

# **FORSCHUNGSBERICHT AGRARTECHNIK**

des Arbeitskreises Forschung und Lehre  
der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG)

**182**

**Hermann Auernhammer**

**Stallsysteme für die Milchviehhaltung im Vergleich**

**-Methode und Ergebnisse -**

Habilitation

Weihenstephan 1990

Stallsysteme für die Milchviehhaltung im Vergleich -

Methode und Ergebnisse

Habilitationsschrift

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
habilitierten Doktors der Landwirtschaft (Dr. agr. habil.)

für das Fachgebiet Landtechnik

vorgelegt bei der

Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
der TU-München in Weihenstephan

von

Dr. Hermann Auernhammer

Institut für Landtechnik

Weihenstephan

1989

Tag der Einreichung:

28.6.1989

Tag des akademischen Vortrages:

23.2.1990

Sachverständigenrat:

Vorsitzender: Prof. Dr. H. Steinhauser

1. Berichterstatter: Prof. Dr. M. Estler

2. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Berg

3. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Schön

(C) 1990 Landtechnik Weihenstephan

Nachdruck, auch auszugsweise, Wiedergabe, Vervielfältigungen und Übersetzung  
nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan.

Selbstverlag im Eigenvertrieb:

Institut für Landtechnik

Vöttinger Str. 36

8050 Freising-Weihenstephan

ISSN-Nr. 0931-6264

## Vorwort

Die Anfertigung einer Habilitationsschrift ist eine langwierige Aufgabe, wenn sie begleitend zum Alltagsbetrieb eines Institutes ablaufen muß. Neben sicher angebrachten Zweifeln über den Sinn und die Notwendigkeit eröffnet sie jedoch die Chance, ein Gebiet umfassender als sonst üblich, zu bearbeiten. Dies war der Grundgedanke der vorliegenden Untersuchung. Sie sollte die langjährigen Arbeiten im Sonderforschungsbereich 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" in einer vergleichenden Beurteilung weiterführen. Daß dies gelungen ist, verdanke ich vielfältiger Unterstützung und Hilfestellung.

Allen voran möchte ich meinen Kollegen an der Landtechnik Weihestephan für das mitunter nicht einfache Ringen um die technisch richtige und zugleich praxisorientierte Lösung offener Fragestellungen und erforderlicher Maßnahmen danken. Die Herren Prof. Dr. Estler, Dr. Boxberger, Dr. Englert, Dr. Pirkelmann, Dr. Rittel, Dr. Wendl und Dr. Zeisig waren jederzeit ansprechbare Partner und immer gerne bereit, ihr Fachwissen einzubringen.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinen Mitarbeitern, Herrn Hemmen und Herrn Lüth bedanken. Nur durch ihre unermüdliche und oft bewundernswerte Energie gelang die letztlich doch sehr kurzfristige Durchführung der sehr umfangreichen Kalkulationen und Darstellungen. Daß diese in traditionell landtechnischer Art mit dem neuen CAD-System zeitgerecht fertig wurden, ist das Verdienst von Frl. Schweikart. Auch ihr an dieser Stelle ein herzliches "Dankeschön".

"Danke" sage ich auch meiner Familie. Sie wurde in dieser Zeit weit mehr als zumutbar vernachlässigt und hat nunmehr ein Recht auf einen ihr zustehenden Ausgleich.

Trotz allem aber schmerzt es, daß meinem verehrten Lehrer und wissenschaftlichen Erzieher, Herrn Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner nur noch ein kurzer Blick vor seiner schweren Krankheit in die fast fertige Arbeit gegönnt war. Er verdient vor allen den meisten Dank. Ihm und seiner Familie wünsche ich einen unerschütterlichen Glauben an die Hoffnung in dieser schweren Zeit.

Weihestephan im Juni 1989

Dr. Hermann Auernhammer

Herrn Prof. Dr. Heinz-Lothar Wenner  
† 18.7.1989

## Inhalt

1. Einleitung	1
1.1 Hinführung	1
1.2 Problemanalyse	2
1.3 Zielsetzung	5
<u>2. Material und Methoden</u>	7
2.1 Planungsalternativen	7
2.1.1 Anbindeställe	9
2.1.2 Laufställe	11
2.2 Datendefinition und Datendokumentation	13
2.2.1 Datendefinition	14
2.2.2 Datentypen	16
2.2.3 Datendokumentation	17
2.3 Modellkalkulation	21
2.3.1 Landwirtschaftliches Informations-System Landtechnik (LISL)	21
2.3.2 Dokumentbearbeitungsprogramm DOKLIS	23
2.3.3 Kalkulationsprogramm KALDOK	23
2.3.4 Datenbankinstallationen und Subdatenbanken	24
2.3.4.1 Arbeitszeitbedarf in der Innenwirtschaft (KALINN)	25
2.3.4.2 Landwirtschaftliches Bauwesen (KALBAU)	26
2.3.4.3 Außenwirtschaft (KAL AUS)	27
2.3.4.4 Investitionsbedarf für Biogasanlagen (KALBIO)	28
2.3.4.5 Elektroenergiebedarf (KALKWH)	28
2.3.4.6 Maschinenkostenrechnung (KALKAP und KALKOS)	29
2.4 Funktionen höher aggregierter Abschnitte und Einflußgrößengewichtung	29
<u>3. Rahmenbedingungen für den Systemvergleich</u>	33
3.1 Abgrenzung der Haltungssysteme	33
3.2 Haltungsform	35
3.3 Herdengröße und Herdenzusammensetzung	35
3.4 Gebäude und bauliche Anlagen	37
3.4.1 Raumprogramm	38
3.4.2 Funktionsprogramm	40
3.4.3 Definition der ausgewählten Gebäude und baulichen Anlagen	41
3.5 Arbeitsmittel (Maschinen und Geräte)	42

3.6	Zusammenfassung aller Varianten	43
3.7	Bedarfswerte und Kosten	43
3.7.1	Investitionsbedarf	43
3.7.2	Arbeitszeitbedarf	45
3.7.3	Elektroenergiebedarf	45
3.7.4	Jahreskosten	46
<u>4.</u>	<u>Kalkulation der Bedarfs- und Kostenwerte</u>	<u>47</u>
4.1	Investitionsbedarf	47
4.1.1	Gesamte Stallsysteme	48
4.1.2	Gebäude und bauliche Anlagen	52
4.1.2.1	Stallhüllen	52
4.1.2.2	Bauliche Anlagen	54
4.1.2.2.1	Futterlager	55
4.1.2.2.2	Güllelager	58
4.1.3	Technik und Innenausstattung	60
4.1.3.1	Technik	60
4.1.3.2	Inneneinrichtung	63
4.1.4	Arbeit und Materialien	66
4.1.4.1	Arbeit	66
4.1.4.2	Materialien	67
4.2	Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung	70
4.2.1	Analyse nach Arbeitsvorgängen	74
4.2.1.1	Vor- und Nacharbeiten	74
4.2.1.2	Füttern	75
4.2.1.3	Melken	79
4.2.1.4	Entmisten	81
4.2.1.5	Kälbersversorgung	83
4.2.1.6	Sonderarbeiten	84
4.2.2	Belastungsprofile nach der Energieum- satzmethode	85
4.2.2.1	Anbindeställe	87
4.2.2.2	Zweimal 1-reihige Liegeboxenställe	88
4.2.2.3	Zweireihige Liegeboxenställe	89
4.2.2.4	Dreireihige Liegeboxenställe	90
4.2.3	Belastungsprofile nach BAL	91
4.3	Elektroenergiebedarf	95
4.3.1	Beleuchtung	98

4.3.2	Lüftung	99
4.3.3	Fütterung	99
4.3.4	Milchentzug	99
4.4	Jahreskosten	101
4.4.1	Gesamtkosten	101
4.4.1.1	Investitionskosten	103
4.4.1.2	Arbeitskosten	106
4.4.1.3	Energiekosten	106
<u>5. Diskussion und Einordnung der Ergebnisse</u>		109
5.1	Investitionsbedarf	112
5.1.1	Abhängigkeiten zum Stallsystem	112
5.1.2	Abhängigkeiten zum Tier	114
5.1.3	Abhängigkeiten zum Umtrieb	117
5.1.4	Abhängigkeiten zum Erstellungsbedarf	117
5.1.4.1	Verkleinerung der Gebäude	118
5.1.4.2	Einfacher bauen	120
5.1.4.3	Gebäudefunktion durch Technik ersetzen	121
5.1.4.4	Eigenleistungen bei der Erstellung	122
5.1.4.4.1	Eigene Arbeitszeit	125
5.1.4.4.2	Überbetrieblicher Arbeitseinsatz	129
5.1.4.4.3	Material	131
5.2	Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung	132
5.2.1	Arbeitskapazität	132
5.2.2	Arbeitsbelastung und Stallsystem	135
5.2.2.1	Arbeiten unterhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze	136
5.2.2.2	Arbeiten oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze	137
5.2.3	Möglichkeiten zur Senkung der Arbeitsbelastung	138
5.2.3.1	Weidegang	139
5.2.3.2	Blockschneiderersatz durch Futtermischwagen	141
5.2.3.3	Futtermischwagen und Ganzjahressilage	142
5.2.3.4	Änderungen bei Entmistung und Einstreu	144
5.2.3.5	Arbeitsentlastung bei der Kälberhaltung	145
5.2.3.6	Arbeitsentlastung bei der Sonderarbeiten	145
5.2.4	Möglichkeiten zur Anhebung der Arbeitsqualität	146
5.2.4.1	Verbesserung der Futterdosierung	146
5.2.4.2	Elektronikeinsatz zur Erfassung tier- individueller Parameter	147

5.2.5	Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsorganisation	148
5.3	Elektroenergiebedarf	149
5.3.1	Trauf-First-Lüftung im Anbindestall	150
5.3.2	Verbesserte Vakuumbereitstellung	150
5.3.3	Angepaßte Elektronik in der Prozeßtechnik	151
5.4	Jahreskosten	151
5.4.1	Analysierte Stallsysteme	152
5.4.2	Verringerte Investitionen	153
5.4.3	Alternativer Technikeinsatz zur Verringerung der Arbeitsbelastung	155
5.4.4	Zunehmende Energiepreise	158
5.4.5	Einordnung der Kostenreduzierungsmöglichkeiten	159
5.5	Einflußgrößengewichte	159
5.5.1	Funktionale Einordnung	160
5.5.2	Relative Einordnung	163
<u>6.</u>	<u>Weiterführende Forschungsansätze</u>	165
6.1	Daten und Methoden	165
6.1.1	Verfügbarkeit	165
6.1.2	Anwendungsorientierte Anforderungen	167
6.2	Verfahrenstechnische Weiterentwicklungen	169
6.3	Verbessertes Management	171
<u>7.</u>	<u>Zusammenfassung</u>	173
<u>8.</u>	<u>Literatur</u>	177
<u>9.</u>	<u>Anhang</u>	185

Abbildungsverzeichnis

Nr.		Seite
1	Absolute und relative Anteile der Betriebe mit Viehhaltung nach Tierarten in der BR-Deutschland 1987 /42/	2
2	Relative Anteile der Kühe in den Ländern der EG (12) und mittlere Kuhzahl je Betrieb und Land	3
3	Haltungsvarianten für Milchvieh	8
4	Grundstandards bei der Milchviehhaltung in Anbindeställen	10
5	Grundrißbeispiele für Laufställe mit trogangrenzender Liegeboxenanordnung (Sperrboxenstall links und Freßliegeboxenstall rechts)	11
6	Technische Alternativen in den verschiedenen Funktionsbereichen der Laufställe	12
7	Grundstandards für Liegeboxenställe	12
8	Beispiele für die Abschnittsgliederung des Faktors "Arbeitszeitbedarf bzw. Arbeitszeitaufwand" in der Innen- und Außenwirtschaft	15
9	Landwirtschaftliches Informations-System Landtechnik (LISL)	22
10	Hierarchie der Dokumente im System LISL	22
11	Einflußgrößengewichtungsanalyse für die Färsenhaltung (nach WENDL, BAUR und AUERNHAMMER 1981 /92/)	31
12	Stallsysteme nach Herdenzuordnung im Größenvergleich	44
13	Gliederung des Investitionsbedarfes für landwirtschaftliche Betriebsgebäude im System KALBAU	47
14	Flächenbedarf der untersuchten Stallsysteme in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	48
15	Raumbedarf der untersuchten Stallsysteme in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	49
16	Gesamter Investitionsbedarf für die untersuchten Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit zur Bestandesgröße	50
17	Relative Anteile des Investitionsbedarfes für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	51
18	Investitionsbedarf für Gebäude und bauliche Anlagen der Stallsysteme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	52
19	Absoluter Investitionsbedarf für die Stallhüllen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	53
20	Relative Anteile des Investitionsbedarfes für die Gebäude der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	54

21	Raumbedarf für die Heulagerung bei zunehmender Bestandesgröße in der Milchviehhaltung	55
22	Investitionsbedarf für die Heulagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	56
23	Raumbedarf für die Silagelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	57
24	Investitionsbedarf für die Silagelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	58
25	Lagerraumbedarf für die Güllelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Lagerzeit 6 Monate)	59
26	Investitionsbedarf für die Güllelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Lagerdauer 6 Monate)	60
27	Investitionsbedarf für die benötigte Technik bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	61
28	Relative Anteile des Investitionsbedarfes für die Technik bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	62
29	Investitionsbedarf für die Aufstallung bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	63
30	Relative Anteile des Investitionsbedarfes der Stalleinrichtung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	64
31	Investitionsbedarf für die Installation in der Milchhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	65
32	Relativer Investitionsbedarf für die Installation von Wasser und Elektrizität in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	66
33	Investitionsbedarf für die benötigte Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung für Milchvieh in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	67
34	Investitionsbedarf für die benötigten Materialien zur Gebäudeerstellung der Stallsysteme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	68
35	Relativer Investitionsbedarf für Arbeit und Materialien zur Gebäudererstellung für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	69
36	Gliederung des Arbeitszeitbedarfes und der Arbeitsbelastung für die Tätigkeiten in der Milchviehhaltung	70
37	Arbeitszeitbedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	71
38	Relative Anteile der Arbeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	72
39	Mittlere Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	73

40	Arbeitszeitbedarf für die Vor- und Nacharbeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	74
41	Arbeitsbelastung bei den Vor- und Nacharbeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	75
42	Arbeitszeitbedarf der Grundfutterfütterung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	76
43	Arbeitsbelastung bei der Grundfutterfütterung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	77
44	Arbeitszeitbedarf der Kraftfutterfütterung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	78
45	Arbeitsbelastung bei der Kraftfutterfütterung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	79
46	Arbeitszeitbedarf für das Melken bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	80
47	Arbeitsbelastung bei den Melkarbeiten in verschiedenen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	81
48	Arbeitszeitbedarf für das Entmisten in unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	82
49	Arbeitsbelastung für das Entmisten der Stallsysteme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	82
50	Arbeitszeitbedarf für die Kälberaufzucht bei unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	83
51	Arbeitsbelastung bei der Kälberhaltung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	84
52	Arbeitszeitbedarf für die Sonderarbeiten bei unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	85
53	Arbeitsbelastung bei den Sonderarbeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	86
54	Beispiel eines Belastungsprofils nach der Energieumsatzmethode in Teilvorgängen für die Fütterung (20 Kühe mit Nachzucht, Anbindestall, Winterfütterung)	86
55	Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die Anbindeställe in der Milchviehhaltung	87
56	Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 2 * 1-reihigen Liegeboxenställe	88
57	Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 2-reihigen Liegeboxenställe	89

58	Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 3-reihigen Liegeboxenställe	90
59	Höhe der Arbeitsbelastung für verschiedene Melkanlagen nach Belastungsprofil und Belastungsbereich	93
60	Gliederung des Stromverbrauches und der Anschlußwerte für die Milchviehhaltung	95
61	Erforderliche Anschlußwerte für die Stallsysteme der Milchviehhaltung	96
62	Elektroenergiebedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	97
63	Relative Anteile des Elektroenergiebedarfes für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	97
64	Elektroenergieverbrauch für die Beleuchtung bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	98
65	Elektroenergieverbrauch für die Fütterung bei den Laufställen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	100
66	Elektroenergieverbrauch für den Milchentzug bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	100
67	Gliederung der Jahreskosten für Gebäude, Technik und Inneneinrichtung in der Milchviehhaltung	101
68	Jahreskosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	102
69	Relative Anteile an den Kosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	103
70	Investitionskosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	104
71	Relative Anteile der Investitionskosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	105
72	Arbeitskosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	106
73	Energiekosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	107
74	Relative Abweichungen des Investitionsbedarfes der Stallsysteme vom Anbindestall (20 - 40 Kühe mit Nachzucht) und vom 3-reihigen Liegeboxenstall (40 - 50 Kühe mit Nachzucht)	113
75	Spezifische Bewegungsflächen je Kuh mit Nachzucht für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	115
76	Spezifischer Investitionsbedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der bebauten Fläche je Kuh mit Nachzucht	116

77	Spezifischer Investitionsbedarf für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der verfügbaren Bewegungsfläche je Kuh mit Nachzucht	117
78	Vergleich des Investitionsbedarfes nach Baugruppen für einen 3-reihigen Liegeboxenstall in üblicher und stark eingeschränkter Bauweise mit 40 Kühen und Nachzucht (nach NACKE, abgeändert)	119
79	Investitionsbedarf für Gebäudevarianten mit und ohne Futtertisch für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	121
80	Relative Anteile der Baugruppen am Investitionsbedarf der Stallssysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	123
81	Relative Anteile der Baumaterialien und der Arbeitszeit am Investitionsbedarf der Stallssysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	124
82	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden, einzubringen sind max. 30 % der benötigten Arbeitszeit ohne Entlohnungsanspruch)	127
83	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden bei max. 70 % der benötigten Arbeitszeit ohne Entlohnungsanspruch)	127
84	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch)	128
85	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von 30 % bei max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch und 40 % der benötigten Arbeitszeit über den Betriebshilfsring mit 15 DM/AKh)	129
86	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von 70 % bei max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch und den Rest der benötigten Arbeitszeit über den Betriebshilfsring mit 15 DM/AKh)	130
87	Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung Eigenleistung bei Arbeit und Holz)	131
88	Arbeitskapazität je Arbeitskraft und Jahr für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	134
89	AK-Bedarf für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Personenzahl und der Bestandesgröße	135
90	Arbeitszeitbedarf für Weidegang und Sommerstallfütterung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Ganztagesweide, Wasserversorgung per Faß, arrondierte Weideflächen, 200 m Entfernung zur Weide; 1 km FE bei Sommerstallfütterung)	139

91	Arbeitsbelastung bei Sommerstallfütterung und Weidegang in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	140
92	Arbeitszeitbedarf für die Grundfutterfütterung mit Blockschneider und Futtermischwagen bei Weidegang im Sommer für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	141
93	Arbeitsbelastung für die Grundfutterfütterung mit Blockschneider und Futtermischwagen bei Weidegang im Sommer für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	142
94	Arbeitszeitbedarf für die ganzjährige Silagefütterung mit Blockschneider und Fräsmischwagen in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	143
95	Arbeitsbelastung für die ganzjährige Silagefütterung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	144
96	Technische Alternativen für die Kraftfutterabruffütterung im Anbindestall	146
97	Systematik der Handhabungsautomaten für die Melkarbeit (sog. Melkroboter)	148
98	Elektroenergiebedarf in einem Pilotbetrieb für den Bereich Melktechnik und Prozeßsteuerung einschließlich Betriebsrechner (36 Kühe, Liegeboxenstall, 2 * 4 FGM, 1988)	149
99	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei Neugebäuden ohne Eigenleistung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	152
100	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	153
101	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung mit maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung und Nutzung der bestehenden Stallhülle zwischen 80 und 50 % in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	154
102	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei Weidegang und Neugebäuden mit maximaler Eigenleistung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	155
103	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung Ganzjahressilage mit Blockschneider und Neugebäuden mit maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	156
104	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung Ganzjahressilage mit Fräsmischwagen und Neugebäuden in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	157
105	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung mit Ganzjahressilage und Fräsmischwagen bei Umbaulösungen in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	158
106	Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei erhöhten Elektroenergiepreisen (0,30 DM/kWh) und Neugebäuden in Abhängigkeit von der Bestandesgröße	159
107	Gewichte der Einflußgrößen für den Investitions-, Arbeitszeit- und Energiebedarf; für die Arbeitsbelastung und für die Jahreskosten	163

Tabellenverzeichnis

Nr.		Seite
1	Anteil von Handmelken, Eimer- und Rohmelkanlagen in der Milchviehhaltung ausgewählter Länder (alphabetisch)	10
2	Vor- und Nachteile stark disaggregierter Daten	16
3	Charakterisierung unterschiedlicher Dokumenttypen	20
4	Verfügbare Daten für den Bereich "Innenwirtschaft"	25
5	Verfügbare Daten für den Bereich "Landwirtschaftliches Bauen"	26
6	Verfügbare Daten für den Bereich "Außenwirtschaft"	27
7	Zahl der Einflußgrößen bei den erstellten Modellen	29
8	Zuordnung der Stallsysteme zu den gewählten Bestandesgrößen	36
9	Herdenzusammensetzung mit weiblicher Nachzucht	37
10	Flächen- und Raumannsprüche der Tiere für Anbinde- und Laufstall	38
11	Raumannsprüche der Futterlagerung (Kuh mit Nachzucht = 1,6 GV)	39
12	Raumannsprüche der Güllelagerung	39
13	Raumannsprüche der Arbeitserledigung	40
14	Zahl der Güllegruben, Fassungsvermögen und relativer Anteil der Güllegruben im "Gülleprogramm" in Bayern von 1984 bis 1987 (nach JÄNDL 1988, schriftliche Mitteilung)	59
15	Gliederung der Merkmale für die Beurteilung der Arbeitsbelastung in der Landwirtschaft	92
16	Einordnung des Investitionsbedarfes nach Rang (Rang 1 niedrigster Investitionsbedarf usw.)	114
17	Einsparungsmöglichkeiten durch konsequente Vereinfachung beim Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude für den Kostenblock "Stall" bei 60 Kühen	120
18	Mittlere tägliche Arbeitszeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Gesamtmelkzeit: Anbindestall = 1,5 h/Tag, Laufstall = 2 h/Tag)	133
19	Arbeiten in der Milchviehhaltung unterhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze (14 kJ/min)	136
20	Arbeiten in der Milchviehhaltung oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze (14 kJ/min)	137
21	Gesamtfuttermengen (in t/a) für die untersuchten Stallsysteme der Milchviehhaltung	138

- |    |  |     |
|----|--|-----|
| 22 | Einordnung der Gebäude- und Mechanisierungsalternativen nach Arbeitsbelastung und Kostendeckung  | 160 |
| 23 | Allgemeingültige Funktionen für den Investitionsbedarf, die Jahreskosten, den Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsbelastung der Stallsysteme in der Milchviehhaltung (Schätzgenauigkeit zu den errechneten Kennwerten +/- 10 %) | 161 |

"Wer ist aber unter euch, der einen Turm bauen will, und sitzt nicht zuvor und überschlägt die Kosten, ob er's habe, hinauszuführen ?

auf daß nicht, wenn er den Grund gelegt hat und kanns nicht hinausführen, alle, die es sehen, anfangen, sein zu spotten,

und sagen: Dieser Mensch hob an zu bauen und kanns nicht hinausführen."

Lukas 14, 28 - 30

## 1. Einleitung

Bauvorhaben sind langfristige Investitionen. Sie bedürfen deshalb einer intensiven Planung und Finanzkalkulation. Daran hat sich seit obigen Worten nichts geändert. Auch wenn dabei keine Türme, sondern landwirtschaftliche Betriebsgebäude erstellt werden sollen.

### 1.1 Hinführung

Gebäude in der Landwirtschaft haben eine Lager- und Schutzfunktion. Zugleich sind sie Arbeitsplatz für den Menschen. Gebäude sind deshalb nach diesen Gesichtspunkten zu planen und nach Möglichkeit zu optimieren. Gleichzeitig sind sie langlebig, während die im Betrieb ablaufende Produktion einem ständigen Wandel unterliegt. Gebäude müssen deshalb auch eine Anpassungsfähigkeit besitzen. Aufgrund des hohen finanziellen und zeitlichen Aufwandes bei der Erstellung verursachen sie zudem in dieser Zeit eine Ausnahmesituation für den Betrieb. Gebäudeerstellung kann deshalb nicht zum Dauerzustand eines Betriebes werden, sondern muß Zeiten ohne Bautätigkeit nach sich ziehen.

All dies zeigt, daß die Gebäudeplanung und -erstellung ein umfassendes Unterfangen darstellt. Dies gilt ganz besonders für die Viehhaltung, die unter den hiesigen Klimaten immer auf Gebäude angewiesen ist. Schwerpunktmäßig wird davon die gesamte Rinderhaltung besonders betroffen (Abb. 1).

Sie ist in mehr als 70 % aller Betriebe anzutreffen und damit die am weitesten verbreitete Viehhaltungsrichtung. Innerhalb dieser stellt die Milchviehhaltung einen besonderen Schwerpunkt der Betriebe dar. Mehr als die Hälfte aller Betriebe hat Milchviehhaltung. Milch alleine erbringt mit 15 Milliarden DM/Jahr

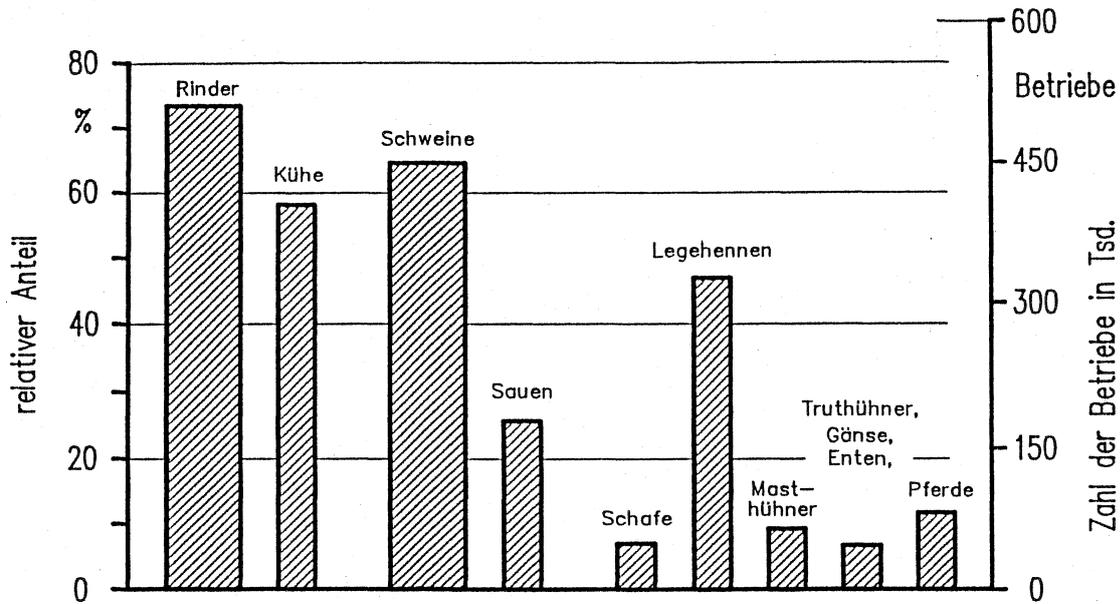


Abbildung 1: Absolute und relative Anteile der Betriebe mit Viehhaltung nach Tierarten in der BR-Deutschland 1987 /42/

nahe 28 % aller Verkaufserlöse und innerhalb der tierischen Produkte sogar nahezu 41 % /42/. Insofern ist - und bleibt - die Milchviehhaltung eine tragende Säule der landwirtschaftlichen Produktion.

### 1.2 Problemanalyse

Trotz dieser Bedeutung der Milchviehhaltung für die deutsche Landwirtschaft besitzt sie im Vergleich zu den anderen Ländern der EG eine relativ ungünstige Struktur /42/ (Abb. 2).

Die Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland hält mehr als 20 % aller Kühe in der EG und liegt damit nur knapp hinter Frankreich. Allerdings bedingt die große Zahl an Haltern in der BR-Deutschland, daß dadurch nur eine mittlere Herdengröße von 16 Kühen erreicht wird. Dies bedeutet nahezu exakt einen Durchschnittswert von einem Viertel gegenüber Großbritannien, weniger als die Hälfte gegenüber den Niederlanden und nur etwa die Hälfte gegenüber Dänemark. Selbst Frankreich liegt mit 20 Kühen/Betrieb noch günstiger, wenn davon ausgegangen wird, daß größere Herden Vorteile durch die Bestandesgrößendegression sowohl bei den Kosten, als auch beim Arbeitszeitbedarf durch bessere Mechanisierung erreichen.

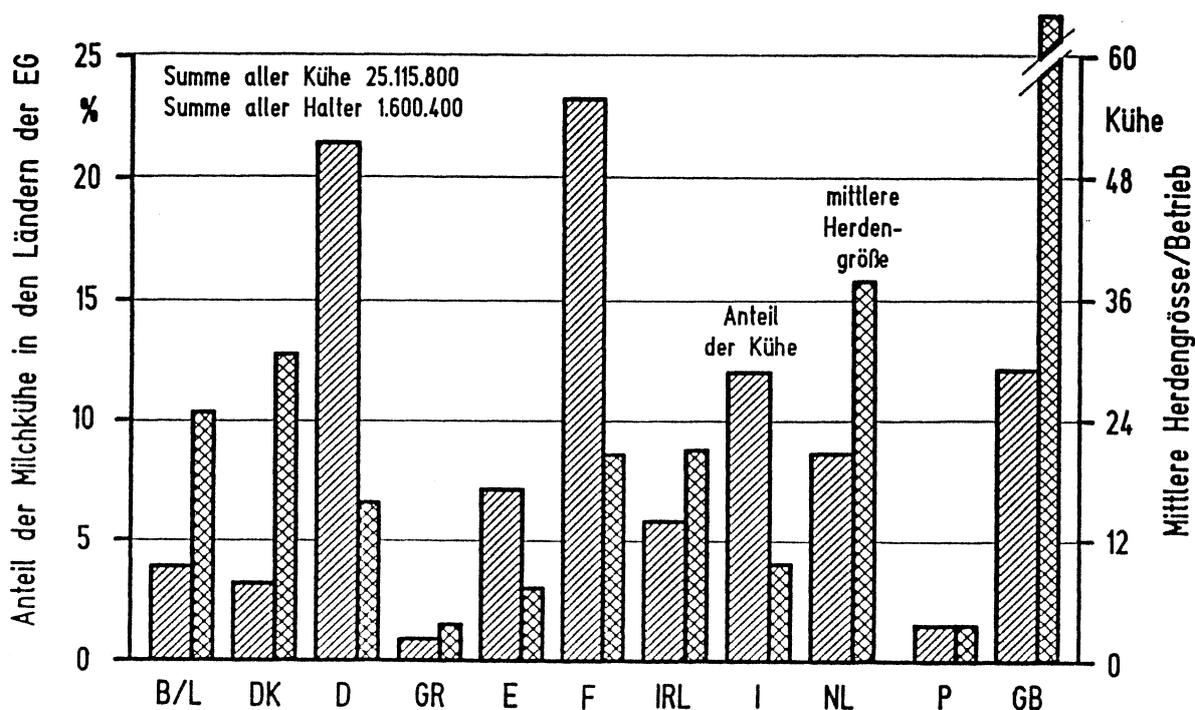


Abbildung 2: Relative Anteile der Kühe in den Ländern der EG (12) und mittlere Kuhzahl je Betrieb und Land

Für die deutsche Landwirtschaft ist deshalb die künftige Entwicklung der Betriebszahlen mit Milchviehhaltung von besonderem Interesse. Sie wird von wesentlichen Faktoren beeinflusst:

- Bedingt durch die Milchkontigentierung wurde auf der einen Seite eine Produktionsbegrenzung eingeführt. Gleichzeitig stellt diese Maßnahme aber auch eine gewisse Abnahmegarantie und damit eine Einkommensgarantie dar. Das Ausscheiden von Betrieben aus der Milchviehhaltung wird deshalb bei Kuhzahlen zwischen 10 und 20 nicht einfacher, sondern eher schwieriger.
- Die Gewährung einer Milchabgaberechte findet in der Regel stoßartig statt. Aufgabewillige Betriebe können deshalb diese Form der Aufgabe nicht problemlos in längerfristige Entwicklungskonzepte einbeziehen.
- Gleichzeitig findet eine zunehmende Überalterung der ländlichen Bevölkerung statt. Schon heute sind etwa 2/3 aller Betriebsleiter älter als 45 Jahre. Im Laufe der nächsten 15 Jahre wird deshalb eine sehr große Zahl an aktiven Landwirten aus dem Berufsleben ausscheiden, in vielen Fällen wird dies zur Hofaufgabe führen.

Aus diesen Zusammenhängen ist zu erwarten, daß vor allem viele Betriebe mit sehr kleinen Kuhzahlen aus der Milchproduktion aussteigen werden. Dementsprechend wird die Zahl der freiwerdenden Kühe auch relativ niedrig und folglich

die Zunahme bei den mittleren Herdengrößen wiederum nur mäßig sein. Da sich die Vergrößerung der Herden aber nicht ausschließlich in Betrieben mit jüngeren Betriebsleitern vollziehen wird, werden davon auch die älteren Betriebsleiter partizipieren.

Speziell in deren Betrieben führt dies jedoch zu einer weiter stark zunehmenden Belastung, weil dem Mehr an Arbeit eine nachlassende Leistungsfähigkeit gegenübersteht. Zudem zeigte die Vergangenheit, daß mit zunehmendem Alter auch die Unfallgefahren zunehmen und daß die Anzahl der schweren Unfälle relativ sehr viel höher ist, als beim jüngeren Landwirt. Zwangsläufig sind deshalb gerade die älter werdenden Landwirte gezwungen, auf arbeitserleichternde Maßnahmen zurückzugreifen und gleichzeitig mögliche Unfallquellen zu reduzieren. Dabei steht das Melken im Anbindestall an vorderster Stelle. Es erfordert innerhalb der Stallarbeit den höchsten Zeitanteil, ist körperlich schwere Arbeit und zudem sehr unfallträchtig /47/.

Aus all diesen Gründen muß in der BR-Deutschland in Zukunft eine nahezu explosionsartige Welle des Überganges vom Anbindestallmelken zum Melkstandmelken erfolgen, weil nur damit bessere Ausgangssituationen für den einzelnen Landwirt möglich sind. Zudem muß dies schon bei relativ niedrigen Bestandesgrößen einsetzen.

Die betroffenen Landwirte benötigen dann aber umfassende Planungsdaten und -methoden, um im Sinne "Lukas'" nicht mitten im Bau illiquide zu werden, oder, um im wissenschaftlichen Sprachgebrauch zu bleiben, aus verfügbaren Alternativen, die für sie günstigste auswählen zu können. Gerade dabei treten jedoch heute die größten Probleme auf. Üblicherweise betrachtet jede wissenschaftliche Disziplin die Tierhaltung nahezu ausschließlich aus dem eigenen Blickwinkel. Für den eigenen Bedarf stehen deshalb häufig auch sehr detaillierte Daten zur Verfügung, während alle anderen Bereiche mehr oberflächlich verfolgt werden. Umfassende Analysen und Vergleiche sind dagegen die Ausnahme.

Speziell für die Stallsysteme der Milchviehhaltung gibt es derzeit nur eine umfassende Beurteilung (KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik und Bau in der Tierhaltung" 1988 /84/). Allerdings berücksichtigt diese die obengenannten Forderungen nicht, weil sie Laufställe erst ab Bestandesgrößen ab 40 Kühe einbezieht. Alle anderen verfügbaren systematischen Betrachtungen wählen dagegen entweder nur ein Stallsystem mit unterschiedlicher Größe oder aber eine einzelne spezifische Lösung aus. Letzteres erfolgt häufig an beispielhaften Umbaulö-

sungen, welche jedoch in ihrer Verallgemeinerung sehr stark eingeschränkt sind /60, 69/.

### 1.3 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, diese Lücke zu schließen. Dabei wird der Begriff des Stallsystemes umfassend auf die landtechnischen Parameter ausgerichtet. Demzufolge werden die Bereiche Investitionsbedarf, Arbeitszeitbedarf, Arbeitsbelastung, Elektroenergiebedarf und Kosten dieser Bedarfsverursacher die zentralen Beurteilungsgrößen sein. Um dies zu ermöglichen, sind in Teilzielen die erforderlichen Untersuchungen durchzuführen:

- Im Sinne der Vergleichbarkeit muß bei diesen Beurteilungskriterien eine einheitliche Datenqualität zur Anwendung gelangen, deren Wurzel in einer umfassenden Dokumentation zu sehen ist. Sie sind dann über geeignete Modelle so zu verknüpfen, daß damit tiefgehende wissenschaftliche Analysen gestattet werden und gleichwohl eine gute Anpassung an die Praxis erreicht wird.
- Analysewerte für gesamte Systeme, für Teilsysteme und für Systemteile können danach zum direkten Systemvergleich herangezogen werden. Sie erlauben die Einordnung der untersuchten Stallsysteme und sie gestatten die Gewichtung einzelner Einflußgrößen.
- Letzlich lassen sich daraus aber auch Hinweise auf noch vorhandene Schwächen und damit auf einen künftig erforderlichen Forschungsbedarf ableiten. Diese betreffen zum einen das eingesetzte Kalkulationssystem und die verwendeten Daten. Sie beziehen sich zum anderen auf die untersuchten Stallsysteme und sie können zum dritten Aufschluß über künftig sinnvoll erscheinende Verfahrensänderungen ergeben.



## 2. Material und Methoden

Aufbauend auf diese Zielsetzungen bedarf es zuerst der Definition von Material und Methodik. Dabei steht der Systemvergleich im Vordergrund. Für ihn werden benötigt:

- Planungsalternativen
- objektive und zugleich universell anwendbare Daten
- Planungs- oder Bewertungsmodelle

### 2.1 Planungsalternativen

Bezogen auf die Milchviehhaltung stellen Planungsalternativen nur jene Bestandesgrößen dar, deren Betrachtung nach der in der Zielsetzung formulierten Praxisnähe auch umsetzbar sind. Somit scheidet auf der einen Seite ökonomisch unbefriedigende Kleinbestände unter 20 Kühen aus. Zum anderen scheidet mittelfristig (bis zum Jahre 2000) ebenso nicht realisierbare, wenn auch evtl. ökonomisch wünschenswerte Großbestände aus. Sinnvolle Alternativen sind somit realitätsnah auf 80 Kühe zu begrenzen, obwohl selbst diese Bestandesgrößen in den nächsten 10 Jahren eher die Ausnahme darstellen werden (derzeit diskutierte Bestandesobergrenzen liegen schon bei 40 Kühen (Bayern) oder bei maximal 2 GV/ha (EG-Vorschlag)).

Innerhalb der benötigten Planungsalternativen kann Milchvieh in drei Grundvarianten gehalten werden. Dabei wird die Bewegung des Tieres für die Begriffsbildung herangezogen, weshalb im Grunde unsinnige Stallsystembezeichnungen entstehen - ein Stall ist nicht angebunden und läuft auch nicht (Abb. 3).

Aus der Vielzahl der möglichen Varianten haben sich wenige in der Praxis eingeführt. In all diesen Ställen müssen für das Tier Grundfunktionen bereitgestellt werden. Es sind:

- Versorgung (fressen und saufen)
- ruhen (stehen und liegen)
- Entsorgung (melken und entmisten)

Hinzu kommt die Interaktion zwischen Mensch und Tier in der Beobachtung und der evtl. erforderlichen Behandlung der Tiere.

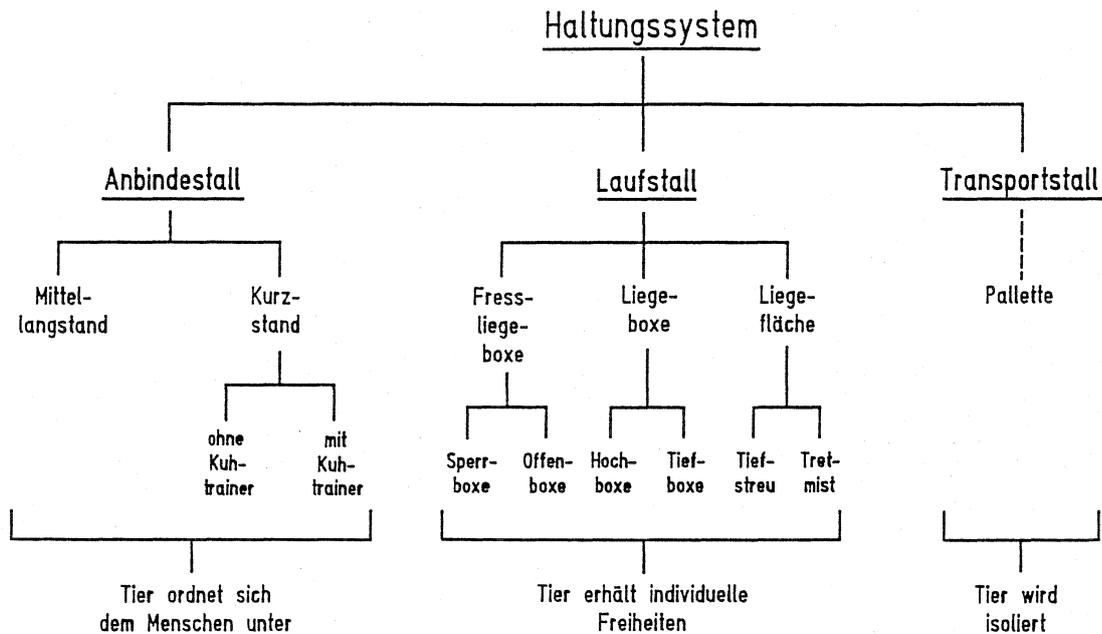


Abbildung 3: Haltungsverananten für Milchvieh

Im Laufstall sind die Funktionsbereiche mehr oder weniger stark entflochten. Dem Tier wird darin ein "individuelles Verhalten" mit Einschränkungen in der zeitlichen Verfügbarkeit der Versorgungseinrichtungen zugestanden. Konsequenterweise muß demnach in einem vollkommen auf das Verhalten der Tiere ausgerichteten Stall letztendlich auch irgendwann diese zeitliche Einschränkung fallen. Es muß also immer Futter bereitstehen, immer entmistet werden, immer ausreichend Liegefläche geboten sein und immer eine Melkverfügbarkeit bestehen.

Im Transportstall sind die gesamten Versorgungs- und Entsorgungseinrichtungen räumlich konzentriert. Getrennt davon ist der Aufenthaltsbereich des Tieres. Das Tier wird zu den zentralen Einrichtungen transportiert. Bedingt durch die Fixierung des Tieres in fahrbaren Paletten unterliegen diese jedoch dem ausschließlichen Zugriff des Halters. Das Tier erfährt dadurch die stärkste Einschränkung, da es isoliert gehalten wird.

Als Planungsvarianten sind nur Anbinde- und Laufställe zu betrachten. Der Transportstall scheidet aufgrund seiner nicht tiergerechten Haltungsform aus.

Anbindeställe sind aus arbeitswirtschaftlichen Gründen auf Bestandesobergrenzen zu beschränken. Für die Praxis sind dies maximal 40 Kühe, darüber hinausgehende Bestände sind derzeit in der Regel an nicht verallgemeinerungsfähige

Betriebssituationen gebunden, wie z.B.:

- Ausnahmesituationen beim Arbeitskräftebesatz (im Betrieb vorhandene zusätzliche Arbeitskräfte, auslaufende Fremdarbeitskräfte u.a.)
- nicht zu ändernde Gebäudestrukturen (Denkmalschutz, Betriebszusammenlegungen, Erbstreitigkeiten u.a.)

Hingegen erfordert der Laufstall in seiner Betrachtungsweise eine Abgrenzung bei der Bestandesgröße nach unten. Sie wird - derzeit und auch in Zukunft - vor allem durch die Technik und den Grundbedarf bei der Gebäudemindestfläche gesetzt. Da jedoch für alle Überlegungen die anfangs zitierte Entwicklung der Bestandesgrößen Basis für diese Vergleiche ist, muß bei den Laufställen ebenfalls bis auf eine Mindestbestandesgröße von 20 Kühen herabgegangen werden /38/. Darunterliegende Herdengößen in Laufställen werden auch künftig nicht problemlos vergleichbare Sonder- oder Einzellösungen sein (z.B. Umbaulösungen in längerfristig wachsenden oder auslaufenden Betrieben).

#### 2.1.1 Anbindeställe

Der Anbindestall ist gekennzeichnet durch die örtliche Konzentration der Funktionsbereiche "Fressen, Liegen und Melken". Grundsätzlich muß dabei der Mensch die gesamte Versorgung der Tiere übernehmen.

Als Standard bei der Anbindehaltung von Milchkühen hat sich die 2-reihige Aufstallung mit überfahrbarem Futtertisch etabliert. Je nach Bestandesgröße werden dabei die Kühe einreihig (Jungvieh gegenüber) oder 2-reihig (Jungvieh beidseitig an die Kühe anschließend) aufgestellt.

Der Anbindestall ist ein Melkstall. Üblicherweise werden Anbindeställe mit Rohrmelkanlagen ausgestattet. Im Vergleich mit anderen Ländern zeigt sich dabei die sehr fortschrittliche Einstellung der deutschen Landwirte, die körperlich schwere Arbeit des "Kannen tragens" technischen Hilfsmitteln zu überlassen (Tab. 1).

Die Fütterung erfolgt in der Regel in Handarbeit oder mit mobilen Geräten. Letzteres vor allem bei der mehr und mehr zunehmenden Sommerstallfütterung.

Hinsichtlich der Entmistung wird fast ausschließlich Flüssigmist erzeugt. Dafür haben vor allem arbeitswirtschaftliche Probleme den Ausschlag gegeben. Zunehmend

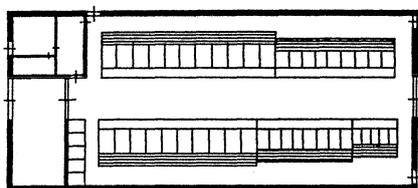
Tabelle 1: Anteil von Handmelken, Eimer- und Rohrmelkanlagen in der Milchviehhaltung ausgewählter Länder (alphabetisch)

Land	Literaturstelle	Jahr	Kühe je Betrieb	rel. Anteile		
				Handmelken (%)	Eimermelkanlagen (%)	Rohrmelkanlagen (%)
Bayern	59	1986	22	-	32	62
Schweiz	64	1985	12	37		63
Wisconsin (USA)	86	1987	bis 49 Kühe	-	37	62
			50 und mehr Kühe	77	-	6

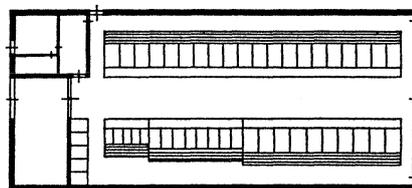
mende Einwände von Seiten des Tierschutzes fordern künftig jedoch eine kritischere Betrachtungsweise arbeitswirtschaftlich vertretbarer Alternativen mit Festmist.

Ebenfalls als Standard sind die Versorgungseinrichtungen als Kopfteil in den Ställen integriert. Sie können einseitig angeordnet sein und werden dann durch Kälberboxen auf der anderen Seite ausgeglichen oder aber alle Versorgungseinrichtungen bilden einen in sich geschlossenen, über die gesamte Stallbreite reichenden, Block.

Somit können Anbindeställe zwei wesentlichen Grundstandards zugeordnet werden (Abb. 4).



Kühe 2-reihig aufgestellt



Kühe 1-reihig aufgestellt

Abbildung 4: Grundstandards bei der Milchviehhaltung in Anbindeställen

Alternativen zu diesen Standards konnten bisher keine größere Verbreitung finden. Dies betrifft insbesondere den Ryholm- und den sog. Containerstall. Hauptgründe sind:

- Höherer mechanischer Aufwand beim Ryholmstall bei trotzdem nahezu gleichbleibender Arbeitsbelastung und direkter Arbeit unter der Kot- und Harnabgabestelle des Nachbartieres.
- Noch höherer technischer und vor allem baulicher Aufwand beim sog. Containerstall für die Absenkmöglichkeit des "Quasi-Mist-Melkganges" und Erfordernis von zwei Futtergängen mit zusätzlichen Problemen bei der Fütterung.

### 2.1.2 Laufställe

Im Gegensatz zum Anbindestall mit der örtlichen Konzentration der Funktionsbereiche "Fressen, Liegen und Melken" zeichnet sich der Laufstall durch deren Trennung aus. Dabei sucht das Tier den entsprechenden Bereich selbständig auf und hilft dadurch den erforderlichen Versorgungsaufwand zu verringern.

Zwischenlösungen sind im Freßliegeboxenstall gegeben. Bei ihm sind die Funktionsbereiche "Fressen und Liegen" zusammengefaßt. Im Gegensatz zu den sonst auf Tierbreite verringerten Freßplatzbreiten benötigt diese Stallform dem Anbindestall vergleichbare Freßplatzbreiten bei Zugeständnissen an die erforderliche Stallbreite (günstig bei Umbauten von Anbindeställen). In Form des Sperrboxen- bzw. Fangstalles entsteht ein direkt dem Anbindestall vergleichbares System, jedoch mit Melkstand (Abb. 5).

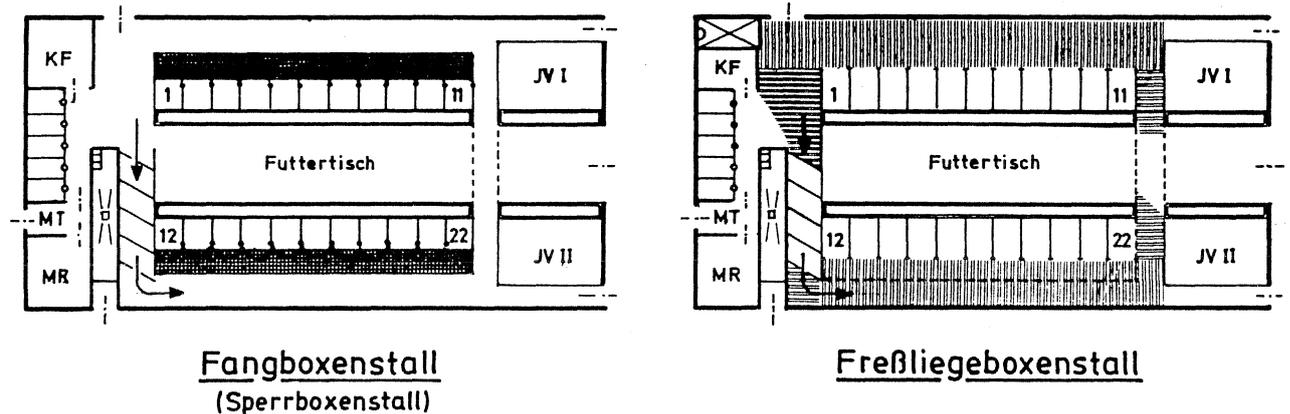


Abbildung 5: Grundrißbeispiele für Laufställe mit trogangrenzender Liegeboxenanordnung (Sperrboxenstall links und Freßliegeboxenstall rechts)

Abgesehen von diesen Sonderlösungen (dazu zählt auch der Ryholmstall oder Schwenkboxenstall) können Laufställe durch die Vielfältigkeit der technischen und baulichen Lösungen /44, 52, 89/ in den einzelnen Funktionsbereichen eine große Gestaltungsbreite erlangen (Abb. 6).

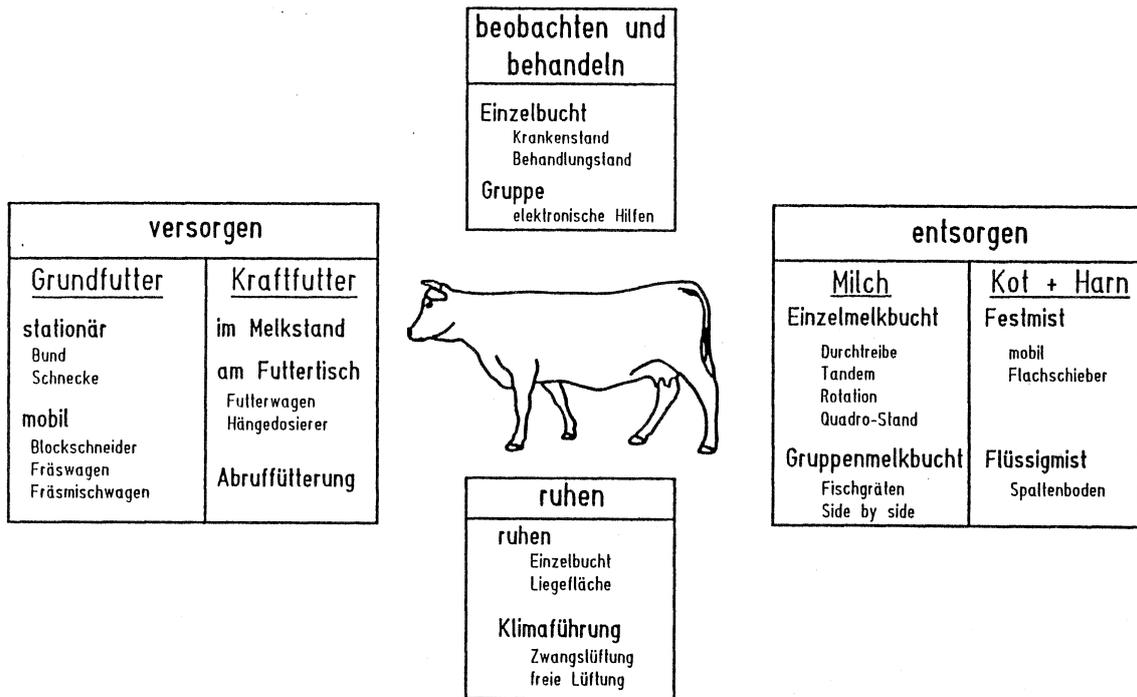


Abbildung 6: Technische Alternativen in den verschiedenen Funktionsbereichen der Laufställe

Aus den baulichen Alternativen der Laufställe hat sich der Liegeboxenstall als die Standardlösung der Praxis mit nur wenigen technischen Varianten durchgesetzt. Deshalb wird vielfach Liegeboxenstall gleichbedeutend mit Laufstall gesetzt und die Systematik an ihm ausgerichtet (Abb. 7).

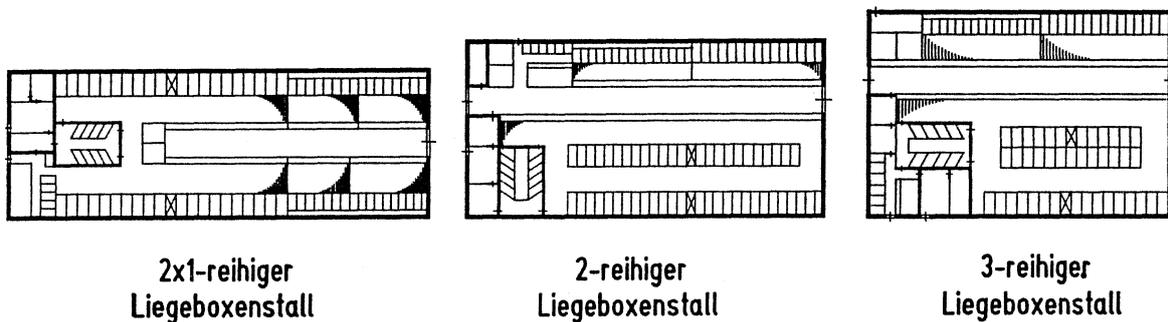


Abbildung 7: Grundstandards für Liegeboxenställe

Je nach vorhandener oder zulässiger Gebäudebreite entstehen dadurch einseitige und zweiseitige Liegeboxenanordnungen. Sie werden nach der Zahl der Seiten und nach der Reihenzahl systematisiert, bei einseitiger Anordnung entfällt die Seitenbezeichnung. Gebräuchliche Anordnungen sind derzeit 2-reihige, 3-reihige und 2 \* 1-reihige ("Doppeleinreihig") Liegeboxenställe. Sehr große Einheiten würden

demnach 2 \* 2-reihig und 2 \* 3-reihig ausgelegt.

Auch bei den Laufställen werden die Versorgungseinrichtungen als Kopfteil angeordnet, um so die für alle Fälle erforderliche Erweiterungsmöglichkeit nach mindestens einer Seite zu gewährleisten.

Im Gegensatz zum Anbindestall hat im Laufstall mittlerweile die Elektronik sehr starken Eingang gefunden. Dies betrifft vor allem die Kraftfuttermittellieferung und in zunehmendem Maße auch die Ermittlung der Tierleistung durch im Melkstand installierte Meßtechnik. Beide Bereiche werden in ersten Ansätzen zu Herdenmanagementsystemen verknüpft. Sie stellen damit die Basis für künftige, auf das Wohlbefinden der Nutztiere ausgerichtete Gesamtversorgungssysteme dar. Damit könnten alle für das Tier durch den Menschen hervorgerufenen zeitlichen Bindungen weitgehend entfallen.

## 2.2 Datendefinition und Datendokumentation

Für die Planung möglicher Alternativen werden Daten benötigt. Dabei wird nachfolgend der Begriff Daten vorerst universell verwendet. Also gleichgültig, ob es sich um Investitions-, Arbeitszeitbedarfs-, Elektroenergiebedarfs- oder Kostendaten handelt.

Im Sinne einer universellen Anwendbarkeit (für Praxis, Beratung und Wissenschaft) werden an Daten hohe Anforderungen gestellt. Diese beziehen sich auf die Anpassung an die unterschiedlichsten Fälle der Betriebe hinsichtlich der dort errichteten Gebäude, verwendeten Techniken und Arbeitshilfsmittel und hinsichtlich der unterschiedlichen Einsatzformen. Ebenso an die zu versorgenden Tierzahlen, benötigten Futterrationen, erzielten Milchleistungen und vieles andere mehr.

Somit kommt der Datendefinition und der Datendokumentation größtes Augenmerk zu, denn immer kann mit derartigen Daten nur das kalkuliert werden, was in ihnen enthalten ist. Gleichzeitig mit der Datendefinition und Datenerstellung ist zudem schon deren Nutzung in Verbindung mit den benötigten Planungshilfsmitteln (Modellkalkulation) zu sehen, denn nur dann können beide - Daten und Modelle - Maximales leisten.

### 2.2.1 Datendefinition

Allgemein wird der Begriff Daten sehr vielfältig und vielsagend verwendet. Im einfachsten Falle wird darunter nur ein Datum, also ein Wert verstanden. Im Sinne einer objektiven wissenschaftlichen Anwendung ist dieser Begriff jedoch umfassender zu verstehen. Entsprechend der obengestellten Forderungen müssen Daten folgende Merkmale erfüllen:

- allgemeinverständliche Benennung
- zweifelsfreie Beschreibung des Dateninhaltes
- Definition der Einflußgrößen
- Definition des Datenwertes (numerischer Wert oder Funktion)
- statistische Kenngrößen zur Beurteilung der Datenqualität.

Daten werden dadurch zu umfassenden Einheiten, deren Zusammenhang durch den betreffenden Inhalt vorgegeben ist. Er jedoch wird durch die wirksamen Einflußgrößen festgelegt und gegenüber Folgedaten oder komplexeren Daten abgegrenzt. Dadurch werden die Einflußgrößen die bestimmenden Größen für die Datenerstellung und -abgrenzung. Zugleich handelt es sich bei den genannten Daten nahezu ausschließlich um Werte aus der Praxis. Somit wirken die Einflußgrößen in die Datenermittlung hinein und bestimmen in Form der erforderlichen Erhebungen und Analysen deren Umfang und Ausmaß.

Analysen stellen dabei immer nur Stichproben aus der wahren, jedoch unbekannt-ten Grundgesamtheit dar. Zeitliche und finanzielle Begrenzungen fordern dabei immer eine Reduzierung auf das "noch Vertretbare". Daraus resultiert die Bestimmung des mindestens erforderlichen Stichprobenumfanges, der sich bei li-nearen Abhängigkeiten nach (1) ermittelt.

$$n' = 2^{n_{EF}} \quad (1)$$

mit

$n'$  = erforderlicher Stichprobenumfang

$2^{n_{EF}}$  = Eckwerte der Abhängigkeit einzelner Einflußgrößen

Zunehmende Einflußgrößenzahlen führen demnach zu quadratisch ansteigenden Stichprobenumfängen ( $n = 2 \rightarrow 4$ ;  $n = 3 \rightarrow 8$ ;  $n = 4 \rightarrow 16$ ;  $n = 5 \rightarrow 32$ ;

usw.). Noch vertretbare Stichprobenumfänge (im Sinne dieser Untersuchungen sind dies unterschiedliche Betriebe) ergeben sich daraus bei maximal 6 Einflußgrößen mit dann noch mindestens 64 Stichprobenwerten /4/.

Dieser Zusammenhang zwingt somit zur Zergliederung des Gesamtdatengeschehens in Abschnitte mit den genannten maximal 6 Einflußgrößen. Beispiele für eine derartige Gliederung in Abschnitte und Unterabschnitte sind in Anlehnung an die Nomenklatur bei REFA /71/ für den Arbeitszeitbedarf in Abbildung 8 aufgezeigt.

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

Abbildung 8: Beispiele für die Abschnittsgliederung des Faktors "Arbeitszeitbedarf bzw. Arbeitszeitaufwand" in der Innen- und Außenwirtschaft

Danach unterteilt sich z.B. die Mast eines Bullen in der ersten Ebene in die daran beteiligten, zusammenhängenden Abschnitte. Jeder Abschnitt wird in der darauffolgenden Ebene wiederum zergliedert und schließlich werden in der letzten Ebene die kleinsten Abschnitte mit den maximal genannten 6 Einflußgrößen erreicht.

Derartige Abschnittsgliederungen führen somit zu universellen Bausteinen, welche im Sinne einer Analyse nur Vorteile aufweisen. Allerdings entstehen durch diese Disaggregation auch nicht zu übersehende Nachteile (Tab. 2).

Tabelle 2: Vor- und Nachteile stark disaggregierter Daten

Vorteile	Nachteile
einfache Erfassung der Einflußgrößen	Herausnahme aus dem originären Gesamtdateninhalt
weitgehend gleicher Datenumfang (Länge, Größe usw.)	Aufwand für Aggregation erforderlich
viele Wiederholungen je Betrieb ergeben "treue Mittelwerte"	bei Aggregation können Fehler entstehen
freie Kombinierbarkeit zu gleichen oder neuen Inhalten	

Eindeutig sprechen jedoch die Vorteile und Möglichkeiten für eine Disaggregation. Sie führt darüberhinaus zu einer begrenzten Anzahl an Datenelementen, wobei z.B. für den Bereich des Arbeitszeitbedarfes in der Landwirtschaft weniger als 1000 Arbeitszeitelemente alle vorkommenden Arbeiten abdecken können /4, 8, 11, 14, 28, 61/.

Kleine Datenabschnitte sind aber schwer zu handhaben, da damit

- viel Verknüpfungsarbeit verbunden ist,
- ein hoher Zeitaufwand für die Verknüpfung benötigt wird und
- Fehler bei der Verknüpfung unvermeidbar sind, welche in der Multiplikation zu hohen Gesamtfehlern führen können.

Zwangsläufig müssen deshalb derartige Abschnitte vom Spezialisten zu praxisnahen, globalen Daten aggregiert und mit Hilfe der EDV mit geringem Aufwand kalkuliert werden.

### 2.2.2 Datentypen

Aus der Forderung nach Analyse auf der einen Seite und nach Aggregation auf der anderen Seite resultieren unterschiedliche Datentypen. Sie lassen sich in drei Gruppen einteilen:

Universelle Basisdaten: Kleinste Abschnitte, herausgelöst aus dem Zusammenhalt und damit nicht mehr spezifiziert.

Spezifische Basisdaten:	In den ersten Schritt der Aggregation eingeflossene Daten mit nunmehr spezifischem (modellspezifischem) Inhalt.
Verknüpfungsdaten:	Inhalte und Regeln für die Verknüpfung spezifischer Basisdaten oder spezifischer Datenaggregate (Verknüpfungsdaten sind somit auch Modelle).

Da alle drei Datengruppen "Daten" sind, müssen sie auch gleichen Anforderungen genügen. Im Sinne einer einfachen und nach Möglichkeit universeller Verarbeitung müssen sie deshalb nach gleichen Regeln definiert und dokumentiert sein.

### 2.2.3 Datendokumentation

Die Datendokumentation erfolgt in Dokumenten. Dabei soll der Begriff "Dokument" verdeutlichen, daß darin Ursprungsdaten von einmaligem Wert (im Sinne von Kalkulationen) gespeichert, bzw. archiviert werden. Diese hohe Forderung wird jedoch nur dann erfüllt, wenn die Daten

- eindeutig (unverwechselbar, konsistent),
- umfassend und
- für künftige Erweiterungen offen sind.

Allerdings stehen diesen Forderungen datenverarbeitungstechnische und speicherungstechnische Begrenzungen gegenüber. Diese betreffen zum einen einen hohen und damit teuren Bedarf an Speicherplatz. Zum anderen verursachen sie erhebliche Einschränkungen beim Datendurchsatz in Verbindung mit zu viel "Overhead" (beigefügten, jedoch für die eigentliche Kalkulation nicht benötigte Daten).

Konsequenterweise muß deshalb die Datendokumentation einen Mittelweg suchen. Er besteht am sinnvollsten in einer Reduzierung auf absolut benötigte Daten (und Begleitdaten) und in einer schon in der ersten Definition vorgesehenen problemlosen Erweiterbarkeit für den Fall größeren Datenbedarfes, neu hinzukommender Datenbestandteile oder aber bei preislich günstigeren Kalkulationssystemen hinsichtlich Leistung und Speichervermögen.

Im Einklang mit diesen Überlegungen wurde deshalb eine erste Begrenzung bei der Datendokumentation vorgenommen /6/. Danach besitzt ein Dokument 10 Abschnitte

mit jeweils maximal 100 Zeilen zu 80 Zeichen. Eine generelle Erweiterung sowohl bei der Abschnittszahl, wie auch bei der Zeilenzahl je Abschnitt ist problemlos möglich. Vollständig definierte Dokumente für das Arbeitselement PL 100024 "Ballen öffnen" und für das Arbeitselement PL 100301 "Türe öffnen und schließen" sind als Beispiele im Anhang, Nr. 1 und 2 enthalten.

Diese Dokumente enthalten jeweils 6 Abschnitte mit folgenden Inhalten:

- Abschnitt 1: Allgemeine Kenndaten mit  
Planzeitnummer  
Überschrift  
Zeitmeßpunkte  
Erstelldatum  
Erstellperson(en)  
Erstellort (W'an = Weihestephan  
FAT = Forschungsanstalt Tänikon/Schweiz)
- Abschnitt 2: Inhaltsbeschreibung mit der Definition des Arbeitsablaufes, der dabei angewandten Arbeitsmethode und mit eventuellen Einschränkungen
- Abschnitt 3: Wirksame Einflußgrößen und eventuell errechnete Hilfsvariable mit folgenden Daten je Einflußgröße  
Name  
Voreinstellwert (default) als Mittel der Analysen  
Einheit der Meßwerte  
Zuordnung zu einer Hauptvariablennummer  
Druckbedingungen für die Dokumentierung
- Abschnitt 5: Datenerfassungsschema für obligatorische und informatorische Einflußgrößen mit folgenden Daten je Einflußgröße  
Name  
Einheit  
Spaltenbereich für die Meßdatenablage  
Zahl der Dezimalstellen (D)  
Kennzeichnung der Form (F) --> obligatorisch = 1  
informatorisch = 0  
Zahl der Betriebe für die Datenerfassung  
Spannweite der gemessenen Daten
- Abschnitt 6: Datenfunktion in Form eines Mittelwertes oder einer Regressionsgleichung mit  
Anzahl der Meßwerte  
Anzahl der Einflußgrößen  
rel. Zuschlag für Tätigkeitsunterbrechungen  
Zeitbedarfswert oder Zeitbedarfsfunktion  
stat. Kenngrößen
- Abschnitt 7: Belastungswerte der Arbeitsperson nach der Energieumsatzmethode /35/ oder nach dem System "Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft (BAL) /13, 73/" mit  
Energiebedarf für die Körperstellung, bzw. -bewegung  
Energiebedarf für die Art der Arbeit  
(Beurteilungswerte für die Belastung aus  
körperlicher Arbeit  
geistiger Arbeit  
Arbeitsumgebung)

Im Einklang mit diesen universellen Basisdaten sind die spezifischen Basisdaten und die Verknüpfungsdaten zu dokumentieren. Dabei werden in den entsprechenden Abschnitten die jeweils benötigten Spezifikationen eingefügt.

Bei den "spezifischen Daten (Dokumenten)" betrifft diese Änderung alle Abschnitte. Die Bezeichnung (Abschnitt 1) wird nun z.B. aus der allgemeinen Form "Ballen öffnen" in die spezifische Bezeichnung "Luzerneballen öffnen" umgewandelt (Beispiel im Anhang, Nr. 3). Die entsprechenden allgemeinen Einflußgrößen werden modellspezifisch mit z.B. 4 Ballen auf insgesamt 12 Metern Arbeitsweg festgelegt. Ein derartiges Dokument muß demnach nur noch zwei definierte Abschnitte besitzen, während alle anderen Dokumentdaten aus dem Basisdokument (Nummer im Dokument oben rechts) unverändert bezogen werden können.

Schließlich müssen je nach Ablaufumfang die entsprechenden Verknüpfungsdokumente für die

- sachlogisch richtige,
- ablaufgetreue und
- praxisnahe

Verknüpfung sorgen. Darin werden die bisher benötigten numerischen Werte zu Regeln der Verknüpfung (Addition). Diese Dokumente benötigen demzufolge

- Abschnitt 1: Allgemeine Kennzeichnung
- Abschnitt 2: Inhaltsbeschreibung
- Abschnitt 3: Einflußgrößen
- Abschnitt 6: Modellaufrufe für spezifische Dokumente oder für allgemeine Dokumente

Abschnitt 1 - 3 sind mit den Basisdokumenten identisch. Abschnitt 6 muß dagegen über zwei Bereiche verfügen. Zum einen sind neue Variable zu errechnen (sog. Hilfsvariable) und zum anderen sind den in den Untermodellen benötigten Variablen Einflußgrößen oder Hilfsvariablen zuzuweisen. Über die Häufigkeit kann dabei die Einbeziehung des entsprechenden Dokumentes ein oder mehrmals (Wert größer 0) oder aber dessen Ausschluß (Wert kleiner/gleich 0) gesteuert werden.

Ein entsprechendes Beispiel befindet sich als sehr einfache Form im Anhang, Nr. 4 für die Tätigkeit "Futtertisch fegen". Darin sind wie schon bekannt die Abschnitte 1 - 3 belegt. In Abschnitt 6 befinden sich kodierte Umrechnungen und Zuweisungen. Die Hilfsvariablenerstellung beruht auf 3 Umrechnungsgängen. Im

ersten wird mit dem Kode 3 multipliziert, wodurch die Variable Nr. 10 (Futtertischlänge) entsteht. Die Multiplikatoren sind die Einflußgrößen Nr. 2 und 4. In der zweiten Umrechnung wird dann die errechnete Troglänge durch die Trogreihenzahl dividiert und so die echte Futtertischlänge ermittelt. Schließlich werden in der dritten Umrechnung die Weglängen aus Einflußgröße 6 und 7 addiert und die Summe der Hilfsvariablen 11 zugewiesen. Im Block "Untermodellaufruf" werden 4 Dokumente (Modelle) additiv verknüpft. Zuerst wird das Dokument 20600 aufgerufen und ihm als zweite Einflußgröße die Hilfsvariable Nr. 11 zugewiesen. Danach erhält das Basismodell 100205 als Einflußgröße 2 die Hilfsvariable Nr. 10 und als Einflußgröße 3 die Futtertischbreite (Nr. 5) usw.

Durch diese Algorithmen können in beliebigen Aggregationsebenen beliebige Untermodelle (welche wiederum aus Untermodellen bestehen können) verknüpft werden (Beispiel "Rauhfutter füttern" im Anhang, Nr. 5). Insgesamt unterscheiden sich die genannten Dokumenttypen an folgenden Stellen (Tab. 3).

Tabelle 3: Charakterisierung unterschiedlicher Dokumenttypen

Dokumentabschnitt Nr.	Inhalt	Basis	Dokumenttyp Spezifizierung	Verknüpfung
1	Kennzeichnung	allgemein	spezifisch	spezifisch
2	Inhalt	allgemein	spezifisch	spezifisch
3	Einflußgrößen	allgemein	spezifisch	spezifisch
4	noch frei	---	---	---
5	Datenerfassung	allgemein	nicht belegt	nicht belegt
6	Funktion	allgemein	---	Verknüpfungsregeln
7	Belastungswerte	allgemein	spezifisch	---
8	noch frei	---	---	---
9	noch frei	---	---	---
10	noch frei	---	---	---

### 2.3 Modellkalkulation

Aufbauend auf die analysierten und dokumentierten Daten können Modellkalkulationen die erforderlichen Ergebnisse - und damit Bewertungen - für die zu untersuchenden Planungsalternativen erbringen. Da es bei einer derartigen Betrachtung in erster Linie um die Bewertung und nicht um die Optimierung geht, kommen dafür vor allem Simulationen in Betracht /5, 48/. Bei der Auswahl der dafür möglichen Ansätze läßt sich zudem eine weitere Einengung vornehmen, denn Modelle sind rechenbare Spiegelbilder der Realität. Diese ist jedoch - von wenigen Ausnahmen abgesehen - bei den hier betrachteten Fällen deterministischer, also streng ablaufgebundener Art. Die reine Stochastik ist dagegen die Ausnahme /5/. Allenfalls ist sie bei jenen Arbeitsabläufen anzutreffen, bei welchen der Arbeitsgegenstand aufgrund klimatischer oder biologischer Einflüsse tatsächlich zufällig ist. In den vorgegebenen Fällen also z.B. bei den Melkarbeiten im Melkstand oder bei der Durchführung der Arbeiten in der Außenwirtschaft.

Im Melkstand sind Abweichungen von der deterministischen Betrachtung erst bei sehr großen Einheiten gegeben /5/, die Außenwirtschaft ist nicht Gegenstand der hier vorgesehenen Untersuchungen. Deshalb kann die deterministische Modellkalkulation ohne Einschränkung auf die Untersuchungsziele als Kalkulationsart gewählt werden.

#### 2.3.1 Landwirtschaftliches Informations-System Landtechnik (LISL)

Umfangreiche Arbeiten führten im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" im Projektbereich A zu einem Kalkulationssystem auf der Basis deterministischer Simulation /9, 12/. Es erhielt die Bezeichnung "Landwirtschaftliches Informations-System Landtechnik (LISL)". Die Pflege der darin verwendeten Dokumente übernimmt das Programm DOKLIS (DOKumentbearbeitung im System LISL) /95/. Die Kalkulationen werden über das universelle Programm KALDOK (KALKulation mit DOKumenten) /96/ abgewickelt. Unterschiedliche Datenbasen bilden - nach obigen Regeln aufgebaut - das Datenmaterial (Abb. 9).

Jede Datenbasis stellt in sich ein eigenes hierarchisches System dar und enthält bis zu 100999 Dokumente in 5 Ebenen, welche durch die erste Ebene in 9 Kapitel eingeordnet sind (Abb. 10).

Somit stellt dieses System eine umfassende Datenbank dar. Bewußt wurde dabei

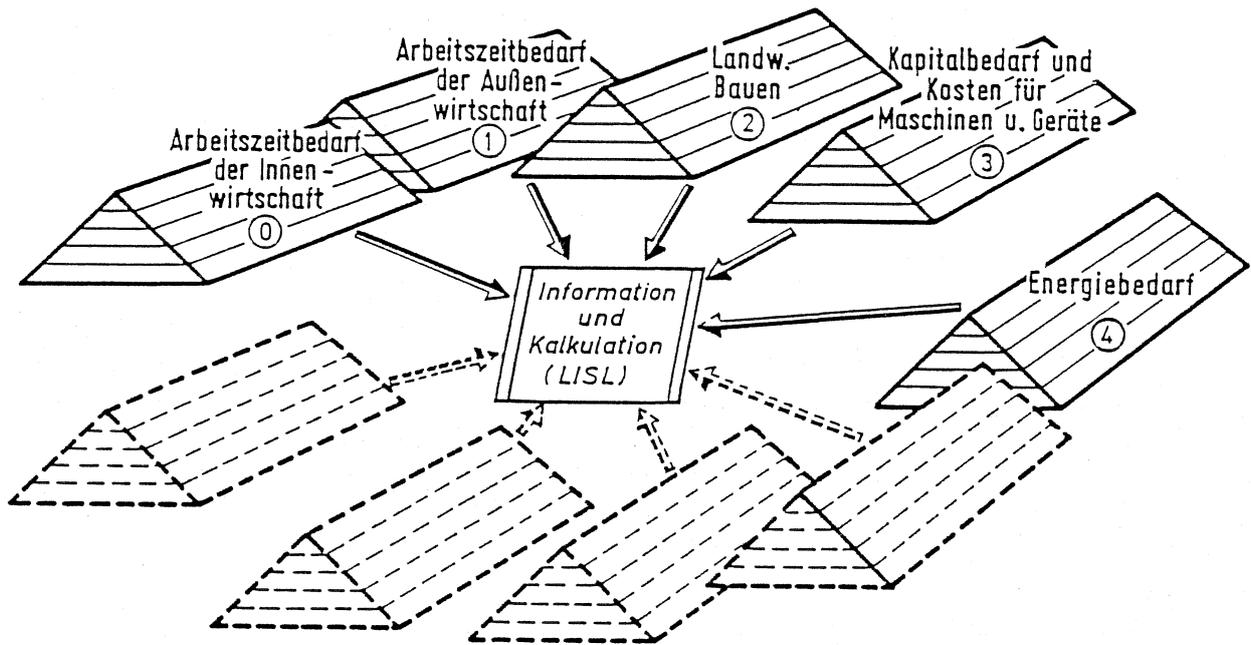


Abbildung 9: Landwirtschaftliches Informations-System Landtechnik (LISL)

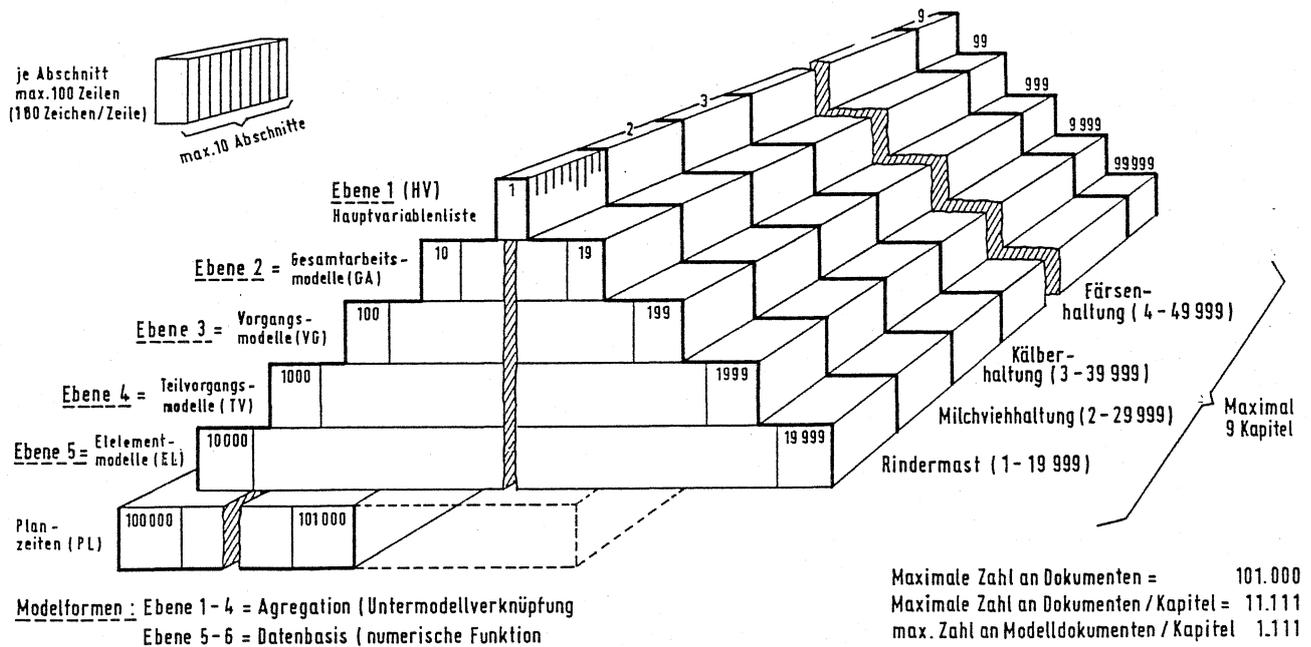


Abbildung 10: Hierarchie der Dokumente im System LISL

ein eigenes System entwickelt. Denn nur damit können Probleme bezüglich einer käuflichen Datenbank im Hinblick auf Verfügbarkeit, Lauffähigkeit, Portabilität und damit verbundenen kontinuierlichen Kosten vermieden werden. Die nicht zu verachtenden Arbeiten zur Fortschreibung sind dagegen durchaus tragbar, da

sie allenfalls Erweiterungen bei den Dokumenten oder Anpassungen an - immer aufwärtskompatible - überarbeitete Sprachgenerationen darstellen. Die benötigten Programme und die Datenbankbereiche sollen nachfolgend kurz dargestellt werden.

### 2.3.2 Dokumentbearbeitungsprogramm DOKLIS

Die Aufbereitung und Pflege der Dokumente erfolgt mit dem Programm DOKLIS. Es wird über Kommandos gesteuert und kann sowohl im BATCH-Betrieb, wie auch im Dialog eingesetzt werden. Die wichtigsten Aufgaben des Programmes sind:

- Datenbankbereich initialisieren
- Dokumente in die Datenbank einlesen und wichtigen Prüfungen auf Plausibilität und Konsistenz unterziehen
- Dokumente in Datei ausgeben (Änderungen oder Erweiterungen)
- Dokumente dokumentieren (drucken)
- einzelne Dokumente löschen
- Datenbankinhaltslisten erstellen
- gesamte Datenbank oder Teilbereiche sichern
- gesamte Datenbank oder Teilbereiche restaurieren (aus Sicherungskopie)

Die derzeit verfügbare Version V6A ist auf allen 16 und 32-Bit-Systemen lauffähig.

### 2.3.3 Kalkulationsprogramm KALDOK

Das Kalkulationsprogramm KALDOK übernimmt die Kalkulation mit den Dokumenten und erstellt bereichsspezifische Ergebnisse. Es zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- modularer Aufbau
- Verarbeitung getrennter Mengen- und Preisgerüste und deren Verknüpfung
- Verarbeitung unterschiedlich stark aggregierter Daten
- ablaufgetreue Einzelkalkulation und iterative Kalkulation mit Änderung einer Einflußgröße in definierbaren Schritten (Anhang Nr. 6 und 7)

- einfache Anpassung an unterschiedliche Kalkulationsanforderungen durch spezifische Ergebnisausgabe
- eingebaute umfangreiche Testhilfen
- BATCH-Fähigkeit für umfangreiche Analysen
- dialogunterstützte BATCH-Fähigkeit für Eingaben bei weniger umfangreichen Analysen
- Dialogfähigkeit für einfache Anwendung mit wählbarem Eingabeumfang (Wichtigkeit der Einflußgrößen)

Der entsprechende Programmflußplan ist im Anhang, Nr. 8 dargestellt.

Neben den genannten Bereichen Arbeitszeitbedarf mit Arbeitsbelastung, Investitionsbedarf für landwirtschaftliche Betriebsgebäude kann es als Sonderversion auch für die Kalkulation des tragbaren Investitionsbedarfes bei Biogasanlagen eingesetzt werden.

#### 2.3.4 Datenbankinstallationen und Subdatenbanken

Das gesamte System LISL steht in Teilen oder in umfassender Form an mehreren Rechenzentren zur Verfügung und zeigte dabei eine zuverlässige Lauffähigkeit auf unterschiedlichsten EDV-Anlagen /28/. Bisherige Installationen erfolgten am:

- LEIBNIZ-Rechenzentrum der TU-München (CDC - Rechenanlage).
- Rechenzentrum des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (IBM - Rechenanlage).
- Rechenzentrum der Justus-Liebig Universität Gießen (CDC - Rechenanlage).
- Rechenzentrum der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig Völkenrode (SIEMENS - Rechenanlage).
- Rechenzentrum der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT) in Tänikon (Schweiz) (UNIVAC - Rechenanlage, neuerdings DATA GENERAL).
- Rechenzentrum der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich (Schweiz) (DIGITAL DECsystem10 - Rechenanlage).

Gleichzeitig wurde mit der FAT eine Arbeitsteilung verabredet, nach welcher Weihenstephan vor allem Daten und Modelle der Innenwirtschaft und Tänikon

stärker die Daten und Modelle der Außenwirtschaft erstellen und pflegen sollte. Der Datenaustausch erfolgte bisher etwa in zweijährigem Rhythmus auf der Basis von Magnetbändern.

Eine kurzgefaßte Erläuterung soll die einzelnen Subdatenbanken näher darstellen.

