

- Beim Einsatz des Walzenförderers mit weichgummibeschichteten Walzen ist eine Oberflächenwasserabnahme bis auf rd. 0,4% (Masseanteil) erreichbar.
- Durch kapillare Flüssigkeitsbewegung kann die bei der Oberflächenwasserreduzierung durch Adhäsion erreichte Restfeuchte weiter vermindert werden. Die Werkstoffe Viskoseschwamm Tuch und Filz zeigten die besten Ergebnisse in bezug auf die Abnahme des Oberflächenwassers. Durch die Kombination von weichgummi-, filz- und viskosebeschichteten Walzen wurde eine besonders geringe Restfeuchte erreicht. Unter Berücksichtigung des Verschleißverhaltens und aus fertigungstechnischer Sicht sind die saugfähigen Werkstoffe Schwammgummi (Qualität A53) und bedingt Filz (F4) zur Beschichtung der letzten Walzen des Walzenförderers geeignet.

Ein Walzenförderer, der mit Zuführgitterrutsche und beschichteten Walzen ausgerüstet ist, kann als praxisreife Lösung zum Einsatz in der Maschinenkette zur Kartoffelnaßaufbereitung empfohlen werden. Das Bild 2 zeigt die Oberflächenwasserabnahme bei überlagerten Kartoffeln durch den Walzenförderer mit beschichteten Walzen (Durchsatz 20 t/h) im Vergleich mit anderen Arbeitsmitteln.

Aus den Untersuchungen zum Oberflächenwasserreduzieren am genutzten Bandförderer geht hervor, daß bei seinem waagerechten Einsatz ein Abrollen der Kartoffeln auf dem saugfähigen Fördergurt durch Abdeckelemente erzielt werden kann. Ein gleichmäßiges und gutschonenderes Abrollen der Kartoffeln auf dem Fördergurt wurde durch eine in Förderrichtung geneigte Anordnung des Bandförderers erreicht. Dabei wird die Rollbewegung der Kartoffeln durch die Wirkung der Hangabtriebskraft bedingt und bei einem Neigungswinkel von rd. 16° gewährleistet.

Die Werkstoffe Viskoseschwamm Tuch und Filz zeigten ebenfalls die besten Ergebnisse bezüglich der Oberflächenwasserabtrennung, wobei nur Filz die entsprechende Verschleißfestigkeit aufwies. Ein als Fördergurt verwendeter endlos umlaufender Nadeltrockenfilz hat sich beim Einsatz zur Oberflächenwasserreduzierung bewährt. Die Flüssigkeit kann schnell in das Porensystem des Werkstoffs eindringen. Der Filz vermag es, viel Flüssigkeit aufzunehmen und hat nach dem Entfeuchten eine sehr geringe Restfeuchte. Bei den dem Bandförderer zuge-

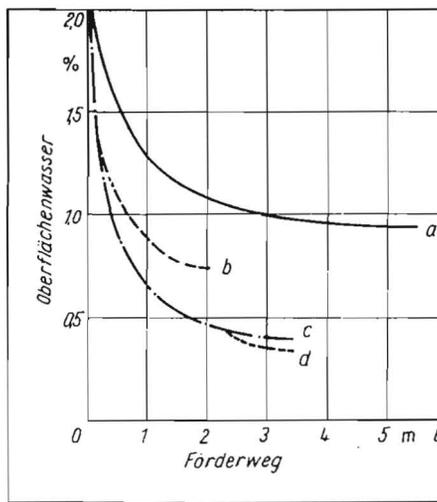


Bild 2. Abnahme des Oberflächenwassers in Abhängigkeit vom Förderweg beim Walzenförderer mit beschichteten Walzen im Vergleich mit anderen Arbeitsmitteln; a Stabkettenförderer; b Stahlglatzwalzenförderer; c Walzenförderer, alle Walzen mit Weichgummi der Qualität Q814 beschichtet [$y = 1,6498/(1 + 0,21218 x)$]; d Walzenförderer, die letzten Walzen mit Schwammgummi Qualität A53 beschichtet [$y = 0,8549/(1 + 0,06543 x)$]

führten Kartoffeln mit einem Oberflächenwasseranteil von mehr als 0,4% (Masseanteil) konnte eine gesicherte Abnahme des Oberflächenwassers nachgewiesen werden (Bild 3).

