diese weicht zunehmend stärker von der Umgebungstemperatur ab, wenn die Luftfeuchte außerhalb von 30–70% liegt und wenn die Luftgeschwindigkeit größer als 0,2 m/s wird. In diesen Fällen sind

deutliche Leistungsbeeinträchtigungen zu beobachten. Sie treten aber auch bei optimaler Kombination dieser Faktoren auf, wenn die Lufttemperatur über 20° C steigt. Oberhalb von 30° C ist ein deutliches Absinken der Arbeitsleistung zu erwarten.

Der **Optimalbereich** für landwirtschaftliche Tätigkeiten liegt zwischen 18 und 21° C. Dieser wird in der Außenwirtschaft häufig überschritten, wenn aus Gründen des Witterungs- und Lärmschutzes unbelüftete Kabinen eingesetzt werden. Bei starker Sonneneinstrahlung kann dann die Kabineninnentemperatur bis zu 17° C über der Außentemperatur liegen. Überstehende Kabinendächer, negative Neigung der Scheiben und Sonnenschutzrollos können


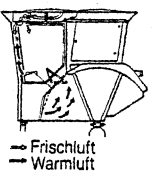
Arbeitsplatzbereich	Anforderungen				
<p>Führerstand</p> 	<p><i>Bandscheibenstütze</i> <i>Formsitz</i> <i>Lehne</i> verstellbar 5–15° <i>Sitzverstellung</i> hoch ca. 400 ± 80 mm längs ca. ± 75 mm Querneigung <i>Fahrgewicht</i> einstellbar 50–120 kg</p>	<p><i>Erreichbarkeit</i> Kraft – körperfern Präzision – körpernah <i>griffiges Lenkrad</i> <i>Pedale</i> rutschsicher hängend <i>automatisches An- und Abkuppeln</i> <i>Hebel</i> leicht zugänglich, sicher unterscheidbar</p>	<p><i>gutes Sichtfeld</i> <i>Anzeigen</i> blendfrei Größe Anordnung <i>sinnrichtige Funktion</i> (Hebel und Anzeigen) <i>geeignete Spiegel</i></p>	<p><i>Weite</i> über 40 cm <i>Handgriffe</i> <i>freie Plattform</i></p>	<p><i>Umsturzvorrichtung</i> <i>oder Kabine</i> Sicherheitsgurt bei höheren Fahrgeschwindigkeiten</p>
<p>Kabine</p>  <p>→ Frischluft → Warmluft</p>	<p><i>leichter Ein- und Ausstieg</i> <i>ausreichende Kopf- und Beinfreiheit</i> <i>gute Sichtverhältnisse</i> <i>Gerätekontrolle</i> und Bedienung bei geschlossener Kabine</p>	<p>Lärmdämmung Schwingungsdämpfung</p>	<p>negative Neigung der <i>Scheiben</i> weiter <i>Dachüberstand</i> richtige <i>Luftführung</i> regelmäßiger <i>Luftdurchsatz</i> Defroster ausreichende <i>Abschirmung</i> gegen Motor- und Getriebeabwärme (Klimaanlage)</p>	<p><i>Filteranlage</i> (95 % Abscheidung) <i>Überdruck</i> in der Kabine 20 PA <i>leichte Reinigungsmöglichkeit</i></p>	<p><i>integrierter Umsturzhelm</i> <i>Sicherheitsglas</i> Feststellvorrichtungen für Fenster und Türen genormte Durchgänge für Kabel und Bedienelemente</p>

Abb. 82 Anforderungen an den Arbeitsplatz »Traktor«.

zu einer erheblichen Temperaturabsenkung beitragen.

Optimale Temperaturen können auf Traktoren und selbstfahrenden Maschinen nur mit Klimaanlage erreicht werden. Dabei ist darauf zu achten, daß bei hohen Außentemperaturen die Kabineninnentemperatur nur 3–5° C tiefer sein darf, weil sonst zunehmende Erkältungsgefahr besteht. In wichtigen Arbeitsbereichen der Ställe (z. B. Melkstand) soll eine Arbeitstemperatur zwischen 18 und 21° C bei 50–70% Luftfeuchtigkeit angestrebt werden.

Luftfremde Stoffe (Staub) – Zu unterscheiden ist zwischen mineralischen Partikeln, die zu Silikose führen können, lebenden Organismen (Pilzsporen, Pollen, Keimen), die Allergien verursachen und Pflanzenbehandlungs- bzw. Düngemitteln, welche toxische Wirkungen hervorrufen können.

Bei einer Reihe von landwirtschaftlichen Arbeiten (z. B. Bodenbearbeitung bei trockenem Wetter, Heu ein- und auslagern, Mähdrusch, Schweinefüttern mit Trockenfutter) wird die zulässige Belastung mit Staub häufig überschritten.

Abhilfe ist durch einen Wechsel im Produktionsverfahren (Breifütterung bei Schweinen, gepreßtes Heu anstelle losen Heus) möglich. Andernfalls sind **Staubschutzmaßnahmen** nötig. Dazu bieten sich personengetragene Atemschutzmittel und geschlossene, klimatisierte Kabinen an, deren Staubabscheidung zwischen 98,8 und 99,6% liegt.

Bei kurzzeitigen Staubbelastungen genügen preis-

günstige Atemschutzhelme und -hauben. Unbequemlichkeit und Bewegungseinschränkungen können dann in Kauf genommen werden. Bei längeren Arbeiten unter Staubeinwirkung empfiehlt sich immer der Einsatz einer belüfteten Kabine, welche durch geeignete Filter und leichten Kabinenüberdruck einen umfassenden Staubschutz ohne Einschränkung der Bewegungsfreiheit gewährleistet.

Nur durch eine optimale Arbeitsplatzgestaltung und durch Schutz vor Umgebungseinflüssen ist die Belastung der Arbeitskräfte zu senken und der Mensch vor gesundheitlichen Schäden zu schützen. Dies gilt insbesondere für Arbeitsplätze, auf welchen lange Arbeitszeiten zugebracht werden.

Mit im Vordergrund des Interesses stehen der Arbeitsplatz »Melken« in der Milchviehhaltung und der Traktorführerstand in der Außenwirtschaft. Beispielhaft sind für diesen in Abb. 82 die wichtigsten Forderungen zusammengefaßt.

2.4 Verbesserung der Arbeitssicherheit

In Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gartenbau erleiden jährlich etwa 200 000 Menschen einen Arbeitsunfall. Unfälle treten vor allem bei der Arbeit mit Maschinen und beim Umgang mit Tieren auf (Abb. 83).

Sonstige	15 %		
Werkstoffe	15 %	7 % Futtermittel, Düngemittel, Spritzmittel	
		8 % Arbeitsstoffe, Brennstoffe, Baustoffe	
Werkmittel	29 %	3 % Leitern/Ausstiege	
		11 % Werkzeuge	
Tiere	14 %	14 %	
Wege	15 %	7 % Gebäudewege	
		8 % Wege im Freien	
Maschinen und Fahrzeuge	27 %	7 % Forstmaschinen und Geräte	
		7 % Landmaschinen und Geräte	
		3 % Anhänger	
		Fahrzeuge 13 %	5 % andere Fahrzeuge
		5 % Traktor	

Abb. 83 Ursachen für nichttödliche Arbeitsunfälle in der Landwirtschaft (nach landwirtschaftlicher Berufgenossenschaft Kassel).

Von jährlich etwa 10 000 schweren Unfällen enden ungefähr 350 tödlich. Sie verursachen bei den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften für Heilbehandlungen, Rehabilitationsmaßnahmen und Rentenleistungen Kosten in Höhe von etwa 1,2 Mrd. DM.

Wichtigste Aufgabe der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften bleibt deshalb die **Verbesserung der Arbeitssicherheit**. Allein für die Unfallverhütung werden seitens der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften jährlich mehr als 60 Mio. DM aufgewendet. Rund 180 000 Betriebe werden Jahr für Jahr vom Technischen Aufsichtsdienst der zuständigen Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften beraten. Zusätzlich werden pro Jahr 16 000 Hersteller und Handwerker über die sichere Ausführung von Maschinen und Geräten informiert. Trotzdem ist auch weiterhin die Gesamtsituation in vielen landwirtschaftlichen Betrieben unbefriedigend. Wesentliche Gründe sind:

- ▶ *Mangelhafte sicherheitstechnische Ausrüstung* von Maschinen, Geräten und Gebäuden verbunden mit einer geringen Motivation für sicherheitsgerechtes Verhalten und Arbeiten;
- ▶ *vielseitige landwirtschaftliche Arbeit* an verschiedenen Arbeitsplätzen mit geringer Einarbeitung und Übung, Beeinflußung des Arbeitsablaufes durch ungleiche Materialien (unterschiedliche

Pflanzenfeuchte, stehendes Getreide und Lagerstellen) und der Umgang mit Tieren (Unberechenbarkeit); hinzu kommt häufige Arbeitsüberlastung bei mehr als acht Stunden Arbeitszeit je Tag;

- ▶ *besondere Arbeitsverfassung* der landwirtschaftlichen Betriebe. In bäuerlichen Familienbetrieben betreffen 45% aller Arbeitsunfälle mithelfende Familienangehörige. In Lohnarbeitsbetrieben fehlen wegen der Lohnhöhe häufig gut ausgebildete Arbeitskräfte. Besonders gefährdet sind Jugendliche und ältere Menschen (letztere verursachen etwa 65% der tödlichen Arbeitsunfälle!).

Häufige Unfallursachen sind aber auch Fehlverhalten der Arbeitenden (Abb. 84) und vorhandene, nicht oder zu spät erkannte Gefahrenpotentiale.

Die Verbesserung der Arbeitssicherheit ist deshalb dringend erforderlich. Geeignete Maßnahmen hierzu sind in Abb. 85 ausführlich dargestellt. Dabei besteht das Ziel darin, daß alle Arbeiten vorbeugend auf ihre möglichen Gefahren hin durchdacht und überprüft werden.



Verhalten	Bewegungsablauf	Folgerungen
<p>der Mensch verhält sich bei <i>gleichen Bedingungen</i> anders als normalerweise</p> 	<p>wird <i>bewußt</i> geändert, um unter Streß zu beschleunigen, abzukürzen oder zu vereinfachen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vorangegangene Streßsituationen mindern - sicherheitsgerechtes Verhalten mit entsprechendem Bewegungsablauf einüben, festigen und überprüfen
<p>der Mensch verhält sich bei <i>geänderten Bedingungen</i> gewohnheitsmäßig</p> 	<p>wird <i>nicht</i> geändert, obwohl andere Bedingungen gegeben sind</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Technik an übliche Bewegungsabläufe anpassen - Veränderungen erkennbar machen - motivieren, damit auf Veränderungen reagiert wird

Abb. 84 Ursachen für das Unfallgeschehen.

	Begründung	Beispiele
technische und bauliche Gestaltung von Maschinen und Geräten	<p>passiv: Schutzeinrichtung, um den Menschen von Gefahrenbereichen fernzuhalten; Maschinen müssen dazu von den Berufsgenossenschaften geprüft werden und mit dem »GS-Sicherheitszeichen« versehen sein; bei Gebäuden ist dies teilweise in die Verantwortung des Landwirts gegeben</p> <p>aktiv: Maßnahmen, welche von vorneherein gefährliche Situationen vermeiden, zur optimalen Arbeitsplatzgestaltung beitragen und die allgemeinen Arbeitsgewohnheiten und natürlichen Arbeitsbewegungen des Menschen besonders berücksichtigen</p>	 <p>Pflicht Empfehlung</p> <p>Prüfzeichen</p> <p>besondere Verantwortung des Landwirts bei Treppen, Geländern, Bodenbelägen usw.</p> <p>ebenerdige Lagerung von Heu und Silage besser als deckenlastige Lagerung und Hochbehälter; Melkstände besser als Melken in Anbindeställen; optimale Führerstände mit günstigem Auf- und Abstieg</p>
Ausbildung sicherer Arbeitsgewohnheiten	<ul style="list-style-type: none"> - Erlernen sicherheitsgerechten Arbeitens; da es schwierig ist, einmal eingprägtes Handeln abzuändern, müssen beim ersten Erlernen möglichst viele Gefahrenmomente angesprochen werden - sicheres Verhalten muß so lange geübt werden, bis ein hoher Automatisierungsgrad erreicht wird - Hinweise auf Gefahrensignale, um den Arbeitsablauf geänderten Bedingungen anzupassen 	<p>richtiges Ansprechen und Treiben von Tieren; gefahrenloses An- und Abkoppeln von Geräten; sicherheitsgerechtes Beseitigen von Maschinenstörungen; richtiger Umgang mit motorisiertem Werkzeug (z. B. Motorsäge, Winkelschleifer, Kreissäge)</p>
Motivation zu sicherheitsgerechtem Handeln	<p>das Handeln des Menschen wird von positiven Erfahrungen bestimmt; sicherheitsgerechtes Arbeiten ist häufig mit größerem Aufwand verbunden, die »Belohnung« aber nicht sichtbar; sicherheitsgerechtes Arbeiten muß deshalb auch mit anderen Vorteilen verbunden sein</p>	<p>sicherheitsgerechte Arbeitsplätze, die bequemer und rationeller sind als herkömmliche Arbeitsverfahren; sicherheitswidriges Verhalten mit negativem Image verbinden; Beitragsminderung bei vorbildlicher sicherheitsgerechter Ausstattung landwirtschaftlicher Betriebe</p>

Abb. 85 Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit in der Landwirtschaft.

3 Arbeitszeitermittlung und Arbeitszeitplanung

Die menschliche Arbeit ist der wertvollste und wichtigste Produktionsfaktor. Deshalb ist ein gut geplanter und durchdachter Einsatz besonders wichtig.

Dafür reicht jedoch eine einmal durchgeführte Planung nicht aus. Vielmehr ist eine laufende Arbeits-

zeitkontrolle notwendig, weil im landwirtschaftlichen Betrieb Anbauflächen, Tierbestände, eingesetzte Technik und die Verfassung der Arbeitspersonen einem mehr oder weniger starken Wandel unterliegen.

Jährlich oder bei wesentlichen Änderungen soll deshalb für einen optimalen Einsatz der Arbeitspersonen eine Anpassung von Arbeitsangebot des Betriebes und Arbeitsanspruch der Produktionsverfahren durch Arbeitszeitkalkulationen stattfinden.

Dazu benötigt man Kenntnisse über

- ▶ Möglichkeiten der Arbeitsanalyse (Ist),
- ▶ Anwendung von Planzeiten zur Modellkalkulation (Soll),
- ▶ Arbeitsvoranschläge (Kapazitätsplanung).

3.1 Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes (Ist-Zeit)

Durch die stark wechselnden Arbeiten im Betrieb und durch länger andauernde Zeiträume hoher, beziehungsweise niedriger Arbeitsbelastung ist für den Landwirt die objektive Beurteilung des tatsächlichen Arbeitszeitaufwandes im Betrieb ohne Aufzeichnungen nahezu unmöglich.

Folglich besteht die Notwendigkeit, den tatsächlichen **Arbeitszeitaufwand** zu ermitteln und festzuhalten. Als Einheit dient die *Arbeitspersonenstunde* (APh) oder vereinfacht die *Zeitstunde* (h). Es wird dabei die aufgewendete Zeit unabhängig vom Alter und von der Leistungsfähigkeit der Arbeitskraft betrachtet.

Folgende Hilfsmittel stehen zur Verfügung:

- ▶ Das Arbeitstagebuch,
- ▶ die Arbeitszeitkarte,
- ▶ das Zeitkonto,
- ▶ der DLG-Wochenbericht,
- ▶ das elektronische Arbeitstagebuch.

Arbeitstagebuch (Abb. 86, Seite 99) – Dies ist die älteste Form zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes. In ihm werden Angaben über Tag, Monat, Wetter, Niederschlagsmenge, Arbeitsort (-stelle), Arbeitsart, Anzahl der beschäftigten Personen und der eingesetzten Traktoren festgehalten. Die Aufzeichnungen werden in zeitlich aufeinander folgender (chronologischer) Reihenfolge niedergeschrieben. Die Auswertung erfolgt im Hinblick auf die im Betrieb verbrauchte Arbeitszeit je Tag, Woche, Monat oder Jahr. Eine Zuordnung des Arbeitszeitaufwandes zu den einzelnen Betriebszweigen ist sehr schwierig und zeitaufwendig.

Arbeitszeitkarte (Abb. 86) – Sie erfaßt den Arbeitszeitaufwand einer einzelnen Arbeitsperson. Der Aufschreibumfang wird nach der Frage »Was will ich wissen?« für den Betrieb selbst festgelegt. Eingetragen werden Arbeitszeit, Traktorstunden und weitere Größen in chronologischer Reihenfolge.

Jede Arbeitsperson im Betrieb führt eine eigene Arbeitszeitkarte und wertet diese je Tag und eventuell je Woche selbst aus. Je Person können auch mehrere Karten geführt werden. Dadurch wird eine Zeitkontierung für einzelne Betriebszweige möglich.

Aus allen Zeitkarten soll eine zusammenfassende Auswertung über Tag, Woche, Monat und Jahr erfol-

gen. Damit ist dieses Hilfsmittel vor allem für Fremdarbeitsbetriebe geeignet.

Zeitkonto (Abb. 86) – Es ist auf den Betriebszweig bezogen und trennt den Arbeitsaufwand nach z. B. Weizen, Gerste, Mais, Milchvieh oder Mast Schweine. Auf dafür angelegten Formularblättern erfolgt die Aufzeichnung der geleisteten Arbeitspersonen- und Traktorstunden für die spezifischen Arbeiten.

Zusätzlich können auch die Naturaldaten aufgezeichnet werden, so daß alle wichtigen betrieblichen Daten festgehalten sind. Die Auswertung der Zeitkonten ist einfach und liefert wesentlich mehr Informationen als Arbeitstagebuch und Arbeitszeitkarte.

DLG-Wochenbericht (Abb. 87) – Er dient dem chronologischen täglichen Erfassen der einzelnen Arbeiten je Arbeitsperson. Dabei ist eine Zuweisung auf Kostenstellen möglich. Eine manuelle Auswertung dieser Berichte ist durchführbar.

Besser ist jedoch die Kombination mit der Schlagkartei (+ Buchführung). Dann können die Wochenberichte als Eingabe für die Zeitkontierung dienen und – in Verbindung mit der EDV-Kosten-Leistungs-Rechnung – Ist-Soll-Vergleiche und Verfahrensvergleiche ermöglichen.

Elektronisches Arbeitstagebuch – Es existiert nicht mehr als eigenes Programmsystem, sondern ist Teil der Schlagkarteien in vielfältiger Form.

Es erfordert die Teilschritte

- ▶ Datenerfassung (z. B. auf Zeitkarten),
- ▶ Kodierung und Eingabe in den Rechner,
- ▶ Auswertung per Rechner.

Neue Programme versuchen die Bereiche Schlagkartei und Buchführung zu verknüpfen und dafür eine einmalige Dateneingabe zu verwirklichen. Lösungen gibt es für Großrechenanlagen (durch Buchstellen zu nutzen) und für Personalcomputer (PC).

Bei zunehmendem **PC-Einsatz** eröffnet sich für alle Betriebe diese interessante Form der Arbeitszeiterfassung und -auswertung, wobei durch den verstärkten Einsatz mobiler Agrarcomputer auch automatisch erfaßte Arbeitszeitdaten ohne großen zusätzlichen Aufwand einfließen können.

Vergleichend sind die aufgezeigten Hilfsmittel wie in Tabelle 31 (Seite 100) einzuordnen. Sie ermöglichen bei sorgfältiger Aufschreibung während des ganzen Jahres zutreffende Aussagen über:

- ▶ Den Arbeitszeitaufwand je Tag, Woche, Monat und Jahr (h),
- ▶ die Arbeitsleistung der einzelnen Arbeitspersonen (h/Jahr),
- ▶ den Arbeitszeitaufwand für die verschiedenen Betriebszweige (h/ha, bzw. h/GV),
- ▶ die Einsatzstunden (h) des Traktors,

Arbeitstagebuch				Monat							
Tag und Wetter	Arbeitsstelle (Schlag)	Art der Arbeit	Zugkräfte				Arbeitskräfte				
			Pferde	Schlepper	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Ständige	Nichtständige	
			Arbeitsstunden (Aph)								

Arbeitszeitkarte für:		Leistungsjahr von:		bis:		Ablage-Nr.:																	
Arbeitskraft-Stunden (Aph)												Traktor-/Schlepper-Stunden (Sh)											
Getreide	Neuanlagen	Beregnung	Futterbau	Rindvieh	Schweinemast	Mais	Schneepflüge	Nachbarschaft	Betriebsleitung	nicht zuteilbar	AKh	gesamt	Tag	Getreide	Futterbau	Rindvieh	Nachbarschaft	nicht zuteilbar	Sh	gesamt			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	6	9	11	12				
													1.										
													2.										

