

ganzjährig betriebenen Zwangslüftung ergeben sich aus der geringen Einschaltzeit der Zwangslüftungseinrichtungen im Verlauf eines Jahres.

Dem Projektanten müssen geeignete Berechnungsverfahren und Auslegungsvorschriften für die freie Lüftung zur Verfügung gestellt werden.

Damit ergeben sich für die wissenschaftliche Forschung Aufgaben, die sich mit der Funktion der freien Lüftung in Tierproduktionsanlagen beschäftigen. Vor allem sind die Einsatzgrenzen unter Berücksichtigung des Baukörpers, des Außenklimas, der Haltungstechnologie und der Tierart zu untersuchen. Abschließend bleibt festzuhalten, daß die freie Lüftung im Interesse

einer rationelleren Energieanwendung bei ihrer erfolgreichen Lösung prinzipiell an Bedeutung gewinnen wird.

Literatur

- [1] Anton: Konzeption, Einbau und Erprobung einer Monoschichtanlage in einem Milchviehstall zur Rekonstruktion der Stalllüftungsanlage mit dem Ziel der Intensivierung der Tierhaltung. Ingenieurschule für Veterinärmedizin „Kurt Neubert“ Beichlingen, Zwischenbericht 1978.
- [2] Lufttechnische Arbeitsmappe/Berechnungsunterlagen. Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden.
- [3] Eichler, F.: Wärmetechnische Richtlinien für ge-

schlossene Stallbauten. Deutsche Bau-Enzyklopädie. Sonderdruck. Berlin: VEB Verlag Technik 1957.

- [4] Recknagel, H.; Sprenger, E.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. München/Wien: R. Oldenbourg Verlag 1974.
- [5] Ober, J.: Stallklima. Arbeitsblatt Landwirtschaftliches Bauwesen 14.01.01. September 1967. Bayer. Landesanstalt für Tierzucht Grub.
- [6] Achmedova, M.: Stallklimaüberprüfung in der Jungrinderanlage Wasmerslage (Winterfall) am 21.2.1978. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1978 (unveröffentlicht).
- [7] Achmedova, M.: Stallklimaüberprüfung in der Jungrinderanlage Wasmerslage (Sommerfall) am 26. und 27.7.1978. FZM Schlieben/Bornim, Arbeitsmaterial 1978 (unveröffentlicht).

A 2573

Entwicklung eines Parterresystems für die Haltung von Milchvieh am Beispiel der kombinierten Freß-Liegebox

Dr.-Ing. D. Krüger, Architekt BdA/DDR, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

1. Problem- und Zielstellung

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion erfordert rationelle Produktionsverfahren. In der Tierproduktion wurden solche Verfahren mit industriemäßigem Charakter und mechanisierten bis teilautomatisierten Arbeitsprozessen entwickelt. Die Milchproduktion nimmt dabei einen vorrangigen Platz ein. Industriemäßige Anlagen der Milchproduktion sind nach dem z. Z. gültigen Angebotsprojekt mit 1930 Tierplätzen u. a. durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- vom Freßplatz getrennte Wand-Liegeboxen bei reduziertem Tier-Freßplatz-Verhältnis
- stark profilierte Stallfußböden mit Unterflurkanälen und Spaltenbodenabdeckung
- im Aufstandsbereich eingespannte Stand-ausrüstungen.

Die Aufwendungen ohne Einbeziehung der Umhüllungskonstruktionen betragen im Haltungsbereich der Produktionssektion in der Summe für die Anteile Bau und Ausrüstung:

- Baumasse 5821 t (\approx 5350 kg/Tierpl.)
- Zement 739 t (\approx 500 kg/Tierpl.)
- Stahl 186 t (\approx 125 kg/Tierpl., davon Bauanteil 73,5 kg/Tierpl., Ausrüstungsanteil 51,5 kg/Tierpl.)
- Schrottverlust 106 t (\approx 71 kg/Tierpl.)
- Montagezeitaufwendungen 17000 h (\approx 12 h/Tierpl.).

Beim Errichten dieser Anlagen ergeben sich im Haltungsbereich der Produktionssektionen während der Fertigung des funktionstechnischen Innenausbau starke Verflechtungen der Gewerke des Bauwesens mit denen der Landtechnik bei häufig wechselnder Verantwortlichkeit im gleichen Fertigungsabschnitt.