2.3.4.1 Arbeitszeitbedarf in der Innenwirtschaft (KALINN)

Im Datenbankbereich KALINN wird der Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsbelastung nach dem Energieumsatz der Arbeitspersonen für die Arbeiten der Innenwirtschaft kalkuliert. Es handelt sich dabei um eine reine Mengenkalkulation.

Derzeit sind nur für die Arbeiten in der Rinderhaltung alle Daten verfügbar. An der Erstellung für die Bereiche "Zuchtsauenhaltung" und "Pferdehaltung" wird gearbeitet. Die verfügbaren Daten in den einzelnen Hierarchieebenen sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Verfügbare Daten für den Bereich "Innenwirtschaft"

Dokumente		Dokumentbereich									Summe
Typ	Inhalt	Rinder- mast	Milch- vieh	Käl- ber	Fär- sen	Schweine mast	zucht	Pferde Schafe	Fest-/ Flüssig- mist	Bio- gas	
Aggregation	Gesamtarbeit	2	4	7	2	-	-	-	7	8	30
	Arbeitsvorgänge	17	23	21	19	-	-	-	28	-	108
	Arbeits- teilvorgänge	38	80	50	60	-	-	-	52	-	270
Spezifi- zierung	Elemente	31	359	209	-	-	-	-	145	84	828
Basis	Planzeiten										419
Summe aller Dokumente		419 (erstellt aus 45 903 Meßwerten; erfaßt in etwa 80 Betrieben)									1 665

In einer ersten Testversion wurden mittlerweile die Basisdaten für die Arbeitsbelastung nach der Methode "Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirt-

schaft (BAL)" eingearbeitet. Dies erfolgte am Beispiel Melken, auf entsprechende Ergebnisse wird später eingegangen werden.

#### 2.3.4.2 Landwirtschaftliches Bauwesen (KALBAU)

Das Kalkulationssystem KALBAU basiert auf einer Mengen- und Preiskalkulation. Dabei wird in einem ersten Schritt das benötigte Mengengerüst für Materialien, Baustoffe und Bauhilfsmittel erstellt. Über benutzerspezifische Preisdateien erfolgt im zweiten Schritt die Bepreisung und die Erstellung eines Mengen- und Preisgerüsts /54, 55, 62, 63/. Ein Ergebnisausdruck im Anhang, Nr. 9, stellt ein Beispiel für eine übliche Kalkulation dar.

Für die Bepreisung wurden bisher eigene Preisdateien mit regionalem Charakter für die Regierungsbezirke in Bayern erarbeitet, eine Mittelpreisdatei aus diesen Dateien dient als Preisdatei "Bayern".

Die Gesamtzahl der verfügbaren Modelle deckt den Bedarf für das landwirtschaftliche Bauwesen noch nicht ab. Schwerpunktmäßig wurden bisher die Gebäude der Rinderhaltung erarbeitet und dabei die im süddeutschen Raum üblichen Bauweisen sehr stark berücksichtigt. Tabelle 5 enthält die Zahlen der derzeit verfügbaren Daten und Modelle.

Tabelle 5: Verfügbare Daten für den Bereich "Landwirtschaftliches Bauen"

Dokumente		Dokumentbereich									Summe
Typ	Inhalt	Rinder- mast	Milch- vieh	Käl- ber						Neben- gebäude	
Aggregation	Konstruktionsart	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Bauteilgruppen	3	-	-	-	-	-	-	-	16	19
	Bauteile	68	-	1	-	-	-	-	-	-	69
Spezifi- zierung	Positionen	11	50	6	31	23	18	32	-	1	172
Basis	Arbeit/Material	127 (erstellt aus 5 609 Meßwerten)									127
Summe aller Dokumente											388

2.3.4.3 Außenwirtschaft (KALAUS)

Wie schon angedeutet, wurde und wird in Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik in Tänikon (Schweiz) der weitere Aufbau und die Ergänzung der Daten durchgeführt. Dabei wurden von der FAT ursprünglich nur Daten und Modelle für den Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode der Außenwirtschaft eingebracht. Mittlerweile erfolgte aber auch die Erstellung von Daten aus der Innenwirtschaft, wobei auch dort die Rinderhaltung den Schwerpunkt darstellt.

Als besondere Modelleigenschaft ist in den Modellen der Außenwirtschaft die Berücksichtigung der Arbeitshalbtage zu nennen. Darüber hinausgehende zusammenhängende Arbeitszeiten werden praxisnah mit Unterbrechungen für die Heimfahrt und für die erneute Rückfahrt zum Feld kalkuliert. Gleichzeitig muß jedoch bei diesen Modellen auf die Begrenzungen hingewiesen werden, die sich durch die Datenermittlung in der schweizerischen Landwirtschaft ergeben. Insbesondere größere Einheiten bei den Schlägen und bei der Technisierung sind deshalb nur unzureichend berücksichtigt. Tabelle 6 weist die derzeit verfügbaren Daten und Modelle aus.

Tabelle 6: Verfügbare Daten für den Bereich "Außenwirtschaft"

Dokumente		Dokumentbereich									Summe
Typ	Inhalt	Rinder- mast	Milch- vieh			Boden- bear- beitung	Saat	Pflege	Ernte		
Aggregation	Gesamtarbeit	8	1	-	-	1	2	3	-	-	16
	Arbeitsvorgänge	10	4	-	-	5	3	4	5	-	31
	Arbeits- teilvergänge	14	18	-	-	12	7	7	20	-	78
Spezifi- zierung	Elemente	217	174	-	-	156	64	70	232	-	913
Basis	Planzeiten	(alle Planzeiten sind als spezifische Mittelwerte erstellt !)									-
Summe aller Dokumente											1 038

#### 2.3.4.4 Investitionsbedarf für Biogasanlagen (KALBIO)

Bedingt durch umfangreiche Forschungsarbeiten über den Einsatz von Biogasanlagen /81/, wurde die dafür benötigte Kalkulation zum tragbaren Investitionsbedarf ebenfalls über das universelle Kalkulationsprogramm KALDOK abgewickelt und aus Vereinfachungsgründen in den Datenbankbereich KALINN eingespeichert. Eine mittlerweile verfügbare Programmversion kann ohne Einschränkungen auf dem PC eingesetzt werden.

Die erarbeiteten Daten decken alle tierischen Produktionszweige der Landwirtschaft ab und enthalten zusätzlich ein weitgehend offenes Modell für sehr stark betriebsindividuelle Anwendungsfälle. Sie ermöglichen im ersten Kalkulationsschritt die Erstellung einer Energiebilanz. Im zweiten Schritt folgt dieser die Ermittlung der anfallenden und der zu nutzenden Energie mit und ohne Kraft-Wärme-Kopplung. Im dritten Schritt wird schließlich der tragbare Investitionsbedarf kalkuliert. Die Zahl der verfügbaren Daten befindet sich in der vorletzten Spalte in Tabelle 4.

#### 2.3.4.5 Elektroenergiebedarf (KALKWH)

Zur Vervollständigung der Bedarfswerte befaßten sich Wissenschaftler in Weihenstephan /30, 88/ immer auch mit der Ermittlung des Elektroenergiebedarfes landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte. Da diese Aufgabe jedoch sehr zeitaufwendig und ohne den Spezialisten für den Anschluß der Meßgeräte nicht durchführbar ist, hat sich die Erstellung eines umfassenden Datengerüsts sehr stark verzögert.

Eine erste Testversion mit Einbeziehung dieser Daten in den Bereich Innenwirtschaft in die Ebene der Vorgangsmodelle hat jedoch gezeigt, daß auch hierfür das System DOKLIS und KALDOK bestens geeignet ist /10/ und über die Verbindung mit den Zeit- und Mengendaten die Einschaltzeiten und die benötigten Leistungen problemlos kalkulierbar sind.

Derzeit wird ein erstes Kalkulationssystem für die erstellten Daten auf der Basis eines Tabellenkalkulationsprogrammes (SYMPHONY) /98/ erstellt. Darin wird vor allem der Bereich Futtereinlagerung bearbeitet /34/.

#### 2.3.4.6 Maschinenkostenrechnung (KALKAP und KALKOS)

In Verbindung mit einer Untersuchung über eine verbesserte Methode zur Maschinenkostenkalkulation /91/ wurden auch die dafür benötigten Datenaufbereitungen und Kalkulationen mit dem Programm KALDOK durchgeführt. Zum einen erfolgte die Ermittlung der Kapitalbedarfswerte (KALKAP) mit einer sehr differenzierten Untergliederung in Grundausstattung und Zusatzausstattung. Zum anderen wurden darauf aufbauend auch die Kosten kalkuliert, wobei über eine Trennung bei den Reparaturen in ein Mengen- und Preisgerüst eine sehr starke Transparenz bei diesem Kostenteil erreicht wurde. Beide Ansätze sind jedoch nur als Pilotstudien anzusehen.

#### 2.4 Funktionen höher aggregierter Abschnitte und Einflußgrößengewichtung

Sehr differenziert arbeitende Kalkulationssysteme führen bei einer sehr feinen Datenstruktur zu äußerst praxisnahen Kalkulationsergebnissen. Allerdings benötigen sie dazu eine Vielzahl an Einflußgrößen mit zunehmender Anzahl bei stärkerer Aggregation (Tab. 7).

Tabelle 7: Zahl der Einflußgrößen bei den erstellten Modellen

Arbeitsabschnitt	Anzahl vorhandener Modelle	mittlere Zahl der Einflußgrößen	Spannweite
Gesamtarbeitsmodelle (GA)	28	50	15 - 98
Vorgangmodelle (VG)	108	19	1 - 90
Teilvorgangmodelle (TV)	288	13	2 - 80
Arbeitselemente / Planzeiten (PL)	1239	2	1 - 6

Zwar ist dabei rein erfahrungsmäßig eine Reduzierung bei der Aggregation möglich, jedoch führt dies zu Einschränkungen bei der Anwendung. Demnach muß eigentlich im Sinne einer benutzerfreundlichen Anwendung an den fertigen Modellen versucht werden, entsprechend dem Gewicht (bzw. dem Beitrag zum Kalkulationsergebnis) eine Einschränkung vorzunehmen, um damit

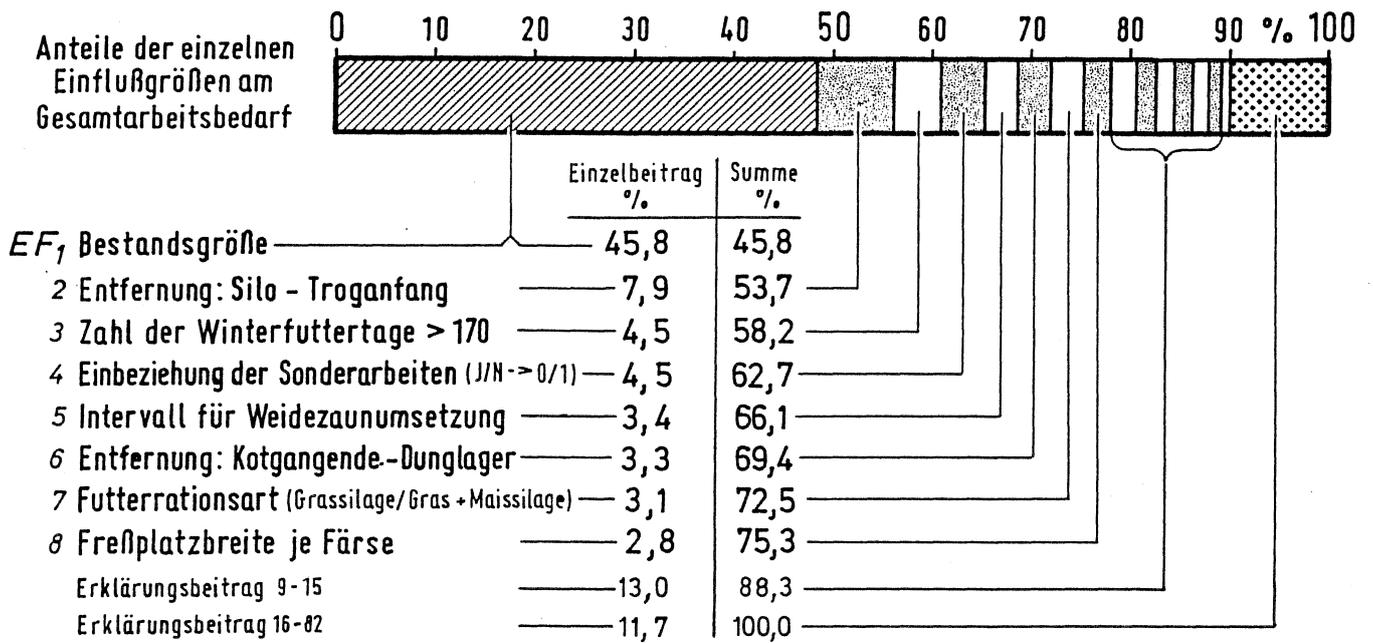
- sehr genau kalkulieren zu können (alle Einflußgrößen)
- schnelle Überschlagskalkulationen zu erstellen (nur die wichtigsten Einflußgrößen) und
- über vereinfachte Funktionen auch den Bereich der programmierbaren Kleinrechner und der PC's einsetzen zu können.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde gemeinsam mit WENDL und BAUR /92/ eine Einflußgrößengewichtungsanalyse entwickelt und an den Verfahren der Färsenhaltung getestet /33/. Weitere Untersuchungen von BAUER /32/ an den Modellen der Milchviehhaltung bestätigten die ersten Ergebnisse. Sie zeigten, daß selbst für umfassende Kalkulationen ganzer Haltungsverfahren in der Regel 8 bis 15 Einflußgrößen ausreichen, um 90 % des kalkulierten Zeitbedarfes zu erklären.

Die dabei entwickelte Methode baut auf die Korrelations- und Regressionsanalyse auf /97/. Sie geht davon aus, daß bei der Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes für unterschiedliche Bestandesgrößen nahezu immer lineare Verhältnisse vorliegen, wenn dabei der Bedarf je Herde betrachtet wird. Drei Methodenschritte führen zur entsprechenden Einflußgrößengewichtung.

- Schritt 1: Für ein beliebiges Modell werden getrennt für jede Einflußgröße deren minimale und maximale Einflußgrößenwerte in je eine Kalkulation einbezogen und die restlichen Einflußgrößen mit ihren Voreinstellwerten (Mittelwerten) berücksichtigt.
- Schritt 2: Alle Ergebnisse, einschließlich der kalkulierten Einflußgrößen, werden einer Korrelations- und Regressionsanalyse unterzogen und damit eine für dieses Modell gültige allgemeine Funktion erstellt.
- Schritt 3: Die Summe der errechneten absoluten Korrelationswerte wird gleich 100 % gesetzt. Die jeweiligen absoluten Korrelationswerte ergeben dann den Gewichtsbeitrag der einzelnen Einflußgröße.

Wird anschließend an diese drei Schritte in einem vierten Schritt mit jenen Einflußgrößen, welche in der Summe 90 bzw. 95 % ergeben, eine weitere Korrelations- und Regressionsanalyse durchgeführt, dann ergibt sich daraus eine universelle Funktion mit wenigen Einflußgrößen bei hoher Zuverlässigkeit der damit erreichbaren Kalkulationsergebnisse. Derartige Funktionen sind zudem optimale Bausteine innerhalb von Tabellenkalkulationsprogrammen und bringen in dieser Form nahezu den gesamten Informationsgehalt der vollständigen Datenbank in eine einfach kalkulier- und anwendbare Form (Abb. 11).



Zeitbedarfskurzformel:  $t [h] = -256 + 13,9 * EF_1 [Färsen] + 0,47 * EF_2 [m] + 1,82 * EF_3 [Tage] + 54,1 * EF_4$   
 $- 13,8 * EF_5 [Futtert] + 0,88 * EF_6 [m] + 37,2 * EF_7 + 85,2 * EF_8 [Färsen] + \dots$

Abbildung 11: Einflußgrößengewichtungsanalyse für die Färsenhaltung (nach WENDL, BAUR und AUERNHAMMER 1981 /92/)



### 3. Rahmenbedingungen für den Systemvergleich

Aufbauend auf die aufgezeigten Daten und Methoden sind nun die Annahmen zum Systemvergleich zu treffen. Sie beziehen sich auf die

- Abgrenzung der Haltungssysteme,
- Haltungsform,
- Herdengrößen,
- Gebäude und bauliche Anlagen,
- Arbeitsmittel (Maschinen und Geräte), sowie auf
- Bedarfswerte und Kosten.

#### 3.1 Abgrenzung der Haltungssysteme

Haltungssysteme für Milchvieh bedürfen einer exakten Abgrenzung. Im Sinne der Systemtheorie sind das System, die Systemeingabe, die Systemausgabe und die Systemumwelt zu definieren.

Das System besteht aus dem Gebäude (den Gebäuden) und den Tieren. Das Gebäude stellt als Hülle den Übergang zur Systemumwelt dar. Bestimmende Faktoren beim Tier sind die Haltungsform, die Herdenzusammensetzung und die angestrebte Herdenleistung.

Die Systemeingabe setzt sich aus den Faktoren Futter, Arbeit, Arbeitsmittel und Energie zusammen.

Die Systemausgabe führt zur Tierleistung in Form von Milch, Zuwachs, Tierzugang und Tierabgang. Hinzu kommen die Abfallstoffe Kot und Harn, sowie die Abwärme vom Tier und von der Technik.

Die Systemumwelt resultiert aus dem landwirtschaftlichen Betrieb. Faktoren sind dabei die Erschließung und die Freiräume. Letztere beinhalten sowohl die Flächen und Räume für eine Erweiterung oder Einschränkung, als auch die an den Betrieb angrenzenden Umweltkomponenten in Form anderer Betriebe und/oder öffentlicher Einrichtungen.

Generelle Schnittstellen für die Systembetrachtung "Milchvieh" ergeben sich aus

der isolierten Betrachtung dieses Produktionszweiges. Kosten- und arbeitsmäßig müßte demnach die gesamte Systemeingabe mit Erzeugung und die gesamte Systemausgabe mit Verwertung eingeschlossen werden. Insbesondere wäre dabei auch die Systemumwelt und die Wechselbeziehungen zwischen den Systemteilen einzubeziehen. Dies würde jedoch den Rahmen der vorgesehenen Untersuchung sprengen, weshalb bei der Systemein- und -ausgabe eine Begrenzung vorgenommen wird. Dazu werden folgende Unterstellungen getroffen:

#### Systemeingabe:

- Futter:** Die benötigten Futtermengen sind im Lager vorhanden.  
Bei Sommerstallfütterung stellt der stehende Bestand das Lager dar, aus welchem mit geeigneten Maschinen (Mähwerk und Ladewagen) das Futter entnommen wird. Zusätzliche Maßnahmen für den Futternachwuchs entfallen. Gleiches gilt bei Weidegang.
- Arbeit:** Bei den Arbeitskräften wird Normalleistung nach REFA unterstellt. Basis ist damit die Arbeitskraft (AK). Arbeitspersonen der Praxis (AP) können davon um bis zu 20 % nach oben oder unten abweichen.  
Für Umbaumaßnahmen stehen max. 2000 AKh/Baumaßnahme an freier Kapazität im Betrieb zur Verfügung.
- Arbeitsmittel:** Die Arbeitsmittel sind zeitlich unbegrenzt verfügbar (eventuelle Ausfallzeiten, bzw. Reparaturzeiten werden nicht berücksichtigt).  
Es wird eine entsprechende Technisierung in Anpassung an die Bestandesgröße gewählt.
- Energie:** Frei verfügbar als Elektroenergie ohne Beschränkung (neue Stromtarife kennen bisherige Einschränkungen bei den Anschlußwerten nicht mehr).

#### Systemausgabe

- Tierleistung:** Die Milch befindet sich im Milchlager (Tank) zur Abholung.  
Bei Fleisch wird ab Stall verkauft, der Stall ist somit das Lager.
- Kot- und Harn:** Beide Systemausgaben befinden sich im Lager (Hochbehälter bzw. überfahrbarer Tiefbehälter).
- Abwärme:** Durch entsprechende Bauausführung wird die Abwärme frei oder durch Zwangsentlüftung ins Freie geführt.

### 3.2 Haltungsform

Von den unter 2.1 beschriebenen Haltungsformen werden der Anbinde- und der Laufstall ausgewählt.

Beim Anbindestall erfolgt eine Beschränkung auf reine Anbindehaltung mit Ausnahme der Kälberaufzucht in Boxen. Beim Laufstall werden nur Liegeboxenställe betrachtet, auch die Nachzucht wird in Liegeboxen gehalten.

### 3.3 Herdengröße und Herdenzusammensetzung

Herdengrößen und Herdenzusammensetzungen sollen in Anlehnung an die Praxis und an die absehbaren strukturellen Entwicklungen in tatsächlich realisierbaren Größenordnungen gewählt werden.

Für den Anbindestall sind aus der Sicht des Arbeitsbedarfes (Zeit und Belastung) die Grenzen relativ eng zu setzen. Schon Bestände mit mehr als 30 Kühen sind Ausnahmen, so daß eine Wahl der Herdengröße in 10er-Schritten von 20 über 30 bis 40 Kühe diese Haltungsform sehr gut repräsentiert.

Für den Laufstall gibt es hingegen diese Begrenzungen vor allem nach unten. Die Hauptbarriere stellt insbesondere der erforderliche Melkstand mit seiner Technik und mit seinen Anforderungen an den Umtrieb dar. Immerhin ist zu bedenken, daß bei einem Bestand mit 20 Kühen im Durchschnitt täglich nur 16 bis 17 Kühe gemolken und daß bei saisonaler Abkalbung durchaus diese Zahl auch auf 6 bis 8 Kühe sinken kann.

Aus Gründen eines objektiven Vergleiches wird auch bei dieser Haltungsform die 20-Kuhherde als Ausgangsgröße gewählt. Wiederum im Sinne der Vergleichbarkeit werden dann die Bestandesgrößen des Anbindestalles herangezogen und dafür geeigneten Aufstallungsformen zugewiesen.

Als vergleichbare Liegeboxenställe werden 2- und 3-reihige Aufstallungssysteme ausgewählt. Die 2-reihigen Systeme umfassen den 2 \* 1-reihigen und den 2-reihigen Liegeboxenstall. Beide Systeme enden aufgrund einer sonst überlangen Bauform bei 60 Kühen. Demgegenüber beginnt der 3-reihige Liegeboxenstall aufgrund der darunter entstehenden Probleme mit der verfügbaren Troglänge je Tier erst bei 40 Kühen und endet bei 80 Kühen.

Diese Auswahl führt zu 14 Stallssystemen und differenziert dadurch vor allem die praxisrelevanten Bestandesgrößen weit stärker als bisherige Untersuchungen /19, 20, 23, 26, 68, 70, 84/ (Tab. 8).

Tabelle 8: Zuordnung der Stallssysteme zu den gewählten Bestandesgrößen

Stallsystem nach Aufstallung	Bestandesgröße				
	20	30	40	60	80
<u>ANBINDESTALL</u>					
2-reihig	*	*	*		
<hr/>					
<u>LAUFSTALL</u>					
2 * 1-reihig	*	*	*	*	
2-reihig	*	*	*	*	
3-reihig			*	*	*

Hinsichtlich der Herdenzusammensetzung wird ebenfalls von der Praxis ausgegangen. Danach ist die Nachzucht der benötigten weiblichen Tiere derzeit das Standardverfahren nahezu aller Betriebe. Im Sinne einer größtmöglichen Auswahl werden dabei in der Regel etwa 80 % der weiblichen Nachzucht aufgestellt.

Bewußt wird bei diesem Vergleich auf eine Variante "ohne weibliche Nachzucht" verzichtet. Hauptgrund dafür ist die Tatsache, daß dieses Verfahren im Sinne der Bezeichnung eher die Ausnahme darstellt. In allen anderen Fällen erfolgt dagegen die Haltung der Nachzucht entweder räumlich oder örtlich getrennt. Eine Bewertung wird dadurch sehr schwierig, sei es, daß dabei die Bestandesgrößendegression zu ungünstigeren Verhältnissen führt, oder daß durch unregelmäßig tätige Personen (Altenteiler, Wochenendarbeitskräfte) eine Übertragung in die Praxis ohnehin nicht möglich ist.

Problematisch gestaltet sich dagegen die Bewertung der Umtriebsdauer. Ausgehend vom derzeitigen Durchschnitt in Bayern /59/ (für die Bundesrepublik liegt dafür ein exakt ermittelter Wert nicht vor) ist in einer ersten Berücksichtigung ein mittlerer Wert von 3,5 Jahren je Kuh anzusetzen. Im Sinne einer längeren Nutzung der Kühe sollen jedoch auch 4 Jahre Nutzungsdauer nicht außer Acht gelassen werden.

Aus all diesen Überlegungen und Vorgaben resultiert die Herdenzusammensetzung in Anlehnung an die ALB-Bayern /1/ nach Tabelle 9.

Tabelle 9: Herdenzusammensetzung mit weiblicher Nachzucht

Haltungsstadium	Alter	Monate bis	Umtrieb		4-jährig	
			3,5-jähr.	GV	Stallplätze	GV
Kälberaufzucht mit Tränke	1	1	0,16	0,01	0,16	0,01
Kälberaufzucht ohne Tränke	4	3	0,41	0,06	0,41	0,06
Jungvieh, erste Altersstufe	15	11	0,21	0,11	0,18	0,10
Jungvieh, zweite Altersstufe	26	11	0,21	0,18	0,18	0,16
Kalbin, trächtig	28	2	0,04	0,04	0,03	0,03
-----						
Milchvieh	70	42	1,00	1,20		
Summe		70	2,03	1,60		
-----						
Milchvieh	76	48			1,00	1,20
Summe		76			1,96	1,56

Die Abweichungen nach unten (3,5 Jahre Umtrieb bei ALB = 1,75 GV) resultieren aus der Vorgabe, nur 80 % der weiblichen Nachzucht aufzustallen. Obige Tabelle bestätigt demnach die Daten bei ALB.

### 3.4 Gebäude und bauliche Anlagen

Entsprechend den Vorgaben zu den ausgewählten Stallsystemen, den Bestandesgrößen und der Herdenzusammensetzung müssen in einem weiteren Schritt die erforderlichen Räume und die entsprechenden Funktionen der Gebäude und baulichen Anlagen festgelegt werden. Die dazu erforderlichen Vorgaben resultieren aus dem Raum- und Funktionsprogramm und aus den Ansprüchen der Arbeitserledigung, also einzusetzende Technik und Arbeitsplatzgestaltung für die Arbeitskräfte.

### 3.4.1 Raumprogramm

Das Raumprogramm wird aus den Anforderungen der Tiere, der Lagerräume, der Arbeitsräume und der Freiräume gebildet.

Hinsichtlich der Raumannsprüche der Tiere geben diese die Maßstäbe vor. Sie sind nach ALB-Vorgaben /1/ und Untersuchungen von BOXBERGER et al. /36, 37, 39/ in Tabelle 10 zusammengefaßt, in Klammern werden die vorgeschlagenen Maße nach dem Entwurf der Kälberhaltungsverordnung genannt /41/.

Tabelle 10: Flächen- und Raumannsprüche der Tiere für Anbinde- und Lauf-Stall

Altersstufe	Anbinde- stall (l * b)	Lauf- stall (m <sup>2</sup> )	Mindest- raumhöhe (m)
Tränkekälber	1,20 * 0,90 (1,80 * 1,00)	1,10 1,30)	nicht benannt "
Kälber ohne Tränke	1,10 * 0,65	1,10 (1,50)	" "
Jungvieh der Altersstufe I	1,00 * 0,85	1,75	"
Jungvieh der Altersstufe II	1,50 * 1,00	2,35	"
Milchkuh	1,75 * 1,15	2,75	"

Die Raumannsprüche für das Futterlager (Systemeingabe) ergeben sich aus der Zusammensetzung der Futterration, der Futterdauer und der Fütterungsstrategie. Bei optimalem Nährstoffausgleich und genereller Stallhaltung der Tiere im Winter sind drei Formen in Verbindung mit der Sommerfütterung (Stallmelken) möglich, nämlich:

- konserviertes Gut im Winter + Sommerstallfütterung + Maissilage
- konserviertes Gut im Winter + Weidegang + Maissilage
- ganzjährige Verfütterung von konserviertem Gut (Ganzjahressilage)

Dabei ist nicht zu übersehen, daß vielfältige Mischlösungen realisierbar und in der Praxis auch anzutreffen sind. Unter Zugrundelegung realistischer Trockenmasseaufnahmewerte, praxisüblicher Trockenmassegehalte und Lagerdichten ergeben sich die in Tabelle 11 dargestellten Raumannsprüche der Futterlager.

Tabelle 11: Raumannsprüche der Futterlagerung  
(Kuh mit Nachzucht = 1,6 GV)

Futterkomponente	Ration (kg/Kuh)	Futtertage (d)	Lager-raumbedarf (m <sup>3</sup> /Kuh)
Wiesengras	56	165	---
Maissilage (Sommer)	8	165	1,87
Maissilage (Winter)	17	200	4,82
Grassilage	13	200	5,46
Heu	2	200	4,59
Kraftfutter	2	365	0,13
Summe			16,87

Die Lagerräume für Kot und Harn werden von den Ausscheidungsmengen, dem Spül- und Reinigungswasserverbrauch und der Lagerdauer bestimmt. Letztere unterliegt sehr stark den gesetzgeberischen Einflüssen und muß derzeit für den Winter mit 6 Monaten angesetzt werden (Tab. 12).

Tabelle 12: Raumannsprüche der Güllelagerung

Altersstufe	Haltungs- dauer (Monate)	Menge/Tier und Monat (m <sup>3</sup> )	Anfall/Kuh mit Nachzucht (m <sup>3</sup> )
Tränkekalb	1	0,15	0,2
Kalb in der Aufzucht	3	0,30	0,9
Jungvieh, Alterstufe I	11	0,70	7,7
Jungvieh, Alterstufe II	11	1,30	14,3
Kalbin	2	1,50	3,0
Milchkuh	42	1,65	69,3
Summe	42		95,4
-----			
Gülleanfall je Monat	1		2,3
bei 6-monatiger Lagerdauer	6		13,6

Somit verbleiben als restliche Ansprüche jene aus der Arbeitsplatzgestaltung. Sie betreffen die Nebenräume einschl. der Milchlagerung, Gangbreiten und Rangierflächen für die mobilen Fütterungseinrichtungen. Die dafür erforderlichen Flächen und Räume werden in der Literatur ausschließlich für die Technik ausgewiesen /1, 66, 57/. Reine Ansprüche für den arbeitenden Menschen finden sich nur für das Tragen von Ballen bei CERMAK, RAY und CLARK 1978 /43/. Deshalb wurden alle mit <sup>\*)</sup> versehenen Werte geschätzt (Tab. 13).

Tabelle 13: Raumanprüche der Arbeitserledigung

Tätigkeitsbereich	Mindestbreite (m)	Mindesthöhe (m)
<b>Füttern</b>		
Futterzubringung	1,40	2,20 <sup>*)</sup>
Futtertisch	2,50 <sup>*)</sup>	2,90 <sup>*)</sup>
Tränkebereich	1,15 <sup>*)</sup>	2,20 <sup>*)</sup>
<b>Melken</b>		
Melkgrube	1,50 <sup>*)</sup>	0,85 <sup>*)</sup> (Grubentiefe)
Milchkammer	3,50 <sup>*)</sup>	2,20 <sup>*)</sup>
<b>Entmisten</b>		
Kälberboxen	1,20 <sup>*)</sup>	2,20 <sup>*)</sup>
Mistgang	1,00 <sup>*)</sup>	2,20 <sup>*)</sup>
Einstreugang (Ballen)	1,40	2,20

### 3.4.2 Funktionsprogramm

Aufbauend auf das insgesamt definierte Raumprogramm können nun die Gebäude nach ihren Funktionen definiert werden. Folgende Vorgaben werden getroffen:

- Warmställe als Standard (in Süddeutschland ausschließlich anzutreffen)
- überfahrbarer Futtertisch (für mobile Fütterung erforderlich)
- Freßplatz : Tierverhältnis von 1 : 1
- Nebenräume als Kopfteilanordnung in den Ställen bei freibleibender Zufahrt zum Futtertisch (Ausnahme beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall)
- ebenerdige Lagerung für Heu in einer abgesetzten Bergehalle  
für Silage in Flachsilos
- Lagerung der Gülle in Tiefbehältern mit befahrbarer Decke

### 3.4.3 Definition der ausgewählten Gebäude und baulichen Anlagen

Über das Raum- und Funktionsprogramm ist die endgültige Auswahl der zu vergleichenden Gebäude zu treffen. Dabei ist gegenüber Maschinen und Geräten generell von der Langlebigkeit der Gebäude auszugehen. Sie gilt nach wie vor und beruht in der vergleichenden Betrachtung auf folgenden Gründen:

- Gebäude werden mit dem Boden verbunden, sind also nicht problemlos verschieb- oder entfernbar.
- Gebäude sind nach der einmaligen Errichtung (fast) nicht handelbar, die Nutzung muß demgemäß bis zu jenem Zeitpunkt erfolgen, an welchen die Reparaturen eine sinnvolle Weiternutzung verbieten.
- Baumaßnahmen sind zeitaufwendige Vorhaben. Nach Baumaßnahmen müssen für den Landwirt längere Zeitspannen ohne Bauarbeiten folgen.
- Die Hülle überdauert fast immer die Inneneinrichtung. Bei sehr einfacher Ausstattung ist zwangsläufig die umgekehrte Situation anzutreffen, so daß eine Planung auf gleiche Lebensdauer von Hülle und Inneneinrichtung nahezu unmöglich wird.
- Technische Weiterentwicklungen betreffen in erster Linie die Technik (also Inneneinrichtung) und weniger die Baustoffe und Baumaterialien (also Hülle).
- Umbaumaßnahmen bei bleibender Hülle sind für die Versorgung (insbesondere Melkarbeiten) trotz vorübergehender Schwierigkeiten lösbar. Der Umbau wird dadurch zu einem kalkulierbaren Risiko.
- Auch bei Erweiterungen eröffnet die bleibende Hülle mehr Möglichkeiten hinsichtlich der Durchführbarkeit mit viel Eigenleistung, obwohl sie auf der anderen Seite die Einbeziehung in neue Planungen auch sehr erschweren kann.

Insgesamt ist danach die Langlebigkeit von Gebäuden in jeder Planung ein unübersehbares Merkmal. Dies bedingt hinsichtlich der sich wandelnden Technik Rücksichtnahmen. Allen voran ist dabei die mobile Tierversorgung zu sehen, welche den überfahrbaren Futtertisch vorgibt. Er gestattet einen vielfältigen Geräteeinsatz und er stellt u.U. eine sehr willkommene Platzreserve bei Um- oder Erweiterungsbauten dar.

Hinzu kommt die Kostensituation bei Gebäuden. Grundsätzlich ist dabei ein hoher Anteil an Fremdleistung und an Materialien in Anspruch zu nehmen. Finanzielle Entlastungen sind deshalb nur durch Eigenleistung und durch eventuell mögliche Lieferung eigener Materialien möglich. Gebäude müssen somit sehr stark eigenleistungsfreundlich sein, wodurch insbesondere in den kleineren Beständen strukturelle Nachteile etwas abgemildert werden können /26/.

Alle diese Gründe führen zu folgenden Gebäudealternativen:

- Massivstall
- betonierte Bodenplatte mit Entmistungskanälen, Stand- und Liegeflächen und Futtertisch
- Dach gleich Decke als Binderkonstruktion im Anbindestall  
als Stützenkonstruktion im Laufstall
- Bergehalle in Holzbauweise
- Güllegrube im Boden, befahrbar

### 3.5 Arbeitsmittel (Maschinen und Geräte)

Die alternativen Techniken zur Arbeitserledigung werden durch deren Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit bestimmt. Grundlegende Forderung an die Arbeitsmittel ist die Reduzierung des Arbeitszeitbedarfes und der menschlichen Belastung, wobei insbesondere die körperliche Arbeit bei den gewählten Bestandesgrößen im Vordergrund steht.

Im Sinne der objektiven Vergleichbarkeit werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Füttern: Kleinballen bei Heu in Handarbeit  
Silageentnahme mit Siloblockschneider, Verteilung in Handarbeit. Bei der 80-Kuhherde Fräsmischwagen.  
Sommerstallfütterung mit Ladewagen bei Anpassung der Technik an die Bestandesgröße:  
20 Kühe: absätzig mähen und laden, Handzuteilung  
30 - 60 Kühe: versetzt mähen und laden, Handzuteilung  
80 Kühe: mähladen, direkte Trogzuteilung  
Kraftfuttermahlwerk im Anbindestall in Handarbeit  
im Laufstall über Abrufautomaten
- Melken: Rohrmelkanlage mit Milchtank im Anbindestall  
Melkstände mit Milchstapelung im Tank im Laufstall
- Entmisten: Flüssigmist ohne speziellen technischen Aufwand

Der Antrieb der Arbeitsmittel erfolgt in der Innenwirtschaft allgemein über elektrische Energie. Im Sinne der Vergleichbarkeit wird deshalb dieser Faktor mit einbezogen. Entsprechend den Bestandesgrößen und der zur Verfügung stehen-

den Arbeitszeit werden dafür optimale Anschlußwerte zugrunde gelegt.

### 3.6 Zusammenfassung aller Varianten

Aufbauend auf alle diese Annahmen und die definierten Herdengrößen sind die folgenden Systemvarianten zu vergleichen (Abb. 12). Die detaillierten Pläne befinden sich im Anhang, Nr. 10 bis 23.

### 3.7 Bedarfswerte und Kosten

Der Vergleich erfolgt als landtechnischer Vergleich. Relevant sind deshalb die landtechnischen Kenngrößen, also Investitionsbedarf, Arbeitszeitbedarf, Elektroenergiebedarf und daraus abzuleitende Jahreskosten als zusammenfassende Größe.

#### 3.7.1 Investitionsbedarf

Ein Vergleich kann nur dann hohe Transparenz gewährleisten, wenn die kausalen Zusammenhänge wiedergegeben werden. Aus diesem Grunde wird der Investitionsbedarf sehr stark differenziert. Dabei erfolgt eine Aufteilung nach Gebäude, bauliche Anlagen, Technik und Inneneinrichtung. Darüberhinaus wird der Investitionsbedarf für das Gebäude und für die Einrichtungen weiter differenziert und schließlich in einer Material- und Arbeitsliste ausgewiesen.

Für die Investitionsbedarfsermittlung bei Gebäuden und baulichen Anlagen werden folgende Annahmen zugrundegelegt:

- Die Erstellung des Mengengerüsts erfolgt mit Daten aus dem System KALBAU.
- Das Preisgerüst wird mit Hilfe der "Weiherstephaner Preisdatei" gebildet. Sie hat einen Gültigkeitsbereich als Mittelpreis für Bayern für das Jahr 1988.
- Die Berechnung erfolgt grundsätzlich ohne Mehrwertsteuer (üblicherweise der zu erzielende Preisnachlaß).

Für die Technik werden die Preise aus Preislisten entnommen. Auch dabei wird

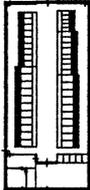
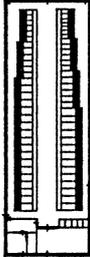
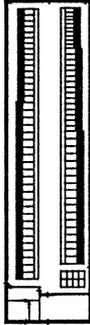
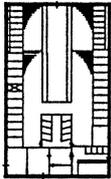
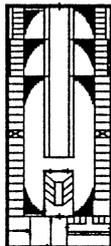
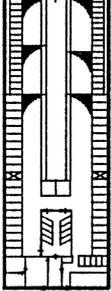
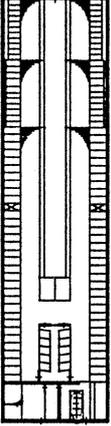
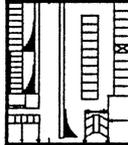
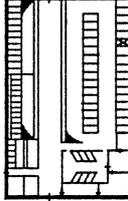
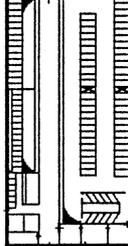
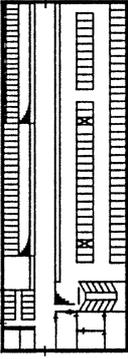
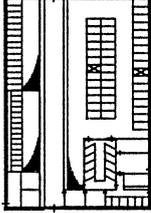
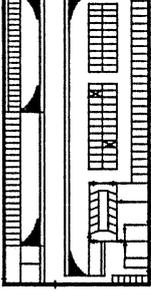
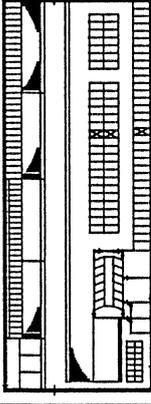
		Bestandesgröße mit Nachzucht		
20	30	40	60	80
				
				
				
				

Abbildung 12: Stallsysteme nach Herdenzuordnung im Größenvergleich

die Mehrwertsteuer nicht berücksichtigt. Für Installationen werden 5 - 15 % des Anschaffungswertes unterstellt.

### 3.7.2 Arbeitszeitbedarf

Auch beim Arbeitszeitbedarf erfolgt eine sehr starke Differenzierung. Analysen nach den Tätigkeitsbereichen

- allgemeine Arbeiten vor und nach dem Füttern,
- Füttern,
- Melken,
- Entmisten und
- Sonderarbeiten, sowie
- für die Kälberhaltung

können dabei systeminterne Abhängigkeiten sehr deutlich herausstellen. Generelle Beurteilungsgröße ist der Arbeitszeitbedarf in AKh und die Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode in kJ/min /50/.

### 3.7.3 Elektroenergiebedarf

Beim Elektroenergiebedarf wird aus dem Anschlußwert, der mittleren Auslastung und der Einschaltdauer der Bedarf in kWh kalkuliert. Eine Unterteilung in die Bereiche

- Füttern,
- Melken,
- Entmisten und
- Lüftung

soll auch dabei die verfahrensabhängige Bedarfsanalyse ermöglichen.

#### 3.7.4 Jahreskosten

Unter Jahreskosten werden in diesem Vergleich die Kosten der Arbeit einschließlich der Gebäudekosten verstanden und somit ein weiter gefaßter Begriff der Kosten der Arbeitserledigung verwendet. Folgende Unterstellungen werden getroffen:

- Die Gebäudekosten betragen 10,5 % der Jahreskosten /46/.
- Die Technik wird zwischen 10 und 20 Jahren genutzt, die Zinsen betragen 7 % nach der Annuitätsmethode.
- Der Elektroenergiepreis beträgt 0,25 DM/kWh.
- Die Arbeitskraftstunde wird mit 15 DM/AKh angesetzt.
- Bei Selbsthilfe gilt für die Eigenleistung keine Entlohnung, für Leistungen durch den Betriebshilfsring werden ebenfalls 15 DM/h angesetzt.

#### 4. Kalkulation der Bedarfs- und Kostenwerte

Die Kalkulation und damit der Vergleich der Stallsysteme erfolgt einzeln nach den Kriterien

- Investitionsbedarf,
- Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung,
- Elektroenergiebedarf und
- Jahreskosten.

##### 4.1 Investitionsbedarf

Zur Ermittlung des Investitionsbedarfes für landwirtschaftliche Betriebsgebäude wird das System KALBAU herangezogen. Die dadurch mögliche Gliederung des Investitionsbedarfes ist sehr differenziert (Abb. 13).

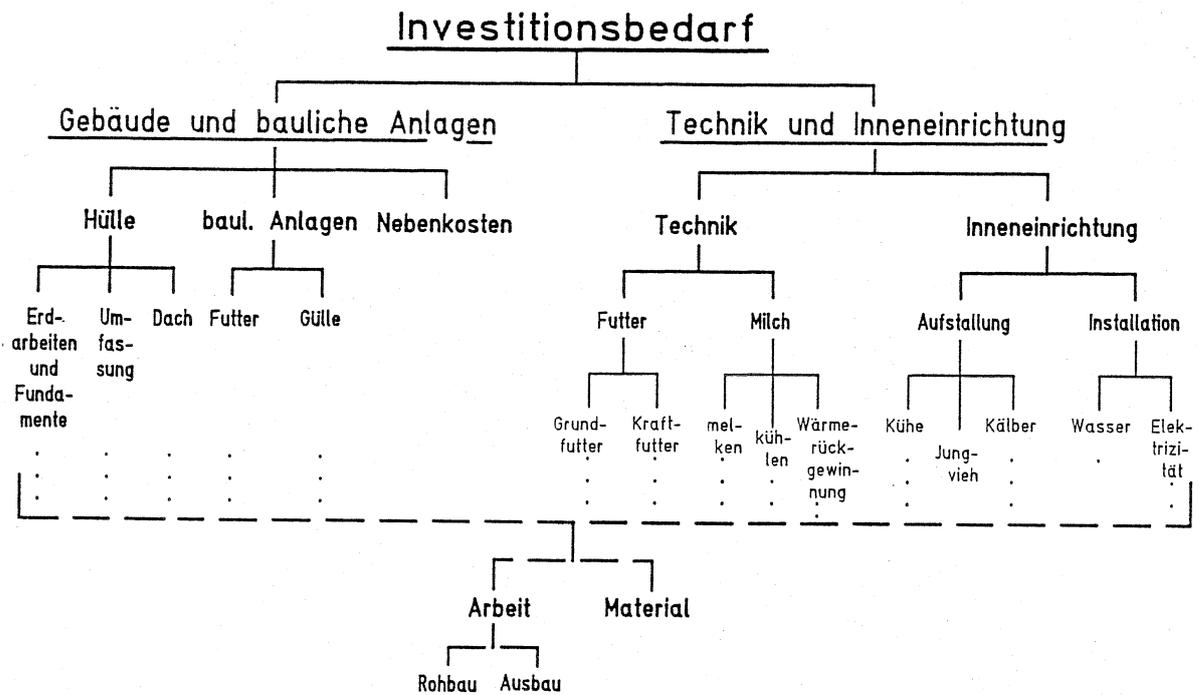


Abbildung 13: Gliederung des Investitionsbedarfes für landwirtschaftliche Betriebsgebäude im System KALBAU

Auf diese Gliederung aufbauend können die gewählten Stallsysteme bis hin zu den

benötigten Materialien und der benötigten Arbeitszeit gezielten Analysen unterzogen werden.

#### 4.1.1 Gesamte Stallsysteme

Stallsysteme stellen räumliche Gebilde dar. Bei gleichem Flächen- und Raumbedarf je Einzeltier entstehen deshalb deutliche Abhängigkeiten zum gewählten Stallsystem und zur jeweiligen Bestandesgröße.

Für den Flächenbedarf ergeben sich die Abhängigkeiten nach Abbildung 14.

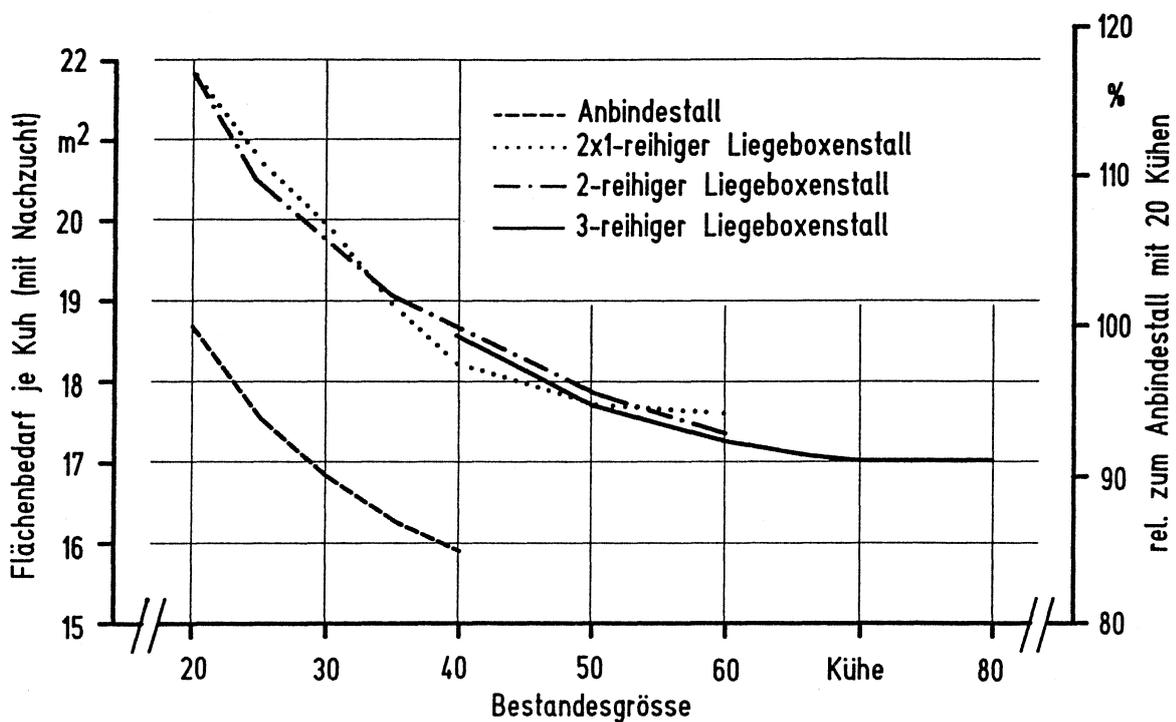


Abbildung 14: Flächenbedarf der untersuchten Stallsysteme in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Anbindeställe liegen dabei im Flächenbedarf sehr viel günstiger als Laufställe. Ausgehend von nahezu  $19 \text{ m}^2$  je Kuh mit Nachzucht bei einer 20-Kuhherde sinkt der Anspruch bei der 40-Kuhherde auf unter  $16 \text{ m}^2$  ab und reduziert sich demgemäß um etwa 15 %. Alle Laufställe erfordern dagegen im Mittel um etwa 15 - 17 % mehr bebaute Fläche, wobei die Unterschiede zwischen den gewählten Stallsystemen nahezu verschwinden.

Die bebaute Fläche kann jedoch nur einen ersten Anhaltswert zum Bedarf liefern. Mehr Information ergibt sich aus der Einbeziehung der Kubatur (Abb. 15).

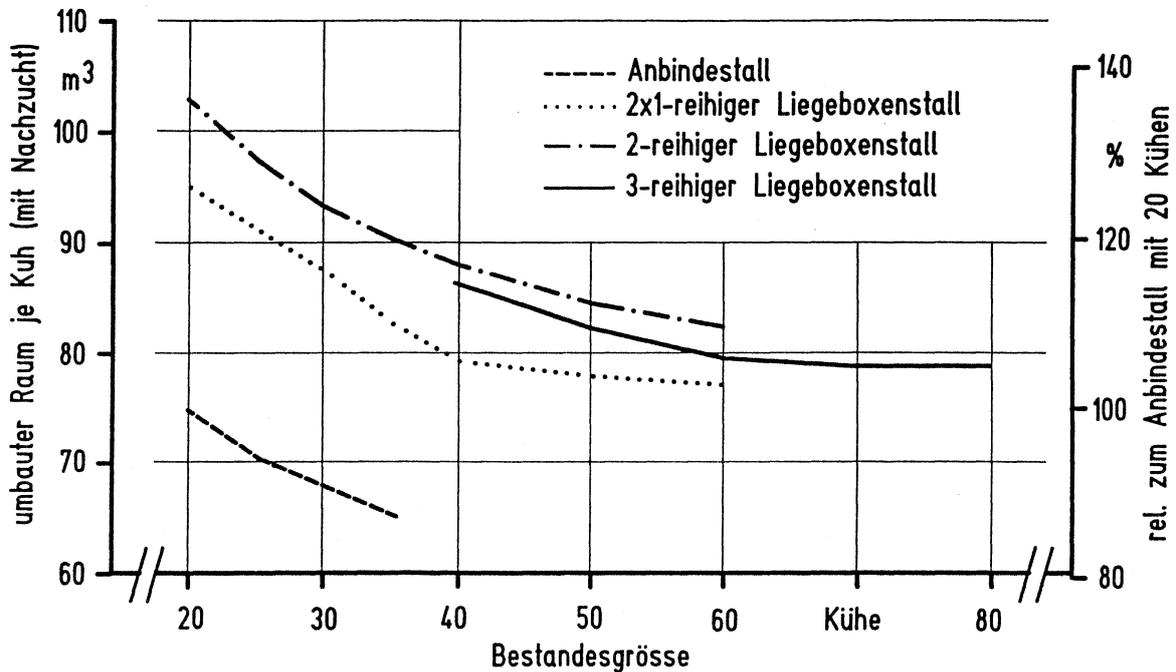


Abbildung 15: Raumbedarf der untersuchten Stallsysteme in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bei nahezu gleicher Grundtendenz werden dadurch die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Laufstallsystemen aufgrund unterschiedlicher Längen : Breitenverhältnisse sichtbar. Sehr günstig schneidet dabei der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall ab. Wesentlich ungünstiger ist dagegen unter dieser Betrachtungsweise der 2-reihige Liegeboxenstall, wohingegen der 3-reihige Liegeboxenstall durch die stärkere räumliche Ausnutzung wieder bessere Voraussetzungen eröffnet.

Zugleich erweitert sich der Abstand zwischen den Anbindeställen und den Laufställen. Betrug dieser bei 20 Kühen in der bebauten Fläche nur etwa 15 - 17 %, so erfordert der umbaute Raum einen Mehrbedarf bei den Laufställen von mehr als 30 %.

Unter Kenntnis dieser Zusammenhänge erscheinen die Unterschiede im Investitionsbedarf (incl. Nebenkosten) für die untersuchten Stallsysteme relativ gering, wobei jedoch eine eindeutige Rangfolge vorliegt (Abb. 16).

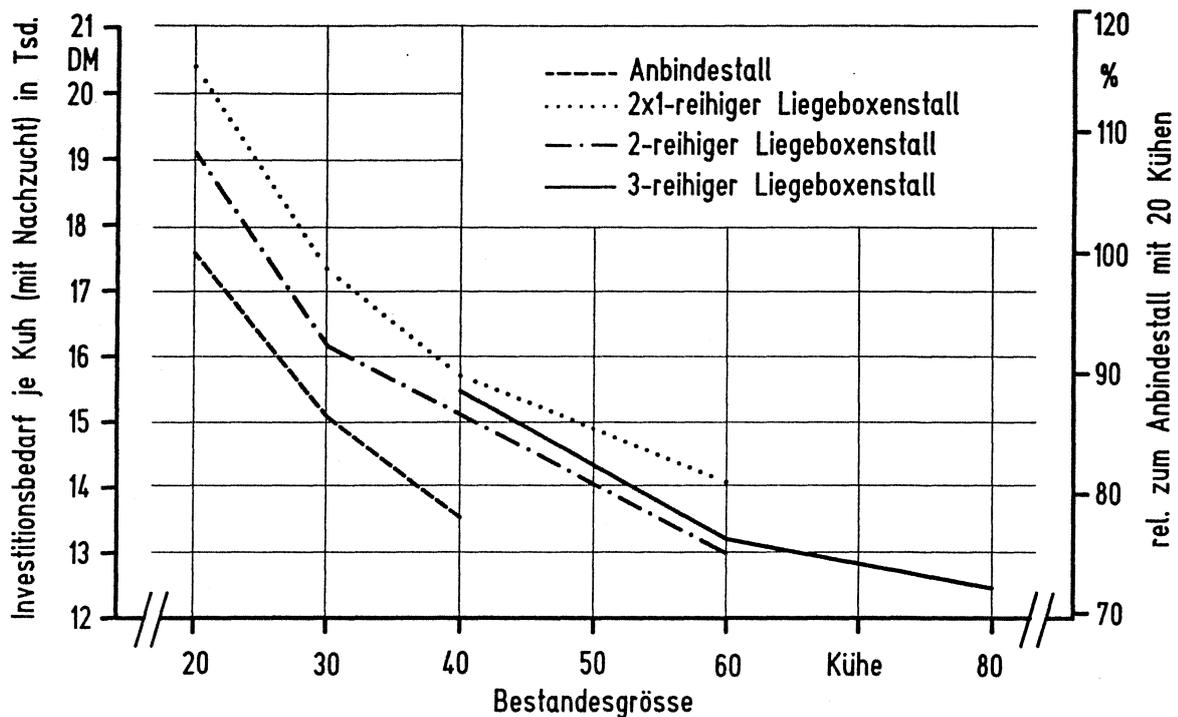


Abbildung 16: Gesamter Investitionsbedarf für die untersuchten Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit zur Bestandesgröße

Nunmehr erfordert der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall bei 20 Kühen mit Nachzucht den höchsten Investitionsbedarf. Er liegt um nahezu 20 % über dem Anbindestall vergleichbarer Größe. Der 2-reihige Liegeboxenstall nimmt dazu eine Mittelstellung ein. Diese Verhältnisse gelten in nahezu gleicher Weise auch bei 30 Kühen mit Nachzucht, während bei 40 Kühen der 2-reihige Liegeboxenstall etwas ungünstiger wird. Überraschend ist bei dieser Bestandesgröße der 3-reihige Liegeboxenstall nur unwesentlich teurer als der 2-reihige, jedoch billiger als der 2 \* 1-reihige. Dessen Abstand wird bei 60 Kühen sogar noch größer, so daß er über der gesamten Bestandesgröße die ungünstigste Alternative darstellt.

Nicht unbeachtlich ist bei allen Stallsystemen die Bestandesgrößendegression. Sie beträgt für den Anbindestall zwischen 20 und 40 Kühen mehr als 21 %, für den 2-reihigen Liegeboxenstall bei gleicher Größe mehr als 22 % und für den 2 \* 1-reihigen sogar nahezu 25 %. Verallgemeinernd bedeutet dies eine Verringerung des Investitionsbedarfes je zusätzlicher Kuh in dieser Betrachtungsspannweite von etwa 1 - 1,2 %.

Weitere Degressionen für die darüber hinausgehenden Herdengrößen sind dagegen

gering. Das Gleiche gilt auch für die größeren Bestände im 3-reihigen Liegeboxenstall. Er erreicht zwischen 40 und 80 Kühen insgesamt eine Degression von 19 %. Bezogen auf Bestandesgrößenschritte von 20 Kühen ergeben sich daraus im Vergleich zu den obengenannten Degressionsschritten nur noch etwa 0,5 % je zusätzlicher Kuh.

Wird im Anschluß an die absolute Betrachtung des Investitionsbedarfes eine relative Aufschlüsselung der an den Stallsystemen beteiligten Gewerke durchgeführt, dann sind zusätzliche Informationen zu erhalten (Abb. 17).

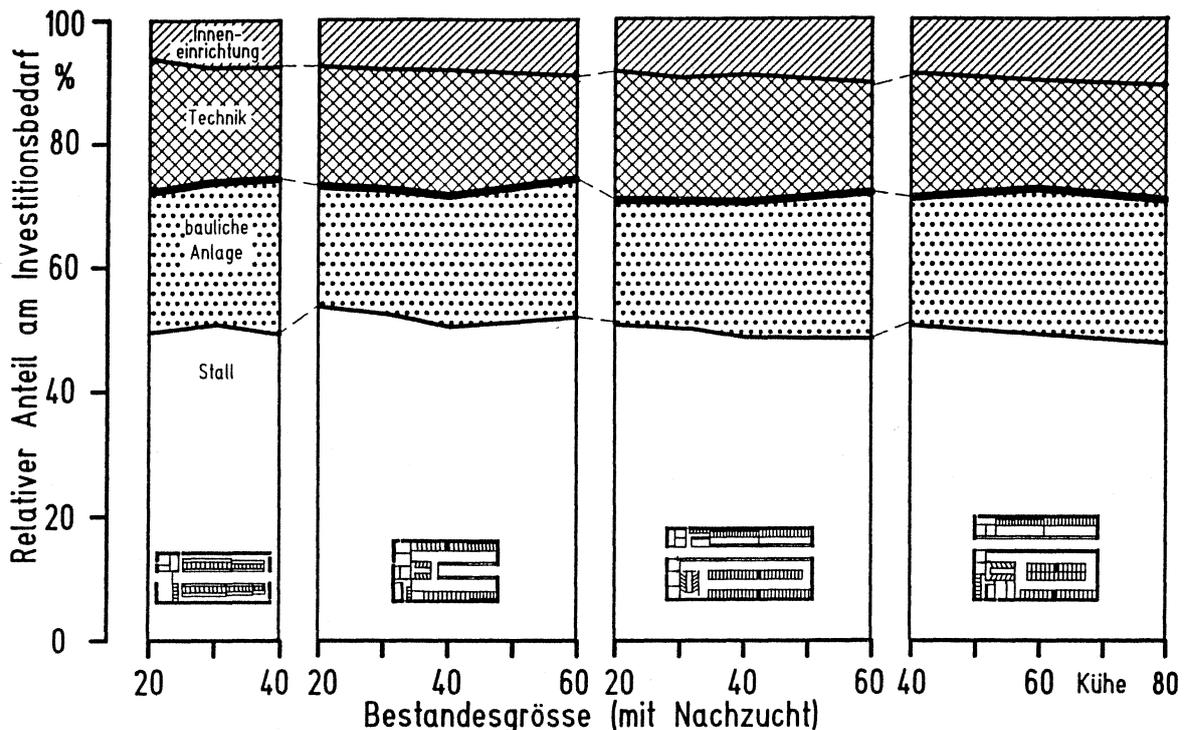


Abbildung 17: Relative Anteile des Investitionsbedarfes für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Es zeigt sich, daß der Investitionsbedarf nahezu gleichbleibend über alle Stallsysteme zu etwa 75 % durch die Gebäude und baulichen Anlagen verursacht wird. Dabei spielt die Hülle mit insgesamt etwa 50 % die dominante Rolle. Bei jedem Stallsystem erfolgt mit zunehmender Herdengröße eine Abnahme des Investitionsbedarfes bei der Hülle bei gleichzeitig zunehmendem Anteil für die baulichen Anlagen.

Bei der Technik und der Inneneinrichtung erfordert die Technik mehr als 2/3 dieses Bereiches. Auch dabei tritt mit zunehmender Bestandesgröße jeweils ein Rückgang bei der Technik und eine Zunahme bei der Inneneinrichtung zutage.

#### 4.1.2 Gebäude und bauliche Anlagen

Entsprechend dem überhohen Anteil für Gebäude und bauliche Anlagen am Investitionsbedarf, muß in einer ersten tiefergehenden Analyse nun dieser Bereich gesondert untersucht werden (Abb. 18).

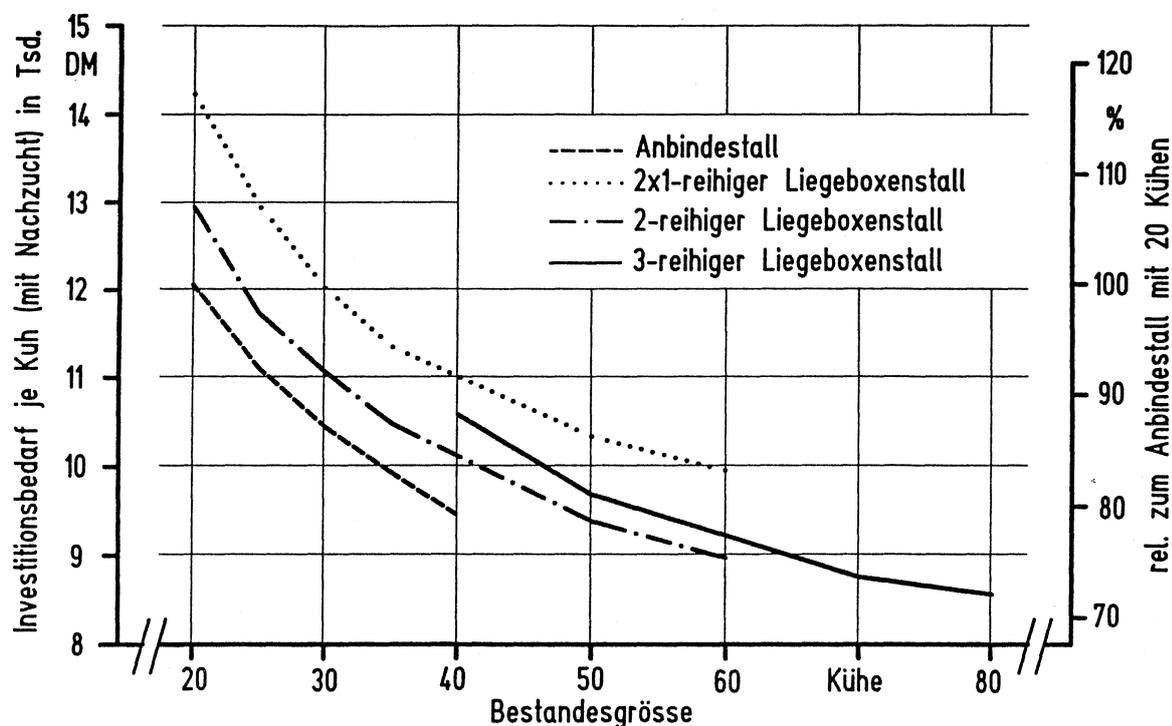


Abbildung 18: Investitionsbedarf für Gebäude und bauliche Anlagen der Stall-systeme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei ist insgesamt die gleiche Tendenz wie beim gesamten Investitionsbedarf zu erkennen. Allerdings haben der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall und der 2-reihige Liegeboxenstall die Plätze getauscht. Folglich bietet unter dieser Betrachtungsweise der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall die größten Vorzüge aller Laufstallsysteme.

##### 4.1.2.1 Stallhüllen

Auch die Gebäude und baulichen Anlagen müssen sinnvollerweise tiefergehend analysiert werden. Dabei zeigte sich bereits in Abbildung 17 der dominierende Investitionsanteil des Stalles. Er wird nach den Baugruppen für die Fundamentie-

zung einschl. der Bodenplatte, der Umfassung (Wände) und dem Dach unterteilt. Die zu vergleichenden Stallssysteme erfordern dafür folgenden Investitionsbedarf (Abb. 19).

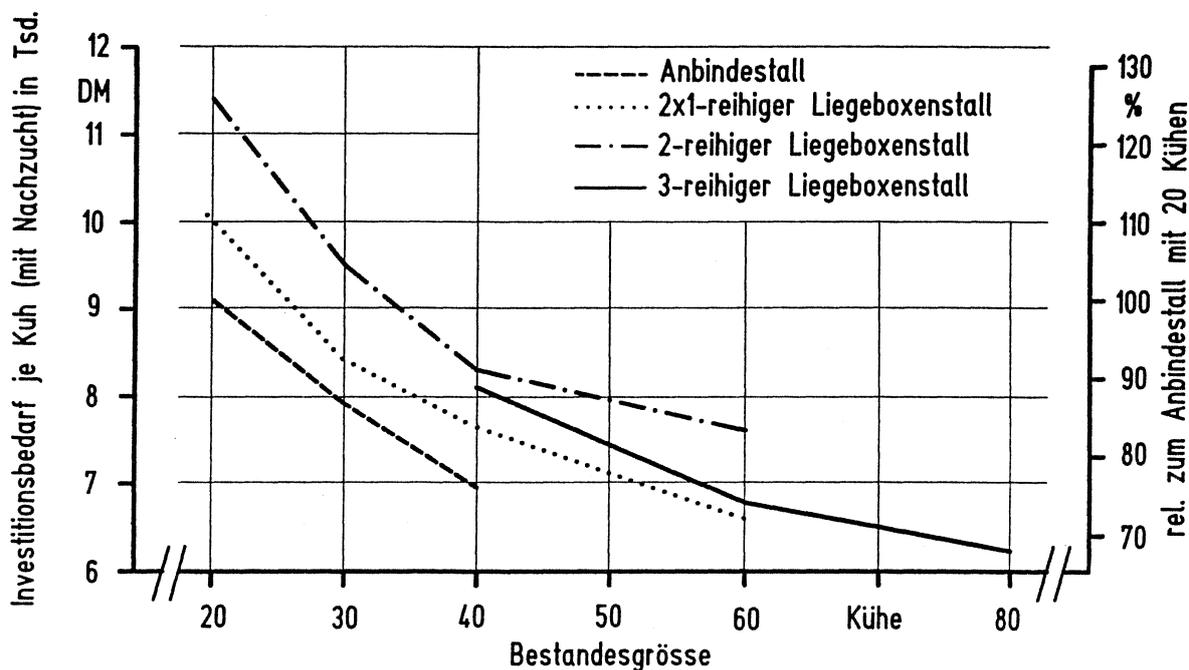


Abbildung 19: Absoluter Investitionsbedarf für die Stallhüllen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bedingt durch den hohen Anteil am Gesamtinvestitionsbedarf für die Stallssysteme durch die Hülle verändert sich bei dieser Betrachtungsweise nur wenig. Bei gleicher Grunddendenz sind allerdings nun die Abstände zwischen dem Anbindestall und den Laufställen größer geworden. So erfordert bei 20 Kühen nunmehr der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall schon 11 % mehr Investitionsbedarf als der Anbindestall, der 2-reihige sogar etwa 25 % mehr.

Auch die Degression über der Bestandesgröße wird stärker als bei der umfassenden Betrachtung. Dies führt zu Verringerungen bei den Laufställen zwischen 20 und 40 Kühen von 25 bzw. 30 %. Zwischen der teuersten Form bei 20 Kühen und dem 3-reihigen Liegeboxenstall mit 80 Kühen liegen sogar nahezu 45 % Degression.

Auch dabei kann die relative Betrachtung zusätzliche Informationen liefern (Abb. 20).

Sie zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Stallssystemen und den unterschiedlichen Bestandesgrößen. Ausgehend von nahezu gleichen Anteilen für Erd-

arbeiten, Umfassung und Dach bei der jeweils untersten Bestandesgröße, nimmt der Anteil der Umfassung immer stärker ab. Diese Abnahme wird zu etwa gleichen Teilen durch das Dach und durch die Erdarbeiten/Fundamente in Anspruch genommen.

Deutliche Unterschiede sind zudem zwischen den verschiedenen Laufstallsystemen zu erkennen. Der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall erfordert den höchsten Anteil für Erdarbeiten, bzw. Fundamente. Beim 2-reihigen Liegeboxenstall sind diese am geringsten. Dafür erfordert jedoch die Umfassung den höchsten Anteil im Vergleich zu allen anderen Systemen, auch ist der Anteil für das Dach am höchsten. Hingegen zeigt der 3-reihige Liegeboxenstall in etwa ein gleiches Verhalten wie der Doppelinreihiger.

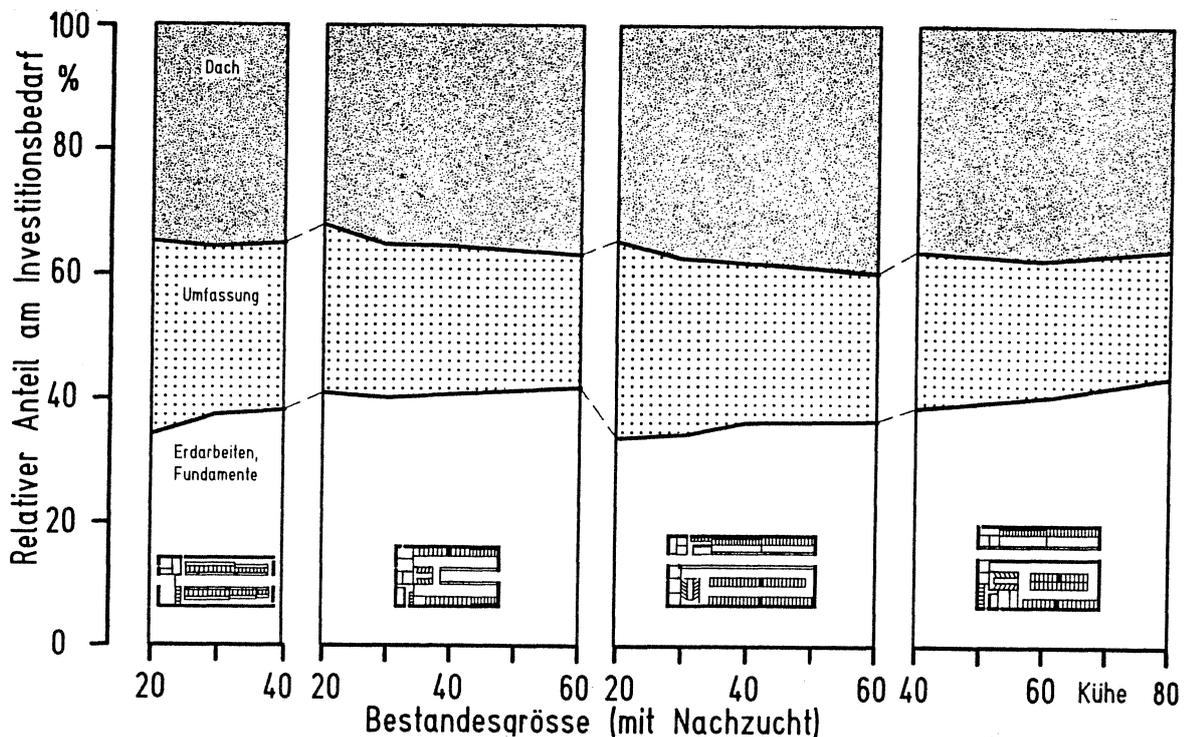


Abbildung 20: Relative Anteile des Investitionsbedarfes für die Gebäude der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

#### 4.1.2.2 Bauliche Anlagen

Die baulichen Anlagen umfassen innerhalb des Systemvergleiches die Futter- und Güllelager. Damit werden Zusatzräume angesprochen, die im Gegensatz zur Milchlagerung eigene Gebäude erfordern. Der dafür erforderliche Investitionsbedarf unterliegt vor allem bautechnischen Vorgaben. Diese werden sowohl von der Umwelt, wie auch von der reinen Baukonstruktion bestimmt.

#### 4.1.2.2.1 Futterlager

Futterlager werden für Heu und Silage benötigt. Dabei könnte der Investitionsbedarf für die Heulager ebenfalls sehr detailliert über das System KALBAU ermittelt werden. Allerdings erbringt dies keinen hohen zusätzlichen Informationsgehalt, weil sich speziell für derartige Gebäude Standardlösungen in Rasterbauweise herausgebildet haben und weil zum anderen in vielen Betrieben für die Heulager schon vorhandene Altgebäude genutzt werden können.

#### Heulagerung

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde deshalb für die Heulagerung eine Heuberg-halle mit Belüftungsmöglichkeit unterstellt. Diese Halle besteht aus Holz und wird in Rasterbauweise erstellt. Als Traufhöhe werden 5 m angenommen, der Bänderabstand beträgt mindestens 4,5 m, um so auch problemlos eine Nutzung als Maschinenhalle in Quererschließung zu ermöglichen. Generell wird das erste Bänderfeld als Abladeraum benötigt. Es erbringt somit keinen nutzbaren Lagerraum und führt deshalb mit zunehmender Bestandesgröße zu einer starken Degression im Lagerraumbedarf (Abb. 21).

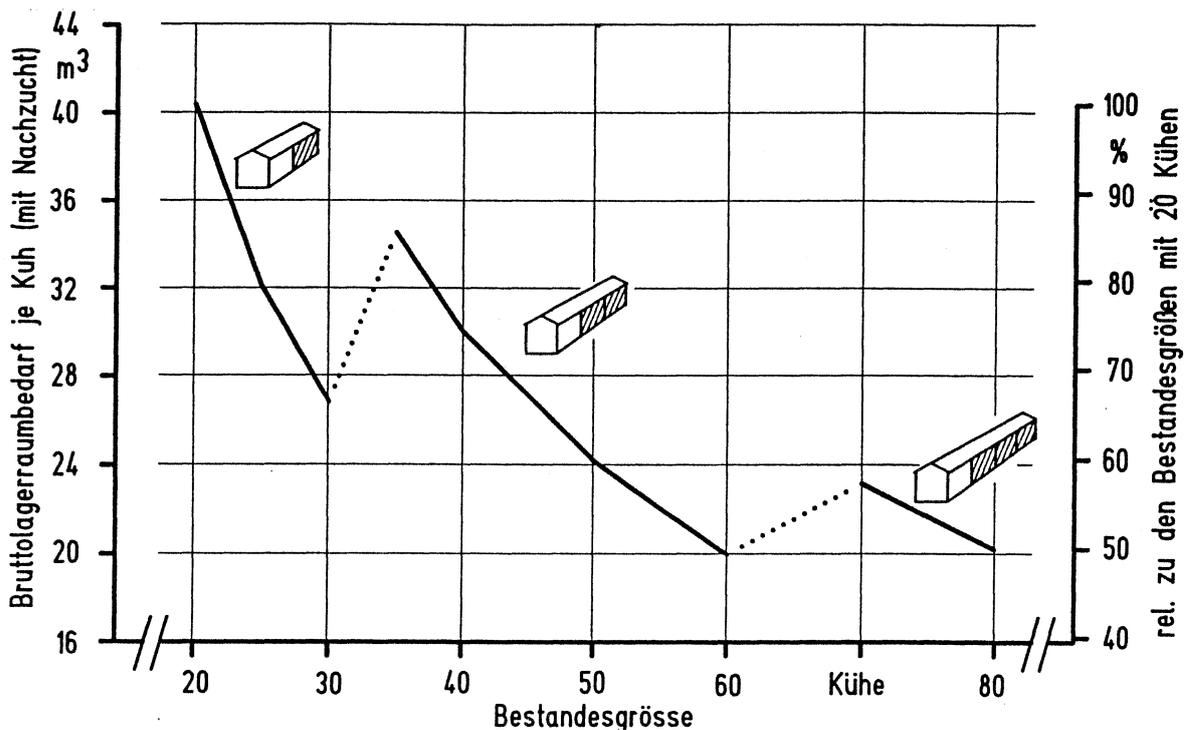


Abbildung 21: Raumbedarf für die Heulagerung bei zunehmender Bestandesgröße

Bedingt durch das Rastermaß sinkt der Raumbedarf unter Beachtung eines erforderlichen Freiraumes für die Gebläsefüllung und unter Beachtung des erforderlichen Platzes für die Abladestelle sehr stark. Ausgehend von mehr als 40 m<sup>3</sup> umbauten Raumes je Kuh mit Nachzucht bei der 20-Kuhherde werden beim Bestand mit 80 Kühen nur noch etwa 20 m<sup>3</sup> oder knapp 50 % des Ausgangswertes benötigt.

Aus dieser Abhängigkeit resultiert durch die nur anteilige Belastung des Abladeplatzes eine weniger starke Degression im Investitionsbedarf (Abb. 22).

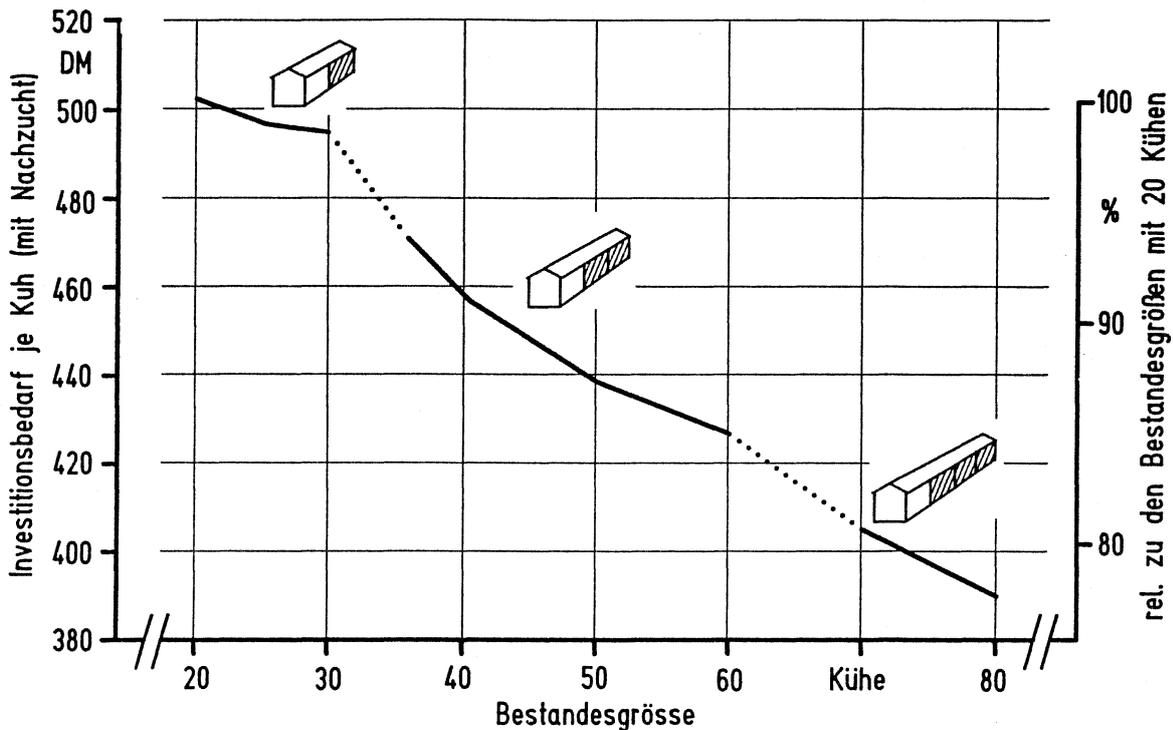


Abbildung 22: Investitionsbedarf für die Heulagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Nunmehr reduziert sich der erforderliche Investitionsbedarf nur noch um etwa 20 % zwischen der 20- und der 80-Kuhherde. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß für diese Berechnung drei unterschiedliche Hallengrößen zum Einsatz gelangen und daß innerhalb jeder Bergehalle eine eigene, abnehmende Degression gegeben ist.

### Silagelagerung

Für die Silagelagerung wurden grundsätzlich Flachsilos unterstellt, um die ge-

forderte Fütterungstechnik mit Blockschnidern problemlos zu ermöglichen. Aus organisatorischen Gründen müssen dabei mehrere Silos je Systemvariante zum Einsatz gelangen. Generell wird dies durch zwei Silos für Maissilage und ein Silo für Grassilage berücksichtigt. Von den Maissilagesilos wird ein Silo mit geringerer Breite erstellt, um während der Sommerstallfütterung kleinere Anschnittflächen zu haben (Abb. 23).

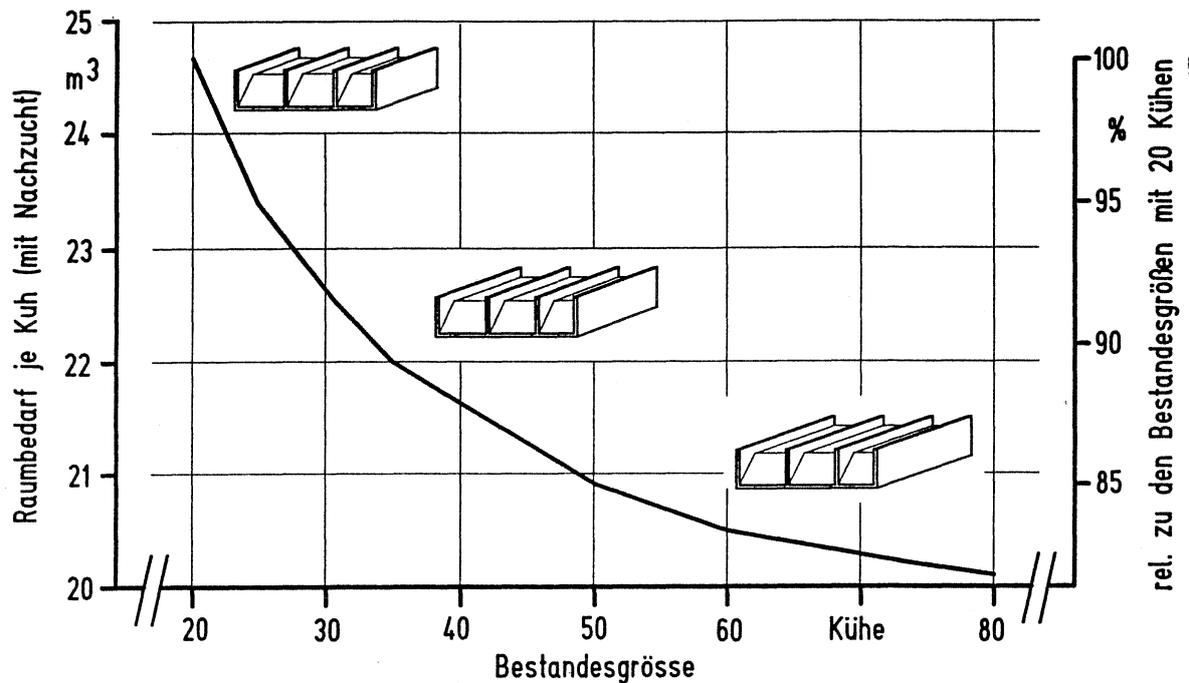


Abbildung 23: Raumbedarf für die Silagelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bedingt durch diese Unterstellungen und die nicht zu befüllenden Auffahrwinkel ergibt sich auch dabei eine Degression durch die Bestandesgröße. Der erforderliche Raumbedarf reduziert sich ausgehend von nahezu  $25 \text{ m}^3$  je Kuh mit Nachzucht auf etwa  $20 \text{ m}^3$ . Dies entspricht einer Bestandesgrößendegression von nahezu 20 %.

Diese Degression kommt jedoch beim Investitionsbedarf nicht vollständig zum tragen (Abb. 24).

Bedingt durch die Verlängerung und nicht durch zusätzliche Silos bei größeren Herden reduziert sich dabei der Degressionsgewinn auf etwa den halben Wert.

