

Landwirtschaftliche

Arbeitslehre

**Manuskriptdruck
der Vorlesung**

H. Auernhammer

**Institut für Landtechnik
der TU-München
Weihenstephan**

1986

© 1986 by Institut für Landtechnik
Vöttinger Str. 36
D-8050 Freising-Weihenstephan

Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des Verfassers.

Eigenverlag der Landtechnik Weihenstephan

Printed in Germany

Vorwort

Arbeit bestimmt das Leben des Landwirts. Gleichgültig, ob er einen kleinen oder großen Hof bewirtschaftet, ob er verstärkt in die tierische oder die pflanzliche Produktion eingestiegen ist oder ob er viel oder wenig Technik einsetzt. Auch weiterhin wird sich daran nur wenig ändern, denn bessere Bedingungen würden günstigere Voraussetzungen erfordern, welche kurzfristig jedoch nicht abzusehen sind.

Dies zu wissen kann für den Studierenden der Landwirtschaft während seiner sicher nicht weniger arbeitsreichen Ausbildung nur von Nutzen sein. Dabei sollte er jedoch bedenken, daß Arbeit von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist und daß höhere Leistung und mehr Arbeitserfolg nur im Zusammenwirken von Mensch und Arbeitshilfsmitteln möglich ist.

Eines dieser Mittel soll der vorliegende Manuskriptdruck sein. In ihm wird versucht, den Menschen, seine körperlichen und geistigen Fähigkeiten und Grenzen, den für ihn am besten geeigneten Arbeitsplatz, die Arbeitszeit und die Arbeitsorganisation im Zusammenhang mit der Landwirtschaft darzustellen.

Dabei wurde auf erste Manuskripte von Prof. Dr. H. Schön (zwischenzeitlich in Braunschweig-Völkenrode tätig) aufgebaut. Von ihm wurden die Kapitel 1-3 und 10 in wesentlichen Teilen übernommen. Die restlichen Kapitel wurden weitgehend neu gestaltet und mit der Prozeßsteuerung eine zusätzliche Ergänzung in den Manuskriptdruck einbezogen, dessen Bedeutung für die künftige Landwirtschaft heute vielfach noch stark unterschätzt wird.

Es ist mein Wunsch, daß diese Schrift meine Vorlesung in abrundender Weise ergänzen möge und dabei nicht nur als Hilfestellung zur Prüfungsvorbereitung betrachtet wird. Vielmehr hoffe ich, daß sie auch im späteren beruflichen Leben Anregungen geben und damit zur arbeitswirtschaftlichen Entlastung der in der Landwirtschaft Tätigen beitragen kann.

Inhalt

	Seite
<u>1. Einführung in die Arbeitswissenschaft</u>	1
1.1 Aufgaben und Ziele der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft	1
1.2 Geschichtliche Entwicklung der menschlichen Arbeit und der Arbeitswissenschaft	4
1.2.1 Die Entwicklung der menschlichen Arbeit	4
1.2.2 Die Geschichte der industriellen Arbeitswissenschaft	5
1.2.2.1 Vorindustrielle Ansätze einer Arbeitswissenschaft	5
1.2.2.2 Arbeitswissenschaften in den USA	8
1.2.2.3 Arbeitswissenschaft in Europa	9
1.2.3 Geschichte der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft	11
1.2.4 Derzeitige Aufgaben der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft	14
1.3 Zum Begriff "Arbeit"	16
1.3.1 Arbeit im volkstümlichen Sinne	16
1.3.2 Arbeit im physikalischen Sinne	17
1.3.3 Arbeit im System	18
<u>2. Physiologische Grundlagen der menschlichen Arbeit</u>	21
2.1 Sinnesorgane und Wahrnehmung	21
2.1.1 Grundlagen der Informationsverarbeitung	22
2.1.2 Das menschliche Auge	24
2.1.3 Das menschliche Ohr	25
2.1.4 Der Geruchssinn	25
2.1.5 Der Tastsinn (die Berührung)	26
2.2 Entscheiden	26
2.3 Handeln	27
2.3.1 Bau und Funktion der Muskeln	27
2.3.2 Die Ernährung der Muskeln	29
2.3.2.1 Stoffwechsel und Energieumsatz	29
2.3.2.2 Atmung und Blutkreislauf	32
2.3.2.3 Statische und dynamische Arbeit	32
2.3.3 Steuerung der Muskelbewegung	34
<u>3. Die menschliche Arbeitsleistung</u>	37
3.1 Leistungsbereiche und Leistungsangebot des Menschen	37
3.2 Die Faktoren der Leistungsfähigkeit	40
3.2.1 Geistige und körperliche Voraussetzungen	40
3.2.1.1 Geistige Voraussetzungen des Menschen	40
3.2.1.2 Körperliche Voraussetzungen der Leistungsfähigkeit	42

	Seite	
3.2.2	Ernährung des Menschen	45
3.2.3	Anpassung und Übung	47
3.2.3.1	Anpassung - körperlicher Leistungsanstieg - Training	47
3.2.3.2	Übung - Verbesserung der Muskelkoordinierung	48
3.2.3.3	Lernen - Vergessen	49
3.3	Bedingungen der Leistungsbereitschaft	51
3.4	Die Disposition der menschlichen Leistung	53
3.4.1	Die Tagesrhythmik	53
3.4.2	Körperliches Befinden und Umwelteinflüsse	55
3.4.3	Ermüdung	55
3.5	Meßmethoden für das Leistungsangebot des Menschen	56
3.5.1	Meßmethoden für die Einzelfaktoren	56
3.5.2	Beurteilen des Leistungsgrades nach REFA	57
<u>4.</u>	<u>Belastung des Menschen durch die Arbeit</u>	59
4.1	Arbeitsbelastung und Beanspruchung	59
4.2	Messung der Arbeitsbeanspruchung	60
4.2.1	Messen des Energieumsatzes bei der Arbeit	61
4.2.1.1	Methodische Ansatzpunkte	62
4.2.1.2	Ergebnisse	62
4.2.1.3	Beispiele zum Schätzen des Energieumsatzes	64
4.2.1.4	Beurteilung der Methode	66
4.2.2	Elektromyographie	66
4.2.2.1	Methode	66
4.2.2.2	Ergebnisse	66
4.2.2.3	Anwendungsbeispiele	67
4.2.2.4	Beurteilung der Methode	67
4.2.3	Pulsfrequenzmessung	67
4.2.3.1	Methode	68
4.2.3.2	Ergebnisse	68
4.2.3.3	Anwendungsbeispiele	69
4.2.3.4	Beurteilung der Methode	69
4.2.4	Einordnende Beurteilung der Methoden	70
4.3	Beurteilung der Arbeitsbelastung	70
4.3.1	Ergonomische Beurteilung von Arbeitssystemen (EBA)	71
4.3.2	Arbeitswissenschaftliches Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET)	71
4.3.3	Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft (BAL)	72
4.4	Ermüdung als Folge der Arbeitsbelastung	74
4.4.1	Die biologische Ermüdung	74

	Seite	
4.4.2	Die Antriebsermüdung	75
4.4.3	Die Arbeitsermüdung	75
4.4.3.1	Die physische Ermüdung	75
4.4.3.2	Die Koordinationsermüdung	76
4.4.3.3	Die neutrale Ermüdung	77
4.5	Pausen und Arbeitszeitgestaltung	79
4.5.1	Pausengestaltung	79
4.5.2	Länge der Arbeitszeit	82
<u>5.</u>	<u>Arbeitsplatzgestaltung (Mensch-Maschine-System)</u>	<u>85</u>
5.1	Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung	85
5.2	Informationsvermittlung	86
5.2.1	Optische Informationsübermittlung	87
5.2.2	Akustische Informations-Vermittlung	89
5.3	Informationsumsetzung durch Gestaltung der Bedienungselemente	90
5.3.1	Stellteile	90
5.3.2	Bewegungen	90
5.4	Arbeitsplatzgestaltung	91
5.4.1	Freiräume innerhalb des optimalen Arbeitsplatzes	92
5.4.2	Greifraum	92
5.4.3	Hebelanordnung	94
5.4.4	Betätigungskräfte	94
5.5	Lärm	94
5.6	Witterungseinflüsse	99
5.6.1	Temperatureinfluß	99
5.6.2	Beleuchtung und Licht	100
5.6.3	Sichtverhältnisse	101
5.6.4	Reflexion	102
5.7	Schwingungen	102
5.8	Schädliche Luftinhaltsstoffe	103
5.8.1	Abgase und andere schädliche Gase	104
5.8.2	Staub	104
5.9	Beispiele für den Schlepperführerstand und den Melkstand	105
5.9.1	Der optimale Schlepperführerstand	105
5.9.2	Das Beispiel Arbeitsplatz "Melkstand"	107
5.9.3	Grundzüge der Arbeitsplatzgestaltung	107
5.10	Unfallschutz	108

	Seite	
5.10.1	Unfallanalysen	109
5.10.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit	111
5.10.2.1	Technische und bauliche Gestaltung von Maschinen und Gebäuden	111
5.10.2.2	Ausbildung der Landwirte zum arbeitsgerechten Arbeiten	113
5.10.2.3	Motivation zum sicherheitsgerechten Handeln	113
<u>6.</u>	<u>Prozeßsteuerung</u>	<u>115</u>
6.1	Prozeßsteuerung im Wandel der Zeit	115
6.2	Mittel der Prozeßsteuerung	116
6.2.1	Sensorik	116
6.2.1.1	Menschliche Sensoren	116
6.2.1.2	Technische Sensoren	117
6.2.2	Informationsverarbeitung	118
6.2.2.1	Gedächtnis	119
6.2.2.2	Mechanische Informationsverarbeitung	120
6.2.2.3	Elektrisch-elektronische Informationsverarbeitung	120
6.2.2.4	Informationsverarbeitung im Computer	121
6.2.2.4.1	Hardware	122
6.2.2.4.2	Software	123
6.2.3	Aktorik	124
6.3	Formen der Prozeßsteuerung	125
6.3.1	Manuelle Prozeßsteuerung	125
6.3.2	Rechnerunterstützte Prozeßsteuerung	126
6.3.3	Rechnergestützte Prozeßsteuerung	128
6.4	Aufgabenbereiche der Prozeßsteuerung	130
6.4.1	Prozeßsteuerung und Betriebsführung	131
6.4.2	Prozeßsteuerung in der Produktion	133
6.4.2.1	Überwachung	133
6.4.2.2	Steuerung	133
6.4.2.3	Regelung	135
6.5	Entwicklung der Prozeßsteuerung	135
6.5.1	Stationäre Prozeßsteuerung	135
6.5.2	Mobile Prozeßsteuerung	136
<u>7.</u>	<u>Arbeitszeitermittlung durch Ist-Analyse</u>	<u>139</u>
7.1	Aufgaben der Ist-Analyse	139
7.2	Qualifizierung und Quantifizierung des Arbeitssystems	140
7.2.1	Qualifizierung landwirtschaftlicher Arbeitssysteme	142
7.2.2	Quantifizierung landwirtschaftlicher Arbeitssysteme	143
7.2.3	Arbeitsablaufgliederung	144

	Seite	
7.3	Methoden zur Ist-Analyse	145
7.4	Finale Zeitermittlungsmethoden (Ganzheitsmethoden)	146
7.4.1	Arbeitstagebuch	147
7.4.2	Arbeitszeitkarte	148
7.4.3	Arbeitszeitkonto	149
7.4.4	DLG-Wochenbericht	150
7.4.5	Elektronisches Arbeitstagebuch	151
7.4.6	Vergleichende Einordnung finaler Zeiterfassungsmethoden	153
7.5	Kausale Zeitermittlungsmethode	153
7.5.1	Zeitermittlung als Funktion wirksamer Einflußgrößen	153
7.5.2	Abschnittsabgrenzung	155
7.5.3	Zeitelementmethode	156
7.5.3.1	Aufgaben	156
7.5.3.2	Methode	157
7.5.3.3	Einordnung der Methode	162
7.5.4	Bewegungselementmethode	162
7.5.4.1	Aufgaben	163
7.5.4.2	Methode	164
7.5.4.3	Einordnung der Methode	166
7.5.5	Vergleichende Einordnung kausaler Zeiterfassungsmethoden	168
7.6	Arbeitszeitanalyse	169
7.6.1	Gesamtbetriebsanalyse (Arbeitsaufriß)	169
7.6.2	Betriebszweiganalyse	170
7.6.3	Arbeitsablaufanalyse	171
7.6.4	Arbeitsplatzanalyse	174
8.	<u>Planzeiterstellung und Modellanalyse</u>	175
8.1	Erstellung der Planzeitelemente	177
8.1.1	Auswertungsverfahren für unabhängige Planzeiten	178
8.1.1.1	Statistische Mittelwertanalyse	178
8.1.1.2	Streuverfahren nach REFA	181
8.1.1.3	Planzeitelementbildung aus Bewegungselementen	182
8.1.1.4	Dokumentation unabhängiger Planzeiten	183
8.1.2	Auswertungsverfahren für abhängige Planzeiten	184
8.1.2.1	Korrelations- und Regressionsanalyse	184
8.1.2.2	Planzeitelementbildung aus Bewegungselementen	187
8.1.2.3	Dokumentation abhängiger Planzeiten	187
8.2	Erstellung von Planzeitmodellen	189
8.2.1	Deterministische Modelle	190
8.2.2	Stochastische Modelle	194
8.2.3	Die Güte von Arbeitszeitmodellen (Ist-Soll-Vergleich)	196
8.2.4	Reduzierung auf die wichtigsten Einflußgrößen	197

	Seite	
8.3	Darstellungsform von Planzeiten	199
8.3.1	Geschlossene Planzeitsysteme	199
8.3.1.1	Tabellenform	199
8.3.1.2	Histogramm	201
8.3.1.3	Nomogramm	201
8.3.2	Offene Planzeitsysteme	202
8.3.2.1	Zeitfunktion	202
8.3.2.2	EDV-Systeme	203
8.3.3	Darstellungsformen in der Gegenüberstellung	204
8.4	Modellanalyse	205
<u>9.</u>	<u>Arbeitsplanung und Arbeitskosten</u>	<u>207</u>
9.1	Planung des Arbeitsablaufes	207
9.1.1	Graphische Arbeitsablaufplanung (Balkendiagramme)	208
9.1.2	Orts - Zeit - Netz	210
9.1.3	Der Netzplan	211
9.1.3.1	CPM-Netzplan	212
9.1.3.2	PERT-Netzplan	212
9.1.3.3	Durchführung und Beurteilung von Netzplänen	213
9.2	Arbeitsvoranschlag	214
9.2.1	Arbeitsmacht und Arbeitsanspruch	215
9.2.2	Arbeitsvoranschlag	215
9.2.2.1	Laufende Arbeiten	216
9.2.2.2	Planung termingebundener Arbeiten	216
9.2.2.3	Bedingt termingebundene Arbeiten	219
9.2.2.4	Durchführung des Arbeitsvoranschlages	220
9.3	Kapazitätsabgleich	221
9.3.1	Freie Kapazitäten	222
9.3.2	Fehlende Kapazitäten	222
9.3.2.1	Kurzfristige Arbeitsüberlastung oder Änderung der Produktion	222
9.3.2.2	Steigerung der Kapazität im Betrieb	223
9.3.2.3	Überbetrieblicher Maschineneinsatz	223
9.3.2.3.1	Maschinengemeinschaften	224
9.3.2.3.2	Maschinenring	225
9.3.2.3.3	Lohnunternehmer	226
9.3.2.3.4	Beurteilung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes	227
9.4	Kosten der Arbeitserledigung und Arbeitsertrag	227
9.4.1	Arbeitskosten	227
9.4.2	Maschinenkosten	228
9.4.2.1	Feste Kosten	229
9.4.2.1.1	Abschreibung	229
9.4.2.1.2	Zinsanspruch	230
9.4.2.1.3	Versicherung	230

	Seite	
9.4.2.1.4	Unterbringung	230
9.4.2.2	Veränderliche Kosten	231
9.4.2.2.1	Betriebsstoffkosten	231
9.4.2.2.2	Reparaturkosten	231
9.4.2.3	Beispiel einer Maschinenkostenberechnung	231
9.4.3	Gebäudekosten	233
9.4.3.1	Methoden zur Ermittlung des Kapitalbedarfs	234
9.4.3.1.1	Schätzung nach Nutzungseinheit	234
9.4.3.1.2	Schätzung nach Bauvolumen	234
9.4.3.1.3	Schätzung nach Kostenblöcken	235
9.4.3.1.4	Bedarfsanalyse nach Mengen und Preisen	236
9.4.3.2	Gebäudekosten	236
9.4.3.2.1	Abschreibung	236
9.4.3.2.2	Zinsanspruch	237
9.4.3.2.3	Versicherung, Reparaturen, Betriebskosten	237
9.4.3.2.4	Gesamtkosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude	238
9.4.4	Kosten der Arbeitserledigung	238
9.4.5	Arbeitsertrag (Deckungsbeitrag je AK)	239
<u>10.</u>	<u>Führungstechnik und Arbeitsunterweisung</u>	241
10.1	Der Anspruch auf "Führung"	241
10.1.1	Formen der Autorität durch Macht	242
10.1.1.1	Patriarchalische Autorität	242
10.1.1.2	Hierarchische Autorität	243
10.1.1.3	Unternehmerautorität	243
10.1.1.4	Probleme autoritärer Machtformen	244
10.1.2	Formen der Autorität durch Anerkennung	244
10.1.2.1	Funktionale Autorität	245
10.1.2.2	Fachliche Autorität	245
10.1.2.3	Informelle Autorität	245
10.2	Organisation der Führung	246
10.2.1	Autokratische Führung	246
10.2.2	Radikal demokratische Führung	247
10.2.3	Das "Harzburger Modell"	248
10.2.4	Führungsmodell nach BLAKE und MOUTON (USA)	250
10.3	Führungstechniken	253
10.3.1	Führung durch Delegation (Management by Delegation)	253
10.3.2	Führung durch Zielvorgabe (Management by Objectives)	253
10.3.3	Führung anhand erzielter Ergebnisse (Management by Results)	254
10.3.4	Führung nach dem Ausnahmeprinzip (Management by Exception)	254
10.3.5	Führung durch Motivation (Management by Motivation)	254
10.3.6	Führung durch Systemdenken (Management by Systems)	255
10.4	Mittel der Führung	255

	Seite	
10.4.1	Einweisung des Mitarbeiters	255
10.4.2	Täglicher Umgang mit dem Mitarbeiter	256
10.4.3	Mitarbeiterbesprechung	257
10.4.4	Entscheidungen treffen	257
10.5	Arbeitsunterweisung	258
10.6	Beratung	260
<u>11.</u>	<u>Literatur</u>	263
11.1	Bücher	263
11.2	Zeitschriften	266

1. Einführung in die Arbeitswissenschaft

Die Arbeitswissenschaft behandelt mit der Arbeit und dem Menschen existenzielle Probleme der Menschheit. Diese begannen

- mit der Selbstversorgung
- führten über das Handwerk zur Arbeitsteilung und Spezialisierung
- erbrachten in Verbindung mit Energieeinsatz und industriellen Fertigungstechniken enorme Leistungen der Einzelpersonen und
- ermöglichten damit einen zuvor nicht für möglich gehaltenen Wohlstand.

Diese allgemein beschriebene Situation steht durch die Nahrungsmittelerzeugung immer im Zusammenhang mit der Landwirtschaft. Sie war der Ausgangspunkt der Arbeit und sie stellt heute noch die wesentliche Basis der Menschheit in der Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln dar.

1.1 Aufgaben und Ziele der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft

Landwirtschaftliche Arbeit ist wie die Arbeit in den anderen Wirtschaftszweigen das Zusammenspiel von Mensch und Werkzeug bzw. Technik. Technik wird dadurch erst einsetzbar und kann dem Menschen als Hilfe dienen. Deshalb nimmt die Landarbeitslehre heute ihren Standort in der Landtechnik ein.

Diese Stellung ist jedoch nicht traditionell. Sie erwuchs erst aus dem Übergang der Landtechnik von der reinen Landmaschinenkunde zur heute üblichen "Landtechnischen Verfahrenslehre" (eingeleitet durch DENCKER, BRENNER u.a.). Bei dieser Betrachtungsweise steht der Mensch zwischen und zugleich über den Arbeitshilfsmitteln Maschinen und Gebäude (Abb. 1-1). Sinnvoll organisiert ergeben diese drei Bereiche in Verbindung mit dem Energieeinsatz das Arbeitsverfahren, welches ergänzt durch andere Produktionsfaktoren zum Produktionsverfahren wird. Innerhalb eines Produktionsverfahrens entscheidet das Arbeitsverfahren über die mögliche Leistung. Deshalb müssen alle daran beteiligten Faktoren definiert werden. Es sind erforderlich:

Maschinen und Geräte:

Funktion; techn. Kennwerte

Gebäude:

Funktion; techn. Kennwerte

Mensch:

Funktion und technische Kennwerte im Zusammenspiel mit den Arbeitshilfsmitteln (physikalische und mentale Leistungsfähigkeit; Mensch-Maschine-System)

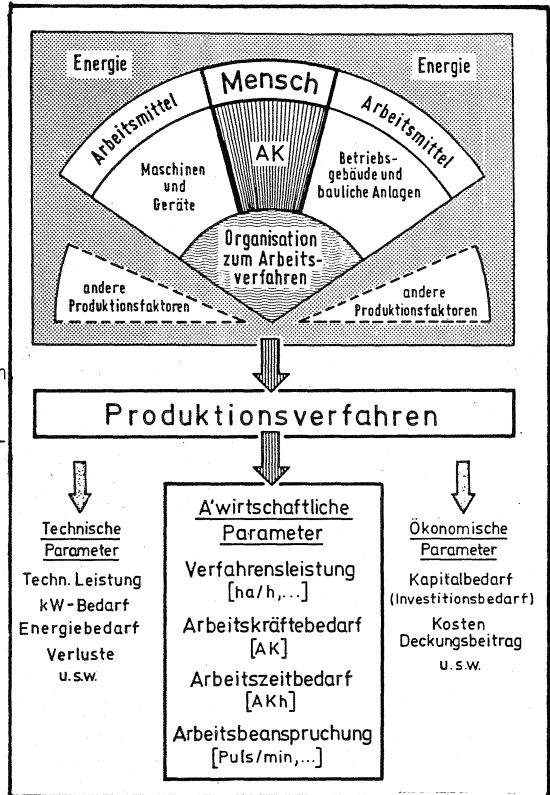


Abbildung 1-1: Faktoren eines Arbeitsverfahrens und deren wichtigste Beurteilungskriterien

Arbeitslehre ist somit die Grundlage der Landtechnik. Sie unterscheidet sich damit wesentlich von der Arbeitswirtschaft, welche die ökonomische Einordnung vornimmt und dabei den Arbeitsertrag ermittelt.

Die Arbeitslehre erhält ihre Anwendung also in der Landtechnik. Sie ist Teil der objektiven Verfahrensbeschreibung (Abb.1-1 unten) hinsichtlich:

- monetärer Art: Kapital, Kosten usw.
- produktionstechnischer Art: Arbeitsqualität, Verlust, Verschleiß, Störanfälligkeit
- arbeitswirtschaftlicher Art: landw. Leistung, AK-Bedarf, AKh-Bedarf, Arbeitsbeanspruchung

Diese Kennwerte bedürfen einer ständigen Anpassung an die Verhältnisse der Praxis (Einzelbetriebe). Dafür erforderliche methodischen Hilfsmittel der Subjektivierung und Objektivierung liefert die Arbeitslehre (Abb. 1-2).

Diesem Gesamtverständnis der Landtechnik tragen die Lehr- und Forschungsinhalte der landwirtschaftlichen Arbeitslehre Rechnung innerhalb der Bereiche:

1. Der Mensch als Arbeitskraft

- Entstehung der menschlichen Arbeit
- Arbeitsphysiologie
- Messung von Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft
- Disposition und Ermüdung
- Pausengestaltung

2. Zusammenwirken von Mensch - Maschine (Gebäude)

- Ergonomie
- Arbeitsplatzgestaltung
- Unfallschutz
- Prozeßsteuerung

3. Arbeitszeitermittlung

- Verfahrensanalyse
- Ist-Zeit-Ermittlung
- Erstellung von Planzeiten und landtechnischen Kennzahlen
- Kalkulation mit Planzeiten

4. Methoden zur arbeitswirtschaftlichen Planung von Verfahren

- Arbeitseinsatzplanung
- Arbeitsablaufplanung
- Arbeitsverteilung
- Kosten der Arbeitserledigung.

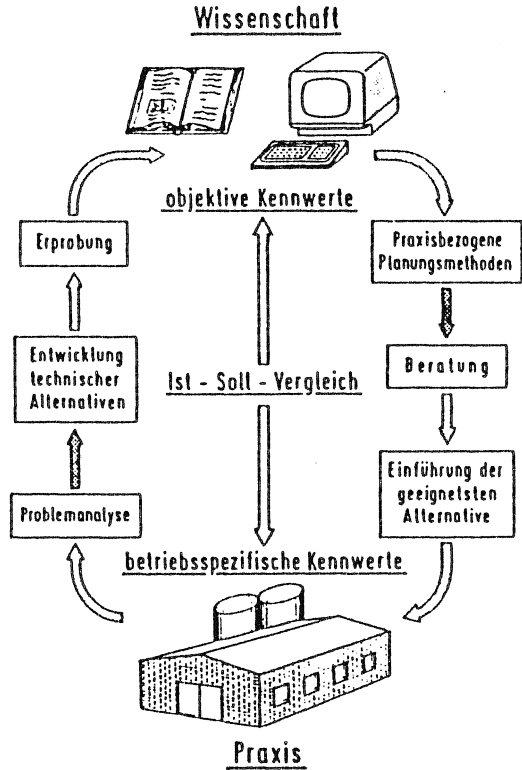


Abbildung 1 - 2: Methodischer Ablauf der landtechnischen Forschung

1.2 Geschichtliche Entwicklung der menschlichen Arbeit und der Arbeitswissenschaft

Vor den aktuellen Sachinhalten ist ein geschichtlicher Rückblick über:

- die Formen der menschlichen Arbeit,
- die Bewertung der Arbeit und
- die ersten Ansätze wissenschaftlicher Betrachtung

erforderlich. Damit soll eine breitere Basis geschaffen werden. Es soll das Verständnis für den derzeitigen Stand der Arbeitslehre geweckt und es sollen künftige Aufgaben - und Probleme abgeleitet werden.

1.2.1 Die Entwicklung der menschlichen Arbeit

Arbeit ist in Form der Existenzhaltung die Urform des Lebens. Sie ist tief im religiösen und philosophischen Bereich verankert. Interessant ist eine philosophische Betrachtung des französischen Evolutionstheoretikers Teilhard de CHARDIN (Abb. 1-3). Er versucht die Frage zu beantworten, warum der Mensch die überragende Rolle unter den Säugern übernommen hat und findet dabei eine für die Technik sehr interessante Hypothese. Danach ist der Mensch in allen seinen Fähigkeiten dem spezialisierten Säuger unterlegen. Trotzdem gelang es ihm mit Hilfsmitteln und Energie die dominierende Stellung einzunehmen.

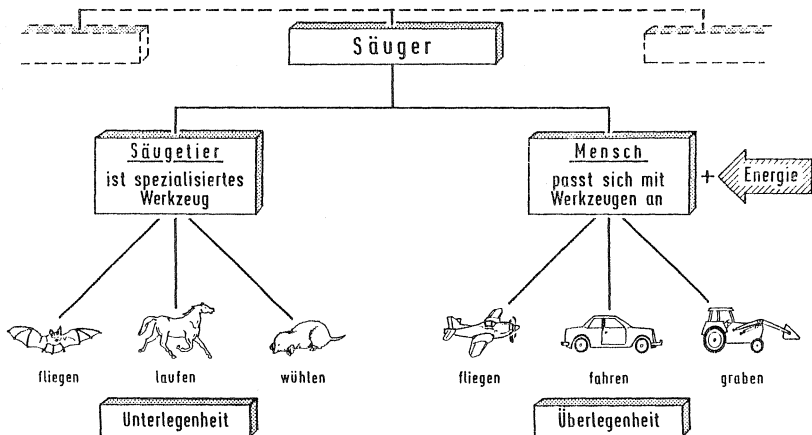


Abbildung 1-3: Evolutionstheorie nach Teilhard de CHARDIN
(Die Humanisation, Paris 1925)

1.2.2 Geschichte der industriellen Arbeitswissenschaft

Die Arbeitswissenschaft entstand mit der aufkommenden Industrialisierung. Folgende Gründe sind entscheidend:

- Es erwuchsen neue Arbeitstechniken und Arbeitsorganisationen
- dafür gab es keine Tradition und keine Erfahrung
- deshalb wurde eine wissenschaftliche Durchleuchtung notwendig.

Da die Landwirtschaft bei beginnender Industrialisierung noch in der traditionellen Arbeitsverfassung beharrte (bis 1. Weltkrieg), finden sich die ersten Ansätze ausschließlich in der Industrie. Für unser Verständnis ist deshalb ein kurzer Rückblick über die industrielle Arbeitslehre notwendig, wobei auch ein Blick auf die großen vorindustriellen Leistungen der Menschheit geworfen werden soll.

1.2.2.1 Vorindustrielle Ansätze einer Arbeitswissenschaft

Die vorindustriellen Ansätze sind als nicht wissenschaftlich zu bezeichnen, weil die Wissenschaft der damaligen Zeit ein Privileg der herrschenden Schicht war, welche sich nicht mit den Problemen der Herrn "Jedermann" befaßte.

Dadurch finden sich die Vorläufer des arbeitswissenschaftlichen Denkens dort, wo übliche Arbeitsorganisationen (Großfamilie) durchbrochen werden mußten.

a) Organisation von Massenarbeit

Eine erste große Arbeitsleistung der Menschheit liegt im Pyramidenbau. (2000 v. Chr.)

Beispiel Cheopspyramide: $230 \text{ m} \times 230 \text{ m} \times 147 \text{ m} \hat{=} 31 \text{ Mio t Masse}$
oder 2,6 Mio Steinklötze a 12 t

Entstehungssage

Pyramiden wurden zu Ehren der Könige gebaut. Wenn das Geld nicht reichte, sagt die Sage, wurden die Töchter zur Prostitution gezwungen - im Dia so erfolgreich, daß das Geld zusätzlich für eine kleine Pyramide reichte (sagt die Sage).

Theorie nach DÄNIKEN

Jeden Tag 10 Steinklötze, würde 649 Jahre Arbeitszeit bedeuten, folglich: Die Pyramiden müssen von Astronauten im Jahre 10.000 v.Chr. errichtet worden sein. Daraus läßt sich interpretieren, daß die damals erstellten Gebäude Kühllhäuser für eine spätere Wiederverwendung sein könnten.

Tatsächlich:

100 000 Fellachen wurden 20 Jahre für diese Bauweise herangezogen (ohne Rad und ohne Hebezug).

Schriftliches Zeugnis davon liefern Wanddarstellungen (Abb. 1-4).

Schriftliche Aufzeichnungen (Abb. 1-5) über Arbeitsplanung, Arbeitskontrolle, Berechnung und Entlohnung der eingesetzten Arbeitskräfte existieren vom Bau der Chinesischen Mauer.

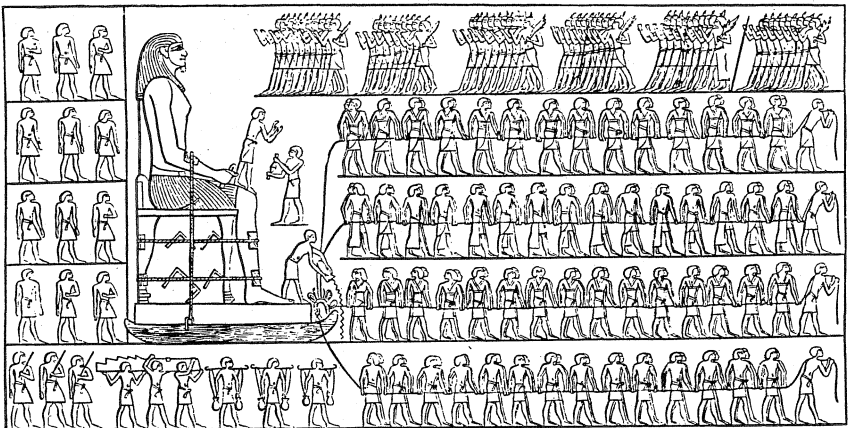


Abbildung 1-4: Transport einer Kolossalstatue (Relief aus El Bersheh, Mittleres Reich von 2000 v. Chr.)

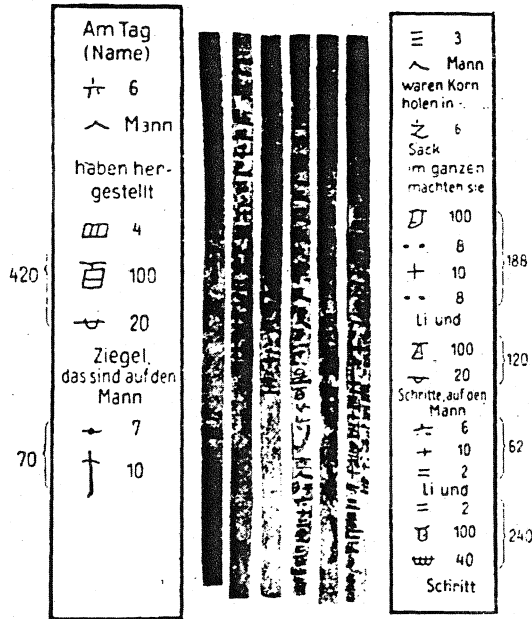


Abbildung 1-5: Arbeitsabrechnung vom Bau der großen Mauer in China (200 v. Chr.)

Ähnlich heute unvorstellbare Leistungen wurden auch vollbracht bei

- der Errichtung der Steinkreise in England (Stonehenge von 2800 - 1800 v. Chr.)
- dem Bau der mexikanischen Pyramiden
- der Herstellung und Errichtung der Kolossalstatuen Südamerikas

b) Vorindustrielle Arbeitsteilung

Neben dieser Massenarbeit fand schon sehr frühzeitig die Arbeitsteilung statt. Das typische Beispiel hierfür waren die Manufakturen im späten Mittelalter. Jedoch ist das Wissen um Fließbandarbeit schon älter:

"Der Kirchenvater AUGUSTINUS schreibt im 4. nachchristlichen Jahrhundert über den Besuch einer Silberschmiede: Ein kleines Gefäß geht, um fertig zu werden, durch die Hände vieler Arbeiter, obwohl es von einem, der seine Kunst vollkommen versteht, hergestellt werden könnte. Aber man glaubt, der Menge der Arbeit sei am besten gedient, wenn jeder einzelne einen besonderen Teil der Fabrikation schnell und leicht lerne, damit nicht alle genötigt würden, sich in langer Zeit und mit viel Mühe im ganzen Gebiet des betreffenden Handwerks voll auszubilden."

Einer der ersten, der die Arbeitsteilung systematisch betrieb, war PERONNET (Genf 1795).

Beispiel Nadelschmiede : 1 Mann erzeugt 200 Nadeln/Tag

Teilung in 18 Arbeitsgänge mit spez. Werkbänken = 48 000 Stecknadeln/AK
= 240fache Leistung.

Dieses Beispiel war mit der Anstoß für die Grundlage der industriellen Wirtschaftslehre von Adam SMITH, der letztlich für den Wohlstand der heutigen Industriegesellschaft verantwortlich ist.

Jedoch gab es von ihm ausgehend unterschiedliche Ansätze in Europa und in Amerika.

1.2.2.2 Arbeitswissenschaften in den USA

Ausgehend von:

- wenig Arbeitskräften und
- fehlender Arbeitstradition

vollzog sich die wissenschaftliche Arbeit in 4 Phasen (Abb: 1-6)

Konsequent wurde Phase 2 bei Ford in der Massenproduktion genützt (1914). Durch sie war es möglich, den täglichen Arbeitslohn je AK von 2 auf 5 Dollar zu steigern und in der Massenfertigung ein Auto für etwa 250 - 300 Dollar zu produzieren (vorher 800 Dollar).

Gleichzeitig mußte bei dieser Methode jedoch harte Kritik laut werden. Sie erlaubt zwar die beste Nutzung der Zeit, jedoch nimmt sie keine Rücksicht auf die Grenzen der menschlich zumutbaren Leistung.

Ausgangssituation :		wenig Arbeitskräfte keine Arbeitstradition
Phase	Initiatoren	wissenschaftliche Erkenntnis
1. <u>Teilung der Arbeit</u>	PERRONET SMITH (1723-1790)	Übungseffekt erhöht die Leistung Keine Übergangszeiten Spezialwerkzeuge einzusetzen Geringe Anlernzeiten
2. <u>Messung der Arbeitszeit</u>	TAYLOR (1856-1915)	Zeitelemente Standardisierung der Einflüsse Freie Kombinierbarkeit Vorausplanung möglich Pausen und Zuschläge getrennt zu behandeln
3. <u>Bewegungsstudium</u>	GILBRETH (1868-1924)	17 Grundbewegungen des Körpers Zeitbedarf für Grundbewegungen gleich Methode bestimmt den Zeitaufwand Arbeitsplatzgestaltung Konstruktion von Arbeitsabläufen mit Bewertung
4. <u>Systemanalyse</u>	NADLER	Input - Output - Beziehung Regelkreis von Mensch, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand

Abbildung 1-6: Phasen der arbeitswissenschaftlichen Entwicklung in den USA

Konsequenz: 1911 wurde dieses System vom Senat für Staatsbetriebe verboten

Trotzdem stellt dieser wissenschaftliche Ansatz eine entscheidende Pionierleistung dar, wenn dabei die Normalleistungsgrenze eingehalten wird.

Phase 3 wurde zur damaligen Zeit in ihrer Bedeutung verkannt. Erst heute (also fast 100 Jahre später) wird diese Leistung vollständig erfaßt.

1.2.2.3 Arbeitswissenschaft in Europa

In Europa herrschten zu Beginn des 19. Jahrhunderts andere Ausgangssituationen als in den USA (Abb. 1-7):

- genügend Arbeitskräfte = billiger Lohn
= Bevölkerungsüberschuß
- große handwerkliche Tradition

Deshalb treten die modernen Probleme wie in den USA nicht auf. Vielmehr führt hier schon die erste Phase zu großen sozialen Problemen.

<u>Ausgangssituation</u> : Überschuß an Arbeitskräften große handwerkliche Tradition		
Phase	Initiatoren	wissenschaftliche Erkenntnis
1. <u>Teilung der Arbeit</u>	PERRONET SMITH (1723-1790)	Übungseffekt erhöht die Leistung Keine Übergangszeiten Spezialwerkzeuge einzusetzen Geringe Anlernzeiten
2. <u>Soziale Frage</u>	MARX (1818-1883)	Arbeit und Kapital als wirtschaftliche Gegenpole Ausbeutung der wirtschaftlich Schwachen Organisation der wirtschaftlich Schwachen
3. <u>Gerechte Entlohnung</u> und <u>Ernährung</u>	DLG VDI REFA	Tarifpartner und Tarifverträge Vorgabezeiten Akkordentlohnung
4. <u>Systemanalyse</u>	NADLER	Input - Output - Beziehung Regelkreis von Mensch, Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand

Abbildung 1-7: Phasen der arbeitswissenschaftlichen Entwicklung in Europa

Folgende Zahlen (MARX) verdeutlichen die z.T. katastrophale Situation dieser Zeit:

Kinderarbeit

12 - 16 Stunden Arbeit/Tag
Kinder ab 6 Jahren arbeiten in Gruben
erst 1842 wurde die Untertagearbeit von Frauen und Kindern unter 10 Jahren verboten

Berufskrankheiten

England 1840 z.B. Durchschnittsalter 35 Jahre,
Arbeiter 25 Jahre,
Textilarbeiter 32 Jahre,
Metallarbeiter 23 Jahre.

Auch in Europa mußten deshalb gesetzliche Regelungen die schlimmsten Mißstände beseitigen. Die wichtigsten waren:

1853 wird in Preußen die Arbeit von Kindern unter 12 Jahren verboten

1889 dürfen Bergarbeiter nur noch 8 Stunden pro Tag arbeiten

Die Wissenschaft wandte sich den Problemen der Zeit zu. Wichtige Aufgaben waren:

- Arbeitsmedizin (v.a. Silikonforschung)
- Ernährungslehre (v.a. bedingt durch die vielen Kriege)
- Ernährungslehre im Zusammenhang mit der Arbeit
- Erforschung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Grenzen (Arbeitsphysiologie).

Die wichtigsten Institute und Forscherpersönlichkeiten waren:

- Kaiser-Wilhelm-Institut ab 1912
- Max-Planck-Institut in Dortmund
(MÜLLER, LEHMANN, HETTINGER)

Sehr spät kam dazu die Arbeitspsychologie und die Soziologie mit dem Gruppenverhalten und der Motivationsforschung.

Phase 3 erbrachte in Deutschland die Gründung des REFA (Reichsausschuß für Arbeitszeitstudien). Er befaßte sich vor allem mit Fragen

- des Akkordlohnes
- der Lohngestaltung

und führte über die eigentliche Arbeit hinaus zum Industrial Engineering.

Allgemeines Ziel war

- die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und
- Humanisierung der Arbeit

wobei REFA für die Einheit von

R = Unternehmer
E = Wissenschaft
F = Gewerkschaft
A = Arbeiter

stand. 1949 wurde der REFA in "Verband für Arbeitsstudien und Betriebsführung" umbenannt.

1.2.3 Geschichte der landw. Arbeitswissenschaft

Wie schon erwähnt, verzögerte sich die Änderung der Arbeitssituation in der Landwirtschaft. Erst nach dem 1. Weltkrieg setzte die erste Landflucht ein und damit ergaben sich die gleichen Probleme wie in der Frühzeit in den USA. Auch hier in Europa führte diese Situation zur Rationalisierung, das heißt, zum Ersatz von Arbeitskräften, wobei die aus der Landwirtschaft abgewanderten Arbeitskräfte durch Maschinen ersetzt werden mußten (Abb. 1-8).

<u>Ausgangssituation :</u>		Landflucht nach dem 1. Weltkrieg wenig Arbeitskräfte
Phase	Initiatoren	wissenschaftliche Erkenntnis
1. <u>Einzelbetriebliche Überlastung</u>	SEEDORF (1881)	Erkenntnis des Fehlens wissenschaftlicher Methoden und Daten für Problemlösungen Organisation der Erkenntnistransformation
2. <u>Handarbeitslehre</u>	RIES (1891 - 1974) PREUSCHEN (1908)	Arbeiterleichterungen in Form einfacher und billiger Hilfsmittel Punktueler Ansatz der Hilfsmittel
3. <u>Verfahrenslehre</u>	DENKER (1900 - 1967) BRENNER (1900 - 1974)	Substitution von Arbeit durch Technik Ansatz am gesamten Verfahren Neue Verfahren und Verfahrensalternativen
4. <u>Systemanalyse</u>		Durchdringung der Arbeitsverfahren mit Hilfe von Modellen unter Beachtung von Input - Output - Beziehungen und Regelkreisen aus Mensch + Arbeitsmittel + Arbeitsgegenstand

Abbildung 1-8: Phasen der arbeitswissenschaftlichen Entwicklung in der Landwirtschaft Deutschlands

Phase 2 und Phase 3 erbrachten die nachfolgend genannten Hauptprobleme und deren wissenschaftliche Bearbeitung:

1. Rationalisierung der Arbeit

1919 Gründung des DLG-Ausschusses für Arbeitswissenschaft
(SEEDORF 1881 - 1981)

1920 Kaiser Wilhelm-Institut "Pommritz"
(RIES 1891 - 1974)

1940 Max-Planck-Institut Breslau, Bad-Kreuznach
"Landarbeit + Technik"
(PREUSCHEN 1908)

Mit diesen Bemühungen setzte aber auch eine große Gefahr ein: Man glaubte, allein durch arbeitswirtschaftliche Methoden -ohne teure Maschinen- die Probleme lösen zu können. Damit tendierte diese Wissenschaft jedoch zur Handarbeitslehre und zum Bauernschlepper.

2. Denken in Maschinenketten

Erst DENCKER (Bonn) und BRENNER (Weihenstephan) erkannten, daß die Landtechnik, d.h. die Maschinen vor allem in Verbindung mit dem Menschen zu sehen sind; um gemeinsam zu einer hohen Arbeitsleistung zu kommen (Mensch-Maschine-System).

Damit setzte erstmals auch in der Landwirtschaft das Systemdenken ein. Nicht die Einzelmaschine, sondern die Verfahrenskette steht im Blickpunkt des Interesses (Handbuch der Landtechnik 1958). Besonders wichtig ist diese Erkenntnis im Zusammenhang mit der letzten Landflucht (ab Mitte der 50er Jahre).

3. Anpassung der Maschine an den Menschen

Dies gilt vor allem für den Spezialbetrieb, da dieser nicht mehr so vielseitig wie in früheren Jahren arbeiten kann und folglich von der Arbeitskraft eine einseitige Beanspruchung fordert.

4. Neuer Arbeitsrhythmus und neue Arbeitszeitgestaltung

Mit der Technisierung ergab sich ein vollständig neuer Gesichtspunkt: Eine Maschine kann nämlich nicht ermüden! Diese Zusammenhänge führten zu einer Überlastung des Menschen.

"Die alten Arbeitsverfahren mit Handgeräten oder das Führen von Gespanngeräten sind in einer sehr langsamen Entwicklung über Jahrhunderte hinweg entstanden. So ist es erklärlich, daß diese Verfahren im allgemeinen nur Anstrengungen unterhalb der Leistungsgrenze bringen. Nur wenige Arbeiten, wie z.B. das Mähen mit der Sense oder das Aufladen von Stallmist mit der Gabel liegen oberhalb der Leistungsgrenze. Beide Arbeiten sind traditionell mit Pausen versehen. Der Mäher wetzt seine Sense etwa alle 5 bis 8 Minuten und hat damit eine 1 bis 1 1/2 minütige Pause und der Bauer, der Stallmist geladen hat, fährt ihn selbst auf das Feld, wobei er während der Fahrt ausruhen kann. Außerdem waren die Zeiten der Ernte, in denen sehr viel gemäht wurde, gefolgt von ruhigeren Zeiten, in denen verbrauchte Körperreserven wieder aufgebaut werden konnten. Auch bei kurzzeitig schweren Arbeiten, wie z.B. das Ausmisten von Stallmist mit der Handkarre, tritt immer wieder ein Wechsel mit leichteren Arbeiten auf."

5. Neue Beurteilung der Arbeit = Arbeitsschwere

"Die Einführung der Maschine in der Landwirtschaft hat keineswegs bei allen Arbeiten die Belastung vermindert. Es gibt Arbeiten, bei denen sogar die rein muskuläre Belastung durch die Maschine größer geworden ist und u.U. weit über die Leistungsgrenze hinausgeht. Ein gutes Beispiel ist dafür in dargestellt. Der Mensch ist ja alleine durch das Gehen schon mit 60 % seiner Leistungskapazität ausgelastet. Muß er, wie z.B. beim Pflügen in der Furche gehen, so steigt die Auslastung durch das Gehen auf etwa 65 %. Das Gehen hinter dem Gespannpflug ist nicht wesentlich anstrengender als das Gehen ohne jede andere Arbeit und bleibt mit 30 Arbeitspulsen etwa bei 70 % der normalen Leistungsfähigkeit. Wird das Gespann durch den Motor ersetzt in Form des Einachsers, geht die Belastung um 50 % herauf und liegt an der Leistungsgrenze. Bei stärkeren Einachsschleppern wird die Leistungsgrenze erheblich überschritten."

Dieses Beispiel zeigt die Zusammenhänge zwischen den neu entstandenen Problemen der zusätzlichen Arbeitsbelastung durch die Mechanisierung sehr gut auf.

6. Planung der Arbeit

Alte Erfahrungswerte gelten heute nicht mehr (z.B. ein Tagwerk, 1 Morgen und ähnliches). Folglich müssen neue Normen erstellt werden.

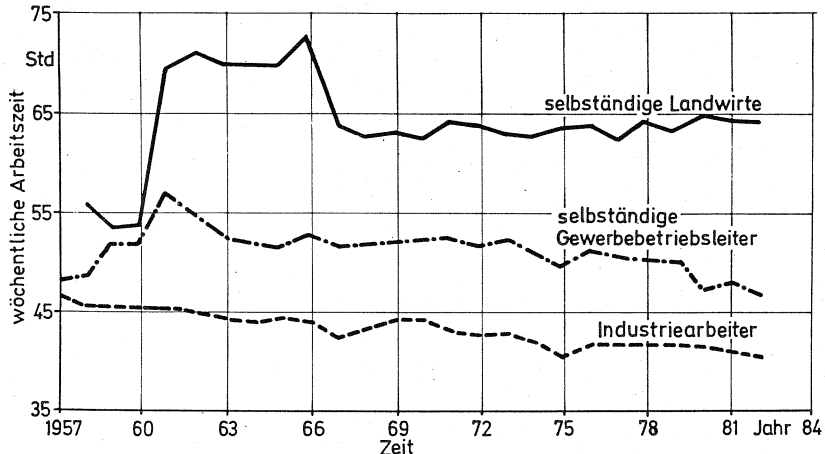
1.2.4 Derzeitige Aufgaben der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft

Viele dieser Probleme sind heute noch aktuell und es sind viele Forschungsaufgaben in dieser Richtung durchzuführen. Häufig - und auch richtig - ist eine Verbindung mit der Neuentwicklung der technischen Verfahren erforderlich.

Als spezielle Schwerpunkte sind zu nennen:

1. Belastung aus der Arbeit

Trotz hoher Technisierung ist die tägliche Arbeitszeit noch zu lang (Abb. 1-9). Noch bessere Planung und noch bessere Durchführung der Arbeiten könnten hier eine Verbesserung der Situation erbringen. Verstärkter Einsatz von "intelligenten Prozeßüberwachungsanlagen" könnte die starke Bindung an den Betrieb abmildern.



Quelle: Stat. Jahrbücher über E., F. und Stat. Jahrbücher der BR - Deutschland

Abbildung 1-9: Wesentliche Arbeitszeiten der selbständigen Landwirte, selbständigen Gewerbebetriebsleiter und der Industriearbeiter ab 1957 in der BR-Deutschland

2. Wandel von körperlicher zu geistiger Arbeit

Dem Landwirt fehlt die Einsicht in die Bedeutung der neu auf ihn zukommenden Probleme, die mit den Fragen der Automatisierung verbunden sind (Traditionsbewußtsein u.a.m.). Hier sind bestimmte Fragen der Automatisierung zu lösen.

3. Arbeitsplatzgestaltung (Mensch - Maschine - System)

In diesem Bereich fallen vor allem alle Probleme die zwischen dem Menschen und der Maschine entstehen. Es muß endlich der Wandel stattfinden, der besagt, daß die Maschine für den Menschen und nicht umgekehrt der Mensch für die Maschine da ist. Insgesamt führt dies zu den Fragen der Arbeitsplatzgestaltung und der rechnergestützten Prozeßsteuerung.

4. Management (Planungsmaterial und Planungsmethoden)

Die kommenden Probleme können nur mit verbesserten Daten (Planungsmaterial) und mit wesentlich besseren Planungsmethoden gelöst werden. Ansätze hierzu finden sich in der einzelbetrieblichen Betrachtung durch funktionelle Darstellung der Arbeitszeitwerte und des verfügbaren methodischen Instrumentariums. In diesen Bereich fallen aber auch die Probleme der Kapazitätsplanung.

5. Ausbildung und der Führung

Verstärkte Bemühungen um die Rationalisierung und Spezialisierung erfordern vom Menschen höhere geistige Fähigkeiten. Diese sind nur zu erzielen durch verbesserte Ausbildung und durch den Einsatz moderner Führungstechniken (Input-Output-Denken).

1.3 Zum Begriff "Arbeit"

Der Begriff der Arbeit wird in vielen Formen gebraucht und definiert. Insbesondere sind 3 große Begriffsgruppen zu nennen:

- Arbeit im volkstümlichen Sinne
- Arbeit im physikalischen Sinne
- Arbeit im System

1.3.1 Arbeit im volkstümlichen Sinne

Im Volksmund wird der Begriff der Arbeit an vielen Stellen gebraucht und meint dabei u.U. sehr verschiedene Dinge. Um nur einige Beispiele zu nennen:

- | | |
|------------------------|---------------------------------------------------|
| das war eine Arbeit | = schwere Arbeit |
| eine schöne Arbeit | = angenehm, zufriedenstellend |
| eine Arbeit verrichten | = Arbeitsumfang |
| eine Arbeit schreiben | = Gesamtaufgabe (Diplomarbeit, Dissertation u.a.) |
| das grenzt an Arbeit | = Abbruch der Freizeitgestaltung |

Daraus läßt sich ersehen, daß sowohl die Aufgabe als auch das Ergebnis von Bedeutung sind.

HILF beschreibt deshalb Arbeit als einen großen Bogen vom Block der Arbeitsaufgabe zum anderen Block des Ergebnisses. Darin gehen vielerlei Begriffe unter wie die echte Leistung und das Bemühen. Dieser Bogen ist zudem sehr breit und kann deshalb die oben genannten Begriffe an verschiedenen Stellen einordnen.

1.3.2 Arbeit im physikalischen Sinne

Nach den Gesetzen der Physik ist Arbeit = Kraft x Weg
 $W = F \times s$ (Nm oder J)

Daraus resultiert in der Zeiteinheit die

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeiteinheit}} = \frac{W}{t} \quad (W \text{ oder } kW)$$

Allerdings ist diese physikalische Definition für das Fach Arbeitslehre nicht ohne weiteres brauchbar, da:

- Probleme bei der statischen Arbeit bestehen,
- die Arbeit nicht immer eindeutig zielgerichtet ist (Aufgabe zum Ergebnis) und
- neben der physischen (körperlichen) Arbeit in immer größerem Maße die mentale (geistige) Arbeit in den Vordergrund drängt.

Folglich benötigen wir für unsere Vorlesung eine umfassendere Begriffsdefinition für die Arbeit. Hier ließe sich vielleicht folgende Definition anbringen:

- Jede menschliche Tätigkeit ist Arbeit (körperlich oder geistig).
- Jede Tätigkeit zur Existenzhaltung und Sicherung ist Arbeit (hier bleibt das Problem der Zielrichtung, wonach dann z.B. Sport keinerlei Arbeit bedeuten würde).
- Arbeit ist alles, was nützlich ist (PUMUCKL)

Eine andere Begriffsdefinition ließe sich aus den physikalischen Begriffen ableiten z.B. in:

$$\text{Arbeitsleistung} = \frac{\text{Arbeitsertrag}}{\text{Arbeitsaufwand}}$$

oder anders ausgedrückt

$$\text{Arbeitsleistung} = \frac{\text{Werkmenge}}{\text{Zeitmenge}} \quad \begin{array}{l} \text{z.B. ha/AK; dt/AK;} \\ \text{Tiere/AK} \end{array}$$

Aber auch hier handelt es sich nur um Vereinfachungen, die nicht ganz korrekt und eventuell auch nicht vollständig zulässig sind, denn

- der Arbeitsertrag ist nicht immer meßbar (z.B. geistige Tätigkeit in der Vorlesung und ähnliches mehr).
- der Arbeitsaufwand ist nicht immer von der Zeit, sondern oft von der Belastung abhängig.
- die Arbeitsleistung bleibt ein umstrittener Begriff, weil Leistung ja Arbeit in der Zeiteinheit darstellt, also Arbeit mal Arbeit / Zeit beschrieben wird.

1.3.3 Arbeit im System

Nachdem sich allgemein der Begriff der Arbeit innerhalb des Systemdenkens eingeführt hat, sollte dieser Begriff auch hier näher definiert und vorgestellt werden (Abb. 1-10).

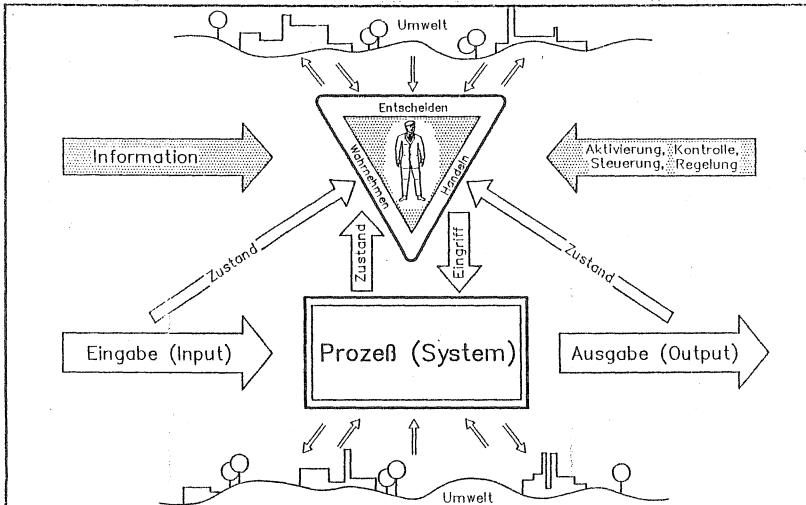


Abbildung 1-10: Mensch und Arbeitssystem

STIER beschreibt ein System als die wechselseitigen Beziehungen (Verbindungen und Strukturen) mehrerer Elemente, die durch die Eingabe (Input) so verändert werden, daß eine gewünschte Ausgabe (Output) erzielt wird.

Demnach wird das System (der Prozeß) zu dem in der Wissenschaft üblichen schwarzen Kasten, der von außen durch den Menschen gesteuert und reguliert werden muß.

In diesem Sinne läßt sich dann die menschliche Arbeit so definieren, daß sie:

Jenen Aufwand des Menschen darstellt, der in einem Arbeitssystem erforderlich ist, um aus einem definierten Input den optimalen und sinnvollen Output zu erzielen.

Der Mensch übernimmt darin die Aufgabe des Wahrnehmens, Entscheidens und Handelns. Er aktiviert, kontrolliert und überwacht das System (Überwachung, Steuerung, Regelung).

Diese Begriffsdefinition der Arbeit hat zudem den Vorteil, daß sie in unserem Zeitalter der Prozeßsteuerung sehr gut übernommen werden kann und eine Automatisierung dann erreicht wird, wenn der Mensch durch einen Automaten zu ersetzen ist. Dieser Automat übernimmt mit Sensoren die Prüfung des Zustandes. Anhand von Regelgrößen nimmt er über Stellglieder die Steuerung des Prozesses vor. Solche Automaten können rein mechanische Apparaturen sein. In jüngerer Zeit übernimmt dabei jedoch die Elektronik immer stärker alle Teilprozesse des Überwachens, Steuerns und Regelns, wobei der Mikroprozessor im Prozessrechner zur zentralen Steuerungseinheit wird.

2. Physiologische Grundlagen der menschlichen Arbeit

Grundlage der Arbeitswissenschaft ist die menschliche Arbeit, also der sich ständig wiederholende Kreislauf aus

- Wahrnehmen
- Entscheiden
- Handeln

Dieser auf den ersten Blick so einfache Regelkreis ist in Wirklichkeit jedoch ein äußerst kompliziertes Zusammenspiel vieler Teilbereiche des menschlichen Körpers, der auf die Sinnesorgane aufbaut, zum Gedächtnis führt und in der Muskelsteuerung den sichtbaren Ausgang hat (Tab. 2-1).

Tabelle 2-1: Gliederung der menschlichen Arbeit nach Ablauf und Teilbereichen

Wahrnehmen (Informations- aufnahme)	Entscheiden (Informations- verarbeitung)	Handeln (Informations- umsetzung)
Sinnesorgane (Rezeptoren)	Gedächtnis (Bereiche)	Muskulatur (Effektoren)
optisch akustisch kinästetisch (Bewegung) haptisch (Druck, Be- rührung, Vibration)	Kurzzeit (primär) Langzeit (sekundär) Langzeit (tertiär)	Sprache obere Extremitäten untere Extremitäten

2.1 Sinnesorgane und Wahrnehmung

Basis der Wahrnehmung sind Informationen. Sie besitzen im Mensch-Maschine-System qualitative oder quantitative Form, d.h. es sind Informationen mit dem Charakter einer Nein/Ja-Entscheidung (z.B. eingeschaltet - nicht eingeschaltet, zulässig - nicht zulässig) oder es sind Informationen mit einer gestuften Werteskala (Temperatur, Gewicht usw.). Beide Informationsformen treten in der Regel vermischt auf. Sie werden mit zunehmender Technisierung und Spezialisierung bei jedem Arbeitsgang zahlreicher, weshalb die gesamte Informationsverarbeitung (Aufnahme + Verarbeitung + Umsetzung) durch den Menschen immer mehr zum Engpaß in der Arbeitser-

ledigung wird. Um dabei Möglichkeiten der Entlastung erarbeiten zu können, bedarf es einer Analyse der Grundzusammenhänge der Informatik.

2.1.1 Grundlagen der Informationsverarbeitung

Mit dem Übergang vom mechanischen (Material-)Zeitalter zum Informationszeitalter wurde die Informatik eine eigene Wissenschaft. Sie hat zum Ziel:

- Information als Teil des Produktionsprozesses zu analysieren
- Information für die Verarbeitung verfügbar zu machen
- Verarbeitungsalgorithmen zu erforschen
- Systeme zu entwickeln, welche sich veränderten Informationen anpassen und über neue Entscheidungsalgorithmen (künstliche Intelligenz) vom Menschen unabhängig eine optimale Verarbeitung sichern

Die Informatik baut auf die kleinste Einheit der Information -dem Bit- auf. Ein Bit ist eine qualitative Information mit dem Wert

Nein = 0 und Ja = 1

Sie geht nach Abb. 2-1 davon aus, daß alle dargebotenen Informationen einer Informationsaufnahme und einer Informationsübertragung bedürfen. Entsprechend der Situation in diesen Teilschritten läßt sich das System beurteilen nach:

- Ein System nimmt alle dargebotenen Informationen auf, wenn es in der Lage ist, diese Informationen vollständig zu erfassen (Bestimmtheit $B=1$).
- Es überträgt dann alle Informationen zum Ort der Verarbeitung, wenn die Übermittlung im Kanal vollständig ist (Transinformation $T=1$).
- Es kann alle Informationen verarbeiten, wenn die Übergabe der Informationen an den Kanälen vollständig ist, d.h., wenn keine Unbestimmtheit herrscht (Unbestimmtheit H muß 0 sein!).

Daraus resultieren drei Übertragungsfälle:

- bei optimaler Übertragung ist $B=1$; $T=1$ und $H=0$
- im Grenzbereich ist $B=1$; $T<1$ und $H>0$
- unbefriedigend ist die Übertragung bei $B<1$; $T<1$; $H>0$ bis $H=1$

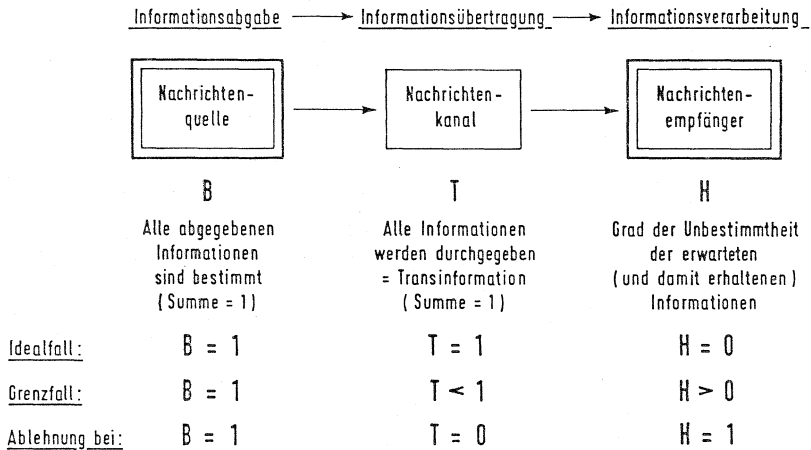


Abbildung 2-1: Informationstheorie

Entscheidend ist somit, daß an allen 3 Stellen der gesamten Informationsaufnahme Unzulänglichkeiten möglich sind.

Informationen können 4 Dimensionen besitzen:

- Zeitlichkeit
- Räumlichkeit
- Qualität
- Intensität

Müssen dem Menschen viele Informationen vermittelt werden, dann ist dafür zu sorgen, daß nach Möglichkeit alle Dimensionen optimal ausgenutzt werden. Dies bedeutet für die

Zeitlichkeit die Beachtung der Wahrscheinlichkeit beim Eintreffen einer Information

Räumlichkeit die Einhaltung vertrauter und erlernter Raumstrukturen

Qualität die optimale Ansprache des betreffenden Rezeptors (Auge durch Licht und nicht durch Schlag)

Intensität die Anpassung an die erforderliche Dringlichkeit der Übermittlung

Werden die menschlichen Sinne auf die Aufnahme von Signalen als Informationen überprüft, dann zeigt sich ein sehr großer Nachteil in der erforderlichen Reaktionszeit (Abb. 2-2).

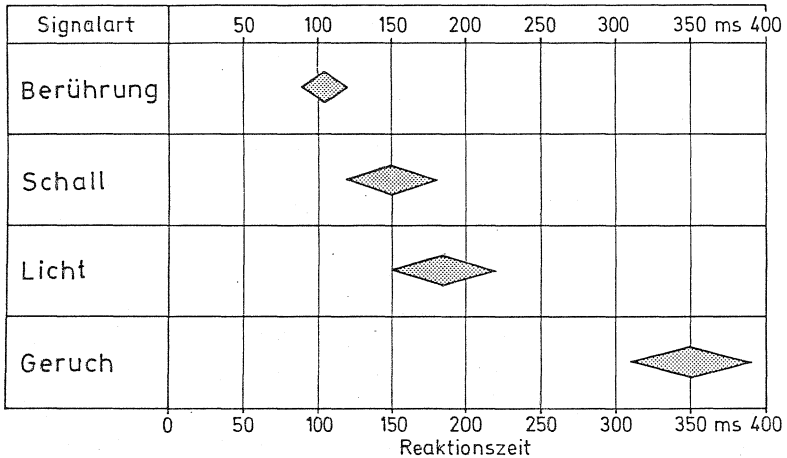


Abbildung 2-2: Länge der Reaktionszeit bei unterschiedlicher Signalart (nach LOCHOW)

2.1.2 Das menschliche Auge

Der Mensch erfährt etwa 85 % aller Informationen über das Auge. Problematisch ist die oben gezeigte Reaktionszeit. Deshalb ist die Beachtung der genannten Dimensionen Zeitlichkeit, Räumlichkeit und Intensität sehr wichtig. Dadurch wird eine Verbesserung der Adaption erreicht. Sie sind am wirksamsten, wenn ihre Änderung der Adaptionsgeschwindigkeit des Auges angepaßt wird (logarithmischer Verlauf).

Das Auge besitzt einen sehr komplizierten Aufbau:

Zapfen - direktes Sehen; in der Augenmitte verstärkt angeordnet; gute Farbsicht; gute Auflösung; lichtschwach

Stäbchen - lichtstark im Dunkeln; absolut farbschwach; geringe Auflösung

Der Mensch hat also zwei Augensysteme für jedes Auge. Deshalb bei Umstellung von hell auf dunkel besonders lange Adaption (bis 30 min).

Folgerungen für das Sehen:

1. Der Mensch kann sich auf geringes Licht einstellen (1:30),

aber geringe Auflösung
farbschwach
anstrengend

deshalb mindestens 180 Lux

2. Beim Übergang von Hell auf Dunkel ergibt sich

eine zeitliche Verzögerung in der Anpassung
starke Anstrengung

Deshalb Lichtunterschiede auf 10:1 beschränken

2.1.3 Das menschliche Ohr

In Verbindung mit dem Auge arbeitet das Ohr wesentlich an der Informationsaufnahme mit. Das Ohr ist in der Reaktionszeit dem Auge überlegen. Diese kann weiter verkürzt werden durch

- die Lautstärke, deren Begrenzung die Schmerzschwelle darstellt.

Der Frequenzbereich des Ohres ist altersabhängig. Er erlaubt das Wahrnehmen von Geräuschen im Bereich von 16 - 20.000 Hertz und vermindert sich im Alter auf etwa 8.000 bis 10.000 Hz.

2.1.4 Der Geruchssinn

Der Geruchssinn ist beim Menschen sehr schwach ausgebildet. Er weist die längste Reaktionszeit auf und kann deshalb nur für Informationsübertragungen genutzt werden, welche

- nicht lebensbedrohend sind
- keine großen technischen Probleme eröffnen
- weniger genau differenziert werden müssen.

