

**EINE INTEGRIERTE METHODE ZUR
ARBEITSZEITANALYSE, PLANZEITERSTELLUNG UND
MODELLKALKULATION LANDWIRTSCHAFTLICHER ARBEITEN,
DARGESTELLT AN VERSCHIEDENEN ARBEITSVERFAHREN
DER BULLENMAST**

von dem
Fachbereich für Landwirtschaft und Gartenbau
der Technischen Universität München
zur Erlangung des Grades eines

Dr. agr.

genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Diplom-Agraringenieur
Hermann Auernhammer
geboren zu Indernbuch, Kr. Weißenburg/Bay.

I. Berichterstatter: Prof. Dr. H.-L. Wenner
II. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Zapf

Tag der Einreichung der Arbeit: 14.07.1975
Tag der Annahme der Arbeit: 15.09.1975
Tag der Promotion: 16.09.1975

Vorwort

Nach Fertigstellung der vorliegenden Dissertation ist es mir eine angenehme Pflicht, all jenen zu danken, welche zum Gelingen beitrugen.

Dabei gilt mein ganz besonderer Dank Herrn Prof. Dr. H. L. Wenner für die Überlassung und für die Gesamtbetreuung des Themas, sowie Herrn Prof. Dr. R. Zapf für die Übernahme des Koreferates. Einschließen möchte ich hier auch Herrn Dr. H. Schön für die vielen wertvollen Hinweise und die anregenden Diskussionen, insbesondere bei der Gliederung und Abfassung der Arbeit.

Nicht möglich wäre die Fertigstellung dieser Arbeit gewesen, hätte nicht das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) durch den Sonderforschungsbereich 141 „Produktionstechniken der Rinderhaltung“ die nötigen finanziellen Mittel bereitgestellt. Einen wesentlichen Beitrag leisteten auch das Leibniz-Rechenzentrum der Bayer. Akademie der Wissenschaften und das Rechenzentrum des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durch die kostenlose Benutzung ihrer Rechenanlagen.

Nicht zuletzt gilt aber mein Dank den Mitarbeitern der Landtechnik Weihenstephan, welche mir bei den zahlreichen Zeitaufnahmen in den praktischen Betrieben halfen. Darin sollen auch die Betriebsleiter dieser Betriebe eingeschlossen werden, deren Verständnis und Entgegenkommen erst die grundlegenden Untersuchungen ermöglichten.

Weihenstephan im Juli 1975

Hermann Auernhammer

Vorwort zur Abschrift

Schon Anfang der 80er Jahre war die verfügbare Zahl an gedruckten Exemplaren meiner Dissertation vergriffen. Viele Wünsche nach einem eigenen Exemplar konnten deshalb nicht mehr erfüllt werden. Zugleich wurden jedoch die unvorstellbaren Leistungen der Textverarbeitungssysteme auf den Kleinrechnern und den aufkommenden Personalcomputern erkennbar. So reifte der Wunsch, diese Dissertation zu gegebener Zeit in digitale Form zu übertragen und in neuer (alter) Form dem interessierten Leser zur Verfügung zu stellen.

Es dauerte allerdings noch 20 Jahre bis dieser Wunsch umgesetzt werden konnte. So begann Frau Vogl 2003 mit dem Abschreiben des Textes. Daran anschließend wurden von ihr die Originaltabellen und Originalabbildungen gescannt. Herr Dipl.-Ing.(FH), M.Sc., Dipl.-Wirt. Ing. Markus Ehrl übernahm danach die mühevollen Kleinarbeit für die Nachbearbeitung der gescannten Dokumente und die Zusammenführung aller Teile und deren Formatierung in MS-WORD.

Noch druckfrisch wurde mir zu meinem 65. Geburtstag das erste Exemplar überreicht. Ich möchte meine tiefe Freude darüber nicht verheimlichen und ich möchte mich ganz herzlich bei Frau Vogl und Herrn Ehrl bedanken.

In unveränderter Form mit Beseitigung von noch vorhandenen Fehlern im Original und mit Anpassung an moderne Textverarbeitungssysteme wird nun die Grundlage für das im „Landwirtschaftlichen Informations-System (LISL)“¹ umgesetzte Arbeitszeitkalkulationssystem für landwirtschaftliche Arbeiten wieder verfügbar sein. Jeder Interessent soll darauf über das „World Wide Web“ zugreifen können.

Weihenstephan im August 2006

Hermann Auernhammer

¹ LISL wurde nach Abschluss der Dissertation ab 1975 als relationales Datenbanksystem entwickelt und fortlaufend mit Daten und Modellen gefüllt. Ab 1977 wurde es an die Eidgenössischen Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik in Tänikon (Schweiz) portiert und dort mit eigenen Daten und Modellen versehen. Beide Systeme wurden ständig ausgetauscht und sind seitdem in Forschung und Lehre im täglichen Einsatz.

Die Originalarbeit ist erschienen als:

KTBL-Schrift 203 (DK 636.2:65.015)

© 1976

**Herausgegeben vom
Kuratorium für Technik und Bauwesen
In der Landwirtschaft e.V.
61 Darmstadt-Kranichstein**

KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 44 Münster-Hiltrup (Westf.)

ISBN 3-7843-1621-2

Selbstverlag im Eigenvertrieb

© 1976

**Institut für Landtechnik
Vöttinger Str. 36
8050 Freising-Weihenstephan**

Inhalt

	Seite
Vorwort	III
Vorwort zur Abschrift	V
Verzeichnis der Abbildungen	IX
Verzeichnis der Tabellen	XIII
1 Aufgabenstellung	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Problembeschreibung	2
1.2.1 Die gebräuchlichen Arbeitszeitanalysemethoden	3
1.2.2 Ist-Analyse und Planzeiten	4
1.3 Ziel der Arbeit	5
2 Die methodischen Grundlagen zur Zeitfindung	9
2.1 Zielsetzung	9
2.2 Die Arbeitseinflüsse in der Landwirtschaft und eine Gegenüberstellung zu denen der Industrie	9
2.3 Die Gliederung der Arbeit in Arbeitsabschnitte und Arbeitsarten	12
2.3.1 Arbeitsabschnitte in der Literatur und ein eigener Vorschlag	12
2.3.2 Die Gliederung der Arbeit am Beispiel Bullenmast	14
2.3.3 Die Arten einer Arbeit	16
2.4 Zeitfindungsmethoden und die Wahl der geeigneten Methode für die Arbeit in der Landwirtschaft	17
2.4.1 Die bestehenden Zeitfindungsmethoden	18
2.4.1.1 Die Zeitelementmethoden	19
2.4.1.2 Die Bewegungselementmethoden	21
2.4.2 Die ausgewählte Methode für Arbeitszeitanalysen	22
2.5 Die Zeiterfassung durch Arbeitsbeobachtung und Arbeitsversuch sowie die Beurteilung des Leistungsgrades	23
2.5.1 Der Arbeitsversuch	24
2.5.2 Die Arbeitsbeobachtung	25
2.5.3 Die Leistungsgradbeurteilung	26
2.6 Zusammenfassende Betrachtung zu den Grundlagen der Zeitfindung	27
3 Zeitaufnahme, Datenaufbereitung und Datenspeicherung	29

3.1	Die Zeitaufnahme	29
3.1.1	Erfassung und Beschreibung des Arbeitsablaufes	30
3.1.2	Die Durchführung der Zeitaufnahmen	31
3.1.3	Die Prüfung auf Vollständigkeit und das vorläufige Gesamtergebnis	32
3.2	Die Datenaufbereitung	34
3.2.1	Die Datenaufbereitung über die Lochkarte	34
3.2.2	Die Datenaufbereitung über den Dialogverkehr mit dem Rechner	35
3.3	Die Datenspeicherung	38
3.3.1	Datenpool und Einordnung der einzelnen Zeitstudie	38
3.3.2	Datenfortschreibung und Datenpflege	39
3.4	Die ausgewählten Betriebe mit Bullenmast und deren Produktionsablauf	39
3.4.1	Die ausgewählten Betriebe	39
3.4.2	Ergebnisse aus der Fragebogenerhebung zum Produktionsablauf	42
3.4.2.1	Kälberankauf und Frühentwöhnung	42
3.4.2.2	Mastdauer, Zahl der Umstellungen und Verluste	45
3.4.2.3	Mängel an den bestehenden Haltungsverfahren	45
4	Die Ist-Analyse	49
4.1	Die Zielsetzung	49
4.2	Die Methode der Ist-Analyse und die Programmtechnik	49
4.2.1	Die Methode	49
4.2.1.1	Die Ermittlung des Zeitaufwandes für die Arbeitselemente	50
4.2.1.2	Die Trennung in Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen	50
4.2.1.3	Arbeiten und ihre Häufigkeit am gesamten Ist-Zeitaufwand	51
4.2.1.4	Die Zuordnung von Arbeiten zu verschiedenen Einordnungskriterien	52
4.2.2	Die Programmtechnik zur Ist-Analyse	53
4.2.2.1	Das Auswertungsprogramm TEZA (Teilzeitanalyse)	54
4.3	Ein praktisches Beispiel zur Ist-Analyse	56
4.3.1	Eine betriebsspezifische Ist-Analyse	57
4.3.2	Eine verfahrensspezifische Ist-Analyse	63
4.4	Ergebnisse der Ist-Analyse aus der Untersuchung Bullenmast	64
4.4.1	Ist-Analyseergebnisse aus der Kälberhaltung	64
4.4.1.1	Der Zeitaufwand in den untersuchten Betrieben	65
4.4.1.2	Verlustzeiten in den untersuchten Betrieben	67
4.4.2	Ist-Analyseergebnisse aus der Mastperiode	69
4.4.2.1	Der Zeitaufwand in den untersuchten Betrieben	70
4.4.2.2	Verlustzeiten in den untersuchten Betrieben	72
4.5	Folgerungen aus den Ist-Analysen	74
5	Die Planzeiterstellung	75

5.1	Das Ziel der Planzeiterstellung	75
5.2	Die Methode und die Programmtechnik	76
5.2.1	Die Methode der Planzeiterstellung	76
5.2.1.1	Planzeitwerte und ihre statistische Absicherung	80
5.2.1.2	Planzeitfunktionen und deren statistische Absicherung	86
5.2.1.3	Die Erstellung von Planzeiten aus Bewegungselementen und Vorschlag zur Streubereichsermittlung	90
5.2.2	Die Programmtechnik	96
5.2.2.1	Das Programm PESK zur Erstellung von Planzeitwerten	97
5.2.2.2	Das Programm ABMUR zur Erstellung von Planzeitfunktionen	100
5.3	Statistische Auswertungsergebnisse der Planzeiten	102
5.3.1	Die Planzeitwerte	103
5.3.1.1	Planzeitwerte mit normal verteilter Grundgesamtheit	104
5.3.1.2	Planzeitwerte mit schiefer Verteilungsform	105
5.3.1.3	Die mögliche Genauigkeit bei vertretbarem Stichprobenumfang	108
5.3.2	Die Planzeitfunktionen	110
5.3.2.1	Planzeitfunktionen mit normal verteilten Residuen	112
5.3.2.2	Alle Planzeitfunktionen mit schief verteilten Residuen vor und nach der Transformation	112
5.3.2.3	Die Differenz von Planzeiten aus Bewegungs- und Zeitelementen	114
6	Die Modellbildung durch Aggregation der Planzeiten	117
6.1	Ziel und Aufgaben der Modellbildung	117
6.2	Die Methode der Modellbildung und die Programmtechnik	118
6.2.1	Die Methode der Modellbildung	119
6.2.1.1	Die Aggregation von Planzeiten zu Teilvorgangsmodellen	119
6.2.1.2	Die Aggregation von Teilvorgangsmodellen zu Vorgangsmodellen	122
6.2.1.3	Die Aggregation von Vorgangsmodellen zu Gesamtarbeitsmodellen	125
6.2.2	Die Programmtechnik zur Modellbildung	126
6.2.2.1	Die Programmebene für die Teilvorgangsmodelle	128
6.2.2.2	Die Programmebene für die Vorgangsmodelle	130
6.2.2.3	Die Programmebene für die Gesamtarbeitsmodelle	134
6.3	Die Modellkalkulation für verschiedene Haltungsverfahren der Bullenmast	135
6.3.1	Die Bedingungen für die Modelle und der fixe Zeitanteil	136
6.3.1.1	Der fixe Zeitanteil für die nichttäglichen Arbeiten	136
6.3.1.2	Der Zeitbedarf für die nichttäglichen Arbeiten und die Kälberhaltung	137
6.3.2	Der Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten und die Gesamtarbeitsmodelle der Bullenmast	138
6.3.2.1	Der Arbeitszeitbedarf auf der Handarbeitsstufe	139
6.3.2.2	Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Frontladereinsatz	144

6.3.2.3	Der Zeitbedarf für die Arbeitsverfahren Fütterungswagen und Flachsilo	146
6.3.2.4	Der Zeitbedarf für die Arbeitsverfahren Fütterungswagen und Hochsilo	153
6.3.3	Die Gegenüberstellung der verschiedenen Modellansätze	158
7	Der Ist-Soll-Vergleich	161
7.1	Zielsetzung und Definition	161
7.2	Die Methode des Ist-Soll-Vergleiches	163
7.3	Der Ist-Soll-Vergleich an einem praktischen Beispiel	165
8	Zusammenfassung	173
9	Literaturverzeichnis	177
Anhang		181
Lebenslauf		203

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1: Der erzielbare Deckungsbeitrag/AKh in Abhängigkeit vom Arbeitszeitaufwand/Bulle und Mastperiode (Neugebäude)	2
Abbildung 2: Arbeitszeitanalyse in der Landwirtschaft	7
Abbildung 3: Gliederung der Arbeit in der Bullenmast in Arbeitsabschnitte	15
Abbildung 4: Die Arbeitsarten in Bezug auf den Menschen	17
Abbildung 5: Methoden zur Zeitfindung	18
Abbildung 6: Die Gewichtseinflußermittlung (schematisch)	32
Abbildung 7: Flussdiagramm für die Dateneingabe und Aufbereitung im Dialogverkehr	36
Abbildung 8: Die Datenorganisation im Datenspeicher	38
Abbildung 9: Bestandsgrößen und Aufstallungsarten bei den untersuchten Betrieben der Bullenmast (n = 21)	42
Abbildung 10: Die Daten-Ausgänge aus dem Datenpool für Ist-Analysen	53
Abbildung 11: Flussdiagramm für das Programm TEZA (Teilzeitanalyse)	54
Abbildung 12: Ist-Analyse für den Betrieb Nr. 1 (280 Bullen im Vollspaltenbodenstall, Flachsilos, Frontlader und Futterwagen, Kf-Muldenwagen und Eimer, zweimalige Fütterung je Tag)	62
Abbildung 13: Zeitaufwand bei der Kälberhaltung	66
Abbildung 14: Zeitaufwand je Fütterung und Bulle in den analysierten Betrieben in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	71
Abbildung 15: Arbeitszeitbedarfszahlen als Standards (Beispiel: Arbeitselement „Futtertisch fegen“)	76
Abbildung 16: Planzeit als Funktion veränderlicher Faktoren (Beispiel: Arbeitselement Futtertisch fegen)	79
Abbildung 17: Verteilungsformen für Zeitmesswerte	81
Abbildung 18: Planzeitfunktion für das Arbeitselement „Futtertisch fegen“	87
Abbildung 19: Vertrauensband-Schema mit den von x abhängigen Bereichswerten VB_x für die lineare Regression	89
Abbildung 20: Arbeitszeitanalyse und Arbeitszeitsynthese in der Landwirtschaft	92
Abbildung 21: MTM-Planzeit	94
Abbildung 22: Die Datenauswahl zur Planzeiterstellung aus dem Datenpool	97

Abbildung 23: Karteikarte für Planzeitwert	99
Abbildung 24: Karteikarte für Planzeitfunktion	102
Abbildung 25: Die statistischen Kenngrößen bei Planzeitwerten	107
Abbildung 26: Arbeitszeitfunktion für das Arbeitselement „Vitaminstoß in Eimer zuteilen und einrühren“ als Bewegungselement – und als Zeitelementfunktion	115
Abbildung 27: Teilvorgangsmodell „Futtertisch fegen“	121
Abbildung 28: Die Aggregation von Vorgangsmodellen	122
Abbildung 29: Teilvorgangsmodelle für die Mastbullenfütterung	123
Abbildung 30: Aufbau eines Gesamtarbeitsmodelles	125
Abbildung 31: Der Zeitbedarf für die Tätigkeit „Futtertisch fegen“ in Abhängigkeit von Futtertischlänge, Futtertischbreite und Bestandsgröße	129
Abbildung 32: Der Zeitbedarf für Entnahme und Vorlage von Maissilage aus dem Flachsilo (2reihige Aufstallung, Entfernung Stall-Silo = 8 m, Troglänge = 0,55 m, Maissilage je Tier und Tag = 16 kg)	130
Abbildung 33: Der Arbeitszeitbedarf für das Füttern von Mastbullen in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	131
Abbildung 34: Summenprozentkurven der Arbeitsteilvorgänge in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	132
Abbildung 35: Summenprozentkurven identischer Arbeitselemente in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	133
Abbildung 36: Zeitbedarf für die Bullenmast ohne die täglichen Fütterungsarbeiten in der Mastperiode (fixer Zeitbedarf bei allen Fütterungsverfahren)	138
Abbildung 37: Der Zeitbedarf in der Bullenmast auf der Handarbeitsstufe in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)	141
Abbildung 38: Arbeitszeitbedarf für die Mast eines Bullen auf der Handarbeitsstufe	143
Abbildung 39: Der Zeitbedarf in der Bullenmast in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung, Frontlader zur Silageentnahme und –vorlage)	145
Abbildung 40: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Frontlader und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)	147

Abbildung 41: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Flachsilofräse und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)	149
Abbildung 42: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren und Silagelagerung im Flachsilo (Entfernung Stall – Silo = 40 m)	152
Abbildung 43: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Hochsilofräse und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)	154
Abbildung 44: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren und Silagelagerung im Hochsilo (Entfernung Stall – Silo = 40 m)	157
Abbildung 45: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	159
Abbildung 46: Berührungsebenen zwischen Ist-Situation und Modellkalkulation	162
Abbildung 47: Ist-Soll-Vergleich und verbesserte Ist-Situation für Betrieb Nr. 1 (280 Bullen im Vollspaltenbodenstall, Futterwagen und Frontlader und Flachsilo)	170

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Arbeitseinflüsse und Zeitstudienwesen in Industrie und Landwirtschaft	11
Tabelle 2: Möglichkeiten der Gliederung der Arbeit in Abschnitte	13
Tabelle 3: Die Vor- und Nachteile der Zeitelementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse	20
Tabelle 4: Die Vor- und Nachteile der Bewegungselementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse	22
Tabelle 5: Die Vorteile der Zeit- und Bewegungselementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse	22
Tabelle 6: Vor- und Nachteile des Arbeitsversuches	24
Tabelle 7: Vor- und Nachteile der Arbeitsbeobachtung	26
Tabelle 8: Zuordnung der untersuchten 21 Betriebe zu Haltungsverfahren	40
Tabelle 9: Fragebogenerhebung zum Produktionsablauf	43
Tabelle 10: Die Zuordnung der Tätigkeitsunterbrechungen zu den Arbeitselementen (cmin)	51
Tabelle 11: Teilzeitanalyse für den Betrieb Nr. 1 (Einzelzeitaufnahme)	58
Tabelle 12: Arbeitsaufwand je Ort aus der Summe der Arbeitselemente (Mittel über die Kartenstapel)	60
Tabelle 13: Verhältnis der Tätigkeiten zu den Tätigkeitsunterbrechungen in der Bullenmast	63
Tabelle 14: Arbeitselemente mit großem Störzeitanteil	64
Tabelle 15: Anteil der Arbeitsarten in den analysierten Betrieben für die Kälberhaltung	68
Tabelle 16: Anteil der Arbeitsarten in den analysierten Betrieben für die Bullenhaltung (n = 23)	73
Tabelle 17: MTM-Zeitfunktionen für die Basiswerte „Aufnehmen“ und „Plazieren“ (Zeitmaß = Centiminute)	93
Tabelle 18: Planzeitwerte aus der Bullenmast	103
Tabelle 19: Die wichtigsten statistischen Kenngrößen der Planzeitwerte (n = 34)	103
Tabelle 20: Arbeitselemente mit Normalverteilung und mehr als 2 Stichprobenelementen (n = 21)	105

Tabelle 21:	Arbeitselemente mit positiver Schiefe vor der Transformation (n = 13)	106
Tabelle 22:	Arbeitselemente mit positiver Schiefe nach der Transformation (n = 22)	106
Tabelle 23:	Notwendiger Stichprobenumfang bei Arbeitselementen mit normal verteilter Grundgesamtheit	108
Tabelle 24:	Notwendiger Stichprobenumfang bei Arbeitselementen mit schiefer Verteilungsform	109
Tabelle 25:	Planzeitfunktionen aus der Bullenmast	110
Tabelle 26:	Statistische Kenngrößen aller Planzeitfunktionen (n = 71)	111
Tabelle 27:	Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit normal verteilten Residuen (n = 50)	112
Tabelle 28:	Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit nicht normal verteilten Residuen (n = 21)	113
Tabelle 29:	Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit nicht normal verteilten Residuen nach der Transformation (n = 21)	113
Tabelle 30:	Modellformen am Beispiel Bullenmast	119
Tabelle 31:	Ist-Soll-Vergleich für Betrieb Nr. 1	166
Tabelle 32:	Ist-Soll-Vergleich für Betrieb Nr. 1 (verbesserte Situation)	169

1 Aufgabenstellung

1.1 Einleitung

Durch die starke Industrialisierung wanderten in den vergangenen Jahren immer mehr Arbeitskräfte aus der Landwirtschaft ab. Für die in der Landwirtschaft verbliebenen stellte sich dadurch die Aufgabe, durch den rationellen Einsatz der noch zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte sowie den jeden Betrieb eigenen wirtschaftlichen natürlichen Bedingungen die höchstmögliche Arbeitsproduktivität zu erzielen. Viele Betriebsleiter gingen deshalb von der arbeitsintensiven Milchviehhaltung auf die arbeitsextensive Rindermast über. Dabei zeigte sich jedoch, dass mit den bisher üblichen Haltungsverfahren und dem dafür notwendigen Arbeitszeitbedarf/Bulle und Mastperiode von etwa 20 Arbeitsstunden (AKh) eine rentable Produktion nicht möglich ist.

GEISSLER u. a. 1974 [6] führten eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durch. Sie legten Neubebäude mit Vollspaltenboden zugrunde und wählten die dafür sinnvolle Mechanisierung über den Fütterungswagen mit Kraftfutterdosierung.

Für die eingesetzte Arbeit verbleiben bei diesen Unterstellungen 45,-- DM Deckungsbeitrag je Bulle und Mastperiode. Wird dieser in Abhängigkeit zum Zeitaufwand gesetzt, so ergibt sich daraus der erzielbare Deckungsbeitrag je eingesetzte Arbeitsstunde, wie er auf Abbildung 1 dargestellt wurde.

Daraus geht hervor, dass mit zunehmendem Zeitaufwand/Bulle und Mastperiode eine starke Abnahme des Deckungsbeitrages/AKh verbunden ist. Sie zeigt sich besonders stark für den Zeitaufwand bis zu 5 AKh und läuft dann sehr flach aus. Wird davon ausgegangen, dass Fremdarbeitskräfte die Arbeit zu erledigen haben, dann stellt der dafür erforderliche Tariflohn von 8,--DM/AKh die Grenzlinie des Deckungsbeitrages dar. Je Bulle und Mastperiode dürfen dann jedoch nicht mehr als 5,5 AKh aufgewendet werden. Allerdings reicht dieser Arbeitsertrag dann nicht mehr aus, wenn – wie meistens üblich – der Betriebseigner die Arbeit selbst erledigt. Er verlangt nicht nur einen höheren Lohnanspruch, sondern muss zusätzlich das Produktionsrisiko abdecken. Allgemein kann deshalb die Forderung erhoben werden, den Arbeitszeitbedarf in der Bullenmast auf 2,2 bis 3,0 AKh/Bulle und Mastperiode zu senken, um dadurch auf einen Deckungsbeitrag von 15,-- bis 20,-- DM/AKh zu kommen.

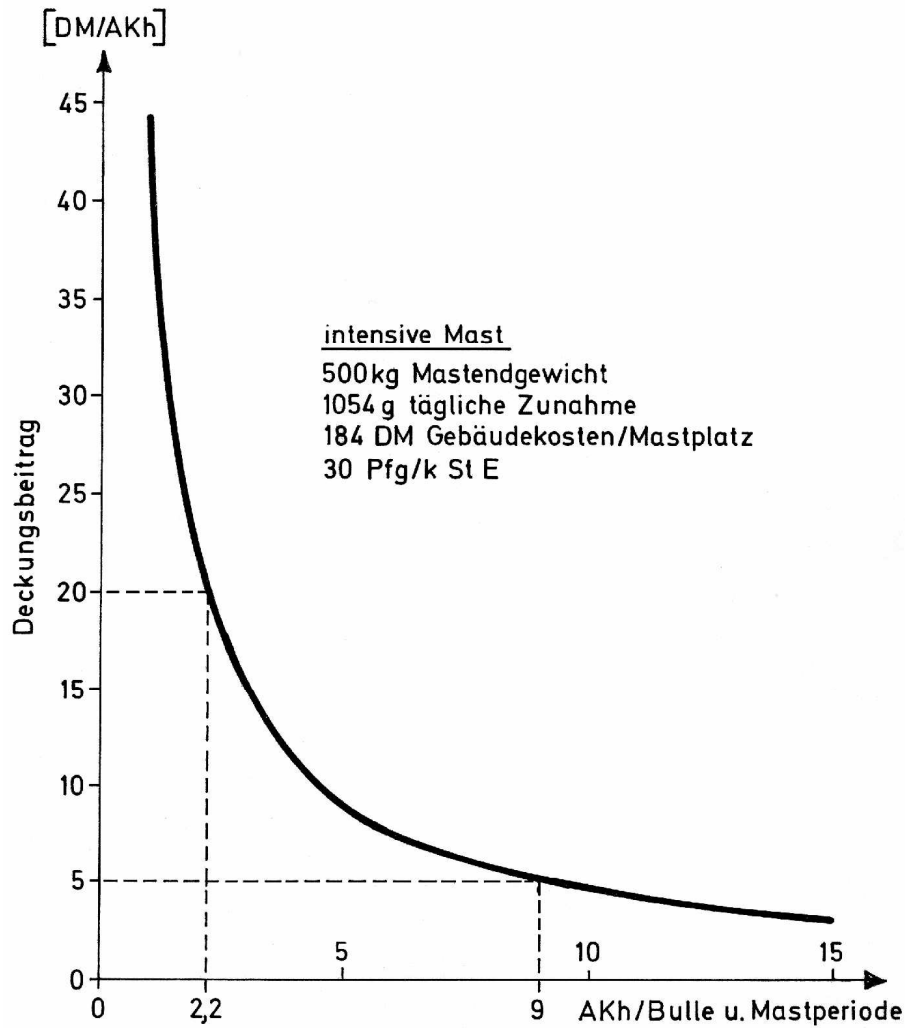


Abbildung 1: Der erzielbare Deckungsbeitrag/AKh in Abhängigkeit vom Arbeitszeitaufwand/Bulle und Mastperiode (Neugebäude)

1.2 Problembeschreibung

Diese Forderung eines DB von 15,-- bis 20,-- DM ist für den einzelnen Betrieb nicht ohne Schwierigkeiten zu lösen. Sie bedeutet, dass ein bestehendes **Arbeitsverfahren analysiert** werden muss. Nur dadurch ist es möglich, die bestehenden Mängel aufzuzeigen. Außerdem können dabei jene Stellen des Arbeitsablaufes gefunden werden, welche aufgrund eines überhöhten Arbeitsanspruches Reserven darstellen. Aus der Gesamtsituation wird es dann möglich sein,

arbeitsorganisatorische,
 technische,
 bauliche

Verbesserungen abzuleiten. Lassen sich auch dadurch die erforderlichen Arbeitseinsparungen nicht erreichen, dann muss für den Einzelbetrieb eine **Verfahrensalternative** gesucht und mit **konkurrierenden Verfahren** verglichen werden. Dazu bedarf es aber eines allgemeingültigen Kalkulationsdatenmaterials, welches auch die Einbeziehung der betriebspezifischen Einflussfaktoren zulässt. Über die relative Vorzüglichkeit eines Verfahrens entscheidet letztlich die betriebswirtschaftliche Kostenkalkulation.

Der hier aufgezeigte Weg der Arbeitszeitanalyse ist aber nur möglich, wenn dazu ein brauchbares Analyseinstrument (Methode) vorhanden ist.

1.2.1 Die gebräuchlichen Arbeitszeitanalysemethoden

Die vorhandenen Methoden der Arbeitszeiterfassung und der Arbeitszeitkalkulation wurden fast ausschließlich in der **Industrie** entwickelt, angewendet und den Erfordernissen entsprechend verbessert. Die Federführung hatte dabei der REFA². Er sorgte für eine Koordination der Arbeiten und gab mit seiner Methodenlehre des Arbeitsstudiums [27] ein umfassendes Werk zum gesamten Fragenkomplex der Arbeit in der Industrie heraus.

Die darin enthaltene Methode der industriellen Arbeitszeitermittlung steht ausschließlich unter den Erfordernissen des Einzelbetriebes. Die Zeitermittlung wird als Ist-Analyse an den einzelnen Arbeitsplätzen durchgeführt und führt zur Sollzeit (als Vorgabezeit bezeichnet) wiederum nur für den einzelnen Arbeitsplatz. Auf ein überbetriebliches Kalkulationssystem für alle Arbeiten in der industriellen Fertigung wurde bisher mit Ausnahme der reinen manuellen Tätigkeiten vollständig verzichtet. Ein wesentlicher Grund dafür dürfte die große Zahl von Zeitnehmern in der gesamten Industrie sein. Zusätzlich trugen aber auch die kurzzyklischen Arbeitsabläufe und äußerst einheitliche Bedingungen am einzelnen Arbeitsplatz dazu bei, nur die einzelbetriebliche Arbeitszeitanalyse zu entwickeln und zu verfeinern.

In der Landwirtschaft dagegen befasste sich, ausgehend von den ersten Ansätzen bei SEEDORF 1919 [28], immer nur ein sehr kleiner Personenkreis mit den Fragen des Zeitstudiums. Er konnte sich deshalb auch nicht nur dem Einzelbetrieb widmen, sondern musste die gesamte Landwirtschaft im Auge behalten. Dazu kamen äußerst unterschiedliche Bedingungen bei der fast ausschließlich langzyklischen Produktion in der Landwirtschaft. Deshalb war es auch

² Verband für Arbeitszeitstudien – REFA – e.V., Darmstadt (vormals Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung in Berlin)

verständlich, dass die erste bedeutende Anleitung zur Durchführung von Arbeitszeitstudien erst Mitte der fünfziger Jahre von RÖHNER 1956 [29] verfasst wurde. Sie befasste sich bereits mit den stark wechselnden und vielfach nur schwer quantifizierbaren Einflüssen auf die landwirtschaftliche Arbeit und bot als Alternative den Arbeitsversuch an mit dem Ziel, den Zeitbedarf als „Standard“ zu ermitteln. Dies war gleichbedeutend mit einer Festlegung aller Einflussgrößen. HAMMER 1956 [8] versuchte, die wichtigsten Einflussgrößen zu erfassen und den Zeitbedarf als Funktion darzustellen. KRAUSE 1964 [16] ergänzte die bis dahin vorhandene Terminologie für das landwirtschaftliche Zeitstudienwesen und glich sie an REFA an.

Alle Arbeiten richteten sich dabei nach überbetrieblichen Anforderungen, d.h. nach allgemein anwendbaren Zeitwerten für die Planung (Planzeiten). Um die großen Streubreiten dieser Planzeiten zu verringern, schlug HAMMER 1968 [9] den Arbeitsversuch als alleinige Ausgangsmöglichkeit zur Erstellung von Planzeiten vor. Er benutzte dazu Stoppuhren. LIEM u. GERRITSEN 1969 [20] begannen in den Niederlanden mit der Planzeiterstellung. Sie bauten aber auf die kleinsten Arbeitseinheiten, den Bewegungen auf.

Damit stehen heute in der Landwirtschaft fast ausschließlich Planzeiten zur Verfügung, welche auf den Bewegungsablauf oder auf Versuchsdaten aufbauen. Zur Analyse bestehender Arbeitsabläufe fehlen die Methoden vollständig. Demnach ist das landwirtschaftliche Zeitstudium nur noch ein **planendes** und kein analysierendes Instrumentarium.

1.2.2 Ist-Analyse und Planzeiten

Aber auch bei der Planung treten große Schwierigkeiten auf. Jede Zeitbedarfskalkulation stellt nämlich im Rahmen der unterstellten Bedingungen ein optimales und allgemeingültiges Modell dar. Es besitzt damit für alle Betriebe insgesamt eine brauchbare Gültigkeit mit der Einschränkung, dass in

den daraus berechneten Standards keine
betriebsspezifischen Einflüsse enthalten

sind. Jede Modellkalkulation gibt deshalb für den Einzelbetrieb nur einen Hinweis auf ein allgemein fixiertes Zeitbedarfsdatum.

Dieser Mangel könnte behoben werden, wenn wie in der Industrie alle nicht dem eigentlichen Arbeitsziel dienenden Tätigkeiten oder Tätigkeitsunterbrechungen in der IST-Situation erfasst würden und als Zuschlag (in der Industrie = Verteilzeit) dem Modell angelastet würden. Da außerdem zur Verbesserung bestehender Arbeitsverfahren Ist-Analysen notwendig sind, stellt sich die Frage, warum die ohnehin notwendigen Ist-Analysen nicht auch zur Planzeiterstellung herangezogen werden sollen. Derartige Planzeiten hätten auf jeden Fall den Vorteil, dass sie in großer Zahl gemessen auch im Modell die Verhältnisse der Praxis wiedergeben könnten und in Verbindung mit dem ermittelten Zuschlag ein praxisnahes Ergebnis liefern würden.

Dann müsste aber auch der **Ermittlung der Streuung** großes Gewicht beigemessen werden. Über die Statistik könnte nämlich nur für jene Einflussgrößen ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden, welche in allen Betrieben zeitbestimmend sind. Fehlende Methodentreue, wechselnde Arbeitshilfsmittel und andere nicht quantifizierbare oder zufällige Einflüsse dagegen blieben unberücksichtigt und ergäben die Streuung. Sie müssten demnach in den Planzeiten verankert werden und würden dadurch auch im Gesamtmodell erscheinen.

Um diese Modelle auch als Entscheidungshilfe für den Einzelbetrieb heranziehen zu können, müsste ihr Aufbau so erfolgen, dass sie mit allgemeingültigen oder mit betriebsspezifischen Einflussgrößen belegt werden können. Erst dann wären sie für einzelbetriebliche Entscheidungen brauchbar. Sie könnten dann aber auch als betriebsspezifisches Modell der Ist-Analyse gegenübergestellt werden und würden damit den Ist-Soll-Vergleich mit seinen Hinweisen auf bestehende Schwächen der Ist-Situation oder die Vorkalkulation beabsichtigter Verbesserungen ermöglichen. Die Ist-Analyse und daraus abgeleitet Planzeiten würden somit eine gezielte Analyse und eine praxisnahe Modellkalkulation ermöglichen.

1.3 Ziel der Arbeit

Aus diesen Vorstellungen und den derzeitigen Möglichkeiten der Arbeitszeitkalkulation über Modelle lässt sich direkt das Ziel dieser Arbeit ableiten. Demnach ist eine integrierte Methode der Arbeitszeitanalyse zu suchen, welche

1. die Ist-Analyse bestehender Haltungsverfahren ermöglicht und dabei
 - 1.1 den Einzelbetrieb analysieren kann,
 - 1.2 identische Arbeitsverfahren untersuchen kann,
 - 1.3 Auskunft über Zuschläge für Tätigkeitsunterbrechungen und andere zusätz-

- liche, aber in der Praxis übliche Tätigkeiten gibt, sowie
- 1.4 die Ausgangsbasis für einen Ist-Soll-Vergleich darstellt.
 2. mit Hilfe der Statistik aus den Zeitwerten der Ist-Analysen allgemeingültige Planzeiten erstellen kann und für diese die zu erwartenden Streuungen angibt.
 3. die Modellbildung aus Planzeiten zulässt. Diese müssen den Zeitbedarf in funktionaler Form darstellen. Ihr Aufbau muss in
 - 3.1 allgemeiner Form alle Untersuchungen der Wissenschaft zulassen und darüber hinaus in
 - 3.2 betriebsspezifischer Form das Hilfsmittel für die Beratung und die betriebswirtschaftliche Kostenkalkulation darstellen.
 4. die Gegenüberstellung von betriebsspezifischer Ist-Analyse und betriebsspezifischer Modellkalkulation im Ist-Soll-Vergleich ermöglichen. Erst dadurch kann das Gesamtsystem alle in ihm bestehenden Informationen als Entscheidungshilfen bereitstellen.

Eine derartig umfangreiche Zielsetzung ist aber nur zu erfüllen, wenn das Gesamtziel in überschaubare und in sich abgeschlossene Teilziele bzw. –methoden gegliedert wird. Außerdem werden alle Schritte verständlicher, wenn sie an einem praktischen Beispiel erläutert werden. Dazu bietet sich die Bullenmast mit ihren aufgezeigten Problemen an. Um die Gesamtmethode auch optisch mitverfolgen zu können, wurden die Lösungsschritte auf Abbildung 2 dargestellt.

In einem ersten grundlegenden Schritt sollen die **vorhandenen Methoden der Zeitfindung auf ihre Anwendbarkeit** zur Erfassung landwirtschaftlicher Arbeitsabläufe **untersucht werden**. Dabei muss eine Methode gefunden und so abgeändert werden, dass sie ohne langwierige Schulung angewendet werden kann. Sie muss auch in der Lage sein, die großen Streubreiten landwirtschaftlicher Arbeitsabläufe zu erfassen.

Darauf sind Regeln für die **Datenerfassung, die Datenaufbereitung und die Datenspeicherung** zu erarbeiten. Einzuschließen ist in dieses Teilziel auch die Möglichkeit der Datenpflege, d.h. Ergänzung des vorhandenen Datenbestandes und Fortschreibung oder Aktualisierung. Nur dann wird es möglich sein, jederzeit auf ein, die aktuelle Situation der Landwirtschaft beschreibendes Datenmaterial zurückzugreifen und darauf die notwendigen Untersuchungen aufzubauen.

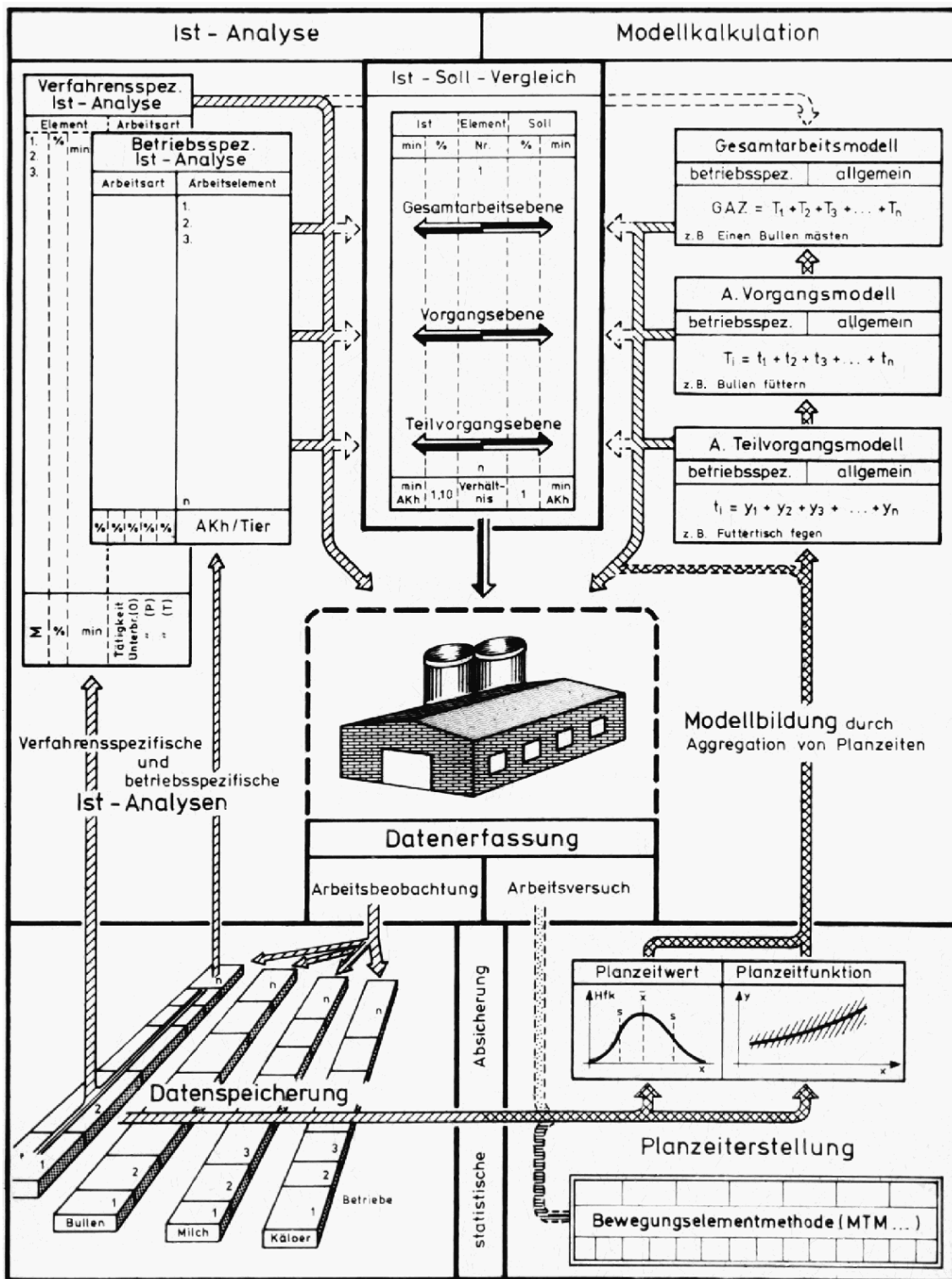


Abbildung 2: Arbeitszeitanalyse in der Landwirtschaft

Als drittes Teilziel steht das Problem der **Ist-Analyse landwirtschaftlicher Arbeitsabläufe** zur Lösung an. Um die praktischen Verhältnisse exakt analysierbar und durchschaubar machen zu können, sind zwei Möglichkeiten der Ist-Analyse vorzusehen. Als erstes ist der Ein-

zelbetrieb zu untersuchen, um an seinen Verhältnissen die schwachen Stellen und damit die Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen zu können. Darüber hinaus muss zweitens aber auch eine verfahrensspezifische Ist-Analyse möglich sein. Diese hat die Analyse identischer Arbeitsverfahren aus praktischen Betrieben zum Ziel und deckt die Stärken und Schwächen dieser Verfahren auf.

Im vierten Teilziel müssen Methoden zur **Erstellung und statistischen Absicherung** von Planzeiten erarbeitet werden. Ein wesentliches Augenmerk verdient dabei die Einbeziehung der zu erwartenden Streubereiche. Eine Planzeit setzt sich danach aus einem fixen Datum als repräsentativem Wert und dem zu erwartenden Streubereich um diesen Wert zusammen. Gleichzeitig muss versucht werden, die an eine Planzeit gebundene und dabei zu erwartende Tätigkeitsunterbrechung direkt als Faktor oder als Funktion zuzuordnen. Diese Planzeiten sind dann

im fünften Teilziel, angelehnt an die praktischen Arbeitsabläufe, zu **aggregieren**, um damit zu größeren und in der Anwendung einfacheren Einheiten zu gelangen. Da die Grundlage für alle Modelle die Planzeiten bilden, ist darauf zu achten, dass alle in den Planzeiten enthaltenen Aussagen auch in der jeweiligen Aggregationsstufe erhalten bleiben. Nur dann kann auch das Modell die Aufgabe der Analyse erfüllen.

Im sechsten und letzten Teilziel muss versucht werden, die im Einzelbetrieb erfassten und in der Ist-Analyse ausgewerteten Daten einem auf die betriebspezifischen Verhältnisse ausgerichteten Modell im **Ist-Soll-Vergleich** gegenüberzustellen. Dieser Vergleich, der in der Industrie seit langem einen festen Bestandteil des Arbeitsstudiums bildet, kann auch in der Landwirtschaft wirksame Entscheidungshilfen erbringen. Er ermöglicht nämlich im Vergleich auf der einen Seite die Überprüfung des Modellansatzes und führt damit zu praxisnahen Kalkulationsdaten, auf der anderen Seite stellt darin das Modell den Maßstab für den Ist-Ablauf dar und erlaubt dem Berater und dem Landwirt eine objektive Überprüfung und Kontrolle des bestehenden Arbeitsablaufes.

Da die geplante Arbeit einen sehr hohen Rechen- und Datenspeicherungsaufwand erwarten lässt, muss von Anfang an die gesamte Auswertung auf die elektronische Datenverarbeitung (EDV) aufgebaut werden. Nur dann ist zu erwarten, dass ein derartiges System der Arbeitszeitanalyse und der Modellkalkulation eine schnelle und wirksame Hilfe für Wissenschaft und Beratung werden kann.

2 Die methodischen Grundlagen zur Zeitfindung

2.1 Zielsetzung

Aufbauend auf die Arbeit in der Praxis sollen in diesem Kapitel die vorhandenen Methoden der Zeitfindung auf ihre Brauchbarkeit für landwirtschaftliche Arbeiten überprüft werden. Dabei steht die Forderung nach einer einfachen Anwendung und nach einer mehrfachen Verwendung der ermittelten Daten im Vordergrund.

Den Ausgangspunkt zu diesem Vorhaben kann die Industrie bilden, denn dort ist die Ist-Analyse ein wertvolles Hilfsmittel bei allen Maßnahmen des Arbeitsstudiums. Die dabei angewendeten Methoden bedenkenlos für die Arbeiten in der Landwirtschaft zu übernehmen, wäre aber ebenso falsch wie die Erstellung einer eigenen, von der Industrie losgelösten Erhebungsmethode. Vielmehr muss versucht werden, bestehende und über einen längeren Zeitraum bewährte Methoden zu prüfen und so abzuändern, dass sie für den Bereich der Landwirtschaft angewendet werden können. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, die Arbeit in der Landwirtschaft der in der Industrie gegenüberstellen und aus den Unterschieden notwendige methodische Änderungen abzuleiten.

2.2 Die Arbeitseinflüsse in der Landwirtschaft und eine Gegenüberstellung zu denen der Industrie

Arbeitsabläufe in der Landwirtschaft unterliegen ihren eigenen Bedingungen, die durch die Eigenschaft der Urproduktion sehr stark geprägt sind. Insbesondere handelt es sich bei der Ausführung von Arbeiten in der Landwirtschaft um:

- **viele und in der Regel sehr kleine Produktionseinheiten** (Betriebe),
- **starke Witterungsabhängigkeit** insbesondere bei der Außenwirtschaft,
- **die Einbeziehung biologischer Faktoren** und deren Streubreite wie Wachstum und Reife landwirtschaftlicher Produkte,
- **den Einsatz verschiedenartiger Arbeitshilfsmittel** wie z.B. unterschiedlichste Schleppertypen und Schlepperarten für die gleiche Arbeit oder verschiedenartigste Geräteformen bei der Stallarbeit,

-
- **den Einsatz unterschiedlichster Materialien**, bedingt durch die Einbeziehung der Biologie in die Materialerzeugung (Wachstum, Reife) und durch die verschiedenen Produktionsverfahren (Kurz- und Langstroh),
 - **eine fehlende Methodentreue** infolge geringer Übung oder geringer Häufigkeit der Arbeitsausführung,
 - **fehlenden Leistungszwang**, da der Ausführende zumeist auch Produktionseigner ist und Gesetze der Gewohnheit ihn sehr stark binden.

Auch innerhalb der Landwirtschaftsbetriebe herrschen starke Unterschiede, wenn die Arbeitsabläufe der Innen- und Außenwirtschaft gesondert betrachtet werden. Um diese Unterschiede aufzuzeigen, wurde in Tabelle 1 eine Gegenüberstellung der Arbeitseinflüsse vorgenommen, wie sie in der Industrie und in der Landwirtschaft anzutreffen sind, wobei letztere in Innen- und Außenwirtschaft getrennt wurde.

Dabei zeigt sich, dass die fast idealen Voraussetzungen der Industrie in der Landwirtschaft nirgends erreicht werden, und dass die Abweichungen bei den Arbeitseinflüssen zum Teil direkt konträr zu denen der Industrie sind. Der Bereich der Innenwirtschaft nimmt dabei eine Zwischenstellung ein. Vor allem in Großbetrieben dürfte er den Voraussetzungen der Industrie sehr nahe kommen, während er in kleinen und kleinsten Betrieben mehr zu den Verhältnissen der Außenwirtschaft neigt.

Insgesamt kann aus dieser Gegenüberstellung gefolgert werden, dass aufgrund der unterschiedlichen Voraussetzungen bewährte Methoden aus der Industrie nicht bedingungslos übernommen werden können. Es bietet sich aber an, auf das ihnen zugrundeliegende Gedankengerüst aufzubauen und nach möglicher einheitlicher Definition die notwendigen Änderungen oder Ergänzungen vorzunehmen. Dabei steht bei REFA an erster Stelle die Gliederung der Arbeit in Arbeitsabschnitte.

Tabelle 1: Arbeitseinflüsse und Zeitstudienwesen in Industrie und Landwirtschaft

Ausprägung in der		INDUSTRIE		LANDWIRTSCHAFT	
		Innenwirtschaft		Außenwirtschaft	
Merkmal					
ARBEITSEINFLÜSSE	Arbeitsablauf	kurzzyklisch	kurz- und langzyklisch	langzyklisch	
	Arbeitsorganisation	exakte Planung	Planung, Zufall, Tradition	Planung, Zufall, Tradition	
	Arbeitsbedingungen	konstant	wechselnd	stark wechselnd	
	Arbeitsplatz	fest zugeteilt	wechselnd	stark wechselnd	
	Arbeitsplatzgestaltung	im Fordergrund	bekannt	unbekannt	
	Arbeitsausführung nach	ökonomischen Gesetzen	ökon. u. biolog. Gesetze	ökon. u. biolog. Gesetze	
METHODEN	Übungsgrad	hoch	mittel	gering	
	Zahl d. Zeitnehmer	groß	gering	gering	
	Streuung der Meßwerte	gering	groß	sehr groß	
	Reproduzierbarkeit	leicht möglich	möglich	z.T. unmöglich	
	Zeitstudienmethode	2 Standardmethoden *)	jede Institution wendet eigene Methode an		
	Planzeiterstellung	nach Zeitstudie oder Bewegungsablauf	von einzelnen Sachbearbeitern erstellte Faustzahlen		

*) REFA - Streuzahlverfahren
 REFA - Variationszahlverfahren

2.3 Die Gliederung der Arbeit in Arbeitsabschnitte und Arbeitsarten

Jede Analyse geht so vor, dass sie ein nicht durchschaubares Ganzes in fassbare und in sich geschlossene Teile zerlegt, deren Eigenschaften beschreibt und in allgemeiner Form darstellt. Für die Analyse der Arbeit bietet sich dazu die **Gliederung in Zeitanteile** an, denn als gerichtete Größe kann damit der Ablauf exakt ermittelt und in aufeinanderfolgende Teile abgegrenzt werden. KAMINSKY 1971 [15] beschreibt den Teil der Analyse, der sich mit der Gliederung befasst, als die Festlegung und das zeitliche und örtliche Hinter- und Nebeneinander der zur Erzielung eines bestimmten Arbeitsergebnisses auszuführenden Arbeitsvorgänge. Er gibt auch einen Überblick über eine Reihe möglicher Gliederungsvorschläge. Sie sind in Tabelle 2 wiedergegeben und wurden durch die Gliederung bei REFA und einen eigenen Gliederungsvorschlag ergänzt.

2.3.1 Arbeitsabschnitte in der Literatur und ein eigener Vorschlag

Nach Tabelle 2 zeigt sich, dass z. T. gleiche Begriffe auf unterschiedlicher Stufe verwendet werden oder dass für gleichlautende Inhalte die Begriffe unterschiedlich sind. Der Grund dafür kann sein, dass verschiedene Zielsetzungen zu diesen Gliederungsvorschlägen führten [15]. Dies ist umso unverständlicher, als alle Gliederungsvorschläge das Ziel haben, die für einen abgegrenzten Arbeitsabschnitt aufgewendete oder die zu benötigende Zeit zu bestimmen. Die logische Abgrenzung wäre demnach die Gliederung in erfassbare, d. h. messbare Abschnitte. Dann müsste es möglich sein, mit der geringsten Zahl an Abschnitten auszukommen. Dieser Gedanke liegt dem eigenen Vorschlag zugrunde. Dabei wird von der zu erledigenden Gesamtarbeit ausgegangen und diese direkt in ein- oder mehrmals durchzuführende Arbeitsvorgänge gegliedert. Diese unterteilen sich dann in die kürzeren, aber in sich geschlossenen Arbeitsteilvorgänge und in die Arbeitselemente. Nach der Art der Zeitfindung würde diese Vorgehensweise mit dem Begriff der Zeitstudie bezeichnet, wenn das Arbeitselement die kleinste Einheit darstellt. Wird dagegen bis in die Bewegungsgrundelemente aufgegliedert, dann würde dafür der Begriff der Bewegungsstudie stehen.

Ein Arbeitselement ist in diesem Vorschlag jeder Ablaufabschnitt, der einen in sich geschlossenen Arbeitsablauf darstellt und bei rein manuellen Tätigkeiten aus Bewegungen gebildet wird. Auf ihn wirken die gleichen Einflussfaktoren ein. In seiner zeitlichen Dauer ist er mit üblichen Stoppuhren ohne große Fehler **zu erfassen**.

Tabelle 2: Möglichkeiten der Gliederung der Arbeit in Abschnitte

Stufe	NORDSIECK	USA	HILF	KAMINSKY	REFA	EIGENER VORSCHLAG	Analyse	
							Zeitsstudie	Bewegungsstudie
1	-	-	Gesamtauftrag	Gesamtauftrag	Projekt	Gesamtarbeit		
2	Arbeitsablauf	process	Einzelauftrag	Einzelauftrag	Teilprojekt	(Teilarbeit)		
3	Arbeitszyklus	operation	Arbeitsvorgang	Arbeitsvorgang	Projektstufe	Arbeitsvorgang		
4	Arbeitsreihe	work	-	Arbeitssteilvor-	Vorgang	Arbeitssteilvor-		
5	Arbeitsstufe Teilarbeit	element	Arbeitsstufe	Arbeitsstufe	Teilvorgang	Arbeitssteilvor-		
6	Arbeitselement	work item	Arbeitsgrund-	Arbeitselement	Vorgangsstufe	Arbeitselement		
7	-	therblig	Bewegungsgrund-	Bewegungsgrund-	-	-		Bewegungsgrund-
			element	element	Vorgangselement	Bewegungselement		element

Quelle: REFA, Teil 1, München 1972, 74-79
 KAMINSKY G., Praktikum der Arbeitswissenschaft, München 1971, 29-31

Ein Bewegungsgrundelement ist die zu einer Arbeit beitragende Hand-, Arm-, Fuß-, Bein- oder Körperbewegung. In seiner zeitlichen Dauer ist es mit üblichen Zeitmessgeräten **nicht erfassbar**.

Gegen eine Gliederung in Abschnitte wurden von wissenschaftlicher Seite Einwände erhoben. Insbesondere stellten SCHMIDTKE und STIER 1960 [34] fest, dass die Zeitsumme der kleinsten Abschnitte nicht der gemessenen Zeit entspricht, wenn sie ohne Untergliederung gemessen wird. Der davon abgeleitete **Gestaltscharakter** (nach HAMMER 1969 [10]) konnte aber weder von SANFLEBER 1965 [31], noch von SCHLAICH 1967 [33] nachgewiesen werden. Einer Gliederung in Arbeitsabschnitte stehen somit keine Bedenken gegenüber.

2.3.2 Die Gliederung der Arbeit am Beispiel Bullenmast

Aufbauend auf den eigenen Gliederungsvorschlag in Tabelle 2 wurde in Abbildung 3 die Gliederung in der Bullenmast dargestellt. Darin stehen als oberste Ebene die verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztierarten. Jede davon kann in verschiedene Produktionsrichtungen gegliedert werden. Für die Erzeugung eines Mastbullen steht dann der Begriff der Gesamtarbeit. Schließlich zeigen die zur Erzeugung eines Bullen notwendigen **Arbeitsvorgänge** jene Ablaufabschnitte auf, die nach RÖHNER 1956 [29]

dem vorgesehenen Zweck dienen,
am gleichen Ort,
in der gleichen Zeit und
mit dem Zwecke entsprechenden Hilfsmitteln durchgeführt werden.

Dabei treten das Füttern und das Entmisten als tägliche Arbeiten am häufigsten auf, während alle anderen Arbeitsvorgänge als nichttägliche Arbeiten nur zu bestimmten Zeiten vorkommen.

Eindeutig ist auch die Gliederung des Arbeitsvorganges Füttern in die daran beteiligten **Teilvorgänge**. Sie laufen in der aufgezeigten Form direkt hintereinander ab und werden täglich ein- bis zweimal durchgeführt. Auch der einzelne Teilvorgang lässt sich wiederum in nacheinander ablaufende Tätigkeiten gliedern und dann zu den **Arbeitselementen** führen.

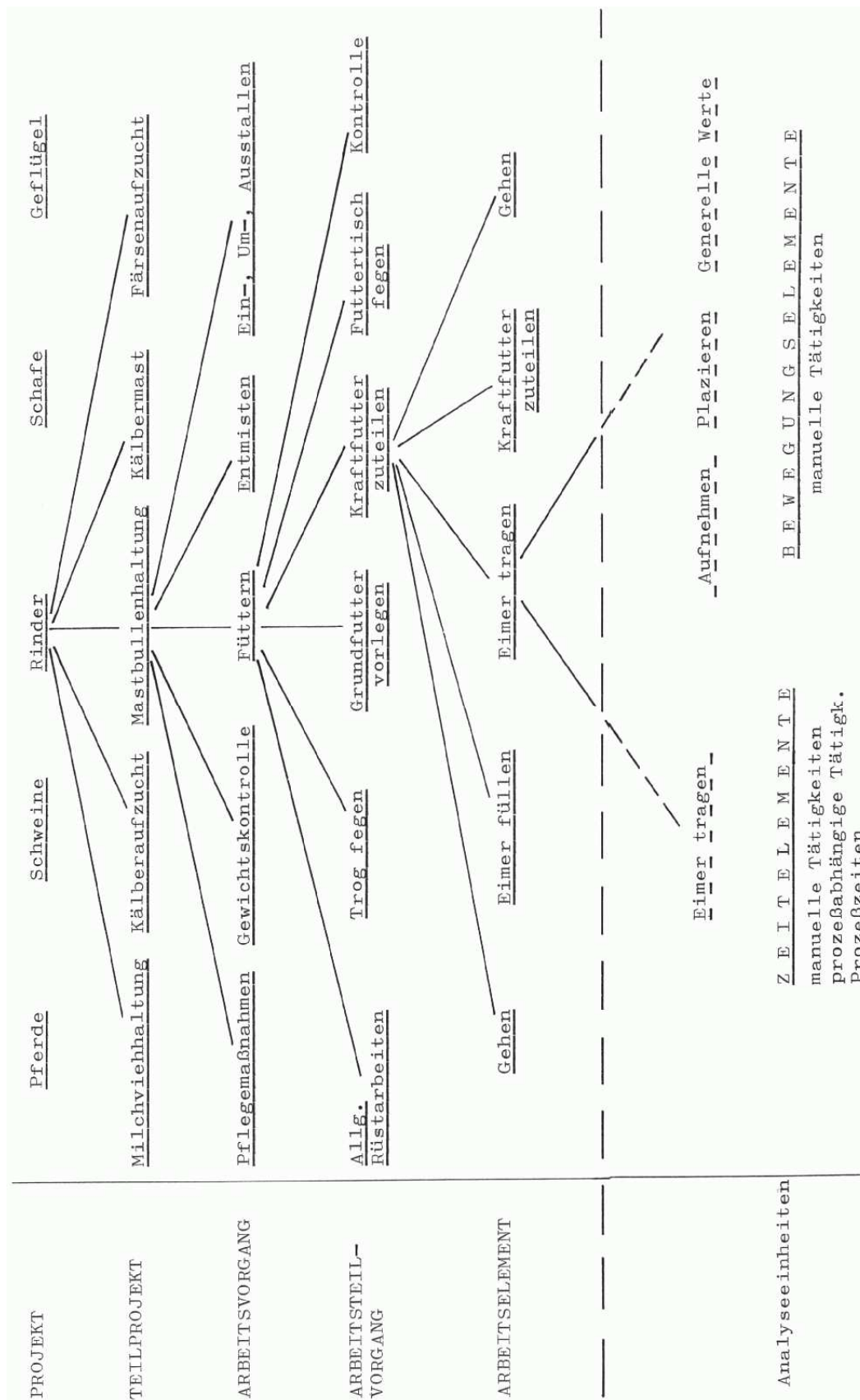


Abbildung 3: Gliederung der Arbeit in der Bullenmast in Arbeitsabschnitte

Auf dieser Ebene muss entschieden werden, ob eine Zeitmessung erfolgen soll oder nicht. Soll der Zeitbedarf für das Arbeitselement „Eimer tragen“ gemessen werden, dann ist das Arbeitselement zugleich **Zeitelement**, andernfalls könnten die einzelnen Bewegungen wie Schritte in Form von **Bewegungselementen** festgehalten und dafür der Zeitbedarf ermittelt werden.

2.3.3 Die Arten einer Arbeit

Auf der Ebene der Arbeitselemente werden aber nicht nur die reinen Tätigkeiten, sondern auch die Tätigkeitsunterbrechungen sichtbar. Diese als Verlustzeiten in bezug auf das Arbeitsziel zu definierenden Zeitanteile können z.B. durch Störungen an den eingesetzten Maschinen hervorgerufen werden. Es sind aber auch Erholzeiten nach einer bestimmten Arbeitsdauer als Ausgleich für die physische und/oder psychische Belastung der Arbeitsperson.

Eine für die Landwirtschaft eindeutige Einordnung der einzelnen Tätigkeiten wurde von RÖHNER vorgeschlagen und 1995 vom „Internationalen Ring für Landarbeit“ für verbindlich erklärt [29]. Darin werden die Arbeitsarten nach kausalen und finalen Gesichtspunkten eingeteilt. Für die Feldarbeit führt dies zum typischen Ablauf

Rüstzeit – Wegezeit – Hauptzeit – Nebenzeit – Verlustzeit.

Jede Arbeitsart wird weiter untergliedert. Da sich aber nicht alle Arbeiten ohne Schwierigkeiten in dieses Schema einordnen lassen und z.B. bei Transportarbeiten die Wegezeit zur Hauptzeit wird, konnte sich diese Art der Gliederung nicht in allen Fällen durchsetzen.

Wesentlich günstiger erscheint hier die Einordnung der Arbeitsart in den Vorschlag nach REFA. Dort steht der **Mensch** im Mittelpunkt der Betrachtung. Da jede Arbeit vom Menschen durchgeführt oder überwacht wird und seine Arbeitszeit knapp ist, kann nach diesem Vorschlag seine Arbeitszeit eindeutig in Arbeitsarten untergliedert werden (Abb. 4).

Auf dieser Abbildung wird eine erste Trennung in Tätigkeiten und in Tätigkeitsunterbrechungen vorgenommen und dann nur noch einmal untergliedert. Für die Tätigkeiten ist dabei das Arbeitsziel wichtig. Alleine die dem Ziel dienende Tätigkeit wird zur Haupttätigkeit und im Hauptzeitaufwand/-bedarf ausgewiesen. Alle anderen Tätigkeiten sind Nebentätigkeiten oder, falls sie nur indirekt dem Arbeitsfortschritt dienen, zusätzliche Tätigkeiten (eventuell auch nicht definierbare Tätigkeiten).

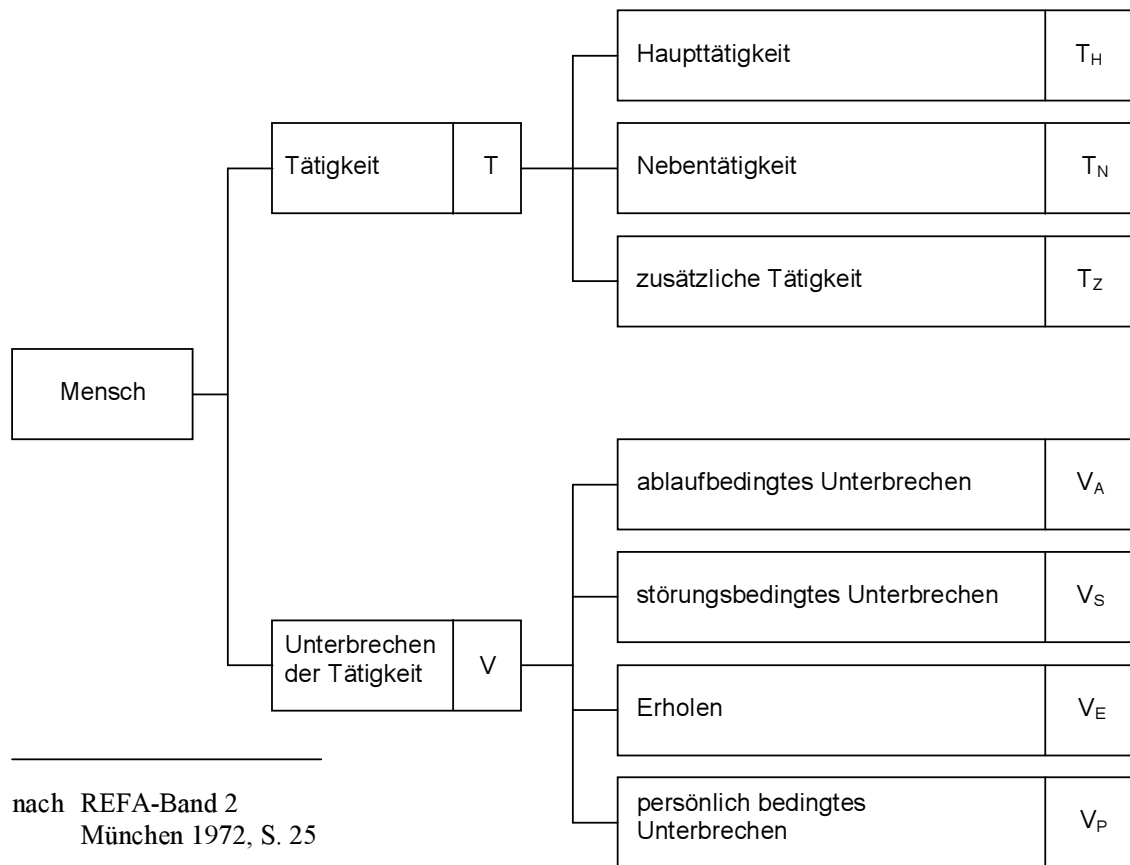


Abbildung 4: Die Arbeitsarten in Bezug auf den Menschen

Jede **Tätigkeitsunterbrechung** ist eine Verlustzeit. Sie kann hervorgerufen werden durch den **Arbeitsablauf** als Wartezeit auf einen technischen Vorgang (z.B. Überwachung der Silofräse) oder durch die Arbeitsorganisation (z.B. bei Mehrmannarbeiten). Im Unterschied dazu treten vor allem bei mechanisierten Arbeitsvorgängen **Störzeiten** auf. Sie müssen als eigene Arbeitsart betrachtet werden. Darüber hinaus können **persönliche Verlustzeiten** isoliert werden (Zeiten für persönliche Bedürfnisse), sowie der **Erholung** dienende Zeiten.

2.4 Zeitfindungsmethoden und die Wahl der geeigneten Methode für die Arbeit in der Landwirtschaft

Nachdem durch die Beschreibung der Einflüsse auf die Arbeit in der Landwirtschaft und durch die Gliederung in Arbeitsabschnitte und Arbeitsarten die Voraussetzungen zur Analyse der Arbeitszeit in bestehenden oder geplanten Arbeitsabläufen geschaffen wurden, sollen in diesem Abschnitt vorhandene Zeitfindungsmethoden auf ihre Brauchbarkeit für die Landwirtschaft untersucht werden.

2.4.1 Die bestehenden Zeitfindungsmethoden

Anknüpfend an die kleinsten Ablaufabschnitte, die Arbeitselemente, können alle vorhandenen Methoden nach der zugrundeliegenden Zeitfindung in zwei Gruppen eingeteilt werden. Wird bei einer Methode der Zeitaufwand aufgrund der für ein Arbeitselement benötigten Zeit gemessen, dann ist sie den **Zeitelementmethoden** zuzuordnen. Andernfalls kann der Zeitbedarf aus den zu einer Arbeit notwendigen Bewegungen errechnet werden und gehört damit zur **Bewegungselementmethode**. Gleichlautende Begriffe dafür wären die Direkt- und die Indirektzeitmessung. Innerhalb dieser beiden Gruppen haben sich bisher mehrere verschiedene Methoden herausgebildet, von denen die wichtigsten in Abbildung 5 dargestellt sind.

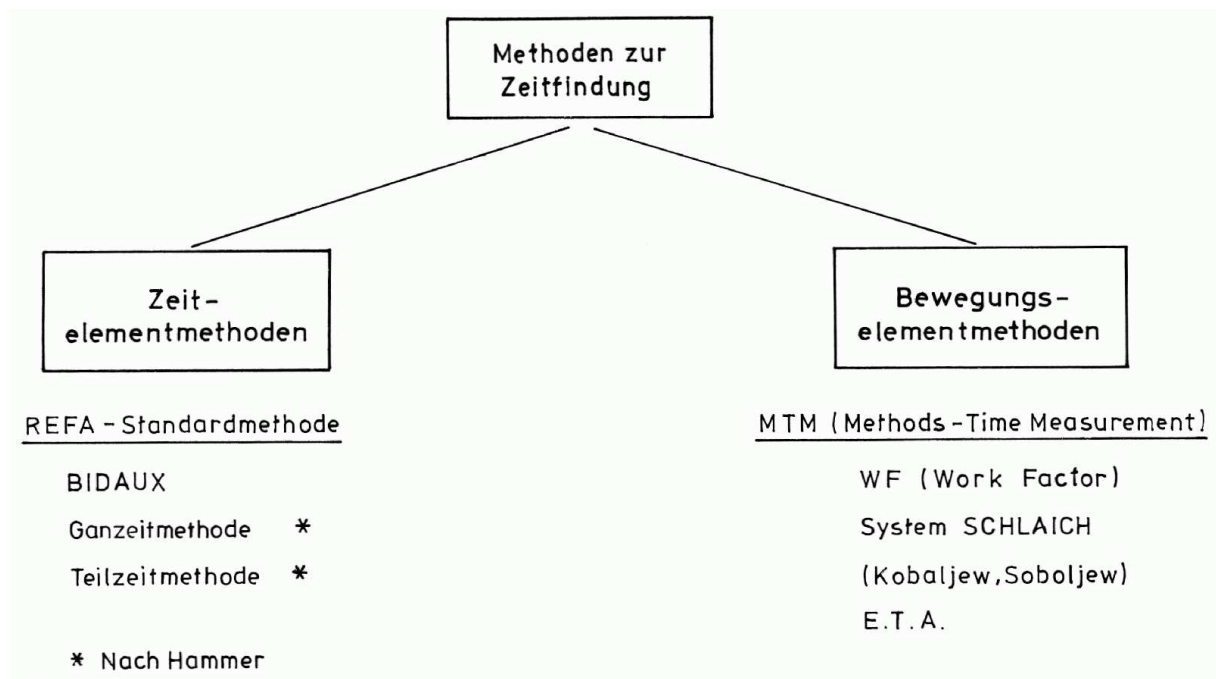


Abbildung 5: Methoden zur Zeitfindung

Innerhalb der **Zeitelementmethoden** kommt der REFA-Standardmethode die größte Bedeutung zu. Auch die Methode nach BIDAUX [27] wird in der Industrie vielfach angewandt, weil sie die Variabilität der menschlichen Arbeitskraft ohne Beurteilung in die Methode einbezieht. In der Landwirtschaft wurde bisher die sogenannte **Teilzeitmethode** angewandt. Dieser Begriff ist allerdings nicht richtig, denn alle Zeitfindungsmethoden nehmen eine Gliederung in Abschnitte vor. Sie bestimmen also alle den Zeitbedarf für Teilarbeiten und wären somit alle Teilzeitmethoden. Auch der Begriff der **Ganzzzeitmethode** ist nicht zutreffend, da nach HAMMER mit der Bezeichnung „Ganz“ lediglich die Zahl der Einflussgrößen gemeint ist. Bei einer Ganzzzeitmethode müsste aber der Zeitaufwand z.B. für die Mast eines Bullen

ohne Untergliederung in Zeitbedarf für das Füttern usw. bestimmt werden. Diese könnte allenfalls über eine rechnende, nicht aber über eine messende Methoden möglich sein.

