

Anforderungen an Mechanisierungsverfahren in großen Tierbeständen

Von Horst Eichhorn und Herman Seufert, Gießen*)

DK 631.17:631.22

Mit dem Trend zur Haltung größerer Tierbestände ergeben sich neue Anforderungen und neue Lösungsmöglichkeiten für die bautechnische und maschinen-technische Ausstattung der Produktionsverfahren. Vordringliche Aufgaben sind dabei das sichere Bewältigen großer Futtermengen und die umweltneutrale Beseitigung der Fäkalien.

In diesem Beitrag werden aufgeteilt auf die Bereiche < Futterbereitstellung >, < Bearbeitung der Abfälle >, < Produktgewinnung > und < Faktoren des technischen Risikos > die Anforderungen an die technische Ausrüstung bezüglich der Kapazität und Leistung präzisiert und Vorschläge für die Gestaltung der Verfahren gemacht.

Eine bedarfsgerechte und kostengünstige Tierproduktion verlangt in größeren Einheiten im besonderen Maße die organisatorische Beherrschung der technischen Prozesse. Der Bezug von Tier zu Technik verengt sich und damit steigen die Ansprüche an den sicheren Funktionsablauf. Nach dem Prinzip von Ursache und Wirkung hat sich eine der industriellen Fertigung ähnliche systematische Planung und Sorgfalt einzustellen, um schwache Stellen im Verfahrensablauf aufzudecken und störende Einflüsse zu beseitigen. Diese analysierende Grundhaltung als Voraussetzung rationaler Verfahrensgestaltung zeigt die Struktur von Mechanisierungsmodellen, die eine Menge in sachlicher und zeitlicher Form geordneter Elemente enthalten. Sie lassen sich als die eigentlichen Bearbeitungsvorgänge identifizieren. Angaben über die Vorzüglichkeit eines Verfahrens im Vergleich zu Alternativlösungen sind eindeutiger qualifizierbar, sobald eine differenzierte Einschätzung von Teilstrukturen möglich ist und nicht nur der Gesamtprozeß ausschließlich betrachtet wird [1].

Die tierische Veredelung in Großbeständen führt zur Konzentration vieler Einzeltiere auf begrenztem Raum. Haltungssysteme mit geringem Arbeitszeitbedarf sollen die Produktivität steigern und eine möglichst hohe Wirtschaftlichkeit der Investitionen sicherstellen. Arbeitsleistungen und Stallkapazität hängen davon ab, wieviel Tiere von einer Arbeitskraft versorgt werden können. Eine fortschreitende Ablösung von Arbeit durch Kapital, d.h. weitgehende Mechanisierung aller Arbeitsabläufe mit Verwirklichung von Automatisationsvorschlägen grenzen die Haltung größerer

Tierbestände von kleineren Tierhaltungen ab. Die Bildung spezieller, arbeitsteiliger Organisationsformen nach industriellem Vorbild kann erforderlich werden. Im Mittelpunkt stehen die Verfahren der Versorgung (Futterbereitstellung) und Entsorgung (Beseitigung von Abfällen) der Tiere. Dazu tritt bei Kühen die Gewinnung und Bearbeitung der Milch. Die Ablaufplanung für eine spezialisierte Tierproduktion hat sich auch danach zu richten, ob eine längere Dauernutzung der Tiere (Milchvieh, Zuchtsauen) oder eine einmalige Nutzung (Schlachtvieh) vorgesehen ist. Problemlösungen für größere Tierbestände als kontinuierlich variierende biologische Systeme entstehen vor allem im mechanisch-technischen und im organisatorisch-technischen Bereich. Es sind vornehmlich Fördervorgänge, die mechanisiert werden müssen und sichere Verfahrenskombinationen ermöglichen sollen. Eine gründlich durchgeführte Analyse des vorgesehenen Produktionsprozesses und die faktoriell ausgewogene Planung der Verfahrensabschnitte für eine spezielle Nutzungsrichtung, z.B. Milch oder Fleisch, muß folgende Grundbereiche mit dem jeweils dazugehörigen Bündel von Einzelaufgaben beachten, Bild 1:

1. Futterbereitstellung
2. Bearbeitung der Abfälle
3. Gewinnung der Produkte
4. Haltungssysteme

Die Behandlung von Aufstallungsformen tritt im Rahmen der Thematik etwas zurück, ohne daß dadurch ihre zentrale Bedeutung geschmälert werden soll [2]. Dafür werden Faktoren des technischen Risikos stärker angesprochen.

Die anschließenden Ausführungen entsprechen dieser Gliederung. Dabei sollen die Parameter für Kapazität und Leistung der eingesetzten Mechanisierungsverfahren, aber auch einige begrenzend technische Faktoren bei der Haltung größerer Rindvieh- und Schweinebestände berücksichtigt werden. Die jeweils zentrale Aufgabe der Mechanisierung ist bei den einzelnen Nutztierarten unterschiedlich. Beim Milchvieh ist es die Mechanisierung des Milchentzuges, bei Mastbullen die ausreichende Futterbereitstellung in kurzen Zeitspannen und bei Mastschweinen vor allem die Bearbeitung der Abfälle, die quantitativ und qualitativ auf die Zusammensetzung und Anwendbarkeit von Verfahren einwirken. Damit sind gleichzeitig die Schwerpunkte für die technischen Aufgaben in großen Stallanlagen aufgezeigt.