Der Geruchssinn ist instabil. Er paßt sich bei längerer Einwirkung an und wird dann für die Informationsaufnahme unbrauchbar.

2.1.5 Der Tastsinn (die Berührung)

Der Tastsinn bzw. die Berührung weisen die günstigste Reaktionszeit auf. Insbesondere die Berührung wird damit zur besten Informationsübermittlungsmöglichkeit, wenn:

- lebensbedrohende Umstände vorliegen
- höchstwertige Techniken in Gefahr sind.

2.2 Entscheiden

Entscheiden ist die Verknüpfung von aufgenommenen Informationen mit vorhandenem Wissen. Es erfolgt

- unbewußt im Reflex
- bewußt und schnell bei geläufigen Zusammenhängen
- bewußt und langsamer bei weniger geläufigen Zusammenhängen.

Entscheiden ist somit abhängig von der Greifbarkeit der benötigten Information. Sie ist äußerst unterschiedlich bei den Formen des Gedächtnisses (Tab. 2-2)).

Tabelle 2-2: Überblick über das menschliche Gedächtnis

Kenngröße	sensorisch	primär	sekundär	tertiär
Kapazität	sehr klein	klein	sehr groß	sehr groß
Dauer	Bruchteile einer Sekunde	mehrere Sekunden	Minuten bis Jahre	dauernd
Zugriff	unbegrenzt	sehr schnell	langsam	sehr schnell
Art der Information	sensorisch	u.a. verbal	alle Formen	alle Formen

Entscheiden läuft nach 2 Modellmöglichkeiten:

- Handlung - Wahrnehmung bedeutet Ausrichtung der Handlung aufgrund einer erwarteten Wahrnehmung
- Wahrnehmung - Handlung bedeutet, daß erst aufgrund der Wahrnehmung eine Handlung stattfindet.

Gleichzeitig können andere Modelle für eine Entscheidung anstehen. In der Regel zieht der Mensch jedoch das Handlungs-Wahrnehmungsmodell vor und reagiert dadurch enorm schnell (Vorteil gegenüber Computer!).

2.3 Handeln

Jede Entscheidung bedingt ein Handeln. Der Ort des Handelns liegt in der Muskulatur. Zusammen mit dem Skelett (25 %) und den Muskeln (40 %) stellt das mechanische System etwa 65 % des menschlichen Körpers dar.

Für die Arbeitswissenschaft ist dabei von Bedeutung

- Aufbau und Funktion
- Ernährung
- Steuerung

2.3.1 Bau und Funktion der Muskeln

Für die Arbeit ist nur die dem Willen unterliegende quergestreifte Muskulatur von Interesse. Sie besteht aus (Abb. 2-3):

- Muskelbündel (von derber Haut umgeben, in Sehnen endend)
- Muskelfaser
- Myofibrille (riesiges Kettenmolekül, Länge entspricht der Muskelfaser)

Myofibrillen sind quergestreift. Sie sind die "Zellen" der Energieumsetzung. Die Querstreifung entsteht durch

- I-Band (hell)
- A-Band (dunkel)
- H-Band (grau)

Dazwischen jeweils das Sarcomer als Zwischenmembran.

Die Muskelfibrillen bestehen aus Elementarfibrillen oder Filamenten. Diese werden aus den strukturellen Proteinen Aktin (hell) und Myosin (dunkel) gebildet.

Aktin und Myosin können wie zwei Bürsten ineinandergeschoben werden, dadurch entstehen Streifen und Zwischenzone. Ausgelöst wird die Kontraktion des Muskels durch elektrische Impulse der Nerven (0,1 s Dauer in einer Höhe von 60 - 70 mV). Diese entstehen durch die Spannung zwischen Natrium (positiv) und Kalium (negativ) durch die Zellwand.

Diese Stromabgabe ist abhängig von der Beanspruchung der Muskeln. Sie ist meßbar in der Elektromyographie. Damit ist es möglich:

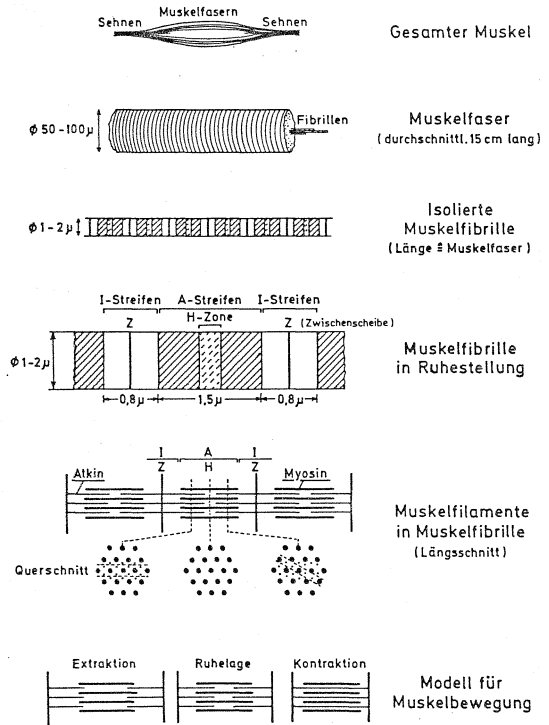


Abbildung 2-3: Muskelstrukturmodell (nach HUXLEY)

- die Höhe der Beanspruchung zu quantifizieren
- zu analysieren, welche Muskeln bei welcher Arbeit beansprucht werden

Wesentlich sind arbeitswissenschaftliche Folgerungen:

1. Jeder Muskel kann sich nur zusammenziehen.
=> Deshalb keine Haltarbeit.
2. Jede Muskelfibrille kann sich nur um den gleichen Betrag zusammenziehen.
=> je länger der Muskel - umso größer der Weg.

Die Kraft ist eine Funktion des Querschnittes (je cm 75 - 80 N)

Die Länge der Muskel ist meist anatomisch begrenzt (max. 15cm). Bei vielen Gliedern erfolgt deshalb die Umsetzung über Hebel.

- langer Hebel (Krafthebel), langsam, kurzer Muskel
- kurzer Hebel (wenig Kraft), schnell, lange Muskel

==> also mehr Bewegung und Geschwindigkeit - weniger Kraft.

3. Der Muskel kann sich immer nur in einer Richtung zusammenziehen, deshalb sind Beuger und Strecker notwendig.

Agonist

Antagonist

Nur dadurch ist eine gute und gleichmäßige Bewegung möglich. Zudem kann damit das Gelenk in jeder Lage fixiert werden. Allerdings ist dies stark vereinfacht. In Wirklichkeit wird eine Vielzahl von Muskeln für jede Bewegung benötigt, deren Kontrolle sehr wichtig ist.

Beispiele:

beim Kleinkind
langsam u. ungefügg

höchstes Können
beim Sportler

Arbeits-
pädagogik

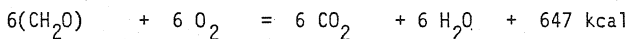
Die Arbeitspädagogik beschäftigt sich intensiv mit dem richtigen Erlernen rationeller Muskelkontrolle und -steuerung.

2.3.2 Die Ernährung der Muskeln

Die Ernährung der Muskeln erfolgt durch Energiezufuhr über die Atmung und den Blutkreislauf.

2.3.2.1 Stoffwechsel und Energieumsatz

Für die Kontraktion des Muskels ist Energiezufuhr erforderlich. Diese Desimilation erfolgt wie bei allen Lebewesen in der Form:



Kohlenhydr. + Sauerst. = Kohlen- + Wasser + Energie
dioxid

Diese Umwandlung unterscheidet sich von der uns geläufigen mechanischen Energieumwandlung sehr deutlich.

- Motor (thermische Verbrennung) = hoher Temperaturunterschied
- Muskel (chemische Verbrennung) = sehr geringe Temperaturunterschiede

Die chemo-dynamische Umwandlung ist sehr kompliziert. Sie wird durch Enzyme gesteuert und läuft vereinfacht in folgender Form ab:

- 1. Stufe: Lipoide und Glykogen ergeben Traubenzucker und Energie. Diese Stufe verläuft anaerob !
- 2. Stufe: Aus Traubenzucker entsteht mit Sauerstoffzufuhr Milchsäure (Abfallprodukt) und Energie.

Vorteile dieser sehr komplizierten Energieumwandlung sind:

1. Keine übermäßige Temperaturerhöhung und damit keine Zerstörung der biologischen Substanz.
2. Kein stoßartiges Freisetzen der Energie
3. Bei schlagartiger Belastung kann der Muskel kurzzeitig auch ohne Sauerstoff arbeiten. Energienachlieferung ist erst nach einer erheblichen Verzögerung möglich (z.B.: 100 m Läufer ohne Atemholen).

Deshalb ist die Leistung des Menschen von der Zeit abhängig

maximale Leistung 0,4 kW = 0,5 PS

Dauerleistung 0,33 kW = 0,4 PS

Der bei diesen Stoffwechselfvorgängen verbrauchte Grundenergieumsatz liegt bei etwa 8.700 kJ/Tag. Er ist abhängig vom Alter.

Darüberhinaus werden Freizeit- und Arbeitskalorien benötigt (Abb. 2-4). Können diese nicht mehr durch Nahrungsaufnahme gedeckt werden, erfolgt Verbrennung von Körpersubstanz (Fettdepot).

Im Durchschnitt kann der Mensch täglich 20.000 kJ (1 kcal = 4,2 kJ) aus der Nahrung aufnehmen. Daraus verbleiben für Arbeit etwa 10.000 kJ. Nur bei befristeter Arbeit ist es möglich, kurzzeitig mehr zu verbrauchen (bis 50.000 kJ je Tag).

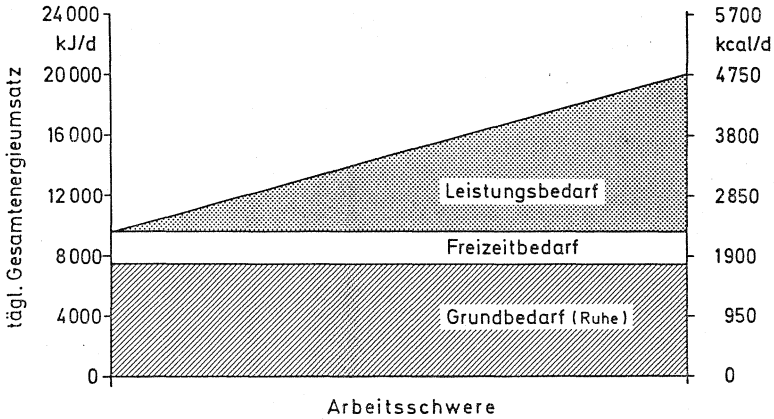


Abbildung 2-4: Täglicher Energieumsatz und Energiebedarfsbereiche (nach LEHMANN)

Durch den Energieverbrauch kann - wie bei jeder Maschine - der Wirkungsgrad der menschlichen Arbeit berechnet werden. Er ist nach Tab. 2-3 allgemein sehr schlecht. Im Durchschnitt beträgt er etwa 10,0 %, vergleichbar zur ersten Dampflokomotive "Adler". Je nach Arbeitsbedingungen ist er aber sehr unterschiedlich, "gut" bei Bewegungsarbeiten !

Tabelle 2-3: Erreichbarer Wirkungsgrad körperlicher Arbeit in % (nach Müller aus Landois-Rosemann, 1962)

Schaufeln in gebückter Haltung	3
Schraubenziehen	5
Schaufeln in normaler Haltung	6
Gewichtheben	9
Lastentragen (Rücken) über eine ansteigende Strecke einschließlich unbelastetem Abstieg	20
Leiterauf- und -abstieg (mit und ohne Last)	19
Hantieren schwerer Hämmer	15
Lastentragen auf ebener Strecke	17
Kurbeldrehen	21
Wagenziehen	24
Wagenschieben	27
Bergaufgehen (5 % Steigung, unbelastet)	30

2.3.2.2 Atmung und Blutkreislauf

Für die Energieumsetzung ist eine entsprechende Sauerstoffzufuhr und ein Abtransport von CO_2 erforderlich. Dafür sind Atmung und Blutkreislauf verantwortlich. Die Höchstgrenze ist vom Alter abhängig. Sie bestimmt damit auch die Leistung.

Die Regelung von Atmung und Blutkreislauf erfolgt über die Atemfrequenz und das Atemvolumen. Als Steuergröße wirkt das CO_2 im Blut:

1. im Atemzentrum
im Gehirn
nicht aut. brauchbar!
2. Atemfrequenz steigt bereits vor Belastung an.

Der aufgenommene Sauerstoff muß vom Kreislauf übernommen werden. Für den Transport ist die Blutmenge ausschlaggebend. Sie wird bestimmt von:

- a) Schlagvolumen: 60 cm³ - 140 cm³ bei Training
für Menschen unterschiedlich
- b) Frequenz: 70-180 je nach Arbeitsschwere unterschiedlich.

Beispiel:
Schlagvolumen . Puls
Untrainiert: 60 . 180 = 11 l/min
Trainiert: 120 . 180 = 25 l/min (max. 35 l/min)

Folglich ist Training sehr wichtig, denn dadurch kann mit weniger Mühe mehr Arbeit geleistet werden (Sportlerherz).

Die Pulsfrequenz ist bei Einzelpersonen ein gutes Hilfsmittel, um den Sauerstoffverbrauch abzuschätzen. Damit kann dann die Leistungsfähigkeit und die Arbeitsbeanspruchung des Einzelnen gut gemessen werden.

2.3.2.3 Statische und dynamische Arbeit

Bei der Betrachtung des Kreislaufes muß ein Sonderfall der körperlichen Arbeit näher betrachtet werden, denn:

- statische Arbeit $k \times \text{Zeit}$
- dynamische Arbeit $k \times \text{Weg}$

Aus Erfahrung wissen wir, daß statische Arbeit den Menschen besonders beansprucht. Dies hängt mit dem Blutkreislauf zusammen (Abb. 2-5):








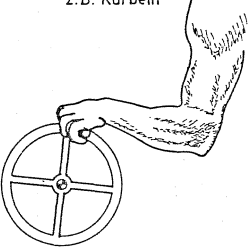
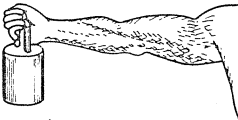
Ruhe		Dynamische Arbeit		Statische Arbeit	
					
Blutbedarf	Durchblutung	Blutbedarf	Durchblutung	Blutbedarf	Durchblutung
		z.B. Kurbeln 		z.B. Halten  Die Durchblutung ist geringer als der Blutbedarf, weil durch die Dauerkontraktion der Muskeln die Blutgefäße zusammengedrückt werden	

Abbildung 2-5: Durchblutung der Muskeln bei Ruhe, dynamischer und statischer Arbeit (nach LEHMANN)

Bei statischer Arbeit kommt es zu einer Verkrampfung..Dadurch wird der Muskeldruck größer als der Blutdruck. Dies führt zu einer ungenügenden Durchblutung mit:

- Ansammlung von Abfallstoffen
- Ermüdung

Durch Pausen ist jedoch eine Regeneration sehr schnell möglich. Allgemein können auf Dauer nur 15 % der max. Haltekraft aufgebracht werden. Statische Arbeit sollte deshalb möglichst eingeschränkt werden. Wo dies nicht möglich ist, sind folgende Verbesserungen vorzunehmen:

1. Statische Arbeit kurz halten und längere Pausen einlegen
2. Gegenstände leichter machen (z.B. Hebel usw.)
3. durch Arbeitsplanung Arbeit auf viele Muskeln verteilen
4. Körpergewicht nutzen, Überkopfarbeit vermeiden
 - Fußhebel
 - Zug statt Druck
5. günstige Arbeitshaltung wählen, um statische Belastung einzelner Muskelgruppen auszuschalten.

2.3.3 Steuerung der Muskelbewegung

Wie bereits bei den Muskeln ausgeführt, bewirkt erst das Zusammenspiel der Muskeln eine vernünftige Arbeitsbewegung - dies ist eine enorme Leistung des Menschen.

Die Steuerung der Muskeln erfolgt über sensorische (Rückmeldung) und motorische Nervenfasern. Von besonderem Interesse ist dabei der Regelmechanismus (Steuerungszentrale), der seinen Sitz im zentralen Nervensystem hat.

Hierzu gibt es eine eindeutige Hierarchie:

- | | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| - Großhirn | höchst differenziert
(bewußte Motorik)
gegenseitig gelagert (Händigkeit) |
| - Kleinhirn | Kontrolle und Abstimmung der Motorik
(unbewußte Reproduktion) |
| - verlängertes Mark | vegetatives Steuerungszentrum
(Atmung und Kreislauf) |
| - Rückenmark | Reflexe
(z.B. Muskelsteuernerv) |

Entwicklungsgeschichtlich ist bekannt, daß mit dem Wachstum eine Verlagerung stattfindet. Dabei gilt jedoch: Höhere Zentren haben alte nicht abgelöst, sondern überlagert. Dadurch ist es erklärbar, daß beim Absinken auf tiefere Ebenen bestimmte Formen des Fehlverhaltens auftreten, z.B. Schnappatmung des Fisches, Verzerren des Gesichtes bei Höchstleistungen u.a..

Entscheidend für die Muskelsteuerung ist der Zeitbedarf:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| - Bewußte Steuerung | 0,3 s/Entscheidung |
| - Unterbewußte Regulation | 0,03 s/Entscheidung |
| - Reflexe | 0,003 - 0,001 s/Reflex |

Damit erspart Übung viel Zeit und führt zu einer geringeren Beanspruchung.

Mit Ausnahme des lebenserhaltenden Reflexes werden alle motorischen Reflexe ursprünglich bewußt gesteuert; sie sind erst später in untere Reflexbögen abgewandert.

Lernvorgang manueller Arbeiten:

Auch beim Arbeiten müssen neue Bewegungen erlernt werden, die dann durch Übung möglichst schnell ins Unterbewußtsein abwandern sollen.

1. Bewußte Steuerung der Bewegung
2. Durch Sinne (Augen, Hand, sensorische Nerven) wird die Bewegung kontrolliert.
3. Durch Übung Kontrollstellen möglichst ausschalten (schneller), dadurch Arbeit zunehmend flüssiger.

==> Ziel: 1. immer weniger Kontrollstellen
keine optische Kontrolle
(Arbeit geht blind !)

2. keine bewußte Steuerung mehr
(Arbeit geht wie im Schlaf !)

3. Nur Zielstellung wird überwacht
Bewußtsein schaltet sich erst nach Überschreiten
der zulässigen Grenzwerte wieder ein.
(Automatisierungsgrad !)

Automatisierungsgrad der Arbeit

Dieser "Automatisierungsgrad" kann durch verschiedene Tests ermittelt werden. Der einfachste und gebräuchlichste ist, den Arbeitenden nebenbei leichte Kopfrechenarbeiten durchführen zu lassen. Dabei gilt eine Beanspruchung durch die Arbeit von 100 %, wenn ein Kopfrechnen nicht möglich ist (Tab. 2-4)

Tabelle 2 - 4: Beanspruchung des Bewußtseins bei verschiedenen Tätigkeiten (nach BORNEMANN)

Tätigkeit	Beanspruchung in %
Lesen	100
Geld zählen	80
Autofahren, Stadt (wenig Verkehr)	59
Autofahren, Land	35
Titrieren im chemischen Labor	46
Putzen, Kehren	9
Kochen, mehrere Gerichte gleichzeitig	54

Der Automatisierungsgrad ist für viele Arbeiten von größter Bedeutung.

1. Bei leichten einförmigen Routinearbeiten bleibt Bewußtsein frei für eigene Gespräche usw.; nur so wird beispielsweise Fließbandarbeit erträglich (in der Landwirtschaft sind diese Arbeiten am Rückgang).
2. Bei "handwerklicher Arbeit" wird geistige Kapazität nicht für Routine beansprucht, sondern kann sich dem Arbeitsziel widmen (z.B. Schweißen, aber auch Pflügen, Mähreschen). In der Landwirtschaft treten häufig wechselnde Arbeiten auf. Die Automatisierung ist deshalb gering; daraus ergeben sich besondere Anforderungen an den Steuerungskomfort.

Folgerung:

1. Routinearbeiten möglichst ununterbrochen in gleicher Reihenfolge erledigen.
2. Richtiges Anlernen ist entscheidend; da falsche Reflexe nur schwer korrigierbar sind. Der richtigen Arbeitsunterweisung kommt deshalb größte Bedeutung zu.

3. Die menschliche Arbeitsleistung

Bei der menschlichen Arbeit interessiert letztlich nur die erbrachte Leistung = Arbeitsleistung.

Aufgabe der Arbeitslehre kann es dabei nicht sein, nur die maximale Leistung zu fordern. Vielmehr geht es ausschließlich um die optimale Nutzung der menschlichen Arbeitskraft im Einklang mit körperlicher und mit geistiger Leistungsfähigkeit.

Dazu sind Kenntnisse über 2 große Bereiche erforderlich:

- Zustandekommen der menschlichen Leistung
- Meß- und Beurteilungsmethoden für die menschliche Leistung.

Die Problematik liegt vor allem in dem zuletzt genannten Bereich, weil vielfache Wechselbeziehungen zwischen der Leistung und dem Menschen bestehen:

Menschen mit großer Kraft - geringe Leistung
Menschen mit geringer Kraft - hohe Leistung

Außerdem kommt eine große Schwankungsbreite täglich oder über längere Zeiträume bei der menschlichen Leistung hinzu.

3.1 Leistungsbereiche und Leistungsangebot des Menschen

Aus biologischen Gesetzmäßigkeiten heraus kann der Mensch nicht vollständig über seine Leistungsbereiche verfügen. Auch dann, wenn der Einzelne am Ende seiner Kraft ist, ist damit die maximale Leistungsfähigkeit noch nicht erreicht. Hier gilt wie überall in der Biologie:

Die Natur plant Sicherheiten ein; erinnere Dich auch an die Energiezufuhr!

Grundsätzlich können beim Menschen folgende Leistungsbereiche unterschieden werden (Abb. 3-1):

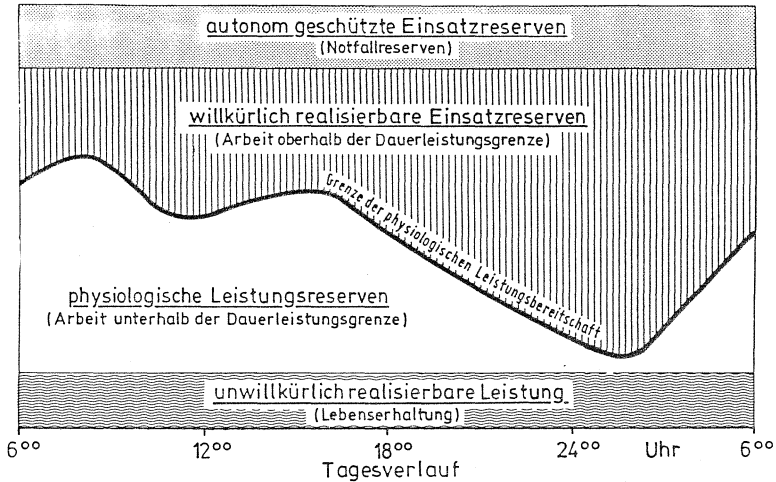


Abbildung 3-1: Die Leistungsbereiche des Menschen

1. Automatische Leistungsabgabe (unwillkürlich)
2. Physiologische Leistungsabgabe (unterliegt keiner besonderen Willensleistung)
3. Dem Willen zugänglicher Leistungsbereich (nur kurzfristig ohne Schaden als echte Leistungsreserve nutzbar)
4. Der Bereich der Notreserven (er wird nur für das Überleben benötigt, z.B. bei Kriegswirren, Fluchtsituationen, aber auch bei Hunger, Streiks u.ä. "eine unmenschliche Leistung vollbracht")

Aus diesen verschiedenen Leistungsbereichen interessiert hier vor allem der physiologische Bereich, mit den Einsatzreserven, d.h. streng genommen jener Bereich, der dem Willen unterworfen ist und damit auf die echte Leistungsbereitschaft aufbaut.

Aber auch dabei ergeben sich eine Reihe von Problemen, denn häufig führt

- eine geringe Leistungsfähigkeit zu hoher Leistungsbereitschaft und umgekehrt oder
- sinkende Leistungsfähigkeit zu höherer Leistungsbereitschaft (Beispiele hierfür sind Alter, Krankheit, Ermüdung).

Derartige Zusammenhänge werden in der Natur durch Regelkreise gelenkt. Sie können durch den Willen zum Fehlverhalten in der Leistungsbereitschaft umgesteuert werden. Dies erfolgt z.B. durch Überbeanspruchung über längere Zeit, wobei das Erbringen von Leistung durch medikamentöse Eingriffe in den unnatürlichen Bereich der Leistungsreservenbeanspruchung verlagert wird. Zwangsläufig führt dies zu gesundheitlichen Schäden und oft zu Abhängigkeiten.

Diese Gefahren sind im allgemeinen Lebensbereich besonders dann sehr groß, wenn das Streben nach Anerkennung, Geld oder ähnlichem für die Einzelperson das Übergewicht erreicht. Geringer sind diese Probleme dagegen im reinen landwirtschaftlichen Bereich, weil hier die Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Menschen immer nur kurzfristig sehr stark gefordert wird.

Allgemein wird die Leistung des Menschen von 3 Faktorbereichen bestimmt, dies sind (Abb. 3-2):

- Leistungsfähigkeit
- Leistungsbereitschaft
- Disposition

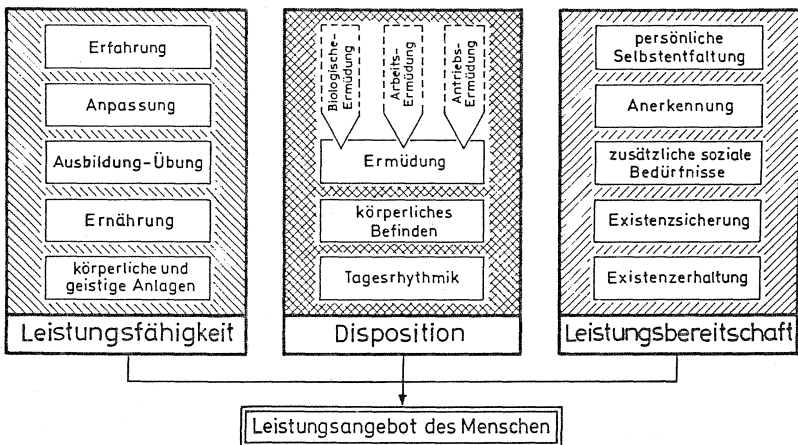


Abbildung 3-2: Die Leistungsbereiche des Menschen

3.2 Die Faktoren der Leistungsfähigkeit

Innerhalb dieser Gruppe treten eine ganze Reihe von Einzelfaktoren auf, deren strenge Trennung erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Trotzdem sollen hier die einzelnen Faktoren explizit vorgestellt und erläutert werden.

3.2.1 Geistige und körperliche Voraussetzungen

Gemäß der vorgenommenen Unterteilung muß zuerst über die geistigen Fähigkeiten des Menschen und über deren Beitrag zur Leistungsfähigkeit nachgedacht werden.

3.2.1.1 Geistige Voraussetzungen des Menschen

Unter die geistigen Voraussetzungen des Menschen fällt insbesondere der gesamte Komplex der Intelligenz. Dabei sind 2 große Unterscheidungen zu treffen, nämlich:

<u>Lernen:</u>	<u>Intelligenz:</u>
Speicherung aufgrund von Erfahrung und Übernahme anzueignendes Wissen, temporäres Wissen	Die Fähigkeit eines Individuums, sich neuen Aufgaben oder Gegebenheiten durch Einsicht anzupassen (analytisch und synthetisch, kognitiv!) Bloße Erfahrung reicht hier nicht aus.

Wenn heute von Intelligenz gesprochen wird, so wird grundsätzlich auch der Maßstab dafür im Intelligenzquotienten angesprochen (bei diesem normativen Maß ist der Durchschnitt der Population gleich 100 %). Vielfach wird aber vergessen, daß mit Intelligenz nicht nur ein Bereich geistiger Voraussetzungen gemeint ist, sondern daß es sich dabei um eine Struktur der gesamten geistigen Fähigkeiten des Menschen handelt, also

1. logisches Denken, Urteilsbildung
2. Sprachgefühl
3. Wortflüssigkeit
4. rechnendes Denken
5. räumliches Vorstellungsvermögen
6. mechanisches Gedächtnis (Fakten)
7. Folgerungen und Ordnungen

Zudem ist zu bedenken, daß die Intelligenz als Gesamtstruktur nicht von Geburt an vorhanden ist. Vielmehr gibt es hier einen sehr deutlichen Zusammenhang mit dem Lebensalter, wobei mit zunehmendem Alter die Streuung um den mittleren Intelligenzgrad zunimmt (Abb. 3-3).

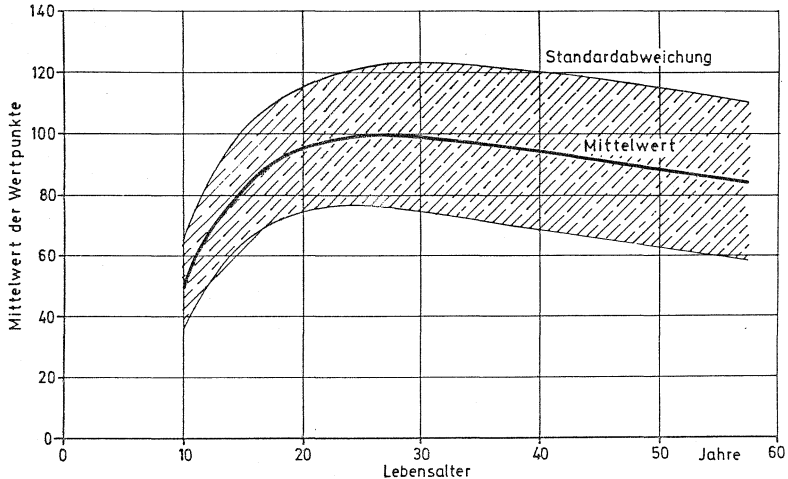


Abbildung 3-3: Entwicklung der Intelligenz als Funktion des Lebensalters

Als einen echten Höhepunkt in der Intelligenzentwicklung kann man beim Menschen das Lebensalter zwischen 25 und 30 Jahren nennen ("Im besten Mannesalter"). Anschließend an dieses Maximum tritt dann zwar eine Abnahme des mittleren Intelligenzquotienten im Mittel der Population auf, allerdings muß nun mit einer verstärkten Änderung der Intelligenzstruktur gerechnet werden. Typische Beispiele hierfür sind:

- Ersatz von Aufnahmefähigkeit durch besseres Urteilsvermögen
- gezieltere Schlußfolgerungen
- zunehmende Erfahrung und damit verbessertes Einordnungsvermögen.

Besondere Aufmerksamkeit verdient in diesem Zusammenhang auch die Intelligenzentwicklung bis zum Erreichen des Maximums. Untersuchungen zeigen sehr deutlich, daß Intelligenztests im Vorschulalter nicht sehr sinnvoll sind, weil der echte korrelative Zusammenhang mit der später erreichbaren Intelligenz nur sehr schwach ist (im Bereich von $B = 0,05$ bis $0,12$).

Neben der Abhängigkeit der Intelligenz vom Lebensalter gibt es außerdem zweifellos einen Zusammenhang zwischen Intelligenz und Umwelt. Uralt ist hier der Streit, was nun größer in seinen Auswirkungen ist, der Einfluß der Vererbung oder jener der Umwelt.

Untersuchungen an eineiigen Zwillingen haben die Zusammenhänge zum Vorschein gebracht:

In der Jugend besteht nur ein geringer Zusammenhang zwischen Intelligenzvermögen und Abstammung, also liegt ein hoher Umwelteinfluß vor.

Später wird dagegen der Zusammenhang zwischen Intelligenzleistung und Umwelt geringer und prägt sich wesentlich stärker in Richtung der Vererbung aus.

Allgemein kann festgestellt werden, daß eine Korrelation von 0,5 bis 0,7 zwischen Intelligenzleistung und Vererbung besteht, wonach als Faustzahlen 2/3 bis 3/4 der Intelligenzleistung aufgrund von Veranlagung gegeben sind; der Rest dazu ist reiner Umwelteinfluß.

3.2.1.2 Körperliche Voraussetzung der Leistungsfähigkeit

Während bei der Intelligenzleistung kein Unterschied zwischen den Geschlechtern festzustellen ist, ergeben sich im Hinblick auf die körperlichen Voraussetzungen im Mittel der Population echte meßbare Unterschiede sowohl in der Entwicklung als auch im Umfang der körperlichen Leistungsfähigkeit.

Bei der Frau ist die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit bis zum 16. Jahr sehr stark, danach flacht sie ab und erreicht bei etwa 25 Lebensjahren das Maximum. Allerdings liegt dieses Maximum um etwa 25 bis 30 % unter jenem des männlichen Geschlechtes.

Beim Mann zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Entwicklung bis zum 22. Lebensjahr und erreicht im Alter zwischen 25 und 30 Jahren das absolute Maximum. Danach fällt die Leistungskurve etwa parallel zu der des weiblichen Geschlechtes verlaufend wieder ab.

Diese Zusammenhänge sind äußerst wichtig und zeigen vor allem im Vergleich zwischen dem Maximum der körperlichen Leistungsfähigkeit und jener im höheren Alter von 60 bis 65 Jahren die enormen Unterschiede hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit auf. Hier sind vor allem die großen Unterschiede zwischen dem Maximum beim Mann in den besten Mannesjahren und der zu nur noch 30 bis 40 % dazu vergleichbaren körperlichen Leistungsfähigkeit der Frau von 60 Lebensjahren zu nennen.

Aus diesen Zusammenhängen ergeben sich die Problembereiche der

- a) Kinder- und Frauenarbeit überhaupt und
- b) der Einsatz alternder Menschen im Arbeitsleben.

Kinder- und Frauenarbeit ist in der Landwirtschaft sehr stark verbreitet. Besonders bei den Nebenerwerbsbetrieben zeigen Untersuchungen den hohen Anteil der von der Ehefrau zu erbringenden Leistung über den Jahresverlauf. Danach erbrachten:

- Ehefrauen an 340 Einsatztagen 40 bis 50 % ihrer Freizeit für den Betrieb
- Ehemänner an 120 Einsatztagen etwa 80 % ihrer Freizeit für den Betrieb

Dieses Mißverhältnis zeigt sich auch in den Auskünften der Ehefrauen von landwirtschaftlichen Nebenerwerbsbetrieben, bei denen mehr als 50 % den Wunsch nach Aufgabe der Landwirtschaft insgesamt äußerten.

Schließlich darf in diesem Zusammenhang das unterschiedliche Verhalten der Frau gegenüber dem Mann nicht vergessen werden. Wenn auch die Frau nur 75 % der körperlichen Leistungsfähigkeit besitzt, so ist sie doch:

1. wesentlich reaktionsschneller und erreicht
2. einen wesentlich höheren Automatisierungsgrad.

Allerdings darf nicht vergessen werden, daß

3. die Frau einer wesentlich höheren Gesundheitsgefährdung unterliegt (Schwangerschaft) und
4. im Hinblick auf die Reichweite anderen ergonomischen Gesetzen unterliegt.

Kinderarbeit sollte vor dem 16. Lebensjahr als echte Arbeit grundsätzlich nicht stattfinden. Vor allem darf hier keine Dauerleistung verlangt werden. Auch ist zu beachten, daß die Motivation bei den Kindern äußerst gering ist.

Alternde Menschen müssen künftig eine noch größere Beachtung erlangen. Immerhin müssen wir bedenken, daß der Anteil älterer Menschen in der Landwirtschaft sehr hoch ist. Dies zeigt eine Gegenüberstellung (Abb. 3-4) zwischen Asien und der BR-Deutschland.

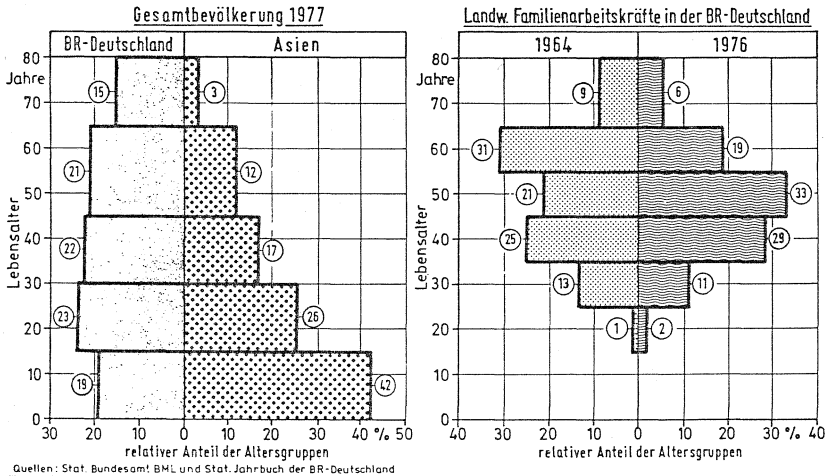


Abbildung 3-4: Altersgruppenvergleich zwischen der BR-Deutschland und Asien mit einer Gegenüberstellung der Struktur der Familienarbeitskräfte in der BR-Deutschland 1964 und 1976

Auf die abnehmende Muskelkraft mit zunehmendem Alter um etwa 20 bis 25 % wurde schon hingewiesen. Zusätzlich dazu vermindert sich die Leistungsfähigkeit mit zunehmendem Lebensalter durch:

- Schwierigere Aufnahme von Signalen (vor allem Sehen)
- Nachlassen des Kurzzeitgedächtnisses (schwierig, sich neue Fakten einzuprägen und sich umzustellen)
- Langsame Reaktion und schlechtere Muskelsteuerung (zunehmendes Zittern!)

Diese Beeinträchtigungen zeigen ihre Auswirkungen vor allem in den zunehmenden Unfallquoten in bezug auf ältere Menschen. So sind z.B.

10 % der Arbeitskräfte über 65 Jahre alt,

sie verursachen etwa 33 % aller tödlichen Unfälle,
und etwa 15 % aller Verletzungen.

65 % aller Getöteten in der Landwirtschaft sind über 55 Jahre alt !

Besondere Probleme ergeben sich deshalb beim alternden Menschen in unserer modernen industriellen Zeit durch:

- erforderliche hohe Reaktion im Umgang mit Maschinen
- hohe Flexibilität und Anpassung an die Arbeitsplätze
- verringerte Forderungen an die Erfahrung aus dem Berufsleben.

Deshalb müssen für den älteren Menschen in der von ihm zu fordernden Arbeit gewisse Anforderungen erfüllt werden. Wichtig ist für ihn:

- kein Zeitdruck,
- keine schwere Arbeit,
- keine Kontrollarbeiten.

Vielmehr sind dem älteren Menschen solche Tätigkeiten zuzuordnen, bei denen er seine Kompensationsmöglichkeiten voll ausschöpfen kann, wie:

- positive Einstellung zur Arbeit und gesteigerter Leistungswille
- lange Berufserfahrung
- aktives Verantwortungsbewußtsein.

In diesem Zusammenhang ist auch das Problem der Umschulung zu sehen. Im späteren Lebensalter vorgenommene Umschulungsmaßnahmen haben in der Praxis bisher nicht den erwarteten Erfolg gebracht. Dies hängt mit o.g. Erscheinungen aufgrund zunehmenden Lebensalters zusammen ab und muß künftig bei Neumaßnahmen stärker berücksichtigt werden.

3.2.2 Ernährung des Menschen

Neben den geistigen und körperlichen Voraussetzungen zur Leistungsfähigkeit kommt der Ernährung des Menschen große Bedeutung zu. Nur wenn sie ausreichend ist, kann der Mensch jene Leistung erbringen, zu der er aufgrund seines Körperbaues und seiner Intelligenz befähigt ist.

Als Grundregeln gelten folgende Zusammenhänge:

- Für die Arbeit sind je Tag etwa 12 000 kJ erforderlich (Abb 3-5).

Energieverbrauch bei Dauerleistung (nach LEHMANN)		
leichte Arbeit	9 000 - 14 000 kJ/Tag	(2 100 - 3 300 kcal/Tag)
mittlere Arbeit	14 000 - 16 000 "	(3 300 - 3 800 ")
schwere Arbeit	16 000 - 18 000 "	(3 800 - 4 300 ")
sehr schwere Arbeit	18 000 - 20 000 "	(4 300 - 4 800 ")

Energieverbrauch bei befristeten Arbeitsaufgaben (nach LULLIES/TRINCKER, 1968)		
über mehrere Monate (Saisonarbeit)	23 000 - 29 000 kJ/Tag	(5 500 - 7 000 kcal/Tag)
in Einzelmonaten	29 000 - 33 000 "	(7 000 - 8 000 ")
in Einzelwochen (z.B. „Sechstagerennen“)	33 000 - 38 000 "	(8 000 - 9 000 ")
an Einzeltagen	38 000 - 50 000 "	(9 000 - 12 000 ")

Abbildung 3-5: Energieverbrauch für die menschliche Leistung
(einschl. Grund- und Freizeitumsatz)

- Kurzfristig kann der Bedarf auf etwa 20 000 kJ ansteigen.

- Hieraus ergibt sich das Problem unserer Zeit im Nord-Süd-Gefälle:

In Verbindung mit Entwicklungsländern kann heute von einem echten Teufelskreis (Circulus Vitiosus) gesprochen werden, der sich folgendermaßen abspielt:

o Es herrscht Unterernährung,

o die meisten Menschen befinden sich im jugendlichen Alter und verlangen eine hohe Energiezufuhr,

daus resultiert eine geringe Leistung,

diese niedrige Leistung führt zu weiterer schlechter Ernährung (Unterernährung).

Deshalb muß in Entwicklungsländern in 3 sinnvollen Schritten vorgegangen werden:

1. Ernährung sichern
(verbesserte Produktionsmethoden, keine Kopien bei uns entwickelter hoher Technologien)
2. einsetzende Industrialisierung
3. Steigerung der Arbeitsproduktivität je AK.

3.2.3 Anpassung und Übung

Jede Arbeit stellt für den Menschen in der ersten Form eine sehr hohe Belastung dar. Es gibt 2 Möglichkeiten, Arbeit erträglich zu machen, nämlich:

- Anpassung = kurzfristige körperliche Anpassung (Training)
- Übung = motorischer Leistungsanstieg durch verbesserte Muskelsteuerung

Einige Beispiele sollen den Zusammenhang weiter vertiefen.

Ein Reiter verfügt beim ersten Ritt weder über die Anpassung noch über die Übung. Deshalb wird er durch den ersten Ritt körperlich sehr stark gefordert (Sitzfläche) und zudem sehr stark belastet (Pulsfrequenz).

Ein Läufer kann umso höhere Geschwindigkeiten erreichen, je besser er körperlich vorbereitet ist und je günstiger das Zusammenspiel von Lauf- und Muskelapparat ist (Leistungssteigerung in den vergangenen Jahren bei Mittel- und Langstreckenläufern).

Beide Kriterien sind sehr stark beeinflussbar und führen dann zu höherer körperlicher Leistung bei geringer Anspannung.

3.2.3.1 Anpassung - körperlicher Leistungsanstieg - Training

Über die Anpassung soll der Körper dazu "gezwungen" werden, sich durch die Muskulatur der geforderten Beanspruchung anzupassen. Dies ist möglich durch

Muskeltraining

peripheres Training;
Vergrößerung der Muskelmasse
vor allem in der Jugend möglich

Konditionstraining

Koordination zwischen Muskelmasse und geforderter Tätigkeit; Wechsel innerhalb der Muskelfasern zur Gewährleistung gleichmäßiger Durchblutung und hoher Leistungsfähigkeit

Für den Menschen gilt eine Grundregel, wonach der Körper von sich aus seine Muskulatur auf im Mittel 33 % der maximalen Kraft ausrichtet. Liegt die tägliche Belastung darunter, dann erfolgt ein Abbau von Muskelmasse solange, bis sich dieser Regelkreis erneut eingestellt hat. Ähnlich wird Muskulatur aufgebaut, wenn die Anforderung durch zusätzliche Tätig-

keiten gesteigert wird. Dafür reichen täglich geringe maximale Belastungen von etwa 3 bis 5 Minuten.

Diese Erkenntnis wird u.U. auch zur reinen Muskelbildung zweckentfremdet und führt dann zum Bodybuilding (in jüngerer Zeit auch bei Frauen).

Training selbst ohne entsprechende Koordination führt immer nur zu Muskelbildung. Für Dauerleistung muß aber eine entsprechende Sauerstoffversorgung zu Verfügung stehen. Deshalb kommt dem koordinierten Training von Kreislauf und Atmung zur Versorgung der Muskulatur größte Bedeutung zu. Immerhin kann durch eine Steigerung der Atemfrequenz und durch ein höheres Schlagvolumen ohne größere Probleme eine Verdoppelung der Leistungsfähigkeit erreicht werden (wie schon im 2. Abschnitt besprochen).

Trainierte Menschen können somit wesentlich größere Leistungen vollbringen, ohne die Dauerleistungsgrenze zu überschreiten. Nochmals muß aber betont werden, daß ein Training ohne Koordination von Kreislauf und Atmung nicht den gewünschten Effekt erbringen kann. Nur im Zusammenspiel von Muskeltraining und Koordinationstraining ist eine hohe Leistung des Menschen möglich.

3.2.3.2 Übung - Verbesserung der Muskelkoordination

Größere Muskelkraft bei höherer Energiezufuhr ist eine Seite der Leistungsfähigkeit. Sinnvoll kann diese nur in die Praxis umgesetzt werden, wenn wie beim Sportler, eine entsprechende Übung zum

- sinnvollen,
- harmonischen und
- gezielten Ablauf der Bewegungen führt.

Hierbei wird an die Grundlagen der Muskelsteuerung angeknüpft und es ist verständlich, daß nur über ein bewußtes Lernen und Üben die Ablaufsteuerung in tiefere Ebenen der Muskelsteuerung verlagert werden können.

3.2.3.3 Lernen - Vergessen

Hier sei der Blick kurz dem Gesamtvorgang Lernen und Vergessen zugewandt. Bekanntlich ist Lernen das Aufnehmen von Fakten und Algorithmen. Angesprochen sind dabei:

- die Merkfähigkeit (Zeit für Einprägen)
- Gedächtnis (Behalten)
- Wiedergabe.

Lernen kann in zwei große Bereiche eingeteilt werden:

Funktionales Lernen

Neues wird mit vorhandenem Wissen verschmolzen. Auf einzelne Fakten kann damit schnell und sicher zurückgegriffen werden.

Fakten lernen

Als Ganzes behalten, schwierig dieses Wissen in Verbindung mit anderem zu benützen.

Beide Lernformen dürfen aber nicht direkt voneinander getrennt werden. Schließlich kommt sowohl dem Faktenlernen als auch dem funktionalen Lernen in der Gemeinschaft große Bedeutung zu. Auch hier muß bedacht werden, daß das Einzelindividuum unterschiedliche Neigungen und unterschiedliche Fähigkeiten in Bezug auf den Lernvorgang aufweist. Im Mittel gilt allerdings, daß:

- Einzelbuchstaben schwer zu lernen sind,
- Wörter schneller zu erfassen sind,
- Sätze am einfachsten aufgenommen und behalten werden.

Auch zur Aneignung von Wissen müssen einige Gedanken einfließen. Es läuft in der Tendenz in logarithmischer Form und durchschreitet dabei mehrere Plateaus (Abb. 3-6).

Unterschiedlich ist dabei das Behalten von Fakten oder Daten in Form der Grundstimmung des Menschen oder in Form der Stimmung der Daten.

3 Bereiche lassen sich grundsätzlich definieren:

- Schwierig ist neutrales oder indifferentes Datenmaterial zu erfassen und zu behalten.

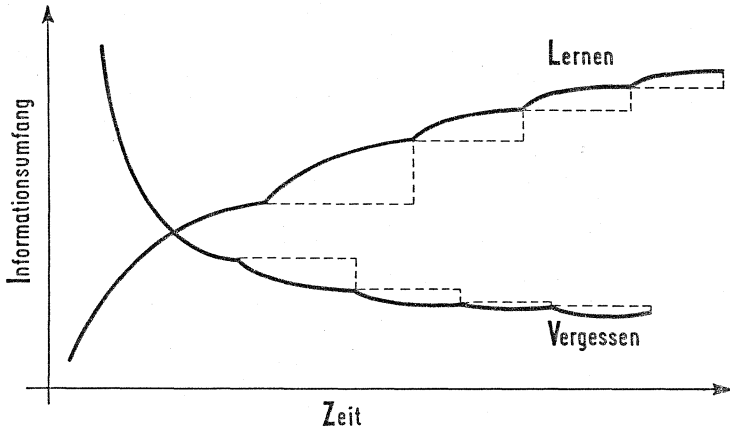


Abbildung 3-6: Lernen und Vergessen als Funktion der Zeit

- Besser werden negative Eindrücke und Stimmungen festgehalten.
- Am besten prägen sich positive Dinge ein und diese Tatsache bestätigt das Grundverhalten des Menschen in Form des optimistischen Typs.

Während die Aneignung von Wissen in positiver logarithmischer Form verläuft, stellt das Vergessen die gegenteilige Verlaufsform dar. Hierbei stimmt es sehr nachdenklich, daß das meiste an neu aufgenommenem Wissen bereits am ersten Tag in Vergessenheit gerät (60 bis 70 %). Glücklicherweise verlangsamt sich der Vorgang des Vergessens während des Schlafes und ebenso wird er sehr stark mit der folgenden Zeit eingeschränkt.

Aus diesen Zusammenhängen heraus ist folgende Lerntechnik anzuwenden:

- Einteilen in faßbare Schritte bei positiver Grundstimmung
- Neues mit vorhandenem Wissen verschmelzen (funktionelles Lernen)
- Wiederholen in größeren Abständen (mühsam aber sehr nutzbringend, bewußt in dieser Vorlesung exerziert!).

3.3 Bedingungen der Leistungsbereitschaft

Die Leistungsfähigkeit eines Menschen kann nur dann genutzt werden, wenn dieser bereit ist, die entsprechende Leistungsbereitschaft zu erbringen. Es gilt ein Regelkreis, der aus "Motiv-Erwartung-Belohnung" besteht. Folglich sind Antriebe die Voraussetzung für die entsprechende Leistungsbereitschaft. Der Antrieb selbst liegt im psychischen Bereich des Menschen und findet seine Wurzel im Sinn der Arbeit und des Lebens überhaupt. Deshalb hat sich in jüngerer Zeit die Erforschung der Motivationsgründe verstärkt und einen zunehmenden Stellenwert erreicht.

Nach MASLOV (Abb. 3-7) kann eine Motivationspyramide als Grundmodell angewandt werden. Bei dieser gelten folgende Zusammenhänge:

- Die Motivation betrifft bestimmte Ebenen der Bedürfnisse bzw. Erwartungen im menschlichen Leben. Diese Ebenen liegen übereinander und werden von der Basis ausgehend durchlaufen.
- Erst wenn eine Stufe erfüllt ist, wird das nächste Bedürfnis angesteuert. Solange ein Bedürfnis nicht erfüllt ist, ist eine höhere Motivationsebene wirkungslos.
- Ist ein Bedürfnis befriedigt, dann ist der Motivationsgrund dieser Ebene wirkungslos geworden und nur der neue, nächst höhere Grund stellt den Antrieb dar.
- Mit zunehmender Ebenenzahl wird die Motivationskraft erhöht. Dieser Mechanismus gilt auf jeder Stufe als eigener Regelmechanismus. Deshalb ist es äußerst wichtig, den Erwartungshorizont relativ (Bescheidenheit) zu setzen und entsprechend der Erwartung einzuordnen. Wird ein Erwartungshorizont zu hoch angesetzt, dann führt dies zweifellos zur Frustration.
- Mit zunehmender Veränderung des Wohlstandes ändert sich die Bedürfnis-Erwartungsstruktur.

Eine größere Anzahl junger Menschen im Alter von 16 - 25 Jahren wurde gefragt, was sie sich von der Zukunft wünschten, um nach ihrer Ansicht ein glückliches oder wenigstens zufriedenes Leben führen zu können.

Es nannten:

18% bessere Entlohnung oder weniger Arbeit bei gleichbleibendem Verdienst

47 %

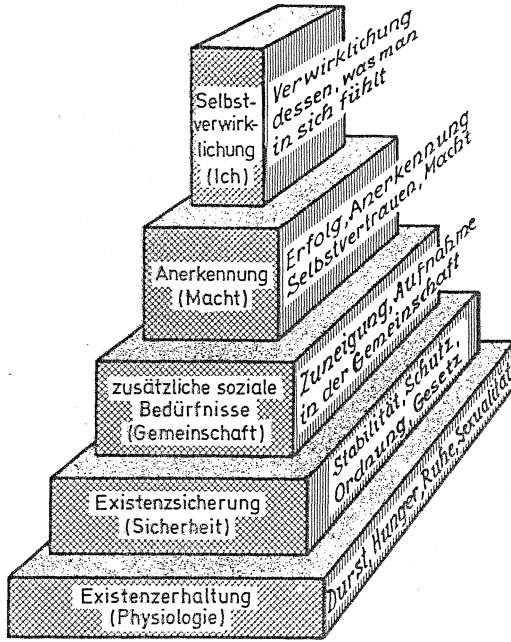


Abbildung 3-7: Modell der Leistungsbereitschaft nach MASLOW

- | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 17% | einen <u>Lotteriegewinn</u> oder ähnliches, damit sie nicht mehr arbeiten müssen | weniger Arbeit |
| 12% | mehr <u>Freizeit</u> am Feierabend, Wochenende und Urlaub | |
| 9% | ein berufliches und menschliches Vorbild, dem sie nacheifern könnten | |
| 7% | weniger persönliche und berufliche Bevormundung durch ältere Kollegen | |
| 5% | umgänglichere und gerechtere Vorgesetzte | |
| 4% | berufliches Vorwärtkommen | |
| 4% | abwechslungsreichere Alltagstätigkeit | |
| 3% | einen anderen Beruf | |
| 21% | verschiedene andere Wünsche | |

Aus diesen Zusammenhängen heraus muß bei der Arbeitsgestaltung auf die folgenden Punkte großes Gewicht gelegt werden:

1. Sicherung der materiellen Basis
2. Anerkennung der Leistung
 - Sichtbarmachung des Arbeitserfolges
 - gerechte Leistungsentlohnung
 - Befriedigung des sozialen Prestiges
3. Interesse an der Arbeitsaufgabe wecken durch
 - Ziel der Arbeit erklären
 - eigene Verantwortung auf den Durchführenden übertragen
 - Mitsprache der Arbeiter an der Arbeitsaufgabe sichern.

3.4 Die Disposition der menschlichen Leistung

Aus Erfahrung wissen wir, daß die Arbeitsleistung kleineren oder größeren Schwankungen unterliegt. Dies trifft z.B. zu, wenn Sie mit dem linken Bein aufgestanden sind oder wenn bei schlechtem Wetter das Aufstehen äußerst schwierig wird. Trotzdem kann an diesen Tagen ein vollständig unterschiedliches Arbeitsergebnis erreicht werden, d.h. daß sich die Leistung u.U. von Stunde zu Stunde verändern kann.

Wesentliche Ursachen für diese Zusammenhänge sind sehr komplexer Art. Sie lassen sich aber in 3 größere Gruppen einteilen und stellen sich dann wie folgt dar:

3.4.1 Die Tagesrhythmik

Sehr stark ist die Tagesrhythmik beim einzelnen Menschen ausgeprägt (Abb. 3-8). Dabei steigt die Leistungsbereitschaft im Mittel der Population im Durchschnitt ab etwa 6.00 Uhr morgens sehr stark an und erreicht gegen 9.00 Uhr das Maximum. Von dort fällt sie zu einem ersten Tief kurz nach der Mittagszeit ab und führt dann zu einem zweiten Hoch gegen 17.00. Sehr stark und sehr deutlich ausgeprägt ist das absolute Leistungstief während der Nachtzeit.

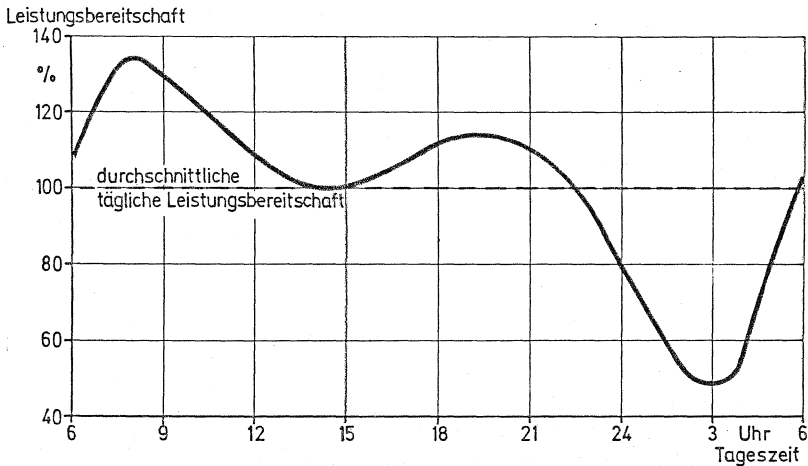


Abbildung 3-8: Die Leistungsbereitschaft über der Tageszeit

Diese Tagesrhythmik ist in den Schwankungen des Blutdruckes und damit verbunden der Körpertemperatur als ursächlich begründet (Abb. 3-9).

Die Tagesrhythmik läßt sich sehr deutlich messen. Zum einen kann sie verfolgt werden an den Fehlleistungen in Industriebetrieben. Dort läuft sie genau konträr zur Kurve der Tagesrhythmik.

Ähnlich verhalten sich die Unfälle über den Tagesablauf. Auch sie zeigen in etwa konträres Verhalten, wobei aber hier jedes Nachlassen der Leistungsbereitschaft und der Leistungsfähigkeit zu einem Anstieg der Unfälle führt. Sehr stark prägt sich deshalb das Unfallgeschehen unmittelbar im Anschluß an die Mittagspause aus, weil dann zusätzliche Belastungen des Körpers durch den Verdauungsvorgang zu einer weiteren Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit führen.

Aus dem Wissen um diese Problematik heraus ergeben sich klare Forderungen an die Arbeitsgestaltung und die Arbeitseinteilung:

1. Der Arbeitsablauf ist an die Rhythmik anzupassen, soweit dies im täglichen Arbeitsgeschehen möglich ist.
2. Schwierige Arbeiten sollten nur am Vormittag verrichtet werden.
3. Auch die Pausengestaltung ist an die Rhythmik anzupassen.
4. Im Schichtbetrieb sind zusätzliche Zusammenhänge zu beachten:

Es ist absolut falsch, Schichten jede Woche zu wechseln, da der Mensch etwa 3 bis 4 Tage benötigt, um seine eigene Rhythmik den neuen Forderungen anzupassen. Besser wären 3wöchige Schichten mit einer dann folgenden Freischicht. Nur dadurch kann sich der Körper problemlos an die neue Schicht anpassen.

Diese Probleme treten vermehrt in der Landwirtschaft auf, wenn z.B. in größeren Beständen die Melker in 2 Schichten tätig sein müssen.

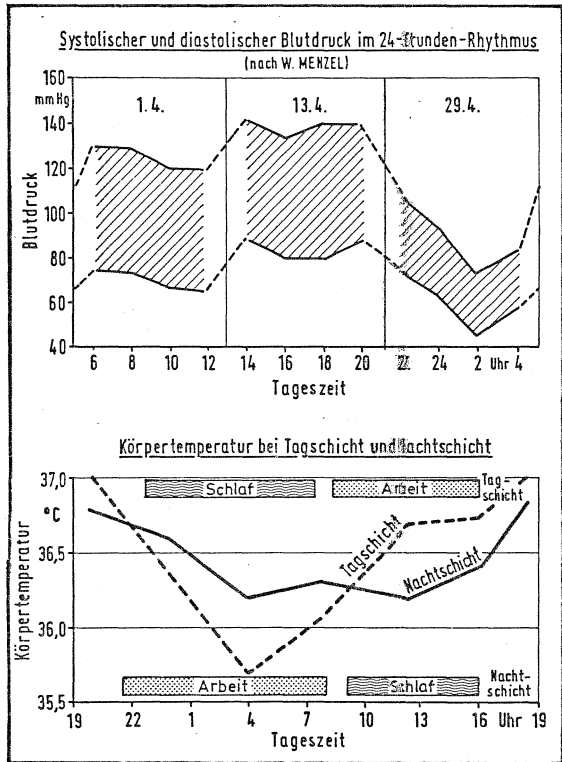


Abbildung 3-9: Blutdruck und Körpertemperatur über der Tageszeit

3.4.2 Körperliches Befinden und Umwelteinflüsse

Diese Faktoren sind eng begrenzt. Sie liegen klar auf der Hand im körperlichen Befinden des einzelnen Menschen und sie werden auf der anderen Seite sehr stark geprägt durch die Umwelteinflüsse und durch die Arbeitsumgebung (z.B. Föhnempfindlichkeit einzelner Menschen).

3.4.3 Ermüdung

Die Disposition wird durch die Ermüdung beeinflusst. Dabei ist zu beachten:

Die Arbeitsermüdung tritt als Folge der erbrachten Leistung auf. Sie nimmt folglich mit der Dauer der Leistung zu und kann u.U. sogar den echten Übungserfolg in Frage stellen bzw. einschränken.

Die Antriebsermüdung ist eine Folge der Monotonie, weshalb dabei vor allem kleinere Teilziele gebildet werden müssen.

Die biologische Ermüdung ist eine Folge des Einflusses des Lebensalters. Sie unterliegt sehr großen Streuungen und ist insbesondere in der Landwirtschaft sehr stark ausgeprägt. Hier kann man sogar davon sprechen, daß in vielen Betrieben der Mensch am Lebensabend verbraucht ist.

!! Siehe auch Ursachen der Ermüdung im Kapitel 4.3 !!

3.5 Meßmethoden für das Leistungsangebot des Menschen

Aus den bisher aufgezeigten Zusammenhängen wurde ersichtlich, daß sich das Leistungsangebot des Menschen aus vielen, sehr komplexen Einzelfaktoren zusammensetzt. Es ist deshalb äußerst schwierig, das gesamte Leistungsangebot objektiv zu quantifizieren.

Grundsätzlich gibt es dafür 2 methodische Ansatzstellen:

1. Messen der Einzelfaktoren (körperliche Leistungsfähigkeit, Intelligenzstruktur, Energieumsatz u.a.)
2. Gesamtbeurteilung des Menschen (Typenlehre und Leistungsgradbeurteilung nach REFA)

3.5.1 Meßmethoden für die Einzelfaktoren

Dies ist die naheliegendste Form einer Objektivierung der Einflußgrößen auf das Leistungsangebot des Menschen. Erste Ansätze hierzu wurden vor allem von HETTINGER in der sog. Folterkammer durchgeführt. Die dadurch erzielbaren Ergebnisse sind zwar meßtechnisch einwandfrei, es ergeben sich jedoch große Unterschiede durch die verschieden starke Beeinflussung durch den menschlichen Willen (Leistungsbereitschaft).

Deshalb müßten im Grunde solche Meßmethoden für die Erfassung des Leistungsangebotes des Menschen abgelehnt werden. Besser eignen sich in jedem Falle Funktionsprüfungen ==> Objektivierung.

Prinzip:

Je leistungsfähiger das Gesamtsystem des Körpers ist, desto mehr Energie wird umgesetzt, folglich wird mehr Sauerstoff verbraucht. Indirekt gilt hier also der verbrauchte Sauerstoff als Meßkriterium für die körperliche Leistungsfähigkeit. Diese Überlegungen waren z.B. die Ausgangspunkte für die Konstitutionstypenlehre nach KRETSCHMER.

Allerdings müssen aus heutiger Sicht diese Ansatzpunkte von KRETSCHMER nur als eine Art Einstieg in den Gesamtkomplex betrachtet werden. Interessant ist dabei allerdings die Einteilung in 3 Grundtypen:

- a) Pykniker = rundwüchsig
- b) Leptosom-Astheniker = schlank-schwachwüchsig
- c) Athletiker = schwerwüchsig

Auf welch schwachen Beinen diese gesamte Theorie steht, geht aus den Korrelationsuntersuchungen zu den verschiedenen Konstitutionstypen hervor. Sie beträgt im günstigsten Falle nur 60 %, während sie für den athletischen Typ auf weniger als 20 % zurückgeht.

Trotz allem darf die ganze Konstitutionslehre nicht nur als "Phantasterei" betrachtet werden. Sie zeigt in vielen Einzelfakten die kausalen Zusammenhänge bei reinen Typen auf, allerdings wird sie durch die Mischtypen sehr stark "verwässert".

Medizinische Meßmethode:

Pulsfrequenz und Blutdruck können vor und nach körperlichen Belastungen echte Anzeiger dafür sein, wie stark die Leistungsabgabe des Menschen war. Als Fehler ist hier allerdings zu nennen, daß es eine definierte Leistung nur in seltenen Fällen gibt, vielmehr wird es sich dabei immer um Einzelleistungen - also wiederum Einzelfaktoren - handeln.

3.5.2 Beurteilen des Leistungsgrades nach REFA

Im täglichen Arbeitsleben hat die Beurteilung der menschlichen Leistung einen sehr konkreten Grund bei

- der Entlohnung nach Leistung (Industrie, Forstarbeit u.a.)
- der Erstellung von Planzeiten,
also in all jenen Fällen, in denen eine exakte Arbeitsplanung
und Arbeitszeitkontrolle durchgeführt wird.

Grundgedanke dieser Methode ist der Vergleich von Ist-Leistung mit einer definierten Normal-Leistung. Wie zu erwarten, liegt dabei die Problematik vor allem in der Definition der Normal-Leistung. Sie wird bei REFA folgendermaßen vorgenommen:

Normalleistung ist eine Bewegungsausführung, die hinsichtlich der Einzelbewegungen, der Bewegungsfolge und ihrer Koordination besonders harmonisch, natürlich und ausgeglichen erscheint. Sie wird erbracht von jedem geeigneten, geübten und voll eingearbeiteten Arbeiter auf die Dauer und im Mittel einer Arbeitsschicht, sofern Zeit für die Erholung zur Verfügung steht.

Die Leistungsgradbeurteilung erfolgt in 5er-Schritten abweichend von 100% als Normalleistung.

Beachte: Alle Planzeiten sind auf Normalleistung umgerechnet, also nicht ohne Problematik auf die Einzelperson zu übertragen.

Betrachtet man die Leistung des Menschen etwas exakter, dann läßt sich der Leistungsgrad in 2 wesentliche Blöcke unterteilen, nämlich in:

Intensität (Bewegungsgeschwindigkeit, Kraftaufwand bzw.
Kraftanpassung
= Leistungsbereitschaft)

Wirksamkeit (Güte der Arbeitsweise wie Zügigkeit, Geläufigkeit,
Rhythmik, Harmonie, unbewußte Steuerung
= Leistungsfähigkeit)

Die eigentliche Leistungsgradbeurteilung hat dann zur Aufgabe, die entsprechende Ist-Situation mit dem, in Gedanken vorhandenem, Normalleistungsbild zu vergleichen und daraus den entsprechenden Leistungsgrad abzuleiten.

4. Belastung des Menschen durch die Arbeit

In Anknüpfung an die Faktoren der menschlichen Leistung gilt es nun, die Belastung und Beanspruchung des Menschen durch die Arbeit zu betrachten. Dazu bedarf es zuerst einer Definition der Begriffe Belastung und Beanspruchung (Abb. 4-1).