Bei den **Bewegungselementmethoden** dürfte heute MTM (Methoden-Zeit-Messung) [21] die am häufigsten angewandte Methode sein, aber auch WORC Factor [33] hat sich weiter verbreitet. Dagegen blieb dem System nach SCHLAICH 1967 [33] als integrierende Methode von MTM und WF der Durchbruch versagt. Eine schon bestehende Abwandlung für die Ansprüche der Landwirtschaft besteht in der E.T.A.-Methode (Elemental times in Agriculture), welche auf MTM aufbauend ein reines Planzeitsystem darstellt und damit für die Analyse bestehender Arbeitsabläufe weniger geeignet ist.

Nach den Zielen der Zeitfindung soll eine für die Landwirtschaft geeignete Methode sowohl bestehende als auch zu planende Arbeiten erfassen können und dabei den Zeitbedarf als Funktion der Einflussgrößen wiedergeben. Eine erste Entscheidung über die Brauchbarkeit einer bestehenden Methode kann deshalb aus einer Gegenüberstellung dieser Methoden getrennt nach Zeit- und Bewegungselementmethoden getroffen werden. Dabei sollten beide Blöcke an den gleichen, der Landwirtschaft eigenen Bedingungen gemessen werden.

Insbesondere sind dies:

Zeitfindung für **bestehende Arbeitsabläufe**,
Erfassung der **Streubreiten** bedingt durch den **Menschen** und die **Umwelt**,
Erfassung der Zeiten für **technische** und **mechanisierte Arbeitsabläufe**,
Erfassung aller im Ablauf enthaltenen **Ablaufarten** (z.B. **Verlustzeiten**),
Möglichkeit der **Erstellung von Planzeiten**.

2.4.1.1 Die Zeitelementmethoden

Die Zeitelementmethoden ermitteln den Zeitbedarf für Arbeitselemente mit einem Zeitmessinstrument, allgemein der Stoppuhr. Dazu muss das betreffende Arbeitselement durch Messpunkte abgegrenzt sein, und die einwirkenden Einflussgrößen müssen ihrem Umfang entsprechend ermittelt werden.

Das Zeitmaß ist nach REFA die

$$\text{Centiminute}^3 (\text{cmin}) = 1/100 \text{ min} = 1/6000 \text{ Std.} \quad (1)$$

Bedingt durch die Messung mit Messinstrumenten sind alle durch Zeitelementmethoden gemessenen Zeitwerte mit Messfehlern behaftet. Eine beliebige Teilbarkeit in kürzere Ablaufabschnitte ist deshalb nicht unbegrenzt möglich. MOEDE 1972 [27] ermittelte z.B. allein für die Reaktionszeit einen Fehler von 0,283 – 0,835 cmin. Dazu käme bei Messinstrumenten mit Zeigeranzeige oder automatischer Rundung auf ganze Centiminuten ein Ablesefehler von 0,5 – 0,9 cmin. In positiver Richtung addiert könnte somit bei einer Messung ein Fehler von bis zu 1,75 cmin entstehen. Wird aber davon ausgegangen, dass der Ablesefehler im Mittel immer 0,5 cmin betragen wird und auch eine mittlere Reaktionszeit von durchschnittlich 0,5 cmin entsteht, dann sind alle Zeitmessungen mit 1 cmin Fehler belastet. Dieser Fehler würde noch erhöht werden, wenn kleinste Teilzeiten gemessen werden und neben der Messung die Protokollierungsarbeiten zu erledigen sind. Aufgrund dieser Zusammenhänge kann als untere **noch messbare Teilzeit eine Zeitlänge von 10 cmin** abgeleitet werden, die in ungünstigen Fällen aber schon mit bis zu 20 % Messfehler belastet sein wird.

Durch die Einbeziehung dieser unteren Messgrenze in die Eigenschaften der Zeitelementmethoden wird es möglich, sie an den vorgegebenen Forderungen zu messen und die Vor- und Nachteile abzugrenzen (Tab. 3).

Tabelle 3: Die Vor- und Nachteile der Zeitelementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse

Forderung nach	Vorteil	Nachteil
1. Erfassung bestehender Arbeitsabläufe	einfach, schnell	untere Grenze durch Messgenauigkeit vorgegeben
2. Erfassung der in der Praxis üblichen Streubreite	wird mit der Variabilität erfasst	Variabilität kann nicht ausgeschaltet werden
3. Erfassung technisierter Arbeitsabläufe	können exakt erfasst werden	-
4. Erfassung der Ablaufarten (Verlustzeiten)	können exakt erfasst werden	-
5. Möglichkeiten der Planzeiterstellung	durch statistische Absicherung leicht möglich	Nur für schon gemessene Arbeitsabläufe möglich

³ Nach BGBL Nr. 55 vom 5.7.1969 stellt die Sekunde [s] das Basismaß für die Zeit im geschäftlichen und amtlichen Verkehr dar. Da ein Kalkulationssystem dem öffentlichen Verkehr dient, soll darin bis zu einer endgültigen Änderung (auch bei REFA) das Zeitmaß der Centiminute [cmin] beibehalten werden.

Es zeigt sich, dass bei relativ einfacher Erfassung beliebiger Arbeitsabläufe die **Variabilität der Arbeitsdurchführung** in den gemessenen Zeitwerten erhalten bleibt. Als entscheidender Nachteil muss allerdings die Notwendigkeit genannt werden, immer auf schon existente Arbeitsabläufe aufbauen zu müssen. Dieser Nachteil der Zeitelementmethoden wird zum Vorteil der Bewegungselementmethoden.

2.4.1.2 Die Bewegungselementmethoden

Allen Bewegungselementmethoden ist gemeinsam, dass sie für manuelle Tätigkeiten bei gleichbleibender Arbeitsmethode den Zeitbedarf aus den für die einzelnen Bewegungen notwendigen und nur einmal festgelegten (vorbestimmten) Normzeitwerten ableiten (deshalb auch die Bezeichnung Systeme vorbestimmter Zeiten = SvZ [26]).

Nach dieser Definition erfassen diese Methoden nur manuelle Tätigkeiten, d.h. Arbeiten, die von Maschinen nicht beeinflusst werden. **Maschinenabhängige oder echte Maschinenzeiten**, auch Prozesszeiten genannt (z.B. Futter mit einem Fütterungswagen verteilen), **müssen** auch bei den **Bewegungselementmethoden mit der Stoppuhr** bestimmt werden.

Bewegungselementmethoden **verdrängen deshalb die Stoppuhr nicht** aus der Zeitfindung, sondern ersetzen sie in dem Umfang, wie manuelle Tätigkeiten am Arbeitsablauf beteiligt sind.

Aufgrund der Zerlegung der Arbeitsabläufe erzeugen diese Methoden ein **Höchstmass an Information** über den Arbeitsinhalt. Dieser wesentliche Vorteil, der vor allem der Arbeitsplatzgestaltung zugute kommt, muss aber erkaufte werden durch einen **hohen Analyseaufwand**, der weit über das Ausmaß bisher benützter Methoden hinausgeht.

Aus diesen nur kurz angedeuteten Eigenschaften lassen sich auch für die Bewegungselementmethoden Vor- und Nachteile ableiten, die an den gleichen Kriterien wie bei den Zeitelementmethoden gemessen werden sollen (Tab. 4).

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Bewegungselementmethoden ihre großen Vorteile bei **rein manuellen Tätigkeiten** zeigen, wenn sich diese durch hohe Methodentreue auszeichnen. Dabei sind sie sogar in der Lage, **noch nicht existente Arbeitsabläufe** auf den zu erwartenden Zeitbedarf abzuschätzen. Ihre große Schwäche ist die Unbrauchbarkeit für technisierte Arbeitsabläufe.

Tabelle 4: Die Vor- und Nachteile der Bewegungselementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse

Forderung nach	Vorteil	Nachteil
1. Erfassung bestehender Arbeitsabläufe	vollständige Information über den manuellen Arbeitsinhalt	zeitaufwendig, besondere Schulung nötig
2. Erfassung der in der Praxis üblichen Streubreite	methodische Unterschiede können aufgezeigt werden	bei starker Variabilität der Arbeitsmethoden keine Analyse möglich
3. Erfassung technisierter Arbeitsabläufe	-	können nicht erfasst werden
4. Erfassung der Ablaufarten (Verlustzeiten)	-	können nicht erfasst werden
5. Möglichkeiten der Planzeiterstellung	für in der Vorstellung existente manuelle Arbeitsabläufe möglich	hoher Arbeitsaufwand, nur für Idealmethode gültig

2.4.2 Die ausgewählte Methode für Arbeitszeitanalysen

Nachdem beide Methoden der Zeitfindung isoliert betrachtet wurden, kann aus der Gegenüberstellung ein Hinweis über die Methode mit den größeren Vorzügen gewonnen werden. Allerdings sollen dabei nur die Vorteile betrachtet werden, die sich im Hinblick auf das Ziel dieser Arbeit aus den einzelnen Methoden ergeben. Die Kriterien sind dabei identisch mit den Tabellen 3 und 4. Als Vorteile ergeben sich in Tabelle 5:

Tabelle 5: Die Vorteile der Zeit- und Bewegungselementmethoden in Bezug auf die Arbeitszeitanalyse

Forderung nach	Vorteile der Zeitelementmethoden	Vorteile der Bewegungselementmethoden
1. Erfassung bestehender Arbeitsabläufe	einfach und schnell möglich	tiefgehende Analyse für manuellen Arbeitsanteil möglich
2. Erfassung der in der Praxis üblichen Streubreite	auch bei wechselnder Arbeitsmethode wird brauchbarer Mittelwert erzielt	bei einheitlicher Arbeitsmethode ein Höchstmaß an Analyseinformation möglich
3. Erfassung technisierter Arbeitsabläufe	einfach zu erfassen	-
4. Erfassung der Ablaufarten (Verlustzeiten)	einfach zu erfassen	-
5. Möglichkeit der Planzeiterstellung	durch statistische Auswertung sind die Haupteinflussgrößen abzusichern	auch für noch nicht existente manuelle Tätigkeiten möglich

Nach dieser Tabelle muss den Zeitelementmethoden der eindeutige Vorzug zur Arbeitszeitanalyse in der Landwirtschaft eingeräumt werden, da sie vor allem die vorhandene Streubreite des Arbeitszeitaufwandes durch die Arbeitsperson und die Arbeitsmethode erfassen können. Darüber hinaus sind sie auch in der Lage, den steigenden Anteil technisierter Arbeitsabläufe exakt zu erfassen. Trotzdem sollen die hervorstechenden Vorteile der Bewegungselementmethoden in bezug auf die Analyse manueller Tätigkeiten nicht außer Acht gelassen werden.

Es bietet sich deshalb geradezu an, beide Methodenblöcke zu verknüpfen, um so ein Höchstmaß an Analyseinformationen zu erhalten. Die **tragende Methode** muss dabei die **Zeitelementmethode** sein, denn nur sie ist in der Lage, alle bestehenden Arbeitsabläufe zu erfassen. Insbesondere bei der Planzeiterstellung für industrieähnliche Arbeiten wie im Melkstand oder in der Kälberhaltung soll diese Methode aber durch eine Bewegungselementmethode ergänzt werden. Dabei muss MTM den Vorzug erhalten, weil im E.T.A.-System erste Teile eines Planzeitsystems aufbauend auf diese Methode schon vorhanden sind. Nur dort, wo eine Arbeitsplatzgestaltung sinnvoll ist, kann MTM auch zur Analyse bestehender Arbeitsverfahren herangezogen werden.

2.5 Die Zeiterfassung durch Arbeitsbeobachtung und Arbeitsversuch sowie die Beurteilung des Leistungsgrades

Nach der Wahl der Zeitfindungsmethode für landwirtschaftliche Arbeiten muss noch die bestmögliche Zeiterfassung gefunden werden. Grundsätzlich stehen dazu zwei Methoden zur Verfügung [9, 29]:

1. der Arbeitsversuch im Labor,
2. die Arbeitsbeobachtung im Feld bzw. der Feldversuch.

Da aufgrund der Arbeiten von RÖHNER, KRAUSE und HAMMER [9] für diese beiden möglichen Arten der Zeiterfassung die Begriffe Arbeitsversuch und Arbeitsbeobachtung geprägt wurden, sollen diese beibehalten werden. Ergänzend sei allerdings vermerkt, dass der eigentliche Vorgang der Zeiterfassung nach REFA mit **Zeitaufnahme** bezeichnet wird und dieser untergeordnet ist der **Zeitstudie** als dem umfassenden Begriff aller Maßnahmen der Zeitelementmethoden zur Erfassung der Ist- und der Soll-Zeit.

Genau wie im vorigen Kapitel sollen auch diese beiden Methoden zuerst einzeln auf ihre Tauglichkeit untersucht werden, um dann aus der Gegenüberstellung die Methode mit den größeren Vorzügen auszuwählen. Die Kriterien der Erfassung sind

Tätigkeiten und
Tätigkeitsunterbrechungen,

sowie deren Untergliederung.

2.5.1 Der Arbeitsversuch

Nach HAMMER 1968 [9] wird im Arbeitsversuch ein Stück der Wirklichkeit reproduzierbar und dem Untersuchungszweck entsprechend gestaltet. Dabei können dann die einzelnen Faktoren planmäßig isoliert, variiert und kombiniert sowie der Gesamtversuch beliebig oft wiederholt werden. Nach dieser Definition stellt der Arbeitsversuch die ideale Methode zur Erfassung des Zeitbedarfes dar. Allerdings muss beachtet werden, dass dabei der **repräsentative Charakter** nicht verloren gehen darf und dass zur Abdeckung der gesamten landwirtschaftlichen Produktion nicht nur alle vorkommenden Arbeitshilfsmittel in den Versuch einbezogen, sondern dass auch alle in der Landwirtschaft arbeitenden Personen erfasst werden müssten. Die dafür notwendige repräsentative Stichprobe zu finden dürfte aber kaum möglich sein. Zudem besitzt der Arbeitsversuch die Eigenschaften aller Versuche, dass alle dem Versuchsziel nicht dienenden Tätigkeiten ausgeklammert sind. In bezug auf die Erfassungskriterien erbringt der Arbeitsversuch die in Tabelle 6 aufgezeigten Vor- und Nachteile.

Tabelle 6: Vor- und Nachteile des Arbeitsversuches

im Hinblick auf	Vorteil	Nachteil
Hauptzeit	wird exakt erfasst	nur für Arbeitsmethode im Versuch gültig
Nebenzeiten	werden exakt erfasst	nur für Arbeitsmethode im Versuch gültig
nicht definierbare Tätigkeiten	ausgeschaltet	notwendiger Anteil nicht zu ermitteln
ablaufbedingtes Unterbrechen	wird exakt erfasst	nur für Arbeitsmethode im Versuch gültig
Störzeiten	ausgeschaltet	keine Aussagemöglichkeit
persönliche Verlustzeiten	ausgeschaltet	keine Aussagemöglichkeit

Werden Zeitwerte im Arbeitsversuch ermittelt, dann beschreiben sie nach dieser Tabelle den Zeitaufwand sehr exakt. Allerdings berücksichtigen sie nur die Tätigkeiten und ablaufbedingte Unterbrechungen. Während die notwendige Erholzeit ermittelt werden könnte, bleiben persönliche und technische Verlustzeiten vollständig unberücksichtigt. Ihr Anteil an Arbeitsabläufen in der Praxis muss deshalb bei der Zeitermittlung im Arbeitsversuch durch eine besondere Methode ermittelt werden.

2.5.2 Die Arbeitsbeobachtung

Demgegenüber erfasst die Arbeitsbeobachtung den Arbeitsablauf in der Praxis und unter der Vielzahl der Einflüsse praktischer Betriebe. Voraussetzung für eine erfolgreiche Durchführung der Arbeitsbeobachtung ist allerdings die Bereitwilligkeit der zu beobachtenden Arbeitspersonen.

Damit ist die Arbeitsbeobachtung nicht isolierte und auf wenige Fälle eingeeengte Wirklichkeit, sondern die gesamte, in der Praxis übliche Ablauferscheinung. Die dabei ermittelten Daten sind demnach auch das Spiegelbild der Arbeit unter praktischen Bedingungen. Sie enthalten neben den Unterschieden in den Arbeitsmethoden auch die Vielfalt der Arbeitshilfsmittel, der Arbeitsgegenstände und der wechselnden klimatischen und biologischen Einflüsse. Darüber hinaus geben sie Hinweise auf die Tätigkeitsunterbrechungen der verschiedensten Art und werden insgesamt sehr stark beeinflusst von der Leistungsfähigkeit und der Leistungsbereitschaft der beobachteten Arbeitspersonen. Insgesamt gesehen liefert damit die Arbeitsbeobachtung ein weit umfangreicheres Datenmaterial als der Arbeitsversuch, es ist aber in all seinen Einflüssen mit großen Streubreiten behaftet.

In bezug auf die Erfassung der verschiedenen Ablaufarten kann die Arbeitsbeobachtung entsprechend Tabelle 7 bewertet werden.

Darin zeigt sich, dass mit Ausnahme der Erholzeiten alle Ablaufarten erfasst werden können. Es zeigt sich aber auch, dass unter Umständen große Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Einflussgrößen zu erwarten sind. Deshalb ist das erfasste Datenmaterial nur bei ausreichendem Umfang und nur mit Hilfe statistischer Auswertungsmethoden so abzusichern, dass aus ihnen allgemeingültige Planzeiten erstellt werden können.

Tabelle 7: Vor- und Nachteile der Arbeitsbeobachtung

im Hinblick auf	Vorteil	Nachteil
Hauptzeit	Erfassung mit Variabilität der Arbeitsmethode	evtl. nicht alle Einflussgrößen exakt zu bestimmen
Nebenzeit	Erfassung mit Variabilität der Arbeitsmethode	evtl. nicht alle Einflussgrößen exakt zu bestimmen
nicht definierbare Tätigkeiten	zu erfassen	evtl. Probleme bei der Zuordnung
ablaufbedingtes Unterbrechen	in Abhängigkeit von der Arbeitsmethode zu erfassen	-
Störzeiten	dem tatsächlichen Auftreten entsprechend zu erfassen	-
Erholzeiten	-	nicht zu erfassen
persönliche Verlustzeiten	dem tatsächlichen Auftreten entsprechend zu erfassen	-

Auf der anderen Seite ergibt sich daraus aber auch der große Vorteil, dass nur die **Haupteinflussgrößen** ermittelt werden können und so abgeleitete Planzeiten die Praxis wirklichkeitsnäher beschreiben. Somit kann aufgrund der größeren Informationsergiebigkeit und der Möglichkeit, mit Ausnahme der notwendigen Erholzeiten alle Arbeitsarten zu erfassen, der Arbeitsbeobachtung der Vorzug gegeben werden. Der Arbeitsversuch sollte dagegen immer dann bevorzugt werden, wenn exakte Aussagen über den Einfluss auch weniger bedeutender Einflussgrößen gefordert werden oder wenn die Arbeitsbelastung ermittelt werden soll; er bleibt somit den arbeitswissenschaftlichen Fragestellungen vorbehalten.

2.5.3 Die Leistungsgradbeurteilung

Werden Zeitbedarfszeiten in der Praxis ermittelt, dann zeigt sich schon sehr bald der starke Einfluss der in der Praxis tätigen Arbeitspersonen. SCHLAICH 1967 [33] führte die großen Schwankungen des Arbeitszeitbedarfes für in sich geschlossene und inhaltlich gleiche Arbeitsabläufe allein auf das Wollen und die Fähigkeiten der einzelnen Arbeitspersonen zurück. Diese Unterschiede werden bei REFA mit **Leistungsgrad** bezeichnet und sind auf die individuelle **Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft** zurückzuführen. Im einzelnen können unterschiedliche Faktoren ausschlaggebend sein. So erfordert z.B. ein sich abzeichnender Witterungsumschlag Höchstleistungen bei den täglich notwendigen Stallarbeiten, um möglichst lange Arbeitszeiten für die Feldarbeiten zu erhalten. Am Abend solcher Tage wird dann aufgrund der Ermüdung die Stallarbeit wesentlich mehr Zeit in Anspruch nehmen, weil so-

wohl die Leistungsbereitschaft als auch die Leistungsfähigkeit stark nachgelassen haben. Unter ähnlichen Bedingungen können auch die Arbeiten während des Winters betrachtet werden, die unter keinerlei Zeitdruck stehen.

Ein weiteres Beispiel kann am Erscheinen des Zeitstudienmannes im Betrieb aufgezeigt werden. Dabei legen manche Arbeitskräfte ein typisches Fehlverhalten an den Tag. Dieses Fehlverhalten zeigt sich aus **psychischer Sicht** durch mürrisches Auftreten und damit fehlende Motivation, Unsicherheit im Arbeitsrhythmus oder häufiges Unterbrechen der Tätigkeit ohne zwingenden Grund. **Physisches Fehlverhalten** ist zu erkennen an der Jagd nach Rekorden oder an der gegenteiligen Auffassung, die sich in äußerst behäbigem Arbeitsstil äußert.

Alle diese Unterschiede auch im Zeitbedarf müssen, um vergleichbar zu sein, auf ein einheitliches Maß gebracht werden. Dieses ist die Normalleistung und wird mit 100 % angenommen. REFA definiert die **Normalleistung** als

eine Tätigkeit, die bei Eignung und Übung der Arbeitskraft ohne Schäden über das ganze Berufsleben ausgeführt werden kann.

Deshalb müssen alle Arbeitsbeobachtungen mit einer Leistungsgradbeurteilung verbunden sein. Im Sinne einer realistischen⁴ Beurteilung sollten aber nur Angaben im Bereich von 80 - 125 % vorgenommen werden, wobei auch nicht feiner als in 5 %-Schritten abgestuft werden sollte. Liegen Arbeitspersonen außerhalb dieser Spanne, so sind sie von der Arbeitsbeobachtung auszuschließen.

2.6 Zusammenfassende Betrachtung zu den Grundlagen der Zeitfindung

Nach der Untersuchung der Analysemöglichkeiten von Arbeitsabläufen unter der besonderen Berücksichtigung der Verhältnisse in der Landwirtschaft kann folgende Feststellung getroffen werden:

In einem landwirtschaftlichen Kalkulationssystem mit integrierter Erfassung der Ist-Situation und **daraus abgeleitet der Erstellung allgemeingültiger und universell anwendbarer Planzeiten zur Modellkalkulation kann nur die Arbeitsbeobach-**

⁴ In der Industrie wird aufgrund sozialer Forderungen in den letzten Jahren die gesamte Leistungsgradbeurteilung verfälscht. So wird in vielen Betrieben der Leistungsgrad als Möglichkeit für eine höhere, von den Tarifpartnern aber nicht vereinbarte Entlohnung herangezogen. Dadurch sind Leistungsgrade von 130 % meistens die Regel geworden und 180 – 200 % durchaus in den Bereich des Möglichen gerückt.

tung das notwendige Datenmaterial erbringen und in diesem die Verhältnisse der Landwirtschaft wiedergeben. Allerdings ist es erforderlich, bei der Datenerfassung den Leistungsgrad der Arbeitspersonen zu berücksichtigen und – solange bessere Methoden fehlen – ihn nach der Methode des REFA zu beurteilen. Der **Arbeitsversuch** sollte wegen des höheren Aufwandes der Ermittlung der Arbeitsschwere und damit verbunden der Ermittlung der Erholzeiten vorbehalten bleiben.

Für Untersuchungen in spezialisierten Betrieben kann eine, über das Zeitmaß an die Zeitelementmethode angegliederte **Bewegungselementmethode** nützlich sein. Sie bringt auch bei der Planzeiterstellung Vorteile, wenn damit noch nicht existente manuelle Arbeitsabläufe im vorhinein auf ihren Zeitbedarf abgeschätzt werden können.

3 Zeitaufnahme, Datenaufbereitung und Datenspeicherung

Nach dem Gesamtkonzept der Arbeitszeitkalkulation (Abb. 2) stellt die Arbeit in den landwirtschaftlichen Betrieben die Ausgangssituation zur Analyse bestehender Arbeitsabläufe dar. In gleicher Weise dient sie der Erfassung von Zeitdaten zur Ableitung eines allgemeingültigen planungstechnischen Zahlenmaterials, den Planzeiten. Da diese Daten in den verschiedensten Betrieben gemessen werden, bedarf es einer einheitlichen Methode der Datenerfassung, der Datenaufbereitung und der Datenspeicherung, um jeden gemessenen Zeitwert allen Auswertungsschritten zuführen zu können.

3.1 Die Zeitaufnahme

Den Ausgangspunkt aller Arbeitsanalysen und Modellkalkulationen stellt die Datenerfassung in den praktischen Betrieben dar. Nach REFA wird sie Zeitaufnahme genannt. Ihr Ziel ist das Erfassen des Zeitaufwandes für einen bestehenden Arbeitsablauf in seinen kleinsten noch messbaren Abschnitten, den Arbeitselementen. Neben dem Zeitaufwand gilt es, die Einflussgrößen nach Art, Größe und Umfang zu ermitteln, Tätigkeitsunterbrechungen und deren Ursachen festzustellen und den Leistungsgrad der an der Arbeitsausführung beteiligten Arbeitspersonen zu beurteilen.

Entsprechend dieser Zielsetzung können alle in einem Arbeitsablauf enthaltenen Arbeitsarten nur erfasst werden, wenn eine lückenlose Aufzeichnung durchgeführt wird. Definitionsgemäß wäre eine derartige Vorgehensweise mit Gesamtzeiterhebung zu bezeichnen. Allerdings käme es dann sehr leicht zur Verwechslung mit dem schon vergebenen Begriff Gesamtarbeitszeitaufwand (GAZ) kommen [17]. Deshalb wird für eine, über die volle Arbeitszeit gehende Beobachtung der Begriff **Vollzeiterhebung** vorgeschlagen.

Vollzeiterhebung bedeutet aber nicht unbedingt die Erfassung eines ganzen Arbeitsvorganges. In vielen Fällen interessieren nur die zeitbestimmenden Teilvorgänge wie in der Milchviehhaltung das Melken. Auch dann liegt eine Vollzeiterhebung vor und auch sie ist mit anderen Erhebungen vergleichbar, wenn bei der Arbeitsbeobachtung der folgende Ablauf eingehalten wurde:

1. Erfassung und Beschreibung des Arbeitsablaufes,
2. Durchführung der Arbeitsbeobachtung,

3. Prüfung der Vollzeiterhebung auf Vollständigkeit und Ermittlung des Gesamtergebnisses.

Diese Schritte sollen nun einzeln erläutert werden.

3.1.1 Erfassung und Beschreibung des Arbeitsablaufes

Grundlage für jede Arbeitsbeobachtung ist die exakte Aufzeichnung der am Arbeitsplatz vorfindenen Realitäten. Dazu hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den zu beobachtenden Betrieb vorher aufzusuchen und mit den Arbeitspersonen die Vorgehensweise abzusprechen. Es können so auch außerplanmäßige Arbeiten mit erfasst werden, wenn Zeitnehmer und Arbeitsperson eine zeitlich günstige Übereinkunft über die Durchführung der Beobachtung erreichen. Außerdem muss die zu beobachtende Arbeitsperson über den Sinn und den Zweck des Unterfangens unterrichtet werden. Dies ist vor allem dann sehr wichtig, wenn die Arbeitsperson nicht der Eigentümer, sondern ein Lohnempfänger ist. Bei dieser Besprechung wird auch die **Beschreibung des Arbeitsablaufes** durchgeführt. Um dies zu erleichtern und um alle notwendigen Angaben zu erhalten, wurde in Anlehnung an KRAUSE 1964 [16], sowie SCHÖN und AUERNHAMMER 1972 [35] das Formblatt Nr. 1 (Anhang Seite 182) entwickelt, in dessen Mittelpunkt eine Skizze des Arbeitsablaufes oder der Grundriss der Gebäude für Arbeiten in der Innenwirtschaft steht. Die gewissenhafte Anfertigung dieser **Skizze** und die exakte **Vermaßung** erspart im späteren Schritt der Prüfung auf Vollständigkeit viele Nachfragen, weil fast alle Entfernungen und damit auch die Messpunkte der Skizze entnommen werden können. Außerdem hat es sich als zweckmäßig erwiesen, für jede Arbeitsbeobachtung eine kurze **Betriebsbeschreibung** durchzuführen und darauf auch die bei der Arbeitsbeobachtung nicht erkennbaren Daten mitzuerfassen. Dies sind insbesondere Angaben zum Produktionsablauf, wie bei der Bullenmast Fragen über

Haltungsdauer, An- und Verkaufsgewichte,
Ein-, Aus- und Umstellungen,
Tierverluste,
Ankauf- und Verkaufsgewohnheiten,
Mängelangaben zum Produktionsverfahren.

Dabei leistet ein Formblatt, wie es für die Bullenmast erstellt wurde und im Anhang enthalten ist, eine wesentliche Hilfe (Seite 183). Es dient gewissermaßen als Prüfliste und ermöglicht nach Abschluss der Zeitaufnahmen eine allgemeingültige Auswertung.

3.1.2 Die Durchführung der Zeitaufnahmen

Die Arbeitsbeobachtung selbst wird zum vereinbarten Zeitpunkt durchgeführt. Um den Beobachtungszeitraum so kurz wie möglich zu gestalten, hat sich folgende Vorgehensweise als nützlich und durchführbar erwiesen:

1. Die erste Zeitaufnahme dient der Erfassung des tatsächlichen Arbeitsablaufes. Obwohl dabei nicht alle Einflussgrößen exakt zu ermitteln sein werden, kann die große Zahl der Arbeitselemente richtig erfasst werden, und ihr Beitrag zum Gesamtarbeitsaufwand erlaubt in jedem Falle die Ist-Analyse.
2. Die Wiederholungen sind die eigentlichen Zeitaufnahmen.

In der Regel wurden in dieser Untersuchung die erste Zeitaufnahme und **3 Wiederholungen** durchgeführt. Lagen schon erfasste Haltungsverfahren vor, so wurde die Zahl der Wiederholungen auf 2 oder auch nur noch **1 Wiederholung** verringert. Allerdings muss hier betont werden, dass unter praktischen Bedingungen eine Zeitaufnahme fast immer als eine **einmalige Erhebung** zu betrachten ist, da meistens nur zum Untersuchungszeitpunkt anzutreffende spezielle Bedingungen vorliegen. Dies trifft insbesondere für Arbeiten in der Außenwirtschaft zu, verliert aber an Bedeutung bei reinen Routinearbeiten wie im Melkstand. Dort muss aus den Wiederholungen ein gültiges Mittel gebildet werden.

Zur Durchführung der Zeitaufnahme wird im allgemeinen die **Stoppuhr** mit Schlepperzeiger und Fortschrittszeitmessung verwendet. Um die gemessenen Teilzeiten mit ihren Einflussgrößen einfacher festhalten zu können, wurde Formblatt 2 entwickelt (Anhang). In Zukunft dürfte jedoch die Zeitaufnahme über Tonbandgeräte an Interesse gewinnen, da dann die ermittelten Zeitmesspunkte direkt auf EDV-Datenträger übergeben werden können und die zeitaufwendige Protokollierung entfallen könnte. Sehr kurze Arbeitselemente wären dann genauer zu erfassen (ORDOLFF 1973 [22]).

Die **Einflussgrößen** werden bei der Arbeitsbeobachtung in ihrer Größe nicht exakt ermittelt, sondern **geschätzt**. Dies ist bei Weglänge relativ einfach, wenn vor der Zeitstudie der Arbeitsablauf beschrieben und die entsprechenden Maße bestimmt werden. Gewichtseinflüsse werden über das Volumen bestimmt, welches stichprobenmäßig mit Federwaagen überprüft werden kann. Bei Frontladerarbeit und ähnlichen Vorgängen, d.h., wenn das Gewicht die Haupteinflussgröße ist, können Fuhrwerkswaagen eine große Hilfe sein. Diese tragen das

Transportmittel und zeigen während des Befüllens die einzelnen Schaufelgewichte an. Ihr Einsatz stört insgesamt den Arbeitsablauf nur wenig, denn die auftretende Rangierzeit für das Plazieren des Transportmittels auf den Waagen kann relativ leicht aus dem Gesamtarbeitsablauf herausgestoppt werden. Der Aufbau einer Gewichtsbestimmung mit Fuhrwerkswaagen bei der Befüllung eines Futtermischwagens mit dem Frontlader wird auf Abbildung 6 dargestellt.

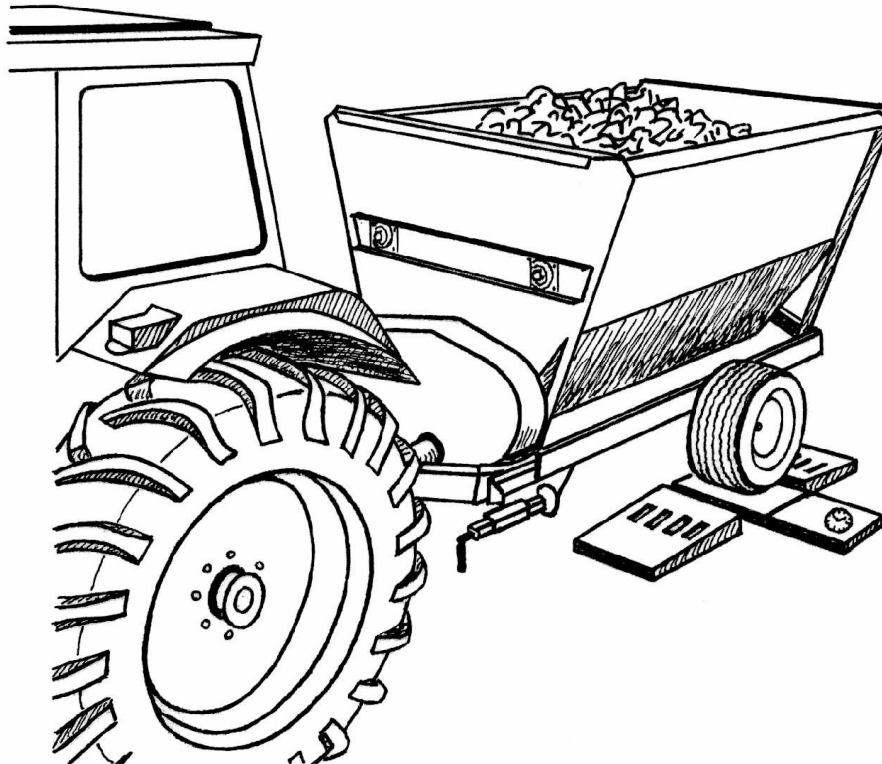


Abbildung 6: Die Gewichtseinflußermittlung (schematisch)

Die **Leistungsgradbeurteilung** sollte als Gesamteindruck aus einer Zeitaufnahme entstehen. Vielfach muss dabei unterschieden werden in manuelle und stark technisierte Arbeiten, denn es zeigt sich immer wieder, dass bestimmte Arbeitskräfte für diese oder jene Tätigkeit mehr Geschick entwickeln.

3.1.3 Die Prüfung auf Vollständigkeit und das vorläufige Gesamtergebnis

Sehr oft wird es während der Arbeitsbeobachtung nicht möglich sein, alle relevanten Einflussgrößen in das Messprotokoll einzutragen. Dies wird umso häufiger der Fall sein, je kürzer die zu messenden Arbeitselemente sind. Außerdem heißt Überprüfung nicht nur Ergän-

zung fehlender Daten, sondern auch Umrechnung der volumenmäßigen Gewichtsdaten in kg und stichprobenartiges Wiegen.

Die vereinfachte Vorgehensweise besteht im Durchgehen der gemessenen Daten. Dabei müssen die **Differenzzeiten** bei Fortschrittszeitmessung errechnet und gleichzeitig können Verlust- und Störzeiten ermittelt und ausgeworfen werden (Formblatt 2)⁵. Außerdem können **zusätzlich** interessierende Werte errechnet werden, wie z.B. der durchschnittliche Zeitbedarf je Frontladerschaufelfüllung.

Als Auswertungsergebnis erbringt die Überprüfung der Daten am Ende jeder Zeitaufnahme das Gesamtergebnis in cmin. Bei Fortschrittszeitmessung ist dies direkt die Summe der Tätigkeiten, Verlust- und Störzeiten. Daraus kann das Ergebnis je Tier errechnet und als Arbeitsergebnis in Formblatt 1 eingetragen werden. Als Vergleichswert sollte außerdem der Zeitbedarf je Tier errechnet werden, da dieser dann mit anderen Zeitstudien verglichen werden kann. Im Beispiel auf Formblatt 1 lautet das Ergebnis:

Gesamtfütterungszeit für 280 Bullen = 55 min.

Darin sind 1,3 min Verlust-

und 2,2 min Störzeit enthalten,

je Bulle und Fresszeit wurden in dieser Zeitaufnahme 0,2 min benötigt.

Nach Durchführung aller Messungen in einem Betrieb kann aus diesen Gesamtergebnissen das Mittel gebildet werden, das aber nur dann repräsentativ ist, wenn jede Zeitstudie als Vollzeiterhebung durchgeführt wurde. Wurde dagegen in einer der Messungen nur ein Teil des sonst üblichen täglichen Arbeitsanfalles gemessen, würde die Mittelwertbildung zu einem falschen Ergebnis führen. Derartige Fälle können aber mit dem EDV-Auswertungsprogramm TEZA ausgewertet werden, auf welches später eingegangen wird.

Gemessene und auf Vollständigkeit überprüfte Daten stellen die Grundlage für weitere Auswertungsschritte dar, die aufgrund des bei Zeitaufnahme anfallenden umfangreichen Datenmaterials nur mit Hilfe der EDV durchgeführt werden können. Um Daten mehreren Auswertungsprogrammen zuführen zu können, bedarf es deshalb einer einheitlichen Aufbereitung und einer Übertragung auf auswertungsgerechte Datenträger.

⁵ Siehe Anhang Seite 184

3.2 Die Datenaufbereitung

Ziel der Datenaufbereitung ist die Beschreibung des einzeln gemessenen Zeitwertes durch alle auf ihn einwirkenden Einflussfaktoren, seine eindeutige Zuordnung zu einer Zeitstudie und zu jenem Arbeitselement, dessen Arbeitsinhalt durch diesen Zeitwert beschrieben wird. Darüber hinaus müssen die Zuordnung zum übergeordneten Arbeitsablaufabschnitt vorgenommen, die am Arbeitsablauf beteiligten Arbeitspersonen festgehalten und der Zeitwert entsprechend seiner Häufigkeit des Auftretens in einen Produktionsablauf eingestuft werden.

Diese umfassende Zielsetzung verlangt eine sorgfältige Aufbereitungsarbeit. In bezug auf einen gemessenen Zeitwert für ein Arbeitselement wird danach die Angabe folgender Werte notwendig:

1. Datenherkunft mit Angabe von Jahr, Zeitnehmer, Messprotokoll und Betriebsnummer,
2. Leistungsgrad,
3. Zeitwert,
4. auf den Zeitwert einwirkende Einflussgrößen,
5. am Arbeitsabschnitt beteiligte Arbeitspersonen,
6. eine Zuordnung zu einem Teilvorgang oder zu einem Arbeitsort,
7. die Häufigkeit des Auftretens dieser Arbeit als Teil eines Ganzen,
8. einer Kenntlichmachung, ob alle Einflussgrößen enthalten sind,
9. die Bezeichnung des Arbeitselementes,
10. ein Ordnungskriterium in Form einer laufenden Nummerierung oder ähnliches.

Schon die Vielzahl an fest vorgegebenen beschriebenen oder beeinflussenden Größen zwingt im Sinne einer Rationalisierung zur Erstellung eines Zuordnungsschemas. Dieses ist abhängig vom ausgewählten Datenträger zur Eingabe in die EDV.

3.2.1 Die Datenaufbereitung über die Lochkarte

Entsprechend den Vorzügen von Lochkarten bei der Erstellung neuer EDV-Programme und Auswertungssysteme wurden sie in dieser Untersuchung als Datenträger eingesetzt. Außerdem konnte damit auf ein Ablochschemata zurückgegriffen werden, welches innerhalb der KTBL-Arbeitsgemeinschaft Datenermittlung (Arge-Ku) [18] zur Errichtung einer Datenbank

als verbindlich erklärt wurde. In Anlehnung an dieses Schema würde ein Zeitwert einen Datensatz mit maximal 80 Zeichen bilden und entspricht damit dem Raum einer Lochkarte. Allerdings enthält das KTBL-Schema die Größen 7 und 8 der oben aufgeführten Liste nicht. Mit Ergänzung dieser Größen nimmt das Aufbereitungsschema für Daten den Aufbau von Formblatt 3 im Anhang⁶ an. Eine Beschreibung der Spaltenbereiche folgt im Anhang⁷. Außerdem wurde auf diesem Schema durch Schraffur der Spaltennamen angedeutet, dass diese Datenbeschreibungen bei jedem Zeitwert enthalten sein müssen. Liegen auf den Zeitwert einwirkende Einflussgrößen vor, so sind diese den freien Spalten zuzuordnen. Die Form der Zuordnung hat bei der Definition eines neuen Arbeitselementes zu erfolgen und besitzt für alle folgenden identischen Elemente absolute Verbindlichkeit.

Obwohl sich die Lochkarte aufgrund ihrer leichten Handhabung sowie der Möglichkeit, jederzeit auf ein überprüfbares und damit immer nachschlagbares Datenmaterial zurückgreifen zu können, als äußerst günstig erwies, ist sie für größere Datenmengen unbrauchbar. Sie fordert nämlich zur Erstellung einen unnötig hohen Arbeitsaufwand, weil alle Zeitwerte zuerst auf ein Ablochschemata übertragen werden müssen. Dabei gilt es, in einer eigens dafür angelegten Liste für jedes Element die festgelegten Bedingungen zu suchen und danach beim Übertrag zu verfahren. Solange die Gesamtzahl der Arbeitselemente klein ist (ungefähr ≤ 50), ist dies ohne Schwierigkeiten möglich. Für die gängigen Produktionsverfahren in der Landwirtschaft dürfte aber mit etwa 1000 verschiedenen Arbeitselementen zu rechnen sein, und dann ist es nur noch möglich, die Ablochkonventionen über den Rechner zu speichern und bei der Datenaufbereitung auf diese zurückzugreifen.

3.2.2 Die Datenaufbereitung über den Dialogverkehr mit dem Rechner

Diese Möglichkeit bietet der Dialogverkehr über Bildschirm. Damit wäre es außerdem möglich, dass alle von verschiedenen Stellen gemessenen Zeitwerte in einen gemeinsamen Datenpool eingebracht werden könnten, weil nur noch ein **gültiges Aufbereitungsschema** vorhanden ist. Voraussetzung dafür ist, dass nur eine, der Überwachung dienende Stelle neue Arbeitselemente definieren darf. Die gesamte Datenaufbereitung würde sich dann entsprechend dem Flussdiagramm auf Abbildung 7 gestalten.

⁶ Siehe Anhang Seite 185

⁷ Siehe Anhang Seite 186-187

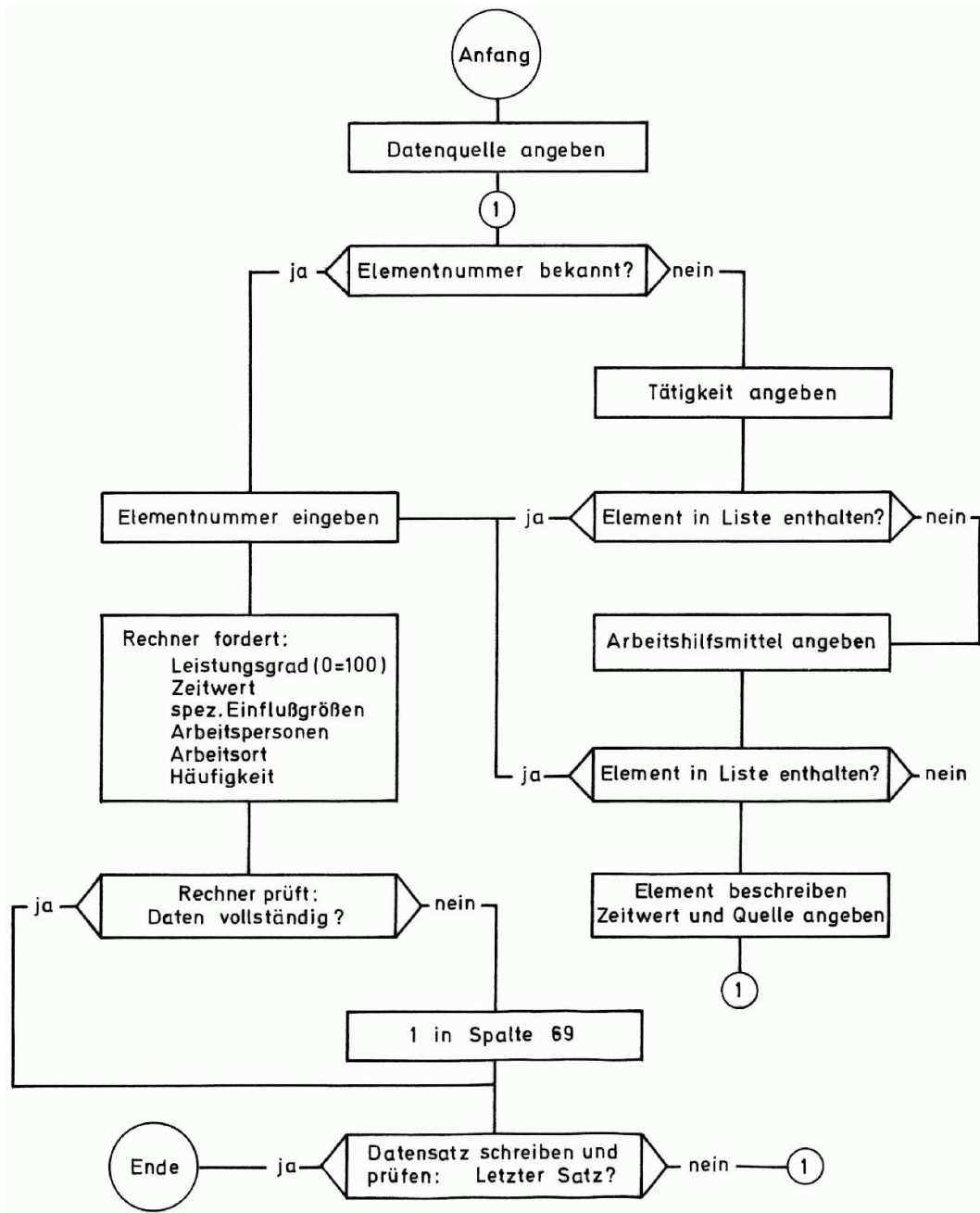


Abbildung 7: Flussdiagramm für die Dateneingabe und Aufbereitung im Dialogverkehr

Vor jeder Datenaufbereitung würden die allgemeinen Daten eingegeben wie

- 1. Jahr der Zeitnahme
 - 2. Zeitnehmer (Initialen)
 - 3. Nummer des Messwertprotokolls
 - 4. Seite des Messwertprotokolls
 - 5. Betriebsnummer.
- } = Datenherkunft oder Quelle

Daran schließt sich dann die eigentliche Datenaufbereitung an, die auf 2 Wegen beginnen kann:

a) Die **Elementnummer** des einzugebenden Elementes **ist bekannt**.

In diesem Fall sucht der Rechner die Eingabeliste des betreffenden Elementes und verlangt die zum Element gehörigen Antworten.

b) Die **Elementnummer** ist **nicht bekannt**.

Dann müssen die ersten 3 Buchstaben der Tätigkeit des Elementes eingegeben werden. Für das Verteilen von Grundfutter mit dem Fütterungswagen wäre dies z.B. VER. Dann sucht der Rechner alle Elemente mit der Tätigkeit Verteilen, listet sie auf und schreibt die entsprechenden Nummern dazu. Ist das gesuchte Element in der Liste enthalten, dann kann die Nummer des Elementes eingegeben und nach a) weiterverfahren werden. Dazu stehen Buchstaben 4 und 5 des Kodes zur Verfügung, im Beispiel also FW für Fütterungswagen. Entsprechend diese Angaben sucht der Rechner alle Elemente, die den Fütterungswagen betreffen aus und listet sie wiederum auf. Ist das Element auch darin nicht enthalten, dann ist es mit größter Sicherheit noch nicht definiert. Deshalb muss es textmäßig in eine besondere Datei geschrieben werden, damit bei der Überprüfung durch die zentrale Überwachungsstelle dieses Element definiert und mit einer Nummer versehen werden kann. Wird neben dem Text auch der Zeitwert und die Datenherkunft eingetragen, dann kann die Überwachung nach der Definition dieses Element der entsprechenden Zeitstudie zuordnen, wodurch der Zeitwert nicht verloren geht, sondern die Zeitstudie vervollständigt.

Damit bietet der Dialogverkehr die Möglichkeit, die Dateneingabe auch durch weniger geschultes Personal vornehmen zu lassen. Ein weiterer Schritt in Richtung Zukunft eröffnet sich in der Direktübergabe von mit Tonbandmessgeräten ermittelten Zeitwerten. Die Bedienungsperson hätte dann nur noch die sprachlich festgehaltenen Bedingungen als Einflussgrößen mit einzugeben.

Insgesamt eröffnet der Dialogverkehr mit Dateneingabe auf Band oder Platte eine ideale Hilfe zu dem arbeits- und zeitaufwendigen Vorgang der Datenaufbereitung, ist auf der anderen Seite aber voll und ganz vom Rechner und vom Vorhandensein einer Bildschirmeinheit abhängig. Unmittelbar daran zu koppeln wäre dann die Datenspeicherung.

3.3 Die Datenspeicherung

Das Ziel der Datenspeicherung besteht darin, nach einheitlichen Richtlinien aufbereitete, gemessene Zeitwerte so zu speichern, dass sie als Einzelwert, im Verbund als Teilvorgang, als gesamte Zeitaufnahme und darüber hinaus als Datenstapel aller in einem Betrieb durchgeführten Zeitaufnahmen jederzeit verfügbar sind. Zudem soll eine Zuordnung in einen Produktionsverfahrensblock die Möglichkeit eröffnen, alle Zeitaufnahmen eines Produktionsverfahrens ohne langwierige Suchvorgänge abrufen zu können.

3.3.1 Datenpool und Einordnung der einzelnen Zeitstudie

Um diese Forderungen zu erfüllen und darüber hinausgehend auch eine chronologische Reihenfolge zu erreichen, ist der Dateneinordnung in den Datenspeicher (Pool) in **sequentieller Reihenfolge**, d. h. in unmittelbar aufeinander folgenden Datenstapeln der Vorzug zu geben (Abb. 8).

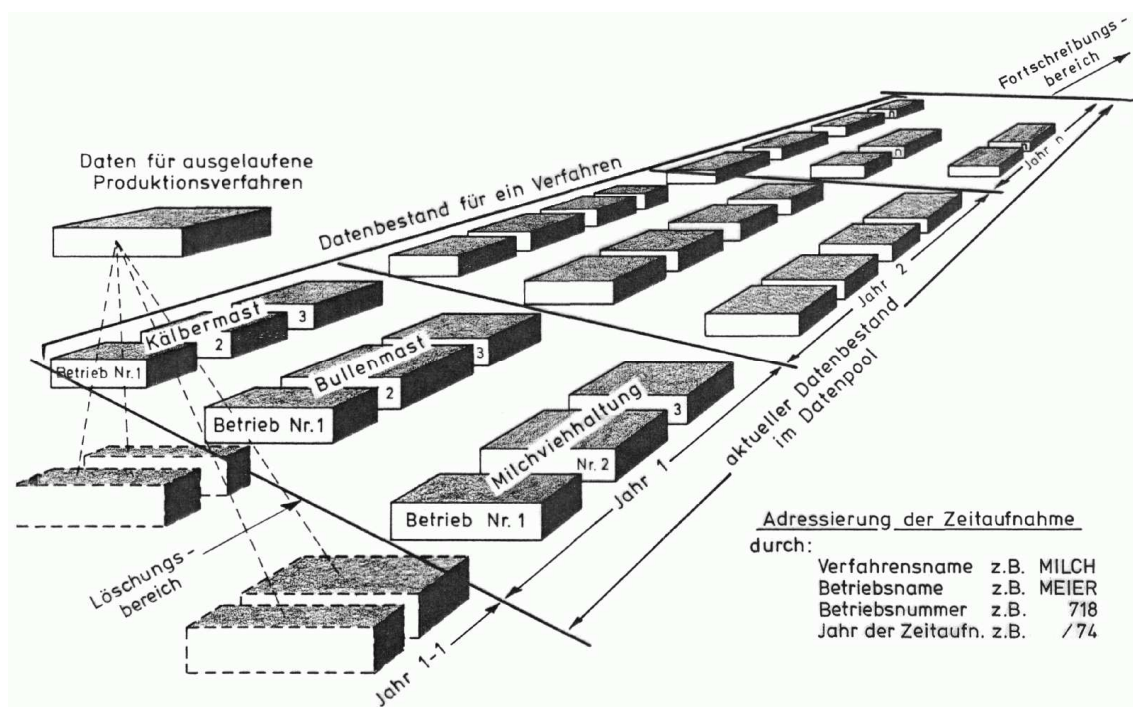


Abbildung 8: Die Datenorganisation im Datenspeicher

Dabei wird für jede Produktionsrichtung ein Datenband erstellt, welches beginnend mit der ersten Zeitstudie, beliebig fortgesetzt werden kann. Um gleichzeitig eine chronologische Reihenfolge zu erhalten, werden neue Zeitstudien an den bestehenden Datenbestand angehängt, und zwar in der Weise, dass die Zeitaufnahmen mit ihren Wiederholungen einen Block dar-

stellen. Eine Zeitstudie ist demnach ein Block, der je nach der Anzahl an Wiederholungen aus n Zeitaufnahmen besteht. Über Jahre hinweg werden so alle neu hinzukommenden Zeitstudien in den Datenpool eingespeichert. Dieser wird dadurch zu einem **datenmäßigen Spiegelbild der Arbeitszeitverhältnisse** in der Landwirtschaft und speziell in den einzelnen Produktionsverfahren. Gleichzeitig ist darin auch der technische Fortschritt enthalten, denn die über Jahre hinweg fortschreitende Technisierung erbringt laufend neue Zeitaufwandsdaten. Sie sind aber das Ergebnis dieser Fortentwicklung. Damit wird jedoch klar, dass ein Datenpool nicht nur eine umfangreiche Informationsquelle ist, sondern dass er zur Erhaltung der Aktualität fortgeschrieben und gepflegt werden muss.

3.3.2 Datenfortschreibung und Datenpflege

Nach Abbildung 8 kann der Datenpool in die 3 Bereiche

Löschungsbereich
aktueller Datenbestand
Fortschreibungsbereich

gegliedert werden. Demnach wird ein umfangreicher **aktueller Datenbestand** nur erreicht, wenn Arbeitsbeobachtungen in allen Produktionsrichtungen und –verfahren ständig durchgeführt und die ermittelten Daten in den Fortschreibungsbereich eingebracht werden. Dann wird es auch möglich sein, ältere Daten zu löschen. Allerdings sollten ausgelaufene Produktionsverfahren nicht direkt gelöscht, sondern vielmehr einem Block im Datenspeicher mit derartigen Verfahren zugeordnet werden. Über das Alter brauchbarer Daten kann noch keine Auskunft gegeben werden. Es ist aber anzunehmen, dass der derzeitige Stand der Technik und der Produktionsverfahren im Datenpool enthalten ist, wenn das Jahr Nr. 1 nicht weiter als 6 – 7 Jahre zurückliegt.

3.4 Die ausgewählten Betriebe mit Bullenmast und deren Produktionsablauf

3.4.1 Die ausgewählten Betriebe

Ist-Analysen sollen als Stichprobe die große Zahl landwirtschaftlicher Betriebe repräsentieren. Deshalb wurde versucht, alle zum Untersuchungszeitpunkt relevanten Verfahren in die Analysen einzubeziehen. Durch den vorgesehenen Untersuchungsmodus mit je vier Zeitaufnahmen pro Betrieb war allerdings die Zahl der zu untersuchenden Betriebe begrenzt. Dies

fürte dazu, dass nur zukunftssträchtige Haltungsverfahren ausgewählt wurden. Die Auswahl selbst wurde aus bestehenden Adressenkarteien der Landtechnik Weihenstephan und der Bayer. Landesanstalt für Tierzucht in Grub durchgeführt. Dabei ergab sich immer wieder die Schwierigkeit, dass Betriebsleiter nicht gewillt waren, Arbeitszeitmessungen in ihrem Betrieb zu gestatten. Andere Betriebe mussten nach der durchwegs durchgeführten Betriebsbesichtigung und –beschreibung ausgeschaltet werden, weil gravierende Mängel die Gesamtanalyse verfälscht hätten.

Letztlich stellten somit die ausgewählten Betriebe mit ihren Betriebsleitern einen Untersuchungsgegenstand dar, der als Repräsentant für den Kreis gut geführter Bullenmastbetriebe mit aufgeschlossenen Betriebsleitern zu verstehen ist. Diese Auswahl ist besonders im Hinblick auf den in den nächsten Jahren noch zu erstellenden Datenpool sehr günstig, da dann die Löschung der jetzt erhobenen Daten hinausgeschoben werden kann und der Datenspeicher dabei nicht an Aktualität verliert.

Im einzelnen handelt es sich bei den erfassten Betrieben um die in Tabelle 8 aufgeführten Haltungsverfahren. Die gebrochenen Zahlen bei der Zahl der Betriebe ist damit zu erklären, dass viele Betriebe zwei Haltungsverfahren besitzen und diese dann jeweils mit 0,5 gewertet wurden.

Tabelle 8: Zuordnung der untersuchten 21 Betriebe zu Haltungsverfahren

Haltungsverfahren	Zahl der Betriebe	durchschnittlicher Tierbestand
Anbindestall (Mittellangstand)	1	34
Anbindestall (Gitterrost)	2,5	50
Tieflaufstall	2,5	68
Liegeboxenlaufstall	2,5	75
Vollspaltenbodenstall	12,5	202

Die darin aufgezeigte Reihenfolge ist gleichzeitig in etwa die Bestandsgröße der einzelnen Haltungsverfahren. Danach ist

1. **der Anbindestall** nur in nichtspezialisierten Betrieben anzutreffen, welche meistens neben der Milchviehhaltung bei gleichem Haltungsverfahren eine relativ kleine Zahl an Mastbullen halten. Zum Teil treten auch gemischte Haltungsverfahren auf. Diese sind meistens Behelfsmaßnahmen auf dem Weg zum spezialisierten Betrieb, wobei der zusätzliche Tierbestand meist im Tieflaufstall in frei-

gewordenen Scheunenvierteln gehalten wird. In Verbindung mit dem Gitterrost stellt der Anbindestall eine Form der Fressermast dar.

2. **der Tieflaufstall** eine Übergangsphase zum spezialisierten Mastbetrieb mit größeren Tierbestand. Nur in einem Fall war ein Betrieb vollständig auf dieses Halungsverfahren ausgerichtet, wobei die Futtermastanlage außerhalb des Stalles an einer überdachten Raufe unmittelbar an den Silos erfolgte.
3. **der Liegeboxenstall** ebenfalls als Übergangslösung zu betrachten. Dieses Halungsverfahren wurde von einigen Betriebsleitern vor etwa 5 – 6 Jahren bei deren Spezialisierung auf Bullenmast gewählt. Aufgrund des hohen Platzbedarfes/Tierscheidet dieses Verfahren heute meist aus, es sei denn, dass nur die Liegeboxen überdacht werden. Bezeichnend ist für dieses Verfahren, dass von den 3 untersuchten Betrieben zwei in der Zwischenzeit ihren Tierbestand weiter aufgestockt und dabei im Zuge des Umbaus auf Vollspaltenboden übergegangen sind.
4. **der Vollspaltenbodenstall** das Halungsverfahren der Bullenmastbetriebe. Schon der Durchschnittstierbestand zeigt, dass mit 200 Tieren je Betrieb ein ansehnlicher Bestand vorhanden ist. Auch größere Betriebe gehen über diese Einzelbestandsgröße je Stalleinheit kaum hinaus, vielmehr werden dann mehrere Einheiten nebeneinander gehalten.

Die Gesamtgröße der untersuchten Betriebe geht aus Abbildung 9 hervor.

Dabei zeigt sich eine Häufung bei der Bestandsgröße 100 – 150 Tiere, die außerdem überwiegend im Vollspaltenbodenstall gehalten werden. Bei diesen Einheiten handelt es sich meistens um mittelbäuerliche Betriebe, die neben der Bullenmast noch auf ein pflanzliches Produkt spezialisiert sind, um einen günstigen Arbeitsausgleich zu erzielen. Im Raum München und ebenso in den niederbayerischen Gebieten handelt es sich entweder um Gemüse oder z.T. auch um Kartoffeln. Letztere liefern als Nebenprodukt Schlempe, die über die Bullenmast veredelt wird.

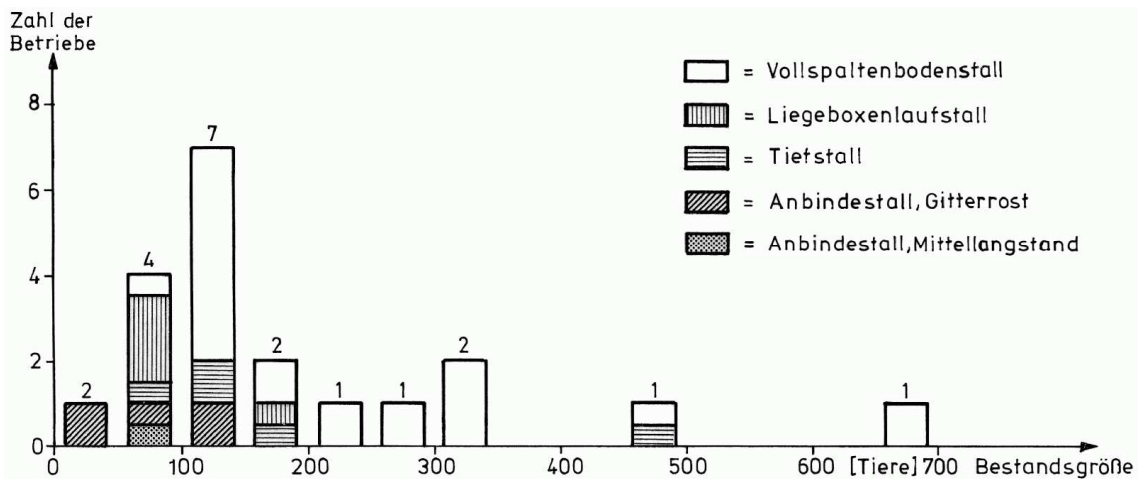


Abbildung 9: Bestandsgrößen und Aufstallungsarten bei den untersuchten Betrieben der Bullenmast (n = 21)

3.4.2 Ergebnisse aus der Fragebogenerhebung zum Produktionsablauf

Zur Erfassung der produktionstechnischen Daten für die Bullenmast wurde bei allen Betrieben der im Anhang aufgezeigte Fragenbogen ausgefüllt und nach Abschluss der Untersuchung ausgewertet. Dabei ergaben sich die in Tabelle 9 aufgezeigten Ergebnisse.

3.4.2.1 Kälberankauf und Frühentwöhnung

Mit Ausnahme eines Betriebes wurden überall die Kälber zugekauft. Das mittlere Gewicht der Kälber beträgt dabei etwa 75 kg. Von diesem Durchschnittsgewicht weicht nur ein einziger Betrieb stärker ab, doch glich dieser das höhere Ausgangsgewicht durch eine verkürzte Tränkezeit von nur 18 Tagen aus. Der große Teil der Betriebe wies eine relativ gleichmäßige Tränkezeit von durchschnittlich 42 Tagen oder 6 Wochen auf, wobei die letzte Woche meist als Übergangsphase angesehen wird. In dieser Zeit werden normal entwickelte Kälber schon vollständig mit Grundfutter gefüttert, während zurückgebliebene Kälber über die volle Zeit getränkt werden. Für eine allgemeingültige Kalkulation dürfte eine Tränkezeit von 35 Tagen und eine Gesamthaltungsdauer im Kälberstall von 42 Tagen den Verhältnissen der Praxis entsprechen [36].

Drei der 21 Betriebe wiesen dagegen ein anderes Haltungsverfahren auf. Dort bleiben die Kälber im Kälberstall und wurden nach der Tränkeperiode vollständig mit Grundfutter versorgt, bei einem Betrieb sogar insgesamt 4 Monate lang. Da nach Aussage der Betriebsleiter für sie in dieser Form das normale Haltungsverfahren zu sehen sei, können als Gründe für den daraus entstehenden höheren Arbeitszeitaufwand nur Unvermögen bei der zeitlichen Ab-

stimmung von Ein- und Verkauf oder ein starkes Beharren in überlieferten Haltungsverfahrensvorstellungen genannt werden.

Tabelle 9: Fragebogenerhebung zum Produktionsablauf

Betrieb-Nr.	K ü l b e r			B u l l e n		Totalausfälle (%)
	Ankaufsgewicht (kg)	Haltungsdauer (Tränke) (Tage)	Anteil am Bestand (%)	Mastdauer (Tage)	Umstallungen (Anzahl)	
1	2	3	4	5	6	7
1	100	18	15	335	1	1,5
2	65	40	33	340	3	1,5
3	70	30	25	420	2	1,2
4	70	35	12	365	4	3,0
5	75	35	4	435	3	2,0
6	75	35	20	515	3	2,0
7	90	60	12	440	2	1,5
8	75	60	20	390	2	1,0
9	-	60	5	440	5	2,0
10	70	42	25	458	3	2,5
11	80	90(60)	15	360	2	2,0
12	60	56	25	405	2	1,5
13	75	100(40)	18	350	5	1,0
14*	60	60(30)	30	180	1	1,5
15	70	60(40)	50	540	1	3,5
16	75	120(40)	15	390	3	3,0
17	85	42	25	500	4	0,5
18	75	40	100	330	-	0,5
19	75	40	10	500	6	2,0
20	75	42	15	530	2	3,0
21**	-	-	-	260	-	1,5
∅	76,1	53(42)	19,2	403	2,7	1,98

* Produktion von Fressern

** Reine Fressermast auf Teilspaltenboden im Anbindestall

Neben der Verweildauer der Kälber im Kälberstall gibt der Anteil der Kälber am Gesamtbestand Auskunft über einen gleichmäßigen Arbeitsanfall bzw. über eine gleichmäßige Nutzung des Kälberstalles. Aus dem Mittel der Mastdauer von 403 Tagen und der Verweildauer der Kälber im Kälberstall mit durchschnittlich 42 Tagen ergibt sich eine durchschnittliche Verweilzeit der Tiere von 445 Tagen im Betrieb oder umgerechnet von rund **15 Monaten**.

Da nach jeder Kälberaufzuchtperiode einige Tage für Reinigung und Desinfizierung gebraucht werden, wäre es bei zu erwartenden gleichmäßigen Arbeitsanfall sinnvoll, 1/8 des Tierbestandes = 12,4 % als Gruppengröße für den jeweiligen Zu- und Verkauf zu wählen. Die Praxis geht aber hier vollkommen eigene Wege. So finden sich Gruppengrößen von 4 % bis 100 % des Tierbestandes. Daraus folgt, dass neben arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten sehr stark andere Einflüsse anzutreffen sind. Bei den untersuchten Betrieben waren dies insbesondere

1. aus den Boxengrößen für die Mast abgeleitete Gesichtspunkte. Häufig sind 3 Boxengrößen anzutreffen, d.h. der Bestand wird gevierteilt, wobei dann die Kälberboxen jeweils längere Zeit leer stehen,
2. der Zwang des Kälberzukaufs zu bestimmten Zeitpunkten,
3. die Größe des Kälberstalles. In den meisten Betrieben waren Altgebäude umgebaut worden. Dabei wurde dann nicht nach Notwendigkeit, sondern nach der Möglichkeit des vorhandenen Gebäudes geplant.

Nur ein einziger Betrieb arbeitete zum Untersuchungszeitraum nach der Rein-Raus-Methode. Die Haltung der Kälber erfolgte in diesem Betrieb in einem Gebäude, welches über den Rest des Jahres als Schweinemaststall diente.

Der Durchschnittsanteil der Kälber am Gesamtbestand von **etwa 20 %**, der dabei als Zukaufs- und Verkaufsgruppengröße diente, deutet daraufhin, dass von den Praktikern versucht wird, möglichst große Gruppen zu erhalten, um damit die doch sehr arbeitsaufwendige Kälberentwöhnung in wenigen kurzen Zeiträumen durchzuführen. Da die meisten Betriebe trotz Spezialisierung noch weitere Betriebszweige besitzen, dürfte der gewünschte Arbeitsausgleich auf Kosten leerstehender Gebäude erzielt werden.

3.4.2.2 Mastdauer, Zahl der Umstellungen und Verluste

Eine pauschale Beurteilung der Mastdauer/Betrieb ist nicht möglich, darüber u. a. die Zusammensetzung der Futtermischung und das gewünschte Endgewicht entscheiden. In den untersuchten Betrieben diente grundsätzlich Maissilage als Futtergrundlage. Vier Betriebe gaben nur Maissilage und Kraftfutter, alle anderen fütterten in bestimmten Zeiträumen Schlempe, Rübenblatt oder beides zu.

Über die erzielten Endgewichte gaben die Betriebsleiter nur ungern Auskunft, da sie eine Beurteilung hinsichtlich ihrer Tüchtigkeit fürchteten, vor allem dann, wenn eine relativ lange Mastdauer/Bulle vorlag. Im Durchschnitt wurde als nicht bindendes Endgewicht 550 kg genannt. Wird dieses als richtig angesehen, so errechnet sich den Mittelwerten von

$$\frac{\text{Endgewicht} - \text{Einkaufsgewicht}}{\text{Verweildauer im Betrieb}} = \frac{475}{456} = 1,04 \text{ kg/Tag}$$

ein durchaus realistischer täglicher Zunahmewert.