1. Futterbereitstellung

Die vom Ernteverfahren abhängige Aufbereitungsform der Futtermittel (Häckselgut, Langgut, Ballengut) kann die anschließenden Teilverfahren der Einlagerung, Auslagerung und Vorlage entscheidend beeinflussen. Grundsätzlich sind aber die betrieblichen Forderungen zu beachten, die sich aus den Faktoren Erntemenge, verfügbare Erntezeit und Verfahrensleistungen in den Unternehmungen der Tierproduktion ergeben, die in vollem Umfang eigenes Futter erzeugen.

*) Prof. Dr. Horst Eichhorn ist Direktor des Instituts für Landtechnik der Universität Gießen und Dipl.-Landw. Hermann Seufert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Institut.

Invest. Anteil %	Futterbereitstellung	Abfallbearbeitung	Produktgewinnung	Haltungssysteme	Sonstiges
Bauten	12,0	18,1	3,8	14,1	17,2
Ausrüstung	12,8	6,8	5,2	10,0	

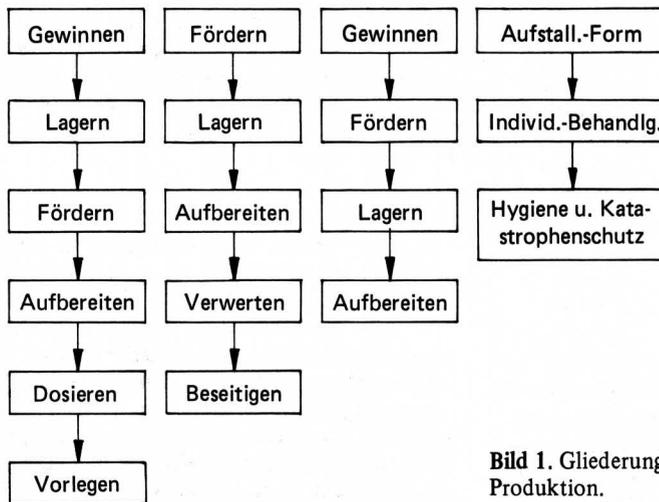


Bild 1. Gliederung der Anforderungen an Systeme für die tierische Produktion.

1.1 Futtergewinnung

Schlagkräftige Ernteverfahren mit hoher Leistungsfähigkeit sind notwendig, um die zur Versorgung größerer Tierbestände erforderliche Futtermenge in einer begrenzten Zeitspanne einzubringen. Nur Erntemaschinen mit hoher technischer Kapazität, wie mehrreihige Feldhäcksler und Großraumladewagen für Silomais und Anwelkgras sowie mit mehrreihigen Pflückern ausgerüstete Selbstfahrmähdrescher zur Ernte von Körnermais, können die

enormen Erntemengen bewältigen. In voll mechanisierten Arbeitskettensystemen stehen auch die Verfahrenselemente für den Transport und für die Einlagerung des Futters in die Großraumbehälter in engem zeitlichen Zusammenhang; sie dürfen die Verfahrenselemente nicht beeinträchtigen. Die Planung der Mechanisierungseinheiten innerhalb der in Bild 1 aufgeführten Grundbereiche sollte zu klaren Flußdiagrammen führen, um alle Ansprüche an die Arbeitsleistung erfassen und bewerten zu können.

Tierbestand	Anbaufläche ha	Leistung t/h	Anzahl und Zusammensetzung der Ernteverfahren	Verfahrenleistung t/h	Kapazität in v. H.	AK Ernte Transport
1200	200	82	4 x kW > 75 Fließverfahren	100	+ 18	
1000	167	69	1 x > 75 1 x > 75 Parallelverfahren	70	+ 2	
800	134	55	2 x > 75 Fließverfahren	50	- 9	
600	100	41	2 x > 75 Fließverfahren	50	+ 18	
400	67	27	1 x > 75 Fließverfahren	25	- 8	
200	34	13	1 x 60 Fließverfahren	14	+ 7	

Bild 2. Verfahren zur Ernte von Silomais in großen Bullenmastbetrieben.

Erntezeit: 14 Feldarbeitstage; Arbeitszeit: 8 h, d; Ertrag 45 t/ha bei einem Trockensubstanzgehalt von 30 %.

Am Beispiel der Bullenmast wird in **Bild 2** aufgezeigt, von welchem Futterbedarf und Leistungssoll bei steigenden Bestandsgrößen ausgegangen werden muß, wie die Ernteverfahren zusammzusetzen und wieviel Aggregate zur Bergung der Futterstoffe bereitzustellen sind. Bei der Mast auf der Basis von Silomais sind bei 200 Mastbullen 34 ha, bei 1200 Mastbullen rd. 200 ha Futterfläche notwendig. Dazu kommt im Sinne der Fruchtfolge mindestens noch einmal der gleiche Flächenumfang für den Anbau anderer Früchte.

Setzt man 14 Feldarbeitstage als Zeitspanne für die Aberntung an, so müssen in den genannten Beispielen in dem einen Fall $2 \div 2,5$ ha täglich und im anderen Fall rd. $14 \div 15$ ha mit einer Gesamterntemenge von nahezu 700 t täglich eingebracht werden. Das ist bei den heute vorhandenen technischen Aggregaten möglich, stellt allerdings hohe Anforderungen an die Kapazität und Betriebssicherheit der technischen Ausrüstung, die gewohnte Vorstellungen über den Kapitaleinsatz sprengt. Die zur Versorgung größerer Tierbestände benötigten Futtermassen können bei Silomais nur 2-reihige Feldhäcksler mit starken Schleppern oder 3-reihige Selbstfahrer in der kurzen Erntezeit von 14 Feldarbeitstagen (FAT) abernten.

