

Ausrüstungslösungen für den materialoptimierten Ausbau¹⁾

Dr.-Ing. J. Holz, KDT, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Betrieb Agroanlagen Dresden

1. Stand der Anlagenentwicklung und der landtechnischen Ausrüstungen

Die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen Nahrungsgütern verlangt eine weitere Entwicklung der Tierproduktion durch Intensivierung und Rationalisierung in der Breite. Der sinkende Beschäftigtenanteil in der Landwirtschaft läßt sich auch in der Tierproduktion nur durch Mechanisierung kompensieren.

Das landtechnische Anlagensystem in der Tierproduktion ist vergleichbar mit dem Maschinensystem in der Pflanzenproduktion, erhält seine Wirksamkeit jedoch nur gemeinsam mit dem produktionstechnischen Ausbau durch den Landwirtschaftsbau.

Das erreichte Niveau der Übertragung der menschlichen Tätigkeit an technische Arbeitsmittel, der Grad der Mechanisierung der technologischen Prozesse, kann nach Generationsmerkmalen eingeschätzt werden. Ein Beispiel für die Rinderhaltung ist in Tafel 1 dargestellt.

Gegenwärtig steht die Rationalisierung der Tierproduktion in Anlagen der 2. Generation mit Merkmalen der 3. Generation im Vordergrund der Breitenmechanisierung, während Anlagen der 3. Generation als Neuinvestition errichtet werden. Der Übergang von der 3. zur 4. Generation ist vor Abschluß der wissenschaftlich-technischen Revolution in der Industrie für Anlagen der Tierproduktion vorerst nicht vollziehbar.

Im Bild 1 ist die Nomenklatur des Systems der landtechnischen Ausrüstungen am Beispiel der Rinderanlagen der 3. Generation dargestellt.

Aus den Erfahrungen mit den Beispielanlagen ist die weitere Vervollkommnung der Ausrüstung von Tierproduktionsanlagen künftig folgenden Kriterien zu unterwerfen:

- Ökonomie der projektierten Lösungen bei Errichtung und Betrieb
- Einsparung von Material, Bauleistungen, Energie und Kosten
- Steigerung der Arbeitsproduktivität bei Errichtung und Betrieb
- Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen.

Die ersten Beispielanlagen der 3. Generation erlaubten die industriemäßige Tierproduktion, jedoch erfolgte ihre Realisierung bei handwerklicher Fertigung des Ausbaus und der Montage der Ausrüstungen. Mit zunehmendem Reifegrad der Anlagenvorbereitung gewinnen die Vorfertigung des Ausbaus und industrielle Fertigungs- und Montageprozesse der Ausrüstung an Bedeutung. Dabei wird zunehmend die unterschiedliche Nutzungsdauer von Ausbau- und Ausrüstungsteilen berücksichtigt.

In Anlagensystemen mit den Merkmalen der 3. Generation haben die Hauptelemente der landtechnischen Ausrüstung einen gewissen Standardisierungsgrad und Bausteincharakter erlangt, ihre Serienfertigung hat einen teilweise hohen maschinenbautechnischen Reifegrad. Das vereinfacht die Vorbereitung neuer Anlagen in der Projektphase.

2. Stand der Entwicklung der Verbindungen zwischen Ausbau und Ausrüstungen

Bei Neuinvestitionen und Rationalisierungsmaßnahmen wird die landtechnische Ausrüstung nach Projekten des landtechnischen Anlagenbaus realisiert, wobei durch den Landwirtschaftsbau das hierauf abgestimmte Bauprojekt nach den Bauangaben der Ausrüster im produktionstechnischen Ausbau umgesetzt wird.

Dabei fordern die Serienverbindungen der Standausrüstungen mit dem Ausbau zu ökonomisch günstigeren Lösungen heraus. So sind beispielsweise für eine Milchproduktionsanlage mit 1930 Tierplätzen allein für die Liegeboxentrennbügel rd. 3000 Einsetzverbindungen bauseitig vorzubereiten und nach Montage der Ausrüstung zu schließen. Die Verbindung an Kontaktplatten ist problematisch hinsicht-

lich der Justierung, des Korrosionsschutzes der Ausrüstung, der Festigkeit der Verbindung und der Fertigung des Ausbaus.