Zum Gesamtzeitbedarf für die Mast eines Bullen trägt auch die **Anzahl der Umstellungen** im Betrieb bei. Wiederum zeigten sich in der Praxis große Unterschiede von fehlender Umstellung (= Rein-Raus-Methode) bis zu 6maliger Umstellung/Mastperiode. Im Mittel wurden 3 Umstellungen vorgenommen, was auf die Boxengrößen zurückzuführen ist. Bei drei Boxengrößen mit 42,55 und 65 cm Trogbreite/Tier sind diese Umstellungen sinnvoll zu erklären und erlauben eine vollständige Ausnutzung der Fressplätze. In allen Betrieben mit Boxenhaltung blieben die Einzelgruppen durchgehend erhalten. Ihre Zusammensetzung wurde immer beim Übergang Kälberstall-Maststall vorgenommen.

Einen weiteren Einfluss auf den Gesamtarbeitszeitbedarf/Bulle übt der Anteil der **Ausfälle je Mastperiode** aus. Dabei wurde von den Betriebsleitern ein Streubereich von 0,5 – 3,5 % mit einem Mittel von 2 % genannt. Dazu dürften etwa 3 – 4 % an Tieren zu rechnen sein, die vorzeitig abgehen, jedoch nicht als Totalausfälle zu betrachten sind.

3.4.2.3 Mängel an den bestehenden Haltungsverfahren

Die Angaben bestehender Mängel bezogen sich auf insgesamt 3 Kriterien. Dies waren Flachschieberanlagen, Tränkebeckenanordnung und Boxenabtrennung

1. **Flachschieberanlagen:** Sie erregten den meisten Ärger, der zurückzuführen ist auf
 - a) häufig notwendig werdendes Nachspannen,
 - b) durch Überspringen der Kettenglieder erforderlich werdenden Neueinstellungen der Umschaltpunkte,
 - c) schwere, unangenehme und zeitraubende Arbeit des Zugmittelwechsels, der zufallsbedingt in Stoßzeiten oder an Feiertagen notwendig werden kann.

Übereinstimmend wurde dieses Bauteil als schwächster Punkt innerhalb des Haltungsverfahrens dargestellt. Die Angaben über den Zeitaufwand zur Beseitigung der Störungen schwankten stark. Als Mittel dürften etwa 2 Stunden pro Monat und Flachschieberanlage anfallen. Von dieser Summe kann dann anteilmäßig der erforderliche Zeitbedarf pro Tier und Mastperiode abgeleitet werden.

$$\frac{2 \text{ Std.}}{\text{Bestandsgröße}} \times \text{Mastperiode (Monaten)}$$

2. Unbefriedigend bei der Gruppentierhaltung ist die **Anordnung der Tränkebecken**. Werden sie innerhalb der Boxen angebracht, dann sind zusätzliche Absperreinrichtungen erforderlich, um ein Verschmutzen durch Kot zu vermeiden. Einige Betriebe wollten diese Trenneinrichtungen einsparen und installierten deshalb umklappbare oder mit Deckel versehene Tränkebecken. Sie mussten diese jedoch zum Teil schon auswechseln, da der Spieltrieb der Bullen zu einer nicht mehr vertretbaren Lärmbelästigung im Stall führte.

Außerhalb der Boxen werden trogseitig angeordnete Tränkebecken leicht bei der Futterzuteilung verschmutzt, treibgangseitig führen sie zu einer ständigen Verschmutzung des Treibganges. Die meisten der Betriebsleiter befürworteten die Anordnung der Tränkebecken innerhalb der Boxen mit Trenneinrichtungen, um die Verschmutzung mit Kot zu vermeiden. Dies erfordert aber mehrmaliges Umstellen der Masttiere, damit die Tiergröße und die Höhe der Tränkebeckenanordnung übereinstimmt.

3. Bei der Gruppenhaltung von Mastbullen auf Vollspaltenboden werden die **Boxenabtrennung** fast ausschließlich Metallrohre verwendet und diese aus Kostengründen auf die geringst mögliche Zahl beschränkt. In 3 von 10 Betrieben führte diese Sparmaßnahme zu

jeweiligen Totalausfall von Tieren durch Erdrosseln. Liegende Tiere waren dabei mit dem Kopf zwischen Boden und Rohrabtrennung geraten und hatten sich darin stranguliert.

In bezug auf den Zeitbedarf wird eine geschlossene Abtrennung der Boxen treibgangseitig durch Holzbohlen von den Betriebsleitern befürwortet, da dadurch Unfälle ausgeschlossen und zudem das Durchfallen von Kot auf den Treibgang verhindert wird und somit die Treibgangsäuberung entfallen könnte. Dagegen sollte die Abtrennung zwischen den Boxen in offener Weise erfolgen, wobei die Zwischenräume kleiner sein müssen als der kleinste Durchmesser der Tierköpfe.

4 Die Ist-Analyse

4.1 Die Zielsetzung

Ist-Analysen befassen sich mit bestehenden Arbeitsabläufen der Praxis. Ihr Ziel ist die Durchschaubarmachung dieser Arbeitsabläufe. Um sie vollständig charakterisieren zu können, müssen Ist-Analysen die folgenden Forderungen erfüllen.

1. Die am Arbeitsablauf beteiligten Elemente mit Zeitbedarf und prozentualem Anteil errechnen.
2. Die am Arbeitsablauf beteiligten Arbeitsarten getrennt nach Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen errechnen und den einzelnen Arbeitselementen zuordnen.
3. Die einzelnen Zeitaufnahmen einer Zeitstudie getrennt auswerten und daraus ein gültiges Mittel bilden.
4. Die Möglichkeiten bieten, einzelne Teilvorgänge gesondert auszuwerten oder eine Differenzierung nach Arbeitsorten vorzunehmen.
5. Die Möglichkeit bieten, nichttägliche Arbeiten in die Auswertung einzubeziehen oder sie auszuschließen. Dabei muss auch die Möglichkeit bestehen, wöchentliche, monatliche oder in anderen Intervallen anfallende Arbeiten mit einzubeziehen.
6. Den Zeitaufwand auf die für den Betrieb gültigen Bezugsgrößen wie Tierzahlen, Hektar usw. umrechnen und gewünschte Leistungsangaben errechnen.

Erst wenn es gelingt, diese Forderungen insgesamt in eine Methode zur Analyse einzubeziehen, wird es möglich sein, die im Datenpool gespeicherten Daten auf alle enthaltenen Aussagemöglichkeiten hin zu untersuchen.

4.2 Die Methode der Ist-Analyse und die Programmtechnik

4.2.1 Die Methode

Die Grundlage für die Ist-Analyse stellen die bei den Zeitaufnahmen gemessenen Zeitwerte für die einzelnen Arbeitselemente dar. Sie besitzen fünf Eigenschaften, nämlich

- a) sie beschreiben den Arbeitsablauf in **chronologischer Reihenfolge**,
- b) sie quantifizieren diesen Arbeitsablauf in Form des **Zeitaufwandes**,

- c) ihr Anteil am gesamten Ablaufzyklus (z.B. Mastdauer eines Bullen) ist durch die **Häufigkeit des Auftretens** bestimmt,
- d) sie können aufgrund der Gliederung einer Arbeit in Ablaufabschnitte in **übergeordnete Abschnitte** eingegliedert werden,
- e) sie sind gekennzeichnet nach **Tätigkeit und Tätigkeitsunterbrechung**.

Auf diese Eigenschaften kann die gesamte Ist-Analyse betriebsspezifischer und verfahrenstechnischer Art aufgebaut werden.

4.2.1.1 Die Ermittlung des Zeitaufwandes für die Arbeitselemente

Die erste Analyse wird immer nach den beteiligten Arbeitselementen fragen und dafür den Zeitaufwand sowie den prozentualen Anteil am Gesamtzeitaufwand ermitteln. In der Auswertungsmethode bedarf es dazu lediglich der Addition aller am zu untersuchenden Arbeitsablauf beteiligten Arbeitselemente. Zusätzlich müssen wiederkehrende, identische Arbeitselemente zusammengefasst und als Summe ausgegeben werden. Im letzten Schritt ist dann nur noch die Errechnung der prozentualen Anteile notwendig, um den Zeitaufwand der einzelnen Elemente, den prozentualen Anteil und den Gesamtzeitaufwand zu erhalten. Gleichzeitig kann dabei die Umrechnung auf eine vorgegebene Bezugsgröße vorgenommen werden. Damit erfüllt die Ist-Analyse schon zwei wesentliche Forderungen.

4.2.1.2 Die Trennung in Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen

In einem bestehenden Arbeitsablauf treten immer die beiden Arbeitsarten **Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen** auf. Sie werden bei der Zeitaufnahme in Form der Vollzeiterhebung erfasst. Dabei ist es möglich, jede Tätigkeitsunterbrechung einem Arbeitselement zuzuordnen. Ein typisches Beispiel dafür ist die Silageentnahme aus dem Hochsilo. Bei reiner Handarbeit und hohem Silagebedarf aufgrund großer Tierbestände ist dafür täglich ein hoher Zeitaufwand nötig. Nach längerer fortlaufender Arbeit wird deshalb die Arbeitsperson eine Ruhepause (ev. Rauchpause) einlegen oder sie wird die Arbeit unterbrechen, um persönliche Bedürfnisse zu befriedigen. Demnach treten bei der Silageentnahme durch die Tätigkeit bedingte Tätigkeitsunterbrechungen erholungsbedingter oder persönlich bedingter Art auf, welche dieser Tätigkeit angelastet werden müssen. Wird die Silage dagegen mit einer Obenfräse entnommen, dann können **technische Störungen** auftreten oder es ist aufgrund zu geringer technischer Leistung der gesamte Arbeitsablauf nur so zu organisieren, dass **Wartezeiten**

auftreten. Auch diese beiden Tätigkeitsunterbrechungen sind der Tätigkeit „Silageentnahme“ anzulasten. Das Arbeitselement in der Ist-Situation wird damit zu einem Zeitaufwandswert aus Tätigkeit und Tätigkeitsunterbrechung und die an einem Arbeitsablauf beteiligten Arbeitselemente erbringen, nach Tabelle 10 in Form einer Matrix alle Zeitaufwandsanteile.

Tabelle 10: Die Zuordnung der Tätigkeitsunterbrechungen zu den Arbeitselementen (cmin)

Element	Tätigkeit	Tätigkeitsunterbrechung				Element-Summe
		Ablauf	Störung	Erholung	pers.	
1.	34,0	-	7,0	-	4,0	45,0
2.	128,0	100,0	-	-	-	228,0
3.	80,0	-	-	-	-	80,0
.
.
n	.	.	.	.	.	.
Aufwands- summe für	.....	.....	...	...	...	Gesamt- aufwand

Danach bilden die Zeilenwerte die Summen der Arbeitselemente von 1 bis n und die Spaltenwerte die Summe der Arbeitsarten. Zur Gesamtanalyse fehlt somit nur noch die Einbeziehung der Häufigkeit des Auftretens einer Tätigkeit am gesamten Arbeitszyklus.

4.2.1.3 Arbeiten und ihre Häufigkeit am gesamten Ist-Zeitaufwand

Auch die Häufigkeit einer Tätigkeit ist für jedes Arbeitselement einer Ist-Analyse bekannt bzw. bei der Arbeitsperson zu erfragen. Allgemein kann dabei in jene Arbeiten unterschieden werden, welche bei jedem Arbeitsvorgang erforderlich sind, wie z.B. das Füttern von Mastbullen, und andere, nur in vorgegebenen Zeitabständen notwendige Arbeiten. Solche nichttäglichen Arbeiten sind z.B. Zugaben von Mineralfutter in Wochenabständen, Reinigung der Tränkebecken oder der Treibgänge in 3-Tages-Abständen usw.. Ihre Einbeziehung in den Gesamtzeitaufwand ist deshalb nur in dem Umfang gerechtfertigt, wie sie tatsächlich auftreten. Dazu muss eine einheitliche Bezugsgröße gesucht werden. Sie könnte allgemein in der Tierhaltung bei zweimaliger Fütterung pro Tag die einzelne Futterzeit sein. Nur einmal am Tag durchgeführte Tätigkeiten würden dann die Häufigkeit $\frac{1}{2}$ erhalten. Immer dann, wenn nur

noch einmal pro Tag gefüttert wird, bietet sich als Bezugsgröße der Tag an, während in der Außenarbeit fast ausschließlich der einzelne Vorgang die Häufigkeit 1 erhalten sollte.

Entsprechend der Häufigkeit und der bei der Zeitaufnahme durchgeführten Arbeiten wird es dadurch möglich, von der Zeitaufnahme ausgehend, den Gesamtarbeitszeitaufwand zur Erzeugung einer Einheit zu berechnen. Als letzte methodische Forderung muss die Ist-Analyse somit nur noch eine Trennung in die einzelnen Zeitaufnahmen, die verschiedenen Teilvorgänge und in verschiedene Arbeitsorte zulassen.

4.2.1.4 Die Zuordnung von Arbeiten zu verschiedenen Einordnungskriterien

Zur Lösung dieser Fragestellung muss die Analysemethode in der Lage sein, die gemessenen Zeitwerte auf **mehrere Teilvorgänge** (es können auch Arbeitsorte sein) aufzugliedern und dafür jeweils eine Ist-Analyse in Form von Tabelle 10 zu erstellen. Das ist möglich, wenn jeder Zeitwert entsprechend gekennzeichnet wurde, bzw. wenn alle Zeitwerte ohne Kennzeichnung einer gemeinsamen Ist-Analyse zugewiesen werden.

Dagegen ist das Problem der Trennung oder der gemeinsamen Verrechnung von einzelnen Zeitaufnahmen eine Frage der Einbeziehung in eine Auswertung. Methodisch heißt dies, dass zwei grundsätzliche Möglichkeiten bestehen müssen zur Auswertung von Ist-Situationen, denn darin liegt der Unterschied zwischen den betriebsspezifischen und der verfahrensspezifischen Ist-Analyse.

Bei der **betriebsspezifischen Ist-Analyse** stellen die Zeitaufnahmen die Wiederholungen dar und müssen für den Betrieb als Mittel ausgewertet werden. In Anlehnung an Tabelle 10 heißt dies, dass für jede Zeitaufnahme eine Matrix erstellt wird und anschließend eine Gesamtmatrix aus allen Wiederholungen.

Bei der **verfahrensspezifischen Ist-Analyse** dagegen besitzt die einzelne Zeitaufnahme nur eine untergeordnete Bedeutung. Sie bedarf deshalb keiner einzelnen Auswertung, sondern sie geht mit den Zeitaufnahmen aus allen Betrieben gleicher Arbeitsverfahren in eine gemeinsame Ist-Analyse nach Tabelle 10 ein. Bei dieser Art der Analyse dürfen deshalb auch keine Bezugsgrößen eingesetzt werden; das geforderte Ergebnis ist vor allem die Aufschlüsselung in Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen sowie der **relative Anteil** der einzelnen Tätigkeiten am Gesamtverfahren. Rein methodisch wird dies erreicht, indem alle zur Verfügung

stehenden Zeitaufnahmen eines Verfahrens gemeinsam verrechnet werden, d. h., das Ende der einzelnen Zeitaufnahme wird ignoriert und ein neues gemeinsames Ist-Datenende definiert.

Über die damit aufgeführten methodischen Teilschritte zur Erstellung von Ist-Analysen aus Daten von Arbeitsbeobachtungen wird es nun möglich, ein EDV-Programm zu erstellen, welches alle Teilziele der Ist-Analysen erfüllen kann.

4.2.2 Die Programmtechnik zur Ist-Analyse

Zur Auswertung von Zeitmesswerten aus Arbeitsbeobachtungen wurde von MANGSTL, GIEHL und AUERNHAMMER 1972 [44] ein EDV-Programm erstellt. Es erhielt den Namen TEZA (**T**eil**z**eitanalyse) und drückt damit aus, dass darin die einzelnen Zeitanteile eines Arbeitszeitablaufes analysiert werden. Es greift unmittelbar auf die Zeitstudien des Datenpools zurück. Nach Abbildung 10 sind dort zwei Datenausgänge vorhanden.

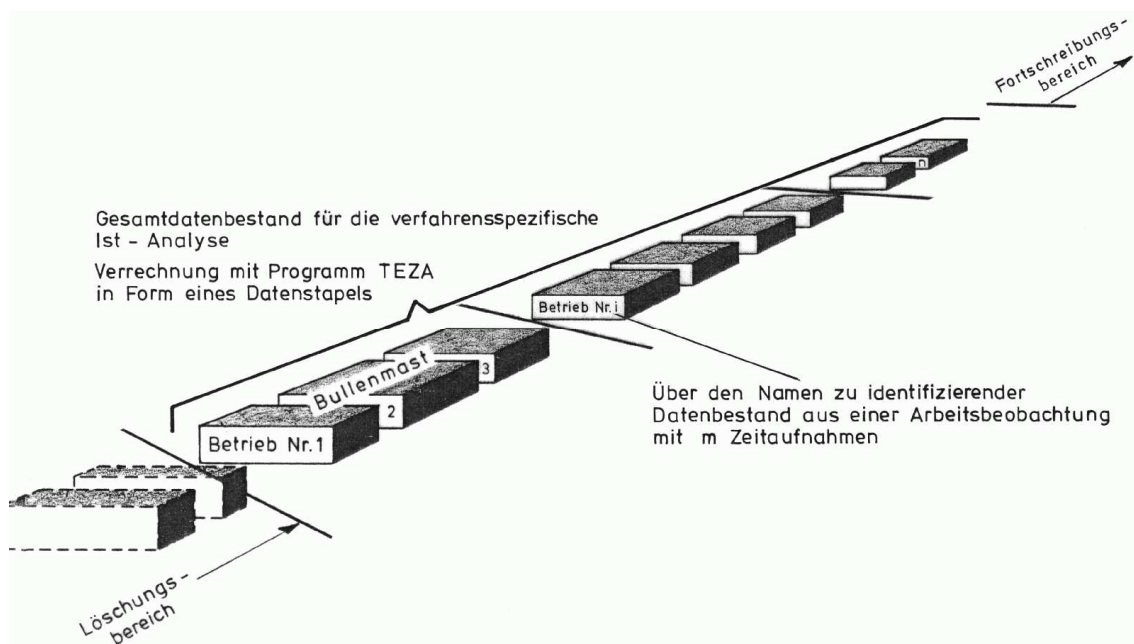


Abbildung 10: Die Daten-Ausgänge aus dem Datenpool für Ist-Analysen

Über den Betriebsnamen für den Einzelbetrieb können die dafür durchgeführten Zeitaufnahmen an das Auswertungsprogramm herangeführt werden und erlauben so die betriebsspezifische Ist-Analyse. Werden dagegen alle Zeitaufnahmen mit identischem Produktionsverfahren über den Produktionsnamen abgerufen, dann ist entweder aus dem gesamten aktuellen Datenbestand oder aus einzeln ausgewählten Abschnitten eine verfahrensspezifische Ist-Analyse möglich.

4.2.2.1 Das Auswertungsprogramm TEZA (Teilzeitanalyse)

Diese Daten werden zur Auswertung an das Programm TEZA herangeführt und entsprechend dem Flussdiagramm auf Abbildung 11 verarbeitet.

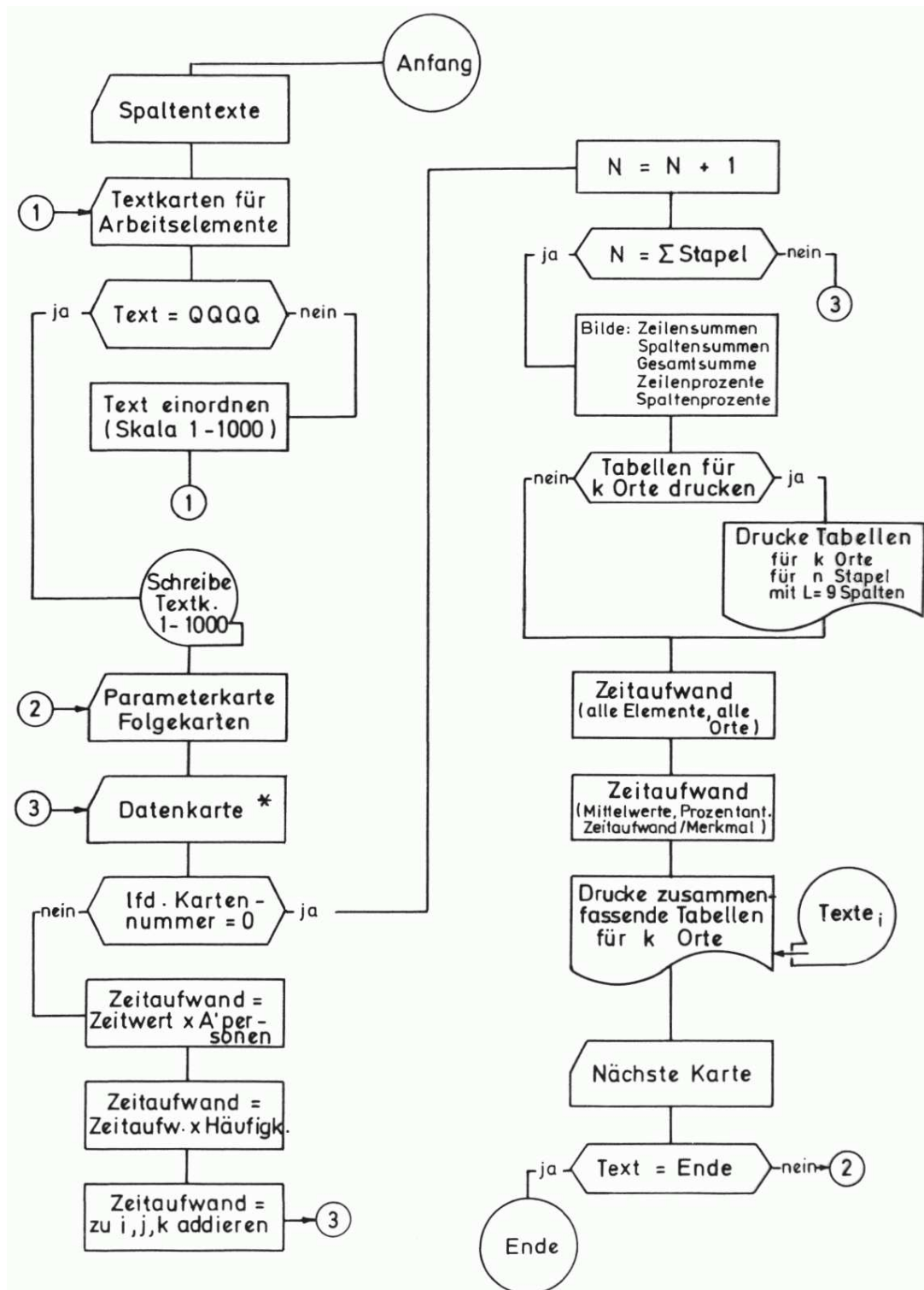


Abbildung 11: Flussdiagramm für das Programm TEZA (Teilzeitanalyse)

Nach dem Einlesen der Spaltentexte (Zuordnung der Tätigkeiten und der Tätigkeitsunterbrechungen) und der Texte für die Arbeitselemente (falls nicht schon abgespeichert) liest der Rechner so lange Daten ein, bis die Zahl der zu verrechneten Zeitaufnahmen (Stapel) erreicht ist und beginnt dann mit der Auswertung der einzelnen Zeitaufnahmen. Anschließend wird für alle Elemente der mittlere Zeitbedarf aus den Zeitaufnahmen gebildet, der prozentuale Anteil am Gesamtarbeitsaufwand errechnet und der mittlere Zeitaufwand/Einflussgröße (allg. je Kuh oder je Bulle usw.) und Beobachtungszeitraum bestimmt. Daran anschließend werden der Gesamtzeitaufwand je Tier und Haltungsdauer in AKh und der Gesamtzeitaufwand für die Herde je Haltungsdauer in AKh errechnet. Alle Ergebnisse werden protokolliert. Folgt keine neue Zeitstudie zur Auswertung, dann ist der Auswertungslauf beendet, andernfalls beginnt das erneute Einlesen unter der Nummer 2.

Die verschiedenen **Auswertungsmöglichkeiten** sind über die Auswertungsparameter auf der Parameterkarte anzusprechen. Neben der Form der Protokollierung und der Zahl der Zeitaufnahmen je Zeitstudie sowie der Zuordnung zu Arbeitsorten oder Teilvorgängen besitzt der Parameter IHFK die größte Bedeutung. Er gibt die Möglichkeit, Zeitwerte entsprechend der Häufigkeit einzubeziehen, sie zu verwerfen oder gleichwertig zu beurteilen. Im einzelnen sind die folgenden Möglichkeiten vorgesehen.

1. IHFK = 1: Die Verrechnung der Zeitwerte erfolgt nach dem Vorkommen in jedem Arbeitvorgang. Alle Zeitwerte mit einem Nenner größer als 1 werden verworfen. Diese Auswertungsmöglichkeit ermittelt somit den **Mindestzeitaufwand pro Arbeitvorgang**.
2. IHFK = 2: Dabei dient als Verwerfgränze die Zahl der durchgeführten Beobachtungen (Vollzeiterhebungen). Alle Tätigkeiten und dazugehörige Tätigkeitsunterbrechungen, die zufällig in diesem Zeitraum durchgeführt wurden, werden eliminiert. Demnach ermittelt dieser Auswertungsweg den **effektiven (notwendigen) Arbeitsaufwand im Beobachtungszeitraum**.
3. IHFK = 3: Bei diesem Auswertungsweg werden alle ermittelten Zeitwerte mit der angegebenen Häufigkeit berücksichtigt. Daraus resultiert der im **Beobachtungszeitraum ermittelte Zeitaufwand zuzüglich** dem Anteil an **zufällig** oder **außerplanmäßig durchgeführten Arbeiten**.

4. IHFK = 4: Diese Möglichkeit dient der Ermittlung des tatsächlich benötigten Zeitaufwandes im Beobachtungszeitraum, wobei zufällig oder außerplanmäßig angefallene Arbeiten nicht anteilmäßig, sondern mit den absoluten Zeitwerten berücksichtigt werden. Es wird also der **tatsächlich benötigte Arbeitszeitaufwand im Beobachtungszeitraum** ermittelt.
5. IHFK = 5: Nachdem die Auswertungsparameter IHFK 1 – 4 eine vorprogrammierte Verrechnung oder Eliminierung der Zeitwerte entsprechend der dort angegebenen Häufigkeitsnenner durchführen, wird bei dieser Auswertungsform ein Eingriff ermöglicht. **Damit kann nämlich eine Verwerfsgrenze (IGEG für Nenner ist vorgegeben) bestimmt werden**, und im Programm werden dann alle Zeitwerte mit größerem Häufigkeitsnenner verworfen. Meistens wird als vorgegebene Größe 2 eingesetzt, um damit den **täglichen Zeitaufwand** zu ermitteln.

Insgesamt erlaubt damit der Auswertungsparameter IHFK für alle Zeitstudien eine gezielte Verrechnung der ermittelten Zeitwerte. Eine umfangreiche Information aus Ist-Analysen kann aber nur erreicht werden, wenn mehrere der genannten Auswertungswege nacheinander durchgeführt werden. Dazu bietet sich die Reihenfolge

1. Mindestzeitaufwand	IHFK = 1	
2. täglicher Zeitaufwand	IHFK = 5,	IGEG = 2
3. wöchentlicher Zeitaufwand	IHFK = 5,	IGEG = 14
4. Gesamtzeitaufwand	IHFK = 3	

an, wobei die Differenzen zwischen dem 1. und 2. Schritt den Zeitaufwand beschreiben, der üblicherweise zur ordnungsgerechten Tierversorgung notwendig ist. Zwischen dem 2. und 3. Schritt wird der pro Woche zusätzlich anfallende Zeitaufwand ermittelt. Wurden während der Zeitstudie auch zufällig oder außerplanmäßig anfallende Arbeiten durchgeführt, so kann ihr Anteil zwischen dem 3. und 4. Schritt ermittelt werden.

4.3 Ein praktisches Beispiel zur Ist-Analyse

Um die Methode und die Programmtechnik besser erfassen zu können, soll in diesem Abschnitt ein Beispiel aus der Untersuchung Bullenmast aufgeführt und interpretiert werden.

4.3.1 Eine betriebsspezifische Ist-Analyse

Grundlage dieses Beispiels ist ein landwirtschaftlicher Betrieb mit einem Bullenmastbestand von 280 Tieren im Vollspaltenbodenstall. Futtergrundlage bildet Maissilage und Kraftfutter. Täglich werden je Tier im Durchschnitt 14 kg Maissilage und 1,5 – 2 kg Kraftfutter gefüttert. Die Maissilage lagert in Flachsilos unmittelbar am Stall, sie wird mit dem Frontlader entnommen und mit dem Fütterungswagen (5 m³) vorgelegt. Das Kraftfutter befindet sich in einem Silo am Stall und kann über den Siloauslauf direkt in den Behälterwagen gefüllt werden. Aus diesem wird es mit einem Eimer zugeteilt (Skizze und weitere Angaben auf Formblatt 1 im Anhang).

Der Zeitaufwand wurde in 4 Zeitaufnahmen erfasst. Als Gesamtdatenmaterial standen 300 gemessene Zeitwerte zur Auswertung zur Verfügung, die 22 verschiedene Arbeitselementen zugeordnet werden konnten. Um nicht das gesamte Auswertungsprotokoll wiedergeben zu müssen, wurde nur das Ergebnisprotokoll der zweiten Zeitaufnahme und das Gesamtprotokoll herausgegriffen. Tabelle 11 stellt das Ergebnis der zweiten Zeitaufnahme dar⁸. Darauf wird zuerst die Herkunft der Zeitaufnahme ausgewiesen. Zeitaufnahme 2 bedeutet, dass es sich um die zweite Zeitaufnahme handelt. Darunter steht mit Arbeitsort = 0 die gewünschte Zuordnung zu einem Arbeitsort, die allerdings nicht besonders gefordert wurde. Im Tabellenkopf werden dann die Tätigkeit und die Tätigkeitsunterbrechungen den geforderten Spalten zugeordnet. Dabei ist

Verlust (O)	=	organisatorisch bedingte Unterbrechung
Verlust (P)	=	persönlich bedingte Unterbrechung
Verlust (S)	=	technisch bedingte Unterbrechung.

Entsprechend dieser Zuordnung sind die analysierten Arbeitselemente folgendermaßen zu interpretieren:

Element Nr. 8 = Schalter betätigen (der Text wird nur auf der zusammenfassenden Tabelle ausgewiesen) verursachte einen Zeitaufwand von 75 cmin. Dies sind 2,5 % der Tätigkeit und 100 % des Zeitaufwandes, der durch Element Nr. 8 verursacht wurde. In der Spaltenspalte wird außerdem noch aus-

⁸ Siehe auch nur zusammenfassende Tabellen im Anhang Seite 190

gedruckt, dass dieses Element mit 2,4 % am Gesamtarbeitszeitaufwand beteiligt war.

Tabelle 11: Teilzeitanalyse für den Betrieb Nr. 1 (Einzelzeitaufnahme)

*** T E I L Z E I T A N A L Y S E *** FÜR DEN BETRIEB											
=====											
BEISPIEL AUS DER UNTERSUCHUNG -BULLENMAST- BETRIEBNUMMER 1											
ERSTE - VIERTE MESSUNG MORGENS, ABENDS, MORGENS, ABENDS 15./16.12.1971											
=====											
ZEITNAHME	2	3		4	5	6	7	8	9	ISUMME	
ARBEITSSORT	0	0=1		VERLUST(O)	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE	IDER A.ELE-	

INR.	ART DES	ARBEITSELEMENTES	NACH	SCHLUESSEL	(KARTENSAPALTE 69)	ISUMME	IDER A.ELE-	IMENTE	I	(PROZENT)	
IA.ELEI	0=1	2	3	4	5	6	7	8	9	I	
IMENT.I	TAETIGKEIT	VERLUST(P)	VERLUST(S)								I

I 8	I	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 75.0	
I 9	I	2.5	100.0							I 2.4	
I 13	I	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 35.0	
I 14	I	1.2	100.0							I 1.1	
I 53	I	70.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 70.0	
I 54	I	2.4	100.0							I 2.2	
I 58	I	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 10.0	
I 59	I	0.3	100.0							I 0.3	
I 66	I	145.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 145.0	
I 67	I	4.9	100.0							I 4.6	
I 67	I	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 60.0	
I 68	I	2.0	100.0							I 1.9	
I 69	I	577.0	0.0	0.0	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 745.0	
I 70	I	19.5	77.4	100.0	22.6					I 23.9	
I 75	I	91.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 91.0	
I 76	I	3.1	100.0							I 2.9	
I 100	I	250.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 250.0	
I 101	I	8.5	100.0							I 8.0	
I 115	I	642.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 642.0	
I 116	I	21.7	100.0							I 20.6	
I 116	I	997.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 997.0	
I 117	I	33.8	100.0							I 32.0	
ISUMME		2952.0	0.0	0.0	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I 3120.0	
IPROZ.		94.6			5.4					I 100.0	

In gleicher Weise sind alle Elemente mit Ausnahme von Nr. 69 zu interpretieren.

Element Nr. 69 = Futter mit dem Fütterungswagen verteilen

verursachte absolut einen Zeitaufwand von 577 cmin für die Verteilarbeit und zusätzlich 168 cmin Störzeit. Deshalb stellt die Tätigkeit nur 74,4 % dieses Elementes dar, und dieser Zeitaufwand trägt 19,5 % zum Gesamtzeitaufwand für die Tätigkeit bei. Die aufgetretene Störzeit stellt selbst 100 % der Störzeit dar und erbringt die fehlenden 22,6 % der Elementzeit. Damit verursacht Element Nr. 69 mit 745 cmin nahezu 24 % des Gesamtzeitaufwandes.

Treten andere Verlustzeiten auf, dann sind sie ebenso zu interpretieren.

Als Gesamtergebnis dieser Einzelstudie ergab sich ein Zeitaufwand von

	29,5 min	Tätigkeitszeit	=	94,6 %
	1,7 min	Störzeit	=	5,4 %
insgesamt	<u>31,2 min</u>			

Alle 4 Zeitaufnahmen dieses Betriebes erbrachten das **gemittelte Ergebnis** von Tabelle 12. Auch darauf wird zuerst die Herkunft ausgewiesen und dann der Arbeitsort ausgedruckt. Zusätzlich erfolgt die Angabe des Auswertungsparameter IHFK, welcher aussagt, dass in dieser Auswertung nur die täglichen Arbeiten enthalten sind. Als besondere Ergebnisse werden dann pro Arbeitselement explizit ausgedruckt:

der mittlere Zeitaufwand / Element

der prozentuale Anteil des Elementes am Gesamtarbeitszeitaufwand

der Arbeitszeitaufwand je Element und Bezugsgröße (im Beispiel je Bulle).

Alle Angaben beziehen sich auf einen Arbeitsvorgang „Füttern“. Element Nr. 8 erforderte auf Tabelle 12 z.B. 40 cmin. = 0,4 min als absoluten Zeitaufwand. Dies sind etwa 0,8 % vom Gesamtarbeitszeitaufwand oder 0,14 cmin/Tier und Fresszeit. Der Inhalt des Arbeitselementes Nr. 8 wäre die Betätigung von Schaltern oder kurz BET für Betätigen und SCH für Schalter.

Tabelle 12: Arbeitsaufwand je Ort aus der Summe der Arbeitselemente (Mittel über die Kartenstapel)

ARBEITSAUFWAND JE ORT AUS DER SUMME DER ARBEITSELEMENTE (MITTEL ÜBER DIE KARTENSTAPEL)									
BEISPIEL AUS DER UNTERSUCHUNG MORGENS, ARENDS, MORGENS, ARENDS									
ARBEITSORT	ZEITMESSWERTE MIT HANDIGKEIT GRÖßER	Z	T	R	D	A	R	F	MITTEL AUS 4 KARTENSTAPEL
NUMMER DES ARBEITSELEMENTES	MITTELELEMENT	PROZ.	TAU	AUF	WAND	KODE	F	MERKMAL (CMIN)	RETRIEFSNUMMER
									15./16.12.1971
9	40.00	0.78	0.16	REISCH	SCHALTER BETÄTIGEN				
10	220.00	4.28	0.79	STANW	ANWEISUNGEN ERTEILEN				
12	32.50	0.63	0.12	UMSKAP	SCHLEPKABEL AN FUTTERWAGEN UMSTECKEN				
15	19.50	0.36	0.07	ANSSCH	SCHLEPPER ABSTELLEN UND ABSTEIFEN				
44	30.50	0.57	0.14	STASCH	AUF SCHLEPPER STEIGEN UND DIESSEL STARTEN				
45	112.00	2.18	0.40	NVEFUT	FUTTER IM TRUG NACHVERTEILEN				
51	76.00	1.47	0.34	RANKFW	KRAFTFUTTERWAGEN AN AUSLAUF SCHIEBEN				
53	74.75	1.45	0.27	FAHFW	FUTTERWAGEN FAHREN				
54	82.67	1.63	0.30	GEHEHR	GEHEN IM HOF- ODER STALLBEREICH				
63	200.67	3.90	0.72	SAETRO	TRUG SAEUERN				
66	113.50	2.21	0.41	OFFTOR	TUERE ODER TOR OFFENEN				
67	82.75	1.61	0.30	SCHTOR	TUERE ODER TOR SCHLIESSEN				
69	669.00	13.00	2.39	VEREWM	FUTTER MIT FUTTERWAGEN VERTEILEN				
70	282.00	7.67	1.36	LADER1	MIT LEERER FRONTLADERSCHAUFEL IN GUT FAHREN				
71	207.50	4.03	0.74	LADER3	MIT GEUELLTER FRONTLADERSCHAUFEL AN ARKIPPSTELLE ANPASSEN				
72	202.00	3.93	0.72	LADER4	FRONTLADER ARKIPPEN UND LEER ZURUECKFAHREN				
75	237.00	4.61	0.85	FUEKFA	KRAFTFUTTERWAGEN AUS STILDAUSLAUF MIT KRAFTFUTTER FUELLEN				
100	169.75	3.30	0.61	KONVIG	KONTROLLE ODER KONTROLLGANG				
105	415.00	8.07	1.48	FEGFUT	FUTTERTISCH FEGEN				
108	231.50	4.50	0.83	LADFR2	MIT FRONTLADER SILAGE LOSREISSEN UND ZURUECKFAHREN				
115	503.00	9.78	1.80	SCHWAE	WAGEN SCHIEBEN (LUFTREIFIG UND VERSCHIEDENE RAFFERZAHL)				
116	1014.50	14.77	3.62	VERKFI	KRAFTFUTTER MIT FIMER SCHOEFFEN, TRAGEN UND VERTEILEN				
SUMME	5145.00	100.00	18.38		GESAMTARBEITSAUFWAND PRO ORT UND PRO MERKMAL				
ARBEITSAUFWAND PRO BEZUGSGROESSE RETRAEKT IN 730. ARBEITSVORGAENGEN (FUTTERZEITEN)									
ARBEITSAUFWAND AN DIESEM ARBEITSORT REI 280. RULLEN 625.98 AKH									

In gleicher Weise können alle Elemente interpretiert werden, worauf als Gesamtarbeitsaufwand pro Futterzeit $5145 \text{ cmin} = 52 \text{ min}$ entstehen oder $18,4 \text{ cmin}$ pro Bulle und Fresszeit. Diese Ergebnisse werden abschließend noch ergänzt durch die Errechnung des Zeitaufwandes/Tier und Haltungsperiode mit 2,24 AKh und durch die Errechnung des Zeitaufwandes für den Gesamtbestand mit 626 AKh im Beispiel.

Die gefundenen Ergebnisse lassen nun die Beantwortung weiterer Fragen zu. So wird vor allem interessieren, welchen Umfang die Vorlage von Grund- und Kraftfutter hatte, da beide Teilvorgänge den Mindestzeitaufwand/Fresszeit bedeuten. Diese Analyse wurde auf Abbildung 12 durchgeführt (Elementangaben nach Tab. 12).

Darauf wurde der Gesamtzeitaufwand relativ und absolut aufgetragen und außerdem die Teilvorgänge „Grundfutter und Kraftfutter vorlegen“ tiefer analysiert. Für die Grundfuttermvorlage ergibt sich aus den Elementen 13, 15, 45, 53, 64, 69, 70, 71, 72 und 108 ein Zeitaufwand von 38,3 %. Für die Kraftfuttermvorlage werden mit den Elementen Nr. 51, 75, 115 und 116 weitere 36,0 % benötigt. Werden nun noch der Zeitaufwand für Trog fegen und Kontrolle hinzugezogen, so wird mit etwa 81,5 % des Zeitaufwandes die Zeit ausgewiesen, die während jeder Fütterungszeit unbedingt notwendig ist. Die restlichen 18,5 % hingegen sind verschiebbar und könnten z.B. am Sonntag entfallen.

Um herauszufinden, welche Arbeitselemente die Hauptverursacher des Zeitbedarfes sind und um dabei auf eventuelle Verbesserungsansätze zu stoßen, wurden die Teilvorgänge Grundfutter und Kraftfutter vorlegen in Rüst-, Haupt- und Nebenzeiten aufgegliedert. Dabei zeigt sich, dass die Befüllung des Fütterungswagens mit dem Frontlader den höchsten Zeitaufwand in Anspruch nimmt, gefolgt von der Zuteilung des Kraftfutters mit dem Eimer aus einem Muldenwagen.

Da zudem bei der Kraftfutterzuteilung noch ein erheblicher Zeitaufwand für das Schieben des Muldenwagens erforderlich ist und zusammen mit der Kraftfutterzuteilung etwas 25 % des Gesamtzeitaufwandes oder 15 min durchgehend hart manuell gearbeitet werden muss, sollte an diesem Teilvorgang die Verbesserung ansetzen. Im Zuge der Modellbildung soll auf diese Frage nochmals eingegangen werden, um dann auch gleich den möglichen Nutzen abschätzen zu können.

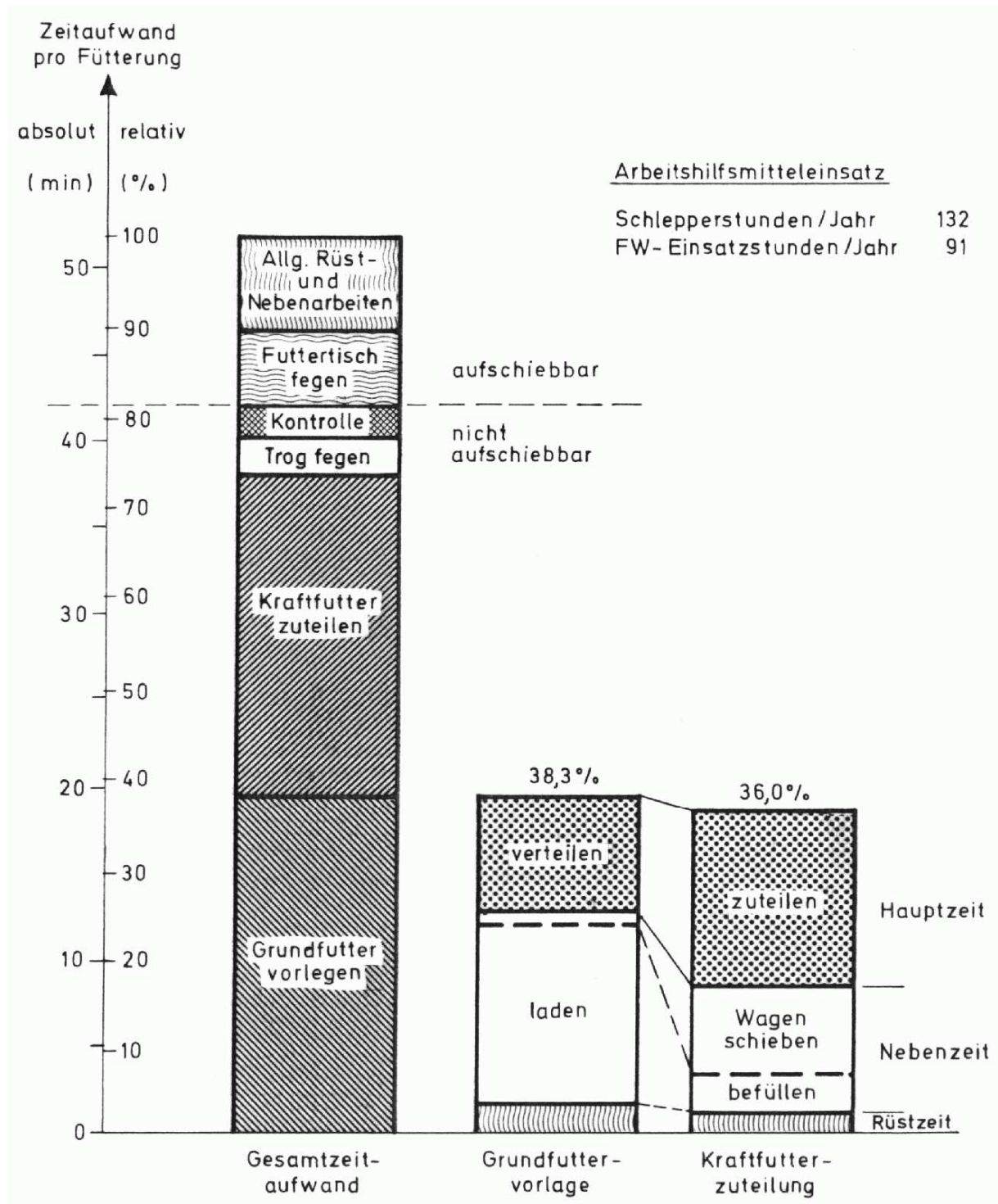


Abbildung 12: Ist-Analyse für den Betrieb Nr. 1 (280 Bullen im Vollspaltenbodenstall, Flachsilo, Frontlader und Futterwagen, Kf-Muldenwagen und Eimer, zweimalige Fütterung je Tag)

Außerdem wurden auf Abbildung 12 noch die Maschineneinsatzstunden je Jahr ausgewiesen, die für die betriebswirtschaftliche Kostenrechnung wichtig sind. Durch den Einsatz des Schleppers werden in diesem Betrieb 132 Schlepperstunden je Jahr zusätzlich notwendig und

außerdem fallen 91 Std. Einsatzzeit für den Fütterungswagen an oder umgerechnet auf den Bullen je Jahr sind dies 0,4 Std. Alle diese Informationen erlauben eine realistische Betrachtung betriebspezifischer Verhältnisse. Den Wissenschaftler interessieren darüber hinaus aber auch die Verhältnisse an gleichen Produktionsverfahren in verschiedenen Betrieben.

4.3.2 Eine verfahrensspezifische Ist-Analyse

Zur verfahrensspezifischen Ist-Analyse werden alle Zeitaufnahmen eines Produktionsverfahrens herangezogen und durch Programmsteuerung wie eine Zeitaufnahme insgesamt ausgewertet. Zu dieser Auswertung diente das gesamte Datenmaterial der untersuchten 21 Betriebe. Dabei lag eine

$$\text{Beobachtungsdauer} = 856850 \text{ cmin} = 142,8 \text{ Std.} = 100 \%$$

zugrunde. Die Ist-Analyse zeigte dafür die in Tabelle 13 dargestellten Ergebnisse.

Tabelle 13: Verhältnis der Tätigkeiten zu den Tätigkeitsunterbrechungen in der Bullenmast

Tätigkeitszeit	=	756515	cmin	=	126 Std.	=	88,30 %
Verlustzeit (organ. Art)	=	68537	cmin	=	11,4 Std.	=	8,00 %
Verlustzeit (pers. Art)	=	19062	cmin	=	3,4 Std.	=	2,20 %
Störzeit	=	12736	cmin	=	2,1 Std.	=	1,50 %

Daraus geht hervor, dass die bisher in der Praxis durchgeführten Kalkulationen mit Standardwerten und 10 % Zuschlag für nicht abschätzbare Tätigkeiten durchaus gerechtfertigt waren.

Ohne auf die organisatorisch und persönlich bedingten Verlustzeiten weiter einzugehen, wurden die Störzeiten näher untersucht, denn sie sind technisch bedingt und geben deshalb Aufschluss über den derzeitigen Stand und die Zuverlässigkeit der Technik im praktischen Betrieb. Als Hauptverursacher wurden die in Tabelle 14 aufgeführten Elemente ermittelt.

Dabei zeigten sich typische Mängel bei den betreffenden Geräten. Bei **Element Nr. 8** sind es vor allem Mängel an den elektrischen Anlagen, die immer erst nach dem Einschalten der Geräte sichtbar werden.

Element Nr. 14 deutet darauf hin, dass voll beladene Fütterungswagen nur schwer zu bewegen sind und eigentlich einen elektrischen Antrieb für die Drehscheibe erfordern.

Bei **Element Nr. 19** dürfte der Mangel vor allem im schlechten Betriebszustand von Anhängern zu suchen sein, die fast ausschließlich zu innerbetrieblichen Transporten verwendet werden.

Element Nr. 68 weist ebenfalls auf große Mängel bei den Türen und Toren hin, dagegen dürften es bei den Elementen Nr. 69, 86, 106 und 107 ausschließlich konstruktive Mängel sein, die in ihrem Ausmaß von der Industrie offensichtlich noch nicht erkannt wurden.

Tabelle 14: Arbeitselemente mit großem Störzeitanteil

Nr.	Elementbezeichnung	Anteil in % an der Gesamtbeobachtungsdauer der Untersuchung	davon Störzeiten (%)
8	Schalter betätigen	4,2	14,1
14	Fütterungswagen auf Drehscheibe drehen	0,6	11,1
19	Wagen vom Schlepper abhängen	0,5	8
68	Türe oder Tor schließen	0,4	21,6
69	Mit Fütterungswagen Futter verteilen	12,8	4,4
86	Im Anbindestall Bullen anhalftern und losbinden	1,2	33,4
106	Mit Oberfräse Maissilage aus Silo entnehmen	9	3,1
107	Mit Flachsilofräse Maissilage aus Silo entnehmen	7,3	51,2

Obwohl damit nur einige Beispiele aufgezeigt wurden, ist doch schon ersichtlich, dass ein einmal erstellter und laufend ergänzter Datenpool eine große Informationsquelle für die Wissenschaft, die Beratung und für die Praxis darstellt. Seine Aussagequalitäten sind umso größer, je umfangreicher er ist und je aktueller sein Inhalt ist. Der durch diese Untersuchung gelegte Datengrundstock wurde aber auch im Hinblick auf die erfassten Betriebe und den verursachten Zeitaufwand zu weiteren Ist-Analysen herangezogen.

4.4 Ergebnisse der Ist-Analyse aus der Untersuchung Bullenmast

Zur Auswertung über Ist-Analysen stand das Datenmaterial aus 21 Betrieben zur Verfügung. Da sich die Bullenmast in den zwei Abschnitten **Kälberhaltung** und **eigentliche Mastperiode** vollzieht, mussten auch die Ist-Analysen in dieser Form getrennt werden

4.4.1 Ist-Analyseergebnisse aus der Kälberhaltung

Von den 21 Betrieben hatten zum Untersuchungszeitpunkt 12 Betriebe auch Kälber zu versorgen. Hinsichtlich der Haltung konnten sie in 3 Gruppen eingeteilt werden:

1.	Kälberhaltung im Vollspaltenbodenstall	6 Betriebe,
2.	" " Tiefstall	5 Betriebe,
3.	" " Anbindestall mit Festmist	1 Betrieb.

In bezug auf die Tränkeaufbereitung wurde mit Ausnahme eines Betriebes der Milchmixer eingesetzt. Nur in zwei Betrieben war der Milchmixer transportabel (Aufstallung der Kälber in Stalleinheiten mit 30 oder 40 Kälbern), um damit die einzelnen Stalleinheiten zu bedienen. Vom Milchmixer erfolgte die Zuteilung der einzelnen Milchmengen in Saugtränkeemern, die zu den Boxen getragen und eingehängt wurden. In einem Betrieb erfolgte aufgrund des kleinen Bestandes von nur 10 Kälbern die Zubereitung der Tränke mit einem Rührbesen in eine Plastikwanne. Daraus wurden dann durch Umleeren die Tränkeimer gefüllt und diese ebenfalls zu den Boxen getragen.

4.4.1.1 Der Zeitaufwand in den untersuchten Betrieben

Aufgrund dieser relativ einheitlichen Arbeitsorganisation können im Zeitaufwand vergleichbare Ergebnisse erwartet werden. Die Unterschiede könnten dabei allenfalls aus dem Zeitaufwand für die Einstreu im Tief- und Anbindestall stammen oder aufgrund unterschiedlicher Bestandsgrößen zustande kommen. Die Erhebungs- und Auswertungsdaten aller 12 Betriebe sind im Anhang aufgeführt⁹.

Um die Ergebnisse vergleichbarer zu machen, wurde der Zeitbedarf je Tränkezeit und Tier, d.h. je Halbtage, in Minuten sowie der errechnete Zeitbedarf für eine Haltungsdauer von 42 Tagen im Kälberstall auf Abbildung 13 in Abhängigkeit von der Bestandsgröße dargestellt.

Danach zeigen die Haltungsverfahren im Vollspaltenbodenstall und im Tiefstall nur geringe Abweichungen, die vermutlich weniger von der Aufstallungsart als vielmehr von der Arbeitsmethode abhängen. Im Mittel gehorchen die gefundenen Ergebnisse der eingezeichneten (nicht berechneten) Zeitbedarfslinie. Die einzelnen Abweichungen liegen zwischen 5 und 20 %. Lediglich 2 Betriebe lagen weiter abseits. Für den Betrieb mit 60 Kälbern im Tiefstall dürfte die **mangelhafte Arbeitsorganisation** und die dezentrale Lage des Kälberstalles ausschlaggebend sein. Einstreustroh und Maissilage zur Eingewöhnung auf Grundfutter mussten über Entfernungen von mehr als 150 m transportiert werden. Außerdem verstand es die Ar-

⁹ Siehe Anhang Seite 188

beitsperson nicht, Arbeiten in ihrem Zeitaufwand aufeinander abzustimmen, so dass erhebliche Verlustzeiten entstanden.

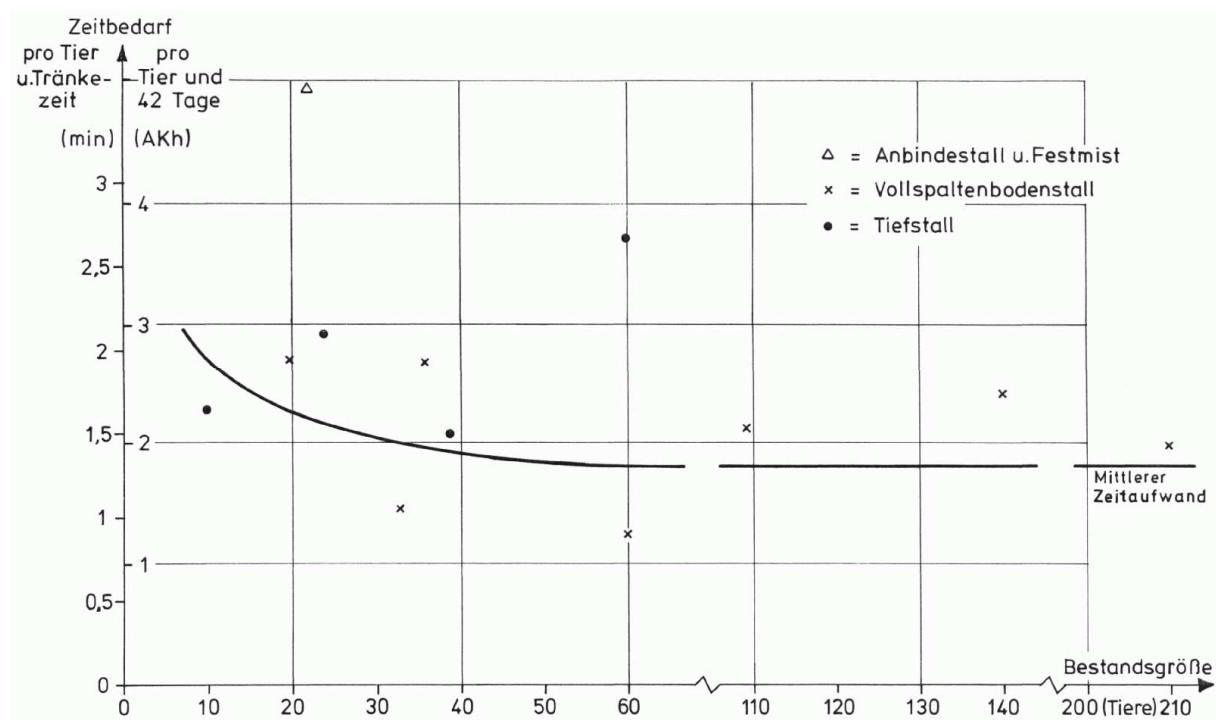


Abbildung 13: Zeitaufwand bei der Kälberhaltung

Dagegen ist der erheblich unter dem Durchschnitt liegende Zeitaufwand eines vergleichbaren Betriebes mit 61 Kälbern auf eine ausgezeichnete Arbeitsorganisation und günstige Zuordnung der Vorratslager zum Kälberstall zurückzuführen. Vorteilhaft wirkten sich dabei insbesondere die geraden Wege aus, die bei der Zubringung von Grundfutter und Tränke den Einsatz größerer Karren erlaubten und damit die Leerwege auf ein Minimum reduzierten.

Schon aus dem Vergleich dieser beiden fast genau gleichgroßen Stalleinheiten lässt sich die Möglichkeit stark erhöhten oder stark verringerten Arbeitszeitaufwandes ersehen, der um über 50 % vom mittleren Zeitbedarf abweichen kann.

Außerdem zeigt sich in Abbildung 13, dass bei **kleineren Beständen** die reine Handarbeit dem Einsatz eines Milchmixers vorzuziehen ist. Durch das Belassen der Handarbeit im Arbeitsablauf werden Rüstzeiten vor dem Befüllen und nach dem Entleeren des Mixers vermieden, die bei etwa 0,2 – 0,3 AKmin/Kalb liegen dürften. Diese Abbildung zeigt aber auch, dass die vorhandenen Arbeitsverfahren in der Kälberhaltung für **größere Tierbestände** noch nicht ausreichend geeignet sind. Anders ist jedenfalls der gleichbleibende Zeitaufwand bei den Be-

standsgrößen zwischen 60 und 210 Tieren nicht zu erklären. Einen großen Anteil an dem relativ hohen Zeitaufwand bei diesen Bestandsgrößen hat vor allem die bauliche Gestaltung der in diesen Betrieben anzutreffenden Kälberställe. Alle 3 Betriebe mit über 60 Kälbern hatten mehrere Stalleinheiten mit Queraufstallung und höherliegendem Futtertisch. Deshalb musste in allen diesen Betrieben die Tränke in den Stall getragen werden, was wiederum einen hohen Zeitaufwand für reine Tragetätigkeiten zur Folge hatte.

Da das Haltungsverfahren „**Anbindestall und Festmist**“ nur einmal gemessen wurde, kann daraus nur eine Tendenz abgeleitet werden. Bei der gemessenen Bestandsgröße von 20 Tieren werden je Tier und Tränkezeit 3,7 AKmin benötigt gegenüber 2,1 AKmin für Vollspaltenbodenstall und Tiefstall. Somit dürften für die Entmistungs- und Einstreuarbeiten je Kalb und Tränkezeit etwa 1,6 AKmin benötigt werden. Allerdings muss bezweifelt werden, ob bei größeren Beständen eine Zeitbedarfsdegression zu erwarten ist, vielmehr dürfte schon sehr bald eine starke Zeitbedarfsprogression zu verzeichnen sein.

Trotz der geringen Zahl an untersuchten Betrieben (Abb. 13) kann die eingetragene Linie als Zeitbedarf für Kalkulationsansätze herangezogen werden (eine exakte Kalkulation des Zeitbedarfes über die Modellkalkulation muss einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben).

Demnach werden zur Haltung eines Kalbes abnehmend von 3 AKh bei 10 Tieren Bestandsgröße nur noch etwa 2 AKh bei 30 Tieren Bestandsgröße benötigt. Größere Kälberbestände lassen unter den derzeitigen Arbeitsverfahren darüber hinaus nur noch eine geringe Senkung des Zeitbedarfes auf etwa 1,8 AKh/Kalb und 42 Tage Haltungsdauer erwarten. Diese Ergebnisse stimmen auch recht gut mit den Daten des KTBL-Taschenbuches 1974 [19] überein. Dort werden für Einzeltierhaltung auf Lattenrost 3,1 AKh/42 Tage Haltungsperiode bei 25 Tieren Bestandgröße genannt. Der um etwa 8 % geringere Zeitbedarf aus dieser Kalkulation könnte den verringerten Wegen zugeschrieben werden, der aus der Troglänge 0,42 m/Tier bei Gruppenhaltung gegenüber einer Troglänge von etwa 0,8 m/Tier bei Einzeltierhaltung resultiert.

4.4.1.2 Verlustzeiten in den untersuchten Betrieben

Neben der Ermittlung des absoluten Zeitaufwandes sollte in einer verfahrensspezifischen Ist-Analyse auch der Anteil der Verlustzeiten ermittelt werden. Allerdings ergab sich dabei die Schwierigkeit, dass bei sehr stark variierenden Arbeitsmethoden nicht immer zu unterschei-

den war, ob eine Tätigkeit unbedingt notwendig war oder nicht. Für die einzelnen Betriebe und für die Summe aller analysierten Betriebe ergab sich dabei das Ergebnis von Tabelle 15.

Demnach erreichen die Tätigkeiten mit durchschnittlich 93 % einen beachtlichen Anteil am Gesamtarbeitsaufwand, und auch die Streuung um diesen Mittelwert mit absolut $\pm 4,3$ % ist relativ gering.

Den Hauptanteil der Verlustzeiten nehmen die **organisatorisch bedingten** Tätigkeitsunterbrechungen ein. Auch dies ist verständlich, wenn in Erwägung gezogen wird, dass in jedem Betrieb Vorratsbehälter aus Leitungen mit Wasser gefüllt werden müssen und dass während der Befüllzeit andere Arbeiten zwar ausgeführt werden können, diese aber die reine Befüllzeit nie vollständig und exakt überbrücken können.

Relativ **unbedeutend** sind die **persönlichen Verlustzeiten** und die **technischen Störzeiten**. Letztere fallen aber deshalb so gering aus, weil die Technisierung die Bestandsgrößen bis 60 Kälber kaum erfasst hat und der Milchmischer als wichtigstes Gerät sehr sicher arbeitet.

Tabelle 15: Anteil der Arbeitsarten in den analysierten Betrieben für die Kälberhaltung

Betrieb Nr.	Anzahl der AK	Tätig- keit %	Tätigkeitsunterbrechung			Gesamtunter- brechung
			V(O) %	V(P) %	V(T) %	
1	2	3	4	5	6	7
2	1	89,7	7,7	2,3	0,3	10,3
4	2	98,6	1,0	0,4	-	1,4
5	1	91,9	4,5	3,6	-	8,1
6	2	92,5	5,6	1,6	0,3	7,5
9	1	90,6	6,3	2,8	0,3	9,4
12	1	94,3	5,3	0,6	-	5,9
14	1	93,7	5,0	-	1,3	6,3
15	1	96,0	3,7	-	0,3	4,0
16	1	89,0	10,5	-	0,5	11,0
20	3	94,2	2,4	0,1	3,3	5,8
22	1	95,0	0,7	0,9	3,4	5,0
23	2	94,9	3,5	1,6	-	5,1
Durchschnitt aus 12 Betrieben		93,3	4,7	1,2	0,8	6,7

4.4.2 Ist-Analysergebnisse aus der Mastperiode

Für die Bullenmast wurden alle 21 gemessenen Betriebe mit Bestandsgrößen zwischen 20 und 545 Masttieren¹⁰ zur Auswertung herangezogen. Da es sich bei den Ställen zu 70 % um Umbauten handelte, waren die Stalleinheiten nicht immer den Erfordernissen, sondern mehr oder weniger stark den Gegebenheiten angepasst. So wurden in einzelnen Betrieben an bis zu 3 verschiedenen Stellen Mastbullen gehalten, die nicht nur unterschiedlich aufgestellt, sondern auch unterschiedlich versorgt und gefüttert wurden.

Das **Grundfutter** stellte in allen Betrieben die Maissilage dar. Es wurde durch Kraftfutter ergänzt. Dazu fütterten einige Betriebe Schlempe oder Rübenblatt. Bei zwei Betrieben stellten die letzten beiden Futtermittel in Verbindung mit Stroh und Kraftfutter über die Wintermonate hinweg die Futtergrundlage, während im Sommer auch in diesen Betrieben Maissilage und Kraftfutter verabreicht wurden.

Die **Mechanisierung** war bei der Grundfuttermittelvorlage sehr einheitlich. So wurde in 16 von 21 Betrieben = 76 % der Fütterungswagen eingesetzt, der folgende Bauart zeigte:

schienengebunden	(Stromschiene, -kabel)	=	10	=	62,5 %
schleppergezogen		=	3	=	18,8 %
selbstfahrend	batteriebetrieben	=	1	=	6,2 %
	Otto- oder Dieselmotor	=	2	=	12,5 %
			<u>16</u>		<u>100,0 %</u>

In Verbindung dazu ist die Frage nach der Siloart von Interesse. Dabei verwendeten **60 % der Betriebe Hochsilos und 40 % Flachsilo**. Entnommen wurde die Silage aus den Hochsilos ausschließlich mit Fräse (2/3 als Obenfräse und 1/3 Untenfräse). Aus dem Flachsilo wurde dagegen mit Fräse, Frontlader, Greifer und mit der Hand entnommen.

Nur 3 Betriebe legten die Silage mit dem Frontlader bzw. Radlader auch gleich auf dem Futtertisch ab und teilten dann mit der Hand zu.

Überraschend war die Arbeitsweise bei der **Kraftfuttermittelvorlage**. Nur 5 der 16 Fütterungswagen waren mit Kraftfutterdosierern ausgerüstet, in 2 Betrieben wurde das Kraftfutter auf die Silage gekippt und in der Hoffnung auf eine gute Verteilung abgefräst. Die restlichen Betriebe teilten das Kraftfutter entweder direkt mit dem Eimer zu oder verwendeten einen Muldenwa-

¹⁰ Siehe auch Anhang Seite 189

gen (Mu-Wagen) und teilten daraus mit dem Eimer zu. Werden diese Verhältnisse zur Bestandsgröße in Beziehung gesetzt, so ergibt sich folgendes Ergebnis:

nur mit Eimern bei durchschnittlich	80 Tieren,
mit Muldenwagen und Eimer bei durchschnittlich	187 Tieren,
mit dem KF-Dosierer aus Fütterungswagen bei	150 Tieren.

Dies deutet daraufhin, dass vor allem in großen Betrieben mit Fremd-AK auf eine zweckmäßige Mechanisierung wenig Wert gelegt wird. Darauf wird bei den Ergebnissen der Ist-Analyse nochmals zurückzukommen sein.

Insgesamt zeigten sich erhebliche Unterschiede bei der Fütterung und der Mechanisierung der Bullenmast. Auch die Aufstellungsformen standen dem nicht nach, wie aus Abbildung 9 zu entnehmen ist, obwohl dabei der Vollspaltenboden eine dominierende Stellung einnimmt.

4.4.2.1 Der Zeitaufwand in den untersuchten Betrieben

Aufgrund der großen Unterschiede in der Fütterung und Mechanisierung bei der Bullenmast ist eine direkte Gegenüberstellung der analysierenden Betriebe sehr schwierig. Trotzdem wurden auch für diese Ist-Analysen alle Betriebe auf ihren Zeitaufwand je Fütterungszeit untersucht und im Anhang zusammengefasst. Zur Einordnung aller Betriebe in ein Gesamtschema wurden die Ergebnisse auf Abbildung 14 in Abhängigkeit von der Bestandsgröße aufgetragen und Betriebe mit Fremd-AK besonders gekennzeichnet.

Auch dabei trat wiederum eine große Streubreite auf. Allerdings kann bei diesen Ergebnissen eine Zuordnung zu ähnlichen Gruppen vorgenommen werden.

Zuerst wurde der analysierte Betrieb mit Anbindestall und Festmist gekennzeichnet. Er würde mit 214 cmin/Tier und Fütterungszeit weit außerhalb des mittleren Zeitaufwandes.

Dann wurden Anbindeställe mit Gitterrost gekennzeichnet. Zwei dieser Betriebe zeigen dabei einen vertretbaren Zeitaufwand, während im dritten Betrieb mit 2 Fremd-AK ein sehr hoher Zeitaufwand ermittelt wurde.

Schließlich wurden noch die Tiefställe und die Liegeboxenställe besonders gekennzeichnet. Sie fügen sich an eine geschätzte, mittlere Zeitaufwandsliste relativ gut an, wobei die Tiefställe grundsätzlich ein besseres Ergebnis erzielten.

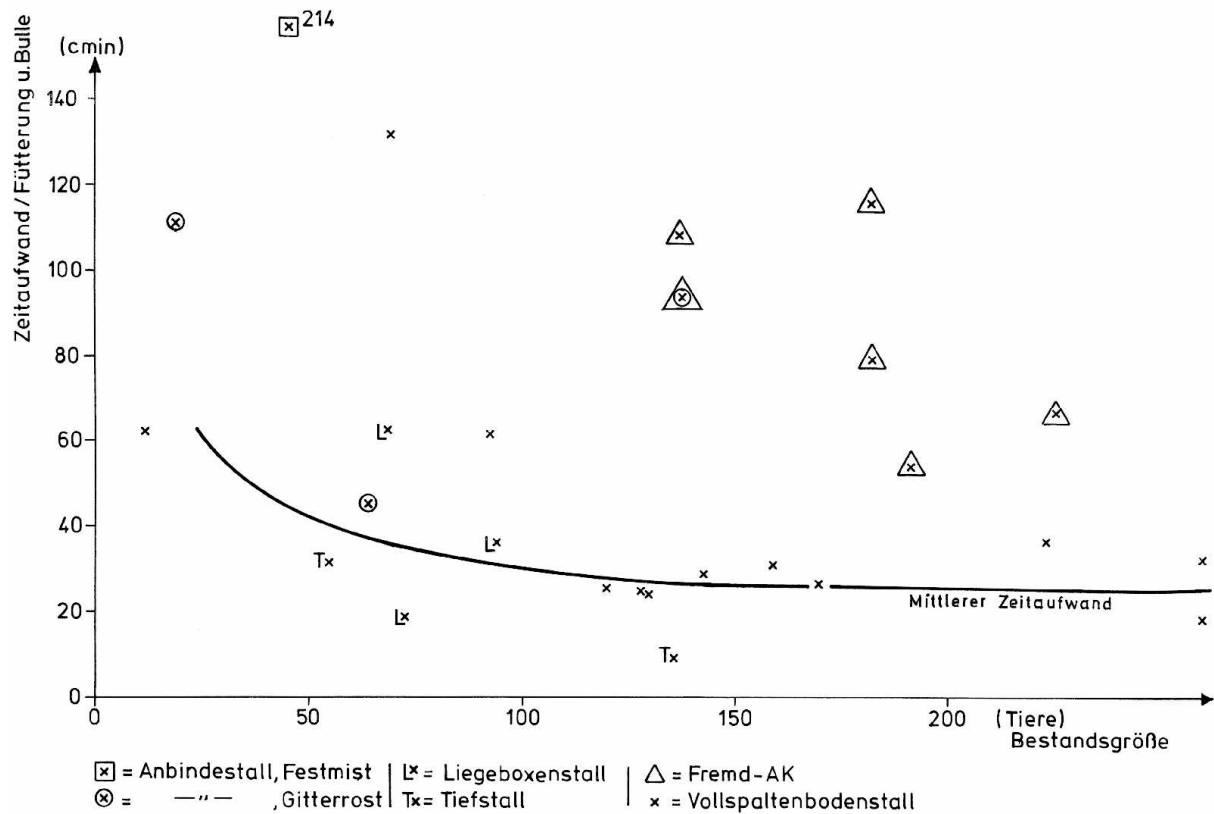


Abbildung 14: Zeitaufwand je Fütterung und Bulle in den analysierten Betrieben in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Hervorstechendes Merkmal war der fast identische Zeitaufwand der 6 Betriebe mit Vollspaltenbodenstall und Bestandsgrößen von 120 bis 170 Tieren, die auch mit den noch größeren Tierbeständen verglichen werden konnten. Deutlich darüber lagen jene Vollspaltenbodenställe, in denen Fremd-AK die Arbeitserledigung vornahmen. Aus der Kenntnis dieser Betriebe können die Gründe für das schlechte Abschneiden genannt werden:

1. Äußerst **schlechte Arbeitshilfsmittel**, wobei zum Teil die Grundausstattung sogar Mängel aufwies. Dies führte dazu, dass jeweils längere Zeit benötigt wurde, um erforderliche Geräte zu suchen oder in die vorhandenen Stalleinheiten zu bringen.
2. Bei den Fremd-AK handelte es sich um die seit Jahren im Betrieb tätigen Melker. Diese konnten sich aber aufgrund des Alters nicht mehr von der **herkömmlichen Arbeitsweise** lösen und arbeiteten in der ihnen wohlvertrauten, aber nicht mehr zeitgemäßen Weise.
3. Aufgrund der **Pauschalentlohnung** wurde dem Personal mehr Arbeit als notwendig zugemutet. Sie mussten bis zu 3 verschiedene Futterarten zuteilen, sollten nach Mög-

lichkeit dazu noch Schlempe zuteilen und evtl. auch noch warten, bis die Tiere die Schlempe restlos aufgenommen hatten.