Mit einer Restfeuchte von 0,3% (Masseanteil) anhaftendem Oberflächenwasser sind die Möglichkeiten des mechanischen Oberflächenwasserreduzierens im wesentlichen ausgeschöpft.

Geringe mechanische Beanspruchungen der Kartoffeln belegen, daß die technische Ausführung der Maschinen der Forderung nach einer schonenden Gutbehandlung gerecht wird.

Die Kombination von Walzen- und Bandförderer zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren hat sich besonders bei Kartoffelpartien bewährt, die für eine längere Lagerung vorgesehen sind. Damit sind wesentliche technische Voraussetzungen gegeben, die Haltbarkeit der Kartoffeln und die Arbeitsbedingungen für die Werk tätigen zu verbessern.

Zusammenfassung

Die nach dem Naßaufbereiten an den Kartof-

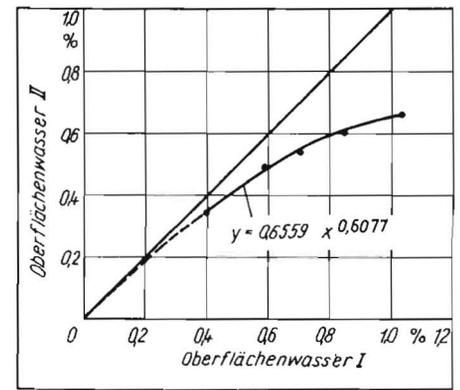


Bild 3. Oberflächenwasserabnahme an Kartoffeln (I zugeführte Kartoffeln, II abgeführte Kartoffeln) beim Einsatz eines geeigneten Bandförderers mit Filzfördergurt und Ausdrückrollen

fehl haftende Feuchtigkeit kann sich negativ auf die Haltbarkeit auswirken. Deshalb ist eine schnelle und möglichst vollständige Oberflächenwasserabtrennung unbedingt erforderlich. Auf der Grundlage theoretischer Überlegungen und experimenteller Untersuchungen werden Ergebnisse zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren dargestellt. Als Vorzugslösung werden ein Walzenförderer mit Zuführgitterrutsche, beschichteten Walzen sowie Andrückrollen und ein nachgeordneter Bandförderer mit saugfähigem Fördergurt sowie Ausdrückrollen vorgeschlagen.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Naßaufbereitung von Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1984 (unveröffentlicht).
- [2] Lilienblum, W.: Rieselfilme an rauen Wänden. Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, Dissertation 1972.
- [3] Schulze, R.-D.; Possart, W.; Kamusewitz, H.: Ermittlung des Gleichgewichts-Randwinkels an realen Festkörperoberflächen. Institut für Polymerchemie Teltow-Seehof, Tagungsbericht 1986.
- [4] Jünemann, G.: Untersuchungen zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren naßaufbereiteter Speisekartoffeln. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1987.
- [5] Jünemann, G.; Scheibe, S.; Schneider, M.: Untersuchungen zum mechanischen Oberflächenwasserreduzieren naßaufbereiteter Kartoffeln. agrartechnik, Berlin 37(1987)8, S. 358-359.

A 5712

Grundsätze zum Entwerfen und Gestalten von Standausrüstungen

Prof. Dr. sc. techn. D. Rössel, KDT/Dr.-Ing. K. Wetzel

Verwendete Formelzeichen

c	Federkonstante
E_{kin}	kinetische Energie
F	Stoßkraft
F_0	Kraft bei statischer Gleichgewichtslage
g	Erdbeschleunigung
m	Masse
P_t	Erwartungswahrscheinlichkeit

t	Zeit
v	Stoßgeschwindigkeit
W	Arbeit
x	Weg
x_e	spezifischer Weg
k	Stoßzahl
v'	dynamischer Beiwert
σ	flächenbezogene Gewichtskraft
ω	Frequenz