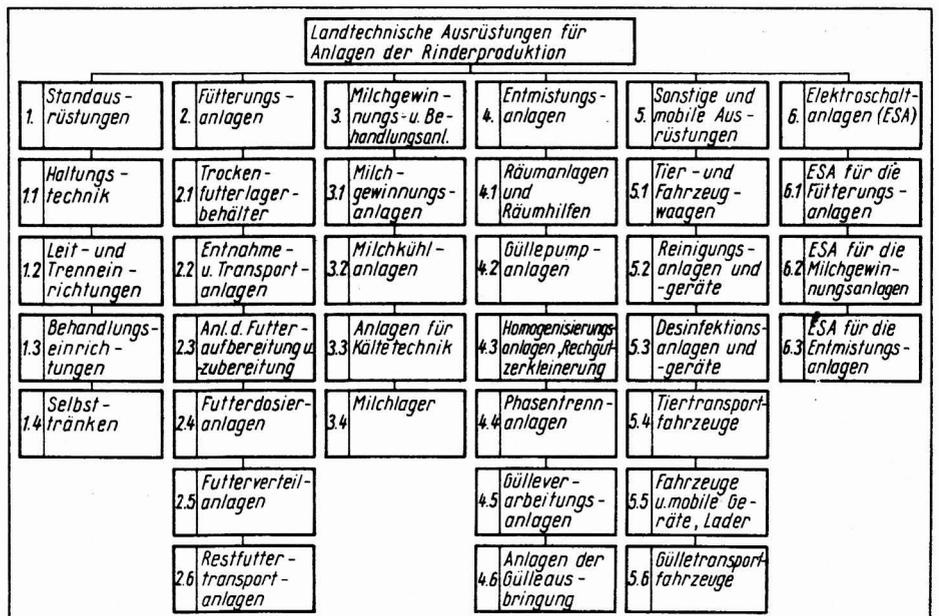
Das Schweißen verzinkter Ausrüstungen ist in mehrfacher Hinsicht ungünstig. Die Korrosionsschutzschicht wird an dem am meisten korrosionsgefährdeten und am stärksten statisch belasteten Querschnitt geschädigt und zerstört. Das Arbeiten ist durch auftretende Zinkdämpfe erschwert.

Beim Aufschrauben von Ausrüstungen auf Spaltenbodenelemente führen veterinärtechnische Gesichtspunkte dazu, daß die Muttern der Schraubenverbindungen zwischen Platte und Spaltenbodenelementen von unten angeschraubt werden. Die Lockerung der Verbindung kann nach kurzer Betriebsdauer der Anlage zu Funktionsmängeln der Ausrüstungen führen, ein Nachziehen der Schraubenverbindung ist bei laufendem Anlagenbetrieb unzu-

Tafel 1. Allgemeine Generationsmerkmale der Anlagensysteme der Rinderproduktion

Gene-ration	Größe der Anlage Tierplätze	Zeitraum der Errichtung	Nutzung	Grad der Mechanisierung und Industrialisierung der technologischen Prozesse
1.	10... 100	bis 1960	bis 1990 und darüber	Handarbeit, Kleinmechanisierung, mechanisches Melken (Kanne)
2.	100... 1000	bis 1970	bis 2000 und darüber	Mechanisierung der Hauptprozesse, operative Nebenprozesse
3.	1000... 20000	bis 2000 und darüber	vorerst unbegrenzt	Vollmechanisierung der Hauptprozesse; beginnende Automatisierung von Prozessen; industriemäßige Produktionsweise
4.	vorerst keine Aussage möglich			Mechanisierung aller Prozesse, Automatisierung aller Hauptprozesse, Prozeßrechner

Bild 1. Landtechnische Ausrüstungen für Anlagen der Rinderproduktion



mutbar und aus Gründen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes abzulehnen. Spätere Auserbetriebssetzungen der Anlage erlauben gleichfalls kein Nachziehen der Verbindungen, weil aggressive Gase Korrosion an den Schraubenverbindungen bewirken. Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß der gegenwärtige Stand der Verbindungen zwischen Ausbau und Ausrüstungen vielfach mangelhaft und unzweckmäßig ist und neue Lösungen erforderlich sind.

3. Einige Anforderungen an die Verbindungen zwischen Ausbau und Ausrüstungen

3.1. Funktionelle Anforderungen

- Die Verbindung muß die technologische, statische und geometrische Funktion sowohl der Ausbau- als auch der Ausrüstungsteile gewährleisten.
- Die Verbindung darf nicht einseitig zu Lasten der Ausrüstung bzw. des Ausbaus ausgelegt sein.