Zusammenfassend können die Ist-Analyseergebnisse so interpretiert werden, dass in den meisten Betrieben versucht wird, ein günstiges Arbeitsergebnis zu erzielen. Allerdings wurden die tatsächlichen Verursacher eines überhöhten Zeitaufwandes bewusst oder unbewusst nicht immer erkannt. Die Arbeiterledigung durch die Betriebsleiter selbst zeigte dagegen nicht nur eine gute Arbeitsorganisation, sondern auch einen verstärkten Einsatz von Arbeitsmitteln. Deshalb kann erwartet werden, dass auch in Betrieben mit größeren Tierbeständen eine verstärkte Mechanisierung einsetzen wird, sobald die noch vorhandenen Melker ausscheiden.

4.4.2.2 Verlustzeiten in den untersuchten Betrieben

Um herauszufinden, ob sich die bei den betriebsspezifischen Ist-Analysen gefundenen Ergebnisse auch auf die Verlustzeiten auswirken oder von diesen mit verursacht wurden, wurden alle Betriebe auf ihre Verlustzeitanteile untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

Danach zeigt sich, dass in den Ergebnissen der Ist-Analysen genau 10 % Verlustzeiten enthalten sind. Größte Streuungen weisen dabei die **organisatorischen** und die **persönlichen Verlustzeiten** auf. Bei ersteren treten die Streuungen vor allem bei den Betrieben auf, welche 2 oder 3 Personen für die Arbeit einsetzen. Dabei lässt es sich logischerweise nicht vermeiden, dass Leerlaufzeiten entstehen. Zudem sind dies fast ausschließlich die Betriebe mit Fremd-AK. Eine Sonderstellung nimmt dabei Betrieb Nr. 18 ein. Dort arbeiteten 2 AK gemeinsam im Kälberstall und hatten auch die Arbeit im Bullenmaststall so geplant, dass sie ohne größere Schwierigkeiten gemeinsam ausgeführt werden konnte. Da aber die Silobenfräse sehr schlecht funktionierte, mussten beide vom geplanten Arbeitsablauf abweichen und erreichten dadurch das äußerst schlechte Ergebnis. Im Betrieb Nr. 15 war der Betriebsleiter nicht bereit, die Kälber selbst zu versorgen, obwohl sein Arbeitsablauf dafür ideal gewesen wäre. Er betätigte sich in der Zeit, in der er auf die Silageentnahme mit der Unterfräse aus dem Hochsilo warten musste, als Zuschauer bei der Durchführung der Arbeiten im Kälberstall durch seine Frau.

Tabelle 16: Anteil der Arbeitsarten in den analysierten Betrieben für die Bullenhaltung (n = 23)

Betrieb Nr./Stall- einh.	Anzahl der Arb.Per- sonen	Tätig- keit %	Tätigkeitsunterbrechung			Gesamt- unter- brechg. %
			Verlust (O)	Verlust (P)	Störzeit (S)	
1	2	3	4	5	6	7
1	1	96,4	-	0,4	3,2	3,6
2	1	90,9	0,6	7,3	1,2	9,1
4	2	90,8	8,5	-	0,7	9,2
5/1	1	92,1	-	1,6	6,3	7,9
/2	1	91,7	-	8,3	-	8,3
6/1	2	88,1	8,1	1,4	2,4	11,9
/2	2	89,8	9,3	-	0,9	10,2
/3	2	87,2	11,7	0,8	0,3	12,8
7	1	88,3	-	11,7	-	11,7
8	1	97,9	2,1	-	-	2,1
9/1	2	94,0	2,1	3,0	0,9	6,0
/2	2	93,0	0,3	5,7	1,0	7,0
10	1	99,7	0,3	-	-	0,3
11	1	100	-	-	-	-
12	1	94,3	-	0,2	5,5	5,7
14	1	97,9	2,1	0,1	-	2,2
15	1	68,5	30,5	0,2	0,8	31,5
16	1	79,5	5,1	9,5	5,9	20,5
17	1	100,0	-	-	-	-
18	2	48,8	44,7	2,6	4,1	51,4
19	1	99,4	-	0,6	-	0,6
20	1	71,4	26,6	0,6	4,4	31,6
21	1	99,6	-	0,4	-	0,4
22	1	96,7	0,4	1,8	1,1	3,3
23	2	94,2	3,5	2,2	0,1	5,8
Durchschnitt		90,0	6,1	2,4	1,5	10,0

Die hohen Anteile an Störzeiten einzelner Betriebe rühren fast ausschließlich von den Siloentnahmefräsen und von den Fütterungswagen her. Letztere hatten vor allem dann Schwierigkeiten, wenn neben der Maissilage auch Rübenblattsilage zugeteilt werden musste.

4.5 Folgerungen aus den Ist-Analysen

Wie die Ergebnisse der Ist-Analysen zeigten, ist unter praktischen Verhältnissen mit sehr großen Schwankungen beim Arbeitszeitaufwand zu rechnen. Eine allgemeingültige Modellkalkulation für den Einzelbetrieb ist deshalb immer sehr problematisch, solange sie die betriebsspezifischen Verhältnisse unberücksichtigt lässt. Die daraus abzuleitende Folgerung heißt deshalb:

1. Verbesserungen der derzeitigen Verhältnisse im Einzelbetrieb im Bezug auf die **Arbeitsorganisation und den Arbeitsablauf** sind nur möglich, wenn eine Ist-Analyse das tatsächliche Geschehen aufzeigt und die Hauptverursacher des Zeitaufwandes aufdeckt. Daran müssen dann betriebsspezifische Modellansätze anknüpfen und alternative Möglichkeiten aufzeigen. Diese wiederum können im Ist-Soll-Vergleich der Ist-Analyse gegenübergestellt werden und dienen dann als praxisnahe Entscheidungshilfe.
2. Die großen Schwankungen bei den Störzeiten können fast ausschließlich auf die verursachenden Elemente zurückgeführt werden. Zur praxisnahen Modellgestaltung empfiehlt es sich deshalb, **Störzeiten direkt den Planzeiten** für die Elemente **zuzuordnen**.
3. **Alle anderen Tätigkeitsunterbrechungen** sind vor allem Arbeitspersonen zuzuschreiben und stehen im Zusammenhang mit der Zahl der AK, dem Status der AK und der Arbeitsdauer. In Untersuchungen, die über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, müssten dazu die Zusammenhänge noch näher ermittelt werden. Vorerst dürfte es aber genügen, wenn für diese Verlustzeiten ein allgemeingültiger Zuschlag zu den Produktionsverfahren erfolgen würde.

Insbesondere gilt es im Rahmen der in dieser Arbeit erstellten Methode, die unter 1. und 2. genannten Punkte einzubeziehen. Dabei verdienen beide besonderes Augenmerk bei der Programmtechnik, denn nur durch die geplante Einbeziehung von Störzeiten in die Modelle und dem Ist-Sollvergleich auf EDV-Basis ist ein Kalkulationssystem in der Lage, die geforderten praxisnahen Entscheidungshilfen in kürzester Zeit zu liefern.

5 Die Planzeiterstellung

5.1 Das Ziel der Planzeiterstellung

Schon frühzeitig wurde erkannt, dass der Zeitbedarf für gleiche Arbeiten von den auf das Arbeitsziel einwirkenden Einflussfaktoren abhängig ist [38, 7]. Obwohl diese ersten Untersuchungen aus der Industrie stammen, gelten diese grundsätzlichen Zusammenhänge auch für die Arbeiten in der Landwirtschaft. HAMMER [8, 9] wies dies nach und stellte den Zeitbedarf für Arbeitselemente als Funktion der auf sie einwirkenden Einflussfaktoren dar. Allerdings zog er den Arbeitsversuch der Arbeitsbeobachtung vor, um damit die sonst in der Praxis übliche Streubreite der Arbeitsmethode, der Arbeitspersonen und der Arbeitshilfsmittel in Grenzen zu halten. Damit erstellte er aber allgemeingültige Planzeiten, die als Funktion vorgegebener oder betriebsspezifischer Einflüsse ein Datum darstellten. Sie ließen keinerlei Interpretation der darin enthaltenen Streubreiten (Reststreuung) zu und sind demnach für die betriebsspezifische Anwendung zu abstrakt. Um diesen Nachteil zu vermeiden, soll in dieser Methode versucht werden, den Zeitbedarf für Arbeitselemente aus den Zeitwerten der Ist-Analysen abzuleiten. Dabei liegt folgende Hypothese zugrunde:

Wenn der Zeitaufwand für inhaltlich gleiche Arbeitselemente in einer Vielzahl von Einzelbetrieben gemessen wird, dann ist darin die gesamte Streubreite der nicht quantifizierbaren Einflussgrößen wie Methodentreue, Arbeitshilfsmittel u. a. enthalten. Es sind aber auch die Einflüsse der Haupteinflussfaktoren für Wegelängen, Transportvolumina und andere enthalten.

Über die Einflussgrößenrechnung und die statistische Absicherung ist es dann möglich, diese Haupteinflussfaktoren mit ihrem Einfluss zu isolieren und für alle anderen nichtquantifizierbaren Einflüsse ein Mittel mit dem dazu zu erwartenden Streubereich zu errechnen.

Eine Planzeit kann somit folgendermaßen definiert werden:

Planzeiten sind Soll-Zeiten für bestimmte Arbeitsabschnitte und dafür zu erwartende Streubereiche, deren Ablauf mit Hilfe von Einflussgrößen beschrieben ist.

Überall dort, wo signifikante Einflüsse nicht nachzuweisen sind, wird demgemäss ein Mittelwert mit zu erwartendem Streubereich die Planzeit sein. Planzeiten können somit unterteilt werden in Planzeitwerte und Planzeitfunktionen. Für beide muss die Methode der Erstellung gesucht und an den Planzeiten der Bullenmast auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

5.2 Die Methode und die Programmtechnik

5.2.1 Die Methode der Planzeiterstellung

Bisher wurden Zeitbedarfswerte fast ausschließlich zu **Standards** verrechnet [29]. Dabei lag eine relativ einfache Verrechnung zugrunde, die von der Klassenbildung und der Errechnung dafür gültiger Mittelwerte ausging. Für das Arbeitselement „Futtertisch fegen“ ergaben sich dabei die in Abbildung 15 dargestellten Zusammenhänge.

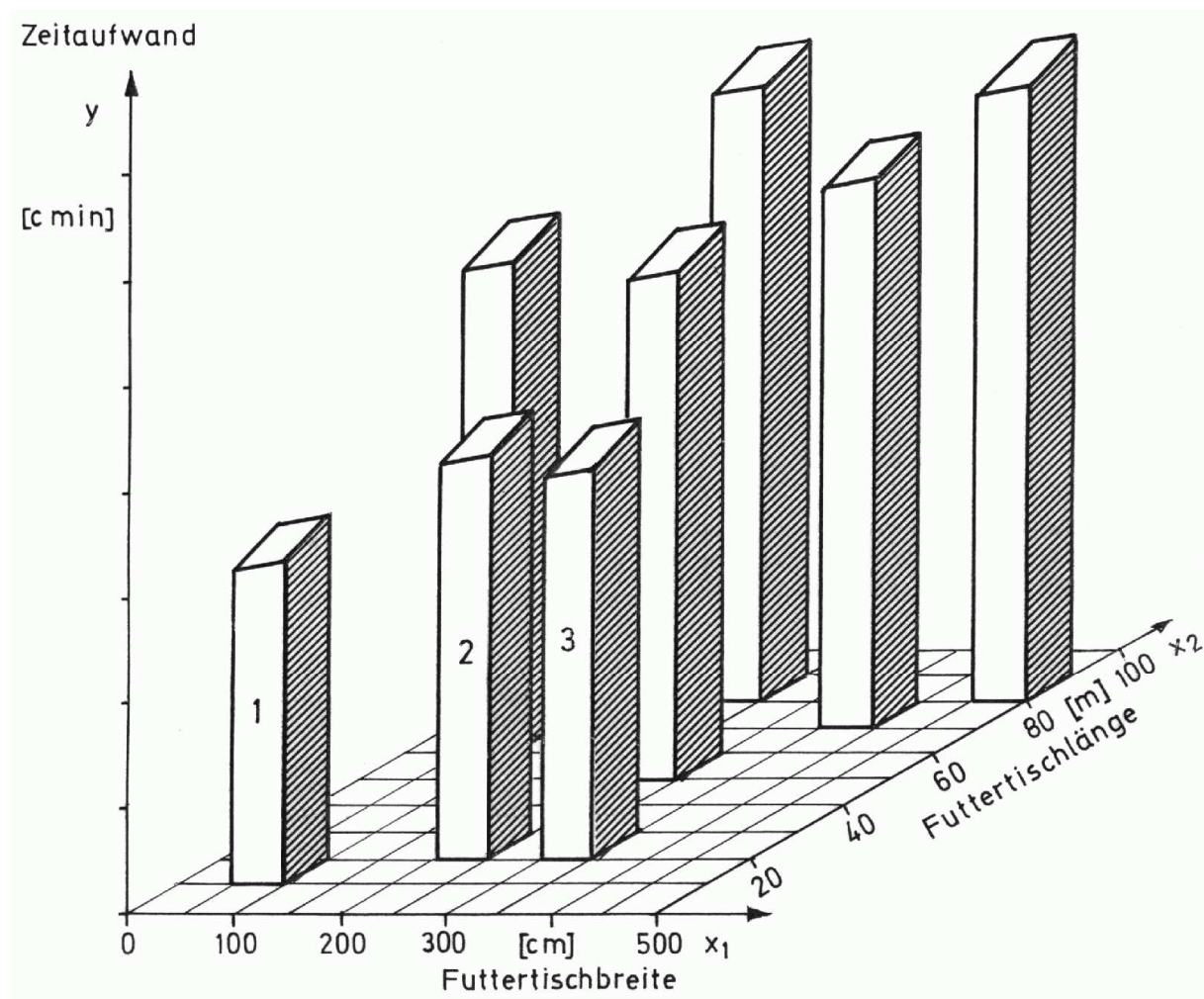


Abbildung 15: Arbeitszeitbedarfszahlen als Standards (Beispiel: Arbeitselement „Futtertisch fegen“)

Aus allen Messungen, z.B. in Rinderställen, wurden gleiche oder ähnliche Bedingungen herausgesucht und einer Klasse zugeordnet. Im Beispiel der Abbildung 15 entspricht diese einer Zuordnung zu verschiedenen Längen- und Breitengruppen des Futtertisches. Die erste linke Säule wäre demnach der Zeitbedarf mit der Höhe y bei einer Futtertischbreite = $0,5 - 1$ m und einer Länge von $10 - 20$ m.

Schon daraus wird ersichtlich, dass derartige Standards mit Sicherheit für den angegebenen Gültigkeitsbereich richtig waren, dass aber innerhalb der Zuordnung des Gültigkeitsbereiches Kompromisse eingegangen wurden. Als Mittelwert würde ein solcher Standard nämlich nur dann exakt die Mitte des Bereiches treffen, wenn alle Teilgrößen zwischen den vorgegebenen Längen und Breiten mit gleicher Zahl vertreten wären.

Es konnte aber auch soweit führen, dass z.B. der Standard für eine größere Futtertischbreite kleiner sein konnte, als für eine kleinere. Diese Verhältnisse sind durch die Säulen 2 und 3 für $20 - 30$ m Länge und $2 - 2,5$ bzw. $3 - 3,5$ m Breite dargestellt. Die Herkunft solcher Werte kann damit erklärt werden, dass z.B. in Säule 2 eine Anhäufung von Messwerten bei Futtertischgrößen $2,5$ m Breite und 30 m Länge vorlag und Säule 3 aus nur wenigen Zeitwerten bei 3 m Breite und 20 m Länge bei vielleicht zusätzlich hohem Leistungsgrad verrechnet wurde.

Aus der Vorgehensweise zur Erstellung von Standards können nun sofort die Grenzen für die Anwendung abgesteckt werden:

1. Die Wiederverwendung dieser Standards ist nur dann möglich, wenn gleiche Verhältnisse vorliegen wie bei der Erstellung.
2. Die Ermittlung von Standards fehlender Klassen durch Intra- oder Extrapolation kann zu vollständig falschen Ergebnissen führen, da die ermittelten Standards nicht unbedingt aus einer zufälligen Stichprobe zu stammen brauchen.
3. Die Erfassung aller Klassenmittelwerte ist aufwendig und würde im Beispiel auf Abbildung 15 bei den darin zugrundegelegten Bedingungen zu $10 \times 10 = 100$ Standards führen.

Alle diese Schwierigkeiten werden vermieden, wenn der für das Fegen des Futtertisches benötigte Zeitbedarf als Funktion der Einflussgrößen Länge und Breite bestimmt würde.

$$Y = f(\text{Futtertischbreite, Futtertischlänge}) \quad (2)$$

oder in allgemeiner mathematischer Form für die Einflussgrößen x_1 bis x_n

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (3)$$

Zur Erstellung dieser Funktion eignen sich EDV-Rechenprogramme, die eine Vielzahl an Einflussgrößen gleichzeitig bearbeiten können (multiple Regressionsprogramme sind Standardprogramme von Statistikpaketen wie BMD und BMDP [45], SSP [48] und anderen). Sie führen zum Regressionsansatz¹¹

$$y = a + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_3 * x_3 + \dots + b_n * x_n \quad (4)$$

Dabei sind:

- y = der Zeitbedarf
- a = das Absolutglied der Funktion (Achsenabschnitt)
- b = das Steigungsmaß für die n-te Einflussgröße
- x = der Umfang der n-ten Einflussgröße

Bei Eingabe des Grunddatenmaterials für das Beispiel „Futtertisch fegen“ würde dafür die Regressionsgleichung lauten:

$$y = -81,46 + 98,59 * \text{Futtertischbreite} + 6,44 * \text{Futtertischlänge} \quad (5)$$

Zur Verdeutlichung dieser Funktion wurde in Abbildung 16 über die Standards die **Regressions Ebene** eingezeichnet.

Daraus wird ersichtlich, wie die einzelnen Standards diese Ebene erreichen, durchbrechen oder darunter liegen. Die **funktionale Darstellung** kann deshalb auch als eine umfassende Interpolation aller zu einem Arbeitselement gehörenden Standards betrachtet werden. Die Interpretation der für das Beispiel gefundenen Funktion würde lauten:

Für jeden Meter Länge des Futtertisches werden 6,44 cmin benötigt, und jeder zusätzliche Meter Breite für die gesamte Futtertischlänge erfordert 98,6 cmin, wobei das Gesamtergebnis um 81,5 cmin zu verringern ist.

¹¹ Multiplikationszeichen werden in dieser Arbeit als * geschrieben

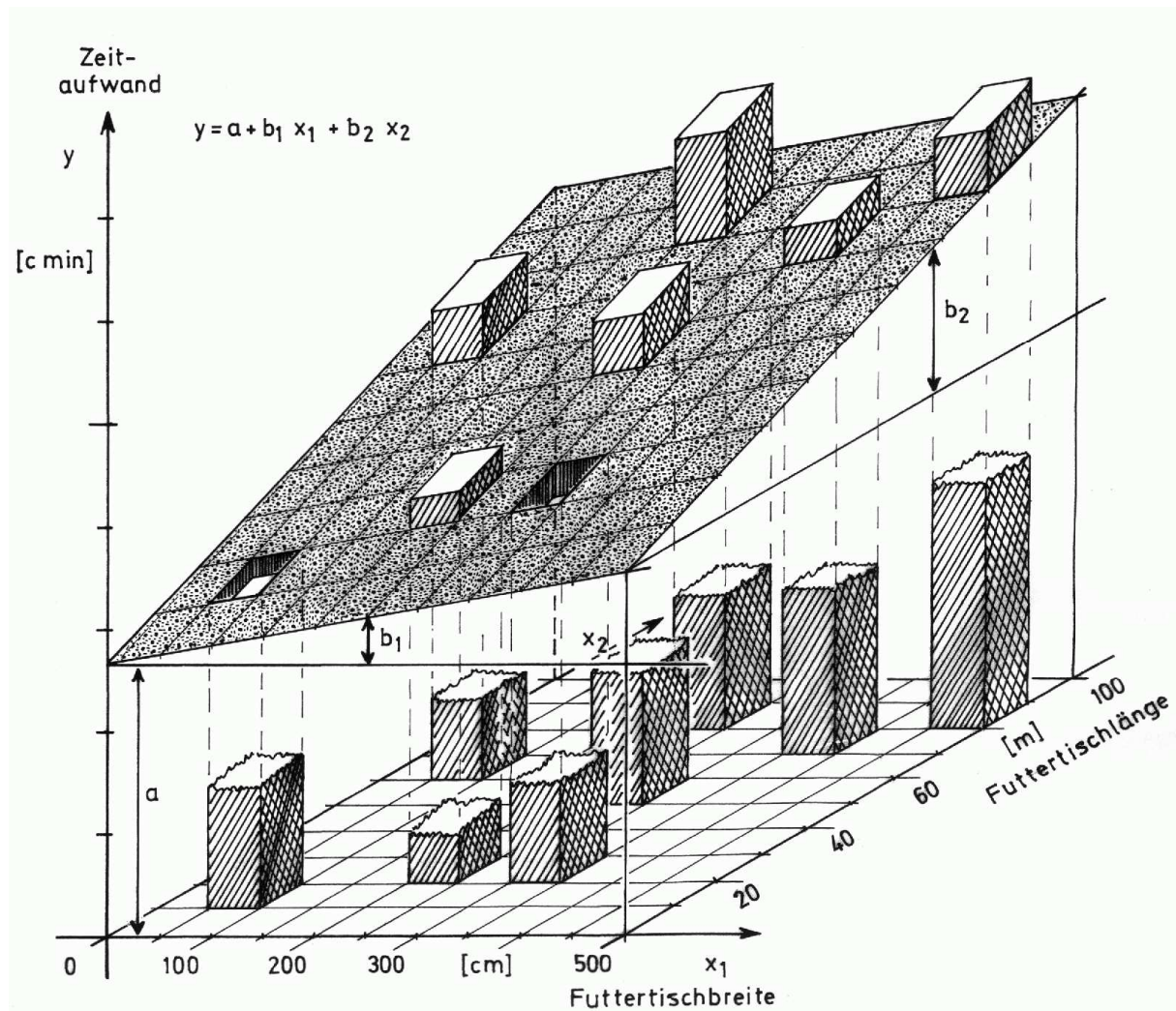


Abbildung 16: Planzeit als Funktion veränderlicher Faktoren (Beispiel: Arbeitselement Futtertisch fegen)

Für einen Futtertisch von 0,5 m Breite und 4 m Länge würde diese Funktion mit

$$y = -81,5 + 98,6 * 0,5 + 6,44 * 4 = \underline{\underline{-6,4 \text{ cmin}}} \quad (6)$$

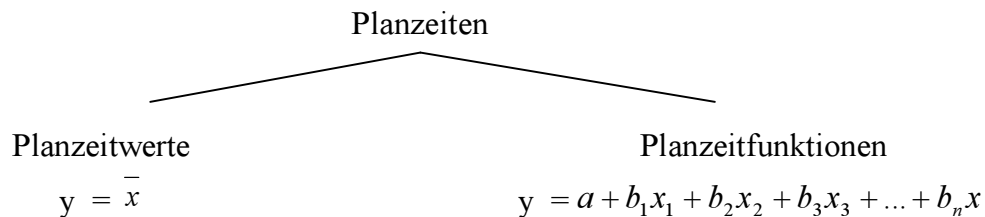
einen negativen Zeitbedarf oder einen Zeitgewinn ergeben. Dass dieses Ergebnis unlogisch ist, muss nicht besonders hervorgehoben werden.

Es stellt sich somit die Frage, ob Funktionen in allen Fällen erstellt werden können und ob der lineare Ansatz immer zu rechtfertigen ist. Dieser Fragenkomplex kann mit Hilfe statistischer Tests geprüft und entsprechend beantwortet werden. Erweisen sich nämlich nach [4] die Einflussgrößen x_1 bis x_n als nicht signifikant, d.h. als nicht von Null verschieden, so bleibt als Zeitwert (Sonderfall einer Funktion)

$$y = a \quad (7)$$

oder allgemein ausgedrückt wird der Zeitbedarfswert y zum Mittelwert der gemessenen Zeitwerte und der allgemeinen Statistik entsprechend wird dann besser vom Mittelwert \bar{x} gesprochen.

Planzeiten sind demnach



5.2.1.1 Planzeitwerte und ihre statistische Absicherung

Planzeitwerte sind allgemeingültige Zeitwerte mit ihren Streuungsbereichen für klar abgegrenzte Ablaufabschnitte, auf welche keine oder aber quantifizierbare Einflussfaktoren einwirken.

Während zufällig gezogene Stichprobenwerte meistens normalverteilt sind, trifft dies bei Zeitwerten nicht immer zu. SACHS 1973 [30] stellt Zeitwerte als markantes Beispiel für Verteilungsformen mit positiver Schiefe heraus. Auch SAUER 1955 [32] und SCHLAICH 1967 [33] berichten über die häufig anzutreffende positive Schiefe bei Zeitwerten von Arbeitselementen in der Industrie. In der Landwirtschaft wurde von AUERNHAMMER 1974 [1] darauf aufmerksam gemacht. Er führte auch zusammen mit PEN und HENNEBERG 1973 [3] eine erste Untersuchung über die in der Landwirtschaft anzutreffenden Verteilungsformen durch.

Um die **Unterschiede zwischen der Normalverteilung** und einer **schiefen Verteilungsform** herauszustellen, wurde auf Abbildung 17 eine Gegenüberstellung durchgeführt. Darauf wurden über der Zeit die Häufigkeiten von Stichprobenelementen (Wahrscheinlichkeitsdichte) aufgetragen.

Bei einer normal verteilten Stichprobe im oberen Teil der Darstellung erfüllt der Mittelwert zugleich 3 Anforderungen:

1. Er stellt das arithmetische Mittel dar, das heißt:

Jeder links von diesem Wert liegende Wert wird durch einen rechts vom Mittelwert liegenden Wert so aufgewogen, dass die Summe beider Werte, dividiert durch 2, den Mittelwert ergibt

$$\bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i \quad (8)$$

2. Das arithmetische Mittel \bar{x} stellt zugleich den Median dar. Dies bedeutet: Das Flächenintegral $-\infty$ bis zu \bar{x} ist in seiner Größe identisch dem Flächenintegral \bar{x} bis $+\infty$. Der Median teilt somit die Häufigkeitsverteilung in zwei gleich große Hälften

$$\bar{x} = M \quad (9)$$

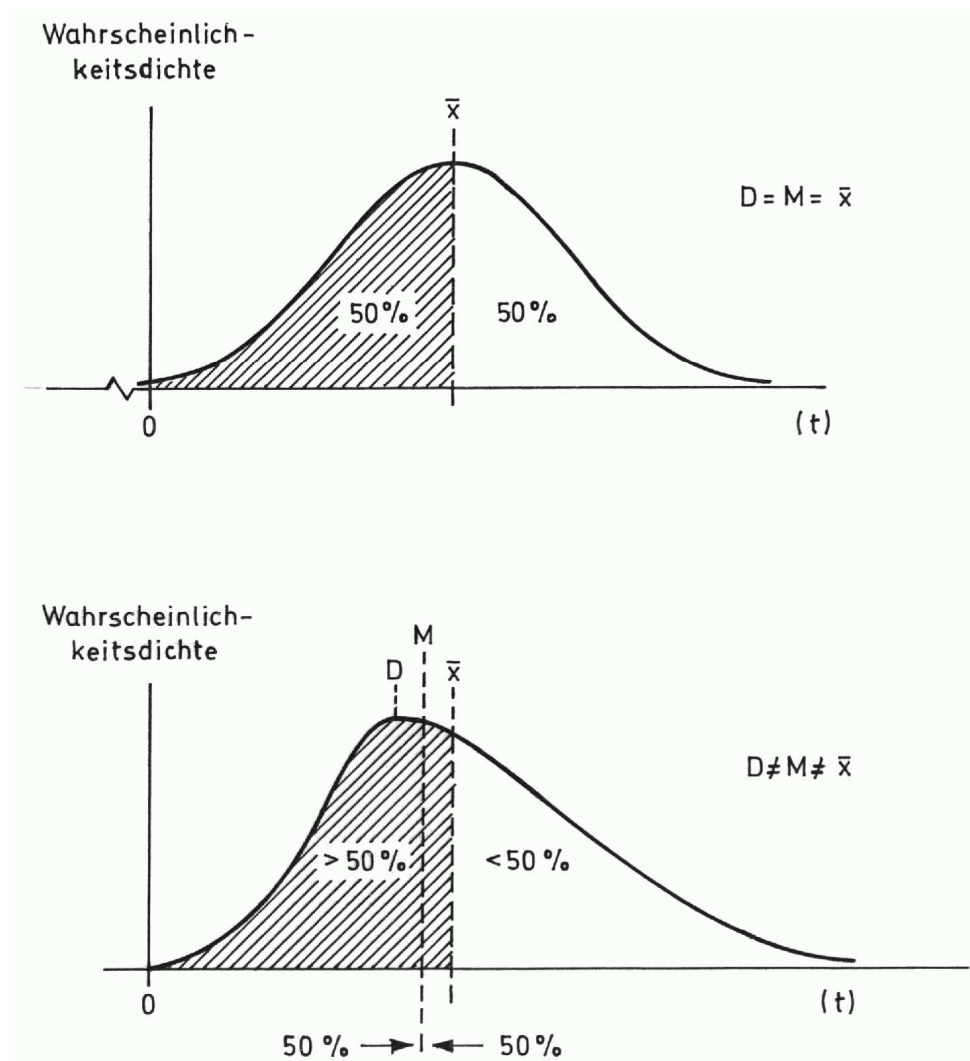


Abbildung 17: Verteilungsformen für Zeitmesswerte

3. Das arithmetische Mittel \bar{x} stellt außerdem den am häufigsten anzutreffenden Wert = Dichtemittel oder Modus bei zufälliger Ziehung dieser Stichprobe dar

$$\bar{x} = M = D \quad (10)$$

und die Angabe von \bar{x} oder M oder D haben die gleiche Aussage zum Inhalt.

Zeitwerte zeichnen sich aber auch dadurch aus, dass sie nie Null und nie negativ sein können. Im zunehmenden positiven Bereich werden sie nur leicht begrenzt durch die nachlassende psychische und physische Leistungsbereitschaft und -fähigkeit oder sie unterliegen keinerlei Begrenzung. Ein typisches Beispiel für ein derartiges Arbeitselement ist das „Starten eines Schleppers“, welches als Auswertungsprotokoll im Anhang aufgeführt ist. Während unter normalen Umständen der Startvorgang in einem eng begrenzten Zeitintervall erfolgt, können zufällige, aber nicht quantifizierbare Einflüsse den normalen Zeitbedarf erheblich verlängern. Die Ursachen dafür sind meistens unbekannt und treten als solche aber in einer nicht unwesentlichen Zahl in der Praxis auf. Diese Einflüsse bedingen den auf Abbildung 17 unten dargestellten, nach rechts flach und weit auslaufenden Ast.

Diese wenigen, aber doch sehr weit über dem Durchschnitt liegenden Werte können durch sehr kleine Werte nicht mehr ausgeglichen werden, denn ein auch im höheren Zahlenbereich liegendes Arbeitselement erfordert ein nicht mehr zu unterbietendes **Zeitaufwandsminimum**. Der aus solchen Verteilungsformen errechnete arithmetische Mittelwert teilt deshalb die Fläche nicht mehr in gleich große Teile. Diese Forderung erfüllt weiterhin der Median, während der am häufigsten auftretende Wert = Dichtemittel, der kleinste aller Mittelwerte ist. SACHS 1973 [30] und PFANZAGL 1962 [24] weisen darauf hin, dass linkssteile Verteilungsformen fast immer in echte Normalverteilungen überführt werden können, wenn die Messwerte logarithmiert werden. Die Statistik spricht dann von der **Lognormalverteilung** oder der **logarithmischen Normalverteilung**. Der Mittelwert dieser Verteilung ist das geometrische Mittel (GM) und errechnet sich als arithmetisches Mittel gleich dem Median der Urdaten. (In EDV-Programmen sind nur Großbuchstaben möglich. Deshalb wird in dieser Untersuchung für Mittelwerte jeweils eine Kombination von Großbuchstaben verwendet.

Es gilt

$$\begin{aligned}
 \text{AM} &= \bar{x} &= &\text{arithmetisches Mittel,} \\
 \text{GM} &= \tilde{x} &= &\text{geometrisches Mittel,} \\
 \text{M} &= \tilde{x} &= &\text{Median,} \\
 \text{D} &= & &\text{Dichtemittel oder Modus.)}
 \end{aligned}$$

Der Unterschied, der zwischen dem geometrischen Mittel und dem Median der Urdaten auftreten kann, beruht im wesentlichen auf der Bestimmung des Median. Diese läuft als einfache Schätzung ab, wobei

$$\tilde{x} = \text{der mittlere, der nach der Größe geordneten Werte bei ungerader Stichprobenzahl ist}$$

oder es ist

$$\tilde{x} = \frac{1}{2} (x_1 + x_2), \text{ wobei } x_1 \text{ und } x_2 \text{ die beiden mittleren der nach der Größe geordneten Werte bei gerader Stichprobenzahl darstellen.}$$

Das geometrische Mittel hingegen wird als exakter Wert bestimmt aus

$$\text{GM} = \sqrt[n]{x_1 * x_2 * x_3 * \dots * x_n} \quad \text{mit } x_i > 0 \quad (11)$$

oder mit Hilfe der Logarithmen

$$\text{GM} = \text{antilg} \left(\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \lg x_i \right) \quad \text{mit } x_i > 0 \quad (12)$$

Auch aus dieser Formel ist zu ersehen, dass das geometrische Mittel als arithmetisches Mittel aus den Logarithmen der Urdaten errechnet wird. Die Verzerrung der Lognormalverteilung zur echten Normalverteilung wird allein durch die Anwendung der **logarithmischen Zahlenskala** erreicht, welche den Bereich 0 bis 1 in den Bereich $-\infty$ bis 0 überführt.

Als Streuungsmaß für die Lognormalverteilung dient nach SACHS 1974 [30] der Streufaktor

$$\text{Streufaktor} = \text{antilg} \sqrt{\frac{f_i(\lg x_i)^2 - (f_i \lg x_i)^2 / n}{n-1}} \quad (13)$$

und da der Radikand gleichbedeutend ist mit der Varianz der Logarithmen von x_i , wird der Streufaktor gebildet aus

$$\text{Streufaktor} = \text{antilg} \sqrt{s^2 \lg x_i} \quad (14)$$

Mit Hilfe des geometrischen Mittels GM und des Streufaktors SF lässt sich auch der unsymmetrische Vertrauensbereich¹² um GM beschreiben. Er errechnet sich aus

$$\text{Vertrauensbereich}_{(\alpha)} = \text{antilg} \left(\text{GM} \pm \frac{t(n-1; \alpha) * \text{SF}}{n} \right) \quad (15)$$

und beschreibt damit den Bereich, in welchem mit $S = \alpha$ -prozentiger Sicherheit der **wahre, aber unbekannte Mittelwert** für ein klar definiertes Arbeitselement liegt. Dieser Bereich müsste demnach immer angesetzt werden, wenn der Zeitbedarf für dieses Element benötigt wird.

In die Formeln für die Streuung (18 – 20) geht die Anzahl der Messwerte grundsätzlich als Divisor ein, d.h. dass durch eine größere Anzahl an Messwerten eine geringere Streuung zu erwarten ist oder umgekehrt, dass die **Genauigkeit** der Aussage erhöht wird. Dabei nähert sich mit zunehmendem Stichprobenumfang n der zu erwartende Streubereich der Grundstreuung. Da es nicht Aufgabe der Planzeiterstellung sein kann, die Grundstreuung zu ermitteln, muss ein Maßstab gefunden werden, welcher Auskunft über die Genauigkeit eines Planzeitwertes gibt. JOHN 1970 [14] verwendet dazu den ε - Test und leitet ihn folgendermaßen ab:

Eine Stichprobe ergibt die Parameter Mittelwert \bar{x} und Streuung s . Diese beiden absoluten Werte sagen bei Vergleichen wenig aus, und deshalb wird oft ein relatives Maß verwendet. Dazu wird das Verhältnis von s zu \bar{x} als Variationskoeffizient VK errechnet mit

¹² $\text{VB}_{(\alpha)}$ = Vertrauensbereich bei einer statistischen Sicherheit von α % (in der Literatur auch mit $(1-\alpha)$ bezeichnet (SACHS))

$$VK = \frac{s}{\bar{x}} * 100 (\%). \quad (16)$$

Der in dieser Formel eingesetzte geschätzte Mittelwert liegt selbst in einem Bereich, der als Vertrauensbereich (VB) oder Konfidenzintervall bezeichnet wird nach

$$VB_{(\alpha)} = \bar{x} \pm \frac{t_{(n-1, \alpha)} * s}{\sqrt{n}}. \quad (17)$$

Wird nun dieser Vertrauensbereich genau wie in Gleichung 16 zum Mittelwert \bar{x} in Beziehung gesetzt, so kann daraus eine relative Genauigkeit ε abgeleitet werden. Diese gibt in % die Streuung des Vertrauensbereiches um den geschätzten Mittelwert \bar{x} an und führt über die Umformung

$$\varepsilon = \frac{\frac{t_{(n-1, \alpha)} * s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} * 100 \quad (18)$$

und die Formel 16 zu

$$\varepsilon = \frac{t_{(n-1, \alpha)}}{\sqrt{n}} * VK. \quad (19)$$

Anhand dieser Formel ist der prozentuale Streubereich des Vertrauensbereiches um den Mittelwert zu beschreiben, und zwar in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang. Wird demnach eine bestimmte Sicherheit der Aussage (Genauigkeit ε) gefordert, so kann der notwendige Stichprobenumfang n' dafür nach (20) errechnet werden aus

$$n' = \left(\frac{t_{(n-1, \alpha)} * VK}{\varepsilon} \right)^2 \quad (20)$$

und es wird durch Differenzbildung möglich, die Zahl der noch fehlenden Messungen zu bestimmen, falls die vorgegebene Genauigkeit nicht erreicht wurde. Allerdings gilt für diese Bestimmung von

$$n = n' - n, \quad (21)$$

dass die noch zu messenden Zeitwerte einer Normal- oder bei transformierten Werten einer Lognormalverteilung gehorchen. Außerdem geht aus (19) hervor, dass n in Abhängigkeit zu der gewählten Genauigkeit ε steht und diese den erforderlichen Stichprobenumfang im Quadrat beeinflusst.

Über die Wahl von ε liegen in der Literatur mehrere Angaben vor. HAMMER 1973 [11] fordert eine Genauigkeit von $\varepsilon = 3\%$, SÖRGEL 1973 [37] hält ein $\varepsilon \leq 5\%$ für ausreichend, während die „Industriegewerkschaft Metall IGM“ 1972 [13] eine Genauigkeit der Vorgabezeiten von $\varepsilon \leq 1\%$ fordert. REFA [27] ordnet die zu fordernde Genauigkeit der Verwendung zu und hält für normale Verwendung $\varepsilon \leq 5-10\%$ für ausreichend, während bei Vorgabezeiten in der Serienproduktion $\varepsilon \leq 5\%$ sein sollte.

Aufgrund dieser vielfältigen Angaben und der Tatsache, dass in einem an Umfang ständig zunehmenden, aber alle möglichen Einflüsse enthaltenden Datenpool eine große Streubreite festgelegt ist, wird vorgeschlagen, allen Auswertungen eine zu fordernde

Genauigkeit der Planzeiten von $\varepsilon \leq 10\%$

zugrunde zu legen. Arbeitselemente, welche aus großer Übung stammen, werden diese Forderung immer erfüllen können. Bei allen anderen Arbeitselementen dürfte aus diesem Vorschlag aber ein noch vertretbarer Stichprobenumfang resultieren. Um dieser Frage weiter nachzugehen, bedarf es jedoch einer Analyse der in der Landwirtschaft für Arbeitselemente anzutreffenden Grundstreuungen im Hinblick auf deren Zeitbedarf. Auf sie wird in Abschnitt 5.3 näher eingegangen.

5.2.1.2 Planzeitfunktionen und deren statistische Absicherung

Als zweite Form der Planzeiten wurden die Planzeitfunktionen abgegrenzt.

Planzeitfunktionen sind Ablaufschnitte, deren Zeitbedarf von einer oder mehreren Einflussgrößen signifikant beeinflusst wird.

Sie stellen nach Formel 8 den Zeitbedarf als Absolutglied für im Ablauf enthaltene Tätigkeiten ohne Einflüsse dar und über die Einflussgrößen additive oder subtraktive Anteile zur Erzielung des Gesamtzeitbedarfes. Wenn aber bei den Planzeitwerten das dort allein gültige Absolutglied meistens eine schiefe Verteilungsform zeigt, dann müsste dies auch für die Planzeitfunktionen zutreffen.

Unter dieser Hypothese müsste immer dann eine bessere Funktion erreicht werden, wenn die gemessenen Zeitwerte als Zielgröße mit ihren Logarithmen in die Auswertung eingegeben würden und der echte Zeitwert als antilog y aus der gefundenen Regressionsgleichung geschätzt wird. Aufbauend auf die in Formel 5 dargestellte Zeitfunktion für das Fegen eines Futtertisches, führt die obengenannte Hypothese zu den auf Abbildung 18 dargestellten Verhältnissen¹³.

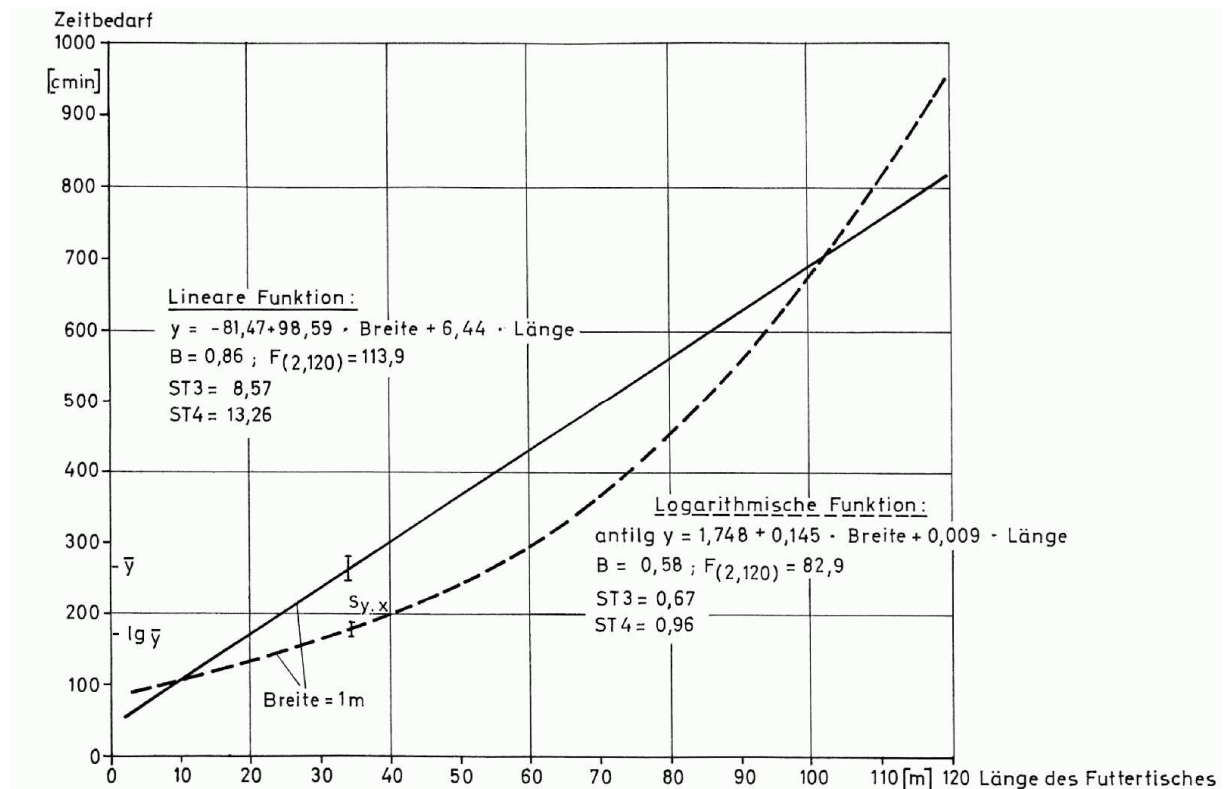


Abbildung 18: Planzeitfunktion für das Arbeitselement „Futtertisch fegen“

Bei linearer Auswertung fallen die Merkmale Absolutglied der Funktion und Testwerte des 3. und 4. Momentes aus den Residuen auf. So würde trotz des relativ hohen Bestimmtheitsmaßes $B = 0,66$ und dem sehr hohen F-Wert von 114 ein unlogisches Ergebnis möglich, wenn die Einflussgröße Futtertischbreite relativ klein und auch die Länge des Futtertisches nicht groß wäre. Dies könnte sogar zu negativen Schätzwerten führen und damit für geleistete Arbeit einen Zeitgewinn erbringen. Der Grund für derartige Ergebnisse liegt in der Nichtzulässigkeit des linearen Ansatzes. Dieser ist nur möglich, wenn die Residuen, d. h. die Differen-

¹³ Es ist zu beachten, dass alle Zeitbedarfskriterien durch den Nullpunkt gehen müssen. Allerdings besitzen nahezu alle Arbeiten einen fixen Zeiteanteil, der schon bei einer infinitesimal kleinen vom Null positiv verschiedenen Einflussgröße zur Wirkung kommt. Diese Zeitbedarfsanteile werden im Folgenden als Absolutglied im Nullpunkt betrachtet.

zen der gemessenen y -Werte und der mit Hilfe der gefundenen Regressionsgleichungen geschätzten \hat{y} -Werte, eine $N(0,1)$ verteilte Stichprobe bilden. Die Testwerte für die Schiefe $ST3 = 8,57$ und für den Exzess $ST4 = 13,26$ zeigen aber, dass dies nicht der Fall ist. Folglich muss ein besserer Ansatz gesucht werden. Aufgrund der Hypothese kann dies nur jener sein, der die Zeitwerte in der ihnen eigenen logarithmischen Verteilungsform behandelt. Im Gegensatz zur linearen Auswertung werden dann nahezu normalverteilte Residuen erreicht, womit die Richtigkeit des Ansatzes zwar nicht bewiesen, aber doch sehr **stark untermauert** wird. Dazu zeichnet sich diese Funktion dadurch aus, dass negative Schätzwerte für y nicht möglich sind. Im abgebildeten Fall sanken zwar F -Wert und Bestimmtheitsmaß, der Unterschied ist jedoch nicht gravierend. Entscheidender Vorteil der gefundenen Funktion ist aber, dass sie der Praxis entsprechende Werte liefert. Die auf Abbildung 18 dargestellte logarithmische Funktion lässt sich nämlich so interpretieren, dass für steigenden Arbeitsumfang nicht konstante, sondern zunehmende Zeitwerte/Einheit benötigt werden. Somit sind in diese Formel zunehmende Ermüdung, nachlassende Motivation und damit verbunden nachlassende Methodentreue sowie andere, die Leistung beeinflussende Faktoren enthalten.

Im gleichen Maße wie Planzeitwerte **Zeitbereiche** für definierte Arbeitsabschnitte darstellen, sind auch Planzeitfunktionen als Zeitbereiche zu verstehen. Deshalb müssen auch für Funktionen die Vertrauensbereiche der zu schätzenden Zeitwerte y bestimmt werden. SACHS [30] gibt für lineare Regressionsansätze die notwendigen Formeln an. Damit können 3 verschiedene Vertrauensbereiche für die Regressionsgerade geschätzt werden, die in ihrer Grundform Hyperbeläste zu den Einflussgrößen darstellen (Abb. 19).

Nach den Formeln (22) und (23) für den Vertrauensbereich $VB_{(\alpha)}$

$$VB(\alpha) = y \pm \sqrt{2^{*F}(2, n-2; \alpha)} S_{\hat{y}} \quad (22)$$

und
$$VB(\alpha) = y \pm t_{(n-2; \alpha)} S_{\hat{y}} \quad (23)$$

mit
$$S_{\hat{y}} = S_{y \cdot x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{Q_x}} \quad (24)$$

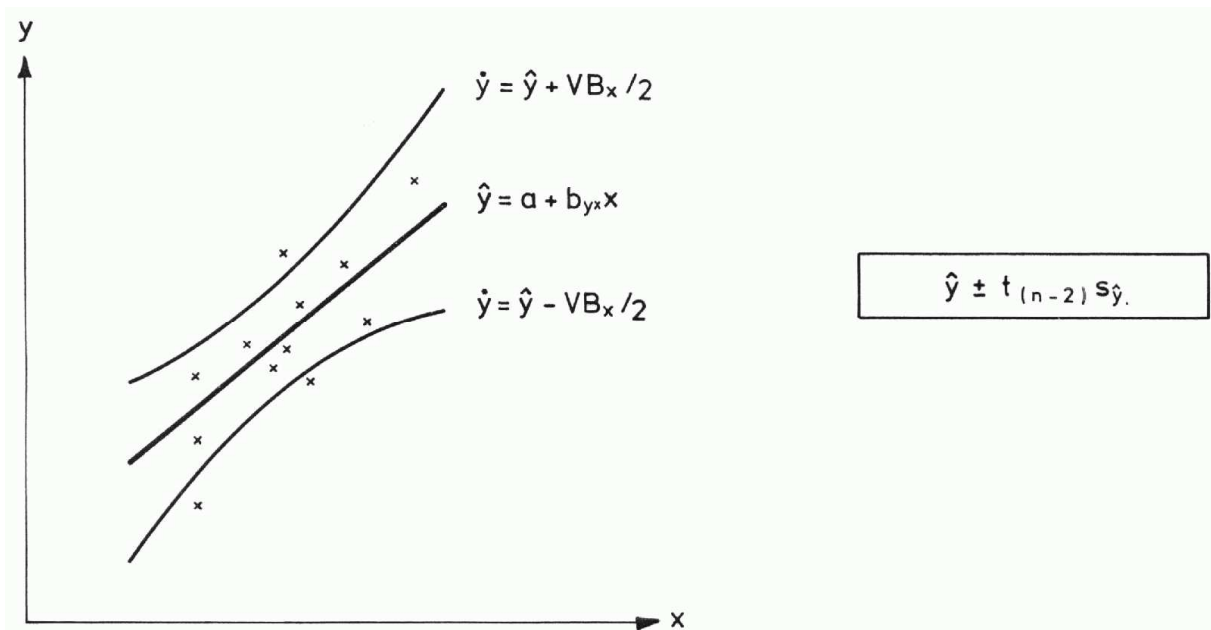


Abbildung 19: Vertrauensband-Schema mit den von x abhängigen Bereichswerten VB_x für die lineare Regression

schrumpft der Vertrauensbereich an der Stelle \pm mit $n = \infty$ gegen Null. Das in (22) ausgewiesene Vertrauensband ist mit $2 * F$ wesentlich weiter als das Band in (23). Für den Wert y an der Stelle x gibt SACHS in (25)

$$y \pm t_{(n-2;\alpha)} * s_{\dot{y}} \quad (25)$$

außerdem einen Bereich vor, der auch mit $n = \infty$ immer die Größe der Reststreuung nach

$$s_{\dot{y}} = s_{y \cdot x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{Q_x}} \quad (26)$$

beibehält.

Da bei Zeitstudien häufiger auftretende Arbeitselemente in großer Zahl gemessen werden, ist zu erwarten, dass deren Stichproben dann auch einen großen Umfang aufweisen. Im Vorgriff auf das nächste Kapitel kann hier schon der durchschnittliche Stichprobenumfang von $n = 52$ je Planzeitfunktion genannt werden. Für die daraus resultierenden 50 Freiheitsgrade FG kann ein t_{Tab} von 1,676 nachgeschlagen werden, das bedeutet gegenüber dem Freiheitsgrad ∞ mit 1,645 bei der Sicherheitswahrscheinlichkeit $s = 10\%$ eine **Abweichung von etwa 2 %**. Für

die Kalkulation des Streubereiches kann deshalb auf die Angabe der FG verzichtet und an deren Stelle sofort der t gesetzt werden. Dies führt dann zur Streubreite

$$y \pm 1,645 * s \hat{y}. \quad (27)$$

Für Planzeitfunktionen, deren **Zeitbedarf als Anteil** von y gebildet werden muss, sind die Bedingungen vergleichbar mit den auf Seite genannten Verhältnissen bei Logonormalverteilungen. Demnach bestimmt sich der 90 % - VB für solche Funktionen aus

$$90\% - VB = anti \lg \left(y \pm \left(1,645 * s \hat{y} \right) \right) \quad (28)$$

Damit steht auch für Planzeitfunktionen die Methode zur Auswertung zur Verfügung. Die Richtigkeit der aufgezeigten Hypothese soll auch dafür in einer gesonderten Untersuchung im Abschnitt 5.3.2 überprüft werden. Neben der Ableitung von Planzeiten aus Messwerten der Zeitaufnahmen ist auch die Erstellung aus Bewegungselementen möglich (siehe Gesamtkonzept auf Abb. 2). Sie wird immer dann den Vorzug erhalten, wenn manuelle Tätigkeiten einen noch nicht existenten Ablauf bilden und dieser für ein zukunftsträchtiges Verfahren benötigt wird. Allerdings fehlen bei den Bewegungselementen die zu erwartenden Streubereiche. Neben der Ableitung von Planzeiten aus Bewegungselementen gilt es deshalb auch, eine Möglichkeit der Streubereichsermittlung zu suchen.

5.2.1.3 Die Erstellung von Planzeiten aus Bewegungselementen und Vorschlag zur Streubereichsermittlung

Während Arbeitselemente bei der Ableitung aus Zeitelementen direkt auf die gemessenen Zeitwerte aufbauen können, muss bei den Bewegungselementen auf tieferliegenden Ebenen aufgebaut werden. Um die Zusammenhänge weiter zu verdeutlichen, wurde in Abbildung 20 der Ablauf der Arbeitsanalyse und der Arbeitszeitsynthese schematisch dargestellt.

Hier führt die Analyse durch die Arbeitsablaufstudie zum Arbeitselement. Jenes kann durch die Zeitstudie analysiert werden und ist damit das Zeitelement. Es ist aber auch möglich, über die Bewegungsstudie zu den Bewegungselementen einer Arbeit zu gelangen. Dagegen führt der Weg bei der Synthese entweder vom Zeitelement als Planzeit direkt zum Arbeitselement oder durch die Aggregation der Bewegungselemente zu einer dem Arbeitselement entsprechenden Planzeit.

Um bei der Synthese nicht jedes Mal auf die unterste Stufe mit den Grundbewegungen zurückgreifen zu müssen und um zudem eine Einengung des Zahlenmaterials zu erreichen, empfiehlt sich als Ausgangspunkt bei den Bewegungselementen die Ebene der Basiswerte. Dazu sind bei MTM 122 Normzeitwerte notwendig (umgerechnet auf cmin befindet sich eine MTM-Basiswertkarte im Anhang Seite 195). Eine weitere Einengung des Zahlenmaterials ist möglich durch die Darstellung der Tätigkeiten AUFNEHMEN und PLAZIEREN als Funktionen. Dadurch würden nur noch die auf Tabelle 17 aufgeführten 14 Funktionen und zusätzlich 24 fixe Normzeitwerte notwendig sein.

Aus diesen Bewegungselementen ist über die additive Verknüpfung zu Mehrzweckwerten zu gelangen. Diese sind je nach zeitlicher Länge schon als Planzeit geeignet oder bedürfen einer weiteren Aggregation zu Fertigungsbereichswerten. Als Beispiel dafür wird auf Abbildung 21 die Erstellung des Fertigungsbereichswertes „Vitaminstoß in Tränke einrühren“ dargestellt.

Dabei wurde folgender Ablauf eingehalten:

1. Beschreibung des Arbeitsplatzes,
2. Ermittlung der Bewegungslängen,
3. Inhalt des Fertigungsbereichswertes,
4. konstanter Wert/Gabe aufgeschlüsselt nach Basiswerten,
5. konstanter Wert/Eimer aufgeschlüsselt nach Basiswerten,
6. Funktion für den Zeitbedarf in Abhängigkeit von der Eimerzahl.

Damit stellt dieser Fertigungsbereichswert eine Planzeit für ein Arbeitselement dar, allerdings ohne gültigen Streubereich. Da aber nicht anzunehmen ist, dass in der Praxis der in der Planzeit vorgegebene Arbeitsablauf exakt eingehalten wird, müsste auch dafür ein Streubereich ermittelt werden.

Mögliche Einflüsse, welche eine mehr oder minder starke Streubreite hervorrufen könnten, sind zum Beispiel:

1. Variation in der Arbeitsmethode,
2. Variation in den Bewegungslängen,
3. unterschiedliche Übung und Motivation der Arbeitskräfte.

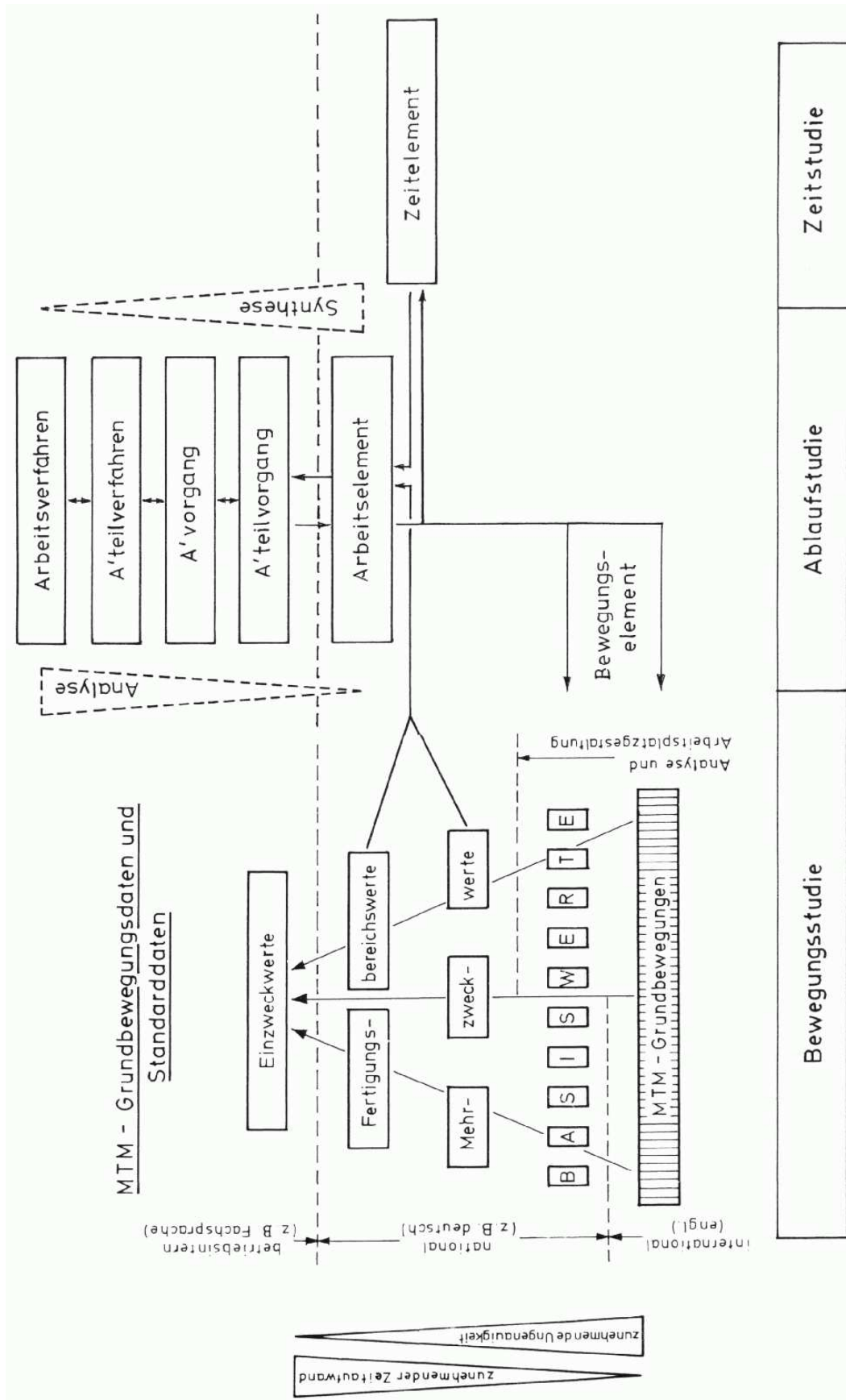


Abbildung 20: Arbeitszeitanalyse und Arbeitszeitsynthese in der Landwirtschaft

Tabelle 17: MTM-Zeitfunktionen für die Basiswerte „Aufnehmen“ und „Plazieren“ (Zeitmaß = Centiminute)

Handhabung	Kode	$Z = a + b * \text{Entfernung (m)}$
A u f n e h m e n		
Kontakt	AKE AKZ	$Z = 0,3 + 1,77$
Leicht	ALE ALZ	$Z = 0,54 + 1,77$
Mittel	1 Hand AME	$Z = 0,63 + 1,77$
	2 Hände AMZ	$Z = 0,84 + 1,77$
Schwierig	1 Hand ASE	$Z = 1,02 + 1,77$
	2 Hände ASZ	$Z = 1,83 + 1,77$
Handvoll	1 Hand AHG	$Z = 1,17 + 1,77$
	2 Hände AHV	$Z = 2,13 + 1,77$
P l a z i e r e n		
Andere Hand	PAE	$Z = 0,45 + 1,44$
Ungefähre Lage	PUE	$Z = 0,33 + 1,44$
	PUZ	$Z = 0,33 + 1,44$
Lose	1 Punkt PLE	$Z = 0,66 + 2,01$
	2 Punkte PLZ	$Z = 0,96 + 2,01$
Eng	1 Punkt PEE	$Z = 1,29 + 2,01$
	2 Punkte PEZ	$Z = 2,28 + 2,01$

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	
		∅ von Dose zu x. Eimer	30	
		∅ von Eimer zu Eimer	28	
		<hr/>		
<u>Beschreibung:</u>	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
				7,7
				=====
<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
				8,0
				=====
<hr/>				
Zeitformel y =	$7,7 \text{ cmin} + 8,0 \text{ cmin} * \text{Eimerzahl}$			

Abbildung 21: MTM-Planzeit

Bei den Planzeiten aus Zeitelementen ergab sich dafür folgender Zusammenhang:

1. Der **durchschnittliche Variationskoeffizient** aus Messwerten stellt ein Maß dar für die Variabilität des Zeitbedarfes für ein klar definiertes Arbeitselement
2. Das **Bestimmtheitsmaß** und nach SACHS [30] damit verbunden die **Reststreuung** stellen das Maß für die Variabilität von Zeitwerten dar, welche über signifikante Einflüsse gebildet werden.

Damit müsste es aber auch möglich sein, durch die **Einbeziehung der bei Messwerten gefundenen Variabilität** für Planzeiten aus Bewegungselementen die zu erwartende Streuung abzuschätzen. Wenn damit auch keine exakte Streubereichsermittlung möglich wird, so dürfte der daraus resultierende Fehler nicht allzu groß sein.

Diese Hypothese führt zur Ableitung von Streubereichen für Bewegungselementplanzeiten. Nach (16) ist der Variationskoeffizient

$$VK = \frac{s}{\bar{x}} * 100$$

demnach also abhängig von der Streuung und dem Mittelwert \bar{x} . Wenn aber aus einer Vielzahl von gemessenen und statistisch abgesicherten Planzeitwerten der Variationskoeffizient bekannt ist, dann wird es möglich, für einen beliebigen Mittelwert \bar{x} die Streuung s zu errechnen nach

$$\hat{s} = \frac{VK \cdot \bar{x}}{100} \quad (29)$$

und damit kann für einen beliebigen Mittelwert \bar{x} der Vertrauensbereich errechnet werden

$$\text{nach } VB_{(\alpha)} = \bar{x} \pm \frac{t(\infty, \alpha) * \hat{s}}{\sqrt{n}} \quad (30)$$

oder allgemein ausgedrückt wird der Vertrauensbereich bei vorgegebener Sicherheitswahrscheinlichkeit α und $n = 1$ (es liegt nur eine Analyse vor) zu Formel 31 mit

$$VB_{(\alpha)} = \bar{x} \pm \frac{t(\infty, \alpha) * VK \text{ Zeitelementanalyse} * \bar{x}}{100} \quad (31)$$

In Anlehnung an die Streubereichsermittlung bei Planzeitwerten kann auch bei Funktionen näherungsweise ein Streubereich ermittelt werden. Die Vorgehensweise baut auch dabei auf die ermittelten Variabilitäten bei den Planzeitfunktionen aus Zeitelementen auf.

Nach Formel (25) kann für alle Funktionen ein Streubereich ermittelt werden, welcher einen parallelen Bandbereich um die gefundene Regression darstellt. Dieser Streubereich wird ermittelt als Reststreuung. Sie ist identisch mit der Streubreite an der Stelle \bar{x} und somit gilt mit (32)

$$s_y^- = \frac{S_x^-}{\sqrt{n}}. \quad (32)$$

SACHS [30] errechnet daraus in Annäherung die Reststreuung mit (33)

$$\text{Reststreuung} = \sqrt{n} * s_y^- * \sqrt{1-B} \quad (33)$$

Auch dabei kann n wiederum 1 gesetzt werden, und es ergibt sich nach (25) die allgemeingültige Formel für beliebige Sicherheit α % aus

$$VB_{(\alpha)} = \bar{y} \pm S_y^- * \sqrt{1-B} \text{ Zeitelemente} * t_{(\infty, \alpha)} \quad (34)$$

Darin nehmen das Bestimmtheitsmaß und die Streuung der mittleren Zielgröße S_y^- der Zeitelementfunktionen eine zentrale Stellung ein. Sie beeinflussen sich gegenseitig, denn das gleiche Ergebnis wird erwartet bei steigender Streuung der mittleren Zielgröße und fallendem B sowie verringerter Streuung und steigendem B . Auch diese Hypothese gilt es an einem praktischen Beispiel zu überprüfen (Abschnitt 5.3.2.2).

5.2.2 Die Programmtechnik

Die aufgezeigte Methodik müsste ihren Niederschlag in den zur Auswertung verwendeten EDV-Programmen finden. Um die Einheitlichkeit zu wahren, wurde bewusst auf die Standardprogramme des REFA zurückgegriffen und diese entsprechend den zusätzlichen erarbeiteten methodischen Forderungen abgeändert.

Als Grundlage aller Planzeiten dient dabei das gesamte Datenmaterial im Datenpool. Deshalb musste der eigentlichen Auswertung ein Such- und Sortierprogramm vorgeschaltet werden.

Dieses übernimmt die Aufgabe der Datenbereitstellung und arbeitet im schematischen Ablauf nach Abbildung 22.

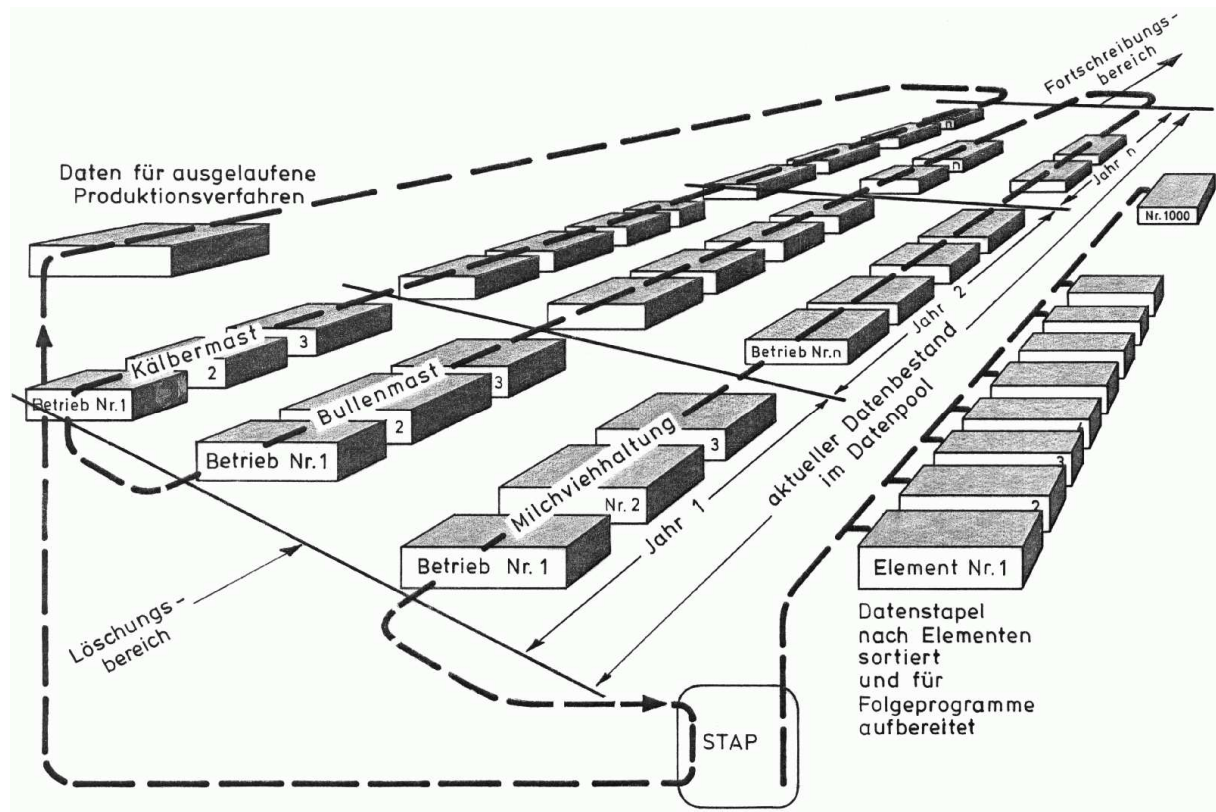


Abbildung 22: Die Datenauswahl zur Planzeiterstellung aus dem Datenpool

Dabei werden alle im Datenpool befindlichen aktuellen Daten an das Sortierprogramm herangeführt. Dieses kopiert alle vollständigen Datensätze und ordnet sie den entsprechenden Elementen zu. Nach Ende der Sortierung wird hinter jedes Datenpaket eines Elementes ein Leersatz geschrieben mit dessen Hilfe das Folgeprogramm eine selbständige Zählung der Zeitwerte pro Element vornehmen kann. Dieses Programm befindet sich unter dem Namen STAP (Stapelbildung zur Planzeiterstellung) ebenfalls in der Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan [43]. Die damit erzeugten Datenstapel können direkt als Eingabe für die Folgeprogramme verwendet werden.