Die gegenwärtig produzierten Standausrüstungen für die Rinderhaltung sind größtenteils fest mit dem Baukörper verbunden, und die Mehrzahl dieser Ausrüstungen ist im Fußboden einbetoniert. Am Übergang der Standsäulen und Stützkonstruktionen in den Fußboden ist die Korrosion am größten. In diesem Bereich kommt es gleichfalls durch die auftretenden Betriebsbelastungen zu den

größten Materialspannungen. Aufgrund dieser hohen Belastung bilden sich an der Einspannstelle im Material der Standausrüstung Risse, die zu Spaltkorrosionserscheinungen führen. An einer Metall-Nichtmetall-Verbindung, wie sie die Einspannung der Standausrüstung in den Fußboden darstellt, kommt es zu verstärkter Korrosion, indem nichtmetallische Werkstoffe (z. B. Zement und Mörtel) aggressive Bestandteile (z. B. Chloridionen, Sulfationen, Alkalien) abgeben. Hinzu kommt, daß die von Schreck [1] geforderten Vorbehandlungen der Standsäulen vor dem Einbetonieren und die Instandhaltungsanstrengungen während der Nutzung nicht in jedem Fall realisiert werden. In der Literatur veröffentlichte Untersuchungsergebnisse weisen nach, daß Gebäude von Tierproduktionsanlagen eine Nutzungsdauer von 50 bis 60 Jahren haben. Dagegen können landtechnische Einrichtungen nur etwa 10 Jahre genutzt werden.

Aufgrund dieser unterschiedlichen Bewirtschaftungszeiträume ist eine mehrfache Erneuerung des ausrüstungstechnischen Teils erforderlich.

Der Anteil an Investitionsaufwendungen bei komplexer Rekonstruktion von Milchviehställen beträgt für den Bau 71 bis 78% und für die Ausrüstung 22 bis 29% [2].

Dieses Beispiel zeigt, daß sich für die immer mehr an Bedeutung gewinnenden Rekonstruktions- und Rationalisierungsmaßnahmen durch die Vermeidung von Verbindungen zwischen dem Baukörper und der landtechnischen Ausrüstung die Kosten erheblich verringern würden.

Infolge des steigenden Mechanisierungsgrades werden hohe Anforderungen an den Betrieb und die Instandhaltung von Ausrüstungen und umfangreiche Forderungen nach Verbesserung der Materialökonomie gestellt. Hinsichtlich der Erfüllung der Forderungen an die Standausrüstungen aus landwirtschaftlich-technologischer Sicht, speziell des uneingeschränkten Leistungsvermögens der Tiere, sind keine Mängel vorhanden [3]. Die Defekte an der Standausrüstung sind vorrangig in der Nutzungsdauer und im Materialeinsatz begründet. Ausgehend von den volkswirtschaftlichen Vorgaben fordern diese gezeigten Mängel zu ökonomisch günstigen Lösungen heraus. Zur Realisierung dieses Vorhabens sind Standausrüstungen mit folgenden Eigenschaften zu entwickeln:

- hohe Funktions- und Betriebssicherheit
- fertigungs-, montage- und instandhaltungsgerechte Gestaltung
- geringer Materialeinsatz bei niedrigen Fertigungskosten.

Voraussetzung für das Einhalten dieser Forderungen ist die Kenntnis der Tierkenngrößen. Besonders die Tierkräfte, die als Einflußfaktoren auf die Standausrüstung einwirken, sind von großer Bedeutung für die Gestaltung der Ausrüstung.

In Untersuchungen von Krone [4] und Runge [5] konnte bewiesen werden, daß die Mehrzahl der angreifenden Tierkräfte dynamischen Charakter hat und daß die Spannungsspitzen in den Standbegrenzungselementen vorwiegend aus Stoßkräften resultieren. Durch entsprechende Gestaltung der Verbindungselemente der einzelnen Baugruppen sowie durch eine hohe Elastizität und damit kleine Federkonstante des Gesamtsystems können die Belastungsspitzen im Material verringert werden.

In einem Versuchsstand nach dem Prinzip

der kombinierten Freß-Liege-Box für Milchvieh wurden an unterschiedlich gestalteten und gelagerten seitlichen Begrenzungselementen und am Nackenriegel Belastungskollektive ermittelt, die durch Tierkräfte hervorgerufen wurden. Am Verlauf der Regressionsgeraden ist zu erkennen, daß die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der gleichen Belastungsgröße bei gedämpft gelagerten und elastisch gestalteten Standraumbegrenzungen in den höheren Klassen bedeutend geringer ist als bei ungedämpfter Lagerung und starrer Gestaltung (Bild 1). So beträgt z. B. die Erwartungswahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Kraft von 2 kN am elastisch gestalteten und gedämpft gelagerten Seitenelement bei ungedämpfter Lagerung 0,5%. Damit kann bestätigt werden, daß die an der Standausrüstung wirkenden Maximalkräfte aus Stoßbelastungen resultieren, die durch die Konstruktion beeinflussbar sind.