Zur Berechnung der in **Bild 2** angegebenen Verfahrensleistung in t/h wurden die folgenden Bergeleistungen zugrundegelegt: beim 2-reihig gezogenen Feldhäcksler im Umhängeverfahren 25 t/h, im Parallelverfahren 30 t/h, beim 3-reihigen Feldhäcksler 30 t/h bzw. 40 t/h [3]. Die Erfüllung der Verfahrensleistung ergibt sich aus dem Vergleich mit dem Leistungssoll in t/h, ausgedrückt als Über- oder Unterkapazität. Zur Bewältigung der Futtermasse müssen ab etwa 80 ha Silomais mehrere Verkettungen gleichzeitig vorhanden sein, wodurch sich auch der Besatz an Arbeitskräften entsprechend vergrößert. Der Multiplikant vor den Aggregaten, z.B. in Spalte 4 von **Bild 2**, gibt die benötigte Anzahl an. Der Fließbetrieb verlangt Umhängeverfahren oder Parallelverfahren mit kompletten Transporteinheiten, wonach sich gleichzeitig das Leistungspotential von Einrichtungen für die Futtereinlagerung zu richten hat [4].

Auch die Frage nach der Entwicklung von Lastkraftwagen für die Landwirtschaft läßt sich wieder aktualisieren. Die Notwendigkeit zum Schichtbetrieb entsteht, wenn über die im Beispiel angesetzten 8 Tagesstunden hinaus eine Futterbergung stattfinden muß. Mit weniger schlagkräftigen Maschinenkombinationen ist die vorgesehene Zahl von Feldarbeitstagen nur einzuhalten, wenn die tägliche Arbeitszeit verlängert wird. Eine weitere Alternative stellen Lohnunternehmer dar, die beispielsweise mit mehrreihig ausgerüsteten Selbstfahrerfeldhäckslern und LKW mit einem Fassungsvermögen von $10 \div 12$ t eine nicht ausreichende betriebseigene Maschinenkapazität ergänzen können. Diese Lösung ist sicherlich in jenen Fällen erstrebenswert, bei denen zusätzliche Spezialarbeitskräfte über die Zeit der Futterernte hinaus im Betrieb nicht benötigt werden.

1.2 Einlagern

Die Einlagerung der Futterstoffe stellt bei dem beachtlichen Raumbedarf für die Konservierungsbehälter sowohl fördertechnische als auch bauliche Aufgaben. Es ist die gruppierte Futterlagerung für mehrere Stalleinheiten und die dezentralisierte Futterlagerung für jeweils eine Stalleinheit möglich. Letztere ist typisch für die Haltung von Mastschweinen, während die Konservierung des Futters für Rauhfutterfresser in der Regel zentral in Batterien von verschiedenen Siloeinheiten vorgenommen wird. Eine richtige Zuordnung der Fördergeräte für die Befüllung von Silobehältern, aber auch die ungehinderte Zu- und Abfahrt an den Entladestellen beeinflusst die Verfahrensleistung nachhaltig. Zur Befüllung von Hochbehältern eignen sich auch bei großen Einlagerungsmengen Wurfgebläse, die mit Dosiertischen zu kombinieren sind, damit eine kurzfristige Entleerung der Transporteinheiten möglich wird. Die Leistungsaufnahme der Gebläse beträgt in **Bild 3** bis zu 59 kW. Eine günstigere Energiebilanz weisen Schrägförderer auf, die jedoch wegen des Anstellwinkels größere Rangierplätze benötigen. Ihre geringe Mobilität erschwert das Versetzen und Aufstellen an verschiedenen Siloeinheiten.

Tierbestand	Einlagern			Mengenbedarf t/d	Futterentnahme, Transport u. Vorlage			
	Leistungssoll Kipper t/h	Maschinen und Antriebsleistung kW für Einlagern	Raumbedarf m ³		Futterwagen			Futterzeit gesamt min/d
					Transportkap. t	Entnahme Oberfräse (Reserve)*	Befüllzeit min/d	
1200	82	2 x 59 	12000	36	 4,5	2 x 1* 	150	250
1000	69	2 x 59 	10000	30	 4,5	2 x 1* 	126	226
800	55	2 x 59 	8000	24	 3,0	2 x 1* 	100	200
600	41	59 	6000	18	 3,0	1 x 1* 	76	136
400	27	 oder  37	4000	12	 3,0	1 x 	100	160
200	13	 oder  18	2000	6	 3,0	1 x 	50	110

Bild 3. Verfahren für das Befüllen von Hochsilos und für die Entnahme und Futtervorlage von Silomais in verschiedenen großen Bullenmastbetrieben.

Das Befüllen von Großraumflachsilos verlangt eine andere technische Ausstattung und Organisation. Bei Einlagerungsleistungen bis zu 700 t je Tag in einem Betrieb mit 1 200 Mastbullen hat sich die Schnellentleerung aus Kippern direkt am Futterstock und der Einsatz von Radladern zum Stapeln und Festwalzen bewährt [4]. Radlader werden für die kurze Einsatzzeit vorzugsweise gemietet (40 ÷ 60 DM/h). Die Kapazitäten sind in Bild 4 angegeben. Eine den Ernteverfahren entsprechende technische Ausstattung und genügende Energiebereitstellung sind Voraussetzungen für die vorgesehenen Einlagerungsleistungen.