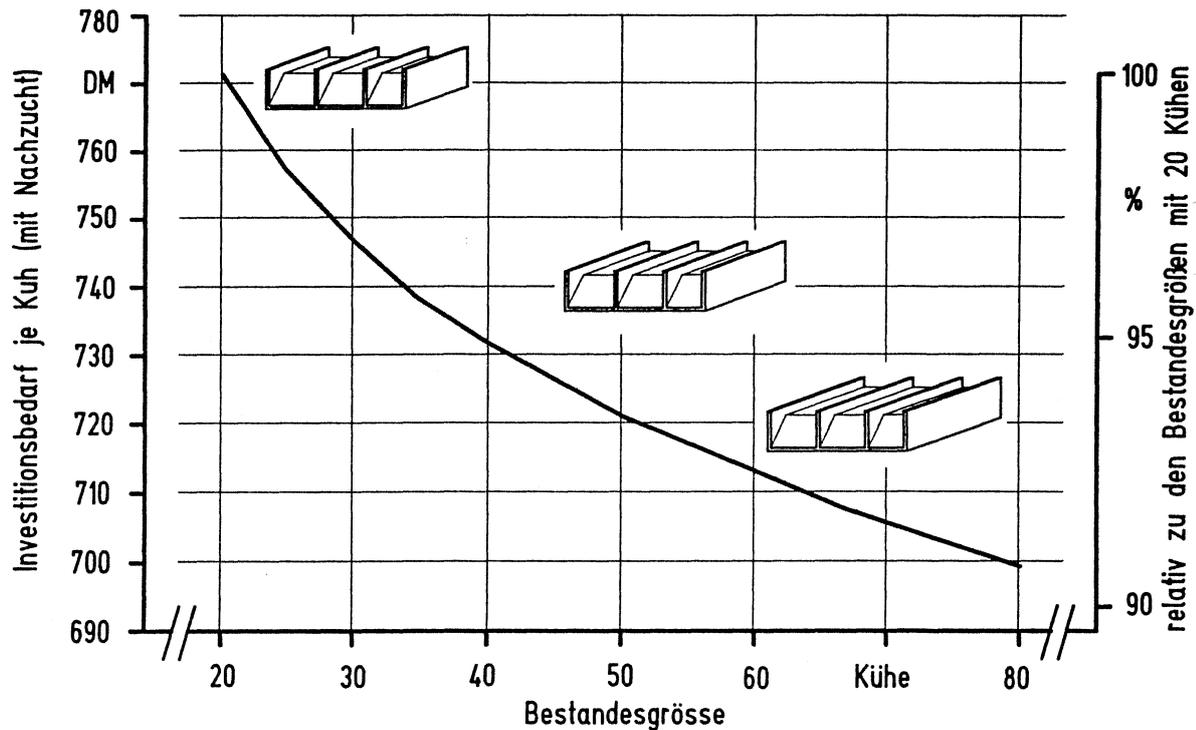


Abbildung 24: Investitionsbedarf für die Silagelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

#### 4.1.2.2.2 Güllelager

Schließlich wird als letzte bauliche Anlage noch die Güllelagerung benötigt. Auch dabei werden allgemeingültige Unterstellungen getroffen. Alle Güllelager werden mit einer befahrbaren Decke versehen, um sowohl die Umweltbelastung durch offene Gruben, wie auch die problemlose Einbindung der Gruben in die Hoflage zu ermöglichen. Daß diese Bauform insbesondere in Bayern weit überwiegt, zeigt eine Gegenüberstellung aus dem "Bayerischen Gülleprogramm" (Tab. 14).

Danach wurden mit steigender Tendenz alleine von 1984 bis 1987 etwa 80 % der neu erbauten Güllebehälter als befahrbare Gruben erstellt. Offene Behälter nahmen dabei im Verhältnis stark ab, zudem war auch deren Größe rückläufig.

Entgegen den verfügbaren Daten in der Kostenblockmethode (ausschließlich Hochbehälter oder innenliegendes Zirkulationsverfahren) wird deshalb für diesen Vergleich ausschließlich die befahrbare Grube unterstellt. Dabei ist dann für den benötigten Lagerraum jeweils die nicht befüllbare Einlaufhöhe in der Grube zu berücksichtigen (Abb. 25).

Tabelle 14: Zahl der Güllegruben, Fassungsvermögen und relativer Anteil der Güllegruben im "Gülleprogramm" in Bayern von 1984 bis 1987 (nach JÄNDL 1988, schriftliche Mitteilung)

Jahr	befahrbare Gruben				andere Behälter			
	Anzahl (Stück)	Gesamt- inhalt m <sup>3</sup>	Inhalt/ Grube m <sup>3</sup>	An- teil %	Anzahl (Stück)	Gesamt- inhalt m <sup>3</sup>	Inhalt/ Grube m <sup>3</sup>	An- teil %
1984	1 460	386 627	265	75,9	518	198 198	383	24,1
1985	3 502	903 497	260	78,4	967	332 213	344	21,6
1986	6 674	1 653 666	248	79,3	1 738	591 220	340	20,7
1987	6 224	1 561 620	251	84,4	1 625	537 619	331	15,6
Summe	17 860	4 505 410	252	79,5	4 848	1 659 250	342	20,5

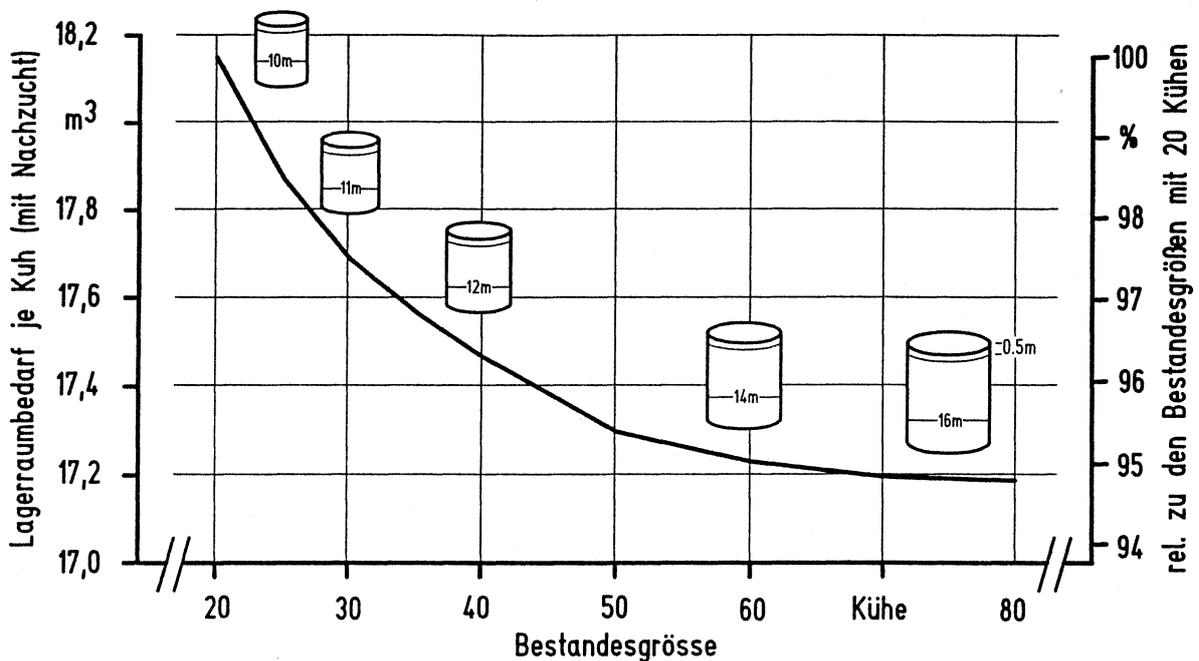


Abbildung 25: Lagerraumbedarf für die Güllelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Lagerzeit 6 Monate)

Danach ergibt sich durch diese Einschränkung eine<sup>3</sup> Degression im erforderlichen Lagerraumbedarf von etwa 6 % zwischen 18 und 17 m<sup>3</sup> je Kuh und Jahr (inkl. Nachzucht) und 6 monatiger Lagerdauer.

Diese Degression zusammen mit einer Preisdegression je m<sup>3</sup> Grubenraum bei

zunehmender Grubengröße (Anfahrt des Bautrupps, Aufbau u.a.) verstärkt die Degression beim erforderlichen Investitionsbedarf weiter (Abb. 26).

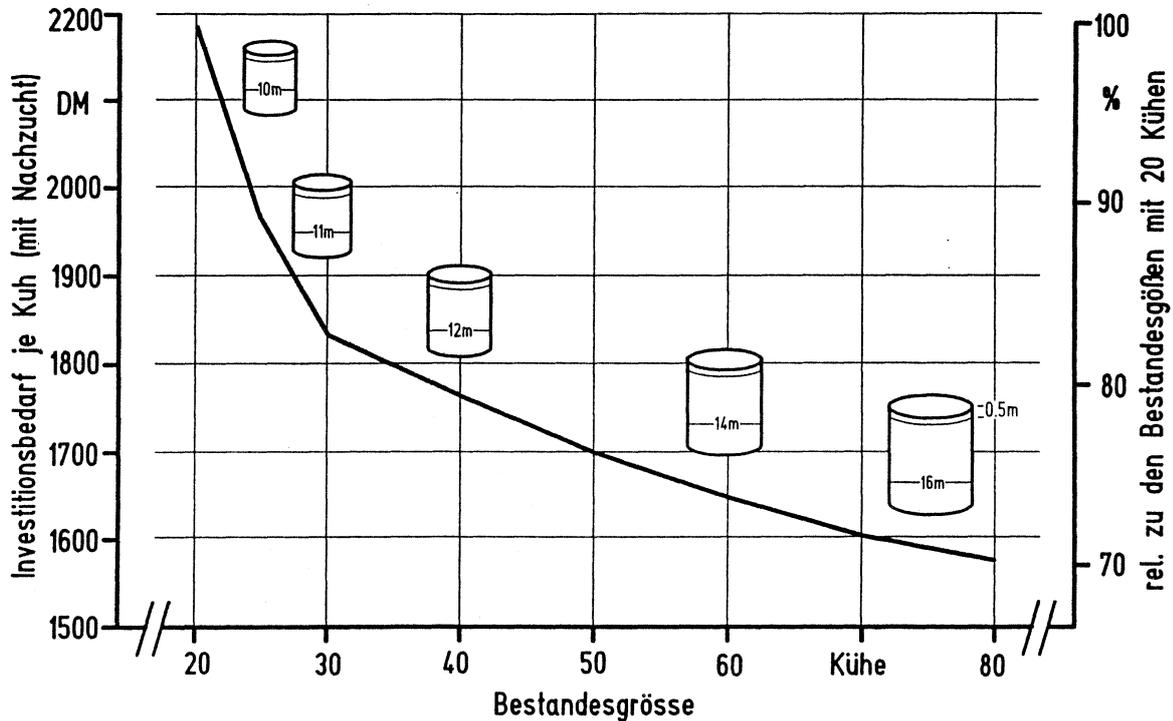


Abbildung 26: Investitionsbedarf für die Güllelagerung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Lagerdauer 6 Monate)

Nummehr reduziert sich schon für Bestandesgrößen zwischen 20 und 40 Kühen der erforderliche Investitionsbedarf um mehr als 15 %. Gegenüber der 20-Kuhherde tritt für die 80-Kuhherde sogar eine Degression von nahezu 30 % ein.

#### 4.1.3 Technik und Innenausstattung

Nach dem Vergleich der Bauhüllen (Gebäude und bauliche Anlagen) müssen nun die erforderlichen Techniken und die Inneneinrichtungen ermittelt und gegenübergestellt werden.

##### 4.1.3.1 Technik

Die benötigte Technik läßt sich in die beiden Blöcke der Fütterung und der

Milchgewinnung einteilen. Technik für die Entmistung entfällt, da Fließmist mit Lagerung in befahrbaren Gruben erzeugt wird und die Grube als Lager die Schnittstelle der Systemausgabe darstellt.

Der Investitionsbedarf für die Technik wird durch die nur in Stufen mögliche Anpassung an einsatzfähige Größeneinheiten bestimmt. Dadurch ergeben sich bei den jeweils untersuchten Bestandesgrößen z.T. starke Abweichungen von der erwarteten kontinuierlich verlaufenden Degressionslinie (Abb. 27).

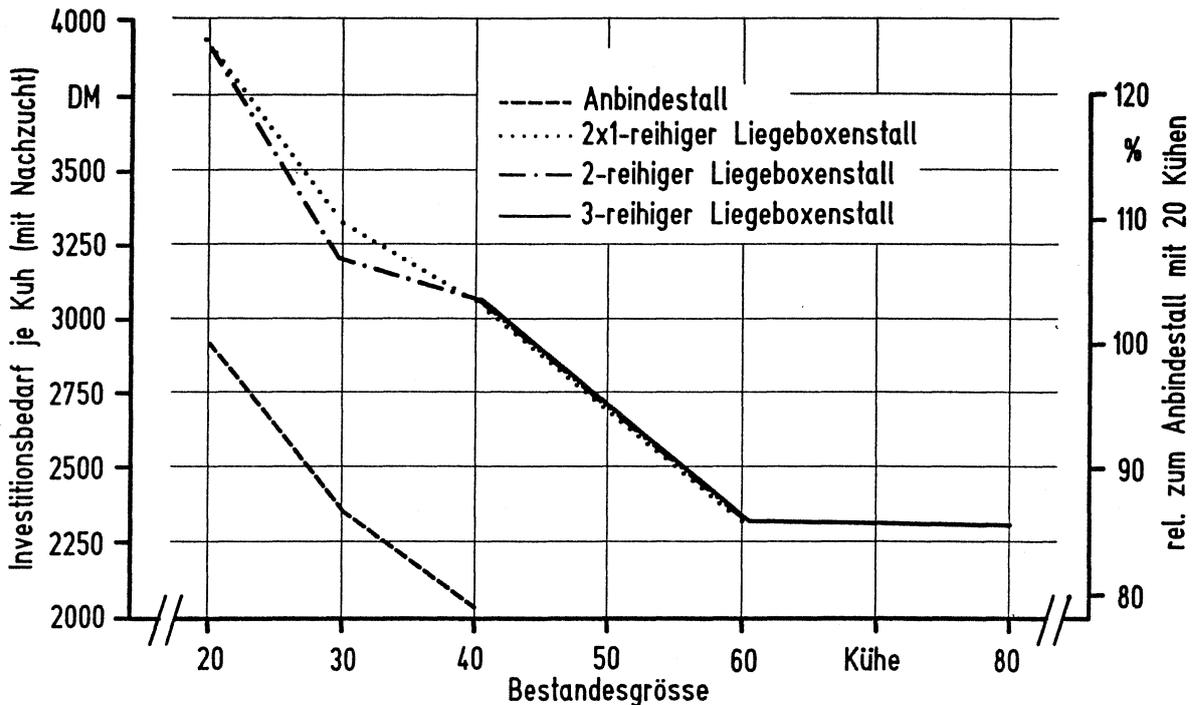


Abbildung 27: Investitionsbedarf für die benötigte Technik bei den Stall-systemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Auffällig ist der große Abstand von mehr als 25 % zwischen dem Anbindestall und den Laufställen. Er wird bedingt durch die aufwendigere Melktechnik als Melkstand und durch die grundsätzlich in den Laufställen vorgesehene Kraftfutterabruffütterung. Durch die gleiche Ausstattung sind die Unterschiede zwischen den Laufställen allerdings relativ klein.

Sehr stark wirkt sich bei der Technik die Degression durch die Bestandesgröße aus. Sie beträgt beim Anbindestall zwischen 20 und 40 Kühen mehr als 20 % und für die Laufställe bei gleicher Herdengröße ebenfalls mehr als 20 %. Werden die Herden im Laufstall größer als 60 Kühe mit Nachzucht, dann verschwindet

die Degression weitgehend. Dies wiederum ist auf den Einsatz eines Fräsmischwagens für derartige Bestandesgrößen zurückzuführen.

Unter relativer Betrachtungsweise werden die am Zustandekommen des erforderlichen Investitionsbedarfes beteiligten Einzeltechniken sichtbar (Abb. 28).

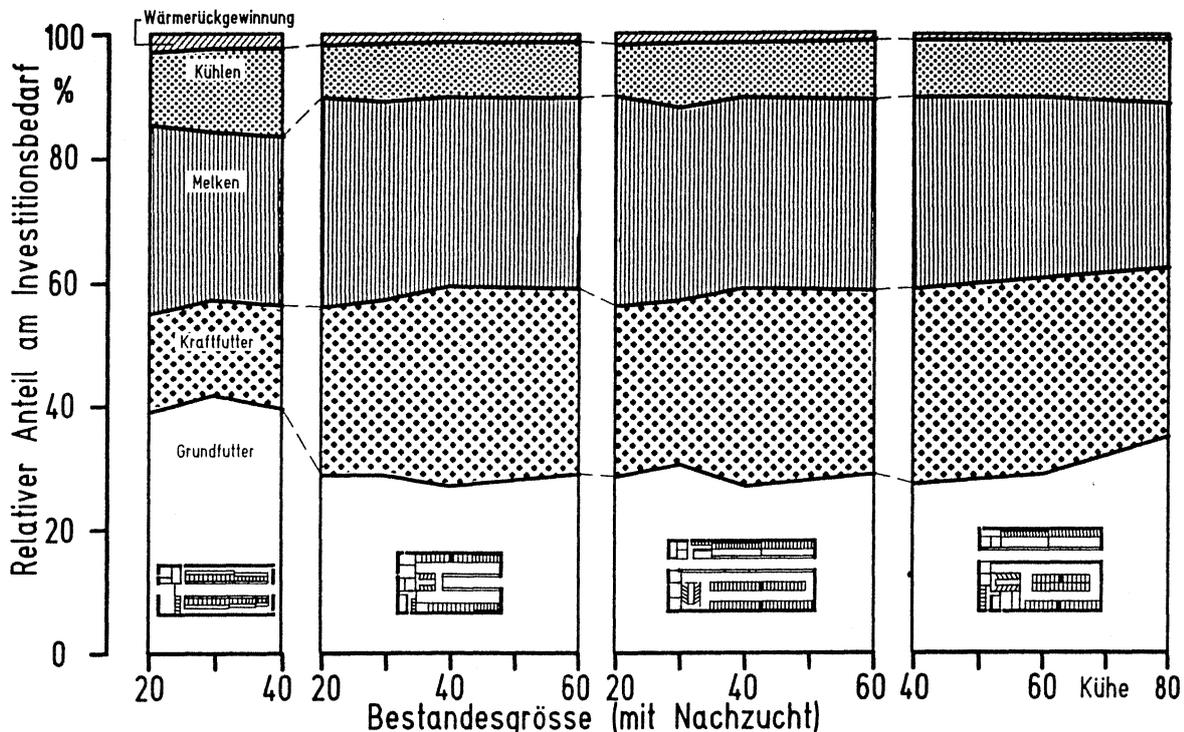


Abbildung 28: Relative Anteile des Investitionsbedarfes für die Technik bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Die Technik für die Fütterung erfordert danach etwa 60 % des gesamten Investitionsbedarfes mit zunehmender Tendenz bei steigender Bestandesgröße. Bedingt durch die unterschiedliche Fütterungstechnik von Kraftfutter sind die Anteile zwischen der Grundfutter- und der Kraftfutterertechnik für Anbinde- und Laufställe unterschiedlich. Auffallend ist jedoch die starke Zunahme des Investitionsanteiles für die Grundfutterfütterung ab 60 Kühen, weil dabei - wie oben erwähnt - ein Fräsmischwagen zum Einsatz gelangt.

Sehr stark sind die Unterschiede für die reine Melktechnik zwischen Anbinde- und Laufstall. Bei beiden Stallssystemen tritt jedoch mit zunehmender Bestandesgröße ein konstanter Rückgang des Anteiles für diese Technik auf. Er läßt sich mit dem hohen Anteil fixer Bestandteile erklären, welche nahezu unabhängig von der Herdengröße gebraucht werden (Vakuumpumpe, Leitungsanteil zur und in der

Milchkammer).

Hingegen erfordert die Kühlung und die Wärmerückgewinnung nur im Anbindestall einen beachtenswerten Anteil, wobei die Wärmerückgewinnung relativ betrachtet innerhalb der gesamten Technik nahezu vernachlässigbar klein ist.

#### 4.1.3.2 Inneneinrichtung

Die Inneneinrichtung umfaßt die Aufstallung und die Installation für Wasser und Elektrizität.

##### Aufstallung

Die Aufstallung unterscheidet sich hinsichtlich der Ansprüche durch die unterschiedlichen Altersstufen der Tiere. Benötigt werden besondere Aufstallungseinrichtungen für die Milchkühe, für das Jungvieh und für die Kälber. Dabei darf nicht übersehen werden, daß in diesem Vergleich auch im Laufstall für jedes Tier eine eigene Liegeboxe mit Abtrennung bereitgestellt wird (Abb. 29).

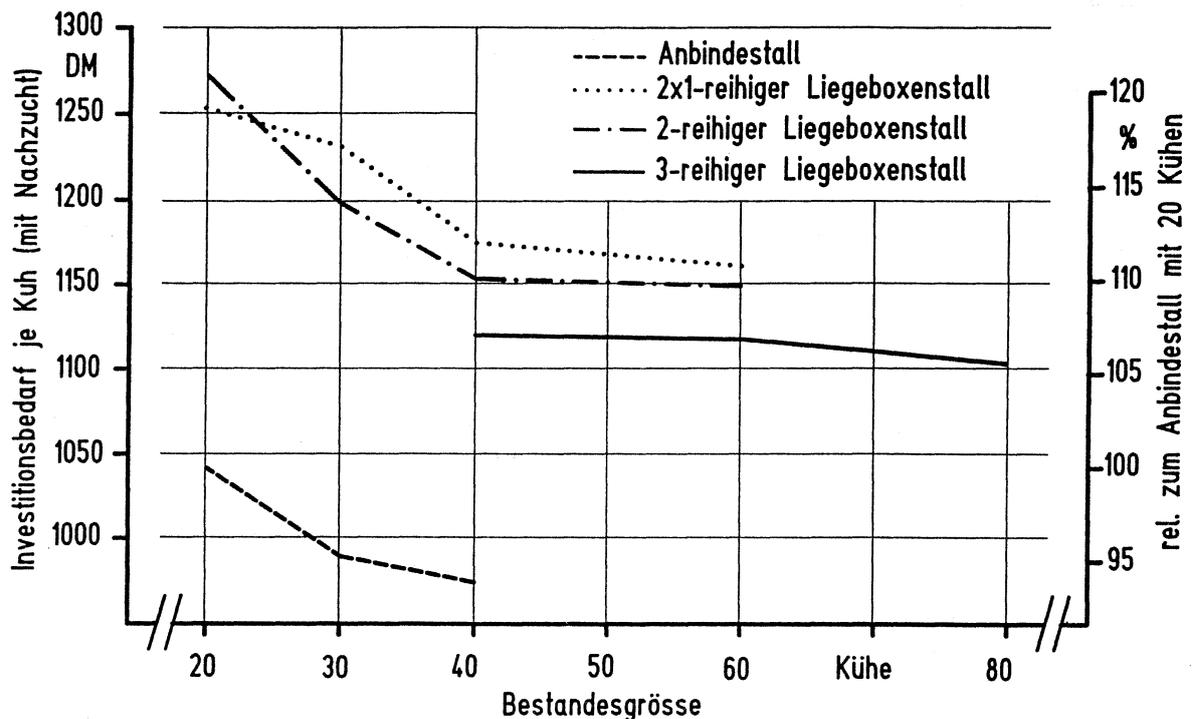


Abbildung 29: Investitionsbedarf für die Aufstallung bei den Stallssystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Auch in diesem Bereich ergeben sich sehr große Unterschiede zwischen dem Anbindestall und den Laufställen. Bedingt durch den nahezu gleichen Bedarf je Kuhplatz ist allerdings die Degression über der Bestandesgröße eher bescheiden und sie klingt bei den 2-reihigen Liegeboxenställen schon nach 40 Kühen weitgehend aus. Noch deutlicher wird dieser Zusammenhang bei den 3-reihigen Liegeboxenställen.

Der gesamte Investitionsbedarf wird in hohem Maße durch die benötigten Aufstallungseinrichtungen für die Kühe verursacht (Abb. 30).

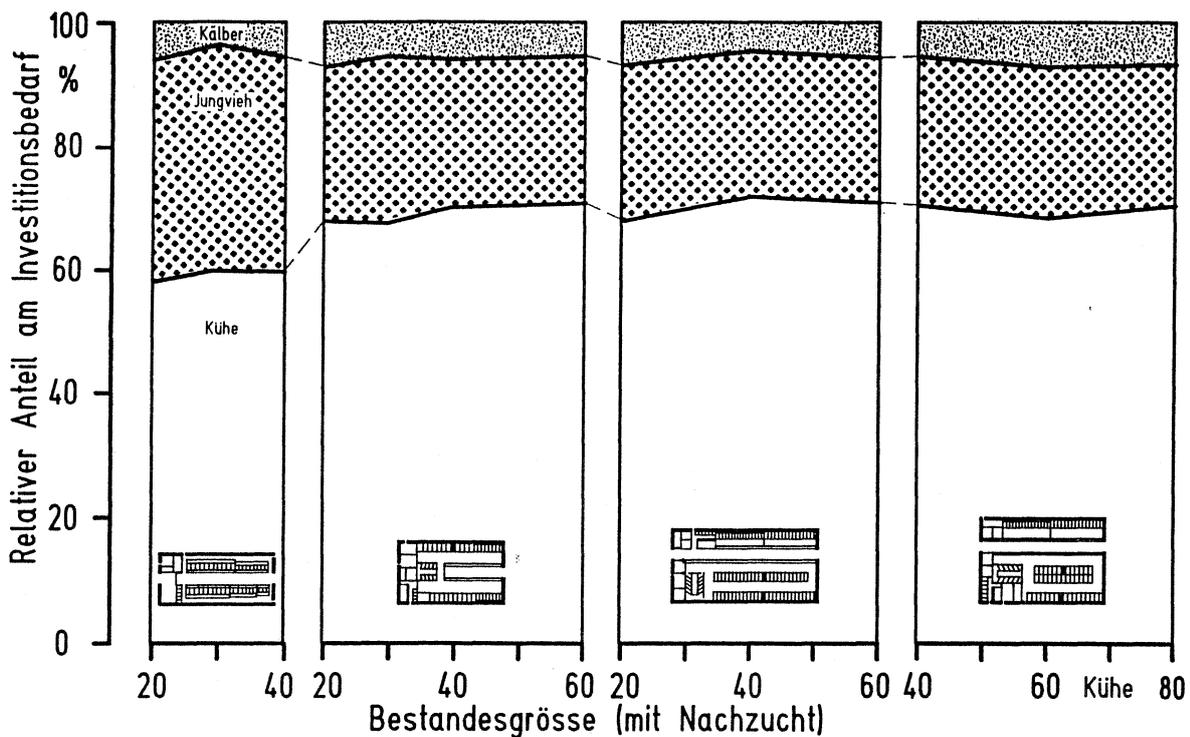


Abbildung 30: Relative Anteile des Investitionsbedarfes der Stalleinrichtung für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Er beträgt beim Anbindestall schon etwa 60 %. Bei den Laufställen steigt er auf 70 % an und nimmt jeweils mit zunehmender Bestandesgröße weiter zu. Demgemäß werden die Anteile für das Jungvieh und für die Kälber kontinuierlich geringer, wobei erforderliche ganze Kälberbuchten bei einigen Bestandesgrößen punktuell einen überhohen oder relativ geringen Anteil verursachen.

### Installationen

Die Installation für Wasser und Elektrizität wird in der Investitionsberechnung fast immer als Pauschalwert gehandhabt, obwohl dadurch keinerlei Transparenz für die benötigte Arbeit entsteht. Gerade diese wäre jedoch im Sinne der Kostenminimierung unbedingt erforderlich, zumal das Erstellen von Mauerdurchbrüchen oder Schlitzfenstern für die Leitungen fast immer für den Landwirt ausführbare Arbeiten sind. Bedingt durch eben diese Pauschalierung ergibt sich für den Investitionsbedarf lediglich eine Differenzierung nach der Bestandesgröße (Abb. 31).

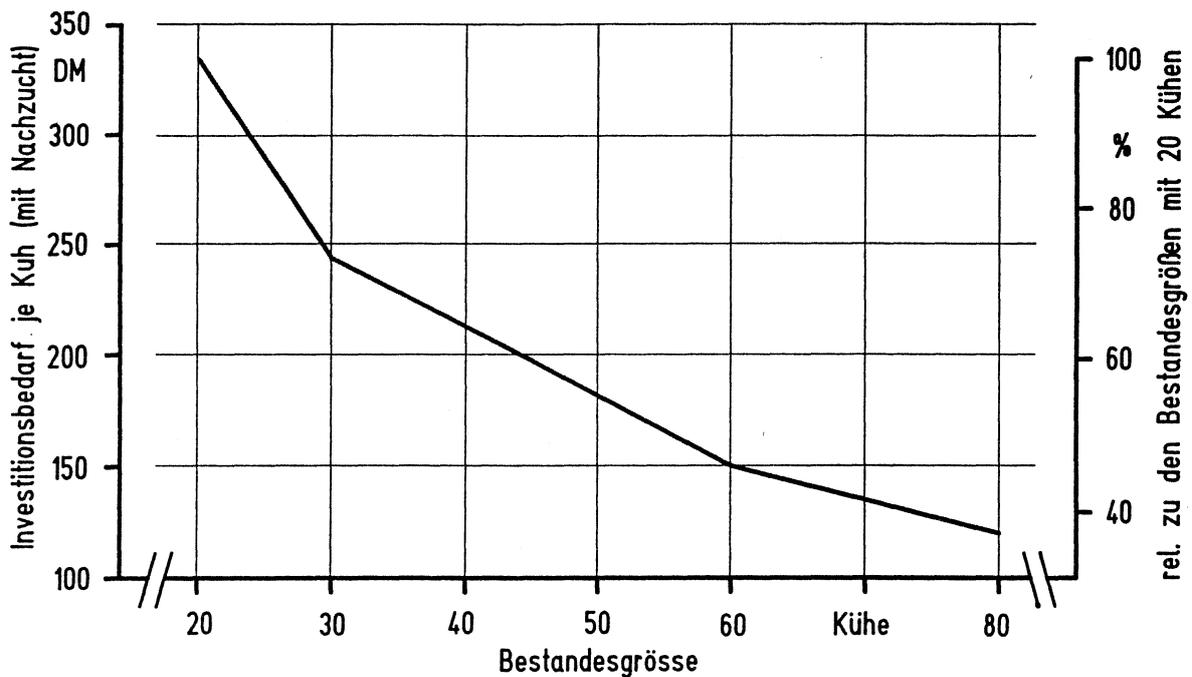


Abbildung 31: Investitionsbedarf für die Installation in der Milchhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei zeigt sich eine beachtliche Degression bis hin zu Bestandesgrößen mit 80 Kühen von nahezu 60 %. Diese wird durch den hohen Anteil bestandesunabhängiger Bauteile hervorgerufen, wie z.B. Zähler, Verteilung (Schaltkästen) und Erdung.

Bei relativer Betrachtungsweise wird ersichtlich, daß die Anteile für beide Installationsbereiche über der Bestandesgröße weitgehend konstant sind (Abb. 32).



Abbildung 32: Relativer Investitionsbedarf für die Installation von Wasser und Elektrizität in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

#### 4.1.4 Arbeit und Materialien

Anschließend an die Betrachtung nach Baugruppen kann nun eine noch tiefergehende Analyse nach dem erforderlichen Aufwand für Arbeit und für Materialien durchgeführt werden. Diese Analysen beschränken sich jedoch auf die entsprechenden Gebäudehüllen und auf den Einbau der Stalleinrichtungen. Ausgeschlossen bleiben aufgrund der pauschalierten Betrachtung die erforderlichen Anteile für die Futter- und Güllelager und für die Installation von Wasser und Elektrizität.

##### 4.1.4.1 Arbeit

Der benötigte Investitionsaufwand für Arbeit umfaßt die Rohbau- und die Ausbauarbeiten (Abb. 33).

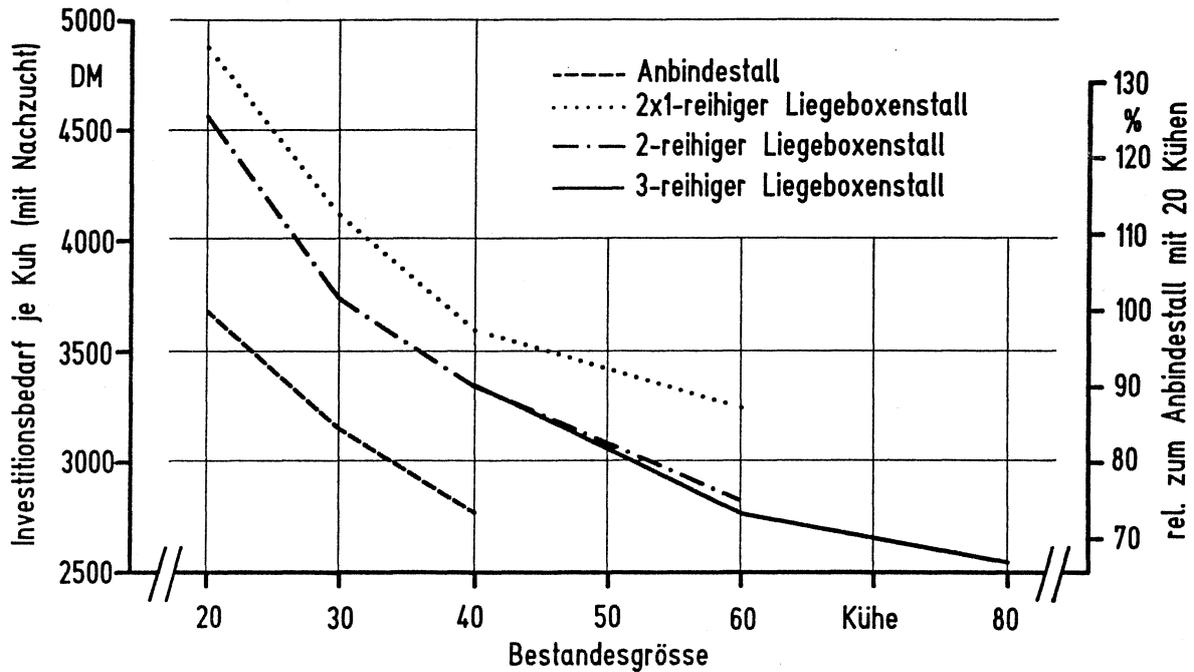


Abbildung 33: Investitionsbedarf für die benötigte Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung für Milchvieh in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei zeigen sich starke Unterschiede für die gewählten Stallsysteme. Allen voran erfordert der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall den höchsten Investitionsbedarf für die Arbeit. Dieses Stallsystem ist also besonders arbeitsaufwendig in der Erstellung und liegt mehr als 30 % über dem vergleichbaren Anbindestall. Ebenfalls wesentlich höher als dieser ist der 2-reihige Liegeboxenstall mit einem immerhin etwa 25 % höheren Investitionsbedarf. Fast identisch dazu ist der 3-reihige Liegeboxenstall.

In der Degression über der Bestandesgröße besteht hingegen kein Unterschied. Diese ist beträchtlich und erfolgt sehr stark zwischen 20 und 40 Kühen. Darüberhinausgehend nimmt sie immer stärker ab. Zwischen 60 und 80 Kühen beträgt sie nur noch etwa 6 %.

#### 4.1.4.2 Materialien

Auch die Analyse nach den verwendeten Materialien ist sehr wichtig. Nur über sie können Bereiche erkannt werden, an welchen bautechnisch andere Lösungen sinnvoll sein können oder wo bestimmte Gebäudeformen gravierende Unterschiede aufweisen (Abb. 34).

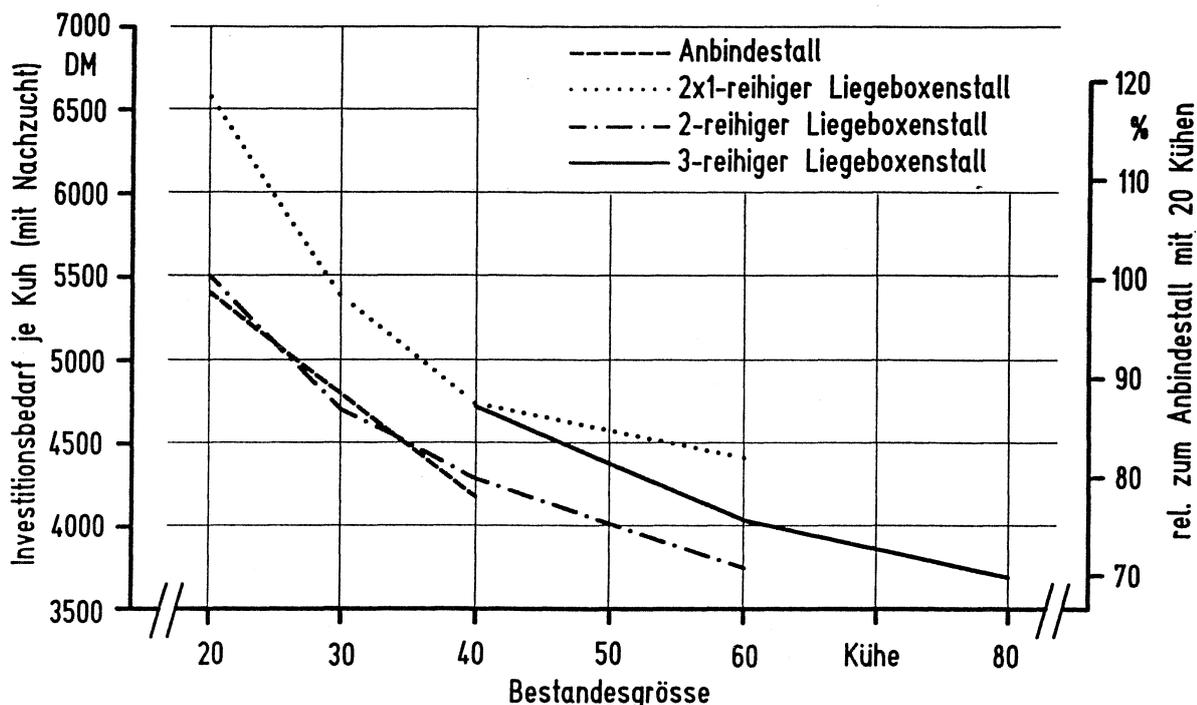


Abbildung 34: Investitionsbedarf für die benötigten Materialien zur Gebäudeerstellung der Stallsysteme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei zeigen sich von allen bisherigen Analysen abweichende Ergebnisse. Interessant ist die Tatsache, daß sich der Anbindestall und der 2-reihige Liegeboxenstall nahezu identisch verhalten, während der 2 \* 1-reihige und der 3-reihige Liegeboxenstall wesentlich höhere Investitionen erfordert. Der Mehrbedarf an Materialien bewegt sich mit etwa 15 % in beachtlichen Grenzen. Über der Bestandesgröße bedeutet dies gleichen Investitionsbedarf je Kuh mit Nachzucht für 20 Kühe im Anbindestall oder im 2-reihigen Liegeboxenstall wie mit 30 Kühen im 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall.

Die mögliche Degression durch die Bestandesgröße ist insgesamt sehr hoch. Für die Laufställe führt sie nahezu zu einer Halbierung des Investitionsbedarfes zwischen 20 und 80 Kühen und demonstriert damit die riesige Spannweite möglicher Aufwendungen in der Praxis bei unterschiedlichen Bedingungen.

Beide Bereiche werden jedoch erst dann von der Gewichtung erkennbar, wenn auch hier die Betrachtung in relativer Weise erfolgt (Abb. 35).

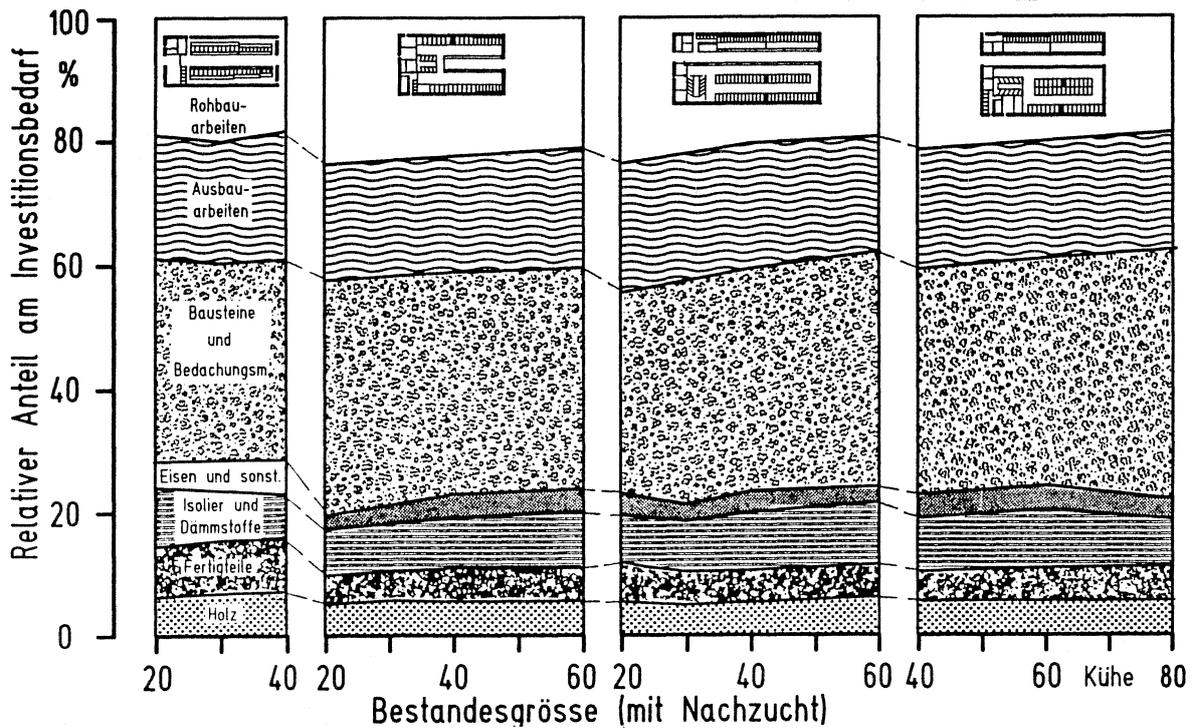


Abbildung 35: Relativer Investitionsbedarf für Arbeit und Materialien zur Gebäudenerstellung für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Sehr deutlich treten dann die hohen Anteile für die Arbeiten mit fast gleichbleibend 40 % ins Auge. In Verbindung mit dem geringeren Materialaufwand beim 2-reihigen Liegeboxenstall muß nun sogar die vorher getroffene Aussage revidiert werden, wonach der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall besonders arbeitsaufwendig sei. Relativ betrachtet ist nämlich jetzt der 2-reihige Liegeboxenstall mit 20 Kühen der Spitzenreiter.

#### 4.2 Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung

Aufbauend auf umfangreiche Analysen nach der Zeitelementmethode /4, 29, 76, 77, 78, 79/ stehen im System LISL für alle Arbeiten in der Milchviehhaltung abgesicherte Arbeitszeitbedarfswerte zur Verfügung. Verbunden mit den Werten für die körperliche Belastung kann zudem damit jeweils die Arbeitsbelastung verfahrensspezifisch abgeschätzt werden. Für eine sinnvolle Gliederung ist der Arbeitsablauf mit seinen Arbeitsvorgängen (in sich geschlossenen Arbeitsabläufen) heranzuziehen (Abb. 36).

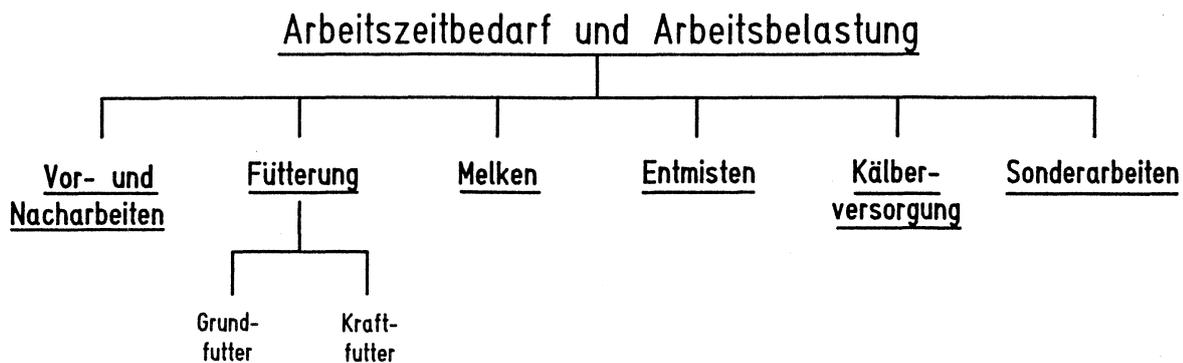


Abbildung 36: Gliederung des Arbeitszeitbedarfes und der Arbeitsbelastung für die Tätigkeiten in der Milchviehhaltung

Danach werden die Haupttätigkeiten der Arbeitserledigung umrahmt von den Vor- und Nacharbeiten auf der einen und den Sonderarbeiten /7/ auf der anderen Seite. Die Fütterung wird zusätzlich unterteilt in den Bedarf für die Grundfutter- und die Kraftfutterfütterung.

Anhand dieser Gliederung können Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung zielgerichtet für die zu untersuchenden Stallsysteme in Abhängigkeit von der Bestandesgröße abgeschätzt und die relativen Anteile einzelner Tätigkeiten ermittelt werden. Ausgangspunkt dafür ist der Gesamtarbeitszeitbedarf (Abb. 37).

Wie zu erwarten, zeigt sich durch zunehmende Bestandesgrößen eine starke Degression im Arbeitszeitbedarf, dessen stärkste Abnahmen bis zu Bestandesgrößen von etwa 40 Kühen reichen. Alleine zwischen Herden mit 20 und 40 Kühen sinkt der Arbeitszeitbedarf je Kuh mit Nachzucht und Jahr um etwa 40 AKh oder bei einer Ausgangsgröße von etwa 100 AKh/Kuh und Jahr um etwa 40 %. Weitere 20 Kühe führen dagegen nur noch zu einer Verringerung um weitere 7 % und zusätzliche

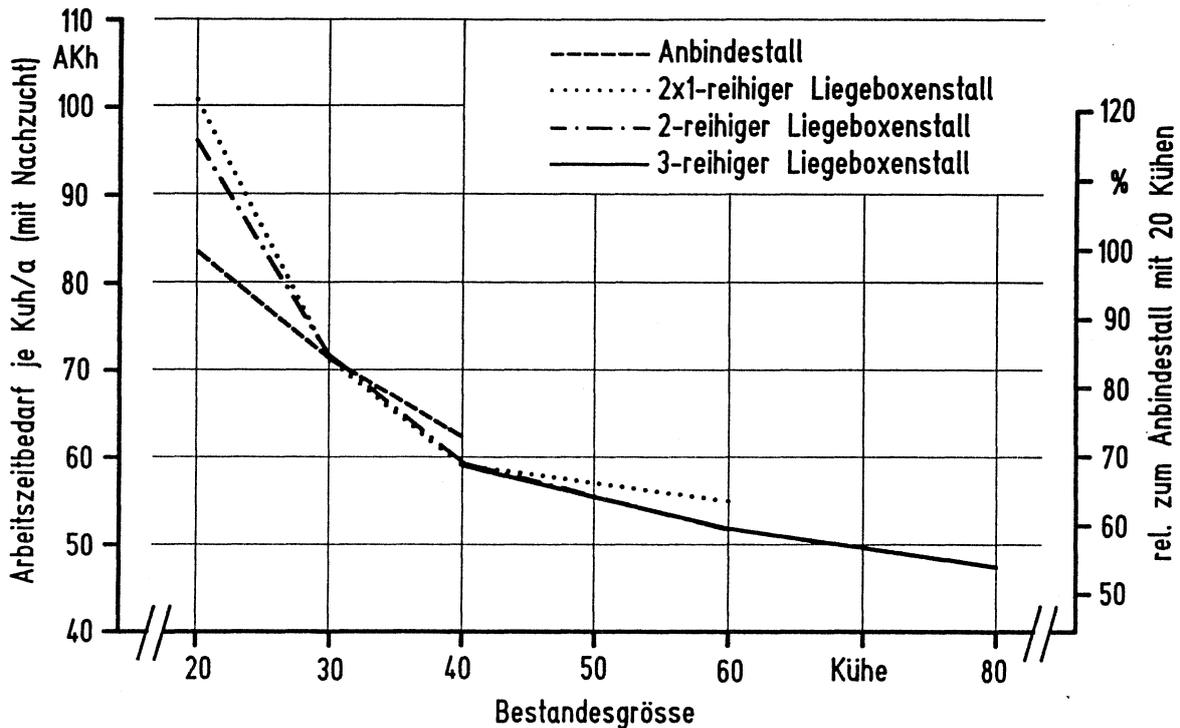


Abbildung 37: Arbeitszeitbedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

20 Kühe würden sogar nur noch etwa 5 % Rückgang beim Arbeitszeitbedarf erwarten lassen.

Äußerst interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Abhängigkeit vom gewählten Stallsystem. Dabei stellt bei einer Bestandesgröße von 20 Kühen der Anbindestall eindeutig die günstigste Lösung im Bezug zum Arbeitszeitbedarf dar. Ihm gegenüber würde der 2-reihige Liegeboxenstall etwa 15 % und der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall sogar 20 % mehr Arbeitszeit erfordern. Allerdings gleichen sich diese Unterschiede schon bei 30 Kühen weitgehend aus, bei 40 Kühen ist der Anbindestall schon eindeutig im Nachteil. Gegenüber früheren Untersuchungen /89, 37/ rückt somit die Vorzüglichkeit der Laufställe weiter in Richtung kleinerer Herdengrößen, wobei die in dieser Untersuchung unterstellte gleiche Fütterungstechnik sehr stark beteiligt ist. Dies zeigt sich bei den relativen Anteilen einzelner Arbeiten sehr deutlich (Abb. 38).

Wie zu erwarten, nimmt jeweils die Melkarbeit den höchsten Arbeitszeitbedarf in Anspruch. Mit etwa 45 % beim Anbindestall mit 20 Kühen und etwa 50 % bei 40 Kühen bestimmt diese Arbeit das gesamte Geschehen. Noch stärker werden diese Zu-

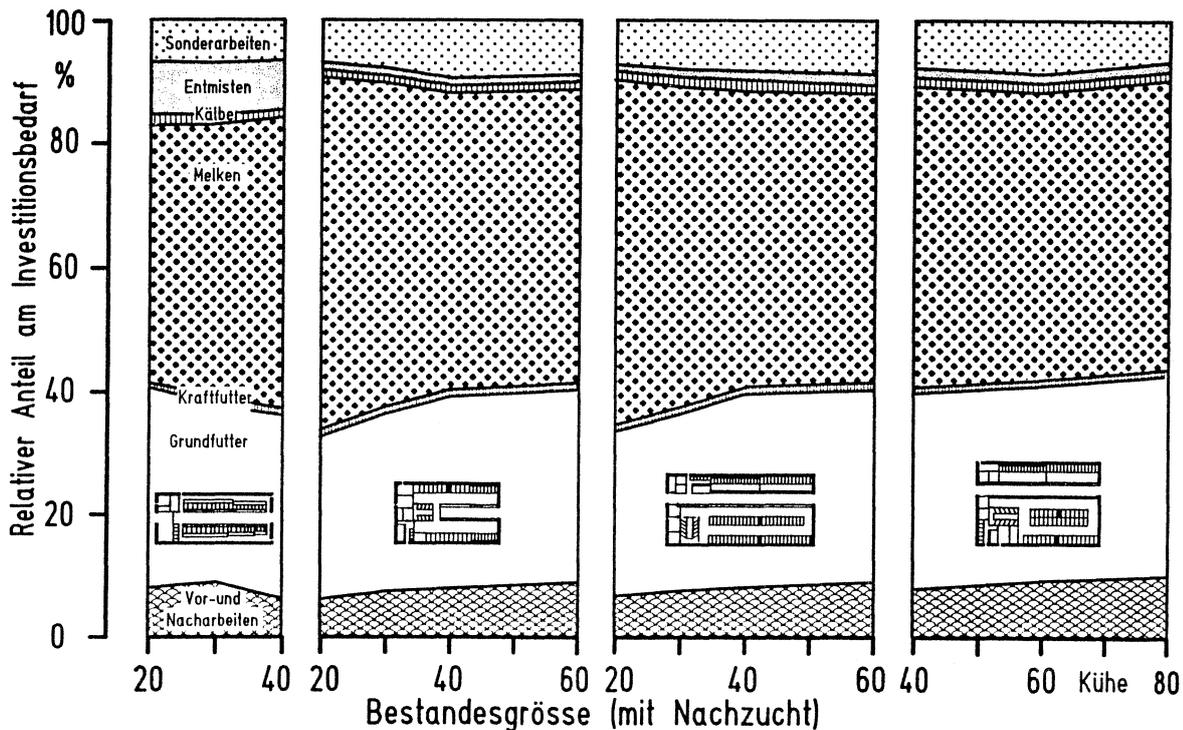


Abbildung 38: Relative Anteile der Arbeiten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

sammenhänge bei den Laufställen. Dort liegen die entsprechenden Werte bei etwa 60 bzw. 50 %. Zwischen Anbinde- und Laufstall sind zudem generelle Unterschiede festzustellen. Beim Anbindestall nehmen mit zunehmender Herdengröße die Arbeitszeitanteile für das Melken zu. Demnach ist dabei die Technik schon bei den kleinen Herden ausgelastet. Hingegen nehmen die Anteile für das Melken bei den Laufställen mit zunehmender Herdengröße ab. Relativ hohe Vor- und Nacharbeiten sind dafür ebenso verantwortlich, wie die einfache Anpassung der Melkstandgröße an größere Herden und die gute Auslastung der zusätzlichen Melkeinheiten.

Anders liegen dagegen die Zusammenhänge beim Füttern. Dort bleiben die Zeitan-teile beim Anbindestall in etwa gleich, während sie bei den Laufställen mit zunehmender Herdengröße zunehmen. Letzteres wird vor allem durch die Sommerstall-fütterung bestimmt, wobei Bestandesgrößen ab etwa 40 Kühen durch zusätzliche, jedoch nicht vollständig gefüllte Ladewagen überproportional stark belastet werden.

Nicht zu übersehen sind in diesem Zusammenhang auch die zunehmenden Anteile für die Vor- und Nacharbeiten und für die Sonderarbeiten. Dabei lassen sich direkte Rationalisierungseffekte durch größere Herden weniger stark umsetzen, wie bei den Melkarbeiten.

Arbeit besteht aber aus Arbeitszeit und Arbeitsbelastung. Deshalb muß nun auch dieser Parameter gesondert betrachtet werden (Abb. 39).

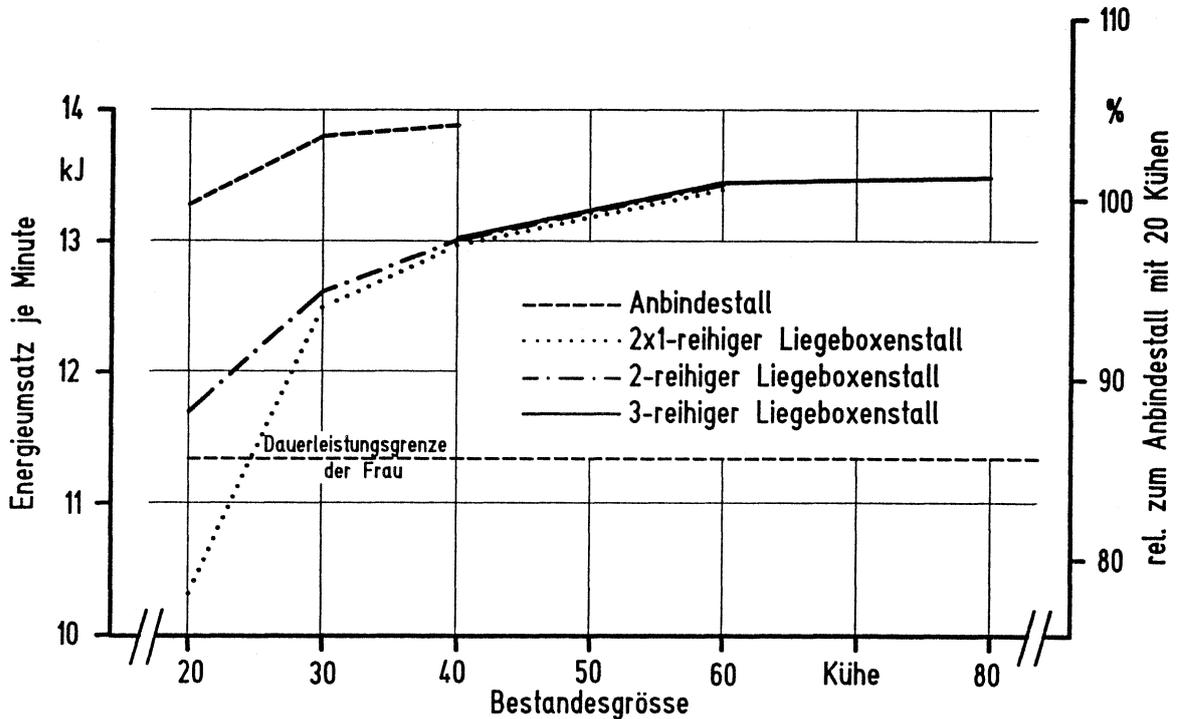


Abbildung 39: Mittlere Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei kehrt sich das Bild vollständig um. Generell erfolgt durch die Zunahme bei den Bestandesgrößen auch eine Zunahme der Arbeitsbelastung in körperlicher Hinsicht. Angeführt wird dabei die Arbeitsbelastung durch das Stallsystem "Anbindestall". Es liegt schon bei 20 Kühen mit Nachzucht über der Dauerleistungsgrenze der Frau und ist somit vor allem bei zunehmendem Alter für diese Gruppe landwirtschaftlicher Arbeitskräfte im Grunde unzumutbar.

Wesentlich günstiger (- 12 %) liegt dagegen der 2-reihige Liegeboxenstall. Die günstigste Form unter diesem Betrachtungswinkel stellt der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall dar. Nur er erfüllt die Forderungen, welche sich aus der zumutbaren Belastung für Frauen ergeben.

Bedenklich ist jedoch der sehr starke Anstieg der Arbeitsbelastung mit zunehmender Herdengröße. Er zeigt sich vor allem beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall überproportional und führt schon bei 30 Kühen zu nahezu gleichen Verhältnissen für alle Laufställe. Letztendlich liegen somit alle Stallsysteme für die

Milchviehhaltung mit mehr als 22 Kühen oberhalb der für Frauen zumutbaren Dauerbelastungsgrenze, es sind also "Arbeitssysteme für Männer".

#### 4.2.1 Analyse nach Arbeitsvorgängen

Die Arbeitsvorgänge sind nach obengenannter Gliederung zu betrachten. Einzelne Analysen sollen dafür den Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsbelastung aufzeigen.

##### 4.2.1.1 Vor- und Nacharbeiten

Vor- und Nacharbeiten sind nicht direkt zuordenbare Tätigkeiten. Ihr Arbeitszeitbedarf ist stark abhängig von der Gebäudegestaltung und von Gewohnheiten der Arbeitspersonen, vorgegebene Abläufe unkritisch fortzuführen, bzw. von der Überzeugung, daß nur dieser Arbeitsablauf richtig ist (Abb. 40).

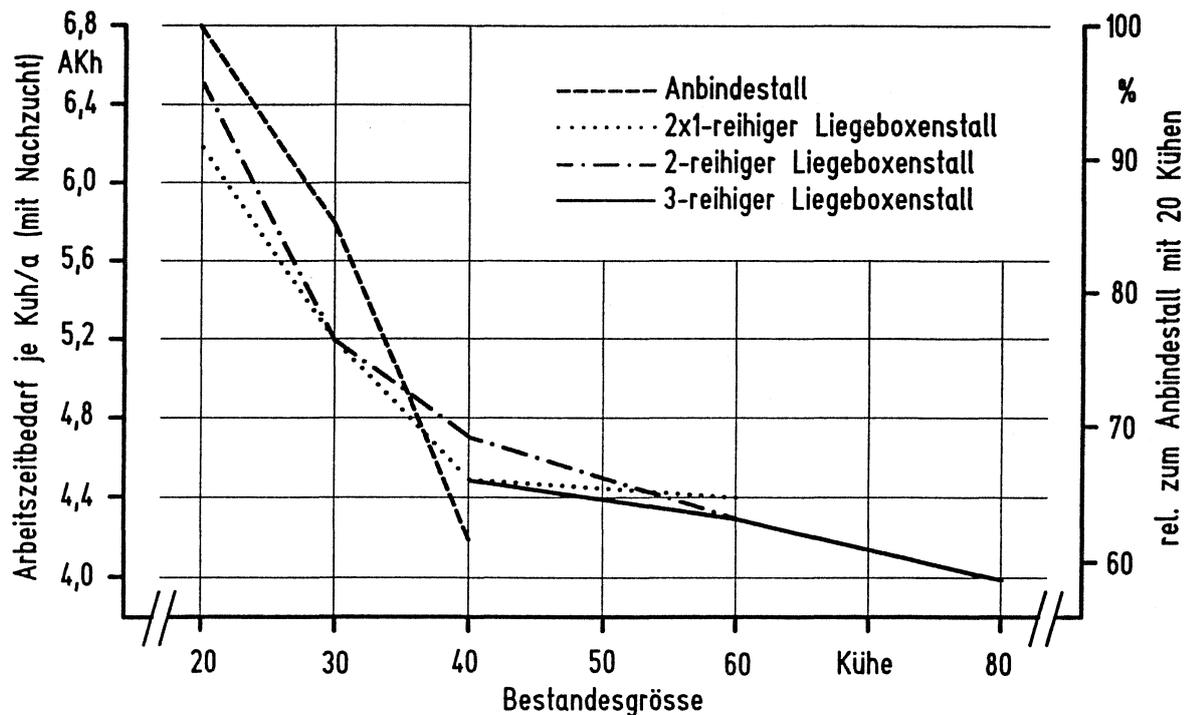


Abbildung 40: Arbeitszeitbedarf für die Vor- und Nacharbeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Nahezu gleich für alle Stallssysteme ist dafür eine starke Degression bis 40 Kühe zu betrachten, welche danach fast vollständig ausklingt. Immerhin beträgt diese Abnahme im Arbeitszeitbedarf mehr als 30 %, weshalb trotz des sicher nicht sehr hohen Arbeitszeitbedarfes diesen Tätigkeiten oder den dafür erforderlichen Hilfsmitteln weit mehr Augenmerk als bisher zugewandt werden sollte.

Ähnliches gilt für die dabei zu erwartende Arbeitsbelastung (Abb. 41).

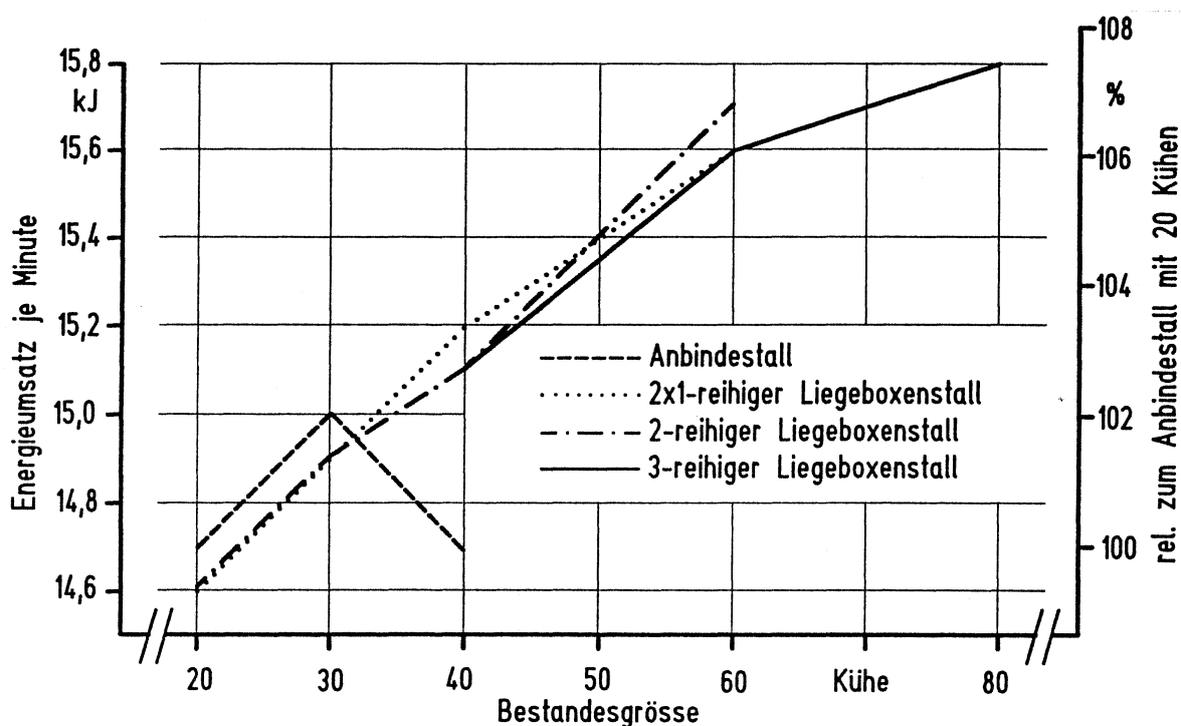


Abbildung 41: Arbeitsbelastung bei den Vor- und Nacharbeiten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Sie beginnt mit mehr als 14 kJ/min und steigt kontinuierlich mit zunehmender Bestandesgröße auf nahezu 16 kJ/min an. Nur geringe Unterschiede zwischen den Stallssystemen deuten auf tätigkeitsbezogene Auswirkungen hin und müssten deshalb vor allem in diesem Bereich die Ursachen aufsuchen.

#### 4.2.1.2 Füttern

Als Futter dient in der Milchviehhaltung auf der einen Seite voluminöses Grundfutter und auf der anderen Seite Kraftfutter zur Eiweiß- und Energieergänzung. Beide Futterarten erfordern aufgrund dieser Ausgangssituation sowohl unter-

schiedlichen Arbeitszeitbedarf, als auch eine unterschiedliche Arbeitsbelastung. Dieser Tatsache wird durch die Trennung in Grund- und Kraftfutter bei der Betrachtung Rechnung getragen.

Die Grundfutterfütterung basiert innerhalb des Systemvergleiches auf gleichen Rationen und gleicher Technik. Die Degressionen im Arbeitszeitbedarf sind deshalb nur auf die Bestandesgröße und auf die unterschiedlichen Freßplatzbreiten zurückzuführen (Abb. 42).

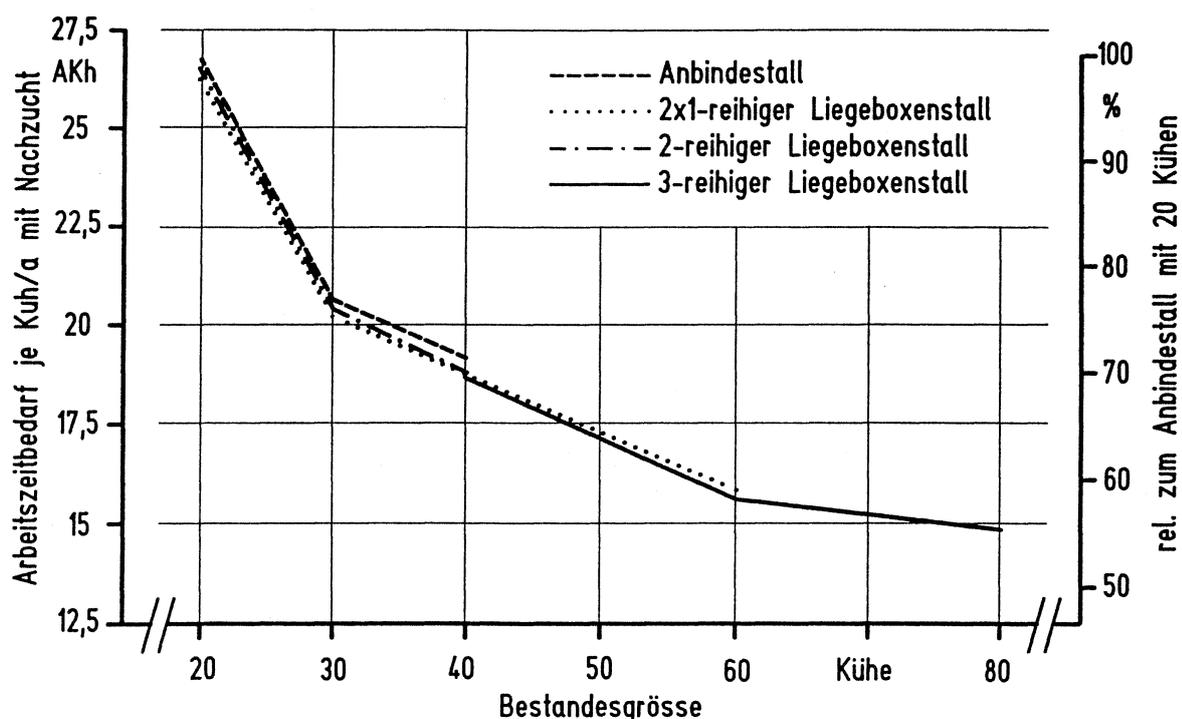


Abbildung 42: Arbeitszeitbedarf der Grundfutterfütterung für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bedingt durch den Transport der benötigten Futtermengen (Blockschneider und Ladewagen) ergibt sich für diese Tätigkeiten eine langanhaltende Degression über der Bestandesgröße. Sie klingt erst bei etwa 60 Kühen stärker ab und läßt darüber hinaus kaum weitere Einsparungen im Arbeitszeitbedarf erwarten. Enge Grenzen bei der Freßplatzbreite je Tier und relativ geringe Zeitanteile für die reinen Zuteilarbeiten lassen die Unterschiede durch die Stallssysteme in den Hintergrund treten.

Entgegen den bisherigen Abhängigkeiten bei der Arbeitsbelastung ist bei der

Fütterung von Grundfutter eine insgesamt abnehmende Tendenz mit zunehmender Bestandesgröße zu erwarten (Abb. 43).

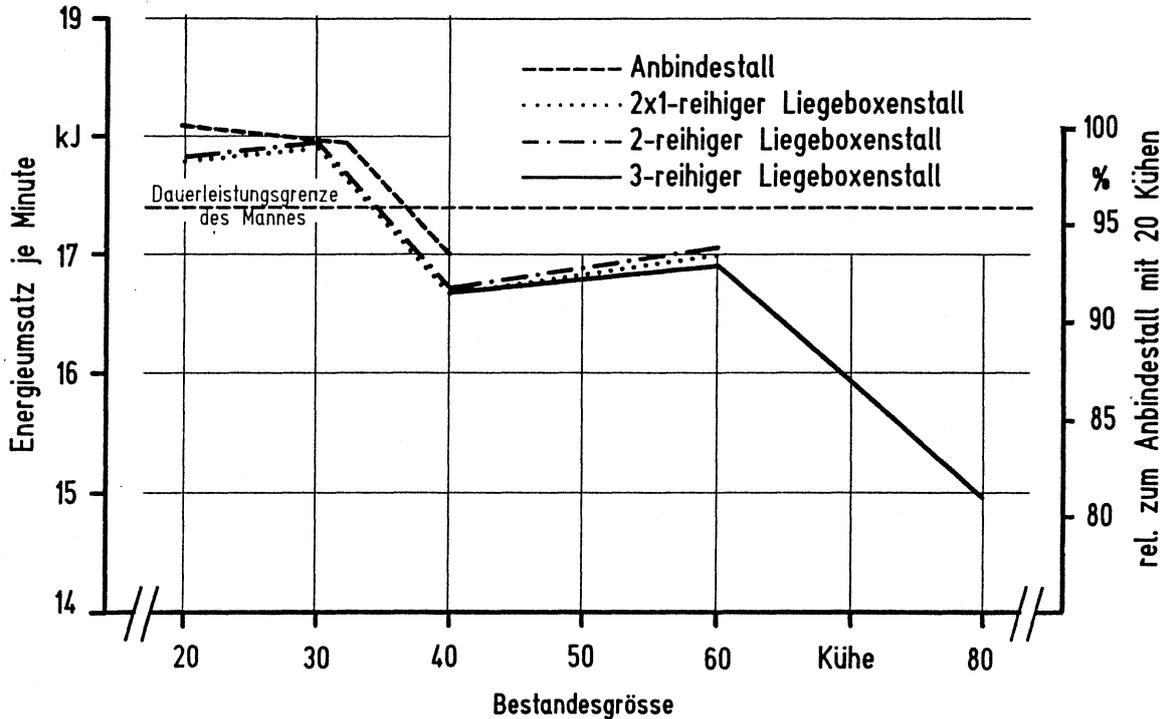


Abbildung 43: Arbeitsbelastung bei der Grundfutterfütterung für die Stall-systeme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Hauptursachen für diese Zusammenhänge sind die Techniken für die Sommerstall-fütterung. Dort wird für die - in Klammern - großen Bestände der Erntewagen mit der direkten Futterzuteilung in den Trog unterstellt. Deshalb entfallen die sonst erforderlichen Nachräumarbeiten. Allerdings darf gerade bei dieser Analyse die Höhe der Arbeitsbelastung nicht übersehen werden. Mit etwa 18 kJ/min ergeben sich für diese Arbeiten Belastungswerte, die bei den kleinen Bestandes-größen schon über der Dauerleistungsgrenze für Männer (17,3 kJ/min) liegen und somit diese Tätigkeiten in Verbindung mit der eingesetzten Technik berechtigt in Frage stellen. Daß darüber hinaus in der Praxis diese Tätigkeiten oft von Frauen erledigt werden müssen, stellt die Bedeutung dieser Ergebnisse noch stärker heraus. Sie fordern geradezu Techniken zur Arbeitserleichterung in der Grundfutterfütterung, da sich diese Überlastung generell für alle Bestandes-größen und alle Stall-systeme ergibt.

Im Gegensatz zur Grundfutterfütterung stellt die Kraftfutterfütterung aus der

Sicht des Arbeitszeitbedarfes eine nahezu unbedeutende Tätigkeit dar (Abb. 44).

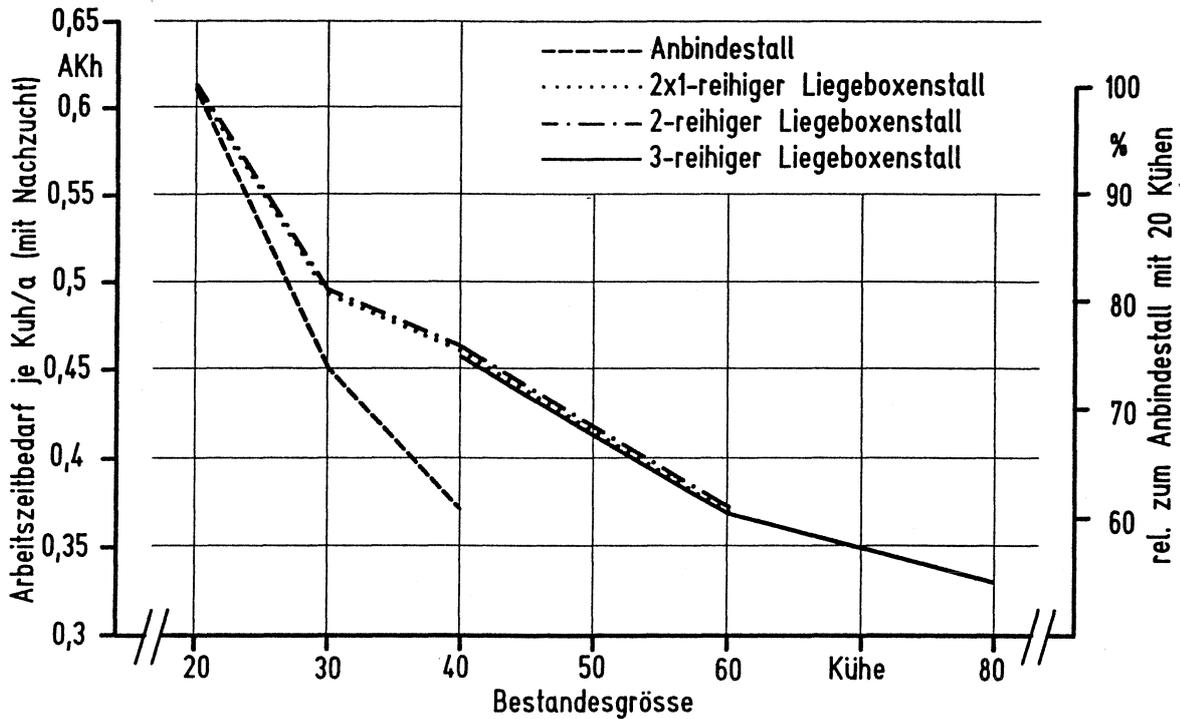


Abbildung 44: Arbeitszeitbedarf der Kraftfutterfütterung für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei ist zudem eine sehr starke Degression über der Bestandesgröße zu beobachten, welche in ihrem Ausmaß erst bei 80 und mehr Kühen eine stärkere Abschwächung erfährt. Über 40 % Degression zwischen 20 und 40 Kühen verdeutlichen dies sehr drastisch.

Zudem zeigt sich zwischen den Stallssystemen ein sehr starker Unterschied. Bedingt durch den einfachen Ablauf der Arbeiten gestaltet sich der Arbeitszeitbedarf im Anbindestall zunehmend günstiger und liegt bei 40 Kühen nahezu 20 % unter den vergleichbaren Laufstallvarianten, wobei in diesen Zahlen die Arbeits- oder besser Zuteilqualität nicht zum Ausdruck kommt. Bei gleicher Technik ist dagegen bei den Laufställen ein Unterschied nahezu nicht gegeben.

Auch bei diesen Tätigkeiten zeigt die Betrachtung der Arbeitsbelastung eine Umkehrung der Ergebnisse gegenüber dem Arbeitszeitbedarf (Abb. 45).

Da es sich bei allen Tätigkeiten der Kraftfutterfütterung um manuelle Tätigkeiten handelt, muß zwangsläufig eine größere Herde zu einer höheren Belastung

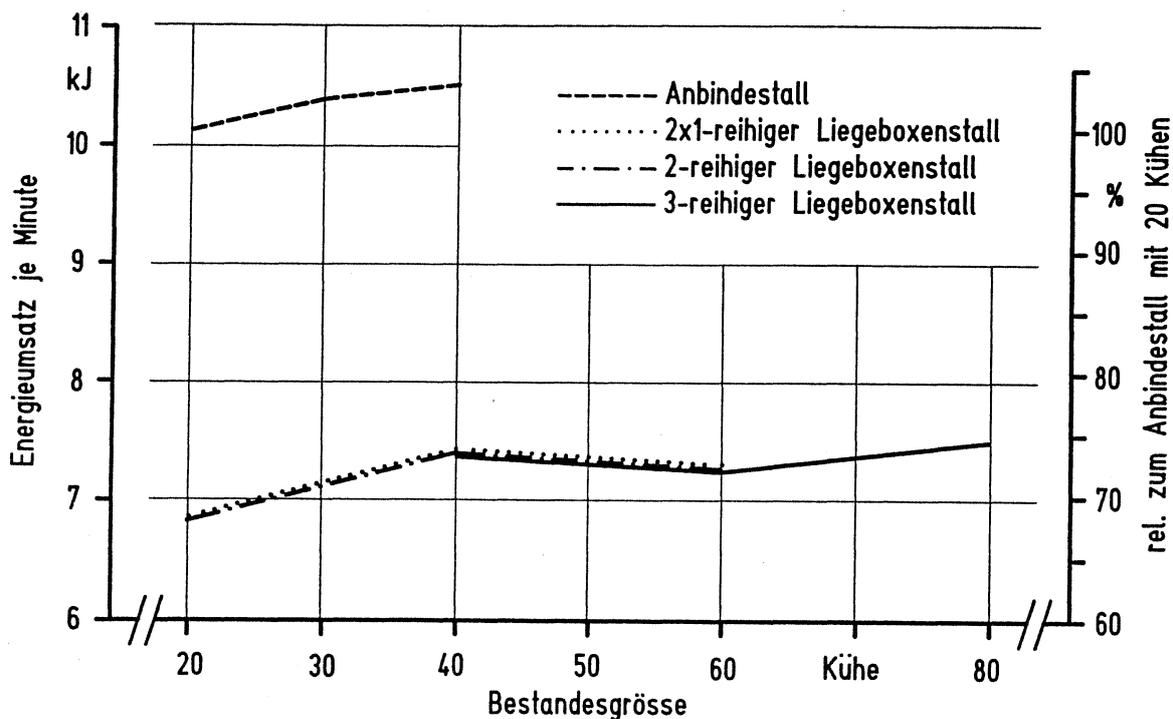


Abbildung 45: Arbeitsbelastung bei der Kraftfutterfütterung für die Stall-systeme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

führen. Sie verläuft jedoch - bedingt durch die vielen Wegelängen - in sehr engen Grenzen.

Sehr deutliche Unterschiede ergeben sich dagegen zwischen den Stall-systemen. Dabei zeigt sich in den Anbindeställen eine nahezu 50 % höhere Belastung als in den Laufställen. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die Belastung bei der Kraftfutterfütterung insgesamt nur gering ist und generell unterhalb der Dauerleistungsgrenze von Mann und Frau liegt.

#### 4.2.1.3 Melken

Aufgrund des überhohen Anteiles beim Arbeitszeitbedarf kommt den Melkarbeiten eine zentrale Bedeutung zu. Im Vergleich der Stall-systeme ergeben sich dafür eindeutige Schnittpunkte (Abb. 46).

Über der Bestandesgröße zeigt sich für diese Arbeiten eine starke Degression bei den Melkständen. Sie führt zu einer Arbeitszeiterparnis von nahezu 30 % je Kuh und Jahr zwischen Beständen von 20 und 60 Kühen. Die stärkste Degression ist zwischen 20 und 40 Kühen anzutreffen. Dies läßt den Schluß zu, daß in die-

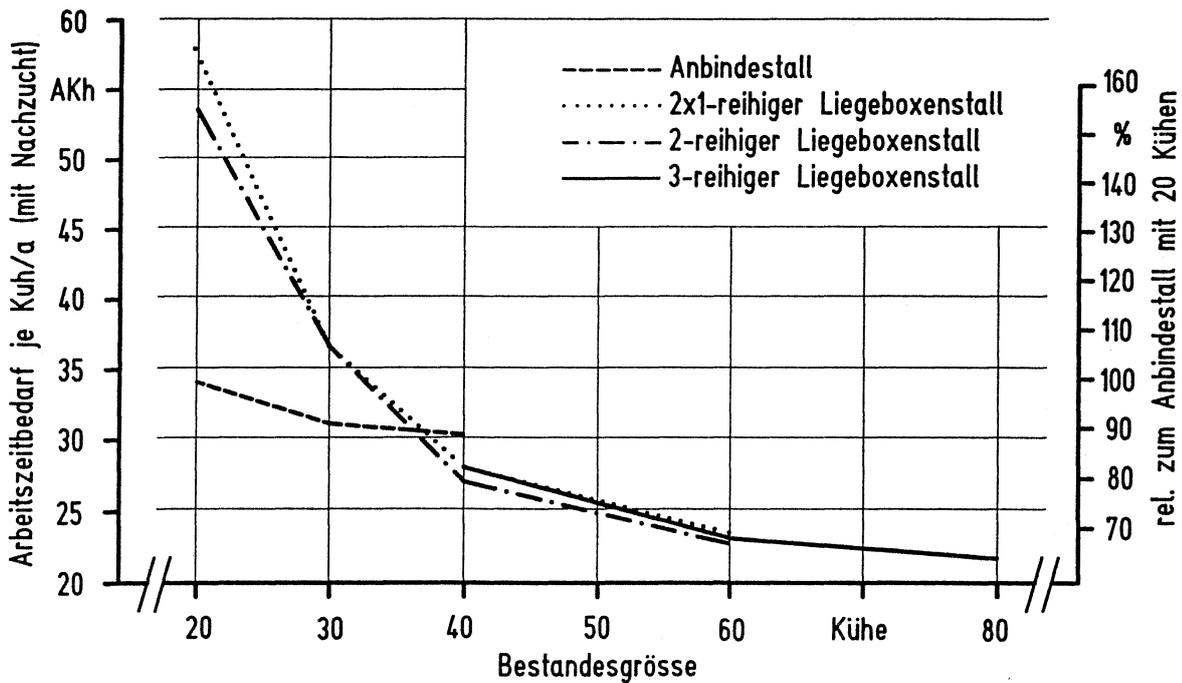


Abbildung 46: Arbeitszeitbedarf für das Melken bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

sem Bereich von einer nicht optimierten Technik auszugehen ist. Hinzu kommt ein nicht unerheblicher Mehrbedarf an Arbeitszeit für den 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall durch das Melken in zwei Gruppen oder den dafür erforderlichen zusätzlichen Umtrieb. Er beträgt bei 20 Kühen nahezu 10 % und gleicht sich dem 2-reihigen Liegeboxenstall erst bei einer Bestandesgröße von 30 Kühen an.