Zeitkonto														Jahr:				
Getreide:														Betrieb:				
Arbeitsaufwand für														Arbeitsergebnis				
Pflügen														Saatbeet				
Drillen														Dü-Streuen				
Spitzen														Ernte				
Stoppelbearb.														Nichtständige				
ha	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	Aph	ASh	NAPh	Datum

Naturalkonto														Jahr:			
Getreide:														Betrieb:			
Mengen je ha oder Stück für														Saatgut			
-10/20														KAS			
U46														Avadex			
Ernte														Datum			

Abb. 86 Beispiele für Formblätter zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes.

- ▶ den Arbeitszeitaufwand für die überbetriebliche Zusammenarbeit (h),
 - ▶ »zugekaufte Arbeit« im Rahmen der überbetrieblichen Zusammenarbeit (h).
- Allerdings nimmt mit zunehmender Aussage der Hilfsmittel auch der Aufwand für die Datenerfassung zu. Nicht nur mehr, sondern auch qualitativ bessere Daten werden dafür benötigt. Ohne verän-

derte Datenerfassung wird der Einstieg in leistungsfähigere PC-Systeme nicht den erwarteten Erfolg bringen. Geschickte Landwirte können mit Tabellenkalkulationsprogrammen betrieblich angepasste Arbeitszeiterfassungssysteme entwickeln und so die Vorteile von Arbeitszeitkarte und Zeitkonto preisgünstig nutzen.

Wochen-Arbeitszeit			Woche: 46 /85				Name: Meier																		
Tag	Datum	h	APN	Arbeitsplatz (Code)	Arbeitsart	Geräte	Sorte	Menge	Einheit	Traktor				Kosten-, Hilfskostenstellen			Bemerkungen								
										Sh	Sh	Sh	Fläche	allgemein	Fruchtarten/ Ställe	Unterhaltung/ Reparatur		ha	m	cm	km/h				
14.11.	1				Hof	Pflug herrichten																			
	10				Feld	Pflügen				10															
15.11.	13.5				Feld	Pflügen				13.5															
16.11.	6				Feld	Pflügen				6					6										
	4				Hof	Hanomag Getriebeausbau											4								
17.11.	8				Stall	Kälber misten																			
	4				Hof	Schlüter Getriebeeinbau											4								
18.11.	7				Feld	Pflügen				7					7										

Abb. 87 DLG-Wochenbericht.

Tabelle 31 Möglichkeiten zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes im Vergleich

System	Erfassung von	Vorteile	Nachteile
Arbeitstagebuch	Arbeitsort, Arbeitsart, Arbeitskraftstunden, Anzahl Einsatzstunden des Traktors	einfach zu führen, kann viele zusätzliche Informationen aufnehmen, Gesamtarbeitsaufwand relativ einfach zu ermitteln	Trennung nach Arbeitskräften schwierig, Zuordnung nach Betriebszweigen schwierig, Betriebszweigauswertung fast nicht möglich, Auswertungshilfsmittel nicht vorhanden
Arbeitszeitkarte	Arbeitsart, Arbeitskraftstunden, Anzahl Einsatzstunden des Traktors, Bezug zum Betriebszweig	Anpassung an betriebliche Bedürfnisse, einfach zu führen, einfache Kontierung, einfache Auswertung durch Summenbildung	keine Zusatzinformationen, Naturaldaten nicht zu erfassen, Vergleich über Jahre schwierig (Schlagaufteilung)
Arbeitszeitkonto	Arbeitsort, Arbeitsart, Arbeitskraftstunden, Anzahl Einsatzstunden des Traktors, Bezug zum Betriebszweig, Naturaldaten	einfacher Aufbau, einfach zu erweitern, relativ einfache Auswertung	keine Zusatzinformationen, doppelte Kontierung der Naturaldaten auf dem Naturalkonto und in der Buchführung, Vergleich über Jahre schwierig (Schlagaufteilung)
DLG-Wochenbericht	Arbeitsort, Arbeitsart, Arbeitskraftstunden, Anzahl Einsatzstunden des Traktors, Unterhalt, Reparaturen, Kostenstellen	einfacher Aufbau, einfache Vorauswertung, Grundlage für Schlagkartei, durch EDV Bezug zur Buchhaltung möglich	Kontenrahmen erforderlich, vollständige Analyse nur über EDV-Auswertung
elektronisches Arbeitstagebuch	Arbeitsort, Arbeitsart, Arbeitskraftstunden, Anzahl Einsatzstunden des Traktors, Unterhalt, Reparaturen, Kostenstellen	bei guten Auswerteprogrammen umfassendste Übersicht möglich, Vergleich über die Jahre möglich	Kontenrahmen erforderlich, bei Fremd-EDV Wartezeiten möglich, teuerstes Verfahren

3.2 Arbeitsanalyse

Die Summenbildung der Einzelwerte zum Arbeitsaufwand je Jahr gibt einen ersten Hinweis auf die arbeitswirtschaftliche Situation im Betrieb. Sie reicht aber nicht aus, um bestehende Schwächen in der Betriebsorganisation aufzuzeigen. Deshalb müssen die aufgezeichneten Daten für den Arbeitszeitaufwand einer tiefergehenden Analyse unterzogen werden, um mögliche Verbesserungen ableiten zu können. Folgende Schritte sind erforderlich:

- ▶ Arbeitsaufriss,
- ▶ Betriebszweiganalyse,
- ▶ Arbeitsablaufanalyse,
- ▶ Arbeitsplatzanalyse.

Arbeitsaufriss – Die Arbeitszeitaufwandsdaten für Wochen oder Tage (Abb. 88) zeigen in grafischer Darstellung des Jahresablaufes die Arbeitsverteilung. Arbeitsspitzen und Arbeitstäler werden sichtbar. Diese Analysemöglichkeit ist bei allen aufgezeigten Methoden zur Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes gegeben und soll jeweils am Jahresende durchgeführt werden. Arbeitsspitzen sind betriebspezifisch:

- ▶ Im dargestellten Milchviehbetrieb mit Getreidebau erfordert die Winterfutterbergung in kurzen Zeitspannen einen sehr hohen Arbeitszeitauf-

wand. Silagegewinnung beim ersten Schnitt, kürzere Schnittzeitabstände und überbetrieblicher Maschineneinsatz können Verbesserungen bringen.

- ▶ In Getreidebaubetrieben verursacht die Ernte einen hohen und zugleich zeitlich eng begrenzten Arbeitszeitaufwand. Der überbetriebliche Mähdrusch hat diese Probleme weitgehend gelöst, jedoch treten mit zunehmenden Schnittbreiten der Mähdescher Organisationsprobleme im Hinblick auf die mögliche Maschinenauslastung auf. Anpassung der Fruchtfolgen an »Druschrouten« könnten Abhilfe schaffen.
- ▶ In Hackfruchtbaubetrieben führen die Hackfruchtpflege und die Hackfruchternte zu den beiden wesentlichen Arbeitsspitzen. Letztere werden zunehmend durch leistungsfähige selbstfahrende Bunkerroder in Rodegemeinschaften abgebaut, wenn durch große Rodeflächen oder Einmalrodung eine Anpassung an die Organisation der »Roderoute« erreicht wird.

Extreme Arbeitsspitzen wirken sich immer ungünstig auf den Betrieb aus, wenn sie über längere Zeit hinweg Höchstleistungen von den Arbeitskräften erfordern oder wenn sie bei

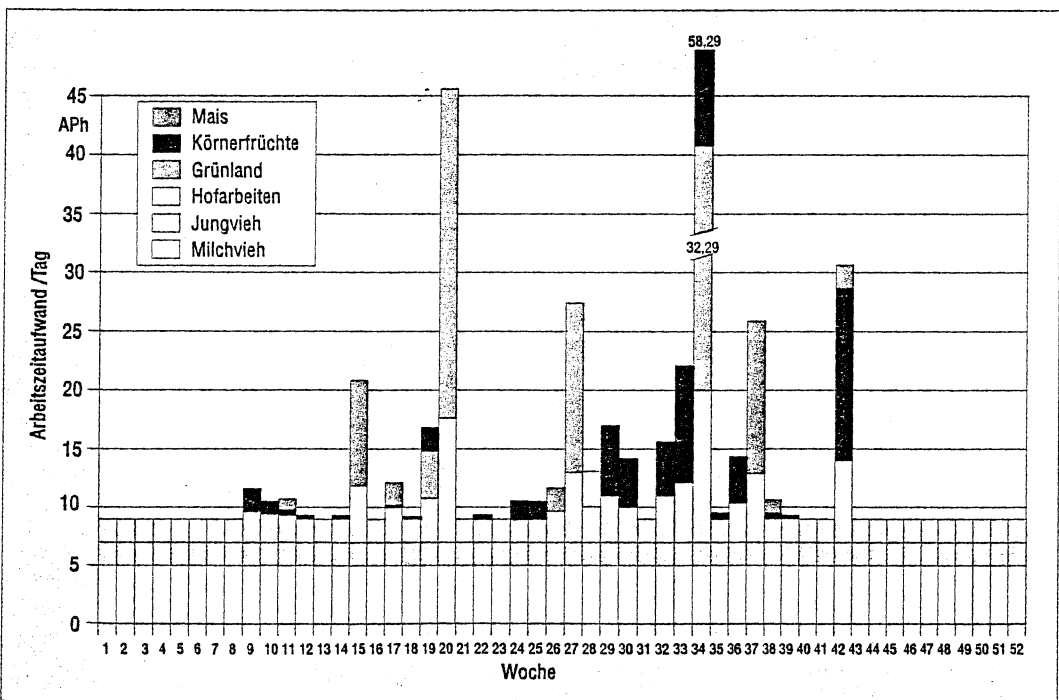


Abb. 88 Arbeitsaufriss für einen Milchvieh-Getreidebaubetrieb (94 ha LF, 76 Kühe).

ungünstiger Witterung Qualitätseinbußen zur Folge haben. Deshalb müssen arbeitswirtschaftliche Verbesserungen vorrangig an dieser Stelle ansetzen. Überbetriebliche Arbeitserledigung durch Maschinenringe oder Lohnunternehmen kann häufig Abhilfe schaffen.

Betriebszweiganalyse – Wird bei der Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes nach Betriebszweigen und Schlägen unterschieden, dann können diese gesondert analysiert werden.

Errechnet wird

- ▶ der Arbeitsaufwand je Betriebszweig insgesamt,
- ▶ der Arbeitsaufwand je ha oder je GV innerhalb der Betriebszweige,
- ▶ der schlagspezifische Arbeitsaufwand je ha innerhalb eines Betriebszweiges.

Damit ist es möglich:

- ▶ Die kritischen Betriebszweige herauszufinden,
- ▶ kritische Schläge festzustellen,
- ▶ Ansatzpunkte für Verbesserungen abzuleiten in Form
 - geänderter Fruchtfolgen für den gesamten Betrieb,
 - geänderter Fruchtfolgen für einzelne Schläge mit Überlegungen zu schlagspezifischen Extensivierungen, Stilllegungen oder Teilstilllegungen,
 - veränderter Arbeitserledigung durch geänderte Eigenmechanisierung oder durch Nutzung überbetrieblicher Betriebshilfe und/oder überbetrieblicher Maschinenverwendung,
 - verbesserter Arbeitsabläufe.

Nur gute Kenntnisse über den Arbeitszeitaufwand der Betriebszweige und der Schläge geben Anstöße zur Veränderung bestehender Verhältnisse und zu kostengünstigeren Formen der Arbeitserledigung. Sie sind der Ausgangspunkt für Arbeiterleichterung und Kostensenkung.

Arbeitsablaufanalyse – Der Mensch neigt dazu, einmal gewählte Formen und Abläufe bei der täglichen Arbeit beizubehalten. Für alle Arbeiten (besonders in Arbeitsspitzen) muß deshalb überlegt werden, ob nicht durch Änderung des Arbeitsablaufes eine Verbesserung möglich ist, z. B.

- ▶ Kombination von Arbeitsgängen (Kreiselegge + Drillmaschine),
- ▶ Verbesserung der Schlagformen (Grünland- oder Mähdruschfrüchte in Spitzen und Schrägen),
- ▶ Verlegen von Feldzu- und Feldabfahrten,

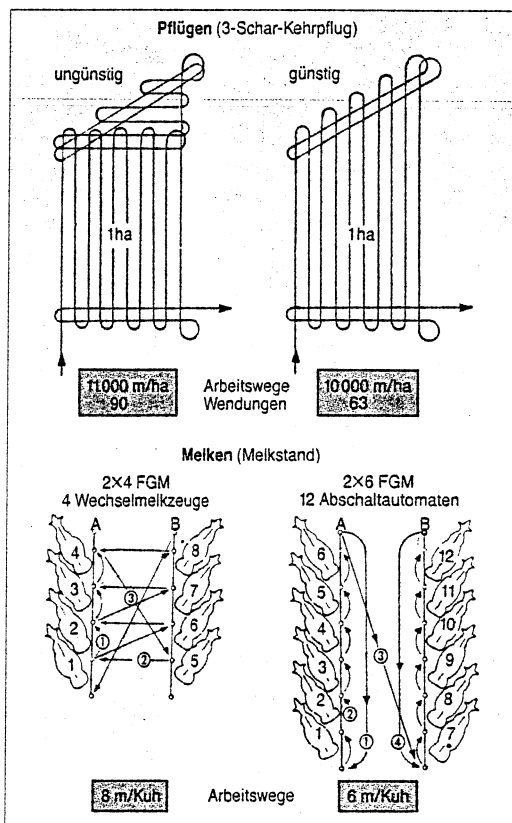


Abb. 89 Beispiele für falschen und richtigen Arbeitsablauf.

- ▶ Nichtbearbeitung der Vorbeete (Vorgewende),
- ▶ veränderte Reihenfolge beim Melken der Kühe oder zusätzliches Melkzeug für schwermelkende Kühe (Abb. 89).

Neben den Bemühungen zum Verringern der Arbeitszeit ist auch auf die Belange der Arbeitspersonen und auf die Verbesserung der Arbeitsplätze zu achten.

Arbeitsplatzanalyse – Kritische Stellen werden mit Hilfe von Prüflisten erfaßt und beurteilt:

- ▶ **Arbeitsperson und Arbeitsaufgabe:** Beim Einsatz von Fremdarbeitskräften ist zu prüfen:
 - Hat die Arbeitsperson ausreichende körperliche und geistige Fähigkeiten?
 - Ist die Arbeitsperson für die Aufgabe ausgebildet beziehungsweise angelernt?
 - Ist die Arbeitsperson für die Aufgabe motiviert?
 - Ist die Aufgabe klar und eindeutig erklärt?
- ▶ **Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung:**
 - Ist der Arbeitsplatz in ordentlichem und sauberem Zustand?
 - Sind alle benötigten Teile und Hebel im Griffbereich?

Form	Inhalt	Vorteile	Nachteile																							
<p>Tabelle</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Gerät</th> <th colspan="3">Parzellengröße in ha</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fingerbalken 1,5 m</td> <td>2,070</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Doppelmessermähwerk 1,5 m</td> <td>1,424</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Kreiselmäherwerk 1,6 m</td> <td>--</td> <td>1,111</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Mähquetschzetter 2,5 m</td> <td>--</td> <td>--</td> <td>0,707</td> </tr> </tbody> </table> <p>Unterstellung: 120 dt/ha; 1. Schnitt ebenes Gelände; 1 km Feldentfernung</p>	Gerät	Parzellengröße in ha			1	2	3	Fingerbalken 1,5 m	2,070	--	--	Doppelmessermähwerk 1,5 m	1,424	--	--	Kreiselmäherwerk 1,6 m	--	1,111	--	Mähquetschzetter 2,5 m	--	--	0,707	<p>für definierte Einflußgrößen wird der Arbeitszeitbedarf als Wert in AKh oder in AKmin angegeben; dieser Wert ist in seiner Zusammensetzung nicht näher spezifiziert; für geänderte Einflußgrößen (ha Schlaggröße oder Bestandsgröße) werden die vergleichbaren Werte genannt</p>	<ul style="list-style-type: none"> – jeder Wert ist fertig anwendbar berechnet – jeder Wert kann direkt in seiner absoluten Größe abgelesen werden – jeder Wert kann beliebig oft nachgeschlagen werden 	<ul style="list-style-type: none"> – die Zahl der dargestellten Werte ist begrenzt – die unterstellten Bedingungen sind nicht problemlos auf jeden praktischen Betrieb übertragbar – Interpolationen sind linear, obwohl fast immer nichtlineare Bedingungen herrschen – die Extrapolation kann zu sehr ungenauen Werten führen
Gerät		Parzellengröße in ha																								
	1	2	3																							
Fingerbalken 1,5 m	2,070	--	--																							
Doppelmessermähwerk 1,5 m	1,424	--	--																							
Kreiselmäherwerk 1,6 m	--	1,111	--																							
Mähquetschzetter 2,5 m	--	--	0,707																							
<p>Histogramm</p>	<p>für definierte Einflußgrößen wird der Arbeitszeitbedarf mit den daran beteiligten Abschnitten ausgewiesen; unterschiedliche Einflußgrößen lassen sich so in der Auswirkung sofort optisch ableiten</p>	<ul style="list-style-type: none"> – durch die optische Wirkung werden Zusammenhänge einfacher durchschaubar – Hauptanteile sind sofort erkennbar – Ergebnisstreuung kann mit dargestellt werden 	<ul style="list-style-type: none"> – Teilwerte müssen abgelesen werden – großer Platzbedarf für die Darstellung – je Merkmal wird eine Säule benötigt 																							
<p>Graphik (Nomogramm)</p>	<p>mehrere Geräte oder Einflußgrößen können im Vergleich in Abhängigkeit von einer Einflußgröße dargestellt werden; die Zeitbedarfswerte müssen entsprechend dem Maßstab abgelesen werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> – sehr gute Vergleichsmöglichkeit – sehr gutes Abschätzen des weiteren Verlaufs – verbesserte Extrapolationsmöglichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> – kein Wert als Zahlenwert vorhanden – Übung in der Anwendung erforderlich 																							
<p>EDV-gestützte Kalkulationssysteme</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kriterien</th> <th>Voreinstellung</th> <th>Ihr Wert</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Feldgröße</td> <td>1 ha</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>Feldlänge</td> <td>250 m</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>Feldentfernung</td> <td>1000 m</td> <td>650</td> </tr> <tr> <td>Halbtagsdauer</td> <td>4 h</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kalkulationsergebnis:</p> <p>Arbeitszeitbedarf 14,2 AKh Arbeitsleistung 0,8 ha/h Arbeitsbelastung 112,0%</p>	Kriterien	Voreinstellung	Ihr Wert	Feldgröße	1 ha	86	Feldlänge	250 m	230	Feldentfernung	1000 m	650	Halbtagsdauer	4 h	5	<p>in der EDV gespeicherte Zeitformen (Funktionen) werden im Dialog mit dem Rechner verknüpft; es entsteht ein sehr betriebsnahes Ergebnis; Voreinstellwerte helfen bei Unsicherheiten, Fehler zu vermeiden</p>	<ul style="list-style-type: none"> – an den Einzelbetrieb am besten anzupassen – sehr schnelles System – bearbeitet auch umfassende Planungsansätze 	<ul style="list-style-type: none"> – nur in Verbindung mit EDV möglich – teuer in der Erstellung 								
Kriterien	Voreinstellung	Ihr Wert																								
Feldgröße	1 ha	86																								
Feldlänge	250 m	230																								
Feldentfernung	1000 m	650																								
Halbtagsdauer	4 h	5																								

Abb. 90 Vor- und Nachteile unterschiedlich dargestellter Planzeiten.

- Wird zweckmäßiges Werkzeug verwendet?
- Kann die Arbeitshaltung verbessert werden (Sitzen statt Stehen)?
- Lassen sich statische Haltearbeiten vermeiden (Fahren statt Tragen)?
- Sind Maschinen und Geräte in ordnungsgemäßem Zustand und gewartet?
- Reicht die Beleuchtung aus, werden Reflexionen vermieden?
- Können Schwingungen, Staub und Lärm vermindert werden?
- Läßt sich die Umgebungstemperatur verbessern?
- Liegen Unfallgefährdungen vor und wird der Unfallschutz beachtet?

Dagegen gehört die Ist-Zeitanalyse mit **Zeitmessungen** in die Hand des Spezialisten (Spezialberater, Fach- und Hochschulen). Sie kann im praktischen Betrieb eventuell vor sehr kritischen Umstellungen erforderlich sein.

3.3 Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes (Soll-Zeit)

Arbeitsanalysen führen häufig zu Veränderungen der bestehenden Betriebs- und Arbeitsstruktur. Mögliche *Alternativen* müssen jedoch vor ihrer Auswahl und Einführung geplant und beurteilt werden. Dafür wird die Kalkulation des zu erwartenden Arbeitszeitbedarfes (Planzeit) benötigt.