Die durch moralischen oder physischen Verschleiß erforderlichen Umrüstungen in den Produktionsgebäuden führen zu einem hohen Demontageaufwand bei der landtechnischen Ausrüstung mit teilweiser Zerstörung von Bauanteilen. Der in den Bauelementen eingebaute Bewehrungsstahl geht beim Austausch der Elemente mit 71 kg/Tierplatz, d. h. rd. 50% des Stahlgrundeinsatzes je Tierplatz, volkswirtschaftlich verloren.

Siedel [1] untersuchte sehr eingehend diese Problematik und kommt zu dem Schluß, daß in bezug auf die Verbindung von Bauteilen der Ausrüstung mit denen des Baus als Hauptprozeß der Ausrüstungsmontage erhebliche Rückstände zu den technisch-ökonomischen Forderungen zugelassen wurden. Er fordert:

- weitgehende Vermeidung von Verbindungen
- in sich stabile Ausrüstungskonstruktionen
- standardisierte Paßflächen
- notwendige Austauschbarkeit der Ausrüstungen innerhalb der Baukonstruktion.

Diesen Forderungen kommen Parterresysteme am nächsten. Aufbauend auf den Erkenntnissen von Brink und Lüpfer [2] bestand die Zielstellung der Forschung an der Ingenieurhochschule Berlin darin, ein Parterresystem für Milchvieh zu entwickeln, das sich bei Senkung der derzeitigen Aufwendungen und Entflechtung der Gewerke sowohl für den Aufbau industriemäßig produzierender Anlagen als auch für die Rationalisierung in bestehenden Gebäuden eignet.

2. Analyse des gegenwärtigen Entwicklungsstands

Ruhnke [3] formulierte bereits im Jahr 1966 die grundsätzlichen Forderungen technischer Lösungen des Parterresystems. Er definierte erstmalig „technologische Einrichtungen“, die von Ausrüstungsbetrieben gefertigt und auf eine Gebäudesohle ortsveränderlich aufgestellt werden, als „Parterre-Systemlösungen“. Unter Anlehnung an diese grundsätzliche Begriffsbestimmung wird das Parterresystem als technisches Prinzip der technologischen Ausrüstung landwirtschaftlicher Produktionsgebäude bei industrieller Fertigung mit klarer Funktionstrennung zwischen den Leistungsbereichen des Bauwesens und der Landtechnik verstanden. Dabei bestehen die Leistungen des Bauwesens im Fertigen einer vorwiegend ebenen Gebäudesohle als Montageebene für die landtechnische Ausrüstung und die der Ausrüstungsindustrie im Herstellen und Montieren kompletter ortsveränderlicher Maschinensysteme, die

in sich raumstabil sind und wenige oder keine konstruktiven Verbindungen mit der Montageebene haben.

Bei Änderung des landwirtschaftlich-technologischen Verfahrens bieten Parterresysteme eine überaus günstige Anpassungsfähigkeit. Parterresysteme werden erfolgreich in der Kleintier- und Kälberhaltung sowie in der Läuferproduktion eingesetzt. Sie bildeten den Ausgangspunkt eigener Entwicklungen, wobei die Analyse des gegenwärtigen Stands der Technik keine anwendungsreife technisch-konstruktive Lösung für die Aufstellung von Milchvieh erbrachte.

3. Auswahl der Aufstellungsform

Zum Zeitpunkt der Arbeitsaufnahme am Forschungsvorhaben „Parterrehaltung Milchvieh“ wurde die Tendenz zum Tier-Freßplatz-Verhältnis von 1:1 durch eine Reihe von Untersuchungen, Projekten und gebauten Anlagen unterstrichen, die als Alternative zu den Anlagen mit getrenntem Freß-Liegeplatz die kombinierte Freß-Liegebox vorsehen. Produktionsanlagen mit kombinierten Freß-Liegeboxen weisen in der Gesamtheit der Anteile Bau und Ausrüstung einen höheren Material- und Leistungsumfang auf, als ihn Haltungsformen mit getrenntem Freß-Liegeplatz beanspruchen. Hieraus konnte abgeleitet werden, daß die Entwicklung eines Parterresystems für die Haltung von Milchvieh am Beispiel der kombinierten Freß-Liegebox einer sehr kritischen Prüfung im ökonomischen Vergleich zu einer Basisvariante nach dem z. Z. gültigen Angebotsprojekt mit 1930 Tierplätzen unterzogen war, da es sich um die materialaufwendigste Haltungsform handelt.