5.2.2.1 Das Programm PESK zur Erstellung von Planzeitwerten

REFA verwendet zur Auswertung von Messreihen das REFA-Standardprogramm REFAST von JOHN und NOLLAU [47]. Dieses baut auf die relativ einheitlichen Bedingungen der Industrie auf und führt folgenden Auswertungsablauf durch

1. Errechnung der statistischen Kenngrößen \bar{x} , s^2 , s , x_{\max} , x_{\min} , VK
2. Test auf Normalverteilung und Ausgabe des Befundes
3. Ausreißertest
4. Bestimmung der Genauigkeit ε der Zeitaufnahme.

Dieser Auswertungsablauf genügt bei stark streuenden Zeitwerten aber nicht, denn in die daraus abgeleiteten Planzeiten müssen auch Zeitstudienwerte eingehen, die aufgrund der überbetrieblichen Datenermittlung von geübten und ungeübten sowie methodentreu und nichtmethodentreu arbeitenden Personen stammen. Außerdem könnte durch die Speicherung aller Daten im Datenpool durchaus der Fall eintreten, dass nur Zeitwerte von ungeübten Arbeitspersonen vorliegen oder umgekehrt. Die Heranziehung dieser Werte ohne Korrektur würde dann zu einem Mittelwert führen, der dem im Datenpool festgelegten Leistungsgrad entspricht. Zu fordern aber ist ein Planzeitwert mit einem durchschnittlichen Leistungsgrad von 100 %, der auch bei geringer Stichprobenzahl erreicht werden muss. Deshalb wurde dem Auswertungsablauf von REFAST die Leistungsgradkorrektur aller Zeitwerte vorangestellt.

Eine weitere Änderung gegenüber REFAST wurde im Anschluss an den Normalitätstest eingeführt. Bei REFAST wird zwar der Test durchgeführt, ein negativer Befund wie signifikante oder stark signifikante Abweichung bleiben dort aber unberücksichtigt. Selbst den Ausreißertest lässt REFAST immer zu, obwohl dieser an die Normalverteilung gebunden ist. Die Änderung wurde deshalb so programmiert, dass das Testergebnis auf Normalverteilung und die Kenngrößen dieses Tests **SCHIEFE und EXZESS** über die weitere Auswertung von Stichprobenwertung ohne signifikante Einflüsse entscheiden. Sie dienen als **logischer Schalter** und steuern den weiteren Auswertungsablauf in Richtung Normal- oder Lognormalverteilung. Um diese Verhältnisse vom jeweiligen Sachbearbeiter leichter beurteilen zu können, wurde zusätzlich noch ein **Histogramm** eingebaut. Aufbauend auf die Klasseneinteilung nach STURGER [30] werden darin die absoluten und relativen Häufigkeiten aufgezeichnet und darüber die aus \bar{x} und s errechnete ideale Normalitätskurve gelegt. Den Abschluss bildet wie bei REFAST die Genauigkeitsbeurteilung (Beispiel im Anhang Seite 191-194).

Um der Gefahr von Verwechslungen vorzubeugen, wurde das abgeänderte Programm REFAST umbenannt in PESK (**P**rogramm zur **E**rstellung statistischer **K**enngrößen) und in die Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan eingeordnet [41].

Planzeiten, die durch das Programm PESK erstellt wurden, können dann in ein Datenbanksystem eingespeichert oder in Form von Karteikarten geführt werden. Direkt in Anlehnung an die Auswertungsergebnisse wurde dafür die auf Abbildung 23 dargestellte Karteikarte entworfen.

1		2		3		4		5		6		7		8		9		0	
Planzeitwert:				Beschreibung: Auf Schlepper steigen								Prod-Verfahren							
Nr. 44				und diesen starten								Bullenmast							
Kode STASCH												Bezug / Vorgang							
Umfang		Art des Mittelwertes		Größe		Stand-abw		Median		Dichte-mittel		VK		Intervall für μ (s = 90 %)		Fehl Mess			
1		2		3		4		5		6		7		8		9			
34		AM		35,9		28,21		28,7		19,4		78,6		27,3 - 44,5		139			
31		GM		29,2		1,90		26,9		26,4		19,0		24,0 - 35,4		0			
Bemerkungen:																			

Formblatt 4

Abbildung 23: Karteikarte für Planzeitwert

Darauf werden neben einer kurzen Überschrift die Nummer und der Kode des Arbeitselementes angegeben, sowie das Produktionsverfahren und die Bezugsgröße. In die Spaltenangaben sind dann die Ergebnisse aus PESK zu übertragen, wobei ein Auswertungslauf eine Zeile bildet. Bei der Datenpflege und -fortschreibung anfallende neue Kenngrößen werden in der folgenden Zeile festgehalten und der veraltete Wert gestrichen. Unter Bemerkungen würde zu Beispiel eine besondere Beeinträchtigung des Planzeitwertes aufgeführt oder es wäre an-

zugeben, dass ein Wert nur geschätzt wurde. Die Rückseite dieser Karteikarten trägt die Beschreibung der Arbeitselemente mit Messpunkten und Arbeitsinhalt.

5.2.2.2 Das Programm ABMUR zur Erstellung von Planzeitfunktionen

Zur Erstellung von Planzeitfunktionen dient bei REFA das Programm REGTNU [46] Dabei handelt es sich um eine abbauende multiple Regression für maximal 32 Einflussgrößen. Das dafür gültige Ablaufschema ist:

1. Uneingeschränkte Hypothese erstellen, d.h. **alle Einflußgrößen** besitzen Einfluß
2. Berechnung der statistischen Kenngrößen für alle Einflußgrößen wie
 - Mittelwert \bar{x}
 - Regressionskoeffizient b mit Standardabweichung und t-Wert
 - Korrelationskoeffizient (partiell, multipel, einfach)
 - Mittelwert \bar{y} für die Zielgröße und Standardabweichung
 - Bestimmtheitsmaß B
 - F-Wert des Regressionsansatzes
 - Test der Residuen auf Normalverteilung

Daraufhin werden in **abbauenden Schritten** jene Einflussgrößen ausgeschieden, deren Regressionskoeffizient nicht signifikant von Null verschieden ist; die Zulässigkeit dieses Schrittes wird jeweils durch eine Varianzanalyse der Fehlerquadratsummen getestet.

Auch diesem Programm wurde den Anforderungen der Landwirtschaft entsprechend die Leistungsgradkorrektur vorangestellt. Als **logischer Schalter** für eine notwendige Transformation der Messwerte dient in diesem Programm der Normalitätstest der Residuen. Zeigt sich dabei dass die Abweichung stark signifikant und die Testgröße aus dem 3. Moment positiv signifikant von Null verschieden ist, dann führt das Programm eine selbständige Transformation der Messwerte durch¹⁴. Durch diese Änderung von REGTNU und den schon vorhandenen Annehmlichkeiten dieses Programms wird eine hohe Benutzerfreundlichkeit erreicht, die sich vor allem in folgenden Vorteilen niederschlägt.

¹⁴ Siehe Beispiel im Anhang auf Seite 196-197

1. Durch die Hereinnahme aller Einflussgrößen in den Regressionsansatz können auch jene erkannt werden, deren Einfluss **nahe der Signifikanzschanke** liegt, sie aufgrund der zu geringen Messungen aber nicht erreicht.
2. Für alle t- und F-Werte errechnet dieses Programm für beliebig vorzugebende Sicherheitswahrscheinlichkeiten die **Irrtumswahrscheinlichkeit** der Aussage und gestattet dadurch die Arbeit ohne Tabellenwerte.
3. Es ist eine Auswertungsmöglichkeit vorgesehen, bei der die Regressionsgrade durch **den Nullpunkt** gezwungen werden kann. Dies ist wichtig, wenn bei gewissen Arbeitselementen Absolutglieder aus logischen Gründen nicht vorhanden sein dürfen (z.B. bei der Tätigkeit gehen).
4. Eine **selbständig ablaufende Transformation der Zeitmesswerte**, wenn der Normalitätstest der Residuen eine positiv signifikante Schiefe ausweist. Nach der Transformation beginnt ein vollständig neuer Auswertungsablauf entsprechend der Wahl der Einflussgrößen und der Signifikanzschanke.

Auch dieses Programm befindet sich in der Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan [40] und trägt den Namen ABMUR (**A**bbauende **m**ultiple **R**egression).

Die mit diesem Programm erstellten Planzeitfunktionen können wiederum direkt in eine Datenbank übergeben oder in einer dafür entworfenen Karteikarte geführt werden (Abb. 24).

Diese trägt ebenfalls auf der Rückseite eine genaue Beschreibung des Arbeitsinhaltes, zeigt aber auf der Vorderseite eine der Regressionsanalyse angepasste Einteilung. Darauf wird zuerst jede Einflussgröße (Variable) mit ihren Kenngrößen beschrieben und dann eine Gesamtaussage zur Genauigkeit gegeben. Die dafür wichtigsten Größen sind Umfang der Stichprobe, Mittelwert und Standardabweichung der Zielgröße, multiple Korrelation und Bestimmtheitsmaß sowie vorgenommene Transformationen. Es bedeuten

KORR = Leistungsgradkorrektur

TRANS = Transformation der Zeitmesswerte in deren Logarithmen.

Somit stehen mit PESK und ABMUR zwei Programme zur Verfügung, die direkt aufbauend auf die Methodenlehre des REFA die Planzeiterstellung für die Arbeiten in der Landwirt-

schaft zulassen. Ob die darin vorgegebene Auswertungsmethodik ausreichend ist, müssen die folgenden Untersuchungen zeigen.

1		2		3		4		5		6		7		8		9		0	
Planzeit-funktion		Beschreibung: Futtertisch fegen										Prod.-Verfahren		1					
Nr. ....105.....												Bullenmast		2					
Kode FEGFUT												Datum:							
Variable	Regress-Koeffizient	Stand-abweich	T-Wert	Irrt. Wahr. (s = 90%)	Partielle Korrelation	Multiple Korrelation	Korrelation mit Y		3										
Länge	6,135	0,554	11,622	0,0	0,731	0,315	0,756		4										
Breite	98,592	17,987	5,481	0,0	0,340	0,315	0,518		5										
Konst.	-81,468	30,853	-2,641	0,009					6										
Länge	0,009	0,001	9,708	0,0	0,663	0,315	0,703		7										
Breite	0,145	0,193	4,973	0,0	0,413	0,315	0,501		8										
Konst.	1,748	1,831	35,073	0,0					9										
Genauigkeit dieser Funktion		N	Y- Quer	s (von Y)	Mult. Korr.	Bestimmth.	Transformation		8										
		121	267,08	24,63	0,8117	0,6589	KORR-		9										
		123	2,2351	0,0361	0,7618	0,5803	KORR + TRANS		0										
Bemerkungen:																			

Formblatt 4a

Abbildung 24: Karteikarte für Planzeitfunktion

5.3 Statistische Auswertungsergebnisse der Planzeiten

Auch bei den Untersuchungen der erstellten Planzeiten muss eine Trennung in Planzeitwerte und Planzeitfunktionen aus Zeitelementen sowie in Planzeiten aus Bewegungselementen vorgenommen werden. Als Untersuchungsmaterial dienen die Planzeiten aus Zeitelementen aller analysierten Betriebe der Bullenmast. Die auswertbaren 105 Planzeiten konnten wie folgt zugeordnet werden:

	Planzeitwert zu Planzeitfunktion von		
absolut	34	:	71
in %	32	:	68

Auf jeden Planzeitwert entfielen somit im Durchschnitt 2 Planzeitfunktionen.

5.3.1 Die Planzeitwerte

Ausgehend von der Notwendigkeit, die geschilderte Methode auf ihre Richtigkeit zu überprüfen, wurde eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Das Ausgangsmaterial waren 51 Arbeitselemente aus der Bullenmast, die mit ihren Arbeitsinhalten vor bzw. während der Messungen abgegrenzt wurden. Nach Abschluss der Arbeitsbeobachtungen stand dafür folgendes Datenmaterial zur Verfügung:

Tabelle 18: Planzeitwerte aus der Bullenmast

Insgesamt abgegrenzt und definiert	51 Arbeitselemente
Davon Stichprobenumfang ≥ 3 Zeitmeßwerte	34 "
Arbeitselemente mit normalverteiltem Histogramm	21 "
Arbeitselemente mit positiv schiefer Verteilungsform	13 "

Demnach zeichnete sich schon aus den vorhandenen Elementen der Untersuchungsweg ab.

Um eine Aussage über die Planzeitwerte allgemein tätigen zu können, wurden zuerst alle 34 Elemente mit einem Stichprobenumfang ≥ 3 auf ihre Kenngrößen untersucht. Die wichtigsten Kenngrößen wurden auf Tabelle 19 zusammengefasst.

Tabelle 19: Die wichtigsten statistischen Kenngrößen der Planzeitwerte (n = 34)

Statistik Kenngrößen	Statistik				
	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häufigster Wert
Umfang n/Stichprobe	18,5	15,33	3	66	8,3
Arithmetischer Mittelwert	59,3	44,14	12,5	197,3	27,9
Standardabweichung	33,5	24,0	6,0	106,3	14,4
Schiefe	1,1	0,93	-0,8	2,9	0,7
Exzeß	4,2	2,66	1,5	10,5	2,2
Variationskoeffizienten	60,6	26,31	18,5	119,7	75,8

Im Mittel hatten die untersuchten Planzeitwerte einen **Umfang von 18 Messwerten/Element** mit einer sehr großen Spannweite von 3 – 66 Werten. Der häufigste Umfang mit 8,3 Werten

pro Stichprobe deutet darauf hin, dass nur einige wenige Planzeitwerte auf einen hohen Stichprobenumfang aufbauen konnten. Dies sind vor allem die häufig anzutreffenden Elemente wie

Schalter betätigen,
Schlepper starten,
Schlempehahn öffnen,
Schlepper abstellen usw..

Beim mittleren Zeitumfang pro Element mit nahezu 60 cmin ergab sich nach REFA eine eindeutige Zuordnung aller Planzeitwerte zu langzyklischen Arbeitsabläufen. Innerhalb dieser mittleren Zeitdauer herrschte aber eine starke Streuung, die von etwa 13 bis 200 cmin/Planzeitwert ging.

Wird nun die durchschnittliche Standardabweichung aller Elemente betrachtet, dann kann damit auf die in der Landwirtschaft anzutreffende Grundstreuung geschlossen werden. Sie beträgt 33,5 cmin und führt damit zu einem Variationskoeffizienten von **60,6 %**, der allerdings selbst einer sehr großen Spannweite von 18,5 % - 119,7 % unterlag und einen häufigsten Wert von 76 % hatte.

Diese Verhältnisse und die Testwerte der Schiefe mit durchschnittlich 1,1 (nach GEBHARD 1967 [5] liegt die Signifikanzschranke bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 90 % bei 1,24 und für 95 % bei 1,64) zeigen, dass zumindest eine nicht unbeträchtliche Zahl an Arbeitselementen tatsächlich einer schiefen Verteilungsform gehorchen, und dass bei einer weiteren Untersuchung eine Trennung vorgenommen werden muss.

5.3.1.1 Planzeitwerte mit normal verteilter Grundgesamtheit

In einer ersten Untersuchung wurden deshalb alle Planzeitwerte mit normal verteilter Grundgesamtheit ausgewertet. Von den Untersuchungsergebnissen wurden auch hier nur die wichtigsten statistischen Kenngrößen herausgegriffen und in Tabelle 20 zusammengefasst.

Die in dieser Gruppe verbleibenden Planzeitwerte hatten im Mittel etwa 16 Stichprobenelemente. Interessant ist, dass der durchschnittliche Zeitbedarf pro Planzeitwert auf 73 cmin angestiegen ist. Diese Tatsache führt zu der möglichen Aussage, dass

Planzeitwerte mit höherem durchschnittlichen Zeitbedarf eher einer Normalverteilung gehorchen, weil bei ihnen durch kleinere Werte eine gewisse Kompensation der

sehr großen Werte besser möglich ist. Dafür steigt der Variationskoeffizient auf etwa 75 %. Aber auch diese Planzeitwerte zeigen fast durchwegs noch eine positive Schiefe und einen geringfügigen Exzess, der jedoch von der Überhöhung durch das Dichtemittel herrühren dürfte.

Um Unterschiede gegenüber den restlichen Planzeitwerten herausstellen zu können, wurden die 13 Planzeitwerte mit positiv schiefer Verteilungsform gesondert ausgewertet.

Tabelle 20: Arbeitselemente mit Normalverteilung und mehr als 2 Stichprobenelementen (n = 21)

Statistik Kenngößen	\bar{x}	s	Kleinst- wert	Größt- wert	häufigster Wert
	Umfang n/Stichprobe	16,3	16,40	3,0	66,0	9,3
Arithmetischer Mittelw.	73,3	50,70	23,2	197,3	40,6
Standardabweichung	37,6	28,58	6,9	106,3	16,9
Schiefe	0,53	0,57	-0,80	1,22	1,02
Exzeß	2,61	0,76	1,5	4,7	2,14
Variationskoeffizient	74,3	74,4	18,5	93,2	37,2

5.3.1.2 Planzeitwerte mit schiefer Verteilungsform

Wiederum wurden die wichtigsten statistischen Kenngößen zusammengefasst und in Tabelle 21 wiedergegeben.

Das hervorstechendste Merkmal dieser Gruppe ist der durchschnittliche Zeitwert pro Element, der mit **36,7 cmin** sehr deutlich ausdrückt, dass vor allem kürzere Ablaufabschnitte die typische Schiefverteilung zeigen, die sich auf Tabelle 21 sowohl im Schiefemaß mit 2,1 als auch beim Exzess mit nahezu 7 und dem sehr hohen Variationskoeffizienten von nahezu 75 ausdrückt. Außerdem wird diese Interpretation durch die Standardabweichung der Schiefe untermauert. Sie ist mit 0,5 % relativ gering und deutet darauf hin, dass fast alle Planzeitwerte dieser Gruppe sehr nahe an der mittleren Schiefe liegen. Interessant ist auch der in dieser Gruppe auftretende kleinste VK mit 36 %, der damit ziemlich exakt an der von SACHS angegebenen Schranke liegt. In dieser Gruppe kann nun sehr gut untersucht werden, ob die Trans-

formation und Auswertung als Lognormalverteilung die in sie gesetzten Erwartungen erfüllen kann.

Tabelle 21: Arbeitselemente mit positiver Schiefe vor der Transformation (n = 13)

Statistik Kenngroßen	Statistik				
	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häufigster Wert
Umfang n/Stichprobe	22,0	12,26	7,0	51,0	12,50
Arithmetischer Mittelwert	36,7	16,47	12,5	73,3	33,89
Standardabweichung	27,0	12,51	6,0	46,8	30,46
Schiefe	2,1	0,50	1,39	2,91	1,58
Exzeß	6,9	2,45	4,4	10,5	5,12
Variationskoeffizient	74,8	26,05	36,24	119,71	77,97

Auch hierzu wurden wieder die wichtigsten statistischen Kenngroßen in Tabelle 22 zusammengefasst.

Tabelle 22: Arbeitselemente mit positiver Schiefe nach der Transformation (n = 22)

Statistik Kenngroßen	Statistik				
	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häufigster Wert
Umfang n/Stichprobe	22,0	23,26	7,0	51,0	12,50
Geometrischer Mittelw.	30,6	15,25	10,4	68,6	29,77
Streufaktor	1,8	0,27	1,3	2,2	1,91
Schiefe	0,8	0,68	-0,0	1,9	1,61
Exzeß	3,8	1,04	2,1	5,8	3,54
Variationskoeffizient	17,8	5,86	8,0	25,3	23,15

Im Vergleich zur vorigen Tabelle wird hier der durchschnittliche Variationskoeffizient zum hervorstechenden Merkmal. Er sank durch die Transformation von 75 % auf etwa 18 %. Es muss allerdings betont werden, dass der arithmetische VK nicht identisch ist mit dem logarithmisch errechneten VK. Die Literatur gibt aber über eventuell notwendige Umrechnungsfaktoren zur Erzielung einer Vergleichbarkeit keine Hinweise.

Dagegen wird im mittleren Zeitbedarf ein echter Vergleich möglich, denn mit einem durchschnittlichen geometrischen Mittel von 30,6 wird durch die Transformation

eine **Verringerung um 16,6 %** erreicht.

Dass die Logtransformation berechtigt ist, zeigt, das in Tabelle 22 ausgewiesene Schiefemaß. Zwar wird im Durchschnitt immer noch ein positiver Wert ausgewiesen, jedoch wurde auch beim Kleinstwert keine zu starke Transformation, sondern genau die gewünschte erreicht.

Um die Ergebnisse dieser Untersuchung noch deutlicher hervorzuheben, wurden auf Abbildung 25 die statistischen Kenngrößen Mittelwert, Schiefe und VK gegenübergestellt.

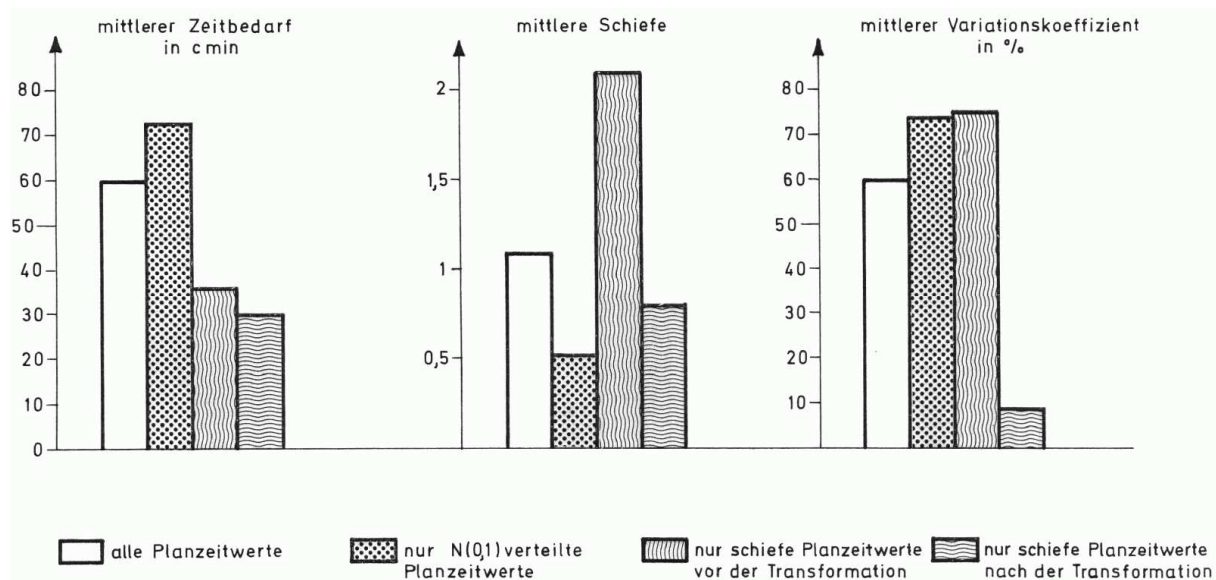


Abbildung 25: Die statistischen Kenngrößen bei Planzeitwerten

Darauf zeigt sich, dass nichttransformierte Planzeitwerte mehr als den doppelten mittleren Zeitbedarf ausweisen gegenüber den Elementen, deren Verteilungsform eine Transformation forderte. Sehr deutlich wird die Notwendigkeit der Transformation bei den Schiefewerten aufgezeigt, denn nach ihrer Durchführung sinken sie sehr stark ab.

Die verbleibende Restschiefe aller Planzeiten untermauert aber die Hypothese, dass Zeitelemente grundsätzlich eine positive Schiefe zeigen. Diese Annahme wird auch im Variationskoeffizienten zum Ausdruck gebracht, der nach der Transformation auf einen vertretbaren Wert absinkt. Die Transformation hat aber zudem den Vorteil, dass eine vorgegebene Genauigkeit von Zeitelementen früher oder überhaupt erreicht werden kann.

5.3.1.3 Die mögliche Genauigkeit bei vertretbarem Stichprobenumfang

Statistische Aussagen werden oft stark angezweifelt, insbesondere dann, wenn keine Angaben zur Repräsentativität der Stichproben zu finden sind. Dieser Nachteil muss leider auch für diese Untersuchung in Kauf genommen werden, da genaue Angaben über die Zahl, die Aufstellungsarten und über die Bestandsgrößen der Bullenmastbetriebe in Bayern fehlen. Eine vorsichtige Schätzung lässt vermuten, dass diese Zahl bei etwa 800 Betrieben liegen könnte, und zwar sind damit die spezialisierten Bullenmastbetriebe gemeint. Dieser Untersuchung liegen 21 Betriebe zugrunde, das würden etwa 4 % der geschätzten Gesamtbetriebszahl sein. Da Zeitstudien einen hohen Zeitaufwand erfordern, dürften auch bei anderen Produktionseinrichtungen kaum mehr als 5 % der Betriebe zu erfassen sein. Wenn dies aber zutrifft, dann müssen die in dieser Untersuchung erreichten 18 Zeitwerte/Planzeitwert als **maximal erreichbare Größe** betrachtet werden.

Ausgehend von Formel 20 ist es möglich, bei vorgegebener Sicherheitswahrscheinlichkeit und vorgegebener Genauigkeit den notwendigen Stichprobenumfang zu berechnen. Die Ergebnisse dieser Berechnung für die Gruppe der Planzeitwerte mit annähernder Normalverteilung sind in Tabelle 23 dargestellt. Dabei liegt ein mittlerer Mittelwert von $\bar{x} = 73,3$ cmin und eine mittlere Standardabweichung von $s = 37,6$ cmin zugrunde.

Tabelle 23: Notwendiger Stichprobenumfang bei Arbeitselementen mit normal verteilter Grundgesamtheit

Sicherheit S \ Genauigkeit	$\epsilon = 5 \%$	$\epsilon = 10 \%$
90 %	188	47
95 %	266	67
99 %	460	115
99,9 %	750	187

Die Ergebnisse dieser Tabelle fordern für die Erstellung landwirtschaftlicher Planzeiten eine unabwendbare Konsequenz in bezug auf die zu fordernde Genauigkeit. Ein $\epsilon = 5 \%$ muss als utopisch angesehen werden, wenn die dazu notwendigen Stichprobenumfänge betrachtet werden. Diese Genauigkeit muss der Industrie oder stark spezialisierten Bereichen der Landwirtschaft (z.B. dem Gartenbau oder großen spezialisierten Milchviehbetrieben u.ä.) vorbehalten

bleiben. Für die allgemein anzuwendenden Planzeiten kann nur eine **Genauigkeit** $\epsilon = 10 \%$ gefordert werden, und die dafür notwendigen Stichprobenumfänge werden meist auch dabei nur auf einem **Sicherheitsniveau von $S = 90 \%$** erreicht werden.

Ein etwas günstigeres Bild ergibt sich aus der Untersuchung der Planzeitwerte mit schiefer Verteilung. Dafür wurden die Ergebnisse aus Tabelle 17 herangezogen und die notwendigen Stichprobenumfänge für ein geometrisches Mittel von 30,6 cmin bei einem Streufaktor von 1,8 errechnet und in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: Notwendiger Stichprobenumfang bei Arbeitselementen mit schiefer Verteilungsform

Genauigkeit Sicherheit S	$\epsilon = 5 \%$ n	$\epsilon = 10 \%$ n
90 %	32	8
95 %	46	12
99 %	79	20
99,9 %	130	32

Über den darin eingehenden durchschnittlichen VK von etwa 18 % ergibt sich für diese Gruppe ein wesentlich günstigeres Bild. Wird aber auch hier vom Durchschnittsumfang der Planzeitwerte dieser Untersuchungen ausgegangen, so können wiederum klare Grenzen gezogen werden.

Eine Genauigkeit $\epsilon = 5$ könnte in manchen Fällen bei $S = 90 \%$ erreicht werden. Allgemein kann bei $n = 22$ aber nur eine Genauigkeit $\epsilon = 10 \%$ erreicht werden, die allerdings schon bei $S = 95 \%$ erzielt wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unter den Bedingungen der Landwirtschaft Planzeitwerte nicht in dem Umfang abgesichert werden können, wie es die Industrie in ihrem Bereich verlangt. Allgemein wird es aber möglich sein, die Absicherung der Planzeitwerte mit einer

statistischen Sicherheit $S = 90 \%$

und einer Genauigkeit $\epsilon = 10 \%$

zu erreichen.

Wird von einigen Planzeitwerten dieser Grenze nicht erreicht, so dürfte der Grund dafür in der geringen Häufigkeit des Auftretens dieses Elementes zu suchen sein. Eine Anhebung des Absicherungs-niveaus auf $S = 95\%$ bei $\varepsilon = 5\%$ hätte aber zur Folge, dass Messungen in einem über die Möglichkeiten hinausgehenden Umfang notwendig würden. Deshalb muss ein derartiger Schritt mit aller Entschiedenheit abgelehnt werden.

Auch die Anwendung von parameterfreien Tests kann ohne Bedenken abgelehnt werden. Diese Tests sind zwar an keine Verteilungsform gebunden, sie sind aber wesentlich unschärfer und führen deshalb zu größeren Streubereichen. Gerade dieser Nachteil würde bei der Datenaggregation zu Verfahrensmodellen äußerst unangenehmen Folgen zeigen. Dort wird nämlich neben dem zu erwartenden mittleren Zeitbedarf auch die Streubreite des Gesamtergebnisses als wichtiges Entscheidungshilfsmittel verlangt; eine größere Streubreite würde dieses Hilfsmittel in seinem Wert mindern.

5.3.2 Die Planzeitfunktionen

Nach der Untersuchung der statistischen Kenngrößen für die Planzeitwerte sollte eine weitere Untersuchung bei den Planzeitfunktionen die Aussagemöglichkeiten über Planzeiten abrunden. Dafür dienten die 93 Planzeitfunktionen, die für die Bullenmast definiert wurden. Nach Abschluss der Datenaufbereitung konnten folgende Ergebnisse ausgewiesen werden.

Tabelle 25: Planzeitfunktionen aus der Bullenmast

Insgesamt abgegrenzt und definiert	93
Davon Stichprobenumfang \geq (Anzahl der Einflußgrößen + 1)	71
Planzeitfunktionen mit zu kleinem Stichprobenumfang	13
Planzeitfunktionen ohne Meßwerte	9

Für die folgenden Untersuchungen werden nur die 71 Planzeitfunktionen mit ausreichendem Stichprobenumfang herangezogen. Auch für diese Untersuchungen wurden die Tabellen mit allen statistischen Kenngrößen in den Anhang gegeben. Hier werden nur die wesentlichen Kenngrößen näher erläutert.

Zur Beurteilung von Funktionen dient vor allem das erzielte **Bestimmtheitsmaß**. Nach SACHS [30] gibt das Bestimmtheitsmaß B an, mit welchem Prozentanteil die Zielgröße durch die Einflussgröße erklärt wird. Daneben interessiert hier aber auch der **Stichprobenumfang** und der **mittlere Zeitbedarf/Planzeitfunktion**. Die Statistik für diese Fragestellungen in bezug auf die Planzeitfunktionen mit ausreichendem Stichprobenumfang wurde in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Statistische Kenngrößen aller Planzeitfunktionen (n = 71)

Kenngrößen	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häuf. Wert
Umfang n/Stichprobe	51,8	57,6	3,00	263,0	31,6
Mittlerer Zeitbedarf \bar{y}	140,8	*	21,25	299,7	*
Bestimmtheitsmaß B %	56,1	29,7	1,0	99,0	61,8

* nicht berechnet

Entsprechend dieser Auswertung wurden im Mittel etwa 52 Messwerte je Planzeitfunktion gefunden. Allerdings deutet der häufigste Wert mit etwa 32 Messwerten je Planzeitfunktion darauf hin, dass das einfache arithmetische Mittel sehr stark von einigen wenigen sehr großen Stichprobenumfängen beeinflusst wurde. Insgesamt liegt aber der Stichprobenumfang je Arbeitselement **etwa dreimal so hoch wie bei den Planzeitwerten**. Dieses Verhältnis trifft in etwa auch bei der Höhe des mittleren Zeitbedarfes \bar{y} zu, der bei den Planzeitwerten bei 59,3 cmin lag und bei den Planzeitfunktionen mit 141 cmin **fast 1,5 min je Planzeitfunktion** beträgt. Dieser Zeitbedarf dürfte die mittlere zeitliche Länge von Planzeitfunktionen recht gut beschreiben, da er ziemlich genau zwischen den beiden Grenzwerten Kleinst- und Größtwert liegt.

Überraschend hoch fiel das Bestimmtheitsmaß aus, wenn bedacht wird, dass aufgrund der großen in der Praxis anzutreffenden Streubreiten ein B von 56 % und mit dem häufigsten Wert von fast 62 % erreicht wurde. Dies bedeutet, dass die Einflussfaktoren zu über 60 % an der Erklärung des Zeitbedarfes/Stichprobe beteiligt sind und dass die multiple Korrelation zwischen Zielgröße und Einflussgrößen nahezu 0,8 betrug. Allerdings muss beachtet werden, dass einige Stichproben bei den Residuen eine stark signifikante Abweichung zeigten. Insbesondere war dies bei jenen Funktionen der Fall, die nahezu rein manuelle Tätigkeiten darstellten. Deshalb wurde wiederum getrennt in Planzeitfunktionen mit normal und mit schief verteilten Residuen.

5.3.2.1 Planzeitfunktionen mit normal verteilten Residuen

In diese Untersuchung (wichtigste statistische Kenngrößen in Tab. 27) gingen nur Planzeitfunktionen ein, die normal verteilte Residuen auswiesen. Dabei wurden nur der Umfang /Planzeitfunktion und das Bestimmtheitsmaß einbezogen. Es zeigt sich, dass trotz der Senkung der durchschnittlichen Ereignisse pro Stichprobe auf etwa 25 als häufigsten Wert das Bestimmtheitsmaß eine starke Erhöhung erzielte. Mit einem Mittel von 63 % und einem häufigsten Wert von 81 % kann hier auf eine nahezu vollständige Erklärung der Zielgröße durch die Einflussgrößen geschlossen werden.

Tabelle 27: Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit normal verteilten Residuen (n = 50)

Kenngrößen	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häuf. Wert
Umfang n/Stichprobe	47,8	56,4	3,0	263,0	24,7
Bestimmtheitsmaß B %	63,0	26,0	7,0	99,0	81,0

Deshalb wurden diese Planzeitfunktionen näher betrachtet. Dabei zeigte sich, dass in dieser großen Gruppe insbesondere **reine Prozesszeiten** wie

Futter mit Fütterungswagen verteilen,
Schlempe aus Fass in Trog laufen lassen u.a.

oder **stark prozessabhängige Zeiten** enthalten sind. Dieses Ergebnis führt zu der Annahme, dass bei diesen Funktionen zufällige oder physische Einflüsse fast vollständig ausgeschaltet sind und allein die Maschine den Zeitbedarf bestimmt. Wenn diese Annahme zutrifft, dann müssten alle anderen Planzeitfunktionen, weil sie manuelle Tätigkeiten enthalten, nur ein geringes Bestimmtheitsmaß erreichen.

5.3.2.2 Alle Planzeitfunktionen mit schief verteilten Residuen vor und nach der Transformation

In diese Gruppe fielen 21 Planzeitfunktionen, und hier wurde als besonderes Kriterium auch das Schiefemaß mit in die Untersuchung einbezogen. Vor der Transformation zeigte diese Gruppe die in Tabelle 28 ausgewiesenen Ergebnisse.

Im Gegensatz zur vorher untersuchten Gruppe lag bei diesen Planzeitfunktionen der durchschnittliche Umfang/Stichprobe wesentlich höher und erreichte etwa 62 Zeitbedarfswerte. Wie stark dieses Ergebnis von wenigen Funktionen mit hohem Stichprobenumfang abhing,

zeigt der häufigste Wert mit $n = 31$, der nur die Hälfte des \bar{x} Wertes erreicht. Lag auf Tabelle 23 das durchschnittliche Bestimmtheitsmaß bei 63 % und der häufigste Wert bei 80 %, so ist in dieser Gruppe genau das Gegenteil zu finden. Bei einem Mittel von etwa 40 % liegt der häufigste Wert bei nur 11 %. Ob die Vermutung, dass die Schiefe der Verursacher ist, richtig ist, kann beantwortet werden, wenn die durchschnittliche Schiefe nach der Transformation wesentlich sinkt und dabei auch das Bestimmtheitsmaß noch steigen würde.

Tabelle 28: Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit nicht normal verteilten Residuen ($n = 21$)

Kenngrößen	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häuf. Wert
Umfang n/Stichprobe	61,5	60,6	6,0	251,0	30,5
Bestimmtheitsmaß B %	39,0	31,7	1,0	98,0	11,0
Schiefe der Residuen	5,5	6,9	-1,1	25,8	1,56

In Tabelle 29 wurden dazu die statistischen Kenngrößen zusammengefasst, welche den Werten in Tabelle 24 entsprechen. Genau wie bei den Planzeitwerten erbrachte auch bei den Planzeitfunktionen die Transformation den erwarteten Erfolg.

Tabelle 29: Statistische Kenngrößen der Planzeitfunktionen mit nicht normal verteilten Residuen nach der Transformation ($n = 21$)

Kenngrößen	\bar{x}	s	Kleinstwert	Größtwert	häuf. Wert
Umfang n/Stichprobe	61,5	60,6	6,0	251,0	30,5
Bestimmtheitsmaß B %	41,0	27,2	2,0	93,0	24,0
Schiefe der Residuen	0,82	1,43	-1,22	3,89	1,12

Obwohl das durchschnittliche Bestimmtheitsmaß nur eine Erhöhung um 2 % erfuhr, stieg der häufigste Wert um mehr als das Doppelte auf 24 %. Am stärksten zeigte sich die Auswirkung aber bei der Testgröße für die Schiefe der Residuen.

Von ursprünglich 5,5 fiel dieser Koeffizient auf durchschnittlich 0,82 oder bei den häufigsten Werten von 1,56 auf 1,12 und erfüllt damit allgemein die Forderungen des Normalitätstestes. Mit nur einer einzigen Ausnahme wiesen nach der Transformation alle Arbeitselemente normal verteilte Residuen auf. Bei jenen Elementen, bei welchen das Bestimmtheitsmaß vor der Transformation schon relativ hoch war, brachte die Transformation bei dieser Kenngröße meistens nur eine geringe Erhöhung, in einigen Fällen sank es sogar um absolut 3 – 4 %. In fast allen Fällen wurde aber erreicht, dass der Regressionsansatz mit logarithmierten Zeitwer-

ten einen besseren Modellansatz erbrachte und damit erst eine reguläre lineare Auswertung ermöglichte.

Zur Untersuchung der Planzeitfunktionen kann somit folgendes gesagt werden:

1. Planzeitfunktionen mit einem hohen **Anteil an Prozesszeiten oder reinen Prozesszeiten** zeigen fast ausschließlich eine geringe Variabilität. Ihre Auswertung im linearen Ansatz führt zu stark gesicherten Aussagen. Die ermittelten Einflussfaktoren vermögen auch in der Modellkalkulation den Zeitbedarf exakt wiederzugeben, wobei dann die Streubereiche wiederum relativ niedrig sind.
2. Planzeitfunktionen, die aus **rein oder überwiegend manuellen Tätigkeiten** hervorgehen, unterliegen einer hohen Variabilität. Ihre Auswertung im linearen Ansatz ist bedenklich, da die Verteilung der Residuen nur selten die geforderte Normalverteilung aufweist. In Anlehnung an die Planzeitwerte kann bei den Planzeitfunktionen dieses Typs fast immer eine statistische Absicherung erreicht werden, wenn die gemessenen Zeitwerte in der ihnen eigenen logarithmischen Form eingegeben werden. Diese Auswertung weist zudem den großen Vorteil auf, dass selbst bei größter Variabilität der Messwerte die Streubereiche nie **negativ werden können**. Damit zeigen in dieser Form ausgewertete Planzeiten auch bei Modellkalkulationen wiederum die großen realistischen Streubreiten, sofern die in der statistischen Auswertung gefundenen Gültigkeitsbereiche nicht überschritten werden.

Somit bleibt als letzte, für Planzeiten zu beantwortende Frage, ob Planzeiten aus Bewegungselementen ohne Bedenken in ein Gesamtauswertungssystem einbezogen werden können, d. h., ob die dadurch erzielten Zeitwerte identisch sind mit Planzeiten aus Zeitelementen.

5.3.2.3 Die Differenz von Planzeiten aus Bewegungs- und Zeitelementen

Für diese Untersuchung diene das Beispiel aus Abbildung 21 für das Arbeitselement „Vitaminstoß in Eimer zuteilen und einrühren“, welches dort zu der Funktion

$$y = 7,7 + 8,0 * \text{Eimerzahl} \quad (35)$$

führte. Aus den Ist-Analysen wurde dafür die Planzeitfunktion als Zeitelement mit

$$y = 11,1 + 4,8 * \text{Eimerzahl}$$

ermittelt. Diese beiden Funktionen wurden auf Abbildung 26 gegenübergestellt. Dabei wurde der graphischen Darstellung der Vorzug gegeben, da darauf Abweichungen direkt zu erkennen sind und auch die Differenz direkt abzulesen ist.

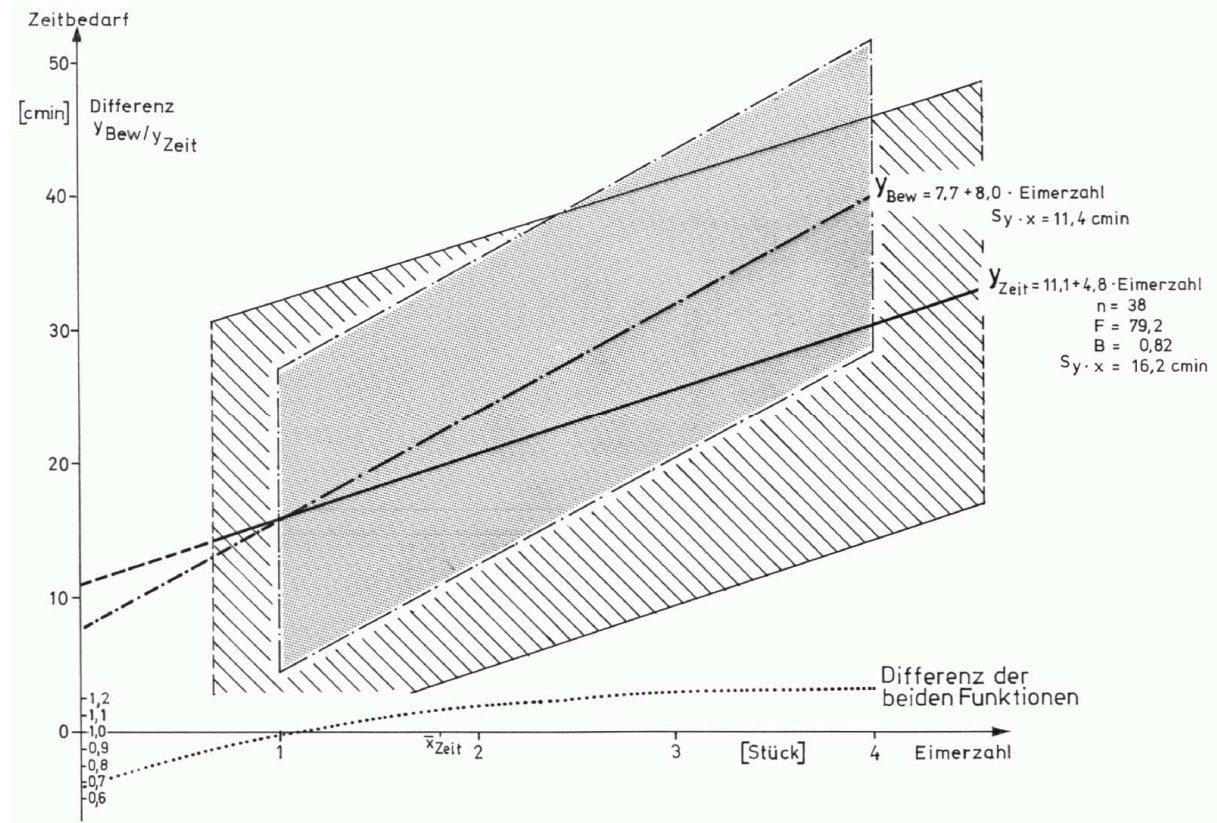


Abbildung 26: Arbeitszeitfunktion für das Arbeitselement „Vitaminstoß in Eimer zuteilen und einrühren“ als Bewegungselement – und als Zeitelementfunktion

Ausgehend von der mittleren Eimerzahl mit 1,8 Eimern ergibt sich auf dieser Darstellung eine relativ gute Übereinstimmung mit einer Abweichung von 14 %. Die exakte Übereinstimmung bei einem zu behandelnden Eimer und die stärkere Abweichung bei 4 nacheinander zu behandelnden Eimern deuten darauf hin, dass in der Praxis eine bessere Arbeitsmethode verwendet werden könnte. Ebenso gut wäre es aber möglich, dass die Praxis nicht genug **methodentreu** arbeitet und bei größerer Eimerzahl eine gewisse Nachlässigkeit eintritt. Diese Möglichkeit scheint mit der Hauptgrund für die Abweichung zu sein.

Sehr gut fügt sich auch der hypothetische Streubereich in den tatsächlich ermittelten Streubereich ein. Mit diesem Ergebnis werden Untersuchungen von HAMMER und WILKING [12] bestätigt, die ebenfalls keinen Unterschied zwischen beiden Planzeittypen feststellen konnten.

Wenn auch damit keine endgültige Entscheidung über die Gleichheit oder Ungleichheit gefallen ist, so kann als Folgerung für diese Untersuchung

1. ohne Bedenken die **Gleichheit** angenommen werden,
2. die aufgezeigte Methode zur Bestimmung von Streubereichen für Planzeiten aus Bewegungselementen als brauchbar angesehen werden und
3. die besondere Schwierigkeit bei der Findung der **durchschnittlichen Arbeitsmethode** bei Bewegungselementanalysen bestätigt werden. Gerade dieser Punkt fordert bei der Schulung von Bewegungselementanalytikern eine besondere Sorgfalt für diesen Fragenkomplex.

Durch diese Untersuchungen wurden insgesamt die erstellten Hypothesen bei der Methodik der Planzeiterstellung bestätigt. Allerdings können sie nicht als Beweise für die Richtigkeit angesehen werden. Diese müsste einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben, die dann auch auf Planzeiten von anderen Produktionsverfahren zurückgreifen könnten und somit zu einem repräsentativem Querschnitt aller in der Landwirtschaft auftretenden Arbeiten kommen würden.

6 Die Modellbildung durch Aggregation der Planzeiten

6.1 Ziel und Aufgaben der Modellbildung

Planzeiten sind universell anwendbare Zeitbedarfswerte für genau definierte Arbeitsabläufe. Für allgemeingültige Aussagen müssen sie deshalb zu den in der Praxis üblichen Ablaufformen zusammengefügt und daraus der Zeitbedarf errechnet werden. Dieser Vorgang erfordert aber sehr viel Zeit und kann bei fehlender Kenntnis des üblichen Arbeitsablaufes oder bei sehr umfangreichen Arbeiten sehr leicht zu Fehlern oder zum Auslassen von wichtigen Arbeitselementen führen. Zudem müssen nahezu identische Arbeitsabläufe immer wieder von neuem erstellt werden. Es bietet sich deshalb geradezu an, für in sich geschlossene Arbeiten die Zeitbedarfskalkulation nur einmal durchzuführen und dabei eine allgemeingültige Zeitfunktion zu erstellen. Immer, wenn diese Arbeit in einem Ablauf erscheint, kann sie dann direkt übernommen werden. Dabei kann die Aggregation in verschieden starkem Umfang erfolgen, allerdings dürfen keine Informationen, die in den Planzeiten enthalten sind, verloren gehen. Nach REISCH und EGLOFF 1971 [4] sowie AUERNHAMMER 1975 [2] können die Anforderungen an die Modellkalkulation wie folgt zusammengefasst werden:

1. Modelle müssen auf allen Aggregationsstufen **globale Zeitbedarfswerte** und die dafür zu **erwartenden Streubereiche** liefern können.
2. Modelle müssen so aufgebaut sein, dass einzelne **Teilvorgänge jederzeit ausgetauscht oder ergänzt** werden können. Dabei müssen für allgemeine Kalkulationen Standardmodelle in fertig aggregierter Form zur Verfügung stehen.
3. Modelle müssen auf **Einflussgrößen aufbauen**. Für fertige Modelle müssen diese mit Standardwerten belegt sein. Damit sind sie **allgemeine Modellansätze**. Es muss aber auch möglich sein, die Standardwerte durch betriebsspezifische Werte zu ersetzen und damit einen **betriebsspezifischen Modellansatz** zu erhalten.
4. Modelle müssen die Analyse des Arbeitsablaufes in allen Aggregationsstufen beibehalten, d. h., es muss auch im Modell eine **vollständige Transparenz** des Arbeitsablaufes möglich sein.

5. Diese Analyse muss neben der Angabe der einzelnen Arbeitselemente mit ihrem Zeitbedarf auch die prozentualen Anteile aufzeigen und damit das Gegenstück zur Ist-Analyse im **Ist-Soll-Vergleich** bilden.
6. Neben den in den Elementen enthaltenen Tätigkeiten müssen insbesondere Auskünfte über **Störzeiten** und damit über **Störanfälligkeiten** von Verfahren möglich sein.

Neben diesen Forderungen steht noch die grundsätzliche Frage nach dem Charakter eines Modells. Während die meisten Arbeitsablaufmodelle **deterministischer Art** sind, zeigte PEN 1973 [23] die Möglichkeit einer stochastischen Modellerstellung auf. Aufgrund des hohen Rechenaufwandes, den derartige Modelle erfordern, sollten sie aber nicht für allgemeine Modellkalkulationen verwendet werden, sondern gezielten wissenschaftlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben.

6.2 Die Methode der Modellbildung und die Programmtechnik

Die Grundlage aller Modelle sind somit die Planzeiten, die auf deterministische, d.h. bestimmungsmäßige Art zu Modellen verknüpft werden. Dabei gehen die Inhalte der Planzeiten wie

Planzeitwert oder Planzeitfunktion,
Streubereich,
Störzeitfaktor,
statistische Kenngrößen,
verbale Beschreibung als

Bezeichnung des Arbeitselementes,
Inhaltsbeschreibung,
Messpunktangaben

in die Modelle ein und müssen den Zielsetzungen der Modellbildung entsprechend auf allen Aggregationsstufen verfügbar sein. Entsprechend der Gliederung der Arbeit in Ablaufabschnitte nach eigenem Vorschlag führt die Aggregation zu den in Tabelle 30 dargestellten Modellformen.

Anhand dieser Gliederung sollen nun die Aggregationsstufen einzeln aufgezeigt und innerhalb der Methode an je einem Beispiel erläutert werden.

Tabelle 30: Modellformen am Beispiel Bullenmast

Abschnitt	Modellname	Beispiel
Arbeitselement	Planzeitelement	Gehen
Arbeitsteilvorgang	Teilvorgangsmodell	Futtertisch fegen
Arbeitsvorgang	Vorgangsmodell	Bullen füttern
Produktionsverfahren	Gesamtarbeitsmodell	Mastbullenhaltung im Vollspaltenbodenstall + entsprechender Mechanisierung

6.2.1 Die Methode der Modellbildung

6.2.1.1 Die Aggregation von Planzeiten zu Teilvorgangsmodellen

Teilvorgangsmodelle sind deterministisch erstellte Arbeitsabläufe. Ihr Inhalt sind von bestimmten Einflussgrößen abhängige und in fast der gleichen Reihenfolge auftretende Arbeitselemente mit ihren Planzeiten. Die Verknüpfung erfolgt additiv, wobei die Planzeiten entsprechend ihrem Anteil in die Teilvorgangsmodelle eingehen.

Ein sehr einfaches Teilvorgangsmodell ist das „**Fegen eines Futtertisches**“. In diesem Modell herrscht der aus folgenden Arbeitselementen bestehende Arbeitsablauf:

1. Vom Ausgangspunkt zum Geräteabstellplatz gehen, Besen ergreifen und an Futtertischanfang gehen,
2. Futtertisch über die gesamte Länge fegen,
3. die gesamte Futtertischlänge zurückgehen,
4. zum Geräteabstellplatz gehen, Besen abstellen und an den Endpunkt (= Ausgangspunkt) gehen

und es kann somit in jeden Arbeitsablauf eingegliedert werden, wenn darin die Tätigkeit Futtertisch fegen erfüllt werden muss. Die Planzeiten mit ihren Einflussgrößen gewähren die universelle Anwendbarkeit durch:

1. unterschiedliche Wege zum Geräteabstellplatz und danach zum Troganfang,
2. unterschiedliche Futtertischbreite und Futtertischlänge,
3. unterschiedliche, aber von 2. abhängige Futtertischlänge,
4. unterschiedliche Wege zum Geräteabstellplatz und danach zum Endpunkt.

Bei diesen verschiedenen Einflussgrößen werden nun aber schon Abhängigkeiten zwischen den Elementen sichtbar, die sich als solche auch ausdrücken lassen. Für das gewählte Teilvorgangsmodell kann deshalb folgende Einengung gemacht werden

Abschnitt 1 und Abschnitt 4 sind identisch, wenn
Ausgangspunkt und Endpunkt identisch sind, das heißt

1. Besen holen oder wegbringen wird 2 mal benötigt,
2. Futtertisch fegen wird 1 mal benötigt,
3. gehen über die Futtertischlänge wird 1 mal benötigt.

Da in einem praktischen Betrieb der Besen und sonst benötigte Geräte meistens am gleichen Platz stehen, kann die notwendige Entfernung dafür betriebsspezifisch angegeben werden. Auch die anderen Größen sind einfach zu ermitteln. So gehört z.B. zu einem befahrbaren Futtertisch eine Breite von mindestens 2,5 m. Die Länge errechnet sich aus der Tierzahl multipliziert mit der durchschnittlichen Trogbreite; falls der Stall zweireihige Aufstallung besitzt, dividiert sich diese Größe durch 2. Sie ist auch gleichzeitig die Längenangabe für den Leerückweg.

Nach dieser Ableitung ist es relativ einfach, die allgemeingültige Formel durch Addition zu bilden, wie sie für das Teilvorgangsmodell (t = ein Teil einer Zeit (lat. tempus)) „t-Futtertisch fegen“ auf Abbildung 27 dargestellt wird.

Auf dieser Darstellung wird zuerst festgelegt, unter welchen Bedingungen dieses Teilvorgangsmodell zutrifft und welche Einflussgrößen berücksichtigt sind. Diese werden dann auf einer Skizze ausgewiesen, um Irrtümer auszuschließen.

Danach folgt die Angabe der Zeitfunktion für den Teilvorgang. Zur besseren Kenntlichmachung wurden die einzelnen Planzeiten in Klammern eingeschlossen, und derselbe mathematische Zusammenhang wird unter dem Arbeitsinhalt noch einmal verbal beschrieben. Aufgrund dieser Darstellung wird das einmal erstellte Teilvorgangsmodell jederzeit reproduzierbar.

Teilvorgangsmodell: Futtertisch fegen	
Bedingungen:	Ebener, betonierter Futtertisch Ohne Überhöhung in den Trog übergehend Besen mit langem Stiel
Einflußgrößen:	
A =	Aufstallungsreihen (1 oder 2)
B4 =	Freßplatzbreite/Tier (m)
B5 =	Breite des Futtertisches (m)
L2 =	Entfernung: Ausgangspunkt (Endpunkt) - Geräteabstellplatz (m)
L3 = N*B4	Troglänge
N =	Tierzahl
Skizze:	
Zeitfunktion:	
t =	$(6,9 + 2,15 * L2)$ $+ (\text{antilg} (1,748 + 0,009 * L3/A + 0,145 * B5))$ $+ (1,4 * L3)$ $+ (6,9 + 2,15 * L2)$
Arbeitsablauf:	<p>Hingehen vom Ausgangspunkt zum Geräteabstellplatz und über gleiche Entfernung zum Futtertischanfang gehen (wenn Entfernung nicht gleich ist, so ist der Mittelwert einzusetzen). Dann fegen des Futtertisches und Leerweg zurück an Futtertischanfang.</p> <p>Danach Besen abstellen (Entfernungen Troganfang-Geräteabstellplatz-Endpunkt müssen wiederum den am Arbeitsbeginn genannten Bedingungen entsprechen).</p>

Abbildung 27: Teilvorgangsmodell „Futtertisch fegen“

In der Gesamtmethodik bedarf es aber noch einer Ergänzung, denn ähnlich wie bei der Arbeitszeitanalyse treten auch Teilvorgänge nicht zu jeder Fütterungszeit auf. Zur anteilmäßigen Bestimmung muss deshalb jedes Teilvorgangsmodell mit einem Häufigkeitsfaktor versehen werden. In mathematischer Form heißt dies, dass die gesamte Funktion in Klammern zu setzen ist und mit dem Faktor HFK (allgemein = 1) zu multiplizieren ist. Erst dann kann ein Teilvorgangsmodell als Bestandteil der nächst höheren Aggregationsebene dienen.

6.2.1.2 Die Aggregation von Teilvorgangsmodellen zu Vorgangsmodellen

Vorgangsmodelle sind Ablaufmodelle, deren Inhalt aus additiv verknüpften Teilvorgangsmodellen besteht, welche selbst aus Planzeiten gebildet wurden. Damit liegt den Vorgangsmodellen eine eindeutig fixierte Struktur zugrunde, die entsprechend Abbildung 28 dargestellt werden kann.

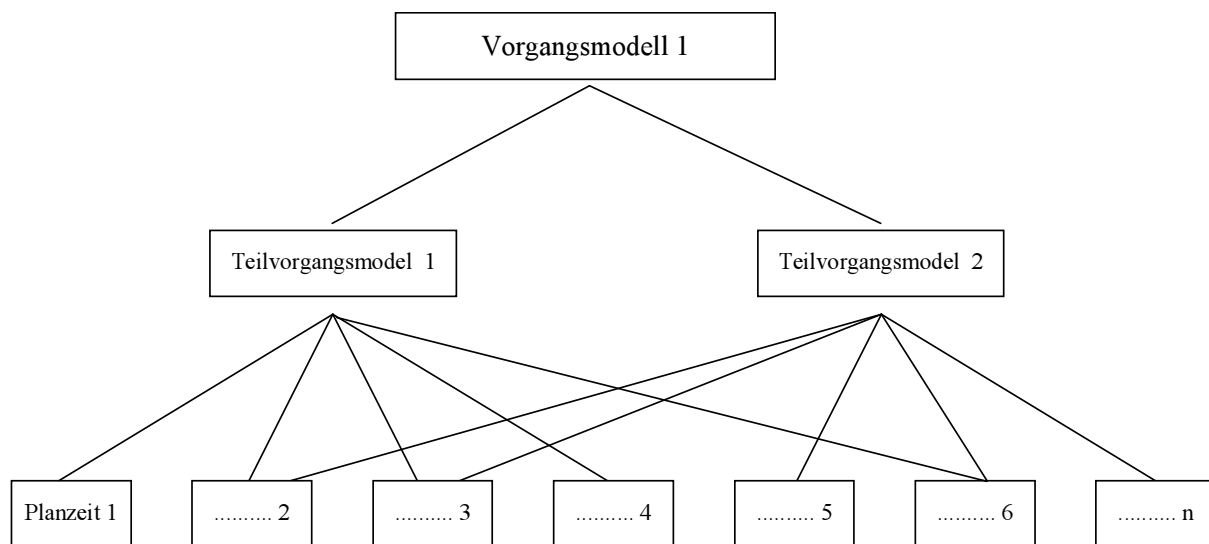


Abbildung 28: Die Aggregation von Vorgangsmodellen

Daraus wird ersichtlich, dass Modelle eine **Verknüpfung** von Bausteinen auf verschiedener Ebene sind, denn alle erforderlichen Zeitbedarfswerte liefern die nur **einmal** vorhandenen Planzeitelemente.

An einem praktischen Beispiel dargestellt heißt dies, dass ein Vorgangsmodell schon erstellte Teilvorgangsmodelle so zusammenbindet, dass daraus ein vollständiger Arbeitsablauf z.B. für das Füttern von Mastbullen entsteht. Eine weitere Vertiefung dieser Zusammenhänge bringt Abbildung 29.

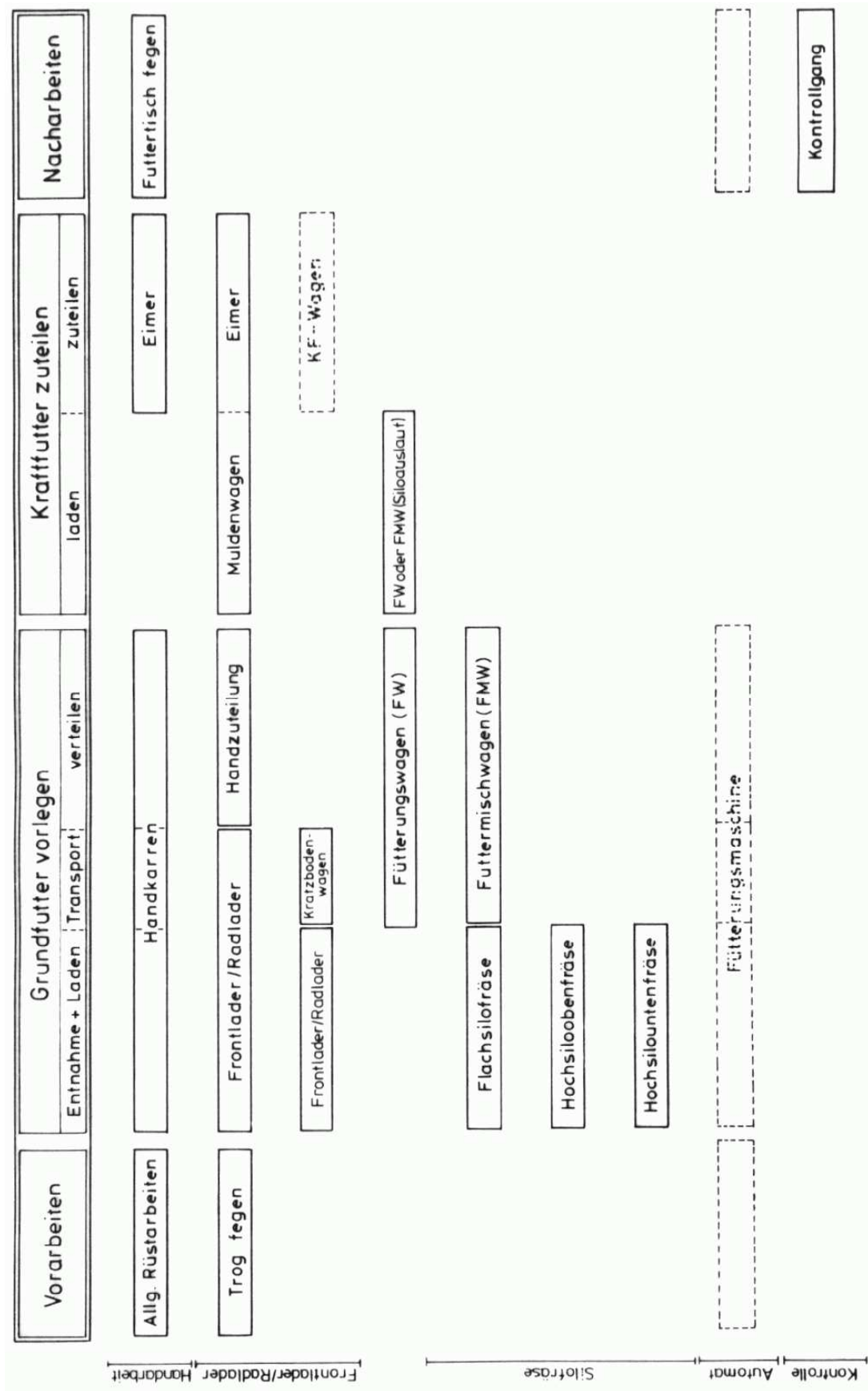


Abbildung 29: Teilvorgangmodelle für die Mastbullenfütterung

Auf dieser Darstellung werden die Teilvorgänge aufgezeigt, die zum Füttern eines Bullenbestandes herangezogen werden könnten. Zur besseren Übersicht wurde geteilt in Vorarbeiten, Grundfuttermvorlage, Kraftfutterzuteilung und Nacharbeiten.

Während in fast allen Betrieben die **Vor- und Nacharbeiten identisch** sind, besteht insbesondere bei der **Grundfuttermvorlage eine Vielzahl an technischen Lösungen**. Ausgehend von der Handarbeitsstufe wurde deshalb eine Gliederung in steigende Mechanisierungsstufen vorgenommen, die über den Frontlader zur Silofräse und dann zu einer noch nicht vorhandenen Fütterungsmaschine als Automaten führen. Außerdem wurde eine Unterteilung der Grundfuttermvorlage in Entnahme, Transport und Verteilung vorgenommen, um damit aufzuzeigen, dass gewisse technische Einrichtungen nur die Entnahme, andere Entnahme und Transport und wieder andere nur Transport und Verteilung übernehmen können. Dadurch kann schon bei der Modellauswahl Vorsorge dafür getroffen werden, dass alle Bereiche überdeckt sind.

Relativ einfach gestaltet sich die Modellauswahl bei der **Kraftfutterzuteilung**. Dort sind im Grunde nur 3 Verfahren vorhanden, nämlich die Eimerzuteilung, die Verbindung Muldenwagen + Eimer und nur in einer sehr kleinen Zahl von Betrieben ein Kraftfutterzuteilwagen (KF-Wagen). Höher mechanisierte Grundfuttermzuteilverfahren schließen fast immer die Zuteilung des Kraftfutters mit ein, so dass dafür nur noch ein Befüllvorgang auf der Kraftfutterzuteilseite notwendig ist.

Schon diese Darstellung verrät, dass damit eine sehr große Zahl von Vorgangsmodellen gebildet werden kann. Allein durch die aufgezeigten 18 Teilvorgangsmodelle sind mehr als 50 Kombinationen nur für den Arbeitsvorgang „Füttern“ möglich. Dazu kämen bei Ausdehnung des Grundfutters auf Schlempe und Mais zusätzlich 2 Teilvorgangsmodelle für die Schlempevorlage aus festverlegten Rohrleitungen oder aus einem Tankwagen. Dies hätte eine Verdoppelung der möglichen Vorgangsmodellansätze zur Folge.

Ein ähnliches Auswahlmuster wäre darüber hinaus auch für die anderen Arbeitsvorgänge wie „Entmisten und Einstreuen“, „Pfleßmaßnahmen“, „Gewichtskontrollen“ und die „Ein-, Um- und Ausstellungen“ zu erstellen. So wird verständlich, dass dann die Zahl 1000 an realistischen Modellkombinationen für die letzte Aggregationsstufe, die Gesamtarbeitsmodelle, möglich wird.

6.2.1.3 Die Aggregation von Vorgangsmodellen zu Gesamtarbeitsmodellen

Gesamtarbeitsmodelle sind die höchste Aggregationsstufe. Sie bauen sich aus den Planzeiten über die Teilvorgangsmodelle und die Vorgangsmodelle auf und beinhalten deshalb auch alle in den Planzeiten fixierten Einflussgrößen.

Als Ergänzung zu Abbildung 28 wurde auf Abbildung 30 die gesamte Gliederungshierarchie von den Planzeiten bis zu den Vorgangsmodellen dargestellt. Daraus wird neben dem schicht- und stockwerkartigen Aufbau von Gesamtarbeitsmodellen ersichtlich, dass trotz der Vielfalt der Kombinationsmöglichkeiten alle Aggregationsebenen auf relativ wenige Planzeiten zurückgreifen und diese entsprechend häufig benötigen wie z.B. das „Gehen“, das „Wagen schieben“ usw. Deshalb gilt es, bei der Planzeiterstellung und bei der Datenfortschreibung gerade diese Arbeitselemente besonders zu beachten, um durch eine hohe Genauigkeit bei den Planzeiten auf eine hohe Genauigkeit der Modelle zu kommen.

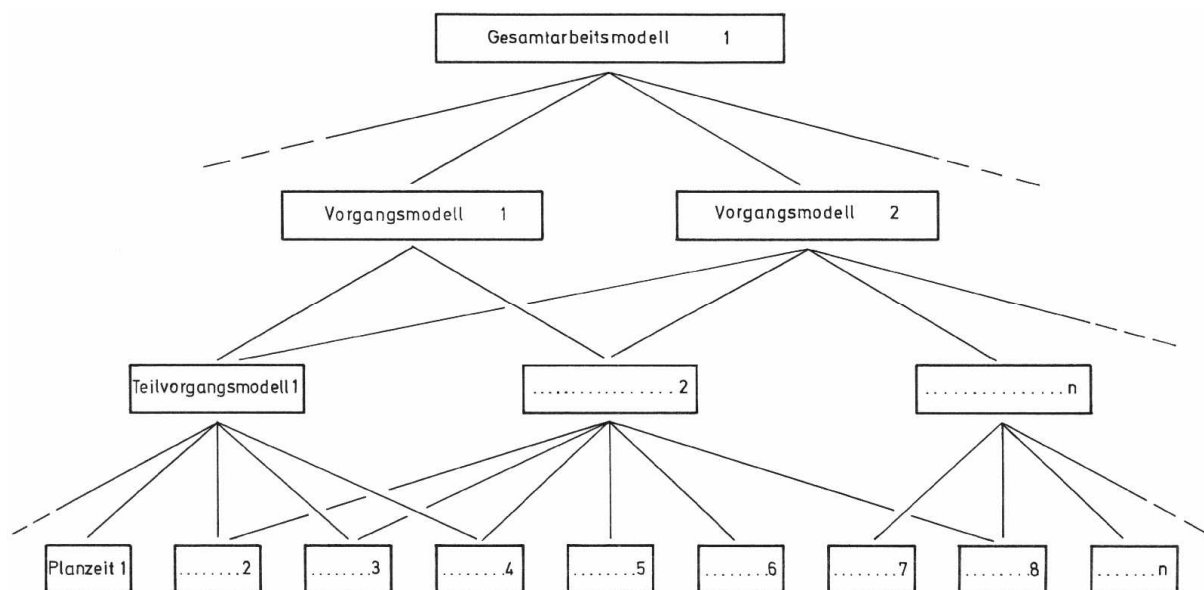


Abbildung 30: Aufbau eines Gesamtarbeitsmodelles

An dieser Stelle muss auch das **Problem der Streuung** angesprochen werden. Unter der Hypothese, dass die Streuung der Planzeiten vor allem aus der fehlenden Methodentreue und dem Leistungsgrad der Arbeitspersonen resultiert, kann davon ausgegangen werden, dass Arbeitspersonen mit geringem Leistungsgrad bei allen Arbeiten ein schlechtes Ergebnis erzielen. Umgekehrt würden demnach alle Arbeitspersonen mit hohem Leistungsgrad bei allen Arbeiten ein gutes Ergebnis erzielen. Dies bedeutet dann für die Planzeitaggregation, dass die Streuungen additiv zu verknüpfen sind und genau wie die Summe des Zeitbedarfes durch Ad-

dition der Streubereiche gebildet werden. Der Gesamtzeitbedarf eines Gesamtarbeitsmodelles würde dann zu einem Zeitbedarfsbereich, der entsprechend der gewählten statistischen Sicherheit durch die zu erwartenden Streubereiche abgegrenzt würde.