1.3 Futterentnahme und Futtervorlage

Kritisch werden die Vergleiche erst bei der Futterentnahme. Hier können zweifellos mit Hilfe von Radladern oder Flachsilofräsen die Ansprüche an eine kurzfristige Befüllung der Futtertransportwagen in Flachsilos leichter erfüllt werden als von Oben- oder Untenentnahmefräsen bei Hochsilos, s.a. Bilder 3 u. 4. Wegen der beschränkten Auswurfleistung empfiehlt es sich, zumindest zwei Aggregate gleichzeitig laufen zu lassen und den Futterstrom auf eine Transporteinheit zu lenken, damit die Befüllzeit kurz bleibt. Eine ausgefallene Entnahmefräse muß durch ein stets intakt gehaltenes Reservegerät schnell ersetzbar sein. Ausgedehnte Fütterungszeiten sind in großen Stalleinheiten wegen der damit verbundenen Unruhe zu vermeiden. Futterentnahme und Futtervorlage sollen sich auch bei Beständen mit 1 000 und 1 200 Mastbullen in 2 Stunden je Mahlzeit abwickeln lassen. Zur Verwirklichung dieser Forderung sind Futterwagen mit Dosiereinrichtungen und einem Laderaum für 3 ÷ 4,5 t Futter bereitzustellen. Abhängig von der Organisation der Fütterung und von der Einrichtung des Futterplatzes erfolgt der Futtertransport in den Stall ein- bis zweimal täglich bei mehrmaligem Be- und Entladen des Futterwagens.

Die Beispiele zeigen deutlich, daß die Bearbeitung der Futterstoffe als Gesamtstrecke aufzufassen und somit als funktionale Einheit anzusehen ist, da die meisten Verfahrenselemente gekoppelt sind und im Komplex zur Wirkung kommen.

2. Bearbeitung der Abfälle

Die Großherdenhaltung verursacht nicht nur Probleme bei einer zeitgerechten Futterbereitstellung, sondern in der Folge auch bei den anfallenden tierischen Abfällen, die aus den Produktionsanlagen entfernt werden müssen. Abhängig von der Größe des Tierbestandes und von der erforderlichen Speicherzeit sind hier wiederum ganz beachtliche Lagerkapazitäten zu schaffen. Für die Planung der Verfahren ist vorweg zu klären, ob dem Betrieb hinreichende Flächen zur Ausbringung der Abfälle als organischer Dünger zur Verfügung stehen oder nicht. Damit entstehen umweltrelevante Faktoren, die in Zukunft stärker als bisher vom Gesetzgeber überwacht werden und die bei Überschreiten von Grenzkriterien zum Erliegen großer Stallanlagen führen können.

2.1 Entmistung

Die Beseitigung der Abfälle aus großen Tierbeständen verlangt aber zunächst einmal störunanfällige Entmistungsverfahren. Pumpfähiger Flüssigmist wird angestrebt, da seine Konsistenz ein Fördern der Exkremate aus dem Stall sowohl mit Geräten als auch bei entsprechendem Gefälle durch die Schwerkraft zuläßt. Die Oberflur-entmistung auf planbefestigten Flächen in geschlossenen Stalleinheiten wird bei Rindvieh und Schweinen mit Flachschieberanlagen vorgenommen. Die Schieber können aber dabei vor allem in Schweinebeständen Tiere einklemmen und verletzen. Wenn die Mistgänge nicht einwandfrei planverlegt worden sind, bleiben nach dem Abschieben des Dunges oftmals Schmutzlachen zurück, die die Sauberkeit der Tiere beeinträchtigen und deren Verdunstung auf der großen Oberfläche zu einem unerwünschten Ansteigen des Wasserdampfgehaltes im Stall führt.

Daher gewinnt die Anwendung funktionsgerecht verlegter Teil- und Vollspaltenböden in großen Stallungen wieder mehr Interesse. Das Dung-Harn-Gemisch unter diesen Rostböden fließt meist als Treibmist kontinuierlich aus dem Stall [5]. Dieser mit den physikalischen Gesetzen der Thixotropie und Rheologie zu erklärende Vorgang in Anlehnung an das Fließverhalten der quasi plastischen

Tierbestand	Einlagern			Futterentnahme, Transport u. Vorlage			
	Leistungssoll Kipper t/h	Maschinen für Stapeln u. Walzen	Raumbedarf m ³	Mengenbedarf t/d	Futterwagen		Fütterungszeit gesamt min/d
					Transportkap. t	Befüllzeit min (Flachsilofr.)	
1200	82	 2 t  2t	12000	36	 4,5	80	240
1000	69	 III  2 t	10000	30	 4,5	70	210
800	55	 2 t	8000	24	 3,0	60	180
600	41	 1,5 t	6000	18	 3,0	40	120
400	27	 1 t	4000	12	 3,0	30	90
200	13	 III	2000	6	 3,0	14	50

Bild 4. Verfahren für das Befüllen großer Flachsilos und für die Entnahme und Futtervorlage von Silomais in verschiedenen großen Bullenmastbetrieben.

Stoffe erübrigt jegliche manuelle Betätigung und Investition für Geräte im Bereich der Entmistung, kann aber vor allem in der Mast Schweinehaltung die Stallluft ungünstig beeinflussen. Hier müssen Lüftungssysteme mit wirkungsvollen Luftverteilungsanlagen vorhanden sein, um ein gesundes Stallklima zu sichern. Diese technischen Maßnahmen dürfen jedoch bei Abfuhr der verbrauchten Stallluft keine Immissionen verursachen. Zusätzliche Einrichtungen zur Minderung der unangenehmen Geruchsstoffe in der Abluft werden deshalb aus einer Kombination von biologischen, chemischen und technischen Vorkehrungen bestehen [6].

2.2 Lagerung und Ausbringung

Jeder Teilstall erhält eine Vorgrube, die Lagerbehälter sind gruppiert als Hoch- oder als Grubenbehälter. Von der Vorgrube zu den Lagerbehältern ist die Förderung in Druckleitungen vorgesehen. In den Bereich der Abfallbeseitigung sind auch die Geräte für die Reinigung und Desinfektion einzuordnen, die eine Grundvoraussetzung zur Produktionssicherung darstellen.