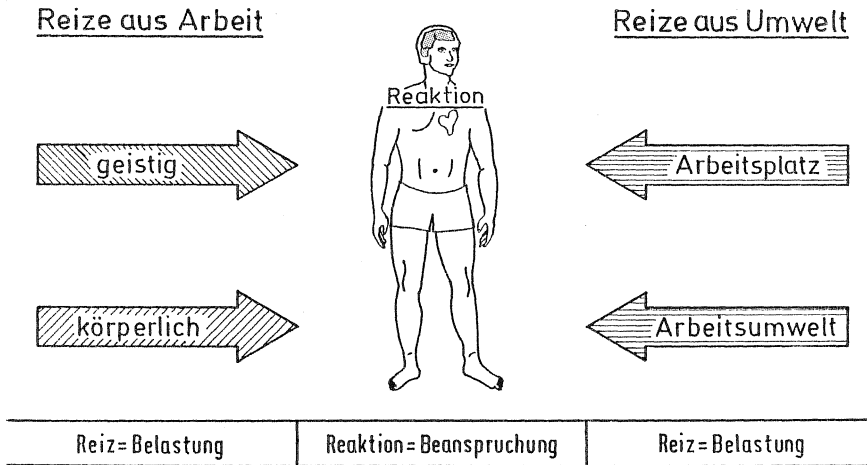


Abbildung 4-1: Belastung und Beanspruchung

4.1 Arbeitsbelastung und Beanspruchung

Die Belastung geht von der Arbeit aus. Sie wird bestimmt von der Höhe (Schwere der Arbeit) und von der Dauer der Arbeit. Dabei wirken fünf Faktorenbereiche belastend:

- 1. Energetische Arbeit bestehend aus
 - Haltungsarbeit
 - Haltearbeit
 - schwerer dynamischer Arbeit
 - einseitig dynamischer Arbeit

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 2. <u>Informativischer Arbeit</u> | bestehend aus | Informationsaufnahme
Informationsverarbeitung
Informationsausgabe |
| 3. <u>Arbeitsorganisation</u> | bestehend aus | Aufbauorganisation
Ablauforganisation |
| 4. <u>Betriebsmittel</u> | bestehend aus | Arbeitsplatzmittel
Arbeitsplatz |
| 5. <u>Arbeitsumgebung</u> | bestehend aus | Lärm
Klima
Beleuchtung
Schwingung
Luftinhaltsstoffe |

In der Regel ist die Belastung typisch für jede Arbeit. Diese Belastungen führen je nach Leistungsfähigkeit des Menschen zu unterschiedlichen Beanspruchungen.

Im Sinne der Arbeitswissenschaft gilt es nun, die Belastung des Menschen und damit seine Beanspruchung soweit zu senken, daß eine Überbeanspruchung ausgeschlossen ist. Dies ist möglich:

1. durch die Auswahl einer geeigneten Arbeitskraft mit entsprechender Leistungsfähigkeit für die geforderte Arbeit (in der Landwirtschaft die Ausnahme, da weitgehend auf die vorhandenen Familienarbeitskräfte aufgebaut werden muß !)
2. durch Verringerung der Arbeitsschwere (Einsatz von Hilfsmitteln und anderem)
3. durch die Gestaltung der Arbeitszeit (Dauer) und Einlegen von Pausen und Erholzeiten

4.2 Messung der Arbeitsbeanspruchung

Eine direkte Messung der Belastung des Menschen durch eine Arbeit ist sehr schwierig. Gegebenenfalls könnten Rechengrößen (z.B. Vorschub, Gewicht, Parameter der Umwelt und ähnliches) herangezogen werden.

Deshalb wird allgemein so verfahren, daß versucht wird, die Beanspruchung des Menschen durch Arbeit zu ermitteln. Aus einer Vielzahl von Messungen können dann allgemeingültige Normen für die Belastung abgeleitet werden. Von vielen in den vergangenen Jahren untersuchten und erarbeiteten Methoden haben drei größere Bedeutung erlangt.

- Energieumsatzmethode
- Elektromyographie
- Pulsfrequenzmethode

4.2.1 Messen des Energieumsatzes bei der Arbeit

Jede Arbeit erfordert innerhalb des Regelkreises Wahrnehmen-Entscheiden-Handeln Energie für die Aktivierung einzelner Muskelpartien.

Damit wird der Energieverbrauch zu einer Kenngröße für die Schwere der Arbeit (Schwere wird hier im Sinne des physischen Aufwandes betrachtet), wenn die entsprechenden Werte für den Grund- und den Freizeitumsatz bekannt sind und in Abzug gebracht werden (Abb. 4-2).

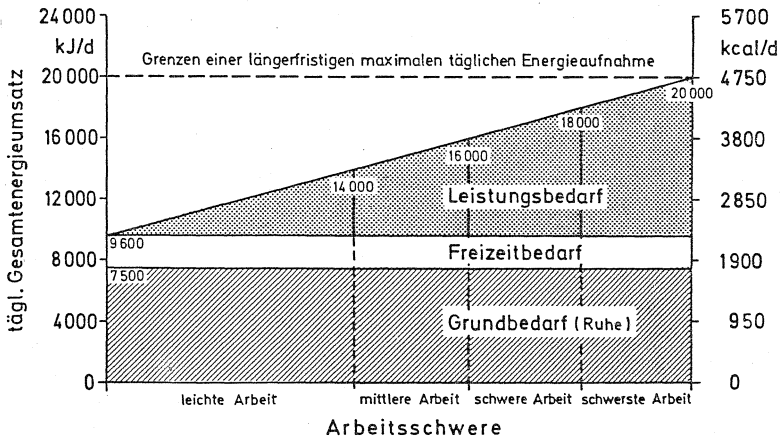


Abbildung 4-2: Energieumsatz als Funktion der Arbeitsschwere

Diese allgemeine Darstellung baut auf folgende Bedarfsmittelwerte für Frauen und Männer auf (Tab. 4-1):

Tabelle 4-1: Energieverbrauchswerte für Frauen und Männer (nach SCHMIDTKE)

	Männer	Frauen
Grundumsatz (Erhaltung der Lebensvorgänge)	7100 kJ	5800 kJ
Freizeitumsatz	2700 kJ	2500 kJ
Energieverbrauch für Arbeit		
Jahresdurchschnitt bei 8 h / Tag	8500 kJ	5500 kJ
je Arbeitsstunde	1062 kJ	688 kJ
je Minute	17.3 kJ	11.4 kJ

4.2.1.1 Methodische Ansatzpunkte:

Folgende methodische Ansätze zur Erfassung des Energieumsatzes sind möglich:

- Feststellung der aufgenommenen Energie: Dieser Ansatzpunkt wäre nur sinnvoll, wenn über einen längeren Zeitraum die gesamte aufgenommene Energie erfaßt werden würde. Dabei ist jedoch ein hoher apparativer Aufwand erforderlich und eine relativ starke Beeinträchtigung des Menschen zu befürchten.
- Messen der freigesetzten Energiemengen: Da die Arbeit nur einen geringen Anteil an der gesamten freigesetzten Energie einnimmt, ist auch dieser Ansatzpunkt sehr schwierig. Zum anderen müßte hier von konstanten Bedingungen ausgegangen werden, deshalb könnte dieser Ansatz nur in Verbindung mit Kalorimeter und Klimakammer durchgeführt werden.
- Indirekte Messung durch Ermittlung der Sauerstoffaufnahme bzw. der Kohlendioxidabgabe = Einatmung - Ausatmung: Hierbei handelt es sich um eine indirekte Meßmethode. Zugrunde liegt das konstante Verhältnis von

$$1 \text{ l Sauerstoff} = 19 - 21 \text{ kJ (4,6 - 5,0 cal)}$$

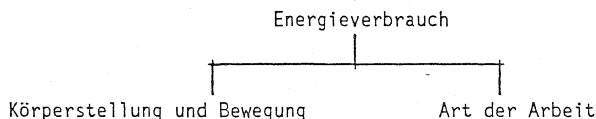
Die zuletzt genannte Methode ist in der Praxis einfach und sicher durchführbar. Gemessen werden Mengen, die relativ einfach zu kontrollieren sind (Gasuhr mit Mengenzähler und Probenentnahme in einem besonderen Luftbehälter bei der ausgeschiedenen Luft. Dabei werden 3 - 6 Promille der Ausatemluft abgezweigt und auf Kohlendioxidgehalt analysiert).

4.2.1.2 Ergebnisse

Beim Energieverbrauch (Sauerstoffverbrauch) sind zwei typische Verlaufsgruppen anzutreffen:

1. leichte und mittlere Arbeit unterhalb der Dauerleistungsgrenze
= konstanter Verlauf.
"Anfangssauerstoffschuld" wird durch die Pausengestaltung als Restschuld relativ schnell wieder abgetragen.
2. schwere Arbeit oberhalb der Dauerleistungsgrenze
= unausgewogener Bedarf.
Neben der Sauerstoffschuld am Anfang der Belastung muß eine zusätzliche Sauerstoffschuld durch überlange Pausen abgegolten werden.

Für den praktischen Einsatz dieser Methode haben HETTINGER und SPITZER umfangreiche Tabellenwerke erarbeitet. Sie berücksichtigen



Diese Tabellen (Abb. 4-3) dürfen aber nur bei Kenntnis der Zusammenhänge eingesetzt werden. Einige Erläuterungen sollen die Einsatzmöglichkeiten erleichtern:

1. Leichte Handarbeit: Arbeit bei der in erster Linie die Hand beteiligt ist und nur leichte Gegenstände bewegt werden; z.B. Schreiben, Handstricken etc.
2. Schwere Handarbeit: wie unter Nr. 1, jedoch sind die Gewichte der bewegten Gegenstände oder die zu überwindenden Widerstände oder auch der Anteil an statischer Arbeit größer; z.B. Arbeiten mit der Kneifzange.
3. Leichte Armarbeit: bei der Arbeit sind auch die Arme mit eingesetzt, das Gewicht der bewegten Gegenstände ist gering; z.B. Handsetzer in der Druckerei, Korbflechter etc.
4. Schwere Armarbeit: wie unter Nr. 3, jedoch sind das Gewicht der bewegten Gegenstände oder die zu überwindenden Gegenstände größer; z.B. Einschlagen von Nägeln (Schuhmacher), Lastkraftwagenführer etc.
5. Leichte Körperarbeit: schwere Armarbeit, bei der der Körper mit eingesetzt werden muß. Der Übergang zur leichten Körperarbeit ist das Mauern. Leichte Körperarbeiten; z.B. Feilen, Harken eines Weges, auch forciertes Klavierspielen etc.
6. Mittlere Körperarbeit: bei vermehrtem Körpereinsatz wird die Arbeit als solche schwerer; z.B. Holzsägen, Scheuern eines Fußbodens etc.
7. Schwere Körperarbeit: die Arbeit ist noch schwerer und erfordert den ganzen Einsatz; z.B. Steine schaufeln, umgraben etc.
8. Sehr schwere Körperarbeit: recht selten und nur bei extremen Leistungen auftretend, so daß sie pausenlos nur kurze Zeit ausgeführt werden kann; z.B. Tragen von 100 kg schweren Säcken, womöglich gegen Steigung

<u>Zumutbarer Energieverbrauch über einen Arbeitstag</u>			
Männer		: 8 500 kJ/8 Std = 17,3 kJ/min	(= 4,17 kcal/min)
Frauen		: 5 500 kJ/8 Std = 11,4 kJ/min	(= 2,70 kcal/min)
Energieverbrauch für			
Körper - stellung bewegung		kJ/min	kcal/min
Sitzen		1,3	0,3
Knien		2,1	0,5
Hocken		2,1	0,5
Stehen		2,5	0,6
gebückt stehen		3,4	0,8
Gehen 2 km/h - 5 km/h		6,3 - 9,4 - 12,6	1,5 - 3,0
Steigen 10%		3,4 kJ	0,8 kcal
		/m Steighöhe	
Art der Arbeit			
Handarbeit	leicht	1,3 - 1,9 - 2,5	0,5
	schwer	2,5 - 3,8 - 5,0	0,9
Einarmarbeit	leicht	2,9 - 4,4 - 5,9	1,1
	schwer	5,9 - 7,6 - 9,2	1,8
Zweiarmarbeit	leicht	5,9 - 7,6 - 9,2	1,8
	schwer	9,2 - 10,9 - 12,6	2,6
Körperarbeit	leicht	10,5 - 13,7 - 16,8	3,8
	mittel	16,8 - 21,0 - 25,2	5,0
	schwer	25,2 - 30,5 - 37,7	7,3
	sehr schwer	37,7 - 41,0 - 48,3	9,8

Abbildung 4-3: Energieumsatz nach HETTINGER und SPITZER

4.2.1.3 Beispiele zum Schätzen des Energieumsatzes

1. Rüben hacken

Hierfür werden lediglich 2 Werte aus der Energieumsatztabelle benötigt (Abb. 4-4).

Für Frauen liegt diese Arbeit an der Grenze der Dauerleistungsfähigkeit.

2. Melken mit "Eimermelkanlage" und "Melken im Melkstand"

Bei diesem Bewertungsbeispiel zeigt sich der gravierende Unterschied zwischen beiden Arbeitsplätzen (Abb. 4-5):



Energiebedarf:

gebückt stehen 3,4 kJ/min
 2-Arm-Arbeit leicht 7,6 kJ/min

 11,0 kJ/min

Relativ zum

zumutbaren Energieumsatz Mann 17,3 kJ/min \Rightarrow 63,5 %

zumutbaren Energieumsatz Frau 11,4 kJ/min \Rightarrow 96,5 %

Abbildung 4-4: Energieumsatz für das "Rübenhacken"

Arbeitselement	Anbindestall Energiebedarf				Laufstall Energiebedarf			
	Zeitbedarf (AK/min)	Körper- bewegung (kJ/min)	+ Arbeits- art (kJ/min)	je A'element (kJ)	Zeitbedarf (AK/min)	Körper- bewegung (kJ/min)	+ Arbeits- art (kJ/min)	je A'element (kJ)
Melkeimer tragen	0,19	9,4	+ 21,0	5,78	—	—	—	—
Tiere eintreiben	—	—	—	—	0,06	9,4	+ 0,0	0,56
Euter reinigen	0,32	2,1	+ 7,6	3,10	0,32	2,5	+ 7,6	3,80
Melkzeug ansetzen	—	—	—	—	0,28	2,5	+ 7,6	2,83
Melkzeug umsetzen	0,29	2,1	+ 21,0	6,70	—	—	—	—
Ausmelken	0,81	2,1	+ 7,6	7,86	0,85	2,5	+ 7,6	8,59
Melkzeug abnehmen	—	—	—	—	0,09	2,5	+ 7,6	0,91
Wegezeit	0,05	9,4	+ 0,0	0,47	0,05	9,4	+ 0,0	0,47
Tiere auslassen	—	—	—	—	0,04	9,4	+ 0,0	0,37
Vollen Eimer tragen	0,24	9,4	+ 30,5	9,58	—	—	—	—
Eimer ausleeren	0,08	2,5	+ 21,0	1,88	—	—	—	—
Summe	1,98			35,37	1,69			17,53
Energieverbrauch je AK min				17,86				10,37
Auf Dauer zumutbar in %				{männlich 17,3 kJ/min} = 103,2 %				59,9 %
				{weiblich 11,4 kJ/min} = 156,7 %				91,0 %

Abbildung 4-5: Energieumsatz beim Melken im Vergleich

Bei der Eimermelkanlage fällt ein sehr hoher Energiebedarf durch das Tragen schwerer Lasten (gefüllter Melkeimer) an. Nach Ausschaltung dieses gravierenden Nachteiles (Arbeitsbelastung) ergibt sich im Melkstand ein vergleichsweise niedriger Energieumsatzwert, der für beide Geschlechter unterhalb der Dauerleistungsgrenze liegt.

3. Vergleich der Berufsgruppen

Diese Methode erlaubt auch die Beurteilung der Arbeiten in einzelnen Berufsgruppen. Zusätzlich ermöglicht sie in Verbindung damit gezielte Hinweise auf die richtige Ernährung (Energiezufuhr).

4.2.1.4 Beurteilung der Methode

Vorteile: Geringe Beeinflussung der Arbeitskraft durch die Meßmethode, also verhältnismäßig objektiver Maßstab für die Arbeitsbelastung.

Nachteile: 1. hoher apparativer Aufwand

2. die Methode erfaßt nur größere Muskelpartien, sie gibt demnach keine Auskunft über Geschehnisse innerhalb kleiner Muskelpartien; Methode ist vielfach nicht detailliert genug !
3. die Methode erfaßt statische Arbeit nur sehr mangelhaft, da dabei bekanntlich ein Ungleichgewicht in der Sauerstoffversorgung besteht (siehe Kapitel 2)
4. die mentale Belastung wird nicht berücksichtigt !

4.2.2 Elektromyographie

Soll der Bereich des Handelns analysiert werden, so besteht auch die Möglichkeit, die Aktivierung der Muskulatur zu messen.

4.2.2.1 Methode

Die Muskulatur wird durch Spannungspotentiale im Bereich von 50 - 70 mV aktiviert. Über geeignete Sensoren kann diese Spannung gemessen werden.

4.2.2.2 Ergebnisse

Über die Aktivitätsmessung ist es möglich,

- den Ort der Aktivität zu messen (welcher Muskel)
- die Zeitdauer der Aktivität zu messen
- die Höhe der Aktivität zu messen

Diese Möglichkeit besteht auch im Bereich der Großhirnrinde. Dort wird es möglich, bestimmte Entscheidungszentren zu verfolgen (Lügendetektor).

4.2.2.3 Anwendungsbeispiele

Typische Beispiele für den Einsatz dieser Methode liegen in der Messung der Belastung

- der Wirbelsäule bei verschiedener Arbeitshaltung (Sitzgestaltung),
- der Handmuskulatur bei verschiedenen Griffformen;

somit dient diese Methode vor allem der Arbeitsplatzgestaltung und der Optimierung der Arbeitshilfsmittel.

4.2.2.4 Beurteilung der Methode

Vorteile: Die Belastung und die Aktivität der einzelnen Muskelpartien wird sehr exakt erfaßt.

Nachteile:

1. nur am Muskel direkt zu messen
2. sehr viele Meßstellen (schwierig)
3. sehr aufwendig
4. für den beteiligten Probanden sehr unangenehm.

4.2.3 Pulsfrequenzmessung

Bekanntlich besteht ein Regelkreis zwischen Sauerstoffmangel und Blutkreislauf. Deshalb wird Sauerstoff benötigt, gleichgültig ob

1. statische Arbeit,
2. dynamische Arbeit oder
3. mentale Leistung

erbracht wird.

4.2.3.1 Methode

Aufgrund der früher üblichen Messung der Pulsfrequenz über optische Sensoren am Ohrläppchen werden heute Spannungssensoren im Bereich der Herzmuskulatur und Telemetrieanlagen verwendet. Die Messung erfolgt über einen Zeitschreiber und Auszählung der Peaks. Mit der Pulsfrequenz wird die gesamte Beanspruchung des Körpers gemessen. Einzelbelastungen sind nur schwierig zu isolieren.

4.2.3.2 Ergebnisse

Aufgrund der großen individuellen Streuung ergeben sich bei den Meßergebnissen nur bestimmte Gültigkeitsbereiche. Die wichtigsten sind:

- Ruhepuls 60 - 70 Pulse/min
- Dauerleistungsgrenze 100 - 110 Pulse/min
- Erschöpfungsgrenze 170 - 200 Pulse/min

Aufzuzeigen sind diese Beispiele sehr deutlich am Fahrrad-Ergometer (gleichmäßige Belastung über die Zeit, Abb. 4-5).

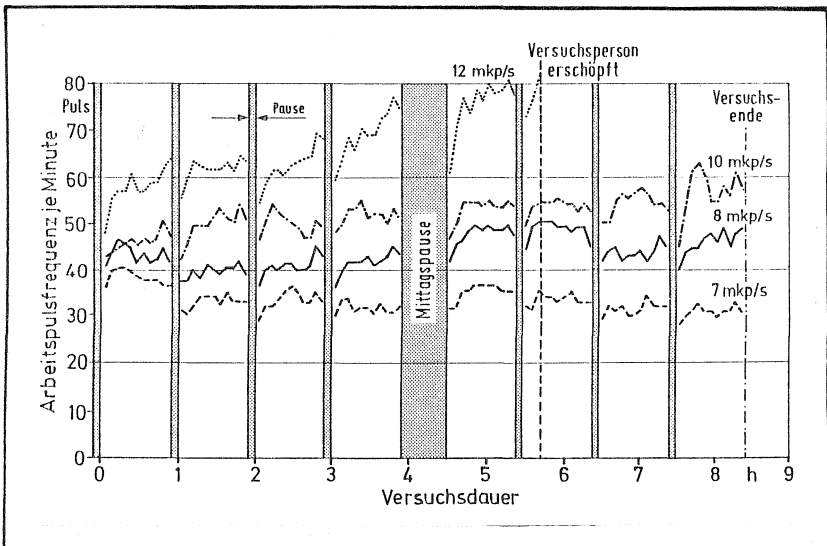


Abbildung 4-6: Pulsfrequenz über der Zeit bei Messungen mit dem Fahrradergometer

Untersuchungen zeigen jedoch auch, daß damit die mentale Belastung gut zu erfassen ist (Fußballspiel, Autofahrer, Prüfungsverlauf).

Gleichzeitig wird erkennbar, daß bei den Ergebnissen eine sehr starke subjektive Beeinflussung vorliegen kann, z.B. reagieren Personen auf Hitze und Rauch sehr empfindlich.

4.2.3.3 Anwendungsbeispiele

Die bisherigen Anwendungen befaßten sich mit einer Vielzahl von Tätigkeiten im landwirtschaftlichen Bereich.

Einzeluntersuchungen betreffen:

- die reine Handarbeit (Kartoffeln legen)
- die Beurteilung technischer Hilfsmittel (Servolenkung am Schlepper, Hackarbeit mit Front- und Zwischenachshacke)
- die Analyse kompletter Arbeitsabläufe (Füttern und Melken) und
- die Tätigkeiten ganztägiger Arbeiten

Alle diese Untersuchungen sind Ist-Analysen. Sie beschreiben damit individuelle Zusammenhänge, allgemeingültige Zusammenhänge wurden bisher nicht abgeleitet. Somit ist eine allgemeingültige Anwendung dieser Methode zur Beurteilung der Belastung nicht möglich.

4.2.3.4 Beurteilung der Methode:

Vorteile: 1. Die Pulsfrequenzmethode erfaßt die echte dynamische Beanspruchung und einen großen Teil der mentalen Beanspruchung.

2. Relativ leicht einzusetzen

3. Nur eine geringe Beeinträchtigung der Arbeitsperson

4. Einfache Auswertung der Meßschriebe durch Auszählen.

Nachteile: 1. Statische Tätigkeit wird nicht erfaßt

2. Durch die Gesamtbeanspruchung werden Teilbeanspruchungen nur sehr gering angezeigt

3. Die mentale Belastung wird aufgrund des geringen Einflusses bei der großen individuellen Streubreite relativ schwach angezeigt.

4.2.4 Einordnende Beurteilung der Methoden

Aus den bisher aufgezeigten Zusammenhängen wird ersichtlich, daß keine der genannten Methoden vollständig befriedigen kann.

Tabelle 4-2: Vergleichende Einordnung der Methoden zur Erfassung der Arbeitsbelastung

Beurteilungskriterien	Methode		
	Energieumsatz	Elektromyographie	Pulsfrequenz
Erfäßbarkeit			
dynamische Arbeit	++	++	++
statische Arbeit	-	+	-
mentale Arbeit	-	+	+
Einfluß des Arbeitsplatzes	-	++	+
Einfluß der Arbeitsumgebung	-	-	+
Skalierung	mittel	fein	grob

Neue Ansätze müssen deshalb versuchen, eine Gesamtmethode zu entwickeln, in der die genannten Einzelmethoden als Teile enthalten sind. Methodische Grundlagen finden sich dazu im AET (Arbeitswirtschaftlicher Erhebungsbogen zur Tätigkeitsanalyse).

4.3 Beurteilung der Arbeitsbelastung

Aufgrund der aufgezeigten Probleme bei der Ermittlung der Arbeitsbeanspruchung hat sich das methodische Interesse mehr hin zur Beurteilung der Belastung verschoben, welche von einer definierten Arbeit ausgeht. Derzeit werden 3 wesentliche Ansätze verfolgt:

- Ergonomische Beurteilung von Arbeitssystemen (EBA)
- Arbeitswissenschaftliches Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET)
- Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft (BAL)

4.3.1 Ergonomische Beurteilung von Arbeitssystemen (EBA)

Diese Methode geht vom Reiz-Reaktionsmodell-Modell aus, wonach

$$\text{Beanspruchung} = f(\text{Belastungsfaktoren, Belastungshöhe, Belastungsdauer})$$

ist. Sie beschreibt mit 40 Einzelmerkmalen 7 Merkmalsklassen und unterstützt dabei die 8-Stunden-Schicht. Voraussetzung für die sachgerechte Anwendung ist die Forderung, "alles zu messen, was meßbar ist". Daneben ist die Methode verstärkt auf ergonomische Fragestellungen ausgerichtet.

Für die Anwendung in der Landwirtschaft scheidet diese Methode aus, da

- hohe Anforderungen an den Kenntnisstand des Anwenders gestellt werden,
- einseitig ergonomische Fragestellungen überbewertet werden und
- die landwirtschaftliche Arbeit stark von der industriellen 8-Stunden-Schicht abweicht.

4.3.2 Arbeitswissenschaftliches Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET)

Diese Methode ist weit umfassender aufgebaut und beschreibt mit 216 Einzelmerkmalen das Arbeitssystem, die Aufgabenanalyse und die Anforderungsanalyse. Eigene Schlüssel bewerten die Wichtigkeit (W), die Zeitdauer (Z) und die Häufigkeit (H) nach einer 6stufigen Skala. Ein Alternativschlüssel (A) entscheidet darüber, ob ein Merkmal zutrifft oder nicht. Ein Sonderschlüssel (S) wird bei all jenen Merkmalen angewendet, deren Inhalt durch den Standardschlüssel nicht hinreichend genau erfaßt werden kann. Bei der Anwendung spielen Beobachtung und Befragung eine große Rolle.

Für die Auswertung wird das Verwaltungs- und Informationssystem zur Tätigkeitsanalyse (VISTA) herangezogen. Faktorenanalysen bestimmen dabei charakteristische Belastungsformen, während Clusteranalysen komplexere Fragestellungen bearbeiten.

Allgemein ist diese Methode umfassend und weitgehend wissenschaftlich objektiv. Jedoch ist

- die Beschreibung mit über 200 Einzelmerkmalen für die Landwirtschaft zu umfangreich,
- die Anwendung dadurch zu schwierig und
- die Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Belange zu gering.

4.3.3 Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft (BAL)

Während das AET von existenten Arbeitsabläufen ausgeht und demnach alle in der IST-Situation relevanten Einflußgrößen erfassen muß, kann ein Verfahren zur Belastungsanalyse auf der Basis von Planzeiten konkret eingeschränkt werden. In bezug auf die unter 4.1 genannten Faktorenbereiche können dann die Einflüsse aus der Arbeitsorganisation und von den Arbeitsmitteln entfallen, da diese innerhalb der Planzeiten optimiert sind. Somit verbleiben für ein System in der Landwirtschaft lediglich 3 Bereiche mit folgenden Merkmalen:

geistige Belastung: Exaktheit der Informationsaufnahme
Bedingungen der Informationsaufnahme
Informationsdichte
Komplexität der Entscheidungen
Entscheidungsdruck
erforderliche Fähigkeiten und Kenntnisse

körperliche Belastung: Körperhaltung und Körperstellung
statische Muskelarbeit
schwere dynamische Muskelarbeit
einseitig dynamische Muskelarbeit

Belastung aus Arbeitsumgebung: Klimabedingungen
Witterung
mechanische Schwingungen
Beleuchtung
Nässe und Schmutz
Staub
Geruchsbelästigung

Für diese 17 Merkmale steht je eine AET-vergleichbare Merkmalsbeschreibung zur Verfügung, welche in 6 Stufen eine Einordnung anhand leicht verständlicher Beispiele ermöglicht. In der Regel erfolgt dabei die Bewertung direkt oder es erfolgt eine Zuschlagsbildung in Form indirekter Faktoren. Beispiele aus dem Melkbereich (Abb. 4-7) stellen damit erstellte Bela-

stungsprofile dar und bewerten mit den zeitanteilig gewichteten Bereichsmittelwerten die Belastung insgesamt.

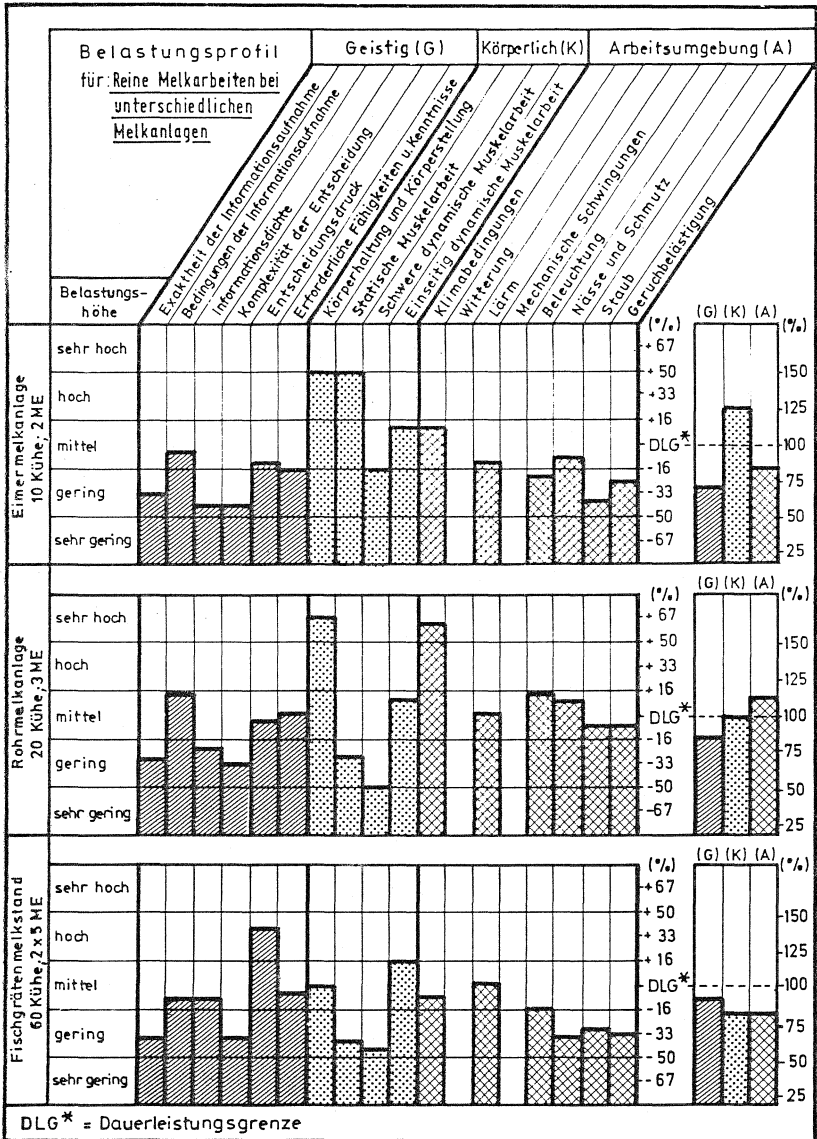


Abbildung 4-7: Höhe der Arbeitsbelastung für verschiedene Melkanlagen nach Belastungsprofil und Belastungsbereich

Diese -derzeit noch nicht vollständig fertiggestellte- Methode ermöglicht

- eine umfassende Beurteilung der Belastung von Arbeiten in der Landwirtschaft,
- eine einfache Anwendung im Rahmen von Modellkalkulationen,
- eine darüberhinausgehende Arbeitsplatzbeurteilung

und erfüllt damit weitgehend die Forderungen nach einer Einbeziehung der Arbeitsbelastung in die Beurteilung des Faktors "Arbeit".

4.4 Ermüdung als Folge der Arbeitsbelastung

Die Ermüdung als Folge der Arbeitsbelastung stellt eine natürliche Grenze vor einer Überlastung des Menschen dar. Es wäre aber verkehrt, die Ermüdung ausschließlich auf die Arbeitsbelastung zurückzuführen. Sie setzt sich im wesentlichen aus drei Erscheinungsformen zusammen.

- biologische Ermüdung
- Arbeitsermüdung
- Antriebsermüdung.

4.4.1 Die biologische Ermüdung

Diese Form der Ermüdung tritt unabhängig von der Arbeitsleistung auf. Sie wird durch die schon bekannte natürliche Tagesrhythmik bestimmt. Obwohl der Mensch in der Lage ist, die natürliche Rhythmik zu verschieben, kann er den Regelkreis innerhalb der Tagesrhythmik nicht durchbrechen. Dies ergibt für jeden Menschen eine ausreichende Möglichkeit der Ruhe (natürliches Schlafbedürfnis).

Beispiele: Spätestens nach 16 bis 18 Stunden tritt der Ermüdungseffekt ein. Versuche haben gezeigt, daß Wachhaltphasen nicht länger als 48 Stunden sein können.

Auch ein Kranker ist abends müde und hat ein natürliches Schlafbedürfnis.

4.4.2 Die Antriebsermüdung

Je nach der Form der Arbeit erfolgt auf die arbeitende Person eine Rückwirkung in Form der Antriebsermüdung. Sie ist besonders dann sehr stark, wenn die betreffende Arbeit eintönig und monoton ist. Zusätzlich wirkt hier auch das reine persönliche Interesse der Arbeitsperson. Fehlendes Interesse an der Arbeit hat praktisch die gleichen Folgen.

Äußerst wichtig ist der Hinweis, daß die Antriebsermüdung nicht durch Arbeitspausen beseitigt werden kann. Es hilft nur die Beseitigung der Ursachen auf der Seite der Arbeit oder der Arbeitsperson.

4.4.3 Die Arbeitsermüdung

Bei der Arbeitsermüdung ist zu unterscheiden in:

- die physische Ermüdung (Muskelermüdung)
- die Koordinationsermüdung
- die mentale Ermüdung.

4.4.3.1 Die physische Ermüdung

Über diesen Bereich der Ermüdungsformen sind vielfältige Untersuchungen angestellt worden. Sie alle hatten zum Ziel, die wesentlichen Ursachen und die Möglichkeiten einer übertrieben schnellen physischen Ermüdung herauszufinden.

Als sehr anschauliches Beispiel lassen sich die Formen der physischen Ermüdungen im Froschschenkelversuch aufzeigen.

Folgende wesentliche Ergebnisse sind daraus abzuleiten:

- Nach dem Einleiten der Aktivierung wird die Leistung immer geringer und klingt schließlich schnell ab.
- Durch Pausen tritt ein Erholungseffekt ein, der aber immer unvollkommener wird und deshalb in seinem echten Effekt immer weiter abnimmt.

- Die einzelnen Reize zur Aktivierung müssen immer stärker werden, d.h., nur über immer mehr aktivierte Muskelfasern kann ein Ausgleich zu den ermüdeten Muskeln erzielt werden.

Prinzipiell muß natürlich die Ermüdung auf einer mangelnden Sauerstoffversorgung und auf einen mangelnden Abtransport von Abfallstoffen (Milchsäure und CO₂) begründet sein. Darauf reagiert der Körper durch zwei Reaktionen.

1. Durch das Heranziehen mehrerer Muskeln wird die Belastung auf viele Einzelmuskeln verteilt und damit indirekt verringert. Dieser Vorgang geht unsinnigerweise soweit, daß auch Muskelpartien herangezogen werden, die an der eigentlichen Arbeit nicht beteiligt sind (z.B.: Zusammenbeißen der Zähne, Gesichtsgrimassen bei Höchstleistung u.ä. mehr).
2. Durch die Steigerung der Pulszahl, um durch höhere Frequenz mehr Sauerstoff heranzutransportieren und mehr Abfallstoffe wegzuschaffen. Deshalb bildet die Pulsfrequenzmethode auch eine gute Möglichkeit, die Ermüdung unter sonst gleichen Bedingungen zu messen und daraus die erforderliche Erholzeit zu studieren.

Insgesamt läßt sich feststellen, daß für die Arbeitsbeanspruchung nicht so sehr die Länge, sondern vielmehr die Höhe der Belastung der entscheidende Faktor ist. Für den Bereich der Landtechnik leitet sich daraus die klare Forderung ab, die Arbeitsbelastung durch Einsatz technischer Arbeitshilfsmittel weiter zu verringern.

4.4.3.2 Die Koordinationsermüdung

Jede Arbeit führt aber auch zu einer Ermüdung der Muskelsteuerung und damit zu einer echten Koordinationsermüdung. Wie in den vorhergehenden Abschnitten aufgezeigt, sind diese Zusammenhänge äußerst schwierig. Jedoch sollte man sich hier ganz kurz ins Gedächtnis zurückrufen, daß die Muskelsteuerung auf drei verschiedenen Entscheidungsebenen durchgeführt wird. So laufen komplexe Steuerungsvorgänge grundsätzlich über das Großhirn ab, stark eingeübte Bewegungsabläufe sind bereits in die tiefere Ebene des Kleinhirns und des Rückenmarks verlagert, andere Bewegungsabläufe werden direkt als reine Reflexe gesteuert.

Trotz guter Übung und eventuell sehr gleichmäßiger Bewegungsabläufe tritt nun mit zunehmender Belastung ein immer unförmig werdender Bewegungsablauf ein (z.B. Feilen, Sandschaufeln, Sägen und v.a.m.).

Die endgültigen Zusammenhänge für die Formen der Koordinationsermüdung sind ebenso wenig bis ins Detail geklärt wie die eigentlichen Steuerungsvorgänge überhaupt. Aus vielen Theorien läßt sich aber hier im Modell folgendes aussagen:

Mit steigender Muskelermüdung werden immer mehr Muskeln eingesetzt. Dadurch wird der ursprünglich vorhandene Bereich der Muskelsteuerung aus der Ebene der Reflexe allmählich in die höherliegende Ebene verlagert. Gleichzeitig tritt aber auch eine echte mentale Ermüdung ein, so daß die bewußte Steuerung der Muskulatur hier zu den genannten unförmigen Bewegungen führt. Je besser aber eine Arbeit eingeübt wurde, umso geringer ist auch in ermüdetem Zustand die Abweichung von der optimalen Ablaufmethode.

Aufgrund des Froschschenkelversuches wissen wir aber auch, daß zur Aktivierung schon ermüdeten Muskulatur immer höhere Aktivierungspotentiale erforderlich sind. Auch diese müssen nun im Zusammenhang mit der allgemeinen Körperermüdung gesehen werden und führen in Verbindung mit den o.g. Zusammenhängen zu einer weiteren Verschlechterung der Koordination.

4.4.3.3 Die mentale Ermüdung

Schließlich muß noch jener Bereich betrachtet werden, in welchem die eigentlichen Entscheidungen für das entsprechende Handeln des Individuums getroffen werden. Hier liegt der schon bekannte Regelzyklus zugrunde:

- Wahrnehmen (Informationsaufnahme)
- Entscheiden (Informationsverarbeitung)
- Handeln (Informationsumsetzung)

Demnach ergeben sich schon in der Informationsaufnahme die ersten Störquellen bei zunehmender Ermüdung. Dabei sind 3 Formen möglich, nämlich ein Unterangebot, ein Normalangebot oder ein Überangebot an Informationen.

Untersuchungen haben gezeigt, daß lediglich der mittlere Bereich, d.h. der Bereich, in welchem die Arbeitsperson entsprechend ihren Fähigkeiten durch Informationssignale gefordert wird, zur geringsten Ermüdung führt. Zunehmende Fehlerzahlen in der Einzelentscheidung sind sowohl bei Unter- als auch bei Überforderung festzustellen.

Diese Zusammenhänge sind auch deshalb sehr bedeutend, weil im Zeitalter zunehmender Automatisierung die Informationsvermittlung über Kontrollinstrumente immer umfangreicher wird. Dies trifft mehr und mehr auch für den landwirtschaftlichen Bereich zu, sei es in größeren Ackerschleppern, auf Mähreschern oder in der Innenwirtschaft bei sehr großen Melkständen.

Gleichzeitig zeigt sich an dieser Stelle aber auch die Schwierigkeit, derartige Zusammenhänge durch objektive Meßmethoden zu erfassen. Hier sollen lediglich einige Hinweise auf methodische Ansätze gegeben werden:

Störung der Informationsaufnahme

Dabei kann von der Annahme ausgegangen werden, daß sowohl das Auge wie auch das Gehirn keinerlei Ermüdung zeigen. Vielmehr handelt es sich um Schwierigkeiten bei der Weiterleitung der aufgenommenen Informationen.

Störung der Informationsverarbeitung

Bekanntlich müssen die aufgenommenen Informationen mit vorhandenem (gespeichertem) Wissen in Beziehung gebracht werden. Dabei sind Fehler zu beobachten, wenn die vorhandenen Informationen nicht mehr ausreichend, falsch oder zu langsam mit dem gespeicherten Wissen verknüpft werden. Allerdings kann festgestellt werden, daß derartige Ermüdungserscheinungen durch Pausen reversibel sind !

Störung der Informationsumsetzung

Innerhalb dieses Bereiches nähern wir uns direkt der Koordinationsermüdung. Dabei sind jene Ermüdungserscheinungen zu nennen, bei denen Entscheidungen trotz gewollter Aktivität nur noch unzureichend durchgeführt werden.

Dazu bleibt aber festzustellen, daß es äußerst problematisch ist, die Einzelbereiche zu erfassen und zu quantifizieren. Auch an dieser Stelle gilt ähnlich wie bei der Leistungsgradbeurteilung, daß nur die Gesamtheit aller Faktoren eine einigermaßen sichere Aussage liefern kann. Zu erwähnen sind deshalb folgende Zusammenhänge:

- Eine zunehmende Ermüdung bringt ein Nachlassen der Arbeitsleistung mit sich.

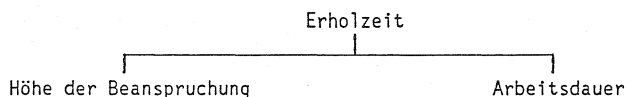
- Sie führt häufig zu einem anderen, eventuell ungewollten Verhaltensmodus, welcher sich vor allem in Form von Aggressivität gegenüber dem Mitmenschen zeigt.

4.5 Pausen- und Arbeitszeitgestaltung

Pausen und Erholzeiten sind erforderlich, um einer vorzeitigen Ermüdung und Überbelastung vorzubeugen. In der Industrie sind diese nach dem neuen Betriebsverfassungsgesetz (Nordbaden) als Bestandteile der Arbeitszeit vorgeschrieben.

4.5.1 Pausengestaltung

Aufgrund der aufgezeigten Zusammenhänge über den Sauerstoffverbrauch und der Sauerstoffzufuhr zu Beginn einer Tätigkeit dürfte die Tatsache eines Ausgleiches durch Pause- oder Erholzeit unbestritten sein. Allerdings wurde auch bei den Überlegungen zur Belastung und Ermüdung schon ersichtlich, daß es derzeit an echten objektiven Meßmethoden zur Pausenbestimmung fehlt. Zudem sind alle aufgezeigten Methoden relativ umständlich anzuwenden und indirekt sehr kompliziert. Ähnlich wie bei der Leistungsgradbeurteilung wurde deshalb vom REFA ein vereinfachtes analytisches Verfahren der Erholzeitberechnung vorgeschlagen. Dabei wird die Erholzeit aus

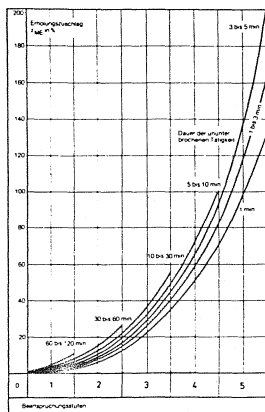


ermittelt. Dieses Schema berücksichtigt die verschiedenen Anteile an

- dynamischer Muskelarbeit
- statischer Muskelarbeit und einseitiger Muskelarbeit
- Aufmerksamkeit und Konzentrationsarbeit
- Umgebungseinflüsse (insbesondere Hitze)

Da in der Landwirtschaft die Arbeit überwiegend aus dynamischer Muskelarbeit besteht, interessiert hier nur dieses Beurteilungsschema (Abb. 4-8).

Dynamische Muskelarbeit



- 0 = unter Dauerleistungsgrenze
z.B. Schlepperarbeiten, allgemeine Stallarbeiten
- 1 = knapp über der Dauerleistungsgrenze
z.B. schwere Schlepperarbeiten (Frontlader), Melken m. 2 Melkzeugen
Füttern von Hand, bis 30 kg Tragen.
- 2 = mittelschwere Arbeit
z.B. Melken m. 3 Melkzeugen im Anbindestall, 30 - 40 kg Tragen, Anwekfutter in das Gebälge werfen.
- 3 = schwere Arbeiten
über 40 kg Tragen, Silage entnehmen, Mistladen von Hand, Mähen mit Sense.

Konzentration

Stufe	Beispiele	Zuschlag %
0	ohne wesentliche Kontrolle; Silage entnehmen; Sand schaufeln.	0
1	einfache Maschinenbedienung; z.B. Melken m. 2 Melkzeugen; leichte Schlepperarb.	1 - 3
2	Bedienung komplizierter Maschinen; Erntemaschinen fahren; Kartoffel auslesen; Frontladerarbeiten; Pflügen; 6 Melkz. im Melkst.	3 - 6
3	Bedienung kompl. Masch. bei erschwerten Verhältnissen; bei Hanglagen oder Lagergetreide; Melken in Großmelkständen ab 6 Melkzeugen.	6 - 10

Abbildung 4-8: Erholungszeitzuschlag für dynamische Muskelarbeit und für Konzentrationsarbeit

Es enthält die Arbeitsschwerestufen zwischen

- 0 = unterhalb der Dauerleistungsgrenze und
- 3 = sehr schwere Arbeit.

Zusätzlich wird die Dauer der Arbeit berücksichtigt; ausgehend von einer Dauer bis 3 Minuten bis hin zu einem Endwert von etwa 2 Stunden. Je nach Arbeitsschwere und Zeitdauer der Tätigkeit kann dann der für diese Arbeit typische prozentuale Zuschlagswert abgelesen werden.

Dazu addiert sich ein weiterer Zuschlagswert für die Konzentration während der Arbeit, der wiederum in 4 Stufen gegliedert wird. Leichte Arbeiten bekommen dafür keinerlei Konzentrationszuschläge. Einfache Ar-

beiten liegen in der Zuschlagsgruppe 1 bis 3 %, schwere Arbeiten im Bereich 3 bis 6 % und schließlich äußerst komplizierte Maschinenbedienung im Bereich von 6 bis 10 % Zuschlag.

Aus beiden Zuschlagswerten ergibt sich schließlich der Gesamtzuschlag für die entsprechende Tätigkeit.

Allerdings gilt auch hier zu beachten, daß es für den landwirtschaftlichen Bereich derzeit keine fertigen tabellarischen Werte für die unterschiedlichen Arbeiten gibt und deshalb dieser REFA-Vorschlag lediglich als ein Anhaltspunkt und eine Art Leitlinie anzusehen ist.

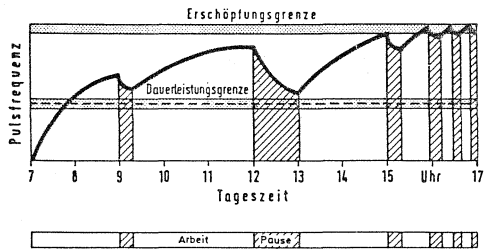
Außerdem ist die Wirkung der Pausen als echte Erholzeiten betrachtet werden. Bei REFA ist dort vorgesehen, daß reine Wartezeiten direkt als Erholzeiten anzusehen und demnach von den Erholzeitzuschlägen zu subtrahieren sind (Probleme bei der Lohnfindung).

Hinzu kommt die Pausenorganisation. So zeigen Untersuchungen im Hinblick auf die Pausenwirkung eindeutig positive Ergebnisse, wenn diese in Form von Kurzpausen eingefügt werden. Schließlich ist bekannt, daß alleine die Erwartung einer Pause, insbesondere bei monotoner Tätigkeit, zu einer gesteigerten Leistungsfähigkeit führt und außerdem die Arbeitsfreude wieder anhebt. Das gleiche gilt für längere Pausen im althergebrachten Stil als Brotzeiten oder als reine Mittagspause. Auch bei reiner Akkordarbeit zeigt sich der positive Einfluß der Pausengestaltung (je 8 Arbeiterinnen im Beispiel ohne und mit Pause). In Erwartung einer Pause wird vorher ein höheres Arbeitstempo vorgelegt).

Insgesamt leitet sich daraus eine Pausengestaltung ab, wie sie optimiert etwa folgendermaßen darzustellen wäre Abb. 4-9):

- Kurzpausen von 5 bis 10 min im einstündigen Rhythmus einlegen.
- Wird körperlich schwere Arbeit oberhalb der Dauerleistungsgrenze verrichtet, dann sind Kurzpausen in wesentlich kürzeren Abständen einzulegen.
- Die längere Mittagspause ist unbedingt einzuhalten.

Ungünstige Pausengestaltung



Günstige Pausengestaltung

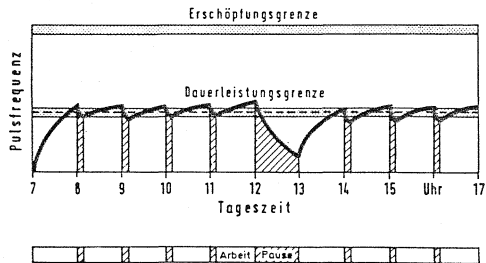


Abbildung 4-9:

Günstige und ungünstige
Pauseneinteilung bei schwerer
Arbeit

4.5.2 Länge der Arbeitszeit

Regional unterschiedlich wird die Länge der Arbeitszeit pro Tag als eine Art Evangelium betrachtet. Insbesondere in den fränkischen Gebieten sind tägliche Arbeitszeiten von 12 bis 14 Stunden an der Tagesordnung. Daß diese überlieferten Formen und Traditionen nicht unbedingt richtig sind, zeigen Untersuchungsergebnisse über das Leistungsvermögen während eines Arbeitstages (Abb. 4-10).

Wird dabei die tägliche Leistungsfähigkeit aufgrund des Energieumsatzes = 100 % gesetzt, dann ergeben sich folgende Zusammenhänge:

- Im günstigen Falle kann mit einem gleichmäßigen Leistungszuwachs je Arbeitsstunde über den Arbeitstag gerechnet werden. Eine Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit erbringt einen erheblichen Leistungszuwachs.

- Im Falle mittlerer körperlicher Belastung ist dagegen nicht mehr mit einer linearen Leistungszunahme je Stunde zu rechnen. Vielmehr werden hier nach etwa 6,5 Arbeitsstunden schon 85 % der möglichen Leistungsfähigkeit erreicht. Über den 8-Stunden-Tag hinausgehende Arbeitszeiten erbringen nur noch geringere Zunahmen der Gesamtleistung.
- Bei schwerer körperlicher Arbeit rückt der Zeitpunkt des Erreichens von 85 % gegenüber der Normleistung noch weiter in den Bereich kürzerer Arbeitszeiten. Dann werden nach 5 Stunden schon 85 % der maximalen Leistungsfähigkeit erbracht. Verständlicherweise bringt dann eine Ausdehnung des Arbeitstages über die 8 Stunden hinaus nur noch äußerst geringe Zunahmen der gesamten Leistung.

Diese als Mittelwerte dargestellten Zusammenhänge gelten selbstverständlich auch für die Landwirtschaft. Allerdings ist zu beachten, daß viele Arbeiten heute in den Bereich der leichteren Arbeiten einzuordnen sind. Folglich können in Spitzenarbeitszeiten (Heuernte, Getreideernte und ähnlichem) durchaus die täglichen Arbeitszeiten auf 12 bis 14 Stunden verlängert werden, wenn dann Zeiträume mit geringerer Belastung der Arbeitspersonen folgen. Grundsätzlich sollte jedoch im Sinne einer geregelten Arbeitszeit auch in der Landwirtschaft der 8-Stunden-Tag angestrebt werden.

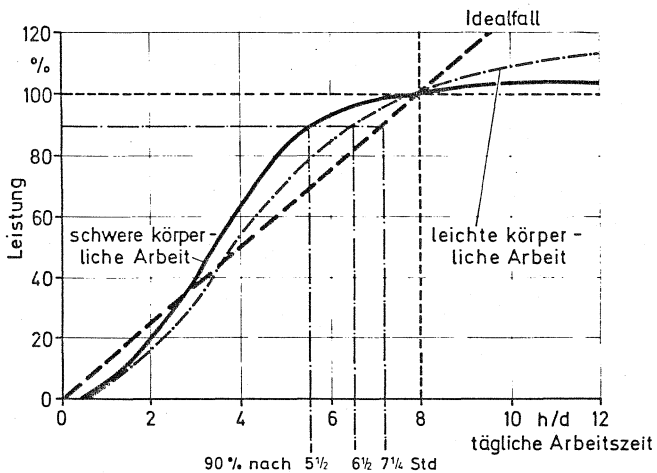


Abbildung 4-10: Mögliche Arbeitsleistung in Abhängigkeit von der Arbeitsdauer

5. Arbeitsplatzgestaltung (Mensch-Maschine-System)

Während in der bisherigen Vorlesung der Mensch im Vordergrund der Betrachtungen stand, soll nun das Zusammenwirken von Mensch und Maschine angesprochen werden. Als erklärtes Ziel muß dabei gelten:

Wir fordern vom Mensch-Maschine-System eine optimale Leistung = Arbeitsergebnis, wobei dem humanen Arbeitsplatz größte Bedeutung zugemessen werden muß.

In diesem Zusammenhang haben besonders die letzten 20 Jahre eine wesentliche Verbesserung zugunsten des arbeitenden Menschen gebracht. Dies zeigen Vergleiche an Schleppern älterer und jüngerer Bauart. Hieß es dabei ursprünglich, "der Mensch hat für die Maschine dazusein", so kann zwischenzeitlich festgestellt werden, "die Maschine hat für den Menschen da zu sein".

5.1 Arbeitsplatz und Arbeitsumgebung

Versucht man, eine Systematik in den Gesamtkomplex Mensch-Maschine-System zu bringen, dann gelingt dies am einfachsten in Anlehnung an die Systemlehre (Abb. 5-1). Wie erwähnt, steht dabei dem Prozeß mit In- und Output der Mensch gegenüber, der durch Wahrnehmen, Entscheiden und Handeln den Prozeßverlauf bestimmt. Arbeitsplatzgestaltung bedeutet dabei eine Schnittstelle zwischen Mensch und System. Sie wird geprägt von der Informationsvermittlung zwischen Prozeß und Mensch auf einer und von der Informationsumsetzung zwischen Mensch und Prozeß auf der anderen Seite. Dieser Gesamtkomplex wird umschlossen von den Kriterien zur Arbeitsplatzgestaltung wie Greifraum, Freiräume, Hebelanordnung und den Betätigungs Kräften.

Trotzdem darf der Arbeitsplatz nicht für sich alleine gesehen werden. Auf ihn wirken eine Reihe wesentlicher Faktoren ein, wie:

Witterung
Lärm
Schwingung
Sichtverhältnisse
Luftinhaltsstoffe.

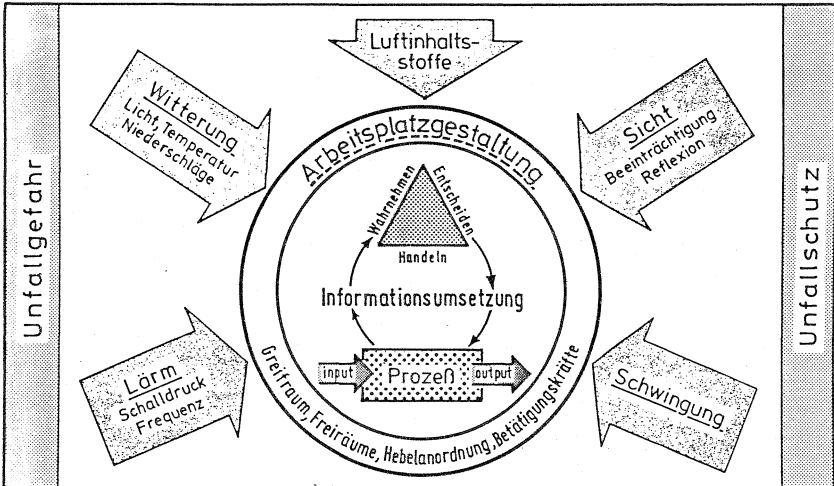


Abbildung 5-1: Faktoren der Arbeitsplatzgestaltung

Darüberhinaus müssen in dieses System (Schnittstelle) Störungen einbezogen werden (Gefahr von Unfällen). Sie erfordern Möglichkeiten des Schutzes, den Unfallschutz. Erst damit ergibt sich ein abgerundetes Bild, welches sich auf die Prozesse der Innenwirtschaft (Melken und ähnliches) und auch der Außenwirtschaft mit der Zentral-Maschine Schlepper übertragen läßt.

Auf diese Grundzusammenhänge aufbauend muß nun zuerst der Arbeitsplatz beleuchtet werden. Anschließend daran ist dann die Arbeitsumgebung zu untersuchen. Eine Abrundung erfährt dieses Kapitel durch die Unfallforschung.

5.2 Informationsvermittlung

Innerhalb des Mensch-Maschine-Systems kann der Mensch nur dann in den Prozeß eingreifen, wenn durch eine sinnvolle und wirksame Signalgestaltung Informationen vom Prozeß zum Menschen gelangen. Dabei ist zu beachten, daß die überwiegende Anzahl der Informationen in binärer Form vorliegt, wie z.B.:

Zustand in Ordnung oder nicht

Tier gesund oder krank

Milchleistung normal oder zu gering

Allradantrieb eingeschaltet oder nicht

Diese Signale müssen durch die menschlichen Sinne (Sensoren), also Sehen, Hören, Riechen oder Tasten bzw. Berühren wahrgenommen werden.

5.2.1 Optische Informationsübermittlung

Mehr als 80 % aller Informationen werden vom Menschen durch das Auge aufgenommen. Deshalb sind die hier zugrundeliegenden Zusammenhänge sehr wesentlich und bedürfen einer gesonderten, intensiven Betrachtungsweise. Nach Abb. 5-2 sind im wesentlichen drei Formen möglich.

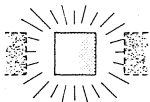

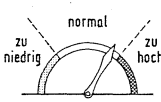
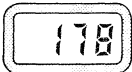
<u>Anzeigeform</u>				
<u>Einsatzform</u>	Lichtsignal	akustisches Signal	analoges Signal	digitales Signal
	<u>Zustandsänderung</u> gelb = in Funktion grün = in Ordnung rot = Gefahr	<u>gefährvolle</u> <u>Zustandsänderung</u>	<u>Einordnende</u> <u>Beobachtung</u> (wechselnde Vorgänge)	<u>Exakte Messwerte</u> (ablesen)
<u>Beispiele</u>	Ladeanzeige für Lichtmaschine Feststellbremskontrolle Fernlichtkontrolle	Verstopfungsanzeige am Mährescher	Temperaturanzeige Tachometer Uhr	Gewicht Verluste Weg

Abbildung 5-2: Formen der optischen Informationsübermittlung

Die einfachste Form stellt das Lichtsignal dar. Es zeigt mit dem Aufleuchten eine Zustandsänderung an. Zusätzlich wird über die Wahl der Farbe eine weitere Dimension möglich. Dabei liegen die Farbbeurteilungen nach Abb. 5-3 zugrunde.

Farbe	Distanzwirkung	Temperaturwirkung	Psychische Wirkung
Blau	<i>entfernend</i>	<i>kalt</i>	<i>beruhigend</i>
Grün	<i>entfernend</i>	<i>sehr kalt bis neutral</i>	<i>sehr beruhigend</i>
Rot	<i>nahe</i>	<i>warm</i>	<i>aufreizend und beruhigend</i>
Orange	<i>sehr nahe</i>	<i>sehr warm</i>	<i>sehr anregend</i>
Gelb	<i>nahe</i>	<i>sehr warm</i>	<i>anregend</i>
Braun	<i>sehr nahe einengend</i>	<i>neutral</i>	<i>anregend</i>
Violett	<i>sehr nahe</i>	<i>kalt</i>	<i>aggressiv, beunruhigend entmutigend</i>

Abbildung 5-3: Wirkung der Farben auf den Menschen

Sie bauen auf die psychischen Wirkungen unserer Farbskalierung auf. Danach wirken Blau und Grün beruhigend, Rot aufreizend und beunruhigend, Orange sehr anstrengend, Gelb anregend, Braun ebenfalls anregend und Violett schließlich aggressiv, beunruhigend und entmutigend.

In Anlehnung daran hat sich im europäischen Raum eine bestimmte Farbwahl für bestimmte Zeichen bzw. Informationsvermittlungen herausgebildet. In erster Linie ist dies die Farbe "Grün" für freie Fahrt und "Rot" zur Übermittlung einer akuten Gefahrensituation bzw. eines Stoppvorganges. Deshalb kann eine zusätzliche Farbgebung innerhalb der Arbeitsplatzgestaltung nicht wahllos getroffen werden. Verständlich wird auch, daß z.B. eine blaue Kennzeichnung (z.B. Fernlicht bei allen Kraftfahrzeugen) durchaus als Dauersignal verwendet werden kann, weil eben deren Wirkung relativ beruhigend ist.

Neben den Lichtsignalen stehen jene Signalformen, bei denen mit Hilfe eines Zeigerinstrumentes echte Wertskalen an den Informationsabnehmer vermittelt werden können. Hierzu zählen alle Zeigerinstrumente und alle digital arbeitenden Instrumentierungshilfen. Dabei erlauben letztere das problemlose Ablesen exakter Zahlenwerte.

Mischformen verbinden beide Signalarten. Dabei werden Wertskalierungen mit Binärentscheidungs hilfen unterlagert und erlauben so einordnende Beurteilungen. Zu nennen sind: Traktormeter, bei denen unterschiedliche Geschwindigkeitsbereiche mit unterschiedlichen Farben angedeutet werden oder Temperaturmeßinstrumente mit den Bereichen zu kalt (z.B. weiß), normal (grün) und zu heiß (rot) in Verbindung mit einer Gradeinteilung.

Schließlich muß die Frage gestellt werden, in welcher Anzahl optische Signalformen vorhanden sein müssen oder dürfen. Dabei ist zu bedenken, daß mehr Signalformen ein Mehr an Informationsübermittlung ermöglichen. Demgegenüber steht die Tatsache, daß eine zu hohe Intensität den Informationsaufnehmer in den Bereich der Überforderung bringt. Bezogen auf das Armaturenbrett eines Schleppers bedeutet dies, daß maximal 5 bis 6 optische Anzeigen zur gleichzeitigen Informationsvermittlung ausreichend sein müssen. Gerade Großschlepper oder auch Großmähdrescher gehen aber über diese Vorstellung weit hinaus, weshalb sich zurecht die Frage stellt, ob bei derartigen Maschinen künftig diese Form der Informationsübertragung beibehalten werden kann (siehe Kapitel 6).

5.2.2 Akustische Informations-Vermittlung

Bei dieser Informationsvermittlung ist allen die Hupe im Kraftfahrzeug als Musterbeispiel geläufig. Bekannt ist, daß sich gerade die akustische Informationsvermittlung durch eine sehr kurze Reaktionszeit auszeichnet und zu einer ausgeprägten Aufmerksamkeit führt. Auf der anderen Seite ist auch ein erhebliches Schreckmoment bei der Arbeitsperson nicht zu vergessen.

Innerhalb der Arbeitsplatzgestaltung ist deshalb die reine akustische Informationsvermittlung immer dann anzustreben, wenn eine Information schnell und sicher an den Informationsabnehmer gebracht werden muß (Alarm- und Gefahrensignale). Solche Situationen treten z.B. beim Mähdrescher auf, wenn eine Überhitzung der Maschine das leicht entzündliche Erntegut Stroh zum Brand führen könnte. Unterschiede in der Lautheit des akustischen Signales sind wesentlich bei der Berücksichtigung der "akustischen Umwelt", damit die Gefahr der "Verdeckung bzw. Überlagerung" nicht zu Fehlinterpretationen führt.

5.3 Informationsumsetzung durch Gestaltung der Bedienelemente

Wahrgenommene Informationen und Entscheidungen münden in "das Handeln".

5.3.1 Stellteile

Stellteile dienen zur Eingabe von Informationen bzw. zur Steuerung von Operationen im Arbeitssystem. Sie müssen dem Menschen optimal angepaßt werden, ihre Funktion muß sinnfällig zur Funktion sein. Nach ihrer Betätigung lassen sich die Stellteile unterscheiden nach:

- Drücken Tastatur, Taste, Druckknopf
- Schwenken Stellhebel, Pedal, Wippschalter, Kippschalter
- Ziehen Ziehgriff, Zugknopf, Zugring
- Drehen Handrad, Kurbel, Druckknopf, Schlüssel
- Schieben Schiebeschalter (Daumen- oder Handbetätigung)

Stellteile müssen entsprechend der aufzubringenden Kraft ausgewählt und geformt werden. Sie bedürfen einer eindeutigen Kennzeichnung nach:

- Form
- Farbe
- Größe
- Oberfläche
- Lage
- Beschriftung

Hilfsmittel bei der Gestaltung von Form und Oberfläche von Stellteilen ist die Elektromyographie.

5.3.2 Bewegungen

Im Gegensatz zur industriellen Arbeit (Fließarbeit) lassen sich in der Landwirtschaft nur in begrenztem Ausmaß Bewegungen standardisieren. Nur in wenigen Fällen, z.B. Futtermitteln, Sortiervorgänge, lassen sich über längere Zeit gleiche Bewegungen durchführen. Ansonsten bedingt der Umgang mit Tieren, daß solche Bewegungsmuster, die aufgrund ähnlicher Zeitbedingungen und hoher Übung immer gleich und dadurch mit einem hohen Wirkungsgrad ausgeführt werden, recht selten auftreten.

Wenn möglich, sollten Bewegungen standardisiert werden, um einen höheren Wirkungsgrad (und damit geringere Ermüdung) zu erreichen. Wichtig ist:

- Sind beide Hände beteiligt, dann sollten
 - o die aufzubringenden Kräfte (Momente) etwa gleichmäßig auf beide Hände verteilt sein,
 - o die Bewegungen gleichzeitig beginnen und enden und
 - o symmetrische Bewegungen vorgezogen werden.
- Die einzelnen Bewegungselemente sollten sich leicht koppeln lassen (Endpunkt = Anfangspunkt).
- "Glatte" Bewegungen sind "abrupten" vorzuziehen.
- Anteile statischer Arbeit sollen zugunsten dynamischer Arbeit reduziert werden.
- Die zu bewegende Masse muß auf die Größe der eingesetzten Muskelgruppen abgestimmt werden.
- Auf unnötige Präzision der Bewegungen soll verzichtet werden zugunsten der Schnelligkeit und des dynamischen Anteils.
- Die Schnelligkeit von Bewegungen läßt sich nicht beliebig steigern. Es gibt ein Optimum. Bei weiterer Steigerung der Geschwindigkeit nimmt die Ermüdung überproportional zu.
- Insgesamt ist auf eine harmonische Gestaltung des Gesamtbewegungsablaufes zu achten. Dazu gehört auch die Pausengestaltung.

Überall dort, wo Bewegungsabläufe nicht standardisiert werden können, sollten Orientierungshilfen eingesetzt werden. Dazu gehören z.B. Fangvorrichtungen, Trichter, Prallbleche etc. Hingewiesen sei noch auf das Erfordernis der ausreichenden Beleuchtung, die die Reaktions- und Bewegungsschnelligkeit deutlich verbessert und dadurch die Arbeitssicherheit wesentlich erhöht.

5.4 Arbeitsplatzgestaltung

Die eigentliche Arbeitsplatzgestaltung umfaßt 4 wesentliche Einzelbereiche, nämlich:

- Freiräume

- Greifräume
- Hebelanordnungen
- Betätigungskräfte.

5.4.1 Freiräume innerhalb des optimalen Arbeitsplatzes

Prinzipiell ist Sitzen mit dem geringsten Kraftaufwand verbunden. Allerdings gilt dann die Voraussetzung, daß nur geringe Kräfte aufgebracht werden dürfen und auf Dauer eine mittlere Kräftebelastung nicht überschritten wird. Zum anderen kommt hinzu, daß bei jeder sitzenden Arbeit die Greifräume das Gesamtbetätigungsfeld des Menschen relativ stark einengen.

Als eine Art Faustzahl kann hier folgender Zusammenhang genannt werden. Die Arbeitsfläche soll in ihrer Höhe in etwa der halben Körpergröße des Menschen entsprechen. Handelt es sich nun um eine rein sitzende Tätigkeit, dann sind davon etwa 10 cm abzuziehen, dies bedingt eine Arbeitsflächenoberkantenhöhe von etwa 70 cm. Reine Steharbeitsplätze sollten dagegen etwa 10 cm höher als die mittlere Körperhöhe sein, also eine Arbeitsflächenoberkante von etwa 90 cm aufweisen. Für alle Steh-Sitzarbeiten ist eine mittlere Arbeitsflächenoberkantenhöhe von 80 cm zu fordern.