3.2. Fertigungstechnische Anforderungen

- Die Verbindung muß die Vorfertigung der Ausrüstung beim Hersteller erlauben.
- Die Herstellung der Verbindung darf keine Korrosionsschutzmaßnahmen unwirksam machen bzw. Korrosion provozieren.
- Die Herstellung der Verbindung soll die mögliche Trennung von Ausbaufertigung und Ausrüstungsmontage ermöglichen.
- Die Verbindung soll die Anwendung von Ausbaufertigteilen erlauben.
- Die Verbindung muß die Entflechtung von Bau und Ausrüstung begünstigen.

3.3. Instandhaltungstechnische Anforderungen

- Die Verbindung muß die Austauschbarkeit der Ausrüstung ermöglichen.
- Der Ersatz der Verbindung darf keinen Produktionsstillstand der Anlage verursachen.
- Der Ersatz der Verbindung darf nicht zur Zerstörung verwendeter Ausbaufertigteile führen.

3.4. Gesichtspunkte des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes

- Die Fertigung der Verbindung darf keine gesundheitsschädigenden Einwirkungen verursachen.
- Der Austausch defekter Ausrüstungen und der Ersatz der Verbindung dürfen keine Mensch und Tier gefährdenden Auswirkungen haben.

3.5. Technisch-ökonomische Aspekte

- Die aufwandvergrößernden Auswirkungen der Verbindung auf Ausrüstung und Ausbau sind in der Summe der volkswirtschaftlichen Aufwendungen zu minimieren.
- Der ein- bis zweimalige Ersatz verschlissener bzw. defekter Ausrüstungen während der Gebäudenutzungsdauer bzw. bei unverändertem technologischen Verfahren muß mit vertretbarem Gesamtaufwand möglich sein.
- Die Rekonstruktion vorhandener Anlagen muß mit einfachen Mitteln des Ausbaus möglich sein.

4. Möglichkeiten der Verbindungen zwischen Ausbau und Ausrüstungen mit erfolgversprechenden Auswirkungen

4.1. Montageverbindungen an konventionellen Ausbaulösungen

Montageverbindungen sind Verbindungen zwischen Ausbau- und Ausrüstungsteilen, die bei entsprechender Wartung und Pflege die vollständige Montierbarkeit der Ausrüstung über deren Lebensdauer und bei gleichbleibender Technologie während der Nutzungsdauer des Ausbaus gewährleisten. Solche Montageverbindungen können lose Schraubenverbindungen, Spreizdübelverbindungen und Klammerverbindungen sein.

Die Möglichkeit, voll funktionsfähige Schraubenverbindungen anzuwenden, ist durch die geringe Justierbarkeit und die kantige Kontur der Verbindungselemente eingeschränkt. Schraubenverbindungen mit durch den Ausbau vorgegebenen Aussparungen oder Schraubenbolzen mit starrem Schraubenabstand erfordern höhere Aufwendungen bei der Ausrüstung für das Justieren. Die Maßtoleranzen des Bauwesens liegen um eine Zehnerpotenz höher als diejenigen der Ausrüstung. Diese Abweichungen schränken die Anwendung von Montageverbindungen an durch den Bau vorgegebenen Punkten weitgehend in allen Fällen ein, bei denen die Befestigung an mindestens zwei Punkten eines Ausrüstungsteils erfolgt oder die Punkte untereinander funktionell definierte Abstände aufweisen müssen (z. B. bei mehreren Torstellungen u. dgl.).

Möglich erscheint die Anwendung von Dübelverbindungen an Fertigteilträgern, wie sie von Mehler [1] vorgeschlagen werden, wenn die Fertigteile als Bausteine monolithischer Ausbaufertigung betrachtet werden, die bei der Ausrüstungsmontage justiert und anschließend durch Vergießen eingebaut werden. Damit kann der monolithische Ausbau etwas vereinfacht werden, ohne daß jedoch eine völlige Entflechtung von Ausrüstungsmontage und Ausbau möglich wird. Eine solche Verbindung ist streng genommen ebenfalls ein Einsetzbauteil, die sich einer Demontage zu Instandhaltungszwecken ohne Hilfsgeräte widersetzt. Reine Einsetzverbindungen sollten nach Siedel [2] vermieden werden, da ihre Ersatzkosten die der Ausrüstung übersteigen.