Bei Rindviehhaltung auf der Basis ausreichender Futterflächen kann angenommen werden, daß auch genügend landwirtschaftliche Nutzfläche zur Verwertung der angefallenen Exkremente zur Verfügung steht. Nach Rager [7] liegt der Grenzbereich der Bodenbelastbarkeit mit Rinderflüssigmist zwischen 60 und 80 m³/ha. Das entspricht einem Großviehbesatz von bis zu 4 GV/ha auf Rüben- bzw. Maisflächen. Die Angaben in Bild 5 bauen auf diesen Zusammenhängen auf. Die Verfahren der Ausbringung mit Großraumgüllefassern, zu deren Beschickung störungsfähige Pumpen mit hoher Förderleistung benötigt werden, müssen in begrenzbarer Zeitspannen einzugliedern sein. Immerhin sind bei 1000 bis 1200 Mastbullen rund 15 Tage für die Entleerung der Behälter mit Verteilung des Dungs auf den Nutzflächen vorzusehen.

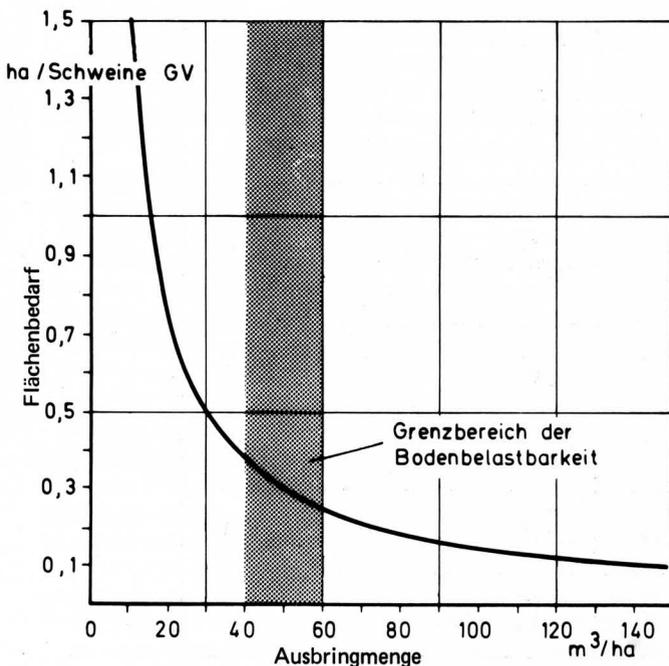


Bild 6. Abhängigkeit von Flächenbedarf und Ausbringungsmenge bei der Düngung mit Flüssigmist; Flüssigmistanfall 15 m³/Schweine - GV.

Die Notwendigkeit spezieller baulicher Anlagen für die Entmistung und Lagerung einschließlich der technischen Einrichtungen für das weitere Aufbereiten und Verwerten der Exkremente stellt diesen Verfahrensgang mit in den Mittelpunkt planerischer Überlegungen und kann die Standortfrage grundlegend beeinflussen. Diesem Tatbestand sind vornehmlich in größeren Mastanlagen für Schweine existentielle Wirkungen zuzuschreiben, da in diesen Spezialbetrieben die Flächenausstattung zur schadlosen Unterbringung des anfallenden Dungs häufig zu gering ist oder bei Mastgemeinschaften eine größere Hof-Feld-Entfernung zur Transportintensivierung und

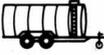
Tierbestand	Raumbedarf m ³	Transporteinheiten Leistung kW Kapazität l	Zeitbedarf Tage	Düngeflächensoll ha bei Ausbringung von 80 m ³ /ha - 60 m ³ /ha	Futterfläche ha
1200	7200	3 x  13000 l 90 kW	15,4	180 - 260	200
1000	6000	3 x  13000 90	13	150 - 200	167
800	4800	2 x  13000 90	13	120 - 160	134
600	3600	2 x  13000 90	9	90 - 120	100
400	2400	2 x  8000 75	10	60 - 80	67
200	1200	2 x  8000 75	6	30 - 40	34

Bild 5. Verfahren der Ausbringung von Flüssigmist. Bullenmast; für die Düngung ausreichende Flächenausstattung; Lagerzeit 6 Monate; Pumpenleistung 8000 l/min.

damit zum Kostenanstieg in der Dungaufbereitung (1,00 DM/m³ km) führt (u.U. Behinderung auf öffentlichen Verkehrswegen). In einem solchen Falle muß nach ökonomisch vertretbaren Verfahren der Volumenreduzierung gesucht werden [8]. Die Belastbarkeit der landw. Nutzfläche mit organischem Dünger und die verfahrensspezifischen Kosten gelten als die wesentlichen Grenzkriterien, Bilder 6 u. 7.

Die Kurve in Bild 6 gibt den Zusammenhang zwischen der Ausbringungsmenge (m³/ha) und dem Flächenbedarf (ha/Schweine - GV) an, wenn ein Flüssigmistanfall von 15 m³/Schweine - GV angesetzt wird. Die Darstellung zeigt, daß bei einer zulässigen Ausbringungsmenge von 40 ÷ 60 m³/ha zur vollständigen Dungverwertung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen mindestens eine Flächenausstattung von 0,3 ha/Schweine - GV verfügbar sein muß [9].

Ist die Flächenausstattung geringer, so sind zusätzliche Verfahren zur biologisch-technischen Behandlung des Flüssigmistes einzusetzen, die zusätzliche Kosten verursachen. Die Kurve in Bild 7 gibt die Kosten für die Ausbringungsverfahren beim düngeflächenversorgten Betrieb an; sie läuft im Grenzbereich der Bodenbelastbarkeit aus. Die skalierte Kostenleiste verweist gleichzeitig auf Verfahren für die Volumenreduktion von Flüssigmist.