4. Entwicklung des Grundprinzips

Die ausrüstungstechnische Konstruktionsgestaltung des Parterregrundprinzips wurde maßgeblich durch Hochbau- und Hallenkonstruktionen des Industrie- und Gesellschaftsbaus beeinflusst (Bild 1). Wird die Auswahl der dargestellten möglichen Baukonstruktionssysteme bei Hallen und mehr-

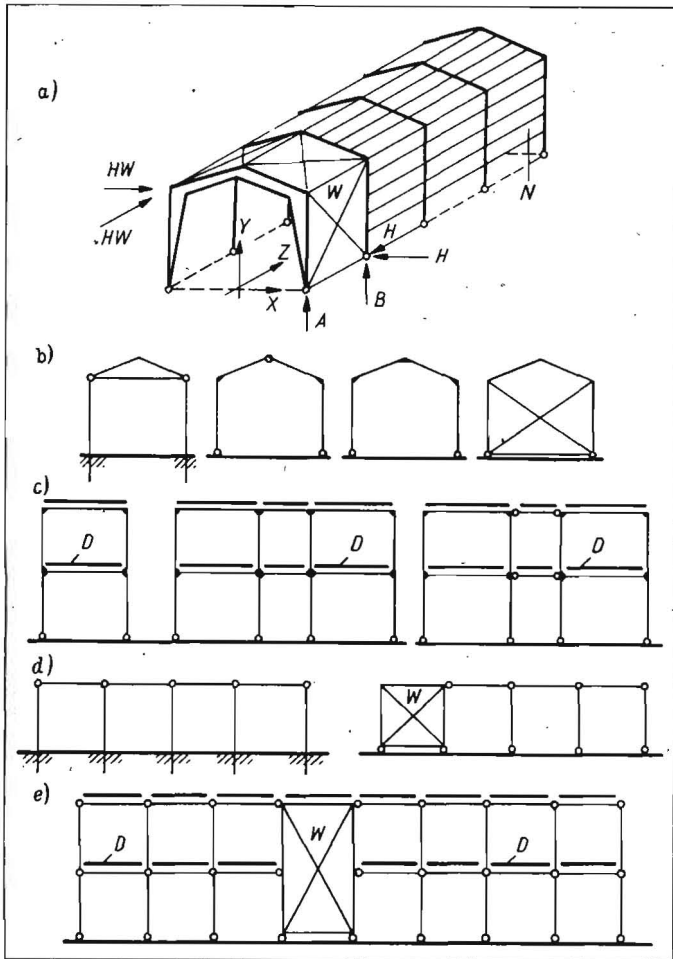


Bild 1. Schematische Darstellung möglicher Baukonstruktionssysteme bei Hallen- und mehrgeschossigen Skelettbauten;
 D Decken, HW Windlasten, A, B, H Stützkkräfte, W Windverband, steife Scheibe, N horizontale normalkraftübertragende Elemente
 a) Hallenkonstruktion als räumliches Tragwerk mit Darstellung der Stützelemente aus der Horizontalbelastung
 b) Queraussteifung in der x-y-Ebene bei Hallenbauten durch Stützeinspannung, Drei- bzw. Zweigelenrahmen oder steife Scheibe, eingeschossig
 c) Queraussteifung in der x-y-Ebene bei Skelettbauten durch zwei- oder mehrstufige Vollsteifrahmen, mehrgeschossig
 d) Längsaussteifung in der y-z-Ebene bei Hallenbauten durch Stützeinspannung oder Windverbände bzw. steife Scheiben, eingeschossig
 e) Längsaussteifung in der y-z-Ebene bei Skelettbauten durch Windverbände, steife Scheiben oder Gleitkerne, mehrgeschossig

Bild 2. Schematische Darstellung des statischen Systems einer Doppelreihe kombinierter Freß-Liegeboxen [4]:
 a Montageebene, bauseitig, b Auflagerelement, bauseitig, c Kotrost, d Standliegefläche der Tiere, e Futterkrippe, f Boxseitenwandrahmen, g Reitrohr, h Nackenriegel, i Frontrohr