4.2. Aufsetz- bzw. Schweißverbindungen

Aufsetzverbindungen sind Verbindungen zwischen Ausbau- und Ausrüstungsteilen, die durch metallisches Fügen zwischen Ausrüstung und Ausbaubestandteil bzw. durch Kleben an der Grenzfläche zustande kommen. Die Zerstörung der Verbindung ist möglich, ohne die Wiederverwendbarkeit von Ausbau- bzw. Ausrüstungsteil grundsätzlich in Frage zu stellen. Schweißverbindungen sollten so erfolgen, daß bei verzinkten Ausrüstungen nur Hilfsplatte auf Kontaktplatte geschweißt wird, wobei die Hilfs- und Montageplatte bereits verzinkter Bestandteil der Säule ist. Damit ist gewährleistet, daß der Korrosionsschutz der Säule im gefährdeten Querschnitt voll erhalten bleibt. Die Zinkdampfgefährdung ist weitgehend einschränkbar, wenn die Kanten der Hilfsplatten vor dem Anschweißen geschliffen werden. Die Lagejustierung ist einfach durch Verschieben der miteinander zu verbindenden Platten lösbar. Winkelabweichungen der Kontaktplatten sind jedoch nur durch Zusatzmaßnahmen beherrschbar. Höhendifferenzen der Kontaktplatten lassen sich nur im Minusbereich ausgleichen.

4.3. Rahmenbauweisen der Ausrüstungselemente

Die Schwierigkeiten bei der Befestigung von Freßgittersäulen an den Krippenelementen führen zu geschlossenen oder halboffenen Rahmenbauweisen der Freßgittersäulen, die entweder mit Unterzug oder Obergurt oder als Vollrahmen bei der Krippenmontage eingebaut werden. Solche Lösungen zeichnen sich durch Unabhängigkeit vom Fertigteil aus bzw. können als Schalungslehre für monolithische Krippen dienen. Sie ermöglichen die höhere Gesamtgenauigkeit für die Zuordnung der Krippen zu den Bauwerkachsen und haben eine hohe Standfestigkeit. Nachteilig scheint jedoch, statische Funktionen des Ausbaus in Ausrüstungsteile zu übernehmen.

Rahmenbauweisen haben den Vorteil, daß eine völlige Unabhängigkeit vom Ausbau bei der Ausrüstungsmontage erzielt wird. Das ist jedoch nur bei raumstabilen Ausrüstungssektionen möglich, die im Grenzfall auf das Ausbauprofil nur aufgestellt werden und außer Begrenzungen zur Lagejustierung und dem Potentialausgleich keine feste Verbindung mit dem Baukörper aufweisen müssen. Damit lassen sich alle Nachteile der Ausrüstungsmontage mit den Schwierigkeiten der Verbindungen vermeiden. Der höhere konstruktive Aufwand für die Ausrüstung ist jedoch nur gerechtfertigt, wenn konsequenter Leichtbau und Einsparung von Stahl im Baukörper für die raumstabile Lösung sprechen. Dabei entstehen die sog. Parterrelösungen für Ausbau und Ausrüstung.

5. Parterrelösungen für Ausbau und Ausrüstung

Während der Begriff der Parterrelösungen vorwiegend im Sektor Landwirtschaftsbau Anwendung findet, sind im Ausrüstungsbereich materialminimierte Ausrüstungselemente mit hohem Vorfertigungsgrad in der Betrachtungsweise dominierend. Gemeinsames Ziel ist die Verbesserung der Gesamtkonomie beider Bestandteile zur Realisierung erwünschter landwirtschaftlich-technologischer Verfahren.

Brink und Lüpfer [3] führen aus der Sicht des Baus an: „Als technisches Prinzip entspricht das Parterresystem den Bedingungen der industriellen Fertigung im Gegensatz zu dem bislang üblichen Prinzip des profilierten Fußbodens, das den Bedingungen der handwerklichen Fertigung entspricht. Allgemein lassen sich die Hauptmerkmale des Parterresystems wie folgt beschreiben:

- Anordnung einer waagerechten, ebenen Fußbodengrundplatte, auf der die für das jeweilige Produktionsverfahren erforderlichen konstruktiven Halteelemente ohne festen Verbund aufgestellt werden.
- Die konstruktiven Halteelemente (des Ausbaus und der Ausrüstung, d. V.) gestatten bei hohem Standardisierungsgrad Vorfertigung und industrielle Realisierung sowie durch ihre leichte Demontierbarkeit eine hohe Flexibilität des Gesamtsystems“. Damit ist die Forderung nach Gesamtlösungen erhoben, die eine minimierte Fußbodenprofilierung zulassen.

