

wird bei  $S > 20\%$  kritisch für die Rohrhärtung. In K ist im Feuchtebereich von  $8\% < w < 21,8\%$  die Schrumpfung mit  $S = 11 \dots 14\%$  ebenfalls weitgehend konstant.

Der Einfluß der Bodendichte auf die Schrumpfung ist von untergeordneter Bedeutung. Auch bei extrem dicht gelagerter Erdstoff ( $\rho_b > 1,7 \text{ g/cm}^3$ ) ist bei  $w < w_p$  die auftretende Schrumpfung  $S < 20\%$  und damit nicht kritisch.

Die Ausbildung des Basisspalts hängt von der Schrumpfung und von der Bodenkonsistenz ab. Je „weicher“ der Beton ist, um so größer ist das „Verlaufen“ der Wandung und die Gefahr, daß sich der Spalt zusetzt.

Die Betonrohrherstellung im sehr vernähten rohrnahen Raum ( $26\% < w < w_c$ ) des sL zeigt am erhärteten Rohr erhebliche Schrumpfungerscheinungen bis  $S = 50\%$ . Bei Bodenfeuchten  $w > w_c$  kommt es zum vollständigen Schrumpfen des Rohrs. In K zeigt sich die gleiche Tendenz. In Erdstoffen mit loser Konsistenz ist eine Betonrohrherstellung in situ nicht möglich, da das Erdrohr unmittelbar nach der Rohrformung zusammenfällt.

Aus den labortechnischen Versuchen leitet sich ab, daß die Betonrohrherstellung nur in bindigen Erdstoffen mit halbfester Konsistenz erfolgversprechend ist. Dabei muß die Bodenfeuchte unterhalb der Ausrollgrenze liegen, da es sonst zu großer Schrumpfung am Rohr kommt, die zum Verschluß des Basisspalts und zum „Verlaufen“ der Rohrwandung führt.

Rohre unterliegen im Boden physikalischer und chemischer Korrosion sowie mechanischen Belastungen. In weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, daß das Betonrohr rd. 6 h nach seiner Erzeugung durch Schrumpfung und fließendes Wasser nicht mehr beeinflußt wird. Aufgrund äußerer mechanischer Belastung durch überfahrende Landmaschinen muß bei einer Rohrwanddicke  $s_{WE} = 3 \text{ mm}$  in Abhängigkeit vom umgebenden Erdstoff eine Mindestbautiefe von 0,4 bis 0,6 m gefordert werden.

Ausgehend von den im Labor gewonnenen Erkenntnissen wurde das Forschungsmuster einer Maschine zur Betonrohrherstellung in situ entwickelt und erprobt [9]. Damit wurden insgesamt rd. 4 000 m Betonrohr zur Unterflurbewässerung in einer Arbeitstiefe von 0,4 m hergestellt. Die aktuellen Bodenzustände boten die o. g. günstigen Bedingungen für die Betonrohrherstellung. Die an den Proben ermittelte Schrumpfung war mit  $S \leq 10\%$  für die Rohrhärtung nicht kritisch. Alle Probestücke verfügten über eine vollständige, gleichmäßige Ausbildung der Wanddicke ( $NW = 50 \text{ mm}$ ,  $s_{WE} = 3 \text{ mm}$ ). Im Bild 4 ist der Vertikalschnitt eines unter Feldbedingungen hergestellten Betonrohrs wiedergegeben. Der Vergleich mit herkömmlichen Dränverfahren (Keramiko- und Plastrohrdränung) läßt bei Anwendung des Betonrohrs eine Einsparung an Materialkosten bis zu 80 % und an technologischen Kosten bis zu 60 % erwarten.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

In bisherigen Untersuchungen konnte der Nachweis praktischer Anwendbarkeit der Betonrohrherstellung in situ erbracht werden. Dieses Verfahren hat folgende Vorteile:

- Einsparung von Materialkosten und technologischen Kosten
- deutliche Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit der Rohrverlegungsmaschine bis auf 2 km/h
- Möglichkeit der Anpassung der Rohrkonstruktion an die konkreten Standortbedingungen
- Einsatz langfristig verfügbarer energiereicherer Baustoffe.

Dem stehen derzeit noch folgende Nachteile entgegen:

- Einsatzenerfolg nur in bindigen Erdstoffen mit halbfester Konsistenz gewährleistet
- kontinuierliche Arbeitsweise während der Rohrherstellung muß absolut gesichert sein
- Begrenzung der Einsatzmöglichkeit des

Verfahrens auf weitgehend steinfreie Böden.

Für die Weiterentwicklung ergibt sich eine Reihe von Aufgaben maschinentechnischer Art (Entwicklung von steinräumenden Arbeitswerkzeugen, geeigneten Prozeßkontrollenrichtungen, Gestaltung des Gesamtverfahrens) und meliorationstechnischer Art (weitere Klärung der meliorativen Wirkung des Rohrs, standortspezifische Anforderungen an die Rohrkonstruktion). Ihre erfolgreiche Lösung stellt die Voraussetzung für die praktische Anwendung des Verfahrens in größerem Umfang dar.

#### Literatur

- [1] Mohn, F.-H.: Fräsketten und grabenlos arbeitende Dränmaschinen. Universität Gießen, Dissertation 1975.
- [2] Schinke, H.; Palm, A.: Zur Entwicklung der grabenlosen Dränung. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Math.-naturw. Reihe 31 (1982) 4, S. 37–43.
- [3] DIY-Drainage. Power Farming, London 61 (1982) 11, S. 16–21.
- [4] Kasakov, V. S.: Beztranšejny drenoukladnik (Gabenloser Dränverleger). Moskva: Rossel'chozizdat 1974.
- [5] Palm, A.: Untersuchungen zur grabenlosen Einbringung in situ erzeugter Betonrohre für Meliorationszwecke. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation 1983.
- [6] Olbertz, M.: Low Pressure Irrigation – New Problems and Solutions (Niederdruckbewässerung – Neue Aufgaben und Lösungen). ICID-Bulletin, New Delhi, 32 (1983) 1, S. 1–10.
- [7] Schaffenger, J.; Palm, A.: Über den Transport von Beton in engen Rohrleitungen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Math.-naturw. Reihe 32 (1983) 3, S. 25–30.
- [8] Schinke, H.; Palm, A.: Die Rohrbildungsprozeß unterirdisch grabenlos in situ erzeugter Meliorationsrohre aus Beton. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Math.-naturw. Reihe 32 (1983) 3, S. 13–19.
- [9] Maschine zum grabenlosen Einbringen von Rohren. EB-DD-249457, E 02 B 11/00.