Neben diesen Maßen sind im gesamten Arbeitsplatz zusätzliche Freiräume für die Körperextremitäten erforderlich. Dies betrifft vom allem die Freiräume für die Beine und Füße und die notwendigen Freiräume für das ungehinderte Gehen und für das Hindurchtreten (Schlepperkabine).

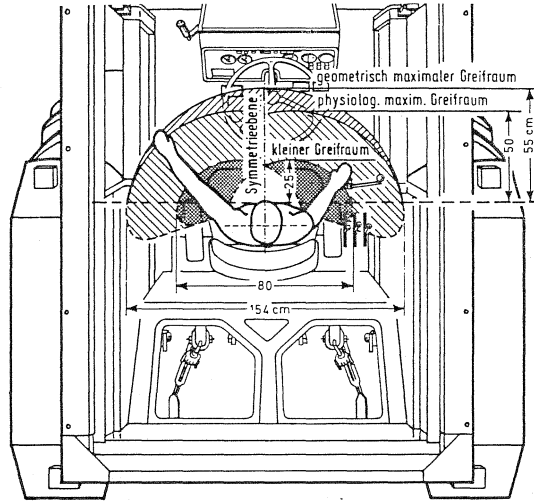
5.4.2 Greifraum

Mit dem Greifraum wird eine weitere entscheidende Größe bei der Arbeitsplatzgestaltung angesprochen. Dieser beruht auf den mittleren physischen Maßen des Menschen (Antropometrie) und gliedert sich in

- den Gebetswinkel,
- den kleinen Greifraum,

- den großen Greifraum und
- den physiologisch maximalen Greifraum.

Diese Zusammenhänge sind insbesondere im Hinblick auf den Arbeitsplatz auf Führerständen von Schleppern (Abb. 5-4) und selbstfahrenden Maschinen zu beachten. Dabei gelten folgende Grundsätze (Tab. 5-1):



Maximalwerte in cm für	bei einer Körpergröße von		
	165	175	185
kleinen Greifraum	30	34	38
physiolog. maximalen Greifraum	60	63	66
geometrisch maximalen Greifraum	65	68	71

Abbildung 5-4: Greifräume des Menschen am Arbeitsplatz "Schlepper"

Tabelle 5-1: Anforderungen an Arbeiten in den Greifräumen

	kleiner Greifraum	großer Greifraum	maximaler Greifraum
Arbeit mit	angewinkeltem Arm	gestrecktem Arm	gestrecktem Arm mit Körperunterstützung
Häufigkeit der Bedienung	groß	klein	selten
Bewegungsweg	kurz	mittel	lang
Kontrolle	fein	mittel	grob
Sicherheit	groß	mittel	klein
Kraftaufwand	klein	größer	groß

5.4.3 Hebelanordnung

Ausgehend vom Greifarm des Menschen muß nun eine Anordnung der Hebel innerhalb dieses Greifraumes als Optimum versucht werden. Grundsätzlich gilt dabei:

- Die gesamte Instrumentierung hat im Blickfeld des Fahrers zu liegen. Dabei muß ein zu steiler Blickwinkel vermieden werden.
- Selten betätigte Hebel (z.B. Allradantrieb, Differentialsperrre u.a.) können im Außenbereich des Greifraumes liegen und auch einen hohen Kraftaufwand erfordern, weil dort bei gestreckten Extremitäten die Bedienung durchaus im Bereich des Möglichen liegt.
- Alle Bedienungsorgane mit mittlerem Kraftaufwand müssen im äußeren Greifraum liegen (Kupplung, Bremse, Feststellbremse u.a.)
- Im kleinen Greifraum sind all jene Hebel anzubringen, die einen relativ geringen Kraftaufwand erfordern und sehr häufig bedient werden müssen (z.B. Hydraulik, Gangschalthebel, Signalgebevorrichtungen u.a.).
- Im sog. Gebetswinkel dürfen keinerlei Hebelanordnungen vorgenommen werden.

5.4.4 Betätigungskräfte

Die Betätigungskräfte resultieren aus dem erforderlichen Kraftaufwand und der maximal zu erbringenden Kraft. Bei günstiger Anordnung können dadurch leichtgängige und schwergängige Stellteile erreicht werden, da dann deren relative Verhältnisse für die arbeitende Person zum Tragen kommen. Als typisches Beispiel soll hier die hängende, die stehende und die nach unten gerichtete Betätigungsform von Fußpedalen aufgezeigt werden (Abb 5-5).

5.5 Lärm

Der Lärm hat sich inzwischen zur echten Geißel der Menschheit entwickelt. Etwa 1/3 aller Gesundheitsschäden sind auf Lärm zurückzuführen. Äußerst nachteilig wirkt sich das Phänomen aus, daß eine Lärmbeeinträchtigung zu einer schleichenden Schwerhörigkeit führt und deshalb vom Menschen nicht wahrgenommen wird.

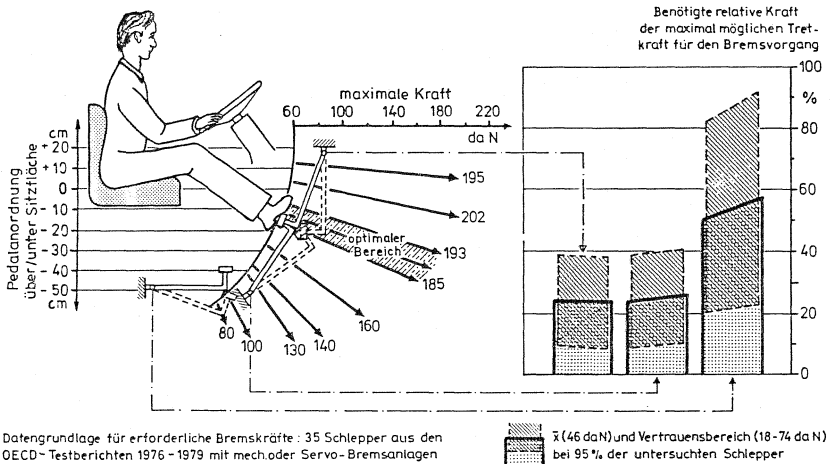


Abbildung 5-5: Pedalkräfte bei unterschiedlicher Pedalanordnung

Im landwirtschaftlichen Bereich kann festgestellt werden, daß mehr als 50 % aller Schlepperfahrer bleibende Hörschäden besitzen. Dabei besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Zahl an erbrachten Schlepperstunden pro Jahr und dem Grad der Schwerhörigkeit. Deshalb wird auch verständlich, daß gerade im landwirtschaftlichen Bereich der Lärmbekämpfung in den letzten Jahren aus gesetzgeberischer Sicht großes Augenmerk zugewandt wurde.

Lärm besteht aus Schwingung (16' - 20.000 Hertz = Tonhöhe) und Schalldruck (2*10 - 10 mbar).

Mehrere Skalierungen wurden in den vergangenen Jahrzehnten entwickelt. Hier sollen nur die wichtigsten Zusammenhänge aufgezeigt werden.

Wahrnehmung ist das Empfinden des Menschen in der Lautheit. Es handelt sich dabei um eine lineare Skalierung, die in SONE gemessen wird.

Lautstärke ist das subjektive physische Empfinden des Menschen und wird in PHON gemessen. Diese Skala ist logarithmisch, was bedeutet, daß eine Erhöhung um 10 Phon einer Verdoppelung der Lautstärke entspricht. Nachteilig ist bei der Phon-Skala, daß die unterschiedliche Frequenz nicht berücksichtigt wird.

Deshalb wurde in jüngster Zeit als dritte Skalierung die Schalldruckbewertung mit verschiedenen Filterstärken eingeführt. Allgemein wird im Bereich bis 120 Phon die Dezibel-Skala dB(A) verwendet. Im darüberliegenden Lärmbereich kommen die Filter B und C zum Einsatz. Identisch sind die Skalierungen Phon und Dezibel bei exakt 1.000 Hertz. Darunter weicht die Dezibel-Skala erheblich von der Phonskala ab, ebenfalls im darüberliegenden Bereich (Abb. 5-6).

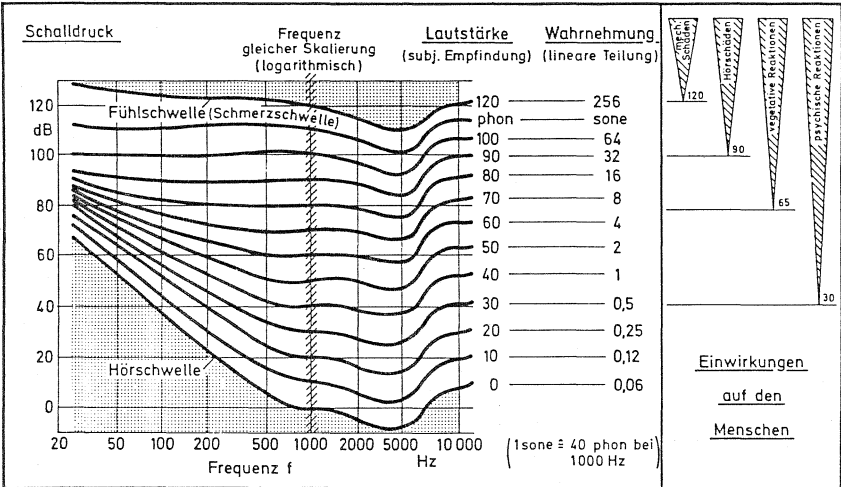


Abbildung 5-6: Messung des Lärms in unterschiedlicher Skalierung

Neben dieser Skalierung müssen wir allerdings berücksichtigen, daß Lärm eine sehr starke psychische Wirkung auf den Menschen ausübt. Die zu nennenden Grenzen zeigen erhebliche Beeinflussung, deren entsprechende Grenzwerte bei 30, 65, 90 und schließlich 120 Phon liegen.

Die Lärmbeurteilung ist sehr subjektiv. So spielt das Alter des Menschen eine große Rolle. Jüngere Menschen meinen sehr hohe Lautstärken gut vertragen zu können (Diskotheken u.a.), ältere Menschen hingegen empfinden in der Tat ein Nachlassen der Lärmbeeinträchtigung durch die sog. Altersschwerhörigkeit. Grundsätzlich aber gilt, daß Lärm für alle Menschen im gleichen Maße schädlich ist. Es ist zu befürchten, daß wir es künftig aufgrund unserer derzeitigen Situation in den Lokalen (Diskotheken) künftig mit einer sehr großen Anzahl schwerhöriger Menschen zu tun haben werden, deren Ursache nicht im Arbeitsbereich liegt.

Im landwirtschaftlichen Bereich interessiert allerdings das Zustandekommen und die Quellen der Lärmentwicklung sehr stark. Hier sind insbesondere zwei sehr wichtige Bereiche zu nennen, nämlich Lärmquellen am Schlepper und an den Geräten.

Verbesserungsmöglichkeiten bieten sich in größerer Zahl an, z.B.:

- am Motor durch andere Verbrennungsvorgänge, durch Wasserkühlung und durch Aufhängung in dämmenden Elementen
- am Motor durch vollständige Kapselung
- an der Hydraulik
- am Getriebe durch andere Verzahnung u.ä.m.
- durch Schutzmaßnahmen für den Fahrer in Form von Fahrer-kabinen.

Heute entsprechen viele Schlepper den geforderten Bedingungen noch nicht. Insbesondere liegen auch keine Erkenntnisse vor, inwieweit durch das Altern und durch den Einsatz des Schleppers eine Verschlechterung stattfindet.

Auch neben dem Schlepper treten erhebliche Geräuschentwicklungen auf, z.B. bei

Spezial-Maishäckslern

Motorsägen

Schweinefütterungen u.a. (Abb. 5-7)

Die Beurteilung von Lärm richtet sich nach arbeitsmedizinischen Erfahrungswerten. Demnach sollen für bestimmte Tätigkeiten die folgenden Pegelwerte nicht überschritten werden:

- 55 dB(A) - für Arbeiten mit überwiegend geistiger Beanspruchung (Konstruieren, Überwachen, Steuern)
- 70 dB(A) - für Arbeiten mittlerer geistiger Beanspruchung (Büro)
- 85 dB(A) - für alle sonstigen Arbeiten
- 90 dB(A) - falls 85 dB(A) bei zumutbarem Aufwand nicht einzuhalten sind.

Dabei spielt die Expositionszeit eine sehr wichtige Rolle (Abb. 5-8).

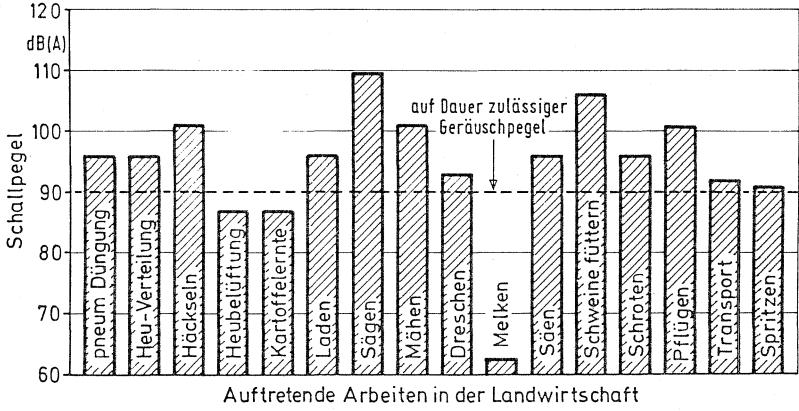


Abbildung 5-7: Lärmentwicklung bei unterschiedlichen Arbeiten

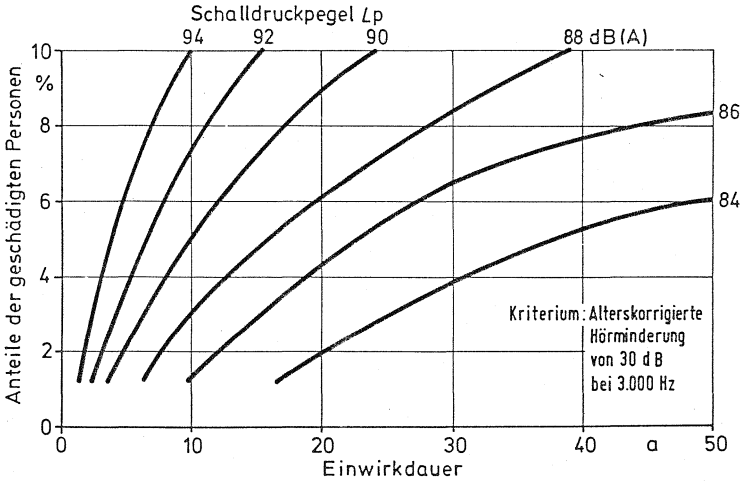


Abbildung 5-8: Risiko der Lärmschwerhörigkeit in Abhängigkeit von Einwirkdauer und Schalldruckpegel

Schutz vor Lärm erfolgt bei fehlenden aktiven Maßnahmen durch passive Maßnahmen wie DROPAX, Gehörschutzkapseln (Senkung zwischen 25 und 45 dB(A)) und bei Fahrzeugen in geschlossenen, lärmgedämmten Kabinen.

5.6 Witterungseinflüsse

Der Arbeitsplatz des Landwirtes ist im Außenbereich gekennzeichnet durch den direkten Einfluß der Witterung. Hier treten u.U. sehr hohe Belastungen für den arbeitenden Menschen auf, die allerdings nur sehr schwer und sehr kostspielig beseitigt werden können. Im Bereich des Schleppers setzt sich deshalb mehr und mehr die Kabine durch, um die Einzeleinflüsse der Temperatur, der Beleuchtung, des Schutzes vor Niederschlag und des humanen Arbeitsplatzes stärker in den Griff zu bekommen.

5.6.1 Temperatureinfluß

Eine entsprechende Temperatur am Arbeitsplatz erhöht das Wohlbefinden des Menschen. Rückwirkungen sind sowohl in physischer als auch in psychischer Sicht zu sehen. Insgesamt ergibt sich daraus ein sehr starker Einfluß auf die Leistung des Menschen.

Ausschlaggebend ist bei der Temperaturbeeinflussung nicht die Temperatur alleine. Hier wirken:

1. Trockentemperatur (Luft)
2. Feuchttemperatur (bei 100 % rel. Luftfeuchte, Zusammenhänge zu Verdunstung, Verdunstungskälte u.ä.m.)
3. Windgeschwindigkeit

zusammen und führen dann zur sog. Effektivtemperatur. Diese bestimmt das Empfinden des Menschen (Tab. 5-2).

Tabelle 5-2: Grenzwerte für die Behaglichkeit und Zumutbarkeit unter Berücksichtigung der Arbeitsschwere

Arbeitsschwere (Energieumsatz)	Behaglichkeit		Zumutbarkeit	
	Temp. eff.	Luftgeschw. (m/s)	Temp. eff.	Luftgeschw. (m/s)
geistige Arbeit (Grundumsatz)	21	0.2	30	1.0
leichte Arbeit (400 kJ/h)	20	0.2	30-35	1.0
mittelschwere Arbeit (1000 kJ/h)	18	0.5	29-31	2.0
schwere Arbeit	15	1.0	26-28	5.0

5.6.2 Beleuchtung und Licht

Bedingt durch den Arbeitsplatz des Menschen in der Landwirtschaft wird eine unterschiedlich starke Beleuchtung bei wechselndem Arbeitsplatz und unterschiedlicher Witterung die Folge sein. Auch an dieser Stelle muß ein erheblicher Mangel an verschiedenen Arbeitsplätzen in Form der Beleuchtung aufgezeigt werden. So entspricht die mittlere Beleuchtung unserer Ställe, unserer Scheunen und anderer Räume bei weitem nicht der geforderten Norm (Abb. 5- 9).

Sehaufgabe	Beispiele	Beleuchtungsstärken in Lux und benötigte Watt* bei einer Entfernung von													
		Lx				2m				5m				10m	
fein	Tierkontrolle Melkstand	200	56	350	1.400	700	200	1.250	5.000	2.000	1.500	3.500	14.000		
		150	44	275	1.100	500	140	875	3.500	1.500	1.200	2.625	10.500		
mäßig fein	Reparatur- und Wartungsarbeiten	100	28	175	700	300	84	525	2.100	1.000	800	1.750	7.000		
		70	20	125	500	200	56	350	1.400	700	200	1.250	5.000		
mäßig grob	Futterraum	50	16	100	400	150	44	275	1.100	500	140	875	3.500		
		30	8	50	200	100	28	175	700	300	84	525	2.100		
grob	Lagerräume	20	6	38	150	70	20	125	500	200	56	350	1.400		
		15	4	25	100	50	16	100	400	150	44	275	1.100		
		10	3	18	70	30	8	50	200	100	28	175	700		
* Werte für Leuchtstofflampen bei Glühlampen sind diese um den Faktor 2,85 zu multiplizieren!		hohem				bei mittlerem				schwachem					
												Kontrast zwischen Objekt und Umgebung			

Abbildung 5-9: Beleuchtungsanforderungen bei unterschiedlichen landwirtschaftlichen Arbeiten

Allerdings ist zu berücksichtigen, daß der Landwirt an dieser Stelle besonders gern spart, weil er den echten Effekt der Ersparnis monetär bewerten kann, den Einfluß einer besseren Beleuchtung aber subjektiv als zu gering einstuft.

5.6.3 Sichtverhältnisse

Betrachtet man die Sichtverhältnisse nicht am Arbeitsplatz direkt, sondern versucht man darunter das Erkennen des Umfeldes des Arbeitsplatzes zu verstehen, dann ergeben sich u.U. erhebliche Beeinträchtigungen, welche z.B. beim Schlepper sehr gravierend sind und abhängen von der Bauart, dem Schleppertyp (mit Kabine, Motorhaube, Kotflügel, An- und Aufbauten).

Allgemein läßt sich feststellen (Abb. 5-10), daß die Sichtbeeinträchtigungen im Bereich der reinen Frontsicht (Frontlader, Fronthacke) bei 90 bis 100 % liegen. Im Bereich der seitlichen Arbeitsbereiche (Mähwerk u.a.) erreichen sie immerhin noch Werte von 50 bis 60 % und lediglich im reinen Heckbereich erniedrigt sich dieser Faktor auf etwa 20 bis 40 % Sichtbeeinträchtigung.

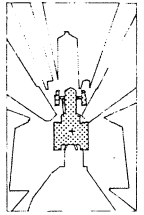
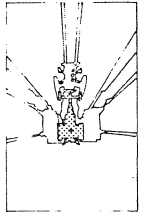
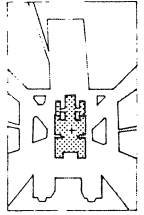
Sichtbeeinträchtigung auf	Standardschlepper	Geräteträger	Trac.-Schlepper
<u>Umfeld Boden</u>			
<u>Umfeld Geräte</u>	100 %	75 %	100 %
Frontanbau	Frontlader	Frontlader	Frontlader
Seitenanbau	58 %	50 %	75 %
	Anbau-Mais-häcksler	Seiten-mähwerk	Anbau-Mais-häcksler
Heckanbau	Pflug	Pflug	Pflug
	5 %	5 %	16 %
<u>Vorderräder</u>	+	+	+

Abbildung 5 - 10: Sichtbeeinträchtigung bei unterschiedlichen Schlepperbauarten

5.6.4 Reflexion

In der Außenwirtschaft kann Reflexion zu einer starken Belastung werden. Bedingt durch das Styling im Schlepperbau werden heute u.U. sehr stark geneigte Scheiben in die Kabine eingebaut. Dies führt bei schrägstehender Sonne oder bei Arbeiten am Abend zu erheblichen Reflexionen. Um diese zu vermeiden bzw. zu mindern, ist die Forderung zu erheben, daß im optimalen Falle jede Scheibe von der Basis nach oben nicht einwärts, sondern auswärts geneigt ist (Beispiel: Mährescherkabinen).

Getönte Scheiben verringern dieses Problem zwar ebenfalls, jedoch ergeben sich dann Probleme in der Dämmerung und bei Zwiellicht.

5.7 Schwingung

Schwingungen sind die Hauptursachen für Schäden an der Wirbelsäule und für Magenerkrankungen. Dies ist insbesondere bei Schlepperfahrern äußerst kritisch, weil nach Abb. 5-11:

- Schwingungen beim Schlepper im Bereich von 2 - 5 Hz liegen. Dies entspricht in etwa der Eigenfrequenz der menschlichen Schwingung. Derartige Schwingungen können sich übereinander lagern und damit gegenseitig verstärken (Resonanz).
- Schwingungen rein zufällig (stochastisch) auftreten und deshalb vom Menschen nicht ausgeglichen werden können.

Dieses Problem ist beim Schlepperfahrer nur durch einen ihm angepaßten Sitz zu lösen. Hierbei spielt nicht die Federung die entscheidende Rolle, sondern vielmehr die entsprechende Schwingungsdämpfung. Zu berücksichtigen ist selbstverständlich die Variabilität in den verschiedenen Körpergewichten, weshalb jeder gute Schleppersitz an das Körpergewicht des Fahrers einfach und schnell anzupassen sein muß.

Neuere Untersuchungen haben zudem gezeigt, daß herkömmliche, sog. Komfortsitze diesen Anforderungen nicht genügen. Vielmehr ist die Hereinnahme von zusätzlichen Hydraulikteilen zu fordern, um im Endeffekt zu einem "gesteuerten Sitz" zu kommen.

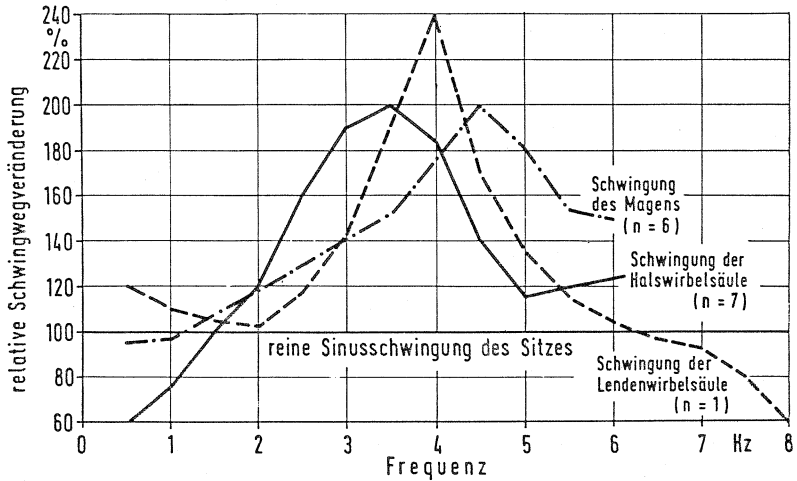


Abbildung 5-11: Schwingungen beim Ackerschlepper

Letztendlich kann aber das Problem der Schwingungen am Schlepper nicht allein über den Sitz gelöst werden. Hier müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um in der Gesamtheit zu einem befriedigenden Ergebnis zu kommen. Ansatzpunkte dafür liegen in der

- Wahl der Bereifung
- Sitzanordnung
- zusätzlichen Dämm- und Federelementen zwischen Kabine und Schlepper
- Dämmelemente zwischen Motor und Rahmen, um den Schwingungserzeuger noch stärker zu isolieren.

5.8 Schädliche Luftinhaltsstoffe

In diesen Einflußgrößenfaktorenbereich fallen insbesondere 2 größere Gruppen:

- Gase
- Staub.

5.8.1 Abgase und andere schädliche Gase

Grundsätzlich treten beim Einsatz von Verbrennungsmotoren Abgase auf. Dies führt insbesondere beim PKW zu einer Umweltbelastung durch diese Abgase. Einatmung durch den Menschen führt zu Schäden an der Gesundheit bzw. zum Tod.

Zusätzlich wird der Schlepperfahrer an seinem Arbeitsplatz saisonal durch schädliche Luftinhaltsstoffe (Spritzmittelsprühen oder Gase) belästigt. Diese Überlegungen führten zu den Hinweisen und zu den gesetzlichen Bedingungen, bei derartigen Arbeiten die entsprechenden Schutzvorrichtungen zu benutzen.

5.8.2 Staub

Bestimmte Arbeiten in der Landwirtschaft unterliegen einer sehr starken Staubentwicklung (Eggen und andere Oberflächenbodenbearbeitungen bei trockenem Zustand, Heueinlagerung in der Innenwirtschaft, Futterbereitstellung u.ä.m.). Während insbesondere in der Innenwirtschaft derartige Zeiträume für Tätigkeiten mit Staubentwicklung begrenzt sind, kann dies in der Außenwirtschaft zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Arbeitsplatzes führen.

Abhilfe schaffen dabei nur geeignete Hilfsmittel bis hin zur dicht schließenden Kabine mit einem Innendruck von 0,2 bar (Abb. 5-12).





Benennung	Atemschutzmaske	Atemschutzhelm	Atemschutzhaube	klimatisierte Kabine
Schema				
Durchlaßgrad (landw. Staub) [%]	<0,4	<0,4	<0,4	1,2...0,4
Preis [DM]	120	700	600	ca.10000
Bemerkung	keine Bewegungseinschränkung, unbequem		Bewegungseinschränkung	umfassender Schutz
Einsatzempfehlung	bei kurzdauernden Arbeiten			bei langdauernden Arbeiten

Abbildung 5-12: Schutzmöglichkeiten vor Staub und Gasen bei Arbeiten in der Landwirtschaft

5.9 Beispiele für den Schlepperführerstand und den Melkstand

Jede Diskussion über Arbeitsplatzgestaltung in der Landwirtschaft muß an jenen Stellen ansetzen, an denen die meiste Zeit des Jahres durch den Landwirt verbracht wird. In der Innenwirtschaft ist dies in den meisten Betrieben die Milchviehhaltung und damit die Melkarbeit, in der Außenwirtschaft hingegen der Schlepperführerstand mit etwa 600 bis 800 Stunden/Jahr Aufenthalt. Deshalb wollen wir nun an den beiden Beispielen Schlepper und Melkstand die Kriterien der Arbeitsplatzgestaltung weiter vertiefen.

5.9.1 Der optimale Schlepperführerstand

Mit der gesetzlichen Vorgabe der Zwangsausrüstung von Schleppern mit Umsturzbügeln setzte ungewollt das Vordringen der Kabinen bei den landwirtschaftlichen Schleppern ein, wovon nur Kleinschlepper und Schlepper mit geringen Einsatzstunden ausgenommen blieben. Im Vergleich beider Formen läßt sich die Wirkung der Einflußgrößen auf die Arbeitsplatzgestaltung gut darstellen (Abb. 5-13).

Schlepper mit Umsturzbügel:

Bei dieser Form haben wir es mit einer wesentlichen Beeinflussung des Schlepperfahrers zu tun. So wirken von außen die Witterung, Abgase, Lärm und Schwingungen auf den Schlepperfahrer ein. Allerdings genießt der Schlepperfahrer hier eine relativ gute Sicht und auch Informationen von außen (z.B. Anbaugeräte und ähnliches) dringen ungehindert bis zum Ohr des Schlepperfahrers vor.

Schlepper mit Kabine:

Immer dann, wenn eine gut isolierte und gedämmte Kabine vorliegt, werden die Einflüsse von außen sehr stark gemindert. Dies bringt erhebliche Vorteile durch geringeren Lärm (80 bis 85 dB(A)) durch eine Schwingungsminderung, durch eine weitgehende Abkapselung vor Abgasen (Überdruck in der Kabine 0,2 bar), durch einen weitgehenden Witterungsschutz (Klimaanlage muß vorhanden sein) und 2 wesentliche Nachteile: Diese sind eine sehr stark eingeengte Sicht, je nach Bauart der Kabine und eine Minderung der Informationsübermittlung von außen zum Schlepperfahrer. Gerade jene Punkte sind es nun, die verstärkt in der nächsten Zeit geschlossene Informationssysteme für den Schlepperfahrer erforderlich machen.

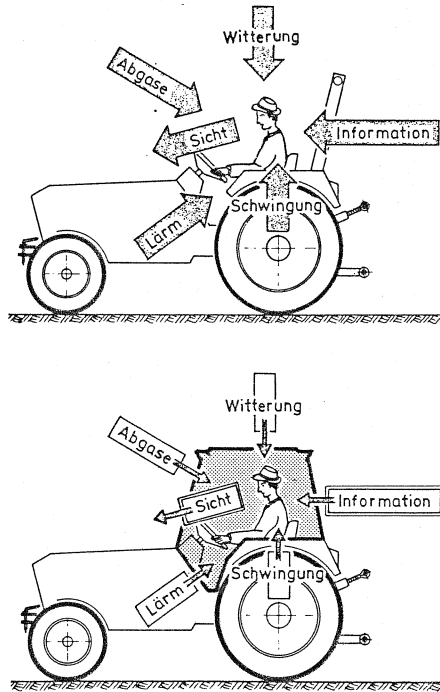


Abbildung 5-13: Einflüsse auf den Schlepperfahrer bei der Ausstattung mit Umsturzbügel (oben) und Kabine (unten)

Insgesamt kann die Funktion der Kabine in 2 große Bereiche eingeteilt werden:

- | | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Kabine erhöht:</u> | Sichtbeeinträchtigung
Schlepperbauhöhe
Probleme bei der Gerätebedienung |
| <u>Kabine schützt vor:</u> | Lärmbeeinflussung (passiv)
Temperatur und Niederschlägen (Klimatisierung)
Schwingung
Unfallgefahr |

5.9.2 Das Beispiel Arbeitsplatz "Melkstand"

Die Vorteile des Melkstandes liegen in der Möglichkeit, der Arbeitsperson günstigere Bedingungen bei der Arbeit zu ermöglichen. Insbesondere ist dies

- aufrechte Arbeitshaltung
- gute Sicht
- günstige Greifräume und Entfernungen zum Euter
- mehr Hygiene
- einen eigenen abgegrenzten Arbeitsraum ohne Konkurrenz durch die Tiere.

Außerdem bestehen ideale Möglichkeiten, durch besondere Eingriffe eine geeignete Klimatisierung zu erzeugen, optimale Lichtverhältnisse zu schaffen und Hilfsmittel zur Informationsermittlung und zur Prozeßsteuerung einzusetzen.

5.9.3 Grundzüge der Arbeitsplatzgestaltung

Allgemein gilt für jeden Arbeitsplatz:

- Von Natur aus widersetzt sich der Mensch jeder Rationalisierung bei der Arbeit. Nahezu jeder Mensch neigt von Haus aus dazu,
 - o nicht rationell,
 - o nicht zweckmäßig und
 - o nicht sinnvoll zu arbeiten.

Diese Zusammenhänge ergeben sich aus der Jahrhunderte alten Tradition und aus dem Verhalten des Menschen, sich Änderungen nicht unbedingt sofort anzuschließen. Deshalb gilt als wichtigste Forderung:

- Der Mensch muß dazu bewegt werden, seine Arbeitsweise kritisch zu überdenken. Dabei mögen folgende Hinweise sehr nützlich sein:
 - o Vermeide statische Haltearbeiten und verwende Körperteile nicht als Haltewerkzeuge.
 - o Gestalte die Arbeit so, daß Beid-Handarbeit möglich ist. Nur so wird es möglich sein, die Last auf viele Muskeln zu verteilen und damit die geringste Ermüdung zu verursachen.

- o Die Hände sollten möglichst gleichzeitig beginnen und gleichzeitig die Arbeit beenden.
- o Beide Hände sollten möglichst mit gleichem Kraftaufwand arbeiten.
- o Die Bewegung der Arme sollte gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung symmetrisch ausgeführt werden.
- o Die Arbeit muß mit möglichst wenigen Bewegungen durchgeführt werden.
- o Bewegungen müssen auf das 5er-System aufbauen, also Finger-Hand-Unterarm-Oberarm-Körperbewegung.
- o Übung hilft Bewegungen einzusparen.
- o Die Arbeit muß die Schwerkraft des Körpers nutzen.
- o Die eingesetzte Muskelkraft und die Kraftaufwendung müssen sich entsprechen.
- o Gestalte den Arbeitsplatz so, daß optimale Körperhaltung möglich ist und der Greifraum optimal genutzt wird.
- o Achte auf die richtige Arbeitshöhe und Körperhaltung am Arbeitsplatz.
- o Schaffe einen optimalen Greifbereich.
- o Beachte die psychischen Beweggründe des arbeitenden Menschen.
- o Überfordere den Einzelnen mit der Arbeitsaufgabe nicht.
- o Der arbeitende Mensch muß einen Sinn in seiner Arbeit sehen.

Beachte trotz allem, daß das Leben nicht nur aus Arbeit besteht und daß nicht alles in Arbeit ausarten darf (übertriebener Ehrgeiz bei der Freizeitgestaltung, im Sport und in anderen Bereichen des täglichen Lebens).

5.10 Unfallschutz

Innerhalb der Betrachtungsweise der Arbeitsplatzgestaltung darf die Unfallverhütung und der Unfallschutz nicht vergessen werden.

5.10.1 Unfallanalysen

So zeigt z.B. die Entwicklung der angezeigten Arbeitsunfälle in der Landwirtschaft mit etwa 280 000 im Jahre 1960 bis hin zu etwa 200 000 im Jahre 1978 zwar eine sinkende Tendenz, sie kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß diese Zahl immer noch viel zu hoch ist und bezogen auf je 1000 Beschäftigte sogar steigende Tendenz zeigt (Abb. 5-14). Im Vergleich zu anderen Berufsgruppen wird zudem deutlich, daß ähnlich hohe Unfallzahlen auch dort anzutreffen sind (Abb. 5-15) und auch dafür gilt, nicht ausschließlich die Bezifferung in Mark und Pfennig kann den volkswirtschaftlichen Schaden charakterisieren, sondern die menschliche Situation ist zu bedenken, in welche viele Einzelbetriebe durch Unfälle geraten. Für sie ist dies oft mit unendlichem Leid und mit echter Not verbunden.

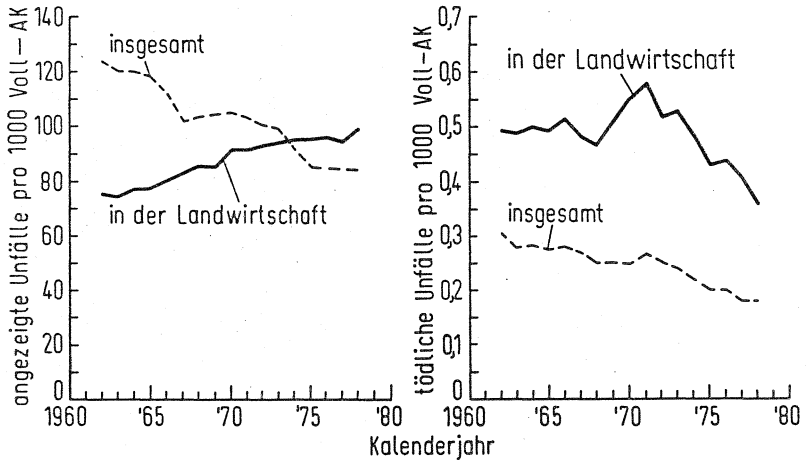


Abbildung 5 - 14: Unfälle in der Landwirtschaft

Im rein landwirtschaftlichen Bereich ist vor allem auch die Situation bei den älteren Menschen zu sehen. So zeigt die Statistik für das Jahr 1979, daß die Arbeitspersonen in der Landwirtschaft über 65 Jahre sehr stark am Unfallgeschehen beteiligt sind. Sie verursachen:

- 11,5 % der angezeigten Arbeitsunfälle
- 26 % der erstmals berechneten Arbeitsunfälle
- 37 % der tödlichen Arbeitsunfälle.

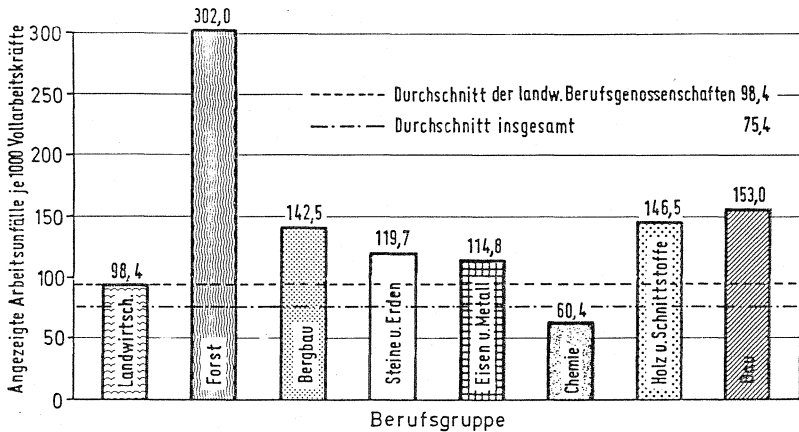


Abbildung 5 - 15: Das Unfallgeschehen bei ausgewählten Berufen im Vergleich

Aber auch die Jugendlichen unter 15 Jahren müssen besonders genannt werden. So ist diese Altersgruppe immerhin mit 5000 Unfällen im Jahr an den 800 000 angezeigten Unfällen beteiligt.

Eine Analyse der tödlichen Unfälle hebt insbesondere 4 Bereiche deutlich hervor (Abb. 5-16). Diese sind:

Umgang mit Kraftfahrzeugen

Umgang mit Tieren

Bauliche Einrichtungen

Unverhältnismäßig hoch ist dabei der Anteil der Unfälle durch Ackerschlepper und Anhänger. Dies muß genannt werden, auch wenn die Statistik in diesem Bereich sehr stark rückläufig ist.

Diese für die Landwirtschaft unbefriedigende Unfallsituation ist zurückzuführen auf:

- Mangelhafte sicherheitstechnische Ausrüstung von Maschinen und Gebäuden, sowie der geringen Motivation für sicherheitsgerechtes Arbeiten.
- Vielseitige landwirtschaftliche Arbeit an verschiedenen Arbeitsplätzen, sowie die häufige Arbeitsüberlastung bei mehr als acht Stunden Arbeitszeit je Tag.

Arbeitsunfälle sind vom Zusammentreffen von zwei Faktoren abhängig:

- Vom Fehlverhalten, wobei der Mensch anders als üblich seine Arbeit verrichtet oder seinen gewohnheitsmäßigen Arbeitsablauf beibehält, obwohl sich die Arbeitsbedingungen geändert haben.
- Von einem vorhandenen Gefahrenpotential, wie z.B. ungeschützte Maschinenteile, Möglichkeiten des Ausgleitens oder Herabstürzens, mangelhafte Arbeitsorganisation.

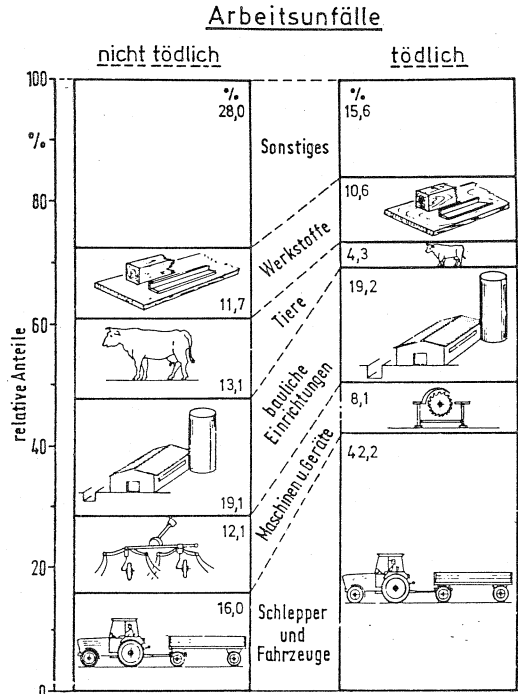


Abbildung 5 - 16: Anteil der Tätigkeiten bei den tödlichen Unfällen

5.10.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit


Für die Verbesserung der Arbeitssicherheit ist deshalb erforderlich:

- Durch technische, bauliche und arbeitsorganisatorische Maßnahmen das Gefahrenpotential der landwirtschaftlichen Arbeit zu mindern.
- Die Ausbildung der Landwirte zum arbeitsgerechten Arbeiten zu verbessern.
- Die in der Landwirtschaft arbeitenden Menschen für ein sicherheitsgerechtes Handeln zu motivieren.

5.10.2.1 Technische und bauliche Gestaltung von Maschinen und Gebäuden

Hier sind passive und aktive Maßnahmen möglich (Tab. 5-3).

Tabelle 5-3: Maßnahmen und Beispiele technischer und baulicher Art

Maßnahmen	Beispiele
<p><u>passiv</u>: Schutzeinrichtungen, um den Menschen vor dem Gefahrenbereich fernzuhalten; Maschinen müssen dazu von den Berufsgenossenschaften geprüft werden und mit dem "GS-Sicherheitszeichen" versehen sein; bei Gebäuden ist dies in die Verantwortung des Landwirts gegeben.</p> <p><u>aktiv</u>: Maßnahmen, welche von vorneherein gefährliche Situationen vermeiden; zur optimalen Arbeitsplatzgestaltung beitragen und die allgemeinen Arbeitsgewohnheiten und natürlichen Arbeitsbewegungen des Menschen besonders berücksichtigen</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Prüfzeichen</p> <p>Besondere Verantwortung des Landwirts bei Treppen, Geländer, Bodenbelägen usw.</p> <p>ebenerdige Lagerung von Heu und Silage gegenüber deckenlastiger Lagerung und Hochbehältern; Melkstände gegenüber Melken in Anbindeställen; optimale Führerstände mit günstigem Auf- und Abstieg.</p> </div> </div>

Diese Maßnahmen setzen eine Sicherheitsanalyse voraus, die in 6 Schritten abläuft (Abb. 5-17).

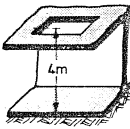
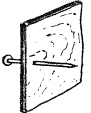
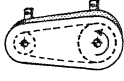
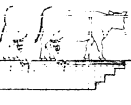

Schritt	1	2	3	4	5
<u>Verhältnis von G (Gefahr) zu M (Mensch)</u>	G!	G	G ↔ M	G / ↔ / M	G ↔ M
<u>Beispiel</u>	<p><u>ungesicherte Gegenstände</u></p> 	<p><u>scharfkantige Gegenstände</u></p> 	<p><u>bewegliche Gegenstände</u></p> 	<p><u>unkontrollierbare Gegenstände</u></p> 	<p><u>bedrohende Umwelt</u></p> 
<u>Maßnahme</u>	<p><u>Gefahr erkennen</u> (sich vorstellen, was passieren könnte)</p>	<p><u>Gefahr beseitigen</u></p>	<p><u>Gefahr umhüllen</u></p>	<p><u>Gefahr vom Menschen räumlich/zeitlich trennen</u></p>	<p><u>Menschen vor Gefahr schützen</u></p>
<u>Beurteilung</u>	<p>Mensch verharrt, deshalb unter Zwang verordnen und Durchführung überwachen</p>	<p>beste Lösung</p>	<p>Ähnlich gut wie Schritt 2, oft kostengünstig</p>	<p>anzustreben, jedoch mit höheren Kosten verbunden</p>	<p>schlechteste Lösung, oft jedoch nicht zu vermeiden!</p>

Abbildung 5-17: Schritte einer Sicherheitsanalyse

5.10.2.2 Ausbildung der Landwirte zum arbeitsgerechten Arbeiten

Sicherheitsgerechtes Arbeiten muß erlernt werden. Dabei kann nicht früh genug begonnen werden. Mehr denn je muß deshalb "Sicherheitsgerechtes Arbeiten und Unfallverhütung" auf den Lehrplänen der beruflichen Schulen bis hin zur Facharbeiter- und Meisterausbildung eingeschlossen werden. Wichtig ist dabei auch, daß nicht nur das "Vortragen" Probleme löst, sondern daß neben aktiver Mitarbeit eine ständige Überwachung der Lernerfolge von allergrößter Bedeutung ist. Dies ist möglich durch:

- Aufnahme in die praktische Ausbildung
- Aufnahme in die Überprüfung der Lernerfolge (Prüfungsgegenstand)
- Besondere Wettbewerbe über das sicherheitsgerechte Verhalten.

5.10.2.3 Motivation zum sicherheitsgerechten Handeln

Auch hier gilt, daß der Mensch an sich träge ist. Motive lassen jedoch positive Erwartungen reifen. Deshalb muß verstärkt das Prinzip der Motivation und der Belohnung zum Einsatz kommen (Tab. 5-4).

Tabelle 5-4: Maßnahmen und Beispiele der Motivation

Maßnahmen	Beispiele
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 werden.	Ergonomisch optimale Arbeitsplätze, die bequemer und rationeller sind als herkömmliche Arbeitsverfahren; sicherheitswidriges Verhalten mit negativem Image verbinden; Beitragsminderung bei vorbildlicher sicherheitsgerechter Ausstattung landwirtschaftlicher Betriebe

Nur im Zusammenspiel aller dieser Bereiche und in der Ausschöpfung bestehender Möglichkeiten liegt eine Chance für ein sicheres Arbeiten des Menschen in der Landwirtschaft.

6. Prozeßsteuerung

Arbeit ist in der Systemtheorie jede Tätigkeit des Menschen, welche mit geeigneten Hilfsmitteln aus einer definierten Eingabe (Input) eine sinnvolle Ausgabe (Output) erzeugt. Dabei stehen sich das System (der Prozeß) und der Mensch gegenüber. Die Tätigkeit des Menschen besteht aus den Systemteilen Wahrnehmen, Entscheiden und Handeln.

Entsprechend dieser Definition bestimmt der Mensch den Prozeßablauf. Er steuert den Prozeß und damit ist seine Tätigkeit (die Arbeit) Prozeßsteuerung.

6.1 Prozeßsteuerung im Wandel der Zeit

Es wäre grundverkehrt, Prozeßsteuerung als statisches Verhalten des Menschen zu betrachten und damit ein Arbeitsverfahren für alle Zeiten festzuschreiben. Vielmehr unterliegt die Prozeßsteuerung einem ständigen Wandel durch neue Produktionsmittel, durch veränderte Energieformen und durch neue Formen der Informationsbereitstellung und Informationsverarbeitung.

Bisher vollzog sich diese Entwicklung in wellenartigen Bewegungen, wobei folgende Meilensteine gesetzt wurden:

- Schaffung von Werkzeugen zur Unterstützung der menschlichen Arbeit
- Zugtieranspannung zur Erhöhung der physischen Leistungsfähigkeit
- Nutzung vieler neuer Materialien zur Vervollkommnung der Werkzeuge und Hilfsmittel
- Einsatz der Energie als Ersatz für Zugtiere
- Übergang von der mentalen Informationsverarbeitung zur computerisierten Informatik

Derzeit erfolgt dieser Übergang in allen Wirtschaftsbereichen. Er hat auch die Landwirtschaft erfaßt und läßt erwarten, daß dadurch:

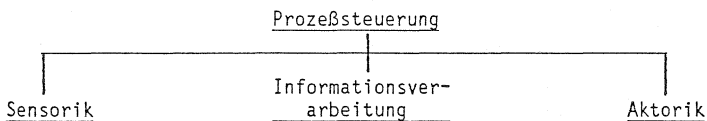
- eine deutliche Entlastung des Menschen stattfinden,
- gleichzeitig die Leistungsfähigkeit des Einzelnen gewaltig zunehmen und

- die Produktqualität weiter verbessert wird.
- Nicht zuletzt wird damit die Umwelt als Basis der Produktion mehr geschont werden, als dies bisher der Fall war.

Insgesamt kann deshalb die Entwicklung der Prozeßsteuerung nicht negativ gesehen werden. Vielmehr stellt sie ein konsequentes Glied in der menschlichen Entwicklung dar. Es wird am einzelnen liegen, sie in Zukunft sinnvoll zu nutzen und damit das für ihn Optimale zu erreichen.

6.2 Mittel der Prozeßsteuerung

Die Mittel der Prozeßsteuerung bestehen aus den drei Bereichen des menschlichen Handelns.



6.2.1 Sensorik

Sensoren nehmen die Informationen des Prozesses und der Umwelt auf. Ihre Leistungsfähigkeit entscheidet über die Prozeßleistung und damit über das erzielbare Arbeitsergebnis.

6.2.1.1 Menschliche Sensoren

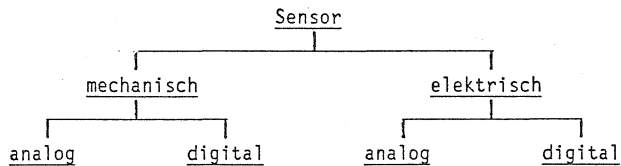
Die Sensorik des Menschen mit seinen Sinnen ist für das heutige Arbeitsleben unzureichend. Dies gilt in vielfacher Hinsicht und zeigt sich besonders negativ in:

- der eingeschränkten Sensorzahl
 - o Auge ist nur lichtempfindlich
 - o Ohr ist in der Frequenz stark eingeschränkt

- o Geruch ist langsam und indifferent
 - o Haptik setzt nur direkten Druck um
 - o Kinästetik nimmt Bewegungen nur unzureichend wahr
- der geringen Leistungsfähigkeit
- o menschliche Sensoren benötigen Adaption (Zeitverzug)
 - o sind langsam (Auge z.B. max. 15 Bilder/s)
 - o lassen sich leicht täuschen (ungewohnte Strukturen)
 - o verlieren bei Dauerinformation an Leistung (Gewöhnung bei Geruch, Schall u.a.)
- der zeitlich erforderlichen Präsenz der Sensoren
- o menschliche Sensoren müssen immer an der Informationsquelle sein
 - o sie erfassen momentane Gegebenheiten nur in Bereichen und können diese für spätere Vergleiche nicht speichern

6.2.1.2 Technische Sensoren

Um diese Mängel zu beseitigen, bedient sich der Mensch mehr und mehr technischer Sensoren. Diese erfassen reale Größen des Prozesses und der Umwelt durch eine Veränderung spezifisch ausgewählter und geeigneter Materialien oder durch Zählen digitaler Vorgänge.



Mechanische Sensoren:

Diese Sensoren sind die Sensoren der Vergangenheit und der Gegenwart. Typische Vertreter sind das Thermometer, das Hygrometer und das Barometer. Sie alle sind im Aufbau und der Wirkungsweise nahezu identisch. Dabei ändert

ein geeignetes Material (Bimetall, Haar oder Vakuumdose) durch die Umweltänderung den Ausgangszustand. Diese Zustandsänderung wird über geeignete Hilfsmittel auf eine Anzeige übertragen, wobei in der Regel die Längenänderung die entsprechende Information darstellt. Sie wird durch eine angepaßte Skalenteilung geeicht und somit für den Menschen direkt ablesbar.

Zusatzhilfsmittel erlauben die Speicherung von Maximal- oder Minimalwerten (Stäbchen im Thermometer) oder betätigen Mikroschalter zur Auslösung von Alarmen oder zum Ein- und Ausschalten elektrischer Stromkreise. Damit können diese Sensoren ohne Aufsicht Vorgänge überwachen und den Menschen sehr stark entlasten.

Bei digitalen Sensoren werden mechanische Zähler verwendet (Ballenzähler), welche in der Anzeige z.B. die Summe oder die Summe und die Teilsumme je Fläche darstellen und gegebenenfalls als Endzustand speichern.

Elektrisch-elektronische Sensoren

Bei neueren Sensoren wird immer versucht, als Ausgangssignal eine elektrische Spannung zu erreichen (z.B. Pt100-Thermofühler). Dies kann durch die Wahl geeigneter Metallschichtungen erreicht werden oder durch Anlegen von Spannung an spannungsempfindliche Sensoren. Dadurch wird die Spannungsdifferenz zum Meßsignal und steht der weiteren Aufbereitung zur Verfügung.

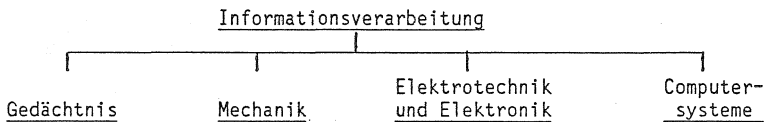
Derartige Signale vereinfachen die Verwendung der Sensoren und deren Einsatz erheblich, weil dadurch z.B. problemlos größere Entfernungen zwischen Sensor und Anzeige überbrückt werden können und weil elektrische Signale direkt in Informationsverarbeitungseinheiten eingespeist werden können.

In der Regel bedarf jedoch das Ausgangssignal einer gesonderten Aufbereitung bzw. Anpassung. Elektronische Schaltungen sind dazu prädestiniert und erlauben eine Vielzahl von Verarbeitungsmöglichkeiten bis hin zur Anzeige in der für den gegebenen Fall geeignetsten Form.

Auch digitale Signale werden als Spannungsimpulse dargestellt. Dies hat den Vorteil, daß mit einem Signalträgermedium (Spannung) beide Informationsdarstellungen bedient und auch gegenseitig umgewandelt werden können. Ein umfassenderes Beispiel für Sensoren zeigt Abbildung 6-1.

6.2.2 Informationsverarbeitung

Informationsverarbeitung kann auf mehreren Wegen erfolgen. Ausgehend von der Entwicklung des Technikeinsatzes sind folgende Mittel verfügbar:



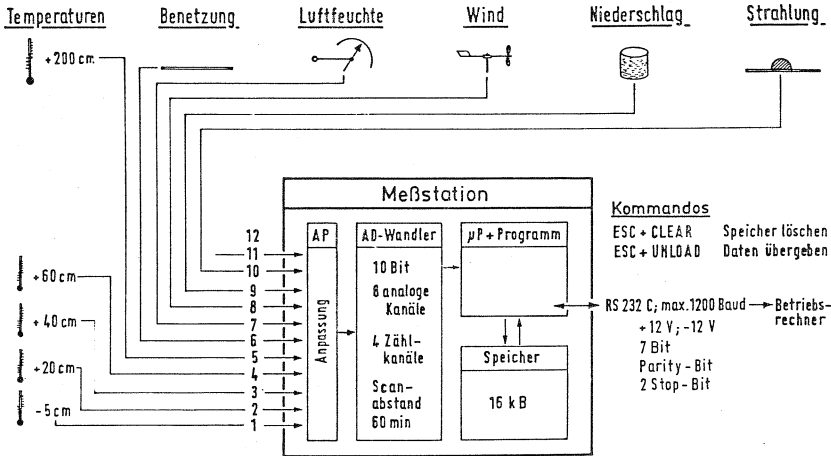


Abbildung 6-1: Elektronische Kleinwetterstation mit Sensoren für mehrere Temperaturen, Windgeschwindigkeit, Benetzung, Luftfeuchte, Strahlung und Niederschlag

6.2.2.1 Gedächtnis

Die traditionelle Informationsverarbeitung im Gedächtnis stellt auch heute noch die überwiegende und in vielen Fällen schnellste und zuverlässigste Form dar. Problematisch ist dabei jedoch das Zusammenwirken des Gedächtnisses mit mechanischen und/oder elektronischen Sensoren. In diesen Fällen kommt es sehr schnell zur Überlastung des Menschen, weil die eingesetzten Sensoren eine ungleich höhere Leistung als das Gedächtnis haben. Das System "menschliche Prozeßsteuerung" kommt dadurch ins Ungleichgewicht.

Bei einer Beurteilung des Gedächtnisses zur Informationsverarbeitung in der Prozeßsteuerung ergeben sich folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- komplexe Betrachtung
- den menschlichen Handlungsorganen angepaßte Geschwindigkeit
- quasiparallel ablaufende Entscheidungsprozesse

Nachteile

- Informationspool muß persönlich erarbeitet werden
- Zahl der Eingangskanäle stark beschränkt (Sinne)
- Kanalleistung wird bei Ermüdung schlechter

Erfahrung in den Entscheidungsprozeß einbezogen

gespeicherte Informationen werden vergessen

Randbedingungen werden miteerfaßt

subjektive Einflüsse sind nie auszuschließen

6.2.2.2 Mechanische Informationsverarbeitung

Hilfsmittel bei der Informationsverarbeitung wurden entsprechend der Entwicklung in der Prozeßsteuerung zuerst in mechanischen Systemen realisiert. Dabei treten jedoch Probleme auf, weil eine Speicherung von Informationen mechanisch fast nicht möglich ist. Rein mechanische Systeme sind deshalb die Ausnahme und beschränken sich auf die Verarbeitung von wenigen Informationen. Beispiele aus der landwirtschaftlichen Praxis sind in älteren Maschinen zu finden, wo in der Regel ein mechanischer Sensor ein Signal liefert und daraufhin ein Aktor in Gang gesetzt wird (Flügelsteuerung beim Getreideableger). Unter Umständen wurden dabei auch Zeitverzögerungen durch zusätzliche Mechanismen wie Schneckengetriebe erzeugt.

Die rein mechanische Prozeßsteuerung zeichnet sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

Vorteile

keine eigene Energiequelle erforderlich

Nachteile

in der Anwendung auf einen bzw. wenige Sensoren beschränkt

komplizierte Technik

sehr begrenzte Informationsspeicherung

Zeit fast nicht zu berücksichtigen

6.2.2.3 Elektrisch-elektronische Informationsverarbeitung

Erst durch die Bereitstellung von Energie in Form von Elektrizität, Pneumatik und Hydraulik ergab sich die Möglichkeit, elektrisch-elektronische Informationsverarbeitungseinheiten zu bauen und einzusetzen.

Rein elektrisch verarbeitete derartige Einheiten vorgegebene Produktionsabläufe, wobei Sensoren jeweils das Ende eines Ablaufes melden und so über

Rückkoppelung die Schaltung eines Aktors zulassen. Das Entscheidungsprogramm besteht demnach aus vorgegebenen Schaltungen, die seriell durchlaufen werden. Diese Programme sind vorgegeben und damit fix. Änderungen bedeuten einen sehr hohen Aufwand; die Speicherung von Informationen ist nur bedingt in kleinsten Einheiten möglich.

Elektronische Steuerelemente haben den Bauaufwand bei derartigen Anlagen sehr stark verringert. Zudem wurde es durch sie möglich, Zeitglieder nahezu problemlos in die Steuerungslogik einzubauen, so daß zusätzliche Sicherheiten bei der Informationsverarbeitung erreicht wurden. Typische Vertreter dieser Techniken sind Trockenfütterungsanlagen für Schweine, Schaltschränke an Klima- und Lüftungsanlagen sowie an Trocknungsanlagen.

Derartige Informationsverarbeitungssysteme zeichnen sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

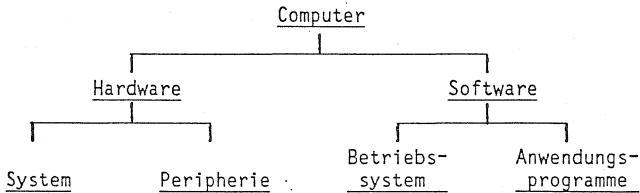
<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
problemlose Bedienung von Aktoren und Sensoren	zu wenig variabel in der Entscheidungslogik
Entscheidungsalgorithmen begrenzt variabel	Informationsspeicherung stark begrenzt
weitgehend autonome Entscheidungslogik	variable Programme nicht zu verarbeiten

6.2.2.4 Informationsverarbeitung im Computer

Erst mit dem Computer als elektronisches System mit Speichermöglichkeiten für Daten und Programme wurde in der Informationsverarbeitung eine dem menschlichen Gehirn angenäherte Leistung erreicht. Dabei ist das Computersystem in der Geschwindigkeit dem Menschen heute schon weit überlegen; in der Komplexität der möglichen und nahezu gleichzeitigen Entscheidungen ist er dagegen noch sehr stark unterlegen. Zur Verdeutlichung der zugrundeliegenden Technik sollen hier die wesentlichen Bauteile eines Computers und deren Zusammenspiel aufgezeigt werden.

6.2.2.4.1 Hardware

Ähnlich dem Menschen mit seinen physischen Gegebenheiten (Gerüst, mechanischer Apparat usw.) und dem in der Schule und der Ausbildung erworbenen geistigen Fähigkeiten besteht ein Computersystem aus Hard- und Software.



Dabei werden unter Hardware all jene Bauteile verstanden, die hart, also physikalischer Natur sind. Das eigentliche System besteht aus der Zentraleinheit und dem Arbeitsspeicher. Die Zentraleinheit ist die Recheneinheit (CPU für "central processing unit" oder Prozessor genannt). Sie holt jeweils einen Befehl aus dem Programmspeicher (ROM = read only memory) und führt diesen derart aus, daß dazu je ein Wert aus dem Arbeitsspeicher (RAM = random access memory) geholt und logisch verknüpft wird. Das erstellte Ergebnis wird daraufhin im Arbeitsspeicher abgelegt. Da dieser flüchtig ist (also bei der Systemabschaltung gelöscht wird), benötigt das System periphere Einheiten zur Daten- und Programmspeicherung. Zudem müssen periphere Einheiten wie Ein- und Ausgabegeräte zur Kommunikation mit dem Menschen hinzukommen. Zusätzliche Ein- und Ausgänge ermöglichen die Kommunikation mit anderen Computersystemen oder mit Prozessen (Aktoren und Sensoren).

Der Datenaustausch zwischen CPU und Peripherie erfolgt über einen sogenannten Bus (parallele Datenleitung). Je breiter dieser Bus ist, umso mehr Daten können gleichzeitig transportiert werden.

CPU, Bus und Speicher basieren auf der Bit-Technologie. Dabei stellt das Bit die kleinste noch darstellbare Einheit (Binäreinheit mit 0=nein und 1=ja) dar. Jeweils 8 Bit ergeben 1 Byte. Die Verarbeitungslänge an Bits in der CPU wird mit Wortlänge bezeichnet. Heute werden CPU's (Prozessoren) mit 8, 16, 32 und 64 Bit Wortlänge verwendet. Dabei sind die beiden kürzeren Wortlängen den Mikro- und Minicomputern vorbehalten, während 32-Bit-Prozessoren mehr den Mini- und Großrechnern vorbehalten sind.

Eine entsprechende Computerleistung wird nur erreicht, wenn die Wortlängen der CPU und des Busses übereinstimmen oder wenn die Wortlänge im Bus größer als jene in der CPU ist. Deshalb geht die Entwicklung weg vom 8-Bit-Rechner hin zum 16-Bit-Rechner mit 18-, 22- oder 24-Bit-Bus. Im Bereich der Mini-rechner werden zunehmend CPU's mit 32 Bit und Bus-Systeme mit bis zu 32 Bit verwendet.

6.2.2.4.2 Software

Alleine mit diesen Bauteilen kann jedoch ein Computersystem nicht betrieben werden. Vielmehr muß nun ein zentrales Steuerprogramm die Koordination des gesamten Systemes übernehmen. Diese(s) Programm(e) wird Betriebssystem genannt und bietet mit seinen Systemprogrammen vielfältige Möglichkeiten des Systemeinsatzes und der -anpassung an die betriebsspezifischen Bedingungen.

Als Standard haben sich in den Mikrocomputern durchgesetzt:

8-Bit-Rechner	CPM
16-Bit-Rechner	MS-DOS (IBM-Standard)
32-Bit-Rechner	UNIX (künftiger Standard ?)

Anwenderprogramme sind schließlich jene Algorithmen, nach welchen die gewünschten und damit von Fall zu Fall verschiedenen Informationsverarbeitungsvorgänge durchgeführt werden. Diese werden in der Regel in leicht erlernbaren Programmiersprachen wie BASIC geschrieben oder in höheren Sprachen wie COBOL, ALGOL, FORTRAN, C oder PL1 abgefaßt. Während einfachere Sprachen durch ein eigenes Interpreterprogramm direkt in Rechenanweisungen umgesetzt werden können, benötigen höhere Programme einen Compiler, der aus dem Programmcode ein lauffähiges Programm erzeugt.

Insgesamt stellen Computersysteme somit sehr komplexe Einheiten dar (Abb. 6-2) und besitzen als Informationsverarbeitungseinheiten folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit	parallele Prozesse nur bedingt zu bearbeiten
Kommunikationsmöglichkeiten mit Mensch und Prozeß	Verarbeitung komplexer Zusammenhänge eingeschränkt

kann nach gespeicherten Programmen beliebige Informationsverarbeitungen durchführen

Kommunikation zwischen Rechnern und zusätzlichen Prozessen nicht problemlos (Schnittstellenproblem)

kann Ergebnisse speichern

kann die Zeit in die Verarbeitung einbeziehen

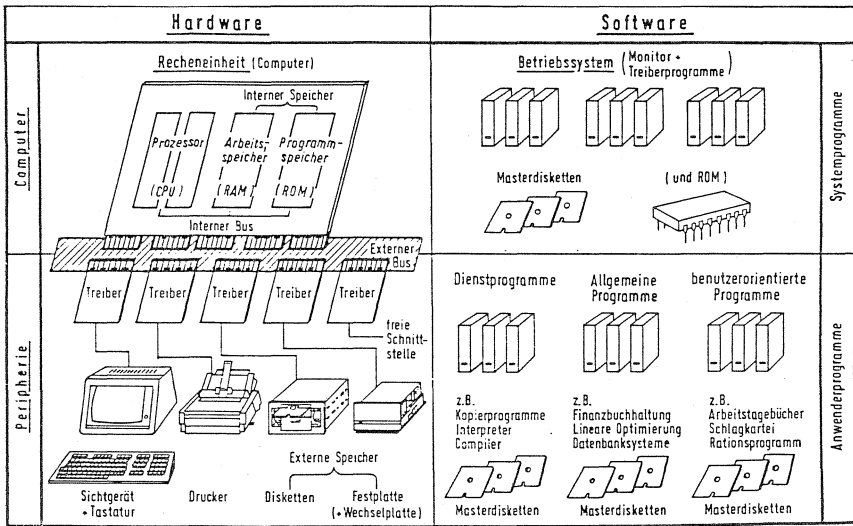


Abbildung 6-2: Schematischer Aufbau eines Computersystemes

6.2.3 Aktorik

Die Zusammenarbeit von Sensor und Informationsverarbeitungseinheit führt zu einer umsetzbaren Aktion (beim Menschen zur Muskulatur). Um dabei die Leistung zu erhöhen, bedient sich der Mensch der Technik. Im einfachsten Falle erhöht dabei das Gerät die Kraft oder die Länge der körperlichen Extremitäten. Maschinen verlangen dagegen nur eine Bedienung, um Abläufe einzuleiten, also um aktiv zu werden.