Die Ermittlung der Betriebsbelastungen ist eine wichtige Voraussetzung für die Materialminimierung und somit für die belastungsgerechte Konstruktion von Standausrüstungen. Für den Beanspruchungsnachweis von Bauelementen wird das vollständige Belastungskollektiv benötigt, das die Häufigkeitsverteilung der das Bauteil belastenden Kräfte sowie die Maximalkraft mit ihrer Erwartungswahrscheinlichkeit angibt. Die große Bedeutung der Maximalbelastung für die Bauteilbemessung ist daran erkennbar, daß eine Änderung der Gesamtbelastungshäufigkeit um 100% den gleichen Einfluß auf die Nutzungsdauer hat wie eine Änderung der Maximallast um 10% [6]. Die Materialspannungen in den Ausrüstungselementen der Haltungstechnik sind auf folgende Einflußfaktoren zurückzuführen [7]:

- Belastung infolge Eigenspannung (z. B. durch die Montage)
- Belastungen durch die Tiere

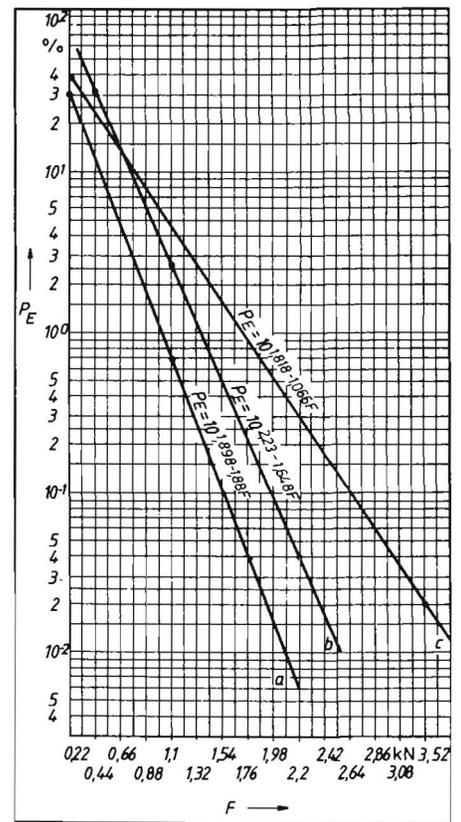
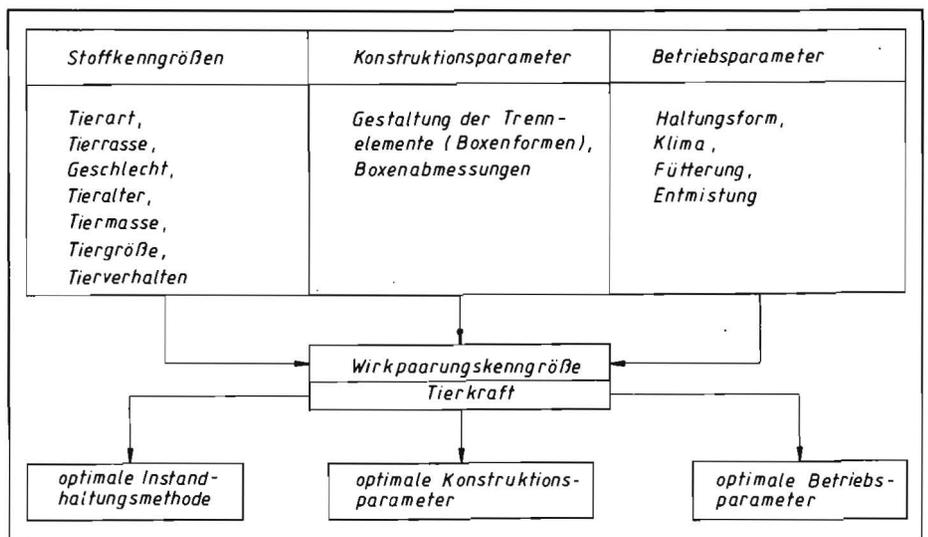