Der kalkulierte Zeitbedarf stellt einen Schätzwert für standardisierte Arbeitsabläufe dar und wird in **Arbeitskraftstunden** (AKh) ausgedrückt. Er hat Gültigkeit bei

- ▶ normaler Arbeitsleistung einer vollwertigen, ausgebildeten Arbeitskraft (= 1 AK),
- ▶ genau festgelegten Arbeitsbedingungen (z. B. 1000 m Feldentfernung, 300 m Schlaglänge, parallele Seiten, 5 ha Schlaggröße, ebenes Gelände usw.),
- ▶ methodisch richtiger und geübter Arbeitsausführung bei günstigem Arbeitsablauf.

Fertig errechnete **Planzeiten** stehen heute der Landwirtschaft in unterschiedlicher Form für die meisten Arbeitsgänge zur Verfügung (Abb. 90). Das umfassendste Werk sind die in 2-jährigem Turnus fortgeschriebenen Daten in Tabellenform im KTBL-Taschenbuch.

In ähnlicher Darstellung gibt es Planzeiten darüber hinaus in regionalen Datensammlungen (Berater der Länder oder Kammern). Zur besseren Anpassung an betriebspezifische Gegebenheiten werden Planzeiten vermehrt für PC-gestützte *Kalkulationsprogramme* erarbeitet und angeboten.

Planzeiten sind die Grundlage für

- ▶ Überprüfung der Ist-Situation im Ist-Soll-Vergleich,
- ▶ Planung neuer Verfahren,
- ▶ Arbeitsvoranschläge.

3.4 Ermittlung der erforderlichen Verfahrensleistung (Arbeitsvoranschlag)

Erfordern z. B. ein unzureichendes ökonomisches Ergebnis oder eine zu hohe arbeitszeitliche Belastung eine Neu- oder Umorientierung im Betrieb durch

- ▶ Veränderung der Betriebsfläche,
 - ▶ geänderte Anbauverhältnisse,
 - ▶ stärker spezialisierte Tierhaltung,
 - ▶ Einsatz leistungsfähiger Technik,
- dann ist dafür die zu erwartende arbeitstechnische Situation abzuschätzen.

Dies erfolgt im **Arbeitsvoranschlag**. Dabei wird eine Zuordnung der zu erledigenden Arbeiten auf den Jahresablauf vorgenommen. Vereinfacht erfolgt die Zuordnung der anfallenden Arbeiten entsprechend ihrer Zeiteinbindung zu den *Blockzeitspannen*

FB	Frühjahrsbestellung
HH	Hackfruchtpflege / Heuernte
GE	Getreideernte
HE	Herbstarbeiten
SH	Spätherbstarbeiten

in Form von laufenden, termingebundenen und verschiebbaren Arbeiten (Tabelle 32).

Folgende Schritte sind erforderlich:

- ▶ Exakte Beschreibung der Produktionsrichtungen mit dem jeweiligen Produktionsumfang,
- ▶ Festlegung der verfügbaren Kapazitäten,
- ▶ Abgrenzung der Blockzeitspannen nach regionaler Lage des Betriebes,
- ▶ Ermittlung des erforderlichen Arbeitszeitbedarfes für die laufenden Arbeiten für jede Blockzeitspanne durch
 - Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes je Tier und Tag,
 - Multiplikation mit der Tierzahl,
 - Summierung aller Produktionsrichtungen der Tierhaltung,
- ▶ Ermittlung der verschiebbaren Arbeiten nach Betriebsgröße und Blockzeitspanne
- ▶ Errechnung des Arbeitszeitbedarfes für die termingebundenen Arbeiten aus
 - Arbeitszeitbedarf je Produktionsrichtung und Blockzeitspanne,

Tabelle 32 Aufgliederung der anfallenden Arbeiten eines Betriebes

Arbeit	Bedeutung	Beispiel
verschiebbare und bedingt termingebundene Arbeiten	teilweise auch während der Arbeitsspitzen notwendig, meist aber verschiebbare Füllarbeiten während der Arbeitstaler	alle Arbeiten, die zum Inganghalten eines Betriebes anfallen, wie Betriebsführung, Wirtschaftsführen, Reparaturen und Hofarbeiten
termingebundene Arbeiten	produktive Tätigkeit mit starker Auswirkung auf den Ertrag	Arbeiten, welche z. B. zu einem bestimmten Wachstumstermin erledigt werden müssen und nicht ohne Einbußen verschoben werden können; dazu gehören fast alle Arbeiten der pflanzlichen Produktion (Saat, Pflege, Ernte)
laufende Arbeiten	produktive Tätigkeit während des ganzen Jahres	fallen täglich in ungefähr gleichem Umfang an, z. B. Stallarbeiten

- Division durch die verfügbaren Feldarbeitstage,

- ▶ Summen- und Teilsummenbildung je Blockzeitspanne,
- ▶ Übertragung in Voranschlagsgrafik,
- ▶ Einzeichnung der verfügbaren Arbeitsmacht des Betriebes.

Innerhalb dieses Ablaufes ist der Arbeitszeitbedarf für die laufenden Arbeiten (Viehbestand) einfach zu bestimmen. Gleiches gilt für die **bedingt termingebundenen Arbeiten** (verschiebbaren Arbeiten). Der erforderliche Arbeitszeitbedarf kann aus Datensammlungen schnell und hinreichend genau abgeleitet werden.

Dagegen ist der Arbeitsanspruch der **termingebundenen Arbeiten** insbesondere abhängig vom

- ▶ Pflanzenwachstum und
- ▶ der Witterung.

Er ist damit sehr stark standortspezifisch. Wachstum und Witterung lassen sich durch die Temperatur (beziehungsweise Temperatursumme) am betreffenden Standort beschreiben. Standortunterschiede führen zu unterschiedlichen Zeitspannen für unterschiedliche klimatische Regionen (siehe Band 4, »Wirtschaftslehre«, Arbeitszeitbedarf und Zeitspannen). Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen

- ▶ der **Feldarbeitszeitspanne** als insgesamt verfügbarer Zeitspanne, in der Feldarbeiten notwendig sind (länger als die Vegetationsperiode),
- ▶ den **Einzelzeitspannen** für bestimmte termingebundene Arbeiten; sie überlappen sich bei unterschiedlichen Kulturpflanzen oder fallen zeitlich zusammen,
- ▶ den **Blockzeitspannen** als sinnvolle Zeitspannen, in welchen bestimmte Tätigkeiten verrichtet werden müssen.

Innerhalb der Blockzeitspannen ist aber nur während der verfügbaren **Feldarbeitstage** die Arbeitsdurchführung möglich. Deshalb sind von der gesamten Blockzeitspanne die Sonn- und Feiertage und die *Schlechtwettertage* abzuziehen.

Letztere werden mit 80%-iger Sicherheit bestimmt von

- ▶ der Höhe der Tagesniederschläge:
 - mit mehr als 5 mm/Tag bei Frühjahrsbestellung und Getreideernte,
 - mit mehr als 8 mm/Tag bei den übrigen Feldarbeiten,
- ▶ der Bodenart.
- ▶ der Mechanisierung.

Bei der Bestimmung der Blockzeitspannen und der Feldarbeitstage ergeben sich in der Praxis Schwierigkeiten, weil

- ▶ die Blockzeitspannen im einzelnen Betrieb erheblich abweichen können,
- ▶ häufig der optimale Einsatz- und Erntezeitpunkt zu wenig berücksichtigt wird,
- ▶ eine nur 80%ige Sicherheit für viele Betriebe ein zu großes Risiko darstellt,
- ▶ insbesondere bei der Heu- und Anweilensilagebergung nicht nur die Zahl der Tage, sondern die Wahrscheinlichkeit mehrerer, mindestens aber zwei aufeinander folgender Schönwettertage (Schönwetterperiode) entscheidend ist,
- ▶ die notwendige Schlagkraft häufig auch verfahrenstechnisch bedingt wird (z. B. die Notwendigkeit, einen Silobehälter in längstens drei Tagen zu füllen oder die Silomaisernte spätestens eine Woche nach dem ersten Frost abzuschließen).

Beim Bearbeiten eines Arbeitsvoranschlags müssen deshalb auch betriebliche und örtliche Erfahrungen mit einfließen. Besonders wertvoll sind be-

Tabelle 33 Beispiel für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfes in der Blockzeitspanne Hackfruchternte (HE) (51 ha LN, 20 ha Silomais, 80 Kühe mit weiblicher Nachzucht)

laufende Arbeiten	verschiebbare Arbeiten	termingebundene Arbeiten
80 Milchkühe (Sommerstallfütterung)	für Futterbaubetriebe	Parzellengröße 5 ha
Rüstarbeiten 0,45 AKmin/Tier und Tag	Betriebsgrößenklasse	Häckseln, Lohnunternehmer (4-reihig, SF) 1,5 AKh/ha
Füttern 0,71 AKmin/Tier und Tag	50 ha LF 16,0 AKh/ha und Jahr	Transport 4,5 AKh/ha
Melken 5,10 AKmin/Tier und Tag		Einlagern 1,5 AKh/ha
Melkanlage		eigenbetrieblich 6,0 AKh/ha
reinigen 0,11 AKmin/Tier und Tag		
Entmisten 0,04 AKmin/Tier und Tag		
Einstreuen 0,11 AKmin/Tier und Tag		
Sonderarbeiten 0,50 AKmin/Tier und Tag		
7,01 AKmin/Tier und Tag		
40 Färsen 3,30 AKmin/Tier und Tag		
10 Kälber 4,70 AKmin/Tier und Tag		
80 Kühe × 7,01 560,8 AKmin/Tag	50 ha LF × 16,0 800,0 AKh/Jahr	20 ha × 6,0 120,0 AKh
40 Färsen × 3,30 132,0 AKmin/Tag	bei 365 Tagen/Jahr	bei Klimazone 5
10 Kälber × 4,70 47,0 AKmin/Tag		9 Feldarbeitstage
739,0 AKmin/Tag	132,0 AKmin/Tag	800,0 AKmin/Tag
12,3 AKh/Tag	2,2 AKh/Tag	13,3 AKh/Tag

etriebsinterne Aufzeichnungen, beispielsweise im Arbeitstagebuch.

Aus dem gesamten Arbeitsvoranschlag (Abb. 91) wird die **erforderliche Verfahrensleistung** ermittelt. Dabei sind folgende Fragen zu klären:

- ▶ Kann der **Arbeitsanspruch** aller Produktionsverfahren durch die **Arbeitsmacht** des Betriebes abgedeckt werden (im Beispiel in Abb. 91 wären dazu 3 AK erforderlich!)?
- ▶ Wie ist der **Arbeitsausgleich** in den Blockzeit-

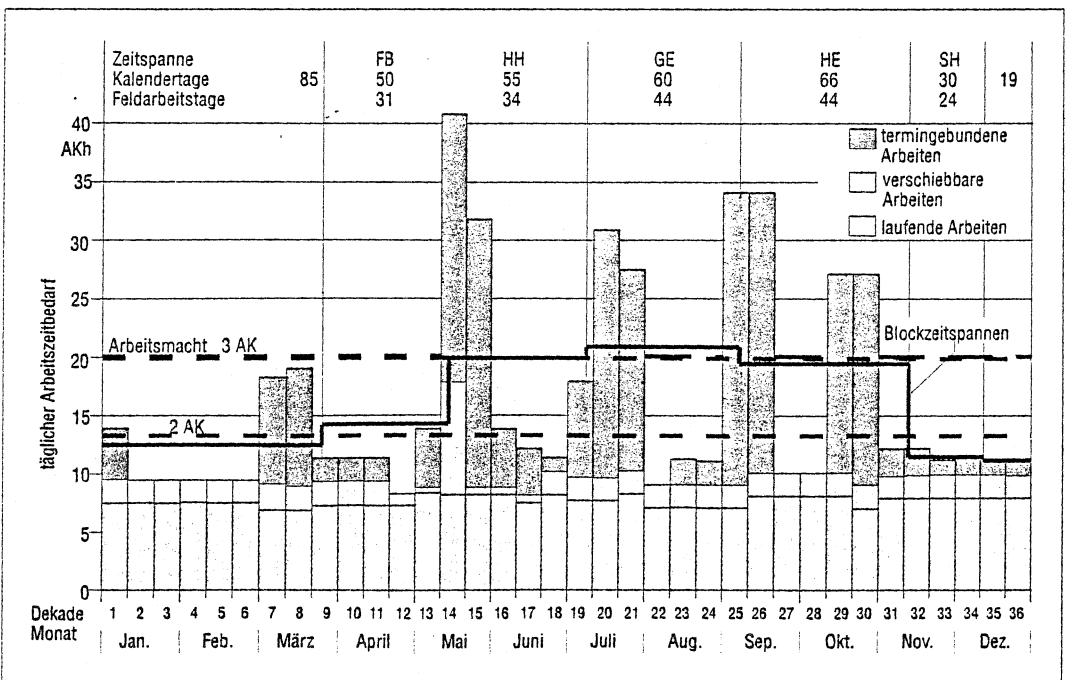


Abb. 91 Arbeitsvoranschlag für einen Gemischtbetrieb (51 ha LF, 80 Kühe).

spannen (im Beispiel in Abb. 91 sehr ungünstig; vergleiche HH mit GE und HE)?

- ▶ Wie hoch ist der gleichbleibende **Arbeitszeitbedarfssockel** aus Stallarbeit und bedingt veränderlichen Arbeiten und kann dieser durch ständig verfügbare Arbeitskräfte abgedeckt werden (im Beispiel in Abb. 91 erfordert er gleichbleibend etwa 1,7 AK)?

Die Antworten auf diese Fragen führen zur Wahl der geeigneten Arbeitsverfahren. Auf mehreren Wegen kann dabei der Arbeitszeitbedarf ausgeglichen oder gesenkt werden z. B. durch

- ▶ **Hereinnehmen zusätzlicher** technischer Hilfsmittel, um den täglichen Arbeitszeitbedarf zu senken, vor allem bei den Stallarbeiten, z. B. durch ein zusätzliches Melkzeug: einen größeren Melkstand, Flüssigmistbereitung anstelle von Festmist; Futterzuteilung vom Ladewagen mit Querförderband direkt in den Trog; Fütterung mit dem Futtermischwagen.

Alle diese Maßnahmen verringern den täglichen Arbeitszeitaufwand und damit den Jahresaufwand beträchtlich, denn:

1 Minute täglich weniger Arbeitszeit entspricht einer Einsparung von 6 Stunden/Jahr!

- ▶ **Änderung der Anbauverhältnisse:** Hierdurch erfolgt eine Verlagerung von Arbeiten aus einzelnen Blockzeitspannen in andere, z. B. durch Anbau von Wintergerste statt Weizen; durch unterschiedliche Saatzeitpunkte zur Ernteverchiebung; durch unterschiedliche Konservierungsverfahren.
- ▶ **Ersatz bestehender Technik** durch leistungsfähigere Technik als Eigen- oder Gemeinschaftsmaschine: Arbeitsspitzen lassen sich durch eine leistungsfähigere Technik abbauen, z. B. zweireihiger Maishäcksler anstelle eines einreihigen; größere Schnittbreite bei Mähdruschern; mehr Schare bei Pflügen.
- ▶ **Überbetrieblichen Maschineneinsatz:** Fast immer treten Arbeitsspitzen und Arbeitstälern in der Planung auf. Hier kann der überbetriebliche Maschineneinsatz den Ausgleich ermöglichen durch
 - Lieferung von Leistungen im Maschinenring in Arbeitstälern,
 - Inanspruchnahme von Leistungen durch Lohnunternehmer oder Landwirte über den Maschinenring in Arbeitsspitzen
 - Vergabe von ganzen Arbeitsvorgängen in Arbeitsspitzen an den Lohnunternehmer oder Landwirte, z. B. Mähdrusch, Silagebergung, Zuckerrübenerte.

4 Kosten der Arbeitserledigung

Der Einsatz von menschlicher Arbeit und Technik im Betrieb verursacht Kosten für die Arbeitserledigung. Diese ermöglichen das ökonomische Beurteilen und Einordnen von Arbeits- und Produktionsverfahren.

Die Kosten der Arbeitserledigung setzen sich zusammen aus

- ▶ Arbeitskosten,
- ▶ Maschinenkosten,
- ▶ Gebäudekosten.

4.1 Arbeitskosten

Die Arbeitskosten eines Verfahrens errechnen sich aus dem Arbeitszeitbedarf und den Kosten je Arbeitsstunde:

$$\text{Arbeitskosten (DM)} = \text{Arbeitszeitverbrauch (AKh)} \times \text{Kosten der Arbeitsstunde (DM/h)}$$

Während der Arbeitszeitverbrauch durch Ist- oder Planzeiten für jedes Verfahren einfach zu ermitteln ist, bereitet die **geldliche Bewertung** einer Arbeitsstunde für betriebseigene Arbeitskräfte Schwierigkeiten. So kann in Arbeitstälern die geleistete Arbeitsstunde nur einen geringen Wert haben, während sie in Arbeitsspitzen, beispielsweise bei der Ernte, sehr hoch bewertet werden muß.

Zur Ermittlung der Kosten einer Arbeitsstunde werden deshalb **Richtsätze** herangezogen. Folgende Richtsätze (Tabelle 34) sind möglich:

- ▶ Für **familieneigene Arbeitskräfte** wird die Entlohnung einer vergleichbaren außerlandwirtschaftlichen Tätigkeit unterstellt,
- ▶ für **Fremdarbeitskräfte** wird der Tarifrahmen für Landarbeiter eingesetzt oder es werden die Richtsätze der Maschinenringe und Lohnunternehmer herangezogen.

4.2 Maschinenkosten

Die Maschinenkosten setzen sich aus festen und variablen Kosten zusammen.

4.2.1 Feste Kosten

Feste Kosten fallen jährlich unabhängig vom Umfang des Maschineneinsatzes an. Sie bestehen aus:

Tabelle 34 Kosten der Arbeitsstunde nach Richtwerten, als Tariflohn und nach überbetrieblichen Verrechnungssätzen

Betriebsleiter und mithelfende Familienangehörige¹⁾				
	DM/Jahr (für 1995/1996)		DM/h bei 2080 h/Jahr (tariflich entlohnte Jahresarbeitszeit)	
Vergleichslohn	51 988		24,99	
Betriebsleiterzuschlag	70 DM/ha LN		-	
Landarbeiter im Stundenlohn²⁾				
Lohngruppe Tätigkeitsbereich	Bruttoarbeits- lohn (Tariflöhne; alte Bundes- länder seit 1. 1. 1996) DM/h	Lohnnebenkosten für Sozialleistungen (55% Zuschlag zum Bruttoarbeitslohn) DM/h	Gesamtlohn DM/h	
Hilfsarbeitskräfte für leichte Arbeit	9,25	5,09	14,34	
angelernete Arbeiter für leichte Arbeit	10,60	5,83	16,43	
Hilfsarbeitskräfte für schwere Arbeiten	12,25	6,74	18,99	
angelernete Arbeiter für schwere Arbeiten	14,15	7,78	21,93	
Spezialarbeiter, Traktorfahrer	15,15	8,33	23,48	
landwirtschaftliche Facharbeiter	16,10	8,85	24,95	
Handwerker	16,95	9,32	26,27	
Meister	18,15	9,98	28,13	
überbetrieblicher Einsatz³⁾ (Entlohnung für Arbeitskraft)				
Maschinenringsätze DM/h	Maschinen- bedienung 15-20	sozial-offen ⁴⁾ 15-20	privat ⁵⁾ 22-28	wirtschaftlich ⁶⁾ 12-20
Lohnunternehmersätze DM/h	20-30			

¹⁾ Agrarbericht 1997, Materialband S. 122.

²⁾ KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft 1996/97, S. 53.

³⁾ MR-Verrechnungssätze 1997.

⁴⁾ Leistung auf Betrieb ohne Alterskasse.

⁵⁾ Privat entgeltlich.

⁶⁾ Aushilfe.

- ▶ Abschreibung,
- ▶ Zinsansatz,
- ▶ Versicherungskosten,
- ▶ Unterbringungskosten.

Abschreibung – Sie umfaßt die nutzungs- und altersbedingte Wertminderung, damit am Ende der wirtschaftlichen Nutzung das eingesetzte Kapital wieder zur Verfügung steht (Amortisation) und errechnet sich aus

$$\text{Abschreibung} = \frac{\text{Anschaffungspreis} - \text{Restwert}}{\text{Nutzungsdauer}}$$

Der Umfang der Abschreibung wird bestimmt von der

- ▶ **Nutzungsdauer nach Arbeit** (ha oder h): Eine Maschine ist nämlich nach einer bestimmten Lebensleistung, gemessen in Arbeitsfläche (ha)

oder Einsatzstunden (h), verbraucht. Dies ist dann gegeben, wenn die Reparaturkosten höher sind als die Belastung durch die Abschreibung einer Ersatzmaschine.