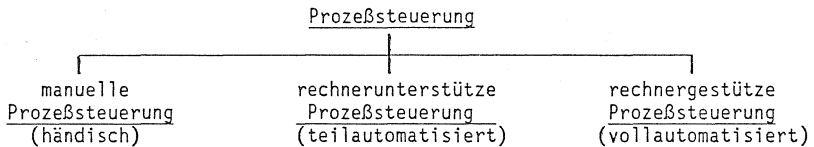
Derartige Techniken müssen aber vom Mensch mit seiner Muskulatur aktiviert werden. In Verbindung mit höheren Informationsverarbeitungseinheiten werden

jedoch Aktoren benötigt, welche über andere Hilfsmittel zu betätigen sind. In der Regel wird dazu Elektrizität als Signalübertragungsmedium gewählt. Als Hilfen stehen Elektromotore, pneumatische und hydraulische Steuerorgane zur Verfügung. Typische Beispiele sind:

- Schaltschütz an Lüftungsanlagen
- hydraulisch betätigte Ballenschleudern
- elektrisch betriebene Kraftfutterabrufstationen

6.3 Formen der Prozeßsteuerung

Aus der Vielzahl der aufgezeigten Möglichkeiten der Sensorik, Informationsverarbeitung und der Aktorik lassen sich drei wesentliche Formen der Prozeßsteuerung ableiten.



6.3.1 Manuelle Prozeßsteuerung

Diese Form der Prozeßsteuerung ist die Arbeit des entscheidenden und handelnden Menschen und damit des Landwirts schlechthin. Er ist für die Erfassung der Zustände im Prozeß und der Umwelt verantwortlich und er muß die entsprechenden Eingriffe vornehmen.

Ein typisches Beispiel dazu ist die leistungsgerechte Fütterung einer Kuh (vereinfacht dargestellt):

Der Landwirt muß die Futterinhaltsstoffe kennen oder ermitteln lassen	1. Sensor
Er muß die Futteraufnahme der Kuh kennen	2. Sensor
Er muß die Leistung der Kuh kennen	3. Sensor
Aus dem Bedarf für diese Leistung beim entsprechenden Lebendgewicht des Tiere muß er die erforderliche Kraftfuttermenge ableiten	Information + Informationsverarbeitung

Diese Kraftfuttermenge muß er möglichst exakt zuteilen.

Aktor

Als Grundform der Prozeßsteuerung zeichnet sich die manuelle Prozeßsteuerung durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
keine Hilfsmittel erforderlich	Sensorik in der Leistung begrenzt
komplexe Entscheidungen eingeschlossen	fehlende Sensoren müssen durch technische Sensoren ergänzt werden
Erfahrung erbringt höhere Prozeßleistung	Informationsverarbeitungseinheit benötigt erlernte Fakten und Informationen (Zeitbedarf)
	Informationsverarbeitung kann nicht automatisiert werden
	wechselnde Zustände erfordern ein ständiges Anpassen der Akteure (zeitlich und in der Genauigkeit)

6.3.2 Rechnerunterstützte Prozeßsteuerung

Durch die Entwicklung der Elektronik und der Computertechnologie werden derartige Hilfsmittel

- immer kleiner,
- immer billiger,
- immer leistungsfähiger und
- immer zuverlässiger.

Deshalb finden diese Hilfen mehr und mehr Eingang in die Produktion. Dabei wird in der Regel jedoch nicht die gesamte Produktion automatisiert, sondern vielmehr werden Teilbereiche herausgegriffen und mit einem Prozeßsteuerungssystem versehen.

Ein äußerst typisches Beispiel in der oben genannten Milchviehfütterung

ist die AUTOMATISIERUNG der Kraftfuttergaben. Dabei übernimmt ein Computer die exakte Dosierung vorgegebener Kraftfuttermengen an die Einzeltiere durch

Errechnung der benötigten Kraftfuttermenge je Einzeltier wie vorher und Einspeicherung in den Prozeßcomputer	Information
Identifizierung der Einzeltiere durch Transponder	1. Sensor
Überprüfung auf noch zustehendes Kraftfutter	Informationsabgleich
Bei noch zustehender Kraftfuttermenge Errechnung der nötigen Schneckenumdrehungszahlen	Informationsverarbeitung
Aktivierung der Kraftfutterzuteilung durch Zeitsteuerung der Dosierschnecke (Spannung - Strom)	1. Aktor

Da derartige rechnergestützte Systeme weitgehend automatisch arbeiten, werden sie auch als Automaten bezeichnet (Abb. 6-3).

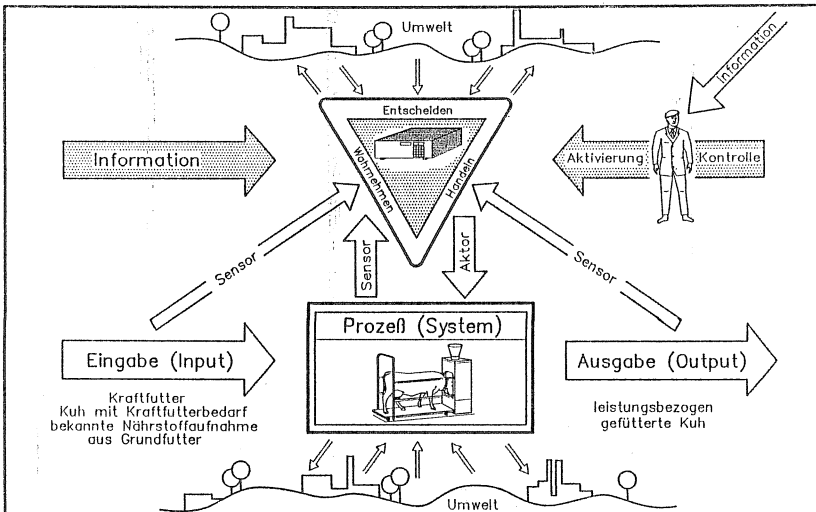


Abbildung 6-3: Schematische Darstellung einer rechnergestützten Prozeßsteuerungseinheit (Kraftfutterabrufanlage)

Rechnergestützte Prozeßsteuerungssysteme besitzen folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- arbeitet selbständig
- arbeitet sehr exakt
- arbeitet objektiv
- kann Überwachungsdaten speichern

Nachteile

- benötigt exakte Informationen
- benötigt manuelle Überwachung

6.3.3 Rechnergestützte Prozeßsteuerung

Teilautomatisierte Prozeßsteuerungssysteme benötigen weiterhin exakte Informationen und damit erhöhte Aufwendungen in der Sensorik, ohne den Menschen vollständig zu entlasten. Deshalb wird als Ziel mehr und mehr das rechnergestützte Prozeßsteuerungssystem angesehen, bei welchem für den Menschen lediglich eine überwachende Funktion verbleibt. Insbesondere wird er dadurch von der zeitlichen Bindung an den Prozeßablauf entlastet, wodurch in der Tierhaltung der Landwirtschaft vielfach erst ein "menschenwürdiges Dasein" vorstellbar ist.

Auch dabei soll das oben aufgeführte Beispiel die Zusammenhänge erläutern und vertiefen (Abb. 6-4):

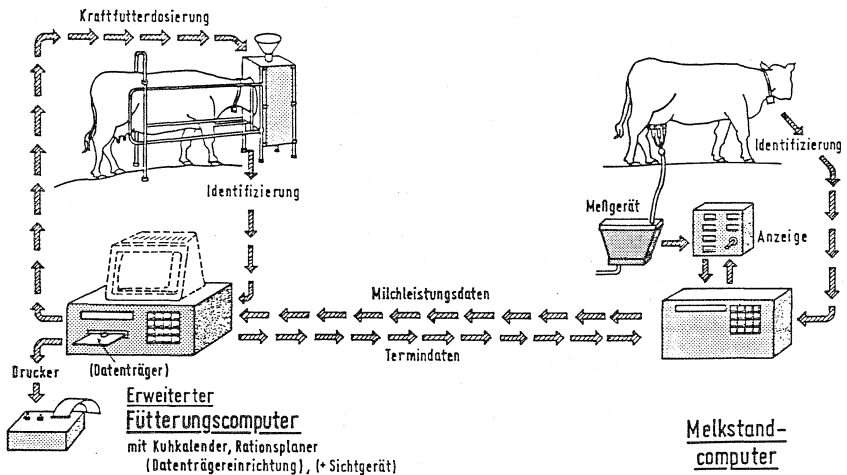


Abbildung 6-4: Leistungsbezogenes Fütterungssystem für Milchvieh (schematisch)

Das System benötigt Informationen über die Einzeltiere in Form von Geburtsdatum, Erstkalbealter, Brunst- und Abkalbedaten	Information
Einzeltiere werden beim Melken identifiziert	1. Sensor
Milchmengenmeßgeräte messen täglich die Milch je Einzeltier im Betrieb	2. Sensor
Die Futteraufnahme wird als Summe oder je Einzeltier ermittelt	3. Sensor
Die Futterinhaltsstoffe werden laufend analysiert	4. Sensor
Die Milchinhaltstoffe werden analysiert	5. Sensor
Tiergewichte werden laufend ermittelt	6. Sensor
Der Computer errechnet mit einem geeigneten Programm den leistungsgerechten Bedarf an Kraftfutter	Informationsverarbeitung
Identifizierung der Einzeltiere im Kraftfutterabruflstand	7. Sensor
Überprüfung auf noch zustehendes Kraftfutter	Informationsabgleich
Bei noch zustehender Kraftfuttermenge Errechnung der nötigen Schneckenumdrehungszahlen	Informationsverarbeitung
Aktivierung der Kraftfutterzuteilung durch Zeitsteuerung der Dosierschnecke (Spannung - Strom)	1. Aktor

Daraus wird ersichtlich, daß derartige Systeme sehr komplex sind und eine große Zahl an Sensoren benötigen, welche sehr exakt arbeiten müssen und u.U. für den Einzelbetrieb finanziell untragbar sind.

Derartige Systeme besitzen folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
arbeiten selbständig	erfordern viele Sensoren
arbeiten in Anlehnung an die eingesetzten Programme äußerst exakt	erfordern sehr aufwendige Sensoren

speichern alle wesentlichen Daten

können benötigte Information nicht erlernen

lösen den Menschen aus dem Produktionsverfahren heraus

erfordern hochqualifizierte Betreuung

bedürfen lediglich einer Überwachung

können durch verbesserte Programme weiterentwickelt werden

6.4 Aufgabenbereiche der Prozeßsteuerung

Prozeßsteuerung darf nicht losgelöst vom Gesamtbetrieb betrachtet werden. Dies verdeutlicht Abbildung 6-5, wobei die Betriebsführung den übergeordneten Prozeß darstellt. Dabei geht die Planung der eigentlichen Produktion voraus. Während der Produktionsphase münden selbständige Regelkreise (Prozesse) in die Betriebsführung ein bzw. werden von dort aktiviert. Sie erlauben dann in der ökonomischen Beurteilung die Gesamtaussage für den Betrieb und damit die weitere Steuerung für den "Gesamtprozeß Betrieb".

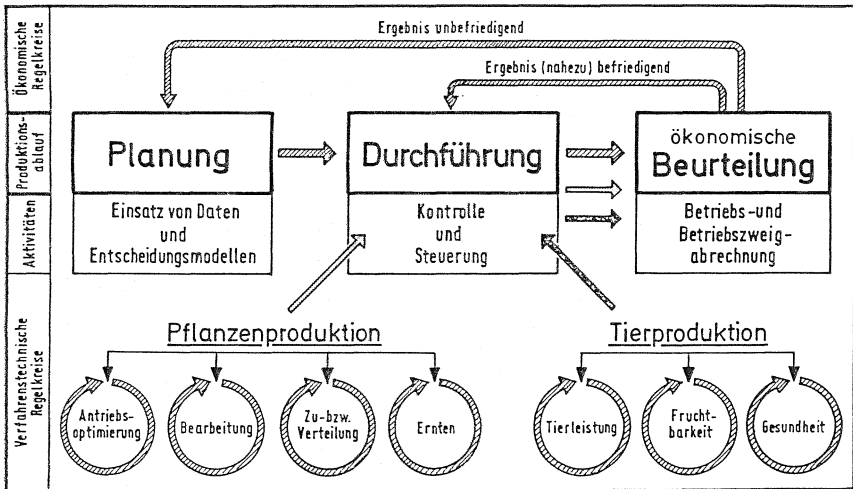


Abbildung 6-5: Regelkreise im landwirtschaftlichen Betrieb

Aufbauend auf diese schematischen Grundzusammenhänge müssen nun die Teilbereiche näher angesprochen werden.

6.4.1 Prozeßsteuerung und Betriebsführung

Die Prozeßsteuerung des Betriebes stellt einen ökonomisch ausgerichteten Regelkreis dar. Benötigt werden Informationen (Sensorik), Informationsverarbeitungsprozesse (Planung, Prognose und Auswertung oder Beurteilung) und Anweisungen (Aktoren) für die Prozesse. Damit werden die Produktionsprozesse Teil der Betriebsführung auch im Sinne der Prozeßsteuerung, weshalb beide immer als eine Einheit zu sehen sind. Alle Maßnahmen der reinen Prozeßsteuerung innerhalb der Produktion müssen diese Zusammenhänge berücksichtigen und ihrerseits

- eine Anbindung an die Betriebsführung suchen,
- von dort die Grunddaten (Stammdaten) übernehmen,
- von dort auch die Steueranweisungen beziehen,
- selbständig Prozeßdaten erfassen,
- diese für den geschlossenen Regelkreise in der Prozeßsteuerung zur Produktion verwerten und
- diese Daten auch der Betriebsführung zur Verfügung stellen.

Obwohl jedoch mit dem Vordringen der Computer für beide Bereiche dieses Hilfsmittel eingesetzt wird, dürfen die Unterschiede zwischen Betriebs- und Prozeßrechner nicht verkannt werden.

Betriebsrechner sind auf die Verarbeitung von Daten und auf die Interaktivität zum Menschen ausgelegt.

Prozeßrechner sind dagegen alleine auf die optimale Steuerung von Prozessen ausgerichtet, wobei selbst die Schnittstelle zum Menschen nur eine untergeordnete Bedeutung besitzt (Tab. 6-1).

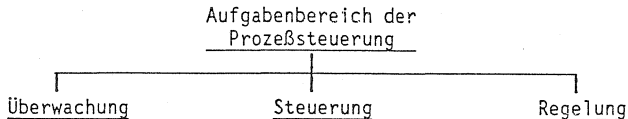
Tabelle 6-1: Unterschiedliche Merkmale für Betriebsrechner und Prozeßrechner

Merkmal	Betriebsrechner	Prozeßrechner
Dateneingabe	manuell über Tastatur vom Datenspeicher vom Prozeßrechner vom übergeordneten System	vom Sensor (Zustand)
Programm	wechselnd (individuell gewählt) der Aufgabe angepaßt von Datenspeicher ladbar	gleichbleibend (Festprogramm)
Datenausgabe	für den Benutzer in Datenspeicher in Prozeßrechner in übergeordnetes System	zum Aktor
Systemoptimierung	variable Anwendung hohen Datendurchsatz kürzeste Antwortzeiten für den Benutzer Speicherung großer Datenmengen	gleichbleibende Anwendung schnellste Reak- tion auf Sensor schnellste Aktion des Aktors Speicherung klei- ner Datenmengen (Information an den Benutzer)

Betriebsrechner werden deshalb niemals Prozeßrechner und umgekehrt Prozeßrechner niemals Betriebsrechner sein.

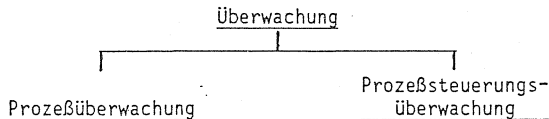
6.4.2 Prozeßsteuerung in der Produktion

Innerhalb der Produktion kann die Prozeßsteuerung in verschiedenen Bereichen mit verschiedenen Aufgaben eingesetzt werden. Dabei interessiert hier nicht so sehr der einzelne Produktionsbereich, als vielmehr der Aufgabenbereich.



6.4.2.1 Überwachung

Bei der Prozeßsteuerung wird ein sehr hoher Aufwand an Überwachung betrieben. Dies trifft in allen Formen zu und wird bei der automatisierten Prozeßsteuerung zu einem zentralen Problem, weil nur dann eine selbständige Arbeit des Systems möglich ist. Zwei Formen sind denkbar:



Prozeßüberwachung:

Dies ist die Überwachung des Prozesses über die eingesetzten Sensoren (Systemeingabe, Prozeß und Systemausgabe).

Prozeßüberwachung ist damit in allen Systemen vertreten und mehr oder weniger umfangreich ausgebaut.

Prozeßsteuerungsüberwachung:

Dies betrifft die Überwachung des Systemes, also nicht der Systemteile und ist somit Aufgabe einer übergeordneten Einheit (z.B. der Betriebsführung).

6.4.2.2 Steuerung

Im Begriff der Prozeßsteuerung wird das Wort "Steuern" verwendet und damit eine Aktivität angesprochen, nicht jedoch Aktivität und Kontrolle. Dies führt

oft zu Verwechslungen. Eine bessere Terminologie besitzt dagegen die englische Sprache. Dort wird von "open loop control" und "closed loop control" gesprochen und damit angedeutet, daß Unterschiede in der Form der Rückmeldung ("feed back") bestehen.

Auch im Rahmen dieser Betrachtung müssen Unterschiede gemacht werden, weil diese sehr gravierend sind (Abb. 6-6).

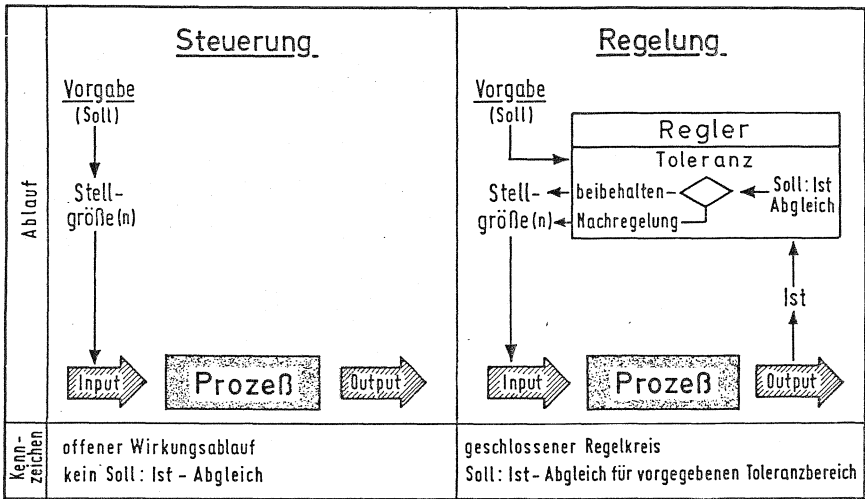


Abbildung 6-6: Prozeßsteuerung und Prozeßregelung

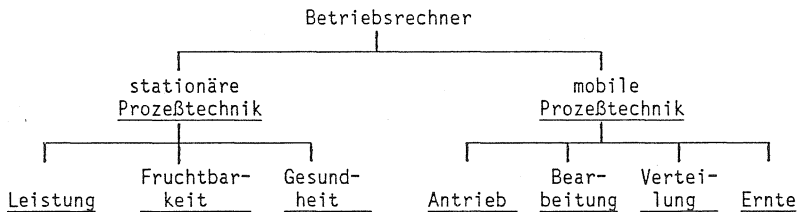
Prozeßsteuerung als Steuerung ist ein nicht geschlossener Regelkreis. Sie wirkt immer auf die Systemeingabe und geht dabei von einer Vorgabe aus, die in eine Stellgröße umgewandelt wird. Diese Stellgröße wird in der Systemeingabe realisiert, eine Überprüfung der damit erzielten Effekte unterbleibt jedoch. Der oben erläuterte Kraftfutterabrufautomat ist somit eine reine Steuerungseinheit, da von ihm die durch das zugeteilte Kraftfutter erzielte Tierleistung nicht kontrolliert wird. Dieser Automat besitzt lediglich einen Überwachungsteil, der die bedienten Tiere und die abgerufenen Mengen überwacht und registriert.

6.4.2.3 Regelung

Regelung ist dagegen ein Steuerungssystem mit Rückmeldung. Dabei erfolgt nach der Vorgabe einer Stellgröße für die Systemeingabe eine Überwachung der Systemausgabe. Zwischen Vorgabe und Systemausgabe wird ein Regler gesetzt. Er vergleicht Systemeingabe und Systemausgabe kontinuierlich und reagiert bei Abweichungen ober- oder unterhalb einer vorgegebenen Bandbreite durch Erhöhung oder Verringerung der neuen Systemeingabe. Innerhalb der Prozeßsteuerung ist dieser Regler derzeit in der Regel noch der Mensch. Seine Fähigkeiten können jedoch in zunehmendem Maße durch Computersysteme übernommen werden, wodurch künftig eine Vielzahl rechnergestützter Prozeßsteuerungssysteme Eingang in die Praxis finden wird.

6.5 Entwicklung der Prozeßsteuerung

Dieses Vordringen der rechnergestützten Prozeßsteuerung wird in der Landwirtschaft in zwei unterschiedlichen Richtungen verlaufen.



6.5.1 Stationäre Prozeßsteuerung

Stationäre Prozeßtechnik ist die Technik in der Innenwirtschaft. Sie ist in der Regel fest montiert und über festverlegte Leitungen verbunden. Die Probleme der Vernetzung sind gering, weil zwischen einem Betriebsrechner und einem oder mehreren Prozeßrechnern ebenfalls feste Verbindungen hergestellt sind. In der Regel kann auf Standards aus der EDV-Technik aufgebaut werden, weshalb allenfalls Kompatibilitätsprobleme vorhanden sind. Normungsvorschriften werden jedoch schon bald diese Probleme beheben und dann zu Lösungen führen, wie sie als Beispiel für die Milchviehhaltung in Abbildung 6-7 dargestellt sind.

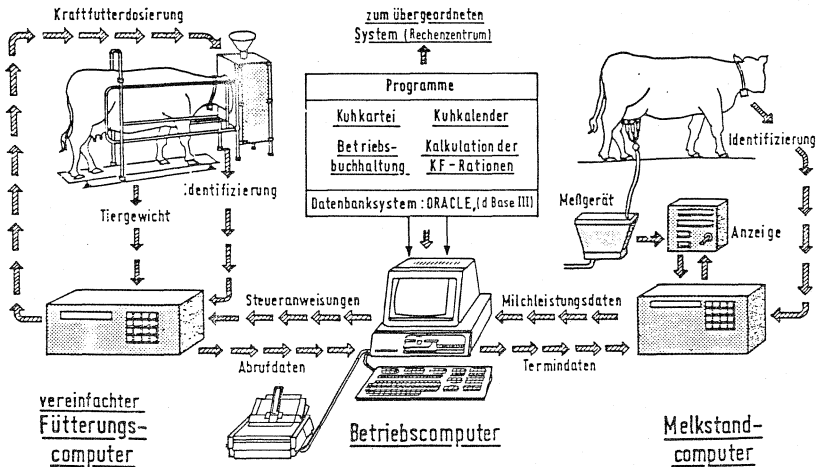


Abbildung 6-7: Prozeßsteuerungssystem "Milchviehhaltung mit Anbindung an einen Betriebsrechner"

6.5.2 Mobile Prozeßsteuerung

Mobile Prozeßtechnik ist die Technik der Außenwirtschaft. Ihre Hauptprobleme liegen beim mobilen Einsatz mit nur maschinenintern fest verlegten Leitungen und beweglichen Verbindungen zu den Geräten (alle von unterschiedlichen Herstellern). Aus diesen Gründen wird die Entwicklung bei der mobilen Technik langsamer voranschreiten und zuerst Bereiche erfassen, bei welchen die Fähigkeiten des Menschen sehr schnell an die Leistungsgrenze stoßen. Dies ist der Bereich der Zuteilung von Dünger und Pflanzenschutzmitteln mit der nur in der rechnergestützten Prozeßtechnik möglichen schnellen und exakten Regelung.

Darüberhinaus wird in den Maschinen herstellerspezifisch die Prozeßtechnik voranschreiten und in Form von Insellösungen die Antriebsoptimierung und die Verlustminimierung erfassen. Beispiele hierfür sind die elektronische Schlupfregelung (Abb. 6-8) und verbesserte Techniken für die Verlustmessung auf Mähdreschern und anderen selbstfahrenden Maschinen.

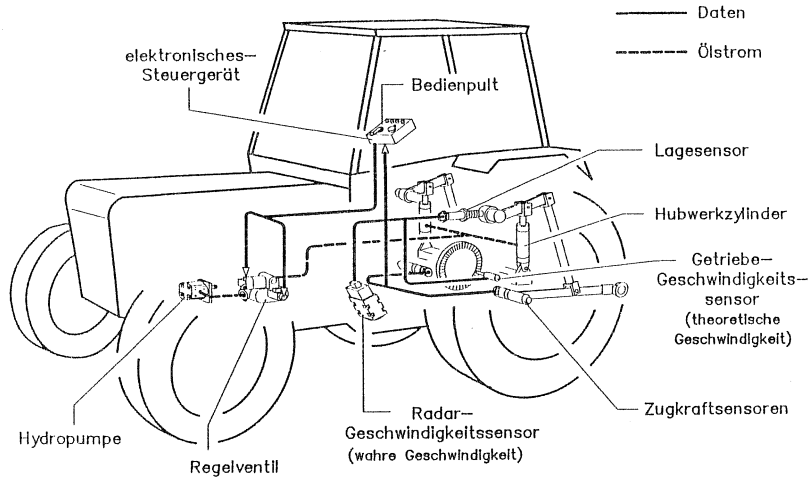


Abbildung 6-8: Elektronische Schlupfregelung (schematisch nach BOSCH)

7. Arbeitszeitermittlung durch Ist-Analyse

Im landwirtschaftlichen Betrieb nimmt der Kostenfaktor für die Arbeit eine wesentliche Stellung ein. Deshalb muß der Betriebsleiter Auskunft über die einzelnen Produktionsverfahren hinsichtlich des Arbeitszeitaufwandes erhalten, um daraus die für ihn folgerichtigen Entscheidungen treffen zu können. Der Faktor Zeit wird somit innerhalb der gesamten Arbeitslehre zum zentralen, kostenorientierten Vorlesungsblock.

7.1 Aufgaben der Ist-Analyse

Ausgangspunkt für die Arbeitszeitermittlung (Abb. 7-1) in der Landwirtschaft sind die Fragen nach dem

- was ermitteln
- wie "
- wo "
- wofür "

Während die ersten drei Fragen relativ einfach zu beantworten sind und lediglich zu beachten ist, daß dabei die Arbeitsperson betrachtet wird (also keine Norm, große biologische Streuung, große methodische Streuung), ergeben sich bei der Frage nach dem "wofür?" umfangreiche Forderungen, denn nur die Analyse ist in der Lage:

- Die Arbeitszeitkontrolle durchzuführen, um daraus abzuleiten, wann wo wieviel Zeit investiert wurde.
- Arbeitswirtschaftliche Schwächen eines Arbeitsverfahrens aufzudecken und Maßnahmen für erforderliche Rationalisierungen einzuleiten.
- Auf Grund des Aufwandes die Rentabilität für einzelne Produktionsverfahren und für den Gesamtbetrieb zu errechnen.
- Für Regiearbeiten die Entlohnung nach Leistung festzulegen (Akkord).

Die drei ersten Merkmale stellen Erfordernisse für jeden einzelnen Betrieb dar, die Akkordentlohnung ist im heutigen landwirtschaftlichen Bereich eher

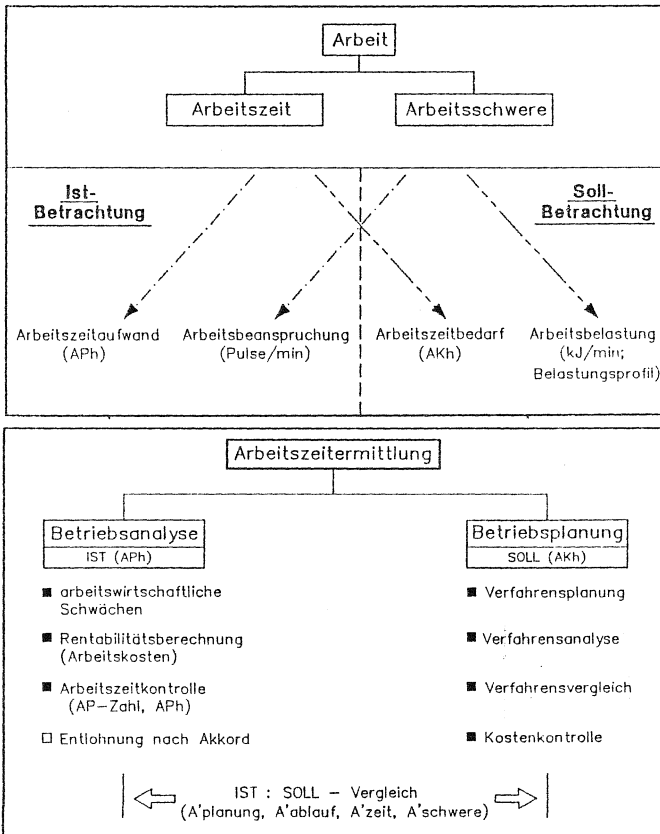


Abbildung 7-1: Aufgaben der Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft für Ist- und Soll-Zeiten

die Ausnahme. Im Hinblick auf die Gesamtheit aller Betriebe ergibt sich daraus jedoch eine fünfte wesentliche Forderung, denn:

- Ist-Daten müssen die Datenbasis für die Erstellung praxisnaher und somit problemlos übertragbarer Planzeiten bilden.

7.2 Qualifizierung und Quantifizierung des Arbeitssystems

Die Analyse eines bestehenden Arbeitsverfahrens kann jedoch nicht losgelöst von allen darauf einwirkenden Faktoren durchgeführt werden. Deshalb ist zuerst eine einordnende Gesamtschau notwendig, wobei die erforderli-

chen Begriffe definiert werden müssen und daran anschließend die qualitativen und quantitativen Merkmalen zu beschreiben sind (Abb. 7-2).

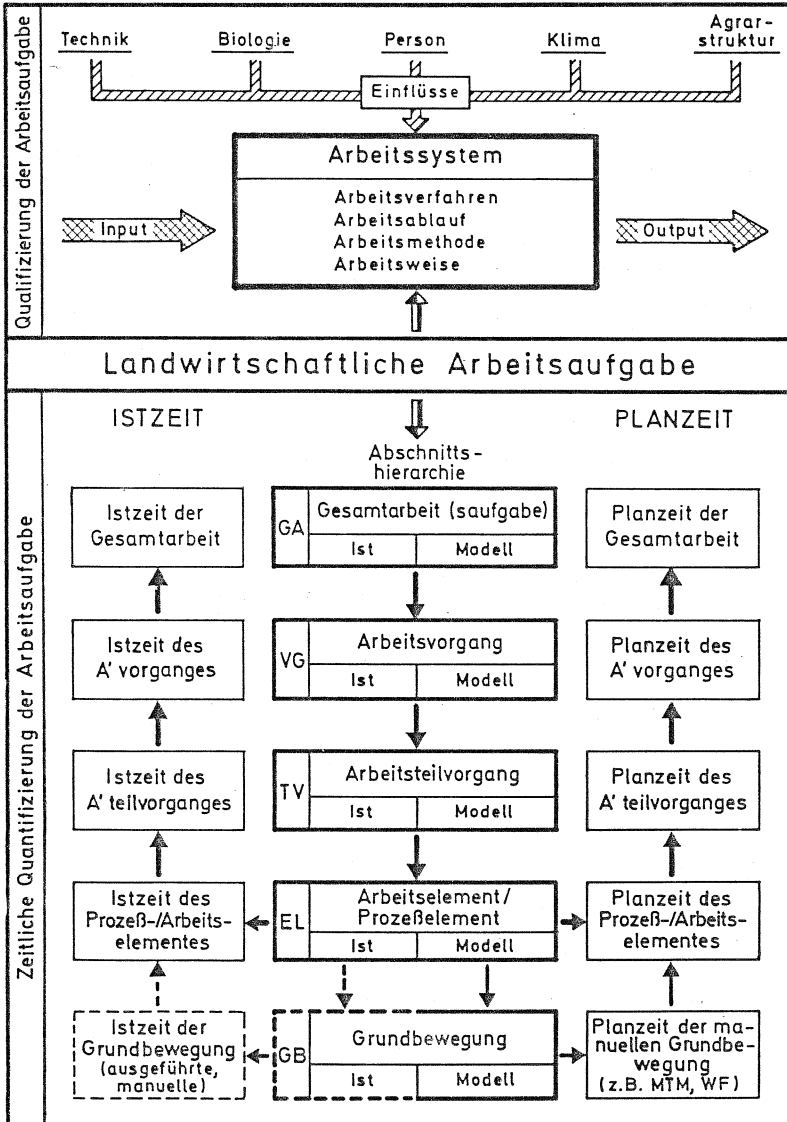


Abbildung 7-2: Das Arbeitssystem mit seinen qualitativen und quantitativen Merkmalen

Auch in der Ist-Analyse steht das Arbeitssystem im Mittelpunkt der Betrachtung. Es kann mit folgenden Begriffen und Inhalten beschrieben werden:

- Arbeitssystem: Die Gesamtheit des Mensch-Maschine-Systems zur Erzeugung eines definierten Outputs aus einem definierten Input,
z.B. die Erzeugung von 1 ha Getreide oder die Haltung einer Kuh über ein Jahr
- Arbeitsverfahren: Die exakt beschriebene Form eines Arbeitssystems nach Art und Form der Arbeitshilfsmittel,
z.B. Melken mit Eimermelkanlage im Anbindestall oder Heubergung mit Hochdruckpresse und Ladeschurre.
- Arbeitsablauf: Die Folge der am Ablauf des Arbeitsverfahrens benötigten Teilarbeiten (das englische work sequence beschreibt diesen Terminus besser),
z.B. Trog reinigen, Silage vorlegen, Melken Entmisten usw.
- Arbeitsmethode: Die von außen definierte oder dem Menschen als Optimum vorgegebene Art zur Verrichtung einer Arbeit,
z.B. Abfüllen von Getreide in Getreidesäcke mit einem 10 l-Eimer, Getreidesack befindet sich in Haltevorrichtung.
- Arbeitsweise: Jene Art der Arbeitserledigung, die der einzelne Mensch individuell ausführt, wobei jedoch von der gleichen Methode ausgegangen wird,
z.B. Abfüllen des genannten Getreidesackes mit einem 10 l-Eimer, der nur zur Hälfte oder noch weniger gefüllt wird.

7.2.1 Qualifizierung landwirtschaftlicher Arbeitssysteme

Auf das Arbeitssystem (Ist-Situation) wirken nun mehrere Einflußgrößen. Insbesondere sind dies im landwirtschaftlichen Bereich:

- Eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken

z.B. unterschiedliche Schlepperfabrikate bei gleicher Motornennleistung

- Die biologische Variabilität

kein Tier und keine Pflanze hat ein direkt vergleichbares Duplikat; das Wachstum ist unterschiedlich

- Der Mensch mit unterschiedlicher Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft

Auswahl erfolgt nicht nach Können und Eignung sondern nach dem Besitz

- Klima und Witterung

Regionale und saisonale Unterschiede mit sehr unsicherer Vorhersage

- Die Agrarstruktur

Feldgröße, Feldentfernung, Hanglage, Bodenart usw.

Jedes dieser Merkmale stellt in sich ein Bündel verschiedenster Einflüsse dar. Fast überall ist dabei eine objektive Quantifizierung nicht möglich, weshalb diese Merkmale in der Summe als qualitative Einflüsse bezeichnet werden. Als solche erfolgt ihre Einordnung in Form von Binärvariablen (0/1-Entscheidungen) mit

- gut oder schlecht,
- geeignet oder ungeeignet,
- günstig oder ungünstig,
- zuverlässig oder unzuverlässig.

Im Bezug zur Arbeitszeitermittlung stellen diese Faktoren eine Beschreibung des Umfeldes oder anders ausgedrückt des Raumes dar. Die Qualifizierung eines Arbeitssystems erbringt demnach eine Einordnung des Mensch-Maschine-Systemes in den Raum.

7.2.2 Quantifizierung landwirtschaftlicher Arbeitssysteme

Die reine Quantifizierung eines Arbeitssystems läßt sich nur über die Faktoren Arbeitszeitaufwand und Beanspruchung der Arbeitsperson durchführen. Dabei ist die Beanspruchung sehr stark von den Faktoren der menschlichen

Leistung abhängig, weshalb im Grunde nur die Zeit als objektiv quantifizierbare Größe verbleibt.

Entsprechend der oben aufgezeigten Systembeschreibung gliedert sich die Arbeit in den Arbeitsablauf und damit in zeitlich begrenzte Abschnitte. Dem hat die Quantifizierung Rechnung zu tragen, indem sie sich an diese Abschnitte anlehnt.

7.2.3 Arbeitsablaufgliederung

In Anlehnung an REFA ist ein Arbeitssystem als Gesamtarbeit zu gliedern in:

- Arbeitsvorgänge
- Arbeitsteilvorgänge und
- Arbeitselemente.

Betrachten wir eine Gesamtarbeit, wie z.B. das Halten eines Kuhbestandes über ein Jahr oder die Erzeugung von n ha Getreide, so lassen sich diese Arbeiten in sinnvolle, an den täglichen Ablauf in der Praxis angelehnte Abschnitte gliedern (Abb. 7-3).

Arbeitsabschnitt	Innenwirtschaft	Außenwirtschaft
Gesamtarbeit	Mast eines Bullen ...	Erzeugung von 1ha Getreide ...
Arbeitsvorgang	Füttern Entmisten Sonderarbeiten ...	Saatbettbereitung Saat Pflege Ernte Pflügen ...
Arbeitsteilvorgang	Trog fegen Grundfutter zuteilen Krafftutter zuteilen Futtertisch säubern ...	An Schlepper Gerät anbauen Fahrt zum Feld Gerät am Feld rüsten Feld oder Frucht bearbeiten Gerät be-oder entleeren ...
Arbeits-oder Prozeßelement	Zur Stalltüre gehen Stalltüre öffnen Schalter betätigen ...	Zur Schleppergarage gehen Garagentor öffnen Zum Schlepper gehen ...

Abbildung 7-3: Beispiele für Arbeitsabschnitte in der Innen- und Außenwirtschaft

Am Beispiel der Getreideerzeugung ergeben sich dabei in der ersten Abschnittsgliederung in sich geschlossene Arbeitsvorgänge für das Pflügen, die Saabettvorbereitung, das Säen, die Bestandespflege und die Ernte.

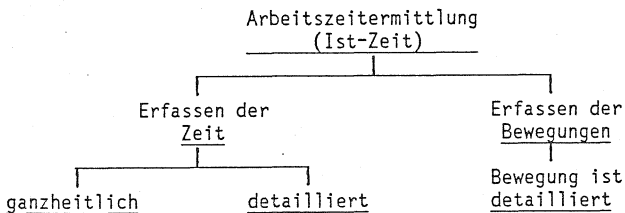
Diese Abschnitte sind in Arbeitsteilvorgänge weiter aufzugliedern. Z.B. besteht das Pflügen aus den Rüstarbeiten am Hof, der Fahrt zum Feld, den Rüstarbeiten am Feld, dem eigentlichen Pflügen und den nochmals erforderlichen Abschnitten in umgekehrter Reihenfolge bis hin zum Hof.

Schließlich läßt sich dann eine letzte Unterteilung in die Arbeitselemente vornehmen, wie z.B. beim Pflügen selbst in das Ziehen der Pflugfurche, das Wenden und das An- und das Ausfurchen.

Diese Analyse fordert jedoch für die Ermittlung des benötigten Arbeitszeitaufwandes anschließend die Synthese zum Gesamtarbeitszeitaufwand durch Addition der entsprechenden Werte für die erfaßten Abschnitte.

7.3 Methoden zur Ist-Analyse

Basierend auf den grundlegenden Arbeiten durch TAYLOR und GILBRETH (siehe Kap. 1) läßt sich die Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes in zwei große Blöcke einordnen. Auf der einen Seite ist dies die Methodik der Zeiterfassung (TAYLOR) und auf der anderen die Betrachtungsweise nach dem methodischen Ablauf und den daran beteiligten Bewegungen (GILBRETH).



Welche der beiden methodischen Ansätze für die Arbeitszeitermittlung geeignet und vorzuziehen ist, bestimmt das Ziel des entsprechenden Vorhabens. Bezugnehmend auf die Forderungen nach Abb. 7-1 steht dabei der praktische Betrieb im Vordergrund der Betrachtung. Er benötigt in erster Linie Summenwerte für seine Produktions- und Arbeitsverfahren, da er wissen will, wofür die entsprechende Arbeitszeit verbraucht wurde (finale Betrachtungsweise).

Erst in zweiter Linie interessiert ihn die Frage, warum sie dort in diesem Ausmaß erforderlich war (kausale Betrachtungsweise), falls diese Frage für ihn überhaupt interessant ist.

Somit entscheidet über die Wahl der geeigneten Methoden ausschließlich dieser Gesichtspunkt. Dazu stehen derzeit die in Abbildung 7-4 gezeigten Methoden zur Verfügung.

Betrachtungsweise	f i n a l				k a u s a l (+ f i n a l)		
Erfassung	Art	s c h ä t z e n			m e s s e n		indirekte Messung Beobachtung oder Versuch (Betrieb) Labor
	Mittel	befragen	Arbeitsstagebuch	Arbeitszeitkonto	elektron. Tagebuch	Management-Informationssystem	
	Methode	persönlich Fragebogen	Arbeitszeitkarte	Betrieb	Betrieb	Betrieb	
Ort...	Betrieb	Betrieb	Betrieb	Betrieb	Labor	Labor	
Arbeitsabschnitt	Gesamtarbeit						nur für manuelle Arbeiten
	Arbeitsvorgang						
	Arbeits- teilvergang						
	Arbeits- element						
	Bewegungs- grundelement						
Ziel	Ergänzung von Planzeiten	Betriebskontrolle Betriebsvergleich		Ist-Analyse Planzeit- erstellung Soll-Ist-Vergleich	Ablaufoptimierung Arbeitsplatzgestaltung Planzeit- erstellung	Arbeitsplatz- gestaltung Planzeit- erstellung	

Abbildung 7-4: Arbeitszeiterfassungsmethoden nach Finalität und Kausalität

7.4 Finale Zeitermittlungsmethoden (Ganzheitsmethoden)

Wird der Arbeitszeitaufwand über die Zeit erfaßt, dann kann nach obigem Graph die Analyse ganzheitlich oder detailliert erfolgen. Die ganzheitliche Erfassung der Arbeitszeit wird dabei auch als "Ganzzeitmethode" bezeichnet und bedeutet, daß in Anlehnung an die in der Praxis übliche Ablaufgliederung der dafür erforderliche Zeitaufwand geschätzt oder gemessen wird.

Für den Landwirt stehen folgende Methoden zur Verfügung (Abb. 7-5).

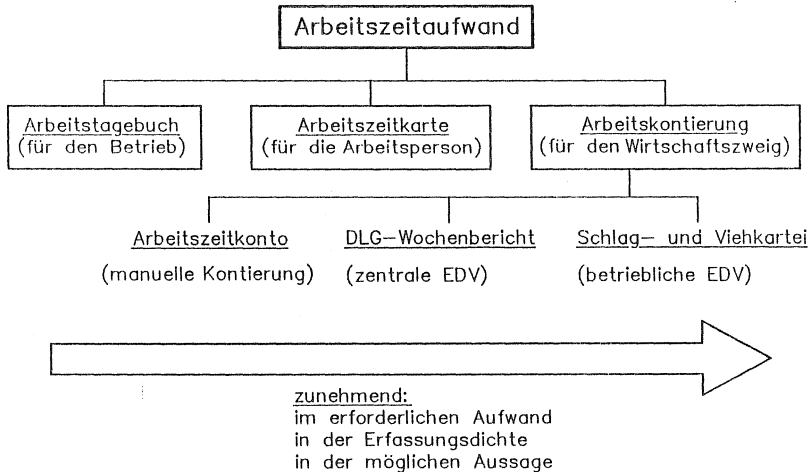


Abbildung 7-5: Formen der Arbeitszeit-Aufwandsermittlung im landwirtschaftlichen Betrieb

7.4.1 Arbeitstagebuch

Das Arbeitstagebuch ist die älteste Form der Arbeitsaufwandsermittlung. Es erfaßt in chronologischer Reihenfolge Angaben über den Tag, den Monat, das Wetter mit gefallener Regenmenge, den Arbeitsort (-stelle), die Arbeitsart, Anzahl der beschäftigten Personen und der eingesetzten Schlepper und die dafür insgesamt verbrauchte Arbeitszeit (Tab. 7-1).

Es zeichnet sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
einfach zu führen	Trennung nach Arbeitspersonen schwierig
kann viele zusätzliche Informationen aufnehmen	Zuordnung zu Betriebszweigen problematisch
Gesamtaufwand je Jahr einfach zu ermitteln	Betriebszweigauswertung fast nicht möglich
	Auswertehilfen nicht einzusetzen

Tabelle 7-1: Arbeitstagebuch (aus "Die Landwirtschaft", Band 3, 1986)

Arbeitstagebuch			Monat																
Tag und Wetter	Arbeitsstelle (Schlag)	Art der Arbeit	Zugkräfte				Arbeitskräfte												
			Pferde	Schlepp- Pferd	Männer	Frauen	Ständige	Nichtständige	Männer	Frauen									
			Arbeitsstunden (AKh)																

7.4.2 Arbeitszeitkarte

Die Arbeitszeitkarte wird für jede Arbeitsperson getrennt geführt. Sie ist variabel und kann in Aufschreibumfang und Fragestellung "Was will ich wissen?" selbst definiert werden. Wie das Arbeitstagebuch enthält die Arbeitszeitkarte Angaben in chronologischer Reihenfolge über Arbeitsstunden und Schlepperstunden und weitere ausgewählte Fragestellungen (Tab. 7-2).

Tabelle 7-2: Arbeitszeitkarte (schematisch) (aus "Die Landwirtschaft", Band 3, 1986)

Arbeitszeitkarte für:		Leistungsjahr von:										bis:	Ablage-Nr.:							
Arbeitskraft-Stunden (AKh)													Monat	Schlepper-Stunden (Sh)						
Getreide		Neu- anlagen	Bereg- nung	Futter- bau	Rind- vieh	Schwei- nemast	Mä- schren- pflege	Nachbar- schaft	Betriebs- leitung	nicht zuletzt	AKh gesamt	Tag	Getreide			Futter- bau	Rind- vieh	Nachbar- schaft	nicht zuletzt	Sh gesamt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2		5	6	9	11	12
												1								
												2								

Je Person können auch für jeden Betriebszweig eigene Karten geführt werden, wodurch eine Zeitkontierung für einzelne Betriebszweige möglich wird. Die Auswertung erfolgt durch Summenbildung auf der Rückseite der Karte(n) und ist damit einfacher und zielbezogener als beim Arbeitstagebuch. Wesentlich ist auch die Möglichkeit von Teilauswertungen.

Insgesamt bietet die Arbeitszeitkarte folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- einfach zu führen
- betrieblichen Bedürfnissen anpassen

Nachteile

- keine Zusatzinformationen möglich
- Naturaldaten nicht zu erfassen

einfache Kontierung

Vergleich über die Jahre schwierig

einfache Auswertung durch
Summenbildung

7.4.3 Arbeitszeitkonto

Noch differenzierter erfolgt die Zeiterfassung beim Zeitkonto. Dabei wird der Zeitaufwand auf den Betriebszweig bezogen und getrennt nach Weizen, Gerste, Mais, Milchvieh usw. festgehalten. Auf eigens dafür angelegten Blättern erfolgt die Aufzeichnung des Arbeitsergebnisses und des Datums. Der Zeitaufwand für Arbeitspersonenstunden und für Schlepperstunden wird den spezifischen Arbeiten zugewiesen (Tab. 7-3).

Tabelle 7-3: Zeitkonto mit Naturalkonto (schematisch)
(aus "Die Landwirtschaft", Band 3, 1986)

Zeitkonto		Jahr: Betrieb:																		
Getreide:																				
Arbeitsaufwand für	Arbeitsergebnis																		Datum	
	ha	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	NAKh		

Naturalkonto		Jahr: Betrieb:																		
Getreide:																				
Mengen je ha oder Stück für	Arbeitsergebnis																		Datum	
	ha	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	AKh	ASh	NAKh		

Eine einfache Ergänzung zum Zeitkonto stellt jeweils ein Naturalkonto dar. Dadurch entsteht ein vereinfachtes Betriebsdatensystem.

Die Auswertung der Zeitkonten ist wesentlich einfacher und liefert dabei wesentlich mehr Informationen als das Arbeitstagebuch und die Arbeitszeit-

karte. Dieses System bietet folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

- einfacher Aufbau
- deckt die betrieblichen Bedürfnisse weitgehend ab
- relativ einfache Auswertung
- sehr umfassende Auswertung

Nachteile

- keine Zusatzinformationen möglich
- doppelte Kontierung der Naturaldaten erforderlich (Buchführung)
- Vergleich über die Jahre schwierig

7.4.4 DLG-Wochenbericht

Noch detaillierter geht der DLG-Wochenbericht vor. Er dient der chronologischen täglichen Erfassung der einzelnen Arbeitsgänge je Arbeitsperson. Dabei ist eine Zuweisung auf Kostenstellen möglich (Tab. 7-4).

Tabelle 7-4: DLG-Wochenbericht (schematisch)
(aus "Die Landwirtschaft", Band 3, 1986)

Wochen-Arbeitszeit		Woche: 46 /85				Name: Meier																																			
Tag	Datum	h	Arbeitsplatz (Code)	Arbeitsart	Geräte	Sorte	Menge	Einheit	Schlep- per				Kosten-, Hilfskostenstellen				Bemerkungen ha m cm km/h																								
									SH	SH	Fruchtarten/ Ställe	Unterhaltung/ Reparatur	allgemein	Fruchtarten/ Ställe	Unterhaltung/ Reparatur	allgemein																									
14.11	1			Hof	Pflug herrichten																																				
	10			Feld	Pflügen			10							10																										
15.11	13.5			Feld	Pflügen			13.5							13.5																										
16.11	5			Feld	Pflügen			6							6																										
	4			Hof	Hanomag											4																									
					Getriebeausbau																																				
17.11	8			Stall	Kälber misten																																				
	4			Hof	Schlüter											4																									
					Getriebeeinbau																																				
18.11	7			Feld	Pflügen			7							7																										

Eine manuelle Auswertung dieser Berichte ist noch durchführbar. Wesentlich besser ist jedoch die Kombination mit der Schlagkartei (+ Buchführung), wobei dann die Wochenberichte als Eingabe für die Zeitkontierung dienen und -in Verbindung mit der EDV- Kostenrechnungen liefern, die hin bis zu Ist-Soll-Vergleichen und Verfahrensvergleichen ausgedehnt werden können.

Der DLG-Wochenbericht bietet folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
einfacher Aufbau	Kontenrahmen erforderlich
einfache Vorauswertung möglich	vollständige Analyse nur über die EDV möglich
Grundlage für Schlagkartei	
über die EDV Bezug zur Buchhaltung möglich	

7.4.5 Elektronisches Arbeitstagebuch

Das elektronische Arbeitstagebuch existiert in mehreren Formen. Grundsätzlich erfolgen dabei die Teilschritte

- Datenerfassung
- Kodierung und Dateneingabe
- Auswertung per EDV.

Alle neueren Ansätze zielen dabei auf die Bereiche Schlagkartei und Buchführung. Lösungen existieren für Großrechenanlagen (über Buchstellen zu nutzen) und für Kleincomputer. Gerade die zuletzt genannte Form dürfte in Zukunft für den spezialisierten Familienbetrieb sehr interessant werden und ihm ein verbessertes Management bieten, weil über die Prozeßsteuerung künftig viele Daten automatisch erfaßt werden können. Abbildung 7-6 zeigt einen Ausschnitt aus einer derartigen Schlagkartei mit den Bereichen

- Schlagkarteidaten
- Arbeitszeitkontierung nach Arbeitsperson, Tätigkeit und Schlepperstunden
- Naturalkontierung
- Auswertung.

Ein derartiges System bietet folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
bei guten Programmen umfassendste Auswertung möglich	erfordert betrieblichen Kontenrahmen
ständig Auswertungen möglich	teuer
guter Vergleich über die Jahre	

J. Schwarzer Eschau

Blatt : 1
Stand : 7. 1.85

Schlagkartei für 320 Wildenstein

Größe : 1.4 ha
Hofentfernung : 4500 m
Ackerzahl :

Bodentyp : S
Ton : .0 %
Humus : .0 %

letzte Bodenuntersuchung 1983 Durchschnitt 0.0 von 0.0 bis
pH 5.1
P205 11
K20 15
MgO 10

N min Untersuchung *** Es liegen keine Werte vor ***

Fruchtart Fläche kg N/ha Ertrag
Winterroggen KO 1.4 80 46
Vorvorfrucht Sommergerste KO 1.4 40 19

Arbeiten auf der Gesamtfläche für Winterroggen KO

Datum	AK	Arbeitsart	Schlepper	Std.	Bemerkung	Produkt	Z/A	Menge/ha	DM/ha Arb.erl./Produkt.m.
13.09.	Vater	Grubbern m Nach	Schlüter	2.6	****				
8.10.	Joachim	K-Düngen gekö	MB-Trac 72	0.7		40-KORNKALI + MGO	A	3.39 dt	80.91
11.10.	Joachim	P-Düngen gekö	MB-Trac 72	0.97		NOVAPHOS	A	4.28 dt	126.85
12.10.	Lehrling-L	Grubbern m Nach	Schlüter	2.7					
12.10.	Joachim	Drillen	Hanomag 48	2.5	320 K/qm	MERKATOR-SG	A	1.21 dt	119.36
12.10.	Rainer	Kreisellegen	Deutz	2.1	****				
*** Summe ***		8.2 Std./ha			MARKTLEIST.				
Insgesamt wurden ausgebracht		kg N/ha			SAATGUT				
		98.5 kg P205/ha			DÜNGEN				
		135.7 kg K20/ha			PFLANZ.SCH.				
					SONSTIGE				
					ARB.ERLEDIG				
					GEWINNBEITR.				-327.14

Abbildung 7-6: Beispielsprotokoll eines elektronisch geführten Arbeits-Tagebuches (Einbindung in die Schlagkartei)

7.4.6 Vergleichende Einordnung finaler Zeiterfassungsmethoden

Versucht man die Methoden einzuordnen, dann erbringen die Methoden mit zunehmendem Aufwand mehr Möglichkeiten und verbesserte Aussagen. Dabei ist folgende Einordnung möglich (Tab. 7-5):

Tabelle 7-5: Einordnung finaler Zeiterfassungsmethoden

Methode	Leistung	Aufwand	Zuordnung
Arbeitstagebuch	einfache Aufschreibung	gering	für jeden geeignet
Arbeitszeitkarte	detaillierte Ergebnisse	höher	für den Neugierigen
Arbeitszeitkonto	detaillier- te Ergebnisse	sehr hoch	für den Gewissenhaften
DLG-Wochenbericht	umfassend (+ Buchf.)	sehr hoch	für den EDV scheuen Profi
Elektronisches Arbeitstagebuch	umfassend (betriebl. Naturalda- tensystem	sehr hoch (künftig abnehmend)	für den fortschritt- l. Profi

7.5 Kausale Zeitermittlungsmethode

Jede Frage nach der Ursache setzt Kenntnisse über die Einflußgrößen voraus. Kausale Zeitermittlungsmethoden müssen deshalb um die vollständige Erfassung aller Einflußgrößen erweitert werden. Dabei gibt die Zahl der Einflußgrößen den Grad der Aufgliederung vor.

7.5.1 Zeitermittlung als Funktion wirksamer Einflußgrößen

Die Betrachtung von funktionellen Zusammenhängen beruht immer auf dem Einsatz der Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Beide setzen dabei den Maßstab für den erforderlichen Meßwertumfang. Ein Beispiel aus der Außenwirtschaft soll diese Zusammenhänge näher verdeutlichen.

Bekanntlich ist der Arbeitszeitbedarf für den Mähdrusch nicht gleich hoch für unterschiedliche Flächen und unterschiedliche Erträge. Vielmehr hängt er ab von:

- der wirksamen Arbeitsbreite,
- der Vorfahrtgeschwindigkeit (gebildet aus Ertrag, Motorleistung und Bestandszustand)
- der Schlaglänge,
- der Wendeform,
- der Schlaggröße,
- der Arbeitsform (Auf-Ab; Beet- oder Rundum-Bearbeitung)
- dem Korntankinhalt,
- der Form der Korntankentleerung (Wagen am Feltrand, am Bestand oder fliegende Kornübergabe)
- der Schlagentfernung
- den erforderlichen Rüstzeiten (Schneidwerksbreite).

Analytisch kann eine derartige Abhängigkeit und damit eine aussagefähige Bestimmung nur dann durchgeführt werden, wenn die gesamte mögliche Streubreite dieser Einflußfaktoren bekannt ist. Dazu ist mindestens die Definition des unteren und des oberen Eckpunktes jeder Einflußgröße erforderlich. Dies bedeutet jedoch, daß zur Erfassung aller möglichen Einflüsse (unter der Voraussetzung linearer Abhängigkeit) mindestens

$$2^n \quad (n = \text{Anzahl der Einflußgrößen})$$

Meßwerte vorliegen müssen. Für die oben genannten 10 Einflußgrößen sind demnach mindestens 1024 Meßwerte zu erfassen.

Bedenkt man nun, daß z.B. in der Milchviehhaltung die in Tabelle 7-6 genannten Einflußgrößen je Abschnitt wirksam sind, dann wird ersichtlich, daß für kausale Methoden eine Gliederung bis hin zum Arbeitsvorgang ebensowenig ausreichend ist wie jene bis zum Arbeitsteilvorgang. Kausale Analyse bedeutet demnach die konsequente Aufgliederung in Arbeitselemente mit dann nur noch maximal 4-6 Einflußgrößen und der damit verbundenen problemlosen Erfassung der zur statistischen Absicherung benötigten Meßwerte. Diese Forderung wird zudem durch praktische Erfahrungen in der Entwicklung der Landtechnik erhärtet. Es ist heute üblicherweise so, daß die Fortentwicklung der Technik nicht das Gesamtverfahren insgesamt betrifft. Vielmehr sind immer nur wenige Abschnitte oder Teilverfahren betroffen, wobei das

Tabelle 7-6: Einflußgrößen und erforderliche Meßwertzahl für die verschieden stark aufgegliederten Abschnitte landwirtschaftlicher Arbeitsabläufe in der Milchviehhaltung

Abschnitt	wirksame Einflußgrößen im Mittel	von-bis	mindestens erforderliche Meßwerte
Gesamtarbeit	90	70 - 100	$> 1,2 \times 10^{21}$
Arbeitsvorgänge	27	11 - 41	$> 2\ 048$
Arbeitsteilvorgänge	12	2 - 27	> 4
Arbeitselemente	1	0 - 6	> 3 *)

*) mindestens 3 Meßwerte für die Bestimmung der Standardabweichung

Ziel in der Regel in Detailverbesserungen zu sehen ist. Eine Analyse in derartige Abschnitte erbringt somit zusätzlich die Vorteile eines baukastenmäßigen Ersatzes und Austausches von Meßwerten und damit einer zeitlich und ökonomisch sinnvollen Anpassung und Fortschreibung der benötigten Daten.

7.5.2 Abschnittsabgrenzung

Damit ergibt sich jedoch die Frage, wie die einzelnen Arbeitsabschnitte gegeneinander abzugrenzen sind, denn nur eine einfache und zugleich präzise Abgrenzung kann garantieren, daß in der Tat an unterschiedlichen Stellen die gleichen Arbeitsinhalte gemessen und untersucht werden. Hier gilt als Faustregel:

- Ein Arbeitsabschnitt beginnt oder endet dann, wenn sich die auf ihn einwirkenden Einflußgrößen ändern. Dieser Punkt ist ein Zeitmeßpunkt.

Beispiel: Am Ende des Feldes ändern sich die Einflußgröße von der schon genannten Pflugfurche beim Wendegang von der Arbeitsbreite und Arbeitstiefe hin zum Wenderadius und anderen.

- Bei größeren Abschnitten, die in sich aus kleineren Abschnitten bestehen, wird hingegen oft der zeitlich geschlossene Ablauf die entsprechende Abgrenzung darstellen.

Beispiel: Pflügen, Füttern, Melken usw.

Darauf aufbauend kann nun die Arbeitszeiterfassung über die Zeit oder über die am Arbeitsablauf beteiligten Bewegungen erfolgen.

7.5.3 Zeitelementmethode

Wie die Ganzzeitmethode baut die Zeitelementmethode auf die Zeitmessung auf. Als Instrument für den Wissenschaftler und den Spezialberater muß sie jedoch über die Ganzzeitmethoden hinausgehende Aufgaben erfüllen:

7.5.3.1 Aufgaben

Entsprechend den Grundsätzen von TAYLOR sind Zeitelemente

- in bestimmten Grenzen in der Zeitmenge gleich,
- unabhängig gegenüber dem vorausgehenden oder dem nachfolgenden Element und somit
- als Baustein für Planungen frei kombinierbar.

Deshalb sind Zeitelemente die optimale Basis zur Ableitung von Planzeiten, wenn schon bei der Erfassung folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Zeitelemente mit gleichen Inhalt müssen gleiche Einflußgrößen aufweisen,
- ihre Zeitmeßpunkte müssen identisch sein,
- die zugrundeliegende Arbeitsmethode muß die gleiche sein und darf in der Arbeitsweise nicht zu stark voneinander abweichen.
- Wiederholungen müssen einen repräsentativen Querschnitt der üblichen Streuung bei den Arbeitspersonen und bei den Arbeitshilfsmitteln wiedergeben (Zufälligkeit der Stichprobe) und
- als zukunftsbezogene Planungswerte müssen sie gängige und zukunftssträchtige Techniken berücksichtigen.

7.5.3.2 Methode

Die Ist-Analyse erfolgt in der Arbeitszeitstudie. Dies ist eine Messung in der Praxis in Form der Beobachtung (nicht des Versuches) als Einzelmessung oder als eine vorgegebene Zahl an Wiederholungsmessungen (in der Innenwirtschaft in der Regel 2 Tage = 4 Futterzeiten). Die wesentlichen Schritte der Arbeitszeitstudie sind:

1. Auswahl geeigneter Betriebe

Nur willige, an einer Mitarbeit interessierte Betriebe und Arbeitspersonen sind für problemlose Zeitstudien geeignet. Die betreffenden Arbeitspersonen sind über das Vorhaben zu unterrichten und positiv einzustimmen (gefragt sind keine Rekordleistungen und keine Beweise, daß jede Arbeit unendlich viel Zeit beanspruchen kann).

Die Verhältnisse der ausgewählten Betriebe sind vor der Durchführung der Zeitstudie zu analysieren. Dabei sollte sich der Zeitnehmer einen Gesamteindruck über Arbeitsperson und Arbeitsablauf verschaffen, mögliche Abweichungen von der Norm suchen, Zufälligkeiten schon in der Planung ausschalten und die Arbeitsbedingungen beschreiben.

2. Beschreibung der Arbeitsbedingungen

Dadurch wird gewährleistet, daß der Ablauf (gedanklich) reproduzierbar bleibt. Festgehalten werden die qualitativen Einflüsse.

3. Beschreibung des Arbeitsplatzes und des Arbeitsablaufes

Als Ergänzung zu den Arbeitsbedingungen werden die räumlichen Gegebenheiten festgehalten und vor allem die Einflußgrößen eindeutig definiert und ihrer Größe nach vermessen bzw. geschätzt (ergänzt durch eine grafische Darstellung).

Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die Zeitmeßpunkten sind die wichtigsten Hilfsgrößen der Arbeitszeitstudie.
- Sie müssen eine in sich geschlossene Folge von Bewegungen abgrenzen, welche durch eine gleichbleibende Zahl von Einflußfaktoren gekennzeichnet ist.
- die zeitliche Länge der Elemente muß meßbar sein, also so groß, daß der unvermeidliche Meßfehler relativ klein bleibt (Elementlänge in der Regel größer/gleich 15 cm in (1/100 min)).

Zur Erfassung und Beschreibung dieser Zusammenhänge sind Formblätter sehr hilfreich. Abbildung 7-7 zeigt ein langjährig bewährtes Muster mit beispielhaften Angaben für die Saatbettbereitung.

4. Durchführung der Zeitmessung

Auch zur Zeitaufnahme haben sich standardisierte -auf die nachfolgende Auswertung ausgerichtete- Formblätter bewährt (siehe Abb. 7-8). Sie stellen sicher, daß alle Einflußgrößen und die jeweilige Zeit richtig erfaßt werden.

Wichtig ist dabei, daß für jede Arbeitsperson (bzw. Arbeitsgruppe) ein eigener Zeitnehmer zur Verfügung steht. Üblicherweise wird in 1/100 min (früher Centiminute = cmin genannt) gemessen, um ein problemlos Verrechnen zu ermöglichen. Spezielle Meßgeräte stehen dazu zur Verfügung und sind wie folgt zu beurteilen:

- Stoppuhr mit Schleppzeiger: handlich, klein, weitgehend wartungsfrei
aber: schwierig abzulesen, nur Fortschrittszeit möglich.

- digitale Stoppuhr: handlich, klein, leicht, weitgehend wartungsfrei, gut abzulesen, Differenzzeit, Gesamtzeit
aber: temperaturabhängig, im Gegenlicht schlecht ablesbar

- digitales Zeitmeßbrett: mit integrierter Schreibplatte, leicht, handlich (ergonomisch), weitgehend wartungsfrei, Differenzzeit, Gesamtzeit
aber: temperaturabhängig, im Gegenlicht schlecht ablesbar

Anfangs- und Endzeit geben die Gesamtzeit wieder und sind damit als Kontrolle unerlässlich!

5. Vervollständigung und Überprüfung der Meßprotokolle

Meßprotokolle sind vor Ort nur selten vollständig. Deshalb bedarf es einer unmittelbaren Überprüfung und Vervollständigung nach Abschluß der Zeitmessung, weil dann die fehlenden Fakten noch im Gedächtnis haften.

- Es sind zu überprüfen:
 - die Meßpunkte
 - die bewegten Mengen und
 - die zurückgelegten Wege
- Es sind gegebenenfalls zu errechnen:
 - die Differenzzeit bei
 - Fortschrittszeitmessung

6. Auswertung der Arbeitszeitstudie

Die Auswertung erfolgt entweder manuell (auf den Meßprotokollen vorzunehmen) oder heute üblicherweise per EDV (Meßdaten müssen dazu auf einen maschinenlesbaren Datenträger gebracht werden). Der EDV-Einsatz ist immer dann vorzuziehen, wenn die Meßwerte auch für die Planzeiterstellung benötigt werden.

Die Auswertung erfolgt nach

- dem Arbeitszeitaufwand insgesamt und je bearbeitete Einheit
- für Teilarbeit (Abb. 7-9) in der Form von
 - o Arbeitsvorgängen
 - o Teilvorgängen
 - o Arbeitselementen

!!! Nur ausgewertete Zeitstudien sind Zeitstudien !!!