A 4303

## Anwendung der Baueinheitenprojektierung bei der Rationalisierung und Rekonstruktion von Tierproduktionsanlagen

Prof. Dr. sc. techn. U. Mittag, KDT/Dipl.-Ing. D. Thamm<sup>1)</sup>

### Zielstellung der Rationalisierung und Rekonstruktion

Die Rationalisierung und Rekonstruktion von Stallgebäuden und Tierproduktionsanlagen stellt neue und höhere Anforderungen an die Produktionsvorbereitung, vor allem unter dem Aspekt, auf diesem Weg den weiteren Übergang zur industriemäßigen Tierproduktion zu realisieren. Gegenüber der bei der Neuerrichtung von Anlagen angewendeten Methode der Angebotsprojektierung kommen als zusätzliche Aufgaben hinzu:

- Aufnahme der Bausubstanz, Bausubstanzanalyse und Beurteilung der Rekonstruktionwürdigkeit der Einzelobjekte und Anlagen
- Erfassung der produktionstechnischen Ausrüstung und Aussagen zur weiteren Verwendung, zur Schließung von Mechanisierungslücken oder zur Modernisierung der Ausrüstung
- Standortanalyse hinsichtlich der betriebswirtschaftlichen Einordnung und hinsichtlich der ingenieurtechnischen Erschließung (Ver- und Entsorgung).

Das vom Projektanten abzuarbeitende Entscheidungsfeld hat sich ebenfalls wesentlich

erweitert. Als neue Elemente müssen berücksichtigt werden:

- Aussagen zur Spezialisierung und Konzentration der Produktion am jeweiligen Standort unter Beachtung der Einordnung in das Territorium (landwirtschaftlich-technologische Zielstellung)
- Abgrenzung der Investitionsmaßnahmen und -objekte und deren Untergliederung in Maßnahmen zur Werterhaltung und Gebäudesanierung sowie zur Komplettierung der ingenieurtechnischen Ver- und Entsorgung, in Maßnahmen zum Umbau und zur Erweiterung und in Maßnahmen zur Neuerrichtung von Einzelobjekten und Anlagen

1) Dipl.-Ing. Thamm ist im VEB Landtechnischer Anlagenbau Rostock tätig

Tafel 1. Verteilung der Produktionskapazitäten bei Milchkühen auf die Gebäudesubstanz im Bezirk Rostock (Stand 31. Dezember 1981)

Gebäudebreite i. L. mm	Tierplätze %	Baukonstruktion
< 8 240	0,3	vorzugsweise Altbauten in traditioneller Bauweise, vor 1950 errichtet
8 250 ... 9 740	1,0	
9 750 ... 11 240	6,7	
11 250 ... 13 490	26,0	vorzugsweise Typenprojekte, traditionelle Bauweise und Mastenbauweise/Warmbauserie
13 500 ... 16 490	16,9	
16 500 ... 19 490	9,8	
19 500 ... 22 490	19,0	
22 500 ... 25 490	1,8	Altbauten
> 25 500 oder Kompaktbau	17,9	industriemäßige Anlagen nach Angebotsprojekten

Tafel 2. Abnutzung der produktionstechnischen Ausrüstung in Milchviehställen des Bezirks Rostock (Stand 31. Dezember 1981)

Ausnutzungsgrad	Standausrüstung %	Fütterung %	Milchgewinnung %	Entmistung %
geringe Abnutzung (Ausrüstung entspricht den Anforderungen)	49,2 (49,9)	14,8 (47,9)	55,7 (57,2)	12,7 (46,0)
mittlere Abnutzung (Ausrüstung entspricht noch Anforderungen)	38,5 (39,1)	14,5 (46,9)	33,4 (34,3)	9,3 (33,7)
große Abnutzung (Ausrüstung entspricht nicht Anforderungen)	10,8 (11,0)	1,6 (5,2)	8,3 (8,5)	5,6 (20,3)
Mechanisierungsgrad	98,5 (100,0)	30,9 (100,0)	97,4 (100,0)	27,6 (100,0)

– Auswahl der technologischen und technischen Vorzugslösung aus einem breit gefächerten Variantenfeld unter Berücksichtigung der Standortbedingungen, der bautechnischen und produktionstechnischen Bedingungen und eines wirtschaftlichen Einsatzes von Material, Energie, menschlicher Arbeitskraft und Investitionen.

Der arbeitsteilige Projektierungsprozeß und die in der Vergangenheit besonders ausgeprägte Trennung von Projektierung, Bauausführung und Ausrüstungsfertigung und -montage haben zu einer Reihe von Defekten geführt, die es im Sinn einer Qualitätserhöhung und Effektivitätssteigerung zu überwinden gilt.

Im folgenden soll über erste Erfahrungen und Ergebnisse berichtet werden, die sich aus der Zusammenarbeit des Lehrstuhls Anlagenbau der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock mit dem VEB Landtechnischer Anlagenbau Rostock und der ZBO Ribnitz-Damgarten bei der Erarbeitung von Projektierungsgrundlagen für Rekonstruktionsvorhaben ergeben haben und nach Meinung der Autoren von allgemeinem Interesse sind.

### Zielstellung der Projektierung

Die o. g. Partner stellen sich das Ziel, nach dem Baueinheitenprinzip gestaltete Projektbausteine zu entwickeln und katalogmäßig aufzubereiten, die als wiederverwendbare elementare Bausteine zu Projektlösungen zusammengestellt werden können. Folgende Voraussetzungen mußten dabei berücksichtigt werden:

- Die Vorzugsgebäudebreiten waren aus den im Territorium des Bezirks Rostock vorrangig errichteten Produktionsgebäuden abzuleiten.
- Aus der Vielzahl technologischer Variantenlösungen mußten diejenigen als Vorzugslösungen bestimmt werden, die den Anforderungen der Tierproduktion, der Bautechnik und der Ausrüstungstechnik am ehesten entsprachen und die Einhaltung der Aufwandnormative gewährleisten.
- Die Aufstellungsprofile mußten so gestaltet werden, daß der Einsatz der standardisierten Ausrüstungselemente und der mobilen Mechanisierungsmittel für Fütterung, Entmistung und Einstreuverteilen gewährleistet war.
- Die Fußbodengestaltung sollte weitge-

hend die vom VEB Landbauprojekt Potsdam entwickelten und in Katalogform angebotenen Funktionselemente berücksichtigen.