Bild 1. Verteilungsfunktionen der relativen Belastungshäufigkeiten (Regressionsgeraden) an seitlichen Tierstandbegrenzungen (kombinierte Freß-Liege-Box); a elastisch gestaltet (Rahmen mit Gurtband), gedämpft gelagert, b elastisch gestaltet (Rahmen mit Drahtverspannung), ungedämpft gelagert, c starr (Kastenprofilkonstruktion), ungedämpft gelagert

Bild 2. Einflußgrößen auf die Wirkpaarungskenngröße Tierkraft [8]



- Belastungen durch die Ver- und Entsorgung. Die Tierkräfte haben hierbei eine vorrangige Bedeutung (Bild 2). Durch eine stoßartige Beanspruchung können die in einem Bauteil hervorgerufenen Spannungen infolge aufzunehmender kinetischer Energie ein mehrfaches derjenigen Spannungen betragen, die bei ruhend aufge-

brachter Masse hervorgerufen werden [9]. Für die Bauteildimensionierung ist neben der Lastanstiegsgeschwindigkeit der Verlauf der ersten Schwingungsamplitude interessant. Im allgemeinen interessiert bei Schwingbeanspruchung nur der stationäre Zustand, da die Eigenschwingungen infolge Dämpfung abklingen und die statische Gleichgewichtslage bei genügend großer Dämpfung schnell

erreicht wird. Die äußeren Kräfte, die auf das System der Standausrüstung einwirken, sind stochastischer Natur. Deshalb sind eine andauernde periodische Erregung des Systems durch Tierkräfte und damit Resonanzfälle ausgeschlossen. Für die stoßartige Belastung der Standausrüstungen sind nach diesen Untersuchungen nur die Einschwingvorgänge zu betrachten (Bild 3).

Die Einrichtungen zum Halten landwirtschaftlicher Nutztiere sind eine künstliche Umwelt, die geschaffen wurde, um technologische Prozesse, die zur Ausschöpfung des genetischen Leistungspotentials der Tiere erforderlich sind, optimal zu nutzen. Als Grundsatz zur Entwicklung von Standausrüstungen muß gelten, die natürlichen Bewegungsabläufe der Tiere nur so weit einzuschränken, wie es technisch-technologisch notwendig ist. Dadurch können die Belastungshäufigkeit und Belastungsgröße verringert werden. Die Ursachen für die Belastung der Standausrüstung durch Tierkräfte liegen in den der technologisch erforderlichen Verhaltenssteuerung entgegengesetzten gerichteten Tierreaktionen [4]. Jede Konstruktion von Standausrüstungen stellt einen Kompromiß in bezug auf Tierverhalten und Möglichkeiten der technischen Aufwendungen dar. Daraus leitet sich die Aufgabe des Konstrukteurs ab, Standausrüstungen zu entwickeln, die sich in bestimmten Grenzen dem Tier anpassen. Da die maximalen Belastungsspitzen im Material der Standausrüstung aus dynamischen und Stoßbelastungen herrühren, können durch die elastische Gestaltung des Gesamtsystems, die gelenkige Lagerung der einzelnen Baugruppen und den Einbau von Dämpfungselementen und Energiespeichern die Reaktionskräfte der Tiere erheblich verringert werden. Die Standausrüstung sollte so konstruiert sein, daß die einzelnen Baugruppen bei Belastung auslenken können und die kinetische Energie in eine andere Energieform umgewandelt wird. Für die Auslenkung eines Bauelements bestehen folgende Beziehungen:

Im Zeitpunkt der größten Durchfederung ist die Geschwindigkeit Null, und die kinetische Energie wird durch die von der Federkraft geleistete Arbeit in potentielle Energie umgewandelt [9]:

$$E_{\text{kin}} = m \frac{v^2}{2}$$

$$W = F \frac{\Delta x}{2} = c \frac{\Delta x^2}{2}$$

$$\Delta x = v \sqrt{\frac{m}{c}}$$

$$F = v \sqrt{mc}$$

Wird der Impuls $m \cdot v = \text{konstant}$ betrachtet, d. h., die maximale Stoßkraft ist unabhängig von Stoßweg und Stoßzeit, wird die aufgebrachte Kraft um so kleiner, je weicher die Feder ist.