Sehr günstig ist hingegen der Arbeitszeitbedarf im Anbindestall bei den kleinen Bestandesgrößen. Er stellt damit indirekt eine gute Verlängerung der Zeitbedarfslinie zu den nachfolgenden Laufställen dar. Erst bei einer Bestandesgröße von etwa 36 Kühen ist er dem Melkstand unterlegen, wobei die Degression schon ab etwa 30 Kühe sehr gering wird (zurückzuführen auf die Begrenzung durch 4 Melkeinheiten).

Auch bei den Melkarbeiten kehrt sich bei der Arbeitsbelastung das Ergebnis um (Abb. 47).

Sehr deutlich ist die Zunahme der Arbeitsbelastung mit zunehmender Bestandesgröße. Durch gleiche Technik bei den Melkständen in den Laufställen sind die

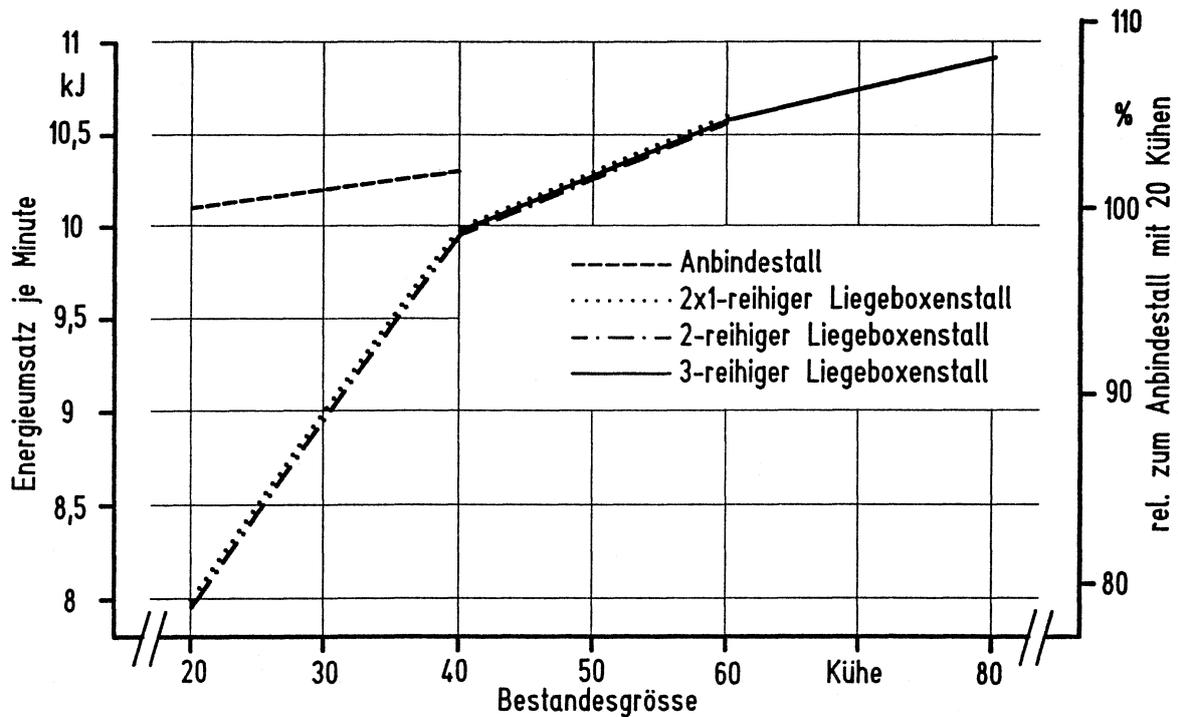


Abbildung 47: Arbeitsbelastung bei den Melkarbeiten in verschiedenen Stall-systemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

dabei zu sehenden Unterschiede minimal. Hingegen wird nun der große Nachteil des zwar zeitsparenden, körperlich jedoch ermüdenden Melkens im Anbindestall sichtbar. Dort liegt die körperliche Belastung nahe der Dauerleistungsgrenze der Frau und muß unter Einbeziehung der dabei herrschenden Arbeitsbedingungen noch kritischer gesehen werden. Derartige Belastungen erreicht dagegen das Melkstandmelken erst bei Bestandesgrößen um 50 Kühe.

#### 4.2.1.4 Entmisten

Mit dem Übergang zu den in dieser Untersuchung gewählten Aufstallungssystemen hat die Arbeit des Entmistens und Einstreuens sehr stark an Einfluß verloren (Abb. 48).

Mit nur noch etwa 1 AKh für die Laufställe bei nahezu gleicher Höhe über der Bestandesgröße ist dafür kein Unterschied innerhalb dieser Systeme zu erkennen. Hingegen ist der dafür erforderliche Arbeitsbedarf im Anbindestall immer noch beträchtlich, auch wenn dabei eine starke Degression durch die Bestandesgröße gegeben ist.

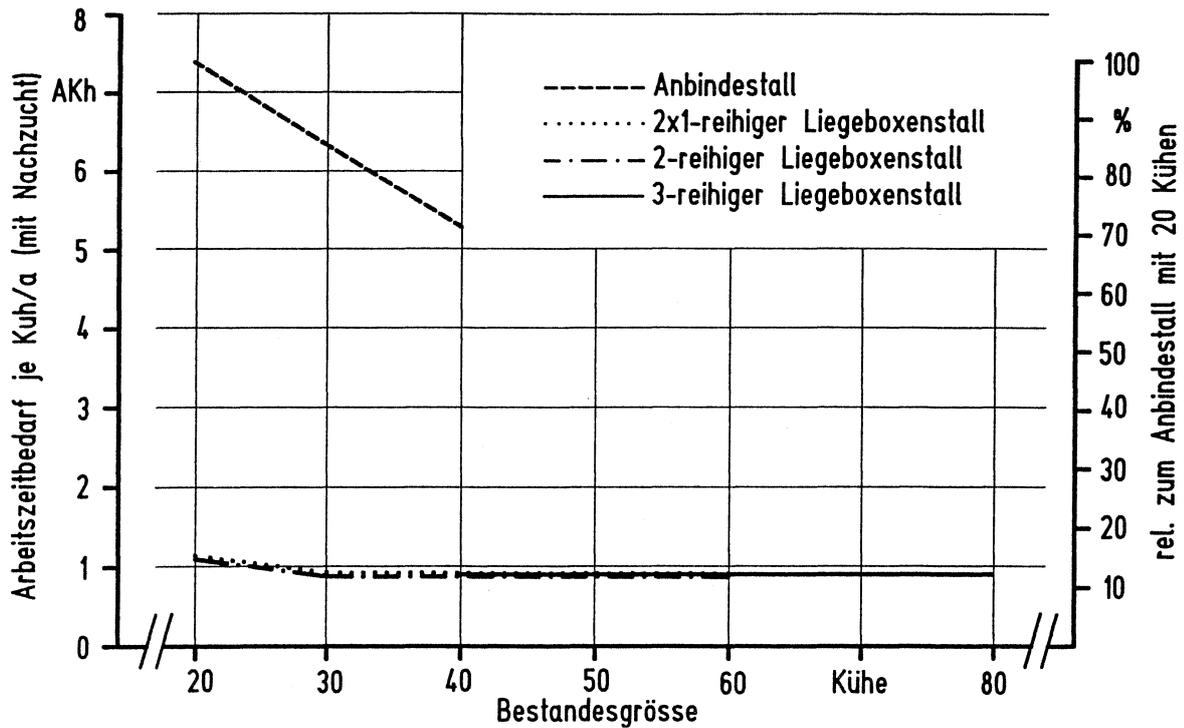


Abbildung 48: Arbeitszeitbedarf für das Entmisten in unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Entmistungsarbeit ist aber auch heute noch eine körperlich schwere Arbeit (Abb. 49).

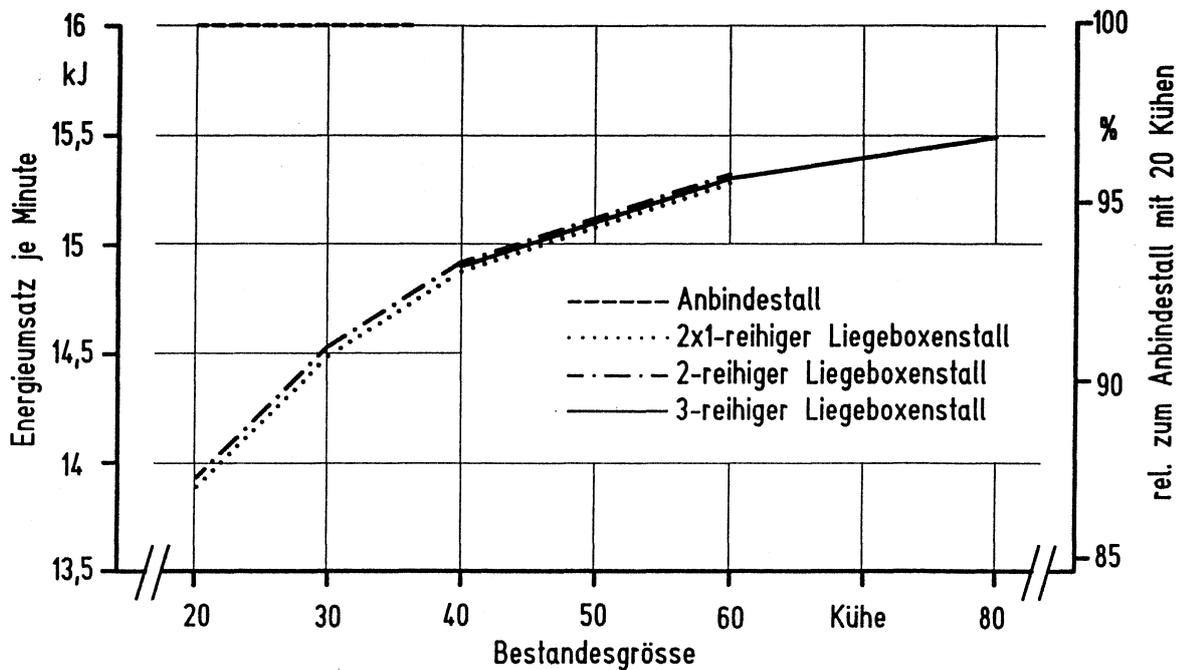


Abbildung 49: Arbeitsbelastung für das Entmisten der Stallsysteme in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Sowohl im Anbinde-, wie auch im Laufstall liegt der dafür erforderliche Energieaufwand weit über der Dauerleistungsgrenze der Frau und damit auch über jener von Opa und Oma! Allerdings zeigt dabei der Laufstall weit günstigere Verhältnisse als der Anbindestall. Jener hat schon bei 20 Kühen mit Nachzucht Werte, wie sie in Laufställen allenfalls bei weit über 120 Kühen zu erwarten wären.

#### 4.2.1.5 Kälbersversorgung

Wird die Kuh mit Nachzucht betrachtet, dann ist dabei die erforderliche Arbeit für die Kälberaufzucht nicht zu übersehen (Abb. 50).

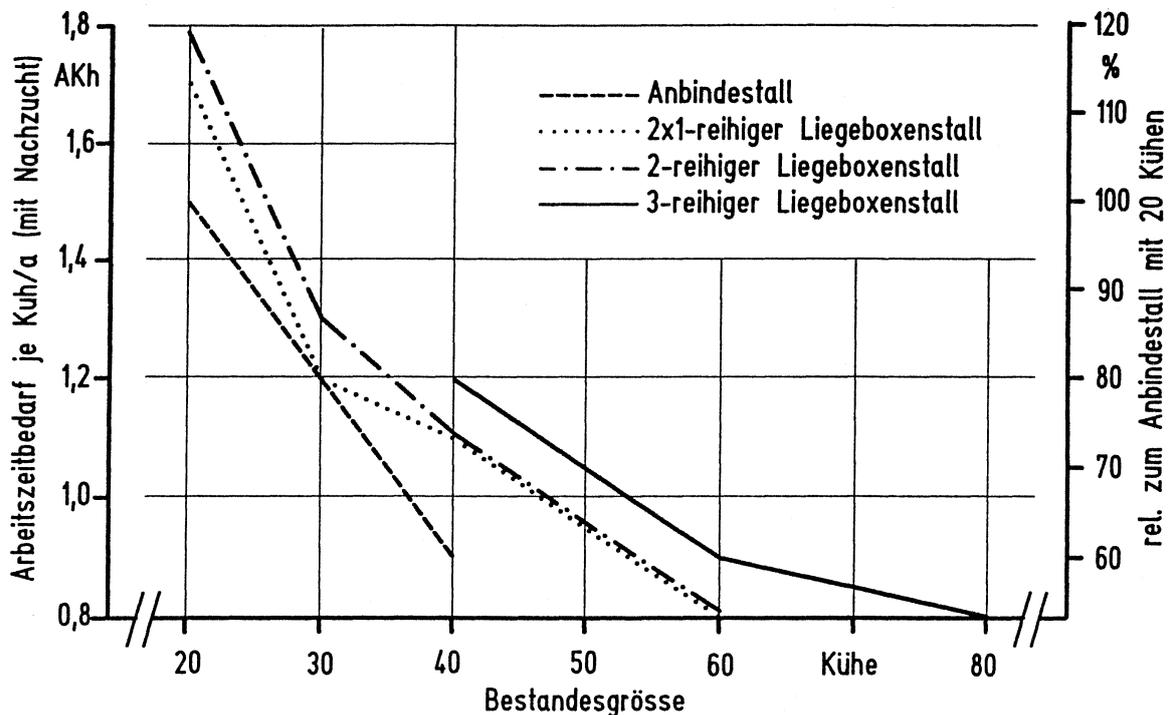


Abbildung 50: Arbeitszeitbedarf für die Kälberaufzucht bei unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Über der Bestandesgröße ist dabei eine sehr starke Degression zu erkennen, welche bis etwa 60 Kühe anhält und dort eine Reduzierung gegenüber 20 Kühen von nahezu 40 % erreicht. Bedingt durch die Lage der Kälberboxen und der Milchräume unterscheiden sich jedoch die untersuchten Stallsysteme. Deshalb erfordert der Anbindestall (schmal und kurzes Kopfteil) den geringsten Arbeitszeitbedarf. Ihm

gegenüber ist der Mehraufwand im 2-reihigen Liegeboxenstall mit etwa 20 % beträchtlich. Auch der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall erfordert noch etwa 15 % mehr Arbeitszeitaufwand als der Anbindestall bei der 20-Kuhherde. Hingegen nehmen die Unterschiede mit zunehmender Herdengröße deutlich ab, weshalb insbesondere bei den kleinen Laufställen die Kälbersversorgung ein höheres Augenmerk verlangt.

Diese starke räumliche Beeinflussung zeigt sich auch in der Arbeitsbelastung sehr deutlich wieder (Abb. 51).

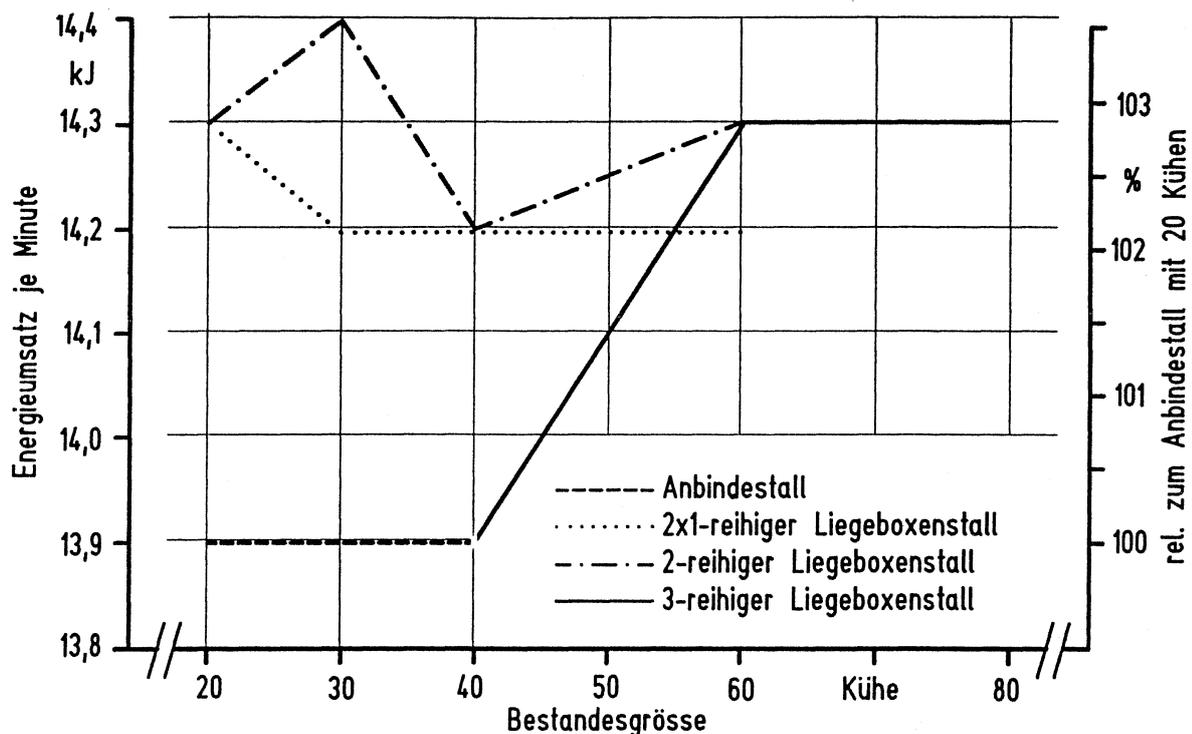


Abbildung 51: Arbeitsbelastung bei der Kälberhaltung für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Nunmehr liegen alle Laufställe oberhalb des Anbindestalles und selbst dieser noch oberhalb der Dauerleistungsgrenze für Frauen. Kälbersversorgung muß deshalb mehr denn je zu den "schweren Arbeiten" gezählt werden.

#### 4.2.1.6 Sonderarbeiten

Auch wenn bei den Sonderarbeiten der Arbeitszeitbedarf von nur 5 bis 8 AKh unbedeutend erscheinen mag, so sind dabei die Unterschiede zwischen den Stallssystemen sehr bedeutend (Abb. 52).

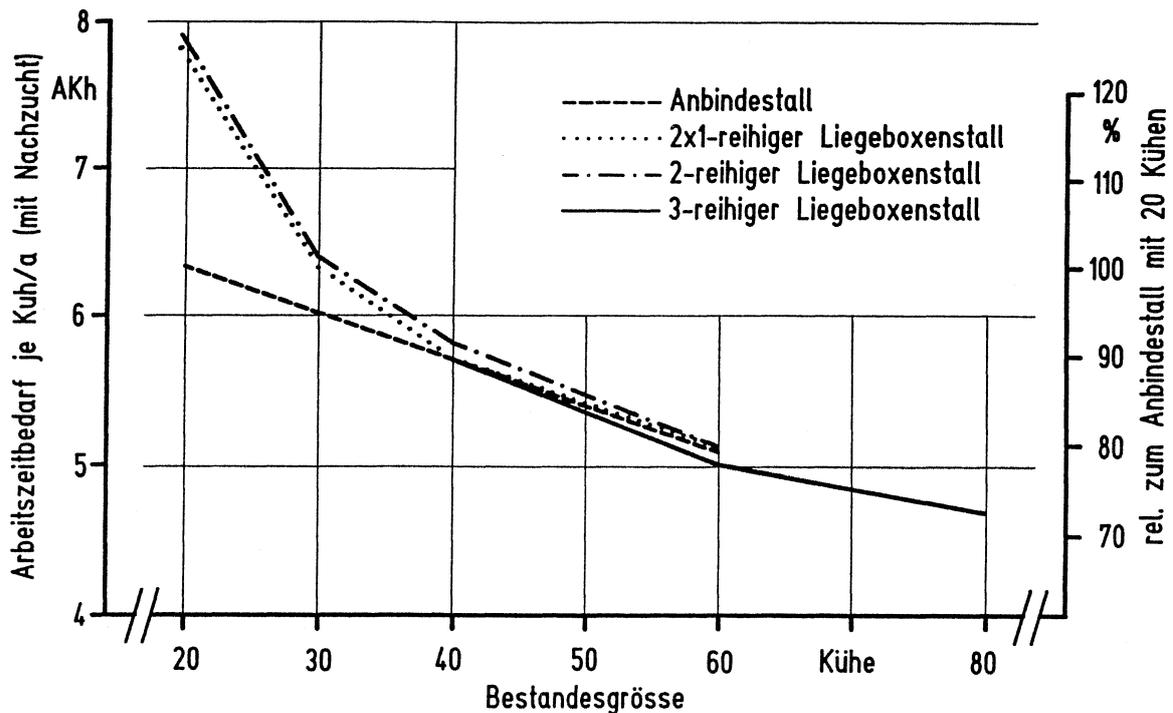


Abbildung 52: Arbeitszeitbedarf für die Sonderarbeiten bei unterschiedlichen Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Insbesondere bei den Laufställen mit kleinen Herden treten hier deutlich höhere Bedarfswerte als beim Anbindestall auf und lassen die Frage zu, inwieweit bei diesen Stallsystemen gerade diesen Tätigkeiten bisher die erforderliche Aufmerksamkeit bei möglichen Verbesserungen zugewendet wurde.

Zudem zeigen sich auch bei diesen Tätigkeiten überhohe Belastungswerte nach der Energieumsatzmethode (Abb. 53).

Danach liegt wiederum der Anbindestall weit ungünstiger als die Laufställe und wiederum erfolgt mit zunehmender Bestandesgröße eine starke Zunahme der Arbeitsbelastung. Hervorgerufen wird diese Situation vor allem durch die Tätigkeiten "Klauen schneiden", "Reinigungsarbeiten" und durch die "Geburtshilfe". Insgesamt ergibt sich auch bei all diesen Arbeiten eine Überlastung der Frau.

#### 4.2.2 Belastungsprofile nach der Energieumsatzmethode

Gesamtbelastungswerte und Einzelbelastungswerte für einzelne Tätigkeiten geben nur einen Hinweis auf die generelle Einordnung verschiedener Arbeiten. Für

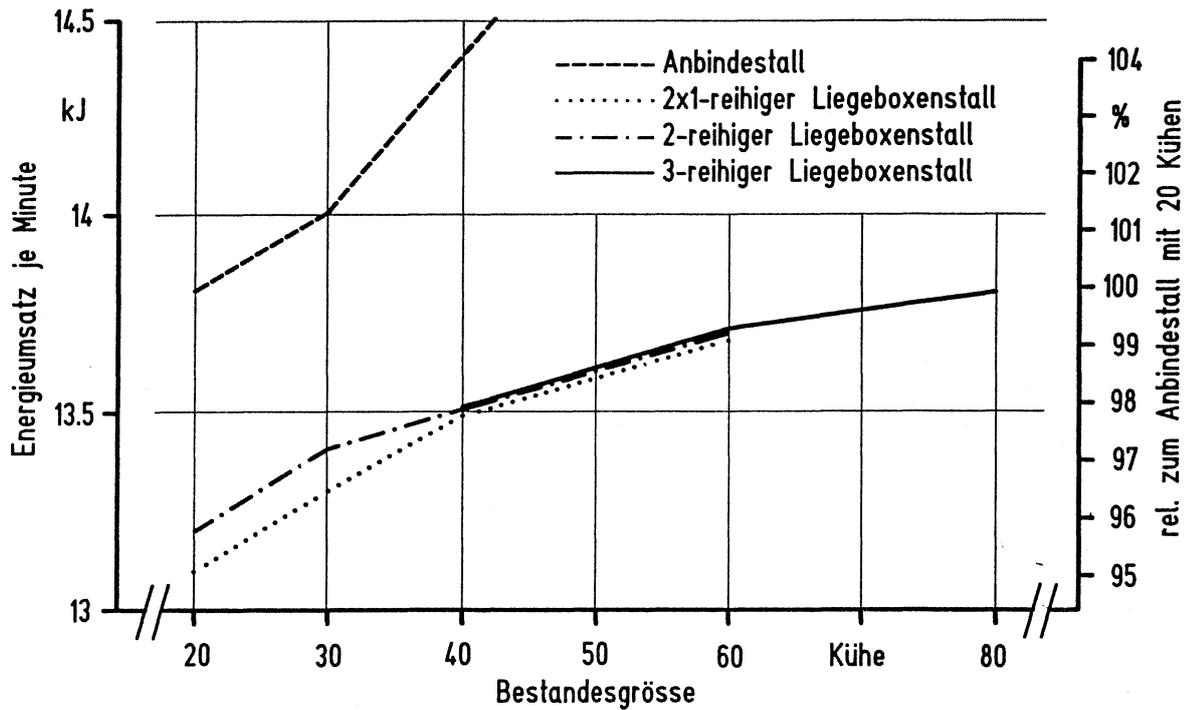


Abbildung 53: Arbeitsbelastung bei den Sonderarbeiten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Stallssysteme sind dagegen Belastungsprofile aussagefähiger /15, 17, 22/. Diese entstehen durch Auftragen der Belastungswerte für einzelne Tätigkeiten nach unterschiedlicher Detaillierung über der Arbeitsdauer (Abb. 54).

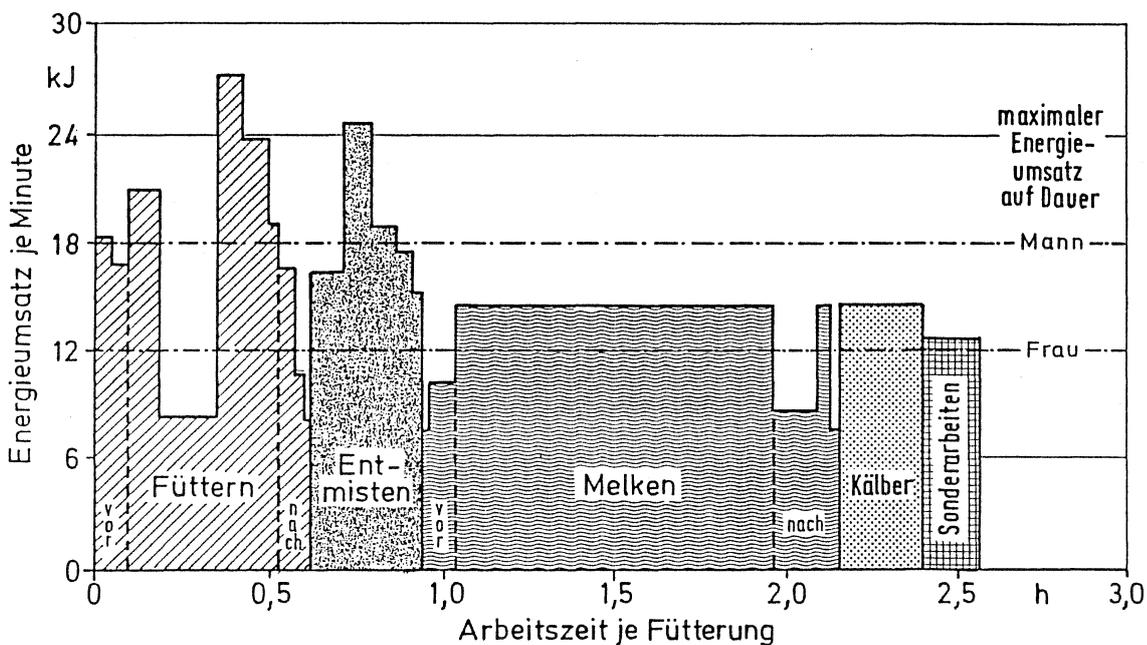


Abbildung 54: Beispiel eines Belastungsprofils nach der Energieumsatzmethode in Teilvorgängen für die Fütterung (20 Kühe mit Nachzucht, Anbindestall, Winterfütterung)

Deutlich werden dabei die einzelnen Arbeitsabläufe mit ihren Belastungsspitzen sichtbar. Im Beispiel treten diese sehr stark in der Fütterung auf (Silage aus dem Silo werfen, Silage mit Schubkarren in den Stall schieben und zuteilen). Auch beim Entmisten ist eine Belastungsspitze vorhanden (Ballen in den Stall bringen). Hingegen zeigen die anderen Tätigkeiten weitgehend ausgeglichene Plateaus, die jedoch generell über der Dauerleistungsgrenze der Frau liegen.

Für den Vergleich der Stallsysteme sollen diese Belastungsprofile in Anlehnung an die Gliederung des Arbeitszeitbedarfes und der Arbeitsbelastung als Blockprofile (also weniger stark detailliert) erstellt und interpretiert werden.

#### 4.2.2.1 Anbindeställe

Die Arbeit im Anbindestall wird durch einen hohen Anteil an Handarbeit geprägt, bei den kleineren Bestandesgrößen ist die Arbeitsdauer mit 5 Stunden je Tag jedoch noch relativ kurz (Abb. 55).

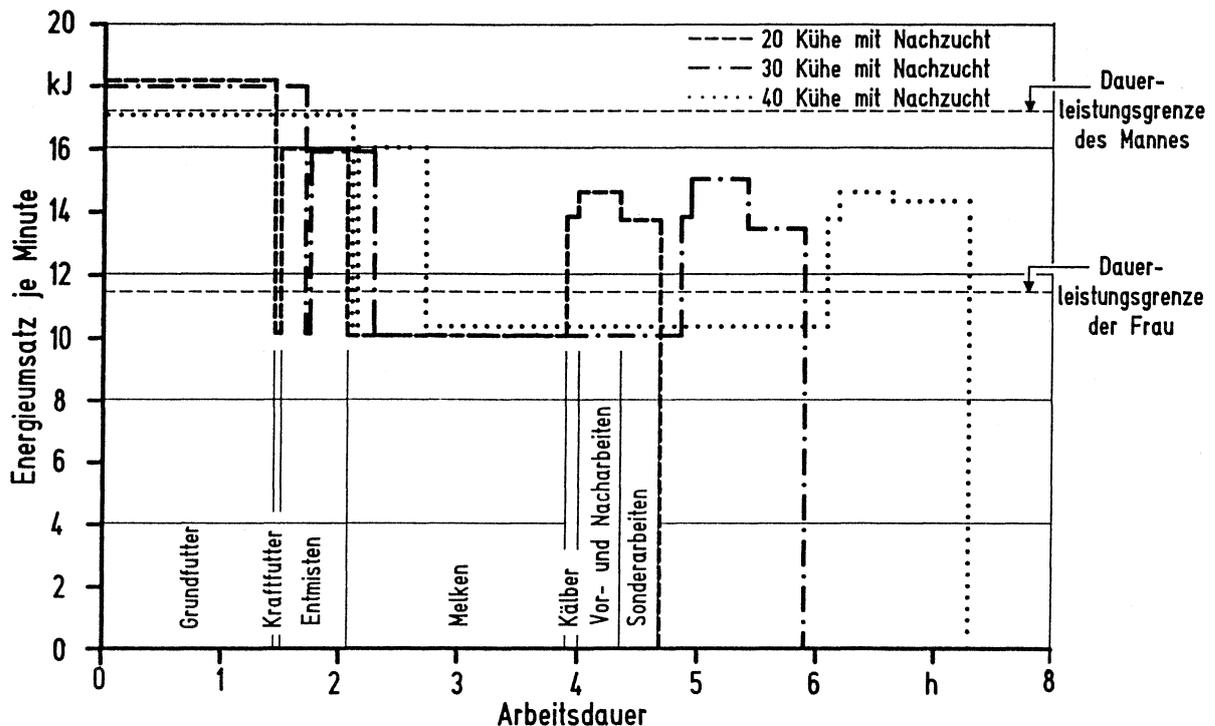


Abbildung 55: Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die Anbindeställe in der Milchviehhaltung

Die Arbeitsbelastung zeigt nur unwesentliche Unterschiede zwischen den unter-

Die Arbeitsbelastung zeigt nur unwesentliche Unterschiede zwischen den untersuchten Bestandesgrößen. Aus der Sicht der Arbeitsschwere stellt der gesamte Grundfutterblock die höchsten Anforderungen und liegt mit Ausnahme des 40er Stalles sogar über der Dauerleistungsgrenze des Mannes. Einen zweiten Block hoher Arbeitsbelastung bilden die Entmistungsarbeiten und schließlich folgt nach dem Melken noch der Block der Kälbersversorgung, der Vor- und Nacharbeiten und der Sonderarbeiten.

Da der aufgezeigte Arbeitsablauf zudem dem wahren Arbeitsablauf in der Praxis sehr nahe kommt, muß bei zweimaliger Fütterung je Tag in diesem Stallsystem mit einer jeweils einstündigen dauernden Überlastung, einer darauffolgenden etwa einstündigen Belastung unterhalb der Dauerleistungsgrenze und mit anschließend wiederum kurzer Überlastung gerechnet werden. Folglich werden bei der Übertragung dieses Stallsystemes in die Praxis Zwangspausen innerhalb der Überlastungsphasen die Folge sein und die gesamte Arbeitsdauer zusätzlich verlängern.

#### 4.2.2.2 Zweimal 1-reihige Liegeboxenställe

Bei gleicher Technik im Fütterungsbereich muß sich zwangsläufig auch im 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall eine ähnliche Situation ergeben (Abb. 56)

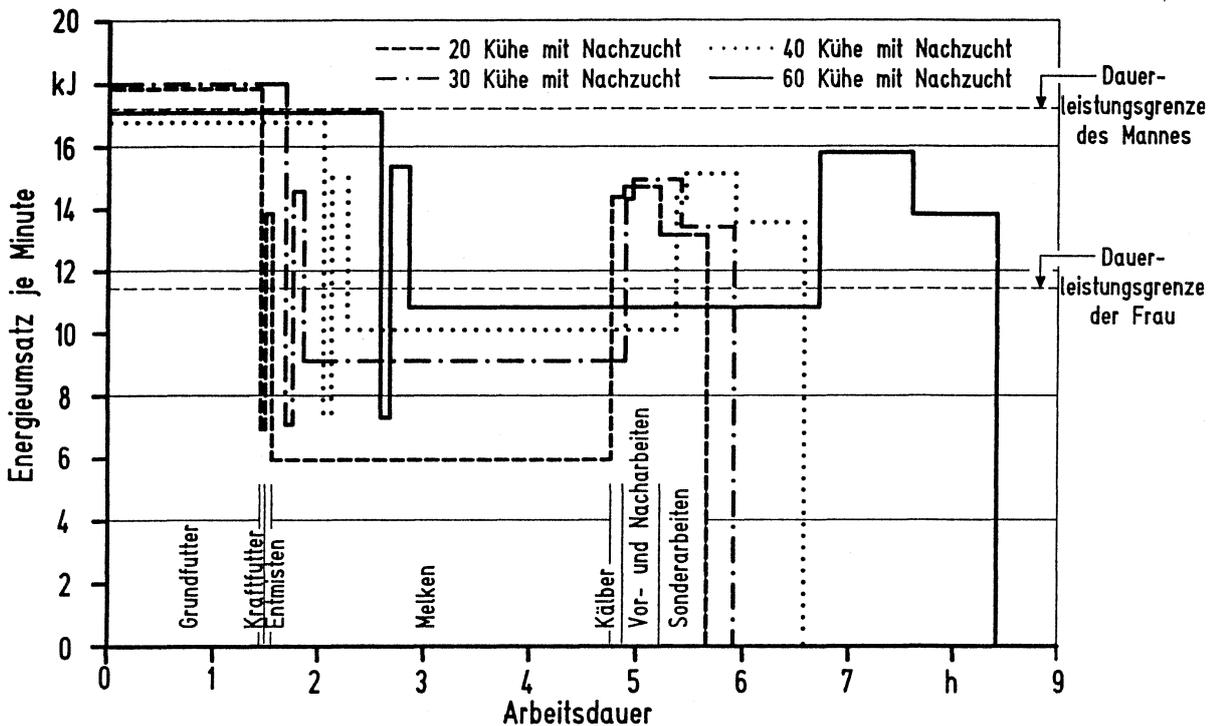


Abbildung 56: Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 2 \* 1-reihigen Liegeboxenställe

Wiederum liegt der Block der Fütterungsarbeiten in seiner Höhe bei den kleineren Herdengrößen über der Dauerleistungsgrenze des Mannes. Erst ab 40 Kühen tritt durch den Übergang zu anderen Techniken eine Entlastung ein. Daneben verschwindet die Dauer der Arbeitsbelastung für das Entmisten nahezu in den Hintergrund. Sehr deutlich zeigt sich der Effekt zunehmender Bestandesgrößen bei den Melkarbeiten. Während dafür bei den kleinen Herden fast von einer Erholung gesprochen werden kann, wird auch diese Tätigkeit bei der 60-Kuhherde in der Tat schon zur Arbeit, wenn auch immer noch im sehr erträglichen Bereich. Ähnlich verhält es sich bei den restlichen Arbeiten. Sie erreichen bei der großen Herde - ähnlich dem Anbindestall - erhebliche Belastungswerte.

#### 4.2.2.3 Zweireihige Liegeboxenställe

Gegenüber dem 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall zeigt der 2-reihige Liegeboxenstall, hervorgerufen durch die Durchfahrmöglichkeit über den Futtertisch, eine erheblich kürzere Arbeitsdauer für die Fütterung (Abb. 57).

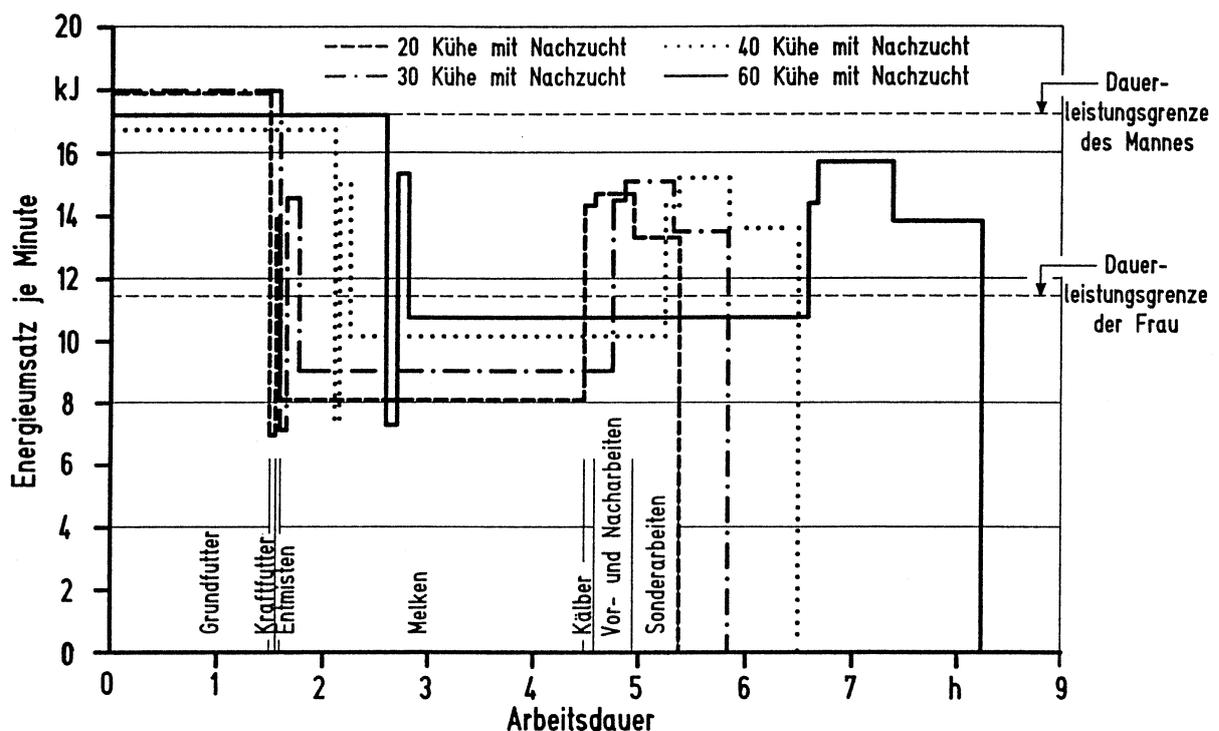


Abbildung 57: Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 2-reihigen Liegeboxenställe

Wiederum ergibt sich allerdings aufgrund gleicher Fütterungstechnik keine Änderung bei der Höhe der Arbeitsbelastung für die Fütterung. Auch bei diesem Stallsystem spielt die Entmistung aus der Sicht der Arbeitsdauer nur eine untergeordnete Rolle. Die Melkarbeiten liegen insgesamt im erträglichen Bereich. Sie erfordern jedoch für die 60-Kuhherde eine tägliche Gesamtarbeitsdauer von nahezu 4 Stunden, die zudem nahe an der Dauerleistungsgrenze der Frau liegen. Deshalb wird bei diesem Stallsystem und auch bei den vergleichbaren Laufställen für die Praxis eine entsprechende zeitliche Beschränkung oder der Übergang auf zwei Arbeitspersonen unumgänglich.

#### 4.2.2.4 Dreireihige Liegeboxenställe

Letztlich würde beim 3-reihigen Liegeboxenstall durch die Einbeziehung einer 80-Kuhherde die tägliche Arbeitsdauer bei einer Arbeitsperson auf nahezu 11 Stunden ausgedehnt. Solche Ställe erfordern deshalb eine zweite Arbeitskraft und eine sinnvolle Aufteilung der Arbeit zwischen beiden Arbeitskräften (Abb. 58).

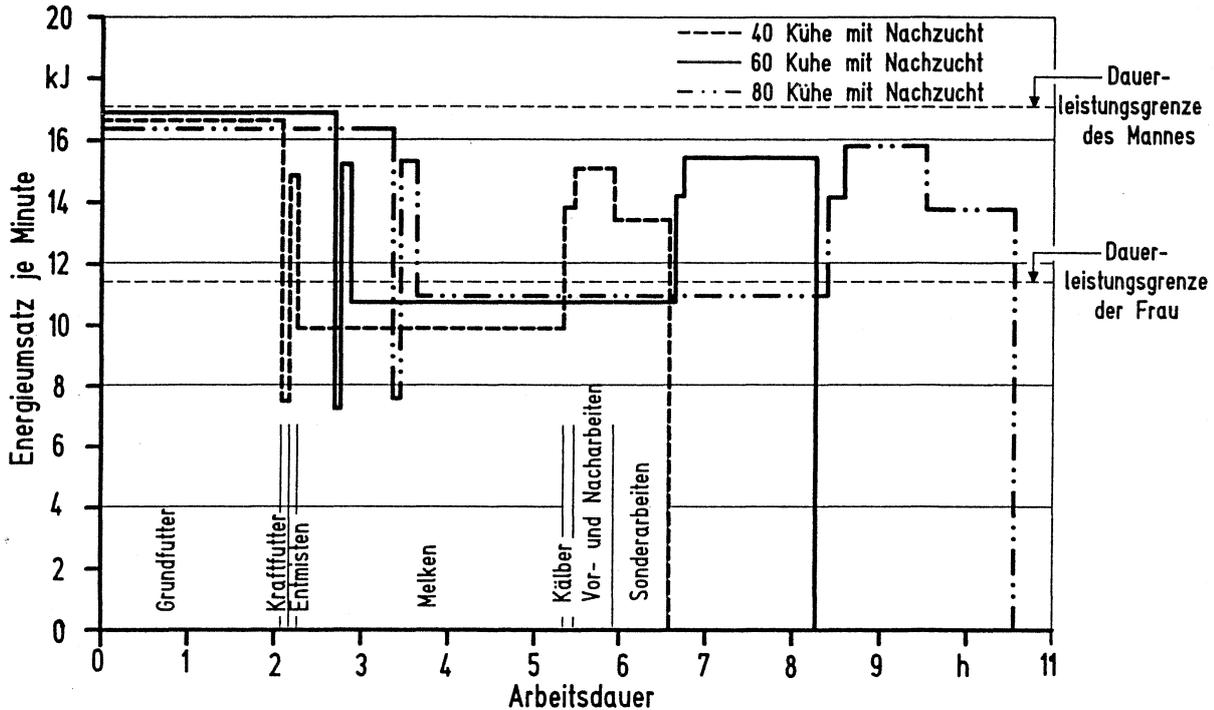


Abbildung 58: Belastungsprofil nach der Energieumsatzmethode für die 3-reihigen Liegeboxenställe

Würde diese Aufteilung zwischen melken und allen anderen Arbeiten stattfinden, dann wäre dies auf zweierlei Arten möglich. Zum einen könnte der Mann die körperlich schweren Arbeiten übernehmen. Seine Belastung würde während der gesamten Stallarbeit im Mittel nahe seiner Dauerleistungsgrenze liegen. Ähnliches würde für die Frau gelten, wenn sie die Melkarbeiten übernehmen würde. Zum anderen könnten sich aber auch zwei Männer die Arbeiten teilen. Dadurch kämen ohne Zweifel beide in den Genuß von starker Belastung und von Entlastung. Deshalb müßte eigentlich dieser Form der Arbeitsteilung der Vorzug gegeben werden, zumal Belastung mehr ist, als nur körperliche Belastung.

#### 4.2.3 Belastungsprofile nach BAL

Belastungsprofile nach der Energieumsatzmethode berücksichtigen nur die körperliche Belastung und somit nur einen Teil der Gesamtbelastung des Menschen. Umfassender versucht deshalb das "Arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse (AET)" /58/ das Gesamtsystem zu beschreiben und daraus Belastungsprofile abzuleiten. Eigene Untersuchungen zeigten jedoch, daß aus der Vielzahl der im AET benötigten Items maximal 18 zu einer ausreichenden Beschreibung der Arbeitsbelastung in der Landwirtschaft ausreichen könnten. Diese, im System "Belastungsanalyse für Arbeiten in der Landwirtschaft (BAL)" definierten Kriterien, sind in drei Gruppen einzuteilen (Tab. 15).

Alle diese Merkmale werden innerhalb einer 5er-Skalierung beurteilt und danach mit dem entsprechenden Zeitanteil gewichtet. Die so entstehenden Belastungsprofile geben einen generellen Überblick und können vereinfacht (dazu fehlt derzeit noch die entsprechende Validität) als Mittelwerte der jeweiligen Merkmalsgruppe gegenübergestellt werden. Eine erste Untersuchung wurde für die wichtigsten Verfahren der Melkarbeiten /13/ durchgeführt (Abb. 59).

Dabei zeigen sich für die Eimermelkanlage die höchsten Arbeitsspitzen in der körperlichen Belastung. Zum einen resultieren sie aus der Körperstellung und Körperhaltung und zum anderen aus der schweren Arbeit des Tragens der vollen Eimer (statische Muskelarbeit der Arme). Zudem ist der gesamte Arbeitsablauf nicht gleichmäßig als Belastung auf die gesamte Muskulatur verteilt. Insgesamt ergibt sich somit aus dem Mittel der einzelnen Belastungsmerkmale eine über der "auf Dauer zumutbaren Belastung (DZB)" liegende Arbeitsbelastung bei der körperlichen Arbeit, während die geistige Belastung und auch die Belastung aus der Arbeitsumgebung im erträglichen Bereich liegen.

Tabelle 15: Gliederung der Merkmale für die Beurteilung der Arbeitsbelastung in der Landwirtschaft

Anforderungsbereich	Einzelmerkmal
geistige Belastung	Exaktheit der Informationsaufnahme Bedingungen der Informationsaufnahme Informationsdichte Komplexität der Entscheidung Entscheidungsdruck erforderliche Fähigkeiten und Kenntnisse
körperliche Belastung	Körperhaltung und Körperstellung statische Muskelbelastung schwere dynamische Arbeit einseitig dynamische Arbeit
Belastung aus der Arbeitsumgebung	Klimabedingungen Witterung Lärm mechanische Schwingungen Beleuchtung Nässe und Schmutz Staub Geruchsbelästigung

Eine wesentliche Verschärfung der Situation tritt durch den Übergang zur Rohrmelkanlage ein. Nunmehr ergeben sich zwei äußerst drastische Belastungsspitzen. Durch den Fortfall der Eimerentleerungen verharrt die Arbeitsperson nunmehr nahezu ausschließlich in einer ungünstigen Körperhaltung unter der Kuh und unter den dort herrschenden ungünstigen Klimabedingungen. Dadurch wird die Arbeitsumwelt zum dominierenden Einfluß und führt in der Belastung je Belastungsbereich zu einer überhohen Belastung durch die Faktoren der Arbeitsumgebung und zu eben noch erträglichen Situationen bei der körperlichen Belastung.

Diese Situation ändert sich erst durch den Übergang auf das Melkstandmelken. Zwar bleibt auch dabei die einseitige Muskelarbeit erhalten. Alle anderen Merkmale treten jedoch stark zurück, so daß nun der Entscheidungsdruck zur bestimmenden Größe wird. Melken im Melkstand führt somit vor allem bei größeren Herden sehr schnell zur geistigen Überlastung, obwohl die derzeit in der BR-Deutschland bestehenden Bestandesgrößen dabei noch keine Sorgen bereiten zu brauchen.

Insgesamt zeigt jedoch diese Gegenüberstellung mit einem umfassenderen Ansatz zur Beurteilung der Arbeitsbelastung die tatsächlichen Verhältnisse weitaus realistischer, als die ausschließliche Beurteilung nach der körperlichen Bela-

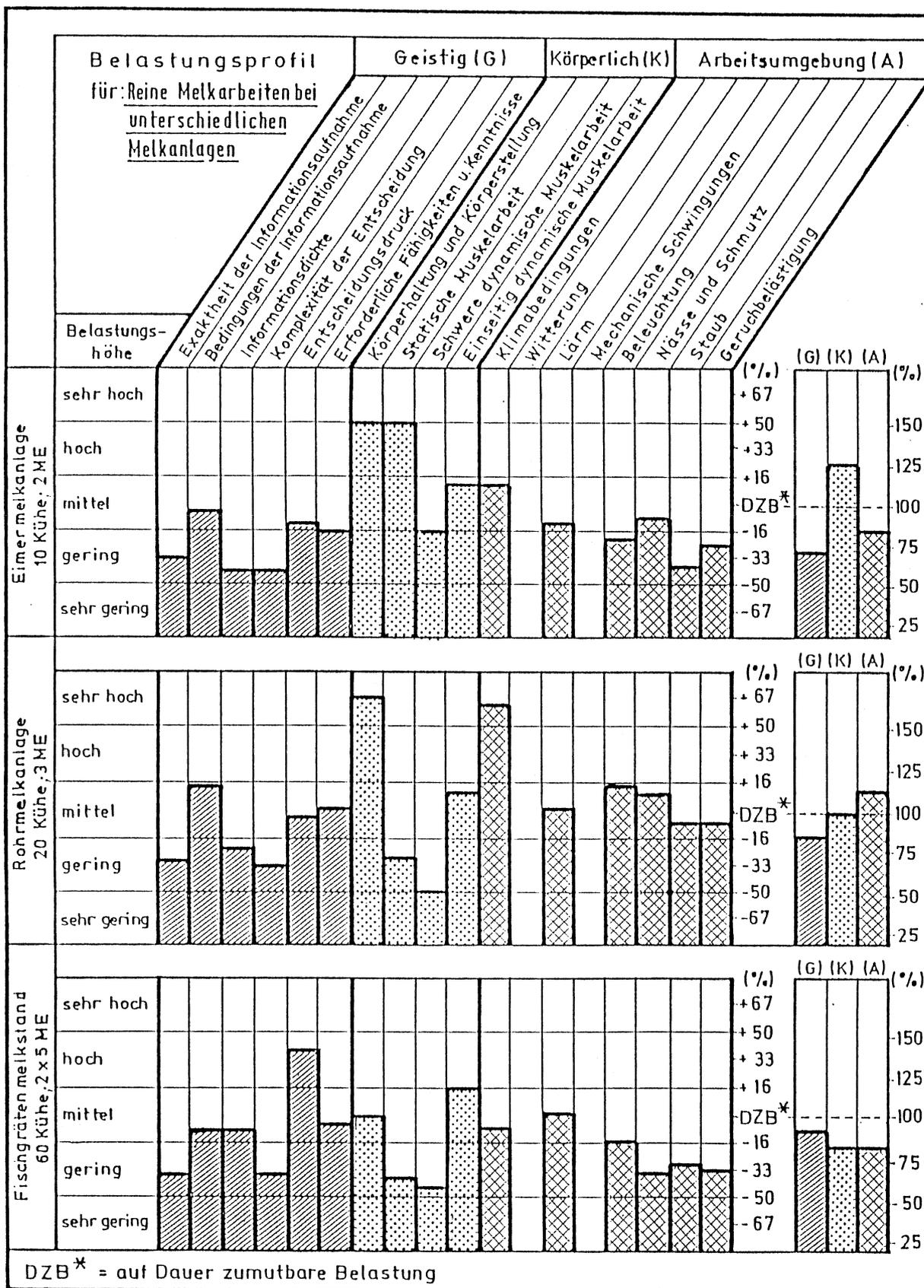


Abbildung 59: Höhe der Arbeitsbelastung für verschiedene Melkanlagen nach Belastungsprofil und Belastungsbereich

stung. Sie macht auch deutlich, daß die derzeit überwiegend in der Praxis eingesetzten Rohrmelkanlagen weitaus ungünstiger sind, als dies üblicherweise angenommen wird. Der frühzeitige Übergang zum Melkstandmelken ist deshalb nicht nur eine Forderung beratungssüchtiger Wissenschaftler, sondern in Anbetracht der derzeit vorliegenden Altersstruktur in der Landwirtschaft eine unabdingbare Forderung.

Gleichzeitig ergeben sich aus dieser Analyse weitere Überlegungen. Bezogen auf die Arbeiten im Milchviehstall sind neben der körperlichen Belastung die Belastungen des Arbeitsplatzes und der Arbeitsumgebung sehr stark. Dies muß demnach in der Methodenerweiterung, bzw. der Methodenverfeinerung berücksichtigt werden. Da ähnliches auch für Arbeiten in anderen Bereichen der Landwirtschaft zu erwarten ist, muß zwangsläufig dieser Methodenteil sehr viel stärker verfeinert werden.

Hinzu kommt die derzeit immer noch offene Frage, inwieweit die für diese Untersuchungen definierte "auf Dauer zumutbare Belastung" wirklich eine in die Praxis übertragbare Größe darstellen kann. Angelehnt an die Skalierung erscheint sie durchaus richtig zu sein. Allerdings müßte dann innerhalb der gewählten Skalierung eine strenge Linearität vorliegen.

Schließlich bedarf die mittlere Betrachtung der drei unterstellten Belastungsbereiche vieler weiterer Untersuchungen. Dazu würde letztlich auch die insgesamt mögliche Mittelwertbildung aller drei Bereiche fallen. Beides sind weitgehend offene Fragen und verlassen als solche schon den Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaft. Vielmehr müßten sie schon weitgehend der Arbeitsmedizin zugeordnet werden.

Endlich aber darf trotz aller noch offenen Fragen nicht übersehen werden, daß mit den dargestellten Ergebnissen dem Problem der Arbeitsbelastung wesentlich näher zu kommen ist, als mit den bisherigen, mehr punktuellen oder aber kummulierenden Ansätzen. Auch zeigt sich deutlich, daß schon die Beschränkung auf wenige Parameter logisch erscheinende Ergebnisse vermitteln kann. Dies ist schließlich das Hauptargument, trotz bestehender Bedenken, für die weitere Verfolgung und Bearbeitung dieses Methodenbereiches zu plädieren. Nur dann wird es nämlich möglich sein, die Arbeit des Landwirts endlich nicht nur unter dem Blickwinkel des Arbeitszeitbedarfes und der Kosten zu betrachten.

### 4.3 Elektroenergiebedarf

Elektroenergiebedarfswerte und erforderliche Anschlußwerte für die elektrischen Installationen sind in der Literatur nur in geringer Anzahl vorhanden /27, 90/. Eine erste, schon umfassendere Darstellung findet sich bei AYIK 1975 /30/. Darauf aufbauend wurden weitere Messungen am Institut für Landtechnik in Weihenstephan durchgeführt. Jüngere Untersuchungen beziehen darin auch die Prozeßsteuerungsanlagen für Milchvieh und für die Schweinehaltung ein /90/.

Alle diese Daten wurden in jüngster Zeit in einer Datensammlung zusammengestellt, bei welcher die Darstellung des Elektroenergieverbrauches erstmals in Funktionen erfolgte /88/. Diese Datensammlung stellte für diese Untersuchung die Grundlage zur Ermittlung der erforderlichen Kennwerte dar. Dabei liegt folgende Gliederung zugrunde (Abb. 60).

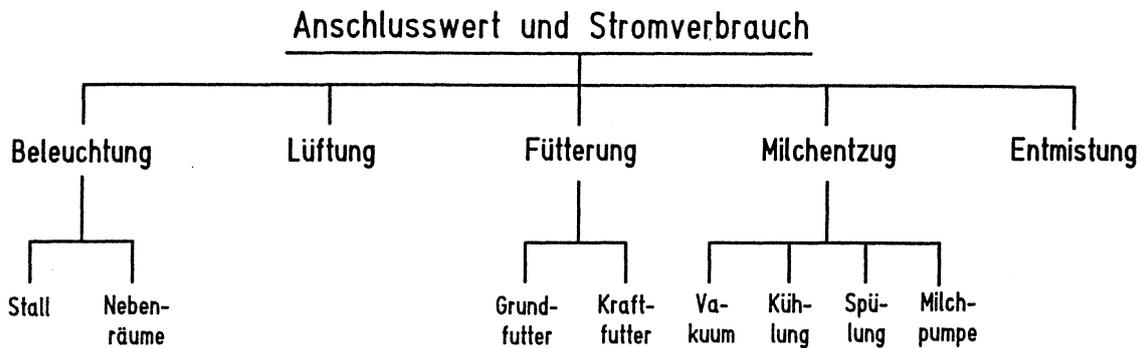


Abbildung 60: Gliederung des Stromverbrauches und der Anschlußwerte für die Milchviehhaltung

Für diese Bereiche erfolgte zuerst die Kalkulation der erforderlichen Anschlußwerte als Summe und daran anschließend der entsprechende Stromverbrauch. Dabei wurde grundsätzlich kein Elektroenergiebedarf für die Entmistung angesetzt, weil bei Lagerung in Güllegruben keinerlei Förderhilfen benötigt werden.

Die installierte Technik für elektrische Antriebe und Heizungen erfordert mit zunehmender Bestandesgröße zunehmende Gesamtanschlußwerte (Abb. 61):

Dabei zeigt sich eine weitgehend lineare Abhängigkeit. Lediglich stallspezifische Übergänge zu leistungsfähigeren Techniken, insbesondere für den Milchentzug, verursachen sprungartige Abweichungen.

Zudem werden Unterschiede für die Stallsysteme ersichtlich. Generell benötigen

die Anbindeställe aufgrund der dabei vorgesehenen Zwangslüftung höhere Anschlußwerte als Laufställe mit Trauf-First-Lüftung. Alle Laufstallsysteme zeigen bei weitgehend identischer Elektrifizierung dagegen weitgehend gleiche Anschlußwerte.

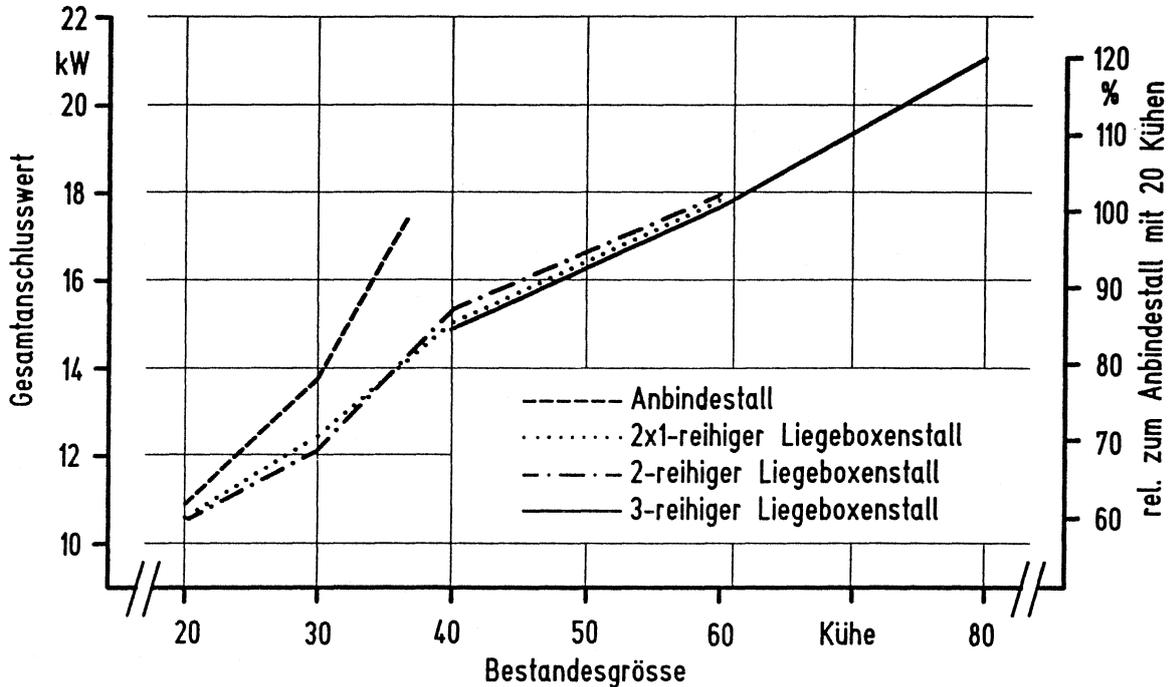


Abbildung 61: Erforderliche Anschlußwerte für die Stallsysteme der Milchviehhaltung

Diese Ausgangssituation nimmt einen bestimmenden Einfluß auf den Elektroenergiebedarf je Kuh mit Nachzucht und Jahr (Abb. 62).

Über der Bestandesgröße ist für alle Stallsysteme eine leichte Degression zu erkennen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Laufställen sind dabei verschwindend klein. Allerdings liegt deren spezifischer Energiebedarf je Kuh um etwa 30 % unter den Anbindeställen und ermöglicht somit deutliche Vorteile für diese Haltungssysteme.

Bezogen auf die obengenannten Bereiche des Elektroenergiebedarfes ergeben sich unterschiedliche Anteile des Stromverbrauches (Abb. 63).

Generell erfordert der Milchentzug bei allen Stallsystemen den höchsten Elektroenergieverbrauch. Mit etwa 60 % bei den Anbindeställen und nahezu 80 % bei den Laufställen stellt dieser Bereich alle anderen Bereiche in den Schatten.

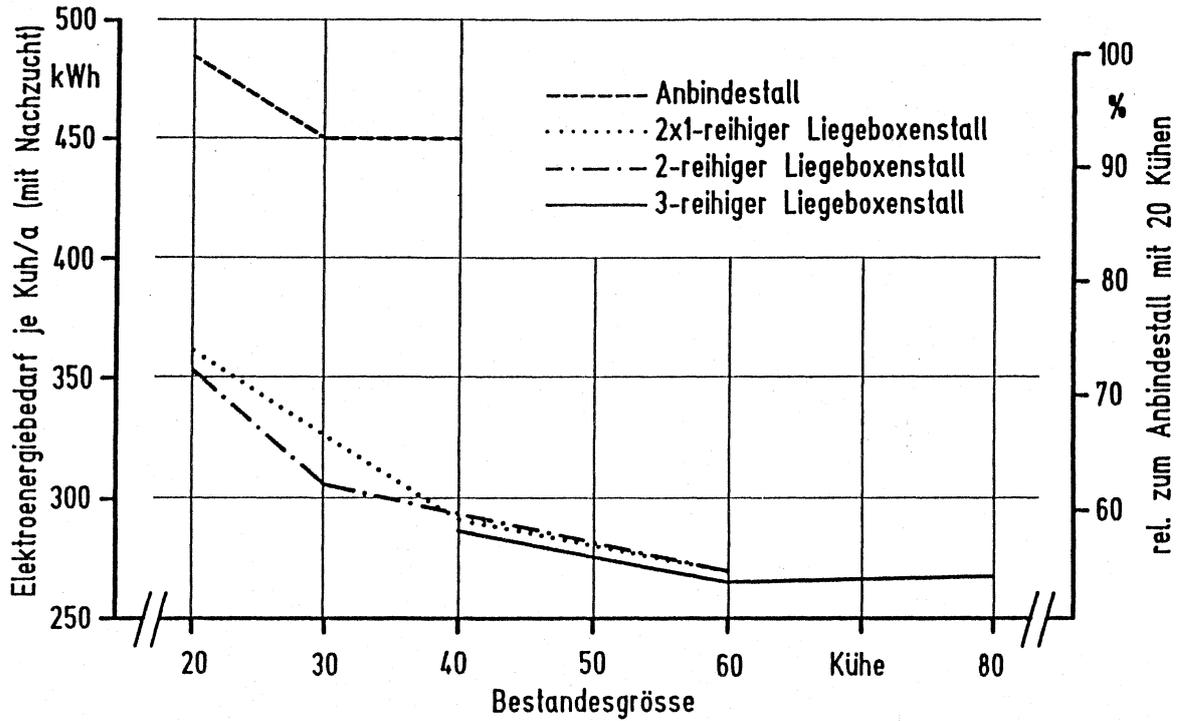


Abbildung 62: Elektroenergiebedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

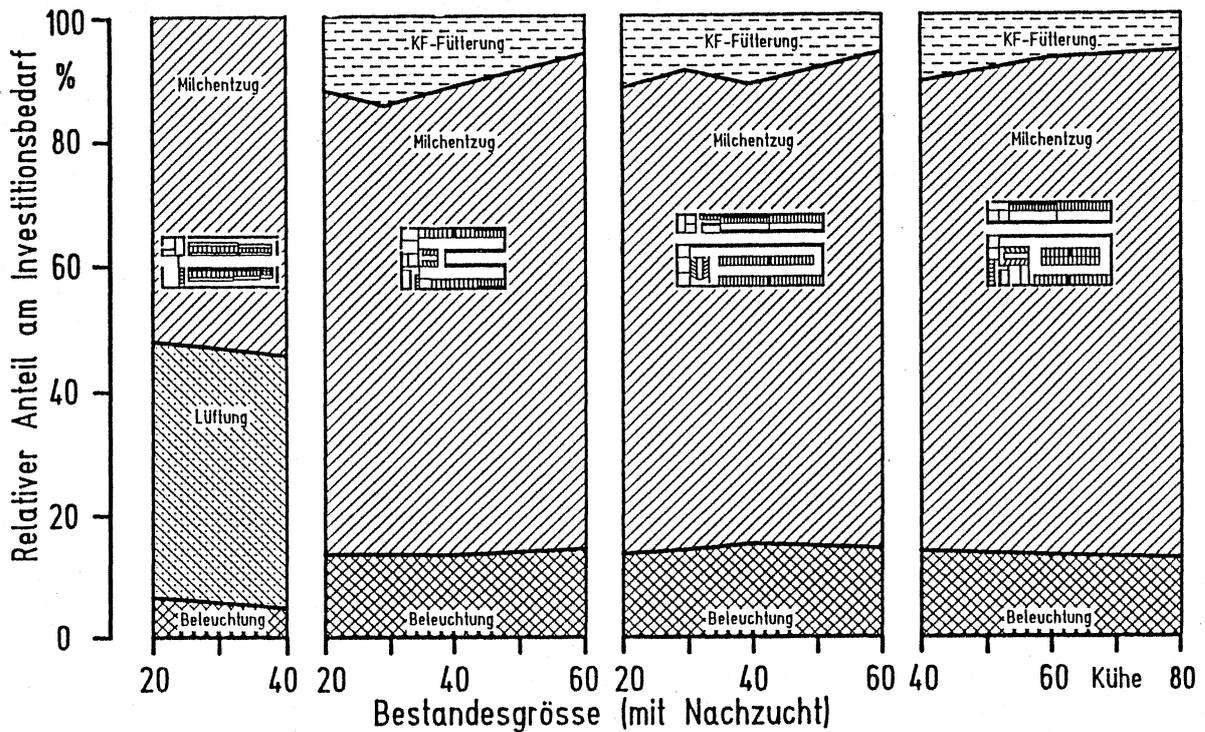


Abbildung 63: Relative Anteile des Elektroenergiebedarfes für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Im Anbindestall folgt danach die Belüftung mit dem sehr hohen Anteil von etwa 40 %. Die Beleuchtung spielt im Grunde eine untergeordnete Rolle. Im Verhältnis erreicht sie jedoch bei den Laufställen mit etwa 15 % einen ähnlichen Anteil wie die Kraftfutterfütterung bei diesen Stallsystemen.

Aufbauend auf diese Ausgangssituation können nun detailliertere Analysen die systeminternen Zusammenhänge weiter verdeutlichen.

#### 4.3.1 Beleuchtung

Bei der Beleuchtung zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Stallsystemen und damit zwischen der entsprechenden Raumaufteilung (Abb. 64).

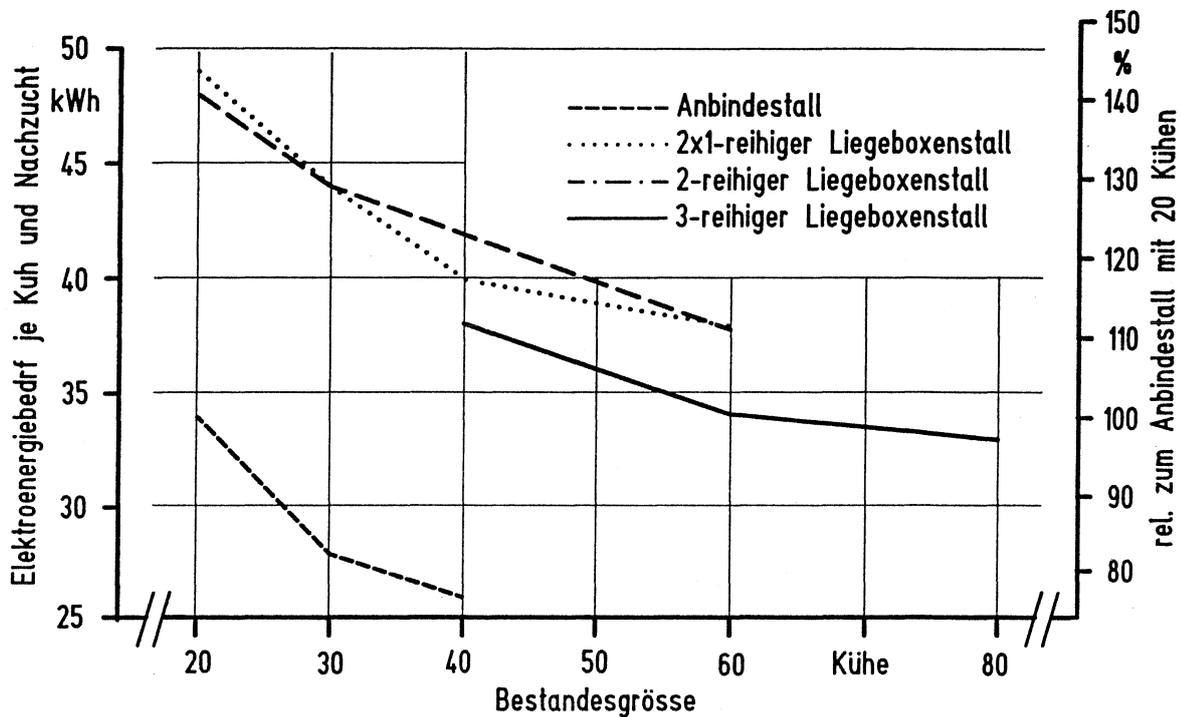


Abbildung 64: Elektroenergieverbrauch für die Beleuchtung bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Laufställe erfordern aufgrund der dort vorhandenen zusätzlichen Beleuchtung des Melkstandes einen um nahezu 50 % höheren Elektroenergiebedarf als die vergleichbaren Anbindeställe (der Anbindestall ist ein Melkstall). Allerdings darf dabei die bessere Ausleuchtung im Melkstand und die damit verbundene bes-

sere hygienische Voraussetzung an diesem Arbeitsplatz nicht übersehen werden. Die Unterschiede zwischen den Laufstallsystemen sind relativ gering.

Die Degression im Elektroenergieverbrauch in Abhängigkeit von der Bestandesgröße ist beim Anbindestall weit höher als beim Laufstall. Bei letzterem ermöglicht aber der 3-reihige Liegeboxenstall eine zusätzliche Ersparnis, die vor allem durch seine gleichmäßigere Grundfläche und die dabei einfacher zu optimierende Ausleuchtung gegeben ist.

#### 4.3.2 Lüftung

Auf eine grafische Darstellung des Elektroenergiebedarfes für die Lüftung kann verzichtet werden. Definitionsgemäß wird dafür eine gleichbleibende Lüftungsrate für alle Anbindestallgrößen unterstellt. Demgemäß ergeben sich dann auch gleiche Bedarfswerte je Kuh mit Nachzucht und Jahr von etwa 190 kWh.

#### 4.3.3 Fütterung

Der Elektroenergiebedarf für die Fütterung bezieht sich ausschließlich auf die Kraftfutterfütterung und damit auf die Abrufstationen für die Laufställe. Ein Unterschied zwischen den Laufstallsystemen tritt nicht auf. Die Höhe des Bedarfes richtet sich nach der Zahl der eingesetzten Kraftfutterabrufstationen (Abb. 65).

Dadurch treten über der Bestandesgröße sprungartige Bedarfswerte auf, deren Degression sich immer stärker abflacht. Ungünstig ist der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall zu beurteilen, weil er aufgrund seiner Anordnung schon bei 30 Kühen eine zweite Abrufstation benötigt.

#### 4.3.4 Milchentzug

Somit verbleibt als letzter und zugleich bedeutendster Bereich der Milchentzug. Werden gleiche Techniken und gleiche Leistungen (also gleiche Anforderungen) an den Milchentzug gestellt, dann müssen in etwa gleiche Bedarfswerte für alle Stallsysteme entstehen (Abb. 66).

Dies zeigt sich mit nur sehr geringen Unterschieden, wobei lediglich der An-

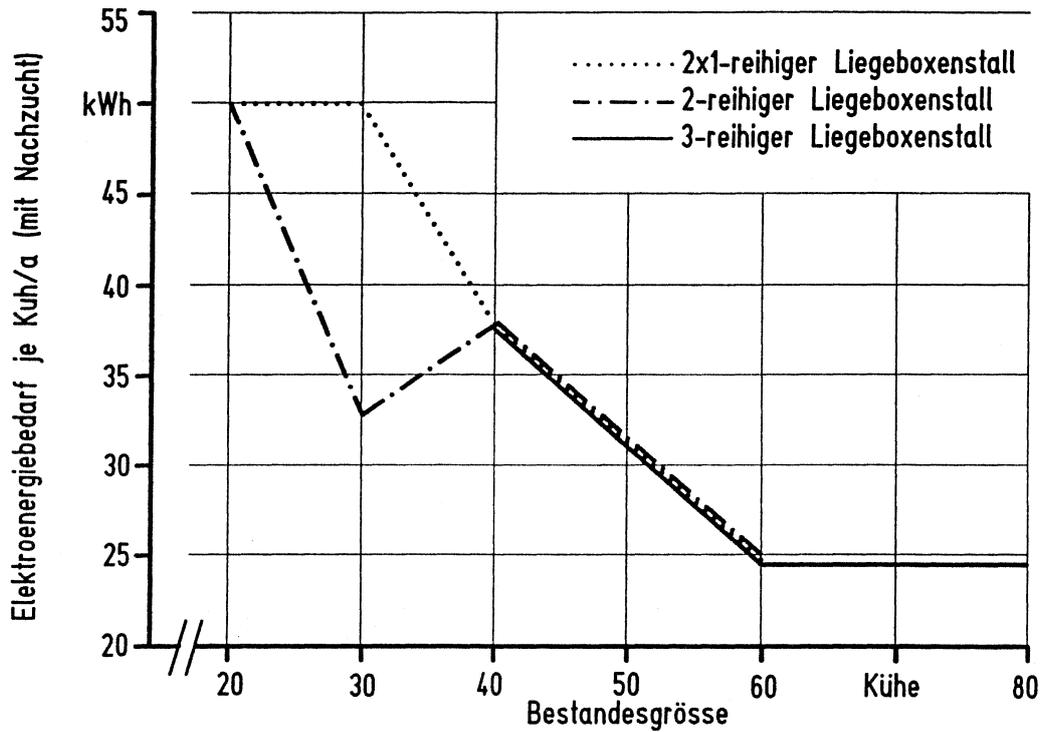


Abbildung 65: Elektroenergieverbrauch für die Fütterung bei den Laufställen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

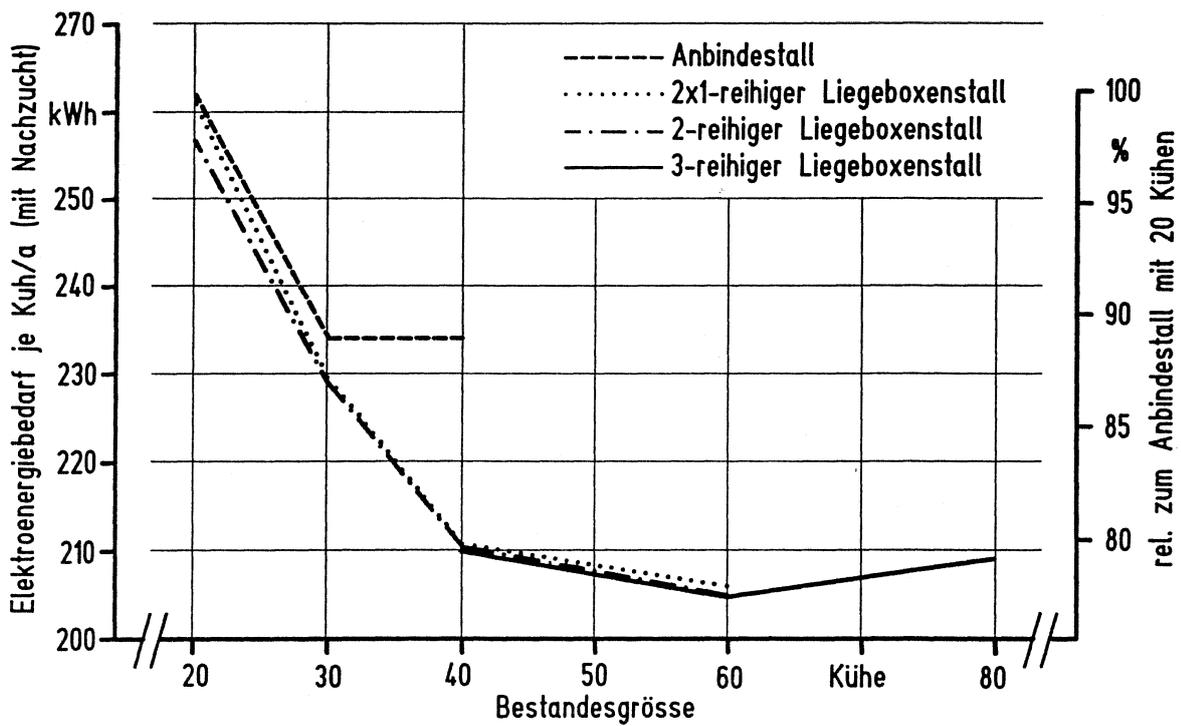


Abbildung 66: Elektroenergieverbrauch für den Milchentzug bei den Stallsystemen der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

bindestall mit 40 Kühen von den anderen Stallsystemen aufgrund der dabei unterstellten 4 Melkeinheiten abweicht.

Sehr stark ist die Degression über der Bestandesgröße. Sie ist jedoch ausschließlich zwischen 20 und 40 Kühen gegeben. Darüberhinaus erfordern angepasste Techniken größere Anschlußwerte und damit höhere Bedarfswerte, so daß bei einigen Bestandesgrößen dann sogar punktuelle Mehrverbräuche zu erwarten sind (Sägezahnmuster der Bedarfskurve).

#### 4.4 Jahreskosten

Die Jahreskosten errechnen sich aus dem Investitionsbedarf, dem Arbeitszeitbedarf und dem Elektroenergiebedarf. Analytisch läßt sich dabei nur der Investitionsbedarf für Gebäude und Technik erfassen, für die beiden anderen Bereiche gelten fixe Werte. Dazu wird folgende Gliederung der Jahreskosten aus dem Investitionsbedarf vorgenommen (Abb. 67).

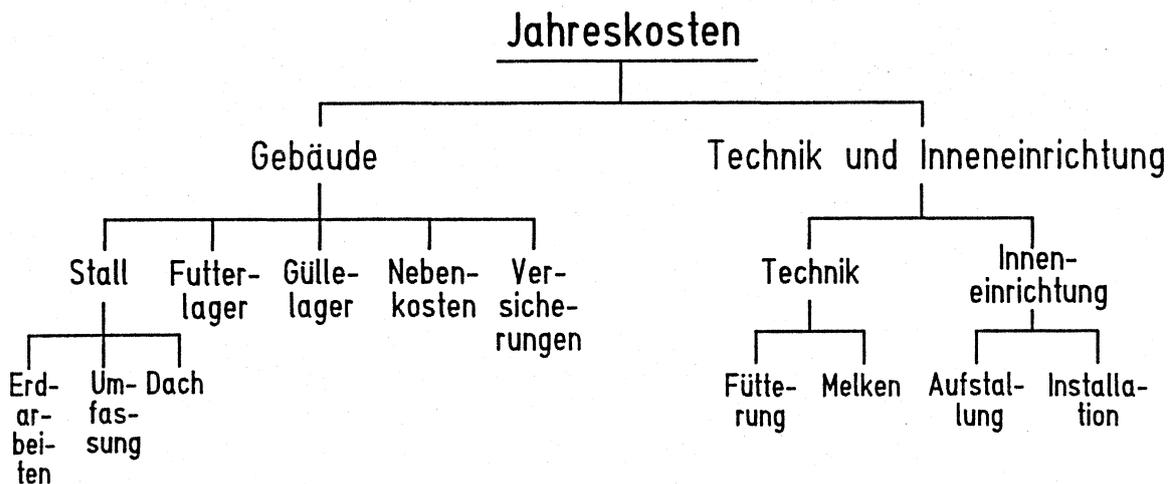


Abbildung 67: Gliederung der Jahreskosten für Gebäude, Technik und Inneneinrichtung in der Milchviehhaltung

#### 4.4.1 Gesamtkosten

Aufbauend auf diese Gliederung und in Ergänzung durch die Kosten für Arbeit und für die Elektroenergie entstehen die Gesamtjahreskosten (Abb. 68).

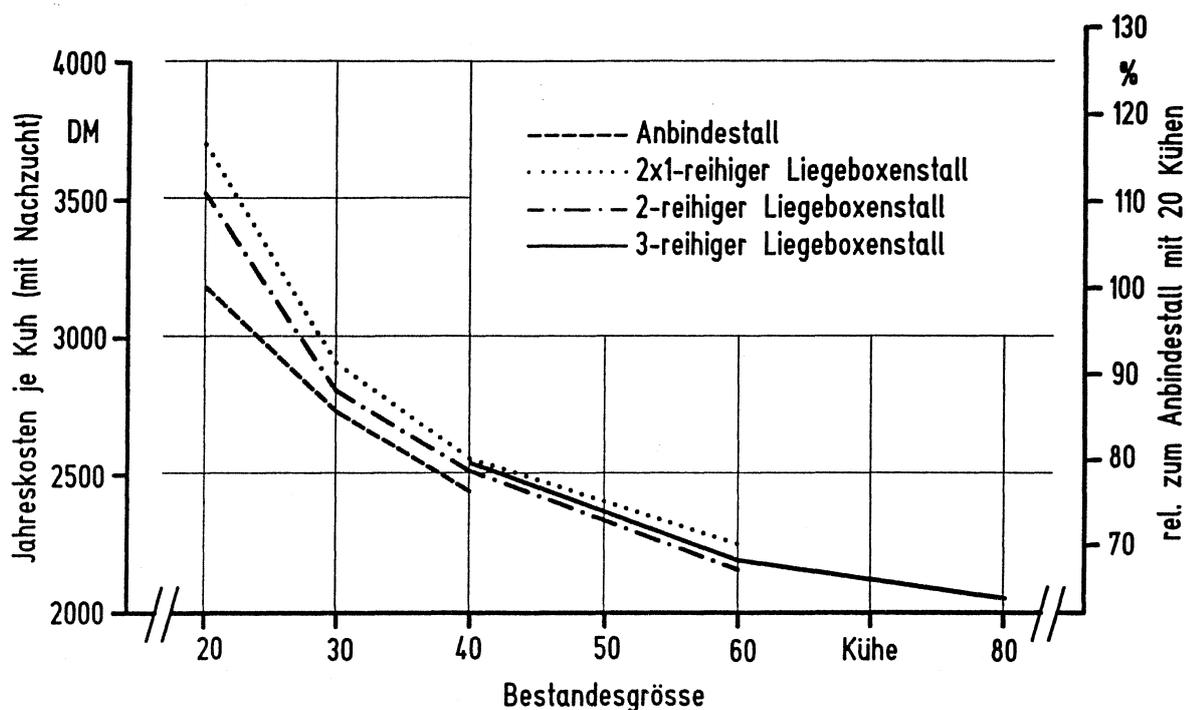


Abbildung 68: Jahreskosten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Über der Bestandesgröße ergibt sich dafür eine starke Degression durch die Bestandesgröße von über 20 % bei den Anbindeställen und von mehr als 40 % bei den Laufställen. Die Unterschiede bei den kleineren Herdengrößen sind beträchtlich. Angeführt werden diese vom 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall. Er erfordert nahezu 20 % höhere Kosten und benötigt dadurch zusätzliche 700 l Milch je Kuh und Jahr zur Kostenabdeckung. Unter diesem Gesichtspunkt würden damit alleine 5300 l der unterstellten Jahresleistung von 5500 l für die Kostenabdeckung benötigt ohne zusätzlich die Futterkosten und andere Kosten zu beachten.