- Die Bausteine sollten mit Kennzahlen soweit komplettiert werden, daß die im Rahmen der Grundsatzentscheidung erforderlichen Kennwerte sowie die Ausrüstungslisten erarbeitet werden können.
- Der Bearbeitungsumfang erforderte eine etappenweise Bearbeitung. Als erster zu bearbeitender Schwerpunkt wurden Milchviehställe gewählt.

### Analyse der Bausubstanz und der Haltungsverfahren

Aus der Analyse der Bausubstanz der Milchviehställe im Bezirk Rostock und der Übersicht über die genutzten Stallgebäude ergibt

sich ein besonderer Schwerpunkt bei Gebäuden in Mastenbauweise und bei herkömmlichen Gebäudekonstruktionen mit Breiten i. L. von 11 250 bis 22 490 mm (Tafel 1). Damit werden etwa 72 % der Tierplätze in der Milchproduktion erfaßt. Der Bauzustand soll entsprechend der Analyse vom 31. Dezember 1981 vorwiegend in den Bauzustandsstufen 1 und 2 liegen (83,6 %). Diese Angaben lassen sich aus eigenen Untersuchungen und aus Ermittlungen der Bauakademie nicht bestätigen, denn die notwendige bauphysikalische Sanierung wurde bei der Bauzustandsanalyse weitgehend vernachlässigt. Die Standorte der herkömmlichen Produktionsanlagen lassen Erweiterungen meistens nicht zu, da sie sich innerhalb der Ortslagen befinden (44 % der Milchviehplätze). Der Mechanisierungsgrad bei der Melktech-

Tafel 3. Technologische Vorzugslösungen der Laufstallhaltung von Milchvieh zur Einordnung in unterschiedlichen Gebäudebreiten

Varianten <sup>1)</sup>	Systembreite mm	Haltung Liegeboxen mit Einstreu	Futtermobil Futtermobilwagen	Futtermobil stationär Gurtbandförderer mit	Melken Fischgrätenmelkstand	Entmistung mobil Traktor mit Schiebeseil	Tier-Freßplatz-Verhältnis	Stallgrundfläche m <sup>2</sup> /Tierplatz
1.2	12 000	3reihig		Krippenauszugsband	×	×	2:1	4,50
2.1	18 000	3reihig, kombiniert mit Anbindehaltung	×		×	×	2:1	5,06
2.2	18 000	2reihig		Abstreicher	×	×	1,33:1	5,06
3.1	21 000	4reihig, Freß-Liegeboxen	×		×	×	1:1	5,78
3.2	21 000	2reihig	×		×	×	1,33:1	5,90
3.3	21 000	3reihig		Abstreicher	×	×	2:1	3,94
3.4	21 000	4reihig, kombiniert mit Anbindehaltung	×		×	×	2:1	5,90
3.5	(22 500)	2- und 3reihig	×		×	×	2:1 1,33:1	5,06
4.1	24 000	3reihig	×		×	×	2:1	4,50

1) Gliederungsnummer des Rationalisierungskatalogs Rinderproduktion nach [5]

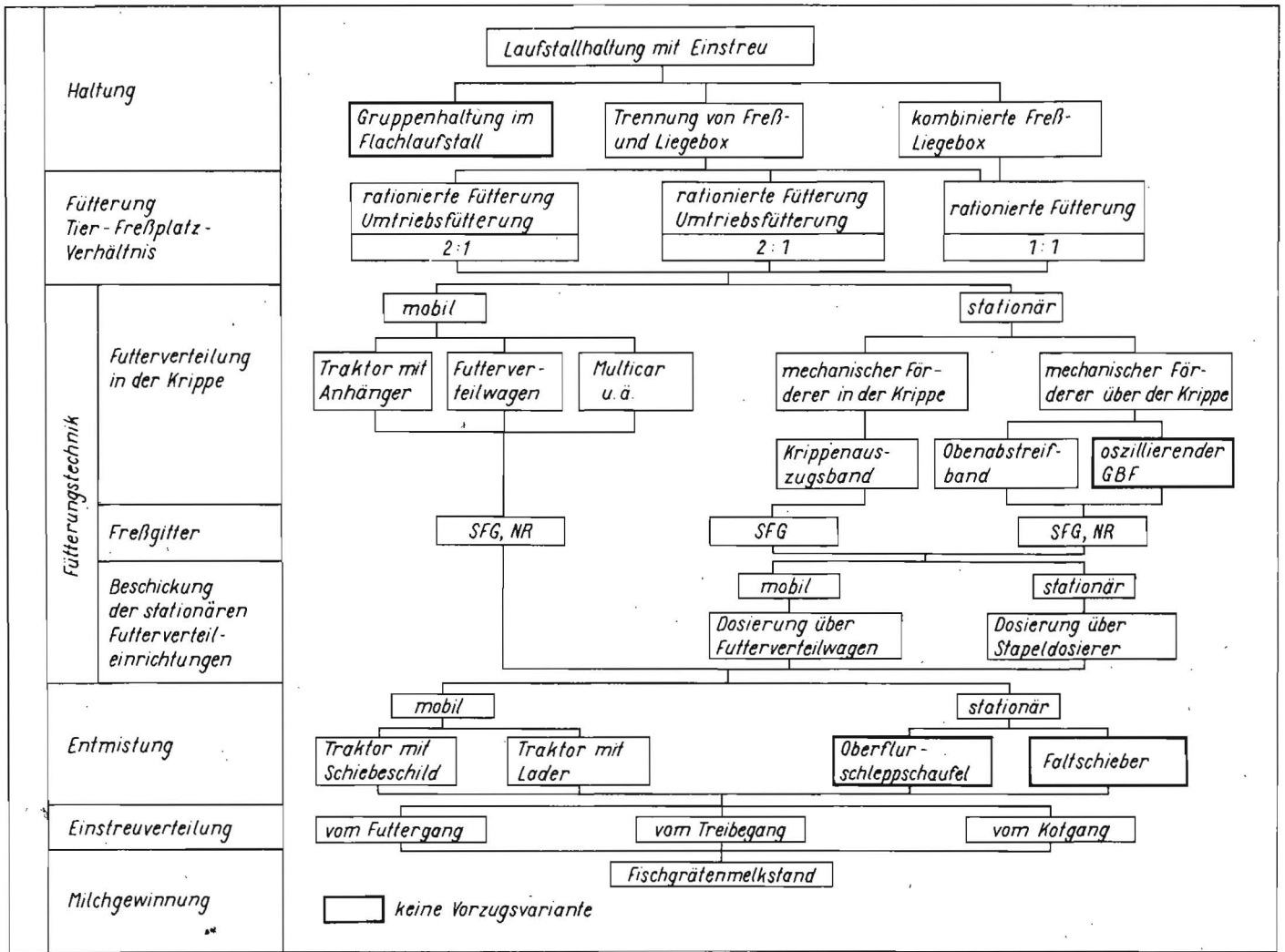


Bild 1. Technologisch-technische Variantenkombinationen der Milchviehlaufstallhaltung bei Einstreuhaltung

Angebot an katalogisierten, wiederverwendbaren Bausteinen mit aufzunehmen.