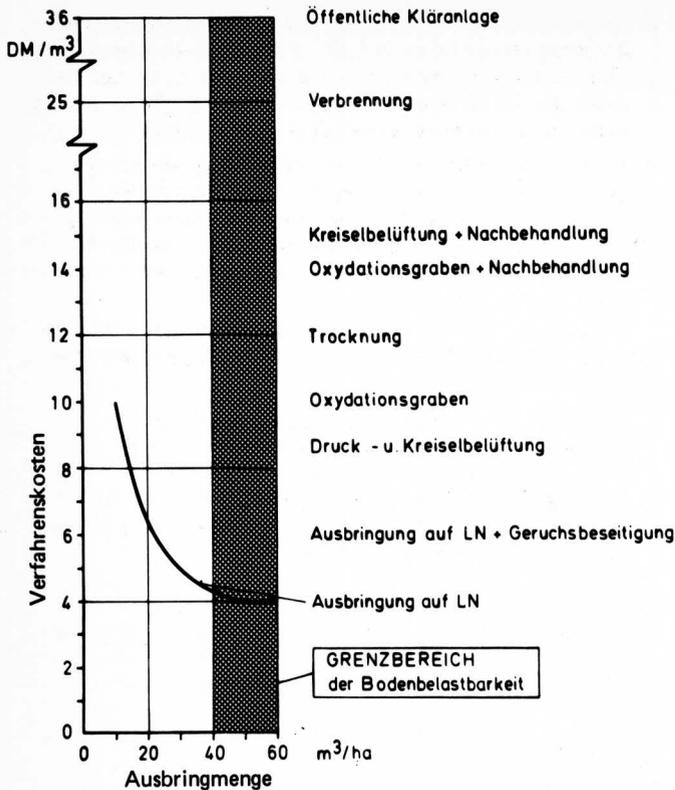


Bild 7. Kosten der Flüssigmistverarbeitung bei der Ausbringung auf landwirtschaftliche Nutzflächen und bei verschiedenen biologisch-technischen Verfahren der Aufbereitung.

3. Produktgewinnung

Bei Milchvieh sind eigene Gebäudekomplexe für den zentralen Milchentzug, für Kühlung und Lagerung der Milch mit richtiger Zuordnung zu den Ställen zu schaffen. Diese Investitionen entfallen in Mastbetrieben, soweit keine Verwertungsanlage, wie Schlachtereier, vorgesehen werden muß. Die Größe der Melkstände, deren Einrichtung mit Melkgeräten und Kraftfutterdosiereinrichtungen, aber auch der sinnvoll zu planende Zu- und Abgang der Kühe beeinflussen die Arbeitsproduktivität erheblich.

Der Erhöhung der Arbeitsproduktivität dient die Entwicklung von Melkständen, die sich durch vollständiges Einbeziehen der Arbeitskräfte in einen vorgegebenen Arbeitsablauf und durch geringere Arbeitswege auszeichnen, sowie Melkverfahren, die das milchflußgesteuerte Melken in verschiedenen Abstufungen, wie das Erfassen der Beendigung des Milchflusses, das vom Milchfluß gesteuerte Vakuum und die automatische Melkzeugabnahme ermöglichen. Da die Milchgewinnung heute etwa 2/3 des gesamten Arbeitsaufwandes im Kuhstall beansprucht, sind diese neueren Systeme bedeutungsvoll [10]. Die bisher gebräuchlichen Kennwerte Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr sowie Anzahl der Kühe je AK sind durch einen weiteren Kennwert zu ergänzen: Die Herdengröße, die in der zulässigen Zeitspanne gemolken werden kann. Es ist entscheidend, ob eine Arbeitskraft auch bei entsprechender technischer Ausstattung des Melkbereichs physisch und psychisch nur gerade noch in der Lage ist, 160 bis 200 Kühe in 2,5 bis 3,0 Stunden je Melkzeit zu melken, oder ob die verfügbare Zeitspanne bei anderer technischer Ausstattung mit einer Verdoppelung des Melkpersonals und der Melkstandräume leichter und evtl. ökonomischer einzuhalten ist. In Bild 8 sind für verschiedene Herdengrößen — mit den jeweils angemessenen Melkstandformen — der Arbeitszeitbedarf (AKh/Tier · a) und die Melkdauer je Melkzeit angegeben [11].

Es lohnen sich auch die Bemühungen, durch vernünftiges Einschränken der Rüstzeiten die Arbeitsleistung beim Melken zu erhöhen. Arbeitssparende Maßnahmen wie Einbeziehen des Warte-

raumes in die Entmistungsverfahren des Stalles, programmgesteuerte Spülgeräte, Spülköpfe im Melkstand und automatische Tankreinigung sind in dieser Richtung zu sehen [10, 12].

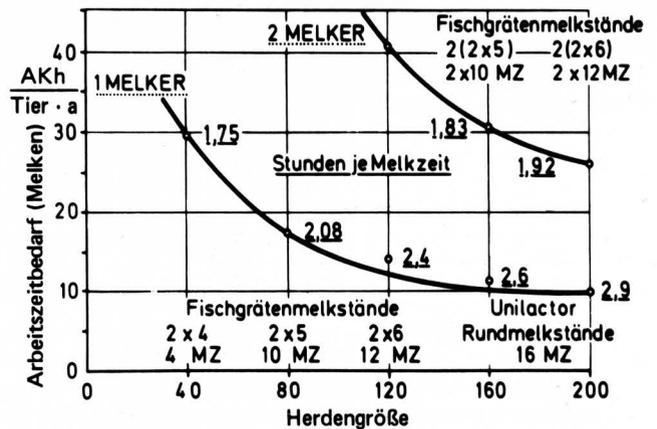


Bild 8. Arbeitszeitbedarf und Melkdauer bei verschiedenen Herdengrößen und Melkstandformen.