Erst ab 30 Kühe werden die Kostenunterschiede relativ klein. Sie betragen dann noch etwa 70 DM/Kuh oder in Milch ausgedrückt etwa 100 l.

Neben dieser Analyse kann aber auch hier erst die Darstellung der relativen Kostenanteile mehr Auskunft über die Stallssysteme geben (Abb. 69).

Dabei werden zwei große Kostenblöcke ersichtlich. Zum einen ist es bei allen Stallssystemen nahezu gleichbleibend das Gebäude mit etwa 40 % Kostenanteil. Zum anderen ist es die Arbeit. Sie erfordert im Anbindestall etwa 35 % Kostenan-

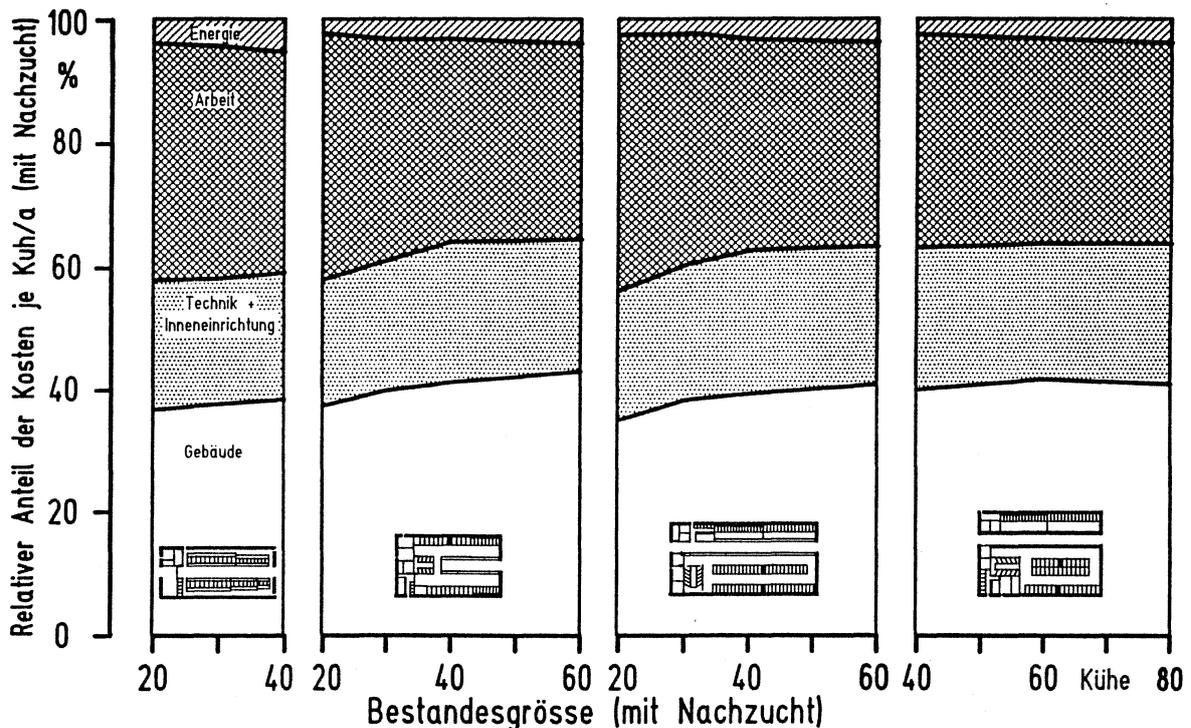


Abbildung 69: Relative Anteile an den Kosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

teil. In den Laufställen liegt der Kostenanteil bei 20 Kühen sogar bei 40 % und verringert sich mit zunehmender Bestandesgröße kontinuierlich auf etwa 30 % beim großen 3-reihigen Liegeboxenstall.

Ein ähnliches Kostenverhalten ist auch bei der Technik festzustellen. Wiederum ist der Anteil für den Anbindestall mit etwa 20 % über allen Bestandesgrößen konstant. Hingegen zeigen die Laufställe bei gleichem Ausgangswert nun einen zunehmenden Anteil mit zunehmender Bestandesgröße und gleichen dadurch die Abnahme bei der Arbeit aus. Ganz deutlich zeigt sich somit zwischen beiden Bereichen eine echte Substitution.

Nahezu unbedeutend sind die Energiekosten mit etwa 5 - 6 % bei allen Stallsystemen.

#### 4.4.1.1 Investitionskosten

Beginnend bei den Investitionskosten ergeben sich zwischen den Stallsystemen in Abhängigkeit von der Bestandesgröße deutliche Unterschiede (Abb. 70).

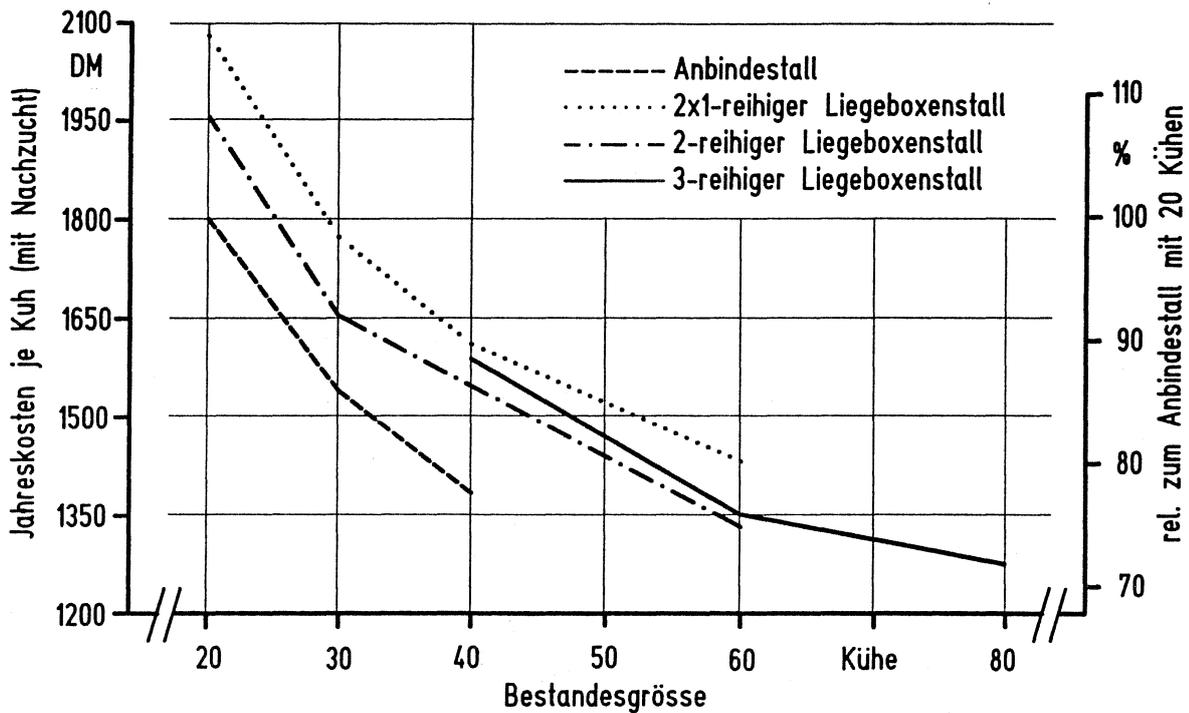


Abbildung 70: Investitionskosten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Das günstigste System ist danach der Anbindestall. Ihm folgt der 2-reihige Liegeboxenstall. Für Herden ab 40 Kühe entstehen beim 3-reihigen Liegeboxenstall nur unwesentlich höhere Kosten. Immer ist bei allen Bestandesgrößen der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall das teuerste System.

Sehr stark ist die Degression über der Bestandesgröße. Sie erreicht zwischen 20 und 40 Kühen mehr als 20 %, reduziert sich danach zwischen 40 und 60 Kühen auf ein Drittel dieses Wertes und ist darüber hinaus nur noch sehr gering.

Bei den Investitionskosten verringern sich die Abstände zwischen den Stallssystemen gegenüber dem Investitionsbedarf (siehe Abb. 19) beträchtlich. Sie betragen bei einer Herdengröße von 20 Kühen nur noch 15 %, der 2-reihige Liegeboxenstall liegt sogar nur noch 8 % über dem Anbindestall (Abb. 70).

Äußerst interessant ist an dieser Stelle ein Vergleich der Systeme bei gleichen Investitionskosten. Danach würden z.B. 1500 DM Kosten im Anbindestall mit 32 Kühen, im 2-reihigen Liegeboxenstall mit 44 Kühen, im 3-reihigen Liegeboxenstall mit 46 Kühen und beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall sogar erst mit 52

Kühen entstehen. Vergleiche auf einer niedrigeren Kostenebene würden den Abstand dann noch vergrößern, weil dort der Anbindestall immer noch eine wesentlich stärkere Degression gegenüber den Laufställen beibehält.

Eine Analyse nach den relativen Kostenanteilen stellt die Dominanz der Gebäudekosten heraus (Abb. 71).

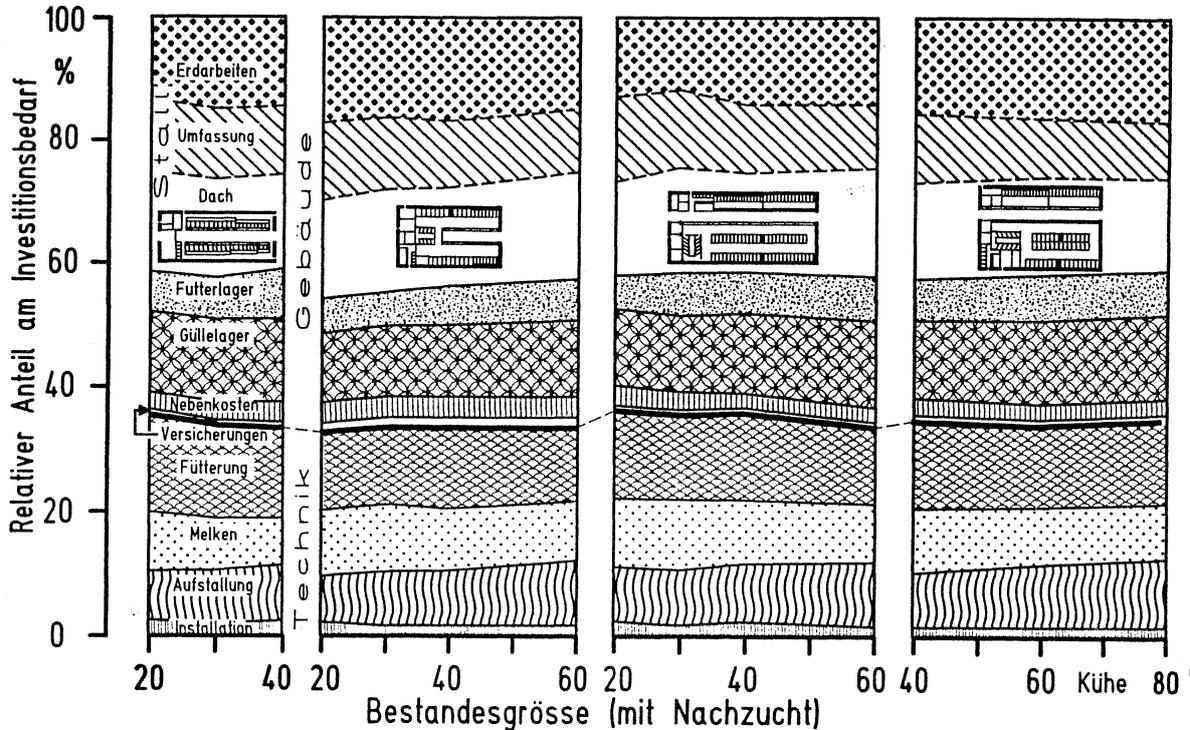


Abbildung 71: Relative Anteile der Investitionskosten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Danach verursachen die Gebäude und baulichen Anlagen nahezu gleichbleibend bei allen Stallsystemen etwa 2/3 der Kosten, die Technik und die Inneneinrichtung das restliche Drittel. An den jeweiligen Anteilen ändert sich mit der Bestandesgröße nur wenig.

Als Hauptkostenverursacher fallen die Erdarbeiten, das Dach, das Güllelager und die Technik für die Fütterung ins Auge. Dies sind demnach die Bereiche, an denen Einsparungen den höchsten Nutzen erbringen würden.

#### 4.4.1.2 Arbeitskosten

Entsprechend dem Arbeitszeitbedarf zeigen die Arbeitskosten über der Bestandesgröße den gleichen Verlauf bei konstanten Kosten je Arbeitsstunde (Abb. 72).

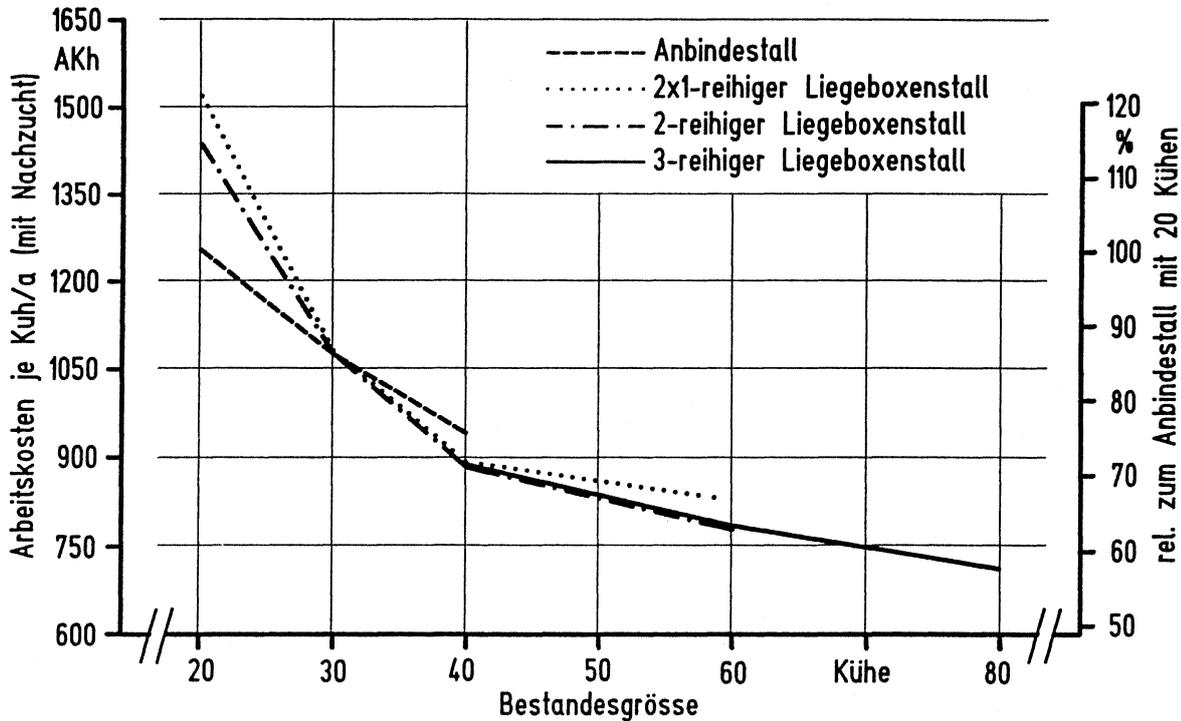


Abbildung 72: Arbeitskosten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei ergibt sich eine unterschiedliche Degression zwischen Anbinde- und Laufställen. Während die Laufställe zwischen 20 und 40 Kühen schon etwa 30 % Degression bei den Kosten erreichen, benötigt dazu der Anbindestall eine Verdoppelung der Herdengröße. Interessant ist jedoch, daß schon ab 30 Kühe für alle Systeme in etwa die gleichen Arbeitskosten zu erwarten sind, wobei jedoch bei den Laufställen der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall, jeweils geringfügig höher, die höchsten Kosten verursacht.

#### 4.4.1.3 Energiekosten

Auch bei den Elektroenergiekosten entsteht durch den konstanten Preis mit 0,25 DM/kWh eine dem Bedarf analoge Situation (Abb. 73).

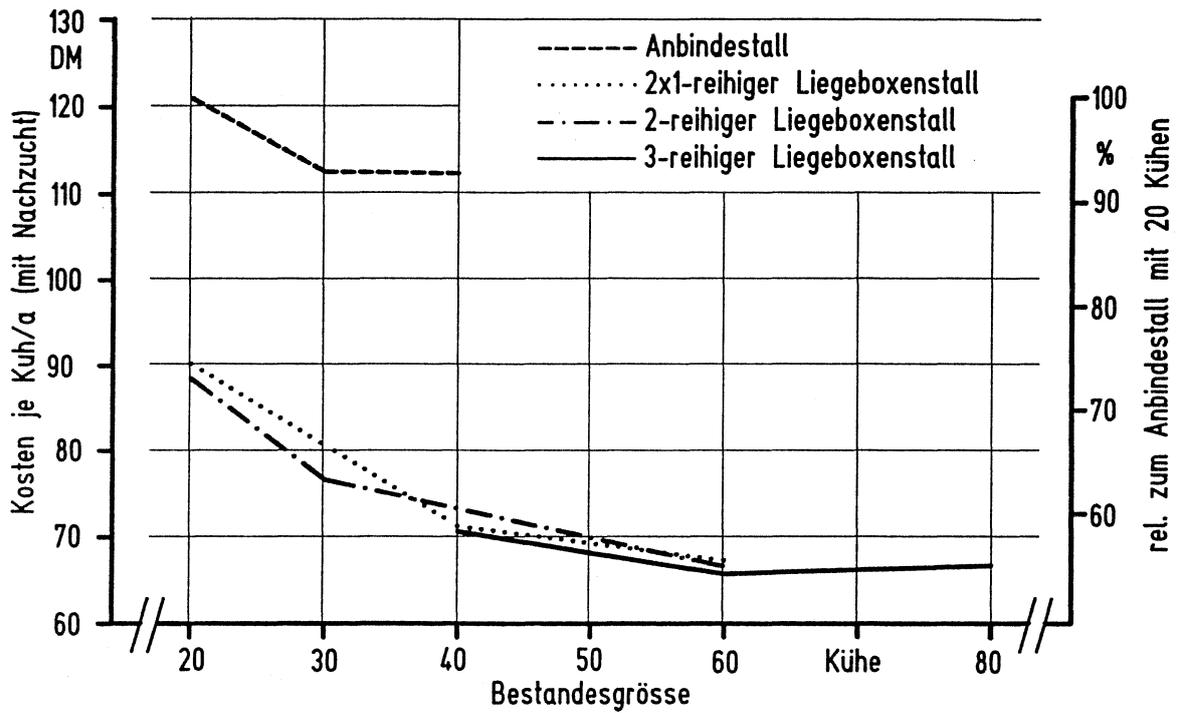


Abbildung 73: Energiekosten für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bedingt durch die Zwangslüftung erfährt dabei der Anbindestall die höchste Kostenbelastung, die zudem schon ab 30 Kühe keinerlei Degression mehr erkennen läßt.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Systemen der Liegeboxenställe sind sehr gering. Auch die Degression über der Bestandesgröße ist nahezu vernachlässigbar klein.



## 5. Diskussion und Einordnung der Ergebnisse

Die dargestellten Ergebnisse gehen bei den unterstellten Stallssystemen über bisher durchgeführte Analysen weit hinaus. Sie sind wesentlich umfangreicher im Hinblick auf die wirksamen Einflußgrößen und sie schließen erstmals auch die kleineren Laufställe für die Milchviehhaltung ein, wobei die Begrenzung der Bestandesgrößen nach oben sehr stark an die absehbare Entwicklung in der BR-Deutschland angelehnt wurde. Damit schließen sie an die eigenen Untersuchungen für ausgewählte Stallssysteme im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" an. In diesen wurde 1987 /20/ der Kapitalbedarf, der Arbeitszeitbedarf und die Kosten für Systeme der Milchviehhaltung im Vergleich untersucht. 1988 erfolgten weitere Analysen im Hinblick auf Möglichkeiten der Kostenreduzierungen durch verstärkte Eigenleistung, wobei auch die kleineren Laufställe als Umbaulösungen miteinbezogen wurden /23/. Dies gilt auch für vergleichende Betrachtungen durch AUERNHAMMER, PIRKELMANN und WENNER 1987 /26/, bei welchen zusätzlich elektronische Hilfen zur Arbeitserledigung und zur Verbesserung des Managements in derartigen Vergleichen mitbetrachtet wurden.

Umfassender gegenüber diesen Untersuchungen ist der Stallsystemvergleich der KTBL-Arbeitsgemeinschaft "Technik und Bau in der Tierhaltung" 1987 /84/. Er bezieht erstmals das Kriterium "Tier" mit seinen Subkriterien "Tiergesundheit und Hygiene", sowie "Herdenführung" in die Betrachtungen mit ein. Allerdings geht er bei der Auswahl der Bestandesgrößen mehr den Weg des "In Zukunft vielleicht Machbaren" und betrachtet die Anbindeställe für Herdengrößen von 20 bis 50 Kühe (letzteres ist sicher nicht wünschenswert), Laufställe dagegen mit 40 bis 160 Kühe (die kleinen Bestände fehlen, die großen sind derzeit nicht realisierbar) und untersucht dabei jeweils die Alternative mit und ohne Nachzucht. Insofern wird darin die derzeit übliche Form der Milchviehhaltung ausschließlich durch den Anbindestall gesehen, von den wenigen Laufställen mit 40 und mehr Kühen einmal abgesehen.

Hinzu kommt aus analytischer Sicht für den Investitionsbedarf die Beurteilung nach der Kostenblockmethode. Diese erbrachte zum Untersuchungszeitpunkt die Beurteilung nach Blöcken und konnte damit die Beeinflussung durch unterschiedliche Techniken ebensowenig verdeutlichen, wie die unterschiedlichen Anforderungen bei der Gebäudeerstellung an die Materialien. Für die benötigte Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung wurden nur einfache Hinweise gegeben.

Alle anderen wesentlichen Veröffentlichungen befassen sich im Gegensatz zu den

genannten nur mit Einzelkriterien oder Einzelbaumaßnahmen. Deren wichtigste im Zusammenhang mit dieser Arbeit sollen nachfolgend kurz dargestellt und beurteilt werden.

Rein methodisch werden die wichtigsten Ansätze mit schwerpunktmäßigem Bezug zum Investitionsbedarf von mehreren Autoren dargestellt. Detaillierte Analyse-möglichkeiten ermöglichen die Ansätze von WOHLFAHRT und MILLER 1975 /94/.

WOHLFAHRT und MILLER bauten ihren Ansatz auf das Standardleistungsbuch für das Baugewerbe auf. Die Datenfortschreibung sollte elegant und zuverlässig über jährliche Ausschreibung landwirtschaftlicher Bauvorhaben gelöst werden. Allerdings zeigte die Entwicklung, daß dieses Vorhaben im Bereich des landwirtschaftlichen Bauens nicht problemlos durchführbar ist. Der gesamte methodische Ansatz hat sich deshalb mittlerweile auf die Kalkulation öffentlicher Baumaßnahmen verlagert und tut dort sehr gute Dienste.

Dagegen haben STUBER /87/ und auch WIGHT and CLARK /93/ ihre Systeme für die Nutzung in der Landwirtschaft fertiggestellt und der Anwendung in der Schweiz und in Schottland zugeführt. Allerdings sind beide Systeme bisher manuelle Systeme gewesen, die Unterstützung durch die EDV wird derzeit erstellt. Erste Ergebnisse von MEIER, HILTI, NÄF und MÜHLEBACH 1987 /60/ lassen jedoch schon die Leistungsfähigkeit dieser Systeme erkennen und geben Grund zu Optimismus für eine breitere Anwendung in Beratung und Praxis.

Detaillierte Untersuchungsergebnisse einzelner Stallsysteme finden sich deshalb vereinzelt erst in jüngerer Zeit. Erstmals werden sie an Hand von Beispielen bei NACKE 1983 /62/ aufgezeigt. Von den in dieser Untersuchung betrachteten 14 Alternativen berücksichtigt er jedoch nur sechs. In den Analysen stellt er jeweils die unterschiedlichen Anteile an Arbeit und Materialien heraus. Exemplarisch wird dann der Investitionsbedarf für das Dach untersucht und dabei der Einfluß unterschiedlicher Dachneigungen betrachtet. Umfangreicher sind dagegen die Analysen für die benötigte Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung mit den Möglichkeiten von Eigenleistungen zur Senkung des Investitionsbedarfes.

Weit mehr Alternativen werden im Abschlußbericht "Systematisierung und Festlegung von Bauleistungen zur Berechnung von Baukostendaten mit Hilfe von Kostenblöcken" von PIOTROWSKI, GARTUNG, KRENTLER und SIEVERS 1983 /70/ unterstellt (vergleiche auch /45, 46/). Die Bestandesgrößen liegen dabei im Bereich zwischen 20 und 90 Kühen. Einschränkungen auf den Holzstützen- und den Boxen-ständerstall führen jedoch zu Gebäudetypen, welche im süddeutschen Raum bis

heute die Ausnahme geblieben sind. Auch die gewählte Güllelagerung unter dem Stall, bzw. anteilig oder vollständig im Güllehochbehälter stellen für den süddeutschen Raum unübliche Baulösungen dar. Zudem wird der Investitionsbedarf ausschließlich nach Kostenblöcken untersucht. Analysen für anteilige Techniken fehlen, weshalb eine Vergleichbarkeit zu den eigenen Untersuchungen nur in Teilbereichen möglich wäre.

Die methodischen Ansätze zur Arbeitszeitermittlung finden sich ausschließlich bei HAMMER 1976 /48/ und in der eigenen Dissertation 1975 /4/. Aufbauend auf diese bietet die Literatur vielfältige Ergebnisse zum Arbeitszeitbedarf für unterschiedliche Stallssysteme. Sie alle betreffen in der Regel jedoch nur Teilabläufe (insbesondere die Melkarbeiten /44, 56, 60, 64, 78, 89/) oder sie sind aufgrund unterschiedlicher Arbeitsinhalte nicht problemlos gegenüberzustellen.

Die wenigsten Kenndaten liegen dagegen zum Elektroenergiebedarf vor. Neben einem ersten umfassenden Ansatz für die Milchviehhaltung bei AYIK 1975 /30/ zählt dazu vor allem die Datensammlung für die AEL (WENNER, AUERNHAMMER, BÖHM und DEMMEL 1988 /88/). Sie alle enthalten jedoch keine umfassenden systematischen Analysen und sind somit ebenfalls nur am Rande in eine Gegenüberstellung einzubeziehen.

Entsprechend können auch die bisher vorliegenden Jahreskostenbetrachtungen nur teilweise mit vorliegenden Ergebnissen verglichen werden. Sie beziehen sich vielfach auf die Kosten der Arbeitserledigung (vernachlässigen dabei definitionsgemäß die Gebäudekosten) oder betrachten verstärkt den Deckungsbeitrag aus der mehr betriebswirtschaftlichen Perspektive (BAUER 1984 /31/), bzw. versuchen anhand von Betriebsmodellen durch lineare Optimierung (ZEDDIES und DOLUSCHITZ 1987 /84/) eine gesamtbetriebliche Analyse.

Trotz dieser vielfältigen Einschränkungen darf jedoch nicht übersehen werden, daß auch die Untersuchungen dieser Arbeit nur einen Ausschnitt aus den wirklich erforderlichen Betrachtungsweisen darstellen können. So fehlen darin aufgrund der notwendigen Eingrenzung so wichtige Kriterien wie

- Erweiterungsmöglichkeiten,
- Umbaulösungen von Altgebäuden (Hülle bleibt oder wird ergänzt) und
- zusätzliche Alternativen in Form von  
    Freßliegeboxenaufstallung  
    Tiefstall  
    Systeme mit getrennten Funktionsbereichen.

Auch wird durch die systematische Festlegung nach Anbindeställen (alles ange-

bunden) und Laufställen mit Liegeboxen (alle Tiere haben Liegeboxen) eine neuerliche, nicht problemlos vergleichbare Situation geschaffen.

Somit kann auch diese Untersuchung wiederum nur einen Teilbeitrag zur Beurteilung von vollständigen Haltungssystemen für Milchvieh liefern. Allerdings ermöglichen die durchgeführten Analysen weitaus gezieltere Aussagen im Hinblick auf noch erforderlichen Handlungsbedarf und auf die dadurch möglichen Ergebnisse. Aus diesem Grunde sollen nachfolgend die Einzelkriterien dieser Untersuchung getrennt und daran anschließend gemeinsam eingeordnet werden, wobei Bezüge zu den obengenannten Untersuchungen nur am Rande möglich sind.

## 5.1 Investitionsbedarf

Der Investitionsbedarf bestimmt durch seine absolute Höhe in hohem Maße die Jahreskosten von Stallsystemen. Einsparungen an dieser Stelle schlagen deshalb sehr stark auf der Kostenseite durch und sind somit aus der Sicht des erforderlichen Investitionsbedarfes (einmalige Mittelbereitstellung), wie auch der laufenden Kosten, von besonderer Bedeutung. Deshalb müssen auf der einen Seite die wesentlichen Abhängigkeiten herausgestellt und andererseits die Möglichkeiten der Investitionsbedarfssenkung abgeschätzt werden.

### 5.1.1 Abhängigkeiten zum Stallsystem

Bei einer vergleichenden Gegenüberstellung der Stallsysteme sind aufgrund der nicht durchgängig vorhandenen Stallgrößen unterschiedliche Bezugsgrößen zu wählen. Für die Bestandesgröße bis 40 Kühe ist dies der Anbindestall, darüberhinaus der 3-reihige Liegeboxenstall (Abb. 74).

Dabei zeigen sich drei Bereiche. Zwischen 20 und 40 Kühen erfordert der Anbindestall immer den geringsten Investitionsbedarf. Über 40 bis hin zu 60 Kühe wird aus diesem Blickwinkel der 2-reihige Liegeboxenstall zum billigsten System. Darüberhinaus kann trotz fehlender Berechnung der 3-reihige Liegeboxenlaufstall als das günstigste System dargestellt werden.

Noch deutlicher wird dieser Zusammenhang, wenn über Rangplätze der erforderliche Investitionsbedarf für jede Bestandesgröße eingeordnet wird. Mit Rang 1 ist darin jeweils jene Alternative gekennzeichnet, welche den geringsten Investitionsbedarf erfordert. Rang 2 erfordert dann den zweithöchsten Bedarf usw. (Tab. 16).

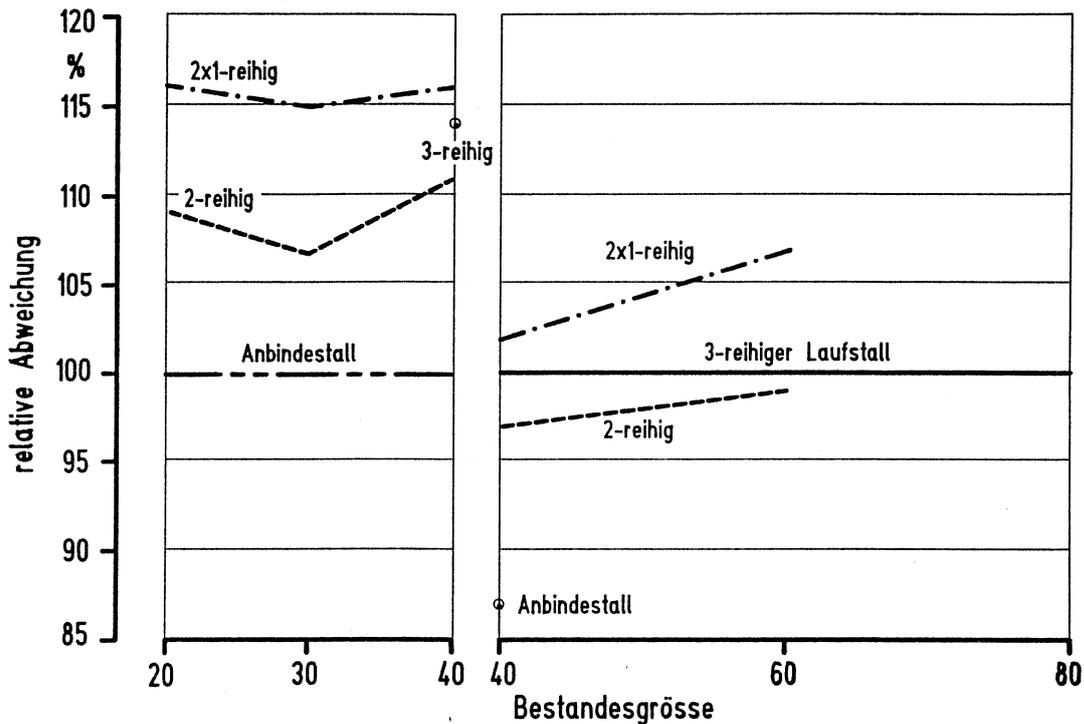


Abbildung 74: Relative Abweichungen des Investitionsbedarfes der Stallsysteme vom Anbindestall (20 - 40 Kühe mit Nachzucht) und vom 3-reihigen Liegeboxenstall (40 - 50 Kühe mit Nachzucht)

Für Bestände mit 20 Kühen und Nachzucht ist unbestritten der Anbindestall die günstigste Lösung. Die beiden Laufställe machen sich, je nach Betrachtungsweise, die Plätze 2 und 3 streitig.

Für Bestände mit 30 Kühen konkurriert erstmals bei den Materialien der 2-reihige Liegeboxenstall mit dem Anbindestall. Überwiegend ist diese Laufstallform dem 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall überlegen.

Bei 40 Kühen kehrt der Anbindestall wieder in die eindeutig dominante Stellung zurück. Der 2-reihige Liegeboxenstall zeigt auf Rang 2 liegend Schwächen bei der Bauhülle. Durch überwiegende Vorteile kommt nun schon der 3-reihige Liegeboxenstall auf Rang drei und der 2 \* 1-reihige hat nur noch bei der Hülle Vorteile.

Mit 60 Kühen werden nur noch Laufställe angesprochen. Aufgrund häufigerer erster Rangplätze müßte, trotz eines insgesamt zweiten Ranges, dabei eigentlich die 3-reihige Ausführung den Vorzug erhalten. Vorzüge bei Technik und Mate-

Tabelle 16: Einordnung des Investitionsbedarfes nach Rang  
(Rang 1 niedrigster Investitionsbedarf usw.)

Kriterium	Kühe mit Nachzucht												
	20			30			40				60		
	AB	DE	ZR	AB	DE	ZR	AB	DE	ZR	DR	DE	ZR	DR
gesamter Investitionsbedarf	1	3	2	1	3	2	1	4	2	3	3	1	2
Gebäude und baul. Anlagen	1	3	2	1	3	2	1	4	2	3	3	1	2
Hülle	1	2	3	1	2	3	1	2	4	3	1	3	2
Technik	1	2	2	1	3	2	1	2	2	2	1	1	1
Aufstallung	1	2	3	1	3	2	1	4	3	2	3	2	1
Arbeit	1	3	2	1	3	2	3	3	2	2	3	2	1
Materialien	1	3	2	2	3	1	1	3	2	3	3	1	2

(AB = Anbindestall;  
DR = 2 \* 1-reihiger, ZR = 2-reihiger, DR = 3-reihiger Liegeboxenstall)

rialien kennzeichnen dagegen den 2-reihigen Liegeboxenstall, während das Schlußlicht "Doppeleinreihiger" seine Vorzüge bei Hülle und Technik zeigt.

Bei fehlenden Alternativen müßte zwangsläufig bei 80 Kühen der 3-reihige Liegeboxenstall Rangplatz 1 erhalten.

### 5.1.2 Abhängigkeiten zum Tier

Neben der rein monetären Betrachtung darf jedoch das Tier mit seinen Freiraumansprüchen nicht vergessen werden. Schließlich erfolgen die Baumaßnahmen ja nicht nur für den Menschen, sondern zwangsläufig auch für das Tier. Da zudem die Diskussion um den Tierschutz in der breiten Bevölkerung eine zunehmende Bedeutung erlangen wird, muß der erforderliche Investitionsbedarf auch unter die-

sem Aspekt beleuchtet werden. Anstelle des Flächenbedarfes je Kuhplatz soll nun jedoch die mögliche Bewegungsfläche je Kuh angesprochen werden. Sie wird im Anbindestall aus dem Standplatz gebildet, im Laufstall zählen hingegen alle Liegeboxen und die Laufgänge hinzu (Abb. 75).

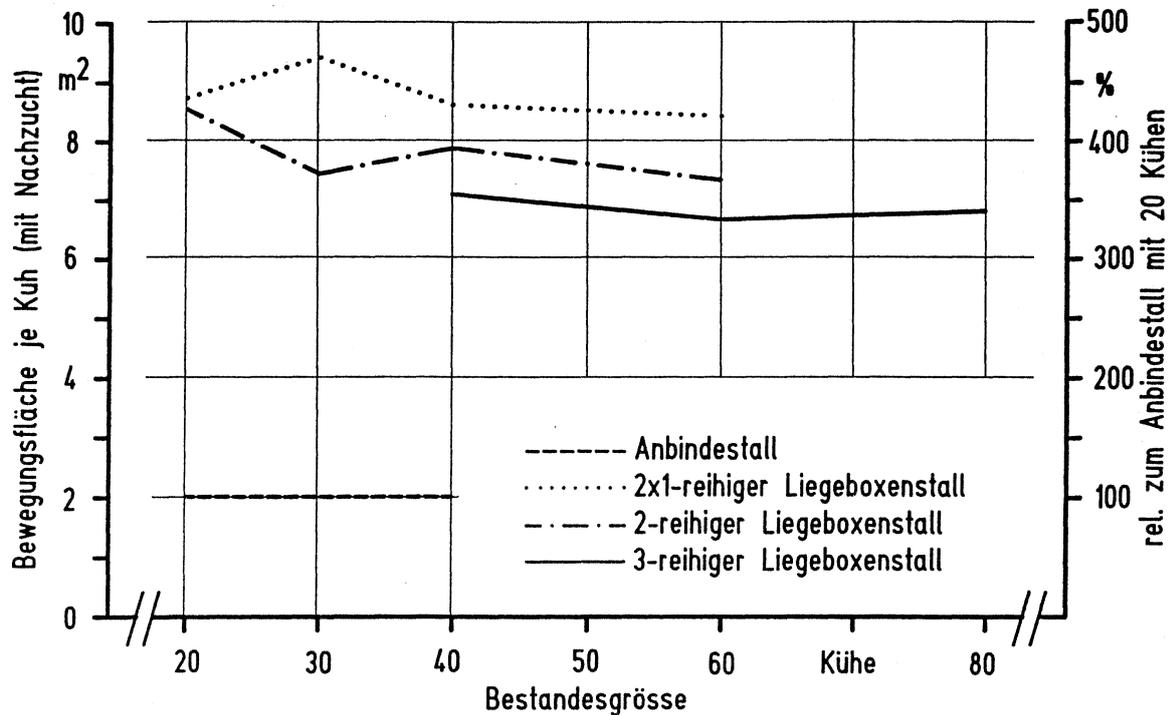


Abbildung 75: Spezifische Bewegungsflächen je Kuh mit Nachzucht für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Gleichbleibend über der Bestandesgröße sind danach die Kühe im Anbindestall am stärksten eingeschränkt. Ihm gegenüber eröffnen die Laufställe in etwa die 3- bis 4-fache Fläche und bieten somit neben der freien Bewegung überhaupt erst eine entsprechend höhere Bewegungsmöglichkeit. Deutlich die höchsten Bewegungsflächen eröffnet der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall. Dies ist mithin die Ursache erhöhten Investitionsbedarfes. Demgegenüber schränken schon die 2- und 3-reihigen Liegeboxenställe erheblich ein. Allerdings verlaufen die entsprechenden Linien nicht gleichmäßig, weil durch planerische Zwänge eine gleichmäßige Vergrößerung bei zunehmender Bestandesgröße nicht immer gegeben ist.

Bezogen auf diese Abhängigkeiten kann nun der Bezug zwischen Investitionsbedarf und bebauter Fläche hergestellt werden (Abb. 76).

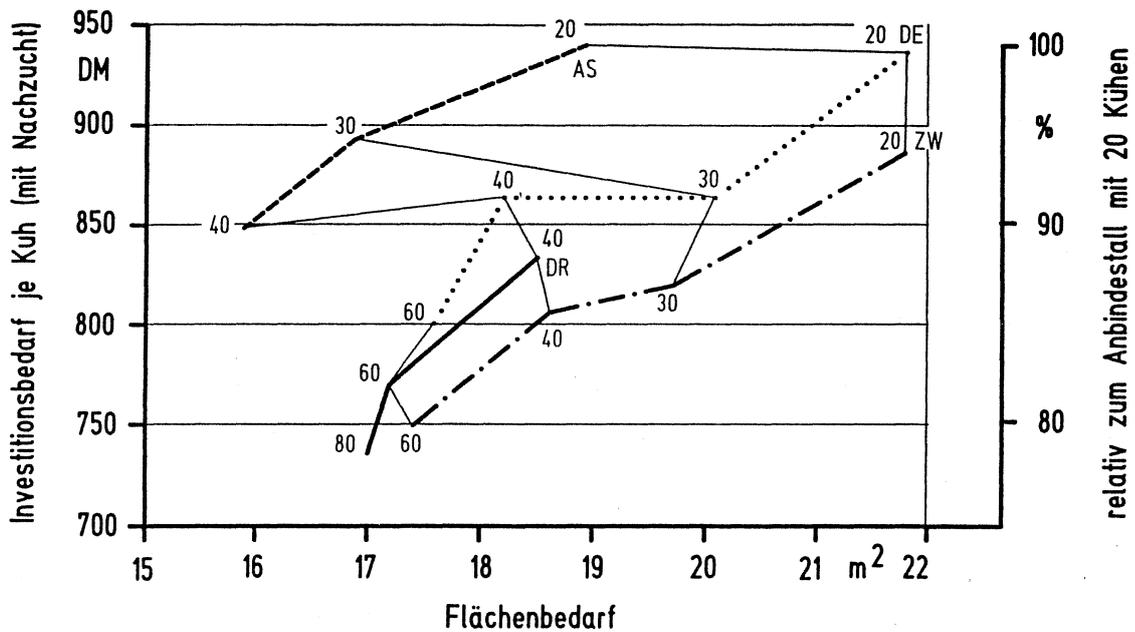


Abbildung 76: Spezifischer Investitionsbedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der bebauten Fläche je Kuh mit Nachzucht

Danach erfordern die Anbindeställe mit geringstem Flächenbedarf bei fast allen Bestandesgrößen den höchsten Investitionsbedarf je Flächeneinheit. Ihm folgt der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall, mit günstigeren Werten bei 40 Kühen. Sehr günstig sind die Ergebnisse für den 3-reihigen Liegeboxenstall, während aus diesem Betrachtungswinkel der 2-reihige Liegeboxenstall das Schlußlicht darstellt.

Wird anstelle des Flächenbedarfes die mögliche Bewegungsfläche als Bezugsgröße gewählt, dann ergeben sich erneut andere Rangfolgen (Abb. 77).

Nunmehr bietet der 2-reihige Liegeboxenstall für 20 bis 60 Kühe mit Nachzucht den meisten Bewegungsraum bei gleichzeitig niedrigstem Investitionsbedarf je Bewegungsflächeneinheit (m<sup>2</sup>). Nur für darüberliegende Herdengrößen übernimmt der 3-reihige Liegeboxenstall diese Funktion. Gleichzeitig sinkt dabei mit zunehmender Bestandesgröße bis hin zur 80-Kuhherde der erforderliche Investitionsbedarf um mehr als 25 % und verdeutlicht an dieser Stelle die Bestandesgrößendegression wiederum sehr eindeutig.

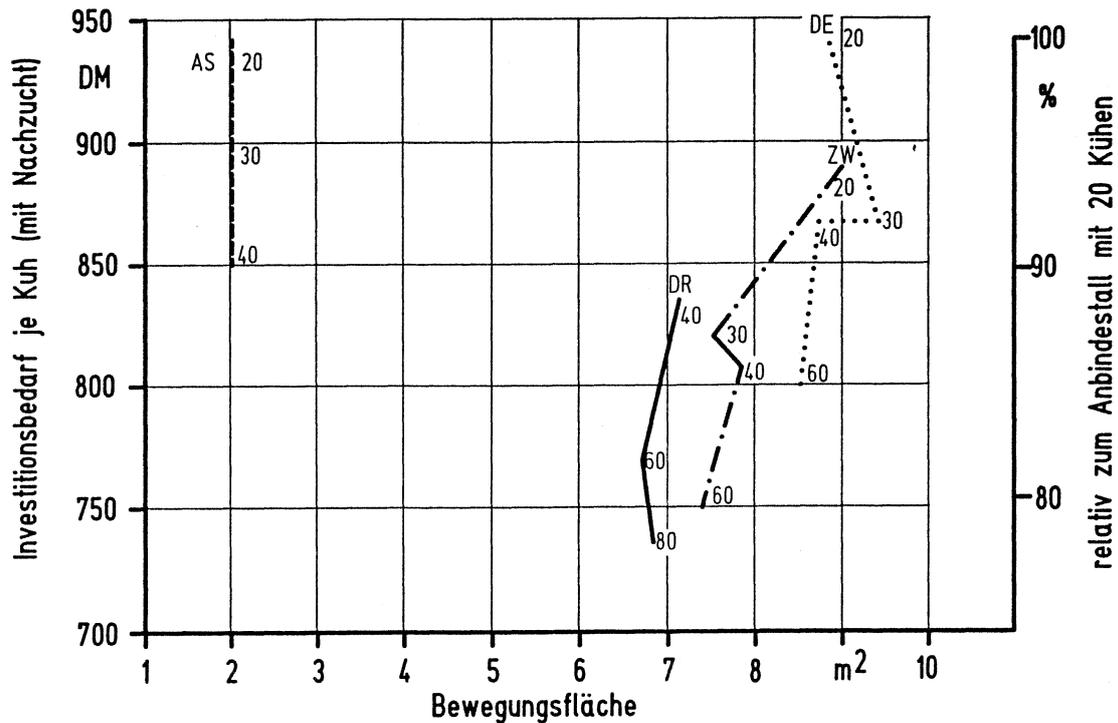


Abbildung 77: Spezifischer Investitionsbedarf für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der verfügbaren Bewegungsfläche je Kuh mit Nachzucht

### 5.1.3 Abhängigkeiten zum Umtrieb

Alle Untersuchungen wurden mit einem Umtrieb von 3,5 Jahren je Kuh durchgeführt. Könnte dieser, wie ökonomisch sinnvoller, auf 4 Jahre erhöht werden, dann wären weniger Stallplätze für die Nachzucht erforderlich. Insgesamt ergäbe sich daraus eine Verkleinerung des erforderlichen Gebäudes mit Einsparungen bei allen Parametern. Zudem würde der Planungsengpaß bei den erforderlichen Troglängen für den 3-reihigen Liegeboxenstall mit 40 Kühen wesentlich entschärft. Gerade diese Variante würde dann über dem gesamten Bestandesgrößenbereich wesentlich günstiger zu beurteilen sein.

### 5.1.4 Abhängigkeiten zum Erstellungsbedarf

Alle genannten Abhängigkeiten beruhen auf der Definition der untersuchten Stallssysteme. Sie stellen somit Ergebnisse aus Vorgaben dar. Im Sinne möglicher Senkungen des Investitionsbedarfes interessiert darüberhinaus jedoch die

Analyse jener Ansatzpunkte, welche den höchsten Nutzen erbringen könnten. Bisherige Untersuchungen berücksichtigen dabei im wesentlichen vier Möglichkeiten:

- kleiner bauen
- einfacher bauen
- Gebäudefunktionen durch Technik ersetzen
- Eigenleistungen zur Senkung des Investitionsbedarfes

#### 5.1.4.1 Verkleinerung der Gebäude

Stallgebäude werden derzeit in ihrem Flächen- und Raumanpruch in der Praxis bei Neubauten relativ großzügig geplant. Dabei liegen mehrere Gedanken zugrunde. Allen voran ist es sicher das Erkennen der einmaligen Chance, mit dem Neuen eine zukunftsgerichtete Lösung zu erhalten (kommt nur einmal im Leben vor). Auch die Erfahrungen der Vergangenheit spielen herein, in welcher die Technik beständig wuchs und zugleich den Tieren über das verstärkte Umweltbewußtsein eher etwas mehr als zuwenig Platz zugebilligt wurde.

Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge versuchte NACKE 1983 /62/, einen 3-reihigen Liegeboxenstall auf das absolut Notwendige zurückzuführen (Abb. 78).

Gegenüber der durchgeführten Analyse (siehe Abb. 18) zeigt sich bei der üblichen Alternative nahezu der gleiche Investitionsbedarf mit etwa 10500 DM je Kuhplatz mit Nachzucht. Demgegenüber senkt jedoch die verkleinerte Stallvariante den erforderlichen Investitionsbedarf um etwa 24 % mit erheblichen Einsparungen an nahezu allen Baugruppen.

Insofern scheint die Frage nach einer Beschränkung auf das Notwendige durchaus gerechtfertigt zu sein. Jedoch stehen die o.g. Bedenken der Bauherren dieser Möglichkeit mit Recht skeptisch gegenüber, denn:

- dadurch wird der tägliche Arbeitsablauf u.U. sehr stark beeinträchtigt,
- zwangsläufig nimmt die Unfallgefahr zu und
- Erweiterungen, welche derzeit ohne nähere Untersuchungen sicher im Abstand von 10 - 15 Jahren durchgeführt werden, stoßen dann viel eher an Grenzen und erfordern womöglich einen ungleich höheren Investitionsbedarf.

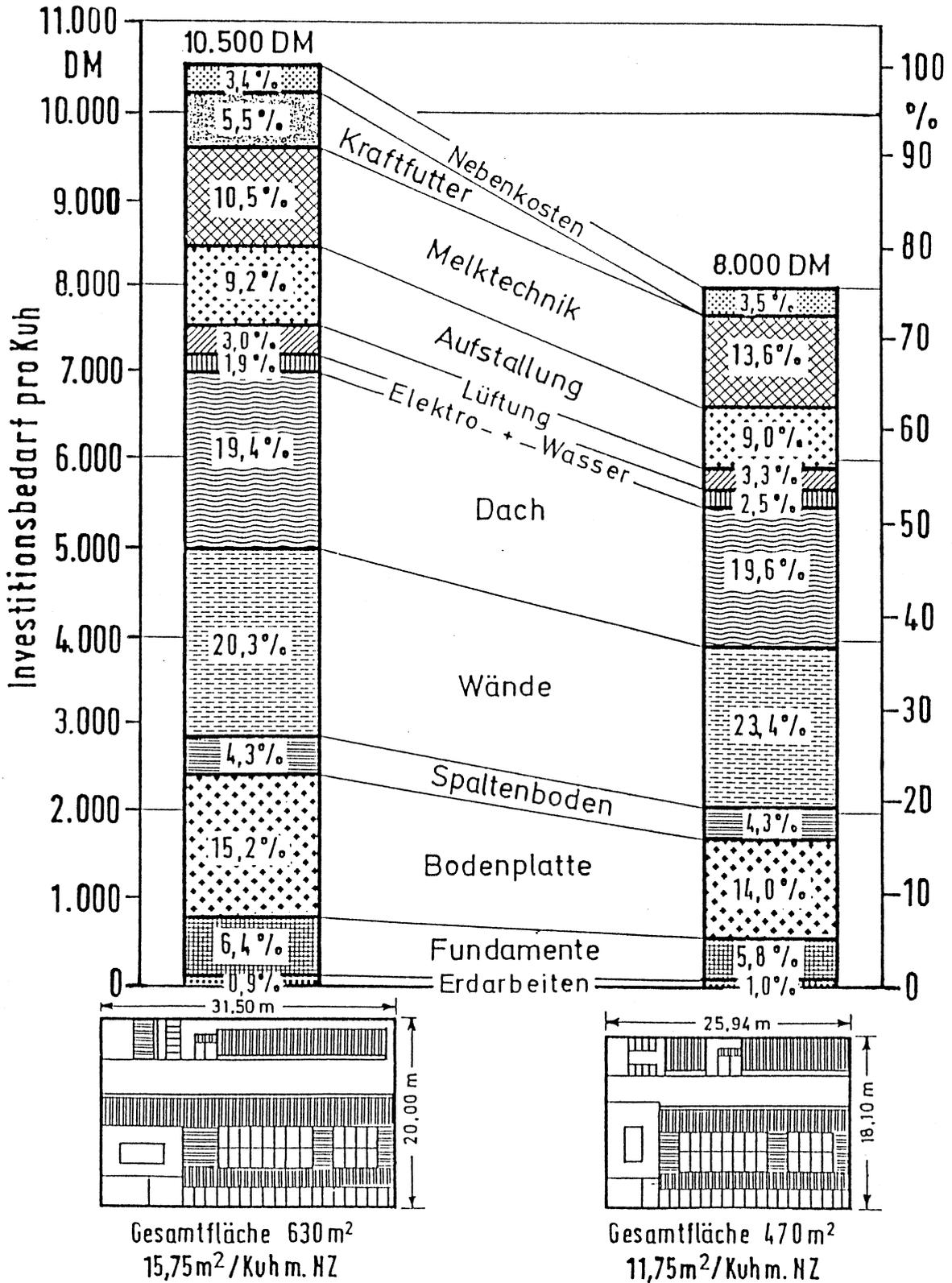


Abbildung 78: Vergleich des Investitionsbedarfes nach Baugruppen für einen 3-reihigen Liegeboxenstall in üblicher und stark eingeschränkter Bauweise mit 40 Kühen und Nachzucht (nach NACKE, abgeändert)

5.1.4.2 Einfacher bauen

PIOTROWSKY 1983 /67/ sieht die wesentlichste Möglichkeit zur Senkung des Investitionsbedarfes in einer Vereinfachung der Gebäude. Erstellung von Boxenständerställen, Verzicht auf Wärmedämmung und Übergang zur konsequenten Lagerung der Gülle im Güllekeller (das Fundament erfüllt eine Doppelfunktion) sind einige seiner Ansatzpunkte. Kalkulationsergebnisse aus Vereinfachung und Verzicht sind in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Einsparungsmöglichkeiten durch konsequente Vereinfachung beim Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude für den Kostenblock "Stall" bei 60 Kühen

Gebäudetyp	Nach- zucht	Wärme- däm- mung	Investi- tions- bedarf (DM/Kuh)	Einsparung	
				Verzicht auf Wärme- Dämmung (DM) (%)	Vergleich zum Anbin- destall (DM) (%)
Anbindestall	ja	ja	3 350		
Liegeboxenstall	ja	ja	3 000		350 11
Liegeboxenstall	ja	nein	2 500	500 17	
Boxenständerstall	?	ja	1 800		1550 48
Boxenständerstall	?	nein	1 450	350 19	

Sie zeigen beim Verzicht auf Wärmedämmung zwischen 17 und 19 % Einsparungen. Durch den Übergang vom Anbindestall zum Laufstall reduziert sich der Kostenblock "Stall" um 11 %, ein Übergang zum Boxenständerstall würde sogar eine Reduzierung gegenüber dem Anbindestall um 48 % erbringen.

An gleicher Stelle nennt PIOTROWSKI Einsparungsmöglichkeiten beim Übergang der Güllelagerung für eine Herde mit 60 Kühen vom Hochbehälter auf

- 1/3 Lagerung im Stall, 2/3 im Hochbehälter von 6 %
- gesamte Lagerung im Güllekeller von 27 %.

Trotzdem nimmt die Praxis diese Vorschläge nur zögernd an, wobei die Abneigung im süddeutschen Bereich deutlich größer ist, als in Norddeutschland. So wurden nahezu alle in Süddeutschland ursprünglich als sog. Kaltställe gebauten Ställe mittlerweile wärme gedämmt. Der Güllekeller hat sich zur Güllelagerung überhaupt

nicht durchsetzen können. Damit sind aber die genannten Möglichkeiten der Kostensenkung zunichte gemacht. Gründe für dieses Verhalten sind vor allem:

- Der Stall ist im Winter mehr als nur der Betreuungsplatz für die Tiere.
- Zu starke Beschränkungen beim Baumaterial lassen den Eindruck einer nicht ausreichenden Solidität entstehen (und dieser könnte auf den Nachbarn wirken).
- Der Güllekeller wurde von der Beratung und der Wissenschaft nicht eindeutig als vorteilhaft eingestuft. Deshalb ist dessen Übernahme in die Praxis von Anfang an zweifelhaft gewesen.

#### 5.1.4.3 Gebädefunktion durch Technik ersetzen

Gegenüber der vereinfachten Bauweise könnten aber auch Gebädefunktionen durch Technik ersetzt werden. Als typisches Beispiel ist der Übergang von der mobilen Technik mit breitem Futtertisch auf stationäre Technik mit Futterzubringung durch ein Futterband zu sehen. Eigene Untersuchungen /20/ erbrachten dabei jedoch nur bescheidene Einsparungsmöglichkeiten aufgrund des hohen Investitionsbedarfes für die alternative Technik (Abb. 79).

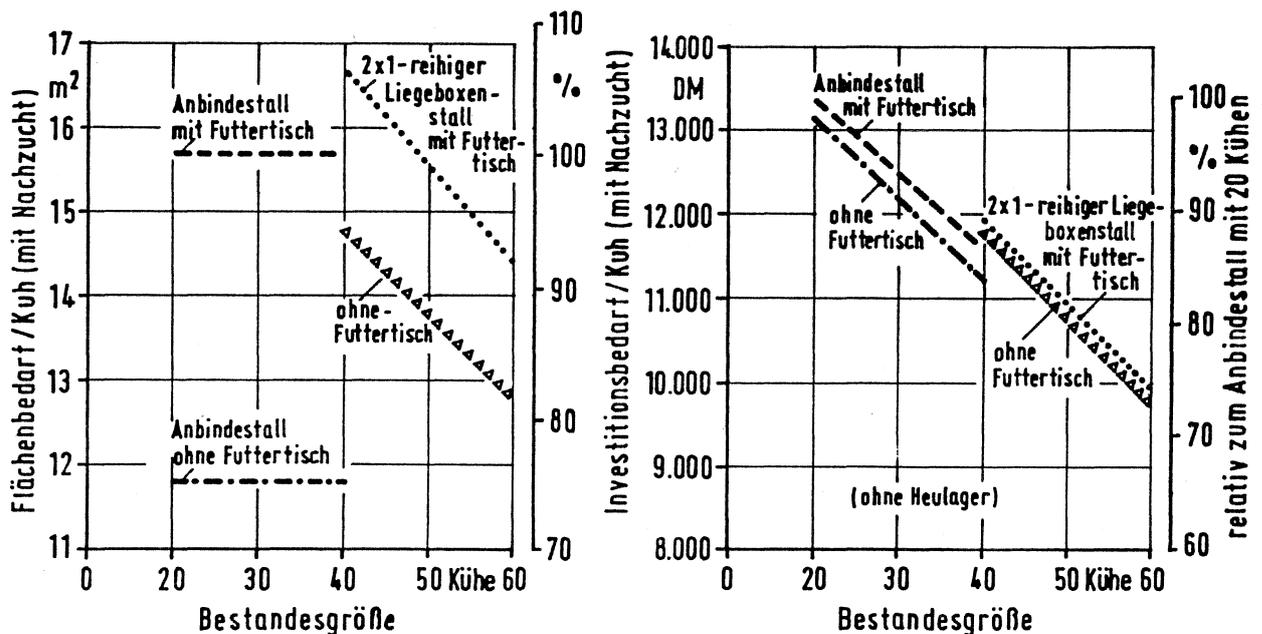


Abbildung 79: Investitionsbedarf für Gebäudevarianten mit und ohne Futtertisch für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Gegenüber den Einsparungen bei der bebauten Fläche von etwa 25 % beim Anbindestall verbleiben im Investitionsbedarf dann nur noch etwa 4 %. Für den 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall verringert sich die Differenz ausgehend von etwa 12 % auf nur noch 2 %. Für die sehr langen 3-reihigen Liegeboxenställe läßt sich unter diesen Bedingungen sogar eine Verteuerung für die stationäre Fütterung erahnen, da dabei der sehr lange Futtertisch überproportional hohe Investitionen für das Futterband erfordern würde. Allerdings ist auch zu bedenken, daß beide Systeme eigene, nicht in die Kalkulation einzubeziehende Vorteile haben:

#### Vorteile

<u>für den befahrbaren Futtertisch</u>	<u>für die stationäre Futterzuteilung</u>
- an die sich wandelnde Technik einfach anzupassen	- keine Hindernisse für höhere Transporteinheiten
- einfache Möglichkeit der Vorratsfütterung	- Futterband kann Reinigungsarbeit automatisieren (bei Rücklauf)
- Reserveraum für unvorhergesehene Erweiterungen	- elektronische Steuerungen sind einfacher zu integrieren

Besonders die Flexibilität und die Möglichkeiten der Vorratsfütterung in Verbindung mit dem Siloblocksneider überwogen bisher als Argument für den breiten Futtertisch und die mobile Futtertechnik. Allerdings könnte das Vordringen der Elektronik auf diesem Sektor durchaus auch eine Änderung mit sich bringen (ARTMANN 1985 /2/).

#### 5.1.4.4 Eigenleistungen bei der Erstellung

Alle diese Maßnahmen scheitern somit mehr oder weniger an der Durchsetzung in der Praxis und damit an der Realisierbarkeit. Werden deshalb im Gegensatz dazu die erforderlichen Aufwendungen für die Gebäudeerstellung betrachtet, dann zeigen sich die vorrangig am Investitionsbedarf beteiligten kausalen Zusammenhänge und eröffnen damit weitere Ansätze für Kostensenkungen. Insofern müssen nun, aufbauend auf die Ermittlung der Bedarfswerte im Kapitel 4, weitere Analysen nach den an der Gebäudererstellung beteiligten Baugruppen und nach dem erforderlichen Bedarf an Baumaterialien und Arbeitszeit folgen.

Bezogen auf die relativen Anteile an den Baugruppen ergeben sich folgende Möglichkeiten (Abb. 80).

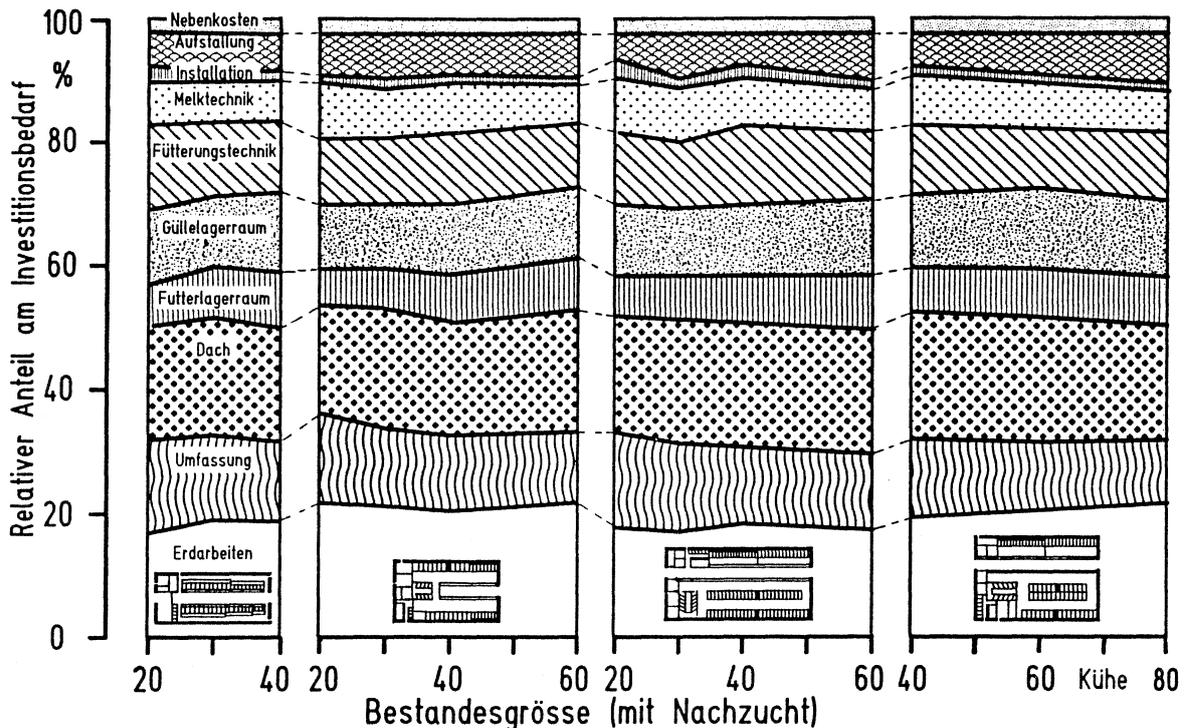


Abbildung 80: Relative Anteile der Baugruppen am Investitionsbedarf der Stallsysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Unbestritten erfordert die Stallhülle den höchsten Anteil am Investitionsbedarf, gefolgt von etwa gleichen Anteilen für die notwendigen baulichen Anlagen und für die benötigte Technik. Gewichtet nach den Baugruppen erfordern jedoch das Dach und die Erdarbeiten die höchsten Anteile. Ihnen folgen die Umfassung, der Güllelagerraum, die Fütterungstechnik, die Melktechnik und schließlich die Aufstallung.

Maßnahmen zur Senkung des Investitionsbedarfes müßten deshalb an diesen Baugruppen in der genannten Reihenfolge ansetzen. Allerdings zeigen sich dann sehr schnell die engen Grenzen, welche für den Landwirt ausschöpfbar sind. Er kann gegebenenfalls durch Eigenmaßnahmen einen Teil der Erdarbeiten (Frontlader) und Transporte übernehmen. Bei der Bedachung stehen derartige Möglichkeiten nicht zur Verfügung. Auch bei der Umfassung, also dem Mauerwerk, sind kaum Ansatzpunkte vorhanden. Dies gilt auch für den Güllelagerraum, da dessen Anforderungen stark durch gesetzliche Vorgaben geregelt und abweichende Lösungen eher teurer anstatt billiger sind. Schließlich gilt auch für die einzusetzende Technik und für die Aufstallungen ein sehr enger Spielraum, da diese Baugruppen

entweder durch das Wohlbefinden der Tiere oder aber durch die verfügbare Arbeitszeit vorgegeben werden. Allgemein gesprochen, kann somit eine Analyse nach Baugruppen, oder noch gröber, nach Kostenblöcken, nahezu keinerlei Hinweise auf mögliche Ansätze zur Verringerung des Investitionsbedarfes liefern.

Wesentlich günstiger ist dies dagegen bei der Analyse nach den eingesetzten Materialien und den benötigten Arbeitszeiten. Deren Anteile können gegenüber der sehr globalen Betrachtung in 4.1.4 wesentlich stärker analysiert werden, woraus sich sehr viel aussagefähigere Hinweise ableiten lassen (Abb. 81).

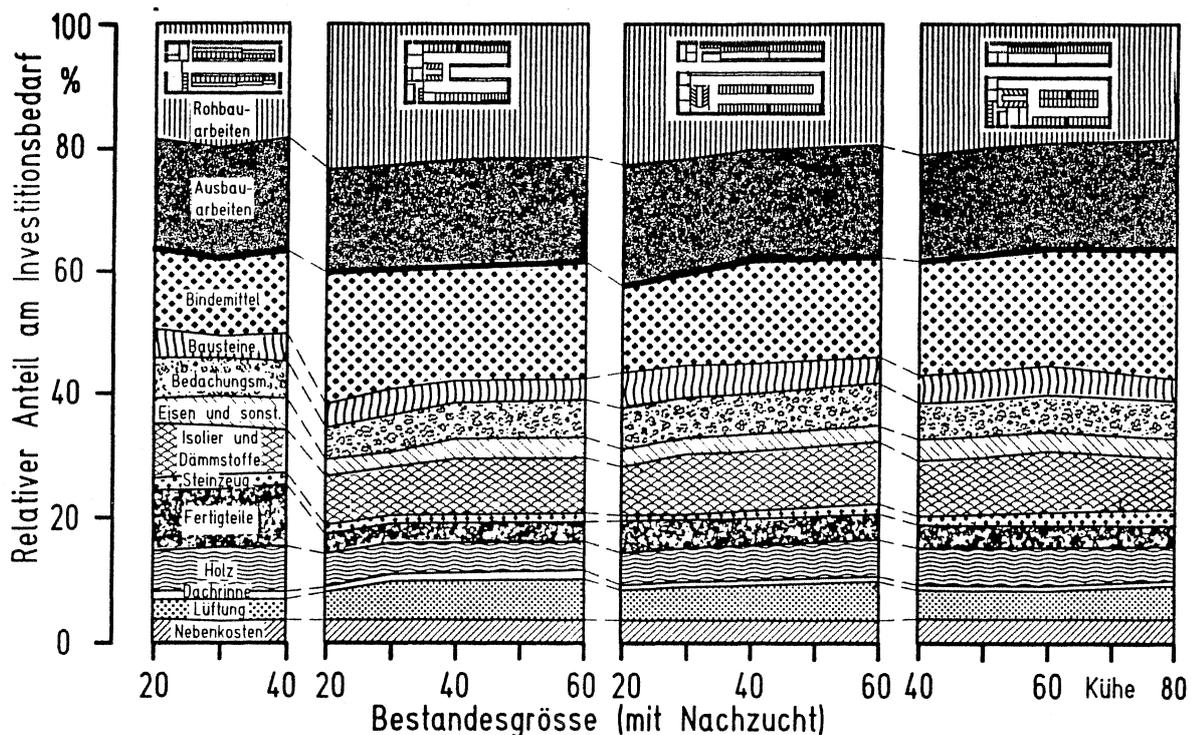


Abbildung 81: Relative Anteile der Baumaterialien und der Arbeitszeit am Investitionsbedarf der Stallssysteme für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Deutlich wird nun der überragende Anteil der Arbeitszeit zur Erstellung der Stallhülle ersichtlich, wobei der Anteil für die Rohbauarbeiten dominiert. Dieser Anteil ist zwischen den verschiedenen Stalltypen unterschiedlich und erreicht beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall den höchsten Wert. Generell ist er aber abnehmend bei zunehmender Bestandesgröße.

Bei den Materialien zeigt sich dagegen eine Vielzahl beteiligter Elemente. Allen voran stellen die Bindemittel den höchsten Anteil. Ihnen folgen die Iso-

lier- und Dämmstoffe, das benötigte Holz und schließlich der Aufwand für das Bedachungsmaterial und für die Lüftung.

Im Sinne möglicher Eigenleistungen ergeben sich daraus zwar nur sehr eingeschränkte, in ihrer Auswirkung jedoch sehr bedeutende Möglichkeiten. Würden nämlich von handwerklich geschickten Landwirten die gesamten Arbeiten übernommen und könnte zusätzlich eigenes Holz gestellt werden, dann würden die damit möglichen Einsparungen insgesamt nahezu 50 % des benötigten Investitionsbedarfes für das Stallgebäude betragen. Hinzu kämen nicht unerhebliche Anteile an Arbeit für die benötigten Lagerräume. Bei diesen gilt im Einzelnen sogar ein noch höherer relativer Anteil beim Investitionsbedarf für die Arbeit.

Speziell trifft dies für die Heubergehallen zu. Diese werden derzeit vielfach fast vollständig von geschickten Landwirten selbst erstellt. Eigenes Holz ist dabei sehr oft die Basis. Die erforderlichen Unterlagen für die Planung einschließlich der Materiallisten sind Teil des Beratungssystems der Landtechnik Weihenstephan.

Gleiches gilt für die Silos, wenn diese als "Traunsteiner Silos" ebenfalls weitgehend in Eigenregie und Eigenleistung erstellt werden. Dagegen sind die Möglichkeiten bei der Fertigung in Ortbeton weitgehend eingeschränkt und beziehen sich nahezu ausschließlich auf Erdarbeiten und weniger umfangreiche Zulieferarbeiten.

Diese Situation trifft auch bei den Güllelagern zu. Bedingt durch die mittlerweile wirksamen gesetzlichen Vorgaben sind dabei die Möglichkeiten der Eigenleistung sehr stark eingeschränkt worden.

Insgesamt gesehen ergeben sich trotzdem sehr umfangreiche Möglichkeiten der Eigenleistung. Sie müssen deshalb in die Überlegungen einbezogen werden, wobei drei wesentliche Vorgaben zu betrachten sind:

- Eigenleistung durch eigene Arbeit am Bau mit max. 2000 h/Baudurchführung.
- Eigenleistung durch Arbeitsleistungen über den Betriebs- hilfsdienst für alle über max. 2000 h/Baudurchführung hinausgehende Eigenleistungen.
- Einbringung von eigenen Materialien in Form von Holz und Kies.

#### 5.1.4.4.1 Eigene Arbeitszeit

Eigene Arbeitszeit kann für Baumaßnahmen in einem landwirtschaftlichen Betrieb nicht unbegrenzt zur Verfügung gestellt werden. Vielmehr ist davon auszugehen, daß für eine Gesamtbaumaßnahme ohne Beeinträchtigung der erforderlichen Restarbeiten und unter Berücksichtigung zusätzlicher Arbeit für die erschwerte Tierhaltung und Tierversorgung je nach Baudauer maximal 2000 h bereitgestellt werden können. Dabei sind jedoch entsprechend den Fähigkeiten der einzelnen Landwirte unterschiedliche Eigenleistungsanteile sinnvoll. Realitätsnah sind wahrscheinlich drei Alternativen mit

- 30 % der benötigten Arbeitszeit (einfache Arbeiten ohne spezielle Fähigkeiten) werden durch Eigenleistung erbracht.
- 70 % der benötigten Arbeitszeit (auch Mauerer- und Putzarbeiten) werden durch Eigenleistung erbracht.
- 100 % der benötigten Arbeitszeit (auch die Zimmererarbeiten) werden durch Eigenleistung erbracht.

In allen Fällen unterliegt der Landwirt der Bauaufsicht der Handwerkermeister, die vollständige Abdeckung aller Arbeiten durch Eigenleistung bleibt jedoch die Ausnahme. Nochmals sei zudem erwähnt, daß sich die nachfolgenden Kalkulationen ausschließlich auf das Stallgebäude beziehen und damit letztlich nur einen Teil der möglichen Einsparungen darstellen, sofern diese nicht ohnehin durch die limitierte Arbeitsleistung je Bauvorhaben begrenzt wird.

Entsprechend diesen Annahmen können dann die einzelnen Alternativen analysiert werden, wobei zuerst von 30 % Eigenleistungsanteil ausgegangen wird (Abb. 82).

Durch diese Maßnahme wird insgesamt der erforderliche Investitionsbedarf je Stallsystem um etwa 6 - 7 % verringert. Absolut treten jedoch innerhalb der Stallsysteme deutliche Unterschiede auf. So ist die Reduzierung beim eigenleistungsfreundlicheren 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall am höchsten. Z.B. beträgt diese bei den 60-Kuhherden um etwa die Hälfte mehr als beim dort konkurrierenden 3-reihigen Liegeboxenstall. Die max. zulässige Arbeitszeit von 2000 h/Bauvorhaben wird jedoch in keinem Fall erreicht.

Erhöht sich der Eigenleistungsanteil auf 70 %, dann sind die möglichen Einsparungen entsprechend größer (Abb. 83).

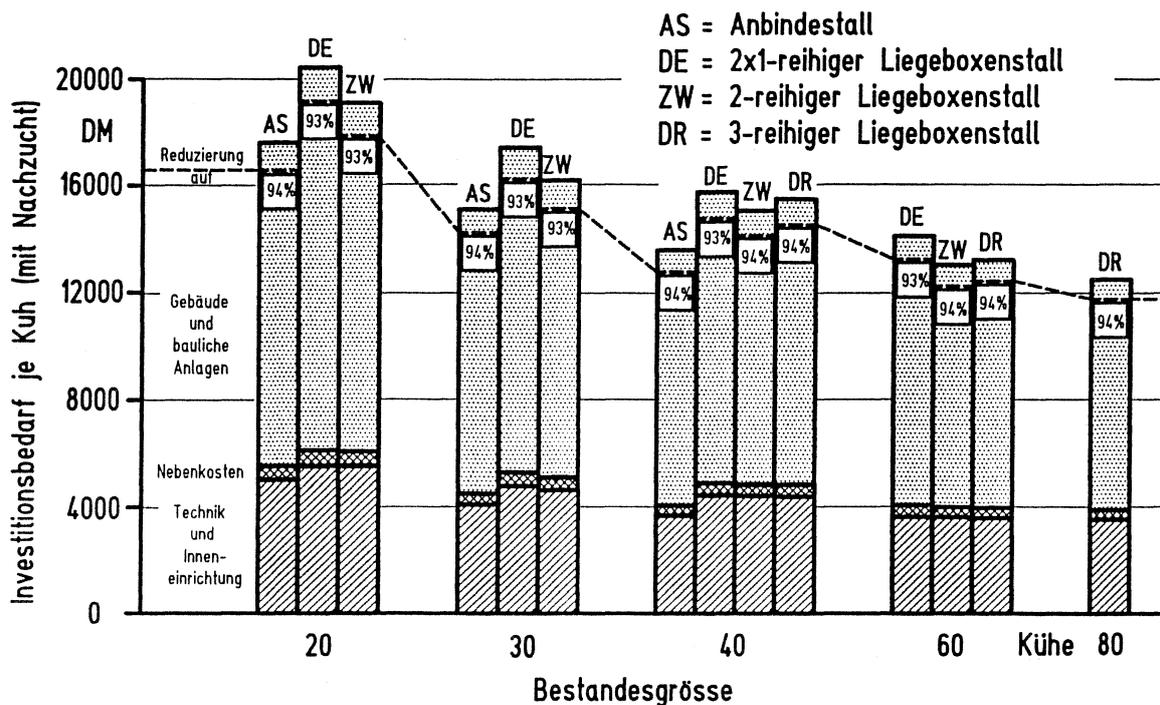
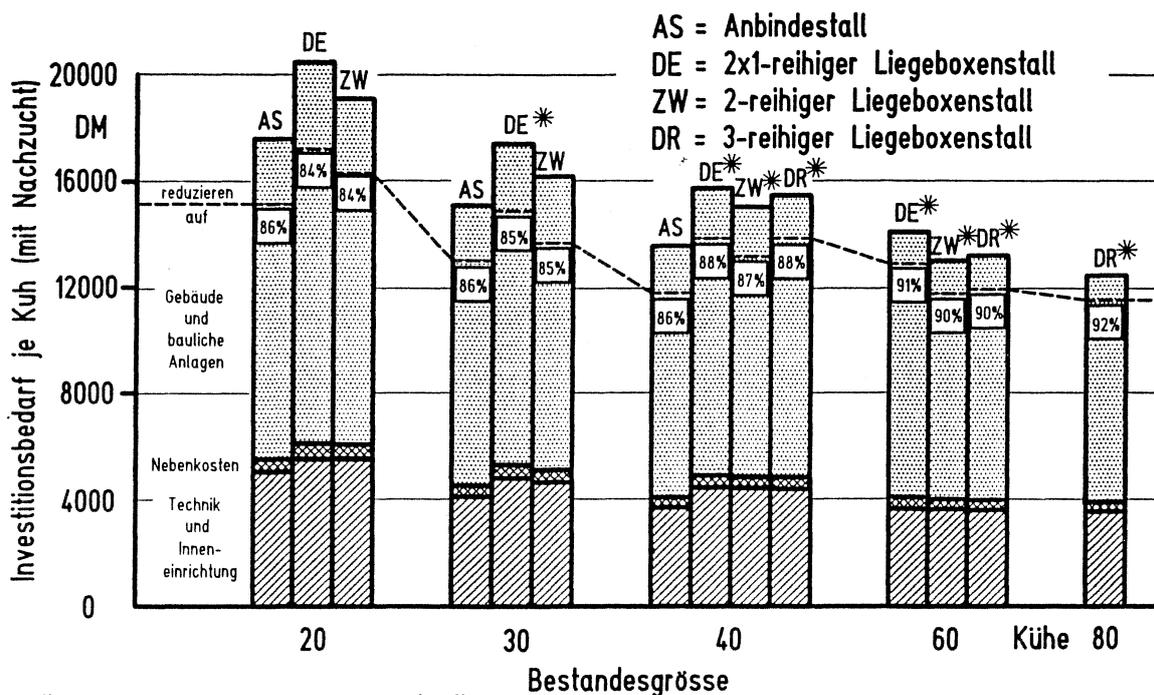


Abbildung 82: Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden, einzubringen sind max. 30 % der benötigten Arbeitszeit ohne Entlohnungsanspruch)



\* max. 2000 h/Bauvorhaben ausgeschöpft

Abbildung 83: Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden bei max. 70 % der benötigten Arbeitszeit ohne Entlohnungsanspruch)

Nummehr bewegen sich die Verringerungen des Investitionsbedarfes abnehmend mit zunehmender Bestandesgröße zwischen 14 und 8 %. Schon ab 30, generell bei allen Laufställen ab 40 Kühen reichen die verfügbaren maximalen 2000 Arbeitsstunden an Eigenleistung nicht mehr für das gesamte Bauvorhaben aus. Bei den kleineren Herdengrößen führt diese Maßnahme immerhin zu Einsparungen von 2000 bis 2500 DM je Kuh mit Nachzucht. Dadurch käme z.B. der Anbindestall für 40 Kühe auf nahezu den gleichen Investitionsbedarf wie ein 2-reihiger Liegeboxenstall für 60 Kühe.

Schließlich erfolgt dann die geringstmögliche Investition, wenn alle erforderliche Arbeit durch Eigenleistung erbracht wird, wobei jedoch wiederum die Restriktion mit max. 2000 h/Bauvorhaben zutrifft (Abb. 84).

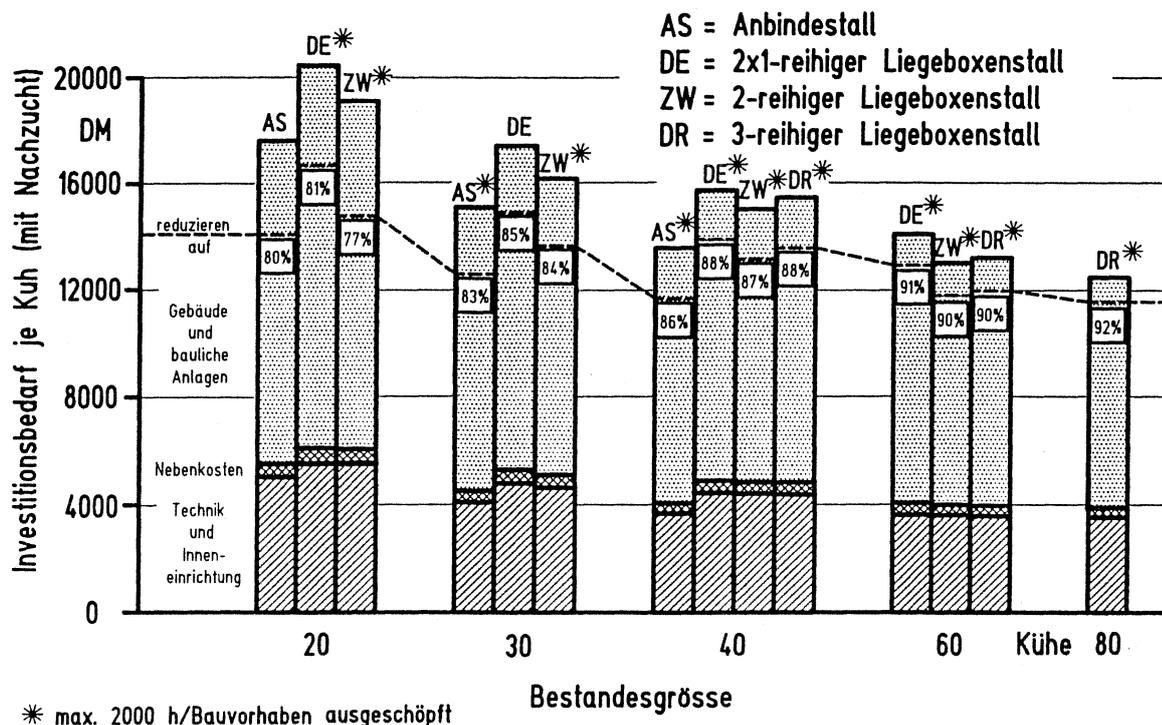


Abbildung 84: Investitionsbedarf für Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von jeweils max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch)

Mit Ausnahme des Anbindestalles für 20 Kühe mit Nachzucht schöpfen nun alle anderen Stallssysteme die gesamte Eigenleistungskapazität aus. Die entsprechenden Einsparungen beim Investitionsbedarf bewegen sich dadurch zwischen 20 und 8 % oder zwischen 4000 und 1000 DM/Kuhplatz (einschl. Nachzucht). Generell hat sich die Degression durch die Bestandesgröße sehr stark abgeflacht und mit ihrem Haupteffekt an die Bestandesgrößen zwischen 20 und 30 Kühen herangeschoben.