5.1. Landwirtschaftlich-technologische Anforderungen

Die gegenwärtig erkannten Vorzugsverfahren beispielsweise für Milchvieh sind aus den Erfahrungen der Praxis an Längsreihenaufstellungen mit Liegeboxenbatterien, getrennten Freß- und Liegeplätzen und eingeschränktem

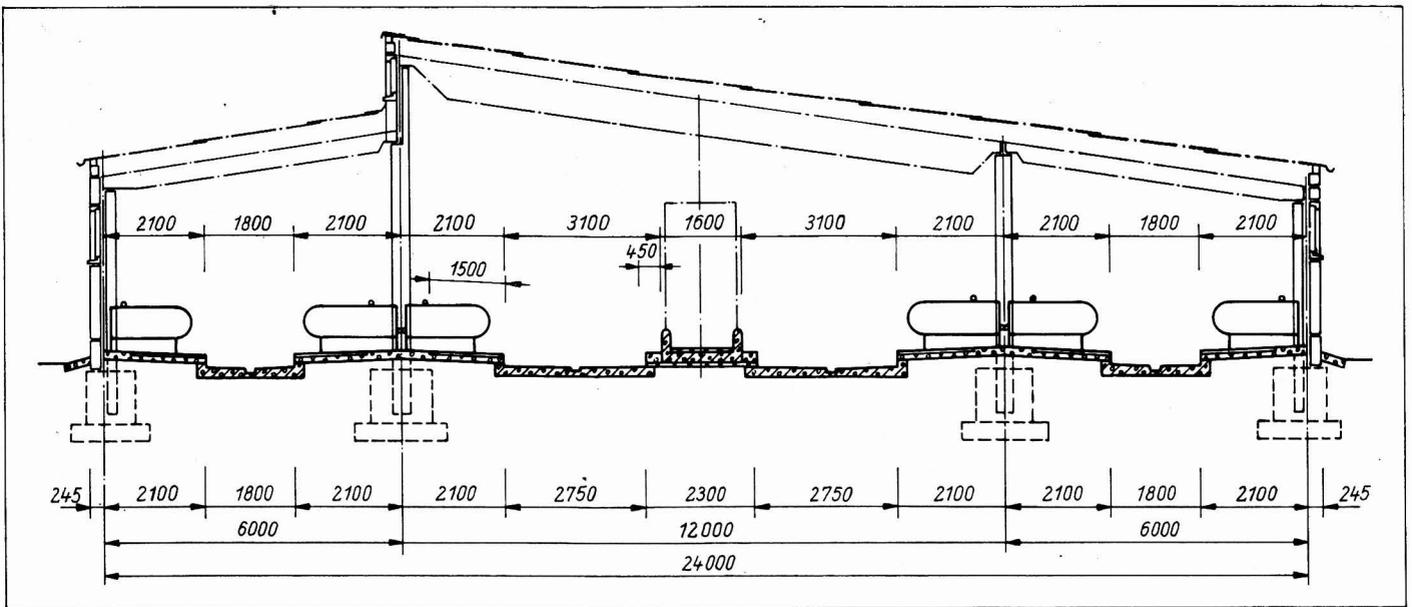


Bild 2. Prinzip einer Haltungssektion mit Oberflurventilator als Parterrelösung

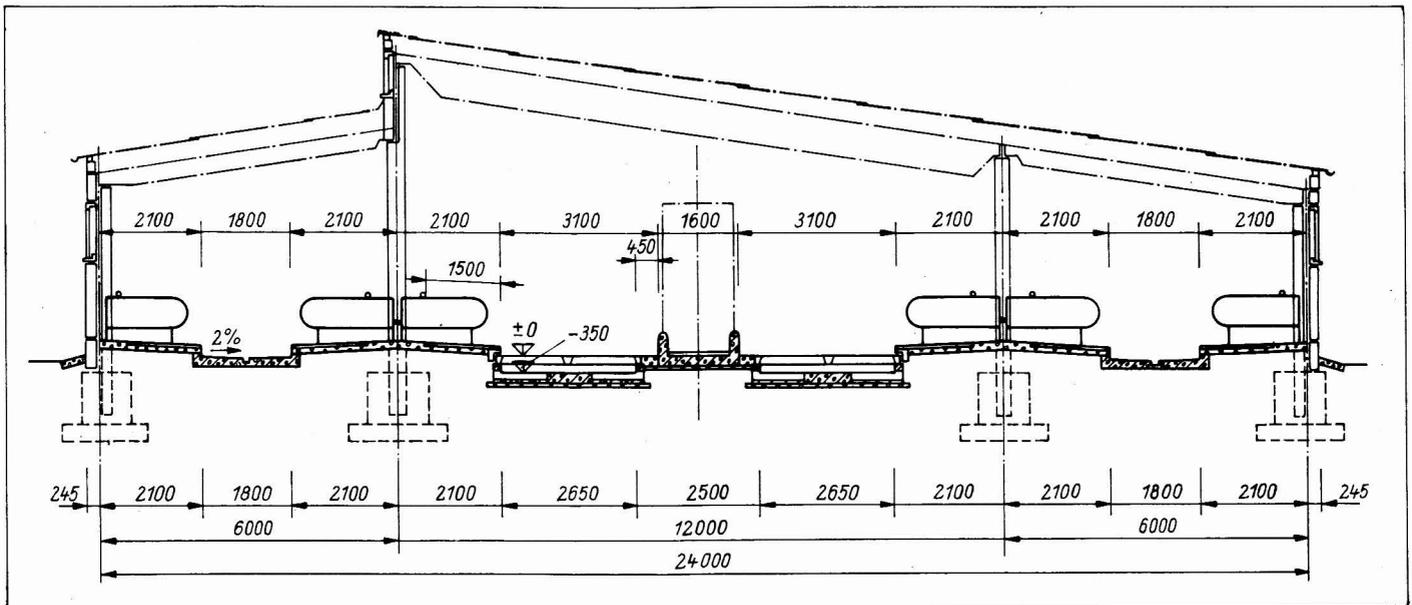


Bild 3. Prinzip einer Haltungssektion mit Oberflurventilator im Liegebereich und Unterflurventilator im Krippenbereich als Kompromißlösung

Anteil an Freßplätzen orientiert. Die noch vor wenigen Jahren formulierten Verfahren mit kombinierten Freß-Liegeboxen und einem Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1 werden aus ökonomischen und tierhalterischen Gründen sowie wegen einiger Aspekte des Stahleinsatzes nicht in der gleichen Breite weiterverfolgt, wie aus der Errichtung von Beispielanlagen vermutet werden konnte. Allerdings bietet sich gerade diese Lösung erstrangig zur Realisierung von Parterre- und Oberflurventilatorverfahren wegen der funktionellen Trennung von Haltungs- und Liegebereich und Entmistingungsfläche an.

Die nach Ebendorff [4] festgestellte hohe Tierverschmutzung als Folge der Kombibox wird jedoch vom Landwirtschaftstechnologen abgelehnt.