4. Faktoren des technischen Risikos

Die Anforderungen an die Funktionssicherheit von technischen Einrichtungen und Verfahren der Arbeitserledigung bei Bearbeitung der Futterstoffe, bei der Milchgewinnung und schließlich bei Bearbeitung der Abfälle sind hoch einzuschätzen. Eine Substitution für technisches Versagen durch Arbeitskraft ist im Betrieb mit großen Tierbeständen weitgehend ausgeschlossen. Das technische Risiko ist vor allem von den Verfahrensgliedern zu erwarten, die bei hoher Beanspruchung die Leistungsfähigkeit vorzeitig beugen können.

Im Abschnitt der Futterbereitstellung betrifft dies, neben Lebensdauer und Reparaturanfälligkeit der Erntemaschinen, vor allem die Beziehungen zwischen Leistungssoll und Schlagkraft eines Verfahrens, die Arbeitsorganisation, weiterhin die bauliche und technische Entwicklung von Einheiten zur Futtermittelkonservierung mit hoher Einlagerungsleistung und schließlich die Geräte zur Futterentnahme und Futtervorlage im Stall.

Bei der Produktgewinnung sind es insbesondere Aggregate für den halbautomatischen Milchentzug, die bei Ausfall ersetzbar sein müssen, da auch hier die Rückkehr zur Handarbeit keinen Ausweg bietet. Einrichtungen für die Zwangslüftung mit Notstromaggregaten benötigen alle Haltungsformen mit intensiver Stallflächennutzung, wie in der Bullen- und Schweinemast.

Es ist zu bedenken, daß ein Abweichen von den klimatologischen Sollwerten bei Temperatur und Lüfterneuerung im Schweinemast eine Verschlechterung der Futtermittelverwertung zur Folge hat. Ein Absinken der Futtermittelverwertung von 0,286 auf 0,250 bedeutet aber eine Mehrausgabe für Futter von mindestens DM 20,- je Tier und Mastperiode. Unter bestimmten Voraussetzungen (Gebäudekostenminimierung) kann sich daher sogar eine Vollklimatisierung mit Heizung im Winter und Kühlung im Sommer lohnen, Bild 9, nach *Abshoff* [13].

In einem Planungsmodell für große Stallanlagen der Mastbullenhaltung soll am Schluß dargelegt werden, daß den genannten Faktoren des technischen Risikos mit den derzeit baulich-technischen Möglichkeiten weitgehend Rechnung zu tragen ist. Die abgewogene Planung ist aus der günstigen Bewertung wesentlicher Bereiche in Bild 10 abzulesen. Die unterschiedliche Gruppierung der Gebäude für 1200 Mastbullen, im Fall a eine langgestreckte Stalleinheit, im Fall b geteilt in zwei kürzere Einheiten, ermöglicht jeweils eine funktionsgerechte Zuordnung der Einrichtungen zur Futterversorgung und zur Dunglagerung. Unsicherheiten bestehen noch auf Teilgebieten der Entmistung, des Seuchen- und des Katastrophenschutzes, vornehmlich bei Unterbringung eines Bestandes von über 1000 Stück Großvieh in einem Gebäude. Fehlplanun-

gen im Bereich der Dungbeseitigung sind häufig weniger eine Folge von ineffizient eingesetzten Mechanisierungslösungen als vielmehr die Folge falscher Standortwahl und werden dann das Grundproblem bei der Aufrechterhaltung einer solchen Produktionsanlage mit konzentrierter Tierhaltung überhaupt.

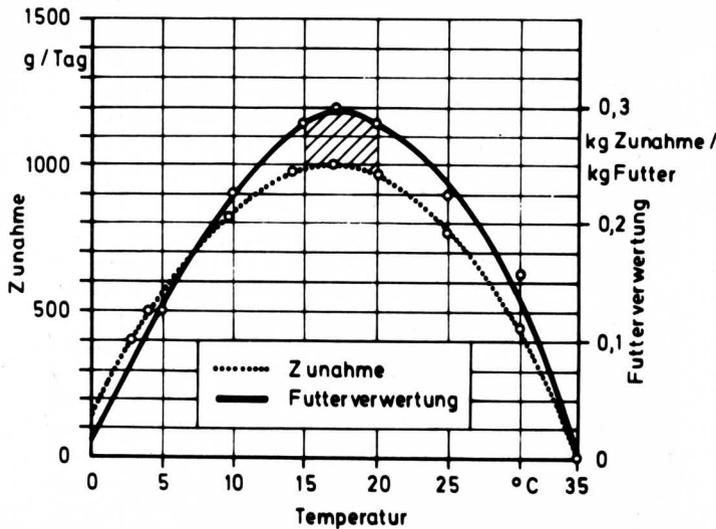
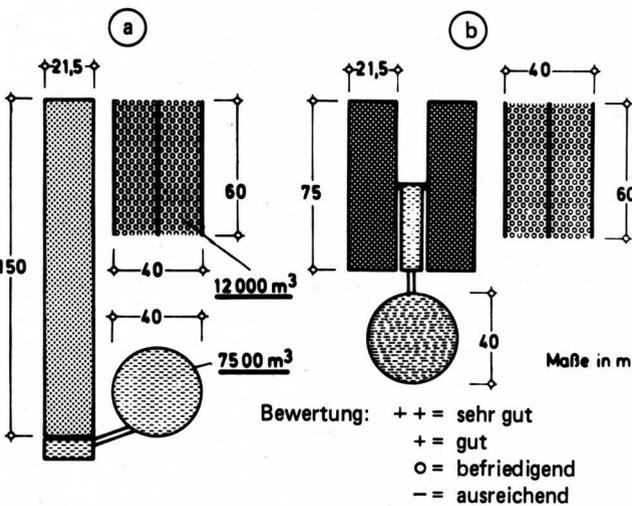