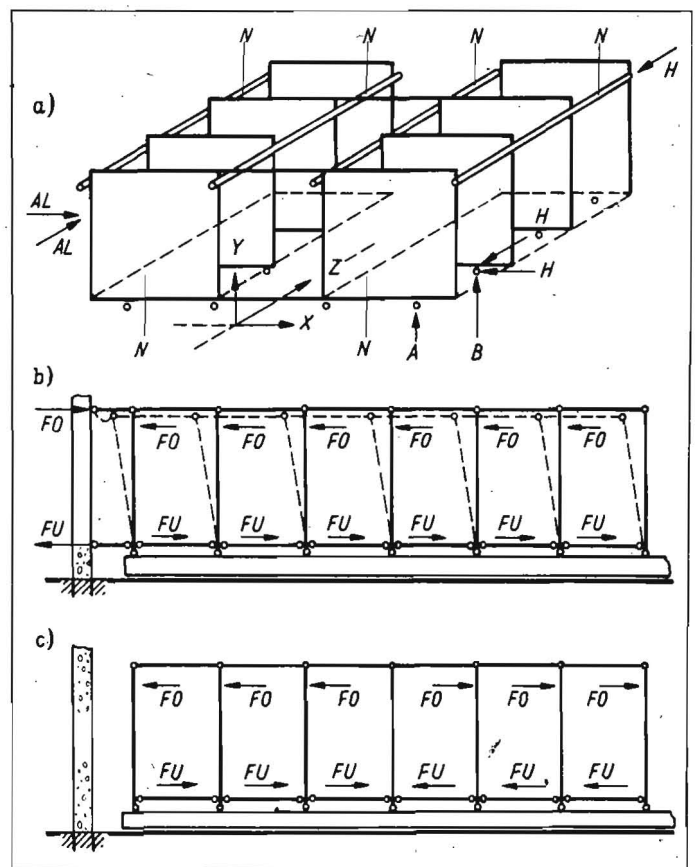
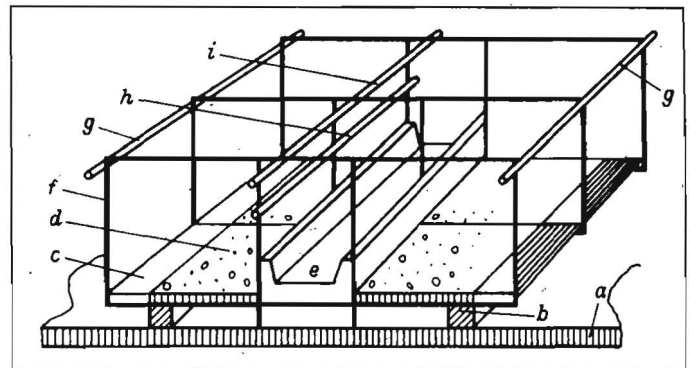


Bild 3. Schematische Darstellung möglicher horizontaler Last- und Kraftangriffe am statischen System einer Doppelreihe kombinierter Freß-Liegeboxen;
 AL Anpralllasten, A, B, H Stützkkräfte, ΣFO , ΣFU Stützkkräfte, N horizontale normalkraftübertragende Elemente, FO Tierkräfte, oben im System wirkend, FU Tierkräfte, unten im System wirkend
 a) Boxenkonstruktion als räumliches Tragwerk mit Darstellung der Stützkkräfte aus äußerer Horizontalbelastung
 b) Mögliche Längsdeformation und erforderliche Stützkkräfte
 c) Kompensation der inneren Kräfte durch ungleiche Bewegungsrichtungsaktivität der Tiere



geschossigen Skelettbauten, die in den Baugrund eingespannt sind, vernachlässigt, ergibt sich eine Vielzahl von übereinstimmenden Anforderungen, die sowohl Baukonstruktionssysteme wie auch landtechnische Ausrüstungssysteme als raumstabile Gebilde nach dem Parterresystem gemeinsam erfüllen müssen (Bild 2). Dazu gehören u. a.:

- Bildung eines räumlichen Tragwerks ohne Übertragung von Momenten in den Baugrund bzw. in die Auflagerebene
- Queraussteifung des Systems
- Längsaussteifung des Systems
- Aufnahme von senkrechten und horizon-

talten Verkehrslasten, die über Decken in die Rahmenkonstruktion eingeleitet werden

— Übertragung aller Kräfte über die x-y- und y-z-Ebenen in die Fundamente bzw. Auflager ohne Deformation des Systems.

Die quer zum Gesamtsystem in der x-y-Ebene aus Tierangriffen herrührenden inneren Kräfte werden in dem Boxseitenwandrahmen durch Momentenbelastung derselben kompensiert, wodurch nur lotrechte Normalkräfte, in der Gesamtheit aus Eigenmasse und Verkehrslast, in die losen Auflager geleitet werden (Bild 3). Damit wurde eine Hauptforderung an die Grundkonstruktion, keine Momente in den

bauseitigen Innenausbau über die Auflager zu leiten, in Querrichtung des Systems erfüllt. Bedingt durch die losen Auflager der Boxseitenwände sowie die gelenkartigen Befestigungen der längskraftübertragenden Ausrüstungselemente an den Seitenwandrahmen im oberen und unteren Bereich der Konstruktion bleibt zunächst ein in Längsrichtung instabiles statisches System bestehen.