Aus bisherigen Untersuchungen zum Tierverhalten und bei durchgeführten Belastungsmessungen zeigte sich, daß die Tiere beim normalen Ablauf innerhalb ihres technologisch festgelegten Bewegungsraums die Berührung mit der Standausrüstung meiden. Die Standausrüstung wird unter diesen Bedingungen von den Tieren nur zu Pflegemaßnahmen sowie beim Abliegen und Aufstehen berührt. Die maximalen Belastungsspitzen im Material der Tierstandbegrenzung resultieren deshalb aus gegenseitiger Tierbe-

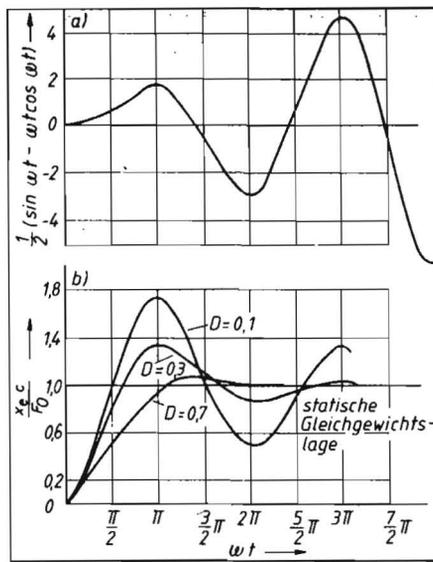


Bild 3. Einschwingvorgänge:
a) bei stoßartig aufgebracht konstanter Kraft, b) bei Stoßbelastung und unterschiedlicher Dämpfung D

einflussung, dem Spieltrieb der Tiere oder Streßsituationen. Ausgehend vom Tierverhalten besteht die Annahme, daß die vom Tier erzeugbare maximale Stoßkraft bei elastischen Elementen infolge der Reaktion der Tiere geringer ist. Um die gleiche maximale Stoßkraft zu erreichen, ist bei kleiner Federkonstante ein längerer Weg zurückzulegen als bei einem Belastungssystem mit großer Federkonstante. Für dieses Beispiel müßte bei dem System mit kleiner Federkonstante die Stoßgeschwindigkeit erhöht werden. Da jedoch vom Tier der Impuls ausgelöst wird, ist eine Erhöhung der Geschwindigkeit ausgeschlossen. Um wieviel größer die Beanspruchung des Materials an der Einspannstelle infolge Stoßwirkung gegenüber der ruhend aufgebrachten Gewichtskraft ist, wird durch den dynamischen Beiwert charakterisiert [9]:

$$F = v' m g$$

Der dynamische Beiwert ist um so kleiner, je größer die gestoßene Masse und je weicher die Federung sind. Aufgrund der Materialökonomie ist eine Masseerhöhung der Standausrüstungselemente nicht zu vertreten, so daß bei dieser Betrachtungsweise nur die weiche Federung der Ausrüstungselemente Zielsetzung sein kann [10]. Eine Masseerhöhung ist nur in dem Fall zu vertreten, wenn durch Materialsubstitution billigere Werkstoffe zum Einsatz gelangen.

Für die Gestaltung der Wirkpaarung Tier-Ausrüstungselemente bei der belastungsgerechten Konstruktion von Standausrüstungen sind folgende Parameter zu erfüllen:

- Die Standausrüstung muß sich als schwingungsfähiges System erweisen. Dadurch geht ein großer Teil der Stoßenergie in kinetische Energie über.
- Die Standausrüstung muß auftretende Stoßbelastungen dämpfen. Dies bewirkt eine schnelle Amplitudenabnahme, und die Bewegungsenergie geht in Formänderungsarbeit bzw. in Wärme (bei Reibpaarungen) über.

Eine theoretische Behandlung der Wirkpaarung Tier-Standausrüstung ist vollständig nicht möglich, weil das Tierverhalten mathe-

matisch nicht erfassbar ist. Des Weiteren ist für die Stoßwirkpaarung die Stoßzahl zwischen Tierkörper und Standausrüstung nicht bestimmbar. Für die belastungsgerechte Konstruktion von Standausrüstungen ist es deshalb erforderlich, experimentelle Untersuchungen durchzuführen.