5.1.4.4.2 Überbetrieblicher Arbeitseinsatz

Gegenüber der alleinigen Eigenleistung bietet sich durch Inanspruchnahme des-Maschinen- und Betriebshilfsringes eine zusätzliche Möglichkeit der Investitionssenkung. Nunmehr müssen jedoch wiederum realitätsnahe Unterstellungen getroffen werden. Diese sind:

- Die mögliche Eigenleistung beträgt weiterhin maximal 2000 h/Bauvorhaben.
- Die Inanspruchnahme des Betriebshilfsringes muß mit 15 DM/h entlohnt werden.
- Über den Betriebshilfsring kann nun jedoch auch bei höherem Arbeitsbedarf alle erforderliche Arbeit abgedeckt werden.

Aufbauend auf diese Annahmen sollen dafür mögliche Alternativen untersucht werden. Dabei wird zuerst von der Situation ausgegangen, daß der Landwirt seine eigene Arbeitsleistung mit den obengenannten 30 % der benötigten Arbeitszeit einbringt und über Spezialisten des Betriebshilfsringes weitere 40 % abdecken kann (Abb. 85).

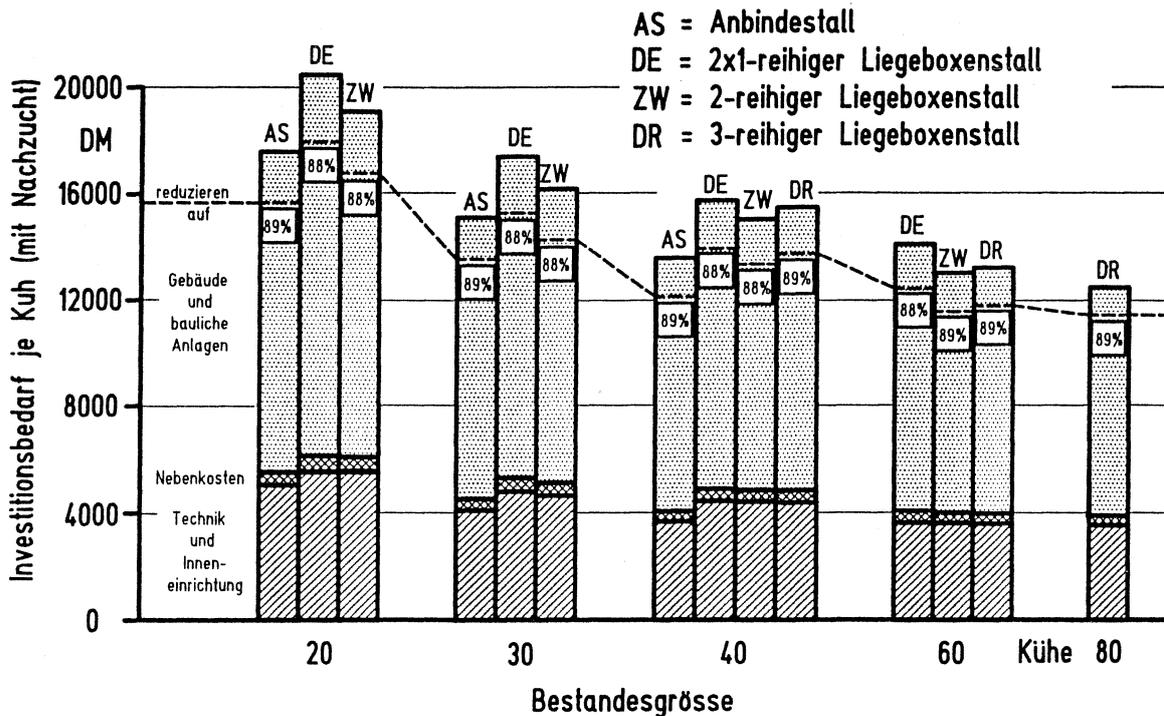


Abbildung 85: Investitionsbedarf für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von 30 % bei max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch und 40 % der benötigten Arbeitszeit über den

Nutznieser dieser Maßnahmen wären nun verstärkt die größeren Bestände, denn sie können dadurch ohne Einschränkung erhebliche Investitionen einsparen. Gleichwohl ist zu bedenken, daß die dadurch erzielten Einsparungen gegenüber der reinen betrieblichen Eigenleistung geringer sind, weil die Betriebshilfsringarbeitskräfte mit einem Stundensatz von 15 DM entlohnt werden müssen.

In Ergänzung zur verstärkten Eigenleistung aufgrund höherer Fähigkeiten des Landwirtes wird in der nächsten Alternative ein Eigenleistungsanteil von 70 % (max. 2000 h/Bauvorhaben) und die Ableistung der restlichen Stunden durch den Betriebshilfsring unterstellt, wodurch auch für größere Stallsysteme die wohl günstigste Möglichkeit erreicht wird (Abb. 86).

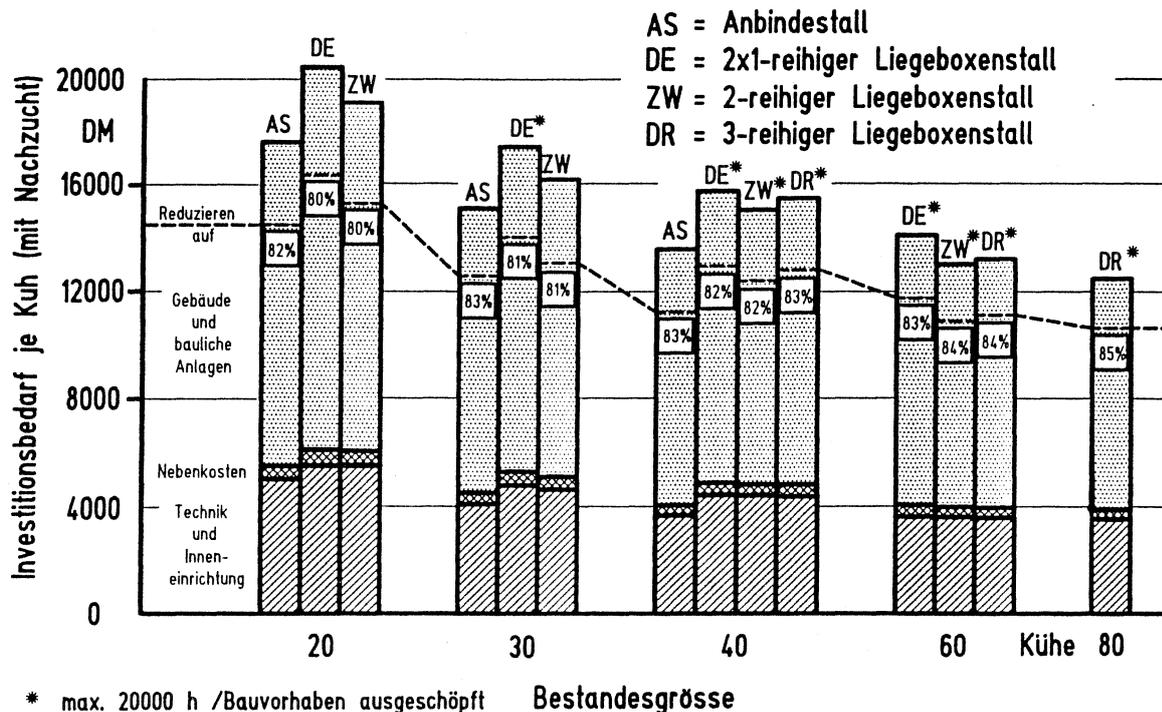


Abbildung 86: Investitionsbedarf für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung von 70 % bei max. 2000 Arbeitstunden ohne Entlohnungsanspruch und den Rest der benötigten Arbeitszeit über den Betriebshilfsring mit 15 DM/AKh)

Speziell bei den großen Herden sinkt nun der Investitionsbedarf nahezu bis auf 10000 DM/Kuhplatz (mit Nachzucht) ab. Die Unterschiede durch die Bestandesgrößendegression verschwinden beim 3-reihigen Liegeboxenstall zwischen 60 und 80 Kühen fast vollständig. Auch die Unterschiede zwischen 40 und 60 Kühen sind relativ klein geworden. Abweichend von diesem Niveau liegen lediglich die klei-

neren Laufställe in ihrem Investitionsbedarf erheblich höher, wobei gerade dort die Unterschiede zum Anbindestall wiederum sehr klein geworden sind.

5.1.4.4.3 Material

Durch die zusätzliche Bereitstellung eigener Materialien läßt sich über die Formen der Eigenleistung hinaus eine weitere Senkung des Investitionsbedarfes erreichen. Die verbreitetste Möglichkeit dürfte dabei die Bereitstellung von Holz aus dem eigenen Wald sein.

Nach RITTEL 1979 /72/ ergibt sich dabei eine Preisdifferenz bei 20 m<sup>3</sup> Kantholz von 1080 DM gegenüber Bezug und Lieferung frei Baustelle (7200 DM). Landwirte mit Eigenholzlieferung können somit durch eigenes Holz den Investitionsbedarf um weitere 15 % senken. Die untersuchten Stallsysteme erfahren dadurch in Verbindung mit der günstigsten Form der Eigenleistung an Arbeit eine weitere Senkung des Investitionsbedarfes (Abb. 87).

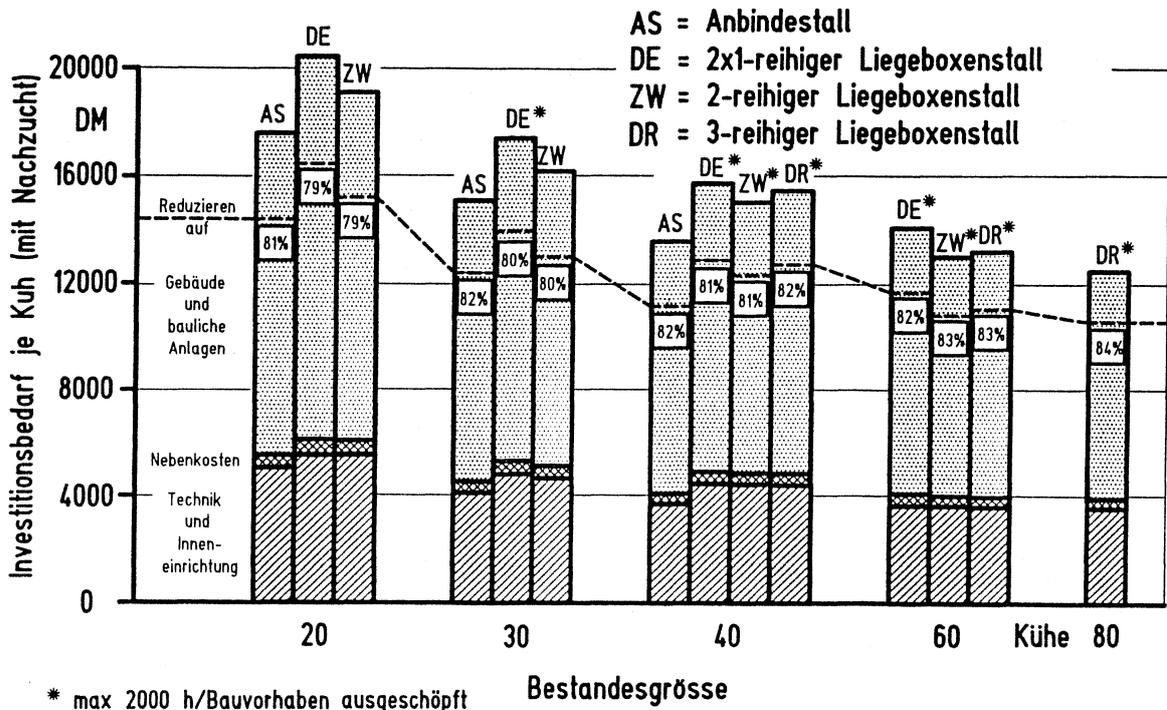


Abbildung 87: Investitionsbedarf für Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Berücksichtigung Eigenleistung bei Arbeit und Holz)

Allerdings fällt die dadurch mögliche Verringerung des Investitionsbedarfes relativ bescheiden aus. Nahezu gleichbleibend für alle Stallssysteme bei allen Bestandesgrößen beträgt sie etwa 1 % und bestätigt dadurch entsprechende Kalkulationen von RITTEL 1979 /72/.

Andere Lieferungen an eigenem Material sind dagegen sehr stark eingeschränkt. Allenfalls könnte eigener Kies bei Aufschüttungen und Hinterfüllungen eine zusätzliche Möglichkeit darstellen. Insgesamt dürfte jedoch dessen Wirkung auf den Gesamtinvestitionsbedarf in sehr engen Grenzen liegen.

## 5.2 Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung

Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung stellen für die Stallssysteme täglich spürbare Kenngrößen dar. Dabei gewinnt durch die ungünstiger werdende Altersstruktur in der Praxis die Arbeitsbelastung mehr und mehr an Bedeutung. Insofern muß bei einer Einordnung versucht werden, beide Kenngrößen gemeinsam zu beurteilen. Ausgehend von der möglichen Arbeitskapazität aus der reinen Arbeitszeitkalkulation soll deshalb daran anschließend die Einordnung an den Grenzwerten der Arbeitsbelastung erfolgen. Erst danach sind Gesichtspunkte zur Verbesserung der Arbeitsqualität und der Arbeitsorganisation anzusprechen.

### 5.2.1 Arbeitskapazität

Die Arbeitskapazität stellt die Arbeitsleistung je Zeiteinheit dar. In der Milchviehhaltung werden darunter die je Person und Jahr zu haltenden Kühe verstanden. Allerdings sind die in der Literatur genannten Werte für diese Kenngröße sehr unterschiedlich definiert, wobei die Stundenzahl je Person und Jahr als kritische Größe anzusehen ist. Wird dabei z.B. von der tariflichen Arbeitszeit ausgegangen, dann würden 1883 Stunden/Jahr zur Verfügung stehen /31/. Dieses Gesamtarbeitsvolumen dividiert mit dem Arbeitszeitbedarf je Kuh ergäbe dann die Arbeitskapazität. Für den untersuchten Anbindestall mit 20 Kühen und Nachzucht wären dies  $1883 : 83 = 22,7$  Kühe. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß in der Praxis die tarifliche Arbeitszeit keine Anwendung findet und Milchviehhaltung mit Lohnarbeitskräften heute eher die Ausnahme darstellt. Auch die Tatsache, daß nicht die Gesamtarbeitszeit einer Person für die Milchviehhaltung herangezogen werden kann, spricht gegen diese Berechnungsweise. Daran würde auch ein Ansatz mit mehreren Arbeitskräften nichts ändern /84/, denn Milchviehhaltung ist durch die Melkzeiten an Tageszeiten gebunden. Folglich muß die täg-

lich verfügbare Arbeitszeit für das Melken die Arbeitskapazität in der Milchviehhaltung bestimmen.

Wiederum in Verbindung mit der Arbeitsbelastung wird deshalb für diese Untersuchung ein anderer Berechnungsmodus verwendet. Ausgehend von der Annahme, daß die maximale Melkdauer je Tag nicht länger als 1,5 h im Anbindestall (höhere Arbeitsbelastung) und 2 h im Laufstall (geringere Arbeitsbelastung) betragen soll, bildet dieser Wert die Ausgangsgröße. Nach Abbildung 38 kann daraus problemlos die täglich erforderliche Arbeitszeit bestimmt werden und führt zu folgenden Werten in Abhängigkeit vom Stallsystem und von der Bestandesgröße (Tab. 18).

Tabelle 18: Mittlere tägliche Arbeitszeiten für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße  
(Gesamtmelkzeit: Anbindestall = 1,5 h/Tag,  
Laufstall = 2 h/Tag)

Bestandesgröße mit Nachzucht	Stallform			
	Anbindestall		Laufstall	
	Anteil melken (%)	tägl. Stallzeit (h)	Anteil melken (%)	tägl. Stallzeit (h)
20	41	3,66	55	3,64
30	44	3,41	52	3,85
40	46	3,26	47	4,26
60			46	4,35
80			46	4,35

Unter Berücksichtigung dieser Ausgangswerte ergeben sich dann für die Praxis direkt umsetzbare Arbeitskapazitäten (Abb. 88).

Danach erreichen die Arbeitskapazitäten relativ bescheidene, in der Praxis jedoch übliche Größen. Eine Arbeitsperson könnte danach im Anbindestall zwischen 16 und 20 Kühe mit Nachzucht versorgen. Die Laufställe liegen bei den 20-Kuhherden unterhalb den Anbindeställen. Schon ab 25 Kühe werden dagegen die Laufställe günstiger. Entsprechend der Bestandesgrößendegression liegt nun der Hauptteil der Progression bis etwa 60 Kühe und beträgt dann 32 Kühe/AKh und Jahr.

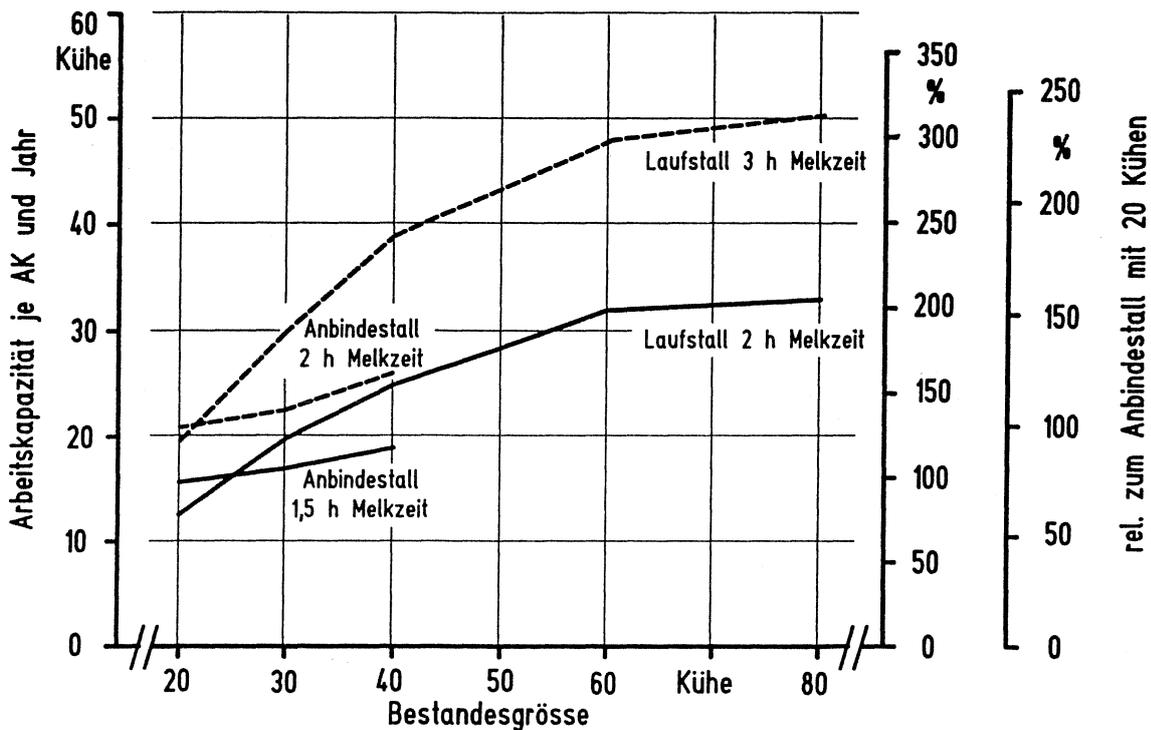


Abbildung 88: Arbeitskapazität je Arbeitskraft und Jahr für die Stallssysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Erhebliche Steigerungen in der Arbeitskapazität treten erst auf, wenn die täglich zulässigen Melkzeiten erhöht würden. Dann könnten bis zu maximal 50 Kühe je Arbeitskraft versorgt werden.

Somit zeigt sich, daß im Grunde alle Kuhbestände oberhalb des derzeitigen Durchschnittes in der BR-Deutschland eigentlich Zwei- und Dreimannbetriebe sind (Abb. 89).

Demnach liegen die Bestandesgrößen von 20 - 60 Kühe aller Stallssysteme mit Ausnahme des 40-Kuh-Anbindestalles innerhalb der 1 - 2 Personengrenze. Erst ab 70 Kühe mit Nachzucht wird dazu eine dritte Person erforderlich. Überraschend deutlich kommt zudem zum Ausdruck, daß die benötigte AK-Zahl zwischen 25 und etwa 50 Kühen gleich ist. Insofern sind dies die interessantesten Bestandesgrößen aus der Sicht der Arbeitskapazität.

Hingegen würde eine Verlängerung der täglich zulässigen Melkzeiten die kleinen Laufställe zu 1-Mann-Betrieben werden lassen. Auch dies scheint ein sehr interessanter Gesichtspunkt zu sein.

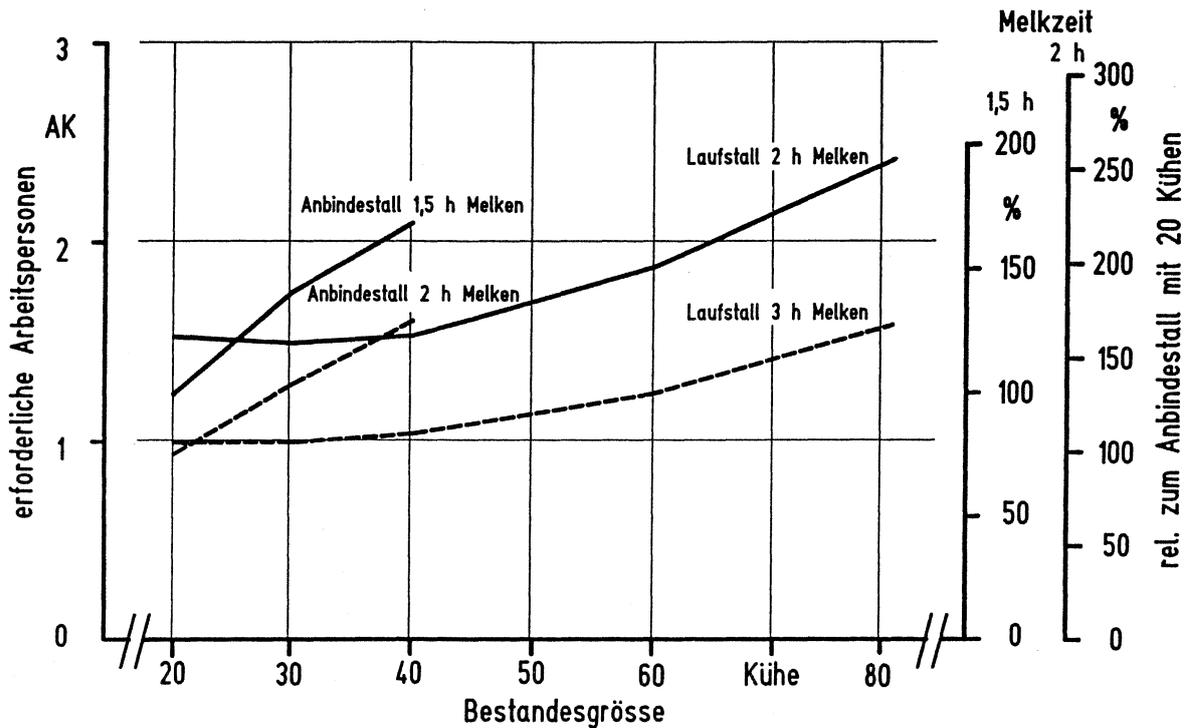


Abbildung 89: AK-Bedarf für die Stallsysteme der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Personenzahl und der Bestandesgröße

### 5.2.2 Arbeitsbelastung und Stallsystem

Alle diese Werte beruhen auf den Arbeitszeitbedarfskalkulationen im Kapitel 4. Dort wird jedoch bei der jeweiligen Arbeitsbelastung festgestellt, daß von den untersuchten Stallsystemen lediglich der 2' \* 1-reihige Liegeboxenstall bis zu einer Bestandesgröße von etwa 25 Kühen mit Nachzucht mit Hilfe der unterstellten Technik von Mann oder Frau zu betreiben wäre. Alle darüberliegenden Herdengrößen und ebenso alle anderen Stallsysteme müßten dagegen als Stallsysteme für den Mann bezeichnet werden. Dabei erfordert der Anbindestall sogar mit nahezu 14 kJ/min eine über 80 %ige Belastung des Mannes auf Dauer, weshalb dieses Stallsystem älteren Menschen - also auch Männern - eigentlich nicht zuzumuten ist. Gleiches gilt aber auch für die größeren Laufställe mit 40 und mehr Kühen, wobei zusätzlich die geistige Belastung erhebliche Ausmaße annimmt. Konsequenterweise muß deshalb künftig über geeignete Maßnahmen eine Entlastung herbeigeführt werden, wobei der Technik die zentrale Bedeutung zukommt.

Um diese technischen Maßnahmen entsprechend auswählen und einordnen zu können,

soll deshalb zunächst eine Analyse nach der Arbeitsbelastung durchgeführt werden. Dabei erscheint jedoch eine weitere Trennung in die Belastungsgrenzen nach Frau und Mann nicht sinnvoll zu sein. Vielmehr soll dazu auf eine allgemeingültige Dauerleistungsgrenze zurückgegriffen werden. Sie beruht auf MÜLLER, zitiert bei SPITZER, HETTINGER und KAMINSKY 1982 /85/ und geht von 14,1 kJ/min aus. Trotz des dabei unterstellten 8 Stunden-Tages in einer 40-Stunden-Woche scheint dieser Wert bei fehlender wissenschaftlicher Untermauerung für den landwirtschaftlichen Bereich annehmbar zu sein, da innerhalb dieser Untersuchung die zusammenhängende Arbeitszeit bei maximal 2 bis 3 Stunden liegt und innerhalb dieser Tätigkeiten trotz längerer Melkarbeit ein Wechsel der Arbeiten stattfindet. Wenig belastende Arbeiten müssen demnach unterhalb dieser Grenze mit abgerundet 14 kJ/min liegen (gilt für Mann und Frau gleichermaßen). Für alle darüberliegenden Tätigkeiten sind hingegen technische Hilfen, zu einer Reduzierung der entsprechenden Belastung, zu suchen.

#### 5.2.2.1 Arbeiten unterhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze

Von den durchzuführenden Tätigkeiten in der Milchviehhaltung können nur wenige als "gering belastend" eingestuft werden (Tab. 19).

Tabelle 19: Arbeiten in der Milchviehhaltung unterhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze (14 kJ/min)

Tätigkeit	Anbindestall			Laufstall		
	Bestandesgröße von (Kühe)	bis (Kühe)	rel. Anteil (%)	Bestandesgröße von (Kühe)	bis (Kühe)	rel. Anteil (%)
Kraftfutter füttern	alle		0,6	alle		0,8
Melken	alle		43,6	alle		47,1
Entmisten				20	23	1,1
Kälberhaltung	alle		1,6			
Sonderarbeiten	20	30	8,4	alle		9,6
rel. Anteil (Summe)			54,2			58,6

### 5.2.2.2 Arbeiten oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze

Bedingt durch den hohen Anteil der Melkarbeiten fallen relativ wenig Arbeiten in die Kategorie der oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze liegenden Tätigkeiten (Tab. 20).

Tabelle 20: Arbeiten in der Milchviehhaltung oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze (14 kJ/min)

Tätigkeit	Anbindestall			Laufstall	
	Bestandesgröße von (Kühe)	bis (Kühe)	rel. Anteil (%)	Bestandesgröße von (Kühe)	rel. Anteil (%)
Grundfutter füttern	alle		28,7	alle	31,4
Entmisten	alle		8,1	ab 23	1,6
Kälberhaltung				alle	1,8
Vor- und Nacharbeiten	alle		8,2	alle	7,7
Sonderarbeiten	30	40	8,4		
rel. Anteil (Summe)			54,2		42,5

Körperlich schwere Arbeiten sind demnach vor allem alle Fütterungsarbeiten und die Entmistungsarbeiten. Dies mag im ersten Moment überraschen, da ja für beide Tätigkeitsbereiche ausgereifte Techniken vorhanden sind. Allerdings darf nicht vergessen werden, daß bei der unterstellten Fütterung mit dem Blockschneider nur eine Teillösung vorliegt. Diese Technik nimmt dem Menschen zwar die schwere Tätigkeit der Silageentnahme ab. Hingegen beläßt sie ihm die Zuteilung der Silage in den Futtertrog. Gleiches gilt mit Ausnahme der sehr großen Bestände auch für die Sommerstallfütterung, bei welcher die Zuteilarbeit in den Trog weiterhin manuelle Tätigkeit darstellt. Für die unterstellten Bestände mit Nachzucht ergeben sich daraus je Jahr gewaltige Mengen manuell zu bewegenden Futters (Tab. 21).

Ähnliches gilt für die Entmistung mit der dabei erforderlichen Einstreu. Die gesamte Ballentechnik endet nämlich heute im Lager (wenn die Tore nach der Ernte geschlossen sind). Innerbetrieblich ist dagegen die gesamte Handhabung weiterhin auf der Handarbeitsstufe stehen geblieben, weshalb ausgehend von den

Tabelle 21: Gesamtfuttermengen (in t/a) für die untersuchten Stallsysteme der Milchviehhaltung

Futterart	Bestandesgrößen (Kühe mit Nachzucht)				
	20	30	40	60	80
Grünfutter	287	430	573	860	-
Grassilage	81	121	161	242	-
Maissilage	146	219	293	439	-
Heu	12	19	25	37	50
Kraftfutter	15	22	29	44	58
Gesamtmenge	541	811	1081	1622	108

dabei herrschenden Arbeitsbedingungen (Schmutz und zusätzlich Konkurrenz mit dem Tier), auch dieser Bereich im Grunde ein Stiefkind der Mechanisierung geblieben ist (der Flüssigmist hat das Problem nur teilweise gelöst).

Bei den Sonderarbeiten sind es dagegen vor allem die gesamten Reinigungsarbeiten der Stallgänge und die Desinfektionsarbeiten. Hinzu kommen die Klauenpflegearbeiten und die Geburtshilfe. Verständlicherweise sind diese Arbeiten stark manuell ausgeprägt und werden es auch in Zukunft sein.

### 5.2.3 Möglichkeiten zur Senkung der Arbeitsbelastung

Eine Senkung der Arbeitsbelastung ist deshalb nur möglich, wenn entweder durch eine entsprechende Organisation oder durch geeignete Techniken Abhilfe geschaffen werden kann. Für den Bereich der Grundfutterfütterung bieten sich dazu drei wesentliche Möglichkeiten an:

- Weidegang
- Blockschneiderersatz durch Futtermischwagen
- Futtermischwagen und Ganzjahressilage

### 5.2.3.1 Weidegang

Weidegang kann in Form der Halbtages- oder Ganztagesweide betrieben werden. Die Melkarbeiten erfolgen bei der Ganztagesweide im Stall oder in wenigen Fällen auf der Weide. Bei der Halbtagesweide wird dagegen immer im Stall gemolken. Aufgrund der insgesamt geringeren Bedeutung des Weidemelkens kann diese Haltungform außer Betracht bleiben.

Unterschiede im Arbeitszeitbedarf und der Arbeitsbelastung ergeben sich für die genannten Verfahren mit Stallmelken vor allem durch die vorhandene oder fehlende Arrondierung der Weideflächen. Liegen arrundierte Weideflächen mit z.T. fest installierten Treibwegen vor, dann reduziert sich der Treibaufwand auf ein Minimum. Nicht arrundierte Flächen erfordern dagegen immer einen höheren Aufwand und z.T. eine zweite Treibperson, wenn mit größeren Herden verkehrsreiche Straßen begangen oder überquert werden müssen.

Umfassende eigene Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf für den Weidegang /11, 16/ zeigten bei der dafür praxisrelevanten Unterstellung immer Vorteile für die Sommerstallfütterung (Abb. 90).

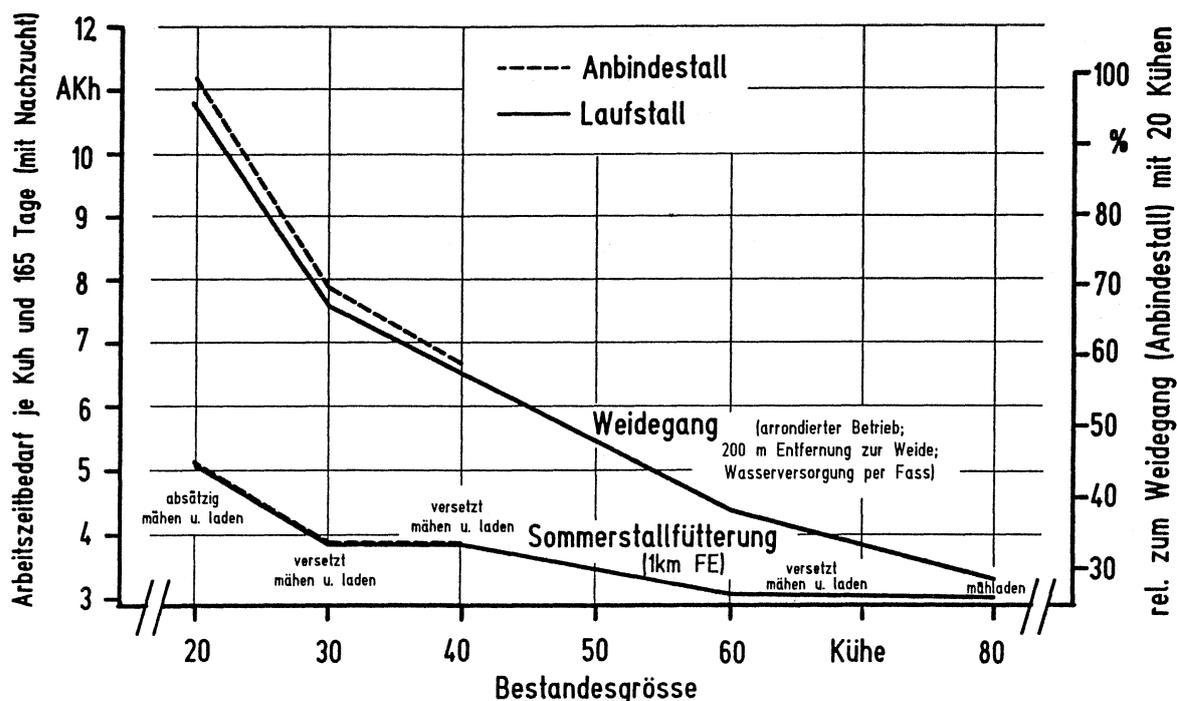


Abbildung 90: Arbeitszeitbedarf für Weidegang und Sommerstallfütterung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße (Ganztagesweide, Wasserversorgung per Faß, arrundierte Weideflächen, 200 m Entfernung zur Weide; 1 km FE bei Sommerstallfütterung)

Dabei ist der Weidegang immer ungünstiger. Nur noch geringe Differenzen liegen vor, wenn die Herden sehr groß sind und dadurch die Technik im Verhältnis zu klein wird. Starke Vorteile besitzt die Sommerstallfütterung vor allem bei den kleineren Herden. Beide Futterstrategien haben praktisch keinen Einfluß auf die Stallsysteme.

Allerdings tritt durch den Weidegang eine starke Senkung der Arbeitsbelastung ein (Abb. 91).

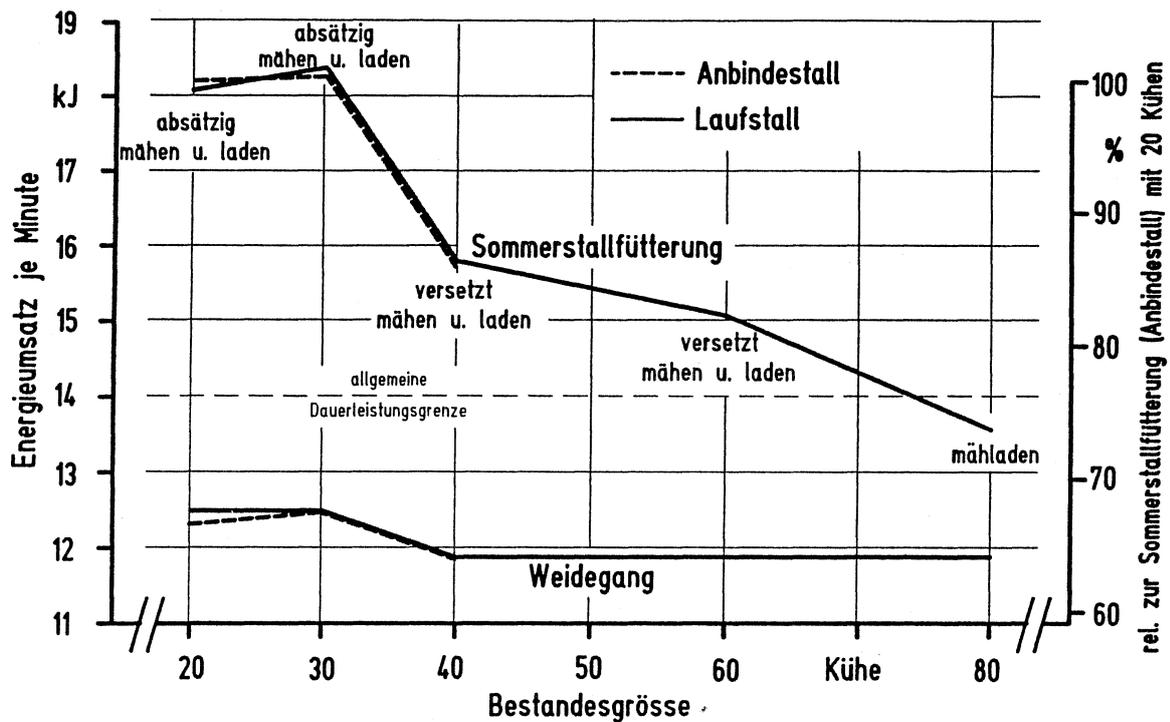


Abbildung 91: Arbeitsbelastung bei Sommerstallfütterung und Weidegang in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Sie liegt nahezu parallel zur Bestandesgröße und zeigt auch keine Unterschiede zwischen Anbinde- und Laufstall. Hingegen ist die Belastung bei der Sommerstallfütterung mit Futterzuteilung in den Trog sehr hoch (20 und 30 Kühe mit Nachzucht). Erträglicher, aber immer noch zu hoch, wird sie, wenn versetzt gemäht und geladen wird (40 und 60 Kühe) und erst das Mähladen mit dem Erntewagen und der direkten Futterzuteilung in den Trog führt zur Entlastung unter die allgemeine Dauerleistungsgrenze.

5.2.3.2 Blockschneiderersatz durch Futtermischwagen

Entsprechend den Annahmen für die Futterration wird Maissilage ganzjährig verabreicht. Weidegang löst deshalb nur ein Teilproblem der Fütterung. Um eine generelle Senkung der Arbeitsbelastung zu erreichen, muß deshalb der Blockschneider durch weniger belastende Techniken ersetzt werden. Dabei kann derzeit nur der Fräs- bzw. Fräsmischwagen als Technik die Entnahme und Zuteilarbeiten übernehmen. Dabei ist dann jedoch eine weniger gute Auslastung zu erreichen, weil im Sommer bei hohen Rüstzeitanteilen nur geringe Futtermengen verteilt werden (Abb. 92).

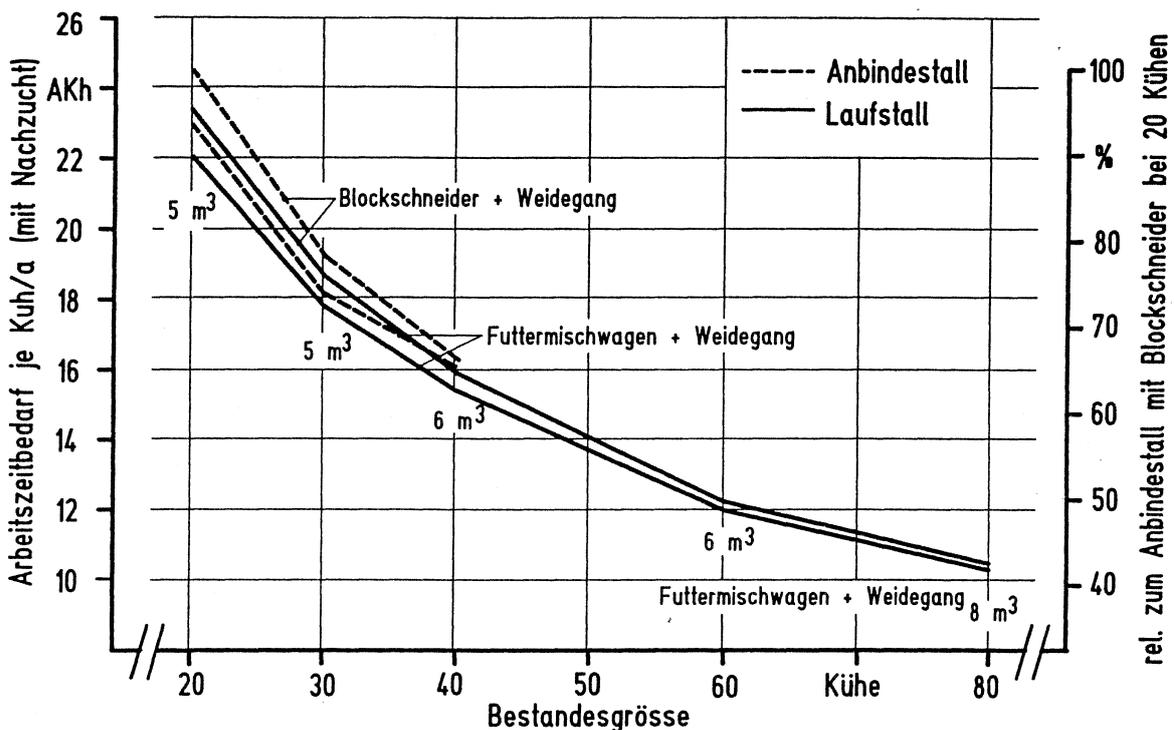


Abbildung 92: Arbeitszeitbedarf für die Grundfutterfütterung mit Blockschneider und Futtermischwagen bei Weidegang im Sommer für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Beim Arbeitszeitbedarf unterscheiden sich die beiden Techniken nur unwesentlich. Ein Mehrbedarf von etwa 1 AKh/Kuh und Jahr bei der 20-Kuhherde stellt lediglich einen Mehrbedarf von 5 % dar. Sehr deutlich ist dagegen die Degression durch die Bestandesgröße. Für beide Techniken gleichverlaufend reduziert sie den Arbeitszeitbedarf bei 80 Kühen gegenüber 20 Kühen mit Nachzucht um mehr als 50 %.

Entsprechend der Erwartung senkt der Fräsmischwagen die Arbeitsbelastung ganz beträchtlich (Abb. 93).

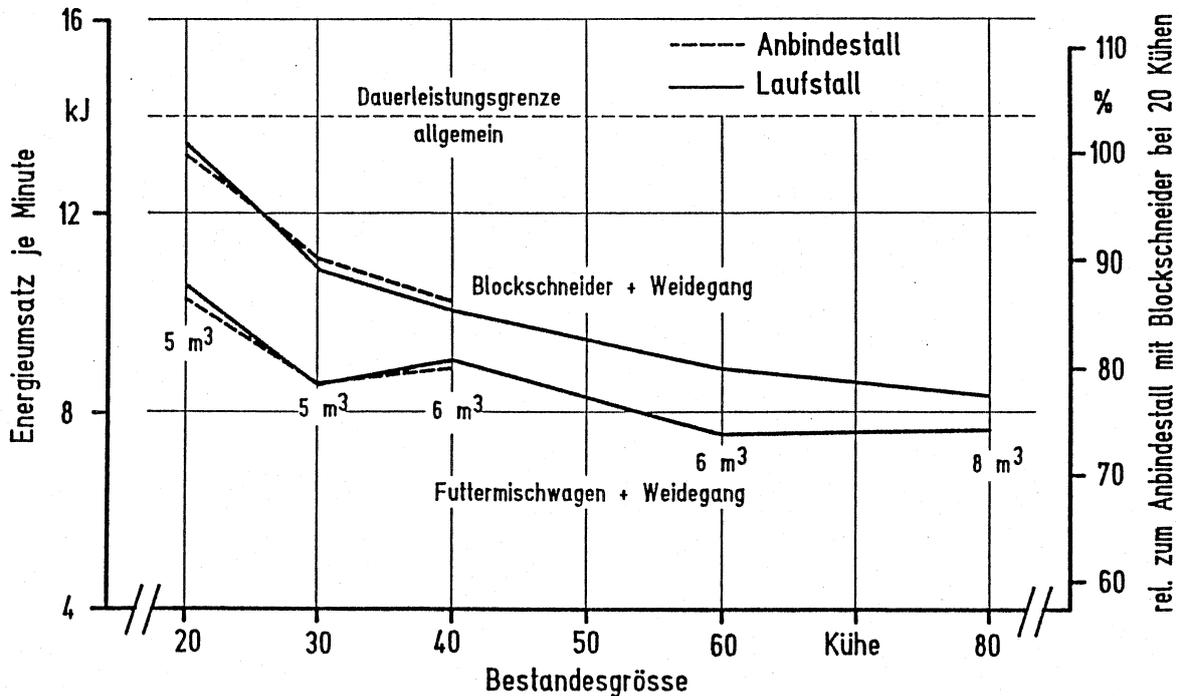


Abbildung 93: Arbeitsbelastung für die Grundfutterfütterung mit Blockschneider und Futtermischwagen bei Weidegang im Sommer für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Selbst bei der 20-Kuhherde wäre demnach die Tätigkeit "Grundfutter füttern" eine auf Dauer problemlos durchzuführende Tätigkeit, welche zudem problemlos von Frauen zu erledigen wäre.

### 5.2.3.3 Futtermischwagen und Ganzjahressilage

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den beiden vorangegangenen Abschnitten kann generell die günstigste Lösung nur erreicht werden, wenn mit der leistungsfähigsten Technik nur noch eine Futterart verfüttert wird. Aus diesem Grunde wird derzeit die Ganzjahressilage in der Praxis vermehrt diskutiert /24, 65/. Entsprechende Analysen sollen dafür die Abhängigkeiten im Arbeitszeitbedarf aufzeigen (Abb. 94).

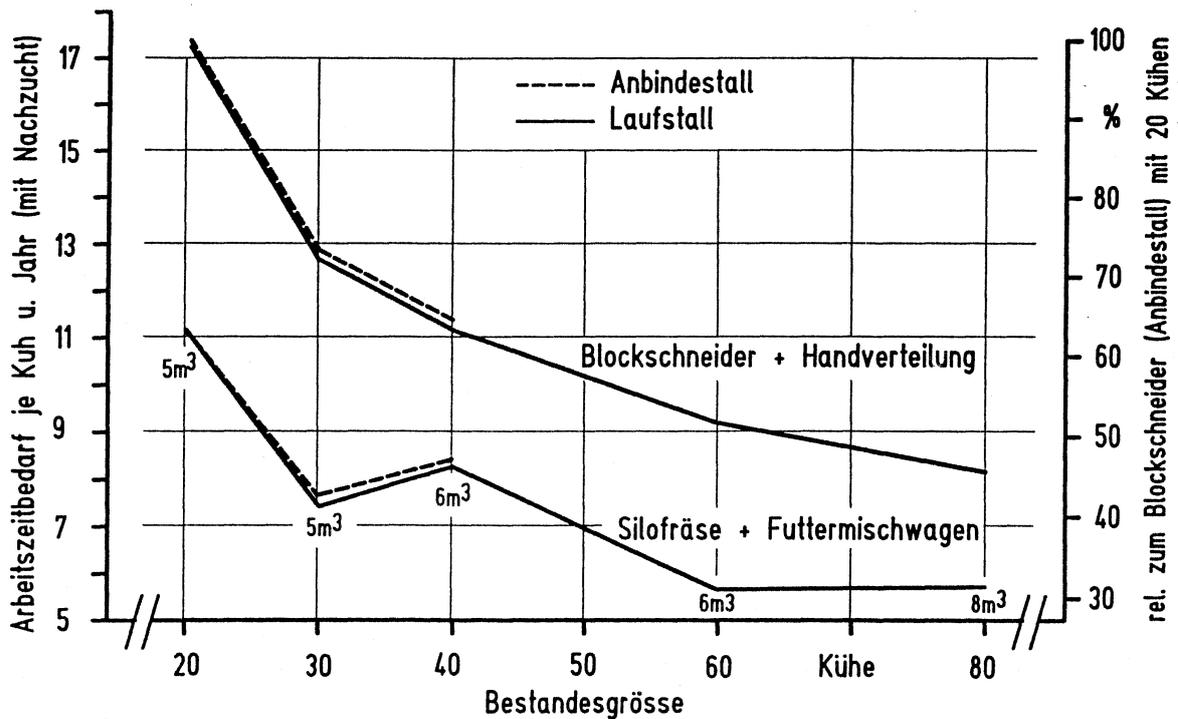


Abbildung 94: Arbeitszeitbedarf für die ganzjährige Silagefütterung mit Blockschneider und Fräsmischwagen in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Unter diesen Prämissen ergibt sich zugunsten des Fräsmischwagens eine gewaltige Differenz von etwa 40 % weniger Arbeitszeitbedarf. Mit zunehmender Herdengröße tritt zudem eine weitere Degression um 50 % auf, so daß gegenüber der Blockschneidertechnik bei 20 Kühen mit Nachzucht der Fräsmischwagen bei 80 Kühen mit Nachzucht nur noch etwa 1/3 des ursprünglich benötigten Arbeitszeitbedarfes erfordert. Für beide Techniken zeigt sich in etwa die gleiche Degression, Einflüsse durch die Stallssysteme sind nahezu nicht vorhanden.

Gleichzeitig erfährt durch diese Technik die Arbeitsbelastung eine erhebliche Veränderung (Abb. 95).

Ausgehend von 20 Kühen liegt der Siloblockschneider bei 20 Kühen weit über der Dauerleistungsgrenze des Mannes. Erst bei etwa 30 Kühen fällt er unter die allgemeine Dauerleistungsgrenze. Allerdings hält die Degression stark an und bringt bei den großen Herden eine Gesamtdegression von nahezu 50 %. Hingegen wird durch den Fräsmischwagen schon bei den kleinen Herden eine sehr starke Arbeitsentlastung erreicht, die sich mit zunehmender Herdengröße weiter redu-

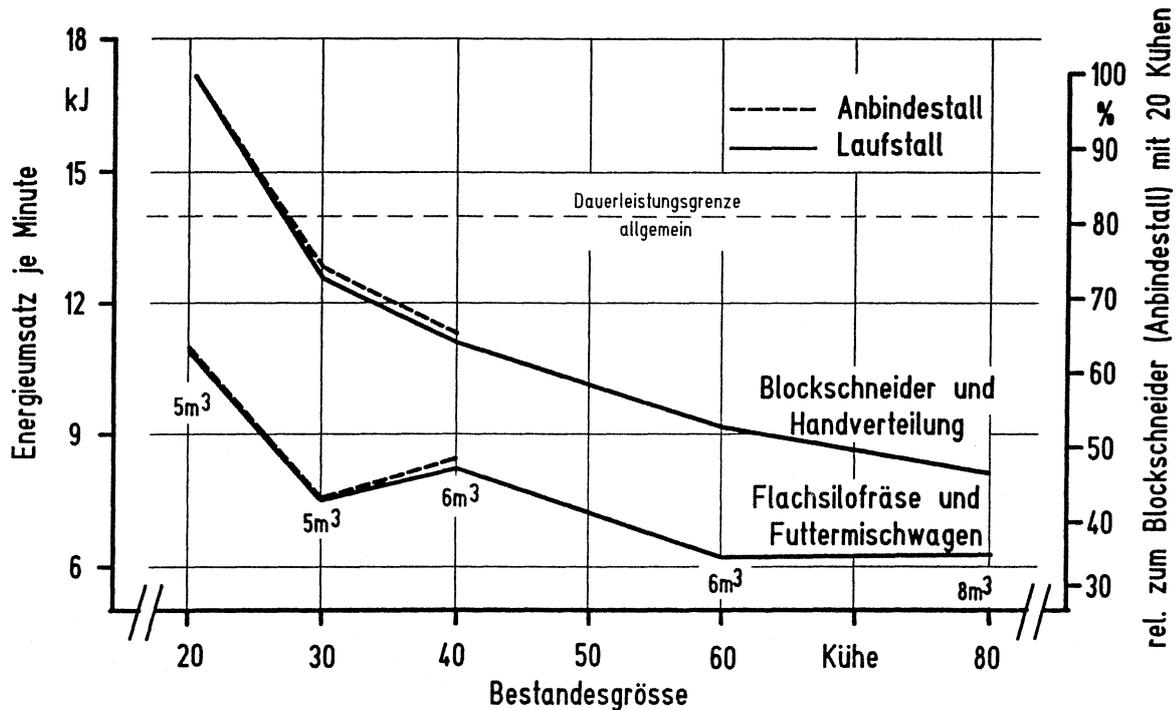


Abbildung 95: Arbeitsbelastung für die ganzjährige Silagefütterung in der Milchviehhaltung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

ziert. Sie wird schließlich mit nur noch etwa 6 kJ/min weitgehend bedeutungslos.

#### 5.2.3.4 Änderungen bei Entmistung und Einstreu

Im Gegensatz zu den Fütterungsarbeiten bestehen für eine Arbeitsentlastung bei der Entmistung derzeit nur geringe Chancen. Zwei wesentliche Gründe sind dafür verantwortlich:

- Die Strohbergung verlagert sich zunehmend auf Großballen und dabei ist ein Trend zu Packenpressen mit Höchstdruck unverkennbar.
- Der Flüssigmist kommt mehr und mehr unter öffentlichen Beschuß. Festmist mit Kompostierungsmöglichkeit (unter Einsatz zusätzlicher Technik) wird dagegen als eine umweltgerechte Lösung betrachtet.
- Im Anbindestall mit dem relativ schmalen Mistgang können aber Großballen praktisch nicht mehr zum Verbrauchsort bewegt werden. Die gesamte Arbeit verlagert sich deshalb vom Tragen kleiner Ballen auf umständliches und zeitraubendes Tragen von Stroh mit Gabel oder Korb (ein deutlich erkennbarer Rückschritt).

- Festmist im Laufstall bedeutet lange Arbeitszeiten im Aufenthaltsbereich der Tiere mit den dort vorliegenden Arbeits- und Konkurrenzbedingungen. Der Transport des Strohes wirft dabei nahezu unüberwindbare Hindernisse auf. Technische Maßnahmen werden jedoch kurzfristig an der enormen Staubentwicklung scheitern. Zudem treten bei diesem Gesamtkomplex vermehrt Unfallgefahren auf, sei dies durch unebene Arbeitswege, Stufen oder Einwirkungen der Tiere. Insbesondere ältere Menschen werden davon besonders stark betroffen sein.

Insgesamt ist deshalb speziell in diesem Bereich eine Lösung derzeit noch nicht in Sicht. Dies gilt auch für andere Stallsysteme, wie z.B. dem Tieflaufstall, dem Tretmiststall oder dem Stall mit getrennten Funktionsbereichen.

#### 5.2.3.5 Arbeitsentlastung bei der Kälberhaltung

In der Kälberhaltung (Kälberaufzucht) tritt eine überhohe Arbeitsbelastung ausschließlich im Laufstall auf. Dies ist durch die kleineren Bestände im Anbindestall und die dort geringeren Wege zu erklären.

In den Laufställen sind dagegen längere Wege zwischen Milchraum und Kälberboxe unvermeidbar. Kommen dazu die großen Bestände mit relativ vielen Kälbern, dann wird die Tragearbeit zum entscheidenden Moment der Arbeitsbelastung (Kälberhütten würden das Problem noch verschärfen). Längerfristig muß deshalb für die Kälberhaltung in den Laufställen eine bessere räumliche Anbindung des Kälberbereiches an den Milchbereich oder aber eine technische Lösung angestrebt werden. Letztere bietet sich in Verbindung mit Tränkeabrufautomaten an. Derzeit sind jedoch die verfügbaren Techniken mit maximal 25 - 30 Kälbern je Automat /74, 75/ für die hier untersuchten Bestandesgrößen ungeeignet. Inwieweit eine Verkleinerung dieser Technik sinnvoll und zudem kostengünstig ist, kann nicht abgeschätzt werden. Nicht zu übersehen ist jedoch, daß für eine derartige Lösung über die schon verfügbare Prozeßtechnik zur Kraftfutterabruffütterung ein wesentlicher Systembestand in den Laufställen ohnehin schon vorhanden ist.

#### 5.2.3.6 Arbeitsentlastung bei der Sonderarbeiten

Die Arbeitsentlastung bei den Sonderarbeiten kann nur an der Arbeitsorganisation ansetzen. So sind von den gesamten Reinigungsarbeiten, den Klauenpflegearbeiten und der Geburtshilfe nur letztere streng termingebunden. Alle anderen Sonderarbeiten können hingegen in ihrer Terminwahl und in ihrem zeitlichen

Druck relativ frei gestaltet werden, so daß eine Arbeitsüberlastung dort durchaus zu vermeiden ist.

#### 5.2.4 Möglichkeiten zur Anhebung der Arbeitsqualität

Neben der Reduzierung der Arbeitszeit in Verbindung mit der überhohen Arbeitsbelastung wird künftig die Verbesserung der Arbeitsqualität eine nicht zu übersehende Forderung sein. Sie wird vor allem aus dem Bereich des verbesserten Managements abgeleitet und dabei elektronische Hilfen sehr stark fördern.

Im Laufstall hat diese Entwicklung schon Mitte der 70er Jahre eingesetzt und mit dem Kraftfutterabrufautomaten nicht so sehr eine Rationalisierung gebracht (der Arbeitszeitbedarf für die Kraftfutterdosierung ist relativ klein), sondern vielmehr die Dosierung auf ein wesentlich exakteres Niveau angehoben. Zudem wurde dadurch die Kraftfutterfütterung im hohen Leistungsbereich an die Verdauungsphysiologie der Tiere angepaßt. Ähnliche Maßnahmen müssen deshalb auch für andere Bereiche folgen.

##### 5.2.4.1 Verbesserung der Futterdosierung

Analog zur Kraftfutterabruffütterung im Laufstall muß diese Technik für die tierindividuelle automatisierte Kraftfutterdosierung auf den Anbindestall übertragen werden. In Form von Hängedosierern ist die dazu erforderliche Technik heute schon verfügbar. Sie kann in mehreren Varianten eingesetzt werden (Abb. 96).

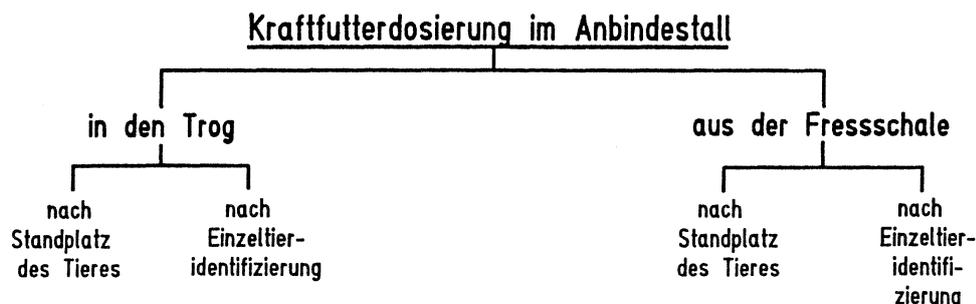


Abbildung 96: Technische Alternativen für die Kraftfutterabruffütterung im Anbindestall

Ungenau, weil gegenüber dem Nachbartier nicht abzugrenzen, sind die beiden Möglichkeiten der Dosierung in den Trog, obwohl dabei von einem Automaten die meisten Kühe zu bedienen wären. Hingegen schränkt die Einzelplatzdosierung mit Futterschale die während der Futter- und Melkzeit zu bedienende Kuhzahl stark ein. Eine zusätzlich erforderliche Einzelplatzidentifizierung bei Weidegang verteuert diese Technik zusätzlich.

Neben dem Bereich des Kraftfutters darf aber auch die exakte Grundfutterdosierung nicht übersehen werden. Dabei ist jedoch nicht die Einzeltierdosierung zu verstehen, sondern die richtige Zusammensetzung der Grundfuttermittel aufgrund ihrer Futterinhaltsstoffe. Bessere Hilfsmittel in diesem Bereich sind deshalb die erste Forderung.

#### 5.2.4.2 Elektronikeinsatz zur Erfassung tierindividueller Parameter

Gutes Management und damit leistungsgerechte und zugleich kostengünstige Tierversorgung setzt die exakte Leistungsermittlung der Tiere als unabdingbar voraus. Da diese jedoch über manuelle Tätigkeit nicht zu realisieren ist (der monatlich einmalige Aufwand durch den LKV setzt selbst dieser Organisation schon die Grenzen), muß dabei zu technischen Hilfen gegriffen werden.

Im Laufstall beginnt derzeit der Einzug der elektronischen Milchmengenmeßgeräte. Nach vorsichtigen Schätzungen dürften derzeit im Bundesgebiet etwa 200 Systeme im Einsatz sein. Ihr weiteres Vordringen wird vor allem durch den zu hohen Preis gehemmt, wobei im Rahmen des darauf aufbauenden betrieblichen Managements jedoch zu hohe Anforderungen an die Genauigkeit die Ursache sind.

Für den Anbindestall fehlt diese Technik derzeit noch vollständig. Schon Mitte der 80er Jahre angekündigte Systeme haben immer noch nicht die Praxisreife erlangt oder sind für eine breite Einführung in die Praxis ebenfalls weit überteuert. Eine Lösung scheint deshalb in absehbarer Zeit nicht in Sicht zu sein und könnte letztendlich dazu führen, daß der Übergang vom Anbindestall zum Laufstall für den rechnenden Landwirt noch schneller erfolgt, als bisher angenommen.

Mit zunehmender Bestandesgröße wird zudem das Problem der Einzeltierüberwachung immer größer. Dies betrifft sowohl die Gesundheits- als auch die Fruchtbarkeitsüberwachung. Zu niedrige Umtriebszeiten je Kuh stellen heute schon unverzichtbare finanzielle Einbußen dar. Deshalb muß auch dabei die Technik zu Hil-

fe kommen, weil der Mensch, sowohl von der verfügbaren Zeit als auch von seinen Fähigkeiten (Sensoren), dafür überfordert ist. Die grundlegenden Arbeiten von SCHLÜNSEN et al. /82, 83/ zeigen heute schon mögliche Wege auf und lassen mit bisher verfügbaren Techniken bei erträglichem Aufwand eine Verbesserung der Situation zu.

#### 5.2.5 Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsorganisation

Letztlich steht und fällt jedoch die Milchviehhaltung mit dem überragenden Arbeitszeitanteil für die Melkarbeiten und mit der damit verbundenen totalen Bindung des Menschen an das Tier. Bei erträglicher Arbeitsbelastung muß deshalb insbesondere die Bindung Mensch-Tier abgebaut werden, weshalb auch an dieser Stelle eine Substitution von menschlicher Arbeit durch die Technik stattfinden muß. Handhabungsautomaten könnten dabei eine Alternative darstellen. Sie sind in drei Gruppen einzuteilen (Abb. 97).

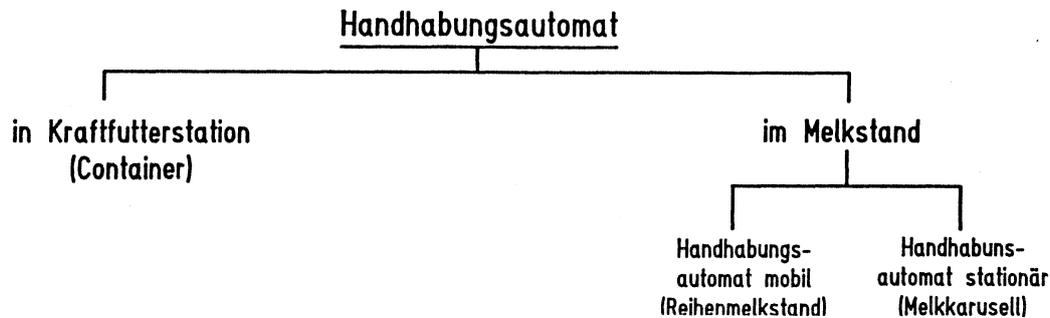


Abbildung 97: Systematik der Handhabungsautomaten für die Melkarbeit (sog. Melkroboter)

Danach steht dem Melken in der Kraftfutterabrufstation (Container) die Arbeit wie bisher im Melkstand gegenüber (siehe auch ARTMANN 1989 /3/). Im Melkstand kann der Melkroboter stationär oder mobil sein. Immer aber übernimmt Elektronik die Tieridentifizierung, die Lokalisierung des Euters und das Ansetzen der Melkzeuge. Dies sind neue technische Aufgabengebiete, während alle zusätzlich benötigten Abläufe heute schon Stand der Technik sind.

Derartige Techniken könnten somit die Organisation der Milchviehhaltung insgesamt ändern. Dies jedoch nur, wenn die Loslösung des Melkvorganges vom bisherigen Melkstand gelingen wird (Containerprinzip) und neue Eigentumsformen für diese Technik vom Landwirt akzeptiert werden könnten.

5.3 Elektroenergiebedarf

Der erforderliche Anschlußwert und der tägliche Elektroenergiebedarf für den Betrieb der elektrischen Anlagen stellen Kostenfaktoren in zweifacher Hinsicht dar. Zum einen bestimmt auch heute noch der Anschlußwert die Höhe des Bereitstellungspreises der einzelnen Kilowattstunde. Kostenorientiertes Denken führt somit zu geringstmöglichem Anschlußwert je Verbraucher oder zur Verriegelung gleichzeitig betriebener Verbraucher mit Überanschlußwert. Beide Faktoren sind aber Begrenzungen hinsichtlich der Gesamtleistung im Betrieb. Die Elektroenergieversorgungsunternehmen haben mittlerweile jedoch die Landwirtschaft als günstigen Verbraucher in lastschwachen Zeiten erkannt und wollen deshalb die bisher gültige Überanschlußregelung generell fallen lassen. Für Planungsrechnungen verliert somit die Einflußgröße Anschlußwert künftig sehr stark an Gewicht.

Beim Stromverbrauch zeigen die Analysen im Kapitel 4 (ohne Einlagerung von Futter und ohne Auslagerung von Gülle) zwei Hauptbereiche des Elektroenergieverbrauches. Sie liegen zum einen, unabhängig vom Stallsystem, im Bereich der Milchgewinnung. Zum anderen erfordert im Anbindestall die Lüftung einen hohen Strombedarf. Gesonderte Untersuchungen /90/ haben zudem einen nicht unbeträchtlichen Energiebedarf beim Elektronikeinsatz offenbart (Abb. 98).

Gesamtstromverbrauch kWh/a	Kosten (DM/a)		Spezifische Kosten Dpf/lMilch	Heinleistung kW
450	112	Prozeßrechner..... 2,8%	0,06	0,13
880	220	Trafos (Melkstand).... 5,7%	0,12	0,96
950	238	Betriebscomputer..... 6,1%	0,13	0,33
1.060	265	Trafos (KF-Station).. 6,8%	0,14	0,48
3.400	850	Spülautomat..... 22,1%	0,45	12,0
3.350	875	Milchkühlung..... 22,8%	0,46	3,0
5.000	1.250	Vakuumpumpe... 32,6%	0,66	4,0
15.240	3.810		2,02	20,90

Abbildung 98: Elektroenergiebedarf in einem Pilotbetrieb für den Bereich Melktechnik und Prozeßsteuerung einschließlich Betriebsrechner (36 Kühe, Liegeboxenstall, 2 \* 4 FGM, 1988)

Danach verursacht die Vakuumpumpe den höchsten Stromverbrauch, gefolgt von etwa gleichen Anteilen für die Kühlung und die Spülautomaten. Nahezu den gleichen Stromverbrauch erfordert aber auch die Prozeßtechnik mit relativ hohen Anteilen für die verschiedenen Trafos und für den Betriebsrechner (in diesem Beispiel bei ganztägiger Laufzeit über 24 h).

Verringerung des Strombedarfes erfordert somit künftig mehrere Ansatzpunkte:

### 5.3.1 Trauf-First-Lüftung im Anbindestall

Der Anbindestall ist ein Melkstell. Der Landwirt versucht deshalb häufig seine Ansprüche auf den Stall zu übertragen. Dies ist mit der Hauptgrund, daß Anbindeställe derzeit ausschließlich mit Zwangslüftung versehen werden. Die vermeintlich bessere Regelmöglichkeit, bzw. der Glaube, mit einer Trauf-First-Lüftung weniger stark in die Luftführung eingreifen zu können, hindern die Landwirte daran, auch im Anbindestall die freie Lüftung zu wählen. Allerdings zeigen Beispiele dieser Bauart in der Praxis, daß dort die Trauf-First-Lüftung nahezu nicht, bzw. nur in Ausnahmefällen, bedient wird.

Auf der anderen Seite ist im Laufstall die Trauf-First-Lüftung Standard. Auch dort erfolgt die mögliche Änderung der Einstellung nur in Ausnahmefällen. Konsequenterweise müßte deshalb in beiden Stalltypen die freie Lüftung möglich sein und ebenso konsequenterweise müßte ein Mindestmaß an Regelung zur Anpassung an wechselnde Witterungsverhältnisse vorgesehen werden /49/.

### 5.3.2 Verbesserte Vakuumbereitstellung

Auch bei der Melktechnik beruht der hohe Stromverbrauch auf im Grunde nicht zu akzeptierenden Gegebenheiten. So zeigt das Beispiel in Abb. 95 den überragenden Anteil des Stromverbrauches durch die Vakuumpumpe. Trotzdem wird in jeder Melkanlage weiterhin gegen das Regelventil gearbeitet. Gemeint ist damit die Tatsache, daß durch einfachste Regeltechnik lieber ein höherer Stromverbrauch in Kauf genommen wird, anstatt durch entsprechende Schaltungen bei fehlendem Vakuumbedarf die Vakuumerzeugung total abzuschalten.

Schließlich hat auch der Milchtransport durch Vakuum keine Veränderung erfahren. Dies stimmt umso nachdenklicher, als gerade im Melkstand durch die immer untenliegende Milchleitung auch eine andere Form des Milchtransportes möglich

wäre. Vereinfacht dargestellt würde ein Ablauf über die Schwerkraft mit einer einfachen Milchpumpe die Aufgabe des Milchtransportes auch lösen, wobei natürlich die Reinigungsbedingungen in die Konstruktion mit einbezogen werden müßten.

### 5.3.3 Angepaßte Elektronik in der Prozeßtechnik

Schließlich bahnt sich mit dem zunehmenden Einsatz der Prozeßtechnik ein neuer und dabei nicht zu verachtender Stromverbraucher an. Die obenaufgezeigten Verbrauchswerte lassen schon erkennen, daß auch in diesem Bereich zuerst einmal schon verfügbare Techniken zum Einsatz gelangen. Dabei scheint es den Herstellern gleichgültig zu sein, ob diese Technik auch angepaßt oder besser sogar optimiert ist. So beruht z.B. der hohe Stromverbrauch der Trafos ausschließlich auf deren Funktion als Dauerheizelemente, damit Schwitzwasser verhindert und somit Funktionsprobleme ausgeschaltet werden. Dies trotz der Tatsache, daß andere Heizmethoden und Intervallschaltungen gerade an dieser Stelle sehr effektiv eingesetzt werden könnten und den Investitionsbedarf nur unwesentlich beeinflussen würden.

### 5.4 Jahreskosten

Entsprechend der umfassenden Zielsetzung dieser Untersuchung im Vergleich zu bisherigen Analysen sind Jahreskostendarstellungen in der Regel nur auf Teilbereiche beschränkt. Lediglich SAUER 1986 /80/ und DOLUSCHITZ und ZEDDIES 1988 /84/ versuchen ökonomische Einordnungen an den Gesamtkosten. Ersterer verwendet dazu die Systemsimulation, letztere bedienen sich der linearen Optimierung. Beide Ansätze beziehen ausgewählte Modellbetriebe in ihre Untersuchungen ein, um die Planungsansätze unter möglichst praxisnahen Bedingungen in ihrer Auswirkung auf den Gesamtbetrieb erkennen und darstellen zu können. Beide gehen damit aber auch über die Zielsetzung dieser Arbeit hinaus, wobei sie jedoch die Feinheit der in dieser Untersuchung zugrundeliegenden Daten nicht besitzen und auch nicht ausschöpfen können.

Insofern kann bei den Jahreskosten vergleichend nur auf allgemeingültige betriebsspezifische Zusammenhänge zurückgegriffen werden, wie sie z.B. bei BAUER 1984 /31/ zu finden sind. Dazu werden zuerst die analysierten Stallsysteme gegenübergestellt. Anschließend daran erfolgt die Kostenbetrachtung bei Berücksichtigung verringerten Investitionsbedarfes und schließlich werden die alternativen Techniken zum Abbau überhoher Arbeitsbelastungen in die Kostenbe-

trachtung einbezogen.

### 5.4.1 Analyalisierte Stallsysteme

Nach BAUER 1984 /31/ nehmen die Gebäude- und Arbeitskosten im Mittel 37 % der gesamten Kosten ein. Bezogen auf eine Kuh mit 5500 l/a, dem erzeugten Kalb und 0,2 Anteilen Schlachtkuh einschl. Dungwert stehen diese Kosten einem Marktwert von etwa 4870 DM oder, bei heute etwas höherem Milchpreis von 5000 DM gegenüber. In Bezug zum genannten Kostenanteil kann deshalb ein Stallsystem nur dann innerhalb des Kostenrahmens liegen, wenn die Jahreskosten unterhalb von 1800 DM/a für die Gebäude- und Arbeitskosten liegen.

Aufbauend auf diesen Grenzwert mit einer Entlohnung von 15 DM/AKh können die ermittelten Jahreskosten der verschiedenen Stallsysteme für die Investitionen, die Arbeit und für die Elektroenergie vergleichend eingeordnet werden (Abb. 99).

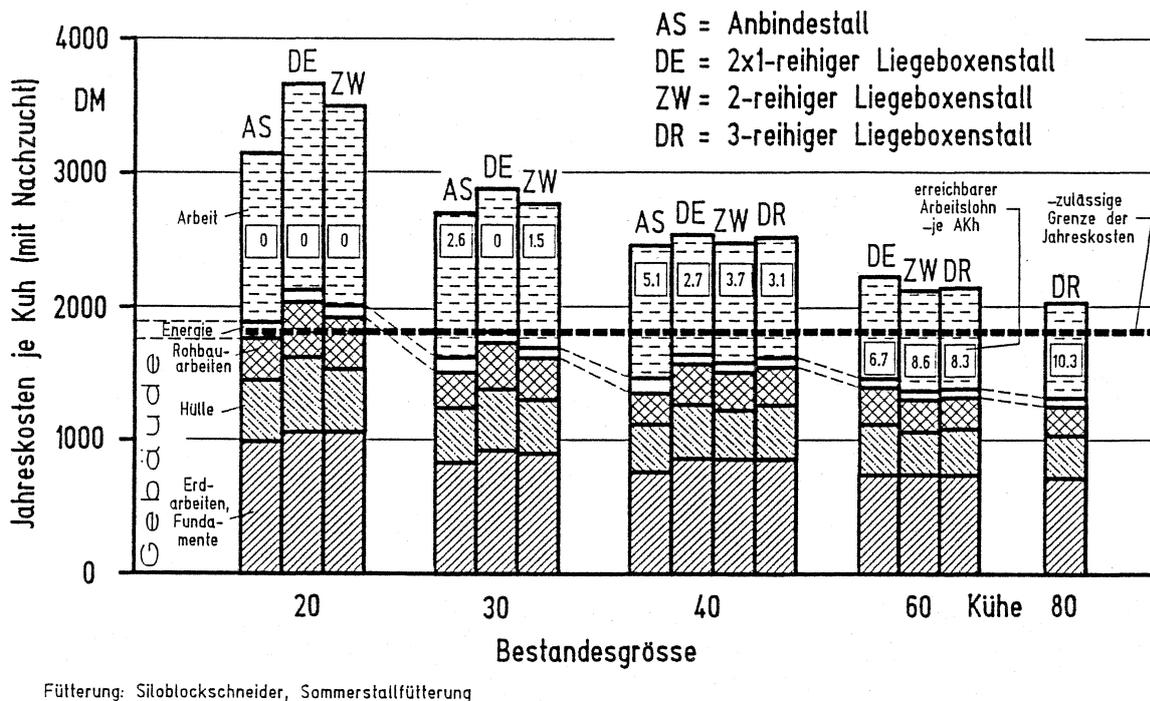


Abbildung 99: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei Neubauten ohne Eigenleistung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Dabei zeigt sich für alle Stallsysteme eine z.T. drastische Überhöhung der zulässigen Grenze der Jahreskosten. Sie liegt selbst bei den großen Milchviehbe-

ständen mit 80 Kühen und Nachzucht noch oberhalb dieses Grenzwertes und würde dort allenfalls eine Entlohnung je eingesetzte AKh von 10,3 DM erbringen. Geringe Entlohnungen wären auch bei den 30-, 40- und 60-Kuhbeständen möglich. Hingegen müßte bei den 20-Kuhherden nicht nur auf jegliche Entlohnung verzichtet werden, sondern auch die benötigte Energie wäre kostenfrei zu liefern (Anbindestall), während für die Laufställe schon die Investitionskosten nicht mehr vollständig abzudecken wären. Konsequenterweise muß deshalb nach Alternativen zur Verbilligung der Gebäude gesucht werden.

#### 5.4.2 Verringerte Investitionen

Entsprechend dem Anteil der Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung und den handwerklichen Fähigkeiten vieler Landwirte bietet sich in erster Linie die Eigenleistung nach den in Kapitel 5.1.3.4 definierten Möglichkeiten an. Dadurch sind die Jahreskosten erheblich zu senken (Abb. 100).

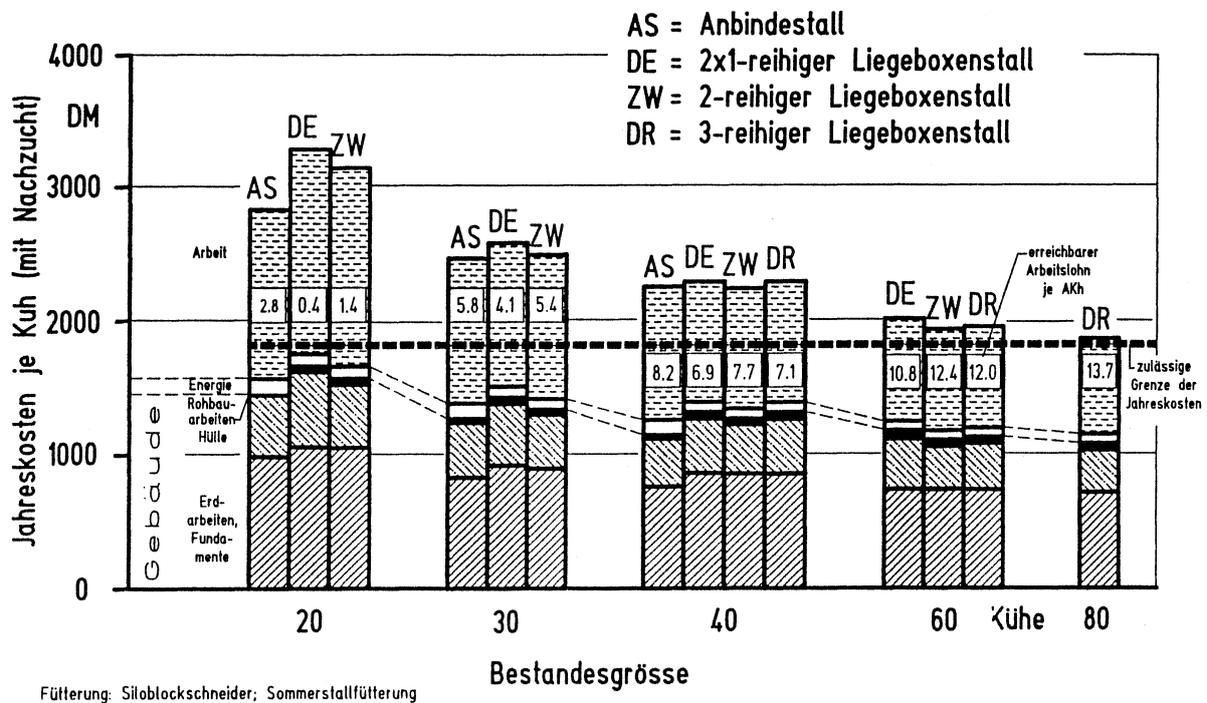


Abbildung 100: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Generell können nun bei allen Stallsystemen und bei allen Bestandesgrößen die Investitions- und die Energiekosten erbracht werden. Die Entlohnung der einge-

setzten Arbeit ist hingegen in sehr unterschiedlichem Ausmaß möglich. Ausgehend von einer nahezu vollständigen Abdeckung des geforderten Stundensatzes bei der Herde mit 80 Kühen und Nachzucht (13,7 DM/AKh) wird auch bei den 60-Kuhherden eine Entlohnung von etwa 10 bis 12 DM erreicht. Wesentlich geringer wird dieser Betrag bei den darunterliegenden Herdengrößen. Er erreicht z.B. im 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall mit 20 Kühen nur noch etwa 40 Pfennige je eingesetzte Arbeitsstunde.

Gegenüber der Eigenleistung nutzt die Landwirtschaft in hohem Umfang die Möglichkeit des Umbaus. Basierend auf der alten Stallhülle entfällt dadurch der Investitionsbedarf für diesen Gebäudeteil und trägt somit zu einer erheblichen Kostenreduzierung bei. Unter der Annahme, daß nicht die gesamte Hülle direkt und ohne Zusatzaufwand zu nutzen ist, werden realitätsnah je nach Bestandesgröße anteilige Stallhüllen in den Neubau (ist dann eigentlich Umbau) einbezogen. Diese Anteile sind 80 % bei 20, 75 % bei 30, 70 % bei 40, 60 % bei 60 und 50 % bei 80 Kühe mit Nachzucht. Auf diese Anteile erfolgt keine Anrechnung der maximal einzubringenden Arbeitszeit, so daß weiterhin je Bauvorhaben dafür bis zu 2000 h verfügbar sind (Abb. 101).

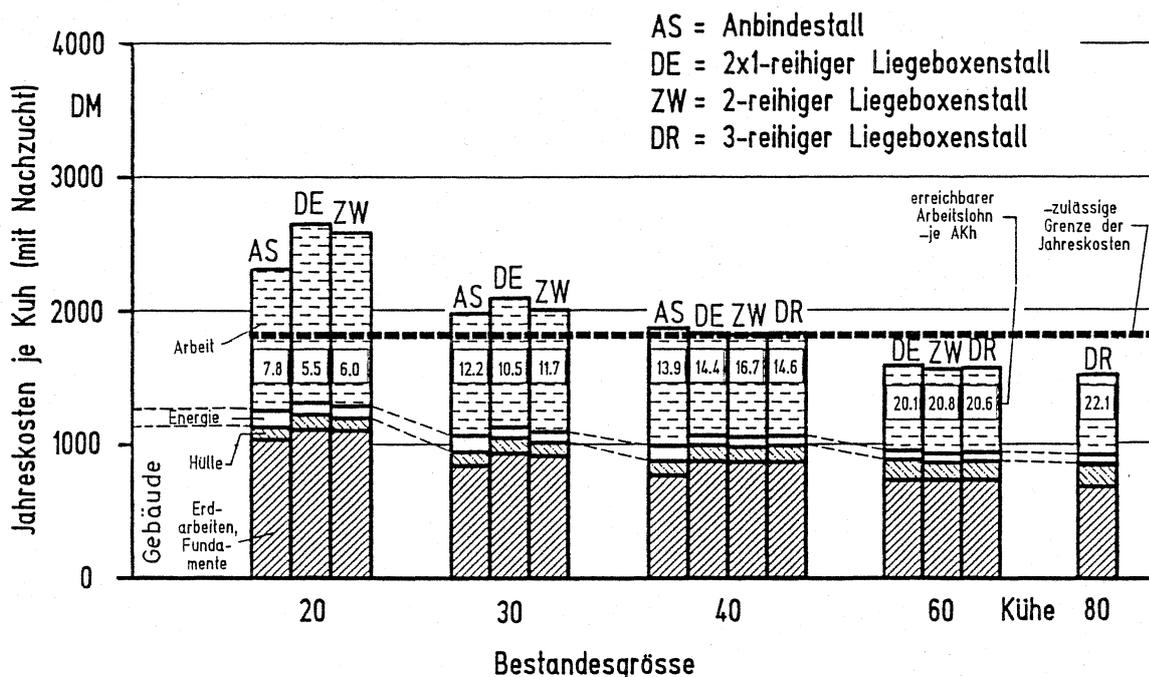


Abbildung 101: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung mit maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung und Nutzung der bestehenden Stallhülle zwischen 80 und 50 % in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Durch ein derartiges Vorgehen könnte eine volle Kostendeckung bei allen Stall-systemen mit 40 und mehr Kühen erreicht werden. Auch bei den 30-Kuhherden würde die Kostendeckung der Arbeit schon etwa 80 % erreichen. Lediglich für die klei-nen Bestandesgrößen mit 20 Kühen und Nachzucht müßte sich der Landwirt auch un-ter diesen Umständen mit einer Entlohnung seiner Arbeitsstunde von 6 - 8 DM be-gnügen. Eine höhere Arbeitsentlastung durch das Melkstandmelken würde ihm je investierte Arbeitsstunde sogar einen Entlohnungsverzicht von 1,5 - 2,3 DM je Stunde oder relativ ausgedrückt, von etwa 30 % kosten.