Um diese Störung abzubauen, wurde angenommen, daß die Horizontalkräfte, die in Längsrichtung des Systems wirken, als innere Kräfte im System abgebaut werden.

Die Annahme begründete sich in der ungleichen

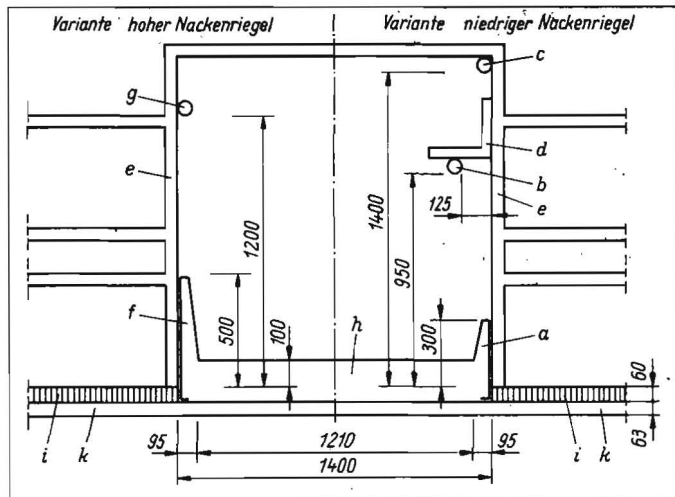


Bild 4. Maßblatt der Nackenriegel- und Futterkrippenwulstvarianten als Querschnitt der Vorderwand in der kombinierten Freß-Liegebox; a niedriger Krippenwulst, b niedriger Nackenriegel NW 40, horizontal am Winkelstützelement verstellbar, c oberes Frontrrohr NW 40, d Winkelstützelement, vertikal am Boxenseitenwandrahmen verstellbar, e vorderer Vertikalbalken des Boxenseitenwandrahmens, f hoher Krippenwulst, g hoher Nackenriegel NW 40, vertikal verstellbar, h Stahlblechkrippenboden, i berührungswarme Standfläche, k Grundbalken des Boxenseitenwandrahmens

Bewegungsrichtungsaktivität der Tiere und der Übertragung von Momenten in den Klemmverbindungen zwischen Rahmen und längsaussteifenden Elementen. Spätere Versuche mit Tieren bestätigten die Richtigkeit dieser Annahme.

5. Untersuchungen mit Tieren

Die Ergebnisse der als Versuchsstand mit 20 Tieren in mehreren Zeiträumen geprüften Konstruktionssektion zeigten, daß

- alle Last- und Kraftannahmen, die zur Dimensionierung der Konstruktion dienen, nicht überschritten werden
- das Konstruktionssystem raumstabil ist und ohne Konstruktionsverbindung in der Aufstandsfläche auskommt.

Die Prüfungsergebnisse aus der Wirkpaarung Tier-Standausrüstung ergaben, daß

- die materialsparende Boxenvorderwandgestaltung mit hohem Nackenriegel und hohem Krippenwulst keine Nachteile gegenüber der nach dem Angebotsprojekt ausgerüsteten Boxenvorderwand im Versuchszeitraum aufweist, jedoch von der z. Z. gültigen Norm in der Lage zum Tier abweicht und einer weiteren Prüfung unterzogen werden muß (Bild 4)
- die im Kreuzversuch ermittelte mittlere Liegezeit mit 645 min/Tier · d annähernd den mittleren Liegezeiten entspricht, die unter ähnlichen Bedingungen an vergleichbaren Boxenkonstruktionen mit 628 min/Tier · d von Berndt [5] und mit 673 min/Tier · d von Fitze [6] erreicht wurden
- die geometrische Gestaltung der kombinierten Freß-Liegebox in allen Positionen den Anforderungen zur funktionsgerechten Tierbegrenzung entspricht.

6. Einordnung in landwirtschaftliche Produktionsgebäude

Die sechsstufige Einordnung der kombinierten Freß-Liegebox in landwirtschaftliche Produktionsgebäude mit einer Gebäudesystembreite

von 21 000 mm ist möglich. Die Stallgrundfläche beträgt je Tierplatz im Haltungsbereich der Produktionssektion 3,88 m².