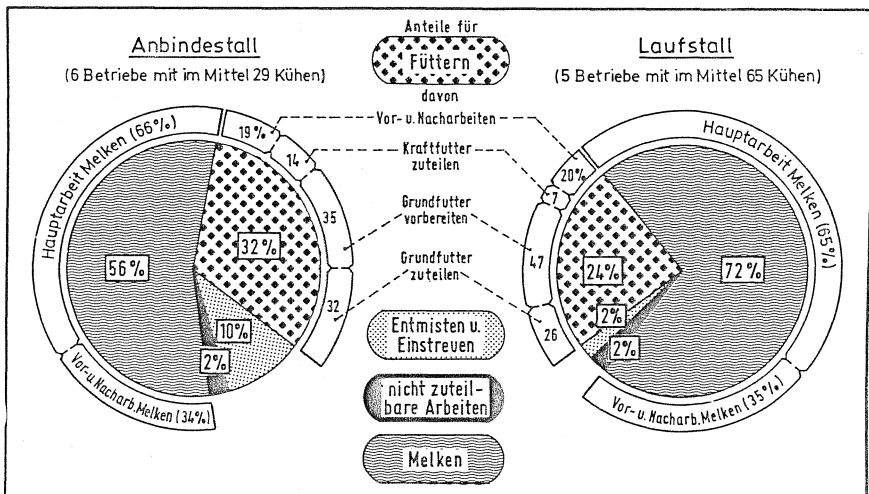


Abbildung 7-9: Beispiel von Ist-Analysen für die Milchviehhaltung im Anbinde- und Laufstall

<h2 style="margin: 0;">Zeitstudien - Erhebung</h2>		Aufgenommen durch: <u>Au</u> Datum: <u>3.5.79</u>
Nr. <u>1</u>		Besondere Ereignisse: _____ _____ _____
Arbeitsaufgabe: <u>Feld mit Saatbett Kombination bearbeitet</u> <u>Schlaggröße ≈ 0,15 ha</u>		Beobachtungszeit: <u>nachmittag 13⁰⁰h</u>
Betrieb: <u>Beispiel</u>		Wetter: <u>Sonnig</u>
Nr. _____	Tel. _____	Wetter: <u>Sonnig</u>
Skizze: (Bei Innenwirtschaft Lageplan der Gebäude u. der baulichen Anlagen)		
Arbeitspersonen: <u>Schlepperfahrer, geübt,</u> <u>~ 40 Jahre alt, LG = 110 %</u>	Arbeitsgegenstand: <u>Feldstück für Möhrensaat</u> <u>sl., gut abgetrocknet</u>	
Maschinen/Gebäude <u>Schlepper 35 kW</u> <u>Saatbett Kombination 2,5 m</u>	Arbeitsplatz: <u>Hof - Feld</u>	
Arbeitsergebnis: <u>0,24 ha in 27 AP min</u> Verlustzeit: min Störzeit: min		
		Au 0/836

Formblatt 1

Abbildung 7-7: Formblatt für die räumliche und zeitliche Beschreibung eines Arbeitsablaufes in der Zeitstudie

Ereignis	Zeitnahmebogen-Nr. 1 / 1									Bemerkungen
	2	3	4	5	6	7	8	9		
Zum Schlepper gehen	15m	20	20							
aufsteigen u. starten		33	13							
Fahren zum Gerät	25m	47	14							
rückwärts anrang.	5m	57	10							
absteigen		63	6							
Gerät anbauen		383	320					383		Rüsten im Hof
aufsteigen u. setzen		391	8							
zum Feld fahren	1000m	895	504					512		Fahrt zum Feld
Gerät einstellen		1012	117					117		Rüsten am Feld
1. Fahrt	150m	1141	129				129			
wenden	X	1180	39							
2. Fahrt	150m	1315	135				135			
wenden	Q	1340	25							
3. Fahrt	150m	1469	129				129			
wenden	X	1506	37							
4. Fahrt	40m	1540	34				34			
Verstopfung beseit.		1690	150		150					
Restfahrt	110m	1785	95				95		268	Feld bearbeiten
absteigen		1793	8							
Gerät säubern		1924	131					131		Rüsten am Feld
aufsteigen		1933	9							
in den Hof fahren	1000m	2413	480					489		Fahrt zum Hof
abstellen u. absteigen		2435	12							
Gerät abbauen		2600	175							
Gehen zum Endpunkt		2622	22					297		Rüsten am Hof
					130	522				

Formblatt 2

Au

Abbildung 7-8: Formblatt zur Arbeitszeitmessung (Beispielsprotokoll für die Saatbettbereitung)

7.5.3.3 Einordnung der Methode

Allgemein läßt sich die Zeitelementmethode wie folgt einordnen:

Vorteile:

- für manuelle und maschinelle Arbeiten geeignet
- universelle Anwendbarkeit der Elemente
- statistische Absicherung nahezu problemlos
- Stör- und Verlustzeiten werden erfaßt
- praxisnah, weil Streuungen miterfaßt werden.

Nachteile:

- Einsatz der Stoppuhr erforderlich
- Leistungsgradbeurteilung notwendig
- Zusammenhang zwischen den Elementen wird nicht erhalten
- Mittlerer Schulungsaufwand erforderlich

Damit ist diese Methode prädestiniert für

"weniger standardisierte Arbeiten mit wechselnden Anteilen an manuellen Tätigkeiten und Prozeßzeiten."

7.5.4 Bewegungselementmethode

Die Bewegungselementmethode basiert auf den grundlegenden Arbeiten von GILBRETH. Heute sind mehrere methodische Varianten im Einsatz, wobei

- MTM (Methode Time Measurement) und
- Work Factor

die meiste Bedeutung erlangt haben. MTM ist dabei stärker auf den Bewegungsablauf ausgerichtet, während Work Factor mehr die Form und die Gestalt der Arbeitsgegenstände berücksichtigt.

Für den rein landwirtschaftlichen Bereich wurde MTM abgewandelt und steht heute als ETA-Methode (Elemental Times in Agriculture) von Holland ausgehend weltweit zur Verfügung. Sowohl ETA als auch MTM werden im landwirtschaftlichen Bereich angewandt. Nachfolgend soll deshalb auf die Urmethode MTM stärker eingegangen werden.

7.5.4.1 Aufgaben

MTM kann die Zeit für beliebige Bewegungen bei manuellen Tätigkeiten bestimmen, denn:

"Sind die Bedingungen und die Methode einer Arbeit gleich, dann ist auch der Zeitverbrauch der gleiche".

Diese Feststellung beruht auf folgenden Zusammenhängen:

- Die menschlichen Tätigkeiten beschränken sich auf zehn Grundbewegungen (Abb. 7-10).
- Der Zeitverbrauch für gleiche Bewegungen ist gleich, wenn die Bewegungslänge und der Bewegungsfall der gleiche ist.
- Die Unterschiede im Zeitbedarf bewegen sich bei unterschiedlichen Personen in sehr engen Grenzen.

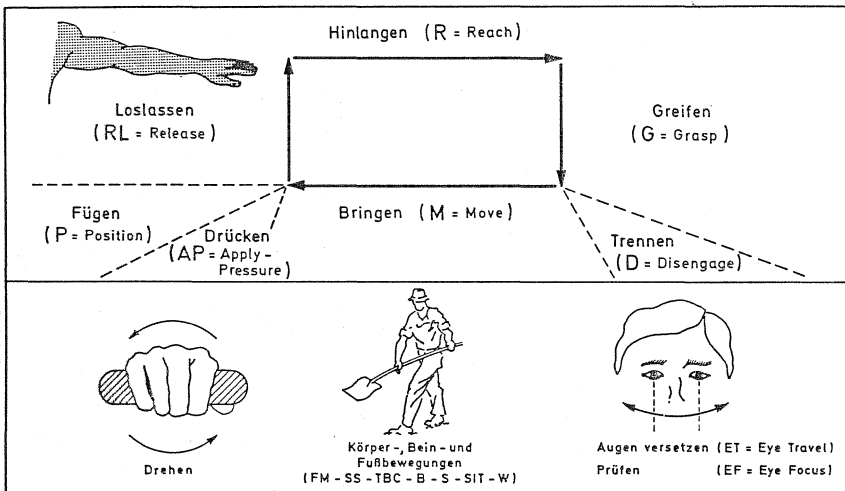


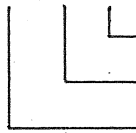
Abbildung 7-10: Grundbewegungen des Menschen bei der Bewegungselementmethode MTM (Methods Time Measurement)

MTM wird heute als fertige Methode benutzt. Dabei stehen dem Anwender nach einer intensiven Schulung alle benötigten Daten in Form von umfassenden Katalogen zur Verfügung. Diese beschreiben in Form der "Grunddaten" und der "Standarddaten" (erste Aggregationsstufe) die methodischen Zusammenhänge.

Als Instrument der Zeitmessung dient die sog. MTM-Normzeitkarte (Abb. 7-11). Sie enthält alle möglichen Bewegungen und die dafür erforderlichen Zeitwerte.

Manuelle Bewegungen werden in dieser Methode international genormt immer in der gleichen Schreibweise kodiert. Dabei stehen die Bewegungsart, die Bewegungslänge, der Bewegungsfall und eventuell fehlende Beschleunigungs- oder Verzögerungswerte durch Bindestriche getrennt in einer Zeile. Für das Hinlangen zu einem leicht zu greifenden alleinstehenden Gegenstand über 20 cm Bewegungslänge wird diese Kodierung folgendermaßen geschrieben:

R - 20 - A



Fall

Entfernung

Bewegungstyp

Fehlt bei dieser Bewegung die Angangsbeschleunigung, dann ändert sich die Schreibweise in

m R - 20 - A

oder bei fehlender Verzögerung in

R - 20 - A m

Als Zeiteinheit wird die "Time Measurement Unit (TMU) verwendet. Deren Größe beträgt eine 100.000stel Stunde oder anders ausgedrückt: 100.000 TMU's ergeben 1 Stunde.

7.5.4.2 Methode

Auch diese Methode läuft in mehreren Schritten ab. Dabei sind fünf wesentliche Aufgaben zu erfüllen, nämlich:

1. Beschreibung der Arbeitsbedingungen

Wie Zeitlementmethode !

2. Beschreibung des Arbeitsplatzes

Wie Zeitlementmethode !

Hinlängen — R — (Reach)

Bewertung Umgebung bis zu	Normenwerte in TMU						Beschreibung der Fülle
	R-A	R-B	R-C R-D	R-E	mR-B mR-A R-B R-D	W _{max} für R-B	
2	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	0,4	A Hinlängen zu einem alleinstehenden Gegenstand, der sich immer an einem genau bestimmten Ort befindet, in der anderen Hand liegt oder auf dem die andere Hand ruht.
4	3,4	3,4	3,1	3,2	3,0	2,4	
6	4,5	4,5	4,4	3,9	3,1	1,4	
8	5,5	5,5	5,5	4,6	3,7	1,8	
10	6,1	6,3	6,4	6,8	4,9	4,3	
12	6,4	7,4	7,1	7,3	5,2	4,8	
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	
20	8,1	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	

Greifen — G — (Grip)

Symbol TMU	Beschreibung der Fülle	
	Symbol	Beschreibung
G1A 2,0	Greifen eines leicht zu fassenden, allein liegenden Gegenstandes.	
G1B 3,5	Greifen eines sehr kleinen Gegenstandes oder eines Gegenstandes, der flach auf einer Ebene liegt.	
G1C1 7,3	Greifen eines ungefähr zylindrischen Gegenstandes, wobei dies	
G1C2 8,7	> 12 mm ϕ	
G1C3 10,8	6 bis 12 mm ϕ	
	< 6 mm ϕ	
G2 5,6	Nachgreifen; Verlegen des Kontrollpunktes an einen Gegenstand, ohne die Kontrolle über diesen zu verlieren.	
G3 5,6	Übergabegriff: Eine Hand übernimmt die Kontrolle über einen Gegenstand, während die andere Hand diese aufgibt.	
G4A 7,3	> 25x25x25 mm	Auswählgriff:
G4B 9,1	6x6x3 bis 25x25x25 mm	Greifen eines mit anderen vermischten Gegenstandes, so daß er ausgetucht und ausgewählt werden muß.
G4C 12,9	< 6x6x23 mm	
G5 0,0	Behandlungsgriff: Durch Berührung genaugend Kontrolle über einen Gegenstand erhalten, so daß die nachfolgende Grundbewegung ausgeführt werden kann.	

Lossen — RL — (Release)

Symbol TMU	Beschreibung	Symbol TMU	Beschreibung
RL1 2,0	Durch Öffnen der Finger	RL2 0,0	Durch Aufheben des Kontraktes

Bringen — M — (Move)

Bewertung Umgebung bis zu	Normenwerte in TMU						Beschreibung der Fülle
	MA	MA-B	MA-C	mR-B mR-A MA-B MA-C	W _{max} für MA-B	Kovariante K	
2	3,0	4,0	2,0	1,7	0,3	1,000	A Einen Gegenstand zur anderen Hand oder gegen einen Anschlag bringen.
4	4,1	5,0	2,8	2,3	1,2	1,04	
6	5,1	5,9	3,7	3,1	1,9	1,6	
8	6,0	6,8	4,5	4,3	2,5	2,8	
10	6,9	7,7	5,3	5,1	3,1	4,3	
12	7,7	8,5	6,1	5,9	3,7	5,8	
14	8,3	9,2	7,0	6,8	4,3	7,3	
16	8,9	9,8	7,9	7,7	5,0	8,8	
18	9,4	10,3	8,8	8,6	5,6	10,4	
20	9,9	10,8	9,7	9,5	6,3	11,9	
22	10,3	11,2	10,6	10,4	7,0	13,4	
24	10,8	11,8	11,5	11,3	7,7	14,9	
26	11,5	12,3	12,4	12,2	8,4	16,4	
28	12,1	12,8	13,3	13,1	9,1	18,0	
30	12,7	13,3	13,9	13,7	9,8	19,5	
35	14,3	14,5	16,8	16,8	11,2	22,8	
40	15,8	15,6	18,5	18,5	12,6	26,1	
45	17,4	16,8	20,1	20,1	14,0	29,4	
50	19,0	18,0	21,8	21,8	15,4	32,7	
55	20,5	19,2	23,5	23,5	16,8	36,0	
60	22,1	20,4	25,2	25,2	18,2	39,3	
65	23,6	21,6	26,9	26,9	19,5	42,6	
70	25,2	22,8	28,6	28,6	20,9	45,9	
75	26,7	24,0	30,3	30,3	22,3	49,2	
80	28,3	25,2	32,0	32,0	23,7	52,5	

Fügen — P — (Position)

Symbol	Passung	Beschreibung	Anliegen mm	Symmetrie	E	D
P1	lose	Kein Druck notwendig	$\pm 0,0$	S	5,6	11,2
P2	eng	Leichter Druck notwendig	$\pm 0,1$	SS	9,1	14,7
				NS	10,4	16,0
P3	fest	Starker Druck notwendig	$\pm 0,4$	S	16,2	21,8
				SS	19,7	25,3
				NS	21,0	28,0
				S	43,0	49,6
				SS	46,5	52,1
				NS	47,8	53,4

Drücken — AP — (Apply-Pressure)

Symbol	TMU	Beschreibung	Komponenten	AF	3,4	Kraftaufbau
APA	10,6	Ohne Nachgreifen	AF+DM+RLF	DM	4,2	Minimale Festhaltezeit
APB	16,2	Mit Nachgreifen	GS+APA	RLF	3,0	Kraftabbau

Trennen — D — (Disengage)

Symbol	Passung	Beschreibung	E	D
D1	lose	Sehr kleine Kraft — geringer Rückschlag	4,0	5,7
D2	eng	Mittlere Kraft — leichter Rückschlag bis 10 cm	7,5	11,8
D3	fest	Große Kraft — starker Rückschlag über 10 cm	22,9	34,7

Abbildung 7-11: MTM-Normzeitkarte (Ausschnitt)

3. Analyse der Bewegungen

Für jede Hand wird auf einem besonderen Formblatt (Abb. 7-12) die Bewegungsanalyse durchgeführt.

Dazu werden zuerst alle anfallenden Bewegungen nach Art und Einfluß erfaßt. Basis dazu ist die MTM-Normzeitwertkarte. Sie enthält für die Grundbewegungen die Entfernungen und die Fälle. Deren Kodierung erfolgt nach international gültigen Regeln.

Beispiel: Hinlängen zu einem alleinstehenden Gegenstand über eine Entfernung von 45 cm. Der Gegenstand befindet sich immer immer am gleichen Ort (Schalthebel im PKW). Diese Bewegung erhält die Kodierung

R - 45 - A

4. Übernahme der Zeitwerte aus der Normzeitkarte

Nach Abschluß der Bewegungsanalyse wird für jede benötigte Bewegung der entsprechende Normzeitwert aus der Normzeitkarte entnommen (für das obige Beispiel der Wert 12,1) und in das Analyseblatt übertragen.

Bei gleichzeitig ausgeführten Bewegungen trifft die Bewegung mit dem höheren Zeitwert zu.

5. Auswertung

Aus der Summierung ergibt sich der Gesamt-Arbeitszeitaufwand für die analysierte Tätigkeit. Die Summen aller am Arbeitsablauf beteiligten Tätigkeiten ergeben den Gesamtarbeitsaufwand.

7.5.4.3 Einordnung der Methode

Allgemein läßt sich die Bewegungselementmethode wie folgt einordnen:

- Vorteile:
- die Analyse führt zum methodischen Denken
 - die Methode führt zur Arbeitsplatzgestaltung (Vermeidung nicht benötigter Bewegungen, Vereinfachung des Bewegungsablaufes)
 - es wird keine Stoppuhr benötigt
 - es gibt keine Leistungsgradbeurteilung
 - Arbeitskodierungen sind international genormt

- Nachteile:
- auf manuelle Tätigkeiten beschränkt
(in der Landwirtschaft nur etwa 25 bis 30 %
aller Arbeiten)
 - nur bei guter Schulung möglich.

Damit ist diese Methode prädestiniert für "die Arbeitsplatzgestaltung"
und für die Anwendung im Rahmen der Modellkalkulation.

7.5.5 Vergleichende Einordnung kausaler Zeiterfassungsmethoden

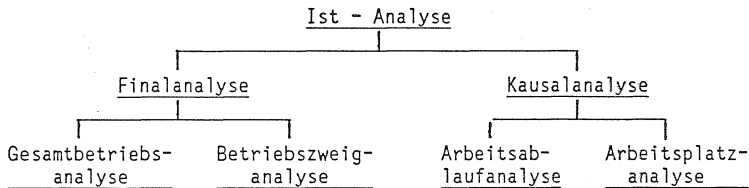
Versucht man beide Methoden einzuordnen, dann erbringen sie unterschiedliche Leistungen und Aufwendungen, weshalb sie spezifischen Aufgaben zugeordnet werden müssen (Tab. 7-7):

Tabelle 7-7: Einordnung kausaler Zeiterfassungsmethoden

Merkmäl	Zeitlement- methode	Bewegungselement- methode
Erfassungsgegenstand	Zeit	Bewegungsablauf
Zeitartenerfassung		
Tätigkeit	ja	ja
Wartezeit	ja	nein
Störzeit	ja	nein
persönliche Zeit	ja	nein
Anwendung	einfacher	schwieriger
Erfassung methodischer Unterschiede	bedingt	ja
Erfassung von Prozeß- zeiten	ja	nein
besonders geeignet für	universelle Anwen- dung mit der Mög- lichkeit der Plan- zeiterstellung	spezifische An- wendung zur Ar- beitsmethoden- analyse und Ar- beitsplatzge- staltung

7.6 Arbeitszeitanalyse

Die Arbeitszeitermittlung durch Ist-Analyse fordert und ermöglicht eine Vielzahl von Auswertemöglichkeiten. Diese sind als Finalanalysen für den Einzelbetrieb sehr wichtig und erlauben als Kausalanalyse der Wissenschaft und der Beratung außerordentlich wichtige Hinweise auf Verbesserungsansätze.



7.6.1 Gesamtbetriebsanalyse (Arbeitsaufriß)

Vollständige Aufzeichnungen des Arbeitsaufwandes ermöglichen am Jahresende die Analyse des Gesamtarbeitsaufwandes. Dies erfolgt zum einen in der Summierung aller Aufwandsdaten mit dem daraus abzuleitenden Wert/Einheit (z.B. je ha und Jahr). Zum anderen erfolgt die Analyse in chronologischer Reihenfolge der Arbeitstage und führt dann zum Arbeitsaufriß (Abb. 7-13). Er liefert:

- einen Überblick über den Gesamtbetrieb,
- macht Arbeitsspitzen optisch sehr deutlich,
- zeigt die Gleichmäßigkeit des Arbeitsanfalles auf und
- stellt eine hervorragende Ausgangsposition für Verbesserungsvorschläge im Arbeitsvoranschlag dar.

Beide Analysen stellen somit erste Grobauswertungen dar und vermitteln als solche vor allem Kenn- und Vergleichswerte ohne tiefere Aussagen über die Hauptaufwendungen innerhalb des Betriebes.

Darüberhinaus ermöglichen sie je nach Detailliertheit der Aufzeichnungen auch Betriebsmittelanalysen für den Einsatz von Schleppern, selbstfahrenden Maschinen und Geräten und schaffen dadurch die Voraussetzung für eine kostengünstigere Planung des Maschineneinsatzes.

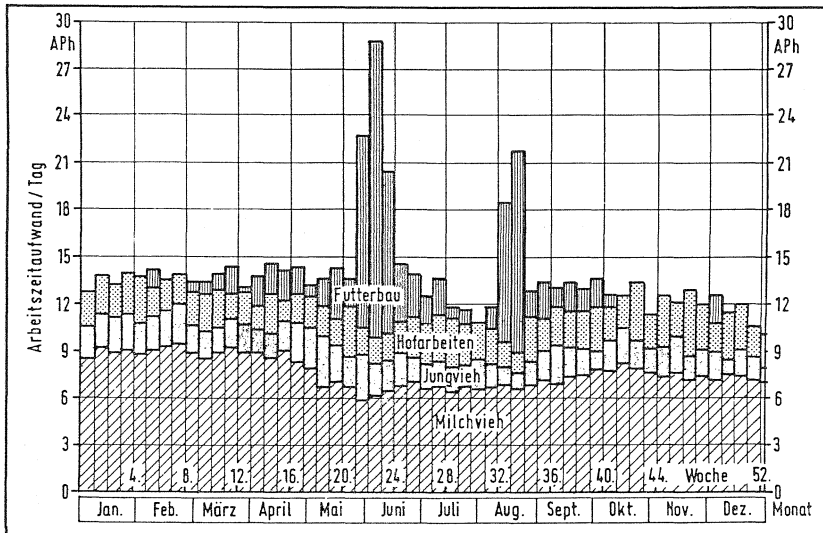


Abbildung 7-13: Arbeitsaufriß für einen Grünlandbetrieb

Auch für den horizontalen Betriebsvergleich stellen diese Analysen wertvolle Vergleichszahlen dar und fordern zum betrieblichen Wettbewerb innerhalb gleicher Betriebe auf.

7.6.2 Betriebszweiganalyse

Dagegen erbringt die Analyse der Betriebszweige sehr viel differenziertere Aussagemöglichkeiten in Form des Aufwandes je ha bzw. je Tier und Jahr. Diese Werte erlauben in Verbindung mit den Finanz- und Naturaldaten des Betriebes exakte Kalkulationen des Deckungsbeitrages je Betriebszweig und führen dann zu Hinweisen auf:

- kritische Betriebszweige und
- kritische Schläge.

Diese Hinweise bilden die Basis für Ansatzpunkte

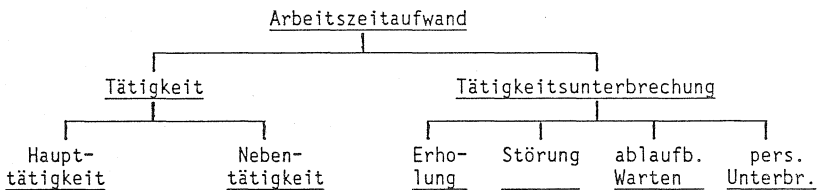
- zum verstärkten Ausbau einzelner Betriebszweige
- zum Verzicht auf unrentable oder zu aufwendige Betriebszweige

- zum Überdenken der bestehenden Fruchtfolge und
- zu neuen Ansätzen bei den Fruchtfolgen einzelner Schläge.

Grundsätzlich wird dabei auch die Betriebsmittelanalyse ermöglicht, bei der Einsatzdaten von Schleppern, selbstfahrenden Maschinen und Geräten gewonnen werden können. Diese eignen sich in hervorragender Weise für die Planung künftiger Maschinenneuanschaffungen und im Wettbewerb mit ähnlichen Betrieben für den horizontalen Betriebsvergleich.

7.6.3 Arbeitsablaufanalyse

Arbeitszeitverbrauch ist nicht gleichbedeutend mit effektiver Arbeit. Vielmehr stellt je nach Agrarstruktur und betrieblichen Gegebenheiten die Haupt- oder Grundarbeitszeit sehr oft einen relativ bescheidenen Anteil an der Gesamtzeit dar. Aus diesem Grunde empfiehlt sich zur tiefergehenden Analyse die Aufteilung der Arbeitszeitaufwandswerte in Tätigkeitszeiten und Tätigkeitsunterbrechungszeiten.



Ein derartiges Beispiel wird in Tabelle 7-8 gezeigt.

Weiterführende Analysen können dann den gemessenen Arbeitsablauf nach den daran beteiligten Zeitelementen (oder Bewegungselementen) analysieren. Tabelle 7-9 und 7-10 zeigen derartige Analysen.

Überhohe Anteile an uneffektiven Arbeitsarten sollten in derartigen Analysen Anstöße geben für:

- Änderungen bei der eingesetzten Technik (Gerätekombinationen, bessere Gerätezuordnung)
- bessere Abstimmung bei Parallelarbeiten (Verringerung der Verlustzeiten durch Warten)

Tabelle 7-8: Arbeitsarten-Analyse für das Beispiel der Saatbettbereitung

*** Zeitarartenanalyse *** für den Betrieb:

Auswertungsbeispiel für die Vorlesung im Fach *** Arbeitslehre ***
Erstellt am 20.05.1979 am Institut für Landtechnik in Weihenstephan

Saatbettbereitung
Zeitaufnahme : 1

Zeitaufwand für Tätigkeiten (0-1) und Tätigkeitsunterbrechungen (2-9)										Summe
(Jeweils oben Zeitwert in AKmin, darunter Zeilenprozentanteil)										(AKmin)
I Teil-1	0+1	2	3	4	5	6	7	8	9	(%)
I Vorg.1	Tätigk.	Ablauf	Stören	Erholen	Person	Tier				(%)
I Summe	24,80	0,0	1,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2
I (%)	94,60	0,0	4,2	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Tabelle 7-9: Analyse nach Teilvorgängen für das Beispiel der Saatbettbereitung

Arbeitsaufwand je Ort aus der Summe der A'teilvorgänge (Mittel aus den genannten Zeitaufnahmen)

Betrieb: Auswertungsbeispiel für die Vorlesung im Fach *** Arbeitslehre ***

Erstellt am 20.05.1979 am Institut für Landtechnik in Weihenstephan

je Teilvorgang		Zeitwerte mit Häufigkeit größer 2 verworfen		(1 Zeitaufn.)
APmin	(%)	Zeitaufwand		! APmin/!
		Nummern und Texte der Arbeitsteilvorgänge		!T'vorg.!
				! /Einh.!
3.83	14.61	1	Rüstarbeiten am Hof bei Arbeitsbeginn	15.96
5.12	19.53	2	Fahren zum Feld	21.33
1.17	4.46	3	Rüstarbeiten am Feld bei Arbeitsbeginn	4.88
7.73	29.48	4	Saatbettbereitung	32.21
1.39	5.30	5	Rüstarbeiten am Feld bei Arbeitsende	5.79
4.89	18.65	6	Fahren zum Hof	20.37
2.09	7.97	7	Rüstarbeit am Hof bei Arbeitsende	8.71
26.22 APmin		für 0.24 Hektar , je ha somit		109.25
0.44 APH		Arbeitsdauer = 26.22 APmin = 0.44 APH		1.82
Zeitaufwand für die Bearbeitung der		0.24 Hektar		0.44 APH
Daraus errechnen sich für		1.00 Hektar		1.82 APH

Tabelle 7-10: Analyse nach Arbeitselementen für das Beispiel der Saatbett-
bereitung

ARBEITSAUFWAND JE ORT AUS DER SUMME DER ARBEITSELEMENTE (MITTEL AUS DEN GENANNTEN ZEITAUFGABEN)							
BETRIEB: Auswertungsbeispiel für die Vorlesung im Fach *** A r b e i t s l e h r e **							
----- Erstellt am 20.05.1979 am Institut für Landtechnik in Weihenstephan							
A'ORT/ABSCHNITT: 1	ZEITWERTE MIT HÄUFICHKEIT GROSSER (1 ZEITAUFG.)						
Z E I T A U F W A N D							
JE ELEMENT	APMIN /						
(%) N CMIN/NI	ELEMENT						
	1 /EINH.						
0.1	0.4	1	652	Mit Schlepper an Gerät anrangieren (vor- oder rückwärts)	0.42		
3.2	12.2	1	319	Dreipunktgerät ohne Gelenkwelle anbauen (schwer)	13.33		
1.8	6.7	1	175	Dreipunktgerät ohne Gelenkwelle abbauen (schwer)	7.29		
9.8	37.5	2	492	Fahren mit Schlepper mit/ohne Wagen auf Teerstraße	41.00		
0.1	0.5	1	12	Auf Schlepper steigen und diesen starten	0.54		
0.2	0.6	2	8	Auf Schlepper aufsteigen und setzen	0.71		
0.1	0.5	1	13	Schlepper im Hofbereich fahren (mit oder ohne Anbaugerät)	0.58		
0.1	0.5	2	6	Vom Schlepper absteigen	0.58		
0.1	0.5	1	12	Schlepper abstellen und absteigen	0.50		
1.2	4.5	1	117	770 Saatbettkombination einstellen	4.88		
6.7	25.6	6	111	771 Saatbett bereiten	28.00		
1.0	3.9	3	33	772 Schlepper mit Anbaugerät wenden	4.21		
1.3	5.0	1	131	Anbaugerät säubern	5.46		
0.4	1.6	2	20	Gehen ohne Belastung (Last < 20 kg)	1.75		

INSGESAMT							
26.22 APMIN = 0.44 APH							
INSGESAMT / BEARBEITETE EINHEIT							
109.25 APMIN = 1.82 APH							

ZEITAUFWAND FUER DIESEN ORT/ABSCHNITT MIT		0.24 Hektar		BETRAECT		0.44 APH	
ZEITAUFWAND FUER BENOETIGTE		1.00 Hektar		BETRAECT DANN		1.82 APH	

- Optimalere Gestaltung der Bearbeitungsflächen (Spitzen, Gräben, Feldzufahrten)
- Andere Arbeitsablauffolgen (vor allem bei der Melk- und Fütterungsarbeit)
- Überlegungen, ob die eingesetzten Arbeitskräfte für die Arbeiten geeignet sind
- ein arbeitsgerechteres Verhalten der Arbeitskräfte

7.6.4 Arbeitsplatzanalyse

Hinweise auf ungünstige Zeitaufwendungen sind sehr oft auf nicht optimale Arbeitsplätze zurückzuführen. Dabei geht es insbesondere um die eingesetzten Arbeitspersonen und Arbeitshilfsmittel. Für den Berater stehen dazu umfangreiche Prüflisten zur Verfügung, anhand derer er Schwächen sehr schnell aufdecken und durch geeignete Vorschläge wirksam beseitigen kann. Solche Prüflisten erfassen die wesentlichen Punkte der Arbeitsplatzgestaltung (siehe Kapitel 5).

8. Planzeiterstellung und Modellanalyse

In den Betrieben ermittelte Ist-Zeiten sind tatsächlich vom Menschen und vom Betriebsmittel gebrauchte Zeiten für die Ausführung landwirtschaftlicher Arbeiten unter speziellen (betriebsspezifischen) Bedingungen (gemessen in AP_h oder in AP_{min}). Deren Übertragung auf andere Betriebe oder auf andere Betriebsverhältnisse ist somit nicht problemlos möglich, weil dort eigene betriebliche Verhältnisse und eigene Arbeitsverfassungen vorliegen. Deshalb ist es notwendig, derartige Daten in eine allgemeingültige Form umzuwandeln und als repräsentative Planungsdaten (Planzeiten) der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

Planzeiten sind demnach Daten des Zeitverbrauches einzelner Arbeitsabschnitte bzw. der Gesamtarbeit. Dabei wird ein standardisiertes Arbeitsablaufmodell mit repräsentativen Planzeitelementen versehen (quantifiziert). Alle Planzeiten beziehen sich immer auf die REFA-Normalleistung einer Arbeitskraft und berücksichtigen entsprechende Zuschläge für Erholung und Störzeiten. Die Dimension ist die Arbeitskraftstunde (AKh) bzw. die Arbeitskraftminute (AKmin).

Um aus unterschiedlichen Zeitmeßwerten universell anwendbare Planzeiten zu erstellen sind folgende Schritte erforderlich:

1. Erstellung und statistische Absicherung repräsentativer Planzeitelemente
2. Bildung praxisnaher Arbeitsablaufmodelle
3. Verknüpfung von Arbeitsablaufmodellen und Planzeitelementen zu Arbeitsmodellen
4. Überprüfung der Modelle auf Übertragbarkeit in die Praxis
5. Reduzierung der Einflußgrößen nach deren Wichtigung
6. Bereitstellung von Planzeiten (modellspezifisch) in anwendungsfreundlicher und anwendungsbezogener Form
7. Modellanalysen der Arbeiten in der Landwirtschaft

Dieser Vorgang vervollständigt den Datenkreislauf der Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft (Abb. 8-1).

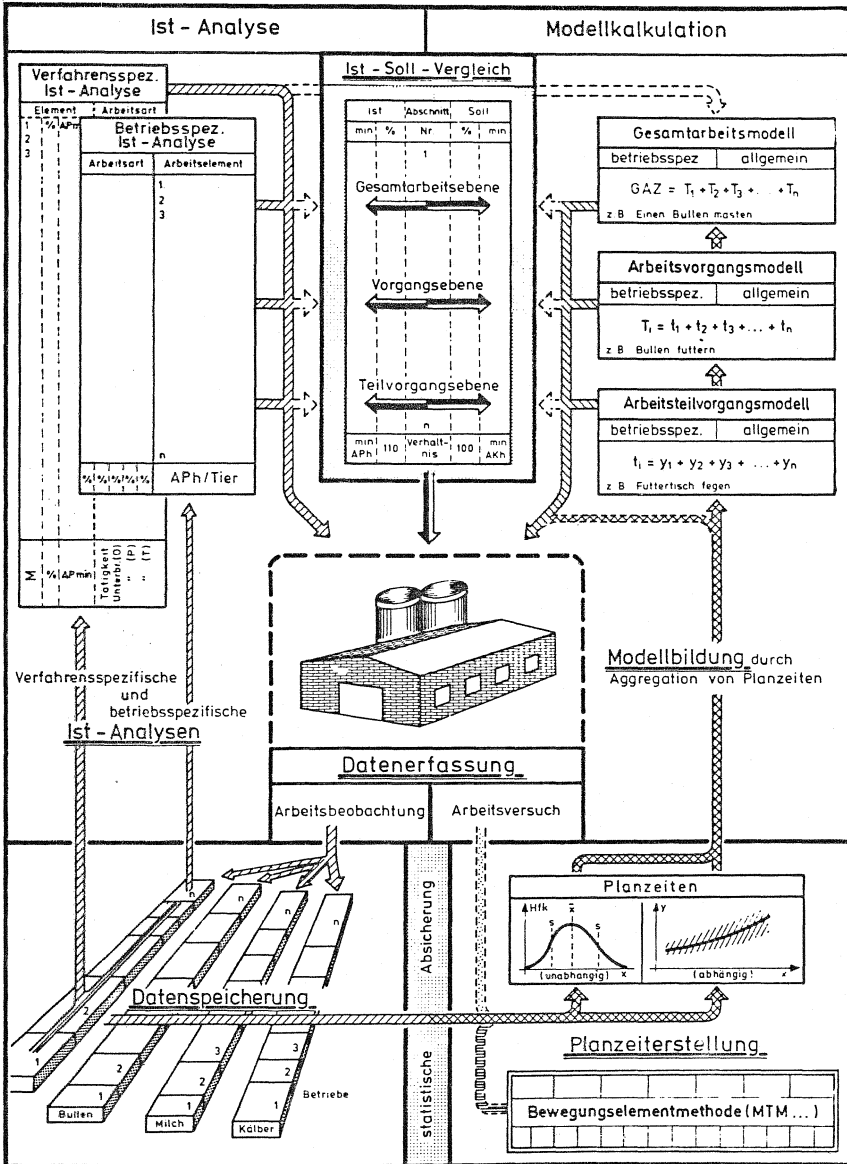


Abbildung 8-1: Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft

8.1 Erstellung der Planzeitelemente

Planzeitelemente beschreiben den repräsentativen Zeitverbrauch eines durch seine Einflußfaktoren und Zeitmeßpunkte beschriebenen Arbeits- oder Prozeßelementes. Damit läßt sich der Zeitverbrauch (t) allgemein als Funktion der auf ihn einwirkenden Faktoren darstellen mit

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

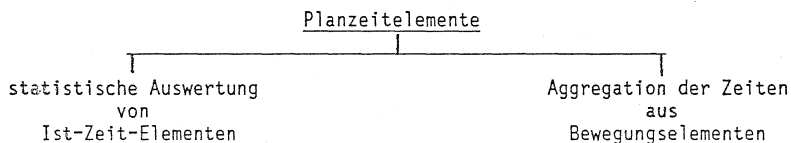
mit x_1 bis x_n = Länge, Gewicht, Tierzahl, Boden usw.

Der gesamte Vorgang der Planzeitelementbildung wird somit zu einem Verfahren der funktionellen Analyse. Er bedient sich dabei der Statistik, um mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie den Schluß von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit aller denkbaren Meßwerte absichern zu können. Absicherung bedeutet innerhalb dieses Vorganges:

- Abschätzung des Vertrauensbereiches und
- Gegenüberstellung mit einer definierten geforderten Sicherheit.

Diese Vorgehensweise muß als Ganzheit betrachtet werden. Sie gilt als solche für alle wissenschaftlichen Analysen und stellt somit ein absolutes "muß" deskriptiver Beschreibung (Mittelwert, Varianz, Spannweite) und wahrscheinlichkeitstheoretischer Betrachtung (Ausreißer, Normalverteilung) dar.

Im Rahmen der Planzeiterstellung kann dieser Ablauf von zwei methodischen Ansätzen ausgehen:



Beide Formen sind in der Praxis angewandte Verfahren, wobei jedoch gravierende Unterschiede bestehen. So enthalten Meßwerte immer eine Streuung, bedingt durch subjektive Einflüsse, durch Abweichungen in der Arbeitsmethode oder durch den Einfluß der Arbeitsgegenstände. Zeitbedarfswerte aus der Bewegungselementmethode hingegen sind frei von Abweichungen, weil sie nur eine Ablaufmethode berücksichtigen.

Nachfolgend sollen beide Auswertungsmethoden vorgestellt und näher erläutert werden.

8.1.1 Auswertungsverfahren für unabhängige Planzeiten

Bei vielen Arbeiten in der Praxis können wirksame Einflußgrößen nicht analysiert werden, weil

- das Arbeitsergebnis rein zufällig ist oder
- Einflüsse sehr starke Überlagerungen zeigen.

In all diesen Fällen muß aus den Meßwerten ein repräsentativer Mittelwert gebildet werden, der mit seiner Streuung die Variabilität dieser Planzeitelemente zum Ausdruck bringt.

8.1.1.1 Statistische Mittelwertanalyse

Die üblichen Verfahren der statischen Mittelwertanalyse setzen bei ihren Tests die Normalverteilung der zufällig gewonnenen Meßwerte voraus. Dies trifft in der Landwirtschaft jedoch nur bedingt zu, weil:

- Ist-Zeiten immer einen positiven Wert zeigen,
- sehr starke Häufungen der Meßwerte um einen mittleren Wert auftreten und
- zufällige Einflüsse biologischer Art diese Mittel nach oben ungleich verlängern.

Deshalb muß bei der statistischen Mittelwertanalyse der Prüfung auf Normalverteilung höchste Priorität eingeräumt werden. Erst danach ist zu entscheiden, welches Auswerteverfahren zulässig ist und demnach verwendet werden darf.

1. Normalverteilte Ist-Zeiten

In der Regel gehorchen Prozeßzeiten, also von der Technik bestimmte Arbeitszeitbedarfswerte, einer echten oder zumindest stark angenäherten Normalverteilung (Abb. 8-2).

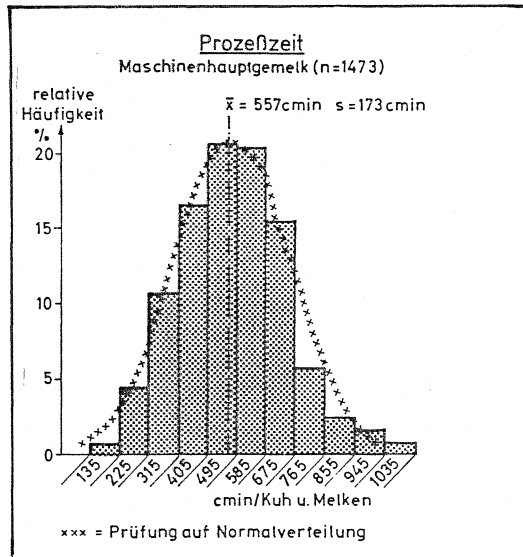


Abbildung 8-2: Beispiel für ein normalverteiltes Arbeitszeitelement

Für derartige Zeitelemente wird das statistische Mittelwertverfahren angewandt, welches bei Einsatz elektronischer Rechenhilfsmittel mehr oder weniger umfangreiche Kenngrößen liefert. Davon sind:

unbedingt erforderlich

- arithmetischer Mittelwert
- Standardabweichung
- Kleinstwert
- Größtwert

wünschenswert

- Varianz
- Variationskoeffizient
- Spannweite

Daneben müssen Testgrößen die Stichprobe weiter beschreiben. Es sind zu fordern:

- Vertrauensbereich
- Ausreißertest
- t-Wert der Schiefe (3. Moment)
- t-Wert des Exzesses (4. Moment)
- Genauigkeitsanalyse mit Test auf ausreichende Meßwertanzahl und evt. erforderliche noch fehlende zusätzliche Meßwerte

Alle diese Tests sollten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 10\%$ und einer geforderten Sicherheit bei der Genauigkeit von $\epsilon = 90\%$ berechnet werden.

2. Nichtnormalverteilte Ist-Zeiten

Zeitmeßwerte mit starker Beeinflussung durch die Biologie und/oder durch den Menschen zeigen fast immer eine typische "linkssteile" Verteilungsform (Abb. 8-3)

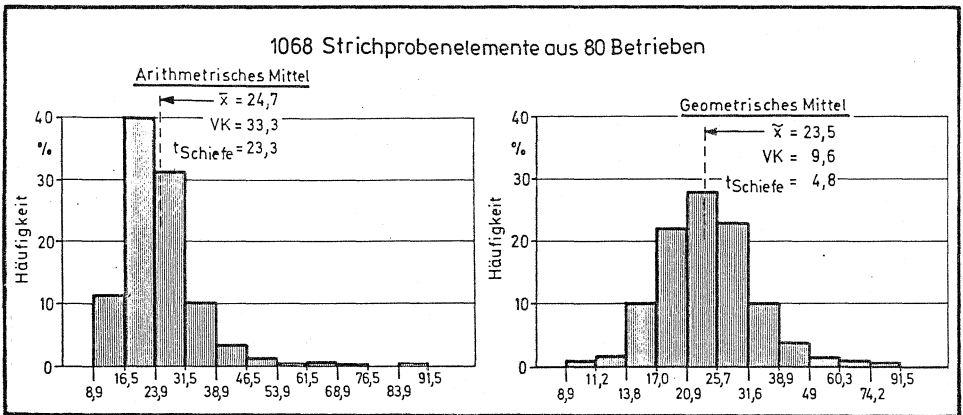


Abbildung 8-3: Typische linkssteile Verteilungsform in der Arbeitswissenschaft vor und nach der Transformation der Meßwerte

Derartige Meßwerte können deshalb nicht problemlos durch den arithmetischen Mittelwert beschrieben werden, weil dieser

- größer als der häufigste Wert ist und
- die Stichprobenmeßwerte nicht in zwei gleiche Hälften teilt.

Bedingt durch die biologischen Einflüsse lassen sich diese Meßwerte jedoch gut einer Normalverteilung angleichen, wenn sie einer logarithmischen Transformation unterzogen werden. Alle oben genannten Kenngrößen werden dann aus diesen transformierten Meßwerten errechnet und entlogarithmiert.

Dieses Verfahren bietet folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
echter (repräsentativer) Mittelwert zu ermitteln	Elektronische Rechenhilfsmittel erforderlich
umfassende Kenngrößen für die Stichprobenbeurteilung	graphische Aufbereitung muß zur optischen Unterstützung durchgeführt werden
Streuung ist tatsächliche Streuung der Praxis	
einfache Anwendung beim Einsatz elektronischer Rechenhilfsmittel	

8.1.1.2 Streuzahlverfahren nach REFA

Das Problem der schiefen Verteilungsformen hat auch die Methodenlehre bei REFA beeinflußt. Da dort jedoch einfache Verfahren erforderlich sind (für den REFA-Techniker problemlos ohne Rechenhilfsmittel anwendbar), wurde mit dem "REFA-Streuzahlverfahren" eine simple Methode für derartige Meßreihen entwickelt. Es geht davon aus, daß "Mittelwerte aus Mittelwerten immer normalverteilt sind".

In der Anwendung durchläuft dieses Verfahren folgende Schritte:

- Aus allen Meßwerten wird das arithmetische Mittel gebildet.
- Die gesamte Meßwertreihe wird dann in Gruppen zu je 5 Meßwerten unterteilt.
- Aus diesen Gruppen wird jeweils der größte und der kleinste Wert herausgesucht und die Spannweite gebildet.
- Aus den verschiedenen Spannweiten wird die mittlere Spannweite abgeleitet.
- Mittlere Spannweite : arithmetischen Mittelwert = Streuzahl Z.
- Mit dieser Streuzahl wird in Verbindung mit der Anzahl der Meßwerte in einer spezifischen Leitertafel die noch erforderliche Meßwertanzahl abgelesen und so die statistische Absicherung durchgeführt.

Dieses Verfahren besitzt folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile	Nachteile
Einfache Mittelwertbestimmung	kein repräsentativer Mittelwert
einfache statistische Absicherung	gemessene Streuung wird nicht errechnet
	führt fast immer zu vielen Einzelmessungen (Möglichkeit des Entgegenkommens gegenüber Arbeitnehmer !)

8.1.1.3 Planzeitelementbildung aus Bewegungselementen

Wird eine Bewegungsanalyse in Form einer optimierten Arbeitsablaufmethode durchgeführt, dann ergibt sich daraus ein Planzeitelement (Abb. 8-4).

① Skizze		② Bewegungslängen und -kräfte					
<p>Zeitmesspunkte: a) linke Hand hält Gelenkwelle b) Hände lösen Kontakt mit Gelenkwelle</p>		Länge cm	Kraft daN				
		Zum Gelenkwellen- anschlußstück	35	—			
		Gelenkwelle ausziehen	30	4			
		Gelenkwelle aufchieben	6	8			
		Restweg aufchieben (ab Sicherungsstift)	4	8			
③ Bewegungsanalyse							
Nr.	Beschreibung	H	L.H.	TMU	R.H.	H	Beschreibung
1	Hand hält Gelenkwelle			14,2	R 35 B		Anschlußstück ergreifen (mit Körperhilfe)
2				2,0	G 1 A		"
3	Hand umsetzen		R L 1	2,0			
4	"		R 14 B	8,2			
5	"		G 1 A	2,0			
6	Gelenkwelle ausziehen	M 30 C $\frac{1}{2}$	15,7	M 30 C $\frac{1}{2}$			Gelenkwelle ausziehen
7	Anschlußstück auf Profil	F2 SSD	25,3	F2 SSD			Anschlußstück auf Profil
8	bis Sicherungsstift	M 6 A $\frac{3}{2}$	4,4	M 6 A $\frac{3}{2}$			bis Sicherungsstift
9				1,6	SC 2		
10				2,1	M 2 A 2		Sicherungskopf drücken
11	vollständig aufchieben	M 4 B $\frac{3}{2}$	4,3	M 4 B $\frac{3}{2}$			vollständig aufchieben
12					M 2 B		
13					R L 1		
14	Bewegungen für einrasten	2	M 2 A $\frac{3}{2}$	4,3	M 2 A $\frac{3}{2}$	2	Bewegungen für einrasten
15			R L 1	2,0	R L 1		
88,1 TMU ± 0,06 AK min							

Abbildung 8-4: Planzeitbildung aus Bewegungselementen für den Arbeitsabschnitt "Gelenkwelle auf Zapfwelle schieben"

Dieses Verfahren besitzt folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
Für noch nicht existente Tätigkeiten anwendbar	Nur für manuelle Tätigkeiten anwendbar
zwingt zum methodischen Denken (Arbeitsplatzgestaltung)	kann Methodenstreuung nicht berücksichtigen
	Schwierige Übertragung in die Praxis bei zu geringer Übung
	Für jede Technik eigene Planzeit erforderlich (eigentlich nur für betriebsinternen Gebrauch !)

8.1.1.4 Dokumentation unabhängiger Planzeiten

Nur eindeutig definierte und dokumentierte Planzeiten sind als universelle Modellbausteine anwendbar. Dabei wird heute allgemein die Speicherung in EDV-Systemen vorgezogen (entspricht der früheren Karteikarte), weil diese

- eine zentrale Datenhaltung ermöglichen,
- jede Änderung allen Nutzern sofort zugute kommt und
- derart gespeicherte Planzeitelemente direkt mit Modellkalkulationsprogrammen verbunden werden können (Informations- und Kalkulationssystem)

Derartige Dokumente müssen dann enthalten:

- eine unverwechselbare Kennzeichnung
- Anfangs- und Endpunkte
- eine ausreichend informative Inhaltbeschreibung nach Arbeitsablauf und nach Beschränkungen
- die erforderlichen statistischen Kenngrößen einschließlich Meßwertumfang und noch erforderlicher Messungen.

Ein derartiges Dokument zeigt Abb. 8-5 (gespeichert im "Landwirtschaftlichen Informations-System Landtechnik (LISL)).

DOKUMENT NR.100456 (23.07.79)			
PL 100456 RYHOLMSTAND SCHWENKEN (HIN- ODER ZURUECK)			
ANFANG...	HINLANGEN ZUR KURBEL BZW. SCHALTER		
ENDE...	LOSLASSEN DER KURBEL		
ERSTELLT:	01.07.77 VON H.AUERNHAMMER, H.ZAEH, J.REINHOLZ		W'AN
GEAENDERT	VON NOCH	1	MESSUNGEN ERFORDERLICH
INHALT...			
UNTERSCHIEDUNG VON ZWEI MOEGLICHKEITEN			
A) RYHOLMSTAND SCHWENKEN VON HAND :			
DER STAND WIRD DURCH BETAETIGEN EINER KURBEL VON HAND GESCHWENKT. IM ELEMENT			
IST DAS EVT. ERFORDERLICHE ZURUECKTREIBEN EINZELNER KUEHE WAEREND DES SCHWENK-			
VORGANGES ENTHALTEN.			
B) RYHOLMSTAND AUTOMATISCH SCHWENKEN :			
NACH BETAETIGUNG EINES SCHALTERS DURCH DIE ARBEITSPERSON. WIRD DER STAND MIT			
HILFE EINES E-MOTORS GESCHWENKT. DIE A-PERSON UEBERWACHT DEN VORGANG UND TREIBT			
EINZELNE KUEHE WAEREND DES SCHWENK-VORGANGES ZURUECK.			
AENDERBARE EINFLUSSGROESSEN = 1 UND TEXTE FUER 0 ERRECHNETE HILFSVARIABLE			

EINFLUSSGROESSEN		VOREINSTELLUNG DIMENSION HVNR DR	

1. HAEUFIGKEIT		1.000	0 0

DATENERFASSUNGSCHEMA FUER OBLIGATORISCHE UND 2 INFORMATISCHE VARIABLE			

F/D	VARIABLE	SPALTE DIM.	F/D VARIABLE SPALTE DIM.

MIT MOTOR	43 JA=1	**	PER HAND 44 JA=1

FUNKTION AUS 30 MESSWERTEN MIT 0 EINFLUSSGR.; ZUSCHLAG= 0.0 Z			

VK= 33.1 MITTELWERT= 106.8 S= 35.390 T= 0.0 MUE(90%)= 96 - 118			
=====			

Abbildung 8-5: Dokument der unabhängigen Planzeit "Ryholmstand schwenken"

8.1.2 Auswertungsverfahren für abhängige Planzeiten

Auch dabei sind die Verfahren der statistischen Analyse aus Zeitmeßwerten und jene der Planzeitelementbildung aus Bewegungselementen zu unterscheiden.

8.1.2.1 Korrelations- und Regressionsanalyse

Wie bei den unabhängigen Planzeitelementen unterliegen auch die abhängigen Zeitmeßwerte dem Einfluß aus Biologie, Wachstum, Klima und Arbeitsperson. Derartige Einflüsse verursachen jedoch nichtlineare Zusammenhänge und fordern analog zu den unabhängigen Planzeitelementen eine Überprüfung dieser Zusammenhänge und gegebenenfalls eine Berücksichtigung.

1. Lineare Abhängigkeiten

Lineare Abhängigkeiten werden mit Hilfe der Korrelations- und Regressionsanalyse bestimmt. Dieses Verfahren ist heute in allen guten Statistikpaketen in Form von Programmen verfügbar und häufig mit graphischen Darstellungsmöglichkeiten für die Abhängigkeiten gekoppelt (Abb. 8-6).

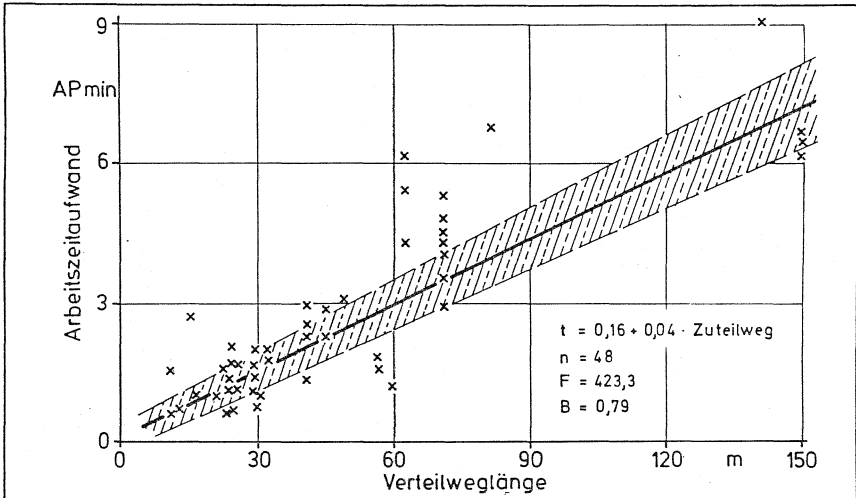


Abbildung 8-6: Einfache lineare Abhängigkeit für "Futter mit selbst-fahrendem Futterwagen zuteilen"

Der Ablauf der linearen Korrelation und Regression erfolgt in folgenden Schritten:

- Errechnung der Korrelation zwischen der Zielgröße Arbeitszeitbedarf und den darauf einwirkenden Einflußgrößen x_1 bis x_n .
- Bei vorhandener Korrelation Berechnung der Regressionskoeffizienten b_1 bis b_n .
- Ermittlung der Residuen und Test auf Normalverteilung über die t-Werte der Schiefe (3. Moment) und des Exzesses (4. Moment).
- t-Werte beim 3. und 4. Moment < 2 deuten darauf hin, daß die berechneten Zusammenhänge linear sind und daß deshalb der gefundene Regressionsansatz als abhängiges Planzeitelement verwendet werden darf.

- Das errechnete Bestimmtheitsmaß B drückt in % den Anteil aus, der für die benötigte Zeit durch die Einflußgrößen erklärt wird (Bestimmtheitsmaße um 30% gelten als durchaus normal, solche über 60% werden nur selten erreicht und deuten auf eine nicht vollständig erfaßte Grundstreuung oder auf zu wenige Meßwerte hin !).

Auch bei diesen Tests sollten die unter 8.1.1.1 genannten Sicherheiten und Irrtumswahrscheinlichkeiten gewählt werden.

2. Nichtlineare Abhängigkeiten (positiv schiefe Residuen)

Insbesondere durch die Einflüsse der Biologie (z.B. aufgrund einer während der Arbeit durch Ermüdung oder Monotonie nachlassenden Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft) führen zu zunehmenden Zeiten für nachfolgend gleiche Arbeitsabschnitte. Derartige Zusammenhänge ergeben nichtlineare Beziehungen und bedürfen deshalb wie bei den unabhängigen Planzeitelementen einer Transformation der Meßwerte. Die dadurch nichtlinearen Eingangswerte erlauben die Bestimmung der o.g. Berechnungsschritte im linearen Verfahren. Auch dabei müssen die Residuen mit ihrer Verteilungsform Auskunft über die Zulässigkeit der durchgeführten Transformationen geben. Ein Beispiel soll diese Zusammenhänge stärker verdeutlichen:

Eine Analyse der Arbeitszeitmeßwerte für den Arbeitsabschnitt "Futtertisch fegen" erbringt bei

linearer Analyse

$$t = 81,47 + 98,59 \times \text{Breite} \\ + 6,44 \times \text{Länge}$$

$$n = ? \\ B = 86\%$$

$$t\text{-Schiefe} = 8,57 \\ t\text{-Exzeß} = 13,26$$

nichtlinearer Analyse

$$\text{antilg } t = 1,748 + 0,145 \times \text{Breite} \\ + 0,009 \times \text{Länge}$$

$$n = \\ B = 58\%$$

$$t\text{-Schiefe} = 0,67 \\ t\text{-Exzeß} = 0,96$$

Trotz eines höheren Bestimmtheitsmaßes bei der linearen Analyse ist diese nicht zulässig, da deren t-Werte für Schiefe und Exzeß der Residuen auf einen eindeutigen nichtlinearen Zusammenhang hindeuten.

Dieses Verfahren bietet folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile

Verzicht auf Klassenbildung
bei Abhängigkeiten

Einflußgrößengewichte in den
Regressionskoeffizienten ab-
schätzbar

relativ gute Trendanalyse
auch über den Meßbereich
hinaus möglich

Nachteile

Rückgriff auf EDV notwendig

Interpretation erfordert
mehr Können und Wissen

8.1.2.2 Planzeitelementbildung aus Bewegungselementen

Ähnlich wie bei unabhängigen Planzeitelementen kann auch bei abhängigen Planzeiten die Zeitfunktion aus der Addition der einzelnen Zeitwerte für die benötigten Bewegungselemente gebildet werden. Getrennt für den Achsenabschnitt und für jede signifikante Einflußgröße sind dabei die Zeitkoeffizienten abzuleiten, wobei aggregierte Bewegungselemente den Zeitaufwand für die Erstellung derartiger Planzeitelemente verringern.

Ein Beispiel für dieses Vorgehen zeigt Abbildung 8-7.

Für derartige Planzeitelemente ergeben sich die gleichen Vor- und Nachteile wie für die unabhängigen Planzeitelemente (siehe 8.1.1.3).

8.1.2.3 Dokumentation abhängiger Planzeiten

Bei diesen Planzeitelementen erweitern sich in der Dokumentation die erforderlichen Daten für jede signifikante Einflußgröße. Angaben über die Korrelation der Einflußgrößen insgesamt (multiple), einzeln (partiell) und zwischen den Einflußgrößen (Interkorrelationen) vervollständigen die Angaben und ermöglichen dem Benutzer eine objektive Beurteilung. Ein derartiges Dokument zeigt Abb. 8-8 (gespeichert im "Landwirtschaftlichen Informationssystem Landtechnik (LISL)).

MTM - Planzeit: Vitaminstoß in Eimer geben und einrühren				
Beginn:	Hinlangen zum Teelöffel			
Inhalt:	Etwa 10 gr Vit.-Präparat in abgefüllte Tränkeeimer einmessen und danach einrühren			
Ende:	Loslassen des Schneebesens			
Begrenzung:	Gilt für maximal 4 Eimer/Zyklus			
<u>Arbeitsablaufskizze</u>		<u>Bewegungslängen</u> _____ cm		
		Zum Teelöffel	30	
		Teelöffel ablegen	25	
		Zum Schneebesen	15	
		Zum Eimer	45	
		Schneebesen zur Ablage	30	
		Ø von Dose zu x. Eimer	30	
		Ø von Eimer zu Eimer	28	
		Beschreibung:		
	Kode	cmin	Hfk	cmin
<u>Konstanter Wert pro Zyklus</u>				
Zum Standplatz	KVS	1,0	4	4,0
Zum Teelöffel	AME 30	1,1	1	1,1
Zum Schneebesen	ALE 15	0,75	1	0,75
Zum 1. Eimer	PUE 45	1,05	1	1,05
Schneebesen zur Ablage	PUE 30	0,8	1	0,8
				<u>7,7</u>
				=====
<u>Konstanter Wert pro Eimer</u>				
Löffel füllen	GDK	0,25	2	0,5
Zum Eimer	PUE 30	0,8	2	1,6
Löffel entleeren	GDK	0,25	2	0,5
Mit Besen rühren	GRS	0,35	1	0,35
	GRU	0,85	5	4,25
Zum nächsten Eimer	PUE 30	0,8	1	0,8
				<u>8,0</u>
				=====
Zeitformel y =				
		7,7 cmin + 8,0 cmin * Eimerzahl		

Abbildung 8-7: Abhängiges Planzeitelement auf der Basis von Bewegungselementdaten "Vitaminstoß in Eimer geben und einrühren"

DOKUMENT NR.100577 (23.07.79)

PL 100577 BEFUELLEN DES GUELLEFASSES MIT KONTROL. (PUTAH ODER PUMPE)

ANFANG... GUELLESTROM BEGINNT
 ENDE... GUELLESTROM BEENDET
 ERSTELLT 01.06.77 VON H.AUERNHAMMER, J.REINHOLZ, H.ZAEH
 GEÄNDERT VON W*AN

INHALT...
 DIESES ELEMENT STELLT DIE ZEIT DAR, UM EIN GUELLEFASS VARIABLEN INHALTS MIT GUELLE ZU BEFUELLEN. DIE ARBEITSPERSON ÜBT UEBERWACHENDE TÄTIGKEIT AUS.

AENDERBARE EINFLUSSGROESSEN = 4 UND TEXTE FUER ERRECHNETE HILFSVARIABLE

EINFLUSSGROESSEN	VOREINSTELLUNG	DIMENSION	HVNR	DR
1. HAEUFIGKEIT	1.000		0	0
2. BEFUELLMENGE	30.000	HEKTOLITER	0	0
3. FOEDERHOEHE	2.700	METER	0	0
4. PUMPTANKWAGEN	40.000	JA=1	0	0

DATENERFASSUNGSSHEMA FUER 4 OBLIGATORISCHE UND 4 INFORMATISCHE VARIABLE

F/D	VARIABLE	SPALTE	DIM.	F/D	VARIABLE	SPALTE	DIM.
12	FOEDERHOEHE	30-32	METER	KK	LEISTUNG ANTRIEB	33-35	HL
	E-MOTOR	51	JA=1	KK	SCHLEPPERANTRIEB	52	JA=1
1	PUMPTANKWAGEN	58	JA=1	KK	PUMPE	59	JA=1

FUNKTION AUS 77 MESSWERTEN MIT 3 EINFLUSSGR.; ZUSCHLAG= 0.0 Z

B = .862 MITTEL-Y = 209.1 S= 9.800 F= 152.0

VAR.NAME	XQUER	REGR.KOEFF.	(SIBX)	T-WERT	R-PAR	R-MUL	R-EINF	TRANS
A-ABSCH.		-62.0000	29.5000	-2.100				
MENGE-HL	32.290	4.9328	0.4570	10.800	0.784	0.497	0.105	
FOE-HOEH	2.720	13.2400	6.1340	2.160	0.245	0.718	-0.585	
PUTAHA	0.390	194.6800	11.9670	16.270	0.685	0.769	0.799	

Abbildung 8-8: Dokument des abhängigen Planzeitelementes "Befüllen eines Güllewagens (Pumptankwagen oder Pumpe) mit Kontrolle

8.2 Erstellung von Planzeitmodellen

Planzeitmodelle beschreiben den Ablauf und die Einflußgrößen einer Arbeitsaufgabe. Sie sind für alle Arbeitsabschnitte möglich. Ihr Aufbau lehnt sich an den Arbeitsablauf in der Praxis an und ist entweder deterministisch oder stochastisch.

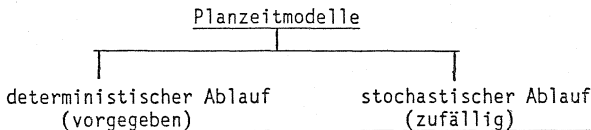


Abbildung 8-9 stellt die wesentlichen Merkmale von Planzeitmodellen dar und berücksichtigt dabei den Arbeitsablauf nach Art, Ablauf, Einflüssen, Anwendungsmöglichkeit und Ergebnisdarstellung.

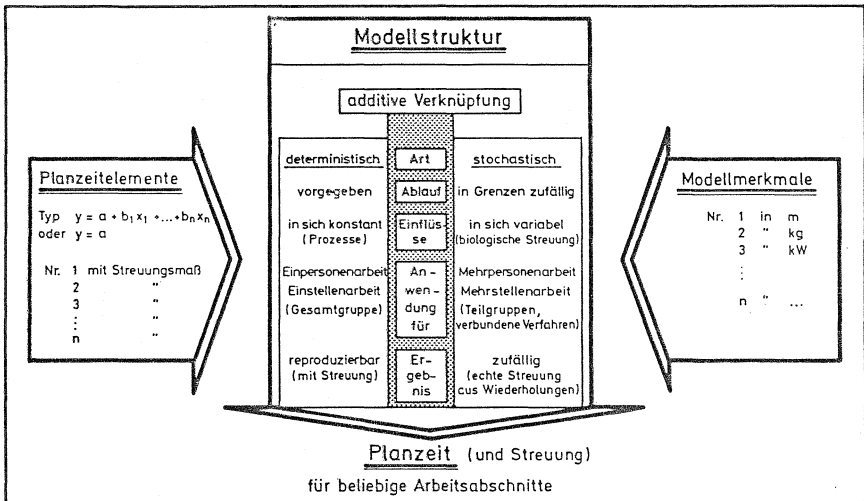


Abbildung 8-9: Zusammenwirken von Planzeitelementen, Modelleinflußgrößen und Arbeitsablaufmodell zur Planzeit

8.2.1 Deterministische Modelle

Dabei werden Planzeitelemente oder Planzeiten für einzelne Arbeitsabschnitte in einer vorgegebenen Reihenfolge additiv verknüpft. Dies ist die Regel

- bei Einpersonenarbeiten und
- bei Gruppenarbeiten,

wenn die Arbeitsperson(en) in der Lage ist (sind), den Ablauf selbst zu bestimmen. Die entsprechende Planzeit wird dann gebildet aus:

$$\text{Planzeit} = \text{Abschnitt 1} + \dots 2 + \dots 3 + \dots 4 + \dots n$$

Um den Arbeitsablauf auch im Modell transparent und praxisnah zu gestalten, sollte der Modellablauf der Praxis entsprechen (kann dann zur Arbeitsunterweisung verwendet werden). Verzweigungen für alternative Techniken erhöhen die Leistung von Modellen und machen sie zudem anwendungsfreundlicher.

Ein einfaches Beispiel für das "Futtertisch fegen" soll den Aufbau von Planzeitmodellen verdeutlichen (Abb. 8-10):

Planzeitmodell: Trog fegen		
Inhalt:	Vom Troganfang bis zum Besenabstellplatz gehen, Besen ergreifen und an Troganfang gehen, ersten Trog fegen, zum anderen Trog gehen, zweiten Trog fegen, Besen wegbringen.	
Arbeitsablaufskizze:		
Modelleinflußgrößen:	<u>Voreinstellung</u>	
B_1 = Futtertischbreite	3,5 m	
L_1 = Weg vom Troganfang zum Besenabstellplatz <u>und</u> zurück	6 m	
L_2 = Freßplatzbreite je Tier	1,15 m	
G_1 = Abfallmenge je Tier	0,2 kg/Tier	
N_1 = Tierzahl	30 Tiere	
Planzeitmodell:		
<u>Abschnitt</u>	<u>PL-Nr.</u>	<u>Funktion (1/100 AKmin)</u>
Besen holen	500	$4,0 + 1,27 \times L_1$
Trog fegen	200	$44,0 + 2,52 \times L_2 \times N_1 + 4,95 \times G_1 \times N_1$
zum anderen Trog gehen	900	$1,31 \times B_2$
Besen wegbringen	500	$4,0 + 1,27 \times L_1$
Zeitfunktion allgemein:		
t	$= 52 + 2,54 \times L_1 + 1,31 \times B_1 + 2,52 \times L_2 \times N_1 + 4,95 \times G_1 \times N_1$	
bei Voreinstellung:		
t	$= 52 + 2,54 \times 6 + 1,31 \times 3,5 + 2,52 \times 1,15 \times 30 + 4,95 \times 0,2 \times 30$	
t	$= 1,8846 \text{ 1/100 AKmin}$	
t	$= 1,88 \text{ AKmin}$	

Abbildung 8-10: Beispiel eines Arbeitsablaufmodelles mit Bildung einer Planzeitfunktion

Dabei werden die Hauptbestandteile von Planzeitmodellen gut sichtbar. Es sind:

- die wirksamen Einflußgrößen
- deren Standardwerte
- die Verknüpfung der beteiligten Planzeitelemente in deterministischer Form und
- die Darstellung der Planzeit in Form einer Planzeitfunktion.