Hinweisen für den bautechnischen Projektanten und den Ausrüstungsprojektanten.

#### Erarbeitung der Projektdokumentationen

Folgende Arbeitsschritte wurden abgearbeitet:

- Aufstellung eines Zielbaums mit den wesentlichen technologischen Varianten und Variantenkombinationen sowie Kriterien zur Bestimmung von Vorzugslösungen (Bild 1)
- Ausarbeitung der Fußbodenquerprofile für die vorrangig gewählten Haltungsverfahren und Gebäudebreiten (Bilder 2 und 3)
- Zuordnung der Funktionselemente unter Nutzung der Kataloge des VEB Landbauprojekt Potsdam [3] nach Überprüfung der Anforderungen der Haltungstechnik und der Mechanisierungsmittel
- Zerlegung der Gebäudegrundrisse in Sektionen, die nach dem Bausteinprinzip zusammensetzbar sind (Bild 4)
- Erarbeitung von Schemalageplänen für die Gestaltung und Zuordnung der Einzelobjekte zu den Anlagen (Bild 5)
- Komplettierung der Baueinheiten mit Kennzahlen zur produktionstechnischen Ausrüstung und zur Aufstellung der Ausrüstungslisten
- Erarbeitung der bauwirtschaftlichen Kennzahlen für den bautechnischen Ausbau unter Zugrundelegung der Komplexpreise des VEB Landbauprojekt Potsdam [4] für die katalogisierten Baueinheiten
- Abfassung einer Anwenderrichtlinie mit

#### Technologische und technische Vorzugslösungen

Aus der Vielzahl der untersuchten Lösungen wurden in den Bildern 2 und 3 Fußbodenquerprofile für die Systembreiten 12 000, 18 000, 21 000, 22 500 und 24 000 mm zusammengestellt, die im Sinn der gesamten Zielstellung als technologische und ausrüstungstechnische Vorzugslösungen anzusehen sind (Tafel 3). Damit lassen sich die nach der Bauzustandsanalyse für die Rekonstruktion vorzusehenden Gebäudebreiten nahezu vollständig mit dem Angebot an Stallprofilen für die Laufstallhaltung realisieren.

Demgegenüber gibt es bei der Anbindehaltung von Milchkühen technologische Vorzugslösungen nur für die Systembreiten von 12 000 mm und 21 000 mm für zweireihige und vierreihige Aufstallung. Sie ermöglichen die mobile Mechanisierung für die Fütterung, wobei der Futterverteilwagen L 440 auch zur Einstreuverteilung von der Krippenseite her (allerdings nur bei Kurzstanbindehaltung) einzusetzen ist. Wie bei allen Einstreuvarianten gebührt der mobilen Entmistung mit Traktor und Schiebeschild der Vorrang. Je nach eingesetztem Traktor ist der Kotgang ggf. auf 1 900 mm zu verbreitern. Beim Futtergang wird die Ausbildung als Futtertisch mit innerer Zwangsspur (max. 900 mm) bevorzugt. Diese Lösung ist platzsparend und erfordert den geringsten Reinigungsaufwand.

nik ist hoch (98 %), wobei allerdings auch noch 24 % der Kühe mit Kannenmelkanlagen gemolken werden.

Der Anteil an schwerer körperlicher Arbeit beträgt bei der Futterverteilung 30 % und bei der Entmistung 16 %.

Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß in der Mehrzahl der herkömmlichen Produktionsanlagen die Maschinenketten nicht aufeinander abgestimmt und Mechanisierungslücken vorhanden sind sowie der Anteil des Verschleißes hoch ist (Tafel 2).

Aus den Anforderungen der Tierproduktion ist verstärkt die Tendenz zu Haltungsverfahren mit Einstreu und Oberflur-Entmistung sowie zur mobilen Futterverteilung zu erkennen. Die Laufstallhaltung beschränkt sich im wesentlichen auf die neuerrichteten industriemäßig produzierenden Milchviehanlagen. Selbst bei größeren Tierkonzentrationen wird der Anbindehaltung der Vorrang gegeben.

Ausgehend von Grundsätzen der Rationalisierung in der Rinderproduktion [1] sowie dazu geführten Diskussionen in verschiedenen Fachgremien [2] ist es notwendig, neben bekannten konventionellen Lösungen im Interesse der Erhöhung der Effektivität und der Senkung des Arbeitszeitbedarfs auch geeignete Varianten für die Laufstallhaltung in das