Zu den grundlegenden Entwicklungstendenzen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts gehört der Übergang zu neuen Wirkprinzipien für die Veränderung von Arbeitsgegenständen, die mit qualitativ höheren Leistungsparametern verbunden sind. Das führt nicht nur zu einer Intensivierung der Bearbeitungsvorgänge, sondern zu Veränderungen in der gesamten Produktionstechnologie. Zugleich ist die Einführung neuer technologischer Wirkprinzipien mit grundlegenden Veränderungen der Arbeitsmittel und in vielen Fällen auch der Arbeitsgegenstände verbunden.

Zur Verbesserung der Ökonomie insgesamt bei der Gestaltung von Standausrüstungen ist dieser Aspekt in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Ein weiteres grundlegendes Merkmal moderner Produktionsprozesse ist die Kontinuität des Produktionsablaufs. Die Realisierung kontinuierlicher technologischer Produktionsprozesse ist eine der wichtigsten Richtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts. Sie erfordern ein komplettes, genau aufeinander abgestimmtes Zusammenwirken der einzelnen Elemente des Produktionsprozesses und eine rationelle Koordinierung der Stoff-, Energie- und Informationsflüsse im Gesamtsystem. Das Primat bei der Entwicklung von Standausrüstungen hat aber immer die Erfüllung der an sie gestellten technologischen Anforderungen.

Standausrüstungen müssen aufgrund der technologischen Anforderungen in unterschiedlichen Höhenbereichen bestimmte Funktionen erfüllen. Entsprechend der Konstruktion und der daraus resultierenden Wirkpaarung Tier-Ausrüstungselement entstehen in den einzelnen Belastungsebenen unterschiedliche Belastungsgrößen (Tafel 1). An den gegenwärtig produzierten Standausrüstungen sind die auftretenden Belastungen (mechanisch, chemisch) besonders in der Fußbodenebene am größten. Durch Funktionsverlagerung konnte am Beispiel der aufgelagerten Liegeboxentrennbügel für die Milchviehhaltung dieser kritische Bereich entlastet werden. So wurde z. B. die Funktion „Erhalten der Raumstabilität“ in eine weniger korrosionsgefährdete Ebene gelegt. Der Einflußfaktor hat damit ebenfalls seine besondere Wirkung auf die Begrenzung der Nutzungsdauer der Standausrüstung verloren. Durch Verlagerung der Drehpunkte im Halsfangrahmen aus dem unteren Bereich in Höhe der Buggelenke der Tiere werden vorher aufgetretene Biegemomente im Rahmen zum größten Teil in Zugkräfte umgewandelt. Die Verlagerung des Abkettrohres der Grabnerkette in Richtung Kotgang ermöglicht die Wandlung von horizontalen zu vertikalen Kraftrichtungen (Bild 4).

In Tafel 2 sind vor allem die Kriterien zusammengestellt, die aus der Wechselwirkung Tier-Standausrüstung einen Einfluß auf das Gesamtsystem ausüben. Der allgemeingültige Charakter der aufgestellten Kriterien zur Entwicklung von Standausrüstungen wird noch dadurch bekräftigt, daß die gleichen Effekte auch bei anderen Nutztierarten erreichbar sind.

Tafel 1. Systematisierung der Belastungsebenen der Standausrüstung

Belastungsebenen	Funktions-elemente	Funktion	Belastungsart	Ursachen
	einbetoniert bzw. mit Schraubverbindung auf dem Fußboden befestigt: - Gittersäulen - Freßgittersäulen - Stützen der Standausrüstungen	- Erhalten der Raumstabilität - Aufnahme der Ausrüstung	mechanisch: - Biege- und Torsionsmomente - Zug und Druck	Tierbelastung: - Aufstehen und Abliegen - Rangkämpfe, Drängen, Stoßen Bewirtschaftung: - Ver- und Entsorgung - Tierbehandlung
			Korrosion	Tierbelastung: - Kot, Harn Bewirtschaftung: - Reinigungs- und Desinfektionsmittel
Fußbodenbereich	lose Auflagerung: - Standsäulen mit Fußplatten - Betonriegel - Betonadapter	- Aufnahme der Ausrüstung - Abgrenzung des Liegebereichs - bei Stoßbelastung Dämpfung der Spannungsamplituden	Übertragung von Reibkräften zwischen Stütz- bzw. Betonelement und Fußboden	Standausrüstung kann in gewissen Grenzen auslenken
Mitte	- seitliche Tierstandbegrenzung - Freßgitter - Festlegeeinrichtung (Halsfangrahmen, Grabnerkette) - Trennriegel - Holme	- Tierleiterichtung - Abgrenzung des Standplatzes - Festlegen der Tiere - bei loser Auflagerung Sicherung der Raumstabilität	- Biege- und Torsionsmomente - Zug- und Druckkräfte - Haftreibung bei Klemmelementen	- Betreten des Standes durch die Tiere - Nahrungsaufnahme - Festlegen und Lösen der Tiere - Tierbehandlung
oben	- Nackenriegel - Querrohr (Grabnerkette) - Öffnungs- und Schließmechanismus (Halsfangrahmen) - Führungsschienen	- Verhinderung des Übersteigens - Aufnahme der Festlegeeinrichtung - Aufnahme von Milch- und Wasserleitung - bei loser Auflagerung Sicherung der Raumstabilität	- Biege- und Torsionsmomente - Zug- und Druckkräfte	- Nahrungsaufnahme - Aufstehen und Abliegen - Tierbehandlung