Bild 9. Zunahme und Futterverwertung in der Schweinemast als Funktion der Stalltemperatur, nach *Abshoff* [13].



	a	b	Kennzeichen der Ställe
Platzbedarf	++	++	Vollspaltenboden, 2-reihig
Stallklima	+	+	Unterdrucklüftung
Futterlagerung	+++	+++	Flachsilo
Futterentnahme	+	+	Flachsilofräse
Futternvorlage	++	++	Futterverteilwagen
Entmisten	-	+	a) Flachschieber, b) Treibmist
Dunglagerung	+	+	Vorgrube und Hochbehälter
Ein-Ausstellen	o	o	Triebweg, Verladerrampe
Seuchenschutz, Feuer	-	-	

Bild 10. Bewertung von zwei Stallmodellen für je 1200 Mastbullen, Tiere/Freßplatz = 1/2.

5. Zusammenfassung

1. Die Struktur der Mechanisierungsverfahren in großen Stallanlagen ist besonders durch die Faktoren Leistung, Kapazität, Kapital und technisches Risiko gekennzeichnet. Auch ein kurzfristiger Austausch von Maschinenkapital gegen Arbeitskraft kann nicht mehr vorgenommen werden.

- Bei der Futterbereitstellung wird das Bewältigen des Mengenproblems besonders deutlich. Die Futterlager für große Ställe sind zentrale Einrichtungen, deren Betriebssicherheit gegeben sein muß. Die daran anschließende Verteilung der Futterstoffe in den Ställen ist meist an mobile Anlagen gebunden.
- Die Beseitigung der Abfälle wird auf der Basis von pumpfähigem Flüssigmist vorgenommen. Die Notwendigkeit spezieller baulicher Anlagen für die Entmistung und Lagerung mit technischen Einrichtungen für das weitere Aufbereiten und Verwerten der Exkreme kann die Standortfrage bis hin zur grundsätzlichen Genehmigung einer Produktionsanlage entscheidend beeinflussen. Mit Düngeflächen versorgte Betriebe haben günstigere Voraussetzungen bei Errichtung großer Stallanlagen.
- Einen besonderen Planungsbereich nimmt das Gewinnen und Bearbeiten der Produkte ein. Es ist in Teilprozesse zu untergliedern, die beim Milchentzug im Melkstand beginnen und sich ergänzen durch das Fördern, Lagern und Aufbereiten des Produktes. Die Ansprüche an die Qualität verlangen einen verhältnismäßig großen Kapitaleinsatz.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] *Kilian, J., J. Zipper u. G. Hauswald*: Analyse der Struktur technologischer Prozesse zur Produktion von Milch als Voraussetzung rationeller Verfahrensgestaltung. *Wissensch. Zeitschrift Leipzig* 21 (1972) H. 3, S. 229/36.
- [2] *Eichhorn, H., H. Seufert u. J. Zrno*: Planung und Bau von Ställen für große Tierbestände. *Betonlandbau* 10 (1973) H. 1, S. 3/8.
- [3] *Schurig, M.*: Häcklerleistungen von 10 – 70 Tonnen in der Stunde. *Landtechnik Weihenstephan*, herausgegeben von Institut u. Bayerischer Landesanstalt für Landtechnik Freising-Weihenstephan 1970/73 S. 132.
- [4] *Schön, H. et al.*: Die Organisation leistungsfähiger Silomaisernteverfahren. *Landtechnik von morgen*, Folge 11, S. 15/22. Herausgegeben: Motorenfabrik A. Schlüter, München, Werk Freising.
- [5] ● *Eichhorn, H., J. Boxberger u. H. Seufert*: Flüssigmist. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., 2. Auflage 1972.
- [6] *Traulsen, H.*: Verfahren zur Beseitigung tierischer Exkreme, *KTBL-Berichte über Landtechnik* 147, 1971.
- [7] *Rager, K.*: Abwassertechnische und wasserwirtschaftliche Probleme der Massentierhaltung. *KTBL-Bauschrift*, H. 11, Frankfurt 1972.
- [8] *Riemann, U. u. H. Traulsen*: Beseitigung von Schweineflüssigmist. *KTBL-Flugschrift* Nr. 24, Frankfurt 1972.
- [9] *Tietjen, C. u. H. Vetter*: Einfluß von Abfällen und Ausscheidungen der tierischen Produktion auf Boden und Pflanze. *Berichte über Landwirtschaft*, Band 50, 1972, Heft 3, S. 650/65.
- [10] *Wenner, L., H. Schön u. J. Boxberger*: Mehr Milchkühe, weniger Arbeit. *Top agrar* (1973) Heft 2, R2 + R3.
- [11] *Ordolff, D.*: Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen. *KTBL-Schrift* 158, Frankfurt 1972.
- [12] *Schön, H.*: Technische, bauliche und organisatorische Möglichkeiten in Großbetrieben der Milchviehhaltung. In *KTBL-Schrift* "Produktionstechnische Aspekte der konzentrierten Tierhaltung" 1973.
- [13] *Abshoff, J.*: Soll man Schweineställe klimatisieren? *Landtechnik* 1973, Heft 8, S. 239/42.