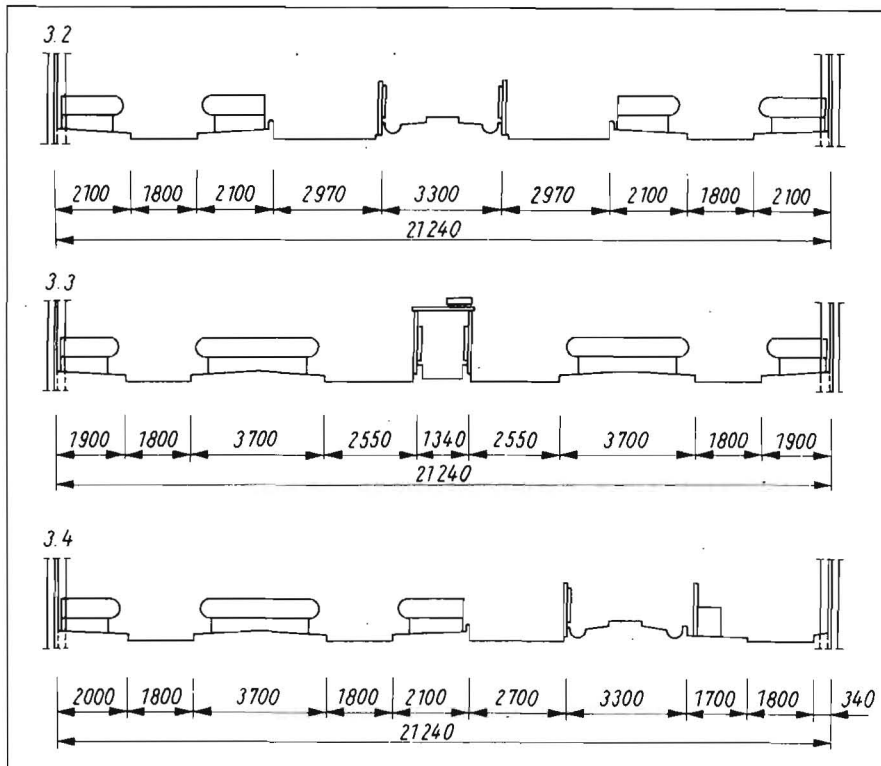
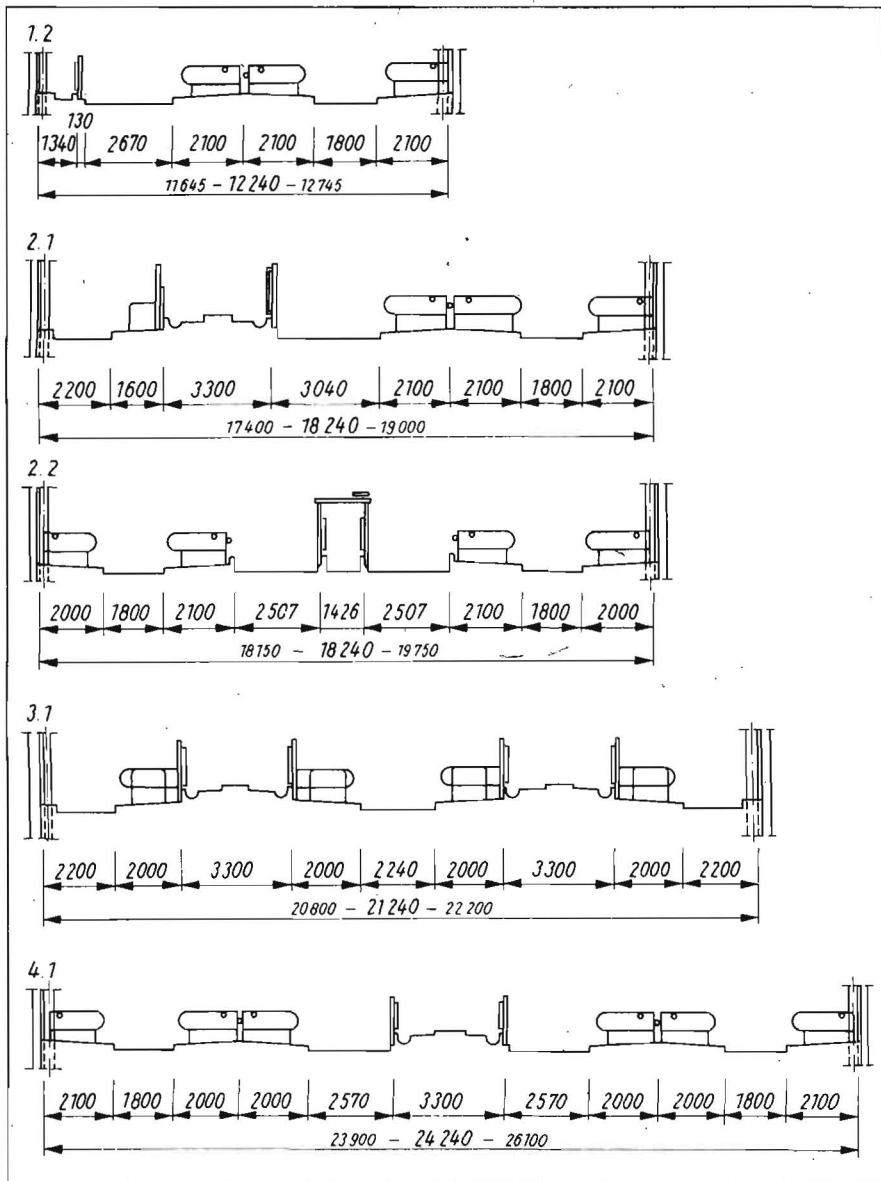


Bild 2. Aufstellungsprofile für Milchviehlaufställe für Gebäudebreiten von 11 645 mm bis 26 100 mm

Für das Melkverfahren ist bei der Anbindehaltung die Rohrmelkanlage M 623 zu installieren oder nachzurüsten, bei der Laufstallhaltung dominiert der Fischgrätenmelkstand.

Die Gruppengröße wurde vorzugsweise mit 24 Tieren gewählt, um z. B. bei der Reihung der Gebäudesektionen für die Funktionssektionen mit einer Länge von 18 000 mm eine günstige Einordnung in vorhandene Gebäude zu erreichen (Bild 4). Wo es sich anbietet, läßt sich die Anzahl der Tiere auch verdoppeln, allerdings verdoppelt sich dann auch die Länge der aneinander zu reihenden Gebäudesektionen.

Es wurde Wert darauf gelegt, bei Umtriebfütterung ein ungebrochenes Tier-Freßplatz-Verhältnis von 2:1 zu gewährleisten. Bei zweireihiger Liegeboxenanordnung hinter der Krippe ist dies nicht zu erreichen (Tier-Freßplatz-Verhältnis 1,33:1). Hier muß bei Umtriebfütterung der Krippenabschnitt reduziert werden, oder die Fütterung erfolgt ad libitum.

Wenn irgend möglich, wurden an den Krippen Selbstfangfreßgitter angeordnet, um eine rationierte Fütterung zu gewährleisten und die Tiere während bestimmter Behandlungsmaßnahmen festlegen zu können.

Die Tiefe des Freßplatzes ist so bemessen, daß die Tiere beim Betreten des Freßplatzbereichs ein geöffnetes Gitter vorfinden müssen und sich selbst einfangen. Diese Lösung ist platzsparend und hilft den Tieren ohne größere Beunruhigung ihren Freßplatz zu finden.

Die Kombination von Laufstallhaltung und Anbindehaltung in einem Gebäudequerschnitt entstand zunächst aus dem Wunsch heraus, möglichst für alle interessierenden Gebäudebreiten Lösungen anzubieten. Für die Bewirtschaftung ergibt sich der Vorteil, Tiere zeitweilig aus der Gruppenhaltung herausnehmen zu können, um sie z. B. zu Beginn der Laktation individueller zu versorgen.