Entsprechend dieser Hypothese und der aufgezeigten Gliederungshierarchie wurde die gesamte Programmtechnik aufgebaut.

6.2.2 Die Programmtechnik zur Modellbildung

Die Programmtechnik für die Modellkalkulation des Arbeitszeitbedarfes darf nicht losgelöst von anderen Kalkulationsaufgaben in der Landwirtschaft betrachtet werden. Vielmehr ist die Arbeitswirtschaft im Verbund mit den Daten des Kapitalbedarfes für Maschinen und Gebäude sowie den entstehenden Kosten zum Betrieb dieser Anlagen und Einrichtungen ein von der Landtechnik zu betreuendes Fachgebiet.

Deshalb wurde vom Anfang dieser Arbeit an versucht, die Arbeitswirtschaft und damit die Modellkalkulation in ein Gesamtinformationssystem einzubeziehen. Dieses soll institutsintern unter dem Namen LISL (Landwirtschaftliches Informationssystem Landtechnik) im Laufe der nächsten Jahre aufgebaut werden und vor allem wissenschaftliche Untersuchungen dienen. Darüber hinaus werden alle Daten der KTBL-Datenbank zur Verfügung gestellt und können von dort, auf Länderebene weitergeleitet, der Beratung und der Wissenschaft zugeführt werden. Erste Anzeichen deuten auch darauf hin, dass die ständige Verfügbarkeit der KTBL-Datenbank in ländereigenen Datenbanken realisierbar ist, wie sie z.B. im System „BALIS“¹⁵ für die bayerische Landwirtschaft aufgebaut werden soll.

Das genannte institutsinterne Informationssystem LISL [42] sollte durch den Datenpool für die Zeitstudien einen ersten Eckpfeiler erhalten. Den zweiten Pfeiler stellen die aus den Ist-Daten erstellten Planzeiten dar und als dritte tragende Säule eines integrierten Kalkulationssystems sind die Aggregationsprogramme für Modelle anzusehen. Da letztere noch die Form von Testprogrammen besitzen, werden im folgenden auch schon Faktoren angesprochen, die im Moment noch nicht verwirklicht sind.

¹⁵ Dieses System wird zur Zeit am „Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten“ aufgebaut.

Aus programmtechnischer Sicht bieten sich zur Aggregation der Planzeiten zwei unterschiedliche Möglichkeiten an. Dies sind:

1. Die Erstellung von eigenen Programmteilen mit fest vorprogrammierten Aggregationsformen als SUBROUTINEN oder als FUNCTION-Unterprogramme.
2. Die Erstellung eines allgemeinen und unabhängigen Aggregationsprogrammes mit Abspeicherung der benötigten Planzeiten oder teilaggregierten Modelle in einer Datenbank.

Spezifische Aggregationsprogramme besitzen den Vorteil der schnellen Rechenzeit. Diesem stehen aber wesentliche Nachteile gegenüber, insbesondere sind dies:

schwieriger Änderungsdienst,
ein sich ständig vergrößerndes Programmpaket und
begrenzte Möglichkeiten für die Parametereingabe und Parameteränderung.

Insbesondere das wachsende Programmpaket führt deshalb bei der Programmierarbeit bei allen, an diesen Problemen arbeitenden Instituten bald zur zweiten Programmform. Dabei wird der genannte große Nachteil der ersten Programmiermöglichkeit zum entscheidenden Vorteil. Aufbauend auf eine nahezu unbegrenzt ausbaufähige Datenbank wird nämlich mit einem relativ kleinen, aber universell anwendbaren Programm gearbeitet. Alle Änderungen an den Modellen betreffen dieses Programm nicht. Nachteilig ist jedoch, dass aufgrund der externen Datenspeicherung für die jeweilige Sucharbeit ein erheblicher Zeitaufwand anfällt. Eine weitere Schwierigkeit stellt außerdem die Arbeit mit den Planzeiten vom Typ der Funktionen dar.

Während die Planzeitwerte sehr leicht aus einer Datenbank gelesen werden können und mit dem übernommenen Vektor eine eindeutige Verrechnungsmöglichkeit gegeben ist, müssen bei den Planzeitfunktionen auch die Operationszeichen (+, -, *, :, $\sqrt{\quad}$, usw.) aus der Datenbank entnommen werden. Derartige Datenmanipulationen sind in den gängigen Programmiersprachen aber nicht vorgesehen. Einen Ausweg bietet dabei die Verschlüsselung dieser Operationen, wobei über Konventionen den Operationen Schlüsselziffern an vorgeschriebenen Stellen zugewiesen werden, z.B.

- 1 = Addition,
- 2 = Subtraktion,
- 3 = Multiplikation
- usw.

Nach diesem Prinzip können alle Rechenoperationen auch an extern gespeicherten Funktionen durchgeführt werden. Auf sie baut auch das universelle Programmpaket LISL [42] auf. Es bietet für jede Aggregationsebene einen eigenen Eingang. Programmintern wird dann auf die tiefer liegenden Ebenen bis hin zu den nur einmal abgespeicherten Planzeiten zurückgegangen. Die erste Aggregationsebene stellen in diesem Programmpaket die Teilvorgangsmodelle dar.

6.2.2.1 Die Programmebene für die Teilvorgangsmodelle

Nach der Definition der Teilvorgangsmodelle (6.2.1.1) sind in ihnen Planzeiten in einer vorgegebenen Zahl und nach einem vorgegebenen Ablauf enthalten. Programmtechnisch müssen diese, in der dem tatsächlichen Arbeitsablauf entsprechenden Form, aus der Datenbank gelesen und verrechnet werden. Dabei sind auch die aus den vorgegebenen Einflussgrößen zu errechnen, wie z.B. die Troglänge aus der Tierzahl und der Trogbreite/Tier. Daneben sind je nach Vorgabe die Protokollierungsarbeiten vorzunehmen, welche entweder nur das Gesamtergebnis des Teilvorgangmodells oder auch die Einzelergebnisse aus den daran beteiligten Planzeiten und als Testhilfe auch die einzelnen Funktionen umfassen.

Alle genannten Forderungen wurden in die Programmebene für die Teilvorgangsmodelle eingebaut. Zusätzlich wurde auch der, im Gesamtprogramm vorgesehene, schrittweise Änderungsdienst einer am Modell beteiligten Einflussgröße für diese Ebene wirksam gemacht. Damit kann ausgehend von Voreinstellwerten oder von Einflussgrößenänderungen, welche für jeden Programmlauf vorgenommen werden, eine systematische Untersuchung von Teilvorgangsmodellen vorgenommen werden. Derartige Auswertungen sind vor allem für **Gestaltungsfragen** wichtig. Als Beispiel dafür wird auf Abbildung 31 der Zeitbedarf für die Tätigkeit „Futtertisch fegen“ bei unterschiedlicher Troglänge je Tier und bei unterschiedlicher Futtertischbreite in Abhängigkeit von der Bestandsgröße aufgezeigt.

Daraus wird sichtbar, dass die in Anbindeställen üblichen Troglängen von 1,05 m je Tier bei großen Bestandsgrößen einen überproportional ansteigenden Zeitbedarf erfordern. Wenn deshalb eine derartige Vorkalkulation für ein Teilvorgangsmodell schon bei der Planung

durchgeführt wird, dann kann daraus sofort eine Entscheidung über die Zweckmäßigkeit eines solchen Bauvorhabens abgeleitet werden. Diese Möglichkeit der gezielten Veränderung von Einflussgrößen erbringt aber auch beim **Teilvorgangvergleich** eine große Entscheidungshilfe. Als Beispiel dafür und zur weiteren Vertiefung wurden auf Abbildung 32 verschiedene Verfahren der Maissilageentnahme und –vorlage aufgezeigt.

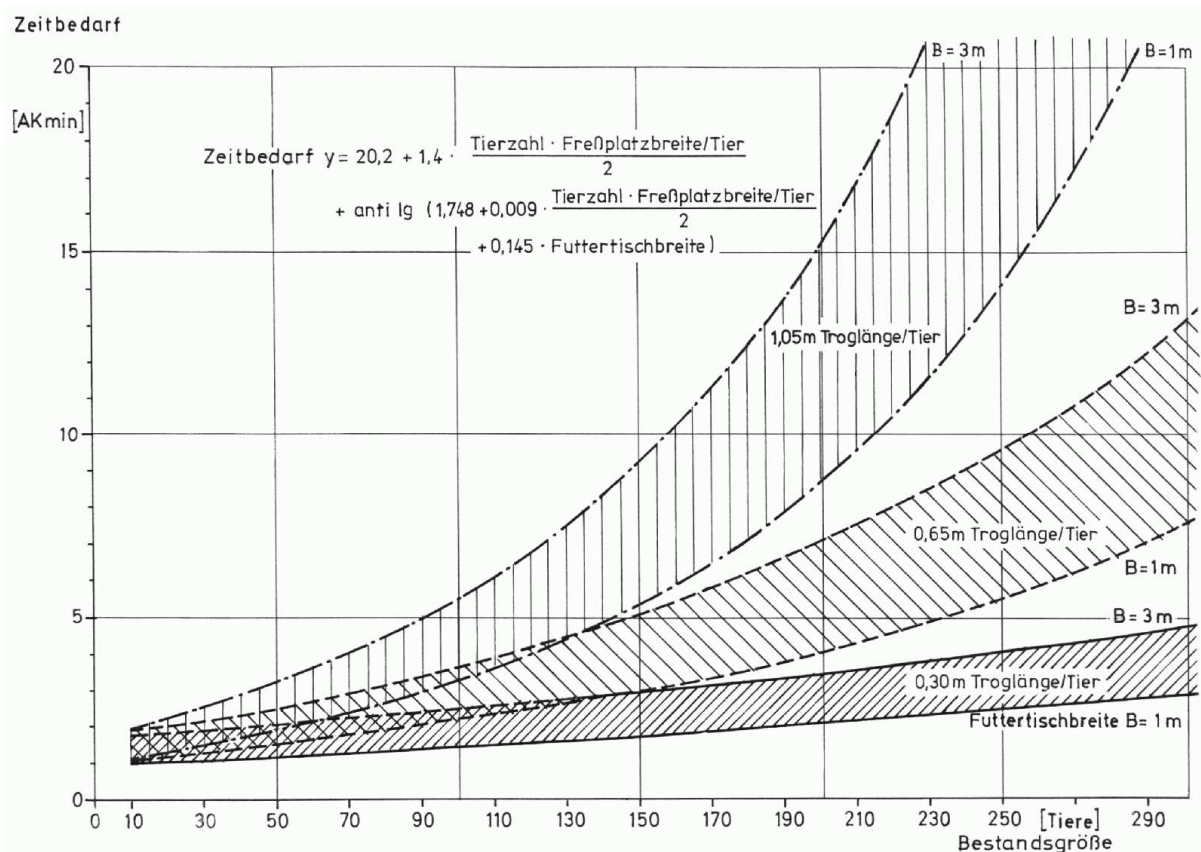


Abbildung 31: Der Zeitbedarf für die Tätigkeit „Futtertisch fegen“ in Abhängigkeit von Futtertischlänge, Futtertischbreite und Bestandsgröße

Eine derartige Untersuchung zeigt nicht nur den Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsverfahren bei verschiedenen Bestandsgrößen exakt auf, sondern gibt gleichzeitig einen Hinweis auf den minimalen Zeitbedarf eines Verfahrens bei der entsprechenden Bestandsgröße.

Diese beiden Beispiele sollen genügen, um einige Möglichkeiten der Modellkalkulation auf der Teilvorgangsebene aufzuzeigen. Die so aggregierten Planzeiten treten dann als Modellform in die Programmebene der Vorgangsmodelle ein.

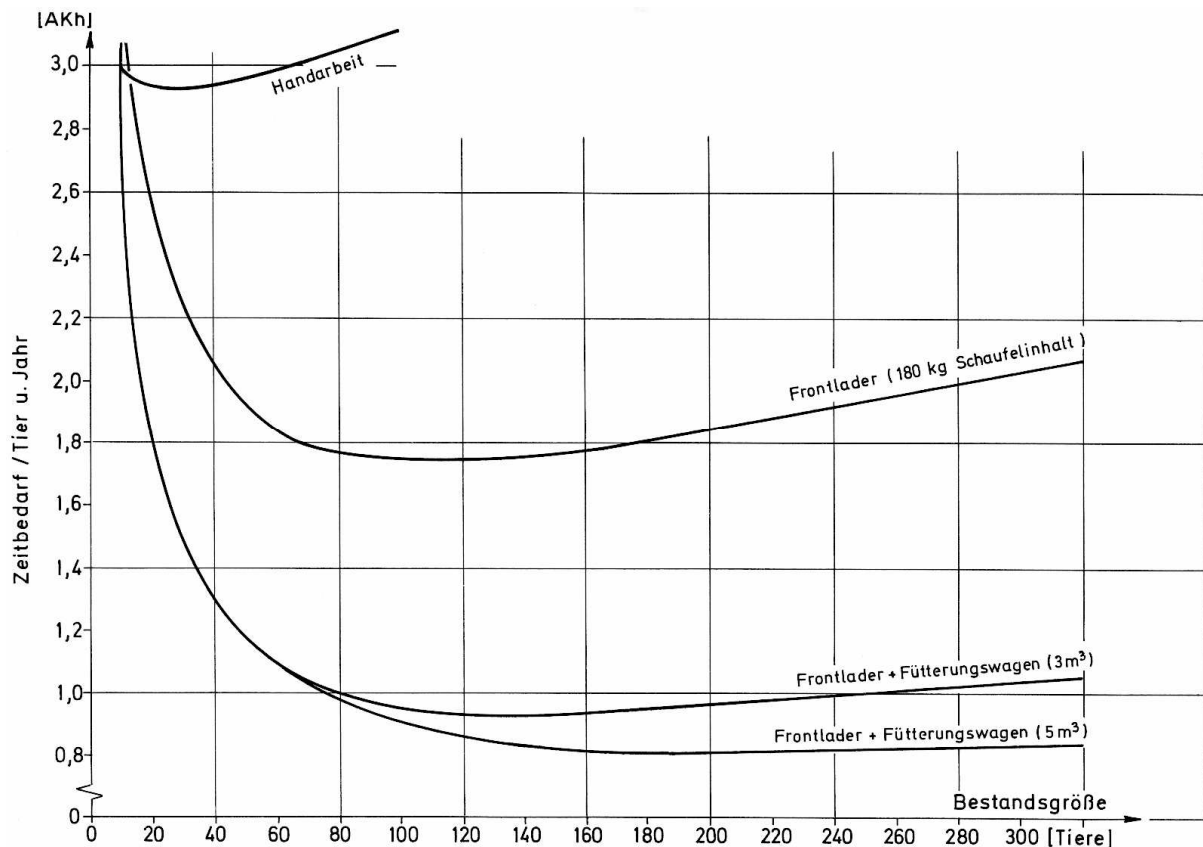


Abbildung 32: Der Zeitbedarf für Entnahme und Vorlage von Maissilage aus dem Flachsilo (2reihige Aufstallung, Entfernung Stall-Silo = 8 m, Troglänge = 0,55 m, Maissilage je Tier und Tag = 16 kg)

6.2.2.2 Die Programmebene für die Vorgangsmodelle

Entsprechend der Gliederungshierarchie der Vorgangsmodelle sind diese auch in der Programmtechnik eine übergreifende Programmebene zu den Teilvorgangsmodellen. Damit wird diese Programmebene fast identisch mit der darunter liegenden Ebene der Teilvorgangsmodelle. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass anstelle von einfachen Funktionen (Planzeitfunktionen) oder Mittelwerten (Planzeitwerten) auf schon aggregierte Daten zurückgegriffen wird.

Auch auf dieser Ebene wurden im Programm LISL in den Vorgangsmodellldokumenten¹⁶ Voreinstellwerte vorgesehen. Wiederum können aus diesen oder aus eingelesenen betriebs-spezifischen Änderungen abhängige Werte errechnet werden. Die Gesamtheit der dann vorhandenen Einflussgrößen steht für die einzelnen, am Vorgangsmodell beteiligten Teilvor-

¹⁶ Die in Datenbanken gespeicherten Texte und Daten werden in ihrer Zusammengehörigkeit zu einem übergeordneten Begriff auch als Dokument bezeichnet. Zum Beispiel würde ein Planzeitdokument alle Daten beinhalten, wie sie auf der Karteikarte (Abb. 23 u. 24) festgehalten sind und dazu die Operationskodierungen.

gangsmodele zur Verfügung. Damit ist es auch möglich, dass bei iterativer Änderung einer Einflussgröße auch alle davon abhängigen systematisch mitverändert werden. Zudem wurde auf dieser Programmebene die **Streibereichsermittlung** als obligatorische Auswertungsmaßnahme vorgesehen. Diese ergibt wiederum in Verbindung mit der selbständigen schrittweisen Erhöhung einer Einflussgröße den zu erwartenden Zeitbedarfsmittelwert mit seiner Streuung. Dadurch wird für viele Kalkulationen eine zusätzliche Entscheidungshilfe gewonnen, wie das Beispiel des Zeitbedarfes für die täglichen Fütterungsarbeiten auf der Handarbeitsstufe in Abbildung 33 zeigt.

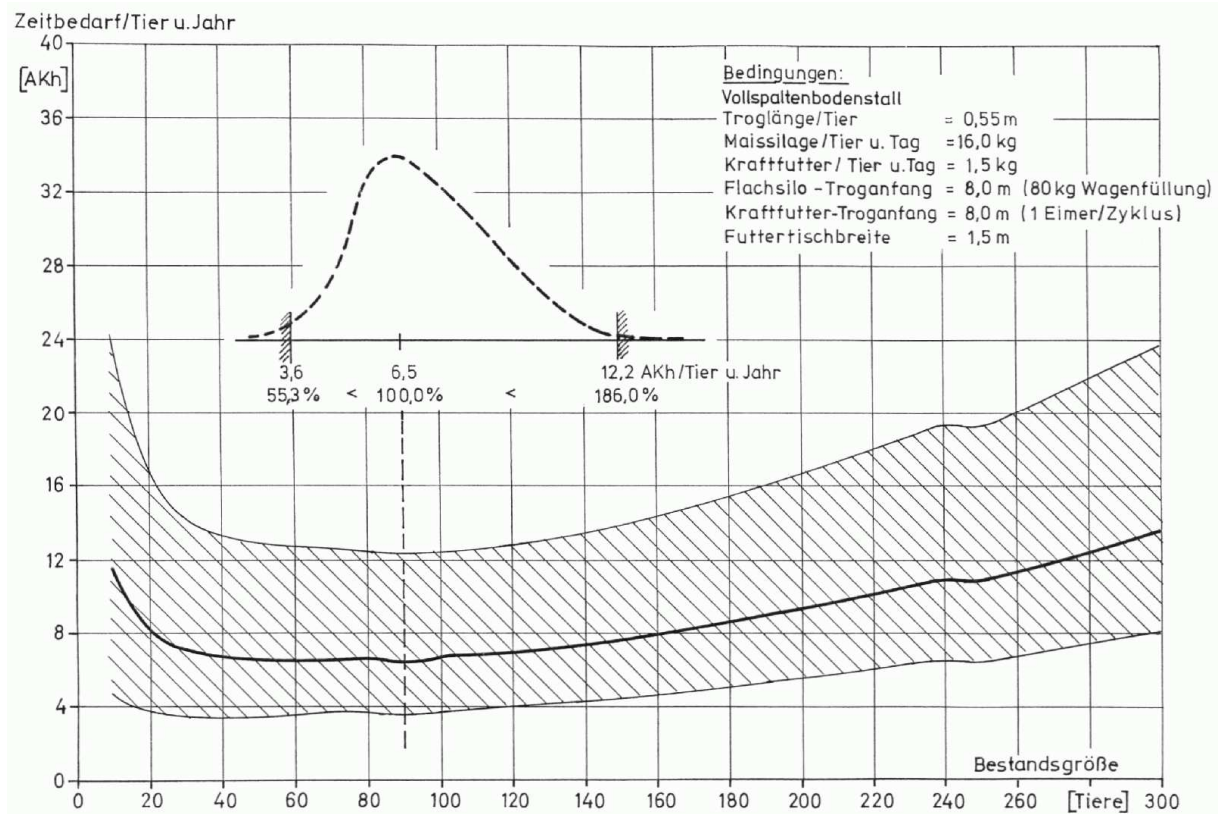


Abbildung 33: Der Arbeitszeitbedarf für das Füttern von Mastbullen in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Darauf wird deutlich, dass die ausschließliche Beurteilung des Zeitbedarfsmittelwertes sehr ungenau ist. So zeigt sich eine mögliche Zeitbedarfserhöhung durch schlechte Methodentreue oder andere Einflüsse von bis zu 86 % gegenüber dem Mittelwert, und die Form der Verteilung macht deutlich, dass Ausnahmen im noch weiter darüber liegenden Zeitbedarfsbereich durchaus möglich sind.

Noch wertvoller wird die Ermittlung des Streubereiches, wenn **alternative Verfahren** verglichen werden sollen. Dann können nämlich exakte Grenzen für die zu erwartende Vorzüglichkeit des einen oder des anderen Verfahrens gezogen werden, wenn sich die Streubereiche überlappen oder an bestimmten Stellen auseinander treten.

Neben dieser Auswertungsform interessieren zur Analyse von Modellen auch die Anteile der einzelnen Planzeiten und Teilvorgangsmodelle. Deshalb wurde auf der Ebene der Vorgangsmodele zusätzlich eine Auswertung als %-Anteile der Planzeiten und der Modelle eingebaut. In bezug auf ein Vorgangsmodelel ergeben sich daraus **Summenprozentkurven**. Als Beispiel dazu wird auf Abbildung 34 die Summenprozentkurve der Teilvorgänge und der Arbeitselemente dargestellt (Das Zahlenmaterial dazu befindet sich im Anhang auf Seite 198).

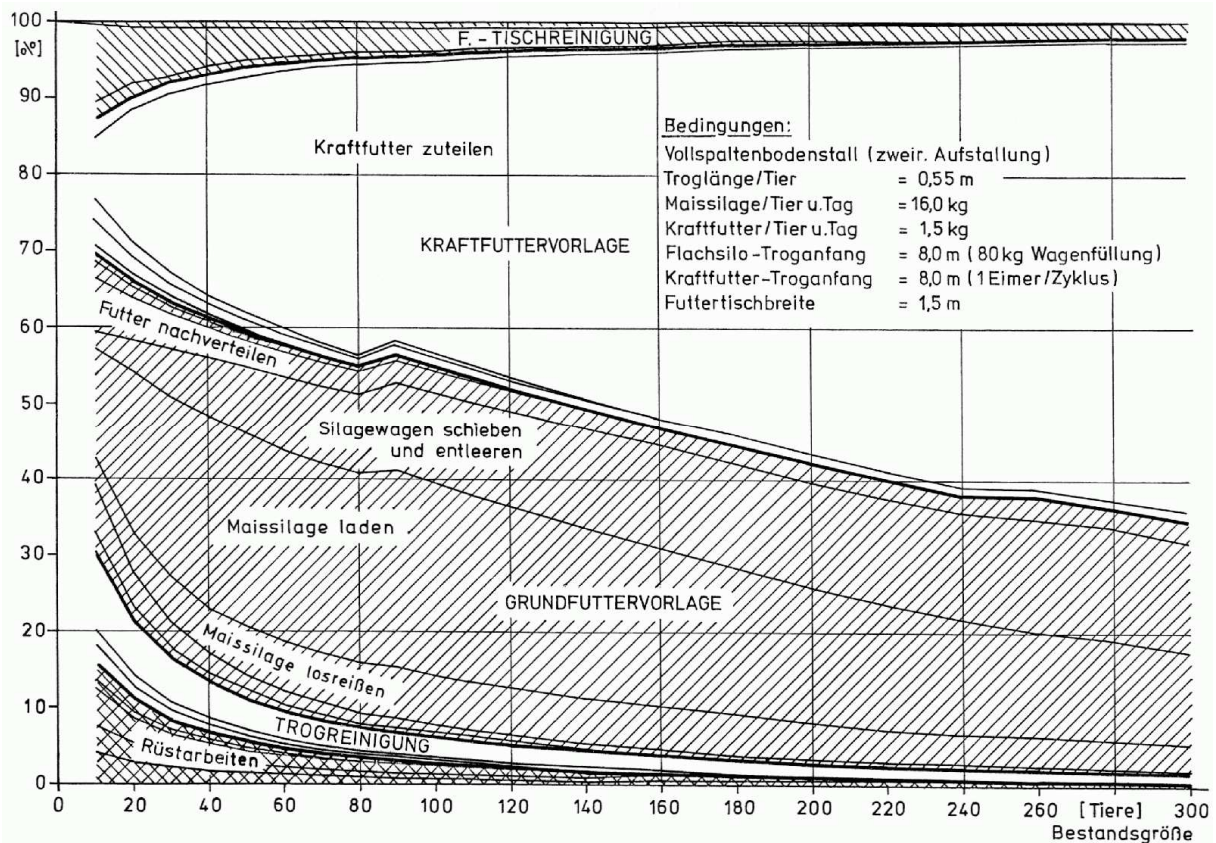


Abbildung 34: Summenprozentkurven der Arbeitsteilvorgänge in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Daraus können jene Arbeitsteilvorgänge sofort erkannt werden, die den größten Anteil am Gesamtarbeitszeitbedarf besitzen. Während auf dieser Abbildung bei der Ausgangsbestandsgröße von 10 Tieren die Grundfuttervorlage mit etwa 40 % am Gesamtarbeitszeitbedarf beteiligt ist, erfordert die Kraftfutterzuteilung nur etwa 15 %. Schon bei etwa 140 Tieren benötigen

beide Teilvorgänge je 40 % des Gesamtzeitbedarfes und bei darüber liegenden Bestandsgrößen drängt die Kraftfutterzuteilung alle anderen Teilvorgänge immer stärker zurück und wird damit zum Hauptverursacher des Zeitbedarfes.

Daraus folgt, dass eine Verbesserung bei der Grundfuttersvorlage ansetzen muss, weil sie die körperlich schwerere Arbeit ist. Gleichzeitig sollte aber auch bei der Kraftfutterzuteilung auf 2 Eimer je Zyklus übergegangen und ab etwa 80 – 100 Tieren ein Muldenwagen eingesetzt werden.

Die Summenprozentkurve wird damit zu einem außerordentlich wichtigen Entscheidungshilfsmittel. Sie findet aber eine weitere Hilfe in der Zusammenfassung identischer Arbeitselemente und wird dann zur **Summenprozentkurve der Arbeitselemente** eines Vorgangsmodells. Auch dafür befindet sich das Zahlenmaterial im Anhang¹⁷. Graphisch sind die Ergebnisse auf Abbildung 35 dargestellt.

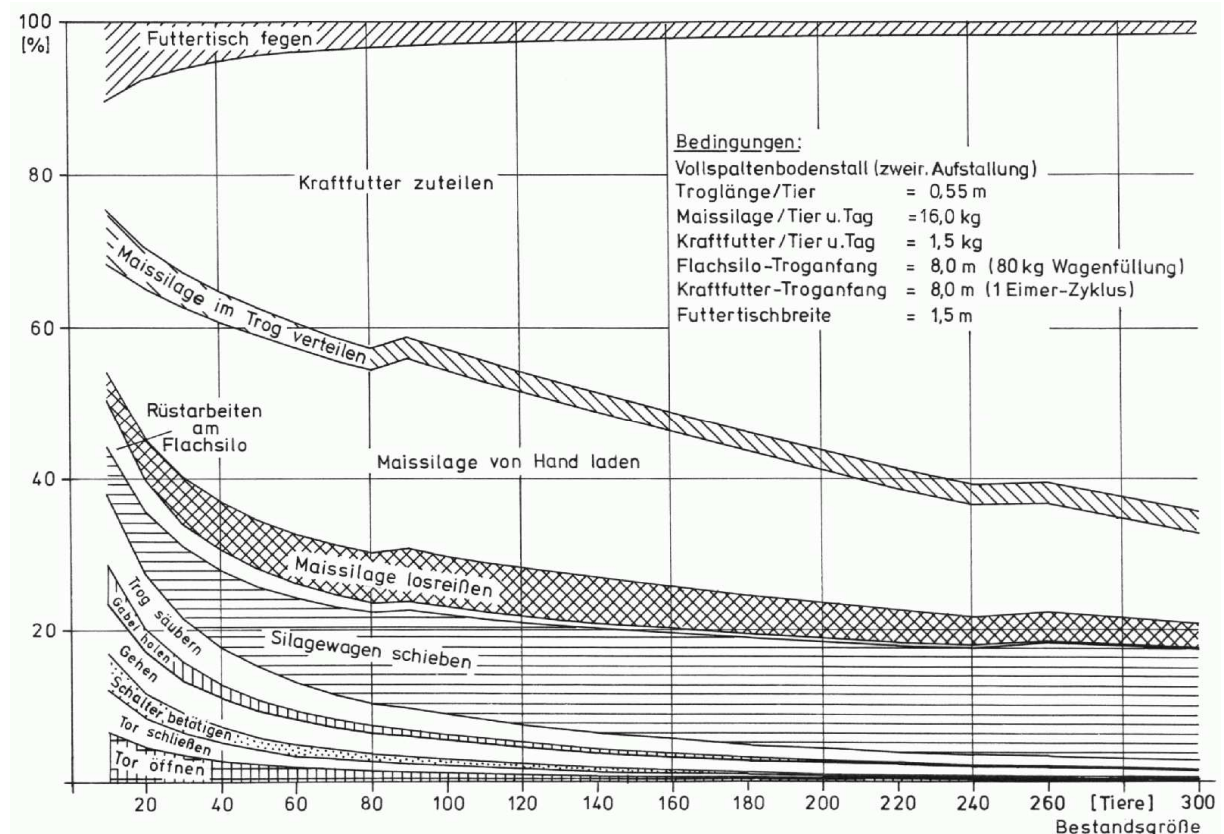


Abbildung 35: Summenprozentkurven identischer Arbeitselemente in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

¹⁷ Siehe Anhang Seite 198

Sie zeigt exakt, welche Arbeitselemente den größten Zeitbedarf verursachen. So können bei den aus Abbildung 35 abgeleiteten Prozentwerten identischer Arbeitselemente sofort 3 Tätigkeiten herausgelesen werden, die bei einer durchzuführenden Rationalisierung den größten Effekt bringen würden. Allerdings müssten diese Arbeitselemente dann auch besonders gewichtet werden, da eine Rationalisierungsmaßnahme nicht nur an der Zeitersparnis, sondern auch an der Schwere der eingesparten Arbeit gemessen wird. So gesehen müsste vor allem versucht werden, die Handarbeit beim Laden der Maissilage auszuschalten und durch größere selbstfahrende Transporteinheiten die schwere Arbeit des Silagewagenschiebens zu vermeiden. Die erste Rationalisierungsstufe dürfte also der Frontlader sein, da er beide Arbeiten, nämlich Transport und Laden übernimmt, wobei dann aber durch ein neues Arbeitselement „Futter zuteilen“ ein neuer Zeitbedarf einzukalkulieren ist.

Anhand dieser Beispiele wird deutlich, dass die Programmtechnik für die Teilvorgangmodelle eine Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten bietet. Sie sind ebenso in der höchsten Aggregationsstufe, den Gesamtarbeitsmodellen, möglich.

6.2.2.3 Die Programmebene für die Gesamtarbeitsmodelle

Programmtechnisch besteht zwischen der Ebene der Gesamtarbeitsmodelle und der Vorgangmodelle kein Unterschied. Da aber das Gesamtarbeitsmodell an der Spitze der Hierarchie steht, kann bei der Zuordnung der Einflussgrößen auf übergeordnete und von dort übergebene Einflüsse nicht mehr zurückgegriffen werden. Somit wird auf dieser Ebene immer auf die vorgegebenen Voreinstellwerte oder auf von außen eingegebene betriebsspezifische Einflussgrößen aufgebaut.

Insgesamt steht somit für die gesamte Modellkalkulation eine umfassende und in ihrem Umfang leicht überschaubare Programmtechnik zur Verfügung. Obwohl damit alle Zeitbedarfskalkulationsprobleme zu lösen wären (falls die benötigten Einflussgrößen vorhanden und in einer Datenbank eingespeichert sind), bedarf es der Entscheidung, ob grundsätzlich und für alle Fälle auf ein derartiges System zurückgegriffen werden muss. Alle Kalkulationen wären dann nämlich an das Vorhandensein und auf verfügbare freie Kapazitäten von EDV-Anlagen angewiesen. Diese Voraussetzungen können jedoch weder von der Beratung noch von der Praxis erfüllt werden. Deshalb sind für die in der Praxis am meisten anzutreffenden Arbeitsverfahren **kompakte Zeitfunktionen** zu erstellen, welche nur die 5 – 6 wichtigsten Einflussgrößen enthalten.

Zusammen mit der Ableitung dieser kompakten Zeitfunktionen und mit der weiteren Erstellung von Programmen muss außerdem ein Katalog erstellt werden, welcher diese Formel und alle im EDV-System enthaltenen Modelle zum Inhalt hat, sie definiert und ihre Anwendung beschreibt. Da aber die Erstellung eines solchen Kataloges den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, muss dafür eine gesonderte Untersuchung angesetzt bzw. diese fortgesetzt werden.

6.3 Die Modellkalkulation für verschiedene Haltungsverfahren der Bullenmast

Nach der Erstellung der Methode und der Programmtechnik zur Modellkalkulation sollen in diesem Abschnitt für verschiedene Haltungsverfahren der Bullenmast Zeitbedarfskalkulationen durchgeführt werden. Dabei ist es nicht möglich, eine umfassende Untersuchung vorzunehmen, sondern vielmehr sollen die derzeit am stärksten verbreiteten Haltungsverfahren der Bullenmast im Vollspaltenbodenstall aufgezeigt und auf den Zeitbedarf abgeschätzt werden. Eine weitere Einengung muss diese Untersuchung im Hinblick auf die zu untersuchenden Einflussgrößen erhalten. So wird es nicht möglich sein, alle für die Bullenmast relevanten zeitbestimmenden Faktoren (es dürften im Durchschnitt etwa 60 sein) systematisch auf ihre Auswirkungen zu untersuchen. Grundsätzlich soll deshalb die Bestandsgröße variiert werden, um die zu erwartende Zeitbedarfsdegression aufzuzeigen und um daran zu prüfen, ob die Zielsetzung dieser Arbeit erreicht werden kann.

Eine weitere Einschränkung wird im Hinblick auf die zu erstellenden Verfahrensmodelle vorgenommen. Da die tägliche Fütterung den höchsten Zeitbedarf erfordert und dafür ein umfangreiches Datenmaterial vorhanden ist, sollen vor allem an diesem Arbeitsvorgang die verschiedenen Mechanisierungsmöglichkeiten und ihr Zeitbedarf aufgezeigt werden. Für die restlichen, zur Mast eines Bullen erforderlichen Arbeitsvorgänge

Pflegemaßnahmen, Gewichtskontrolle, Entmisten und Ein-, Aus- und Umstallung

reichen die zur statistischen Absicherung erforderlichen Messwerte noch nicht aus. Deshalb wird für diese Arbeitsvorgänge auf die vorhandenen Ist-Analysen zurückgegriffen und daraus der mittlere Zeitbedarf abgeleitet. Auch für die Kälberhaltung wurde auf die Modellerstellung

verzichtet, da dafür z.Z. eine besondere Untersuchung¹⁸ durchgeführt wird, welche auch die Kälberhaltung miteinfassen soll.

Somit ergibt sich für die gesamte Modellkalkulation folgende Ausgangssituation:

6.3.1 Die Bedingungen für die Modelle und der fixe Zeitanteil

Alle Modelle beziehen sich auf den zweireihigen Vollspaltenbodenstall. Dabei wird der in der Praxis anzutreffende Produktionsablauf (siehe Abschnitt 3.4) zugrundegelegt. Danach werden die Kälber mit 75 kg zugekauft und dann 42 Tage im Kälberstall gehalten. Nach der Umstellung in den Maststall beginnt die eigentliche Mast über 402 Tage. Verkauft werden die Bullen nach insgesamt 445 Tagen Verweildauer im Betrieb (entspricht 15 Monate). Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen lässt sich nach Abbildung 3 auf Seite 33 errechnen aus den nichttäglichen Arbeiten

Pflegemaßnahmen,
Gewichtskontrolle,
Entmisten,
Ein-, Um- und Ausstallung,

den Arbeiten für die Kälberhaltung und
den täglichen Fütterungs- und Entmistungsarbeiten

Für die nichttäglichen Arbeiten wird zuerst der fixe Zeitbedarf errechnet, im folgenden Schritt um den Zeitbedarf für die Kälberhaltung erhöht und darauf der modellmäßig ermittelte Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten aufaddiert.

6.3.1.1 Der fixe Zeitanteil für die nichttäglichen Arbeiten

Für die Ermittlung des Zeitbedarfes für die **nichttäglichen Arbeiten** lagen zwischen 2 und 4 Messungen in verschiedenen Betrieben vor.

Daraus konnten folgende Zahlen abgeleitet werden:

¹⁸ Diese Untersuchung wird am Institut für Landtechnik Weihenstephan im Rahmen des SFB 141 „Produktionstechniken der Rinderhaltung“ und eines KTBL-Forschungsauftrages durchgeführt und soll 1976 veröffentlicht werden.

Pflegemaßnahmen

Zweimaliges Impfen mit etwa	2 min je Impfung und Tier
Boxenreinigung mit etwa	6 min je Kalb
Enthornung mit etwa	<u>4 min</u>
	<u>12 Minuten</u> /Tier und Mastperiode

Gewichtskontrolle

68 Bullen und 30 Kälber wiegen in 78 Minuten mit 4 AK. Das ergibt pro Tier etwa 3 Minuten und bei 4maliger Wiegung somit

12 Minuten/Tier und Mastperiode

Ein, Um- und Ausstallung

Einstallung mit	3,0 min/Tier
Umstallung zweimal je 1,5 mit	3,0 min/Tier
Ausstallung = Verladen auf LKW mit	<u>3,5 min/Tier</u>

Diese Werte gelten bei 10 Tieren

je Gruppe und erfordern somit 9,5 Minuten/Tier und Mastperiode

Insgesamt sind damit je Tier etwa 34 Minuten erforderlich. Dieser Zeitbedarf je Bulle und Mastperiode muss erhöht werden um den Zeitbedarf für die Kälberhaltung.

6.3.1.2 Der Zeitbedarf für die nichttäglichen Arbeiten und die Kälberhaltung

Entsprechend Tabelle 10 setzen sich in der Praxis die Mastbestände aus etwa

20 % Kälbern

und 80 % Mastbullen zusammen.

Für die Bestandsgröße von z.B. 100 Masttieren muss deshalb der Zeitbedarf bei einer Gruppengröße von 25 Tieren herangezogen werden. Diese Zusammensetzung wurde auf Abbildung 36 berücksichtigt. Daraus kann auf der unteren Abszisse die Bestandsgröße für den entsprechenden Bullenbestand abgelesen werden. Als Zeitbedarf wurde der mittlere Zeitaufwand aller Ist-Analysen der Kälberhaltung von Abbildung 13 herangezogen und auf die fixen Zeitanteile addiert (Abb. 36).

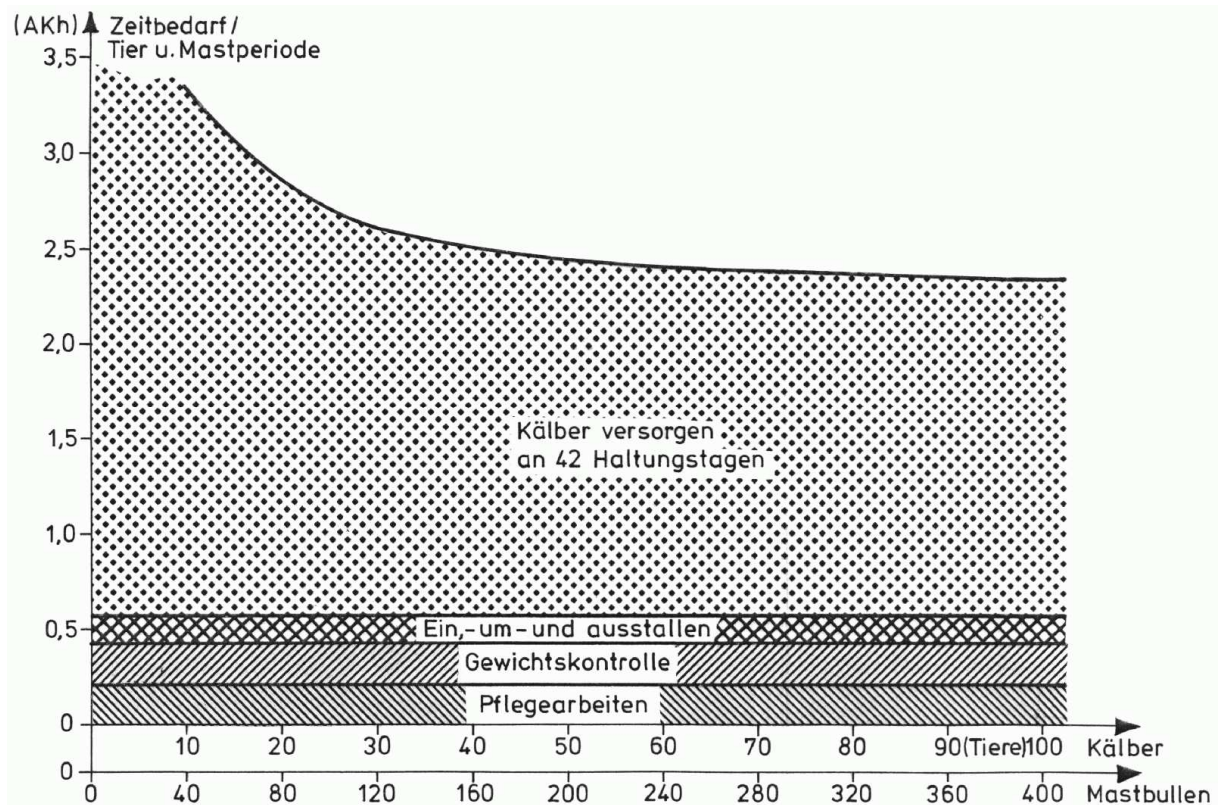


Abbildung 36: Zeitbedarf für die Bullenmast ohne die täglichen Fütterungsarbeiten in der Mastperiode (fixer Zeitbedarf bei allen Fütterungsverfahren)

Auf dieser Abbildung kann bis zu einer Bestandsgröße von etwa 200 Masttieren entsprechend 50 Kälbern als Gruppengröße eine starke Degression im Zeitbedarf abgelesen werden, die dann sehr flach ausläuft. Diese Zusammenhänge deuten darauf hin, dass ein günstiger Zeitbedarf/Bulle nur bei größeren Beständen oder bei entsprechender Gruppengröße und Verzicht auf dauernde Belegung des Kälberstalles erreicht werden kann.

Dieser Zeitbedarf wird nun für alle Modelle als fixer Zeitanteil zugrundegelegt. Zur Vergleichbarkeit der Modelle müssen außerdem allgemein geltende Bedingungen getroffen werden.

6.3.2 Der Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten und die Gesamtarbeitsmodelle der Bullenmast

Als allgemeine Bedingungen wurden folgende, der Praxis entsprechende Werte zugrundegelegt:

Grundfutterbedarf/Tier und Tag	16,0 kg
Kraftfutterbedarf/Tier und Tag	1,5 kg

Troglänge/Tier	0,55 m
Buchtentiefe	3,0 m
Entfernungen: Stalltüre-Trogranfang	3 m
Trogranfang-Siloanfang	40 m / 20 m / 0m
Trogranfang-Krafftutterlager	8 m

Außerdem gilt für alle Modellansätze das folgende, aus Teilvorgangsmodellen aufgebaute Vorgangsmodell:

1. allgemeine Rüstarbeiten,
2. Trog fegen,
3. Grundfutter vorlegen,
4. Krafftutter vorlegen,
5. Futtertisch fegen,
6. Kontrolle

und dazu als Vorgangsmodell Treibgang + Tränkebeckensäuberung in 3-tägigem Rhythmus (dieser Abstand wird auch in der Praxis eingehalten).

Mit diesen Einflussgrößen sollen nun 4 Arbeitsverfahren aufgezeigt werden. Als Ausgangspunkt dient die Handarbeitsstufe. Sie wird im zweiten Modellansatz ergänzt durch den Einsatz des Frontladers und ist damit an das Flachsilo gebunden. Im dritten und vierten Modellansatz werden höher mechanisierte Verfahren für die Bullenhaltung bei der Silagelagerung im Flachsilo und im Hochsilo angesetzt. Bei allen Modellansätzen wird so verfahren, dass zuerst der Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten allein und dann erst der Gesamtarbeitszeitbedarf je Bulle errechnet wird.

Als **abschließende Modellkalkulation** wird schließlich eine Gegenüberstellung der untersuchten Arbeitsverfahren vorgenommen, um daraus die notwendigen Hinweise in bezug auf die Zielsetzung dieser Untersuchung abzuleiten.

6.3.2.1 Der Arbeitszeitbedarf auf der Handarbeitsstufe

Wie die Fragebogenerhebung in Abschnitt 3.4 zeigte, ist die Handarbeit in der Praxis vor allem bei der Krafftutterzuteilung noch weit verbreitet. Außerdem wurde im programmtechni-

schen Teil dieses Kapitels durch die Summenprozentkurve der Teilvorgänge die Kraftfutterzuteilung als Hauptverursacher beim Zeitbedarf ermittelt. Damit werden in diesem Modellansatz zwei wesentliche Fragen akut:

1. Welchen Zeitbedarf verursachen die Handarbeitsformen der Kraftfutterzuteilung?
2. Wie wirkt sich die Entfernung der Silos zum Stall auf den Gesamtzeitbedarf aus?

Unter den genannten Bedingungen erbrachten die Modellkalkulationen die Ergebnisse auf Abbildung 37 (ein ausführliches Protokoll über eine EDV-Modellkalkulation befindet sich im Anhang). Darauf wird der Zeitbedarf/Bulle und Jahr über der Bestandsgröße aufgezeigt.

Wie erwartet erfordert die reine Handarbeit bei der Kraftfütterverteilung mit nur einem **Eimer pro Zyklus** den höchsten Zeitbedarf. Ausgehend von 14 AKh/Tier und Jahr bei 10 Tieren sinkt dieser nur auf 9,8 AKh bei 60 Tieren je Bestand und steigt dann sehr stark an, um bei der Bestandsgröße von 300 Tieren auf nahezu 19 AKh zu kommen. Dieser sehr starke Anstieg ist auf die große Zahl an Leerwegen zurückzuführen, die zum größten Teil aus der Kraftfutter-, aber zu einem beachtlichen Anteil auch aus der Grundfutterzuteilung stammen. Durch die Notwendigkeit, jede Verteilweglänge so zu überwinden, bis am Trogende auch das letzte Tier versorgt ist, kommt ein zusätzlicher Zeitbedarf von etwa 5 AKh gegenüber der Zuteilung bei 300 Tieren mit **zwei Eimer je Zyklus** zustande. Das bedeutet, dass in der verbesserten Form der Kraftfutterzuteilung bei der Bestandsgröße von 300 Tieren etwa 5 AKh Wegezeit je Tier und Jahr (entspricht 22 km) eingespart werden könnten.

Die günstigste Form aber ist die Zuteilung des **Kraftfutters aus einem Muldenwagen** bei sonst gleichen Bedingungen für die täglichen Arbeiten. Zwar wird damit bei 10 Tieren der höchste Zeitbedarf überhaupt erreicht (bei dieser Bestandsgröße ist die Eimerzuteilung die beste Methode), aber schon bei 20 Tieren Bestandsgröße wird die Muldenwagenzuteilung ebenbürtig und erreicht zwischen 70 und 100 Tieren den geringsten Zeitbedarf mit etwa 7 AKh/Tier und Jahr. Bei darunter liegenden Bestandsgrößen wird aber auch bei dieser Zuteilung ein zunehmender Zeitbedarf notwendig, da das Muldenwagenfassungsvermögen mit 80 kg angesetzt wurde und damit ab 110 Tieren eine zweite Füllung erforderlich wird. Insbesondere bei der optimalen Bestandsgröße für diese Verteilmethode wird dabei die größte Zeiteinsparung erreicht, da der Anstieg hinausgeschoben werden kann.

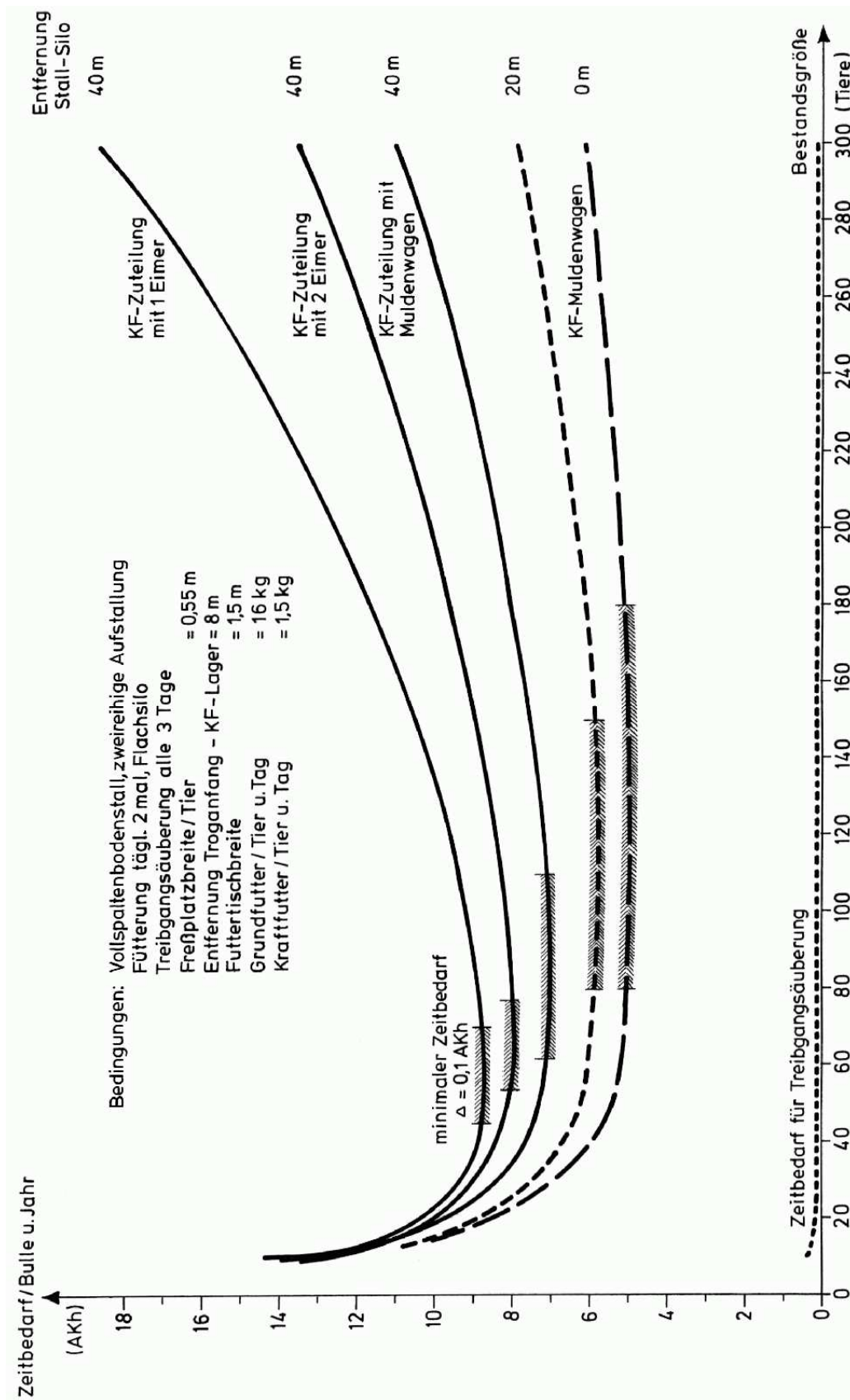


Abbildung 37: Der Zeitbedarf in der Bullenmast auf der Handarbeitsstufe in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsüberbung)

Eine weitere Zeiteinsparung wäre durch einen vergrößerten Muldenwageninhalt möglich, jedoch dürfte diese Einsparung nur noch gering sein, da die zusätzlichen Befüllungen in bezug auf die Gesamtzeit eine untergeordnete Rolle spielen.

Als wesentlich erfolgreicher gestaltet sich die **Verkürzung der Entfernung** Stall zu Silo, d.h. die Zuordnung von Stall und Silo aus arbeitswirtschaftlicher Sicht. Auch dabei kann die Einsparung wieder ganz der Tätigkeit „gehen“, und zwar innerhalb des Elements „Karren schieben“ zugeordnet werden.

Wird die **Entfernung auf 20 m verringert**, so erreicht die Handarbeitsstufe mit etwa 5,8 AKh/Tier und Jahr bei einer Bestandsgröße von 100 – 150 Tieren einen relativ günstigen Zeitbedarf. Die Einsparung, die allein der **günstigeren Gebäudezuordnung** zuzuschreiben ist, beträgt dann zwischen 1,5 und 1,8 AKh je Bulle und Jahr oder bei der Bestandsgröße von 120 Tieren jährlich nahezu 170 Arbeitsstunden. Während in dieser Modellstufe jede Annäherung des Silos an den Stall bei 120 Tieren eine Zeiteinsparung von **0,07 Stunden** erbringt, beträgt diese Einsparung zwischen 20 m Entfernung des Silos zum Stall und direkter Anordnung des Silos am Stall nur noch 0,04 Stunden pro Bulle, Jahr und Meter.

Die **direkte Zuordnung** bringt somit in diesem Modell mit 5 AKh/Tier und Jahr einen äußerst günstigen Wert, der selbst bei 300 Tieren nur auf 6 AKh/Tier und Jahr ansteigen würde.

Wie gering der Anteil des Zeitbedarfs für die Treibgangsäuberung ist, zeigt die dafür eingezeichnete Kurve. Schon ab 40 Tieren Bestandsgröße wird mit 0,15 AKh ein fast unbedeutender Anteil am Gesamtzeitbedarf erreicht.

Als zusammenfassende Beurteilung des Handarbeitsverfahrens kann eine **hohe Zeitbedarfseinsparung** herausgestellt werden, wenn eine günstige Arbeitsmethode bei der Kraftfüttermittelzuteilung und eine direkte oder doch sehr nahe Zuordnung des Silos zum Stall möglich ist. Aus dem Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten und für die in Abschnitt 5.1 aufgeführten Arbeitsvorgänge kann nun der Gesamtzeitbedarf je Bulle und Mastperiode errechnet werden (Abb. 38).

Auf dieser Abbildung wurden auf die fixen Zeitbedarfswerte je Tier der Zeitbedarf für die Kälberhaltung und für die eigentliche Mastperiode aufaddiert. Zugrundegelegt wurde für die Bestandsgröße ein den Ist-Analysen entsprechendes Verhältnis von 1:4, das heißt, es wurde der Zeitbedarf bei der Kälberhaltung für $\frac{1}{4}$ der Masttierbestandsgröße angesetzt.

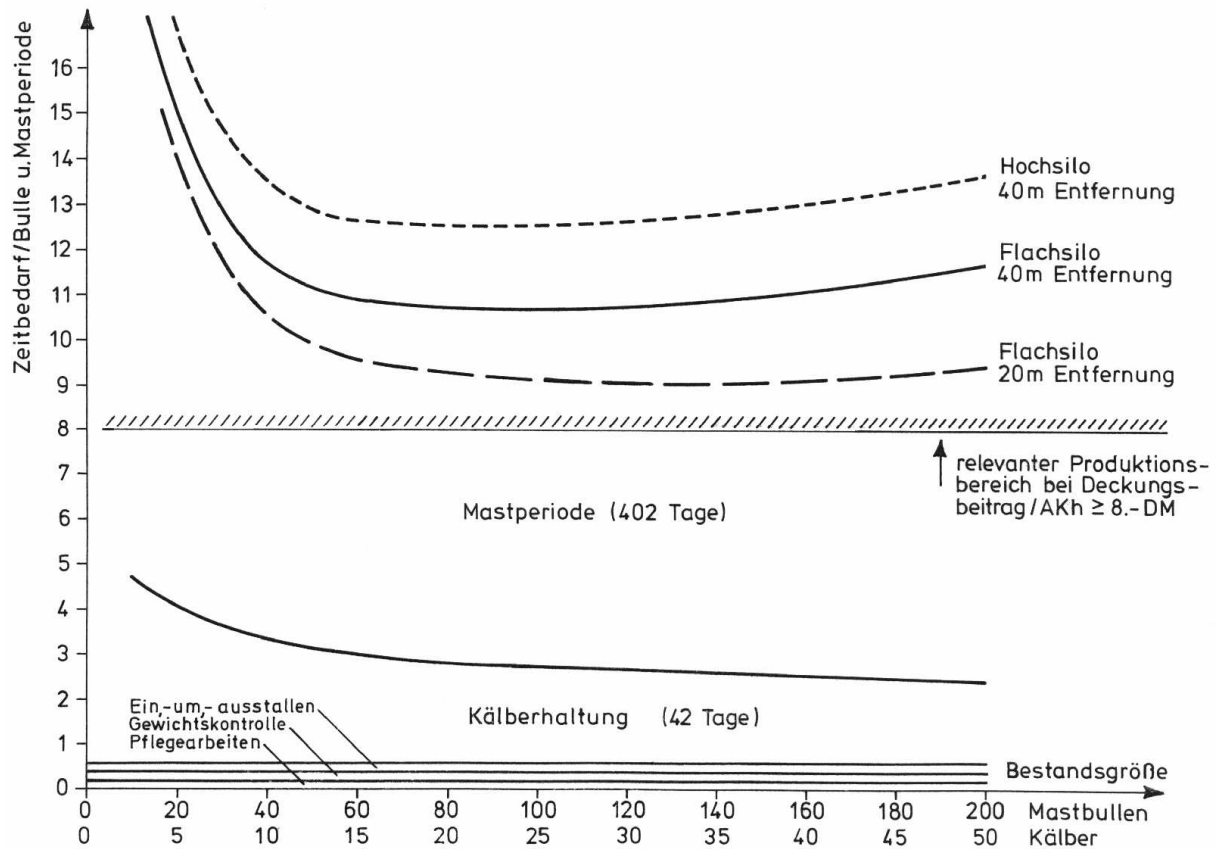


Abbildung 38: Arbeitszeitbedarf für die Mast eines Bullen auf der Handarbeitsstufe

Unter diesen Voraussetzungen erreicht die Handarbeit den geringsten Zeitaufwand/Bulle bei Bestandsgrößen von 80 – 120 Masttieren und Lagerung der Maissilage im Flachsilo bei einer Entfernung zum Stall von 40 m. Ist es möglich, das Silo näher am Stall zu errichten, dann würde dementsprechend der Zeitbedarf um 1,5 – 2 AKh Bulle und Mastperiode sinken.

Bei der Lagerung im Hochsilo müsste zusätzlich ein Teilvorgang „Laden der Maissilage“ nach dem Auswerfen der Silage aus dem Silo aufaddiert werden. Dadurch ergäbe sich ein Mehraufwand von etwa 1,8 AKh/Bulle und Mastperiode oder die direkte Zuordnung des Hochsilos zum Stall würden den gleichen Zeitbedarf/Bullen erfordern wie die Flachsilanlage in etwa 30 m Entfernung zum Stall.

Im **Gesamturteil** muss die Bullenmast auf der **Handarbeitsstufe** allerdings abgelehnt werden, denn nach Abbildung 1 ist damit eine kostendeckende Produktion nicht möglich. Eine Senkung des Zeitbedarfes lässt sich aber nur durch eine Substitution von menschlicher Arbeitskraft durch Maschinen erreichen. Im ersten Schritt soll dabei der Einsatz des Frontladers als kostengünstigste Lösung im Modell untersucht werden.

6.3.2.2 Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Frontladereinsatz

In diesen Modellen übernimmt der Frontlader die Silageentnahme aus dem Flachsilo und transportiert sie auf den Futtertisch. Zusätzlich wird dann der Teilvorgang „Maissilage in Trog räumen“ zur Grundfuttermulde notwendig. In bezug auf die Kraftfutterzuteilung werden nur noch die Zuteilung mit zwei Eimern pro Zyklus und die Zuteilung mit Muldenwagen und Eimer berücksichtigt.

Die Ergebnisse für die durchgeführten Kalkulationen sind auf Abbildung 39 dargestellt.

Wiederum wurde der Zeitbedarf je Bulle und Jahr sowie je Mastperiode (400 Tage) über der Bestandsgröße aufgetragen.

Auch bei diesen Verfahren rückt der Zeitbedarf erst ab etwa 30 Bullen in den relevanten Bereich, denn die Rüstarbeiten insbesondere für den Frontlader nehmen einen beträchtlichen absoluten Zeitbedarf in Anspruch.

Es zeigt sich auch wieder das relativ **ungünstige Abschneiden** der Kraftfutterzuteilung mit Eimern, denn dabei wird schon ab 120 Tieren Bestandsgröße ein starker Anstieg des Zeitbedarfes sichtbar. Die aufgezeigte Zeitbedarfslinie stellt dabei ein Mittel für den errechneten (schwächer eingezeichneten) tatsächlichen Zeitbedarf dar. Dieser wird nämlich sehr stark von der Zuordnung Eimerinhalt und Kraftfutterbedarf/Tier und Fresszeit bestimmt und zeigt verschiedene starke Sprünge. Aufgrund der gewählten Änderung der Bestandsgröße um jeweils 10 Tiere werden diese aber nicht mehr exakt erfasst, so dass die aufgezeigte Zeitbedarfslinie von diesen kleinen Abweichungen eingehüllt wird.

Erst wenn die Kraftfutterzuteilung besser organisiert wird, kann durch den Frontlader auch für größere Tierbestände ein günstigeres Ergebnis erwartet werden. Bei einer Siloentfernung von 40 m würde der Zeitbedarf ab 140 Tieren Bestandsgröße auf unter 4 AKh/Bulle und Jahr sinken und auch bei größeren Beständen nur unwesentlich über 4 AKh ansteigen. Der höhere Rüstzeitanteil des Verfahrens schiebt den geringsten Zeitbedarf im Gegensatz zu den reinen Handarbeitsverfahren weiter hinaus und würde bei diesen Verfahren 160 – 200 Tiere als optimale Bestandsgröße erfordern.

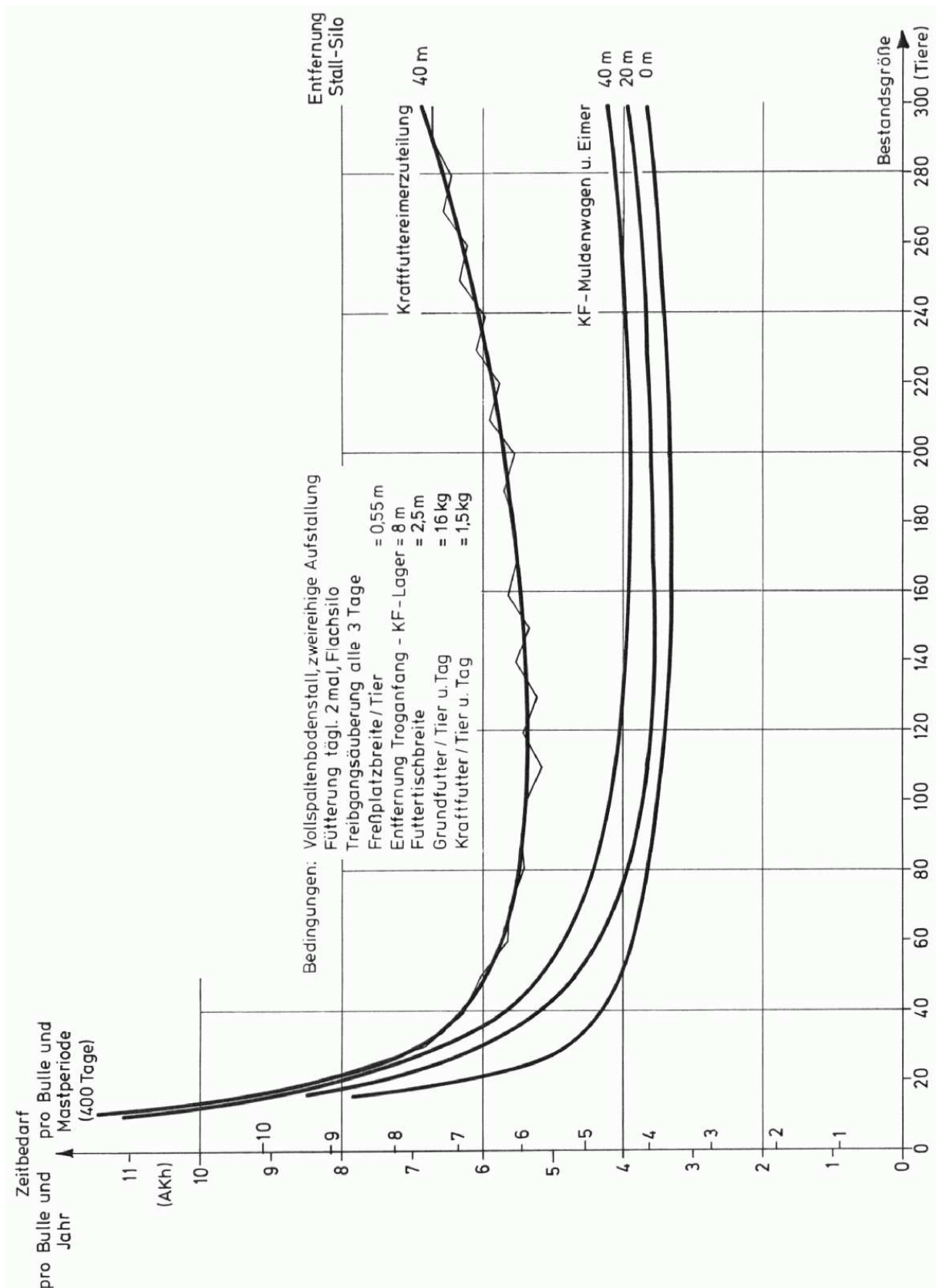


Abbildung 39: Der Zeitbedarf in der Bullenmast in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsüberlegung, Frontlader zur Silageentnahme und -vorlage)

Die günstigere Zuordnung des Silos in nur etwa 20 m Abstand zum Stall erbringt auch bei diesem Verfahren eine Zeiteinsparung, die allerdings nur noch etwa 0,5 AKh beträgt oder auf die Entfernung umgerechnet 0,025 AKh/Bulle, Jahr und Meter. Die direkte Zuordnung zum Stall erlaubt zwar noch einmal eine Verringerung des Zeitbedarfes, der Haupteffekt wird dabei aber bei den **kleineren Bestandsgrößen** erreicht. Gerade dieses Ergebnis ist sehr bedeutend, da der Frontlader, wenn überhaupt, nur in kleinen Beständen eingesetzt wird und bei nur einer oder zwei benötigten Schaufelfüllungen die außerhalb des Stalles zurücklegenden Wege sehr stark ins Gewicht fallen.

In bezug auf den Gesamtzeitbedarf/Bulle und Mastperiode müssten auf den Zeitbedarf für die täglichen Arbeiten noch die fixen Zeitbedarfswerte für die nichttäglichen Arbeiten mit etwa 2,5 AKh aufaddiert werden. Zwar reicht nach Abbildung 1 auch dann der erzielbare Deckungsbeitrag für eine vertretbare Entlohnung noch nicht aus, jedoch könnte in umgebauten Gebäuden ein vertretbarer Arbeitsertrag erreicht werden. Für diese Betriebe bietet der Frontlader zudem den großen Vorteil, dass Maissilageentnahme und –transport von einem Gerät übernommen werden, während bei den spezialisierten Mastbetrieben den Transport ausschließlich das Verteilgerät übernehmen muss.

6.3.2.3 Der Zeitbedarf für die Arbeitsverfahren Fütterungswagen und Flachsilo

In den spezialisierten Betrieben der Bullenmast wurde in den letzten Jahren der Fütterungswagen zur zentralen Versorgungseinheit. Mit nur wenigen Ausnahmen besitzen diese ein Fassungsvermögen von 3 bzw. 5 m³. Bei den kleineren Einheiten wird meistens auf den Kraftfuttermischer (KF-Dosierer) verzichtet, während er bei den größeren Fütterungswagen als Standardzusatzgerät anzutreffen ist.

Mit nur wenigen Ausnahmen werden bei Flachsilos die Fütterungswagen mit dem Frontlader befüllt. Deshalb soll in einem ersten Modellansatz dieses Arbeitsverfahren in Abhängigkeit von der Bestandsgröße untersucht werden (Abb. 40).

Auch in dieser Kalkulation würde der vertretbare Zeitaufwand ab einer Bestandsgröße von etwa 40 Tieren einsetzen. Allerdings muss beachtet werden, dass für kleinere Bestände das Modell nicht mehr volle Gültigkeit besitzt, denn dann würde je Tag nur noch eine Fütterungswagenfüllung benötigt, während im Modell für jede Fütterung eine neue Füllung berechnet wird.