Das Prinzip des Angebotsprojekts (AP) 1930er-MVA mit einem Tier-Freßplatz-Verhältnis von rd. 2:1^{*} eignet sich zwar prinzipiell zur Anwendung von Parterrelösungen, ist jedoch im Krippenbereich verfahrenstechnologisch ge-

genwärtig unklar hinsichtlich des Tierverhaltens bei Anwendung des Oberflurventilatorverfahrens (Bilder 2 und 3).

5.2. Bautechnische Gesichtspunkte

Untersuchungen auf dem Bausektor von Mehler und Pomplun [5] lassen vermuten, daß Kompromißlösungen mit mechanischer Unterflurventilator und Spaltenbodenüberrostung flacher Entmistingkanäle nur einen geringen Teileffekt zur Lösung des Gesamtproblems erbringen (Bild 4). Krüger [6] konnte nachweisen, daß mit Parterresystemlösungen der Investaufwand auch bei Anwendung von Sperrboxlösungen niedriger liegt als beim System nach dem AP 1930er-MVA; ebenso sind Materialminimierungen besonders auf dem Ausbausektor von ihm nachgewiesen worden.

Ungeachtet der noch ungeklärten Probleme kann festgestellt werden, daß Lösungen nach dem Parterreprinzip erhebliche Einsparungen auf dem Bausektor ermöglichen. Stahl- und

Zementbedarf, Baumasseanteil, Arbeitszeit und Arbeitsproduktivität lassen sich nachweislich ökonomischer gestalten als bei den traditionellen Fließkanalverfahren.

5.3. Ausrüstungskonzeption

Unabhängig von der Wahl des Entmistingsystems oberflur oder unterflur sind funktionell sichere und ökonomisch vertretbare mechanische Entmistingssysteme entscheidend für die Durchsetzung ökonomisch günstiger Ausbaulösungen.