Auch die Kombination von Anbindehaltung und Melkstandmelken wird als eine vertretbare Kompromißlösung angesehen. Sie wird dort empfohlen, wo bei größeren Tierkonzentrationen aus arbeitswirtschaftlicher Sicht die Vorteile des Melkstandmelkens genutzt werden sollen, ohne das gesamte Halungsverfahren aufzugeben. Um den Arbeitszeitbedarf beim täglich zweimaligen Einfangen und Anbinden der Tiere zu reduzieren, sollten die Kurzstände mit Halsfangrahmen ausgestattet werden.

Mit geringem Bau- und Ausrüstungsaufwand läßt sich ein vorhandener Anbindestall in einen Laufstall mit kombinierten Freß-Liegeboxen umwandeln, besonders wenn man die Tierstände zur Krippe zu mit einem Nackenriegel begrenzt. Ein Festlegen der Tiere ist dann allerdings nicht ohne weiteres möglich. Standtrennbügel sollten zwischen allen Ständen angeordnet werden.

Bild 3. Aufstellungsprofile für Milchviehlaufställe für das Typenprojekt L 203 (Systembreite 21 000 mm)

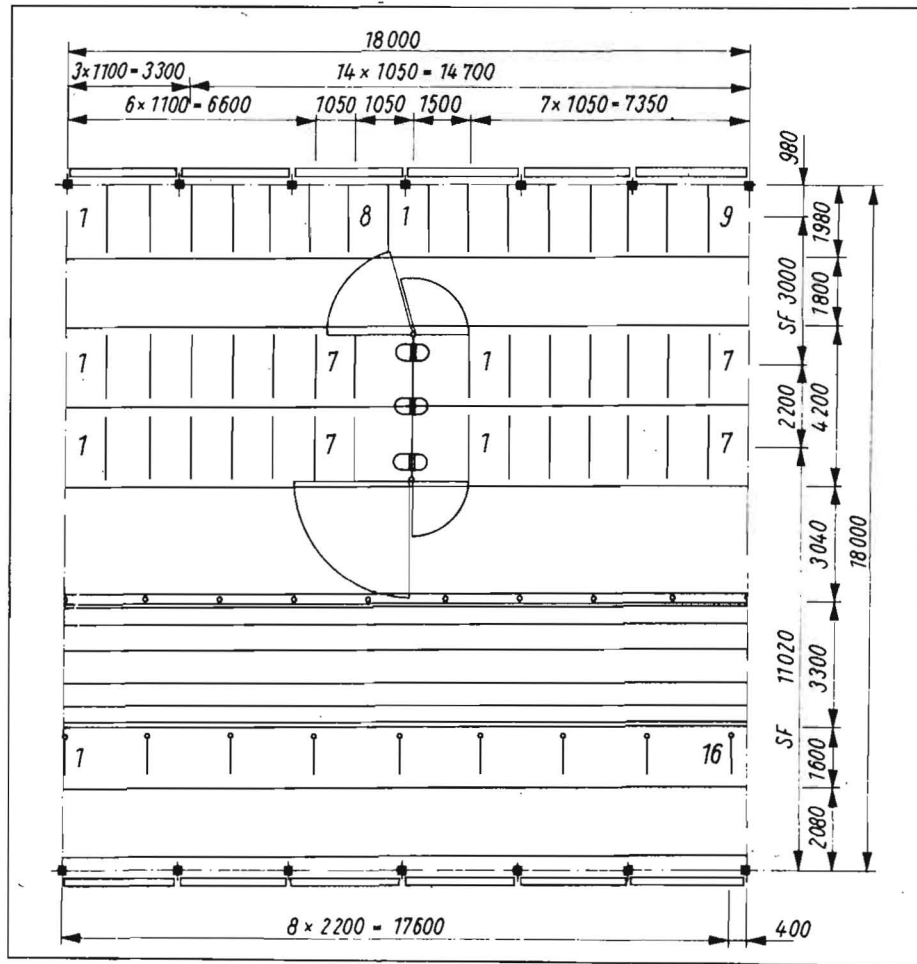
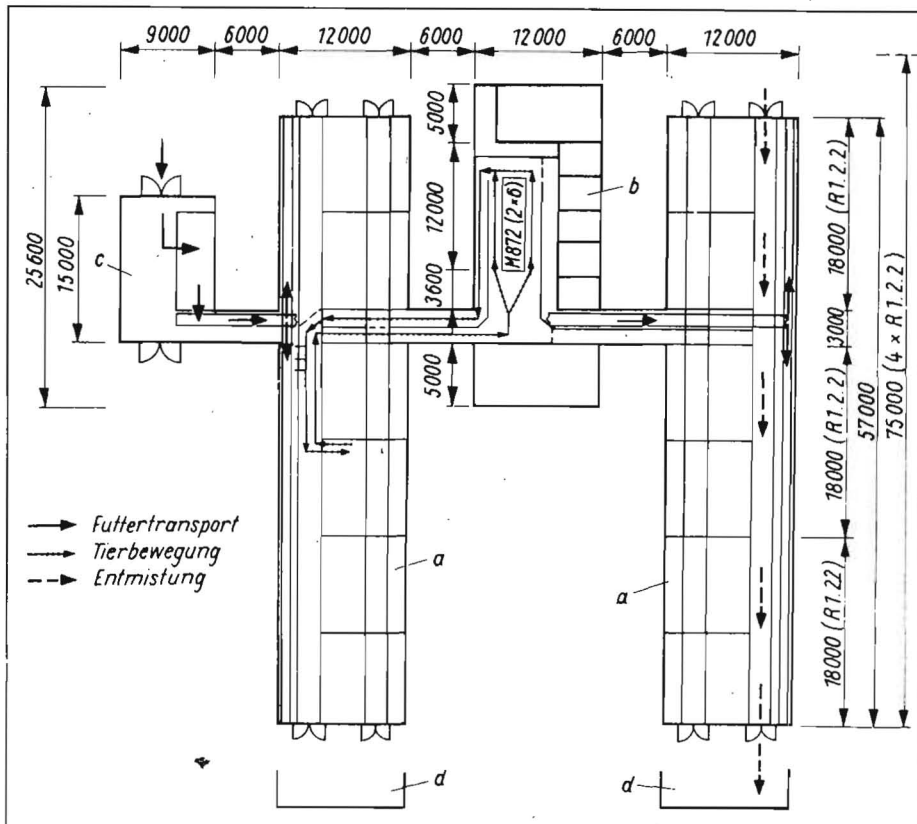


Bild 4. Funktionssektion – Grundriß einer Reihensektion (R 2.1.1); Systembreite 18 000 mm, Kombination Laufstallhaltung (3 Liegeboxenreihen, Tier-Freßplatz-Verhältnis 2:1, Gruppengröße 24 Tiere) mit Anbindehaltung (1 Reihe Kurzstände)

Bild 5. Lageplanschema einer Milchviehlaufstallanlage; Rekonstruktion des Typenprojekts L 201 (Systembreite 12 000 mm) mit Grundrißsektionen R 1.2.2, a Stallgebäude, b Melkhaus, c Futterhaus, d Dungplatte



Eine geeignete einfache und billige Ausrüstung, in der sich die Tiere in der kombinierten Freß-Liegebox selbst einfangen, fehlt noch im Angebot der Ausrüstungsindustrie.