Ein derartiges Modell stellt aber nur einen Baustein innerhalb eines Gesamt-arbeitszeitmodelles dar. Soll z.B. der Arbeitszeitbedarf für ein Verfahren der Milchviehhaltung als Gesamtarbeit kalkuliert werden (Abb. 8-11), dann sind dazu:

- etwa 180 unterschiedliche Planzeitelemente
- in etwa 80 verschiedenen Planzeitmodellen für Arbeitsteilvorgänge
- und etwa 25 verschiedene Modelle auf der Vorgangsebene zu verknüpfen.

Damit wird ersichtlich, daß umfassendere Modelle manuell nicht mehr bearbeitet werden können. Deshalb erfolgt deren Verknüpfung in computerlesbarer Form mit Einspeicherung in die EDV (derzeit z.B. in der KTBL-Datenbank oder "Landwirtschaftlichen Informations-System Landtechnik (LISL)).

Geeignete Kalkulationsprogramme erlauben dann im interaktiven Einsatz deren Nutzung und die problemlose Untersuchung auch betriebsspezifischer Fragestellungen, wenn dabei die standardisierten Einflußgrößen durch die Gegebenheiten des Betriebes ersetzt werden.

Die Bildung deterministischer Planzeitmodelle hat folgende Vor- und Nachteile:

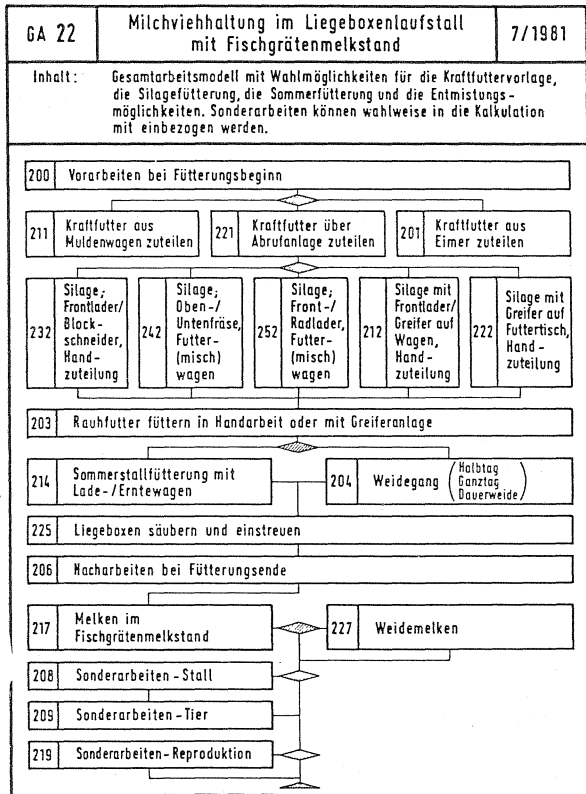


Abbildung 8-11: Schematischer Ablauf der Arbeiten für die Milchviehhaltung im Laufstall mit Fischgrätenmelkstand

Vorteile

Nachteile

einfacher Modellaufbau

keine Aussage über die Streuung

einfache Einflußgrößen-änderung

bei größeren Modellen EDV-Einsatz unerlässlich

problemlose Modellverknüpfung

echtes anwendbares "Baukastenprinzip"

8.2.2 Stochastische Modelle

Stochastische Planzeitmodelle werden dann benötigt, wenn zufällige Ablaufformen das Gesamtergebn bestimmen. Ein typisches Beispiel für diese Modellform ist das "Melken im Fischgrätenmelkstand". Dort entscheiden die Milchflußzeiten und die biologischen Gegebenheiten der Einzeltiere (schwermelkend, gut ausmelkend, zufällige Verschmutzung der Euter) über die Leistung der Melkperson.

Um diese Abhängigkeiten rechenbar zu machen, werden bei stochastischen Modellen die Abläufe über logische Schalter nach dem Zufallsprinzip gesteuert (Abb. 8-12). Eingaben sind Planzeitelemente mit einer beliebigen Verteilungsform (bisher ausschließlich unabhängige Planzeitelemente). Bei Abschnitten mit stochastischer Eigenschaft wird über die "Monte-Carlo-Technik" aus der eingegebenen Verteilung ein zufälliger Wert gezogen. Dieser Vorgang erfolgt nach folgendem Schema (Abb. 8-13):

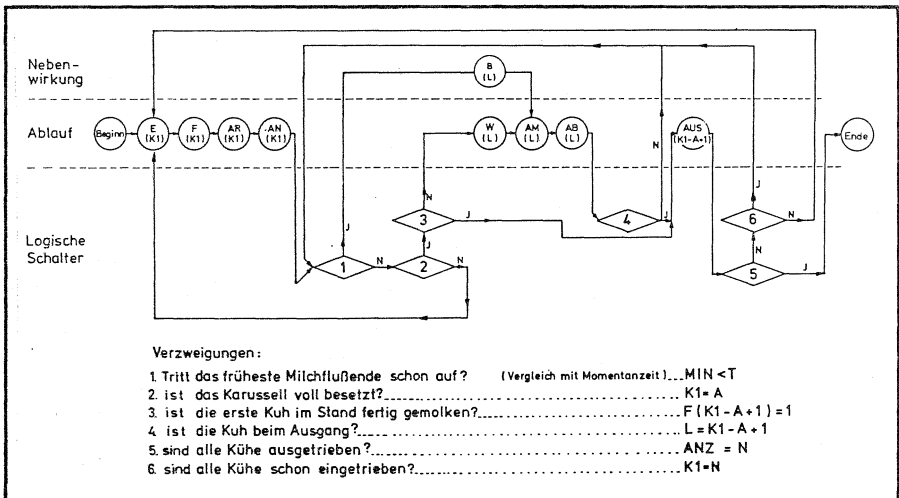


Abbildung 8-12: Systemdarstellung der Melkarbeiten im Karussellmelkstand mit Hilfe der stochastischen Simulation

- Die Verteilungsform des Planzeitelementes wird in eine Summenhäufigkeit übertragen.
- Für die Summenhäufigkeit können beliebige Zufallszahlen im Bereich 0-1 einen beliebigen Eingang in das System erzeugen.

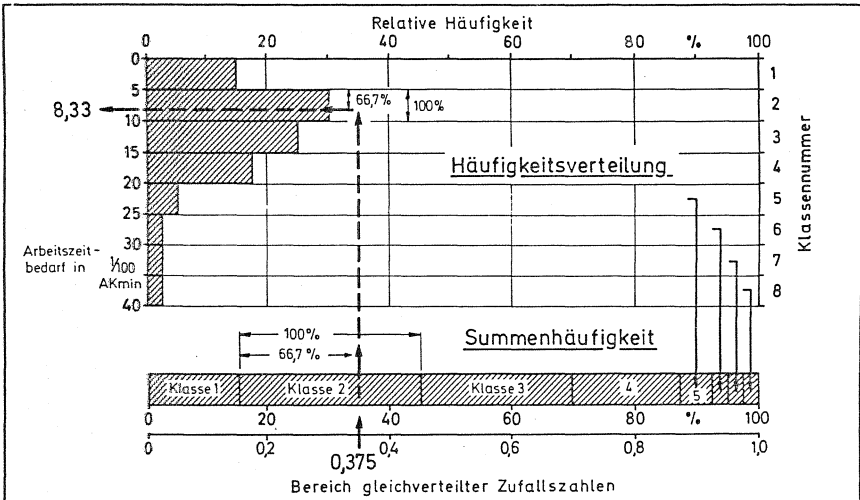


Abbildung 8-13: Stochastische Simulation eines zufälligen Ereignisses nach der "Monte-Carlo-Technik"

- Der in der Abbildung eingezeichnete Zufallswert 0,375 trifft die zweite Klasse der Verteilung und teilt diese bei 66,7% der Säulenhöhe.
- Dieser Relativwert teilt nun die Säulenbreite von Säule 2 und ermittelt daraus den zufälligen Wert 8.33.

Beispiel: Würde der Zufallswert 0.85 betragen, dann würde dies über etwa 80% der Säule 4 einen Zufallswert von etwa 19.0 ergeben.

Wichtig ist bei diesen Modellformen, daß jede Kalkulation -auch bei gleichen Ausgangsbedingungen- ein unterschiedliches Ergebnis erbringt und daß damit über viele Wiederholungskalkulationen die tatsächliche Modellstreuung zu ermitteln ist (Abb. 8-14).

Stochastische Planzeitmodelle erbringen folgende Vor- und Nachteile:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
der Realität am nächsten	schwieriger Modellbau
Streuung wird berücksichtigt	hoher Zeitaufwand für die Kalkulation
	Einzelkalkulation nicht reproduzierbar

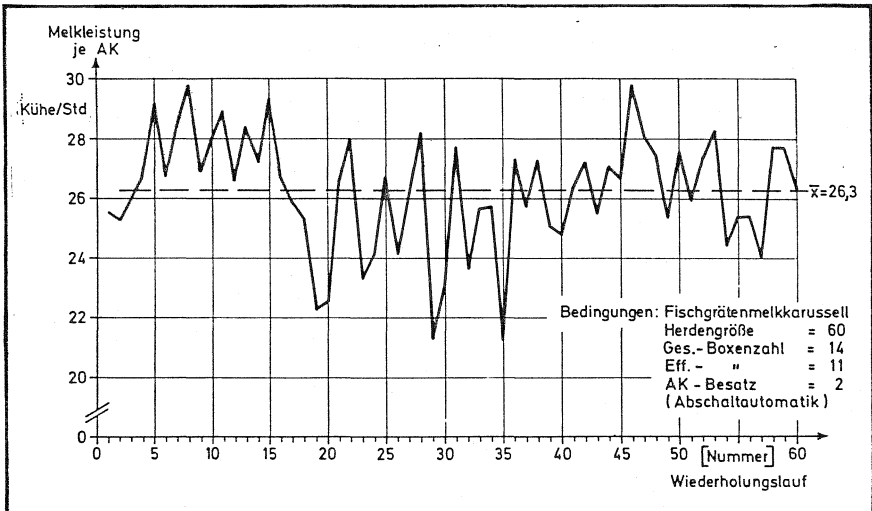


Abbildung 8-14: Simulierte Melkleistung je Arbeitskraft im Karusellmelkstand aus 60 Simulationsläufen

8.2.3 Die Güte von Arbeitszeitmodellen (Ist-Soll-Vergleich)

Arbeitszeitmodelle müssen vor dem allgemeinen Einsatz umfassend auf ihre Güte überprüft werden. Darunter ist zu verstehen:

- der korrekte Arbeitsablauf im Modell
- die realistische Umsetzung aller Einflußgrößen und
- das in die Praxis übertragbare Ergebnis.

Derartige Überprüfungen sind nur über Ist-Soll-Vergleiche möglich. Untersuchungen im "Landwirtschaftlichen Informations-System Landtechnik (LISL)" zeigen, daß mit den dort gespeicherten Modellen der Milchviehhaltung eine Kalkulation praxisnaher Ergebnisse gut möglich ist (Abb. 8-15). Die dabei gefundenen Ergebnisse zeigen eine Überschätzung der Modelle für den Arbeitszeitaufwand um etwa 2%. Die Abweichungen liegen mit etwa 5% in der Standardabweichung ebenfalls außerordentlich günstig und bestätigen die Feststellung, daß diese Modelle mit dem darin abgebildete Arbeitsablauf und den eingesetzten Planzeitelementen eine überaus hohe Güte besitzen.

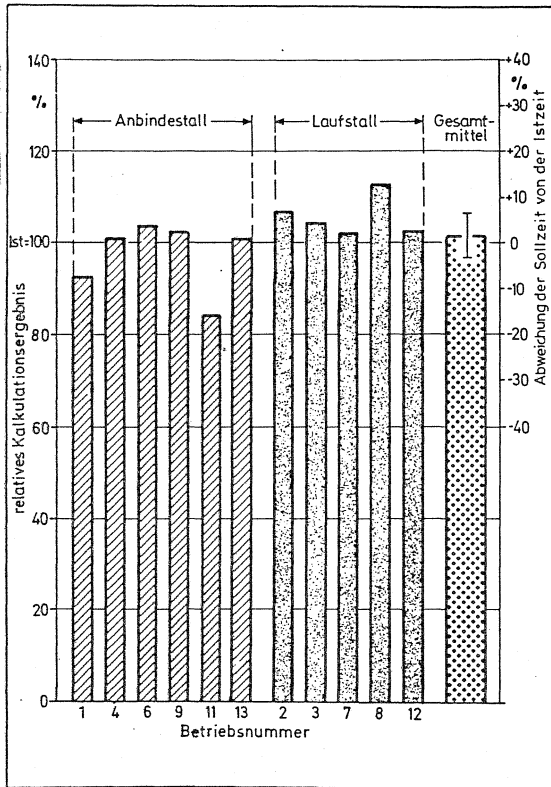


Abbildung 8-15: Gewichtete Abweichung im Ist-Soll-Vergleich für 11 Betriebe mit Milchviehhaltung

8.2.4 Reduzierung auf die wichtigsten Einflußgrößen

Planzeitmodelle sind nur dann in die breite Praxis übertragbar, wenn sie über eine Vielzahl von Einflußgrößen verfügen und damit alle Bedingungen des Einzelbetriebes berücksichtigen können. Dies hat jedoch zur Folge, daß für die standardisierte Anwendung ein sehr hoher Aufwand in der Belegung aller Modellvariablen erforderlich wird. Aus diesem Grunde muß versucht werden, über geeignete Analysen die Einflußgrößengewichte zu ermitteln und darauf aufbauend eine Unterscheidung in wichtige und weniger bedeutsame Einflußgrößen vorzunehmen. Auch dafür soll ein Beispiel die entsprechenden Zusammenhänge weiter verdeutlichen (Abb. 8-16):

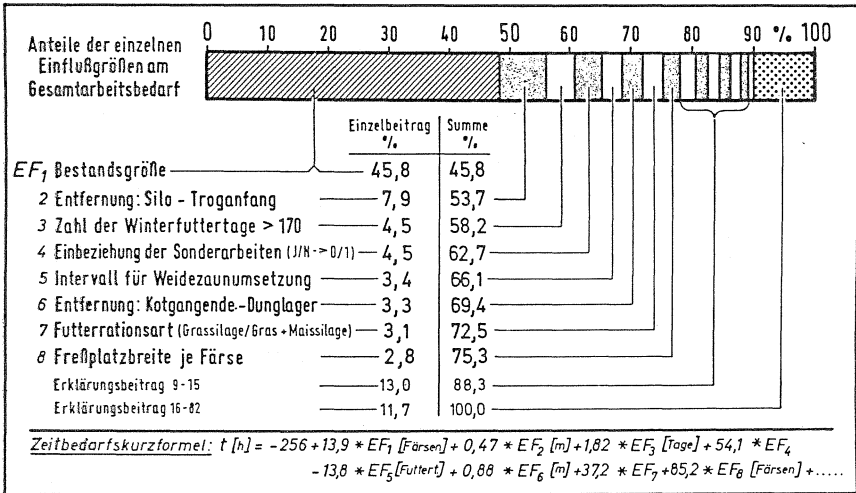


Abbildung 8-16: Einflußgrößengewichte auf den Arbeitszeitbedarf für die Färsenaufzucht bei hohem Handarbeitsanteil und Dauerweidegang

Aus diesem Beispiel wird folgendes ersichtlich:

- Insgesamt wurden 82 Modelleinflußgrößen berücksichtigt.
- Alleine die Bestandsgröße trägt 45% zur Entstehung des kalkulierten Arbeitszeitbedarfes bei.
- Mit 8 von den genannten 82 Einflußgrößen können etwa 75% des entstehenden Arbeitszeitbedarfes bestimmt werden.
- Weitere 7 Einflußgrößen erhöhen diesen Wert auf über 90% sind damit für die überaus größte Zahl an Anwendungen für die Kalkulation ausreichend.

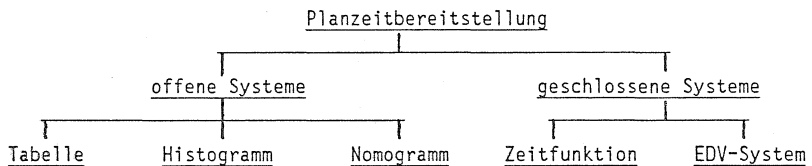
Somit bestätigt sich die Forderung, über entsprechende Einflußgewichtungsanalysen eine Reduzierung der Einflußgrößen anzustreben, um damit bei noch ausreichender Genauigkeit eine wesentlich anwenderfreundliche Nutzung der Arbeitsmodelle zu erreichen.

8.3 Darstellungsform von Planzeiten

Planzeiten sind nur dann für den Anwender problemlos anwendbar, wenn sie:

- seinen Bedürfnissen entsprechend bereitgestellt werden,
- eine schnelle Lösung seiner Fragestellungen ermöglichen,
- den sich ändernden Anforderungen innerhalb einer Fragestellung anzupassen sind (in der Regel muß zur Problemlösung immer tiefer in die Materie eingestiegen werden) und
- mit geringem Aufwand gepflegt und fortgeschrieben werden können.

Dabei sind geschlossene und offene System zu betrachten:



8.3.1 Geschlossene Planzeitsysteme

Unter die geschlossenen Systeme fallen all jene Planzeitdarstellungen, welche fertig errechnete Werte in unterschiedlicher Form enthalten. Dies sind in der Regel z.T. lange benutzte Standardwerke mit einer Tradition in Erstellung und Fortschreibung.

8.3.1.1 Tabellenform

Die Darstellung in Tabellenform ist wohl die älteste und am weitesten verbreitete Form. Der typische Vertreter für die Landwirtschaft ist das mittlerweile in der 13. Auflage vorliegende KTBL-Taschenbuch für Landwirtschaft. Es wird im zweijährigen Rhythmus neu aufgelegt und fortgeschrieben.

Bedingt durch diese Tradition hat dieses Tabellenwerk einen sehr hohen Stand an Information, Aktualität und Aufmachung erreicht. Trotzdem muß es mit klaren Schwächen leben, da Tabellen neben unbestreitbaren Vorteilen auch sehr große Nachteile haben. Im einzelnen zeichnen sich Darstellungen in Form von Tabellen durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
einfacher und übersichtlicher Aufbau	auf wenige Zahlenwerte je Einzeltabelle beschränkt
Einzelwerte leicht auffindbar	nur maximal zwei Einflußgrößen je Tabelle zu berücksichtigen
idealer Nachschlagecharakter	Interpolation und Extrapolation schwierig
	Datenverdichtung führt zu unübersichtlichen "Wälzern"
	keine analoge Einordnungsmöglichkeit der Einzelwerte
	Streuung der Tabellenwerte fast nicht einzubeziehen

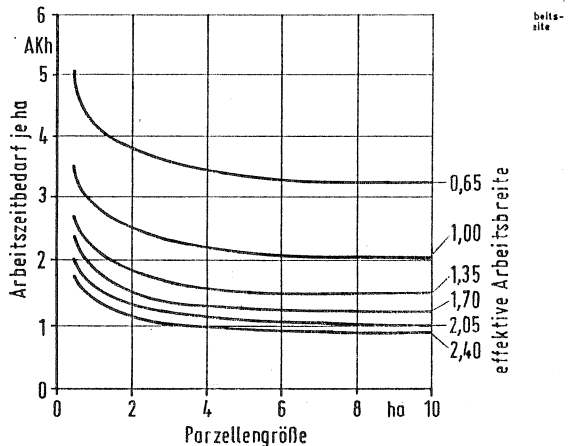
Bei unbestreitbaren Vorteilen werden die Nachteile insbesondere bei der schnellen optischen Einordnung von Tabellenwerten sichtbar. Dabei liefern graphische Darstellungen weitaus mehr Informationen als jede einzelne Tabelle (Abb. 8-17).

tabellarische Darstellung

Effektive Arbeitsbreite m	Parzellengröße in ha					
	0,5	1	2	5	10	
	AKh (Sh)/ha					
0,65	5,1	4,2	3,8	3,3	3,2	
1,00	3,5	2,9	2,5	2,2	2,1	
1,35	2,7	2,2	1,9	1,6	1,5	
1,70	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	
2,05	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	
2,40	1,8	1,4	1,1	0,96	0,89	

Leistungsbedarf : etwa 60 bis 75 kW (80 bis 100 PS) je m Arbeitsbreite

graphische Darstellung



(nach KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft 1984, S.80)

Abbildung 8-17: Gleiche Daten (nach KTBL) in der Gegenüberstellung als Tabelle (links) und als Graphik (rechts)

8.3.1.2 Histogramm

Analoge Darstellungsformen sprechen den Benutzer immer schneller an, weil darin die Abhängigkeit sofort erkennbar ist. Deshalb ist in vielen Fällen das Histogramm (Säulendarstellung) die bessere Darstellungsform. Es zeichnet sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
gute vergleichende Einzelinformation	in der Darstellung sehr begrenzt
eventuell mit Streuung (siehe Abb. 8-15)	nur eine Einflußgröße zu berücksichtigen
Information über Anteile möglich	
Interpolation und Extrapolation problemlos	

8.3.1.3 Nomogramm

Nomogramme sind die ausschließlichen Datenquellen für den technischen Ingenieur. Er nutzt die großen Vorteile und hat die Nachteile durch Übung im Umgang mit dieser Darstellungsform weitgehend ausgeschaltet.

Wie einfach damit Rechengänge werden, zeigt Abbildung 8-18. Darin kann problemlos die erforderliche Bergeleistung in Abhängigkeit von der Bestandsgröße, der Futterration, der Zahl der Winterfüttertage, der Zahl der Schönwetterperioden und den Arbeitsstunden je Tag abgelesen (errechnet) werden.

Nomogramme zeichnen sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
umfassend	keine Einzelwerte in Ziffernform
hervorragende analoge Information	nur von geübten Anwendern problemlos anzuwenden
jede Inter- und Extrapolation möglich	
erlaubt direkte Rechengänge ohne zusätzliche Hilfe	

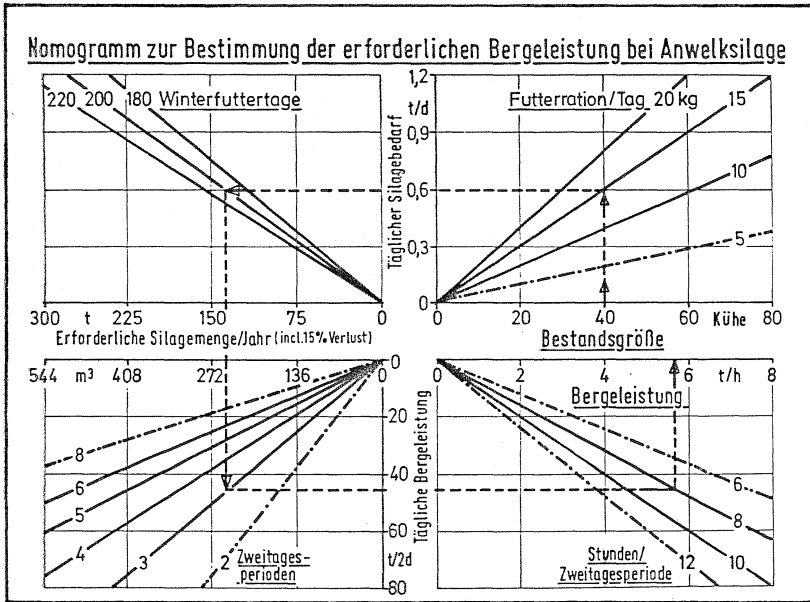


Abbildung 8-18: Nomogramm zur Bestimmung der erforderlichen Bergeleistung bei Anweklsilage

8.3.2 Offene Planzeitsysteme

Offene Systeme stellen keine fertig errechneten Werte, sondern Regeln und Grunddaten zu deren Ableitung bereit.

8.3.2.1 Zeitfunktion

Als Aggregation von Planzeitelementen entstehen für nicht zu umfassende Arbeitsabläufe einfache und leicht zu handhabende Arbeitszeitfunktionen.

Ein einfaches Beispiel für den Arbeitszeitbedarf des Weideganges soll die Anwendung von Arbeitszeitfunktionen verdeutlichen. Dabei wird der Arbeitszeitbedarf in AKmin je Tag und Herde errechnet:

1) Ganztagsweide mit Treibwegen und Wasserversorgung durch Weidepumpe

$$t = 70,1 + 1,04 \times \text{Kuhzahl} + 0,135 \times m \text{ Felddentfernung}$$

2) Sommerstallfütterung (versetztes Mähladen für 20-60 Kühe)

$$t = 34,3 + 1,87 \times \text{Kuhzahl} + 0,011 \times m \text{ Feldentfernung}$$

Vergleich: Bei 56 Kühen erbringen diese Funktionen für

	<u>150 m Feldentfernung</u>		<u>450 m Feldentfernung</u>	
(1)	148,6 AKmin	=	189,1 AKmin	= 100%
(2)	140,7 "	=	144,0 "	= 76%

Daraus wird sofort ersichtlich, daß der Weidegang auf größere Entfernungen zur Weide ungünstiger reagiert als die Sommerstallfütterung.

Für Zeitfunktionen sind folgende Vor- und Nachteile anzumerken:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
offen für beliebige Einflußgrößenwerte im zulässigen Geltungsbereich)	jeder Wert muß vor der Anwendung errechnet werden
Bedarfszahlen der Einflußgrößen direkt ablesbar	Streuung sehr schwierig zu berücksichtigen
optimale Form für elektronische Rechenhilfsmittel	Probleme bei nichtlinearen Zusammenhängen
	Probleme bei größeren Funktionen

8.3.2.2 EDV-Systeme

Umfassende Kalkulationen mit Planzeiten sind nur möglich, wenn eine schnelle Rechenhilfe in Form der EDV genutzt werden kann. Deshalb werden in jüngster Zeit Planzeitmodelle nahezu ausschließlich als offene Systeme erstellt und genutzt. Diese zeichnen sich durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile</u>	<u>Nachteile</u>
an alle Forderungen anzupassen	ist immer an die EDV gebunden
ermöglicht die Anteilsermittlung verschiedener Abschnitte	benötigt hohen Aufwand zur Erstellung
kann die Streuung mit einbeziehen	Pflege nur von Spezialisten durchführbar
kann auch die Arbeitsbelastung mit einbeziehen	

8.3.3 Darstellungsformen in der Gegenüberstellung

In der Gegenüberstellung läßt sich feststellen, daß:

- jede Darstellungsform eigene, sehr wichtige Vorteile hat
- die zahlenmäßige Darstellung als Nachschlagewerk das große Plus der Tabelle ist
- in der analogen Darstellung das Nomogramm überlegen ist und
- bei den Zeitfunktionen das große EDV-System die meisten Vorteile bietet, weil es umfassend ist und dadurch auch für alle anderen Darstellungsformen die Werte liefern kann.

Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 8-19 direkt gegenübergestellt.

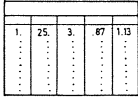
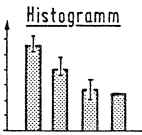
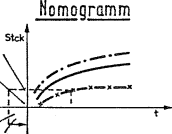
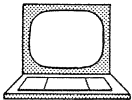
	Darstellungsform	Vorteile	Nachteile
fertig berechnete Werte	<u>Tabelle</u> 	Einfach Einzelwert leicht auffindbar Nachschlage- charakter	Interpolation schwierig keine analoge Information
	<u>Histogramm</u> 	Gute Einzel- information, evtl. mit Streuung analoger Vergleich	Stark begrenzter Umfang Nur eine Einfluß- größe zu berücksichtigen
	<u>Nomogramm</u> 	Umfassend Jede Interpolation möglich Hervorragende optische Vergleichs- möglichkeit	Keine Einzelwerte in Ziffernform Übung für Anwen- dung erforderlich
offene Systeme	<u>Zeitformel</u> $t = 12,4 + 3,6 \text{ Weglänge}$ +	Offen für jede betriebsspezifische Kalkulation Gewicht der Einfluß- größe dargestellt Für Kleincomputer ideale Verarbeitungs- form	Jeden Wert vor Gebrauch errechnen Keine Streuung Problematisch bei nichtlinearen Abhängigkeiten und manuelle Berechnung
	<u>EDV- Programmsystem</u> 	An alle Forder- ungen anzupassen Detaillierte Informationen Anteilsermittlung (Streuung jederzeit verfügbar)	An EDV gebunden Spezialisten für Pflege erforderlich

Abbildung 8-19: Darstellungsformen für Planzeiten im Vergleich

8.4 Modellanalyse

Planzeiten sind das universelle Hilfsmittel in Wissenschaft, Beratung und Praxis. Während sie bei letzteren insbesondere für die Planung eingesetzt werden, nutzt sie die Wissenschaft mehr zur Modellanalyse, um damit Einflüsse sichtbar zu machen und vergleichende Beurteilungen vornehmen zu können. Haupteinsatzgebiete sind dabei:

- Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes alternativer Produktionsverfahren
- Ermittlung der Anteile einzelner Arbeitsabschnitte und deren relative Betrachtung
- Analyse unterschiedlicher Einflußgrößen
- vergleichende Analysen bei unterschiedlichen Einflußgrößen

Diese Beispiele zeigen jedoch noch nicht die Gesamtbreite des Einsatzspektrums von Planzeiten. Vielmehr fließen sie auch in alle ökonomischen Beurteilungen ein und ermöglichen damit die objektive Bewertung der menschlichen Arbeitskraft und seiner Arbeitshilfsmittel.

9. Arbeitsplanung und Arbeitskosten

Die Arbeitsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb umfaßt die folgenden Teilgebiete:

1. Ablaufplanung der Arbeitsverfahren
2. Arbeitsvoranschlag und Ermittlung der erforderlichen Schlagkraft
3. Kosten der Arbeitserledigung und Arbeitsertrag.

Alle drei Bereiche haben bereits engste Beziehungen zur gesamten Betriebsführung und Betriebsorganisation. Sie sind folglich auch Lehrgegenstand der landwirtschaftlichen Betriebslehre. Im Rahmen dieser Vorlesung soll deshalb dazu nur ein kurzer Überblick gegeben werden.

9.1 Planung des Arbeitsablaufes

Optimaler Einsatz der Arbeitskräfte und der Arbeitshilfsmittel bedeutet nicht nur deren Betrachtung in Abhängigkeit von der Arbeitszeit und der Arbeitsbelastung. Vielmehr kommt es auch darauf an, die einzelnen Arbeitsgänge selbst zu verbessern und das Zusammenwirken mehrerer Arbeitsgänge zu optimieren. Dies gilt verstärkt beim Einsatz mehrerer Arbeitspersonen in Form der Gruppenarbeit oder der Arbeit an mehreren bzw. unterschiedlichen Arbeitsorten. Hinzu kommt, daß Planung und Organisation selbst Teile der Arbeit sind und als solche einen nicht unbeträchtlichen Anteil am Arbeitszeitbedarf verursachen (Abb. 9-1), der in der Größenordnung von etwa 20-30% in Abhängigkeit von der Betriebsform liegt.

Zur Lösung derartiger Fragestellungen sind vor allem in der Industrie eine Vielzahl von Methoden entwickelt worden, deren wichtigste auch für die Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung gewinnen (überbetrieblicher Maschineneinsatz!). In der Reihe zunehmender methodischer Leistungsfähigkeit und zunehmenden Aufwandes sind dies:

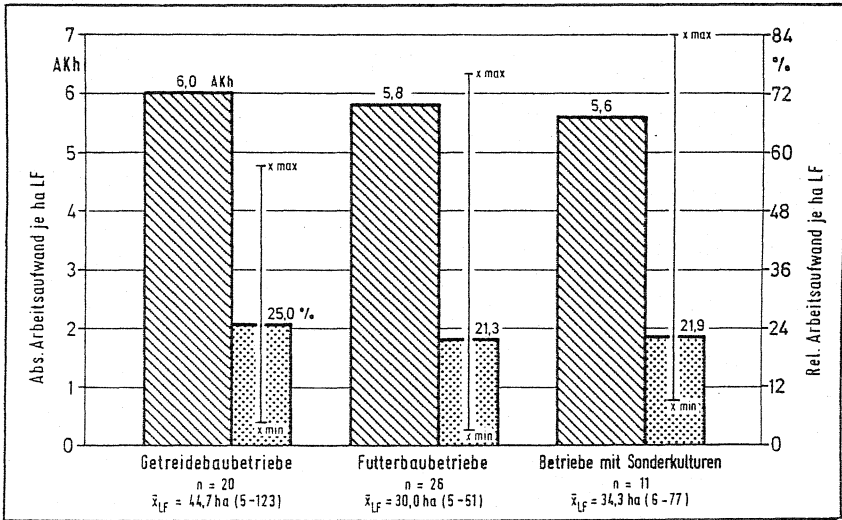


Abbildung 9-1: Absoluter und relativer Arbeitszeitaufwand für die Betriebsführung in unterschiedlichen Betriebstypen Bayerns (Tagebuchauswertung des BStMELF 1980)

9.1.1 Graphische Arbeitsablaufplanung (Balkendiagramme)

Die einfachste Arbeitsablaufplanung ergibt sich in Form des Balkendiagrammes für Einzelpersonenarbeiten und für Mehrpersonenarbeiten mit parallel Durchführung der Einzelarbeiten (Abb. 9-2).

Derartige Pläne zeichnen sich durch folgende Vorteile aus:

- einfache Erstellung,
- übersichtlich in der Darstellung und
- Schwachstellen sofort erkennbar.

Nachteilig ist:

- die Beschränkung auf etwa je 5-6 Teilarbeiten je Arbeitsperson in der Darstellung,

- die Darstellung komplizierteren Zusammenhänge, wie z.B. in Rotationsmelkständen,
- die fehlende Orts-Zeit-Bindung.

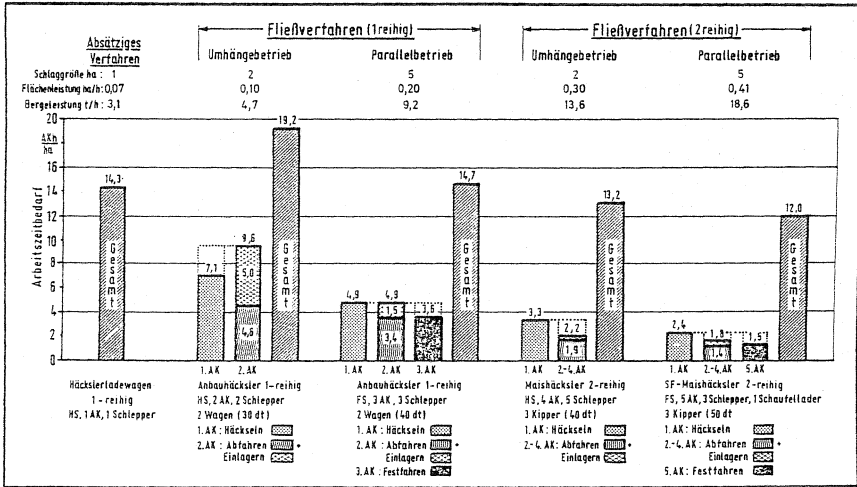


Abbildung 9-2: Arbeitszeitbedarf für ausgewählte Verfahren der Silomais-ernte (1000 m Felddentfernung; 75 cm/Reihe; 45 t/ha)

Im Vergleich mit der reinen Arbeitszeitkalkulation und dem Arbeitszeitmodell ergibt sich ein deutlicher Unterschied. Diese versuchen den reinen Arbeitszeitbedarf zu ermitteln, wobei der chronologische Ablauf nicht zwangsläufig optimiert sein muß (wenn nicht beeinflussend!). Dagegen steht für die Formen der Arbeitsorganisation der chronologische Ablauf und die Zuordnung der Arbeitskräfte und Hilfsmittel in der Zeit im Vordergrund!

Soll aus derartigen Plänen der Gesamt-Arbeitszeitbedarf errechnet werden, dann ist darauf zu achten, daß der längste Abschnitt die bestimmende Größe ist. Dessen Multiplikation mit der Zahl der Arbeitskräfte erbringt den gewünschten Wert und enthält alle organisatorischen Verlustzeiten.

9.1.2 Orts - Zeit - Netz

dabei werden die einzelnen Vorgänge maßstabsgerecht nach den Einsatzorten getrennt eingetragen (Abb. 9-3). Neben der chronologischen Abfolge der Arbeitsgänge werden auch die Kapazitäten mitverfolgt und erlauben dadurch zu jedem Zeitpunkt eine Aussage über die Art der Arbeit und der benötigten Arbeitskräfte und Arbeitshilfsmittel.

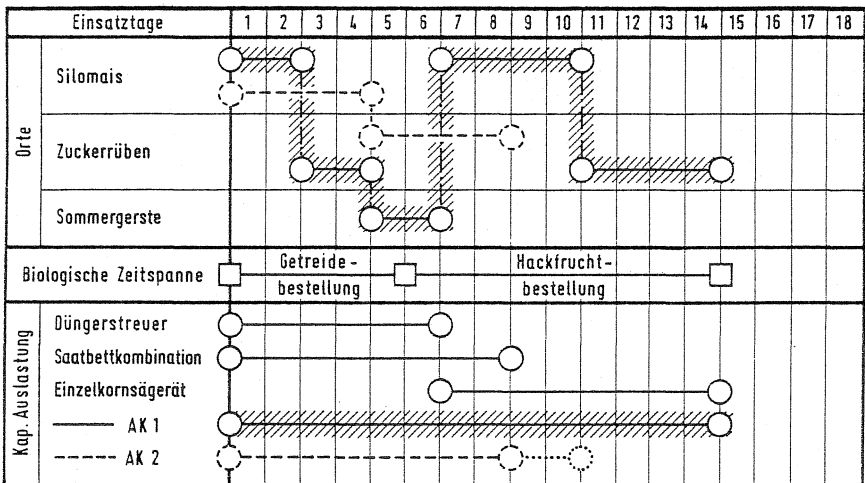


Abbildung 9-3: Beispiel eines Orts-Zeit-Netzes

Auch dieses methodische Hilfsmittel zeichnet sich durch wesentliche Vor- und Nachteile aus:

Vorteile

- einfache Darstellung
- gut überschaubar
- inhaltlich mit sehr vielen Informationen

Nachteile

- kompliziert in der Erstellung
- nicht rechenbar
- berücksichtigt die Feldarbeitszeitspannen nicht

9.1.3 Der Netzplan

Netzpläne sind die rechenbaren Formen von Orts-Zeit-Netzen ohne maßstabsgetreue Abbildung der Abläufe. Nach BRANDENBERGER versuchen sie über mathematische Simulationen folgende Zielsetzungen zu erreichen:

- Vermittlung eines gut verständlichen Überblickes über das gesamte Planungsvorhaben.
- Darstellung des logischen Ablaufes und der gegenseitigen Abhängigkeiten.
- Exakte Zeitschätzung und Terminfestlegung für alle interessierenden Aktivitäten.
- Kenntnis über den am meisten Zeit beanspruchenden Teilablauf (Ermittlung des kritischen Weges).
- Objektiver Vergleich verschiedener Planungsvarianten in angemessenem Aufwand.

Um dies zu erreichen, baut der Netzplan auf drei Basiselemente auf:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>1. Ereignis</u> | Beginn oder Abschluß eines Ereignisses
kein Zeitverbrauch
(Knoten) |
| <u>2. Vorgang</u> | Zeitverbrauch für eine Arbeitsaufgabe
jeder Vorgang nach Anfangs- und Endereignis.
(problematisch, weil nicht maßstabsgetreu!) |
| <u>3. Scheinvorgang</u> | Eindeutige Kennzeichnung und Reihenfolge
ohne Zeitverbrauch.
(Hilfsfunktion) |

Mit Hilfe dieser Elemente suchen Netzpläne den kritischen Weg, das kritische Ereignis und den kritischen Vorgang.

Für die Landwirtschaft ist jedoch zu berücksichtigen, daß durch die spezifischen Einflüsse aus

Witterung,
Technik,
uneinheitliche Güterstruktur und
wechselnde Entfernungen

die Abläufe nicht problemlos vorherbestimmbar sind und daß durch die Variabilität der Feldarbeitstage rein stochastische Einflüsse hinzukommen. Des-

halb bedarf es der Betrachtung deterministischer und stochastischer Netzpläne (Abb. 9-4).

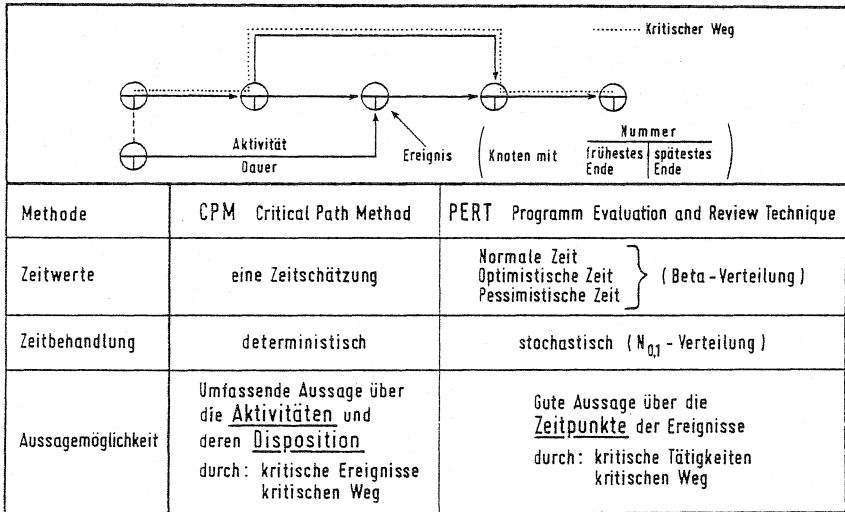


Abbildung 9-4: Grundlagen der Netzplantechnik für die Zeitanalyse (nach KNECHT)

9.1.3.1 CPM-Netzplan

Dieser Netzplan ist die deterministische Variante und damit in der Landwirtschaft nur bedingt anwendbar, da nur eine Zeitschätzung je Aktivität eingeht. In der Anwendung ist er einfacher und kann in der eingeschränkten Form auch noch manuell berechnet werden.

9.1.3.2 PERT-Netzplan

Dieser Netzplan ist die stochastische Variante der Netzpläne. Er zeichnet sich insbesondere durch die Berücksichtigung von drei möglichen Zeitwerten je Aktivität aus und berücksichtigt über eine BETA-Verteilung

- normale Zeit = Mittelwert
- pessimistische Zeit = längste Zeitdauer
- optimistische Zeit = kürzeste Zeitdauer.

Dadurch wird es möglich, Planung, Steuerung und Überwachung von Arbeitsabläufen rechnerisch in den Griff zu bekommen.

9.1.3.3 Durchführung und Beurteilung von Netzplänen

Wenige Hinweise sollen die Anwendung von Netzplänen erläutern. Folgendes Vorgehen ist schrittweise erforderlich:

1. Strukturanalyse mit den erforderlichen Aktivitäten und den möglichen Verknüpfungen
2. Bestimmung der Aktivitätszeiten (Planzeiten) in min.
3. Errechnung der Anfangs- und Endzeiten (Termine)
4. Errechnung des frühesten Zeitpunktes
5. Errechnung des spätesten Zeitpunktes
6. Ermittlung des kritischen Weges durch Einsatz geeigneter Rechenhilfsmittel (EDV-Programme)

Diesen Vorgang kann eine sehr stark vereinfachte Netzplan für die Stallarbeit gut wiedergeben (Abb. 9-5).

Wesentliche Vor- und Nachteile der Netzpläne sind:

- | <u>Vorteile</u> | <u>Nachteile</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| - rechenbar | - für Laien kaum verständlich |
| - umfassend zu gestalten | - aufwendig in der Strukturierung |
| - je nach methodischem Ansatz gute Informationen über Zeitpunkte (Termine) und Zeitdauer | - keine maßstäbliche Darstellung |
| - im Produktionsablauf anpassungsfähig | |

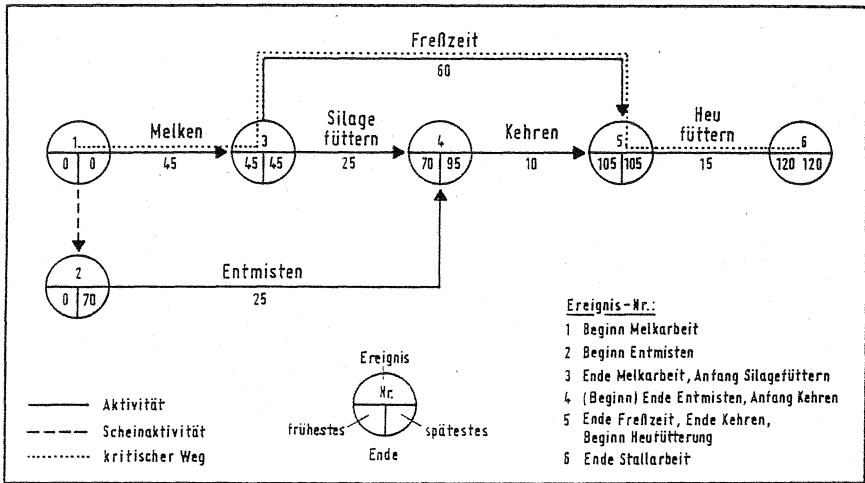


Abbildung 9-5: Beispiel eines einfachen Netzplanes für die Stallarbeit

Die damit überwiegenden Vorteile fordern Spezialisten mehr und mehr heraus, Netzpläne als Hilfsmittel einzusetzen. Derzeit sind dies:

- Lohnunternehmer
- Maschinenringe
- Verarbeitende Industrien mit eigener Ernte und eigenen Transporteinheiten (Gemüsebau, Konservenindustrie, Zuckerrübenverarbeitung in Frankreich).

9.2 Arbeitsvoranschlag

In der Planung spielt die Abschätzung der verfügbaren Zeit und die daran angepasste Maschinenkapazität eine sehr bedeutende Rolle, denn nur dadurch sind Fragen zu beantworten wie:

- Ist die Arbeit überhaupt zu bewältigen ?
- Können die vorhandenen Arbeitskräfte genutzt werden (genügend Arbeit vorhanden) ?

Entscheidend sind somit ausreichende Kapazitäten und überschaubares Risiko bei erträglichen Kosten.

9.2.1 Arbeitsmacht und Arbeitsanspruch

Bisherige Ermittlung : Arbeitszeitbedarf als Planzeit oder
Arbeitszeitbedarf eines Produktionsverfahrens

Daraus ergibt sich die Frage nach dem erforderlichen Arbeitszeitbedarf als Summe der Produktionsverfahren über das Jahr.

Die Kenngrößen dafür sind Arbeitsmacht und Arbeitsanspruch

Arbeitsmacht:

Vom Betrieb anzubietende Schlagkraft, also Technik und Arbeitskräfte (deren Leistung ist dem Arbeitstagebuch und dem Arbeitsaufriß zu entnehmen).

Arbeitsanspruch (Kapitalanspruch):

Die erforderliche Schlagkraft, die notwendig ist, um die Arbeiten termingerecht auszuführen (Arbeitsvoranschlag).

9.2.2 Arbeitsvoranschlag

Im Gegensatz zur Industrie ist in der Landwirtschaft (bedingt durch den Wachstumsrhythmus) mit einer ungleichen Verteilung des Arbeitsanfalles über das Jahr hinweg zu rechnen. Dieser unausgeglichene Arbeitsanfall wird durch zunehmende Spezialisierung noch verstärkt !

Die über das Jahr hinweg anfallenden Arbeiten werden unterschieden in:

- laufende Arbeiten
- termingebundene Arbeiten
- verschiebbare Arbeiten.

9.2.2.1 Laufende Arbeiten

Die laufenden Arbeiten fallen das ganze Jahr über annähernd im gleichen Umfang an. Es sind in der Regel die Stallarbeiten. Sie sind der "Sockel" für die übrigen Arbeiten. Spitzen (die besondere Schwierigkeit darstellen) könnten also auch durch Senken der laufenden Arbeiten gebrochen werden, wodurch dann aber die Unausgeglichenheit des Arbeitsbedarfes erhalten bliebe. Deshalb ist der Abbau von Arbeitsspitzen der sinnvollere Weg.

Probleme ergeben sich im landwirtschaftlichen Betrieb mit Tierhaltung immer durch die Tierbetreuungsarbeiten an Sonn- und Feiertagen. Dabei nimmt vor allem das Melken eine Sonderstellung ein, weil die dazu erforderlichen Arbeiten bis heute mit tragbaren Kosten nicht vollständig technisiert werden können.

Problematisch ist die Planung der laufenden Arbeiten aber auch im Fremdarbeitsbetrieb, da dort Feiertags- und Urlaubsvertretungen beschafft werden müssen (Qualifizierung nötiger Facharbeitskräfte !).

Probleme ergeben sich auch im reinen Ackerbaubetrieb. Dort steht jedoch die gleichmäßige Arbeitsbeschaffung im Vordergrund. Auch dabei wird die Situation im Fremdarbeitsbetrieb verschärft, weil nicht problemlos Saisonarbeitskräfte herangezogen werden können (Ausnahme: Studentenarbeit in der Ernte).

9.2.2.2 Planung termingebundener Arbeiten

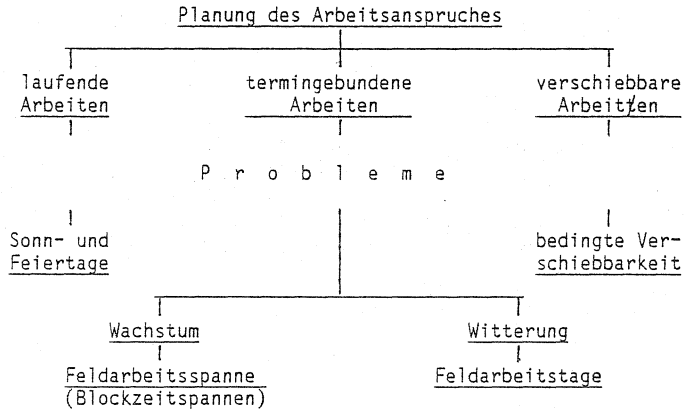
Insgesamt gesehen sind jedoch die Probleme bei den laufenden Arbeiten klein im Vergleich zu jenen mit strenger Terminbindung. Hierzu gehören fast alle Arbeiten der Außenwirtschaft wie Saat, Pflege, Schädlings- und Unkrautbekämpfung und Ernte.

Sie werden bestimmt von

- den Wachstumsansprüchen der Pflanze und
- von der Witterung.

Beides sind nicht exakt planbare Größen und machen eine exakte Planung äußerst schwierig und vor allem unsicher. Für die heute üblichen Methoden der Planung dieser Arbeiten haben KREHER und LERMER die Grundlagen gelegt.

Danach gelten folgende Zusammenhänge:



1. Feldarbeitsspanne

Sie berücksichtigt die vegetative Termingebundenheit der Arbeit. In erster Linie wird sie durch die Temperaturverhältnisse bestimmt. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Feldarbeitsspanne im Jahr und den einzelnen Zeitspannen für die unterschiedlichen Kulturarten. Diese überschneiden sich zum Teil oder fallen gänzlich zusammen.

Deshalb hat man die einzelnen Kulturzeitspannen zu sogenannten Blockzeitspannen zusammengefaßt (Abb. 9-6). Im einzelnen sind dies:

FB	Frühjahrsbestellung	(alle Bestellmaßnahmen und erste Pflege)
HH	Hackfruchtpflege Heuernte	(Heu und Silageernte)
HH-Sil.	Tage für Siloernte innerhalb der Hackfruchtpflege	(nicht nur die Zahl, sondern auch die ent- sprechenden Perioden)

FG	Frühgetreide	(Raps, Wintergerste, Gräsern und Frühkartoffeln)
SG	Spätgetreideernte	(restliche Getreidearten)
HE	Hackfruchternte	(Kartoffeln, Zuckerrüben, Wintergerste- und Rapssaat, Silomais- und Zuckerrübenenernte)
SH	Spätherbstarbeiten	späte Wintergetreidesaat, Winterfurche)

Zusätzlich kann unterschieden werden nach :
 HE = KE (Kartoffelernte) + RE (Rübenenernte)

Zeitspannen	von..bis	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Feldarbeitstage	23.3.-10.12.		181 Tage									
Weidetage	10.5.-15.10.		167 Tage									
FB Frühjahrsbestellung	23.3.-13.5.											
HH Hackfruchtpflege Heuernte	14.5.-7.7.											
FG Frühgetreideernte	8.7.-24.7.											
SG Spätgetreideernte	25.7.-5.9.											
HE Kartoffelernte Rübenenernte	6.9.-15.10. 1.10.-10.11.											
SH Spätherbstarbeiten	11.11.-10.12.											
Blockzeitsspannen			FB		HH	FG ^{GE}	SG		HE		SH	**
Kalendertage			50		55	17	43		66		30	
abzüglich Feiertage			11		11	3	7		11		5	
abzüglich Schlechtwettertage			8		10	2	4		11		1 (7)	
verfügbare Feldarbeitstage	absolut		31		34	12	32		44		24 (18)*	
	relativ		62		62	71	74		67		80 (60)	

Abbildung 9-6: Beispiel für Feldarbeitsspanne und Blockzeitsspannen in Bayern, ohne Alpenvorland (nach KTBL 1984)

2. Feldarbeitstage

Die Blockzeitsspannen geben aber nur den Rahmen für die mögliche Feldarbeit ab. Benötigt werden darin vielmehr die zur Verfügung stehenden Feldarbeitstage, also jener Rest, der nach Abzug von Sonn- und Feiertagen und von Schlechtwettertagen verbleibt. Dabei bringt die Abgrenzung der Schlechtwettertage erhebliche Probleme mit sich, da zum einen deren Eintreffen nur grob vorhergesagt werden kann und zum anderen die objektive Abgrenzung eines Schlechtwettertages schwierig ist. Dabei müssen derzeit folgende Einflüsse berücksichtigt werden:

1. Höhe der Niederschläge

Ein Schlechtwettertag wird als solcher bezeichnet, wenn
> 5 mm/Tag bei der Frühjahrsbestellung und der Ernte
> 8 mm/Tag bei allen übrigen Arbeiten
dabei liegt eine statistische Sicherheit von 80% zugrunde !

2. Bodenart

3. Art der Arbeit

4. Mechanisierungsart

Besondere Probleme:

1. Bei der Heu- und Silageernte sind die hintereinanderfolgenden Tage ausschlaggebend (Perioden), nicht die Gesamtzahl der Tage.
2. Niederschlag der Vortage hat Folgewirkungen bei Bodenbearbeitung in Abhängigkeit von der Bodenart
3. Die Wertigkeit der Tage innerhalb einer Blockzeitspanne ist nicht gleich (z.B. Tage der frühestmöglichen Saat innerhalb der Frühjahrsbestellung).

deshalb ist folgende Kritik angebracht:

1. Für spezialisierte Betriebe sind die verfügbaren Werte viel zu pauschal, deren Sicherheit mit 80% ist zu niedrig
--> Verbesserung der Klimadaten !
2. Die Feldarbeitstage zu wenig differenziert

9.2.2.3 Bedingt termingebundene Arbeiten

Die bedingt termingebundenen Arbeiten (verschiebbare Arbeiten) umfassen in erster Linie die Hofarbeiten (z.B. Futter- und Düngermischen, Stall kalken, Vieh ausschneiden, Pflege der Maschinen), die Wirtschaftsführen und die Betriebsführung.

Innerhalb dieser wurden bisher die Sonderarbeiten viel zu wenig beachtet, weil deren Anteil am Gesamtarbeitszeitbedarf auf den Handarbeitsstufen relativ niedrig war. Dies hat sich jedoch mit zunehmender Spezialisierung geändert, z.B.

5 AKh bei Anbindestallhaltung (etwa 100 AKh/Kuh,a) sind unwichtig
aber 5 AKh bei Laufstall mit nur noch 35 AKh/Kuh,a sind plötzlich mehr
als 15%
und spezialisierte Ferkelhaltung sogar 70% !

Insgesamt ist der Umfang an verschiebbaren Arbeiten für den Einzelbetrieb
schwierig zu erfassen. Zur Bestimmung wird deshalb auf allgemeingültige
Richtwerte zurückgegriffen (Abb. 9-7).

Betriebe der Größenklasse ha LF	Arbeitszeitbedarf in AKh/ha LF in den Zeitspannen								AKh/ha LF und Jahr	Sh/ha LF und Jahr
	Früh- jahrs- arbei- ten	Hack- frucht- pflege	Heu- ernte	Frühge- treide- ernte	Spätge- treide- ernte	Hack- frucht- ernte	Spät- herbst- arbei- ten	Winter- arbei- ten		
	1	2	3	4	5	6 u. 7	8	9		
unter 20	7,0	1,8	3,8	2,7	4,2	5,6	3,3	15,3	43,7	3,9
20 bis 30	4,2	1,4	3,0	1,7	3,3	4,8	2,2	10,7	31,3	3,6
30 bis 50	2,4	0,8	1,8	0,8	2,0	2,6	1,3	5,5	17,2	3,6
50 bis 75	2,1	0,7	1,6	0,7	1,8	2,6	1,1	4,8	15,4	3,4
75 bis 100	1,9	0,6	1,4	0,6	1,8	2,4	1,0	4,1	13,8	2,6
100 bis 150	1,8	0,6	1,3	0,6	1,8	2,4	1,0	3,6	13,1	2,6
150 bis 200	1,8	0,6	1,3	0,6	1,8	2,4	0,9	3,4	12,8	2,5
über 200	1,7	0,5	1,2	0,6	1,7	2,2	0,9	3,3	12,1	2,5
Reparaturen an Weidezäunen										
alle Größenklassen	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	—	5,0	6,0	—

1) Quelle: KTBL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft, Band 1, Arbeitsvoranschlag, 1. Fortschreibung 1964.

Abbildung 9-7: Richtwerte für die verschiebbaren Arbeiten
(nach KTBL-Taschenbuch 1986, S. 73)

9.2.2.4 Durchführung des Arbeitsvoranschlages

Bei der Erstellung eines Arbeitsvoranschlages ist in folgenden Schritten
vorzugehen (Beispiel in Abb. 9-8):

1. Erfassung aller im Betrieb vorhandenen oder geplanten Betriebszweige
2. Festlegung von Zeitblöcken und verfügbaren Feldarbeitstagen
3. Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes je Block durch Berechnung aller in dieser Blockzeitspanne anfallenden
 - laufenden
 - termingebundenen
 - bedingt termingebundenen
Arbeiten.

4. Division durch die zur Verfügung stehenden Tage
 - bei laufenden Arbeiten alle Tage
 - bei termingebunden nur Feldarbeitstage
 - bei bedingt termingebundenen Arbeitstage = AKh je Tag.
5. Division durch Stunden und Arbeitskräfte
6. Prüfung auf Durchführbarkeit und auf alternative Möglichkeiten

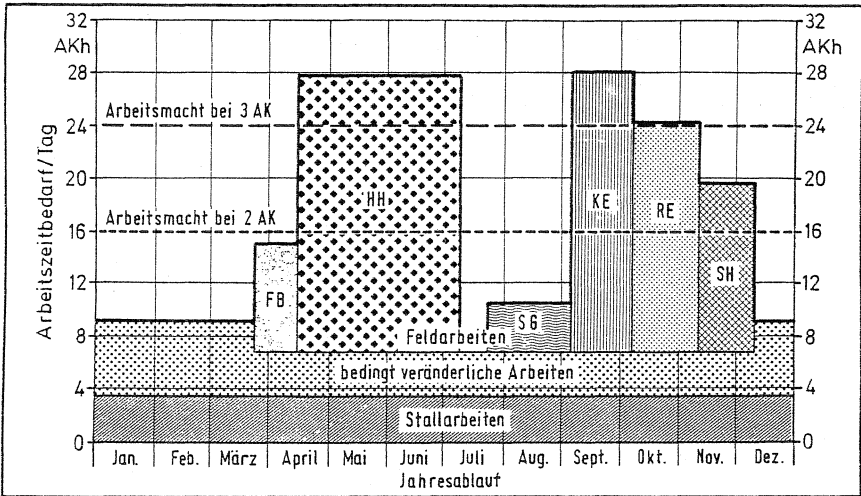


Abbildung 9-8: Beispiel eines Arbeitsvoranschlags

9.3 Kapazitätsabgleich

In der Regel wird der Arbeitsvoranschlag ein nicht ausgeglichenes Verhältnis von Arbeitsmacht und Arbeitsangebot erbringen. Deshalb müssen dann mögliche Formen des Ausgleiches gesucht werden. Dabei ist besonders auf den erforderlichen Investitionsbedarf und die daraus entstehenden Folgekosten zu achten !

9.3.1 Freie Kapazitäten

In Abhängigkeit von der Betriebsorganisation stehen in bestimmten Blockzeitspannen freie Kapazitäten zur Verfügung. Hier ist zu prüfen, ob diese anderweitig sinnvoll eingesetzt werden können, beispielsweise als Angebot im Maschinen- und Betriebshilfsring. Eventuell kann dabei sogar eine bisher in dieser Selbsthilfeorganisation nicht vorhandene Mechanisierung angeboten werden.

Absprache mit dem Geschäftsführer notwendig !

9.3.2 Fehlende Kapazitäten

Möglichkeiten des Abbaues von Arbeitsspitzen bestehen in vielfältigen -mit unterschiedlichen Kosten belasteten- Formen:

9.3.2.1 Kurzfristige Arbeitsüberlastung oder Änderung der Produktion

Zuerst ist zu prüfen, wie hoch Arbeitsspitzen sind und wie lange diese dauern. Handelt es sich dabei um fehlende Kapazitäten bei der Arbeitszeit im Bereich von bis zu 20%, dann können diese durch längere Arbeitszeit ausgeglichen werden.

Zeitbedarf in der nächsten Blockzeitspanne
muß einen Ausgleich ermöglichen !

Ist dies nicht der Fall, dann sind Überlegungen in Richtung einer Änderung der Produktionsrichtung anzustellen. Dies ist in der Regel die zweitbilligste Lösung. Es bieten sich an:

- Unterschiedliche Sätermine (Silomais)
- Ausdehnung der Erntezeitspanne
(Wintergerste, Frührodung bei Zuckerrüben)
- Abbau der zu starken Spezialisierung

9.3.2.2 Steigerung der Kapazität im Betrieb

Vielfach wird aus Überlegungen einer künftigen stärkeren Spezialisierung oder aus Gründen der Risikominimierung eine Aufstockung der Eigenmechanisierung erwogen. Dabei ist dann jedoch zu prüfen, ob nicht Formen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes die gleiche Leistung zu günstigeren Kosten erbringen können.

Leistungsfähigere Eigenmechanisierung wird immer dann den Vorzug erhalten, wenn:

- Die neue Technik oft gebraucht wird,
- vorhandene Grundtechnisierung ersetzt werden soll,
- die neue Technik ohne familienfremde Arbeitskräfte eingesetzt werden kann
- eine echte Risikominderung für den Betrieb erreicht wird.

9.3.2.3 Überbetrieblicher Maschineneinsatz

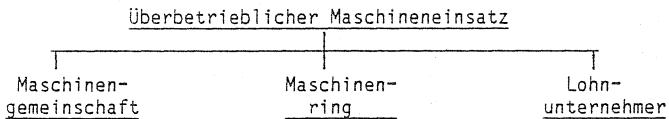
Der überbetriebliche Maschineneinsatz gewinnt in der Landwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Hervorzuheben sind seine Vorteile für den einzelnen Landwirt:

- Abbau von Arbeitsspitzen.
- besser ausgelastete Maschinen und damit geringere Kosten.
- verringerter Investitionsbedarf.
- schnelleres Abschreiben der Maschinen und damit frühere Nutzung des technischen Fortschrittes.
- Nutzung leistungsfähiger Maschinen und Arbeitsverfahren und damit eine bessere Verwertung der Arbeitsstunden.
- Einsatz von schlagkräftigen Arbeitsverfahren mit mehreren Arbeitskräften für bessere Arbeitsqualität (z.B. Silomaisernte).
- Inanspruchnahme von Spezialwissen und Können beim Einsatz von Spezialmaschinen und Spezialisten (z.B. Pflanzenschutz).
- überbetriebliche Kranken-, Feiertags- und Urlaubsvertretung.

Nachteilig ist dabei jedoch:

- Erhöhtes Risiko gegenüber Eigenmechanisierung bei streng termingebundenen Arbeiten mit u.U. nicht unerheblichen Kosten für zusätzliche Produktbearbeitung, z.B. Trocknungskosten, Strafe bei Nichteinhaltung von Lieferterminen, Probleme in der Futtermittellieferung.

Gerade deshalb muß bei jeder Form der überbetrieblichen Zusammenarbeit die Planung und Koordinierung höchsten Stellenwert erhalten. Nur dann sind auch Vorteile richtig zu nutzen, wobei durch schlagkräftige Arbeitskettens im überbetrieblichen Einsatz das Risiko gegenüber einer Eigenmechanisierung sogar gemindert wird. Folgende Formen des überbetrieblichen Maschineneinsatzes haben Bedeutung:



9.3.2.3.1 Maschinengemeinschaften

Dabei werden einzelne Maschinen von mehreren Landwirten gemeinsam angeschafft und genutzt. Voraussetzung ist ein ausgeprägter Gemeinschaftssinn. Sie beschränkt sich vorwiegend auf Maschinen, deren Einsatz nicht so stark termingebunden ist oder trotz Terminbindung Arbeitskettens erfordert, welche von der Gemeinschaft immer zu erbringen sind (Silomais- und Futterrüben). Klare Absprachen über Einsatz, Pflege, Reparatur und Wiederbeschaffung sind erforderlich und verhindern sonst unvermeidlichen Streit. Allgemein ergeben sich folgende Vor- und Nachteile:

Vorteile:

Senken des Investitionsbedarfes
Senken der Festkosten
geringer Organisationsaufwand.

Nachteile

Auf wenige Maschinen beschränkt
nur für Maschineneinsatz
Probleme bei Verantwortung für Maschinenpflege und Reparatur

Probleme bei der Reihenfolge des Maschineneinsatzes.

Damit überwiegen für eine Vielzahl der beabsichtigten Maschineneinsätze die Nachteile und beschränken die Möglichkeiten der Maschinengemeinschaft sehr stark.

9.3.2.3.2 Maschinenring

Der Maschinenring ist ein freiwilliger Zusammenschluß von 600 bis 1500 Landwirten (meistens auf Kreisebene) nach einer Idee von GEIERSBERGER. Ursprüngliches Ziel war die bessere Nutzung der vorhandenen Maschinenkapazität auf klein- und mittelbäuerlichen Betrieben.

Inzwischen hat sich die Zielsetzung erweitert. Er soll jedem Betrieb -unabhängig von der Betriebsgröße- die arbeitswirtschaftlichen Vorteile des größeren Betriebes mit mehreren Arbeitskräften und leistungsfähigen Arbeitsverfahren verschaffen.

Im Maschinenring kann jeder Betrieb Maschinenarbeit "verkaufen" und "einkaufen". Eigene Maschinen oder Arbeitskräfte besitzt der Ring nicht, so daß die unternehmerische Freiheit der Einzelmitglieder voll gewahrt bleibt. Die Zusammenarbeit erfolgt durch festgesetzte Verrechnungssätze bargeldlos.

Die Organisation des Maschineneinsatzes wird überwiegend vom Geschäftsführer übernommen. Er ist einem gewählten Vorstand verantwortlich. Fast immer ist er hauptberuflich tätig und berät als Fachmann die Landwirte auch bei der Anschaffung fehlender Maschinenkapazitäten. Als Dienstleistungsunternehmen für das Vermitteln und Organisieren des überbetrieblichen Maschinen- und Arbeits-einsatzes arbeiten Maschinenringe auch mit Lohnunternehmern und Maschinengemeinschaften zusammen.

Neben dem reinen überbetrieblichen Maschineneinsatz vermittelt der Maschinen- und Betriebshilfsring auch den überbetrieblichen Arbeitskräfteeinsatz. Damit lassen sich Urlaubs-, Feiertags-, und Krankheitsvertretungen für den Einzelbetrieb durchführen, welche die sozialen Probleme der Familienbetriebe verringern können. Auch dieser Einsatz erfolgt zwischen den Betrieben nach festen Verrechnungssätzen. Der Betriebshilfsdienst stellt auch Bautrupps mit

Spezialkenntnissen für das Errichten neuer Gebäude in Selbsthilfe zur Verfügung.