#### 5.4.3 Alternativer Technikeinsatz zur Verringerung der Arbeitsbelastung

Neben den Einsparungen beim Investitionsbedarf müßte in einem optimierten Sy-tem der Milchviehhaltung aber auch die Arbeitsbelastung mit Hilfe der Technik auf ein erträgliches Maß reduziert werden. Insofern sind die Kostenbetrachtun-gen um diesen Gesichtspunkt zu erweitern und führen in Verbindung mit dem Wei-degang zu einer ersten Kostenanalyse unter Neubausituationen mit maximal mög-licher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung. Dadurch entfällt auf der Ko-stenseite der Ladewagen vollständig, da im Sinne der Systembetrachtung die be-nötigten Futtermittel im Lager sein müssen (Abb. 102).

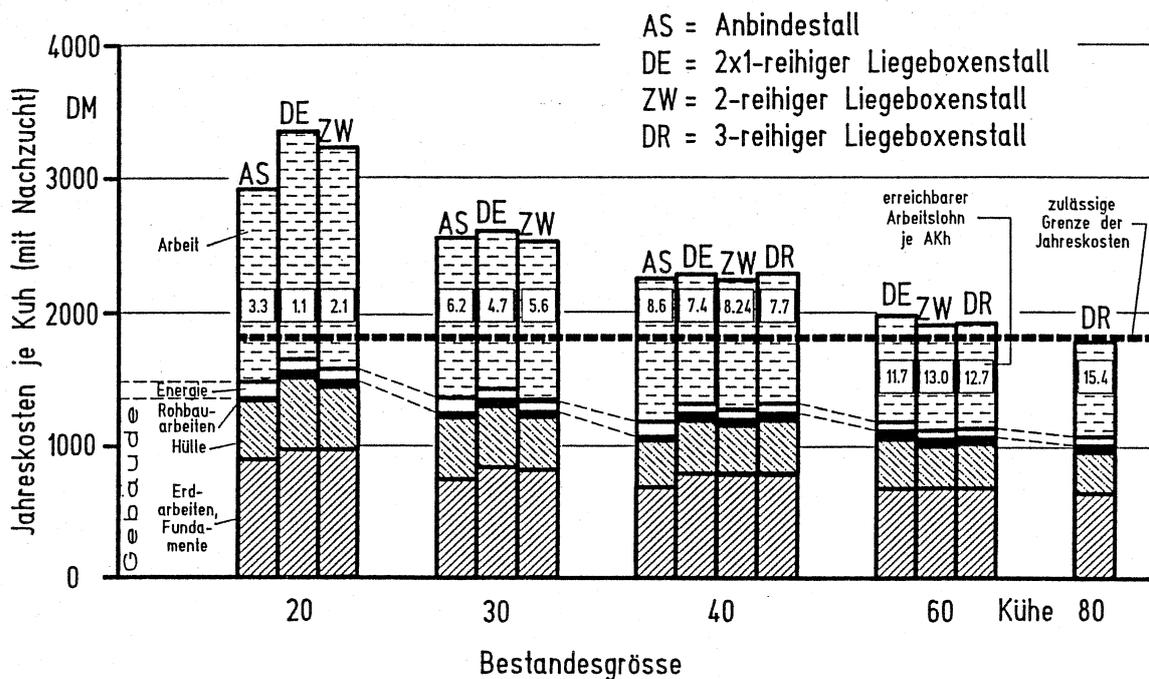


Abbildung 102: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung bei Weidegang und Neugebäuden mit maximaler Eigenleistung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Bei nunmehr erträglicher Arbeitsbelastung führt diese technische Ausstattung zu einer vollständigen Abdeckung der entstehenden Jahreskosten bei der größten Herde. Auch bei den Stallsystemen mit 60 Kühen und Nachzucht könnte die erforderliche Abdeckung der Jahreskosten nahezu erreicht werden. Problematisch bleiben dagegen die kleineren Stallsysteme, bei welchen wiederum der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall die ungünstigste Situation darstellt.

Alternativ zum Weidegang ergibt sich in der nächsten Analyse die Betrachtung von Ganzjahressilage als Futtergrundlage. Dazu soll in der ersten Stufe der Blockschneider die Basismechanisierung (Ausnahme bei der 80-Kuhherde mit Fräsmischwagen) für die Silagefütterung darstellen. Auch dabei wird maximal mögliche Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung unterstellt (Abb. 103).

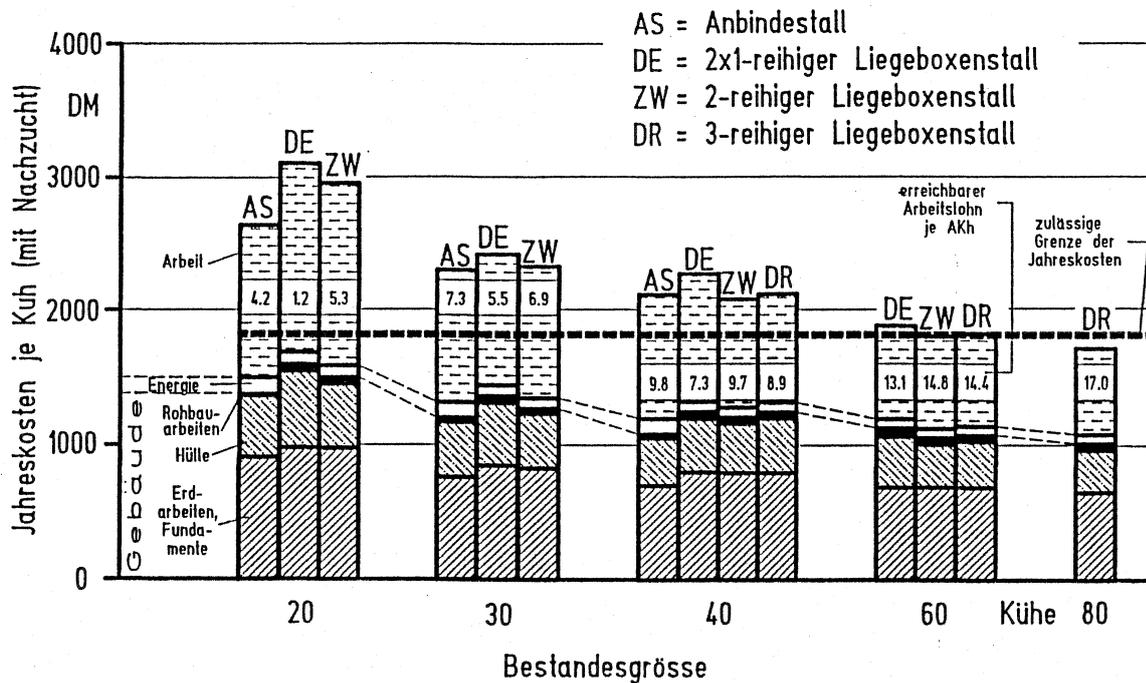


Abbildung 103: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung Ganzjahressilage mit Blockschneider und Neugebäuden mit maximal möglicher Eigenleistung bei der Gebäudeerstellung in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Generell verbessert sich dadurch die Situation um etwa 10 %. Dadurch erreichen nun fast alle Stallsysteme mit 60 und mehr Kühen eine fast vollständige Kostendeckung. Nahezu unverändert erbringt auch dabei der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall mit 20 Kühen das ungünstigste Ergebnis.

Schließlich ist in der nächsten Analyse die Ganzjahressilage mit Verabreichung

durch den Fräsmischwagen bei allen Bestandesgrößen einzubeziehen. Alle anderen Unterstellungen bleiben unverändert (Abb. 104).

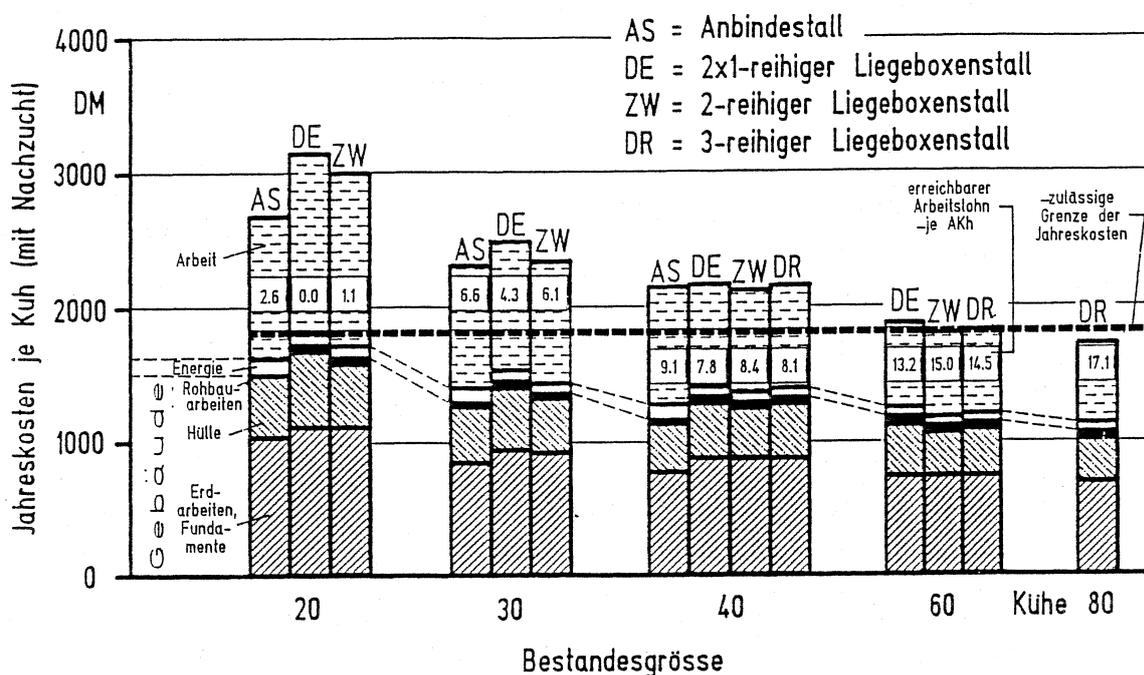


Abbildung 104: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung Ganzjahressilage mit Fräsmischwagen und Neubauten in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

Da diese Technik teurer ist, muß die damit erzielbare Arbeitsentlastung z.T. teuer erkaufte werden. Unverändert bleibt das Stallsystem mit 80 Kühen, weil darin diese Technik schon Basistechnik war. Bei den Stallsystemen mit 60 Kühen verändert sich das Ergebnis kaum. Dabei wird somit die teure Technik durch die eingesparte Zeit vollständig abgedeckt. Bei den Stallsystemen mit 40 Kühen sind dagegen die Unterschiede stallsystemspezifisch. Günstiger wird dabei der 2 \* 1-einreihige Liegeboxenstall im Ergebnis, während alle anderen Systeme eine ungünstigere Kostendeckung erbringen. Hingegen wird bei allen darunterliegenden Bestandesgrößen das Ergebnis ungünstiger. Für diese Bestände ist somit die entsprechende Technik zu teuer oder die damit erzielbare Arbeitszeitverkürzung zu gering.

Wird letztendlich die aus arbeitswirtschaftlicher und arbeitsentlastender Sicht günstigste Lösung in Verbindung mit Umbaulösungen gesehen, dann zeigen sich folgende Ergebnisse (Abb. 105).

Gegenüber den bisherigen Alternativen wird eine weiter verbesserte Situation

bei der Kostendeckung erreicht. Allerdings kommen nur Bestandesgrößen mit 60

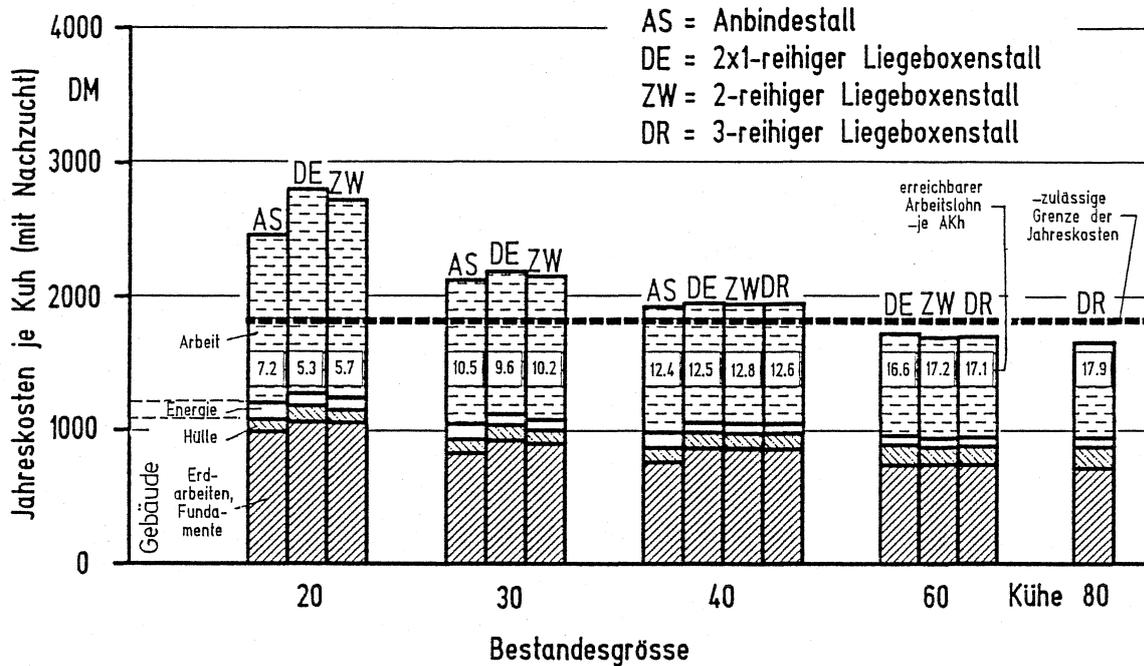


Abbildung 105: Jahreskosten der Stallsysteme für die Milchviehhaltung mit Ganzjahrensilage und Fräsmischwagen bei Umbaulösungen in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

und mehr Kühen in den Genuß einer vollständigen Entlohnung der eingebrachten Arbeitszeit. Alle darunterliegenden Herdengrößen müssen dagegen die geringere Arbeitsbelastung mit erheblichen Einbußen bei der Arbeitsentlohnung bezahlen. Sie ist für die 40-Kuhbetriebe noch erträglich. Für die Herden mit 20 und 30 Kühen führt sie dagegen schon zu nicht mehr zu übersehenden Nachteilen. Sie sind ausschließlich in einer für diese Betriebe zu teuren Technik begründet. Konsequenterweise müßte deshalb auch für diese Betriebsgrößen nach einer angepaßten und trotzdem arbeitsentlastenden Technik gesucht werden.

#### 5.4.4 Zunehmende Energiepreise

Trotz des nahezu an den Gesamtkosten unerheblichen Anteiles sollen auch veränderte Energiepreise in die Kostenbetrachtung einbezogen werden, wobei lediglich eine Erhöhung des kWh-Preises auf 0,30 DM untersucht wird (Abb. 106).

Diese Veränderung hätte in bezug auf die Jahreskosten nur einen Einfluß von 0,3 bis 0,4 % zur Folge. Entsprechend kann daraus geschlossen werden, daß der Er-

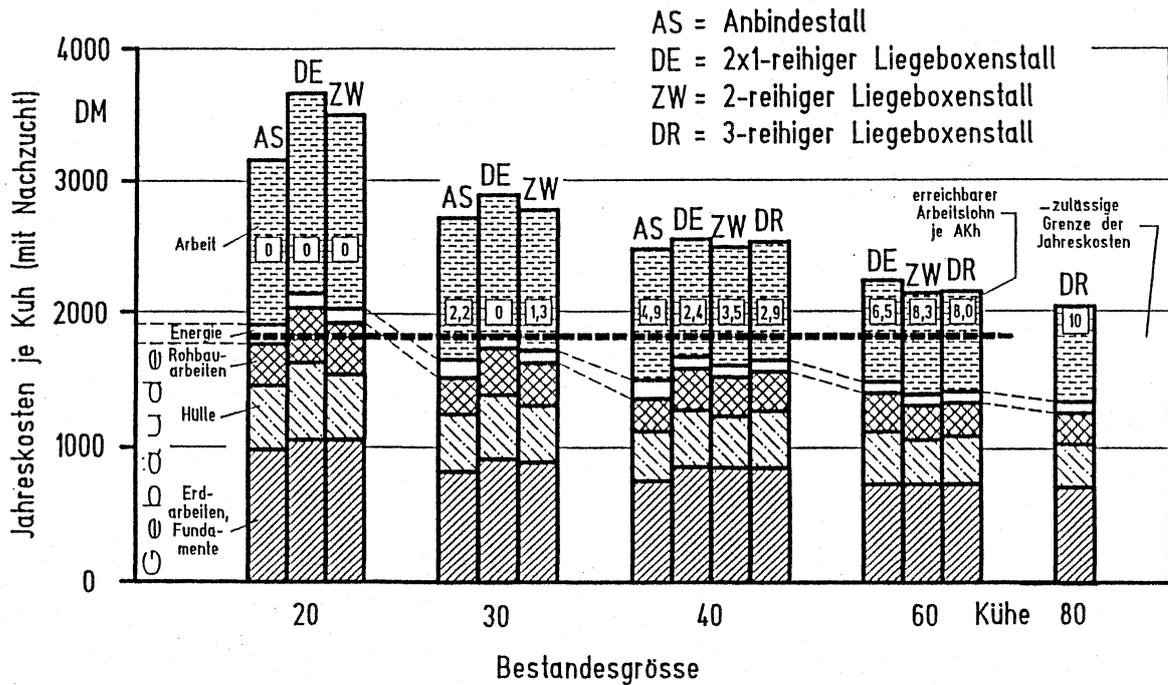


Abbildung 106: Jahreskosten der Stallssysteme für die Milchviehhaltung bei erhöhten Elektroenergiepreisen (0,30 DM/kWh) und Neugebäuden in Abhängigkeit von der Bestandesgröße

satz technischer Arbeitshilfsmittel mit elektrischer oder elektronischer Unterstützung in der Summe immer zu einem positiven Beitrag auf der Jahreskostenseite führen wird. Vorausgesetzt ist dabei natürlich, daß die entsprechende Substitution in erträglichen Kapitalgrenzen verlaufen muß.

#### 5.4.5 Einordnung der Kostenreduzierungsmöglichkeiten

Insgesamt ergibt sich somit aus diesen Betrachtungen folgende Beurteilung der einzelnen, für die Praxis realisierbaren Maßnahmen (Tab. 22).

#### 5.5 Einflußgrößengewichte

Zusammenfassend sind all diese Ergebnisse durch die Betrachtung bei ausgewählten Herdengrößen nur punktuell nutzbare Kennwerte. Auch ist deren Quantifizierung nach Einflußgröße (Gewicht) einfach überschlagend nicht möglich. Deshalb soll abschließend über die Analyse der Einflußgrößen eine quantitative Aussage herbeigeführt werden.

Tabelle 22: Einordnung der Gebäude- und Mechanisierungsalternativen nach Arbeitsbelastung und Kostendeckung

Art und Form der Gebäudeerstellung	Technik für die Grundfutterfütterung	Arbeitszeitanteile oberhalb der allg. Dauerleistungsgrenze (%)	Kostendeckung erreichbar ab ... Kühe mit Nachzucht (Kühe)
<u>N e u b a u</u>			
ohne Eigenleistung	Sommerstallfütterung Blockschneider	40	nicht erreichbar
mit maximaler Eigenleistung	Sommerstallfütterung Blockschneider	40	nicht erreichbar
mit maximaler Eigenleistung	Ganztagesweide Blockschneider	21	80
mit maximaler Eigenleistung	Ganzjahressilage Blockschneider	32	60
mit maximaler Eigenleistung	Ganzjahressilage Fräsmischwagen	13	60
<u>U m b a u</u>			
mit maximaler Eigenleistung	Sommerstallfütterung Blockschneider	40	40
mit maximaler Eigenleistung	Ganzjahressilage Fräsmischwagen	13	60

### 5.5.1 Funktionale Einordnung

Sie stützt sich auf den unter 2.4 gezeigten methodischen Ansatz. Allerdings wird in dieser Untersuchung jeweils die entsprechende Kenngröße direkt auf die Kuh mit der erforderlichen Nachzucht bezogen. Mit Ausnahme der Arbeitsbelastung beziehen sich alle Einflußgrößen jeweils auf das Jahr (Tab. 23).

Daraus können für die einzelnen Kennwerte direkt die Abhängigkeiten abgelesen werden, wobei sie jeweils relativ zum Absolutbetrag betrachtet werden müssen.

Für den Investitionsbedarf ermöglicht der Umbau die größte Kostensenkung. Eigenleistung und Betriebshilfsring (Maschinenring) können je nach max. zu erbringender Arbeitsleistung (max. 2000 h) einzeln jeweils ein Drittel dieses Be-

Tabelle 23: Allgemeingültige Funktionen für den Investitionsbedarf, die Jahreskosten, den Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsbelastung der Stallsysteme in der Milchviehhaltung (Schätzgenauigkeit zu den errechneten Kennwerten +/- 10 %)

Einflußgröße	Investitions- bedarf (DM/Kuh)	Arbeits- zeitbe- darf (AKh/Kuh)	Arbeits- bela- stung (kJ/min)	Elektro- energie- bedarf (kWh/Kuh)	Jahres- kosten (DM/Kuh)
Basiswert	18 286	90,8	6,70	365	1 402
-----					
Kuh *)	-69	-0,93	0,05	-1,5	-22
Umbau	-5 339				-528
Eigenleistung (h)	-0,68				-0,03
Maschinenring (h)	-0,62				-0,08
Anbindestall	-2 774	-4,7	3,82	144,1	-419
2 * 1-reihig	180	7,0	1,74	4,0	-15
1 * 2-reihig	-891	0,8	2,43	4,0	-227
1 * 3-reihig	-1 401	4,0	2,50	4,0	-255
Blockschneider	427	9,1	0,94		188
Fräsmischwagen	1 297	7,5	-0,99		343
Sommerstallfütt.	727	7,8	0,85		239
Ganztagsweide	172	21,9	0,87		387
Strompreis (DPf)					80
=====					
B (%)	94,3	83,6	87,3	96,3	93,2
F-Wert	59,1	17,0	22,3	85,8	53,2

\*) zulässige Kuhzahlen sind: Anbindestall 20 - 40; 2 \* 1-reihig 20 - 60;  
1 \* 2-reihig 20 - 60; 1 \* 3-reihig 40 - 80

trages zusätzlich einsparen helfen. In der Summe ergibt sich daraus schon eine Ersparnis von nahezu 50 % der Ausgangssumme.

Bei den Stallsystemen würde der Anbindestall das günstigste System darstellen. Ihm folgt der 3-reihige Liegeboxenstall und diesem der 2-reihige. Schlußlicht mit einer Differenz zum Anbindestall von nahezu 3000 DM/Kuhplatz ist der 2 \* 1-reihige Liegeboxenstall.

Im Hinblick auf die Fütterungstechnik im Winter erfordert der Blockschneider nur etwa ein Drittel der Kosten gegenüber dem Fräsmischwagen. Im Sommer wird der relative Abstand zugunsten des Weideganges gegenüber der Sommerstallfüt-

terung sogar noch größer.

Eine andere Situation ergibt sich bei der Kenngröße "Arbeitszeitbedarf". Dabei entfallen selbstverständlich die Einflüsse durch unterschiedliche Baumaßnahmen. Weiterhin am günstigsten ist bei den Stallsystemen der Anbindestall. Alle Laufställe erfordern einen Mehrbedarf in der Reihenfolge 2-reihig, 3-reihig und schließlich 2 \* 1-reihig.

Bei der Fütterung müßte dagegen in jedem Betrieb die Ganzjahressilage gewählt werden, weil diese den geringsten Arbeitszeitbedarf aufweist und alle anderen Formen dazu eine Ergänzung oder als Alternative eine echte Arbeitszeitbedarfs-erhöhung nach sich ziehen.

Vollständig unterschiedlich dazu ist die Arbeitsbelastung. Nunmehr zeigen sich beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall die günstigsten Voraussetzungen. Zudem ist nicht zu übersehen, daß gerade die Stallsysteme in ihrem absoluten Einfluß die dominierenden Größen sind. Demgegenüber sind die Einflüsse durch die Fütterungstechnik eher bescheiden und erbringen - wie an anderer Stelle schon ermittelt - die stärkste Reduzierung durch den Einsatz des Fräsmischwagens.

Schließlich wird im Elektroenergieverbrauch nur noch eine Beeinflussung durch drei Kenngrößen gegeben. Dominierend im Mehrverbrauch ist dabei der Anbindestall. Demgegenüber sind die reduzierenden Einflüsse durch die Bestandesgröße und durch die gleiche Beeinflussung der verschiedenen Laufstallsysteme nahezu unbedeutend.

Letzendlich wird eine zusammenfassende Beurteilung der Bedarfswerte erst durch die Jahreskosten möglich. Höchste Priorität müßte dabei innerhalb der Kenngrößen für die Gebäude der Umbau haben. Er reduziert den Ausgangswert um mehr als 30 %, während die Eigenleistung und die überbetrieblichen Maßnahmen je nach möglichem Umfang trotzdem nur bescheidene Beiträge erbringen können. Die Eigenleistung ist durch die Limitierung je Baumaßnahme sogar bei den Kosten nahezu kostenneutral, während der überbetriebliche Arbeitseinsatz durch seine Unbegrenztheit wesentlich stärkere kostenmindernde Beiträge leisten kann.

Bei den Stallsystemen entsteht eine Zweiergruppierung zwischen dem Anbindestall und den mehrreihigen Liegboxenlaufställen. Jene unterscheiden sich nur unwesentlich. Sie liegen allerdings in ihrer absoluten Höhe nahezu 50 % unter dem Anbindestall.

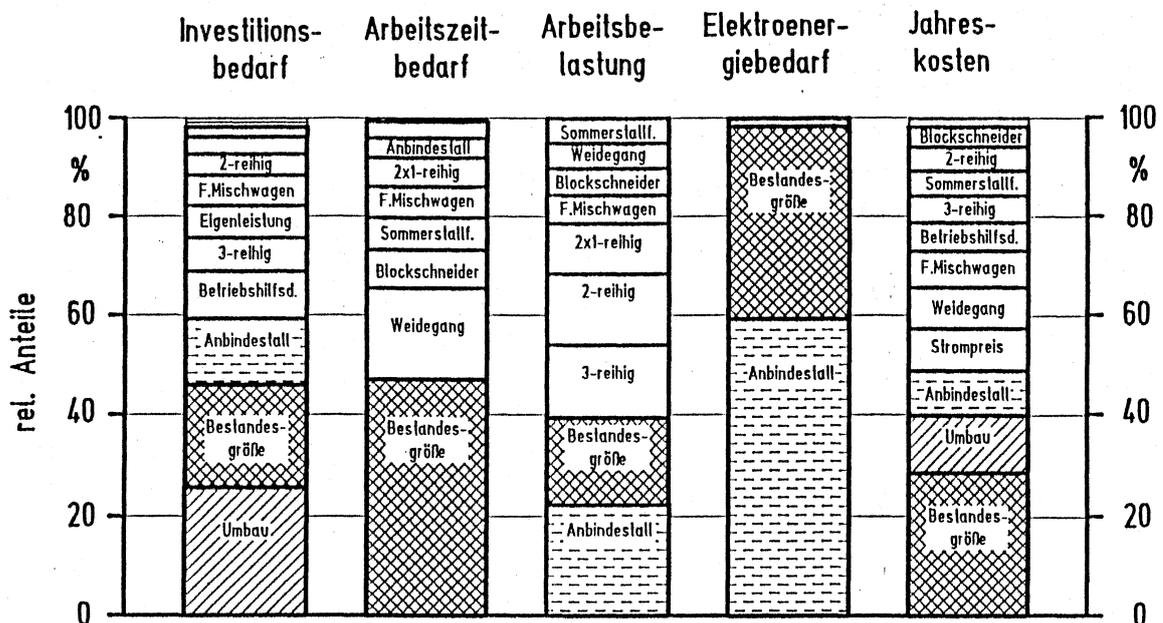
Schließlich ist bei den Fütterungstechniken eine klare Reihenfolge zu erkennen.

In der Winterfütterung halbiert der Blockschneider die Kosten gegenüber dem Fräsmischwagen. In der Sommerfütterung wird aufgrund des höheren Arbeitszeitbedarfes für den Weidegang nunmehr die Sommerstallfütterung zum günstigeren Verfahren.

Auch der Elektroenergiepreis erhält ein nicht zu übersehendes Gewicht. Jede Verteuerung um nur einen Pfennig würde nämlich die Jahreskosten je Kuh um weitere 80 DM ansteigen lassen.

### 5.5.2 Relative Einordnung

Neben dieser Einordnung ermöglichen die dargestellten Funktionen auch die Ermittlung der Gewichte der einzelnen Einflußgrößen (Abb. 107).



Gültig für Anbindestall 20-40 Kühe, 2x1-reihiger + 2-reihiger Liegeboxenstall 20-60 Kühe, 3-reihiger Liegeboxenstall 40-80 Kühe

Abbildung 107: Gewichte der Einflußgrößen für den Investitions-, Arbeitszeit- und Energiebedarf; für die Arbeitsbelastung und für die Jahreskosten

Diese Gewichte der einzelnen Einflußgrößen sind bei allen betrachteten Kenngrößen unterschiedlich. Deutlich treten jedoch gewisse Führungsgrößen heraus.

So wird der erforderliche Investitionsbedarf im wesentlichen durch 4 Einfluß-

faktoren bestimmt. Die Bestandesgröße zeigt keinerlei Dominanz gegenüber Umbaulösungen und möglichen Eigenleistungen.

Beim Arbeitszeitbedarf hingegen prägen die Bestandesgröße und die Fütterungstechnik etwa 90 % des Geschehens. Den Haupteinfluß gegenüber der dominant wirkenden Bestandesgröße hat dabei der Weidegang im Sommer.

Schließlich zeigt die Arbeitsbelastung ein völlig eigenständiges Bild. Dabei wird das Gewicht der Bestandesgröße wieder zurückgedrängt. In den Vordergrund treten nun die Stallsysteme mit zusammen mehr als 60 % Beeinflussung. Die Technik tritt dabei sehr stark zurück.

Eine Ausnahmesituation ergibt sich im Elektroenergieverbrauch. Er erhält das Hauptgewicht aus dem Anbindestall und erst danach aus der Bestandesgröße.

Letztlich entsteht dann bei den Kosten eine sehr hohe Gewichtung durch die Bestandesgröße und vielen nahezu gleichen Einflußgrößengewichten aller anderen Faktoren. Abnehmend vom Umbau bis hin zum 2-reihigen Liegeboxenstall zeigen alle diese Einflußgrößen nur noch geringe Unterschiede, weshalb in Verbindung mit dieser Rangfolge die Aussage aus der Arbeitsbelastung vielfach eine ergänzende Entscheidungshilfe sein wird.

Insgesamt muß deshalb abschließend festgestellt werden, daß eine Betrachtung nach einer der fünf gewählten Kenngrößen verallgemeinernd ein völlig falsches Bild über die tatsächlichen Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Stallsystemen erbringen würde. Vielmehr muß neben der monetären und der in der Vergangenheit nahezu ausschließlich auf Arbeitszeiteinsparungen ausgerichteten Betrachtungsweise unabdingbar die Arbeitsbelastung hinzukommen. Sie aber zeigt mit großem Gewicht in Richtung der Laufstallsysteme und wird deshalb im Zweifelsfalle immer die Entscheidung zugunsten eines dieser Systeme führen.

## 6. Weiterführende Forschungsansätze

Resultierend aus dieser Untersuchung ergeben sich für künftige Entwicklungen im Bereich der Milchviehhaltung eine Vielzahl zu vertiefender und neuer Forschungsansätze. In Anlehnung an die Gliederung dieser Untersuchung betreffen diese

- die eingesetzten Daten und Methoden,
- verfahrenstechnische Weiterentwicklungen und ein
- verbessertes Management.

### 6.1 Daten und Methoden

Alle Kalkulationen sind nur so gut, wie die dabei verwendeten Daten und die verknüpfenden Modelle. Deshalb muß an dieser Stelle die erste Überlegung ansetzen, um künftige Kalkulationen noch stärker an die Praxis anzulehnen bzw. auch alle denkbaren Fälle erfassen zu können. Anzusprechen sind dabei die Verfügbarkeit von Daten und Modellen ebenso, wie die anwendungsorientierten Anforderungen.

#### 6.1.1 Verfügbarkeit

Basierend auf dem derzeitigen Datenmaterial muß zwischen den Bereichen Investitions-, Arbeitszeit- und Energiebedarf unterschieden werden.

Für die Ermittlung des Investitionsbedarfes stehen nur zwei umfassende Datenquellen zur Verfügung. Zum einen ist es die KTBL-Datenbank, basierend auf den Kostenblockdaten aus Völkenrode und zum anderen sind es die in Weihenstephan erarbeiteten Baukalkulationsdaten aus dem Sonderforschungsbereich 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" im System KALBAU. Beide Datenquellen wurden vollständig unabhängig voneinander erstellt. Sie sind deshalb weder gegenseitig ergänzbar noch an jeweils fehlenden Stellen auszutauschen. Auch die Dokumentationsform und der Dokumentationsumfang sind unterschiedlich. Zugleich sind beide Bereiche derzeit noch nicht so vollständig, daß damit alle Bereiche des landwirtschaftlichen Bauwesens abzudecken wären.

Konsequenterweise müßte deshalb eine Zusammenführung der beiden Datenbasen her-

beigeführt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß beide Datenbereiche unterschiedliche Analysetiefe besitzen, weshalb zugleich der Forderung nach einer Vereinheitlichung der Kalkulationsmethoden Ausdruck verliehen werden muß. Dies könnte nach folgendem Vorschlag ablaufen:

- Die Kostenblockmethode bezieht auch die Arbeits- und Materialdaten in die Analyse mit ein (daran wird derzeit schon gearbeitet).
- KALBAU wird um den Bereich der Kostenblöcke als zusätzliche Ergebnisdarstellung erweitert.
- Die Daten werden nach gleichem Schema aufgebaut, zusätzliche Forderungen sollten schnell definiert und in die künftige Datenermittlung einbezogen werden.
- Große Bedeutung muß der Aktualisierung beigemessen werden. Aufgrund der Zuordnung der Urdaten in ein Mengen- und Preisgerüst sind davon nur die Arbeitszeitdaten und die Preisdaten betroffen. Sie müssen dafür umso exakter ermittelt werden. Dies gilt insbesondere für Daten zum Eigenleistungsbedarf. Die Preisdaten sind nach Möglichkeit regional spezifisch zu erfassen.
- Die Kalkulationsmethoden sind in Stufen zu realisieren. Ausschlaggebend sind dafür die Forderungen der Anwender.
- Modelle müssen alle denkbaren Fälle abdecken.
- Umbaulösungen sind in die Datenanforderungen und in die Kalkulationsmethoden einzubeziehen.
- Die grafische Darstellung des Bauvorhabens nach üblichen bauhandwerklichen Forderungen muß Bestandteil der Methode werden (CAD als zentraler Methodenbestand- und Integrationsteil).

Demgegenüber ergibt sich für den Bereich Arbeitszeitdaten aufgrund der 1971 gebildeten Arbeitsgemeinschaft "Kalkulationsunterlagen" /40/ eine wesentlich günstigere Situation. Über das KTBL wird eine Grundgemeinsamkeit bei der Datenermittlung und Datenfortschreibung gewährleistet. Auch die Verknüpfungsmodelle

werden dort gepflegt und weiterentwickelt. Bedingt durch künftige Möglichkeiten einer automatisierten Datenerfassung durch Elektronik in Maschinen und Geräten dürfte auch die längerfristige Aktualisierung bei erträglichen Kosten gewährleistet sein. Ein großer Mangel besteht jedoch in der objektiven Beurteilung der Arbeitsbelastung. Nach einer methodischen Weiterentwicklung muß dabei von der ausschließlichen körperlichen Beurteilung zur umfassenden Beurteilung nach dem Reiz-Reaktions-Modell übergegangen und die mentale Belastung, sowie die Belastung aus Arbeitsplatz und Umwelt in die Daten und in die Kalkulation einbezogen werden.

Weniger günstig ist dagegen die Bereitstellung von Elektroenergiedaten zu beurteilen. Die ersten Ansätze in funktionaler Form lassen einen optimistischen Ansatz erkennen. Gegebenenfalls könnte auch dabei die in den Maschinen und Geräten verstärkt zum Einsatz gelangende Elektronik einen Beitrag zur Datenermittlung und -fortschreibung liefern.

#### 6.1.2 Anwendungsorientierte Anforderungen

Die Anwendung von Kalkulationsdaten hat sich mehr denn je an die Anforderungen der Nutzer zu orientieren. Diese teilen sich in mehrere Anwendungsebenen mit zunehmender Genauigkeit und Detailliertheit. Aus diesem Grunde dürfte folgendes Gesamtkonzept die besten Voraussetzungen bieten:

- Alle Daten werden bei dezentraler Erfassung nach einheitlichen Regeln zentral aufbereitet und gespeichert.
- Entsprechend den Anforderungen wird die Verarbeitung unterschiedlich genau und unterschiedlich detailliert durchgeführt:
  - o Für Überschlagsrechnungen sind Pauschalwerte zu erstellen (Katalogform) und jährlich oder im Zweijahresabstand fortzuschreiben.
  - o Für einfache Bedarfsrechnungen werden einfache Abhängigkeiten mit max. 3 - 4 Einflußgrößen benötigt. Die Darstellung erfolgt in mehreren Formen:
    - + als Katalog mit Tabellen (KTBL-Taschenbücher)
    - + als Katalog mit Funktionen

- + als PC-Programm (evtl. Tabellenkalkulation) auf DOS-Basis mit Menüführung, Piktogrammen und einfacher Grafik. Die Daten- und Programmpflege muß über Telesoftware möglich sein.
- o Für umfassende Bedarfsrechnungen mit betriebsspezifischer Anpassung werden umfassende Abhängigkeiten benötigt (bis etwa 20 Einflußgrößen). Auch dafür werden mehrere Formen der Darstellung benötigt:
  - + als PC-Programm für umfassende Analysen in Form von Spezialprogrammen. Menüführung und Grafik obligatorisch. PC-Voraussetzung 32 Bit (386er CPU und höher). Daten- und Programmaustausch auf Datenträgern hoher Kapazität (magnetische oder optische Platte)
  - + als Hostversion für Dialog- und Batcheinsatz. Grafik und Plotter obligatorisch. Einsatzbeschränkung auf landwirtschaftliche Rechenzentren.
- o Für weitreichende wissenschaftliche Analysen mit betriebsspezifischer Anpassung werden die umfassendsten Abhängigkeiten benötigt. Bei der Zahl der Einflußgrößen darf keine Beschränkung vorhanden sein. Mehrere Schnittstellen müssen alle Formen der Auswertung und Darstellung ermöglichen. Die Anwendung beschränkt sich auf den Großrechner.
- o Spezifisch für das landwirtschaftliche Bauwesen sind grafische Arbeitsplätze zu erstellen und in ein Netz an speziellen Ämtern für Landwirtschaft regional einzubinden. Auf Workstationbasis sind dort Neubau- und Umbaulösungen als Standardteile verfügbar zu halten. Die benötigten Kalkulationen für Investitions-, Arbeitszeit- und Energiebedarf sind an die Grafik zu binden und im Hintergrund für jede Zeichnung nach entsprechender Detailliertheit auszuführen.
- o Über diese Systeme muß auch von zentraler Stelle ein verbesserter Beratungsdienst über Kataloge bereitgestellt werden. Das im Anhang, Nr. 24, befindliche Beispiel könnte dazu als Vorschlag dienen.

- Eine derartige nationale Lösung ist auf EG-Basis zu erweitern,

wobei vorab die Nachbarländer mit gleichen Problemen einbezogen werden könnten (Österreich, Schweiz, Niederlande und Dänemark).

## 6.2 Verfahrenstechnische Weiterentwicklungen

Die verfahrenstechnischen Weiterentwicklungen betreffen die Gebäude, die Technik und den Tier- und Umweltschutz.

Bei den Gebäuden sind wesentliche Forderungen

### - baulicher Art:

Zwingend notwendige Forschungsarbeiten müssen

- o die Einbeziehung von mehr Fertigteilen ermöglichen. Dies betrifft vor allem die schalungsaufwendigen Betonierarbeiten bei der Gülle- und Flüssigmistsammlung und Ableitung. Ähnliches könnte bei der Forderung nach mehr Festmistbereitung entstehen. Ebenso betrifft es mehr Fertigelemente für Decken, Dach und Isolierungen.
- o kostengünstigere Baustoffe und vereinfachte Gebäudeformen bei nur mittelfristig zu betreibenden Verfahren untersuchen, um damit Investitionen und Kosten zu senken.
- o weniger stark zweckgebundene Gebäude für die Tierhaltung verfügbar machen. Dadurch könnten mehr Teile aus dem Großserienindustriebau preisgünstig zur Anwendung gelangen und es könnten die Nutzungsänderungen leichter vonstatten gehen.

### - verstärkte Eigenleistung am Bau.

Dabei eröffnet sich die wohl stärkste Kostensenkungsmöglichkeit durch:

- o Einbringung eigener Arbeitszeit bei der Gebäudeerstellung. Allerdings ist dann den Fähigkeiten der einzelnen Landwirte stärker Rechnung zu tragen. Da-

bei könnten viele Arbeiten auch durch eine stärkere überbetriebliche Zusammenarbeit erledigt werden, wobei dem Betriebshilfsring große Bedeutung zukommt.

- mehr und mehr Umbaulösungen.

Da die Hülle den höchsten Anteil beim Investitionsbedarf eines Gebäudes hat, muß, wenn immer möglich, eine schon bestehende Hülle in den Bau einbezogen werden. Entsprechende Ansätze bei PIOTROWSKY 1988 /69/ sind exemplarisch hervorragende Beispiele.

Bei der Technik sind stärker zu berücksichtigen

- die nur langsam zunehmenden Bestandesgrößen.

Sie betrug zwischen 1979 und 1987 etwa 4 Kühe je Betrieb /42/. Bei verstärktem Ausscheiden kleinerer Betriebe wird somit erst 1991 bis 1992 eine mittlere Bestandesgröße von 20 Kühen erreicht sein. Wenn jedoch derzeit bei nahezu allen Einflußfaktoren auf den Investitions- und Arbeitszeitbedarf und damit auch bei den Kosten die stärkste Degression zwischen 20 und 40 Kühen liegt, dann müssen alle Bemühungen unternommen werden, über eine technische Anpassung diesen Degressionsanteil stärker in Richtung kleinerer Bestände zu verlagern und damit eine Vielzahl von Betrieben in den Genuß günstigerer Produktionsbedingungen zu bringen.

- die kleineren Melkstände.

Da die Melkarbeiten die längste Arbeitszeit während der Fütterung benötigen, muß zuerst an dieser Stelle versucht werden, vor allem die Arbeitsbelastung und die Unfallgefahr zu senken. Nichts ist dazu besser geeignet, als Melken im Melkstand. Technisch sind dann jedoch kostengünstige Lösungen bereitzustellen und sowohl Übergrößen (zu viel Brachzeit je Melkeinheit), wie auch zu aufwendige Techniken zu verhindern.

- die Verabreichung von Ganzjahressilage.

Die Fütterungsarbeiten stellen den zweithöchsten Arbeitszeitbedarfsanteil. Organisatorisch lassen sich Verbesserungen erreichen, wenn

nur eine Technik benötigt wird, also z.B. während des ganzen Jahres Silage gefüttert wird und dadurch bei hoher Maschinenauslastung niedrige Kosten je Einsatzeinheit entstehen.

Schließlich erhält der Tier- und Umweltschutz zunehmende Bedeutung und fordert eine stärkere Berücksichtigung in der Verfahrenstechnik durch:

- tiergerechte Aufstallung.

Anbindehaltung und Laufställe mit ganzflächigen Spaltenböden im Laufbereich erhalten zunehmend Kritik aus den Reihen der Tierschutzorganisationen. Deshalb müssen alle Möglichkeiten einer tiergerechten Haltung ausgeschöpft werden, wobei den Laufställen mit planbefestigten Laufflächen größte Bedeutung zukommt. Neue Bodenbeläge sind dabei ebenso zu beachten, wie ausreichende Freiräume für die Tiere, Individualabstände und optimale Klimagestaltung.

- Festmist statt Flüssigmist.

Gerade diese Probleme erhalten durch die hohen Tierkonzentrationen und der damit verbundenen punktuellen Überlastung der Böden durch Gülle zunehmend Priorität. Folglich müssen Formen der Festmistbereitung und günstigere Einstreumöglichkeiten erarbeitet werden.

### 6.3 Verbessertes Management

Letztlich ist dem Menschen, also dem Landwirt, mehr Augenmerk zuzuwenden. Er ist schließlich der Verantwortliche und der Betreiber des Verfahrens. Für ihn ist jedoch vielfach die Arbeitsbelastung zu hoch und die Bindung an die Tierhaltung zu stark. Beide Probleme erfordern deshalb eine intensivere wissenschaftliche Bearbeitung durch:

- mehr Automatisierung. Darunter fallen die Fütterung, die Melkarbeiten und die Tierbeobachtung. Für alle diese Bereiche könnte die Elektronik in Form der Prozeßsteuerung auch kleinbetriebsfreundliche Lösungen bereitstellen. Zudem ließe sich dadurch das gesamte Management aufgrund der weitgehend automatisierten Datenerfassung wesentlich verbessern /25/.

- andere Organisationsformen. Milchviehhaltung erfordert vom Landwirt die Erledigung der Melkarbeiten. Automatisierte Melkarbeit über Handhabungsautomaten ist in Sicht, für den relativ kleinen Einzelbetrieb aber zu teuer. Deshalb müssen verstärkt Möglichkeiten einer gemeinsamen Nutzung derartiger Anlagen in Form zentral platzierter Containeranlagen untersucht und geeignete Finanzierungsverfahren in Form von Leasing oder ähnlichem erarbeitet werden. Gegenüber bisherigen Betriebsgemeinschaften eröffnen nämlich derartige Techniken heute über die Elektronik eine problemlose Kontrolle von Aufwand, Ertrag und Zuordnung aller Faktoren auf den Verursacher oder Inanspruchnehmer.

## 7. Zusammenfassung

Die Milchviehhaltung nimmt in der Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland eine zentrale Stellung ein. Sie ist in mehr als der Hälfte aller Betriebe anzutreffen. Alleine die aus Milch erzielten Einnahmen betragen nahezu 30 % der gesamten Verkaufserlöse der Landwirtschaft.

Trotz dieser Bedeutung besitzt die Milchviehhaltung eine relativ ungünstige Erzeugungsstruktur. Diese äußert sich in verhältnismäßig niedrigen Kuhzahlen je Betrieb im Vergleich zu den Nachbarländern der EG. Sie zeigt sich zudem bei der Haltung der Milchkühe in arbeitsaufwendigen und zugleich unfallträchtigen Anbindeställen. Außerdem wird sie mehr und mehr beeinflusst durch die Überalterung der Landwirte mit nachlassender körperlicher Leistungsfähigkeit. Viele Milchkühhalter sind deshalb heute schon durch diese Produktionsrichtung körperlich überlastet.

Wird davon ausgegangen, daß sich die Herdengrößen durch ausscheidende Kleinbetriebe langsam aber stetig nach oben verändern werden, dann müssen viele Landwirte baldmöglichst etwas unternehmen, um die weiter zunehmende Arbeitsbelastung abzubauen. Schon ab Herdengrößen mit 20 und mehr Kühe muß deshalb der Übergang vom Anbindestall zum Laufstall mit Melkstandmelken stattfinden. Bezogen auf die derzeitige Herdengrößenstruktur würden davon mehr als 80 000 Betriebe betroffen sein und damit eine Planungs- und Umbauwelle von bisher nicht gekanntem Ausmaß hervorrufen.

Planungen können aber nur dann schnell und exakt durchgeführt werden, wenn dazu fundierte Daten und Methoden verfügbar sind. Deren Anwendung muß eine umfassende Analyse der Planungsvorhaben ermöglichen und sie muß die betriebsspezifischen Verhältnisse berücksichtigen können. Vorab durchgeführte Untersuchungen über die wirksamsten Möglichkeiten der Kosteneinsparung können dabei den Planungsaufwand verringern.

Unter dieser Zielsetzung wurde in den zurückliegenden Jahren im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 141 "Produktionstechniken der Rinderhaltung" ein umfassendes Datenmaterial erstellt und geeignete Kalkulationsprogramme entwickelt. Das Gesamtsystem erfaßt den Investitionsbedarf landwirtschaftlicher Betriebsgebäude, den Arbeitszeitbedarf mit der entsprechenden Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode und den Elektroenergiebedarf. Es basiert auf einer Vielzahl von Meßdaten aus der Praxis mit ausreichender statistischer Absicherung.

Alle Planungsdaten sind in einer Datenbank abgelegt und in Form von Dokumenten bezüglich des Inhaltes, der wirksamen Einflußgrößen und der statistischen Kenngrößen exakt definiert. In einer hierarchischen Struktur bilden diese Daten die Basis. Darüber liegen Spezifizierungs- und Verknüpfungsmodelle, welche zusammen mit einem universellen Kalkulationsprogramm umfassende Analysen ermöglichen. Das Gesamtsystem mit seinen einzelnen Kalkulationsbereichen für Investitionsbedarf, Arbeitszeitbedarf mit Arbeitsbelastung und für den Elektroenergiebedarf ist in Subdatenbanken geordnet. Derzeit steht es auf vielen Großrechnern an landwirtschaftlichen und wissenschaftlichen Rechenzentren zur Verfügung, Auszüge können auch auf Personalcomputern eingesetzt werden.

Aufbauend auf dieses Kalkulationssystem wurden Stallsysteme für eine vergleichende Untersuchung definiert. Maßgeblichen Einfluß hatten dabei die Bedingungen der Praxis. Diese bezogen sich zum einen auf die betrachteten Herdengrößen in einem Bereich von 20 bis 80 Kühe. Generell wurde dabei die weibliche Nachzucht mit einbezogen, weil ein Abweichen von dieser Haltungform in naher Zukunft nicht absehbar ist. Als Haltungsvarianten wurden der Anbindestall und drei Formen der Liegeboxenställe gewählt. Diese werden durch die 2 \* 1-reihige, die 2-reihige und die 3-reihige Variante abgedeckt. Sinnvolle Begrenzungen führten zu 14 unterschiedlichen Stallsystemen.

Die Ermittlung der Bedarfs- und Kostenwerte erfolgte jeweils getrennt für den Investitionsbedarf, den Arbeitszeitbedarf mit der Arbeitsbelastung, dem Elektroenergiebedarf und den Jahreskosten für die gesamten Stallsysteme. Ausgehend von einer umfassenden Kalkulation folgten immer tiefergehende Analysen bis hin zu den erforderlichen Materialien und der Arbeitszeit für die Gebäudeerstellung, dem Arbeitszeitbedarf und der Arbeitsbelastung für die täglichen Arbeiten und für den Elektroenergiebedarf der eingesetzten Arbeitsmittel. Vergleichend ergeben sich eindeutige Aussagen in bezug auf die untersuchten Parameter.

Generell führt die Bestandesgröße bei den Bedarfs- und Kostenwerten zur stärksten Degression. Sie ist zwischen 20 und 40 Kühen sehr kräftig und erreicht anschließend nur noch geringe Zugewinne. Für die einzelnen Stallsysteme und die untersuchten Parameter ergeben sich dagegen unterschiedliche Einflüsse.

Der Investitionsbedarf liegt für Stallsysteme in wärmegeämmter Ausführung mit Heulagerung in der Bergehalle, Flachsilos und befahrbarer Güllegrube zwischen 20 000 und 12 500 DM/Kuhplatz mit Nachzucht. Alleine die benötigte Arbeitszeit zur Gebäudeerstellung erfordert etwa 40 % des Aufwandes. Bezüglich des Gesamtinvestitionsvolumens werden mehr als 60 % durch den Stall und jeweils etwa 20 %

durch die baulichen Anlagen und die Technik verursacht. Anbindeställe benötigen immer einen geringeren Investitionsbedarf als Laufställe. Bei letzteren ist der 2-reihige und ab 60 Kühe der 3-reihige Liegeboxenstall die günstigste Lösung.

Der Arbeitszeitbedarf reduziert sich ausgehend bei 20 Kühen von etwa 100 AKh auf etwa 45 AKh bei 80 Kühen mit Nachzucht. Mehr als die Hälfte des Bedarfes wird durch die Melkarbeiten verursacht, gefolgt von den Fütterungsarbeiten mit weiteren 30 %. Bis etwa 30 Kühe ist der Anbindestall die günstigere Lösung, darüber jedoch immer der Laufstall. Auch dabei bildet der 2-reihige Liegeboxenstall und ab 60 Kühe die 3-reihige Variante die günstigste Alternative.

Bei der Arbeitsbelastung nach der Energieumsatzmethode erfolgt abweichend von allen anderen Parametern mit zunehmender Kuhzahl eine Zunahme von etwa 10 kJ/min auf nahezu 14 kJ/min. Dabei verursacht der Anbindestall immer die höchsten Belastungswerte. Er liegt mit mehr als 50 % aller Arbeiten oberhalb der allgemeinen Dauerleistungsgrenze. Frauen werden durch die Arbeiten in diesem Stallsystem vollständig überlastet, auch bei Männern sind erhebliche Zeiteile mit Überlastung vorhanden. Diese werden vor allem durch die Fütterungsarbeiten hervorgerufen. Hingegen zeigen bei den Melkarbeiten die Laufställe mit ihren Melkständen die Hauptvorteile.

Die größten Unterschiede zwischen Anbinde- und Laufstall ergeben sich beim Elektroenergiebedarf. Anbindeställe erfordern aufgrund der installierten Zwangslüftung mehr als 450 kWh je Kuh und Jahr. Laufställe liegen dagegen um etwa ein Drittel niedriger und erreichen bei 80 Kühen mit etwa 240 kWh die niedrigsten Werte. Hauptverursacher des Stromverbrauches ist mit etwa 50 % beim Anbindestall und mit etwa 80 % beim Laufstall die Milchgewinnung.

Die Jahreskosten betragen zwischen 3500 und 2100 DM/Kuh mit Nachzucht und Jahr. Jeweils 37 % der Kosten werden durch die Gebäude und die Arbeit verursacht. Etwa 20 % kommen von der Technik und nur 4 bis 6 % entfallen auf die Energiekosten. Die Unterschiede bezüglich der untersuchten Stallsysteme sind bei den Jahreskosten denkbar gering. Sie betragen bei den kleinen Herden etwa 400 bis 500 DM je Kuh und Jahr. Schon bei Herden mit 30 Kühen reduzieren sie sich jedoch auf nur noch etwa 50 DM. Die günstigsten Kostenwerte sind immer bei den Anbindeställen gegeben, die ungünstigste Kostensituation liegt jeweils beim 2 \* 1-reihigen Liegeboxenstall vor.

Nach ökonomischen Gesichtspunkten können aus den Erträgen je Kuh und Jahr die zulässigen Entlohnungen für die erforderliche Arbeit mit 15 DM/AKh nur dann erreicht werden, wenn die Kosten für Gebäude und Arbeit zusammen unterhalb von

1800 DM/Kuhplatz liegen. Alle untersuchten Stallsysteme übersteigen aber diesen Grenzwert zum Teil erheblich. Folglich müssen gezielte Maßnahmen für eine Kostenreduzierung sorgen, wobei die Arbeitsbelastung nicht aus den Augen verloren gehen darf.

Auf der Seite der Investitionen können Eigenleistungen in Form von eingebrachter Arbeit den höchsten Effekt erbringen. Sie führen zu Reduzierungen von nahezu gleichbleibend 20 % bei allen Bestandesgrößen. Dadurch werden absolut betrachtet die kleineren Herden stärker entlastet als die größeren. Eigenleistungen in Form von eigenem Holz ermöglichen dagegen nur noch eine weitere Senkung des Investitionsbedarfes um etwa 1 %.

Noch stärkere Reduzierungen sind möglich, wenn Teile der vorhandenen Ställe im Umbau in das Gebäude einbezogen werden. Einsparungen von etwa 5000 DM/Kuhplatz mit Nachzucht sind dann durchaus gegeben.

Auf der Seite des Arbeitszeitbedarfes muß dagegen versucht werden, zuerst die Arbeitsbelastung auf ein erträgliches Maß zu senken. Im Bereich des Melkens ist dies durch den Melkstand generell gegeben. Blockschneider und auch Sommerstallfütterung mit Handzuteilung in den Trog sind dagegen ungeeignet, auch bei der Fütterung eine Entlastung auf das erträgliche Maß zu gewährleisten. Deshalb können an deren Stelle nur direkt dosierende Systeme (Erntewagen, Fräs(misch)-wagen treten. Im Sinne der Vermeidung unterschiedlicher Techniken (Silage- und Grünfütterung) könnte deshalb in Verbindung mit einem einheitlichen, an die Größe angepaßten, technischen Hilfsmittel die Ganzjahressilagefütterung eine Alternative darstellen.

Alle diese Maßnahmen in der Summe ermöglichen insgesamt auch in Zukunft eine kostendeckende Milchproduktion für den einzelnen Betrieb. Dabei müssen jedoch noch mehr betriebsspezifische Einflüsse als bisher in die Planungen mit einfließen. Dies kann nur durch einen weiteren Forschungsaufwand bei den benötigten Daten und bei den erforderlichen Planungshilfsmitteln erreicht werden. Es erfordert darüberhinaus aber auch ein Nachdenken zur Verringerung der totalen Bindung des Menschen in der Milchviehhaltung an das Tier durch die täglich erforderlichen Melkarbeiten. Handhabungsautomaten und andere Organisationsformen bei den Melkarbeiten mit möglich werdenden Vereinfachungen bei den Gebäuden erscheinen heute nicht mehr utopisch. Auch sie müssen deshalb in die weiteren Überlegungen einbezogen und baldmöglichst einer wissenschaftlich objektiven Analyse durch die betroffenen Disziplinen zugeführt werden.

## 8. Literatur

1. A L B:  
Arbeitsblätter Landwirtschaftliches Bauwesen, Nr. 02.03.15, 02.06.04,  
02.14.02, 02.09.01, 02.14.01, 02.15.01, 15.22.05.  
Grub: Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftliches Bauen
2. A r t m a n n, R.:  
Management und Gruppenfütterung bei Milchvieh.  
Landtechnik 40 (1985), H. 7/8, S. 357 - 360
3. A r t m a n n, R.:  
Melken mit dem Roboter - wie weit ist die Technik ?  
Agrar-Übersicht 39 (1988), H.12, S. 65 - 68
4. A u e r n h a m m e r, H.:  
Eine integrierte Methode zur Arbeitszeitanalyse, Planzeiterstellung und  
Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten, dargestellt an ver-  
schiedenen Arbeitsverfahren der Bullenmast.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1975
5. A u e r n h a m m e r, H.:  
Kriterien zur Auswahl deterministischer oder stochastischer Arbeitszeit-  
kalkulationsmethoden.  
Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 54 (1977), SH 2, S. 11 - 18
6. A u e r n h a m m e r, H.:  
Die Modellkalkulation landwirtschaftlicher Arbeiten mit Planzeiten und  
teilaggregierten Daten.  
In: CIGR-Symposium, Ermatingen/Schweiz 1978, S. 1 - 12
7. A u e r n h a m m e r, H.:  
Sonderarbeiten in der Rinderhaltung.  
Landtechnik 34 (1979), H. 9, S. 428 - 429
8. A u e r n h a m m e r, H.:  
Einsatzmöglichkeiten und erste Erfahrungen beim Arbeitszeit-Kalkula-  
tionssystemeinsatz in der wissenschaftlichen Lehre.  
In: Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-  
Programmen an Groß- und Kleinrechnern, Schriftenreihe der Landtech-  
nik Weihenstephan, Weihenstephan 1981, Nr. 8, S. 106 - 115
9. A u e r n h a m m e r, H.:  
Aufbau und Struktur eines Kalkulationssystemes für die Arbeitszeitbe-  
darfsermittlung landwirtschaftlicher Arbeiten.  
In: Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-  
Programmen an Groß- und Kleinrechnern, Schriftenreihe der Landtech-  
nik Weihenstephan, Weihenstephan 1981, Nr. 8, S. 3 - 45
10. A u e r n h a m m e r, H.:  
Elektroenergiedaten für landwirtschaftliche Produktionsverfahren  
- Bereitstellung und Kalkulation.  
In: Informationsverarbeitung Agrarwissenschaft, Band 6: Steuerung von  
Prozessen in der Landwirtschaft, Stuttgart: Ulmer Verlag 1982,  
S. 163 - 172
11. A u e r n h a m m e r, H.:  
On the drawing up of planning documents for the agricultural production  
progress.  
Proceedings of the XXI CIOSTA/CIGR (V) Congress, Agricultural Develop-  
ment and Advisory Service Reading 1982, p. 227 - 232

12. A u e r n h a m m e r, H.:  
Anforderungen an ein landwirtschaftliches Informationssystem Landtechnik.  
Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 60 (1983), H. 5, S. 512 - 519
13. A u e r n h a m m e r, H.:  
Eine Methode zur Beurteilung der Arbeitsbelastung in der Landwirtschaft  
Documentation XXII. Internationaler Kongreß der Landarbeitswissenschaft  
(CIOSTA / CIGR), Hohenheim 1986, S. 480 - 487
14. A u e r n h a m m e r, H.:  
Landwirtschaftliche Arbeitslehre - Manuskriptdruck der Vorlesung.  
Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1986
15. A u e r n h a m m e r, H.:  
Wie hoch ist die Arbeitsbelastung in der Landwirtschaft ?  
Landtechnik 41 (1986), H. 12, S. 538-541
16. A u e r n h a m m e r, H.:  
Weidegang mit Stallmelken oder Sommerstallfütterung bei der Milchviehhaltung in Grünlandgebieten.  
Frankfurt: DLG 1986, Manuskriptdruck 070
17. A u e r n h a m m e r, H.:  
Kriterium "Arbeit".  
In: Haltungssysteme Milchvieh. KTBL-Schrift 315, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1987, S. 76 - 101
18. A u e r n h a m m e r, H.:  
Sommerstallfütterung oder Weidegang - eine arbeitswirtschaftliche Betrachtung.  
Landtechnik 42 (1987), H. 4, S. 177 - 181
19. A u e r n h a m m e r, H.:  
Kostengünstige Milchviehställe nur für größere Betriebe und bei Umbauten?  
die milch praxis 25 (1987), H. 3, S. 120 - 126
20. A u e r n h a m m e r, H.:  
Kapitalbedarf, Arbeitszeitbedarf und Kosten für Systeme der Milchviehhaltung im Vergleich.  
Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 64 (1987), H. 4, S. 495 - 512
21. A u e r n h a m m e r, H.:  
Weidegang mit Stallmelken oder Sommerstallfütterung ?  
DLG Merkblatt Nr. 256, Frankfurt 1987
22. A u e r n h a m m e r, H.:  
Wie schwer ist die Melkarbeit ?  
DLG-Mitteilungen 102 (1987), H. 23, S. 1234 - 1237
23. A u e r n h a m m e r, H.:  
Stallsystemvergleiche für die Milchviehhaltung.  
Bayer. Landwirtschaftliches Jahrbuch 65 (1988), SH 1, S. 177 - 189
24. A u e r n h a m m e r, H. und H. P i r k e l m a n n:  
Verfahrenstechnische Einordnung der ganzjährigen Silagefütterung.  
Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1988, Nr. 3, S. 73 - 81

25. A u e r n h a m m e r, H., H. P i r k e l m a n n und G. W e n d l (Hrsg.):  
Prozeßsteuerung in der Tierhaltung - Erfahrungen mit der Milchmengenerfassung, Tiergewichtsermittlung und Bereitstellung von Managementdaten. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1985, Nr. 2
26. A u e r n h a m m e r, H., H. P i r k e l m a n n und H.-L. W e n n e r:  
Probleme technischer Weiterentwicklung für kleine Milchviehbetriebe. In: Technischer Fortschritt in der Tierhaltung bei begrenztem Strukturwandel. KTBL-Arbeitspapier 115. Darmstadt: KTBL 1987, S. 161 - 182
27. A u e r n h a m m e r, H. und F. H e i n s:  
Zur Situation des landwirtschaftlichen Energieverbrauches in Bayern. Landtechnik 37 (1982), H. 1, S. 12 - 14
28. A u e r n h a m m e r, H. und E. N a c k e (Hrsg.):  
Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-Programmen an Groß- und Kleinrechnern. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1981, Nr. 8
29. A u e r n h a m m e r, H. und H. Z ä h:  
Arbeitszeitbedarf bei der Bullenmast und Milchviehhaltung. Landtechnik 34 (1979), H. 7/8, S. 375 - 376
30. A i y k, M.:  
Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes wichtiger Bereiche der Milchviehhaltung. Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1975
31. B a u e r, D.  
Landwirtschaftliche Betriebslehre  
In: Betriebswirtschaft, Teil B  
München und Münster-Hiltrup 1984
32. B a u e r, R.:  
Methodische Ansätze zur Einflußgrößengewichtung für die Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes der Milchviehhaltung im Anbindestall  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1982
33. B a u r, A.:  
Ermittlung der Einflußgrößengewichte auf den Arbeitszeitbedarf der spezialisierten Färsenhaltung.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1981
34. B e h r, T.:  
Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogrammes zur Modellkalkulation des Elektroenergiebedarfes landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1988
35. B o c k, K.:  
Analyse der Arbeitsbelastung mit der Energieumsatzmethode in der Milchviehhaltung.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1984
36. B o x b e r g e r, J.:  
Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung.  
Habilitation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1983 (MEG 80)
37. B o x b e r g e r, J. und M. Kirchner:  
Sind die Stallmaße für die Milchkühe noch aktuell ?  
DLG-Mitteilungen 99 (1984), H. 9, S. 513 - 514

38. B o x b e r g e r, J. und K. K e m p k e n s:  
Laufstall auch schon für 20 Kühe ?  
Der praktische Tierarzt 1988, H. 6, S. 29 - 38
39. B o x b e r g e r, J., H. E i c h h o r n und H. S e u f e r t:  
Stallmist - entmisten, lagern, ausbringen.  
Düsseldorf: Beton-Verlag 1988
40. B r u n d k e, M.:  
Ziele und Struktur des einheitlichen Verarbeitungssystemes der KTBL-  
Datenbank.  
Mitteilungen des CIGR-Colloquium, Gödöllő (Ungarn) 1976
41. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:  
Entwurf - Vorblatt - Verordnung zum Schutz von Kälbern bei Stallhaltung  
(Kälberhaltungsverordnung).  
Bonn: BML 321-3521-2/1 vom 21.7.1988
42. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:  
Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1988.  
Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1988
43. C e r m a k, J.P., R.D. R a y und J.J. C l a r k:  
Spatial requirements of some animal housing tasks.  
Referate des XIX CIOSTA-Congresses in Ermatingen: FAT 1978, Band 1,  
S. 301 - 315
44. E i c h h o r n, H.:  
Landtechnik.  
Stuttgart: Ulmer Verlag 1985
45. G a r t u n g, J. und J.-G. K r e n t l e r:  
Fortschreibung der Kostenblockdaten vom Preisstand 1982 auf 1984 und  
Erweiterung der Datenbasis nach der Kostenblockmethode.  
Bericht im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogrammes "Kalkulationsunterlagen"  
Braunschweig: Institut für landwirtschaftliche Bauforschung 1984
46. G a r t u n g, J.-G. K r e n t l e r und H.-G. S i e v e r s:  
Bauliche Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude.  
Landbauforschung Völkenrode 1983, SH. 65, Band 3
47. G r o h, G.:  
Das Unfallgeschehen in der Rindviehhaltung und Ableitung baulich-techni-  
scher Unfallverhütungsmaßnahmen.  
Landbauforschung Völkenrode 1987, SH 85
48. H a m m e r, W.:  
Arbeitszeit- und Beanspruchungsfunktionen.  
Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1976, KTBL-Schrift 202
49. H a m m e r, K. und F. F r e i b e r g e r:  
Erfahrungsbericht über die Trauf-First-Lüftung in Anbindeställen für  
Milchvieh.  
In: Schule und Beratung, München: Bayer. Staatsministerium für Er-  
nährung, Landwirtschaft und Forsten 1985, H. 11, S. IV-1 - IV-5  
und H. 12, S. IV-1 - IV-4
50. H e t t i n g e r, T.:  
Angewandte Argonomie.  
Frechen: Bartmann-Verlag 1970
51. Informationsdienst Landwirtschaftliches Bauen:  
handbuch landwirtschaftliche betriebsgebäude.  
Celle: Heinze Verlag 1989

52. K o l l e r, G., K. H a m m e r, B. M i t t r a c h und M. S ü ß:  
Rindviehställe.  
München, Frankfurt, Münster-Hiltrup, Wien, Aarau 1979
53. K r a b b e, H.:  
Computerized Building Cost Calculation: Working Progress.  
Hoersholm: Danish Building Research Institute 1979
54. K r i n n e r, L.:  
Ein Vorschlag zur Ermittlung und Aggregation landwirtschaftlicher Bau-  
daten für die Baupreisermittlung.  
Bayer. Landw. Jahrbuch 54 (1977), SH. 2, S. 122 - 132
55. K r i n n e r, L.:  
Ermittlung und Aggregation von landwirtschaftlichen Baudaten für die  
Baupreisermittlung.  
In: Planungsunterlagen für die Landwirtschaft.  
Dokumentation des Symposiums der Sektion V der CIGR,  
Darmstadt: KTBL 1979, S. 86 - 101
56. K T B L:  
KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft.  
Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag 1988
57. K T B L:  
Baulich-Technische Grundlagen; Entwurf zum KTBL-Musterblatt B.100:  
Funktionsmaße für den Stallbau.  
Darmstadt: KTBL 1970
58. L a n d a u, K.:  
Das Arbeitswissenschaftliche Erhebungsverfahren zur Tätigkeitsanalyse  
(AET)  
Dissertation Darmstadt 1978
59. L K V:  
Ergebnisse und Auswertungen der Milchleistungsprüfung in Bayern.  
München: LKV 1988
60. M e i e r, W., R. H i l t i, E. N ä f und J. M ü h l e b a c h:  
Praxisbeispiele für kleine Laufställe.  
In: Technischer Fortschritt in der Tierhaltung bei begrenztem Struktur-  
wandel. KTBL-Arbeitspapier 115. Darmstadt: KTBL 1987, S. 111 - 128
61. M e n e e r, R.R.:  
Simple Work Time and Energy Data for Modelling Farm Systems.  
In: CIGR-Symposium, Ermatingen/Schweiz 1978, S. 227 - 229
62. N a c k e, E.:  
Ein Modellkalkulationssystem zur Ermittlung des Investitionsbedarfes  
landwirtschaftlicher Betriebsgebäude - dargestellt am Beispiel ausge-  
wählter Stallbaulösungen für Milchvieh.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1983 (MEG 91)
63. N a c k e, E. und H. A u e r n h a m m e r:  
A building, labour and cost information system.  
ASAE Winter Meeting, New Orleans 1984, Paper-No. 84-4503
64. N o s a l, D.:  
Das Melkverfahren in Abhängigkeit des Aufstallungssystems und der Kuh-  
zahl.  
FAT-Bericht Tänikon 1985, Nr. 261

65. P e r r e i t e r, G.:  
Frischgras für Kühe - oder im Sommer Silage füttern ?  
dlz 40 (1989), H. 5, S. 14 - 20
66. P ü t z n e r, R.:  
Taschenbuch Mensch und Arbeit.  
München: Verlag Mensch und Arbeit 1988, 7. Auflage
67. P i o t r o w s k i, J.:  
Investitions- und kostensparende Lösungen für Neu- und Umbauten von  
Rindviehställen.  
Landtechnik 38 (1983), H. 5, S. 191 - 193
68. P i o t r o w s k i, J. und J. G a r t u n g:  
Bau- und haltungstechnische Konzepte für kleine Milchviehlaufställe  
In: Landtechnik 1988, Kurzfassung der Vorträge in Ulm.  
Düsseldorf: VDI 1988, S. 148 - 151
69. P i o t r o w s k i, J. und J. G a r t u n g:  
Möglichkeiten der baulichen Anpassung in der Milchviehhaltung.  
In: Technischer Fortschritt in der Tierhaltung bei begrenztem Struktur-  
wandel. KTBL-Arbeitspapier 115. Darmstadt: KTBL 1987, S. 139 - 159
70. P i o t r o w s k i, J., J. G a r t u n g, J.-G. K r e n t l e r und  
H.-G. S i e v e r s:  
Systematisierung und Feststellung von Bauleistungen zur Berechnung von  
Kostendaten mit Hilfe der Kostenblöcke (Investitionsbedarf und bau-  
liche Jahreskosten).  
Abschlußbericht im Rahmen des KTBL-Arbeitsprogrammes "Kalkulationsunter-  
lagen" Braunschweig: Institut für landwirtschaftliche Bauforschung 1983
71. R E F A - Verband für Arbeitsstudien e.V.:  
Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Teil 1: Grundlagen.  
München: Hanser Verlag 1972
72. R i t t e l, L.:  
Vergleichende Untersuchungen an ausgewählten selbsthilfefreundlichen  
Holztragwerken zur Kapitaleinsparung beim Bau landwirtschaftlicher Be-  
triebsgebäude.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1979 (MEG 37)
73. R o ß m a n i t h, J.:  
Methodischer Ansatz zur Beurteilung der Arbeitsbelastung in der Land-  
wirtschaft - dargestellt am Beispiel der Melkarbeit.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1986
74. P i r k e l m a n n, H.:  
Managementsysteme - was sie können, was sie kosten.  
top agrar 1986, H. 4, S. R24 - R28
75. P i r k e l m a n n, H.:  
Fütterungsanlagen für Milchviehställe, mechanisiert und computerge-  
steuert.  
argrarpraxis 104 (1988), H. 11, S. 58 - 60
76. S a u e r, H.:  
Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen und Methodenüberprüfung durch  
Modellkalkulationen in der Milchviehhaltung.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1981 (MEG 62)
77. S a u e r, H. und H. A u e r n h a m m e r:  
Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes in der Milchviehhaltung durch Mo-  
dellkalkulationen.  
Landtechnik 37 (1982), H. 3, S. 141 - 146

78. S a u e r, H. und H. A u e r n h a m m e r:  
Arbeitszeitbedarf für die Milchviehhaltung in Anbinde- und Laufställen.  
Landtechnik 37 (1982), H. 4, S. 198 - 202
79. S a u e r, H., M. W a g n e r und H. A u e r n h a m m e r:  
Arbeitszeitbedarf für die Kälberaufzucht und für die spezialisierte  
Färsenhaltung.  
Landtechnik 37 (1982), H. 5, S. 266 - 268 und H. 6, S. 304 - 306
80. S a u e r, N.:  
Test und ökonomische Beurteilung neuer Technologien im Bereich der Rin-  
derhaltung mit Hilfe der Systemsimulation.  
Agrarwissenschaften Gießen: Justus-Liebig-Universität 1986
81. S c h ä f e r, R.:  
Technische und ökonomische Beurteilung des Biogasverfahrens in Betrieben  
der tierischen Produktion anhand von statistischen und dynamischen  
Modellen.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1982
82. S c h l ü n s e n, D.:  
Automatic Detection of Metabolic Disorders by Computer aided Systems.  
In: Automation in Dairying. Proceedings of the third international  
Symposium, Wageningen: IMAG 1987, S. 376 - 383
83. S c h l ü n s e n, D., H. S c h ö n und H. R o t h:  
Automatic Detection of Oestrus in Dairy Cows.  
In: Automation in Dairying. Proceedings of the third international  
Symposium, Wageningen: IMAG 1987, S. 166 - 175
84. S c h ö n, H. et al.:  
Haltungssysteme für Milchvieh - Vergleich, Bewertung, Verbesserungsan-  
sätze.  
Darmstadt 1987, KTBL-Schrift 315
85. S p i t z e r, H., T. H e t t i n g e r und G. K a m i n s k y:  
Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit.  
Berlin, Köln: Beuth Verlag 1982, 6. Auflage
86. State of Wisconsin:  
1987 Wisconsin Dairy Facts.  
Madison: Wisconsin Agricultural Statistics Service 1987
87. S t u b e r, A.:  
Preisbaukasten für landwirtschaftliche Betriebsgebäude.  
In: Planungsunterlagen für die Landwirtschaft.  
Dokumentation des Symposiums der Sektion V der CIGR,  
Darmstadt: KTBL 1979, S. 102 - 131
88. W e n n e r, H.-L., W. B ö h m, M. D e m m e l und H. A u e r n-  
h a m m e r:  
Elektroenergiedaten für den landwirtschaftlichen Betrieb.  
Essen: Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirt-  
schaft e.V. 1988
89. W e n n e r, H.-L. et al.:  
Landtechnik / Bauwesen.  
München und Münster-Hiltrup 1986
90. W e n n e r, H.-L., H. A u e r n h a m m e r und M. D e m m e l:  
Elektroenergiebedarf rechnergestützter Produktionsverfahren in der  
Innenwirtschaft  
Landtechnik 44 (1989), H. 2, S. 73 - 76

91. W e n d l, G.:  
Methodischer Beitrag zur Ermittlung der Reparaturkosten und zur Gesamtkostenkalkulation landwirtschaftlicher Maschinen.  
Dissertation Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1983 (MEG 88)
92. W e n d l, G., A. B a u r, und H. A u e r n h a m m e r:  
Einflußgrößenanalyse für Arbeitsverfahren der spezialisierten Färsenaufzucht.  
In: Arbeitszeitkalkulation in der Landwirtschaft mit dialogfähigen EDV-Programmen an Groß- und Kleinrechnern, Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan, Weihenstephan 1981, Nr. 8, S. 70 - 88
93. W i g h t, H.J. und J.J. C l a r k:  
Farm Building Cost Guide.  
Aberdeen 1983
94. W o h l f a h r t, L. und I. M i l l e r:  
Einführung in das Informationssystem Bauwesen - ISBAU.  
Bayer. Landw. Jahrbuch 52 (1975), H. 4, S. 480 - 510

EDV-Programme

95. A u e r n h a m m e r, H.:  
DOKLIS (Dokumentbearbeitung im System LISL), Version V6A.  
Weihenstephan: Programmbibliothek am Institut für Landtechnik 1989
96. A u e r n h a m m e r, H.:  
KALDOK (Kalkulation mit Dokumenten), Version V6A.  
Weihenstephan: Programmbibliothek am Institut für Landtechnik 1989
97. A u e r n h a m m e r, H. und G. W e n d l:  
MURVER (Multiple Regression mit Verrechnung der Einflußgrößengewichte).  
Weihenstephan: Programmbibliothek am Institut für Landtechnik 1989
98. Lotus:  
Lotus Symphony.  
Cambridge: Lotus Development European Corporation 1988

## 9. Anhang

Im Anhangsteil sind mehrere Beispiele enthalten. Sie betreffen im ersten Teil die Datendokumentation und die Kalkulation. Daran anschließend werden alle analysierten Stallsysteme mit ihrem Grundrißplan einzeln dargestellt. Schließlich wird ein Beispiel für ein aussagekräftiges Beratungsblatt vorgestellt. Die Ablage erfolgt nach folgendem Schema:

Nr.	Inhalt
1	Basisdokument PL 100024 "Ballen öffnen"
2	Basisdokument PL 100301 "Türe öffnen und schließen"
3	Spezifizierungsdokument EL 20024 "Luzerneballen öffnen"
4	Verknüpfungsdokument TV 2060 "Futtertisch fegen"
5	Verknüpfungsdokument VG 203 "Rauhfutter füttern"
6	Ablaufgetreues Ergebnisprotokoll von Programm KALDOK - KALINN, Beispiel: Im Anbindestall mit Eimer- oder Rohrmelkanlage melken
7	Iteratives Ergebnisprotokoll von Programm KALDOK - KALINN, Beispiel: Im Anbindestall mit Eimer- oder Rohrmelkanlage melken
8	Programmflußplan für Programm KALDOK
9	Ergebnisprotokoll von Programm KALDOK - KALBAU, Beispiel: Berechnung des Kapitalbedarfes für die Erstellung eines Futtertisches mit Mengen- und Preisgerüst
10	Grundriß Anbindestall für 20 Kühe mit Nachzucht
11	Grundriß Anbindestall für 30 Kühe mit Nachzucht
12	Grundriß Anbindestall für 40 Kühe mit Nachzucht
13	Grundriß 2*1-reihiger Liegeboxenstall für 20 Kühe mit Nachzucht
14	Grundriß 2*1-reihiger Liegeboxenstall für 30 Kühe mit Nachzucht
15	Grundriß 2*1-reihiger Liegeboxenstall für 40 Kühe mit Nachzucht
16	Grundriß 2*1-reihiger Liegeboxenstall für 60 Kühe mit Nachzucht
17	Grundriß 2-reihiger Liegeboxenstall für 20 Kühe mit Nachzucht
18	Grundriß 2-reihiger Liegeboxenstall für 30 Kühe mit Nachzucht
19	Grundriß 2-reihiger Liegeboxenstall für 40 Kühe mit Nachzucht
20	Grundriß 2-reihiger Liegeboxenstall für 60 Kühe mit Nachzucht
21	Grundriß 3-reihiger Liegeboxenstall für 40 Kühe mit Nachzucht
22	Grundriß 3-reihiger Liegeboxenstall für 60 Kühe mit Nachzucht
23	Grundriß 3-reihiger Liegeboxenstall für 80 Kühe mit Nachzucht
24	Vorschlag eines umfassenden Beratungsblattes für einen 3-reihigen Liegeboxenstall für 40 Kühe mit Nachzucht

Dokument Nr.100024 ( 3. 3.88)

Pl 100024 Ballen öffnen

0

Anfang... Niederbücken zum Ballen

Ende..... Abstreifen der Heu-Strohreste von der Schnur beendet

Erstellt. 01.05.77 von H.Auernhammer, J.Reinholz, H.Zäh

W'an

Geändert von

Inhalt...

Vor dem Ballen stehend, niederbücken, ergreifen der ersten Schnur mit linker Hand, durchtrennen mit Messer in rechter Hand, linke Hand greift mit erster Schnur zu zweiter Schnur, durchtrennen der zweiten Schnur, während des Aufrichtens werden beide Schnüre aus dem Bund gezogen, rechte Hand streicht Heu- oder Strohreste ab. Anschließend weitergehen zum nächsten Bund.

Als Gesamtweg ist die Entfernung zwischen dem 1. und letzten geöffneten Bund zu verstehen.

Änderbare Einflußgrößen = 3 und Texte für 0 Errechnete Hilfsvariable

Einflußgrößen	Voreinstellung	Dimension	HVNR	DR
1. Häufigkeit	1.0		0	0 0
2. Weg	2.5	Meter	0	0 0
3. Anzahl-Ballen	2.0	Stück	0	0 0

Datenerfassungsschema für 2 obligatorische und 0 informatorische Variable

Nr.	Erfasste Variable	Einheit	Spalte	D.	F	Betr.	Xmin	Xmax
1.	Gesamtweg	Meter	25-29	1	0	0	0.00	50.00
2.	Geöffnete Ballen	Stück	30-32	1	0	0	1.00	8.00

Funktion aus 88 Meßwerten mit 2 Einflußgr.; Zuschlag= 0.00%;

B = .802 Mittel-Y = 38.3 S= 4.200 F= 173.5

Var.Name	Xquer	Regr.Koeff.	S(bx)	T-Wert	R-Par	R-Mul	R-Einf	Trans
A-Absch.		1.3300	2.9600	.450				
Weg	2.410	.9367	.2680	3.492	.354	.541	.618	
Anz-Ball	1.630	21.3867	1.5850	13.497	.826	.541	.880	

Belastungsfunktion

Energie-Körper	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0									2.5
Energie-Arbeit	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	8.5 11.0



Dokument Nr.20124 ( 3. 3.88)

PL 20124 Luzernebünde auf dem Futtertisch öffnen

100024

Änderbare Einflußgrößen = 3 und Texte für 0 errechnete Hilfsvariable

Einflußgrößen	Voreinstellung	Dimension	HVNR	DR
1. Häufigkeit . . . . .	1.0		0	0 0
2. Weg . . . . .	12.0	Meter	0	0 0
3. Anzahl-Ballen . . . . .	4.0	Stück	0	0 0

Dokument Nr. 2060 (26.2.89)

TV 2060 Futtertisch fegen

Anfang... Erster Schritt zum Gang zum Geräteabstellplatz

Ende..... Arbeitsperson befindet sich am Ausgangspunkt

Ertseilt. 4.12.78 von Zäh

W'an

Geändert . . . von

--- Leer zurückgehen (siehe TV 2031)

--- Arbeitsgerät wegbringen (siehe TV 2001)

Inhalt...

Arbeitsperson holt vom Geräteabstellplatz einen Besen und kehrt den gesamten Futtertisch. Vom Futtertischende erfolgt dann ein Leerrückweg und der Besen wird zum Abstellplatz zurückgebracht.