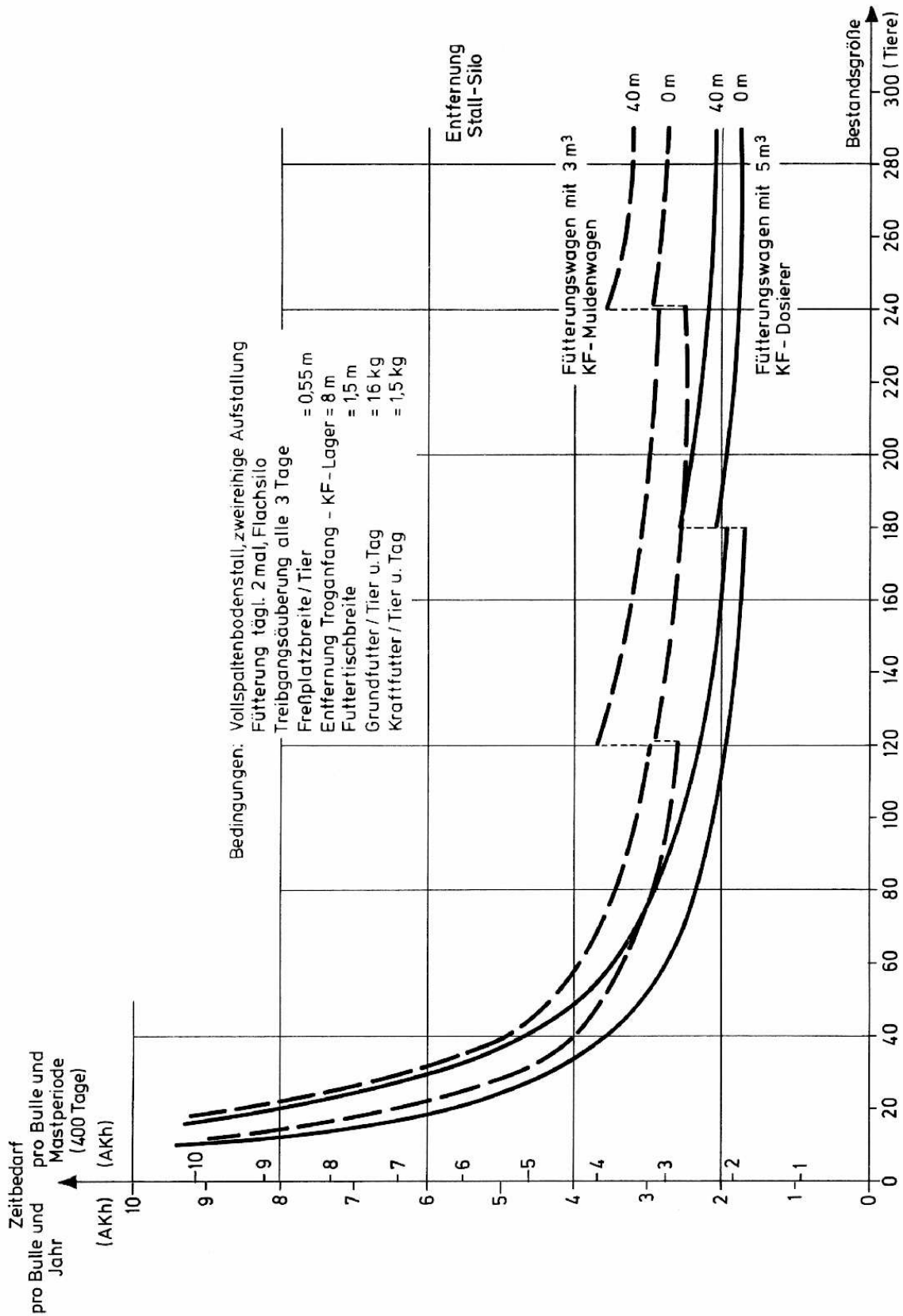


Abbildung 40: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Frontlader und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)

Unter den Bedingungen eines Fütterungswagens **mit 3m³ Inhalt** und der Kraftfutterzuteilung mit dem Muldenwagen erreicht dieser Ansatz den günstigsten Zeitbedarf je Bulle und Jahr dann, wenn eine Füllung genau für die Bestandsgröße ausreicht. Bei 3 m³ und 16 kg Maissilage/Tier und Tag sowie zweimaliger Fütterung sind **dies 120 oder 240 Tiere**. Auch in diesem Modell würde die direkte Anordnung des Silos am Stall noch eine **bedeutsame Zeitersparnis** bringen, die umgerechnet auf den Meter Entfernung allerdings nur noch 0,001 AKh/Bulle und Jahr beträgt.

Aus dieser Darstellung geht aber gleichzeitig die **Zeitersparnis durch den Einsatz eines Kraftfutterdosierers** hervor, denn der Unterschied zwischen 3 m³ und 5 m³ Inhalt des Fütterungswagens bei gleicher Siloentfernung beruht bis zum dem Punkt, an dem mit dem kleineren Wagen eine neue Füllung notwendig wird, auf dem Dosierereinsatz. Bei 120 Tieren Bestandsgröße beträgt demnach die Ersparnis 0,7 AKh/Bulle und Jahr. Sie wird noch vergrößert durch den größeren Inhalt des Fütterungswagens und erreicht bei 300 Tieren Bestandsgröße fast eine Arbeitskraftstunde.

Auch hier soll eine kurze **betriebswirtschaftliche Aussage** in bezug auf Abbildung 1 erfolgen. Wiederum mit zuzüglich 2,5 AKh für die fixen Arbeiten und für die Frühentwöhnung würde durch dieses Modell bei 160 – 180 und bei 300 – 360 Bullen Bestandsgröße ein günstiger Zeitbedarf von **4,5 AKh pro Bulle** und Mastperiode entstehen. Damit wäre bei intensiver Mastform ein ausreichender Deckungsbeitrag von 8,-- DM/Bulle und Mastperiode zu erzielen. Darüber hinausgehende Erwartungen kann dieses Verfahren allerdings nicht erfüllen.

In den letzten zwei Jahren werden auch in der Bundesrepublik Deutschland verstärkt **Flachsilofräsen** [25] auf dem Markt angeboten. Obwohl diese Geräte bisher nur vereinzelt Eingang in die Landwirtschaft fanden, sollen sie aufgrund der für diese Verfahren vorhandenen Planzeiten ebenfalls im Modell untersucht und in eine Gesamtschau der Arbeitsverfahren mit Flachsilos einbezogen werden. Unter den schon bekannten Bedingungen erbrachten die Modellkalkulationen das Ergebnis von Abbildung 41.

Die dargestellten Ergebnisse müssen entsprechend der unterschiedlichen Arbeitsmethode betrachtet werden. Die unterbrochenen Linien beschreiben den Zeitbedarf für Fütterungswagen und KF-Muldenwagen. Bei den durchgezogenen Linien wurde ein Fütterungswagen mit KF-Dosierer eingesetzt, und schließlich wurde noch eine Variante mit Fütterungswagen + Dosierer + An- und Abbau der Fräse an den Schlepper bei jeder Fütterung berechnet.

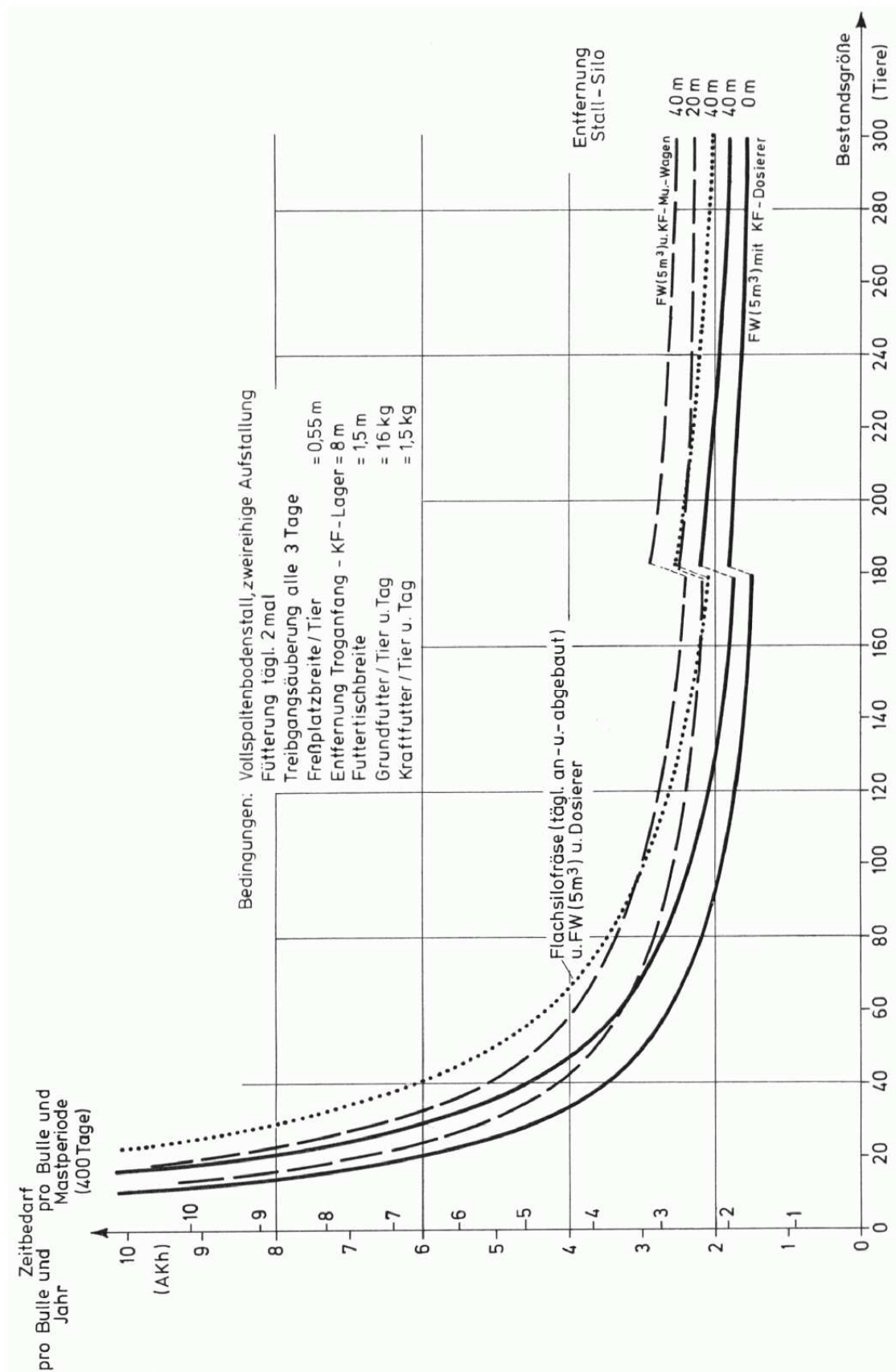


Abbildung 41: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Flachsilofräse und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)

Der Einsatz des Muldenwagens erbringt die folgenden Zeitbedarfswerte:

Bei der **Entfernung der Siloanlage von 40 m** vom Stall fällt der Zeitbedarf bis zu einem Tierbestand von etwa 60 Bullen steil ab. Ein abnehmender Zeitbedarf in nur noch geringer Ausprägung ist aber weiterhin möglich, bis eine FW-Füllung eben noch reicht. Dabei erzielt dieses Verfahren einen geringsten Arbeitszeitbedarf von 2,4 AKh/Bulle und Jahr. Der Anstieg von etwa 0,4 AKh bei der Benötigung einer zweiten FW-Füllung zeigt auch danach keine wesentliche Abnahme mehr, da der Zeitgewinn durch den Fütterungswagen vom zunehmenden Zeitbedarf für die Kraftfutterzuteilung aufgezehrt wird.

Auch hier zeigt die **Annäherung der Silos** an den Stall wieder eine beträchtliche Senkung des Zeitbedarfes. Bei kleineren Bestandsgrößen von z.B. 40 Tieren beträgt sie über 1 AKh und selbst bei 100 Tieren ist sie mit 0,5 AKh/Bulle und Jahr noch beträchtlich, da dann für den Gesamtbestand je Jahr noch 50 AKh nur für Wegezeiten eingespart werden können.

Sehr günstig wirkt sich auch in dieser Kalkulation der Einsatz eines **KF-Dosierers** aus. Durch ihn würde für Bestandsgrößen ab 40 Tieren eine Verminderung von 0,5 bis 0,7 AKh möglich werden.

Die große **Leistungsfähigkeit der Flachsilofräsen** kann nur ausgeschöpft werden, wenn große Antriebsschlepper zur Verfügung stehen. Diese werden aber vor allem zu anderen landwirtschaftlichen Arbeiten benötigt, was zur Folge hat, dass die Fräse bei jeder Fütterung an- und abgebaut werden muss. Auch dafür wurde ein Modell kalkuliert, und zwar bei einer Siloentfernung von 40 m.

Das Ergebnis zeigt ganz deutlich, dass der Fräsenan- und -abbau nur bei großen Tierbeständen zu rechtfertigen ist. Die dabei noch vertretbare untere Bestandsgröße dürfte bei 250 – 300 Bullen liegen. Günstig wäre dann aber auch ein Fütterungswagen mit größerem Inhalt und nur noch einmalige Futtevorlage je Tag oder die Befüllung des Fütterungswagens während einer Fütterungszeit auch für die folgende Fütterung und damit Halbierung des Zeitbedarfes.

Insgesamt zeigt diese Modellkalkulation einen Zeitbedarf in Verbindung mit der Flachsilofräse um 2 AKh für die Mastperiode, der von der günstigen Zuordnung Stall-Silo, von der richtigen Fütterungswagengröße und von der Notwendigkeit des täglichen Fräsenan- und -abbaues stark beeinflusst wird.

Nachdem sowohl die nichttäglichen als auch die täglichen Arbeiten einzeln untersucht wurden, wird eine **Gesamtkalkulation für die Bullenmast** bei Lagerung der Maissilage im Flachsilo möglich. Um die Übersichtlichkeit zu bewahren und um den Verhältnissen in der Praxis entgegen zu kommen, wurde eine einheitliche Entfernung Stall-Silo von 40 Metern angenommen. Außerdem wurden die in den Ist-Analysen ermittelten Verhältnisse zugrundegelegt, wonach die Kälbergruppengröße $\frac{1}{4}$ der Mastbullenbestandsgröße ist und die Kälber 42 Tage gehalten werden. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich die in Abbildung 42 aufgezeigten Zeitbedarfswerte in Abhängigkeit von der Bestandsgröße.

Die **Handarbeitsverfahren** liegen z.T. weit über 10 AKh/Bulle und Mastperiode und scheiden deshalb für eine kostendeckende Produktion aus. Dagegen liegen alle anderen Verfahren schon ab einer Bestandsgröße von etwa 50 Tieren unter 8 Stunden und sinken in der höchsten Mechanisierungsstufe auf 4 AKh ab.

Der Frontlader nimmt bei den aufgezeigten Mechanisierungsverfahren den höchsten Zeitbedarf in Anspruch und benötigt ab etwa 120 Tieren konstant 7 AKh/Bulle und Mastperiode. Erst ab 250 Bullen würde der Zeitbedarf für manuelle Tätigkeiten wie das „Maissilage in den Trog räumen“ und auch die Kraftfutterzuteilung wieder ansteigen. Gerade diese Nachteile veranlassen die meisten Betriebe, die Maissilage mit dem Fütterungswagen vorzulegen.

Der Fütterungswagen mit Frontladerbefüllung und 3 bzw. 5 m³ Inhalt benötigt etwa 4,5 AKh/Bulle und Mastperiode. Aufgrund der **absätzigen** Arbeitsweise erreicht der Fütterungswagen immer dann den günstigsten Zeitbedarf, wenn eine Füllung gerade ausreicht. Schon eine zweite vollständige Füllung erbringt den gleichen günstigen Zeitbedarf nicht mehr, weshalb die Bestandsgröße und der Fütterungswageninhalt aufeinander abgestimmt sein müssen.

Ein nur geringfügig günstigeres Ergebnis erbringt der Einsatz einer **Flachsilofräse zur Fütterungswagenbefüllung** mit knapp über 4 AKh je Bulle und Mastperiode bei 160 – 180 Bullen pro Bestand oder einem mehrfachen davon. Muss die Fräse täglich an- und abgebaut werden, dann schneidet dieses Verfahren aus arbeitswirtschaftlicher Sicht schlechter ab als die Befüllung des Fütterungswagens mit dem Front- oder Radlader. Von der Industrie müssen deshalb neue Wege gesucht werden, um das Antriebsproblem bei den Flachsilofräsen zu lösen. Eine neue Möglichkeit bietet sich in der Kombination von Flachsilofräsen und Futterverteiwagen, womit große Fräsenleistung und ausreichendes Wagentvolumen zu sichern wären.

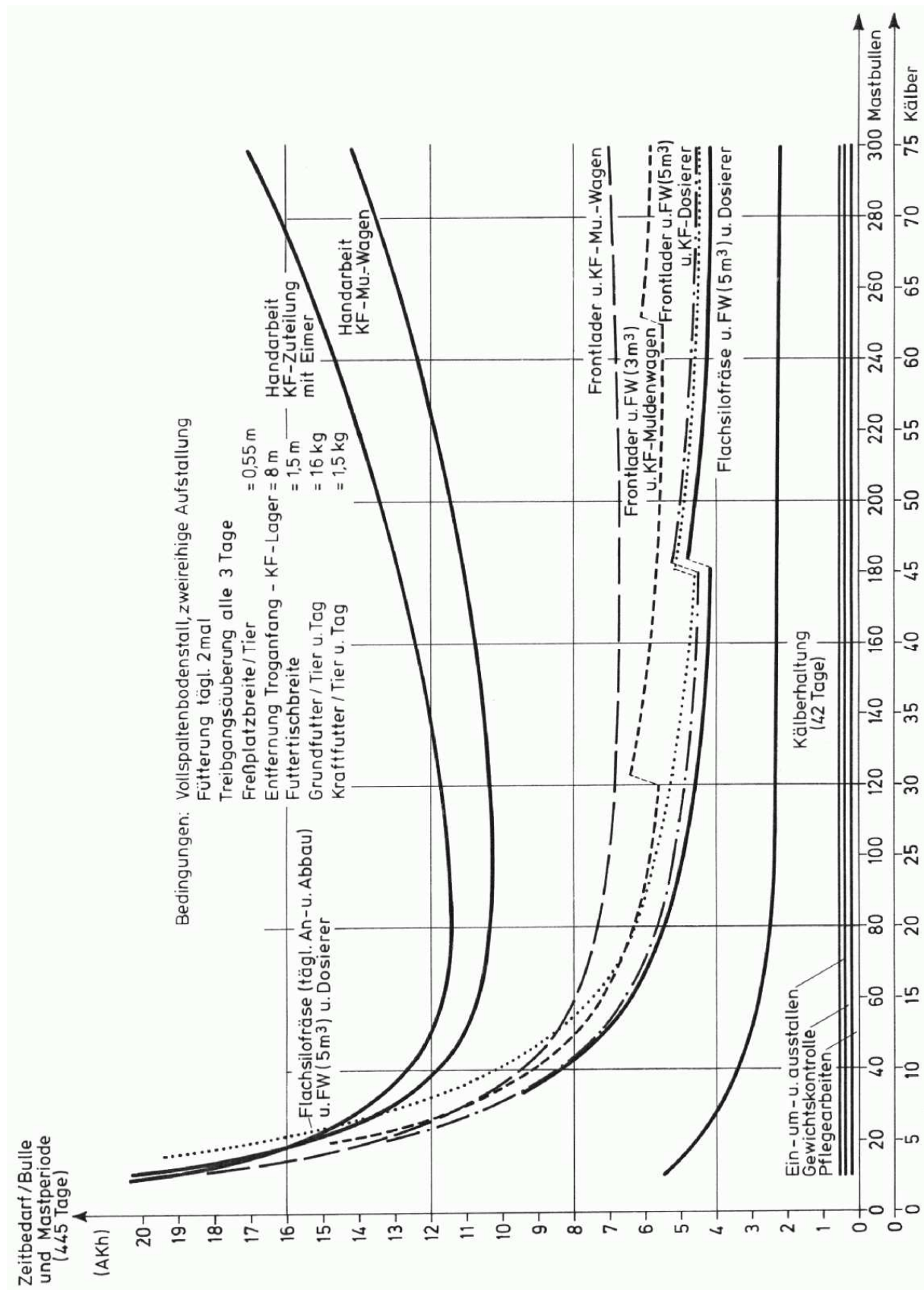


Abbildung 42: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren und Silagelagerung im Flachsilo (Entfernung Stall – Silo = 40 m)

Hier zeigt sich aber auch, dass neben der Mastperiode der Kälberhaltung größere Bedeutung zukommen muss, da dafür bei nur 10 % der Haltungsdauer 50 % des Zeitbedarfes zur Erzeugung des gesamten Mastbullen benötigt werden. Größere Gruppen während der Kälberhaltung oder weitere Spezialisierung in Betrieben mit Frühentwöhnung und reinen Mastbetrieben können hier eine Verbesserung bringen.

6.3.2.4 Der Zeitbedarf für die Arbeitsverfahren Fütterungswagen und Hochsilo

Ähnlich wie beim Flachsilo ergeben sich auch für die Hochsilokette spezifische Arbeitsabläufe. Aus den Ist-Analysen wurde das Hochsilo in Verbindung mit dem Fütterungswagen als die derzeit am häufigsten anzutreffende Mechanisierung der Grundfuttermittelverteilung festgestellt. Sie wird deshalb auch der Modellkalkulation zugrundegelegt; die anderen Bedingungen wurden an die schon aufgezeigten Modelle angelehnt. Auch hier soll wieder der Fütterungswagen mit und ohne KF-Dosierer eingesetzt werden. Für die Fräszeit sind 3 Varianten in der Praxis üblich.

1. Die Fräse arbeitet mit einer **Absenkautomatik im Hochsilo** bei Obenentnahme oder mit **Vorschubautomatik bei Untenfräsen**. Die dabei erzielbare Leistung wird 100 % gesetzt. Die Arbeiten beim Ein- und Ausschalten der Fräse und für andere Tätigkeiten vor und nach dem Befüllvorgang sind gleichlautend.
2. Die Fräse arbeitet unter **maximaler Leistung** und muss deshalb während der gesamten Entnahmezeit überwacht werden. Die Leistung dabei ist 120 % gegenüber der Ausstattung mit Automatik.
3. Für das Hochsilo besteht die Möglichkeit, die **Fräse von Hand abzusenken**. Dazu fallen in Zeitintervallen von etwa 5 Min. Wegezeiten zum und vom Silo an und zusätzlich der Zeitbedarf für das Nachsenken. Diese Form des Silofräseinsatzes ist in der Praxis häufig anzutreffen, und zwar entweder weil die Absenkautomatik nicht zufriedenstellend arbeitet und deshalb auf Handbetrieb gefahren wird, oder weil die Arbeitsorganisation so aufgebaut ist, dass während der Entnahmezeit die Kälberversorgung oder eine andere in den Arbeitsablauf passende Tätigkeit erledigt wird und auf die Anschaffung einer Automatik überhaupt verzichtet wurde.

Die Ergebnisse der Modellkalkulation für die geschilderten Ablaufalternativen sind in Abbildung 43 dargestellt.

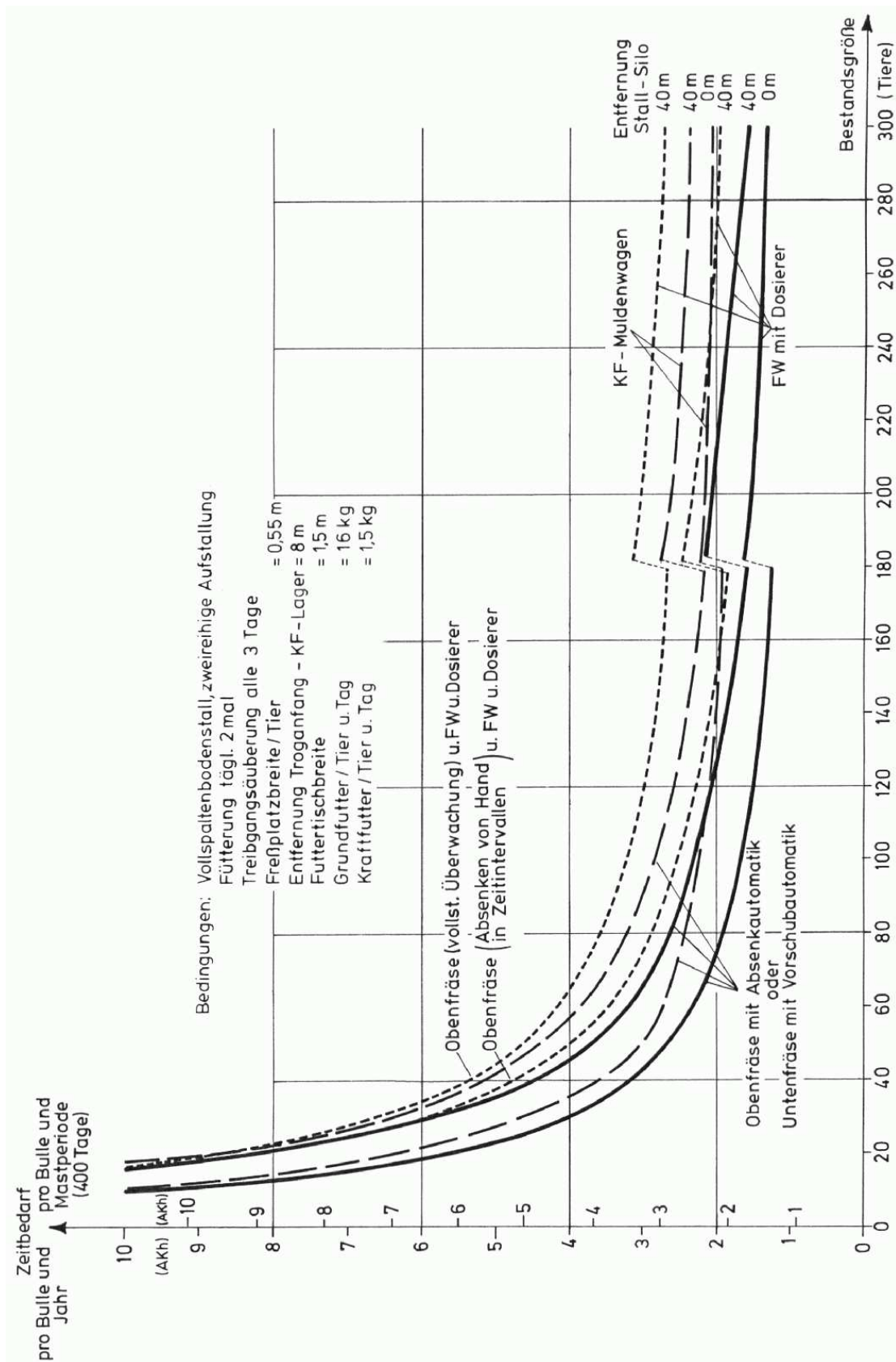


Abbildung 43: Der Zeitbedarf in der Bullenmast beim Einsatz von Hochsilofräse und Fütterungswagen in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Siloentfernung (tägl. Arbeiten einschl. Treibgangsäuberung)

Wiederum wird zuerst das Verfahren Fütterungswagen + KF-Zuteilung aus den Muldenwagen untersucht. Die Degression des Zeitbedarfes bei zunehmender Bestandsgröße ist dabei wesentlich stärker als bei den Flachsilos. Dies ist auf den relativ geringen **fixen Zeitbedarf** bei Hochsilos zurückzuführen, der nur etwa 1,5 – 2 AKmin. pro Fütterung beträgt. Aufgrund der Absenkautomatik fällt außerdem kein zusätzlicher Zeitbedarf an. Somit ergibt sich für die Grundfutterhochsilientnahme und Vorlage ein günstigerer Zeitbedarf als beim Flachsilo, der bei 180 Tieren noch etwa 2,2 AKh/Bulle und Jahr beträgt und mit der Notwendigkeit einer zweiten Wagenfüllung allerdings relativ stark ansteigt. Auch hier zeigt sich aufgrund des zunehmenden Zeitbedarfes für die Kraftfutterzuteilung nur noch eine geringfügige Abnahme des Zeitbedarfes bei größeren Tierbeständen.

Durch den geringen Zeitbedarf am Silo und den Fortfall von langen Wegen bei direkter Anordnung des Silos am Stall zeigen die Verfahren eine noch stärkere Degression, und selbst bei der Kraftfutterzuteilung aus dem Muldenwagen könnte der Zeitbedarf schon ab 50 Tieren auf unter 3 AKh/Bulle und Jahr gesenkt werden.

Auch bei diesen Kalkulationen bringt ein KF-Dosierer wesentliche Zeitersparnisse, die bei Bestandsgrößen um 160 Tiere etwa 0,6 – 0,7 AKh betragen und den Zeitbedarf auch bei größerem Tierbestand noch merklich absenken lassen. Mit nur noch 1,3 AKh/Bulle und Jahr bei 180 Tieren je Bestand wird in diesem Beispiel das **günstigste Ergebnis** überhaupt erreicht, das bei größeren Futtermuldenwagen noch verbessert werden könnte.

Auch die Frage nach der Einsatzart der Entnahmefräse zeigt ein wichtiges Ergebnis. So erbringt die **Absenkung von Hand** in vorgegebenen Zeitintervallen nur eine Erhöhung des Zeitbedarfes um 0,2 AKh, die allerdings bei steigenden Bestandsgrößen zunehmend größer wird. Dieses Verfahren könnte somit für die vielen praktischen Betriebe mit 100 – 200 Mastbullen eine günstige Lösung darstellen und würde die doch noch sehr störanfälligen Entnahmefräsen mit Automatik ersetzen.

Gerade dieser Nachteil führte bei vielen Betriebsleitern dazu, die Silofräse von Hand zu bedienen und den gesamten Entnahmeprozess zu überwachen. Die Modellkalkulation für diese Methode erbringt ein sehr **ungünstiges Ergebnis**. Wird die Untenfräse mit einer etwas geringeren Entnahmeeistung betrachtet, so zeigt sich durchweg ein um 0,8 AKh/Bulle und Jahr höherer Zeitbedarf, der ab 300 Bullen Bestandsgröße auf über 1 AKh ansteigt und damit je Jahr zu 300 AKh Fräsenüberwachungszeit führt. Die Fortführung dieser Kurve lässt erwarten,

dass schon ab 400 Tieren die Überwachungszeit ebenso groß wird wie die restliche noch zu erledigende Arbeit.

Werden diese Vorgangsmodelle mit den fixen Zeitwerten für die noch fehlenden Arbeitsvorgänge zum Arbeitsverfahren „Bullenmast im Vollspaltenbodenstall mit Lagerung der Silage im Hochsilo“ verknüpft, dann resultieren daraus die Gesamtergebnisse von Abbildung 44.

Darauf zeigen die Handarbeitsverfahren mehr als den dreifachen Zeitbedarf der Arbeitsverfahren mit der Silofräse zur Silageentnahme. Am ungünstigsten schneidet das Arbeitsverfahren **Entnahmefräse + Fütterungswagen mit KF-Dosierer** ab, wenn dabei der gesamte Entnahmeprozess überwacht werden muss. Der Zeitbedarf ist dabei nur auf 5,2 AKh/Bulle und Mastperiode zu senken, und bei noch zu erwartenden Störzeiten von bis zu 50 % sind Zeitbedarfswerte von 7 – 9 AKh/Bulle und Mastperiode sogar bei Bestandsgrößen von 200 – 300 Mastbullen zu erwarten.

Günstiger wird das Ergebnis, wenn die Entnahmefräse von Hand in bestimmten **Zeitintervallen nachgesenkt** wird. Dieses Verfahren gleicht in etwa dem Verfahren Frontlader + FW im Flachsilo und dürfte für die Praxis das beste Ergebnis erwarten lassen. Vor allem wäre es dann auch möglich, die zu erwartenden Störungen bei der Arbeit mit einer Absenkautomatik zu vermeiden. Können aufgrund exakter Häckselarbeit diese Störungen vermieden werden, dann erbringt die Automatik zweifellos die günstigsten Zeitbedarfswerte. Mit 4 AKh/Bulle und Mastperiode wird dabei ein Wert erreicht, der auch bei eventuell steigenden Kosten für Futter und Gebäude eine kostendeckende Produktion zulässt.

Insgesamt ergeben sich für die Verfahren mit dem Hochsilo zur Lagerung der Maissilage nur noch wenige Alternativen, da die Entnahmefräse für alle Verfahren zur Leitmaschine wird. Gerade deshalb müsste es der Industrie endlich gelingen, diese Maschinen so zu verbessern, dass ihr Einsatz nur noch eine geringe Störanfälligkeit aufweist. Damit wäre das Hochsilo aufgrund der Möglichkeit der Errichtung unmittelbar am Stall in der Lage, die noch in ihm steckenden Reserven zu nutzen. Eine Gesamtaussage über den Zeitbedarf bei der Lagerung der Maissilage im Hochsilo wird aber erst nach einer Gegenüberstellung mit den schon aufgezeigten Verfahren möglich.

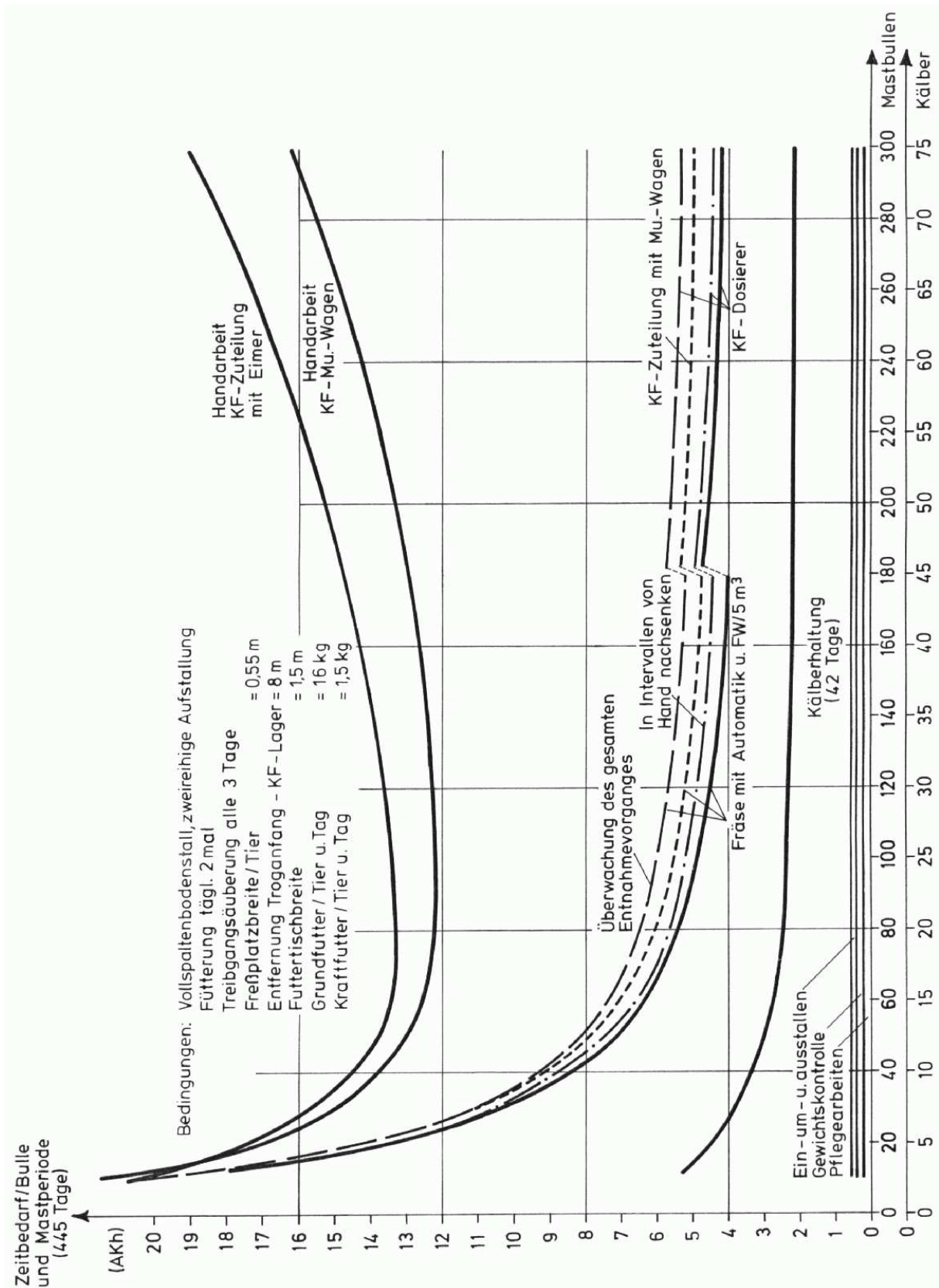


Abbildung 44: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren und Silagelagerung im Hochsilo (Entfernung Stall – Silo = 40 m)

6.3.3 Die Gegenüberstellung der verschiedenen Modellansätze

Zum Vergleich aller bisher durchgeführten Modellansätze müssen die einzelnen Arbeitsverfahren unter gleichen Bedingungen gegenübergestellt werden. Wiederum sollen die Bedingungen der Praxis maßgebend für die Wahl der Einflussgrößen sein. Deshalb wird für alle Verfahren eine Entfernung Stall-Silo von 40 m gewählt. Sie ist besonders bei größeren Mastbeständen als Mindestentfernung fast immer anzutreffen und dürfte bei den Flachsiloanlagen sogar meistens weit übertroffen werden. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich die auf Abbildung 45 dargestellten Arbeitszeitbedarfswerte in Abhängigkeit von der Bestandsgröße.

Demnach erfordern die Verfahren der **Handarbeit** den höchsten Zeitbedarf. Bei der Maissilagelagerung im Hochsilo wird zwischen 80 und 120 Mastbullen Bestandsgröße mit 12 AKh der günstigste Zeitaufwand erreicht. Bei der gleichen Bestandsgröße bringt das Flachsilo schon eine Verringerung des Zeitbedarfs auf 10,5 AKh, der aus dem vereinfachten Handarbeitsverfahren resultiert. Bei Flachsilos kann nämlich der Handkarren direkt vom Silostock befüllt werden, ohne dass die Silage zuerst gesondert vom Silostock auf den Boden ausgeworfen werden muss. Allerdings erbringt die direkte Zuordnung des Hochsilos zum Stall (sie ist fast immer möglich) eine wesentliche Zeitbedarfsverringerung; das Hochsilo wird dann dem Flachsilo gleichwertig in bezug auf den Arbeitszeitbedarf.

In Verbindung mit dem **Frontlader** erbringt das Flachsilo eine beträchtliche Zeiteinsparung. Bei Bestandsgrößen zwischen 120 und 200 Tieren sind noch etwa 7 AKh/Tier und Mastperiode erforderlich.

Wird der **Fütterungswagen** zur Silageverteilung eingesetzt (im Modellansatz nur der 5-m³-Wagen mit Kraftfutterdosierer) dann sinkt der Zeitbedarf auf 4,5 – 4 AKh. Maßgebend für den Zeitbedarf je Bulle und Mastperiode ist dabei die Art der Silageentnahme. Wird der Frontlader dazu verwendet, dann erreicht dieses Verfahren bei 180 Tieren Bestandsgröße (ein Wagen reicht bei täglich zweimaliger Fütterung für die Bestandsgröße aus) mit 4,5 AKh den günstigsten Zeitbedarf. Durch die Einbeziehung einer Flachsilofräse, die am Schlepper verbleiben kann, könnte der Zeitbedarf auf etwa 4,2 AKh/Bulle und Mastperiode gesenkt werden; das Hochsilo mit Oben- oder Untenfräse (Automatik) würde den geringsten Zeitbedarf mit 4 AKh erreichen. Eine weitere Senkung um 0,4 AKh wäre möglich, wenn das Hochsilo wieder direkt am Stall angeordnet würde. Mit diesem Verfahren wäre dann der minimale Zeitbedarf von 3,6 AKh/Tier und Mastperiode überhaupt erreicht.

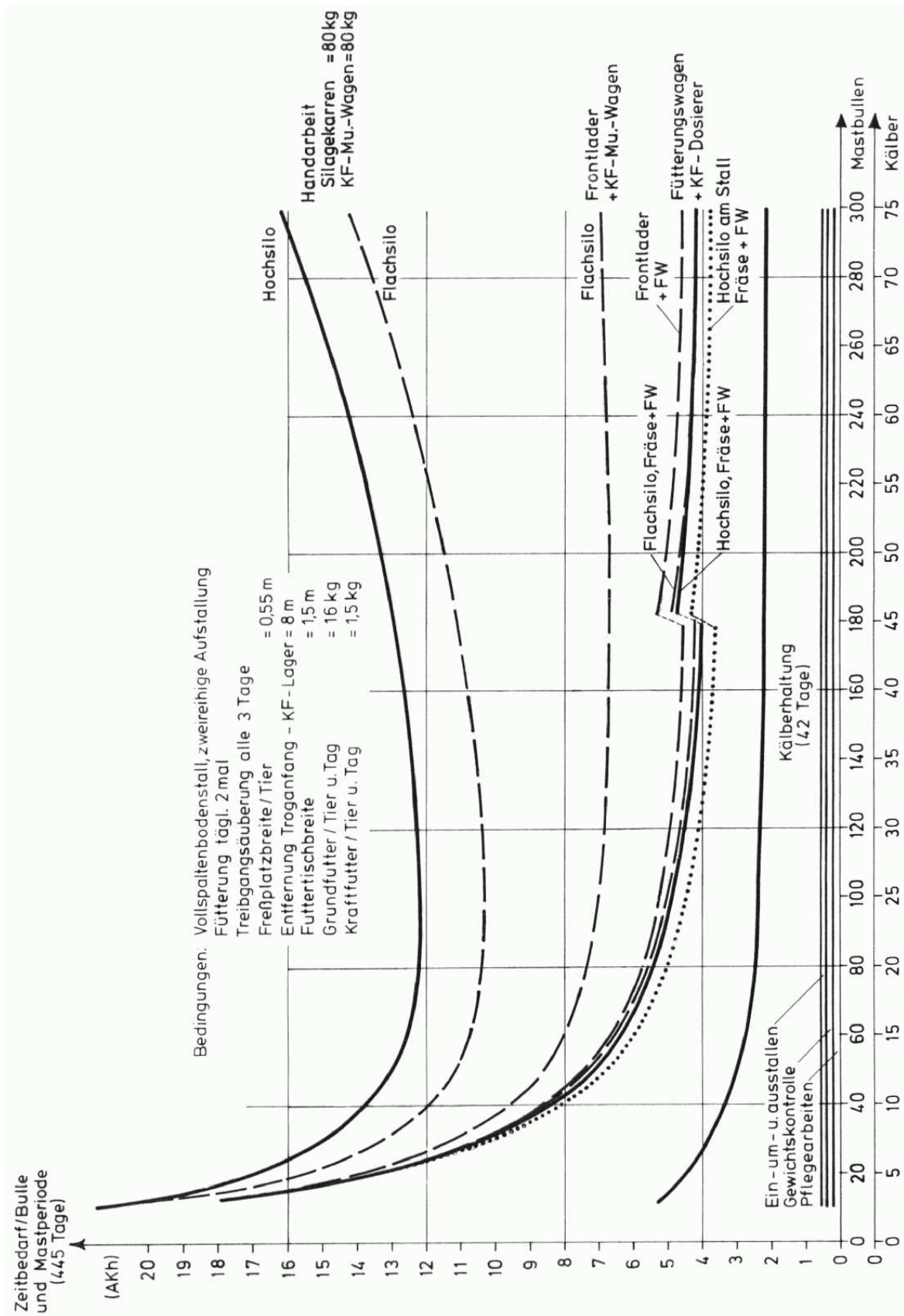


Abbildung 45: Der Zeitbedarf für die Mast eines Bullen bei verschiedenen Mechanisierungsverfahren in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Entsprechend der Zielsetzung dieser Untersuchung müsste der Zeitbedarf aber auf 2 – 3 AKh gesenkt werden, um einen Deckungsbeitrag von 15 – 20 DM zu erzielen. Deshalb gilt es an dieser Stelle, nach weiteren Zeiteinsparmöglichkeiten zu suchen. Nach Abbildung 43 bieten sich hierzu drei wichtige Stellen an.

1. Für den Zeitbedarf in der Mastperiode kann nur bei größeren Beständen durch einen größervolumigen Fütterungswagen eine weitere Degression erreicht werden.
2. Durch bauliche Maßnahmen wie feste Boxenabtrennungen zwischen Boxe und Treibgang könnte auf die Treibgangsäuberung verzichtet und damit eine Einsparung von etwa 0,3 AKh pro Bulle und Mastperiode erreicht werden.
3. Die wichtigste Stelle der Zeiteinsparung ist die Kälberhaltung. Der Übergang zu großen Kälberbeständen (u.U. spezialisierte Kälberaufzuchtbetriebe) und stärkerer Mechanisierung über Tränkwagen oder ähnliche technische Hilfsmittel muss weiter verfolgt und durch Versuche in der Praxis erprobt werden.

Über weitere einzuleitende Maßnahmen müssen gesonderte Untersuchungen Aufschluss geben. Allerdings können diese nicht im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt werden, da sie auf eine planmäßige Untersuchung aller Einflussgrößen aufbauen müssen. Die sich daraus abzeichnenden Verbesserungsmöglichkeiten bedürfen danach sofort einer erneuten Modellkalkulation, um mögliche Erfolge sofort auf ihr Ausmaß hin abschätzen zu können. Als Hilfsmittel dazu ist der Ist-Soll-Vergleich geeignet.

7 Der Ist-Soll-Vergleich

7.1 Zielsetzung und Definition

Durch die aufgezeigten Methoden der Ist-Analyse und der Modellkalkulation ergibt sich die Möglichkeit der Gegenüberstellung. Diese ist notwendig, weil einerseits die erstellten Modelle auf ihre Richtigkeit überprüft werden müssen und weil andererseits über die betriebsspezifische Modellkalkulation für jeden Betrieb ein objektiver Maßstab für die eigene Ist-Situation zur Verfügung steht. Er kann aber erst genutzt werden, wenn die einzelbetriebliche Ist-Situation einem betriebsspezifischen Modell gegenübergestellt wird und das Modell auf der Ebene der Ist-Analyse die Gleichheit oder eine Differenz von Ist gegenüber von Soll bestätigt.

Da die Ist-Analyse auf die gemessenen Zeitwerte der Arbeitsbeobachtungen aufbaut und alle Modelle als logische Verknüpfung von Planzeiten betrachtet werden können, bilden die Arbeitselemente die Ebene des Ist-Soll-Vergleiches. Er kann demnach so definiert werden:

Der Ist-Soll-Vergleich ist die Gegenüberstellung von Arbeitsabläufen aus der Praxis und dem äquivalenten theoretischen Ablaufmodell mit betriebsspezifischen Einflussgrößen, wobei der Gesamtarbeitsablauf auf die Arbeitselemente zurückgeführt und dort die Abweichung von Ist gegenüber Soll ermittelt werden.

Damit wird es aber auch möglich, den Ist-Soll-Vergleich auf allen Aggregationsebenen der Planzeiten durchzuführen, denn innerhalb der Modelle führt jede Kalkulation auf die Planzeitebene zurück, und bei den Ist-Analysen kann durch die Abgrenzung in die Ablaufabschnitte die entsprechende Ebene gewählt werden. Es ergeben sich somit die auf Abbildung 46 dargestellten Berührungsebenen.

Entsprechend dieser Darstellung können zwar auf 3 Ebenen Vergleiche durchgeführt werden, jedoch scheidet der **Verfahrensvergleich** meistens aus, da Arbeitsbeobachtungen als Vollzeiterhebungen für ein gesamtes Verfahren zu **zeit- und kostenaufwendig** sind.

Dagegen versprechen **Vorgangsvergleiche** bei erträglichem Arbeitsaufwand den größten Erfolg, weil dabei zusammenhängende Arbeitsabläufe analysiert und darin vorhandene schwache Stellen exakt aufgezeigt werden können, wie z.B. bei den täglichen Fütterungsarbeiten in einem Bullenmastbetrieb.

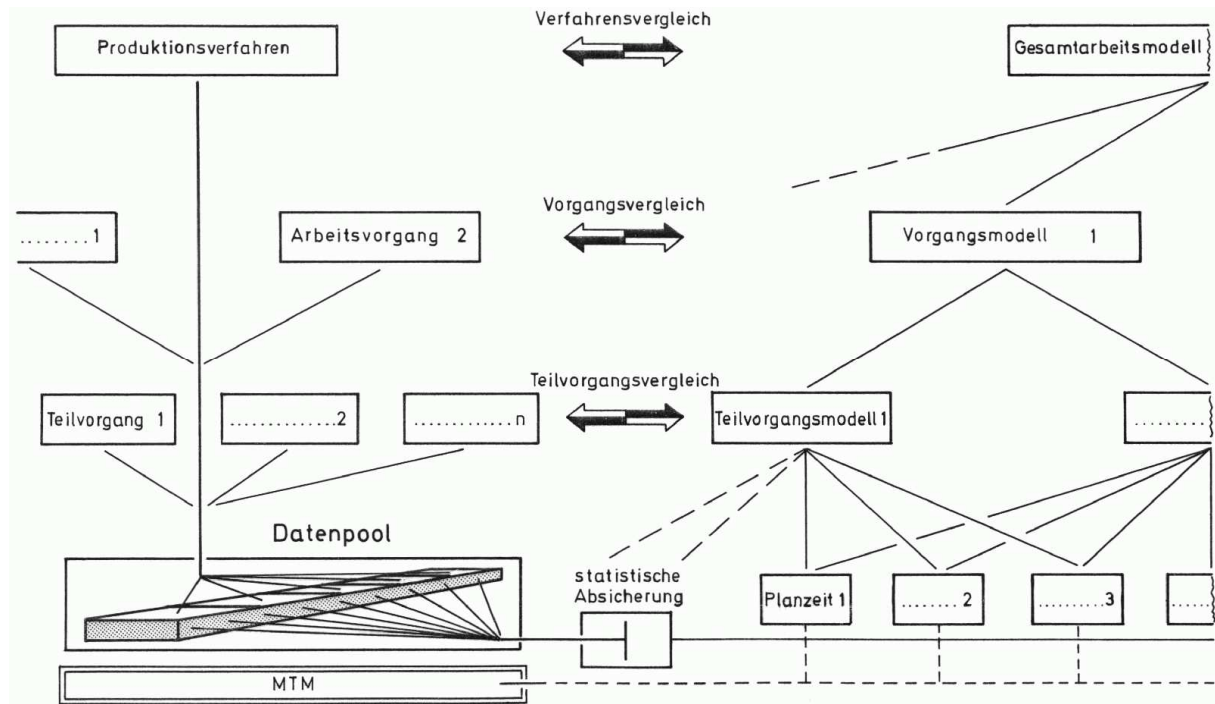


Abbildung 46: Berührungsebenen zwischen Ist-Situation und Modellkalkulation

Auch auf der Ebene der **Teilvorgangsvergleiche** verspricht der Ist-Soll-Vergleich wesentliche Entscheidungshilfen. Dort kann z.B. bei der Kraftfuttermvorlage die **Methodentreue in den Ist-Situationen** überprüft werden. Weitans bedeutender dürfte aber die Möglichkeit sein, verschiedene Teilvorgangsalternativen dem **Ist-Teilvorgang** gegenüberzustellen, um damit Auswirkungen von Verbesserungen aufzeigen zu können.

Bei allen Vergleichen stellt das Modell den Vergleichsmaßstab für die Ist-Analysen dar. Somit muss der Ist-Soll-Vergleich in bezug auf die Ist-Analyse wesentliche Forderungen erfüllen.

1. Der Ist-Analyse muss das **entsprechende betriebspezifische** Modell gegenübergestellt werden können, um die Ist-Situation objektiv beurteilen und die Richtigkeit des Modells bestätigen zu können.
2. Bei der Ermittlung der Abweichung von IST gegenüber SOLL müssen die betreffenden **Arbeitselemente herausgestellt** und die Abweichungen in eine gewichtete Reihenfolge gebracht werden, um für die Ist-Situation sofort die Stelle mit der größten Abweichung aufzuzeigen. An dieser Stelle können dann erste Verbesserungen eingeleitet werden.

3. Dies ist aber nur möglich, wenn der Ist-Analyse ein **beliebiger Modellansatz** mit betriebsspezifischen Einflussgrößen gegenübergestellt werden kann, um daraus mögliche Verbesserungen in der Vorkalkulation auf ihre Auswirkungen in bezug auf die Ist-Situation abschätzen zu können.
4. Schließlich muss für alle Ist-Soll-Vergleiche das Gesamtergebnis in Abhängigkeit von den vorgegebenen Einflussgrößen aufgezeigt und die Abweichungen absolut und prozentual errechnet werden.

Diese Forderungen müssen in der Methodik berücksichtigt und in der Programmtechnik verwirklicht werden.

7.2 Die Methode des Ist-Soll-Vergleiches

Die methodische Grundlage für den Ist-Soll-Vergleich stellt nach der Definition die Gegenüberstellung der Ist-Zeiten und der Planzeiten für die am Arbeitsablauf beteiligten Arbeitselemente dar. Demzufolge müssen für jedes in der Ist-Analyse ermittelte Arbeitselement die entsprechenden Zeiten im Modellansatz gesucht und gegenseitig verrechnet werden. Für mehrfach in einem Modell vorkommende Arbeitselemente bedarf es dabei einer vorausgehenden Addition und es wird dann möglich, die Zeitdifferenz für das i -te Element nach Formel 35 zu errechnen.

$$\text{Zeitdifferenz}_i = \text{Ist}_i - \text{Soll}_i \quad (35)$$

Das Vorzeichen der Zeitdifferenz gibt Auskunft über die Differenz, denn

$$\begin{aligned} \text{negatives Vorzeichen} &= \text{Ist} < \text{Soll} \\ \text{positives Vorzeichen} &= \text{Ist} > \text{Soll}. \end{aligned}$$

Allerdings werden die Arbeitsmethode und die anderen Umstände der Ist-Situation selten exakt mit der Soll-Vorstellung übereinstimmen. Zur Erfassung dieser zufälligen Einflüsse wird jedoch in der Modellkalkulation der Vertrauensbereich für die einzelnen Planzeiten ausgewiesen, und somit kann die Bestimmung der Zeitdifferenz erweitert werden in:

Die Zeitdifferenz $_i$ ist nur dann als gesichert anzusehen, wenn die Ist-Zeit außerhalb des Vertrauensbereiches der Soll-Zeit liegt.

Diese Verhältnisse können durch die Abweichung ausgedrückt werden. Liegt sie innerhalb des Vertrauensbereiches für die Sollzeit, d.h.

$$\text{Soll}_{i(\min)} \leq \text{Ist}_i \leq \text{Soll}_{i(\max)}; \quad (36)$$

dann liegt keine signifikante Abweichung vor (Abweichung = 0).

Liegt der Zeitaufwand dagegen außerhalb des Vertrauensbereiches für den Zeitbedarf, d.h.

$$\text{Ist}_i \leq \text{Soll}_{i(\min)} \leq \text{Soll}_{i(\max)} \quad (37)$$

$$\text{oder} \quad \text{Soll}_{i(\min)} \leq \text{Soll}_{i(\max)} \leq \text{Ist}_i, \quad (38)$$

dann liegt eine signifikante Abweichung vor (Abweichung = +1 oder -1).

Zur Abschätzung der Abweichung reicht dabei die **absolute Zeitdifferenz** nicht aus, da dabei keine Auskunft über die Höhe des Zeitbedarfes zu erreichen wäre. Auch die relative Abweichung kann als Maß nicht befriedigen, da dann die Frage nach dem Anteil des i-ten Elementes am Gesamtzeitbedarf unberücksichtigt bleibt. Eine exakte Aussage wird deshalb nur möglich, wenn die relative Abweichung des i-ten Elementes in bezug gesetzt wird zum Anteil des i-ten Elementes am Gesamtistzeitaufwand. Dies ist möglich durch Formel (39) und führt zum dimensionslosen Abweichungsindex_i

$$\text{Index}_i = \frac{\text{prozentualer Anteil der absoluten Abweichung}_i \text{ am Gesamtzeitbedarf}}{\text{Prozentanteil der Planzeitelemente am Gesamtzeitbedarf}} \quad (39)$$

Der so ermittelte Abweichungsindex_i bezieht somit alle Abweichungen_i auf einen Prozentanteil am Gesamtarbeitszeitbedarf. Er gibt deshalb direkt die Rangfolge bei den Abweichungen an und könnte dann, wenn der Anteil des i-ten Elementes am Gesamtzeitaufwand bei hoher Abweichung unter 1 % fällt, zu Werten von $-\infty$ bis $+\infty$ führen.

Um so entstehende sehr hohe Werte zu vermeiden, wurden bei der Programmtechnik für den Ist-Soll-Vergleich Grenzen eingebaut, die alle Arbeitselemente mit einem Anteil $\leq 1\%$ auf 1 % festlegen. Außerdem würde nach Formel (39) ein nicht berechenbarer Index entstehen, wenn ein Arbeitselement in der Ist-Situation, nicht aber im Modellansatz vorhanden ist, denn dann wäre eine Division durch 0 möglich. Um dies zu vermeiden, müsste im Auswertungs-

programm eine Regelung getroffen werden, die ein derartiges Element besonders kennzeichnet.

Nach der Bestimmung aller Zeitdifferenzen kann der Gesamtvergleich aus dem Zeitaufwand und dem Zeitbedarf durchgeführt werden, für den im Modell auch der zu erwartende Streubereich des ausgewählten Modellansatzes berechnet werden sollte. Daraufhin ist die Errechnung der prozentualen Abweichungen möglich.

Alle anderen Anforderungen an die Methode des Ist-Soll-Vergleiches sind durch die Steuerung des Datenflusses möglich. Insbesondere wird es durch die Aufrechterhaltung der Ist-Analyse möglich sein, dieser mehrere Alternativen aus der Modellkalkulation gegenüberzustellen.

Die Programmtechnik wurde direkt von der Methode des Ist-Soll-Vergleiches abgeleitet. Dazu dient das EDV-Programm ISSOLL (**Ist-Soll-Vergleich**) von AUERNHAMMER 1974 [42], welches als Bestandteil in das Programmpaket LISL eingebaut wurde. Für den Ist-Soll-Vergleich ist dazu lediglich eine Ist-Analyse aus einem Auswertungslauf mit dem Programm TEZA erforderlich. Diese Ist-Analyse bleibt dann während aller weiterer Kalkulationen mit dem Programm ISSOLL bestehen und kann beliebig oft und beliebig vielen Modellen gegenübergestellt werden. Auf die Interpretation eines Ist-Soll-Vergleiches soll im nächsten Abschnitt eingegangen werden.

7.3 Der Ist-Soll-Vergleich an einem praktischen Beispiel

Grundlage dieses Beispiels ist die Ist-Analyse aus Abschnitt 4.3. Für die dort durchgeführte Auswertung soll hier das entsprechende betriebsspezifische Modell ausgewählt und im Vergleich gegenübergestellt werden. In einer weiteren Modellkalkulation soll dann ein verbessertes Arbeitsverfahren auf den noch notwendigen Zeitbedarf untersucht werden. Allerdings ist gegenüber der genannten Ist-Situation folgende Einschränkung notwendig:

Jede Modellkalkulation erbringt grundsätzlich den Zeitbedarf für einen durchschnittlichen Leistungsgrad von 100 %. Dies hat zur Folge, dass im Ist-Soll-Vergleich die Ist-Analyse ebenfalls einer Leistungsgradkorrektur unterzogen werden muss. Aus diesem Grunde zeigt die Ist-Analyse aus Abschnitt 4.3 im Ist-Soll-Vergleich in Tabelle 31 einen etwas höheren Zeitaufwand.

Tabelle 31: Ist-Soll-Vergleich für Betrieb Nr. 1

IST - SOLL - VERGLEICH FÜR DEN BETRIEB:												
BEISPIEL AUS DER UNTERSUCHUNG - BULLENM4ST - BETRIEBNUMMER 1												
ERSTE - VIERTE MESSUNG MORGENS, ABENDS, MORGENS, ABENDS 15.16.12.1971												
IST		ARBEITSELEMENTE								SOLL		DIFFERENZ
280 Bullen		KODE		Nummer				280 Bullen		DIFFERENZ	(IST-SOLL)	
ANTEIL		KODE		Nummer				ANTEIL		AB	ABWEICHUNG	
CMIN	%							CMIN	%	CMIN	INDEX	
44.2	0.8	BETSCH	SCHALTER BETÄTIGEN	8				46.7	0.9	0	-2.4	
242.0	4.1	ERTANW	ANWEISUNGEN ERTEILEN	9				0.0	0.0	1	242.0 *****	
36.5	0.6	UMSKAB	SCHLEPPKABEL AM FUTTERWAGEN UMSTECKEN	13				36.5	0.7	0	0.0	
22.2	0.4	ABSSCH	SCHLEPPER ABSTELLEN UND ABSTEIGEN	15				28.3	0.6	1	-6.1	
47.4	0.8	STASCH	AUF SCHLEPPER STEIGEN UND DIESEN STARTEN	44				29.2	0.6	1	18.2	
123.2	2.1	NVEFUT	FUTTER IM TROG NACHVERTEILEN	45				0.0	0.0	1	123.2 *****	
108.6	1.9	RANKFW	KRAFTFUTTERWAGEN AN AUSLAUF SCHIEBEN	51				42.8	0.8	1	65.7	
85.2	1.5	FAHFWB	FUTTERWAGEN FAHREN	53				57.3	1.1	0	27.9	
96.2	1.6	GEHOEB	GEHEN IM HOF - ODER IM STALLBEREICH	58				82.7	5.5	1	-184.5	
234.5	4.0	SAETRO	TROG SÄELUBERN	62				373.2	7.3	0	-138.7	
128.2	2.2	OEFTOR	TUERE ODER TOR OEFFNEN	66				64.5	1.3	0	63.6	
94.8	1.6	SCHTOR	TUERE ODER TOR SCHLIESSEN	67				57.2	1.1	0	37.6	
761.0	13.0	VERFWM	FUTTER MIT FUTTERWAGEN VERTEILEN	69				733.8	14.4	0	27.3	
458.4	7.8	LADFR1	MIT LEERER FRONTLADERSCHAUFEL IN GUT FAHREN	70				225.3	4.4	1	233.1	
249.0	4.3	LADFR3	MIT GEFUELLTER FRONTLADERSCHAUFEL AN ABKIPPSTELLE ANPASSEN	71				116.1	2.3	1	132.9	
242.4	4.1	LADFR4	FRONTLADER ABKIPPEN UND LEER ZURUECKFAHREN	72				112.0	2.2	1	130.4	
262.7	4.5	FUEKFA	KRAFTFUTTERWAGEN AUS SILO AUSLAUF MIT KRAFTFUTTER FUELLEN	75				224.6	4.4	0	38.1	
187.2	3.2	KONVIG	KONTROLLE ODER KONTROLLGANG	100				116.1	2.3	0	71.1	
456.5	7.8	FEGLUT	FUTTERTSCH FEGEN	105				419.0	8.2	0	37.5	
277.8	4.8	LADFR2	MIT FRONTLADER SILAGE LOSREISSEN UND ZURUECKFAHREN	108				162.6	3.2	1	115.2	
558.0	9.5	SCHWAE	WAGEN SCHIEBEN (LUFTBEREIT BEI VERSCHIEDENER RAEDERZAHL)	115				612.3	12.0	0	-54.4	
1128.9	19.3	VERKF1	KRAFTFUTTER MIT EIMER SCHOEPFEN, TRAGEN UND VERTEILEN	116				1305.4	25.6	1	-176.5	
0.0	0.0	HOLGAB	GABEL ODER BESEN HOLEN	50				53.4	1.0	1	53.4	
5845.0			ZEITBEDARF PRO FUETTERUNGSZEIT	5097.0							747.9	
2.54		AUS DIESER KALKULATION RESULTIERT FOLGENDES ERGEBNIS								2.21		
		AKH BEZOGEN AUF 1. BULLEN								BIS		3.61
1.15		VERHAELTNIS								1		
		SOLLBEREICH 1.46										

Auf diesem EDV-Protokoll (die gesamte Modellkalkulation ist identisch mit dem Beispiel im Anhang)¹⁹ wird zuerst der analysierte Betrieb ausgewiesen. Dann folgen die Bezugsgrößen, im Beispiel sowohl bei IST als auch bei SOLL mit 280 Bullen. Im Anschluss daran werden alle in der Ist-Analyse ermittelten Arbeitselemente in numerischer Reihenfolge dem Ist-Soll-Vergleich unterzogen. So benötigte das Arbeitselement „Schalter betätigen“ 44,2 cmin oder 0,8 % des Zeitaufwandes in der Ist-Analyse. Im Soll-Modell dürften für dieses Arbeitselement 46,7 cmin oder 0,9 % des Arbeitszeitbedarfes benötigt werden. Mit der Differenz von – 2,4 cmin liegt die Ist-Situation günstiger, also unter der Norm; deshalb auch das Minuszeichen bei der Differenz. Die Abweichungsziffer 0 weist daraufhin, dass der mit $S = 90\%$ bestimmte Vertrauensbereich nicht verlassen wurde und somit die Abweichung rein zufällig ist. Aus der absoluten Abweichung, dem Gesamtaufwand und dem prozentualen Anteil dieses Elementes resultiert ein Index von 0. Dieser bedeutet bezogen auf 1 % des Zeitaufwandes eine Abweichung zwischen 0 und 10 % und ist folglich unbedeutend.

Dagegen ist die Abweichung im folgenden Arbeitselement „Anweisungen erteilen“ gravierend, da es in der Modellkalkulation nicht erschien. Dies wird durch die Sterne in der Indexspalte zum Ausdruck gebracht.

Das dritte Arbeitselement mit dem Kode UMSKAB und Nummer 13 zeigt keinerlei Differenzen zwischen Ist- und Soll. Dagegen liegt das vierte Element mit seinem Ist-Wert außerhalb des Vertrauensbereiches, jedoch kann die Abweichung aufgrund der niedrigen Indexzahl als unbedeutend angesehen werden.

Bei der vollständigen Durchsicht aller Arbeitselemente ergibt sich lediglich bei den Arbeitselementen Nr. 51, 70, 71, 72 und 108 eine stärkere Abweichung. In bezug auf Element Nr. 51 wurde diese durch die nicht exakte Identität von Ist-Ablauf und Modell hervorgerufen, da im beobachteten Betrieb der Kraftfuttersiloauslauf nicht im, sondern außerhalb des Stalles lag und deshalb jeweils eine Türe zusätzlich geöffnet und geschlossen werden musste. Diese Abweichung von der Methode im Modell konnte aber nicht besonders berücksichtigt werden.

Die Arbeitselemente 70, 71, 72 und 108 beinhalten die Frontladerarbeit mit den dafür notwendigen Arbeitstakten. Aufgrund der noch zu geringen Anzahl der Messwerte konnte dabei der Gewichtseinfluss des Schaufelinhaltes statistisch nicht abgesichert werden. Deshalb ist die

¹⁹ Siehe Anhang Seite 199-201

Abweichung von Ist gegenüber Soll hauptsächlich auf noch vorhandene Mängel bei den Planzeiten zurückzuführen.

Im Gesamtergebnis ergibt sich zwischen Ist- und Soll eine Differenz von 748 cmin oder 15 %. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in der Ist-Analyse mit den Elementen der Nummern 9 und 45 Arbeiten enthalten sind, welche in der Modellkalkulation nicht vorkommen. Die Differenz beträgt ohne diese Elemente nur noch 9 %. Auch diese Restdifferenz ist bei Kenntnis des Ist-Arbeitsablaufes zu erklären und beruht hauptsächlich auf der Differenz bei der Arbeit „Trog fegen“. Während im Modell ein Teilvorgang „Trog säubern“ vorgesehen ist, wurde im Ist-Ablauf lediglich dort diese Arbeit vorgenommen, wo Kot in der Krippe lag.

Anhand dieses Ist-Soll-Vergleiches kann zur Vermeidung des hohen Zeitbedarfes für die Kraftfutterzuteilung nun nach einem verbesserten Verfahren gesucht und dieses sofort kalkuliert werden. Dazu wurde der Ist-Situation eine verbesserte Modellkalkulation mit Fütterungswagen und Kraftfutterdosierer gegenübergestellt (Tab. 32). Anhand der Ergebnisse aus beiden Tabellen (Tab. 31 und Tab. 32) würde das neue Arbeitsverfahren gegenüber der Ist-Situation eine Verringerung des Zeitaufwandes um 46,4 % erbringen. Je Bulle und Jahr ergäbe sich daraus ein Arbeitszeitbedarf von 1,36 AKh, der bei ausreichender Übung und Routine sogar auf etwa 1 AKh/Bulle und Jahr gesenkt werden könnte. Deutlich zeigt die Indexspalte, dass die Arbeitszeiteinsparung direkt aus den Arbeitselementen für das Kraftfutterzuteilen abgeleitet werden kann, weil dort durch die Sterne das Fehlen der dazu benötigten Planzeiten im Modell angezeigt wird. Außerdem ergibt sich im neuen Arbeitsverfahren eine andere Zuordnung des prozentualen Anteils der Arbeitselemente und aus diesem abgeleitet eine neue Indexermittlung für das einzelne Element.

Es zeigt sich, dass bei annähernd gleichem Arbeitsablauf Abweichungen der derzeitigen Ist-Situation vom neuen Arbeitsablauf kaum zu erwarten sind und dass das gemeinsame Verteilen von Grund- und Kraftfutter keinen nennenswerten Unterschied im Zeitbedarf erbringt. Aufgrund des nahezu identischen Arbeitsablaufes ist bei Einführung des neuen Arbeitsverfahrens demzufolge auch keine Störung zu erwarten, vielmehr dürfte nach kurzer Einarbeitungszeit das günstige Ergebnis erreicht werden.

Tabelle 32: Ist-Soll-Vergleich für Betrieb Nr. 1 (verbesserte Situation)

Tabelle 32: I S T - S O L L - V E R G L E I C H F Ü R D E N B E T R I E B :

BEISPIEL AUS DER UNTERSUCHUNG -BULLENMAST- BETRIEBSNUMMER 1
 ERSTE - VIERTE MESSUNG MORGENS, ABENDS, MORGENS, ABENDS 15./16.12.1971

I S T	I	S	O	L	L	I	D	I	F	I	I
280	B	U	L	L	I	280	B	U	L	L	I
ANTEIL	%	I	ANTEIL	%	I	ABWEICHUNG					
CMIN		I	CMIN		I	AB	CMIN				INDEX
44.2	0.8	I	46.7	0.9	I	-2.4	0				0
242.0	4.1	I	0.0	0.0	I	242.0	*****	I			0
36.5	0.6	I	36.5	0.7	I	0.0	0				0
22.2	0.4	I	28.3	0.6	I	-6.1	-1				-1
47.4	0.8	I	29.2	0.6	I	18.2	5				5
123.2	2.1	I	0.0	0.0	I	123.2	*****	I			0
108.6	1.9	I	42.8	0.8	I	65.7	13				13
85.2	1.5	I	57.3	1.1	I	27.9	4				4
96.2	1.6	I	82.7	5.5	I	-184.5	-5				-5
234.5	4.0	I	373.2	7.3	I	-138.7	-3				-3
128.2	2.2	I	64.5	1.3	I	63.6	8				8
94.8	1.6	I	57.2	1.1	I	37.6	5				5
761.0	13.0	I	733.8	14.4	I	27.3	0				0
458.4	7.8	I	225.3	4.4	I	233.1	9				9
249.0	4.3	I	116.1	2.3	I	132.9	9				9
242.4	4.1	I	112.0	2.2	I	130.4	10				10
262.7	4.5	I	224.6	4.4	I	38.1	1				1
187.2	3.2	I	116.1	2.3	I	71.1	5				5
456.5	7.8	I	419.0	8.2	I	37.5	0				0
277.8	4.8	I	162.6	3.2	I	115.2	6				6
558.0	9.5	I	612.3	12.0	I	-54.4	0				0
1128.9	19.3	I	1305.4	25.6	I	-176.5	-1				-1
0.0	0.0	I	53.4	1.0	I	53.4	8				8
5845.0		I	5097.0		I	747.9					

AUS DIESER KALKULATION RESULTIERT FOLGENDES ERGEBNIS
 AKH BEZOGEN AUF 1. BULLEN

SOLLBEREICH 1.46
 BIS 2.21

VERHAELTNIS 1

Alle diese Ergebnisse wurden zur besseren Anschaulichkeit auf Abbildung 47 graphisch dargestellt.