Allgemein zeichnet sich der überbetriebliche Maschineneinsatz im Maschinenring durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
"Einkauf" von Arbeit und Maschinen	Hoher organisatorischer Aufwand
"Verkauf" von Arbeit und Maschinen	unvermeidliche Terminprobleme
verstärkte Partnerschaft zwischen Voll-, Zu- und Nebenerwerbsbetrieben	erhebliche Verwaltungskosten (z.Teil aus öff. Mittel)
feste Verrechnungssätze	Einengung auf die Außenwirtschaft
verstärkte Nutzung von Spezialwissen und Spezialkönnen	Keine Haftung bei unzureichender Arbeitsqualität

9.3.2.3.3 Lohnunternehmer

Beim Lohnunternehmer "kauft" der Landwirt Maschinenarbeit, in der Regel komplette Arbeitsverfahren (z.B. Bergung und Einlagerung von größeren Silomaisflächen; Spätdüngung von Getreide). Aufgrund der dabei möglichen Belastung durch erhebliche Anfahrwege und -zeiten fordert der Lohnunternehmer u.U. größere Einsatzflächen. Dies wiederum setzt eine große Leistungsfähigkeit voraus. Lohnunternehmer sind keine "Feuerwehr" für Arbeitsspitzen in ungünstigen Jahren. Sie fordern ein langfristiges Partnerschaftsverhältnis zum einzelnen Landwirt.

Von Lohnunternehmern werden neben hoher Risikobereitschaft und guten fachlichen Kenntnissen vor allem Organisationstalent und kaufmännische Fähigkeiten verlangt. Allgemein zeichnet sich sein Einsatz durch folgende Vor- und Nachteile aus:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
Verantwortung und Haftung des Lohnunternehmers,	Echte Barausgaben des Landwirts
kein Organisationsaufwand für die Allgemeinheit	Gegenleistung des Landwirts nicht möglich
Erledigung umfassender Arbeiten mit Stellung der benötigten Betriebs- und Hilfsstoffe	größere Flächen für längerfristig ökonomischen Einsatz unerlässlich
Spezialeinsätze für spezifische Arbeit möglich.	

9.3.2.3.4 Beurteilung des überbetrieblichen Maschineneinsatzes

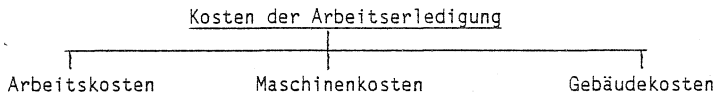
Allgemein hat jede Form des überbetrieblichen Maschineneinsatzes für den einzelnen Landwirt mehr Vorteile als Nachteile. Er selbst muß deshalb entscheiden, inwieweit er diese Vorteile Nutzen will oder muß und inwieweit er dabei auch längerfristig durch günstigere Kosten überleben kann. Es liegt an ihm persönlich, die dabei unvermeidlichen Nachteile so gering wie möglich zu halten.

9.4 Kosten der Arbeitserledigung und Arbeitsertrag

Der Einsatz menschlicher Arbeit und Technik im Betrieb verursacht Kosten. Diese führen für alternative Arbeitsverfahren

- zur Beurteilung,
- zum Vergleich und
- zur Ermittlung des jeweiligen Arbeitsertrages.

Dabei entstehen die Kosten aus



9.4.1 Arbeitskosten

Die Arbeitskosten errechnen sich aus

$$\begin{array}{rcccl} \text{Arbeitskosten} & = & \text{Arbeitszeitverbrauch} & \times & \text{Kosten der Arbeitsstunde} \\ (\text{DM}) & & (\text{AKh}) & & (\text{DM/AKh}) \end{array}$$

Während der Arbeitszeitverbrauch über die Kalkulation mit Planzeiten relativ einfach zu bestimmen ist, bereitet die Bewertung der Arbeitsstunden Schwierigkeiten, weil deren Wert über das Jahr hinweg unterschiedlich ist (Arbeitstäler = 0; Arbeitsspitzen u.U. mehrere 100 DM/AKh). Zur Ermittlung

der Kosten werden deshalb Richtwerte herangezogen. Folgende Richtsätze sind möglich:

- Für familieneigene Arbeitskräfte kann die Entlohnung einer vergleichbaren außerlandwirtschaftlichen Tätigkeit unterstellt werden.
- Für Fremdarbeitskräfte werden die entsprechenden Sätze aus dem Tarifrahmen für Landarbeiter entnommen oder nach den Richtsätzen der Maschinenringe oder Lohnunternehmer bewertet (Tab. 9-1).

Tabelle 9-1: Richtwerte für die Bewertung von Arbeitsstunden in der Landwirtschaft

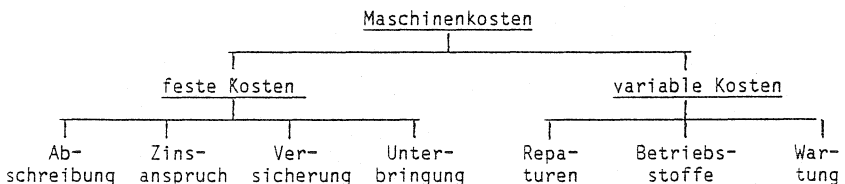
Lohngruppe	Tätigkeitsbereich	Nettostundenlohn (DM/ha)	Lohnnebenkosten (DM/h)	Bruttostundenlohn (DM/ha)
1	Hilfsarbeitskräfte (leichte Arbeiten)	7,07	3,89	10,96
2	angelernter Arbeiter (leichte Arbeiten)	7,83	4,31	12,14
3	Hilfsarbeitskräfte (schwere Arbeiten)	9,09	5,00	14,09
4	angelernter Arbeiter (schwere Arbeiten)	10,20	5,61	15,81
5	Spezialarbeiter Schlepperfahrer	10,84	5,96	16,80
6	landw. Facharbeiter	11,53	6,34	17,87
7	Handwerker	12,21	6,72	18,93
8	Meister	12,84	7,06	19,90

Quelle: Gesamtverband der Deutschen Land- und Forstwirtschaftlichen Arbeitgeberverbände e.V.

Maschinenring	9 - 11 DM/h
Lohnunternehmer	20 - 30 DM/h

9.4.2 Maschinenkosten

Die Maschinenkosten setzen sich aus folgenden Kostenelementen zusammen:



Zu ihrer Erfassung wird der Kapitalbedarf benötigt. Dieser ist Katalogwerten zu entnehmen oder aber direkt beim Landhandel zu erfragen. Dabei ist jedoch der tatsächlich zu zahlende Preis einzusetzen, also abzüglich Nachlässe und Rabatte (in der Regel die MWSt.) und zuzüglich ev. anfallender Transport- und Installationskosten.

9.4.2.1 Feste Kosten

Feste Kosten fallen unabhängig vom Umfang des Maschineneinsatzes an. Die Höhe wird jährlich betrachtet.

9.4.2.1.1 Abschreibung

Sie umfaßt die nutzungs- und altersbedingte Wertminderung, damit am Ende der wirtschaftlichen Nutzung das eingesetzte Kapital wieder zur Verfügung steht.

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

Bei der Nutzungsdauer ist zu unterscheiden, ob die entsprechende Maschine altersbedingt oder abnutzungsbedingt durch eine neue ersetzt wird. Dabei gilt:

- Nutzungsdauer nach Arbeit (ha oder h)

Eine Maschine ist nach einer bestimmten Lebensleistung verbraucht (zu messen in Arbeitsfläche (ha) oder Einsatzstunden (h)). Der Zeitpunkt ist dann gegeben, wenn die Reparaturkosten höher sind als die Belastung durch die Abschreibung.

- Nutzungsdauer nach Zeit (Jahren)

Unabhängig vom Einsatzumfang sind Maschinen nach einer gewissen Zeit technisch veraltet. Dadurch wird der Einsatz unwirtschaftlich weil eine technisch wesentlich verbesserte Maschine trotz ihres höheren Kapitalbedarfes dann billiger produziert (höhere Schlagkraft, geringerer Zeitbedarf, bessere Arbeitsqualität).

Bei der Abschreibung ist deshalb zu unterscheiden, ob eine Maschine wegen ihres Arbeitsumfanges vorzeitig verbraucht ist oder ob sie technisch veraltet ist. Darüber entscheidet die Abschreibungsschwelle:

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

In der Praxis liegt der Einsatzumfang der Maschinen in der Regel unter der Abschreibungsschwelle (die benötigten Werte können direkt dem KTBL-Taschenbuch entnommen werden). Liegt der Einsatzumfang jedoch darüber, dann müssen bei der Berechnung die zu erwartenden Gesamtnutzungsstunden in obige Formel eingesetzt werden (Schätzung).

9.4.2.1.2 Zinsanspruch

Maschinen binden Eigen- oder Fremdkapital und fordern dafür einen Zinsanspruch. Der dafür einzusetzende Zinssatz *) wird durch den Kapitalmarkt bestimmt. Den durchschnittlichen Zeitwert einer Maschine bezeichnet man als Kapitalwert, er ist bei linearer Abschreibung die Hälfte des Anschaffungspreises. Unter diesen Voraussetzungen beträgt der Zinsanspruch:

$$\text{Zinsanspruch (DM/Jahr)} = \frac{\text{Anschaffungspreis (DM)}}{2} \times \text{Zinssatz}$$

*) meist 8 %

9.4.2.1.3 Versicherung

Sie fällt in Form der Haftpflichtversicherung bei Schleppern und selbstfahrenden Maschinen an (in den Versicherungspolice festgehalten). Überschlagsmäßig können dafür 0.5% des Anschaffungspreises unterstellt werden.

9.4.2.1.4 Unterbringung

Unterbringungskosten sind Gebäudekosten. Sie werden üblicherweise bei den Gebäuden verrechnet und entstehen dort nach den Kostenarten (siehe 9.4.3).

Sollen sie getrennt für die Maschinen ausgewiesen werden, dann kann überschlagsmäßig 1% des Anschaffungspreises der Maschinen unterstellt werden.

$$\text{Unterbringungskosten (DM/Jahr)} = 1\% \text{ vom Anschaffungspreis der Maschinen (DM)}$$

9.4.2.2 Veränderliche Kosten

Die veränderlichen Kosten entstehen durch den Einsatzumfang der Maschinen nach Stunden oder Hektar.

9.4.2.2.1 Betriebsstoffkosten

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

- Überschlagsmäßig können beim Dieselmotorkraftstoffverbrauch je Schlepper-kW und Stunde etwa 0,025 l bei je 10% Motor- auslastung unterstellt werden (z.B. benötigt danach ein Schlepper mit 50 kW und 50% Motorauslastung 6,25 l Dieselmotorkraftstoff je Stunde).
- Der Schmierstoffverbrauch beträgt etwa 2% des Dieselmotorkraftstoffverbrauchs (im Beispiel also 0,13 l/h).
- Der Energieverbrauch der Elektrogeräte errechnet sich aus dem Anschlußwert und der Einsatzzeit.

9.4.2.2.2 Reparaturkosten

Die Reparaturkosten hängen von einer Vielzahl von Einflußgrößen ab. Eine Kalkulation ist schwierig und ungenau. Deshalb werden in der Regel Richtwerte verwendet (KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft).

9.4.2.3 Beispiel einer Maschinenkostenberechnung

Die Summe aller Kostenelemente ergibt die gesamten Maschinenkosten (Abb. 9-9). Deren Berechnung erfolgt am besten anhand vorgefertigter Formblätter, wodurch der Gesamtrechenvorgang

- vereinfacht,
- beschleunigt und
- sicherer

gemacht wird (Tab. 9-2).

Tabelle 9-2: Schema zur Berechnung von Maschinenkosten
(Ackerschlepper mit 45 kW, Allradantrieb)

SCHEMA ZUR BERECHNUNG DER MASCHINENKOSTEN						
1	MASCHINE (Art-Typ-Größe)	Allradschlepper, 45 kW, Kabine				
2	Anschaffungspreis (A)	DM	50.000			
3	wirtschaftliche Nutzungsdauer (n) (nach Arbeit)	h	10.000			
4	wirtschaftliche Nutzungsdauer (N) (nach Zeit)	Jahre	12			
5	Restwert (R)	DM	0			
6	Abschreibungsachsele (n:H)	h /Jahr	833			
7	Kalkulationszinsfuß (p)	%	7			
8	Jährliche Auslastung	h /Jahr	500			
9	<u>FESTKOSTEN</u>	DM/Jahr				
10	Abschreibung $(\frac{A - R}{N})$		4.167			
11	Zinsansatz $(\frac{A + R}{2}) \times \frac{p}{100}$		1.750			
12	Unterbringung (ca. 1% von A)		500			
13	Versicherung (ca. 0,5 % von A)		250			
14	Summe Festkosten		6.667			
15	<u>VERÄNDERLICHE KOSTEN</u>	DM/h				
16	Reparaturkosten $(\frac{11,2\% \times A}{h})$		5,60			
17	Betriebsstoffkosten					
	Dieselmil 5,3l/h à 0,86 DM/l		4,56			
	Schmieröl ¹⁾ 0,1l/h à 4,50 DM/l		0,45			
	Hilfsstoffe ²⁾ -- kWh/h -- DM/kWh		--			
18	Summe veränderliche Kosten		10,61			
19	<u>GESAMTKOSTEN</u>	DM/h				
20	Jährliche Auslastung h /Jahr		200	400	600	800
21	Festkosten		33,34	16,67	11,11	8,33
22	veränderliche Kosten		10,61	10,61	10,61	10,61
23	Gesamtkosten		43,95	27,28	21,72	18,94

1) ca. 2 % des Diesolverbrauches 2) z.B. elektr. Strom

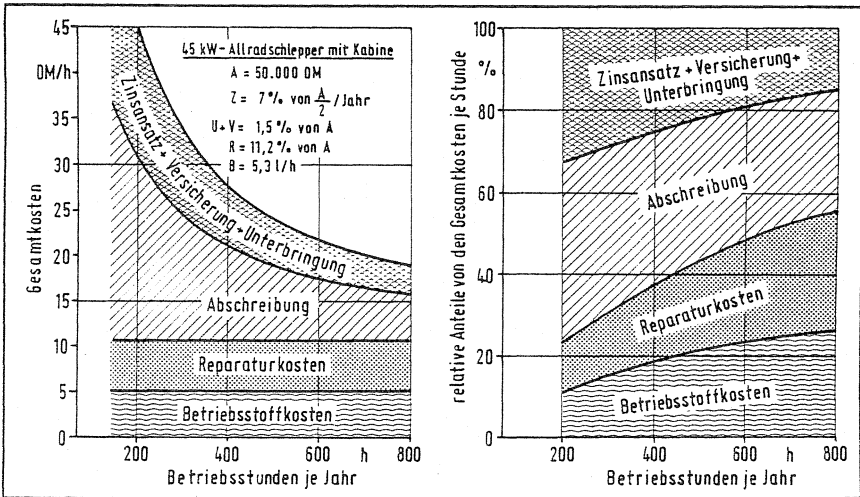
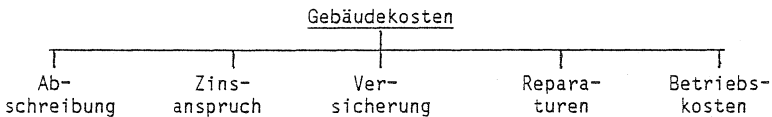


Abbildung 9-9: Absolute Kosten der Schlepperstunde und relative Kostenanteile über der jährlichen Einsatzzeit

9.4.3 Gebäudekosten

Die Gebäudekosten sind nur dann den Arbeitsverfahren anzulasten, wenn diese an spezielle Gebäude gebunden sind (z.B. Melkstandgebäude). Da jedoch Maschinen und Gebäude zunehmend in kompletten Arbeitsverfahren betrachtet werden, müssen die Gebäudekosten beim Verfahrenvergleich beachtet werden. Im einzelnen bestehen die Gebäudekosten aus:



Basis der Berechnung dieser Kosten ist der Gebäudeneuwert. Er stellt in der Ermittlung erhebliche Probleme dar, weil in der Landwirtschaft sehr spezifische Einflußgrößen wirksam sind und weil im Gegensatz zu Maschinen Gebäude nur in Ausnahmefällen als Fertigprodukte gekauft werden. Insbesondere ist der Kapitalbedarf für Gebäude unterschiedlich, denn:

- Die Landwirtschaft hat individuelle Planung und Herstellung.
- Betriebsangehörige helfen mehr oder weniger stark mit.
- eigene Betriebsmittel und Baustoffe werden mehr oder weniger umfangreich in die Gebäudeherstellung mit einbezogen.
- Die Bauvorhaben sind oft Um- oder Erweiterungsbauten.

Um diese Einflüsse zu erfassen bzw. die große Streuung zu einem erträglichen Planungswert zu verengen, dienen mehrere methodische Ansätze zu Kapitalbedarfsermittlung landwirtschaftlicher Betriebsgebäude.

9.4.3.1 Methoden zur Ermittlung des Kapitalbedarfes

Die verfügbaren Methoden müssen nach dem Grad der Differenzierbarkeit eingeordnet werden. Sie bauen auf Schätzung oder auf Nachkalkulation auf. Derzeit sind verfügbar:

9.4.3.1.1 Schätzung nach Nutzungseinheit

Ausgangsbasis: Die Grundfläche eines Gebäudes entscheidet über die Zahl der möglichen Nutzungseinheiten und über den Kapitalbedarf. Verallgemeinerungsfähig trifft dies um so mehr, je mehr die Bauhülle genormt ist.

(Beispiel: Starrrahmenraster = 65 cm
Breite = 12 m
Firsthöhe = 6,5 m)

Beurteilung:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
Einfacher Ansatz	keine Ursachenanalyse möglich
Einfache Handhabung	preislich eine Rückschau
Liefert gute Schätzwerte im <u>Stadium von Vorüberlegungen</u>	Fortschreibung nur über Index möglich (problematisch)

9.4.3.1.2 Schätzung nach Bauvolumen

Ausgangsbasis: Der umbaute Raum sagt mehr über das Gesamtbauvolumen aus, da darin unterschiedliche Maße berücksichtigt werden können. Zudem können Vergleichswerte aus anderen Wirtschaftszweigen herangezogen werden.

Beurteilung:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
Einfacher Ansatz	keine Ursachenanalyse möglich
Einfache Handhabung	preislich eine Rückschau
Liefert gute Schätzwerte im Stadium von <u>alternativer Planungsvarianten</u>	Fortschreibung nur über Index möglich (problematisch)

9.4.3.1.3 Schätzung nach Kostenblöcken

Ausgangsbasis: Die Gebäude werden hinsichtlich der Gebäudefunktion in Kostenblöcke unterteilt. Dadurch entsteht eine Analysemöglichkeit mit tiefergehendem Charakter, welche eine gezieltere Schätzung des Kapitalbedarfes im voraus ermöglicht. Folgende Kostenblöcke werden unterschieden:

Stall: Gebäudehülle einschließlich der Fußböden (Spaltenboden, Liegefläche, Gänge), Fundamente, Einrichtungen und Installationen.

Milch: Gebäudehülle (anteilig) einschließlich der Fußböden, Fundamente, Einrichtungen und Installationen, soweit sie für die Milchgewinnung, -sammlung und -kühlung erforderlich sind.

Futter: Gebäudehülle (anteilig) einschließlich der Fußböden, Fundamente, Einrichtungen und Installationen, sowie Behälter und bauliche Anlagen zur Lagerung, Aufbereitung, Verteilung und Vorlage von Futter, einschließlich Außensilos, Trögen, Automaten, Futterwagen.

Gülle: Bauteile und technische Einrichtungen (Kanäle, Vorgrube, Behälter, Pumpe, Quirl) zum Sammeln, Transportieren und Lagern der Gülle.

Beurteilung:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
Einfacher Ansatz	zu grobe Rasterung der Blöcke
einfache Anwendung	preislich eine Rückschau
unterschiedliche Gebäude zu kalkulieren	Trennung in anteilige Blöcke schwierig
Ergebnisse relativ genau	Trennung von Gebäude und Maschinen nicht mehr möglich
Gut geeignet für <u>Kapitalbedarfsschätzung</u>	keine Aussagemöglichkeit über Selbsthilfe und über Lieferung eigener Baumaterialien

9.4.3.1.4 Bedarfsanalyse nach Mengen und Preisen

Ausgangsbasis: Das Gebäude wird aus den benötigten Mengen konstruiert. Mengen sind Materialien, Bauhilfsmittel und Arbeit. Für die Gebäudeteile (nach DIN) werden Mengenmodelle erstellt. Die Mengenmodelle aggregieren die Basisdaten bis zum gewünschten Gebäudeteil. Danach erfolgt die Bepreisung der benötigten Mengen mit variabel gehaltenen Preisdateien (Standarddaten, betriebseigene Daten oder mit regionalen Daten).

Beurteilung:

<u>Vorteile:</u>	<u>Nachteile</u>
sehr variabel (betriebs-spezifisch, regional)	hoher Aufwand für Modellerstellung
unterschiedlichste Gebäude zu kalkulieren	hoher Aufwand für Modellpflege
Ergebnisse sehr genau	nur mit EDV-Einsatz möglich
ermöglicht Aussage über Selbsthilfe und Lieferung eigener Baumaterialien	Preisfortschreibung problematisch
umfassendes Mengengerüst	aufwendig in der Dateneingabe
bestens geeignet für die <u>exakte Kapitalbedarfskalkulation</u>	

9.4.3.2 Gebäudekosten

Die Ermittlung der Gebäudekosten erfolgt in der Regel nach %-Werten, wo bei differenzierte Angaben eine exaktere Beurteilung ermöglichen.

9.4.3.2.1 Abschreibung

Für die Abschreibung ist die Nutzungsdauer maßgebend. Kurzfristige Investitionen müssen demnach relativ hoch abgeschrieben werden, bei längerfristigen Investitionen sinkt der Abschreibungssatz. Richtwerte für die Gebäudeabschreibung enthält Tabelle 9-3.

Tabelle 9-3: Richtwerte für die Gebäudeabschreibung

Nutzungsdauer Typ	Beispiel Jahre	Abschreibungs- zeit (Jahre)	jährliche Kosten in % vom Inve- stitionsbedarf
langfristig	>20 Massivgebäude Lagerbehälter	25	4 (3 - 5)
mittelfristig	10-20 Fahrsilos Futterkrippen Fußböden	12,5	8 (6 - 10)
kurzfristig	<10 Einrichtungen, bewegliche Einbauten	8 1/3	12 (10 - 15)

9.4.3.2.2 Zinsanspruch

Auch für die Verzinsung gilt die Fristigkeit. Daraus bestimmt sich der durch die Annuitätenmethode zu bestimmende Neuwert eines Gebäudes (Tab. 9-4).

Tabelle 9-4: Zinssatz für unterschiedliche Gebäudenutzungsdauer (die üblichen Zinssätze sind unterstrichen)

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

9.4.3.2.3 Versicherung, Reparaturen, Betriebskosten

Die Richtwerte dieser Kostenelemente sind in ihren einzelnen Beträgen unterschiedlich und in Abhängigkeit vom Neuwert nach der Fristigkeit in Tabelle 9-5 dargestellt.

Tabelle 9-5: Kosten für Versicherung und Reparaturen in Prozent vom Neuwert

	langfristig (Massivgeb.)	mittelfristig (Flachsilos)	kurzfristig (Einrichtungen)
Versicherung	0,12	0,2	0,3
Reparaturen	3,0	2,0	1,0

9.4.3.2.4 Gesamtkosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude

In der Summe erbringen landwirtschaftliche Betriebsgebäude die in Tabelle 9-6 dargestellten %-Sätze. Dabei werden Betriebskosten nicht dem Gebäude zugeschrieben, sondern direkt der Nutzung, z.B. Stromkosten je Kuh und Jahr (ohne Ventilation etwa 40-50 DM).

Tabelle 9-6: Kosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude in Prozent vom Neuwert

	langfristig (Massivgeb.)	mittelfristig (Flachsilos)	kurzfristig (Einrichtungen)
Abschreibung	4,0	8,0	12,0
Zinsanspruch	3,84	2,32	2,28
Versicherung	0,22	0,22	0,22
Reparaturen	1,0	2,0	3,0
Summe je Jahr	9,2	12,5	17,5

Im Mittel kann demnach mit Jahreskosten von etwa 13% des Gebäudeneuwertes gerechnet werden. Insgesamt ist jedoch die Spannweite in Abhängigkeit von der Fristigkeit der Investition nahezu 100% und zeigt damit auch Grenzen für die zu kurzfristige Investition in Betriebsgebäude.

9.4.4 Kosten der Arbeitserledigung

Die Summe der Kosten aus Arbeit, Maschinen und Gebäude ergibt die Kosten

der Arbeitserledigung. Diese dient in erster Linie dem Verfahrenvergleich und ermöglicht dabei die objektive Einordnung alternativer Produktionsverfahren (Abb. 9-10).

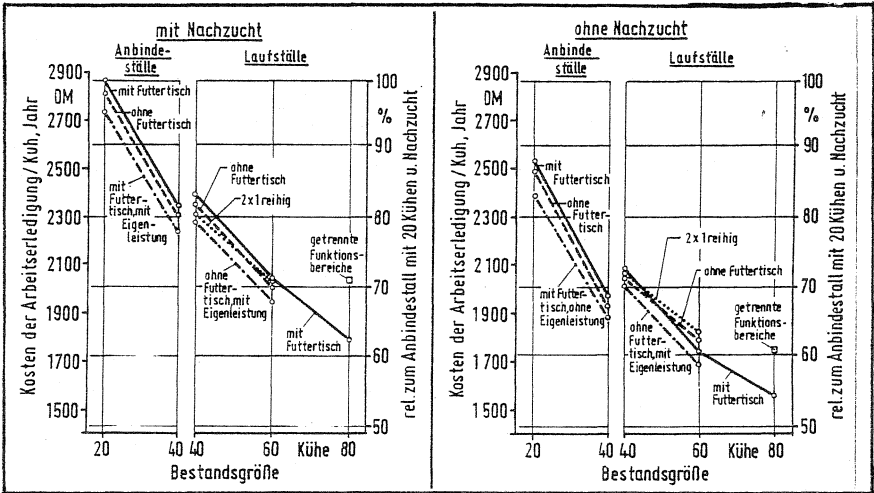


Abbildung 9-10: Kosten der Arbeitserledigung für ausgewählte Verfahren der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von Bestandsgröße, Nachzucht, Stalltyp, Futterdarbietung und Eigenleistung (15 DM/AKh)

9.4.5 Arbeitsertrag (Deckungsbeitrag je AK)

Während die Kosten der Arbeitserledigung das Arbeitsverfahren nur aus arbeitswirtschaftlicher Sicht betrachten, ergibt sich unter Einbeziehung aller Produktionsfaktoren eine vollständige Deckungsbeitragsrechnung. Dabei kann dann der Deckungsbeitrag auf die Gesamtzahl der eingebrachten oder benötigten Arbeitsstunden bezogen werden und erbringt dann deren Verwertung in DM/AKh. Wie groß dabei die Unterschiede sind, zeigen ausgewählte Produktionsverfahren in Tabelle 9-7.

Tabelle 9-7: Ausgewählte Deckungsbeiträge je Arbeitskraftstunde (BAUER, Die Landwirtschaft, Band 4B)

Produktions- Verfahren	Deckungs- beitrag	Arbeitszeit- bedarf	Deckungsbeitrag je AKh
Winterweizen	1 637 DM/ha	14,0 AKh/ha	116,9 DM/AKh
Winterroggen	1 228 "	14,0 "	87,7 "
Wintergerste	1 297 "	13,0 "	99,8 "
Sommergerste	1 632 "	12,5 "	130,6 "
Sommerweizen	1 699 "	12,5 "	135,9 "
Körnermais, getrock.	1 691 "	14,5 "	116,6 "
" , siliert	1 677 "	20,0 "	83,9 "
Milchvieh 1)			
4000 l/Jahr	1 727 DM/Kuh	50,0 AKh/Kuh	34,5 "
5000 "	2 010 "	52,0 "	38,7 "
6000 "	2 118 "	53,0 "	40,0 "
Mastbulle 2)	770 DM/Bulle	11,9 AKh/Bulle	64,7 "
Zuchtschwein 3)	191 DM/Sau	6,0 AKh/Sau	31,8 "
Mastschwein 4)	13,5 DM/Schw.	1,0 AKh/Schw.	13,5 "

Investitionsbedarf je Stallplatz:

1) 9000 DM; 2) 3600 DM; 3) 6200 DM 4) 970 DM

Schon an diesen wenigen Beispielen zeigt sich, daß immer dann, wenn der Produktionsfaktor Arbeit knapp ist, bedeutende Unterschiede je AKh erreicht werden. Anders ausgedrückt kann damit aber auch bei Überkapazität an Arbeit sehr schnell erkannt werden, wo in der Multiplikation aus Arbeitszeitbedarf und entsprechendem Deckungsbeitrag der höchste Arbeitsertrag erreicht werden kann.

10. Führungstechnik und Arbeitsunterweisung

Bei der bisherigen Betrachtung stand immer die einzelne Arbeitskraft im Blickpunkt des Interesses. Dies trifft für die große Zahl landwirtschaftlicher Betriebe aber nur bedingt zu. Selbst im sog. "Einmannbetrieb" ist die Zusammenarbeit mehrerer Arbeitspersonen die Regel, seien es die Eheleute, Vater und Sohn oder Vater und Eltern. Verstärkt tritt dieses Problem im größeren Betrieb auf bis hin zur industriellen Fertigung oder in Betrieben mit ausgedehnter Gruppenarbeit wie z.B. im Gartenbau, Hopfenbau oder in der Forstwirtschaft.

Immer dann, wenn mehrere Arbeitskräfte zusammenarbeiten, steht das Ziel der Erfüllung einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe im Vordergrund. Um dieses Ziel zu erreichen, bedarf es:

- der Über- und Unterordnung (Vorgesetzte und Untergebene),
- der Trennung von Führung und Ausführung (Management).

Beides setzt eine Organisation der Gruppenarbeit voraus. In der Industrie sind daraus echte "Führungsaufgaben" entstanden. Dafür gibt es verschiedene Modelle, welche wissenschaftlich erforscht sind und welche die Möglichkeit bieten, "Führen" zu lernen.

Im einzelnen interessieren in dieser Vorlesung folgende Fragen:

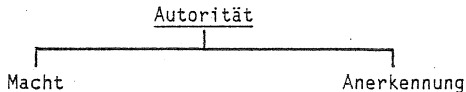
1. Anspruch auf Führung (Autorität)
2. Organisation der Führung
3. Mittel der Führung
4. Unterweisung als spezielle Art der Führung und Beratung.

10.1 Der Anspruch auf "Führung"

Zur Erzielung eines gemeinsamen Ergebnisses bedarf es der "Führung". Dies ist auch heute unbestritten. Zur Diskussion steht lediglich die Frage nach der Legimitation, denn innerhalb dieses Problemkreises sind zwei Personengruppen notwendig:

- a) Vorgesetzter, der Autorität beansprucht
- b) Untergebener, der Autorität anerkennt.

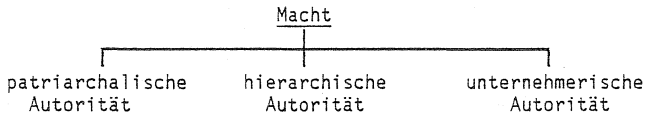
Daraus erwächst nun die Frage nach den Möglichkeiten, Autorität zu erreichen, bzw. nach den Gründen der Anerkennung von Macht. Allgemein gilt:



Beide Autoritätsformen sind darzustellen durch ihr Wesen, ihren Anspruch, den Stil und die Bedeutung.

10.1.1 Formen der Autorität durch Macht

Im wesentlichen gliedern sich die Autoritätsformen durch Macht in drei Bereiche.



10.1.1.1 Patriarchalische Autorität

Wesen: Unmündiger beugt sich durch Einsicht dem Mündigen (häufig: Schwächerer zum Stärkeren)

Anspruch: Wissen, was für den "Anvertrauten" richtig ist und zwar auf allen Lebensgebieten. Deshalb Sorgepflicht unmündiger!

Stil: "autoritär".
In jeder Situation als Überlegen gelten, besser wissen, recht haben.

Sobald dies nicht der mehr Fall ist, wird häufig die Autorität mit Gewalt verteidigt.

Widerspruch im eigenen Handeln führt zur Gefährdung der Autorität!

Für den Untergebenen gilt: "Denken ist Sache der Pferde, denn sie haben die größeren Köpfe".

Bedeutung: früher: Sippe - Großfamilie - Gesinde
heute: Nur noch in der Früherziehung, wobei sie jedoch auch schon frühzeitig schrittweise abgebaut wird.
Z.T. auch in der Ausbildung, um sich in der neuen Umgebung (Arbeitswelt) zurechtzufinden und einzuleben.

10.1.1.2 Hierarchische Autorität

Wesen: Stellung im "Amt"
Autorität wird von höherer Stelle geliehen, diese meist ideologisch begründet in Form des Gottesgnadentums oder der Staatsräson.

Autorität erlischt mit dem Amt. Sie dient der einheitlichen Durchsetzung eines einheitlichen Willens in einem größeren Apparat.

Anspruch: Nicht mehr allumfassend, sondern nur teilweise je nach Organisation: Kirche, Militär, Betrieb.

"autoritär", aber nur als Teilverfügungsgewalt.

Stil: "Befehlsempfänger"

Bedeutung: früher: im Absolutismus anstelle des Feudal-systems: "Beamtenstaat"

heute: Nur mehr beschränkt brauchbar, da die Informationsrichtung nur von oben nach unten gerichtet ist.

Deshalb: Militär oder Notstand
Beamte mit Hoheitsaufgaben (scheitern jedoch bei Dienstleistungen).

Führt häufig zu einer Ausuferung nach dem "Parkinson'schen Gesetz"

10.1.1.3 Unternehmerautorität

Wesen: Die Autorität wird vom Besitz der Produktionsmittel abgeleitet (Frühkapitalismus).

Anspruch: Macht ist erforderlich, um den Unternehmerwillen durchzusetzen.

Stil: "Alleiniger Bestimmer"

Bedeutung: früher: Im aufkommenden Kapitalismus
heute: Nur soweit, als diese durch das Unternehmerrisiko gerechtfertigt ist
also nicht bei Aktiengesellschaften,
da dabei eine Trennung von Besitz und Verfügungsgewalt gegeben ist.

10.1.1.4 Probleme autoritärer Machtformen

Alle Autoritätsformen, die auf Macht gründen, leiden unter negativen Folgewirkungen. Diese zeigen sich in:

1. absoluten Staatsformen
2. wirtschaftlichen Abhängigkeiten
3. geringer Fachausbildung
4. geringer Spezialisierung, so daß größeres Wissen nicht erworben werden kann.

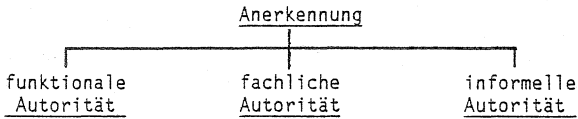
10.1.2 Formen der Autorität durch Anerkennung

Die bisherigen Formen der Autorität sind nur mehr beschränkt brauchbar; dies zeigt sich mehr und mehr in der "Autoritätskrise"!

Heute stehen andere Erwartungen im Vordergrund, wichtig für die Gesellschaft und für den Einzelnen sind:

- demokratisches Selbstverständnis
(keine Überlegenheit einer Klasse!)
- wirtschaftlich Unabhängigkeit
(soziale Sicherheit !)
- bessere Ausbildung - Spezialwissen
(jeder soll seine Chance haben !)
- "Freude an der Arbeit"
(Arbeit dient nicht mehr dem alleinigen Lebensunterhalt !)

Unter Berücksichtigung dieser Umstände stehen heute die Autortätsformen durch Anerkennung im Vordergrund.



10.1.2.1 Funktionale Autorität

- Wesen: Nicht das Amt, sondern die Aufgabe im Arbeitssystem bestimmt die Autorität - Sachzwang, z.B. Kommando.
Dienst nicht der Durchsetzung des Obergewaltenswillens, sondern der Erfüllung einer Arbeitsaufgabe (Arbeitsteilung !).
- Stil: Autorität klar begrenzt und für jeden ersichtlich.
- Bedeutung: Typischer Stil der Funktionäre und Manager
Heute vorherrschend.

10.1.2.2 Fachliche Autorität

- Wesen : Gründet sich auf Spezialwissen!
- Anspruch: Begrenzt auf die spezielle Aufgabe;
häufig nicht mit Führung verbunden,
Überlegenheit kann permanent überprüft werden.
- Stil: "antiautoritär", sachlich überprüfbar;
Autorität muß sich ständig neu beweisen
"Leistungsgesellschaft"
Anerkennung der Mitarbeiter und durch die Mitarbeiter erforderlich.
- Bedeutung: Zusammen mit funktionaler Autorität anzustreben bei modernem Arbeitsprozeß.

10.1.2.3 Informelle Autorität

- Wesen: Zustimmung einer Gruppe erforderlich "Räte - System"

Führer nicht festgelegt, sondern den jeweiligen Mehrheiten unterworfen.

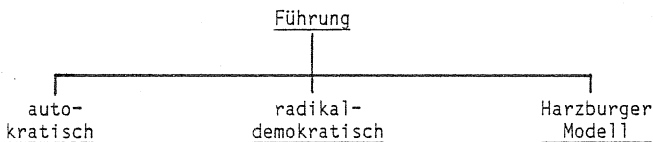
Anspruch: Muß erdient werden, sehr labil, häufig kurzfristig.

Stil: Autoritäres Auftreten gegen die Mehrheit nicht möglich, aber gegen Einzelne um Mehrheit zu erhalten.
Labile Mehrheit führt leicht zur Absicherung der Gewalt.

Wesen: Würde vordergründigen Bedürfnissen der Mehrheit am besten gerecht, ohne Verantwortung.
Meist Vorstufe zur autoritären Form durch Macht.

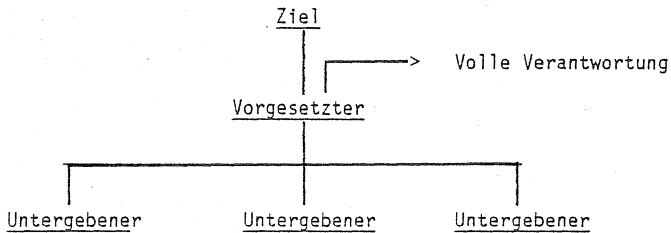
10.2 Organisation der Führung

Die unterschiedlichen Autoritätsformen wirken sich verständlicherweise auch im Führungsstil auf die Organisation der Gruppenarbeit aus. Mehrere Organisationsformen sind anzutreffen und bedürfen deshalb einer vertieften Behandlung.



10.2.1 Autokratische Führung

Beim autokratischen Führungsstil besteht die Beziehung zwischen Vorgesetzten und Untergebenen aus Befehlen und Gehorchen, also von oben nach unten. Alleine der Vorgesetzte ist für das Ziel verantwortlich.



Dieser Führungsstil hat seinen historischen Hintergrund im "Absoluten Staat":

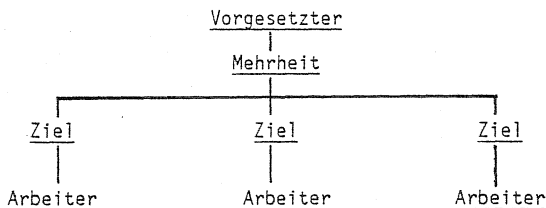
"Souverän ist derjenige, der neben dem unsterblichen Gott keinen größeren anerkennt als sich selbst".

Die stärkste Ausprägung dieses Führungsstiles besteht im Heer und im Staat.

Abgemildert ist er dagegen im patriarchalischen Führungsprinzip. Darin wurde mehr Wissen anerkannt, wobei die Sorgepflicht wesentlich mit hereinspielt. Dieses Führungsprinzip war vielfach auch in der Industrie anzutreffen, wobei dem Fabriksherr die Sorgepflicht oblag.

10.2.2 Radikal demokratische Führung

Entgegengesetzt zur autokratischen Führung steht das "radikal demokratische Führungsprinzip" (Rätesystem). Dabei hat der Vorgesetzte lediglich Funktionen der Mehrheit auszuführen und ist zeitlich abhängig vom Mehrheitswillen.



(z.B. auch in den Genossenschaften)

Dieses Prinzip dient also der Durchsetzung der persönlichen Ziele der Mehrheit, nicht der Durchsetzung eines Arbeitszieles. Dadurch ist das System sehr labil, der Mehrheitswille oft schwankend. Stabilität wird durch die

Einordnung der Zielsetzung in die allgemeine volkswirtschaftliche Notwendigkeit erreicht. Dies ist vor allem von LENIN erkannt worden, der in der ideologisch-kommunistischen Partei der Masse eine feste Zielstellung aufoktroyierte:

Die Partei hat immer recht! Da sie "wissenschaftlich" ist, arbeitet sie immer im Interesse des Proletariats, auch wenn der Einzelne in seiner Beschränktheit dies nicht immer erkennen kann.

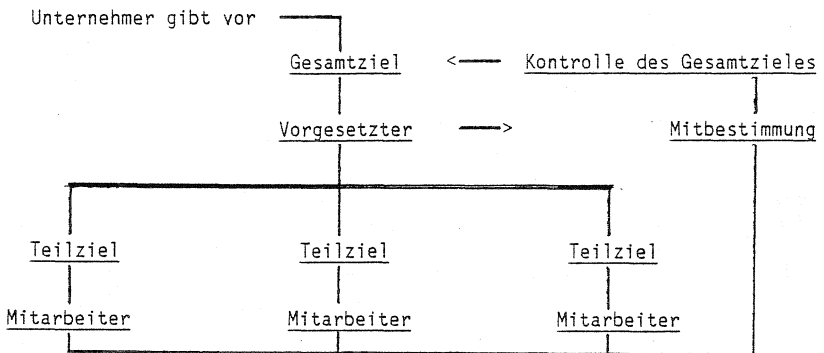
Deshalb ein ZK, welches für die Durchsetzung dieser Zielsetzung sorgt.

Dadurch ist dieses System nicht demokratisch, sondern in seiner Durchführung zutiefst autoritär.

10.2.3 Das "Harzburger Modell"

Als Kompromiß dürfte heute das "Harzburger Modell" anzusehen sein, das allerdings in der weiteren Entwicklung gewisser Verbesserungen bedarf.

Das "Harzburger Modell" baut im Grunde auf eine konsequente Delegation von Teilzielen und voller Verantwortung der damit Beauftragten. Es geht davon aus, daß heute ein Führungsanspruch nicht mehr in allen Stufen auf einer fachlichen Autorität begründet werden kann (wie z.B. im Handwerksbetrieb), sondern daß immer stärker die selbständige Bearbeitung von Teilzielen durch Fachleute erforderlich wird.



Dieses Harzburger Modell beruht auf folgenden Überlegungen:

1. Die betrieblichen Entscheidungen werden nicht mehr von einem oder einigen wenigen Männern an der Spitze des Unternehmens getroffen, sondern jeweils von den Mitarbeitern auf den Ebenen, zu welchen sie ihrem Wesen nach gehören.
2. Die Mitarbeiter werden nicht mehr durch Einzelaufträge vom Vorgesetzten geführt, sondern müssen innerhalb eines fest umrissenen Bereiches selbständig im Rahmen des Gesamtzieles tätig werden.
3. Die Vorgesetzten treffen in den ihnen unterstellten Bereichen nur noch in Fällen Entscheidungen, wo die Kompetenz der Einzelnen überschritten wird. Ihre Hauptaufgabe aber ist die Dienstaufsicht, die wiederum kontrolliert werden muß.
4. Das Verbot der Rückdelegation macht dieses Führungsprinzip erst brauchbar.
5. Bei größeren Betrieben empfiehlt sich, durch Stellenbeschreibungen Aufgabe, Kompetenz und Verantwortung schriftlich niederzulegen.
6. Dadurch besteht im Prinzip eine strenge Trennung von Führungsverantwortung und Handlungsverantwortung.

Beurteilung und Kritik:

Das Harzberger Modell hat gegenüber dem autoritären und radikal-demokratischen Modell zweifellos folgende Vorteile:

1. Eigenverantwortung des Einzelnen für seine Arbeit.
Freie Gestaltung der Arbeitsdurchführung im beschränkten Rahmen
 - o dadurch "Arbeitsfreude"
 - o dadurch mehr "Würde des Menschen"
2. Ausschöpfung des Wissens von Spezialisten.
Einzige Form, um Spezialisten zu einer Arbeitsgruppe zusammenzufassen.
3. Gestaffelte Verantwortung erlaubt auch bei großen Arbeitsgruppen exakte Zielorientierung.

Allerdings besitzt das "Harzburger Modell" auch einen gravierenden Nachteil:

Der einzelne Mitarbeiter hat dabei keine Einflußnahme auf die Gesamtzielsetzung der Arbeit, vor allem nicht

darauf, ob diese seinen Interessen entspricht oder widerspricht. Beim heutigen sozialen Verständnis ist deshalb eine Verbesserung notwendig, indem gewählte Repräsentanten kontrollierend eingreifen. Sie müssen die Gesamtzielstellung und die Durchführung außerhalb des Arbeitsprozesses überwachen, so daß nach wie vor der Entscheidungsprozeß von Oben nach Unten geführt werden kann und über diesen Kompromiß beide Ansprüche ausreichend berücksichtigt werden.

10.2.4 Führungsmodell nach BLAKE und MOUTON (USA)

Dieses Führungsmodell geht davon aus, daß innerhalb jeder Produktion zwei gegenläufige Interessen in Einklang gebracht werden müssen, nämlich

- die Selbstverwirklichung der Mitarbeiter und
- die maximale Produktion zur Kostenminimierung.

In einer graphischen Einordnung stellt sich diese Situation nach Abbildung 10-1 folgendermaßen dar, wobei die X-Koordinaten die Produktivität und die Y-Koordinaten die Mitarbeiterorientierung (x;y) beschreiben. Beispiele sollen dieses Modell näher erläutern:

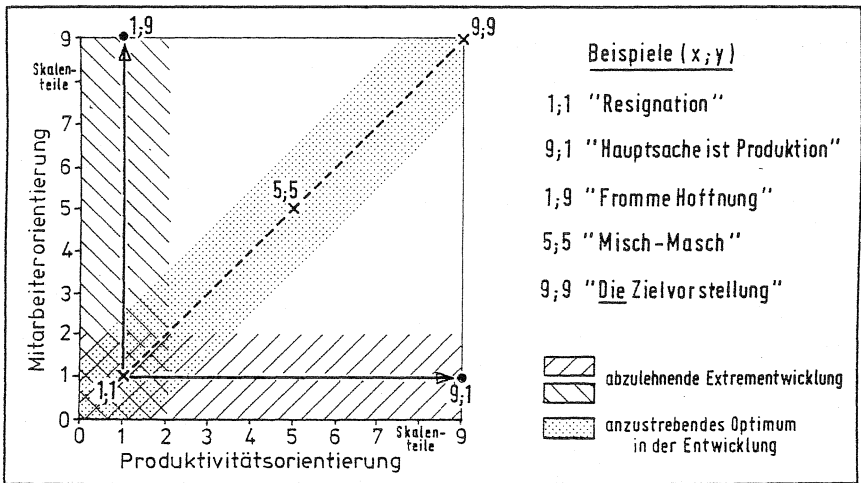


Abbildung 10-1: Führungsmodell nach BLAKE and MOUTON

Beispiel 1: Führungsstil 9;1:

Grundsatz: Hauptsache ist die Produktion

Wesen: Die Arbeit ist ein Übel
Mensch muß zur Arbeit gezwungen werden

Führungstechnik: "Pedantische Schulmeisterum"
Ich muß die Leute gut bezahlen, damit sie
das Führen hinnehmen.

Das Soll ist die Norm. Jeder tut nur soviel,
wie er geschoben wird.

Beurteilung: 1. kurzfristig guter Erfolg
2. geringes Engagement der Mitarbeiter
3. Resignation oder Aufmucken

Beispiel 2: Führungsstil 9;1:

Grundsatz: Theorie der "Frommen Hoffnung"

Wesen: Der Mensch arbeitet gern, vorausgesetzt die
Arbeit ist sinnvoll

Er widerstrebt jeder autoritären Regelung

Führungstechnik : Führung macht das, was die Leute wollen
Chef wird nicht ernst genommen,
keine Autorität, keine Korrektheit usw.

Beurteilung: 1. Arbeitsbesprechung ist ein geselliges Ereignis
2. Alles wird mit Wohlgefallen zugedeckt
3. Verwirrende Information, jeder liest das
heraus, was er gern hätte

Beispiel 3: Führungsstil 1;1:

Grundsatz: Resignation

Wesen: Man läßt alles laufen
Wanninger-Prinzip, keine Verantwortung

Führungstechnik: Je seltener der Chef zu sehen, desto besser

- Beurteilung:
1. Unzufriedenheit und Chaos
 2. Keine Zukunftsaussicht
 3. Keine Leistungsbereitschaft

Beispiel 4: Führungsstil 5;5:

Grundsatz: Häufigster Stil, Misch-Masch-Technik

Wesen: Zuckerbrot und Peitsche

Führungstechnik: Bürokratischer Ablauf
Es hat sich alles eingespielt

- Beurteilung:
1. Man paßt sich an
 2. Man ist bereit, mehr zu leisten
 3. Man fordert dann aber auch mehr
 4. Freizeit spielt eine wichtige Rolle

Beispiel 1: Führungsstil 9;9:

Grundsatz: Wünschenswerte Form, vereinigt beide Extreme

Wesen: Kontrolle durch wechselseitiges Engagement.

Fehler geben Anlaß zur Verbesserung und nicht zur Suche von Sündenböcken.

Führungstechnik: Chef ist nicht notwendig, da der Einzelne selbst die richtige Entscheidungen trifft
aber er wird benötigt, damit die richtigen Entscheidungen getroffen werden.

- Beurteilung:
1. Zielorientiert
 2. Der Einzelne ist an der Gesamtaufgabe interessiert
 3. Echtes Mitarbeiterverhältnis mit Produktions- und Leistungsbezogenheit

Insgesamt zeigt dieser Modellansatz die große Spannweite der Praxis wieder und ist schon aus diesem Grunde äußerst interessant. Zudem löst er sich von überkommenen Denkstrukturen und erlaubt die Betrachtungsweise aus jenen Blickwinkeln, welche in der Tat den betrieblichen Ablauf bestimmen.

10.3 Führungstechniken

Führung lehnt sich an bestimmte Vorgaben an. Diese können unterschiedlich sein und auch innerhalb des Betriebes wechseln. Wesentlich sind folgende Formen

10.3.1 Führung durch Delegation (Management by Delegation)

Die Führung durch Delegation ist durch die Arbeitsteilung gekennzeichnet. Delegation bedeutet Übertragung von Aufgaben, Befugnissen (Kompetenzen) und von Verantwortung. Das Maß an Eigenverantwortlichkeit bestimmt den maximalen Delegationsumfang. Besonderheiten des Delegationsprinzipes ergeben sich bei der Führung im "Mitarbeiterverhältnis". Dabei wird häufig eine Trennung in Führungsverantwortung (Dienstaufsicht und Erfolgskontrolle) und Handlungsverantwortung vorgenommen.

Anwendung in: Industrie, Landwirtschaft, Handwerk

10.3.2 Führung durch Zielvorgabe (Management by Objectives)

Den Mitarbeitern auf den verschiedenen Führungsebenen werden konkrete (Teil-) Ziele vorgegeben, welche ihrem Handeln eine klare Richtung aufzeigen. Die Maßnahmen zur Erreichung der Ziele bleiben weitgehend den Mitarbeitern überlassen. Das Ausmaß der Zielerreichung dient als Maßstab zur Beurteilung der Leistungsergebnisse.

Anwendung in: Forschung, Entwicklung

10.3.3 Führung anhand erzielter Ergebnisse (Management by Results)

Die Führung konzentriert sich ausschließlich auf die in den Teilbereichen erzielten Ergebnisse. Im Vordergrund steht die Ausnutzung der erfolgreichsten Möglichkeiten, nicht das Lösen von Problemen (gegen die letzte Kuh eine Melkmaschine verkaufen). Die erzielten Ergebnisse dienen als Beurteilungsmaßstab für die Vorrangigkeit von Führungsmaßnahmen.

Anwendung in: Verkauf allgemein,
häufig bei unfairen Verkaufsmethodiken ("Klinkenputzer")

10.3.4 Führung nach dem Ausnahmeprinzip (Management by Exception)

Dieses Prinzip führt zu einer Entlastung der oberen Führungsebenen von Routineaufgaben. Diese konzentrieren sich ausschließlich auf solche "Ausnahmesituationen", während die "Normalsituationen" auf den unteren Führungsebenen bewältigt werden. Voraussetzungen sind dazu jedoch konkrete Sollvorgaben und laufende Ist-Soll-Vergleiche. Diese müssen gewisse Bandbreiten enthalten und dann zu Alarmierungen führen, wenn diese verlassen werden.

Anwendung in: Oberen Führungsebenen von Großbetrieben,
in der Prozeßtechnik

10.3.5 Führung durch Motivation (Management by Motivation)

Diese Führungstechnik zeigt in Richtung der Mitarbeiterorientierung (Bedürfnisse und Erwartungen). Es bedeutet, den Mitarbeiter so zu motivieren, daß er von sich aus bereit ist, das Beste für den Betrieb zu tun. Motivieren heißt somit, die Leistungsbereitschaft und die Leistungsabgabe der Mitarbeiter aktivieren und fördern, ihnen das Gefühl der Zugehörigkeit geben, so daß sie sich mit den Unternehmenszielen identifizieren.

Anwendung in: Verbund mit allen anderen Führungstechniken
Unterstützung psychisch Schwächerer

10.3.6 Führung durch Systemdenken (Management by Systems)

Die Führung muß auf die Betrachtung des Unternehmens als eine gesamte, dynamische Einheit gebracht werden, die in einer ständigen aktiven (Einflußnahme) und passiven (Anpassung) Beziehung zur Umwelt steht. Teilsysteme müssen dabei mit dem Unternehmen in Bezug gebracht werden, um dadurch eine Ausrichtung auf die Gesamtziele zu erreichen. Ziel ist somit die Überwindung des "Ressortdenkens", wobei das Gesamtziel die übergeordnete Bedeutung hat, dem sich alle Teilsysteme unterordnen müssen.

Anwendung in: wirtschaftlich geführten Konzernen

10.4 Mittel der Führung

Die eigentlichen Mittel der Führung unterteilen sich in die erstmals zu erfolgende Einweisung eines Mitarbeiters und in die täglichen Zyklen aus Weisung - Kontrolle - Kritik und Anerkennung.

10.4.1 Einweisung eines Mitarbeiters

Folgendes Vorgehen ist sinnvoll und hilft beiden Betroffenen am besten:

1. Stellung und Funktion genau beschreiben
(vor Mitarbeiter Auswahl)
2. Genaue Information über Betrieb, Struktur, Produktionsablauf, Sozialleistungen geben, jedoch keine leeren Versprechungen abgeben !
3. Persönliches Gespräch suchen
(Interessen erkunden)
4. Einführung am Arbeitsplatz
(Kollegen, "Paten" stellen).
5. Nachfassen in länger werdenden Zeitabständen
(nach 3 Tagen, 1 Woche, 1 Monat, 1/4 Jahr)

10.4.2 Täglicher Umgang mit dem Mitarbeiter

Die dazu erforderliche Schritte sind:

Weisung: Tägliches Handwerkzeug (soll sich deutlich von der Diskussion abheben)

- Befehl: nur in Ausnahmesituationen
(wenn schnell gehandelt werden soll)
- Kommando: für gemeinsame Zusammenarbeit
- Anweisung: Vorschreiben einer Arbeitsmethode
Wer? Was? Wann? Wo? Wie? Womit? Warum?
Für Anfänger und Unselbständige
- Auftrag: Ziel bestimmen
(exakte Durchführung in Eigenverantwortung).

Kontrolle: Eine wesentliche Führungsaufgabe (Glauben ist gut, Kontrolle besser), deshalb:

- bewußt und zielgerichtet durchführen
- offen und durchführen
- keine Bloßstellung gegenüber Dritten
- Ergebnisse aussprechen (bekannt machen)

Aber bedenken, daß:

- zu viele und zu wenige Kontrollen Schaden
- das Ziel die Anregung zur Selbstkontrolle ist

Kritik: Erforderlich zur Veränderung des Verhaltens
Auch dabei sind mehrere Schritte erforderlich:

- Herstellung des Kontaktes
- Klärung des Tatbestandes
- Entgegennahme von Entschuldigungen
- objektive Kritik üben
- unbedingt zu positiven Dingen überleiten

Dabei gelten folgende Regeln:

- Selbstbeherrschung und Ruhe bewahren
- Kritik niemals über Dritte vermitteln lassen
- immer unter 4 Augen
- keine Selbstkritik verlangen
- Vertrauensbasis nicht zerstören
- nicht ewig kritisieren, sondern abschließen

Anerkennung: Recht des Untergebenen
(wo keine Anerkennung, da ist auch keine Freude an der Arbeit)

Die dabei geltenden Regeln sind:

- objektiv, keine Gefühlsduselei
- richtigen Zeitpunkt wählen
- sparsames Lob vor der Gruppe, deshalb besser das Einzelgespräch suchen
- Unsichere brauchen mehr Anerkennung
- "Neue" brauchen Anerkennung

10.4.3 Mitarbeiterbesprechung

Mitarbeiterbesprechungen dienen mehreren Zwecken. Insbesondere ist:

- Informationsmittel für beide Seiten
- Beratung
- Erfahrungsaustausch und Abstimmung
- Motivation zur effektiveren Mitarbeit, da Mitspracherecht offen zutage tritt

Folgende Regeln sollten dabei eingehalten werden:

- nicht unter Zeitdruck arbeiten, aber auch nicht ausufern lassen
- Besprechungspunkte und Reihenfolge festlegen
- Zuhören, sprechen lassen
- keine Bevormundung, sondern Mitarbeiter zu Erkenntnissen kommen lassen
- Ergebnisse zusammenfassen und festhalten (Ergebnisprotokoll oder Aktennotiz)

10.4.4 Entscheidungen treffen

Dabei ist zu unterscheiden zwischen Grundsatzentscheidung und Einzelentscheidung. Erstere erfordern intensivere Vorarbeiten und u.U. auch längere Fachdiskussionen.

Allgemein ist folgendes Vorgehen sinnvoll:

- Ziel umreißen
- Tatsachen sammeln
- Tatsachen analysieren, Probleme finden
- Lösungsalternativen erstellen
- Vergleiche mit objektiven Kriterien
- Optimale Lösung auswählen
- Durchführen und Durchsetzen, ohne Not nicht verstoßen
- Kontrolle durchführen

10.5 Arbeitsunterweisung

Die Arbeitsunterweisung ist eine besondere Form der Führungstechnik für Nachwuchsarbeit und Einarbeitung. Die dafür benötigte Zeit wird wesentlich von der Methode bestimmt.

Arbeitsunterweisung ist heute wichtiger denn je, weil:

1. Heute nicht mehr für ewige Zeiten geplant wird.
2. bei neuen Arbeiten keine oder mangelnde Tradition vorhanden ist.
3. geistige Durchdringung der entsprechenden Arbeiten immer wichtiger wird.

Deshalb heute 4 Lerngruppen:

a) Erwerben handwerklich - körperlicher Fertigkeiten

Dies erfolgt in der Reihenfolge:

- Ziel setzen
- Arbeit aufteilen
- prüfen
- erproben
- Gelerntes festigen

b) Beobachten und Schätzen

- Grunderfahrung sammeln
- gegenüberstellen von Meßwert und Schätzwert
- Übertragung auf andere Aufgaben

c) Aneignung von Wissen

- Anschauung gewinnen
- Vorstellung erreichen
- Erkenntnisse sammeln
- Begriffe bilden und festigen
- Darstellung in Wort und Schrift

d) Problemlösung

- Probleme sehen
- Schwierigkeiten lokalisieren
- mögliche Lösungen erarbeiten
- vorzüglichste Lösung auswählen
- Lösung verwirklichen

Aufbauend auf diese Lerngruppen kann das Lernen in einer 5-Stufen-Methode erfolgen. Dabei steht das System im Vordergrund, wobei Teilziele erarbeitet werden, diese einer sofortigen Kontrolle unterzogen werden und so eine vollständige Durchdringung der Lerninhalte erreicht wird. Folgende Stufen sind zu durchlaufen:

1. Vorbereitungsphase

- a) sich selbst vorbereiten - Arbeitsanalyse, Lernschritte
- b) Lernende vorbereiten - Befangenheit nehmen, motivieren
(Notwendigkeit erklären)

2. Erklären und vormachen

- a) Was ?
Vormachen und erklären was geschieht (Überblick vermitteln)
- b) Wie ?
Zweite Vorführung mit Einzelerklärung (verstehen)
- c) Warum ?
Zügiges Vorführen (einprägen)

3. Ausführen lassen

- a) Arbeit vormachen lassen,
nur bei schweren Fehlern eingreifen
- b) Durchführen und erklären lassen
bis keine Lücken mehr vorhanden sind

4. Selbständiges Erproben

Selbständiges Üben mit abgestufter Kontrolle,
Anordnung bzw. Korrektur
wenn nötig, wieder auf Stufe 3 zurückgehen und neu beginnen

5. Umsetzen des Erlernten auf andere Verhältnisse

- a) Ähnliche Beispiele wählen
- b) Schwierigkeiten erhöhen
- c) frühere Inhalte üben und wiederholen

10.6 Die Beratung

Eine Sonderform der Unterweisung ist die Beratung. Dabei stehen sich zwei gleichwertige Partner gegenüber, wobei durch den Beratungsvorgang eine Leistungspflicht durch den Berater entsteht.

Auch die Beratung läuft in 5 Stufen ab:

1. Herstellung des Kontaktes

- Äußeres oft mit entscheidend,
- Partner als Mensch ansprechen.

2. Information und Fragestellung

- exakte Fragestellung erarbeiten
- Informationen zum Problem sammeln
- Lösungsvorschlag des Partners erfragen

3. Argumentationsphase

- Eigene Lösungsvorstellungen darlegen
- Vorteile darstellen
- Nachteile erwähnen

4. Entscheidungsphase und Ausräumen von Bedenken

- Klienten die Entscheidung erleichtern,
jedoch nicht abnehmen
- Getroffene Entscheidung diskutieren,
Bedenken ausräumen

5. Abschlußphase

- Weiteres Vorgehen diskutieren,
- Entscheidung nicht dramatisieren,
sondern als selbstverständlich darstellen.

11. Literatur

Die hier genannte Literatur erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr soll sie einen Überblick über wesentliche Veröffentlichungen allgemeiner Art zum Themenbereich Arbeitswissenschaft geben und darüber hinaus wissenschaftliche Arbeiten aus dem landwirtschaftlichen Bereich vorstellen.

Eine Zuordnung der Literatur zu den Kapiteln in dieser Schrift kann nicht erfolgen. Einzelzuordnungen der Literatur zu den Kapiteln würde dagegen zu unvermeidbaren Mehrfachnennungen führen.

Auf die Literaturnennungen in den hier genannten Literaturstellen sei für tiefergehendes Studium besonders verwiesen.

11.1 Bücher

- Auernhammer, H.: Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse. KTBL-Schrift 203, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1976
- Hammer, W.: Arbeitszeit- und Beanspruchungsfunktion. KTBL-Schrift 202, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1976
- Hettinger, T.: Angewandte Ergonomie. Frechen 1970
- Büschor, K.: Berufs- und Arbeitspädagogik. Stuttgart: Ulmer Verlag 1973
- Dupuis, H.: Ergonomische Gestaltung von Schleppern und landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen. Dortmund und Darmstadt: Verlag TÜV Rheinland 1981
- GAL: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau, vormals: Studiengesellschaft für landw. Arbeitswissenschaft. Wissenschaftliche Beihefte zur Landarbeit, bisher erschienen Nr. 1-5, Kaiserslautern 1972 - 1976
- Grandjean, E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. Thun und München: Ott Verlag 1967, 2. Auflage
- Kaminsky, G.: Praktikum der Arbeitswissenschaft. München: C. Hanser Verlag 1971

- Kirchner, R.: Ergonomische Leitregeln zur menschengerechten Arbeitsgestaltung.
München: Carl Hanser Verlag 1974
- KTBL: Taschenbuch für Landwirtschaft.
Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 12. Auflage 1984
- Kuika, H. et al.: Arbeitswissenschaften für Ingenieure
Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1974, 3. Auflage
- Landau, K.: Das arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse.
Dissertation Darmstadt 1978
- Lehmann, G.: Praktische Arbeitsphysiologie.
Stuttgart: G. Thieme Verlag, 2. Aufl. 1962
(vergriffen)
- MTM: MTM-Handbuch -Grundverfahren-
Deutsche MTM-Vereinigung Hamburg 1974
und jüngere Neuauflagen
- MTM: MTM-Handbuch -Standard-Daten-
Deutsche MTM-Vereinigung Hamburg 1971
und jüngere Neuauflagen
- Nacke, E.: Ein Modellkalkulationssystem zur Ermittlung des Investitionsbedarfes landwirtschaftlicher Betriebsgebäude - dargestellt am Beispiel ausgewählter Stallbaulösungen für die Milchviehhaltung.
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1981
- Preuschen, G.: Einführung in die Arbeitswissenschaft.
Freiburg: Rombach Hochschul Paperback Bd. 62, 1973
- REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums
Teil 1: Grundlagen
München: Carl Hanser Verlag 1984, 7. Auflage

Teil 2: Datenermittlung
München: Carl Hanser Verlag 1978, 6. Auflage

Teil 3: Kostenrechnung, Arbeitsgestaltung
München: Carl Hanser Verlag 1978, 6. Auflage

Teil 4: Anforderungsermittlung (Arbeitsbewertung)
München: Carl Hanser Verlag 1977, 4. Auflage

Teil 5: Lohndifferenzierung
München: Carl Hanser Verlag 1977, 2. Auflage

Teil 6: Arbeitsunterweisung
München: Carl Hanser Verlag 1976, 2. Auflage

- REFA (Hrsg.): REFA-Buch Landwirtschaft
Teil 1: Methoden des Arbeitsstudiums im Landbau
Darmstadt 1984
- Teil 2: Mensch und Arbeit im Landbau
Darmstadt 1986
- Teil 3: Kostenrechnung
Darmstadt 1986
- Ries, L.W. und G. Preuschen:
Die Arbeit in der Landwirtschaft.
Stuttgart: Ulmer Verlag 1950
(vergriffen)
- Rohmert, W. und K. Landau:
Das arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren
zur Tätigkeitsanalyse (AET).
Handbuch, Darmstadt 1978
Merkmalsheft, Darmstadt 1979
- Sauer, H.: Arbeitswissenschaftliche Untersuchung und Methodenüberprüfung durch Modellkalkulationen in der Milchviehhaltung.
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1981
- Sauer, N.: Test und ökonomische Beurteilung neuer Technologien im Bereich der Rinderhaltung mit Hilfe der Systemsimulation.
Dissertation Gießen: Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre 1986
- Schmidtke, H. (Hrsg): Lehrbuch der Ergonomie
München und Wien: Carl Hanser Verlag 1981
- Schaefer-Kehnert, W.: Die Kosten des Landmaschineneinsatzes.
KTBL-Berichte über Landtechnik, Nr. 74
München-Wolfratshausen 1969, 2. Auflage
- Spitzer, H., Hettinger, T. und G. Kaminsky:
Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit.
Berlin und Köln: Beuth Verlag 1982
- Wendl, G.: Methodischer Beitrag zur Ermittlung der Reparaturkosten und zur Gesamtkostenkalkulation landwirtschaftlicher Maschinen - dargestellt am Beispiel von Melkanlagen
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1983

11.2 Zeitschriften

- KTBL: Landtechnik
(vereint mit Landarbeit und Mitteilungen der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft im Landbau)
KTBL Darmstadt, ISSN 0023-8082
- REFA: REFA-Nachrichten
(Zeitschrift des Verbandes für Arbeitsstudium)
REFA-Darmstadt, ISSN 0033-6874
- REFA: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial
Engineering
Berlin
- GfA: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund, ISSN 0340-2444
- MTM: The MTM Journal
Fair Lawn, New Jersey USA