Darüber hinaus sind materialminimierte Ausrüstungen zu entwickeln, die für die Anwendung schwach profilierter Ausbaquerschnitte geeignet sind. Dabei sind zu unterscheiden

- eingespannte Stützenkonstruktionen, z. B. in Kombination mit bauseitigen Fertigteilträgern als Ausrüstungsträger nach Mehler
- selbsttragende Rahmenbauweisen, z. B. nach Krüger
- mit Ausbaufertigteilen statisch kombinierte Montagekonstruktionen.

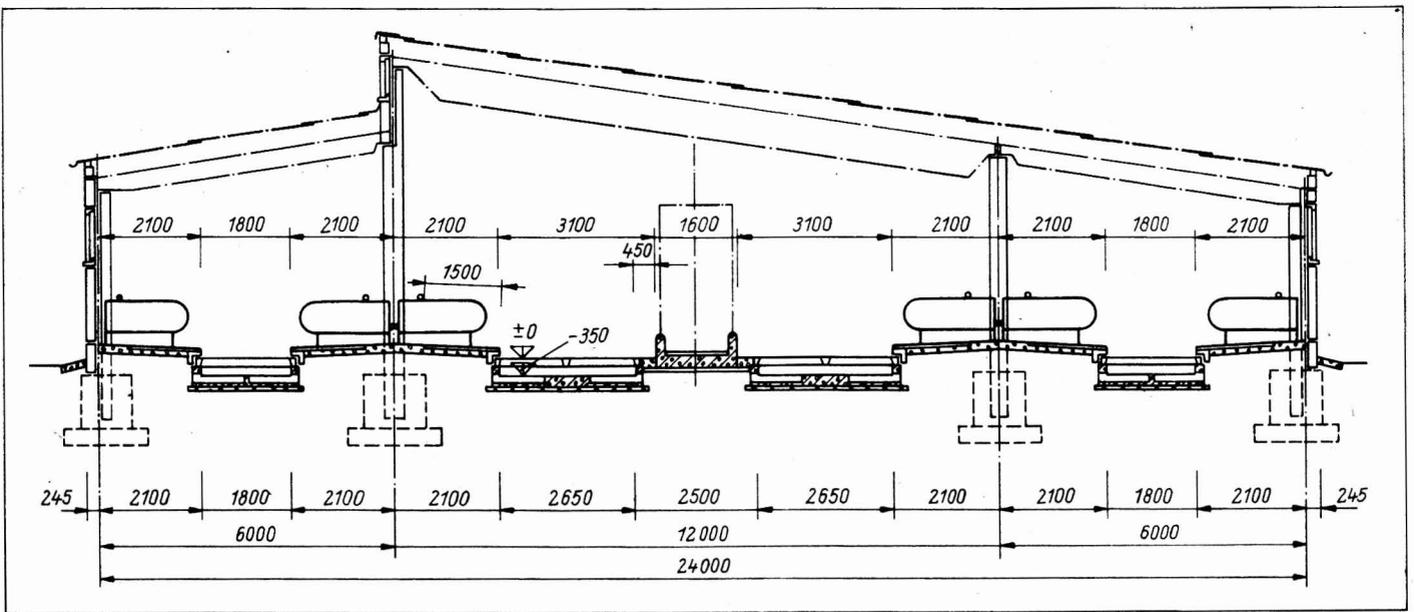


Bild 4. Prinzip einer Haltungssektion mit mechanischer Unterflurentmischung und flachen Kanälen

Die hierfür insgesamt zutreffenden Konstruktionsgrundsätze sind allgemein wie nachstehend formulierbar:

- Auflösung der Belastungen in Zug und Druck bei weitgehender Vermeidung von Biegemomenten in der Ausrüstung
- Aufnahme der Tierlasten durch den Ausbau
- Aufnahme von dynamischen Reaktionskräften der Tiere bei minimierter Krafteinleitung durch elastische Konstruktionen
- belastungsgerechte Dimensionierung bei Kenntnis der systemabhängig eingeleiteten Reaktionskräfte der Tiere
- transport-, montage-, instandhaltungs- und servicegerechte Gestaltung und Konstruktion.

6. Zusammenfassung

Die Entwicklung von Tierstandausrüstungen für materialoptimierte Ausbaulösungen ist aus volkswirtschaftlicher Sicht vorrangig zu be-

trachten. Ihre systemgerechte Gestaltung muß eine Gemeinschaftsarbeit von Verfahrenswissenschaftlern der Tierproduktion, der Landwirtschaftstechnologie, des Landwirtschaftsbaus, der Mechanisierung sowie der Hersteller und Projektanten der Ausrüstungen sein. Das Ziel ist die Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Aufwendungen für die Realisierung der Tierproduktionsverfahren in der Summe für Ausbau und Ausrüstung.