► **Nutzungsdauer nach Zeit (Jahren):** Unabhängig vom Einsatzumfang sind landwirtschaftliche Maschinen nach einer gewissen Zahl von Jahren technisch veraltet, so daß ihr Einsatz unwirtschaftlich wird. Eine technisch wesentlich verbesserte Maschine arbeitet dann trotz ihres höheren Kapitalbedarfes billiger, sei es durch höhere Schlagkraft, geringeren Zeitbedarf oder bessere Arbeitsqualität. Im ungünstigsten Fall erleichtert sie nur die Arbeit durch einen besseren Arbeitskomfort.

Bei der Abschreibung muß deshalb entschieden werden, ob eine Maschine wegen ihres starken Arbeitseinsatzes vorzeitig verbraucht wird oder ob sie nach einer gewissen Zeitspanne technisch veraltet. Als Grenzwert dafür dient die **Auslastungsschwelle:**

$$\text{Auslastungsschwelle} = \frac{\text{Nutzungsdauer nach Arbeit (ha oder h)}}{\text{Nutzungsdauer nach Jahren}}$$

Für ausgewählte **Beispiele** sind die Nutzungsdauer und die jeweilige Auslastungsschwelle in Tabelle 35 aufgezeigt (feste Kosten und entsprechender Anteil für die Abschreibung).

Liegt der tatsächliche Einsatzumfang *unter der Schwelle*, dann kann der entsprechende Festkostenanteil direkt in die Kalkulation übernommen werden. Das ist wegen der geringen Auslastung in kleineren und mittleren Betrieben sehr oft der Fall.

Liegt der Einsatzumfang *über der Auslastungsschwelle*, dann erfolgt die Berechnung nach dem **Beispiel** in Tabelle 36.

Zinsansatz – Für das in den Maschinen festgelegte Eigen- oder Fremdkapital besteht ein Zinsanspruch. Der Zinsansatz wird durch den Kapitalmarkt bestimmt.

Als **Kapitalwert** wird der durchschnittliche Zeitwert

einer Maschine unterstellt. Bei *linearer Abschreibung* ist dies die Hälfte des Anschaffungspreises.

$$\text{Zinsansatz} = \frac{\text{Anschaffungspreis}}{2} \times \frac{\text{Zinsansatz}^1)}{100}$$

¹⁾ Meist 8%.

Versicherungskosten – Sie sind in Form der Haftpflichtversicherung bei Traktoren und selbstfahrenden Maschinen anzurechnen und den Versicherungspolice zu entnehmen. Für eine grobe Überschlagsrechnung können 0,5% des Anschaffungspreises unterstellt werden.

Unterbringungskosten – Sie entstehen durch jährliche Gebäudekosten für Unterstellräume einschließlich der Feuerversicherung.

Die Unterbringungskosten werden üblicherweise bei den Gebäudekosten berücksichtigt. Ist dies nicht der Fall, dann kann für die Maschinenkostenrechnung überschlagsmäßig 1% des Anschaffungspreises der Maschinen unterstellt werden. Zu beachten sind jedoch sehr große Schwankungsbreiten in der Praxis (0–10%), welche im Einzelfall berücksichtigt werden müssen.

4.2.2 Veränderliche Kosten

Die veränderlichen Kosten werden nur vom Umfang des Maschineneinsatzes (ha oder h) bestimmt. Sie beinhalten:

- Betriebsstoffkosten,
- Reparaturkosten.

Betriebsstoffkosten – Sie umfassen die Aufwendungen für Kraft-, Schmier- und Hilfsstoffe (z. B. Bindegarn). Die Kosten errechnen sich aus dem Einsatzumfang, dem Verbrauch und dem Preis.

Der **Treibstoffverbrauch** von Traktoren hängt von der Motorauslastung ab. Üblicherweise wird anhand von 5 verschiedenen Einsatzbereichen ein mittlerer Motorauslastungsgrad von 40% unterstellt (Abb. 92). Wird der Traktor abweichend davon eingesetzt, ist entsprechend den Anteilen über ein Jahr

Tabelle 35 Beispiele für die Nutzungsdauer von Maschinen (nach KTBL-Taschenbuch 1996/97)

Maschinen und Gerät	Nutzungsdauer		Auslastungsschwelle nach h bzw. ha/Jahr n/N	feste Kosten in DM/Jahr	
	nach Zeit	nach Leistung h bzw. ha n		insgesamt	davon für Abschreibung
	N	n			
Traktor 60–74 kW (81–100 PS)	12	10 000 h	833 h	9 798	6 333
Frontlader 1500 kg	12	2 500 h	208 h	987	667
Drillmaschine, 3 m	14	1 500 ha	107 ha	1 114	714
Kurzschnitt-Ladewagen, 30 m ³	8	800 ha	100 ha	6 765	5 125
Mähdrescher, 4,5 m	10	1 800 ha	180 ha	27 141	19 000
Zuckerrübenrodebunker, 1reihig	8	300 ha	31 ha	10 890	8 250

Tabelle 36 Beispiel für die Berechnung der festen Kosten bei einem Einsatzumfang je Jahr über der Auslastungsschwelle (Traktor mit Allradantrieb, 74 kW oder 100 PS, nach KTBL-Taschenbuch 1996/97).

Merkmal	Bezeichnung	Berechnung
Anschaffungspreis	A	83 000 DM
Restwert	R	0 DM
Auslastungsschwelle	$\frac{n}{N}$	$\frac{10\,000}{12} = 833 \text{ h/Jahr}$
angenommene Einsatzstunden/Jahr	n'	1 000
Nutzungsdauer	N'	$\frac{10\,000}{1000} = 10 \text{ Jahre}$
Abschreibung	$\frac{A}{N'}$	8300 DM/a
+ Zinsansatz (p = 8%)	$\frac{A + R}{2} \times p$	3320 DM/a
+ Versicherung	$0,5\% \times A$	415 DM/a
+ Unterbringung	$1\% \times A$	830 DM/a
= Festkosten/a		12 900 DM/a
= Festkosten/h		12,90 DM/h

die resultierende Motorauslastung abzuschätzen. Die **Treibstoffkosten** können nach folgender Formel errechnet werden:

$$\text{Treibstoffkosten (DM)} = \text{Treibstoffverbrauch (nach Auslastung)} \times \text{Motorleistung (kW)} \times \text{Treibstoffpreis (DM/l)}$$

Hinzu kommt der **Ölverbrauch**. Er kann vereinfacht mit 2% des Dieselölverbrauches unterstellt werden. Der Energieverbrauch von **Elektrogeräten** errechnet sich grob aus dem Anschlußwert und der Einsatzzeit. **Reparaturkosten** – Sie sind schwer kalkulierbar und von vielen Einflußgrößen abhängig, z.B. Einsatzdauer, Konstruktion, Bedienung und Pflege. Eine *Vorausschätzung* kann deshalb nur als Richtwert erfolgen.

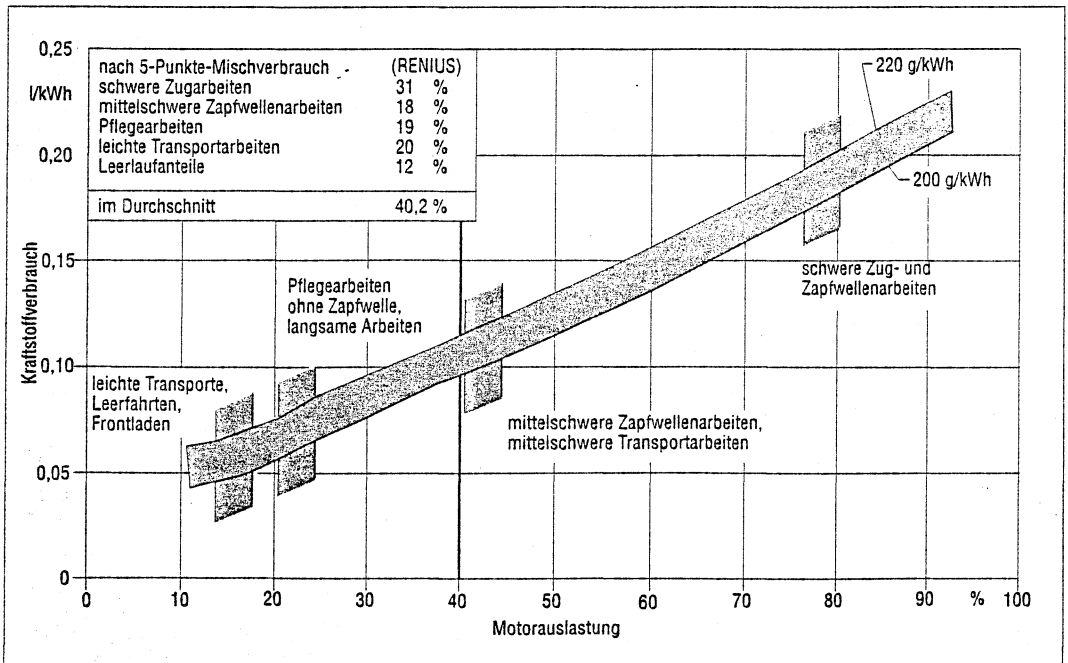


Abb. 92 Richtwerte für den Kraftstoffverbrauch von Traktoren in Abhängigkeit von der Auslastung (nach DLG-Prüfberichten).

Tabelle 37 Vereinfachte Korrekturwerte für die Reparaturkostensumme bei verschleißarmen und verschleißintensiven Maschinen (nach KTBL-Taschenbuch 1996/97).

Verschleißkategorie	Nutzung unter der Auslastungsschwelle					Nutzung über der Auslastungsschwelle
	Auslastung %	20	40	60	80	
verschleißarm (Pflug, Grubber, Egge, usw.)	0,58	0,89	1,05	1,20	1,33	1,35
verschleißintensiv (Traktor, Mähdrescher, Feldspritze, usw.)	0,69	0,95	1,15	1,34	1,46	1,50

Dazu wird vereinfacht von einer Reparaturkostensumme ausgegangen (Tabelle 37).

Diese Summe bewegt sich je nach Verschleißkategorie und Auslastung zwischen dem 0,5- und dem 1,5-fachen des Anschaffungswertes.

Bei **verschleißarmen Maschinen** und Geräten kann bei einer üblichen Auslastung von etwa 50% *unter* der Auslastungsschwelle von einer Reparaturkostensumme gleich dem Neuwert ausgegangen werden, bei der Nutzung *über* der Auslastungsschwelle ist das 1,35-fache des Neuwertes heranzuziehen.

Bei **verschleißintensiven Maschinen** und Geräten ist dagegen schon bei der üblichen jährlichen Nutzung

vom 1,2-fachen des Neuwertes, über der Auslastungsschwelle vom 1,5-fachen auszugehen.

Gesamtkosten – Sie werden aus der Summe der Teilkosten berechnet. Abhängig vom Einsatzumfang (ha/Jahr oder h/Jahr) müssen dazu die Festkosten je Einzeleinheit ermittelt und um die variablen Kosten erhöht werden. Anhand eines Formblattes (Abb. 93) oder mit geeigneten PC-Programmen kann dies schnell und zuverlässig erfolgen.

Als **Beispiel** werden die Kosten eines 74 kW-Traktors (100 PS) bei zunehmendem jährlichen Einsatzumfang in Abb. 94 dargestellt.

Schema zur vereinfachten Maschinenkostenberechnung bei unterschiedlicher Auslastung		
1	Maschine (Art, Größe, Typ)	Schlepper, 77 kW (105 PS) Allradantrieb (nach KTBL 1994/95)
2	Anschaffungspreis (A)	DM 91 000
3	Restwert (R)	DM
4	Nutzungsdauer nach Arbeit (n)	h, % 10 000
5	Nutzungsdauer nach Zeit (N)	Jahre 12
6	Kalkulationszinsfuß (p)	% 8
7	Abschreibungsschwelle (n : N)	h, % / Jahr 83
8	Feste Kosten (ohne Abschreibung)	
9	Zinssatz ((A + R) / 2) • (p / 100)	DM/a 3 540
10	Unterbringung (ca. 1% von A)	DM/a 910
11	Versicherung (ca. 0,5% von A)	DM/a 455
12	Summe feste Kosten (ohne Abschreibung)	DM/a 5 005
13	Veränderliche Kosten	
14	Reparaturkosten (Faktor) $1,35 \cdot A / n$	DM/h, % 11,83
15	Betriebsstoff Dieselöl $9,24 \text{ l/h, } \% \cdot 0,8 \text{ DM/l}$	DM/h, % 7,39
16	Betriebsstoff Schmieröl $0,18 \text{ l/h, } \% \cdot 5 \text{ DM/l}$	DM/h, % 1,08
17	Hilfsstoffe $... \text{ kW/h, } \% \cdot ... \text{ DM/kW}$	DM/h, %
18	Summe veränderliche Kosten	DM/h, % 20,30
19	Gesamtkostenkalkulation	
		jährl. Auslastung h, % / a
20	Abschreibung	200 400 600 800 1 000 1 200
21	nach Arbeit (A-R)/n	9,10 DM/h, %
22	nach Zeit (A-R)/N	7,583 DM/a
23	Feste Kosten (Zins)	25,03 12,51 8,34 6,26 5,01 4,17
24	Veränderliche Kosten (DM/h, %)	20,30 20,30 20,30 20,30 20,30 20,30
25	Gesamtkosten	DM/h, % 83,25 51,77 41,28 36,04 34,41 33,57

Abb. 93 Schema zur Berechnung der Maschinenkosten nach Eingaben aus dem KTBL-Taschenbuch.

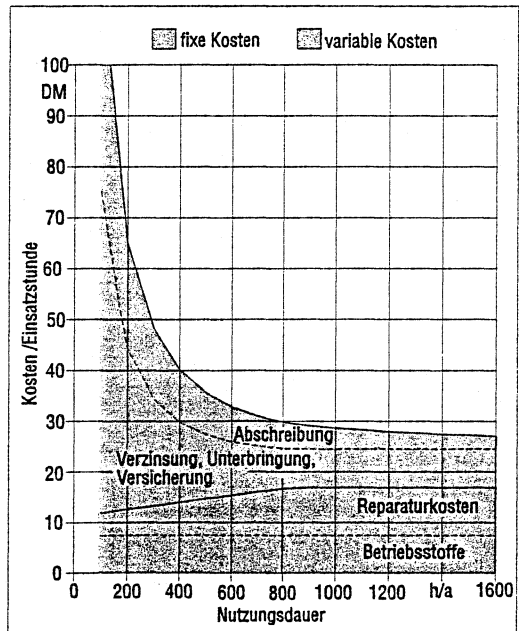


Abb. 94 Kosten einer Einsatzstunde von Traktoren bei zunehmenden jährlichen Einsatzstunden (74 kW Allrad, 100 PS, nach KTBL-Taschenbuch).

4.3 Gebäudekosten

Die Kosten der Arbeitserledigung (bestehend aus den Arbeits- und Maschinenkosten) sind um die Kosten für Gebäude zu erhöhen, wenn die Arbeiten an besondere Gebäude gebunden sind (z. B. Melkstandgebäude). Dies ist zu beachten, weil Maschinen und Gebäude zunehmend zu kompletten Arbeitsverfahren verknüpft werden.

Auch die **Gebäudekosten** bestehen aus festen und variablen Kosten. Allerdings sind bei Gebäuden zu beachten

- ▶ vielfältige Eigenleistungen beim Bauen durch Mithilfe betriebseigener Arbeitskräfte oder Maschinen,
 - ▶ Einbringung eigener Baumaterialien (Holz, Kies, Sand),
 - ▶ häufig wesentlich längere Nutzungsdauer als bei Maschinen,
 - ▶ Abrißkosten nach der Gebäudenutzung.
- Dies führt zu **speziellen Anforderungen** für die
- ▶ Ermittlung des Gebäudeneuwertes,
 - ▶ Berechnung der festen und variablen Kosten.

Gebäudeneuwert – Alle Kostenrechnungen beziehen sich auf den Gebäudeneuwert (auch Investitions- oder Kapitalbedarf genannt).

Seine Ermittlung erfolgt durch:

- ▶ **Abrechnungen**, wenn das Bauen in Regie erfolgte,

- ▶ **Berechnung** beim Bau in Eigenleistung aus Baustoff-, Material- und Arbeitskosten,
- ▶ **Mischkalkulation**, wenn Eigenleistung in Regiebauten eingebracht wurde.

Feste Kosten – Wegen der unterschiedlichen Nutzungsdauer von Gebäuden muß die Kapitalbindungsdauer besonders beachtet werden.

- ▶ Bei der **Abschreibung** sind abhängig von der Nutzungsdauer der Gebäude jährliche Kosten zwischen 3 und 15% anzusetzen (Tabelle 38). Jedoch ist zu bedenken, daß selbst Massivgebäude mit einer Lebensdauer von bis zu 100 und mehr Jahren in Zeitabständen von 20 bis 30 Jahren umgebaut werden.
- ▶ Der **Zinsanspruch** bezieht sich bei Gebäuden durch die langfristig zunehmende Verzinsung des lange gebundenen Kapitals bei zunehmenden Kostensteigerungen immer auf mehr als 50% des Gebäudeneuwertes (Tabelle 39).
- ▶ Die **Versicherung** liegt im Bereich von 1,2–3% und beträgt im Mittel etwa 2,2% vom Neuwert. Ihre Höhe kann den Versicherungspoliceen entnommen werden.

Variable Kosten – Auch diese Kosten sind von der Nutzungsdauer abhängig. Zusätzlich ist jedoch eine hohe Reparaturanfälligkeit von Einfachbauten zu berücksichtigen

- ▶ Die **Reparaturkosten** liegen im Bereich von 1–3%, wobei folgende Abstufung sinnvoll ist:
 - langfristige Nutzung: 1% vom Gebäudeneuwert

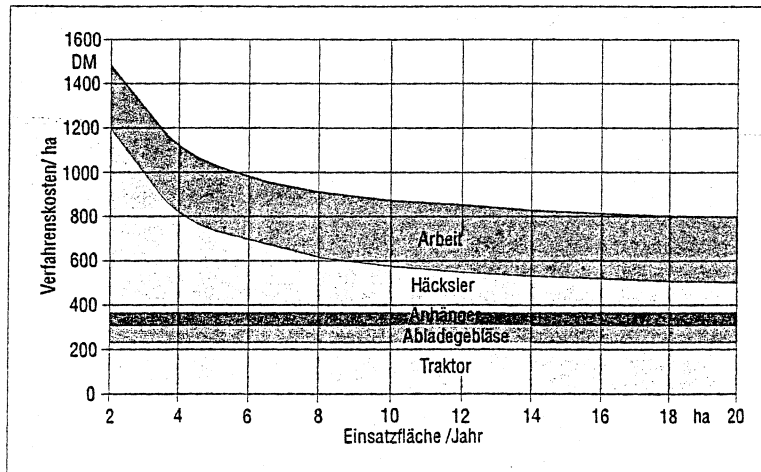
Tabelle 38 Richtwerte für die Gebäudeabschreibung (nach PIOTROWSKI)

Nutzungsdauer Typ		Beispiel Jahre	Abschreibungszeit Jahre	jährliche Kosten in % vom Investitionsbedarf
langfristig	über 20	Massivgebäude, Lagerbehälter	25	4 (3–5)
mittelfristig	10–20	Fahrtilos, Futterkrippen, Fußböden	12,5	8 (6–10)
kurzfristig	unter 10	Einrichtungen, bewegliche Einbauten	8 1/3	12 (10–15)

Tabelle 39 Höhe des zu verzinsenden Anteils vom Neuwert eines Gebäudes bei unterschiedlicher Gebäudenutzungsdauer (nach PIOTROWSKI)

Abschreibungszeit Jahre	Anteil vom Neuwert bei einem Zinssatz von		
	4%	6%	8%
25	60	64	67
12,5	58	60	62
8 1/3	57	60	61

Abb. 95 Kosten der Maissilagegewinnung je ha Erntefläche bei zunehmender Einsatzfläche (40 kW, 1-reihiger Häcksler, Hochsilos).



- mittelfristige Nutzung: 2% vom Gebäudeneuwert
- kurzfristige Nutzung: 3% vom Gebäudeneuwert

► **Betriebskosten** sind nicht dem Gebäude zuzuschreiben, sondern direkt der Nutzung, z. B. Stromkosten je Kuh und Jahr (ohne Ventilation) 40–50 DM

Insgesamt ergibt die Summe aller Teilkosten **Jahreskosten** für Gebäude in Höhe von 8–20% des Gebäudeneuwertes.