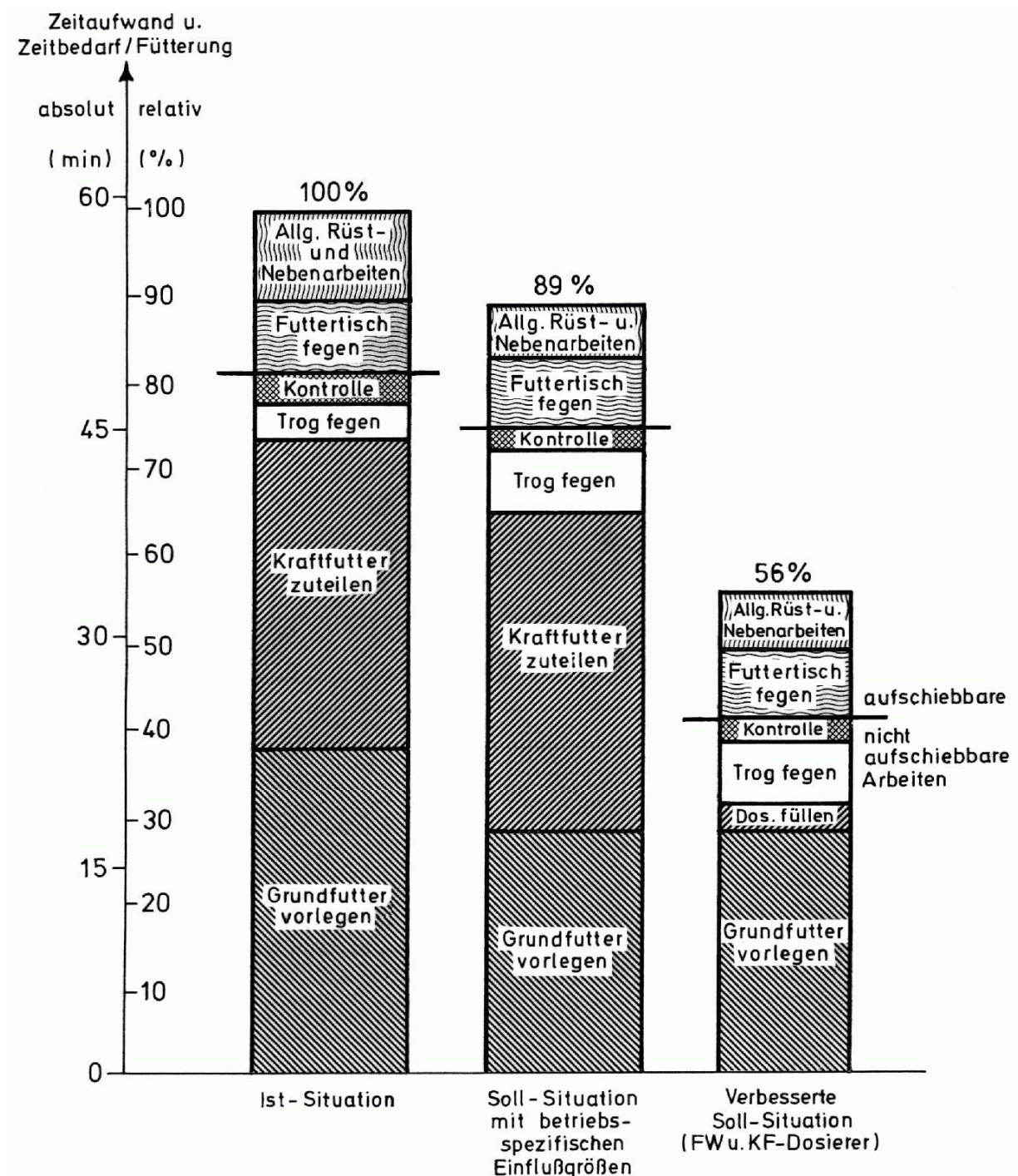


Abbildung 47: Ist-Soll-Vergleich und verbesserte Ist-Situation für Betrieb Nr. 1 (280 Bullen im Vollspaltenbodenstall, Futterwagen und Frontlader und Flachsilo)

Gegenüber der Ist-Situation zeigt die betriebs-spezifische Modellkalkulation einen wesentlich geringeren Zeitbedarf für die Grundfutttervorlage. Dagegen ist die Kraftfutttervorlage fast voll-

ständig identisch Ebenfalls identisch ist der Zeitbedarf für die Kontrolle und für das Futtertisch fegen. Dagegen unterbietet die Ist-Situation den Zeitbedarf für das Trog reinigen, während das Modell nur etwa die Hälfte der allgemeinen Rüst- und Nebentätigkeiten ausweist. Hier muss erwähnt werden, dass alle Modelle nur Tätigkeiten und zu erwartende Störzeiten beinhalten und dass nach Tabelle 16 für die organisatorischen und die persönlichen Verlustzeiten etwa 10 % des Gesamtzeitbedarfs zugeschlagen werden müssten.

Sehr deutlich wird die zu erwartende Zeitersparnis aus der verbesserten Soll-Situation ersichtlich. Vom großen Zeitanteil für die Kraftfutterzuteilung ist lediglich ein geringer Zeitbedarf für die Befüllung des Dosierers geblieben, so dass die zu erwartende Zeiteinsparung von etwa 33 % ganz allein dem verbesserten Arbeitsverfahren zugeschrieben werden kann.

Den größten Vorteil aber würde die Verringerung des Zeitbedarfes für nicht aufschiebbare Arbeiten um nahezu die Hälfte erbringen. Dadurch könnte vor allem an Sonn- und Feiertagen ein wesentlicher Beitrag zur Entlastung landwirtschaftlicher Arbeiten erreicht werden.

Dass die für den Kraftfutterdosierer notwendige Investition in diesem Fall gerechtfertigt ist, zeigen die Kosten der Arbeitserledigung. Es stehen sich gegenüber:

Investitionen:

KF-Dosierer	etwa DM	1.000,--
Förderschnecke oder Förderband	etwa DM	2.500,--
insgesamt	<u>DM</u>	<u>3.500,--</u>

und Arbeitszeiteinsparungen von 0,38 AKh/Bulle

bei 280 Bullen	238 AKh/Jahr
und 8,-- DM/AKh	DM 1.904,--

Schon bei einer Nutzungsdauer von 2 Jahren dürfte sich demnach die Investition gelohnt haben.

Ein ähnlicher Ist-Soll-Vergleich könnte auch dann durchgeführt werden, wenn der noch im Betrieb vorhandene Altschlepper mit Frontlader ersetzt werden muss. Dann kann schon vor der beabsichtigten Investition abgeschätzt werden, ob ein neuer Schlepper mit Frontlader oder eine Flachsilofräse lohnender ist.

Aus dieser Untersuchung kann somit gefolgert werden, dass durch den Ist-Soll-Vergleich der Wissenschaft, Beratung und Praxis ein wirksames Hilfsmittel an die Hand gegeben werden kann. Da er zur Anwendung in der breiten Praxis zu zeitaufwendig ist, kann er bei Pilotstudien²⁰ oder bei besonders schwierigen Betriebssanierungen in der Praxis der Beratung und vor allem bei wissenschaftlichen Untersuchungen gute Dienste leisten.

²⁰ Pilotstudien sind Untersuchungen an ausgewählten Projekten, wie z.B. Demonstrations- oder Versuchsbetriebe

8 Zusammenfassung

Steigende Kosten für die Arbeitserledigung erfordern auch in der Landwirtschaft den rationellen Einsatz der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte. Deshalb müssen Untersuchungen an den bestehenden Arbeitsverfahren Möglichkeiten der Zeitersparnis aufzeigen. Dazu bedarf es aber einer Methode, welche die auf die Arbeit in der Landwirtschaft einwirkenden Faktoren berücksichtigen kann. Insbesondere sind dies Einflüsse

persönlicher Art	(Eignung, Motivation, Leistungsfähigkeit und –bereitschaft),
technischer Art	Vielfalt der Arbeitshilfsmittel, Zuverlässigkeit und Eignung),
biologisch-klimatischer Art	(Witterung, Boden, Wachstum und Reife) und
struktureller Art	(viele und z.T. sehr kleine Produktionseinheiten).

Sie führen dazu, dass in jedem Betrieb für das gleiche Arbeitsziel ein unterschiedlicher Arbeitszeitaufwand benötigt wird.

Aufbauend auf diesen Bedingungen wurde deshalb ein System der Arbeitszeitanalyse, der Planzeiterstellung, sowie der Modellkalkulation entwickelt und an verschiedene Arbeitsverfahren der Bullenmast getestet. Die Grundlage für diese Methode stellen die untersuchten praktischen Betriebe dar. Stichprobenartig werden in ihnen der Arbeitsablauf und der Arbeitszeitaufwand für die einzelnen Arbeitselemente sowie die darauf einwirkenden Einflussgrößen erfasst. Alle erhobenen und gemessenen Daten gehen dann mit ihren Wiederholungen in einen Datenspeicher ein. Dieser wird dadurch zu einem **datenmäßigen Spiegelbild** der Arbeit in der Landwirtschaft. Er kann deshalb zu allen Untersuchungen über den Zeitbedarf und die Arbeit beeinflussenden Parameter herangezogen werden.

In der **Ist-Analyse** können dann die Zeitaufnahmen einzelner Betriebe (betriebsspezifisch) oder Betriebe mit gleichen Arbeitsverfahren (verfahrensspezifisch) analysiert werden. Dabei werden in dieser Methode alle Arbeitselemente hinsichtlich der dabei verrichteten Arbeitsart in Tätigkeiten und Tätigkeitsunterbrechungen getrennt. Letztere erfahren eine zusätzliche Aufgliederung nach der Art der Unterbrechung, die ablaufbedingt, störungsbedingt, erholungsbedingt oder persönlich bedingt sein kann. Das Endergebnis jeder Zeitaufnahme ist somit eine exakte Aussage über den Anteil an Tätigkeitszeiten und Verlustzeiten. Für alle Wiederholungsmessungen wird dann der absolute und relative Zeitanteil der einzelnen Arbeits-

elemente am Zeitaufwand errechnet. Dadurch wird es möglich, die Tätigkeiten mit dem höchsten Zeitanteil sofort zu erkennen und an diesen Stellen mit den entsprechenden Verbesserungsmaßnahmen anzusetzen.

In gleicher Weise, wie Einzelbetriebe analysiert werden können, erlaubt diese Methode auch die Analyse von Zeitaufnahmen aus mehreren Betrieben mit gleichen Arbeitsverfahren. Dabei wird es erstmals möglich, Aussagen über die einzelnen Arbeitselemente zu verallgemeinern und für Verfahren spezifische Störzeitanteile und andere notwendige Zuschlagszahlen zu ermitteln.

Die im Datenpool gespeicherten und aus vielen Betrieben stammenden Zeitwerte stellen das Ausgangsdatenmaterial für die **Planzeiterstellung** dar. Sie erlauben mit Hilfe der Einflussgrößenrechnung einen Rückschluss auf allgemeingültige Einflussgrößen. Zur Auswertung wurde in dieser Methode eine Trennung in unabhängige Planzeiten = Planzeitwerte und abhängige = Planzeitfunktionen vorgenommen.

Planzeitwerte stellen als Mittelwert mit dem zu erwartenden Streubereich den Zeitbedarf für einen klar definierten Arbeitsablauf dar. Aufgrund der besonderen Einflüsse in der Landwirtschaft mit vielen zufälligen oder nicht quantifizierbaren Einflussgrößen zeigen die Messdaten für die Planzeitwerte meistens eine positiv schiefe Verteilungsform. Sie kann durch eine Logtransformation fast immer in eine angenäherte Normalverteilung überführt werden. Somit beschreiben Planzeitwerte die betreffenden Arbeitselemente auch in der Modellkalkulation sehr wirklichkeitsnah.

Auch für **Planzeitfunktionen** treffen diese besonderen Bedingungen zu und führen zu einer positiv schiefen Verteilungsform bei den Residuen. Die in die Methode eingefügte Möglichkeit der Transformation der Zielgröße erbrachte auch dafür ein günstiges Ergebnis und schuf damit die Zulässigkeit der Auswertung mit Hilfe linearer Regressionen. Insgesamt war es dadurch möglich, die im Datenpool für ein Arbeitselement enthaltenen Zeitwerte mit einem durchschnittlichen Bestimmtheitsmaß B von 63 % durch die Einflussgrößen zu erklären. Auch für die Planzeitfunktionen wird der zu erwartende Streubereich ermittelt.

Sowohl für die Planzeitwerte als auch für die Planzeitfunktionen zeigte sich, dass die Schiefe bei der Verteilungsform in starker Abhängigkeit zum Anteil der **manuellen Tätigkeiten** an einem Arbeitsablauf steht. So erbrachten Prozesszeiten (Maschinenzeiten) fast immer eine

echte Normalverteilung, während rein manuelle Tätigkeiten bedingt durch starke Unterschiede bei den Arbeitsmethoden der einzelnen Arbeitskräfte, fast ausschließlich zu der schiefen Verteilungsform führten.

Neben der Erstellung von Planzeiten aus gemessenen Zeitwerten (Zeitelementen) wurde in diese Methode auch die Erstellung von Planzeiten aus Bewegungselementen eingefügt. Da derartige Planzeiten nur ein fixes Datum für den zu erwartenden Zeitbedarf erbringen, wurde eine Möglichkeit der Streuungsermittlung in Anlehnung an die Planzeitfunktionen erarbeitet. Eine vergleichende Untersuchung zeigte, dass **Planzeiten aus Bewegungselementen** und die dafür errechneten Streubreiten keinen signifikanten Unterschied zu Planzeiten aus Zeitelementen erbringen. Dadurch erfährt die Gesamtmethode eine sehr nützliche Erweiterung, denn mit Hilfe der Bewegungselementmethoden können auch noch nicht existente manuelle Arbeitsabläufe analysiert werden.

Für landwirtschaftliche Arbeitsabläufe erstellte Planzeiten können nur effizient in Wissenschaft und Beratung eingesetzt werden, wenn sie aufgrund der in ihnen enthaltenen Einflussgrößen **Gesamtaussagen im Modell** erlauben. Deshalb wurde eine besondere Methode zur Aggregation und Auswertung von Modellen erarbeitet. Darin bleiben die zugrundeliegenden Planzeiten mit ihren Streubereichen und mit den aus Ist-Analysen ermittelten Störzeitanteilen auch bei der Aggregation erhalten. In einer ersten Aggregationsstufe werden in dieser Methode **Teilvorgangsmodelle** für in sich abgeschlossene und häufig wiederkehrende Arbeitsabläufe gebildet. Diese Teilvorgangsmodelle erbringen durch eine sinnvolle Kombination zu Arbeitsvorgängen eine Vielzahl an möglichen **Arbeitsvorgangsmodellen**. Aus diesen können dann die zu einem gesamten Produktionsverfahren notwendigen **Gesamtarbeitsmodelle** gebildet werden.

Alle Modelle errechnen den **Zeitbedarf als Funktion** von modellabhängigen Einflussgrößen. Für allgemeingültige Modellkalkulationen wurden diese Einflussgrößen mit den in der Praxis üblichen Werten belegt. Sie können aber auch mit betriebsspezifischen Werten versehen werden und führen dann zum betriebsspezifischen Modellansatz.

Betriebsspezifische Modellansätze bilden den objektivierten Maßstab für betriebsspezifische Ist-Analysen. Zum Vergleich zwischen Ist-Analyse und Modellkalkulation wurde als integrierter Bestandteil der gesamten Methode ein **Ist-Soll-Vergleich** ausgearbeitet. Mit ihm ist es möglich, IST und SOLL auf allen Planzeitaggregationsebenen gegenüberzustellen. Daraus

können für den Einzelbetrieb jene Stellen analysiert werden, welche einen zu hohen Zeitaufwand erfordern oder an welchen eine bessere Arbeitsorganisation eine Zeiteinsparung ermöglichen würde. Darüber hinaus ist es möglich, beabsichtigte Verbesserungen für den Einzelbetrieb schon vor der Durchführung auf das zu erwartende Ergebnis abzuschätzen. Der Ist-Soll-Vergleich ist zudem notwendig zur Überprüfung der erstellten Modelle und wird damit zu einem wichtigen Hilfsmittel für Wissenschaft und Beratung.

Bei den Ist-Analysen zeigten sich große Schwankungen der einzelnen Betriebe in bezug auf den Arbeitszeitaufwand je Bulle und Mastperiode zwischen 4 und 25 AKh. Außerdem konnten bei Silofräsen, Flachschieberanlagen und Futterwagen Geräte mit hohen Störzeitanteilen analysiert werden.

Zur Modellkalkulation wurden 18 Teilvorgangmodelle für die Fütterungsarbeiten im Vollspaltenbodenstall erstellt und daraus nahezu 50 Arbeitsverfahren berechnet. Dabei erforderten die **Handarbeitsverfahren** mit 9 – 18 AKh/Bulle und 15monatiger Mastperiode den höchsten Zeitbedarf, der bei großen Bestandsgrößen insbesondere durch den Zeitbedarfsanteil für die Kraftfutterzuteilung verursacht wird.

Durch den Einsatz des **Frontladers** zur Silageentnahme und Silagevorlage kann der Zeitbedarf auf 14 bis 7 AKh gesenkt werden, wobei Bestandsgrößen von 120 – 200 Tieren den geringsten Zeitbedarf je Tier erfordern.

Der Einsatz des **Fütterungswagens mit Kraftfutterdosierer** erlaubt eine Senkung des Zeitbedarfes auf bis zu 4 AKh/Bulle und Mastperiode. Darüber hinaus wären Zeiteinsparungen nur noch möglich, wenn größere Bestände und damit in Verbindung größere Fütterungswagen eingesetzt werden könnten. Vor allem muss dann auch der Kälberhaltung größeres Augenmerk gewidmet werden, da diese bei Arbeitszeitbedarfszahlen um 4 AKh/Bulle und Mastperiode über 50 % des Gesamtzeitbedarfes erfordern. Nur das Zusammenwirken von minimalem Zeitbedarf für die Kälberhaltung und für die eigentliche Mastperiode wird auch in Zukunft eine kostendeckende Mastbullenproduktion ermöglichen.

9 Literaturverzeichnis

1. Auernhammer, H.: Methodik zur Erstellung von Planzeiten am Beispiel Bullenmast. Die Landarbeit 25 (1974), 6–9.
2. Auernhammer, H.: Die Planzeitaggregation zu Arbeitsvorgängen, dargestellt an den Haltingsverfahren der Bullenmast. In: Wissenschaftliche Hefte der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Heft 4, Kaiserslautern 1975.
3. Auernhammer, H., B. v. Henneberg, C. L. Pen: Untersuchungen von Verteilungen einiger Arbeitselemente in der Landwirtschaft. In: Wissenschaftliche Hefte der Studiengesellschaft für landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft e.V., Heft 2, Bad Kreuznach 1973.
4. Egloff, K., E. Reisch: KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Kalkulationsunterlagen“. Die Entwicklung und Konzeption der Arbeitsweise. In: Ausbildung und Beratung in Land- und Hauswirtschaft, Sonderdruck aus Heft 11 (1971).
5. Gebhard, F.: Generating pseudo-random numbers by shuffling a Fibonacci sequence. Math. Comput 21 (1967), 708–709.
6. Geißler, B., et al.: Rindermast im spezialisierten Betrieb. München, Frankfurt/Main, Hilstrup, Wien und Aarau 1974.
7. Gilbreth, F. B.: Applied Motion Study, New York 1917.
8. Hammer, W.: Anwendung von Arbeitsgang- und Stallmodellen bei der Bewertung der Stallarbeit. In: Methoden und Verfahren in der Landarbeitswissenschaft. Landarbeit und Landtechnik, Heft 21, Bad Kreuznach 1956.
9. Hammer, W.: Ganzheitliche und kausale Betrachtung als Grundlage für Arbeitszeitstudien in der Landwirtschaft. In: Aufgaben und Ergebnisse aus der Landarbeitswissenschaft. Landarbeit und Landtechnik, Heft 35, Hamburg 1968.
10. Hammer, W.: Gedanken zur Anwendbarkeit der SVZ in der Landwirtschaft. In: Anwendung von Systemen vorbestimmter Zeiten in der Land- und Forstwirtschaft, Sonderheft der REFA-Nachrichten, Berlin 1969.
11. Hammer, W., E. Meyer: Arbeitszeitfunktionen für Kalkulationsunterlagen der Landwirtschaft. In: Arbeiten aus dem Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, Heft C-73/11, Bad Kreuznach 1973.
12. Hammer, W., W. Wilking: Vergleich verschiedener Methoden der Ermittlung von Arbeitszeitfunktionen. Landtechnische Forschung, 19 (1971), H. 5/6, 151–171.

13. IGM (Industriegewerkschaft Metall): Vorschläge zur Gestaltung einer Betriebsvereinbarung über Entlohnungsgrundsatz und Entlohnungsmethode. Frankfurt am Main 1972.
14. John, B.: REFA-Standardprogramme für Arbeitsstudium und Industrial-Engineering. Darmstadt 1970.
15. Kaminsky, G.: Praktikum der Arbeitswissenschaft. München 1971
16. Krause, V.: Anleitung für Zeitstudien in der Landwirtschaft. In: Aufgaben und Ergebnisse aus der Landarbeitswissenschaft. Landarbeit und Landtechnik, Heft 34, Hamburg 1964.
17. Kreher, G.: Leistungszahlen für Arbeitsvoranschläge und der Arbeitsvoranschlag im Bauernhof. In: Schriftenreihe des Institutes für landwirtschaftliche Arbeitswissenschaft und Landtechnik der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Heft 17, Bad Kreuznach 1955.
18. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.: Unveröffentlichtes Arbeitspapier der KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Kalkulationsunterlagen“ (Arge-KU), Datenermittlung, Darmstadt 1973.
19. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.: KTBL-Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft, 7. Auflage. Hilstrup 1974.
20. Liem, T. L., G. C. Gerritsen: Betrachtungen über ETA-Elemental Times in Agriculture. In: Anwendung von Systemen vorbestimmter Zeiten in der Land- und Forstwirtschaft, Sonderheft der REFA-Nachrichten, Berlin 1969.
21. MTM (Deutsche MTM-Vereinigung): MTM Handbuch Grundlehrgang und MTM Handbuch Standarddaten. Hamburg 1972 und 1974.
22. Ordolff, D.: Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen und die wichtigsten Einflussfaktoren. In: KTBL-Schriftenreihe, Heft 158, Hilstrup 1973.
23. Pen, C. L.: Ein stochastisches Simulationsmodell für arbeitswirtschaftliche Untersuchungen von Melkverfahren. In: Berichte über die Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan. Grüne Hefte Nr. 15, Weihenstephan 1973.
24. Pfanzagl, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik Band I und Band II. In: Sammlung Göschen Band 747/747a, Berlin 1968.
25. Pirkelmann, H.: Neue Geräte zur Silageentnahme aus Flachsilos. Landtechnik 30 (1975), H. 6, 288–292.
26. Preuschen, G.: Einführung in die Arbeitswissenschaft. Freiburg 1973.
27. REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 1 „Grundlagen“, Teil 2 „Datenermittlung“, Teil 3 „Kostenrechnung und Arbeitsplatzgestaltung“. München 1972.

-
28. Ries, L. W.: Die Arbeit in der Landwirtschaft, 2. Auflage. Stuttgart 1950.
29. Röhner, J.: Zur Methodik der Zeitstudie in der Landwirtschaft. In: Methoden und Verfahren der Landarbeitswissenschaft. Landarbeit und Landtechnik, Heft 21, Bad Kreuznach 1956.
30. Sachs, L.: Statistische Auswertungsmethoden. Berlin, Heidelberg, New York 1974.
31. Sanfleber, H.: Untersuchungen über die Summierbarkeit von Elementarzeiten. Ein Beitrag zur Kritik der Verfahren vorbestimmter Zeiten. Dissertation Aachen 1965.
32. Sauer, H.: Mathematisch-statistische Auswertungsmethoden für Zeitstudien. In: Zbl. Arb. Wiss. 1955, Heft 6 und 7, 92–110.
33. Schlaich, K.: Vergleich von beobachteten und vorbestimmten Elementarzeiten manueller Willkürbewegungen bei Montagearbeiten. In: Schriftenreihe „Arbeitswissenschaft und Praxis“, Berlin 1967.
34. Schmidtke, H., F. Stier: Der Aufbau komplexer Bewegungsabläufe aus Elementarbewegungen. Forschungsbericht des Landes Nordrhein-Westfalen, Nr. 822 (1960).
35. Schön, H., H. Auernhammer: Anleitung zur Arbeitszeitermittlung. Institutsinterne Schrift, Weihenstephan 1972.
36. Schulz, M.: Arbeitsverfahren für verschiedene Formen in der Rinderaufzucht. Kiel 1963.
37. Sörgel, H. P.: Unveröffentlichtes Referat im Rahmen einer Arbeitssitzung der KTBL-Arbeitsgemeinschaft (Arge-KU), Datenermittlung, Darmstadt 1973.
38. Taylor, F. W.: Shop management. New York 1903.
39. Weidinger, A. K.: Technische und funktionelle Untersuchungen an ausgewählten Fütterungsanlagen für Rinder. In: KTL-Berichte über Landtechnik, Heft 108, München-Wolfratshausen 1967.

EDV-Programme

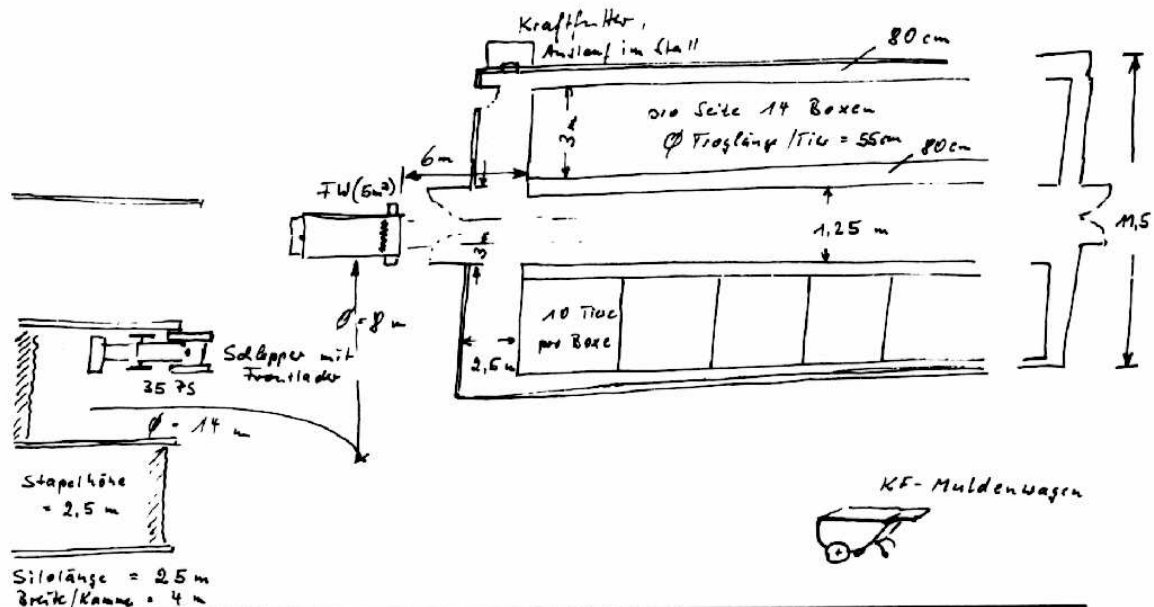
40. Auernhammer, H.: ABMUR (Abbauende multiple Regression). In: Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1974.
41. Auernhammer, H.: PESK (Programm zur Erstellung statistischer Kenngrößen). In: Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1974.

-
42. Auernhammer, H.: LISL (Landwirtschaftliches Informationssystem Landtechnik – Testversion). In: Programmbibliothek Weihenstephan, Weihenstephan 1974.
 43. Auernhammer, H.: STAP (Stapelbildung zur Planzeiterstellung). In: Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1974.
 44. Auernhammer, H.: TEZA (Teilzeitanalyse). In: Programmbibliothek der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1974.
 45. Dixon, W. J.: BMD (Biomedical Computer Programs). Berkeley, Los Angeles, London 1973.
 46. Gebhard, F.: REGT (Regressionsanalyse mit Tests), FORTRAN IV-Programm. Darmstadt 1967.
 47. John, B., W. Nollau: REFAST (Refa-Zeitaufnahmebogen für statistische Auswertung), FORTRAN IV-Programm. Darmstadt 1972.
 48. IBM: Scientific Subroutine Package. White Place 1968.

Anhang

Zeitstudien - Erhebung		Aufgenommen durch: <u>Auernhammer</u>
Nr. <u>1</u>		Datum: <u>15.12.1972</u>
Arbeitsaufgabe: <u>Tägliche Versorgungsarbeiten in einem Rullenmaststall</u> <u>2 malige Fütterung/Tag</u> <u>16 kg Maissilage und 1,5 kg Kraftfutter/Tier/Tag</u>		Besondere Ereignisse: <hr/> <hr/>
Betrieb: <u>Beispiel</u> <u>in Festdorf</u>		Beobachtungszeit: <u>abends</u>
Nr. <u>0842 GEO1</u>	Tel. <u>0811/000</u>	Wetter: <u>schön, 4°C</u>

Skizze: (Bei Innenwirtschaft Lageplan der Gebäude u. der baulichen Anlagen)



Arbeitspersonen: <u>1 Schweizer</u> <u>34 Jahre alt, große Übung</u> <u>überdurchschnittliche Leistung</u> <u>gesd. Leistungsgrad 115%</u>	Arbeitsgegenstand: <u>Mastbullen in vers-</u> <u>chiedenen Altersgruppen</u> <u>überwiegend Fleischart</u>
Maschinen/Gebäude <u>Fütterungswagen mit 5m³</u> <u>schienengebunden mit Stromschiene</u> <u>Kf-Muldenwagen, 2-rädrig, 200kg</u> <u>Fassungsvermögen, Verteilvorr. 4 kg/halt</u>	Arbeitsplatz: <u>Vollpaltan Bodenstall</u> <u>mit Kraftfütterstilo</u> <u>und Flachsiloanlage</u>
Arbeitsergebnis: <u>280 Bullen gefüttert in 55 min</u> Verlustzeit: <u>130 cmin</u> Störzeit: <u>220 cmin</u> <u>⇒ 0,20 min/Bulle und Freizeid</u>	LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN Au 0/336

Fragen an die Tierhalter, Bullenmast

1. Name und Adresse:

2. Kenndaten: ha LN, davon

.....	ha Grünland
.....	ha Silomais
.....	ha Getreide
.....	ha Zuckerrüben
.....	ha

Tierbestand im \emptyset des Jahres

AK-Besatz

3. Prod.-Verfahren:

Stallart
Fütterung
Entmistung
Dunglagerung
Siloart
Siloentnahme

4. Zum Betrieb:

Kälberankauf in Gruppen zu	Stück
von	
\emptyset -Zukaufsgewicht	kg
Im Kälberstall	Tage
werden die Kälber enthornt	
wann	

\emptyset -Mastdauer (An- bis Verkauf)	Tage
Umstellungen während der Mastdauer	
\emptyset -Endgewicht der Mastbullen	dz
Werden die Tiere gewogen	ja/nein
Verkauf in Gruppen zu	Stück
Verkauf an	
per	

Zahl der Ausfälle pro Mastperiode	Stück
Hauptursache	
Häufig auftretende Mängel am Verfahren	
.....	
Beabsichtigte Änderungen	
.....	

5. Sonstige Angaben zum Arbeitsverfahren:

Zeitnahmebogen-Nr. 111 Zeitnehmer: Auerhammer Datum: 15. 12. 1972 Zählerstand, Beginn: 16 40 Ende: 17 35									
Ereignis	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Türe öffnen	80m	12	12						
Türe schließen	4	26	14						
Schalter betätigen	3 Stück	42	16						
gehen zum Tragbeginn	4m	50	8						
Kontrolle		60	10						
gehen zum Baum und zum Tragbeginn zurück	2m	66	6						
Trag legen 1. Seite	77m	187	121						
Trag legen 2. Seite	77m	302	115						
Baum wegbringen	2m	310	8						
Zum Tor gehen	3m	315	5						
Tor öffnen (2 flüchtig)	3m	343	28						
zum Schlepper gehen	12m	358	15						
aufsteigen und starten		384	26						
in Lila und zurück	4m	395	11						
Losrücken u. zurück	14m	417	22						
an FW fahren u. anp.	8m	424	17						
abkippen und zurück	9m	451	17				67		
1	15m	479	28				}		
2	13m	499	20						
3	8m	518	19						
4	8m	541	23					90	
1	14m	572	31				}		
2	15m	594	22						
3	9m	614	20						
4	7m	632	18					91	
1	15m	658	26				}		
2	14m	684	26						
3	8m	702	18						

Füllwagen
 mit Frontladen
 beladen
 → nachschließen

Ablochliste für A'zeitmessungen

Blatt Nr. _____		Quelle		Leistungsgrad (0-100)		Gemessene Zeit		Weglängen		Zahlen		Gewichte		Längen		Konstanten		A'gegenstand		A'personen		A'mittel		A'ort		A'organisation		A'bedingungen		Vollzeit- Erhebung		Planzeit-Kode		Id. Nr.									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	aa	bb	cc	dd	ee	ff	gg	hh	ii	jj									
2	1	5	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80				
Jahr		Zähler		Bogen-Nr.		Bogenserie		Betriebs-Nr.		Quelle		Leistungsgrad (0-100)		Gemessene Zeit		Weglängen		Zahlen		Gewichte		Längen		Konstanten		A'gegenstand		A'personen		A'mittel		A'ort		A'organisation		A'bedingungen		Vollzeit- Erhebung		Planzeit-Kode		Id. Nr.	
Aufgabe		Bearbeitet		Geloht		Datum		Name		Landtechnik Weihenstephan																																	

Erläuterung der Ablochliste für die Arbeitszeitmessungen

A = Quelle	=	Zeitnahmejahr, z.B. 72 Zeitnehmer, „ AU = Auernhammer Bogen-Nr., „ 01 = erste Zeitaufnahme von Auernhammer in 1972 Bogenseite, „ 01 = erste Seite von Bogen 01
B =	=	Betriebsnummer oder Betriebsname
C = Leistungsgrad	=	Beurteilungen in der Werteskala 80 - 125, fehlender Eintrag wird mit 100 gewertet
D = Gemessene Zeit	=	Angabe immer in cmin
E = Weg	=	Hier sollte immer die Haupteinflussgröße Weg stehen
F = Zahlen	=	Angabe von Tierzahlen, Eimerzahlen usw.
G = Gewichte	=	z.B. kg/Eimer
H = Länge	=	Weitere Längenangaben neben E, z.B. Breite des Futtertisches
I = Konstante	=	Unterscheidungsmerkmale bei verschiedenen Geräten, zutreffende Art = 1 (Binärvariable)
K =	=	Platz für weitere, im Einzelfall zu definierende Einflussgrößen
L =	=	wie K
M = Arbeitspersonen	=	Anzahl; 1. Spalte weiblich 2. - 3. Spalte männlich
N = Arbeitsmittel	=	weitere Konstanten
O = Arbeitsort	=	Kennzeichnung verschiedener Arbeitsorte, z.B. Bullenstall = 0, Kälberstall = 1 oder Gliederung nach Teilvorgängen, z.B. Rüsten = 0, Trog fegen = 1 usw.
R =	=	wie K
S = Vollzeiterhebung	=	Nenner der Häufigkeit des Auftretens des Arbeits- elementes (Spalte 66-68). Wenn kein Eintrag erfolgt, dann wird die Häufigkeit mit 1.0 gewertet. Zuordnung zu Tätigkeit oder Verlustzeit, dabei galt in dieser Arbeit:

-
- 0 = Tätigkeit
 - 1 = Tätigkeit, es fehlen aber die Einflussfaktoren. Dieser Wert darf deshalb nicht zur Planzeiterstellung herangezogen werden.
 - 2 = Verlustzeit organisatorischer Art
 - 3 = „ persönlicher Art
 - 4 = „ durch Störung

T = Planzeitkode = Einteilung in zwei Dreiergruppen.
Spalte 70 - 72 trug in dieser Untersuchung die Zeichen 2**, sie sollen in einem Datenbanksystem durch Ordnungskriterien ersetzt werden.
Spalte 73 - 75 muss die Nummer des Arbeitselementes tragen, denn danach wird im Programm TEZA der Text zur Tätigkeit gesucht.

U = laufende Nummer = Entweder fortlaufende Nummerierung einer Zeitstudie oder fortlaufende Nummerierung jeder Zeitaufnahme. Letzteres scheint die bessere Ordnung zu ermöglichen.

Anmerkungen zu diesem Formblatt:

Die in der Zeile 2 vorgenommene Schraffur an bestimmten Stellen (Spaltenbereichen) deutet darauf hin, dass in diesen Feldern Eintragungen vorgenommen werden müssen. Die darin festgehaltenen Werte dienen verschiedenen EDV-Auswertungsprogrammen und haben dort fest zugeordnete Funktionen zu erfüllen.

Ist-Analysen bei der Kälberhaltung

Nr.	Betrieb		Bestandsgröße	Aufstellungsart	Tierzahl/ Boxe	Haltungsdauer Tage	Zeitbedarf/ Haltungs- dauer u.Tier AKh	Zeitbedarf/ Tränkezeit u. Tier AK min
	Anzahl der Zeitaufnahmen	Tiere						
2	4		36	V	9	40	2,58	1,93
4	4		33	V	5	30	1,05	1,05
5	2		24	T	15	35	2,45	2,10
6	4		140	V	10	35	2,02	1,73
9	4		60	T	15	60	5,35	2,67
12	4		22	A	-	30	3,67	3,67
14	4		39	T	15	35	1,75	1,50
15	2		20	V	10	100	6,45	1,93
16	4		61	V	10	60	1,78	0,90
20	4		211	T	50	40	1,93	1,45
22	4		10	T	10	42	2,31	1,65
23	4		109	V	5	120	6,07	1,52
-	3,7		63,8	V : T : A 6 : 5 : 1	12,9	52,3	3,11	1,84

* V = Vollspaltenbodenstall

T = Tiefstall

A = Anbindestall

Ist-Analysen in der Bullenmast für die täglichen Arbeiten

Betrieb Nr.	Bestandsgröße Bullen	Stalleinheiten	Aufstallungsart	Tierzahl	Haltungsdauer in Tagen	Tiere/Boxe	Grundf. Vorlage	Kraftfuttermvorlage	Zeitbedarf/Haltungsdauer und Bulle	Zeitbedarf/Fütterungszeit cmin
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	280	1	V	280	325	10	FW Handarb.	Mu-W+Eimer	2,00	18,4
2	72	1	V	72	380	10	FW gez	Eimer	16,83	132,9
4	287	1	V	287	450	9		auf FW, abfräsen	4,77	31,8
5*	159	2	L	94	265	-	FW gez	Eimer	3,20	36,2
6	545	3	T	55	100	8	Handarb.	Eimer	1,03	31,0
7	86	2	V	183	345	10	FW	FW abfräsen	9,04	78,7
8	128	1	V	192	345	10	FR	Eimer	6,20	53,9
9	321	2	V	170	90	10	FW	FW abfräsen	0,79	26,2
10	20	1	AG/V	64	450	1/10	FW	Eimer	6,7	44,9
11*	73	1	V	120	440	10	FW	Mu-W+Eimer	3,75	25,5
12	69	1	V	183	300	10	FW SF	Mu-W+Eimer	11,5	115,4
14	159	1	V	138	120	10	FW SF	Eimer	4,3	107,9
15	93	1	V	20	480	1	Handarb.	Eimer	17,7	110,7
16**	143	1	AG	73	440	1	FR	Eimer	3,13	18,5
17	136	1	L	69	420	1	Handarb.	Eimer	8,8	62,7
18	226	1	V	159	480	10	Handarb.	Eimer	4,9	30,5
19	128	1	V	93	480	10	Kratzb.	Eimer	9,8	61,3
20	224	1	V	143	180	10	FW	Dos.	1,7	28,6
21	129	1	T	136	600	35	FW	Dos.	1,8	9,0
22	46	2	V	226	420	10	FW	Dos.	9,3	66,6
23	138	1	V	128	500	10	FW gez	Eimer	5,8	34,7
		1	V	224	370	14	FW	Mu-W+Eimer	4,5	36,2
		1	V	129	460	10	FW	Mu-W+Eimer	5,2	34,1
		2	V	34	300	1	FW	Eimer	21,4	213,5
		1	A	12	120	6	FW	Eimer	2,5	62,3
		1	T	138	262	1	FR	KF-Wagen	8,2	94,4

* Nur einmal pro Tag gefüttert

** Fressermast auf Gitterrost

*** T E I L Z E I T A N A L Y S E *** FUER DEN RETRIER
 =====

BEISPIEL AUS DER UNTERSUCHUNG -BULLENM/ST- RETRIERSNUMMER 1
 ERSTE - VIERTE MESSUNG MORGENS,ABENDS,MORGENS,ARENDS 15./16.12.1971

KARTENSTAPEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ISUMME	IDFR A.FLF-
ARBEITSORT	0										
INR. I	ART DES	ARBEITSELEMENTES	NACH	SCHLUESSL	(KARTENSPALTE 69)						
IA.FLEI	0=1	(LINKER WERT = SPALTENPROZENTE	-	RECHTER WERT = ZEILENPROZENTE)							
IMENT.I	TAETIGKEIT	VERLUST(O)	STOERZEIT								
4514.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4514.0	I
100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	I

KARTENSTAPEL	2	3	4	5	6	7	8	9	ISUMME	IDFR A.FLF-	
ARBEITSORT	0										
2952.0	0.0	0.0	168.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3120.0	I
94.6	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	I

KARTENSTAPEL	3	4	5	6	7	8	9	ISUMME	IDFR A.FLF-		
ARBEITSORT	0										
5134.0	0.0	77.0	319.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5530.0	I
92.8	0.0	1.4	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	I

KARTENSTAPEL	4	5	6	7	8	9	ISUMME	IDFR A.FLF-			
ARBEITSORT	0										
2837.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2887.0	I
98.3	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	I

PROGRAMM ZUR ERMITTLUNG S T A T I S T I S C H E R K E M N G R O E S S E N (MITTELWERTE NACH REFA 1) ** PFSK **

BEZEICHNUNG DER STICHPROBE STASCH AUF SCHLEPPER STEIGEN UND DIESEN STARTEN 2**044

MESSWERTPROTOKOLL (CHIN)		N = 38	
40.000	35.000	4.000	28.000
56.000	35.000	56.000	32.000
18.000	151.000	97.000	22.000
30.000	10.000	15.000	20.000
		25.000	17.000
		44.000	16.000
		35.000	17.000
		20.000	30.000
		30.000	152.000
		65.000	17.000
		20.000	17.000
		38.000	18.000
		40.000	33.000

KENNGROSSEN DER STICHPROBE

ARITHM. MITTELWERT	VARIANZ	STAND. ABW.	GROSSTWERT	KLEINSTWERT	SPANNWEITE	VAR-KOEFFIZIENT
36.216	1049.031	32.389	152.000	4.000	148.000	89.186

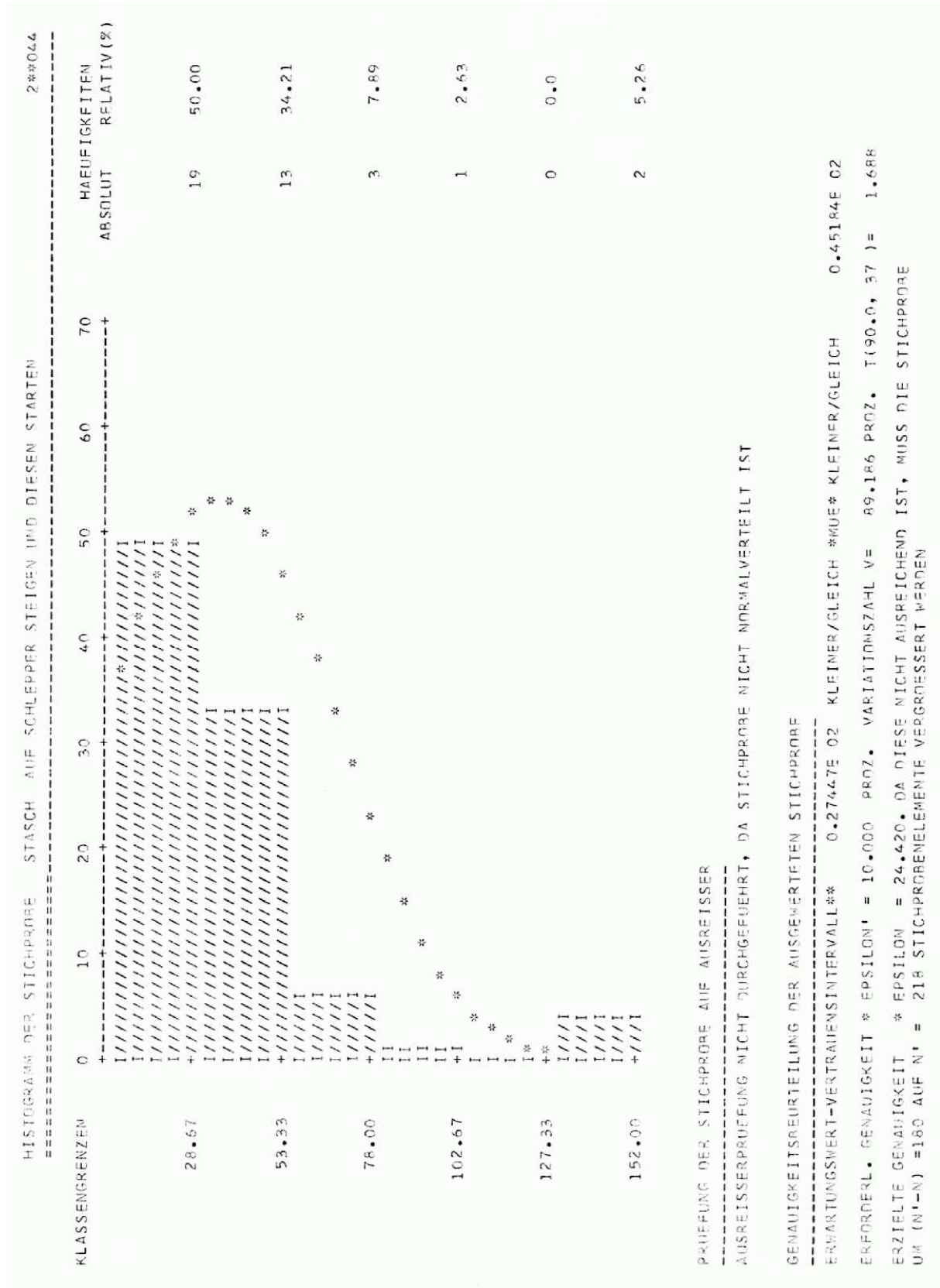
PRUEFUNG DER STICHPROBE AUF NORMALVERTEILUNG

ANZAHL	MITTELWERT	STAND. ABW.	SCHIEFE	EXZESS	ST3	ST4	ARWEICHUNG
38	36.3158	32.3887	2.560	9.330	6.964	9.905	STARK SIGNIFIKANT

HAEUFIGKEITSANALYSE UND BERECHNUNG DES DICHTEMITTELS

KLASSE	UNTERE GRENZE	MITTE	OBERE GRENZE	ARS. HAEUFIGKEIT	REL. HAEUFIGKEIT
1	4.00	16.33	28.67	19	50.00
2	28.67	41.00	53.33	13	34.21
3	53.33	65.67	78.00	3	7.89
4	78.00	90.33	102.67	1	2.63
5	102.67	115.00	127.33	0	0.0
6	127.33	139.67	152.00	2	5.26

DICHTE-MITTEL = 16.33333 MEDIAN = 28.66666



AUSWERTUNG ALS LOGNORMALVERTEILUNG (ITRANS = 1)
 =====

2***044

BEZEICHNUNG DER STICHPROBE STASCH AUF SCHLEPPER STEIGEN UND DIESEN STARTEN

MESSWERTPROTOKOLL, MESSDATEN LOGARITHMIERT (GMIN)		N = 38	
1.60206	1.54407	0.60206	1.44716
1.74819	1.54407	1.39794	1.23045
1.25527	2.17898	1.74819	1.20412
1.47712	1.00000	1.98677	1.44716
		1.34242	1.20412
		1.54407	1.47712
		1.30103	2.18184
		1.47712	1.60206
		1.81291	1.23045
		1.30103	1.23045
		1.57978	1.25527
		1.60206	1.51851

KENNGROSSEN DER STICHPROBE, ALLE KENNGROSSEN SIND ENTLOGARITHMIERT

GEDWETR. MITTELWERT	VARIANZ	STKEUFAKTOR	GROESSTWERT	KLEINSTWERT	SPANNWEITE	VAR-KOEFFIZIENT
28.249	1.228	1.990	152.000	4.000	38.000	20.596

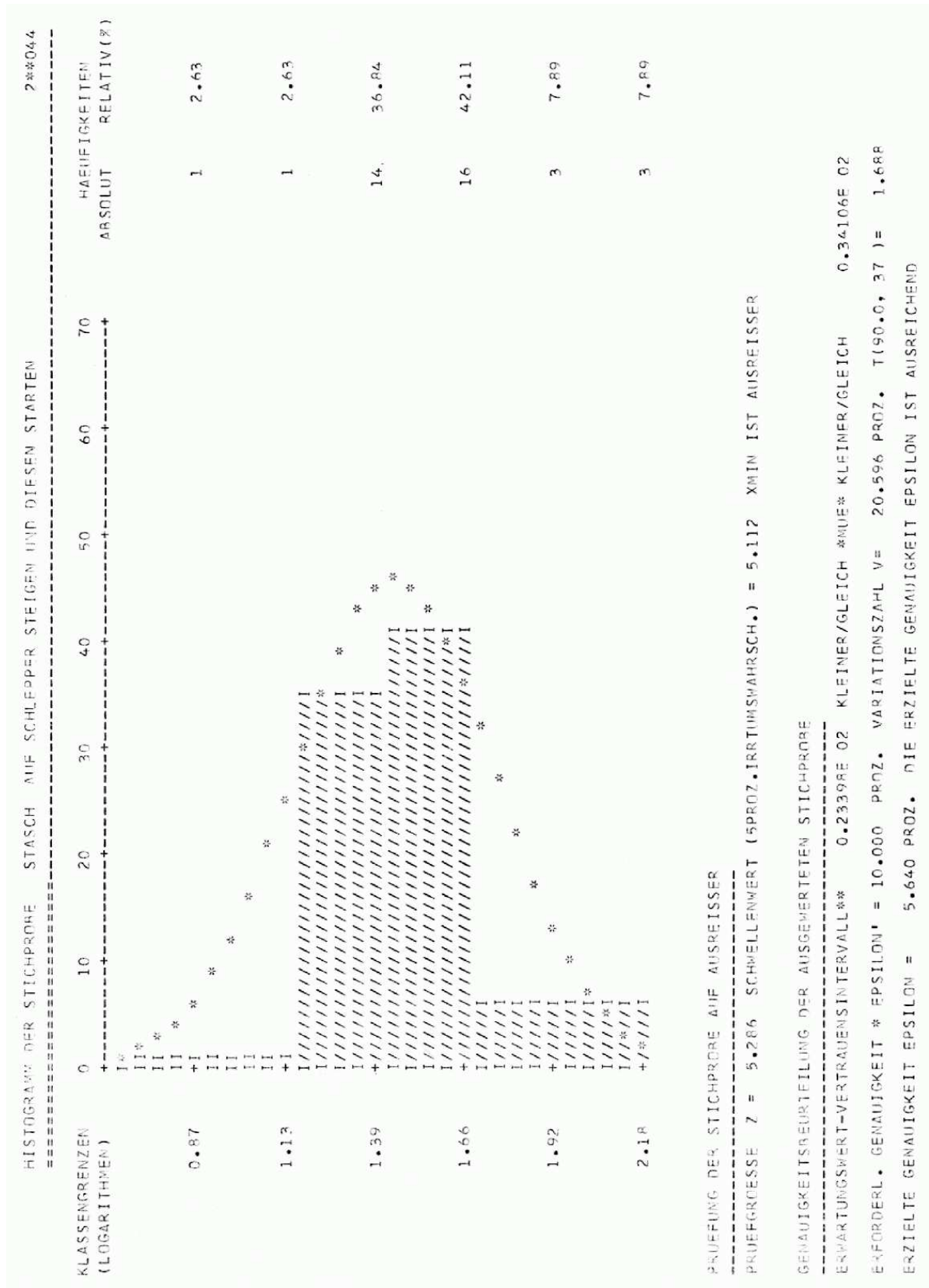
PRUEFUNG DER STICHPROBE AUF NORMALVERTEILUNG

ANZAHL	MITTELWERT	STAND. ABW.	SCHIEFE	EXZESS	ST3	ST4	ARWEICHUNG
38	1.4510	0.2989	0.226	4.430	0.616	2.420	NICHT SIGNIFIKANT

HAEUFIGKEITSANALYSE UND BERECHNUNG DES DICHTEMITTELS

KLASSE	UNTERE GRENZE		MITTE		OBERE GRENZE	ABS. HAEUFIGKEIT	REL. HAEUFIGKEIT
	1	2	3	4			
1	0.60206	0.73371	0.86536	1.00000	1.12865	1	2.63
2	0.86536	0.99701	1.12865	1.39195	1.65525	1	2.63
3	1.12865	1.26030	1.39195	1.52360	1.78690	14	36.84
4	1.39195	1.52360	1.65525	1.78690	2.05019	16	42.11
5	1.65525	1.78690	2.05019			3	7.89
6	1.91854					3	7.89

DICHTE-MITTEL = 1.42706
 ALOG-DICHTMIT = 26.73357
 MEDIAN = 1.44132
 ALOG-MEDIAN = 27.62599



Generelle Werte

GGZ	0,10	Gewichtszuschlag pro 1 kg
GNV	0,35	Nachgreifen Δ Verharren Δ Überlegen
GKK	0,65	Kraft- Klein Δ AP2
GKG	1,00	Anwendung Groß Δ AP1
GTE	0,45	Enge Passung Δ D2 E
GTF	1,40	Feste Passung Δ D3 E
GDK	0,25	Kleiner Winkel $\leq 90^\circ$
GDG	0,45	Großer Winkel $> 90^\circ$
GDT	1,00	pro Turnus
GRS	0,35	Rotieren- Start und Stop
GRU	0,85	Kurbel pro Umdrehung
GBV	0,25	Verschieben pro 10cm
GBP	0,45	Blickfunktion Prüfen (selbst.Bewegung)

Körperbewegungen

GFV	0,55	Fußversetzung (Fuß- oder kl. Beinbewegung)
KVS	1,0	Verlagern Schritt, Seitenschritt, Körperdrehg.
KVB	3,65	Beugen, Bücken, Knien, Aufrichten
KSN	6,50	Normaler Sitz
KSS	14,75	Sitz - Stehplatz

Lesen

LWS	0,30	pro Wort im Satzgefüge
LZB	0,45	Ziffern, Zeichen, Buchstaben, (bis zu 3) Einzelw.

Schreiben

SKH	0,90	Kleine Handschrift
SKD	1,20	Buchst. Druckschrift
SGB	1,45	Gr. Buchst., Hand-Druckschr.
SZZ	1,20	Zeichen, Ziff., Interpunkt.



Auernhammer 7.9.72

MTM - Standard - Daten	16,66 TMU = 1 cmin = 0,6 s
Basiswerte in cmin	1 Std=6000 cmin = 100 000 TMU

Aufnehmen

Ent- fernung In cm	Kontakt		Leicht		Mittel		Schwierig		Handvoll	
	AKE	AKZ	ALE	ALZ	1Hand AME	2Hände AMZ	1Hand ASE	2Hände ASZ	1Hand AHG	2Hände AHV
02	0,10	0,35	0,45	0,65	0,80	0,80	0,80	1,65	1,00	2,0
05	0,25	0,50	0,60	0,80	1,05	1,05	1,05	1,90	1,10	2,15
15	0,55	0,75	0,85	1,05	1,30	1,30	1,30	2,15	1,35	2,40
30	0,80	1,00	1,10	1,30	1,55	1,55	1,55	2,35	1,60	2,65
45	1,05	1,25	1,35	1,55	1,75	1,75	1,75	2,60	1,85	2,90
60	1,30	1,50	1,60	1,80	2,00	2,00	2,00	2,85	2,10	3,15
75	1,55	1,80	1,85	2,05	2,25	2,25	2,25	3,10	2,35	3,40

Plazieren

Ent- fernung In cm	Andere Hand PAE	ung.Lage		Lose		Eng	
		PUE	PUZ	1 Punkt PLE	2 Punkt PLZ	1 Punkt PEE	2 Punkt PEZ
02	0,25	0,10	0,10	0,45	0,80	1,10	2,05
05	0,40	0,30	0,30	0,65	1,00	1,30	2,25
15	0,65	0,55	0,55	0,95	1,30	1,60	2,55
30	0,90	0,80	0,80	1,25	1,60	1,90	2,85
45	1,15	1,05	1,05	1,55	1,90	2,20	3,15
60	1,35	1,25	1,25	1,85	2,20	2,50	3,45
75	1,55	1,45	1,45	2,15	2,50	2,80	3,75

Beachte: Zuschläge für Symmetrie, Handhabung, Gewichte u. Blickver.

REGRESSIONSANALYSE

PROBLEM : FEGFUT FUTTERTISCH FEGEN 2**105

UNEINGESCHRAENKTE HYPOTHESE		ABHAENIGIGE VARIABLE		UNABHAENIGIGE VARIABLEN		ZEIT		**KORR**		
1		1		2		3				
VARIABLE	MITTEL WERT	REGR. KOEFF.	90.0%-VERTR. BER. DES REG.-KOEFF. UNTEN	OBEN	ST. ABW. REGR. KOEFF.	T-WERT	FREI-HEITSGRADE	IRRTUMS-WAHRSCH. (2-SEIT.)	PART. KORR.	MULT. KORR. MIT Y
2 LAENGE	30.642	6.4437	5.537	7.351	0.547	11.783	120	0.0	0.732	0.315
3 BREITE	1.507	98.1993	68.933	127.466	17.644	5.565	120	0.0	0.453	0.315
0 CONST.		-81.3067	-131.365	-31.249	30.810	-2.694	120	0.008		0.519

*MULT. KORR. IST DIE MULTIPLE KORRELATION ZWISCHEN DER BETR. VARIABLEN UND ALLEN ANDEREN UNABHAENIGEN VARIABLEN.

ZAHL DER BEOBACHTUNGEN 123
 TOTALE QUADRATSUMME 17466905.47949 123 F.G.
 FEHLERQUADRATSUMME 3007238.96320 120 F.G.
 MITTLERER QUADRATISCHER FEHLER 25060.32469

MITTELMERT DER ABHAENIGEN VARIABLEN 264.1618
 STANDARDABW. DES MITTELMERTES 24.3314
 MULTIPLE KORRELATION 0.8133
 BESTIMMTHEITSMASS -B- 0.6615
 F(2, 120) = 117,248, IRRT.-W. = 0.0

TEST DER RESIDUEN AUF NORMALVERTEILUNG
 BEOBACHTUNGEN 123 MITTELMERT 0.0 STANDARDABW. 157.002
 SCHIEFE 1.881 EXZESS 8.659
 ST3 8.726 ST4 13.727
 ABWEICHUNG STARK SIGNIFIKANT
 KONTROLLSUMME = QS.FEHLER + DIFFERENZ 3007239.96527

REGRESSIONSANALYSE
=====

PROBLEM : FEGFUT FUTTERTISCH FEGEN 2**105

UNEINGESCHRAENKTE HYPOTHESE
ABHAENIGIGE VARIABLE 1 ZEIT **KORR***TRANS*
UNABHAENIGIGE VARIABLEN 2 3

VARIABLE	MITTEL WERT	REGR. KOEFF.	90:0%-VERTR. BER. DES REGR.-KOEFF. UNTEN	OBEN	ST. ABW. REGR. KOEFF.	T-WERT BEOB-ACHTET	FREI-HEITSGRADE	IRRUMS-WAHRSCH. (2-SEIT.)	PART. KORR.	MULT. KORR. MIT Y
2 LAENGE	30.642	0.0088	0.007	0.010	0.001	9.708	120	0.0	0.663	0.315
3 BREITE	1.507	0.1449	0.097	0.193	0.029	4.973	120	0.0	0.413	0.315
0 CONST.		1.7480	1.665	1.931	0.050	35.072	120	0.0		0.501

'MULT. KORR.' IST DIE MULTIPLE KORRELATION ZWISCHEN DER BETR. VARIABLEN UND ALLEN ANDEREN UNABHAENIGIGEN VARIABLEN.

ZAHL DER BEOBACHTUNGEN 123
 TOTALE QUADRATSUMME 634.00260 123 F.G.
 FEHLERQUADRATSUMME 8.20186 120 F.G.
 MITTLERER QUADRATISCHER FEHLER 0.06835

MITTELMERT DER ABHAENIGIGEN VARIABLEN 2.2351
 STANDARDABW. DES MITTELMERTES 0.0361
 MULTIPLE KORRELATION 0.7618
 BESTIMMTHEITSMASS -B- 0.5803
 F(2, 120) = 82.958, · IRRT.-W. = 0.0

TEST DER RESIDUEN AUF NORMALVERTEILUNG

BEOBACHTUNGEN	MITTELMERT	STANDARDABW.	SCHIEFE	EXZESS	ST3	ST4	ABWEICHUNG	NICHT SIGNIFIKANT
123	0.0	0.259	0.145	2.546	0.672	-0.975		

KONTRLLSUMME = QS.FEHLER + DIFFERENZ 3007248.16718

MODELLANALYSE NACH DEN AM MODELL BETEILIGTEN PLANZEITEN

KODE DER PLANZEIT	GAZ			ANTEIL AM GAZ %	SUMMEN-PROZENT-ANTEILE
	UNTEN	MITTEL	OBEN		
OEFTOR	15.018	39.539	104.097	4.15	4.15
SCHTOR	15.237	32.496	69.305	3.41	7.56
BETSCH	43.340	46.660	49.980	4.89	12.45
GEHEOB	-3.980	11.200	26.380	1.17	13.62
OEFTOR	8.612	22.672	59.691	2.38	16.00
SCHTOR	9.718	20.725	44.201	2.17	18.18
HOLGAB	6.914	20.268	33.622	2.13	20.30
SAETRO	33.012	95.060	273.731	9.97	30.27
GEHEOB	-6.780	8.400	23.580	0.88	31.15
SCHWAF	7.239	18.846	39.205	1.77	32.92
RUEFLS	24.000	60.000	96.000	6.29	39.21
LOSMAS	22.500	36.000	49.500	3.78	42.99
LADHAM	66.139	135.425	277.290	14.20	57.20
SCHWAF	9.163	21.324	49.627	2.24	59.43
NVEFUT	24.648	68.944	192.852	7.23	66.66
SCHWAF	8.630	20.085	46.743	2.11	68.77
GEHEOB	-6.780	8.400	23.580	0.88	69.65
GEHEOB	-3.980	11.200	26.380	1.17	70.83
FUEKF 1	16.773	32.095	61.413	3.37	74.19
ZUTRE	-11.828	26.181	64.189	2.75	76.94
FUEKF 2	50.042	75.823	114.883	7.95	84.89
GEHEOB	6.963	22.143	37.323	2.32	87.21
HOLGAB	6.914	20.268	33.622	2.13	89.34
FEFUT	36.325	97.780	263.205	10.26	99.60
GEHEOB	-11.380	3.850	19.030	0.40	100.00
DER ZEITBEDARF (S = 90 %) LIEGT INNERHALB DES BEFIEHES (AHH)	366.508	953.382	2019.427	38.44 < 100	211.82 %
	4.46	11.60	24.57		

KODE DER PLANZEITEN	ZEITBEDARF		SUMMEN-%
	ZEITBEDARF	%-ANTEIL	
OEFTOR	62.2	6.53	6.53
SCHTOR	53.2	5.58	12.11
BETSCH	46.7	4.89	17.00
GEHEOB	65.2	6.84	23.84
HOLGAB	40.6	4.25	28.09
SAETRO	95.1	9.97	38.06
SCHWAF	58.3	6.11	44.17
RUEFLS	60.0	6.29	50.47
LOSMAS	36.0	3.78	54.24
LADHAM	135.4	14.20	68.45
NVEFUT	69.0	7.23	75.68
FUEKF 1	32.1	3.37	79.04
ZUTRE	28.2	2.75	81.79
FUEKF 2	75.8	7.95	89.74
FEFUT	97.8	10.26	100.00

L I S L

ARBEITSVERFAHREN T 1/1/3/2/1 (VOLLSPALTENBODENSTALL, FW + KF-MULDENWAGEN)

L I S L

TEILVORGANG-NR.	HAEFUFIGKEIT	TEILVORGANG-NR.	HAEFUFIGKEIT
1	1.000	2	1.000
21	1.000	22	1.000
62	1.000	71	1.000
81	1.000	91	0.167

RECHENABLAUF MIT DEN DATEN DER EBENE 3 BULLENMAST UND DEN VORGEgebenEN AENDERUNGEN

1 AUFSTALLUNGSART	2.000 REIHEN	2 BESTANDSGROSSE	120.000 TIERE
3 STALLTUERBREITE	0.800 METER	4 STALLTORBREITE	2.000 METER
5 FRESSPLATZBREITE	0.550 METER	6 FUTTERTISCHBREITE	1.250 METER
11 FR-SCHAUFELGEWICHT	180.000 KILOGR.	12 FW-FASSUNGSVERMOEGEN	1000.000 KILOGR.
13 MULDENW.-FASSUNGSV.	150.000 KILOGR.	14 KRAFTFUT.-EIMERGEW.	4.000 KILOGR.
21 TUERE-TROGANFANG	4.000 METER	22 TROGANFANG-GERAEETEPLATZ	3.000 METER
23 TROGLAENGE	66.000 METER	24 WEG ZUM SCHLEPPER	25.000 METER
25 SILO-WENDEPLATZ	8.000 METER	26 WENDEPLATZ-TROGANFANG	9.000 METER
27 WEG VOM SCHLEPPER	25.000 METER	28 FW-PLATZ - TROGANFANG	6.000 METER
29 MU. WAGEN-SILOAUSLAUF	4.000 METER	31 ZUM FW.-STANDPLATZ	5.000 METER
32 VOM FW.-STANDPLATZ	5.000 METER	33 ZUM MULDENWAGEN	3.000 METER
34 KF.SILO-TROGANFANG	5.000 METER	35 TROGANFANG-MUWAGPLATZ	3.000 METER
36 TROGANFANG-STALLTOR	2.500 METER	37 VOM MULDENWAGEN	3.000 METER
38 STALLBREITE	11.000 METER	51 TIERE/BOXE	10.000 TIERE
52 GRUNDFUTTER/TIER & TAG	16.000 KILOGR.	56 KRAFTFUTTER/TIER & TAG	1.5000KILOGR.

MODELLE UND PLANZEITEN ZEITFUNKTIONEN HFK (CMIN)

ARBEITSTEILVORGANG	RUESTARBEITEN IN GESCHLOSSENEN STALLANLAGEN	ZEITFUNKTIONEN	HFK (CMIN)
TUERE ODER TOR OEFFNEN	1.2 +	0.1 *	2.000
TUERE ODER TOR SCHLIESSEN	1.1 +	0.2 *	2.000
SCHALTER BETAETIGEN	23.3		2.000
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG	0.0 +	1.4 *	2.000
TUERE ODER TOR OEFFNEN	1.2 +	0.1 *	1.000
TUERE ODER TOR SCHLIESSEN	1.1 +	0.2 *	1.000
ZEITBEDARF FUER RUESTARBEITEN			186.6

<u>ARBEITSTEILVORGANG TROG FEGEN (ABFALL WIRD NICHT GESONDERT ABGEFAHREN)</u>						
BESEN ODER GABEL HOLEN	6.9 +	2.1 *	3.00		2.000	26.7
FUTTERTROG SAEBERN	2.0 +	0.0 *	66.00		1.000	166.0
ZEITBEDARF FUER FUTTERTROG FEGEN						192.7
<u>ARBEITSTEILVORGANG MIT FRONTLADER AUS FLACHSILO FW MIT MAISSILAGE BEFUELLEN (1 FW-FUELL., 6 FR-SCHAUFELN)</u>						
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG	0.0 +	1.4 *	25.00		2.000	70.0
AUF DEN SCHLEPPER AUFSTEIGEN UND DIESEN STARTEN	29.2				1.000	29.2
MIT LEERER FRONTLADERSCHAUFEL IN MAISSILAGE EINSTECHEN	20.6 +	0.9 *	8.00		6.000	169.0
MAISSILAGE LOSREISSEN UND ZURUECKFAHREN	20.3 +	0.0 *	8.00 +	0.0 *	180.0	121.9
MIT FRONTLADER VORFAHREN UND AN ABKIPPSTELLE ANPASSEN	0.0 +	1.6 *	9.00		6.000	87.1
FRONTLADER ABKIPPEN UND ZURUECKFAHREN	0.0 +	1.6 *	9.00		6.000	84.0
SCHLEPPER ABSTELLEN UND ABSTEIGEN	28.3				1.000	28.3
ZEITBEDARF FUER GESAMTBEFUELLVORGANG DES FUEFTERUNGSWAGENS						589.5
<u>ARBEITSTEILVORGANG MIT FUTTERWAGEN MAISSILAGE VERTEILEN</u>						
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG	0.0 +	1.4 *	5.00		1.000	7.0
MIT FUTTERWAGEN MAISSILAGE VERTEILEN	12.6 +	4.7 *	66.00		1.000	321.7
MIT FUTTERWAGEN FAHREN	17.3 +	3.3 *	12.00		1.000	57.3
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG	0.0 +	1.4 *	5.00		1.000	7.0
ZEITBEDARF FUER MAISSILAGE VERTEILEN						393.0
<u>ARBEITSTEILVORGANG KRAFTFUTTER IN MULDENWAGEN FUELLEN UND DAR AUS MIT EIMER ZUTEILEN</u>						
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG	0.0 +	1.4 *	3.00		2.000	8.4
KRAFTFUTTERWAGEN AN AUSLAUF SCHIEBEN	0.0 +	5.4 *	4.00		1.000	21.4
KRAFTFUTTERWAGEN AUS SILOAUSLAUF MIT KRAFTFUTTER FUELLEN	46.6 +	0.6 *	90.00		1.000	102.9
KRAFTFUTTERWAGEN SCHIEBEN	1.2 +	0.0 *	10.50		1.000	22.1
KRAFTFUTTER MIT EIMER SCHOEPPFEN?TRAGEN UND VERTEILEN	12.0 +	19.6 *	8.00 +	0.5 *	5.50	343.3
KRAFTFUTTERWAGEN SCHIEBEN	1.2 +	0.0 *	11.0		2.000	44.8
KRAFTFUTTER MIT EIMER SCHOEPPFEN?TRAGEN UND VERTEILEN	12.0 +	19.6 *	8.00 +	0.5 *	5.50	171.6
KRAFTFUTTERWAGEN SCHIEBEN	1.2 +	0.0 *	30.50		1.000	40.1
ZEITBEDARF FUER KRAFTFUTTERVERTEILUNG MIT MULDENWAGEN UND EIMER						

<u>ARBEITSTEILVORGANG</u>	<u>FUTTERTISCH FEGEN</u>									
BESEN ODER GABEL HOLEN		6.9 +	2.1 *	3.00					2.000	26.7
FUTTERTISCH FEGEN		1.7 +	0.0 *	33.00 +	0.1 *	1.25			1.000	168.4
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG		0.0 +	1.4 *	33.00					1.000	46.2
ZEITBEDARF FUER FUTTERTISCH FEGEN										241.3
<u>ARBEITSTEILVORGANG</u>	<u>TIERBESTAND KONTROLLIEREN</u>									
KONTROLLGANG (EINMAL/FRESSZEIT)		70.6 +	1.2 *	16.50					1.000	90.1
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG		0.0 +	1.4 *	16.50					1.000	23.1
ZEITBEDARF FUER TIERBESTAND KONTROLLIEREN										113.2
<u>ARBEITSTEILVORGANG</u>	<u>KOT VON TREIBGANG IN BOXEN SCHAUFELN</u>									
BESEN ODER GABEL HOLEN		6.9 +	2.1 *	3.00					0.333	4.5
KOT VON TREIBGANG IN BOXEN SCHAUFELN		98.9 +	1.1 *	3.00 +	5.0 *	66.00			0.167	72.1
GEHEN OHNE SONDERLICHE BELASTUNG		0.0 +	1.4 *	16.50					0.167	3.9
ZEITBEDARF FUER TREIBGANG SAEUBERN										80.4
ZEITBEDARF FUER DIE HALTUNGSDAUER VON	365.0 TAGEN BEI	120.0 BULLEN						2.59 AKH/BULLE		