Bei der Einordnung in Produktionsgebäude mit einer Systembreite von 24 000 mm ergibt sich eine vergleichbare Stallgrundfläche von 4,44 m² je Tierplatz.

7. Ökonomische Einschätzung

Aus dem ökonomischen Vergleich der auf eine Milchviehanlage mit 2 000 Tierplätzen verrechneten Parterrevorzugsvariante zur vergleichbaren Basisvariante nach dem Angebotsprojekt mit 1 930 Tierplätzen ergeben sich im Haltungsbereich der Produktionssektion folgende anteilige Aufwendungen und Teilverfahrenskosten in der Gesamtheit der Anteile für Bau und Ausrüstung je Tierplatz:

— Investitionen	95 %
— Stahleinsatz	92 %
— Betonbaumasse	43 %
— Zement Einsatz	43 %
— Elektroenergieaufwand	106 %
— Aufwand an lebendiger Arbeit	101 %
— Teilverfahrenskosten	111 %

Der erhöhte Energieaufwand und die erhöhten Teilverfahrenskosten bei der Parterrevorzugsvariante sind im höheren Anteil der tierplatzbezogenen Futterverteilstrecke bei der kombinierten Freß-Liegebox begründet.

Bei Übertragung des Parterresystems auf eine dem Angebotsprojekt analoge Aufstellungsform würden sich bei Anordnung eines vom Liegeplatz getrennten Freßplatzes und reduzierten Tier-Freßplatz-Verhältnissen die Aufwendungen für Elektroenergie und lebendige Arbeit sowie die Teilverfahrenskosten um etwa 20 bis 30 % verringern. Dadurch ist die volkswirtschaftliche Überlegenheit von Parterresystemen gegenüber den z. Z. üblichen auch für die Milchviehhaltung nachgewiesen.

8. Zusammenfassung

In voller Übereinstimmung mit Holz [7] ist die weitere Entwicklung von Parterrelösungen

vorrangig aus volkswirtschaftlicher Sicht zu betrachten. Ihre systemgerechte Optimierung muß das Gemeinschaftswerk von Wissenschaftlern der Tierproduktion, der Landwirtschaftstechnologie, des Landwirtschaftsbaus, der Mechanisierung sowie der Projektanten und Hersteller der landtechnischen Ausrüstung werden.

Die Zielstellung der weiteren Forschung und Entwicklung muß in der Minimierung der gesamtvolkswirtschaftlichen Aufwendungen für den funktionstechnischen Innenausbau und die landtechnische Ausrüstung in ihrer Summe liegen.

Literatur

- [1] Siedel, K.: Beitrag zur Optimierung der Verbindungen Bau-Ausrüstung, dargestellt am Beispiel der Errichtung und Nutzung von Tierproduktionsanlagen. TU Dresden, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).
- [2] Brink, R.: Lüpfer, T.: Innenausbau von Stallgebäuden. Schriftenreihe der Bauforschung, Reihe Landwirtschaftsbau, H. 224. Berlin: Bauinformation der DDR 1972.
- [3] Ruhnke, F.: Das „Parterre“-System für die Ausrüstung landwirtschaftlicher Produktionsgebäude. Vorschlag zu einer gründlichen Überprüfung der bisherigen Mechanisierungsmethodik. Dt. Agrartechnik 16 (1966) H. 7, S. 329—331.
- [4] Einrichtung zur Parterrehaltung landwirtschaftlicher Nutztiere, insbesondere Rinder. DDR-WP 115 020, Int. Cl. A 01 K, 1/00. Ausgabetag: 12. Sept. 1975.
- [5] Berndt, W.: Untersuchungen zur Sperrboxenhaltung von Milchvieh. Humboldt-Universität zu Berlin, Dissertation 1971 (unveröffentlicht).
- [6] Ergebnisse zur Sperrboxenhaltung in der Versuchsanlage Rohrbeck. Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, Forschungsabschlußbericht 1973 (unveröffentlicht).
- [7] Holz, J.: Ausrüstungslösungen für den materialoptimierten Ausbau. agrartechnik 29 (1979) H. 4, S. 157—160. A 2542

Folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik erscheinen im VEB Verlag Technik:
 Elektrik; der Elektro-Praktiker; Fernmeldetechnik; messen—steuern—regeln;
 Nachrichtentechnik—Elektronik; radio—fernsehen—elektronik