4.4 Kosten der Arbeitsverfahren

Die Arbeits-, Maschinen- und (soweit sinnvoll) Gebäudekosten ermöglichen es, die Kosten vollständiger Arbeitsverfahren zu ermitteln und Verfahrensalternativen zu vergleichen.

Voraussetzungen sind

- angepaßte Technik,
- gleiche Arbeitsqualität,
- ausreichende Kapazität.

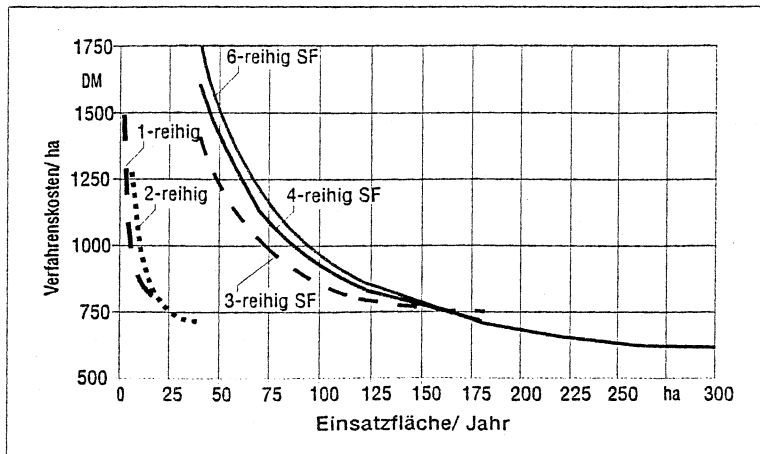
Am **Beispiel** der Maissilagegewinnung wird der allgemeingültige Kostenverlauf erkennbar (Abb. 95):

- Bezogen auf die Gesamterntefläche senken die ersten ha die Kosten am stärksten,
- der Anteil der Arbeitskosten bleibt absolut konstant, relativ nimmt er jedoch immer stärker zu.

Werden mehrreihige Häcksler und Fließverfahren betrachtet, dann müssen angepasste Schlaggrößen beachtet werden (Abb. 96). Aus der Abbildung wird erkennbar:

- weniger leistungsfähige Arbeitsverfahren erreichen schnell die kostengünstigste Auslastung,
- schlagkräftigere Verfahren können zusätzliche Kosteneinsparungen bei ausreichendem Einsatzumfang erreichen,

Abb. 96 Kosten der Maissilagegewinnung je ha Erntefläche bei verschiedenen Ernteverfahren im Vergleich (nach KTBL-Taschenbuch 1996/97).



- ▶ Überkapazitäten auf zu geringen Einsatzflächen sind immer teuer.

Diese Beispiele zeigen, daß Kostenkalkulationen vielseitige Aufschlüsse und damit umfangreiche Entscheidungshilfen für den Landwirt geben können. Allerdings sind bei der Beurteilung der Ergebnisse neben der ökonomischen Seite auch folgende Gesichtspunkte zu beachten,

- ▶ der Bodenschutz,
 - ▶ enger werdende Zeitspannen (nicht termingerechte Arbeitserledigung führt zu Wartekosten durch Ertrags- oder Qualitätsverluste),
 - ▶ wachsende ökologische Anforderungen,
- um insgesamt für den Betrieb vorausschauend die richtige Verfahrensalternative zu wählen und bei Vermeidung von Überkapazitäten das Risiko zu knapper Mechanisierung überschaubar zu halten.

5 Überbetrieblicher Arbeits- und Maschineneinsatz

Der überbetriebliche Maschineneinsatz gewinnt in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung.

Er bietet für jeden Landwirt *Vorteile*:

- (+) Höhere Flexibilität,
- (+) Abbau von Arbeitsspitzen, vor allem im spezialisierten Betrieb,
- (+) Erhöhung der Maschinenauslastung und dadurch geringere Maschinenkosten,
- (+) Verringerung des Investitionsbedarfes,
- (+) Einsatz leistungsfähiger Maschinen und Arbeitsverfahren für bessere Nutzung der Arbeitskräfte (z. B. Mähdröschler),
- (+) Einsatz schlagkräftiger Arbeitsverfahren mit mehreren Arbeitskräften im Parallelbetrieb (z. B. Silomaiserte, Gülleausbringung),
- (+) Inanspruchnahme von Spezialwissen und Können beim Einsatz von Spezialmaschinen (z. B. Pflanzenschutz, Flüssigdüngung),
- (+) Verfügbarkeit zusätzlicher Arbeitskräfte für Vertretung (z. B. Krankheit, Feiertage) und Erhöhung der Arbeitsmacht (z. B. Baumaßnahmen),
- (+) Möglichkeit des Zuerwerbes, dessen Umfang an die Erfordernisse des eigenen Betriebes angepaßt werden kann.

Diesen stehen nur wenige *Nachteile* gegenüber:

- (-) Erhöhung des Risikos gegenüber Eigenmechanisierung bei streng termingebundenen Arbeiten (z. B. Rapsdrusch, Heubergung),
- (-) Zwang zur Absprache, Planung und Koordination.

Diese Nachteile fallen jedoch immer weniger ins Gewicht, weil der Wille zur Kooperation in der Landwirtschaft zunimmt und durch schlagkräftige Arbeitsketten im überbetrieblichen Einsatz das Risiko gegenüber einer Eigenmechanisierung sogar gemindert wird.

Zudem können **neue Serviceleistungen** der Landwirtschaft oft nur überbetrieblich realisiert werden wie

- ▶ Aufbau einer Güllebank,
- ▶ Aufbau und Betrieb von Kompostierungsanlagen für Bioabfälle,
- ▶ Übernahme von Landschaftspflege- und Kommunalarbeiten.

5.1 Formen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes

Der überbetriebliche Arbeits- und Maschineneinsatz ist möglich im Rahmen von

- ▶ Maschinengemeinschaften,
- ▶ Maschinenringen,
- ▶ Lohnunternehmern.

Maschinengemeinschaft – Diese Form der überbetrieblichen Zusammenarbeit hat eine lange Tradition in der Landwirtschaft (Dreschgenossenschaft, Walzen, Verarbeitungsgeräte für Obst und Gemüse). Maschinen und Geräte werden gemeinsam angeschafft und genutzt. Die Eigentumsanteile werden nach dem jeweiligen Nutzungsgrad ausgerichtet (Bruchteilsgemeinschaft).

Maschinengemeinschaften setzen einen gut ausgeprägten Gemeinschaftssinn voraus. Sie sollen auf Maschinen beschränkt werden, deren Einsatz

- ▶ nicht stark termingebunden ist (z. B. Walzen, Klauenpflegestände),
- ▶ nicht in jedem Jahr benötigt wird,
- ▶ im Verfahren mehr Arbeitskräfte benötigt, als im Einzelbetrieb verfügbar sind.

Klare Absprachen über Einsatz, Pflege, Reparatur, Unterstellung und Wiederbeschaffung sind Voraussetzung. Bei teureren Einheiten ist die vertragliche Festlegung unerlässlich.

Vorteile sind:

- (+) Senken des Investitionsbedarfs,
- (+) Vermindern der Festkosten,
- (+) Verringern des Organisationsaufwandes.

Allerdings haben Maschinengemeinschaften auch *Nachteile*, denn sie

- (-) erfordern über die Verantwortung hinaus vertragliche Regelungen für Maschinenpflege, Reparatur und Unterbringung,
- (-) zwingen zu Absprachen und Zugeständnissen bei der Festlegung der Reihenfolge des Maschineneinsatzes,
- (-) führen bei knappen Kapazitäten zu Schwierigkeiten beim Maschineneinsatz über die Maschinengemeinschaft hinaus.

Im Vergleich zu anderen Formen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes sind die erreichbaren Möglichkeiten der Maschinengemeinschaft eingeschränkt.

Auswege bieten sich in neuen Gesellschafts- und Organisationsformen (GbR = Gesellschaft des bürgerlichen Rechtes) mit bewährten Verträgen und eigenständiger Organisation. Über die landwirtschaftliche GbR hinaus verdient die gewerbliche GbR besondere Beachtung. Umsetzungen in der Praxis finden sich in größeren Zahlen bei Gemeinschaften für die Zuckerrüben-ernte und für große Bodenbearbeitungstraktoren.

Maschinenring – Bei ihm handelt es sich um einen freiwilligen Zusammenschluß von 600–1500 Landwirten (meistens auf Landkreisebene) in einer nach

den Ideen von GEIERSBERGER entwickelten Organisation.

Ursprüngliches Ziel dieser Selbsthilfeorganisationen war die bessere Nutzung der vorhandenen Maschinenkapazitäten auf kleinen und mittelbäuerlichen Betrieben. Inzwischen hat sich die **Zielsetzung** der Maschinenringe erweitert.

Sie wollen allen Betrieben – unabhängig von der Betriebsgröße – die arbeitstechnischen Vorteile des Großbetriebes mit mehreren Arbeitskräften und leistungsfähigen Arbeitsverfahren verschaffen. Hinzu kommt der **Betriebshilfsdienst** mit der Vermittlung von Arbeitskräften.

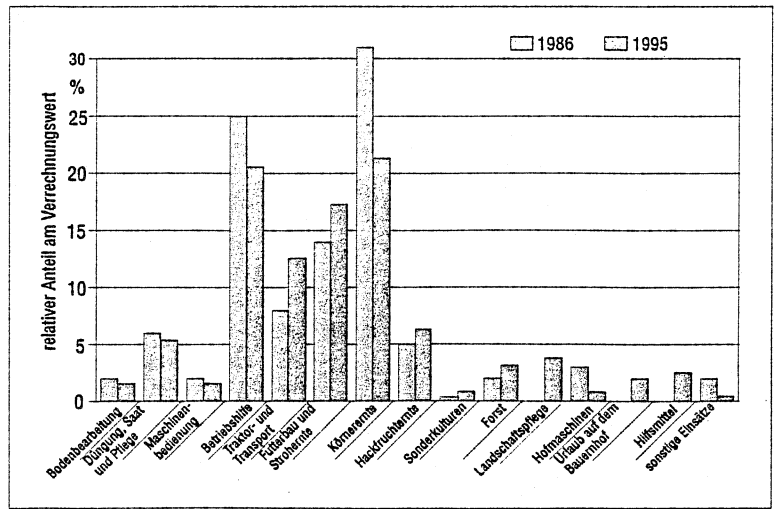
Die überbetriebliche Zusammenarbeit wird im Maschinenring und Betriebshilfsdienst durch ringintern festgesetzte **Verrechnungssätze** gegenseitig bargeldlos abgerechnet. Jeder Betrieb kann Arbeitsleistung und Maschinenarbeit »verkaufen« oder »einkaufen«. Eigene Maschinen oder Arbeitskräfte besitzt der Ring nicht, so daß die unternehmerische Freiheit der Einzelmitglieder voll gewahrt bleibt.

Die **Organisation** des Maschineneinsatzes wird vom Geschäftsführer übernommen, der einem gewählten Vorstand verantwortlich ist. Er ist hauptberuflich tätig und berät als Fachmann die Landwirte bei der Anschaffung fehlender Maschinenkapazitäten, die bei der großen Zahl der Mitglieder ausreichend genutzt werden können.

Kleinere Betriebe können so Großmaschinen kostengünstig einsetzen, Großbetriebe durch Inanspruchnahme zusätzlicher Hilfe ihre Arbeitsspitzen abbauen. Nebenerwerbsbetriebe können auf eigene Maschinenanschaffungen völlig verzichten.

Als Dienstleistungsunternehmen für die Vermittlung und Organisation des überbetrieblichen Ma-

Abb. 97 Relative Anteile der MR-Arbeiten am Verrechnungswert in Bayern 1986 und 1995 (MR-Jahresbericht).



schinen- und Arbeitseinsatzes arbeiten Maschinenringe auch mit Lohnunternehmern und Maschinengemeinschaften zusammen.

Mittlerweile hat der Maschinenring seinen festen Platz bei der Arbeitserledigung im landwirtschaftlichen Betrieb. Vor allem werden Spezialarbeiten in zunehmendem Maße von ihm durchgeführt (Abb. 97).

Neben dem reinen überbetrieblichen Maschineneinsatz wird im Maschinenring und Betriebshilfsdienst verstärkt **überbetrieblicher Arbeitseinsatz** vermittelt. Damit lassen sich Urlaubs-, Feiertags- und Krankheitsvertretungen für den Einzelbetrieb realisieren, welche die sozialen Probleme der Familienbetriebe verringern können. Auch dieser Einsatz erfolgt nach festen Verrechnungssätzen.

Der Betriebshilfsdienst stellt auch **Bautrupps** mit Spezialkenntnissen für das Bauen neuer Gebäude oder baulicher Anlagen (z. B. Silobau, Hofbefestigung) im Rahmen der bäuerlichen Selbsthilfe.

Hinzu kommen neue **Tätigkeitsbereiche** in der Landschaftspflege, der Kommunaltechnik und der Kompostierung biogener Abfälle aus Kommunen. Auch die Errichtung und die organisatorische Verwaltung von Güllebanken wurde an vielen Stellen realisiert.

Für den Einzelbetrieb ergeben sich aus der Mitarbeit im Maschinen- und Betriebshilfsring unverzichtbare *Vorteile* durch:

- (+) »Einkauf« von Arbeit und Maschinenleistungen,
- (+) »Verkauf« von Arbeit und Maschinenleistungen,
- (+) verstärkte Partnerschaft zwischen Voll-, Zu- und Nebenerwerbsbetrieben durch Spezialisierung der Landwirte auf Spezialarbeiten unter fester Organisation durch den Geschäftsführer,
- (+) feste Verrechnungssätze.

Damit verbunden sind jedoch als *Nachteile*:

- (-) Ein zusätzlicher organisatorischer Aufwand,
- (-) Verwaltungskosten (eventuell Verbilligung durch staatliche Förderung oder Zuschüsse),
- (-) Konzentration auf Maschinenarbeiten in der Außenwirtschaft,
- (-) Terminprobleme in Regionen mit gleichen Betriebsformen (z. B. Grünlandgürtel),
- (-) fehlende Haftung bei unzureichender Arbeitsqualität oder bei Terminkosten.

Lohnunternehmen – Beim Lohnunternehmer »kauft« der Landwirt Maschinenarbeit. Diese bezieht sich oft jedoch nicht wie beim Maschinenring auf einzelne Maschinen, sondern auf *komplette Arbeitsverfahren* (z. B. Bergung und Einlagerung der Ernte von größeren Anweilensilage- oder Silomaisflächen; Gülleausbringung und Einarbeitung; Spätdüngung von Getreide).

Lohnunternehmer arbeiten ausschließlich auf eigene Rechnung. Der Aufwand für Organisation und Verwaltung schlägt sich u. U. in etwas höheren Kostensätzen je Arbeitseinheit nieder als beim Maschinenring. Lohnunternehmer stehen deshalb unter starkem Kostendruck. Sie können nur dann bestehen, wenn der Landwirt den Lohnunternehmer nicht als »Feuerwehr« für Arbeitsspitzen in ungünstigen Jahren betrachtet, sondern ein langfristiges Partnerschaftsverhältnis anstrebt.

Von den Lohnunternehmern werden neben hoher Risikobereitschaft und guten fachlichen Kenntnissen vor allem Organisationstalent und kaufmännische Fähigkeiten verlangt, um den vielfältigen Wünschen der Kunden zu entsprechen.

Lohnunternehmer bieten als *Vorteile*:

- (+) Verantwortung und Haftung bei Werkverträgen,
- (+) fehlenden Organisationsaufwand auf Kosten der Allgemeinheit,
- (+) Erledigung umfassender Arbeiten mit Lieferung der benötigten Betriebs- und Hilfsstoffe wie Pflanzenschutzmittel, Düngemittel usw.,
- (+) Spezialeinsätze für bestimmte Arbeiten.

Allerdings sind dabei

- (-) Gegenleistungen des Landwirts nicht möglich,
- (-) Mitarbeit der Landwirte u. U. nicht möglich,
- (-) kostengünstige Einsätze auf kleinen Flächen bei ungünstigen Strukturen schwierig.

Es bleibt dem Landwirt überlassen,

- für seine Gegebenheiten,
- für seine Betriebsziele,
- seine Möglichkeiten,
- seine Neigungen

die jeweils günstigste Form des überbetrieblichen Maschineneinsatzes für sich auszuwählen. Nur dann kann er die unbestreitbaren Vorteile der Kosten-

senkung nutzen und dabei eventuell auftretende Nachteile so gering wie möglich halten.

Tabelle 40 Beispiele für Verrechnungssätze von Maschineringen (nach KTBL 1996/97)

5.2 Kosten des überbetrieblichen Maschineneinsatzes

Die Kosten des überbetrieblichen Maschineneinsatzes werden durch Maschinenkosten, Arbeitskosten und durch das Marktgeschehen über Angebot und Nachfrage bestimmt. Grundlage der Kostenkalkulation ist eine sehr hohe Maschinenauslastung in Höhe der Abschreibungsschwelle.

Grundsätzlich ist deshalb für den Einzelbetrieb nur dann ein Kostenvorteil in der Eigenmechanisierung möglich, wenn er ähnlich hohe Auslastungswerte erreicht oder wenn er eine wesentlich längere Maschinennutzung im Betrieb vornimmt, als dies durch die Abschreibungssätze nach Zeit vorgegeben ist.

Um Klarheit über mögliche Kostenvorteile zu erlangen, muß deshalb der Landwirt die Kosten der Eigenmechanisierung und des überbetrieblichen Maschineneinsatzes gegenüberstellen (Tabelle 40 zeigt ausgewählte Beispiele zu den Verrechnungssätzen). Dies geschieht durch Vergleich der

- ▶ Kosten der Arbeitserledigung,
- ▶ betrieblichen Gesamtmaschinenkosten.

Vergleich der Kosten der Arbeitserledigung – Dabei werden lediglich die entstehenden Kosten bei Eigenmechanisierung und die überbetrieblichen Verrechnungssätze gegenübergestellt.

Sie errechnen sich als **Gesamtkosten** aus

$$\begin{aligned} \text{Kosten des überbetrieblichen Maschineneinsatzes} &= \text{Arbeitskosten} \times h \\ &+ \text{Traktorkosten} \times h \\ &+ \text{Maschinenkosten} \times ha \\ &\text{bzw. } h \end{aligned}$$

Für die Entscheidung, ob Eigenmechanisierung oder überbetrieblicher Maschineneinsatz zu wählen ist, muß der Landwirt wissen, bei welchem Arbeitsumfang (ha oder h) bei beiden Möglichkeiten **Kostengleichheit** besteht.

Der Arbeitsumfang bei Kostengleichheit errechnet sich nach folgender Formel (unten):

$$\begin{aligned} \text{Arbeitsumfang (ha oder h) bei Kostengleichheit} &= \frac{\text{Festkosten der Maschine}}{\text{Kosten für überbetrieblichen Einsatz} - \text{veränderliche Kosten bei Eigenmechanisierung}} \end{aligned}$$

Arbeitskraft oder Maschine	Einheit	Verrechnungssatz DM
Arbeitskraft	h	15–25
Traktor je kW	h	0,54
Anhänger	h	0,5–2,5
Pflug	ha	30–60
Gerätekombination	ha	13–24
Fräse	ha	30–90
Stallmiststreuer/t Nutzmasse	h	4–7
Gütleterwanne/m ³ Faßinhalt	h	3–6
Tauchschnaidpumpe	h	17–25
Großflächenstreuer	h	14–30
Einzelkornsäegerät, Rüben	ha	30–55
Einzelkornsäegerät, Mais	ha	42–70
Maschine	Einheit	Verrechnungssatz DM
Drillmaschine	ha	15–30
Kartoffellegemaschine	ha	50–80
Kreiselmähwerk	ha	25–33
Hochdruckpresse	Ballen	0,2–0,45
Rundballenpresse	Ballen	8–15
Quaderballenpresse	Ballen	13–20
Maishäcksler ¹⁾	ha	300–430
Mähdrescher ¹⁾ , bis 2 ha	ha	240–300
Mähdrescher ¹⁾ , über 2 ha	ha	180–280
Maisdrescher ¹⁾	ha	280–350
Zuckerrüben-Köpfrodebunker	ha	300–500
Kartoffelvollernter	ha	320–400

¹⁾ Mit Fahrer.