Eine gegenwärtig oft gestellte Forderung betrifft den Umbau von Anbindeställen mit Gitterrostständen und einstreuloser Haltung (Fließkanal- oder Staukanalentmistung) zu einem Anbindestall mit Einstreuhaltung und mobiler Oberflur-entmistung.

In den Fällen, wo der Krippen- und Futtergangbereich unverändert beibehalten werden kann, erstrecken sich die Baumaßnahmen auf den Kotgang und die Standfläche. Nach sorgfältiger Analyse des vorhandenen Stallprofils und der Gründungskörper im Außenwandbereich muß entschieden werden, was vom vorhandenen Fußbodenprofil übernommen werden kann.

Oft müssen das gesamte Stallprofil neu aufgebaut und die Haltungstechnik ausgewechselt werden. Dies kann für den Fußbodenbereich mit Investitionen wie bei einem Neubau verbunden sein, ohne daß für den Nutzer der Anlage zusätzliche Tierplätze geschaffen werden. So würde z. B. bei einem Umbau des Typenprojekts L 202 (Milchvieh-anbindestall mit 200 Tierplätzen, Typ „Neubrandenburg“) von Staukanalentmistung auf Einstreuhaltung mit Kotgang und mobiler Entmistung, einschließlich einer Erweiterung um 48 Milchviehplätze und um 30 Tierplätze für Kolostralkälber, ein Investitionsaufwand von 523 740 M (2 182 M/Kuhplatz) entstehen. Bezieht man die Investitionen nur auf die neugeschaffenen 48 Tierplätze, so sind dies 10 911 M/Kuhplatz.

#### Komplettierung der Baueinheiten und deren Anwendung

Die in Studienarbeiten an der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock entwickelten Baueinheiten für die Milchproduktion [5, 6] werden gegenwärtig durch die Projektierungseinrichtung Franzburg des VEB Landtechnischer Anlagenbau Rostock ausrüstungsseitig komplettiert (IAP, Ausrüstungslisten). Die bautechnische und bauwirtschaftliche Komplettierung ist durch die Abteilung Projektierung der ZBO Ribnitz-Damgarten unter Zugrundelegung der Material- und Preislisten des VEB Landbauprojekt Potsdam [4] vorgesehen.

Mit diesen dann in Katalogform vorliegenden Baueinheiten steht ein Arbeitsmittel für landtechnische und bautechnische Projektanten sowie für Ingenieure für Mechanisierung des landtechnischen Anlagenbaus zur Verfügung, das folgende Vorteile verspricht:

- Orientierung auf technologische und technische Vorzugslösungen
- Beurteilung von Stallgebäuden hinsichtlich funktioneller Eignung und Einordnung der Ausrüstung
- Variantenausarbeitung und deren Bewertung mit technisch-ökonomischen Kennzahlen
- Bilanzierung von Bau und Ausrüstung
- Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Tierproduktion, Landtechnik und Landwirtschaftsbau.

Im Rahmen der Wissenschaftskooperation Landtechnik des Bezirks Rostock werden im Jahr 1985 weiterführende Arbeiten auf dem Gebiet der Schweineproduktion begonnen.

Fortsetzung auf Seite 32

# Untersuchungsmethodik zur Zerkleinerung von Halmgut

Prof. Dr. sc. techn. K. Plötner, KDT/Dipl.-Ing. G. Harfensteller, KDT  
Dr.-Ing. F. Freitag, KDT<sup>1)</sup>/Ing. F. Kittelmann, KDT<sup>1)</sup>

## 1. Problemstellung

Aus den Aufgaben der sozialistischen Landwirtschaft der DDR in den 80er Jahren leiten sich die Anforderungen an die Verfahren und die landtechnischen Arbeitsmittel als Ausgangspunkt und Grundlage für Weiter- und Neuentwicklungen ab. Dazu gehören u. a. folgende entscheidende Anforderungen an landtechnische Arbeitsmittel:

- Erfüllung der vorgesehenen Funktion in hoher Qualität
- Erhöhung der Arbeitsproduktivität
- Verringerung des Energie- und Materialaufwands
- Einsparung von Arbeitszeit und Arbeitsplätzen bei gleichzeitiger Verbesserung der Arbeitsbedingungen
- Verringerung der Aufwendungen und Kosten
- Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
- Steigerung der Erträge und Senkung der Verluste.

Diese allgemeinen Anforderungen müssen immer im Zusammenhang gesehen und realisiert werden, was aber nicht ausschließt, daß die eine oder andere Anforderung mehr oder weniger in den Vordergrund tritt. International gesehen sind das gegenwärtig nach wie vor die Verringerung des Energie- und Materialaufwands und die Einsparung von Arbeitszeit und Arbeitsplätzen.

Zur Erfüllung dieser Anforderungen bei der Weiter- und Neuentwicklung landtechnischer Arbeitsmittel sind u. a. folgende Aspekte entscheidend:

- anwendbare Theorien der Grundlagenwissenschaften und der Landtechnikwissenschaft
- gesicherte Ergebnisse wissenschaftlicher Experimente.

Diese beiden Aspekte, allgemein als wissenschaftliche Grundlagen für die Weiter- und Neuentwicklung landtechnischer Arbeitsmittel bezeichnet, müssen immer als Einheit gesehen und in der Wechselwirkung Theorie-Modell-Experiment-Praxis verwirklicht werden, was nachfolgend am Beispiel der Untersuchung der Zerkleinerung von Halmgut näher betrachtet werden soll.

## 2. Zerkleinerungstheorien und ihre Anwendbarkeit

Für die Weiter- und Neuentwicklung landtechnischer Arbeitsmittel sind beim derzeitigen Erkenntnisstand Theorien für zwei Anwendungsbereiche von besonderer Bedeutung:

- Theorien und ihre Anwendung zur Lösung von Querschnittsproblemen, wie Energie- und Materialaufwand, Betriebsfestigkeit, Zuverlässigkeit u. a.
- Theorien und ihre Anwendung zur Optimierung der Funktion und Struktur von Arbeitselementen und Baugruppen, wie Zerkleinerungstheorie, Siebtheorie, Verdichtungstheorie u. a.