Literatur

- [1] Mehler, A.; Pomplun, W.; Neufert, K.; Dick, J.; Krüger, D.: Stallbodenfläche, insbesondere bei der Rinderhaltung. Patentschrift DDR Nr. 115 177, Int. Cl. A 01 k, 1/00; E 04 h 5/08, 1974.
- [2] Siedel, K.: Beitrag zur Optimierung der Verbindungen Bau—Ausrüstung, dargestellt am Beispiel der Errichtung und Nutzung von Tierproduktionsanlagen. TU Dresden, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).
- [3] Brink, R.; Lüpfer, T.: Untersuchungen über den bautechnischen Anteil an der Gestaltung des

Ausbaus von Gebäuden der tierischen Produktion nach dem Parterresystem. Deutsche Bauakademie zu Berlin, Institut für Landwirtschaftliche Bauten, Forschungsabschlußbericht 1970 (unveröffentlicht).

- [4] Uhmann, F.; Färber, K.; Thum, E.; Ebendorff, W.: Einfluß der Aufstallungsformen für Milchkühe auf die Reinheit und den Zeitaufwand für die Reinigung des Euters. agrartechnik 27 (1977) H. 11, S. 486—488.
- [5] Mehler, A.; Pomplun, W.: Kalkulationsrichtwerte. Bauakademie der DDR, Institut für Landwirtschaftliche Bauten, Arbeitsunterlagen 1978 (unveröffentlicht).
- [6] Krüger, D.: Entwicklung eines Parterresystems für Milchvieh am Beispiel der kombinierten Freß-Liegebox. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1978 (unveröffentlicht).

A 2249

- 1) Überarbeitete Fassung des Referats zur wissenschaftlich-technischen Tagung „Landwirtschaftlicher Anlagenbau“ am 23. und 24. November 1978 in Dresden

Möglichkeiten und Grenzen der technischen Einrichtungen beim bedarfsgerechten Futterdosieren und -verteilen an Rinder¹⁾

Dipl.-Ing. G. Michaelis, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

In industriemäßigen Produktionsverfahren der Landwirtschaft können Dosierprozesse einen wesentlichen Einfluß auf den spezifischen Stoffaufwand für die Realisierung der Verfahren und auf deren Ergebnisse ausüben.

Für das Verfahren der Milchproduktion wiesen Himmel und Grützmaier den Einfluß der Dosierqualität auf die tierische Leistung nach [1, 2]. Da der rationelle Stoffeinsatz ein wichtiges gesellschaftliches Anliegen ist, ist zu untersuchen, bis zu welchem Grad nach dem gegenwärtigen Stand die technischen Einrichtungen zum Dosieren und Verteilen zur bedarfsgerechten Futterversorgung von Rindern beitragen können.

2. Methode

Der Futterbedarf von Rindern wird in erster Linie durch biologische und chemische Größen ausgedrückt (Tafel 1). Diese Größen sind jedoch z. Z. nicht oder nur diskontinuierlich mit hohem Aufwand meßbar, wodurch das Meßergebnis erst nach längerer Wartezeit vorliegt. Da die erste Gruppe dieser Größen die Qualität der Futtermittel charakterisiert, ist deren Messung unmittelbar bei der Fütterung nicht zwingend notwendig, wenn man die Verwendung größerer Futterpartien mit nur gering schwankenden Eigenschaften voraussetzt. Die zweite Gruppe der Größen beschreibt Mengen, die dem Tier durch die Fütterungseinrichtungen zuzuteilen sind, so daß eine Messung bei der Fütterung wünschenswert ist.

Wesentlich günstigere Voraussetzungen bezüglich der technischen Meßbarkeit bieten physikalische Größen der Futtermittel. Auch hier lassen sich wiederum Größen für die Charakterisierung der Futtereigenschaften von denen für die Beschreibung von Mengen unterscheiden (Tafel 2). Unter bestimmten Voraussetzungen — beim Vorhandensein einheitlicher Futterpartien mit nur gering schwankenden Eigenschaften — kann der Futterbedarf der Rinder durch technisch meßbare physikalische Größen für Mengen angegeben werden (Tafel 3).

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik bezieht sich deshalb der durch die technischen Einrichtungen zu realisierende Fütterungsauftrag vorrangig auf eine Masse, in einigen Fällen