Für ein praxisorientiertes Beispiel führt die Berechnung mit dem Ansatz der eigenen Arbeitskosten zu (Abb. 98):

$$\begin{aligned} \text{Arbeitsumfang bei Kostengleichheit} &= \frac{1654}{454 - (115 + 115)} = 7,38 \text{ ha} \end{aligned}$$

Werden die eigenen Arbeitskosten nicht in Ansatz gebracht, dann sinkt der Arbeitsumfang auf:

$$\begin{aligned} \text{Arbeitsumfang bei Kostengleichheit} &= \frac{1654}{454 - 115} = 4,88 \text{ ha} \end{aligned}$$

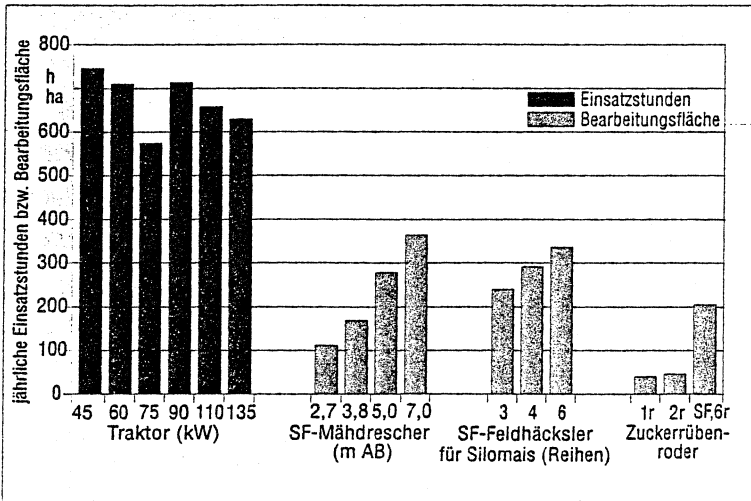


Abb. 98 Wirtschaftlichkeitschwellen (h/a oder ha/a) für ausgewählte Maschinen mit unterschiedlichen Leistungen.

Vergleich der betrieblichen Gesamtmaschinenkosten – Dabei sind für den Betrieb mehrere Verfahrensalternativen zu erarbeiten und anhand der Kosten gegenüberzustellen. In Tabelle 41 ist eine derartige Kalkulation für einen **Beispielbetrieb** aufgestellt.

Die Ergebnisse zeigen sehr deutlich, daß eine sinnvolle Nutzung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes finanziell meßbar und in hohem Maße effektiv ist. Der überbetriebliche Maschineneinsatz stellt eine unverzichtbare Möglichkeit der Kostensenkung dar!

Tabelle 41 Auswirkungen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes auf die Kostenbelastung und den ökonomischen Erfolg eines Betriebes (30 ha LF; Modellbetrieb, nach PFADLER)

Maschinenkosten	alle Maschinen im Eigenbesitz	Maschinen, die überbetrieblich in Anspruch genommen werden	Eigenmaschinen und überbetriebliche Arbeitserledigung	
			ohne Gemeinschaftsmaschinen	einschließlich Maschinenanteile
Maschinenneuwert	255 000 DM	SF-Mähdescher 88 000 DM ZR-KRB 37 000 DM 1-reihiger Maishäcksler 7500 DM Drillmaschine 5 000 DM Einzelkornsäegerät 6 000 DM Summe 143 500 DM	111 500 DM	1/3 Ersttraktor 1/3 Pflug 55 500 DM
jährliche Abschreibung 10%	25 500 DM	14 350 DM	11 150 DM	5 550 DM
Zinsen bzw. Zinssatz 5%	6 375 DM	3 587 DM	2 787 DM	1 387 DM
Unterbringung (1%) (Maschinenhalle)	2 550 DM	1 435 DM	1 115 DM	1 100 DM
Versicherung	650 DM	450 DM	200 DM	100 DM
Summe der jährlichen Festkosten einschl. Zinsen	35 075 DM	19 822 DM	15 252 DM	8 137 DM
Gesamtdeckungsbeitrag	102 280 DM	9 480 DM ¹⁾	92 800 DM	92 800 DM
fixe Kosten: Maschinen einschließlich Zinsen	35 075 DM		15 252 DM	8 137 DM
sonstige Festkosten	21 179 DM		21 179 DM	21 179 DM
Gewinn	46 026 DM		56 369 DM	63 484 DM

¹⁾ Summe der Verrechnungssätze für die überbetrieblich in Anspruch genommenen Maschinen.

6 Prozeßsteuerung

Arbeit ist im Sinne der Systemtheorie die Tätigkeit des Menschen, bei der mit geeigneten Hilfsmitteln aus einer definierten **Eingabe** (Input) eine gewünschte und sinnvolle **Ausgabe** (Output) erreicht wird.

Die Tätigkeit des Menschen besteht aus dem Einsatz seiner Fähigkeiten Wahrnehmen, Entscheiden und Handeln (Abb. 99).

Am **Beispiel** der Düngung heißt dies: Um eine definierte Ertragsersparnis bei Getreide zu erreichen, muß der Landwirt aus der Kenntnis der

▶ Eingangsgrößen

- *Boden* mit Bodenart, Bodenfeuchte und Nährstoffversorgung,
- *Witterung* mit Menge und Verteilung der Niederschläge, Temperatursumme,
- *Pflanze* mit Pflanzenart, Entwicklungsstadium, Nährstoffbedarf

▶ den Prozeß Düngung mit

- Zeitpunkt,
- Düngerart,
- Düngermenge,
- an der richtigen Stelle im Feld

so steuern, daß damit

▶ die Ausgangsgröße Ertrag an

- *Korn* nach Menge und Inhaltsstoffen (Qualität),
- *Stroh* nach Menge

unter Zuführung einer möglichst geringen Nährstoffmenge optimiert wird.

Zu hohe Stickstoffgaben verursachen vermeidbare Kosten und auf vielen Böden zusätzliche Belastungen des Grundwassers mit Nitrat (Umwelt). Zu niedrige Stickstoffmengen schöpfen das Produktionsvermögen des Bodens nicht aus und stellen einen verschenkten Ertrag dar.

Der angestrebte **Ausgleich der Nährstoffe** wird verbessert, wenn

- ▶ ausreichende Informationen vorliegen,
- ▶ die Zusammenhänge und Wirkmechanismen bekannt sind,
- ▶ Abweichungen rechtzeitig erkannt werden.
- ▶ Maßnahmen zielgerichtet zur Umsetzung gelangen.

Der Arbeitserfolg wird durch verbesserte **Informationsgewinnung** und **Informationsverarbeitung** erhöht, wenn geeignete technische Hilfsmittel für diese Aufgaben verfügbar sind und richtig angewendet werden.

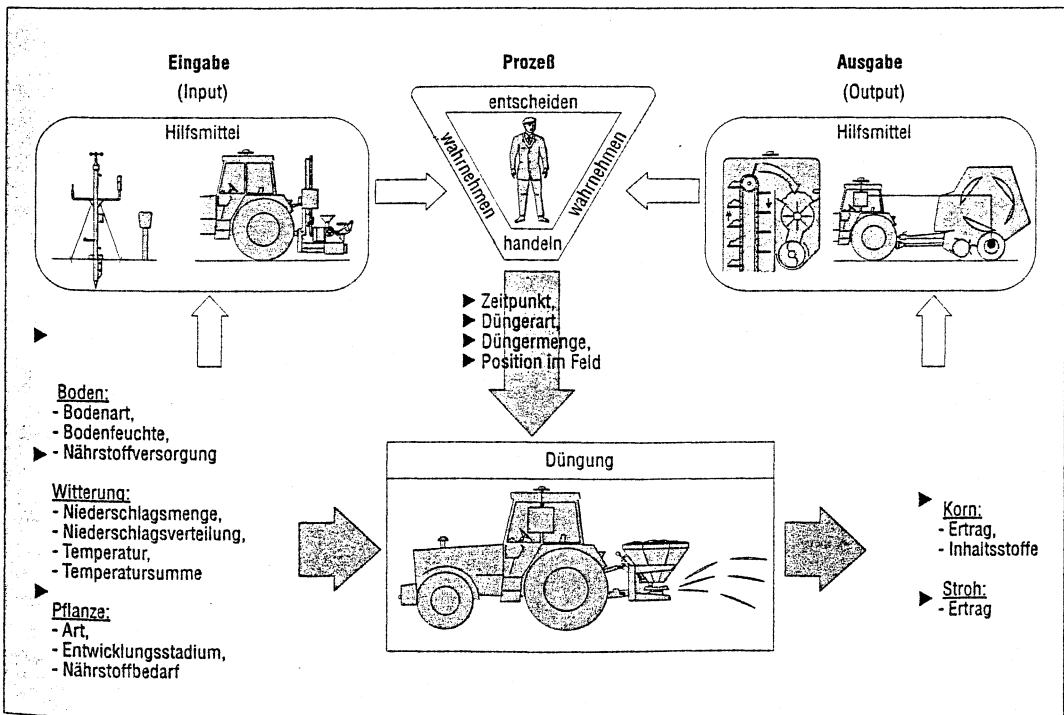


Abb. 99 Prozeßsteuerung im System »Düngen«.

Dazu sind Kenntnisse erforderlich über:

- ▶ Den Aufbau und die Wirkungsweise von rechnergestützten Systemen,
- ▶ deren Integration in die Arbeitsverfahren der Tierhaltung,
- ▶ ihre Einbeziehung in die Arbeitsverfahren der Pflanzenproduktion,
- ▶ die Betriebsrechner und deren Anwendung in der Betriebsführung.

6.1 Prozeßtechnik

Bei rechnergestützten Systemen werden die Tätigkeiten des Menschen teilweise oder ganz auf die Technik übertragen. Aufbau, Funktion und Wirkungsweise dieser Technik sind deshalb nahezu identisch mit den Teilbereichen menschlicher Arbeit.

Zentraler Bestandteil ist die **Information**. Ihre Verarbeitung erfolgt nach dem Binärsystem in digitaler Form. Kleinste Informationseinheit ist das »bit« (binary digit) als 0/1-Darstellung (0 = keine Spannung = nein; 1 = Spannung = ja). Mehrere »bits« werden nach dem Dualsystem zu größeren Informationseinheiten zusammengefaßt. Ein Byte wird aus 8 bit gebildet. Die Zusammenfassung der Bytes erfolgt in 1000-er-Schritten. Es gilt

1 Byte (B)	= 8 bit (b)	= 1 Zeichen
1 Kilobyte (kB)	= 1024 Byte (B)	= etwa 1000 Zeichen
1 Megabyte (MB)	= 1024 Kilobyte (kB)	= etwa 1 Mio. Zeichen
1 Gigabyte (GB)	= 1024 Megabyte (MB)	= etwa 1 Mrd. Zeichen
1 Terabyte (TB)	= 1024 Gigabyte (GB)	= etwa 1 Bio. Zeichen

Der Inhalt eines Bytes kann 256 unterschiedliche Zustände annehmen. Diese werden durch einen standardisierten Zeichensatz (üblicherweise ASCII = American Standard Code for Information Interchange) definiert und interpretiert.

Nichtamerikanische Zeichen (nationale Umlaute) werden an speziellen Stellen im ASCII-Zeichensatz nach zusätzlichen Konventionen eingefügt. Damit kann zwar eine einfache Anpassung an die nationalen Anforderungen erreicht werden, zugleich entstehen dadurch aber Probleme bei internationalen Anwendungen.

6.1.1 Aufbau der Prozeßtechnik

Die Prozesstechnik besteht nach Abb. 100 aus den drei Hauptbestandteilen

- ▶ Sensoren,
- ▶ Prozeßrechner,
- ▶ Aktoren.

Sensoren – Als *Messwertaufnehmer* erfassen diese Teile eines Prozessrechners die Informationen. Wichtige Sensoren im landwirtschaftlichen Bereich sind:

- ▶ Schalter zur Erfassung von Ein-/Aus-Zuständen,
- ▶ Impulsgeber zur Drehzahlüberwachung (REED-Kontakt, Induktivgeber),
- ▶ Dehnungsmeßstreifen für die Gewichtsermittlung (Biegestab),
- ▶ Mikrowellensensoren für die Wegemessung (Radar-sensor, Ultraschall für Abstandsmessung),

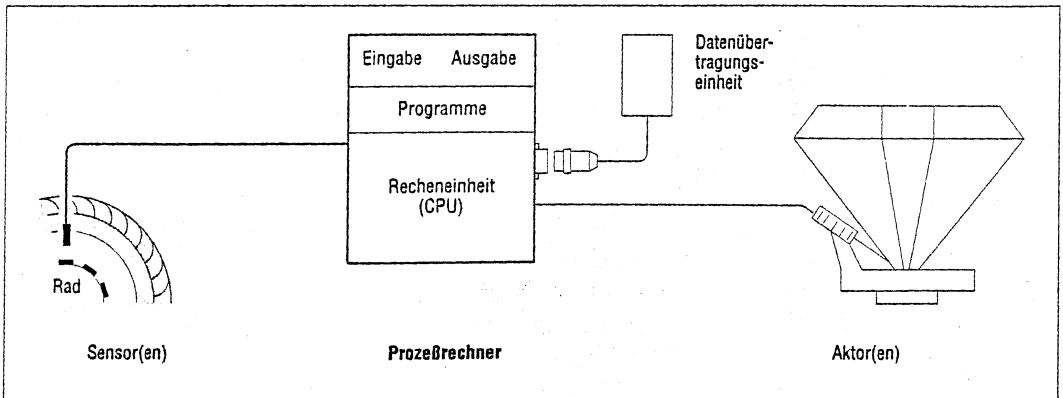


Abb. 100 Schematischer Aufbau von Prozeßsteuerungssystemen.

- ▶ Fotozellen für Zählvorgänge (Lichtschranke),
 - ▶ Videotechnik für Bilderfassung.
- Sensoren müssen für die jeweilige Anwendung kalibriert werden. Dies erfolgt durch Nachzählen, Nachwiegen, Nachmessen oder durch Abdrehen mit vorgegebenen Mengen oder Wegen.
- In der Landwirtschaft unterliegen Sensoren sehr rauen Einsatzbedingungen. Deshalb erfordern sie besondere Spezifikationen und eine gute, dichte Verpackung.
- Vielfach werden Sensoren mit eigener Auswertelogik versehen. Dadurch erzeugen sie standardisierte Ausgangssignale und können einfach ausgetauscht oder durch Fabrikate anderer Hersteller ersetzt werden.

Prozeßrechner – Sie *verarbeiten die Signale* der Sensoren und bringen die errechneten Werte

- ▶ zur Anzeige,
- ▶ aktivieren Aktoren,
- ▶ übergeben die Werte an andere Prozeßrechner oder an übergeordnete Recheneinheiten.

Prozeßrechner bestehen aus

- ▶ der zentralen *Recheneinheit* (Central Processing Unit = CPU),
- ▶ einem oder mehreren *Festprogrammen*,
- ▶ der *Eingabemöglichkeit* in Form von
 - spezifizierten Tasten mit fester Funktionszuweisung (Hardkeys),
 - numerischer oder alphanumerischer Tastatur,
 - Tasten mit programmgesteuerter Funktionszuweisung (Softkeys),
- ▶ der *Ausgabe* in Form von
 - Leuchtsignalen und/oder Akustiksignalen,
 - numerischen oder alphanumerischen Anzeigen,
 - grafikfähigen alphanumerischen Anzeigen
- ▶ einer Schnittstelle für den *Datentransfer* durch mobile Datenträger (Chipkarte, RAM-Box, Funk) oder Leitungsverbindung.

Die Prozeßrechner werden als Geräterechner gezielt und direkt in Maschinen oder Geräten eingesetzt. In dieser Form sind sie ausschließlich auf die jeweilige Arbeitsaufgabe zugeschnitten. Ihr Hauptanwendungsgebiet finden sie in der Innenwirtschaft. In der Außenwirtschaft kommen universelle Prozeßrechner als »**mobile Agrarcomputer**« zum Einsatz. Diese verfügen über mehrere Festprogramme für unterschiedliche Aufgaben. An der Steckerkodierung der jeweils genutzten Gerätekombination erkennt der Prozeßrechner die erforderliche Aufgabenstellung und startet selbständig das dafür benötigte Programm.

Aktoren – Mit ihnen werden *errechnete Steuerfunktionen* über die Hilfsmittel Elektrik und Hydraulik auf die Mechanik *umgesetzt*.

Wichtige Aktoren sind:

- ▶ *Relais* zur Steuerung von Stromkreisen (Stromschalter),
- ▶ *Spulen* für Ein-/Aus-Schaltvorgänge (Magnet-schalter, Magnetventile, Magnetkupplungen),
- ▶ *Schrittmotoren* zur Steuerung von Durchgängen (Durchflußarmatur, Schieberstellung),
- ▶ *Linearmotoren* zur Steuerung von Durchgängen (Schieberstellungen).

Aktoren benötigen eine Rückkopplung zum Prozeßrechner. Damit kann dieser die erreichte Aktivität überprüfen und bei Bedarf Nachregelvorgänge einleiten.

6.1.2 Einsatzformen

Sensorik und Aktorik ist in Verbindung mit dem Prozeßrechner (Abb. 101) einzusetzen für:

- ▶ Überwachung,
- ▶ Steuerung,
- ▶ Regelung.

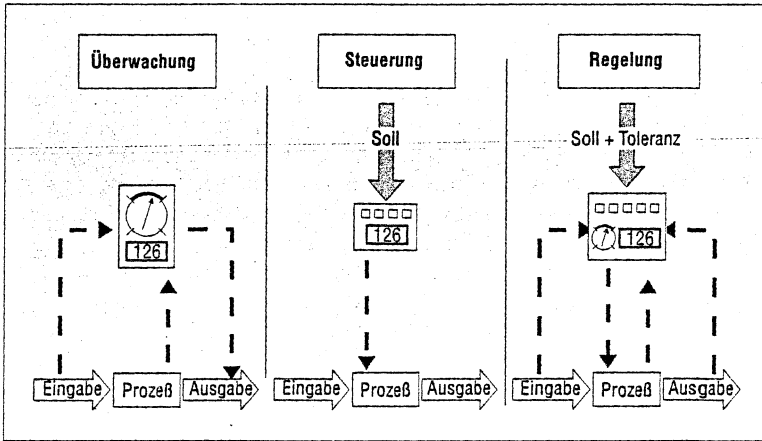
Überwachung – Der Prozeßrechner erfaßt in Verbindung mit geeigneter Sensorik Meßwerte und bereitet diese in gewünschter Form als Information über die Eingangsgrößen, den Prozeßzustand oder die Ausgangsgrößen auf. Mehrere Signale können verknüpft und logische Entscheidungen gefällt werden. Häufig wird

- ▶ die kritische Prozeßgröße immer dargestellt (z. B. Daueranzeige von Fahrgeschwindigkeit, aktuellem Getreideertrag, ermolkenen Milchmenge),
- ▶ aus zusätzlichen Wahlmöglichkeiten eine weitere Größe angezeigt (z. B. Zapfwelldrehzahl hinten oder vorne, Sollmilchmenge aus zurückliegenden Gemelken),
- ▶ für die Zeit oder die Fläche ein Summenwert gebildet (z. B. Arbeitszeit insgesamt, bearbeitete Fläche, Laktationsmilchmenge),
- ▶ ein Grenzwert überwacht und bei Überschreitung mit speziellen Signalformen signalisiert (z. B. Temperaturen von Kühlmittel oder Öl, Termine nach Behandlungen).

Darüber hinaus können Informationssysteme eigene Datenspeicherungen vornehmen oder gesammelte Daten an übergeordnete Rechnersysteme weitergeben.

Überwachung stellt den sinnvollen Einstieg in die Prozeßtechnik dar. Damit wird unverzichtbare Information gewonnen und der Grundstein für besseres Handeln gelegt.

Abb. 101 Einsatzformen der Prozeßsteuerung.



Steuerung – Dabei werden Sollwerte über den Prozeßrechner und die Aktorik umgesetzt. Eine Rückmeldung findet lediglich in dem Sinne statt, daß damit die aktuelle Steuerungsposition bekannt gemacht wird. Hingegen wird die tatsächliche Umsetzung des »Solls« in ein äquivalentes »Ist« nicht kontrolliert. Steuerung ist demnach ein offener Kreis! Mit elektronischen Steuerungen kann

- ▶ eine zeitgebundene Sollvorgabe eingeleitet werden (Lüftungsgebläse zum Zeitpunkt x ein- oder ausschalten),
- ▶ man von der Bedienstelle weiter entfernte Stellteile betätigen oder einstellen (Position in der Dreipunkthydraulik in Lageregelungsstellung vorgeben),
- ▶ eine selektive Sollvorgabe umgesetzt werden (Kraftfüttermenge x für Tier y.nach Zeitabständen z in der Kraftfütterabrufstation programmgesteuert auslösen).

Damit ist Steuerung eine intelligente Informationsumsetzung nach Ort, Zeit und Menge oder Gewicht ohne automatische Erfolgskontrolle.

Steuerung soll die zweite Stufe in einem rechnergestützten Produktionssystem sein. Sie ermöglicht die Entlastung der Arbeitskraft durch zeitliche und örtliche Entkoppelung. Steuerung löst die Zeitbindung und führt zur Teilautomatisierung.