Die theoretische Durchdringung der Halmgutzerkleinerung ist Bestandteil des zweiten Bereichs, wobei enge Wechselbeziehungen zum ersten bestehen.

Sollen Mechanismen der Halmgutzerkleinerung beschrieben werden, so liegt es nahe, auf bekannte Erkenntnisse aus anderen Anwendungsgebieten der Zerkleinerung zurückzugreifen. Bei allgemeiner Betrachtung herrschen zwischen dem Schneiden von Metall und der Halmgutzerkleinerung ähnliche Verhältnisse. Wenn auch geometrische Ähnlichkeiten bestehen, so versagt doch eine Übertragung der weit entwickelten Theorien aus dem Werkzeugmaschinenbau bei näherer Betrachtung der Materialeigenschaften vollends. Beim Schneiden von Metall ist die Schnittarbeit proportional der Schnittflächengröße, bei Halmgütern haben dagegen die Schnittrichtung zu den Fasern oder Stengeln, die Vorverdichtung bei Halmgutpaketen, die Schnittgeschwindigkeit u. a. darauf einen weitaus größeren Einfluß.

Kramarenko [1] und Spiewok [2] haben zur notwendigen Schnittarbeit an Einzelhalmen umfangreiches experimentelles Material gesammelt und theoretische Abhängigkeiten abgeleitet. Diese Erkenntnisse fanden besonders bei der Entwicklung von Schneidwerken Anwendung. Werden Halmgutpakete geschnitten, z. B. in Häckslern, dann stellen sich andere Abhängigkeiten heraus. Die von Häckslern zerkleinerten Halmgutpakete sind durch eine stochastische Ausrichtung der Halme gekennzeichnet. Für die Kräfte, die zu Beginn des Schnitts eines Halmgutpakets wirken, gibt es eine Vielzahl von Kräfteplänen. Erwähnt seien dazu nur die Kräftepläne von Resnik [3] und Kanafojski [4]. Im Bild 1 ist der Kräfteplan nach Kanafojski dargestellt. Daraus wird für die Gesamtschnittkraft folgende Beziehung abgeleitet:

$$F_s = d\sigma + \frac{Eh_{gv}^2}{2h_{go}} [\tan\beta + \mu \sin^2\beta + \mu'(\mu + \cos^2\beta)].$$

Die Dicke der Schneidkante  $d$  und bekannte Stoffparameter, wie Elastizitätsmodul  $E$ , die ertragbare Spannung  $\sigma$  und Reibkoeffizienten für die innere und äußere Reibung  $\mu'$  und  $\mu$  werden berücksichtigt. Aus dem Kräfteplan nach Bild 1 geht eine charakteristische, besonders auch durch Resnik interpretierte Eigenschaft des Halmgutpakets hervor. Bevor der eigentliche Schnitt stattfindet, wird das Halmgutpaket gestaucht, d. h. verdichtet. Die Größe dieser Verdichtung nimmt bei Vorverdichtung des Halmgutpakets und mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit ab und kann bei Geschwindigkeiten über 30 m/s nach [4, 5] vernachlässigt werden.

An diesem Beispiel aus der Vielzahl der theoretischen Untersuchungen zeigen sich die Schwierigkeiten der praktischen Anwendbarkeit bei allen bisher aufgestellten Theorien. Der stochastische Charakter der Eigenschaften von Halmgütern ist der begrenzende Faktor für die direkte Überführung der theoretisch gewonnenen Erkenntnisse in konstruktive Lösungen. Die Eigenschaften, wie ertragbare Spannungen, Elastizitätsmodul, innere und äußere Reibkoeffizienten, plastisch-elastisches Verhalten u. a., hängen sowohl von biologischen Bedingungen (Pflanzenart, Vegetationszustand, Standortbedingungen, Trockensubstanzgehalt, Substanzdichte) wie auch von Beanspruchungsbedingungen (Vorverdichtung, Schnittgeschwindigkeit, Schärfe der Schneidelemente u. a.) ab. Deshalb gelang es bisher nur mit eng auf Randbedingungen zugeschnittenen theoretischen Untersuchungen, die in steter Wechselbeziehung mit Experimenten entstanden, eine hohe Praxiswirksamkeit zu erzielen.

## 3. Methodik der experimentellen Untersuchungen zur Zerkleinerung von Halmgut

Für die Weiter- und Neuentwicklung von Arbeitselementen, Baugruppen und Maschinen zur Zerkleinerung von Halmgut müssen aufgrund der dargestellten Kompliziertheit der ablaufenden Vorgänge bei der Halmgutzerkleinerung und der erforderlichen Vereinfachungen und Annahmen zu ihrer theoretischen Beschreibung in jedem Fall experimentelle Untersuchungen dazu durchgeführt werden. Diese Untersuchungen unterliegen

1) Dr.-Ing. Freitag und Ing. Kittelmann sind im VEB Erntemaschinen Neustadt in Sachsen, Stammbetrieb des Kombinats Fortschritt Landmaschinen, tätig.

Fortsetzung von Seite 31

## Literatur

- [1] Kremp, H.-J.; Eckhof, W.: Grundrichtung der weiteren Entwicklung und Rekonstruktion von Tierproduktionsanlagen bei optimalem Einsatz von Energie, Material und Arbeitskräften. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 2, S. 49-52.
- [2] Mittag, U.; Schmidt, C.: Rationalisierung von Anlagen und Ausrüstungen der Rinder- und

- Schweineproduktion. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 2, S. 47-49.
- [3] Katalog Bauwesen - Konstruktionsdetails Produktionstechnischer Ausbau - Rinderhaltung L 8206 PDP. VEB Landbauprojekt Potsdam 1983.
- [4] Preis- und Materialbedarfslisten für die Konstruktionsdetails des produktionstechnischen Ausbaus. VEB Landbauprojekt Potsdam 1984.
- [5] Thamm, D.: Entwicklung von Baueinheiten für

- die Rationalisierung und Rekonstruktion von Milchviehlaufstallanlagen. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1984 (unveröffentlicht).
- [6] Thamm, D.: Erarbeitung von Rationalisierungslösungen für Anlagen der Tierproduktion an vorgegebenen Standorten. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Großer Beleg, 1983 (unveröffentlicht). A 4314