Änderbare Einflußgrößen = 7 und Texte für 1 errechnete Hilfsvariable

Einflußgrößen	Voreinstellung	Dimension	HVNR	D
1. Häufigkeit . . . . .	1.0	Vorgang	0	0 0
2. Bestandsgröße . . . . .	20.0	Kühe	3	0 0
3. Anzahl Trogreihen . . . . .	2.0	Reihen	8	0 0
4. Freßplatzbreite je Tier . . . . .	1.2	Meter	6	0 0
5. Futtertischbreite . . . . .	3.0	Meter	5	0 0
6. Entf.: Ausg.-Geräteabstellplatz . . . . .	3.0	Meter	0	0 0
7. Entf.: Geräteabstellplatz-Futtertischanf.	3.0	Meter	0	0 0
8.				
9.				
10. Futtertischlänge . . . . .		Meter		0

Funktion wird aggregiert aus 1 Umformgruppen und 4 ( ) Untermodellen

Hilfsvariablenerstellung

4 3 10 2 4 4 10 10 3 1 11 6 7

Untermodellaufruf

20600	1	9	2	11			
100205	2	9	2	10	9	3	5
20012	1	9	2	10			
20013	1	9	2	11			

Dokument Nr. 203 ( 3. 3.88)

VG 203 Rauhfutter füttern

Anfang... Erster Schritt zum Heulager gehen  
Ende..... Arbeitsperson befindet sich am Ausgangspunkt  
Erstellt. 23.10.78 von Zäh  
Geändert von

W'an

Inhalt...

Arbeitsperson wirft vom Futterstock (decken- oder erdlastige Lagerung) das Heu (Heuballen oder loses Heu) in Handarbeit oder mit einer Greiferanlage auf den Futtertisch ab. Anschließend wird es von Hand in den Trog zugeteilt. Im Modell kann der Zeitbedarf für die Haltung der weiblichen Rinder berücksichtigt werden. Der Prozentsatz der Kälber, die zur Nachzucht verwendet werden, kann maximal 50% der Bestandesgröße an Milchkühen betragen, da die Mast männlicher Kälber im Modell ausgeschlossen wird. Weiterhin wird unterstellt, daß die Futterration der Nachzucht der der Milchkühe entspricht, jedoch die Menge der einzelnen Komponenten halbiert wird. Als Haltungsdauer je Färse werden zwei Jahre angenommen.

Änderbare Einflußgrößen = 28 und Texte für 7 Errechnete Hilfsvariable

Einflußgrößen	Voreinstellung	Dimension	HVNR	DR
1. Häufigkeit . . . . .	1.0	Vorgang	0	0 0
2. Bestandsgröße . . . . .	20.0	Kühe	3	0 0
3. Fütterungen je Tag . . . . .	2.0	Fütterungen	4	0 0
4. Anzahl Trogreihen . . . . .	2.0	Reihen	8	0 0
5. Freßplatzbreite je Tier . . . . .	.75	Meter	6	0 0
6. Heumenge je Tier und Tag . . . . .	4.0	Kilogramm	9	0 0
7. Lagerungsort: 0=Erblastig, 1=Deckenlastig	1.0		0	0 0
8. Heuform: 0=Lose, 1=Ballen . . . . .	1.0		0	0 0
9. Heuentnahme: 0=Von Hand, 1=Greifer . . . .	.0		0	0 0
10. Ort des Heuhaufens: 1=Anfang, 2=Innerhalb	2.0		0	0 0
11. Nachzucht vorhanden: 0=Nein, 1=Ja . . . .	1.0		0	0 0
12. Anteil Kälber als Nachzucht . . . . .	50.0	Prozent	0	11=1
13. Mittlere Freßplatzbreite je Färse . . . .	.55	Meter	0	11=1
14. Faßungsvermögen einer Greiferzange . . . .	80.0	Kilogramm	0	9=1
15. Gewicht einer geschobenen Portion (lose) . .	10.0	Kilogramm	0	8=0
16. Gewicht eines Heuballen . . . . .	14.0	Kilogramm	0	8=1
17. Anzahl Abwurfstellen (=Haufen Auf Futtert.)	1.0	Haufen	0	0 0
18. Anzahl Ballen je Abwerf-, bzw. Verteilzyklus	2.0	Ballen	0	8=1
19. Entf.: Troganfang -Futterstock (erdlastig)	10.0	Meter	0	7=0
20. Entf.: Troganfang -Treppe . . . . .	10.0	Meter	0	7=1
21. Entf.: Troganfang -Steuerflasche (erdl.) . .	10.0	Meter	0	7=0
22. Entf.: Oberer Trep.Absatz-Futterstock . .	8.0	Meter	0	7=1
23. Entf.: Oberer Trep.Absatz-Steuerfl. (deck.)	6.0	Meter	0	7=1
24. Entf.: Futterstock-Abwurfstelle (deckenl.)	5.0	Meter	0	7=1
25. Entf.: Futterstock-Futtertischanf. (erdl.)	15.0	Meter	0	7=0

26. Entf. zwischen zwei Abwurfluken . . . . .	6.0	Meter	0	7=1
27. Entf.: Geräteabstellpl.-Troganfang . . . . .	3.0	Meter	0	0 0
28. Entf.: Ausgangsp.-Geräteabstellpl. . . . .	3.0	Meter	0	0 0
29.				
30.				
31. Heuentnahme von Hand (0=Nein, 1=Ja) . .				0
32. Heuentnahme mit Greifer (0=Nein, 1=Ja) . .				0
33. Anzahl vorhandener Färsen . . . . .		Färsen		0
34. Menge Heumenge für Färsenbestand . . . . .		Kilogramm		0
35. Heumenge je Kuh Einschl. Färsenbestang . .		Kilogramm		0
36. Troglänge für Färsenbestand . . . . .		Meter		0
37. Freßplatzbreite je Kuh einschl. Färsen . . .		Meter		0

Funktion wird aggregiert aus 1 Umformgruppen und 3 ( ) Untermodellen

Hilfsvariablenerstellung

26	9 31	0.	9 32	0.	9 96	1.	10 9
	12 9 9 310.		16 9 9 961.		17 31 9 311.		17 32 9 961.
	9 95	2.	9 94	100.	16 12 12 9450.		4 33 12 94
	3 33 33 2		3 33 33 95		4 34 6 3		4 34 34 95
	3 34 34 33		3 36 33 13		4 91 36 2		3 91 91 11
	1 37 91 5		4 90 34 2		3 90 90 11		4 40 6 3
	1 35 90 40		3 35 35 3				

Untermodellaufruf

2030 16	3 1 31	9 2 2	9 4 35	9 5 8	9 6 7	9 7 15
	9 8 16	9 9 17	9 10 18	9 11 19	9 12 20	9 13 22
	9 14 24	9 15 25	9 16 26	9 3 3		
2130 13	3 1 32	9 2 2	9 4 4	9 5 37	9 6 35	9 7 14
	9 8 7	9 9 21	9 10 20	9 11 23	9 12 24	9 13 25
	9 3 3					
2031 13	9 2 2	9 4 4	9 5 37	9 6 35	9 7 17	9 8 10
	9 9 8	9 10 18	9 11 15	9 12 16	9 13 27	9 14 28
	9 3 3					

Ablaufprotokoll aus der Dialog-Sitzung mit Programm K A L D O K am 5. 6. 89

Lauf 1

Die Kalkulation wird mit anteiligen Elementzuschlägen durchgeführt !

Modell-Nr. 2170 Anbindestall mit Rohrmelkanlage melken

1. Häufigkeit . . . . .	1.000	Vorgang
2. Bestandsgröße . . . . .	20.000	Kühe
3. Anzahl Aufstallungsreihen . . . . .	2.000	
4. Freßplatzbreite je Tier . . . . .	1.200	Meter
5. Stallbreite . . . . .	11.000	Meter
6. Anzahl Melkzeuge . . . . .	4.000	
7. Ausmelken mit der Maschine: 0=Nein, 1=Ja . . . . .	1.000	
8. Abnahmeautomatik: 0=Nein, 1=Ja . . . . .	.000	
9. Euter naß Reinigen: 0=Nein, 1=Ja . . . . .	1.000	
10. Milchleistung je Tier und Jahr . . . . .	5000.000	Kilogramm
11. Mittleres Minutenhauptgemelk der Herde . . . . .	1.400	Kg/Minute
12. Anz. Melktage je Kuh und Jahr . . . . .	305.000	Tage
13. Anzahl Melkpersonen . . . . .	1.000	Personen
14. Wartezeit sinnvoll nutzbar (0=Ja,1=Nein) . . . . .	1.000	

Arbeitsablaufstruktur (GA=Gesamtarbeit, VG=A'vorgang, TV=A'teilvorgang, EL+PL = A'elemente)

Modell- Kode Nummer	Modellbezeichnung mit Häufigkeit	PL/EL	TV	VG	GA	HV
TV 2170	Im Anbindestall mit Rohrmelkanlage melken	1.00	33.6			
Relativer Gesamtzuschlag von 5 %						
				1.7		35.3

Kalkulationsergebnis für eine Bestandsgröße von

Zeitbedarf je Tier und Tag	3.4 Akmin =	20 Tieren
Zeitbedarf je Tag insgesamt	67.2 Akmin =	0.06 Akh
Arbeitsdauer	67.2 Akmin =	1.12 Akh
Für eine Haltungsdauer von		1.12 Akh
Zeitbedarf je Tier		365 Tagen
Zeitbedarf für den Gesamtbestand		20.43 Akh
Körperliche Belastung Aus Energieumsatz		408.6 Akh
(rel. zur DLG für Männer bzw. Frauen)	66.6 bzw. 101.1 %	11.5 Kj/min

Die Kalkulation wird mit anteiligen Elementzuschlägen durchgeführt

Modell-Nr. 2170 Anbindestall mit Eimer- oder Rohrmelkanlage melken

Modellinhalt:

Nach Beendigung der vorbereitenden Arbeiten (TV 2061), wird von jeder Melkeinheit der Vakuum- bzw. Milchschauch angesteckt. Der folgende Arbeitsablauf besteht dann aus: Euter reinigen, Melkzeuge ansetzen, ausmelken mit der Maschine und Melkzeug umsetzen bzw. Melkzeug abnehmen, zur nächsten Kuh tragen und dort die Schläuche wieder anstecken. Die einzelnen Tätigkeiten werden innerhalb eines Zyklus jeweils entsprechend der Anzahl Melkzeuge x-mal wiederholt. Das Modell endet mit dem Abnehmen des Milch- und Vakuumschlauches von den Leitungen.

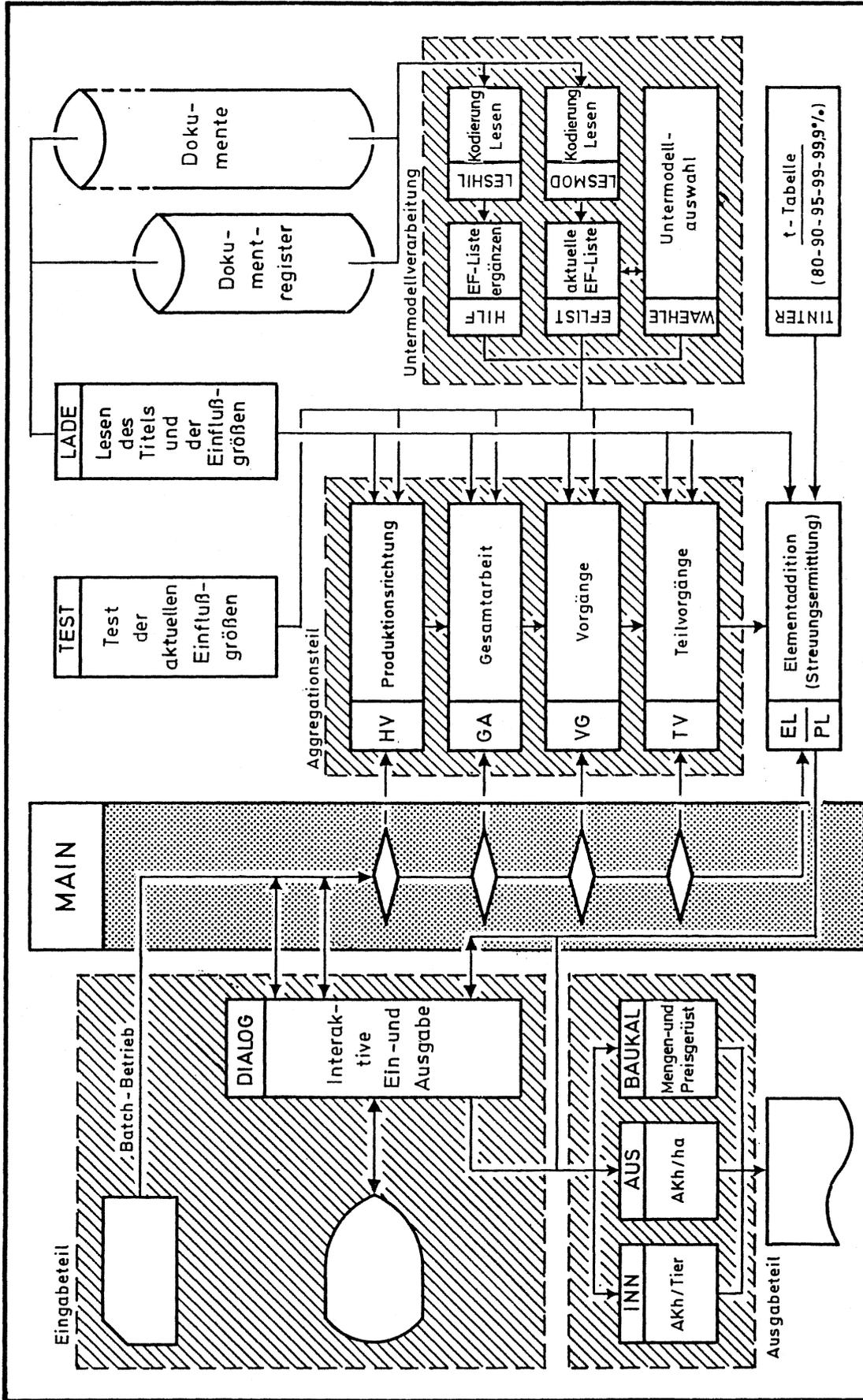
Als Voreinstellwert für die Einflußgröße Routinezeit muß die Summe des Zeitbedarfes aller am Teilvorgangsmodell beteiligten Arbeiten verwendet werden.

Einflußgrößenbelegung (Modell-Nr. 2170)

1. Häufigkeit	1.000	Vorgang
2. Bestandsgröße	20.000	Kühe
3. Anzahl Aufstallungsreihen	2.000	
4. Freßplatzbreite je Tier	1.200	Meter
5. Stallbreite	11.000	Meter
6. Anzahl Melkzeuge	4.000	
7. Ausmelken mit der Maschine: 0=Nein, 1=Ja	1.000	
8. Abnahmeautomatik: 0=Nein, 1=Ja	.000	
9. Euter naß reinigen: 0=Nein, 1=Ja	1.000	
10. Milchleistung je Tier und Jahr	5000.000	Kilogramm
11. Mittleres Minutenhauptgemelk der Herde	1.400	kg/Minute
12. Anz. Melktage je Kuh und Jahr	305.000	Tage
13. Anzahl Melkpersonen	1.000	Personen
14. Wartezeit sinnvoll nutzbar (0=Ja,1=Nein)	1.000	

Ausgangssituation : 20 Tiere, 365 Tage Haltungsdauer, 2 Fütterungen/Tag  
 Geändert wird Nr. : 3. Bestandsgröße  
 von 20.00 bis 40.00 Kühe , Schrittweite = 5.00

Variable Nr. 3 (Kühe)	Arbeits- dauer je Tag (Akmin)	Z E I T B E D A R F für den Tag			die Haltungsdauer		je Tier u. Jahr (Akh)
		je Tier (Akmin)	je Bestand (Akmin)	(Akh)	je Tier (Akh)	je Bestand (Akh)	
20.000	70.5	3.53	70.5	1.2	21.45	429.0	21.45
25.000	86.3	3.45	86.3	1.4	21.00	524.9	21.00
30.000	105.3	3.51	105.3	1.8	21.35	640.4	21.35
35.000	121.0	3.46	121.0	2.0	21.04	736.3	21.04
40.000	136.8	3.42	136.8	2.3	20.81	732.3	20.81



**Blockstruktur und Programmgruppen für das Programm KALDOK (Kalkulation mit Dokumenten)**

L I S L LANDTECHNIK WEIHENSTEPHAN, 9. 1.89 K A L U D K (V5C)  
 \*\*\*\*\*

BERECHNUNG VON ARBEITSZEIT- UND MATERIALBEDARF FÜR DIE ERSTELLUNG EINES FUTTERTISCHES  
 Die Kalkulation wird mit anteiligen Elementzuschlägen durchgeführt !

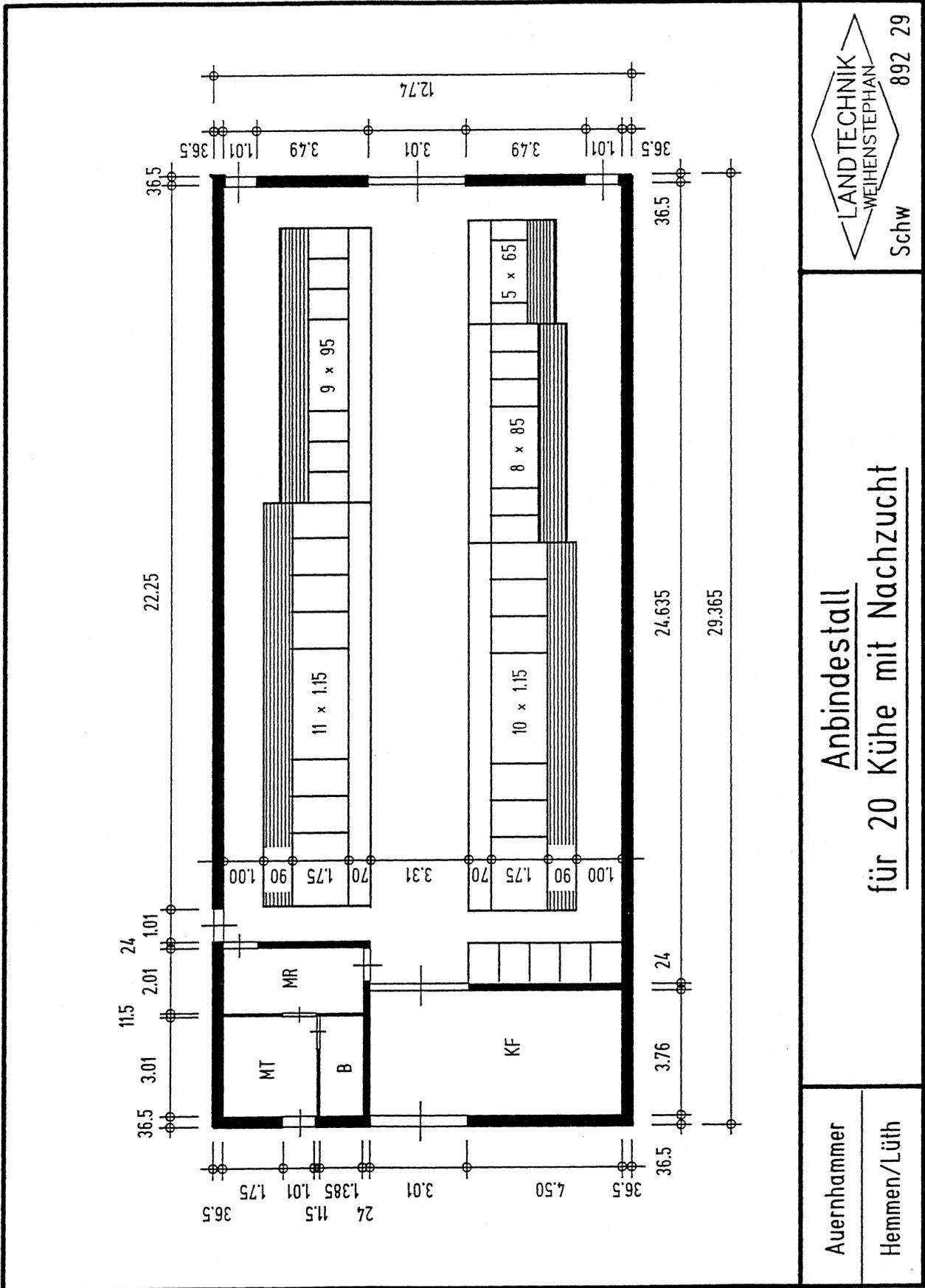
Einflußgrößenbelegung (Modell-Nr. 1105)					
1.	Anzahl gleicher Bauteile	1.000	Bauteil		
2.	Länge des Futtertisches in Meter	40.000	Meter		
3.	Breite des Futtertisches in Meter	3.000	Meter		
4.	Dicke der Betonplatte (ohne Estrich) in cm	20.000	Zentimeter		
5.	Angabe von Betongüte und Größtkorn	15.640	B-mm		
6.	Bewehrung in HZR (Typ-QS-Lagen) (s. Inhalt)	6188.100	Nr.-QS-Stack.		
7.	Bewehrung in QR, b. Stabstahl (0=errechnet)	0.000	Nr.-QS-Stack.		
8.	Dicke der Sauberkeitsschicht in Meter	0.030	Meter		
9.	Randschälung berechnen zum Betonieren ?	0.000	(0=nein;1=ja)		
10.	Dicke der Kiesschicht in Meter	0.300	Meter		
11.	Füllmaterial (s. Inhalt)	64.100	mm-Nr.		
14.	Bei Verbund-Estrich: Dichte(mm)-Güteklasse	30.500	mm-E		
16.	Faktor für Arbeitszeitzuschlag	1.000	Faktor		
17.	Baustellentransportgerät (s. Inhalt)	150.200	Liter-Nr.		
18.	Betonherstellung (s. Inhalt)	1.100	Nr.-Nr.		
19.	Bewehrungsüberstand; Anteil an Plattendicke	0.500	Faktor		
20.	Mindestmaße Restgitter f. Weiterverwertung	250.150	cm-cm		
22.	Rüstzeit berechnen ?	1.000	(0=nein;1=ja)		
23.	Auffüllen gesondert berechnen ?	0.000	(0=nein;1=ja)		

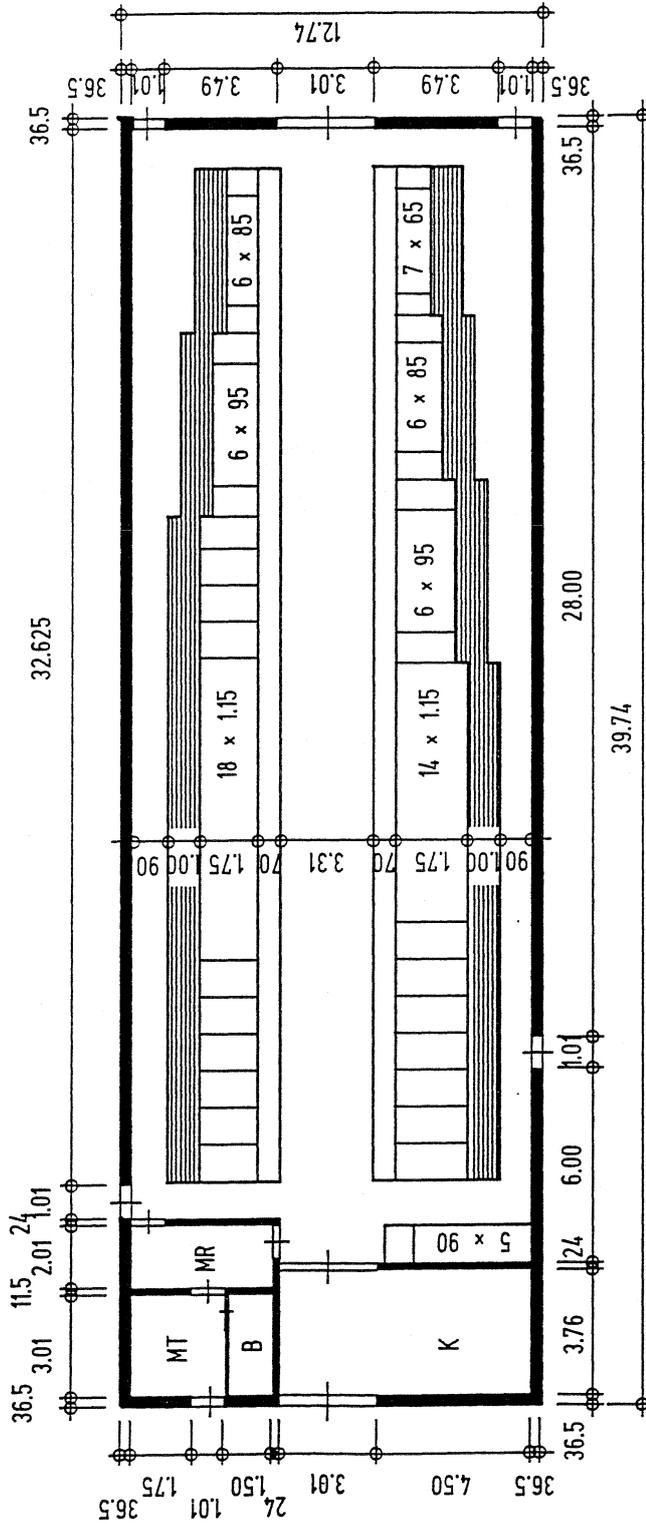
Kalkulationsstruktur (GB=Gebäude, BC=Bauteil.Gr, BT=Bauteil, PO=Position, AM=Arbeit+Mat.)

Modell- Code Nummer	Modellbezeichnung mit Häufigkeit	Kapital-/Investitionsbedarf in (DM) für		
		AM	BT	CB
BT 1105	Futtertisch mit Verschleiß-Estrich		1.00	
PO 10301	Auffüllen (Bauteil flächig)		1.00	881.6
PO 21001	Bewehrung von Bodenplatten, Decken, etc.		1.00	1045.6
PO 22002	Sauberkeitsschicht betonieren		1.00	224.3
PO 22005	Bodenplatte-/Massivdecke betonieren		1.00	2908.2
PO 61001	Zement-Verbund-Estrich		1.00	1218.9
				6278.6

Kapital- / Investitionsbedarf (ohne Mwst) 6279. DM

Mengen- und Preisgerüst (ohne MwSt): Berechnung von Arbeitszeit- und Materialbedarf für die Erstellung des Futtertisches 28.02.83									
Mengenart	Arbeitszeit- / Materialbedarf	B A U E L E M E N T E				E l e m e n t - G r u p p e n			
		Menge (Einh.)	Preis/ Einheit	Einzel- Preise %	Summen- Preise %	Einzel- Preise %	Summen- Preise %		
<b>0. Rohbau - Arbeiten</b>									
1 Erdarbeiten									
17 Bauwerks-Hinterfüllung mit Radld. u. Greif./Frontld.	Std	6.85	90.00	616.76	9.8	616.8	9.8		
3 Bewehren	Std	14.27	30.00	428.17	6.8	428.2	6.8		
35 Stahlmatten verlegen									
4 Betonieren	Std	4.10	30.00	122.90	2.0				
41 Sauberkeitsschicht einbringen	Std	40.33	30.00	1210.03	19.3				
44 Böden, Platten und Becken betonieren	Std	8.40	30.00	252.00	4.0				
48 Zulagen zu den Betonarbeiten	Std	3.50	30.00	104.97	1.7	1689.9	26.9		
49 Rüstzeiten zu den Betonarbeiten						2734.8	43.6		2735. 43.6
<b>1. Ausbau - Arbeiten</b>									
12 Dämmen/Isolieren									
120 Estrich verlegen (Aufzugsbetrieb)	Std	26.47	33.00	873.58	13.9	873.6	13.9		
<b>2. Bindemittel, Naturstoffe, Beton</b>									
20 Zement									
200 Portlandzement 350 F, gesackt	Dt	73.51	13.40	985.08	15.7				
202 Portlandzement 450 F, gesackt	Dt	18.18	14.20	258.10	4.1	1243.2	19.8		
22 Sand, Kies									
223 Natursand 0/7-0/8 mm	To	7.27	12.00	87.25	1.4				
225 Betonkies 0/32 mm	To	5.14	9.00	46.27	.7				
226 Betonkies 0/64 mm	To	51.41	8.00	411.26	6.6	809.7	12.9		
229 Rollkies 32/X mm	To	66.22	4.00	264.88	4.2				
						2052.8	32.7		5661. 90.2
<b>5. Eisen und sonstige Metalle</b>									
50 Lagermatten I									
501 Baustahlmatte - Q 188 - (5.0 X 2.15 M)	To	.58	1059.00	617.40	9.8	617.4	9.8		
						617.4	9.8		6279. 100.0

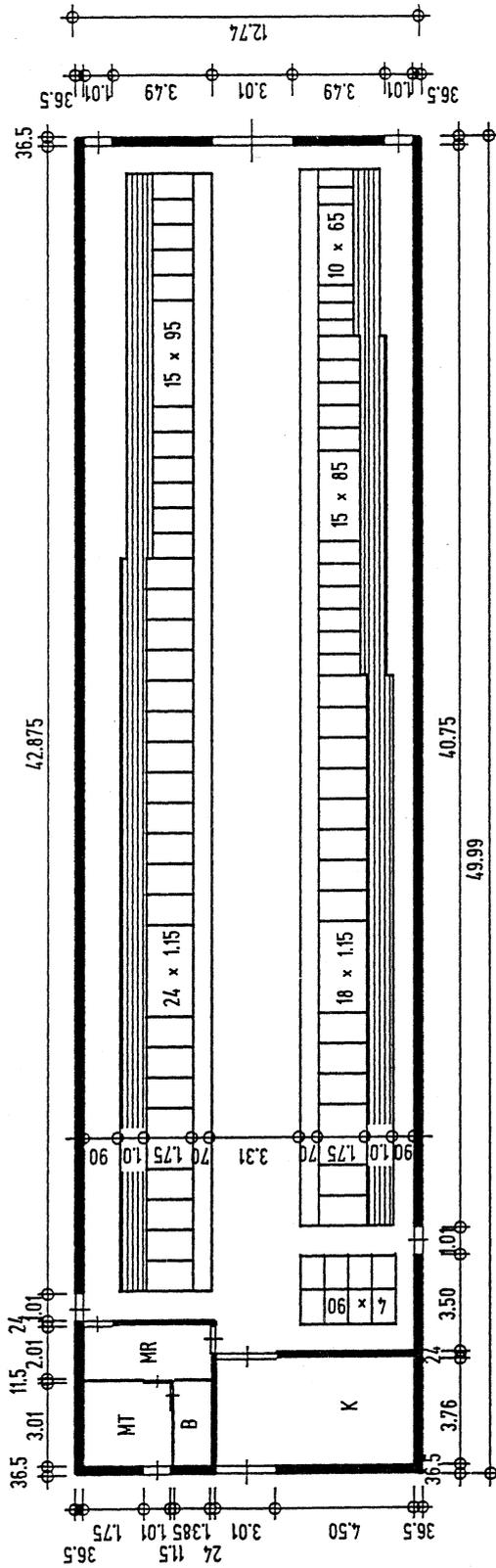




# Anbindestall

## 30 Kühe mit Nachzucht

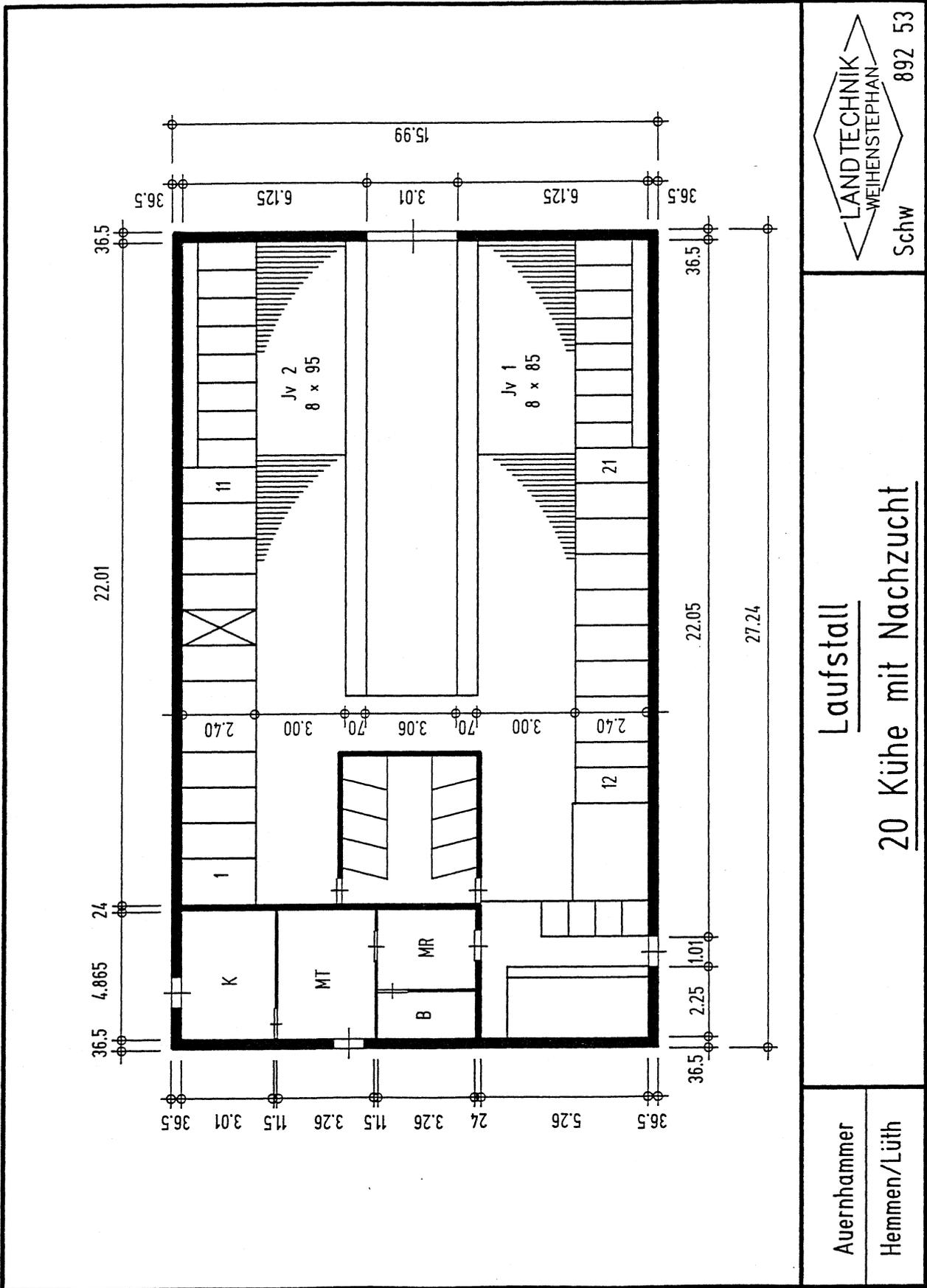
Auernhammer  
Hemmen/Lüth



Anbindestall  
40 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer  
Hemmen/Luth

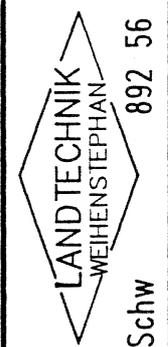
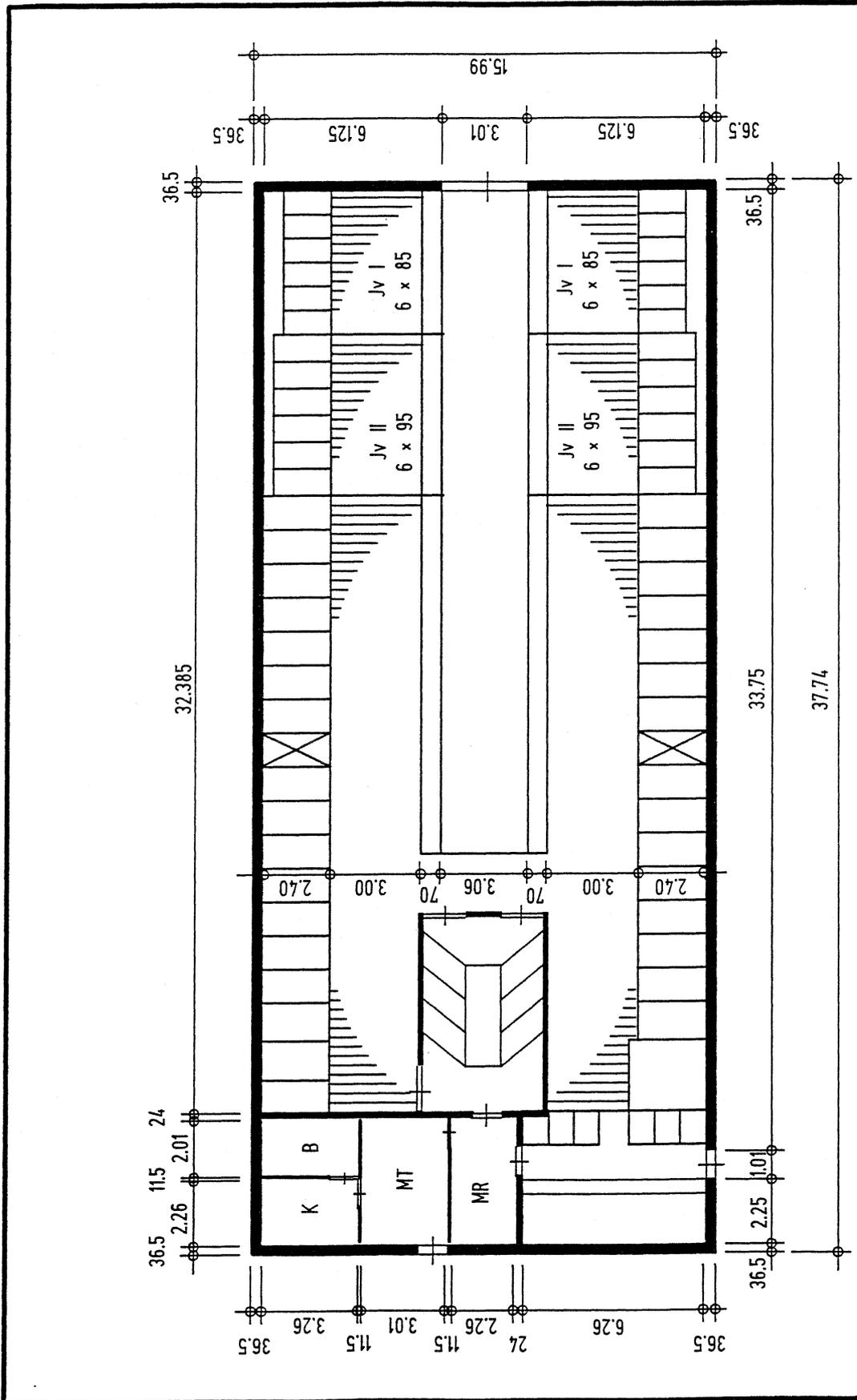
LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
Schw 892 50



LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
Schw 892 53

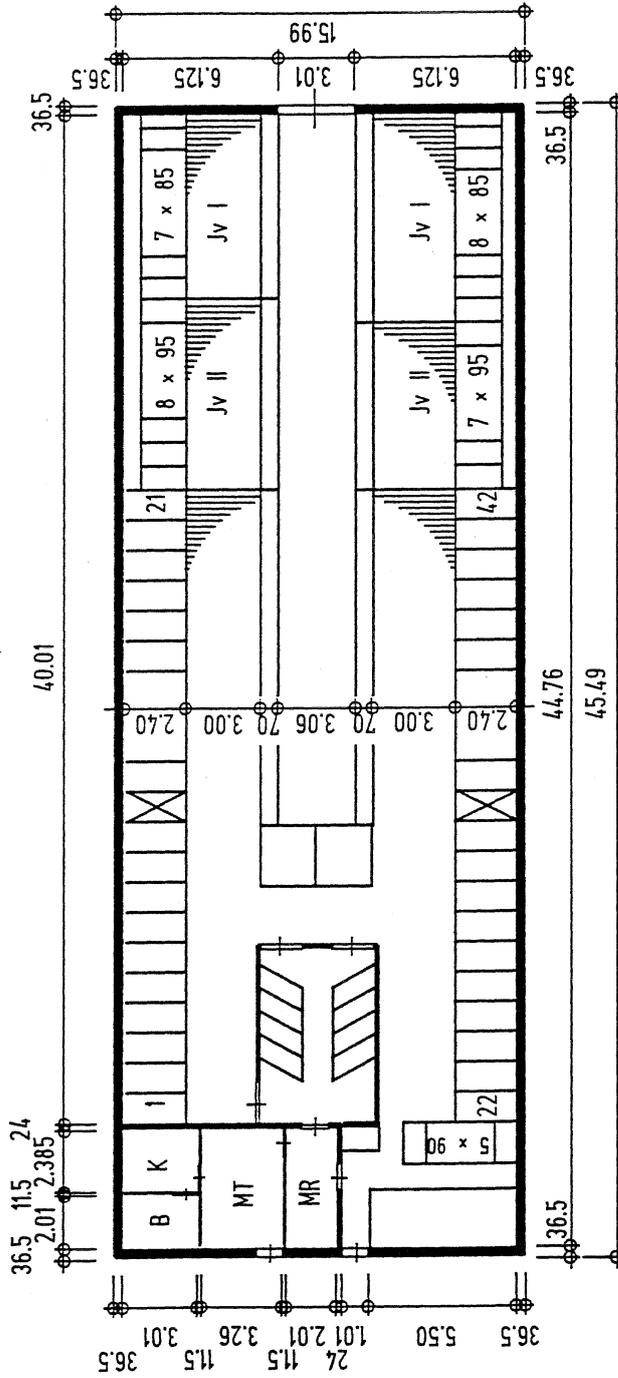
Laufstall  
20 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer  
Hemmen/Lüth



# Laufstall 30 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer  
Hemmen/Lüth

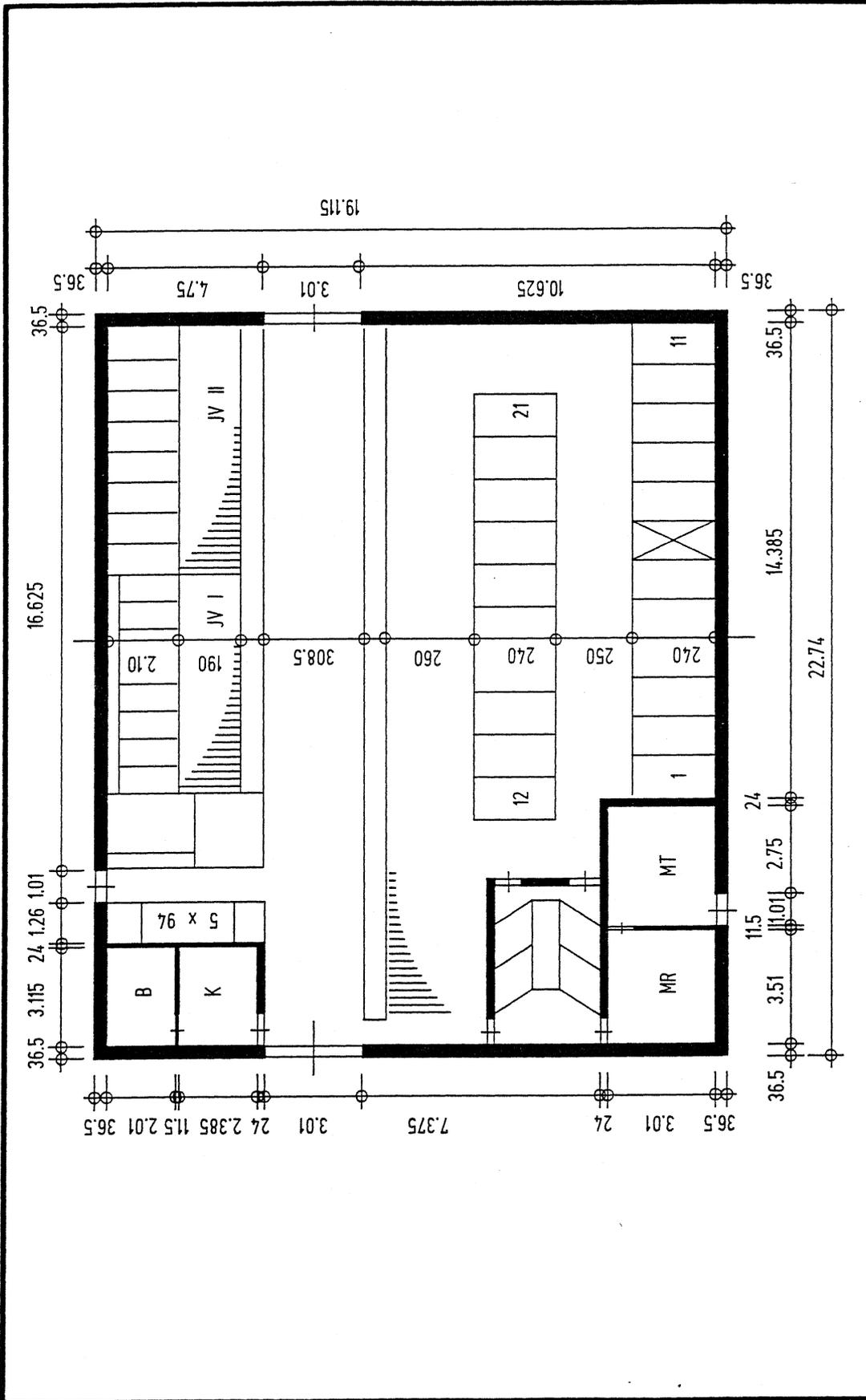


Laufstall  
40 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer

Hemmen/Lüth





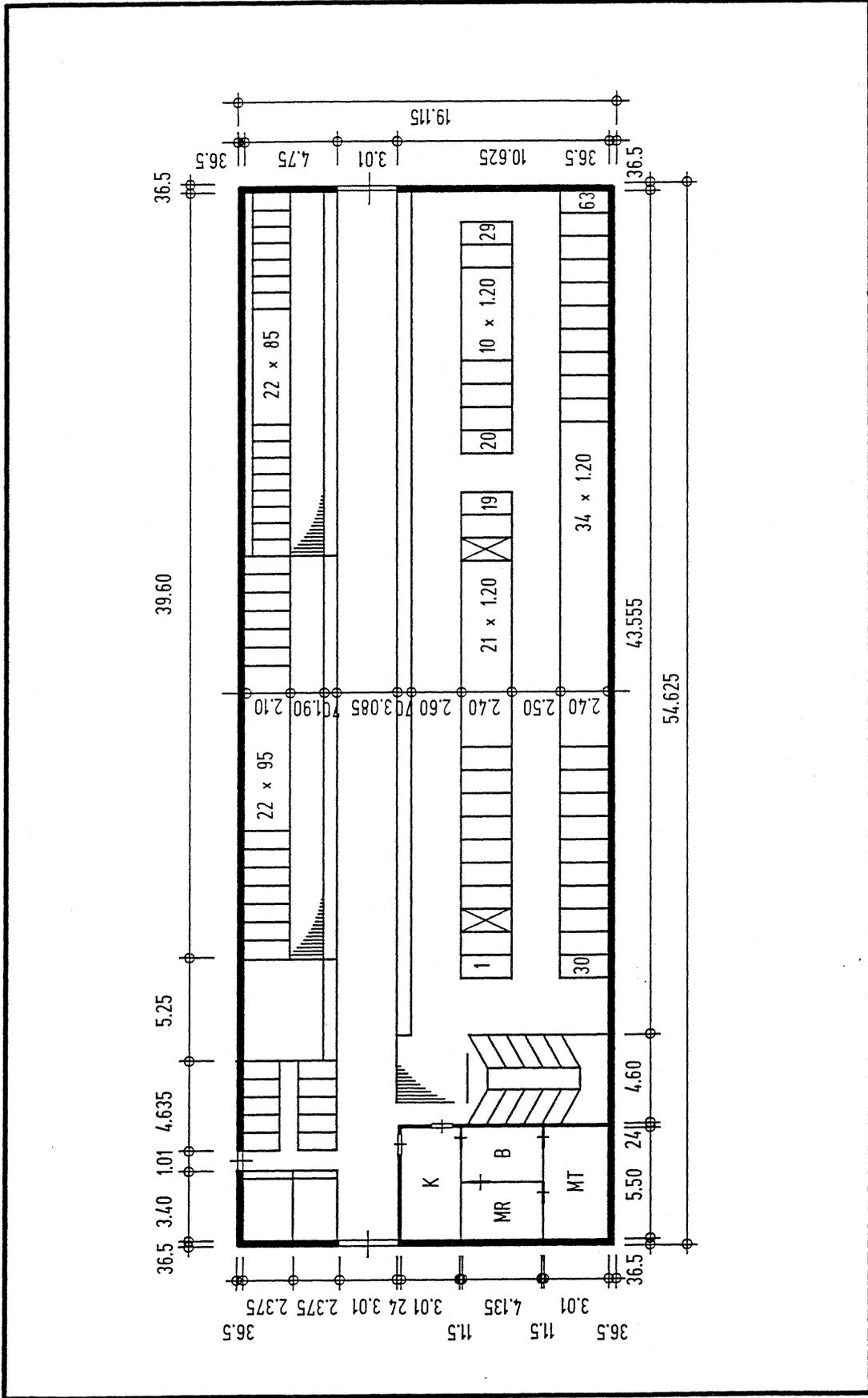
# Laufstall 20 Kühe mit Nachzucht

LANDTECHNIK  
WEIHENSTEPHAN  
Schw 892332

Auernhammer  
Hemmen/Lüth



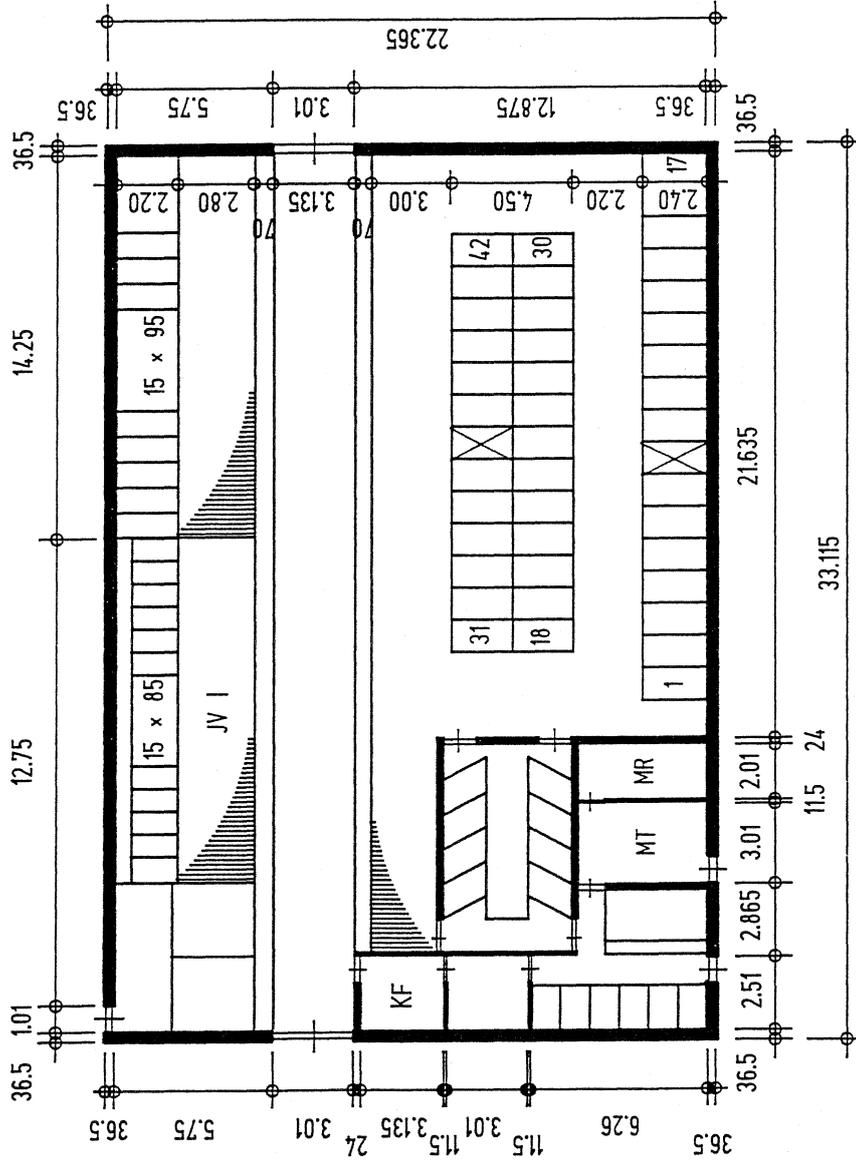




Laufstall  
60 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer

Hemmen/Lüth

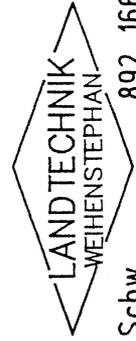


# Laufstall

## 40 Kühe mit Nachzucht

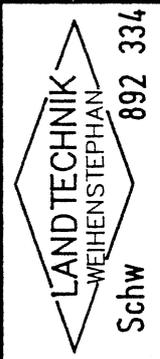
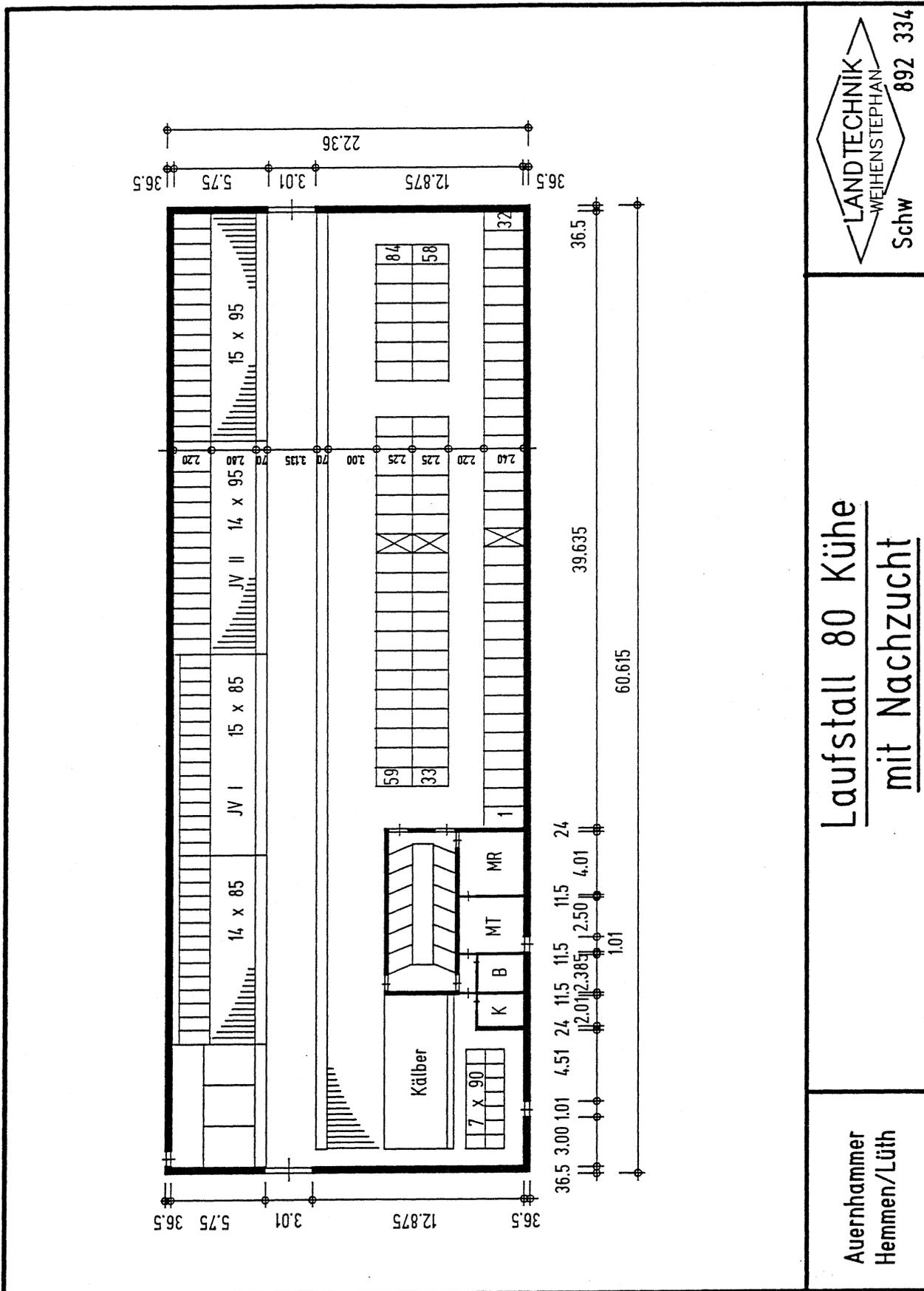
Auernhammer

Hemmen/Lüth



Schw 892 166





# Laufstall 80 Kühe mit Nachzucht

Auernhammer  
Hemmen/Lüth

<u>Produktionsverfahren:</u> <h1 style="margin: 0;">MILCHVIEHHALTUNG</h1>		1.1.1																																				
<u>Bestandesgröße:</u> 40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht	<u>Planungsumfang:</u> Vollständiger Neubau incl. Futtermittellieferung und Entmistung																																					
Liegeboxenlaufstall 	Stallgebäude: Stützenkonstruktion, Mauerwerk, Wärmedämmung, Dachsteine, Trauf-First-Lüftung Fütterung: Sommerstallfütterung, Flachsilo, Bergehalle Entmistung: Fließmistverfahren, Güllegrube (befahrbar)																																					
Spezialisierte Milchviehhaltung im Betrieb mit ca. 38 ha Grünfutterfläche (Grünland + Ackerfutterbau). Ganzjährige Stallhaltung und Sommerstallfütterung der Kühe; 3,5-jähriger Umtrieb; Verkauf der männlichen Kälber nach der 4. Lebenswoche; Aufzucht von 80 % der weiblichen Tiere und Verkauf als hochtragende Kalbinnen, soweit nicht zur Bestandsergänzung benötigt. Abkalbalter 27 - 30 Monate; mittlere Jahresleistung 5500 l/Tier.																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">Bezeichnung</th> <th style="width: 10%;">Anzahl Plätze</th> <th style="width: 55%;">Haltungssystem und Mindestmaße</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Milchkühe</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td>Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m</td> </tr> <tr> <td>Kälber 0 - 4 Wochen</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Einzelboxen, T = 1,20 m, B = 0,90 m, F = 1,1 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Kälber 2 - 4 Monate</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td>Sammelbucht, T = 2,75 m, F = 1,20 m<sup>2</sup>, Fpb = 0,53 m</td> </tr> <tr> <td>w. Jungvieh 5 - 15 Mo.</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td>Liegeboxen, T = 1,85 m, B = 0,85 m</td> </tr> <tr> <td>w. Jungvieh 16 - 26 Mo.</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td>Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 0,95 m</td> </tr> <tr> <td>Kalbinnen</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m</td> </tr> <tr> <td>Kranken- und Abkalbestand</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Einzelstände, T = 3,00 m, B = 2,70 m</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">(T = Tiefe (Länge), B = Breite, F = Fläche/Tier, Fpb = Freßplatzbreite)</p>			Bezeichnung	Anzahl Plätze	Haltungssystem und Mindestmaße	Milchkühe	40	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m	Kälber 0 - 4 Wochen	6	Einzelboxen, T = 1,20 m, B = 0,90 m, F = 1,1 m <sup>2</sup>	Kälber 2 - 4 Monate	10	Sammelbucht, T = 2,75 m, F = 1,20 m <sup>2</sup> , Fpb = 0,53 m	w. Jungvieh 5 - 15 Mo.	15	Liegeboxen, T = 1,85 m, B = 0,85 m	w. Jungvieh 16 - 26 Mo.	15	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 0,95 m	Kalbinnen	2	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m	Kranken- und Abkalbestand	2	Einzelstände, T = 3,00 m, B = 2,70 m												
Bezeichnung	Anzahl Plätze	Haltungssystem und Mindestmaße																																				
Milchkühe	40	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m																																				
Kälber 0 - 4 Wochen	6	Einzelboxen, T = 1,20 m, B = 0,90 m, F = 1,1 m <sup>2</sup>																																				
Kälber 2 - 4 Monate	10	Sammelbucht, T = 2,75 m, F = 1,20 m <sup>2</sup> , Fpb = 0,53 m																																				
w. Jungvieh 5 - 15 Mo.	15	Liegeboxen, T = 1,85 m, B = 0,85 m																																				
w. Jungvieh 16 - 26 Mo.	15	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 0,95 m																																				
Kalbinnen	2	Liegeboxen, T = 2,20 m, B = 1,15 m																																				
Kranken- und Abkalbestand	2	Einzelstände, T = 3,00 m, B = 2,70 m																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Futterart</th> <th style="width: 10%;">Tagesmenge kg/Tier</th> <th style="width: 10%;">Futtertage</th> <th style="width: 15%;">Gesamtbedarf/Jahr* t</th> <th style="width: 15%;">Lagerraumbedarf m<sup>3</sup></th> <th style="width: 25%;">Lagerung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wiesengras (Sommer)</td> <td style="text-align: center;">56</td> <td style="text-align: center;">165</td> <td style="text-align: center;">573</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Maissilage (Sommer)</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">165</td> <td style="text-align: center;">83</td> <td style="text-align: center;">110</td> <td style="text-align: center;">Flachsilo</td> </tr> <tr> <td>Maissilage (Winter)</td> <td style="text-align: center;">17</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">211</td> <td style="text-align: center;">285**</td> <td style="text-align: center;">Flachsilo</td> </tr> <tr> <td>Grassilage (Winter)</td> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">161</td> <td style="text-align: center;">332**</td> <td style="text-align: center;">Flachsilo</td> </tr> <tr> <td>Heu (Winter)</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">290***</td> <td style="text-align: center;">Bergehalle</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">*) incl. 60 % Zuschlag für Jungviehfütterung; **) incl. 10 % Befüllungszuschlag; ***) lose, incl. 20 % Befüllungszuschlag</p>			Futterart	Tagesmenge kg/Tier	Futtertage	Gesamtbedarf/Jahr* t	Lagerraumbedarf m <sup>3</sup>	Lagerung	Wiesengras (Sommer)	56	165	573	---	---	Maissilage (Sommer)	8	165	83	110	Flachsilo	Maissilage (Winter)	17	200	211	285**	Flachsilo	Grassilage (Winter)	13	200	161	332**	Flachsilo	Heu (Winter)	2	200	25	290***	Bergehalle
Futterart	Tagesmenge kg/Tier	Futtertage	Gesamtbedarf/Jahr* t	Lagerraumbedarf m <sup>3</sup>	Lagerung																																	
Wiesengras (Sommer)	56	165	573	---	---																																	
Maissilage (Sommer)	8	165	83	110	Flachsilo																																	
Maissilage (Winter)	17	200	211	285**	Flachsilo																																	
Grassilage (Winter)	13	200	161	332**	Flachsilo																																	
Heu (Winter)	2	200	25	290***	Bergehalle																																	
Auernhammer Riedl	Beurteilung von Rinderhaltungsverfahren																																					

Produktionsverfahren:

# MILCHVIEHHALTUNG

1.1.2

Bestandesgröße:

40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht

Haltungssystem:

Liegeboxenlaufstall

Kantholzbinderkonstruktion mit vier Stützenreihen im Stall; Mauerwerk aus 36,5 cm großformatigen Porenziegeln ( $k = 0,65$ ); Innen- und Außenputz; Dämmung im Dachbereich aus 6 cm Polystyrol-Extruderschaumplatten; Dach-Decken-Konstruktion; Schneelast  $750 \text{ N/m}^2$ ; Dacheindeckung mit Dachsteinen

3 Flachsilos aus Stahlbeton, Füllhöhe 2,50 m, Länge 18,0 m, Breite: 2 je 5,00 m, 7,00 m

Flüssigmistanfall pro Monat:

Kühe u. hochtr. Kalbinnen $\text{m}^3$	Weibl. Jungvieh 5 -15 Mo. $\text{m}^3$	Weibl. Jungvieh 16 -26 Mo. $\text{m}^3$	Kälber 1 - 4 Mo. $\text{m}^3$	Kälber bis 4 Wochen $\text{m}^3$
1,65	0,70	1,30	0,30	0,15

Gesamtgülleanfall ca.  $108 \text{ m}^3$  pro Monat; erforderliche Lagerkapazität für 6 Monate incl. Sicherheitszuschlag  $690 \text{ m}^3$ ; Lagerung in offenem Hochbehälter aus Stahlbeton, Durchmesser 12,00 m, Höhe 6,10 m

Ladewagen (3 t); Blockschneider ( $2 \text{ m}^3$ ); 2 Kraftfutterabrufstationen mit Kuhkalender und Drucker; 2 Kraftfuttersilos (a  $7 \text{ m}^3$ ) mit Befüllungstechnik

Doppel-4er-Melkstand mit 8 Melkeinheiten mit kontrollierten Vakuumbedingungen; Spülautomat (9 kW); Milchtank (800 l) mit Kühlaggregat (3 kW); Wärmerückgewinnung

Pumpstelle an Ableitungskanal für Hochbehälterfüllung und -entleerung (Elektromotor 11 kW)

Trauf-First-Lüftung (Schwerkraftlüftung)

Im Kuhbereich Hochboxen mit Gummimatten, freitragenden Trennrahmen, Bugschwelle oder Kopfkasten, Nackenriegel (und Nasenriegel bei gegenständigen Boxen); Selbstfangfreßgitter für Kühe und Jungvieh; Futterkrippe 70 cm Weite, Sohlenniveau 20 cm; 3 Trogtränken; Spaltenboden im Kuhbereich aus Schlitzplatten mit 80 mm Auftrittsweite und 30 mm bzw. 25 mm Schlitzweite im Liegebereich und am Freßplatz

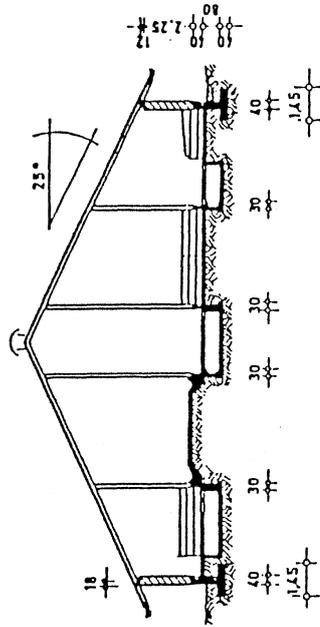
Auernhammer  
Riedl

Beurteilung von  
Rinderhaltungsverfahren

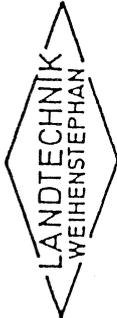
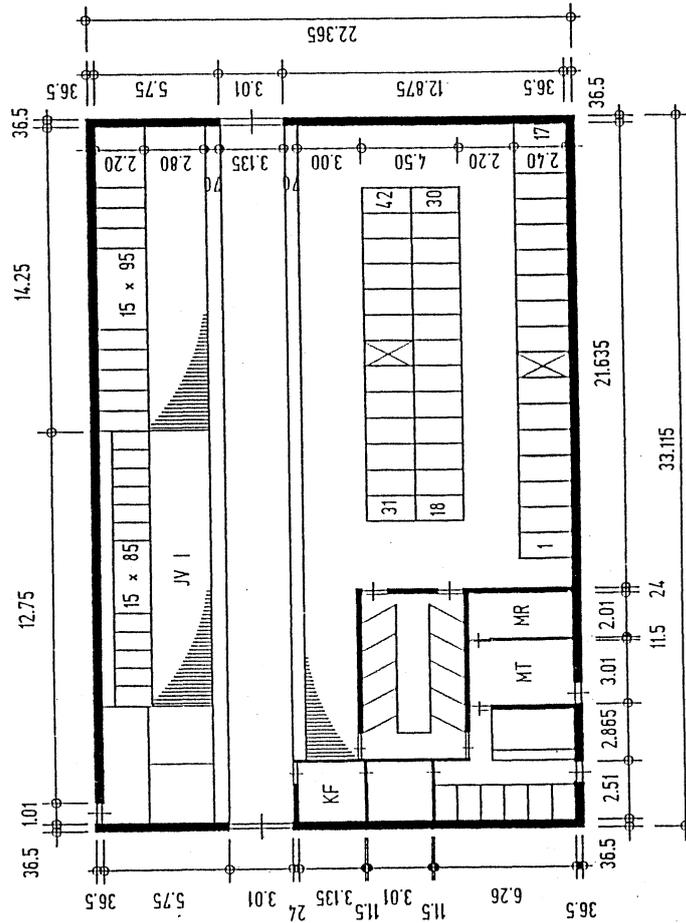


1.1.3

Schnitt A - B



- Stalllänge : 32,39 m
- Stallbreite : 21,64 m
- Stallfläche : 700 m<sup>2</sup>
- Kubatur : 3440 m<sup>3</sup>
- Fläche/Kuh : 18,5 m<sup>2</sup>
- Freiplatzbreite/Kuh : 0,70 m



Stallplan

Auernhammer  
Rittel

<u>Produktionsverfahren:</u> <b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		<b>1.1.4</b>
<u>Bestandesgröße:</u> 40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht	<u>Haltungssystem:</u> Liegeboxenlaufstall	
<u>Abgrenzung des Produktionsverfahrens</u> Die Abgrenzung des Produktionsverfahrens erfolgte nach dem Kriterium "vom Lager zum Lager". Somit wurde die Futterbergetechnik nur anteilig aufgenommen, soweit sie zum Grünfütterholen bei der Sommerstallfütterung genutzt wurde (Ladewagen, Mähwerk = 60 %). Dementsprechend wird bei der Silage nur die Entnahme, nicht jedoch die Einlagerung berücksichtigt. Als Schlepperkosten wurden Maschinenringsätze angesetzt. Die Daten bezüglich der Entmistung umfassen nicht die Ausbringung der Gülle.		
<u>Erläuterungen zu den Preis- und Kostenberechnungen</u>		
<u>Preisbasis</u> Die angegebenen Preise wurden aus Firmenpreislisten gewonnen und verstehen sich ohne Mehrwertsteuer. Preisstand: Sommer 1987. Bei der Berechnung des Gebäudeinvestitionsbedarfes wurde als mittlerer Arbeitslohn 37,60 DM/Std. unterstellt.		
<u>Montage</u> Aufwendungen für Montage sind in den Preisen enthalten mit Ausnahme der Stalleinrichtung, wo sie gesondert ausgewiesen werden.		
<u>Kostenrechnung und bauliche Anlagen</u> Die Jahreskosten setzen sich aus der Abschreibung, dem Zinssatz für das eingesetzte Kapital, sowie den Aufwendungen für Reparaturen, Unterhalt und Versicherungen zusammen.  Die Kapitalkosten (Abschreibung und Zinsansatz) werden nach der Annuitätenmethode mit einem Zinssatz von 7 % berechnet. Die angegebene durchschnittliche Nutzungsdauer berücksichtigt neben der effektiven Abnutzungsdauer von Baugruppen auch die Wahrscheinlichkeit des Umbaus vor Ende der Lebensdauer. Als Reparatur- und Unterhaltskosten wurde je nach Baugruppe 0,5 % bis 3 % des Anschaffungs- bzw. Herstellungswertes angesetzt.  Bei der Berechnung von Kosten für Versicherungen wird nur die Brandschutzversicherung berücksichtigt. Die Prämienhöhe richtet sich nach den Sätzen der Brandversicherungskammer Bayern bei einem Hebesatz von 240 % (Gemeindeklasse III).		
<u>Kostenrechnung Technik und Inneneinrichtung</u> Die Jahreskosten sind in fixe und variable Kosten unterteilt. Die fixen Kosten umfassen Kapitalkosten und Versicherungsaufwendungen. Die variablen Kosten setzen sich aus den Reparaturkosten, den Betriebs- und Wartungskosten zusammen.  Die Kapitalkosten wurden ebenfalls nach der Annuitätenmethode bei einem Zinssatz von 7 % berechnet.  Die Berechnung der Reparaturkosten erfolgt nach den Daten des KTBL-Taschenbuches für Arbeits- und Betriebswirtschaft (14. Aufl. 1988).  Als Strompreis wird 0,25 DM/kWh (Grundpreis + Arbeitspreis) angesetzt. Es wird unterstellt, daß keine Überanschlußwerte zu bezahlen sind.		
Auernhammer Riedl	<u>Berechnungsgrundlagen</u>	

Produktionsverfahren:		<b>1.1.5</b>
<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		
Bestandesgröße:	Haltungssystem:	
40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht	Liegeboxenlaufstall	

	Erdarbeiten Fundamente	Stall		Futter- lager	Gülle- lager	rel. Anteil
		Um- fassung	Dach			
<b>Arbeit</b>						
Rohbau - Arbeiten	41.229					17,2
Ausbau - Arbeiten	8.188					13,1
<b>Material</b>						
Bausteine	56.088	16.702				17,1
Bedachungsmaterial			34.862			8,2
Eisen u. sonst. Metalle	7.605	1.083	1.451			2,4
Isolier- u. Dämmstoffe	440	1.035	26.938			6,7
Steinzeug, Platten und Beläge	4.535	283	---			1,1
Fertigteile	---	11.155	---			2,6
Holz	2.530	204	17.312			4,7
<b>S u m m e</b>	120613	75.361	115215	45.852	67.900	424.941
rel. Anteil in %	28,4	17,7	27,1	10,8	16,0	

Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49 Kühe
	-16,4	-8,8	-4,1	+/-0	+3,4	+6,8	+10,6 Prozent

Auernhammer Hemmen	<u>Kapitalbedarf</u> für Gebäude	
-----------------------	-------------------------------------	---

Produktionsverfahren:			<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		1.1.6a
Bestandesgröße:		Haltungssysteme:			
40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht		Liegeboxenlaufstall			
Maschine/Einrichtungsteil	Größe	Preis Je Einheit	Anzahl	Gesamt- preis	
<u>Stalleinrichtung</u>					
<u>Milchkühe</u>					
Wandliegeboxen		300,--	18	5.400,--	
Doppelliegeboxen		500,--	12	6.000,--	
Gummimatten		200,--	42	8.400,--	
Selbstfangfreßgitter		110,--	42	4.620,--	
Trogtränken		500,--	2	1.000,--	
Abkalbestände		600,--	2	1.200,--	
<u>Stalleinrichtung</u>					
<u>Jungvieh</u>					
Freßfanggitter		90,--	30	2.700,--	
Boxenabtrennungen		350,--	2	700,--	
Tränkebecken		80,--	4	320,--	
		180,--	30	5.400,--	
<u>Stalleinrichtung</u>					
<u>Kälber</u>					
Kälberboxen		300,--	6	1.800,--	
Kälberselbstfang- freßgitter		80,--	10	800,--	
Eimerhalter		15,--	10	150,--	
Boxenabtrennungen		245,--	1	245,--	
<u>Montagepauschale</u>					
<u>Stalleinrichtung</u>					
				5.810,--	
				<u>44.545,--</u>	
Auernhammer Hemmen	<u>Kapitalbedarf für Technik</u> <u>und Inneneinrichtung</u>				

Produktionsverfahren:				<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		<b>1.1.6 b</b>																			
Bestandesgröße:								Haltungssystem:																	
40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht				Liegeboxenlaufstall																					
F o r t s e t z u n g																									
Maschine/Einrichtungsteil	Größe	Preis je Einheit	Anzahl	Gesamt- preis																					
<b><u>Fütterung</u></b>																									
Ladewagen	3 t	25.000,--	1	25.000,--																					
Blockschneider	2 m <sup>3</sup>	8.000,--	1	8.000,--																					
Kraftfutterabruf- automat	2 Stationen	26.000,--	1	26.000,--																					
Kraftfuttersilo mit Befüllungstechnik	7 m <sup>3</sup>	6.500,--	2	<u>13.000,--</u>																					
				72.000,--																					
<b><u>Melken</u></b>																									
Fischgrätenmelkstand	2 x 4 Melkeinh.	36.600,--	1	36.600,--																					
Kühlanlage	800 l	11.500,--	1	11.500,--																					
Wärmerückgewinnungs- anlage		2.900,--	1	<u>2.900,--</u>																					
				51.000,--																					
<b><u>Installation</u></b>																									
Wasser		3.800,--		3.800,--																					
Elektro		4.600,--		<u>4.600,--</u>																					
				8.400,--																					
<b>Gesamtkapitalbedarf</b>						175.945,--																			
<table border="1"> <tr> <td>Ab- bzw. Zuschläge für</td> <td>31</td> <td>34</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>43</td> <td>46</td> <td>49</td> <td>Kühe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-9,6</td> <td>-6,5</td> <td>-3,1</td> <td>+/-0</td> <td>+2,6</td> <td>+4,9</td> <td>+7,2</td> <td>Prozent</td> </tr> </table>								Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe		-9,6	-6,5	-3,1	+/-0	+2,6	+4,9	+7,2	Prozent
Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe																	
	-9,6	-6,5	-3,1	+/-0	+2,6	+4,9	+7,2	Prozent																	
Auernhammer Hemmen		<b>Kapitalbedarf für Technik und Inneneinrichtung</b>																							

Produktionsverfahren:		<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		1.1.7																			
Bestandesgröße: 40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht						Haltungssystem: Liegeboxenlaufstall																	
Kapitalbedarfsgrößen		DM	DM/Kuhplatz	%																			
<u>Gebäude und bauliche Anlagen</u>																							
Stall Erdarbeiten, Fundamente		120.613,--	3.015,--	19,5																			
Umfassung		75.361,--	1.184,--	12,2																			
Dach		115.215,--	2.880,--	18,6																			
Futterlager		45.852,--	1.146,--	7,4																			
Güllelager		67.900,--	1.698,--	11,0																			
Nebenkosten		18.027,--	451,--	2,9																			
Summe Gebäude		442.968,--	11.075,--	71,6																			
<u>Technik und Inneneinrichtung</u>																							
Fütterung		72.000,--	1.800,--	11,6																			
Melken		51.000,--	1.275,--	8,2																			
Aufstallung		44.545,--	1.114,--	7,2																			
Wasser- und Elektroinstallation		8.400,--	210,--	1,3																			
Summe Technik u. Inneneinrichtung		175.945,--	4.399,--	28,4																			
Gesamtkapitalbedarf		618.913,--																					
Kapitalbedarf/Kuhplatz			15.474,--																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Ab- bzw. Zuschläge für</td> <td style="width: 5%;">31</td> <td style="width: 5%;">34</td> <td style="width: 5%;">37</td> <td style="width: 5%;">40</td> <td style="width: 5%;">43</td> <td style="width: 5%;">46</td> <td style="width: 5%;">49</td> <td style="width: 10%;">Kühe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-7,1</td> <td>-4,8</td> <td>-2,5</td> <td>+/-0</td> <td>+2,1</td> <td>+3,7</td> <td>+5,1</td> <td>Prozent</td> </tr> </table>						Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe		-7,1	-4,8	-2,5	+/-0	+2,1	+3,7	+5,1	Prozent
Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe															
	-7,1	-4,8	-2,5	+/-0	+2,1	+3,7	+5,1	Prozent															
Auernhammer Hemmen		<u>Gesamt - Kapitalbedarf</u>																					

Produktionsverfahren:																						
<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>			<b>1.1.8</b>																			
Bestandesgröße:		Haltungssystem:																				
40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht		Liegeboxenlaufstall																				
Tätigkeiten	Zeitbedarf		relative körperliche Belastung *)																			
	AKmin pro Tag	relativ %	Frau	Mann																		
Vorarbeiten	18,0	4,6	140,4	92,5																		
Fütterung																						
- Kraftfutter	3,0	0,8	64,9	42,8																		
- Grundfutter Winter	50,2	12,8	161,4	106,4																		
- Grundfutter Sommer	72,8	18,6	136,8	90,2																		
Melken	185,4	47,3	87,7	57,8																		
Entmisten	6,2	1,6	130,7	86,1																		
Nacharbeiten	11,8	3,0	121,1	79,8																		
Kälber	7,6	1,9	122,2	80,5																		
Sonderarbeiten	37,2	9,5	118,4	78,0																		
Summe Je Tag	392,2	100,0																				
Mittlere Belastung			113,8	75,0																		
Arbeitszeitbedarf pro Jahr	2.385,9																					
Arbeitszeitbedarf pro Kuh u. Jahr	59,7																					
<table border="1"> <tr> <td>Ab- bzw. Zuschläge für</td> <td>31</td> <td>34</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>43</td> <td>46</td> <td>49</td> <td>Kühe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-9,7</td> <td>-6,3</td> <td>-2,7</td> <td>+/-0</td> <td>+4,4</td> <td>+6,9</td> <td>+10,1</td> <td>Prozent</td> </tr> </table>					Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe		-9,7	-6,3	-2,7	+/-0	+4,4	+6,9	+10,1	Prozent
Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe														
	-9,7	-6,3	-2,7	+/-0	+4,4	+6,9	+10,1	Prozent														
*) 100 % = Dauerleistungsgrenze																						
Auernhammer Lüth	<u>Arbeitszeitbedarf</u> und <u>Arbeitsbelastung</u>																					

<u>Produktionsverfahren:</u>		<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		<b>1.1.9</b>																			
<u>Bestandesgröße:</u> 40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht						<u>Haltungssystem:</u> Liegeboxenlaufstall																	
<u>Technische Einrichtungen</u>		<u>Anschlußwert</u> kW	<u>Stromverbrauch pro Jahr</u> kWh		<u>relativ</u> %																		
<u>Fütterung:</u>																							
Förderschnecke für Kraftfutter		0,5	15	0,03																			
Kraftfutterabrufautomat		0,6	1520	3,0																			
<u>Milchentzug:</u>																							
Vakuumpumpe		1,5	2755	5,4																			
Milchkühlung (mit Wärmerückgewinnung)		4,0	4680	9,2																			
Spülautomat		7,5	40000	78,8																			
Milchpumpe		0,5	90	0,18																			
<u>Beleuchtung:</u>		1,5	1680	3,31																			
Summe		16,1	50740	100																			
Gesamtstromverbrauch pro Jahr		50.740 kWh/a																					
Gesamtstromverbrauch pro Kuh und Jahr		1268,5 kWh/Kuh/Jahr																					
<table border="1"> <tr> <td>Ab- bzw. Zuschläge für</td> <td>31</td> <td>34</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>43</td> <td>46</td> <td>49</td> <td>Kühe</td> </tr> <tr> <td>(Gesamtstromverbrauch)</td> <td>-8,0</td> <td>-5,3</td> <td>-2,5</td> <td>0</td> <td>+2,8</td> <td>+5,3</td> <td>+8,1</td> <td>Prozent</td> </tr> </table>						Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe	(Gesamtstromverbrauch)	-8,0	-5,3	-2,5	0	+2,8	+5,3	+8,1	Prozent
Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe															
(Gesamtstromverbrauch)	-8,0	-5,3	-2,5	0	+2,8	+5,3	+8,1	Prozent															
Demmel	<u>Elektroenergiebedarf und</u> <u>Stromverbrauch</u>																						

Produktionsverfahren:					<b>MILCHVIEHHALTUNG</b>		<b>1.1.10</b>																			
Bestandesgröße:									Haltungssystem:																	
40 Milchkühe mit weibl. Nachzucht					Liegeboxenlaufstall																					
Kostengrößen			Nutzungs- dauer (Jahre)	Kapital- kosten	Unterhalt- Repara- turen	Summe	%																			
<u>Gebäude</u>																										
Stall: Erdarbeiten, Fundamente			30	9.456,-	1.206,-	10662	16,8																			
Umfassung			30	5.908,-	784,-	6662	10,5																			
Dach			30	9.033,-	1.152,-	10185	16,1																			
Futterlager			25	3.595,-	459,-	4053	6,4																			
Güllelager			15	7.007,-	679,-	7686	12,4																			
Nebenkosten			-	1.860,-	-,-	1860	2,9																			
Aufwendungen für Versicherungen			-	-,-	-,-	546	0,9																			
Summe Gebäude			-	36860,-	4.249,-	41655	65,8																			
<u>Technik und Inneneinrichtung</u>																										
				fixe	variable	Summe	%																			
Fütterung			10	7.430	1.440,-	8870	14,0																			
Melken			12	5.263	1.020,-	6283	9,9																			
Aufstallung			15	4597	891,-	5488	8,7																			
Wasser- und Elektroinstallation			20	867	168,-	1035	1,6																			
Summe Technik und Inneneinrichtung				18.157	3.519,-	21676	34,2																			
<u>Gesamtkosten je Jahr</u>						63331																				
<u>Gesamtkosten je Kuh und Jahr</u>						1583																				
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Ab- bzw. Zuschläge für</td> <td>31</td> <td>34</td> <td>37</td> <td>40</td> <td>43</td> <td>46</td> <td>49</td> <td>Kühe</td> </tr> <tr> <td></td> <td>-14,4</td> <td>-9,6</td> <td>-4,4</td> <td>+/-0</td> <td>+1,0</td> <td>+8,2</td> <td>+11,5</td> <td>Prozent</td> </tr> </table>									Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe		-14,4	-9,6	-4,4	+/-0	+1,0	+8,2	+11,5	Prozent
Ab- bzw. Zuschläge für	31	34	37	40	43	46	49	Kühe																		
	-14,4	-9,6	-4,4	+/-0	+1,0	+8,2	+11,5	Prozent																		
Auernhammer Hemmen		<u>Jahreskosten für Gebäude</u> <u>Technik und Inneneinrichtung</u>																								

**ISSN-Nr. 0931-6264**