Regelung – Wird nach einer Steuerungsmaßnahme das damit erreichte »Ist« sensorisch erfaßt und in den Prozeßrechner übergeben, dann kann dieser »nachsteuern« oder »regeln«. Damit diese Vorgänge nicht ständig erfolgen müssen, erfolgt die Abgleichung von »Ist« und »Soll« innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches.

Enge Toleranzen erhöhen die Qualität der Regelung, führen aber zu einem unruhigen System. Weite Toleranzbereiche beruhigen das Regelungssystem, ziehen aber Schwankungen bei der Systemausgabe nach sich.

Eine Regelung kann

- ▶ nach einer *Zielgröße* arbeiten (z. B. reine Zugwiderstandsregelung der Dreipunkthydraulik des Traktors),
- ▶ eine *Zielgröße* und *zusätzliche Restriktionen* berücksichtigen (z. B. Zugwiderstandsregelung mit Einbeziehung der Arbeitstiefe als Mischregelung der Dreipunkthydraulik des Traktors),
- ▶ *mehrere Zielgrößen* einschließen, wobei vom Benutzer Prioritäten in Form von Strategien gewählt werden (z. B. Zugwiderstandsregelung mit Einbeziehung der Arbeitstiefe beim Pflügen unter Nutzung einer automatischen Lastschaltstufe nach

Strategie 1: Höchstmögliche Flächenleistung = hohe Arbeitsgeschwindigkeit ohne Berücksichtigung des Dieselölverbrauches,

Strategie 2: Günstigstes Drehmoment = geringster Treibstoffverbrauch ohne Berücksichtigung der erzielbaren Flächenleistung).

Regelung stellt damit eine vorgegebene Arbeitsqualität sicher. Sie ist Automatisierung und kann durch Hereinnahme zusätzlicher Sensoren den Menschen aus dem Arbeitsprozeß entlasten oder ganz entlasten.

Regelung setzt Überwachung und Steuerung voraus.

Sie sollte gewählt werden, wenn:

- zeitlich schnelle Änderungen auftreten (z. B. Zugwiderstandsregelung beim Pflügen oder Grubbern),

- lange Arbeitszeiten bei wechselnden Bedingungen vorliegen (Mischregelung nach der maximalen Arbeitstiefe bei wechselnden Bodenverhältnissen im Schlag),
- unzureichend ausgebildete Arbeitskräfte eingesetzt werden (z. B. Traktorfahrer ohne ausreichende Ausbildung für das Pflügen oder Grubbern).

6.2 Rechnergestützte Tierhaltung

Mit seiner Arbeit in der Nutztierhaltung will der Landwirt

- ▶ Tierleistung erreichen,
- ▶ Tiergesundheit fördern,
- ▶ optimale Umgebung für Tier und Mensch bieten,
- ▶ Geld verdienen.

Dafür will er die eigenbetrieblichen Gegebenheiten und Produktionsmittel bestmöglich nutzen. Dazu muß er sich dem Lebensrhythmus seiner Tiere anpassen und unterordnen.

Er muß das einzelne Tier mit seinen biologischen Eigenschaften beachten. Feste Versorgungszeitpunkte am Morgen und Abend, an Werktagen und Feiertagen und von Januar bis Dezember sind unumgänglich. Sie führen zur totalen Zeitbindung des Menschen in der Tierhaltung mit allen sozialen und gesellschaftlichen Konsequenzen.

Mit dem Einsatz rechnergestützter Systeme zur Kraftfuttermittelvorgabe in der Milchviehhaltung wurden vor vielen Jahren erste Ansätze einer Lockerung erreicht. Weitere Entwicklungen folgten.

In Zukunft werden in sich geschlossene Prozeßsteuerungssysteme für

- ▶ die weitere Verringerung des Arbeitszeitbedarfes verbunden mit einer Öffnung der Zeitbindung durch Teil- und Vollautomatisierung bis hin zur Robotik,
- ▶ leistungsbezogene Einzeltierfütterung,
- ▶ individuelle Gesundheitsüberwachung,
- ▶ automatisierte Klimaführung

folgen, wobei verhaltens- und umweltfreundliche Haltungssysteme einen größtmöglichen Tierschutz gewährleisten werden. Dafür stellt die **Einzeltieridentifizierung** die *Schlüsseltechnologie* dar.

Arbeitszeitverringerung – Der biologische Rhythmus der Tiere verlangt eine zeitgebundene Versorgung durch

- ▶ **Fütterung:** Elektronische Prozeßsteuerungssysteme übernehmen Fütterungen nach Zeit, Menge und Ortsvorgabe oder durch individuel-

len Abruf weitgehend automatisiert. Manuelle Arbeit verbleibt für die Pflege und Kontrolle der Anlage, die Vorgabe des Fütterungsregimes für die Technik, deren Eingabe in die Prozeßtechnik sowie die Überwachung der Tiere.

- ▶ **Milchentzug:** In der Milchviehhaltung nimmt die Melkarbeit den größten Anteil der erforderlichen Arbeiten ein. Erste elektronische Systeme haben im »Autotandem-Melkstand« zu höheren Durchsätzen je Melkplatz, zu flüssigerem Melkablauf und zu mehr »Ruhe« während der Melkzeit geführt. In den nächsten Schritten wird die manuelle Tätigkeit durch Handhabungsautomaten (Roboter) abgelöst werden. Damit wird
 - der arbeitende Mensch aus der Zeitbindung zum Tier entlassen,
 - der verbleibende Arbeitsaufwand auf Kontroll- und Überwachungsarbeiten verringert,
 - dem Tier artgemäßes, individuelles Verhalten ermöglicht (z. B. angepaßt an mehrmaliges Saugen der Kälber pro Tag).

Leistungsbezogene Einzeltierfütterung – Das Ziel der Nutztierhaltung besteht in der Erzielung einer guten Tierleistung unter Beachtung ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte. Erfolgreich läßt sich dies z. B. erreichen, wenn mit preisgünstigem (wirtschaftseigenem) Futter das individuelle Leistungspotential der Einzeltiere ausgefüttert und soweit nötig durch Kraftfutter ergänzt wird. Dazu sind vielerlei Informationen erforderlich.

Am **Beispiel** der Milchviehhaltung (Abb. 102) entsteht ein Regelsystem aus:

- ▶ **Grundfutteraufnahme-messung oder -schätzung** mit den Kenngrößen
 - Tier (Körpergewicht, Trächtigkeitsstand, Erstkalbealter),
 - Futter (Art, TS-Gehalt, Energiegehalt, Rationsanteile, KF-Menge),
 - Fütterungsstrategie (Vorlageart, Reihenfolge, Dauer des Futterangebotes),
- ▶ **Leistungserfassung** in Form von
 - Milchmenge und -inhaltsstoffen,
 - Tiergewichten,
- ▶ **Terminatenverwaltung** mit
 - Lebensdaten (Geburt, Alter, Laktationsnummer),
 - Fruchtbarkeitsdaten (Besamung, Fruchtbarkeit),
 - Behandlungsdaten (Art, Mittel, Höhe).

Sie führen zusammen zur

- ▶ **Ableitung der erforderlichen Kraftfuttermenge** als Steuergröße für die Kraftfutterabrufstation. Aus der Rückmeldung über die damit erzielte neue Tierleistung wird über erneute Errechnung die benötigte Kraftfuttermenge nachgeregelt.

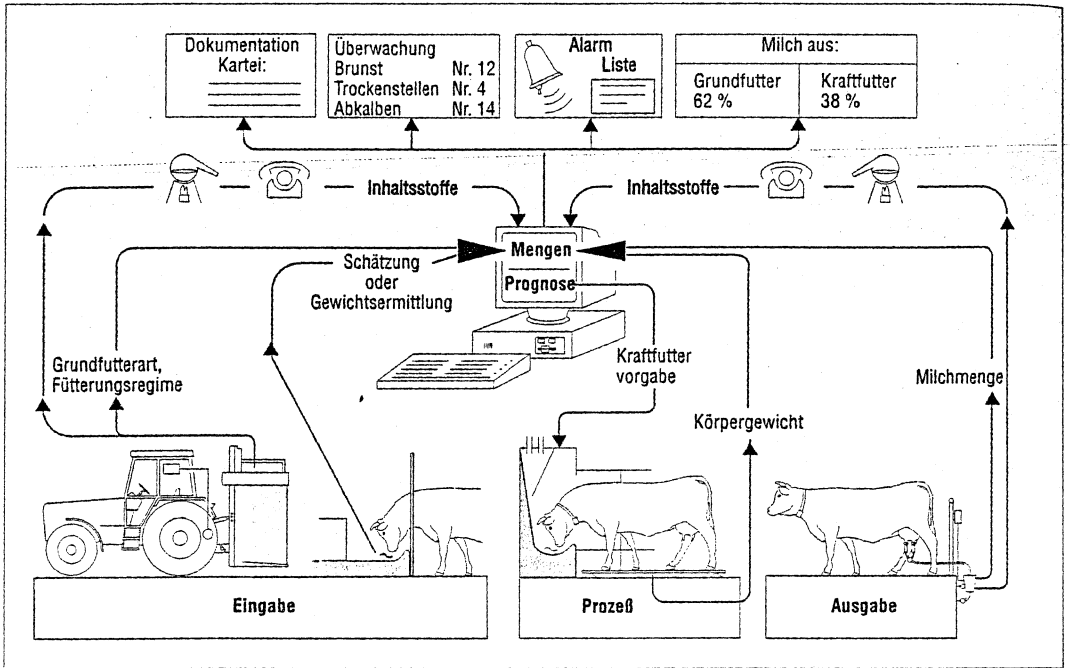


Abb. 102 Regelkreis »Leistungsbezogene Kraftfutterdosierung mit Schätzung der Grundfutteraufnahme für Milchkuhe«.

Individuelle Gesundheitsüberwachung – Zunehmende Herdengrößen erfordern neben der Beobachtung durch das Betreuungspersonal Hilfen für die Einzeltierüberwachung. Möglich sind:

- ▶ **Analyse der Futteraufnahmedaten** (Abweichung von eigener Rhythmik, Abweichung vom Herdenverhalten),
- ▶ **Analyse der Leistungsdaten** (Abweichung von der eigenen Leistungskurve oder von der Herdenkurve),
- ▶ **spezielle Sensoren**
 - direkt am oder im Tier (Schrittzähler, Temperaturmessung, Pulsfrequenz),
 - indirekt über die Technik (Milchtemperatur, Zellzahl, elektrische Leitfähigkeit).

Automatisierte Klimaführung – Sie war der Ausgangspunkt der Prozesssteuerung in der Tierhaltung. Mit Hilfe analoger Regeltechniken wurde in Abhängigkeit von der Stallinnentemperatur die Lüftungsrate durch Ventilatoren und Klappen geregelt. Verbesserte Regelungen in Digitaltechnik können

- ▶ **erfasste Temperaturen** in den Regelkreis »Futter« übergeben und dort zur Futtermengenkorrektur führen,
- ▶ **Terminaten** aus den Tierbeständen übernehmen und Temperatur und Luftgeschwindigkeit in Anlehnung an die Körpertemperatur (z. B. Ferkel) regeln.

Voraussetzung für diese Ansätze ist eine standardisierte **Kommunikation**. Sie erfolgt in der Innenwirtschaft

- ▶ **physikalisch** (Leitungsverbindung) über fest installierte Leitungen mit Standardsteckverbindungen (24, 15 oder 9 Pins), serieller oder paralleler Übertragungsart (seriell überträgt Bit für Bit und ist deshalb langsamer, parallele Übertragung überträgt gleichzeitig alle erforderlichen Bits eines Wertes und ist deshalb schneller),
- ▶ **protokollarisch** (Datendarstellung) nach der Bedeutung der digitalen Signale (7 Bit/Zeichen für reine Datendarstellung oder 8 Bit/Zeichen für zusätzliche grafische Elemente); Anzahl der Stopbits zwischen zwei Datenelementen (allgemein 1 Stopbit); Prüfbit nach gerader oder ungerader Errechnung;
- ▶ **informativ** (Dateninhalt) nach den Vorgaben der Softwarehersteller oder unabhängig davon nach internationalen Standards (ADIS = Agricultural Data Interchange Syntax, zu deutsch: Landwirtschaftliche Datenaustausch-Syntax beschreibt, wie eine Datei für die Da-

tenübertragung aussehen muß und wie die Werte zu interpretieren sind, z. B. als Liter pro Minute mit zwei Dezimalstellen).

6.3 Rechnergestützter Pflanzenbau

Im Pflanzenbau sind

- ▶ Ertrag,
- ▶ Boden,
- ▶ Düngung,
- ▶ und Umwelt

in Einklang zu bringen. Dabei müssen z. B. die örtlichen Gegebenheiten des Bodens (Bodenart, Nährstoffversorgung, Wasserführung, Oberflächengestaltung) und die Witterung berücksichtigt werden, um danach die Düngung für den angestrebten Ertrag ausrichten zu können. Begleitende Maßnahmen des Pflanzenschutzes fördern die Nutzpflanzen und drängen Schadpflanzen, Schädlinge und Krankheiten zurück.

Auf eigenen Flächen mit eigener Mechanisierung und eigener Arbeiterledigung verfügt der Landwirt über einen vollständigen Informationskreislauf von der Planung über Aussaat und Pflege bis zur Ernte. Bei verstärkter Nutzung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes und auf größeren Betrieben wird jedoch der Informationsfluß unterbrochen, immer mehr auf die Einsatzfläche bezogene Informationen gehen verloren. Zurückgemeldet werden nur noch Gesamtinformationen je Schlag (Ertrag bzw. Mitelaufwand, Arbeitszeit).

Eine Rückkehr zum geschlossenen Informationskreislauf wird mit rechnergestützten Systemen möglich. Dabei stellt die **Ortung** als Basis der räumlichen Zuordnung die *Schlüsseltechnologie für die Pflanzenproduktion* dar. Sie erlaubt den Aufbau von in sich geschlossenen Systemen für

- ▶ Antriebstechnik,
- ▶ Düngung,
- ▶ Pflanzenschutz,
- ▶ Bewässerung (nur regional wichtig)

sowie deren Verknüpfung zu einem Gesamtsystem »Pflanzenproduktion«.

Antriebstechnik – Dabei ist die Schlupfminimierung das wichtigste Ziel. Dazu dient

- ▶ **Allrad und Differentialsperrenmanagement:** Allrad und Differentialsperren werden vor Arbeitsbeginn auf dem Feld zugeschaltet. Die Elektronik sorgt für die jeweilige Abschaltung beim Wendevorgang und beim unbeabsichtigten Verlassen des Feldes. Zugleich berücksichtigt sie sicherheitstechnische Anforderungen beim Bremsen und Abstellen des Fahrzeuges. Damit wird

- höchste Zugleistung erreicht,
- Schlupf minimiert,
- Sicherheit garantiert,
- Arbeit erleichtert,
- Arbeitszeit- und Treibstoffbedarf verringert;

- ▶ **Elektronische Hubwerksregelung (EHR):** Sie ermöglicht in digitaler Form mehrere Erweiterungen. Schon verwirklicht, beziehungsweise künftig möglich sind:

- **Antischlupfregelung** in Verbindung mit Sensoren für die Schlupfmessung (Differenz aus wahrer und theoretischer Geschwindigkeit) und entsprechender »Veränderung« der Zugwiderstands-/Mischregelung,
- **Lastmanagement** zur optimalen Belastung der Triebäder durch verschieb- und/oder schwenkbare Belastungsgewichte,
- **Einstellhinweise** für den Fahrer durch Erfassung der Zugwiderstandswerte in den Unterlenkern und deren logischer Interpretation,
- **Bodenwiderstandsinventur** durch Erfassung der Arbeitstiefe (Lagesensor), Arbeitsbreite (fix) und Zugwiderstand in den Unterlenkern mit Zuordnung zur Position und Speicherung für die Kartierung.

- ▶ **Antriebsstrangmanagement:** Elektronik zur Verbindung der Motor-, Getriebe- und Zapfwellensteuerung. Durch den Einsatz von Lastschaltstufen, Lastschaltgetrieben oder stufenlosen Fahrtrieben können Einsatzstrategien als *Regelungen* verwirklicht werden:

- Kraftstoffsparend wird gearbeitet, wenn die Motordrehzahl im Bereich des maximalen Drehmomentes gehalten werden kann,
- zeitsparend wird gearbeitet, wenn die maximale Arbeitsgeschwindigkeit erreicht wird.

Diese Teiltechniken können als selbständige Regelkreise aufgebaut werden. Zur optimalen Nutzung erfordern sie jedoch die Vernetzung im Traktor zu einem leistungsfähigen Gesamtsystem.

Düngung – Eine ertrags- und zugleich umweltorientierte Düngung muß mehrere Komponenten berücksichtigen (Abb. 103):

- ▶ **Bodeninventur** (Karte): Sie stellt die Grundlagen für alle Behandlungsmaßnahmen dar. Schätzung oder Analyse nach Bodenart, Zustand und Erfassung der Grundversorgung mit Nährstoffen als räumliche Variabilität (z. B. Rastergröße 50 × 50 m).
- ▶ **Nährstoffverfügbarkeit:** Die zur Vegetationszeit verfügbaren Nährstoffvorräte beruhen auf:

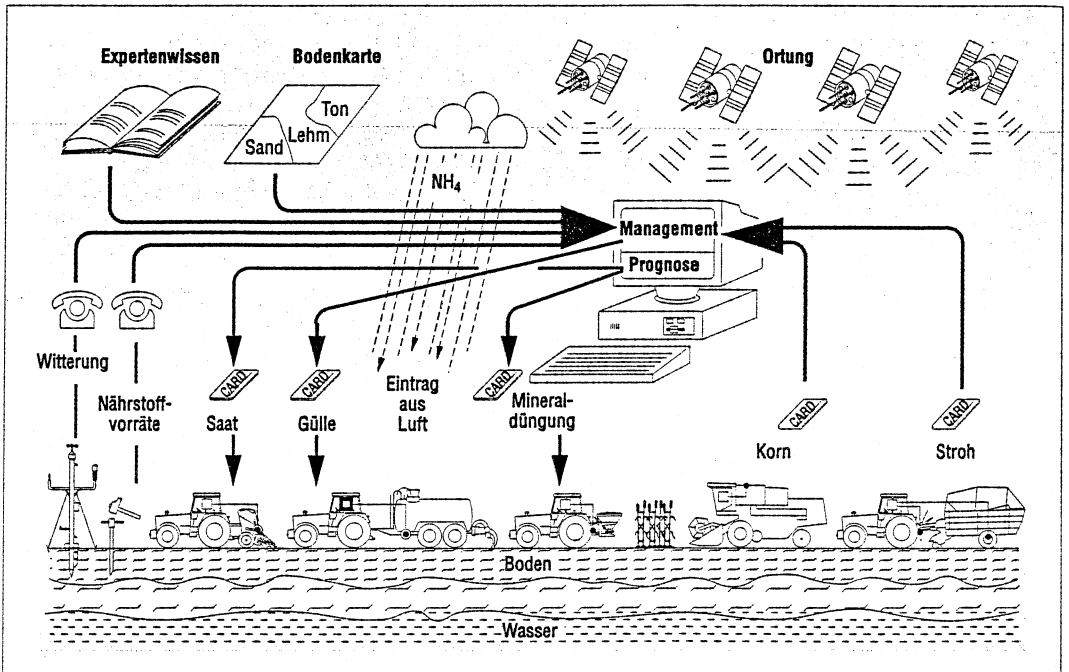


Abb. 103 Regelkreis »Umweltorientierte Düngung für Getreide«.

- *Ertragsermittlung* der Vorfrucht mit einer räumlichen Bilanzierungsmöglichkeit nach Zufuhr und Entzug,
- *Bodenbeprobung* zu Vegetationsbeginn zur Ermittlung des verfügbaren Stickstoffgehaltes und der Grundnährstoffe in vorgegebenen Zeitabständen,
- *Witterungsverlauf* zur Erfassung der örtlichen Niederschläge und Temperaturen für Rückschlüsse auf die abgelaufenen und erfassten Umsetzungsvorgänge.

- ▶ **Prognosen:** Diese verknüpfen räumliche Daten, Expertenwissen und Erfahrungen des Betriebsleiters im Hinblick auf die erforderlichen lokalen Verteilmengen und Verteilzeitpunkte.
- ▶ **Lokale Verteilung:** Sie setzt die Prognosen über positionsbezogene Steuerungen um. Betroffen sind:
 - die *Saat* nach lokaler Saatstärke und Saattiefe, eventuell auch nach einem lokalen Mischungsverhältnis verschiedener Sorten,
 - die *organische Düngung* nach Menge und Inhaltsstoffen,
 - die *mineralische Düngung* nach Düngerart, Düngermenge und Düngzeitpunkt. Verfahrenstechnisch könnten Kombinationen aus Mehrkammersystemen für die Grunddüngung und Wurf- oder Auslegerstreuer für gekörnten

Stickstoff, bzw. Spritzen für die Ausbringung von Flüssigstickstoff verwendet werden.

Ein derartiges System setzt die Ortung in allen Teilsystemen voraus. Alle Maßnahmen berücksichtigen die lokalen (kleinräumigen) Gegebenheiten und münden in geografische Schlagmanagement-Programme.

Pflanzenschutz: Maßnahmen des Pflanzenschutzes zur Ertragssicherung erfolgen

- ▶ **chemisch:** Bisher werden Pflanzenschutzmittel fast ausschließlich ganzflächig in einheitlicher Konzentration verabreicht. Mitteleinsparungen und Verzicht auf Behandlungsmaßnahmen auf Flächen mit Befall unterhalb der »Schwelle« erfordern veränderte Techniken mit
 - positionsbezogener Bonitur zur Lokalisierung der Befallsflächen nach Befallsart und Befallsdruck,
 - Prognose erforderlicher Maßnahmen nach dem Schwellenkonzept in bezug auf Mittel, Menge und Zeitpunkt,
 - lokale Anwendung der erforderlichen Mittel und angepassten Mengen über Direkteinspeisung in Verbindung mit Ortungstechnik;
- ▶ **physikalisch:** Die mechanische Unkrautbekämpfung bietet vielfältige Möglichkeiten und kann

chemische Maßnahmen unter optimalen Bedingungen überflüssig machen.

Elektronische Prozeßsteuerung hilft bei der Optimierung des Behandlungserfolges durch

- automatische Fahrzeugführung, damit der Fahrer sein volles Augenmerk auf die Geräteführung lenken kann,

- automatische Geräteführung, um bei höherer Arbeitsgeschwindigkeit und minimierten Schutzabständen in Reihenkulturen den höchsten Bekämpfungserfolg zu erreichen,

- Bilderkennung und Bildanalyse zur gezielten »Freund-Feind-Kennung« und physikalischer Bekämpfung von Einzelpflanzen.

► **chemisch-physikalisch:** Als Kombination in Reihenkulturen können damit kurzfristig die höchsten Mitteleinsparungen erreicht werden, wenn

- elektronische Hilfen die Schutzstreifen minimieren,

- Bandspritzung nur die Schutzstreifen behandelt,

- Direkteinspeisung am Ort die Behandlungsflächen weiter verringert.

Chemische Behandlungsmaßnahmen sollen künftig nur bei Pilz- und Insektenbefall sowie bei mechanisch schwer bekämpfbaren Unkräutern angewendet werden. Lokale Bonitur, Prognose nach Schadschwellen und direkteinspeisende Spritztechniken in Verbindung mit der Ortung sind dabei die Erfolgsgaranten. Für alle Unkräuter bleibt die rechtzeitige Erkennung und gezielte Bekämpfung das Ziel.

Alle Systeme in einer rechnergesteuerten Pflanzenproduktion erfordern den **standardisierten Informationsaustausch** zwischen Traktor, Gerät und Betriebsführung und deren Umsetzung. Dazu sind aufeinander abgestimmte Standards erforderlich für

► **Spezialtechnik:** Diese Elektronikform ist für ein spezielles Gerät konzipiert und deshalb nur in diesem Gerät anwendbar. Eine zusätzliche Möglichkeit des Datentransfers würde nur einen kleinen Teil des Gesamtbetriebes abdecken, eine geringe Einsatzzeit haben und nicht unerhebliche Zusatzkosten verursachen. Vielfach wird Spezialelektronik deshalb auch als »Insellösung« bezeichnet. Sensorseitig ist diese Technik im gezogenen Gerät autark (Wegsignal von gezogenem Rad).

Als angebautes Gerät benötigt es

- **Basissignale** aus dem Traktor. Es sind dies
 - der theoretische Weg (Getriebesignal).
 - der wahre Weg (nichtangetriebenes Vorderad, Radarsensor),

- die Drehzahl der hinteren Zapfwelle,
- die Arbeitsposition »ein/aus« (Stellung des Dreipunktgestänges).

Diese Signale werden traktorseitig in genormter Form über die Normsignalsteckdose nach DIN 9684, Teil 1, beziehungsweise ISO 11786 (Abb. 104 links) zur Verfügung gestellt.

► **Universaltechnik:** Als »mobiler Agrarcomputer« kann diese Elektronikform für mehrere Maschinen und Geräte zur Überwachung, Steuerung oder Regelung eingesetzt werden. Voraussetzung ist firmenspezifische Sensorik und Aktorik. Dadurch bindet sich der Landwirt an den einmal gewählten Elektronikhersteller. Allerdings erreicht er mit dieser Technik längere und damit preisgünstigere Einsatzzeiten. Diese Form der elektronischen Prozeßsteuerung benötigt aufgrund des größeren Einsatzspektrums immer

- **Basissignale** aus dem Traktor über die Normsignalsteckdose nach DIN 9684 / ISO 11786.

- **Datentransfermedium** zur Betriebsführung (z. B. Chipkarte oder RAM-Box);

► **mobiles landwirtschaftliches BUS-System (LBS):** Damit wird künftig die Unabhängigkeit des Landwirtes zurückgewonnen, ohne auf vielfältigen Einsatz der Elektronik verzichten zu

müssen. Mit einer standardisierten Kommunikation (Abb. 104 rechts und 105) wird herstellerspezifische Elektronik in Traktor und Gerät verbunden. Die Bedienung erfolgt zentral vom Fahrerplatz, die Kommunikation zum Betriebsrechner ist Bestandteil des Systems.

Im einzelnen gehören zum LBS

- das **BUS-System** nach DIN 9684, Teil 2 (Zweidrahtsystem, serielle Kommunikation, Gleichberechtigung aller Teilnehmer, Zugriffssteuerung über Prioritätsklassen der Nachrichten),

- **standardisierte Botschaften** mit einer eindeutigen Adresse als Kennung (genannt Identifier) für jede im System benötigte Information aus der Wichtigkeit (Priorität 0-7), Absender und Empfänger sowie einer eindeutigen Datendefinition (z. B. Pflugtiefe in cm von 0 bis 80 in Abständen von 2 mm) nach DIN 9684, Teil 3,

- **Bedieneinheit** (BUS-Terminal) nach DIN 9684, Teil 4 in 3 verschiedenen Leistungsklassen (Einfachterminal monochrom mit 4 Zeilen, à 32 Zeichen und mindestens 4 Bedientasten; grafisches monochromes Terminal mit 16 Zeilen, à 32 Zeichen bzw. 256 × 128 Bildpunkten und mindestens 5 fest definierten Tasten (Hardkeys) und 5 Tasten mit wechselnden Funktionen (Softkeys); Farbterminal mit

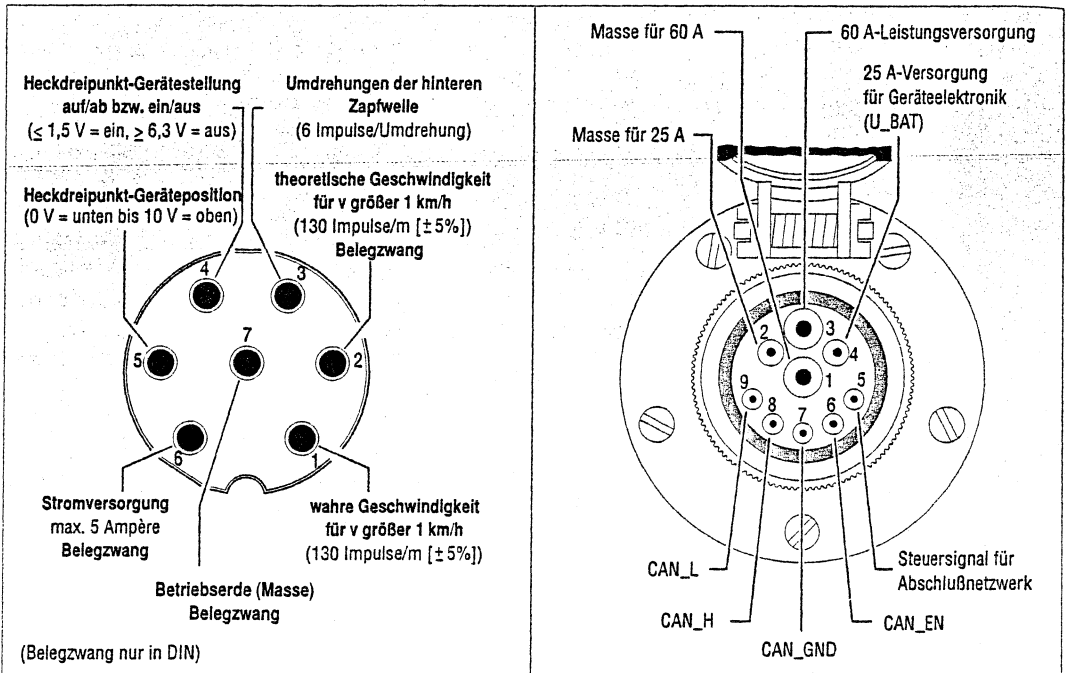


Abb. 104 Links: Normsignalsteckdose nach DIN 9684, Teil 1 nach ISO 11786; rechts: LBS-Steckdose nach DIN 9684, Teil 2 nach ISO 11783.

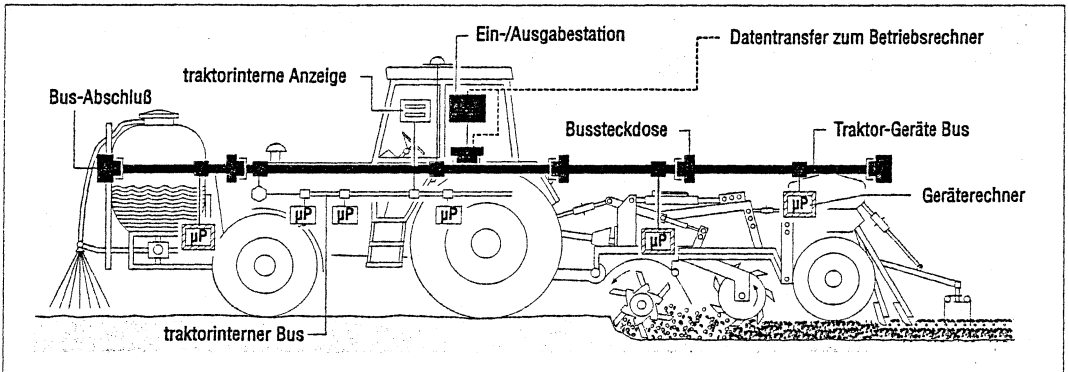


Abb. 105 Landwirtschaftliches BUS-System (LBS) nach DIN 9684, Teil 2.

gleicher Größe und gleicher oder zusätzlicher Ausstattung (Tastatur, Maus usw.),

- Datenaustausch zum Betriebsrechner nach DIN 9684, Teil 5 auf der Basis der »Landwirtschaftlichen Datenaustausch-Syntax (ADIS)«, siehe auch Abschnitt 6.2, Seite 123. Für diesen Bereich sind nur der Datenaufbau und der Dateninhalt definiert, damit die Daten vom Betriebsrechner und vom mobilen BUS-System eindeutig interpretiert werden können. Die Übertragung kann mit den unterschiedlichsten Medien erfolgen (Leitung, Chipkarte, PCMCIA-Karte, Funk).

6.4 Rechnergestützte Betriebsführung

Elektronik in den Produktionssystemen Tierhaltung und Pflanzenbau erfaßt mit der installierten Sensorik viele wichtige Informationen für die Betriebsführung und sie führt Anweisungen aus der Betriebsführung mit den verfügbaren Aktoren termingerecht aus.

Damit ist sie die Grundlage für eine verbesserte Betriebsführung, wenn auf standardisierten Kommuni-

kationswegen ein leistungsfähiger Betriebsrechner und betriebspezifisch ausgerichtete Programme Daten

- ▶ automatisiert erfassen,
- ▶ auf ihre Richtigkeit überprüfen,
- ▶ dem Zweck entsprechend abspeichern,
- ▶ allgemeinen und verfahrensspezifischen Auswertungen zuführen,
- ▶ für kosten- und umweltschonende Prognosen einsetzen,
- ▶ zu direkten Steueranweisungen verrechnen.

6.4.1 Betriebsrechner

Betriebsrechner sind auf universellen Einsatz ausgelegte Rechnersysteme. Sie müssen vielfältige Einsatzmöglichkeiten zulassen und optimal auf die Nutzung durch den Menschen ausgelegt sein. Dadurch unterscheiden sie sich von den Prozeßrechnern sehr stark.

Von besonderer Bedeutung sind

- ▶ Technik,
- ▶ Systemverwaltung,
- ▶ Kommunikation.

Technik – Sie wird auch als Hardware bezeichnet und stützt sich auf leistungsfähige Personal-Computer (PC). Für eine universelle Nutzung sind erforderlich

- ▶ die **Systemeinheit**: Diese befindet sich in der Regel auf einer großen Platine (Motherboard) und umfaßt
 - den *Prozessor* mit 32 oder 64 Bitbreite,
 - das *interne Bussystem* aus Steuer-, Daten- und Adreßbus; die höchste Leistung wird erreicht, wenn Prozessor und internes Bussystem gleiche Bitbreite haben,
 - den *Programmspeicher* in Form von Lesespeichern ROM (Read Only Memory) für den Systemstart,
 - den *Arbeitsspeicher* als direkt adressierbare Speicherbausteine RAM (Random Access Memory) für schnellen Zugriff und ausreichender Größe im Hinblick auf den Einsatz betriebspezifischer Programme,
 - den *externen Bus* als Verbindung zur Peripherie,
- ▶ die **Peripherie**: Erst damit wird der PC universell nutz- und konfigurierbar. Die wesentlichen Teile sind
 - die *Festplattenspeicher* für die interne Daten- und Programmspeicherung; ihre Kapazität steigt bei relativ sinkenden Preisen ständig, die Zugriffszeit entscheidet über die Schnelligkeit des Systems,
 - die *Wechselspeicher* als Disketten, Bandlauf-

- werke oder CD-ROM für die langfristige Datenhaltung; erstere dienen der Ein- und Ausgabe von Daten oder Programmen, letztere können große Datenmengen auf Dauer für die schnelle Eingabe in das System bereitstellen,
- die *Tastatur* und *Rollkugel* (Maus) für die Systembedienung,
- das *Sichtgerät* (den Monitor) für die Informationsdarstellung mit hoher Auflösung für gute Grafikfähigkeit in Farbe und geringer Strahlung,
- der *Drucker* zur Ausgabe von Informationen in dauerhafter Form (Hardcopy).

Systemverwaltung – Diese erfolgt durch eine Vielzahl von *Programmen* für unterschiedliche Aufgaben:

- ▶ **Betriebssystem**: Es umfaßt jene Programme, welche die verschiedenen Teile des Computers zu einem arbeitsfähigen Gerät zusammenbinden.

Aus vielen verfügbaren Systemen sind wichtig

- *MS-DOS* mit der augenblicklich größten Bedeutung, obwohl es ausschließlich auf Aktionen durch nur einen Benutzer ausgelegt ist und erhebliche Schwächen im Hinblick auf parallel ablaufende automatisierte Verarbeitungsalgorithmen aufweist,
- *WINDOWS 95* oder *OS/2* als MS-DOS-Nachfolger auf 32 Bitbasis mit grafischer Oberflächengestaltung und eingeschränkt parallel ablaufender Verarbeitung,
- *UNIX* oder *WINDOWS NT*, häufig als »Betriebssysteme der Zukunft« bezeichnet; sie könnten die Kommunikation zu anderen Rechnern für eine rechnergestützte Betriebsführung automatisieren, und sie besitzen parallele Verarbeitungseigenschaften.
- ▶ **Anwendersystem**: Die Schwierigkeiten der Computerbedienung durch englische Befehle und vielfache, oft unverständliche Zusätze führen immer stärker zu einheitlichen Benutzeroberflächen. Losgelöst von der eigentlichen Befehlsstruktur werden Arbeitsweisen des Schreibtisches nachempfunden und in »Fenstertechnik« angeboten.
»Windows« hat sich als Standard für die benutzerspezifischen Anwendungen unter MS-DOS entwickelt und in eigenen Betriebssystemen selbstständig.

Kommunikation – Sie besteht aus dem Aufbau der Leitungsverbindung und der Datenübertragung. Wichtig sind

- ▶ **betriebsexterne Kommunikation**: Zur Übernahme außerhalb des Betriebes verfügbarer Daten (LKV, Datenbanken) und zur Übergabe im Betrieb erfaßter Informationen. Übertragungs-

leistungen werden als Standards über die Telekom als Datex-Dienste erbracht oder über Internet weltweit zu Verfügung gestellt. Erforderliche Programme werden zunehmend vom Anwendungssystem bereitgestellt.

- ▶ **Prozeßanbindung:** Diese erfolgt innerbetrieblich, Kommunikationsprogramme sind erforderlich für physikalische Verbindungen zur
 - *stationären Technik* mit fest verlegten Leitungen als einfachste Lösung; besondere Sicherheitseinrichtungen oder Glasfaserkabel ermöglichen bzw. garantieren Blitzschutz,
 - *mobilen Technik* durch bewegliche Leitungen (Ausnahme), Datenträger (Chipkarte, RAM-Box) oder Datenfunk.

Bei diesen Verbindungsarten sind Normen unumgänglich. Sie müssen von den beteiligten Partnern selbst geschaffen werden und arbeiten nur problemlos, wenn sie auch international anerkannt und verfügbar sind (ISO-Normen).

6.4.2 Anwendersoftware

Betriebliche Rechentechnik erfordert betriebsspezifische **Programme** für

- ▶ Planung und Prognose,
- ▶ Kommunikation,
- ▶ Überwachung,
- ▶ Auswertung.

Planung und Prognose – Vor jeder Produktion steht die Planung eines Soll-Wertes für den Gesamtbetrieb, den Betriebszweig oder für eine spezielle Arbeitsaufgabe. Sie ist demnach in die Zukunft gerichtet und gilt allgemein. Dagegen ist die Prognose ein Soll für eng umrissene Arbeitsaufgaben unter bestimmten Randbedingungen und wird erst dann eine Vorgabe, wenn diese eingetroffen oder erfüllt sind.

Planung und Prognose führen zu Arbeitsaufträgen. Sie stellen Anweisungen für die benötigten Techniken dar und enthalten Vorgaben nach Ort, Zeit und Menge. Kritische Aufträge oder Auftragsfolgen bedürfen einer Ablaufsimulation, um enthaltene Sicherheiten abschätzen oder noch erforderliche Reserven einfügen zu können.

Die fertigen Aufträge enthalten auch Hinweise auf den benötigten Informationsinhalt der Rückmeldungen.

Kommunikation – Arbeitsaufträge müssen in prozeßgerechte und Rückmeldungen in anwenderprogrammgerichte Formen übertragen werden. Diese bestehen aus

- ▶ der Zuordnung zu bestimmten *Dateien*,
- ▶ der *Informationsanordnung* innerhalb des gesamten Datensatzes,
- ▶ den *Umformungen* von Dateninhalten (z. B. t/ha in kg/ha, m in cm) für eine spezifische Prozeßtechnik oder für spezifische Auswertungssoftware bei der Datenübernahme.

Standardisierte Kommunikationswege und -inhalte übertragen die Kommunikation in das Anwendungssystem. Dadurch wird es preisgünstiger, sicherer und einfacher in der Anwendung.

Überwachung – Arbeitsaufträge liefern nach ihrer Durchführung die erzielten Ist-Werte. Sie dienen

- ▶ dem **Ist-Soll-Vergleich**, um daran frühzeitig Abweichungen vom Produktionsziel erkennen und gegensteuern (regeln) zu können; grafische Darstellungen steigern die Aussagekraft,
- ▶ der **Dokumentation** in den Schlag- und Tierkarten.

Auswertung – Aus der Dokumentation wird im letzten Schritt die Bewertung abgeleitet. Einmal gespeicherte Daten dienen in der Regel mehrfachen Auswertungen. Schwerpunkte sind die

- ▶ **Arbeitsrechnung** mit Arbeitsaufwand, Arbeitsaufriß und Tätigkeitsanalyse,
- ▶ **Naturalrechnung** in der Gegenüberstellung von Einkauf zu Verbrauch, Ernte zu Verkauf und in der Lagerhaltung,
- ▶ **Finanzrechnung** als Deckungsbeitragsrechnung, in der Kostenstellenrechnung und in der Buchführung.

Derartige theoretische Gesamtsysteme können in einem Betrieb nur in aufeinanderfolgenden Schritten verwirklicht werden. Sorgfältige Planung, gezielter Einstieg und Kontinuität auch bei Rückschlägen sind Voraussetzungen für den Erfolg.