Tafel 2. Kriterien zum Entwerfen materialsparender Standausrüstungen

Kriterium	Ausführung	erreichbare Effekte
tieregerechte Gestaltung	Einhalten der Funktionsmaße (z. B. richtige Lagen des Nackenriegels, lichte Weite des Standplatzes)	geringe Belastung der Standausrüstung
Vermeiden von Kräften, die Momente erzeugen	Einbau von Gelenken (z. B. Halsfangrahmen)	Zugbeanspruchung, dadurch geringe Dimensionierung möglich
Wandlung von horizontalen zu vertikalen Krafrichtungen	Verlagerung der Kräfteleitungs-punkte (Kettenzugrichtung am Abkettrohr der Grabnerkette muß zwischen vorderer und hinterer Auflage der Stützkonstruktion liegen)	Erhöhung der Standsicherheit
Formleichtbau	Anordnung von Einzelelementen einer Baugruppe zu raumstabilen Einheiten (z. B. Einbringen von Sicken in Trenngitterelemente aus Rundstahl)	trotz Materialeinsparung wird erforderliches Widerstandsmoment garantiert
Elastizität des Gesamtsystems	Auslenkbarkeit der Baugruppen	Verringerung der Materialspannungsspitzen bei dynamischen Belastungen
Dämpfung der Materialspannungsamplituden	Ausnutzung der Werkstoffdämpfung, entsprechende Gestaltung der Wirkpaarungen Tier-Standausrüstung und Standausrüstung-Fußboden (z. B. Reibung zwischen Standausrüstung und Fußboden)	Umwandlung der kinetischen Energie in Wärme bzw. in Formänderungsarbeit
Entflechtung der Gewerke Bau und Ausrüstung	Auflagerung der Standausrüstung auf dem Fußboden	Verlagerung gefährdeter Querschnitte aus aggressivem Bereich, Erhöhung der Nutzungsdauer, Verbesserung der Montage und Demontage
Funktionsverlagerung	Nacken- und Trennriegel übernehmen in Verbindung mit der seitlichen Begrenzung die Stabilisierung der Standausrüstung	Funktion „Erhalten der Raumstabilität“ wird in eine weniger belastete Ebene gelegt
Stahlsubstitution	Einsatz von Betonelementen	korrosionsschutzgerechte Gestaltung, Erhöhung der Massenträgheit an stoßbelasteten Bereichen der Standausrüstung

So konnte bereits in Praxisversuchen nachgewiesen werden, daß z. B. bei der Sauenhaltung in der Abferkelbuch 044 durch Änderung des Funktionsprinzips des Sauenbügels (vorher nach oben aufklappbar, im Vorschlag seitlich aufklappbar) eine Verbesserung der Fixierung der Sauen beim Ein- und Ausstellen erreichbar ist. Mit dieser Veränderung war es gleichzeitig möglich, die Vor-

derwand im Ferkelbereich auf Seitenwandhöhe zu reduzieren. In den Versuchen konnte der Nachweis erbracht werden, daß durch die elastische Gestaltung der Vorderwand sowie durch die Änderung des Funktionsprinzips des Sauenbügels die Verbindungsstellen der Anschlußwand geringer belastet wurden (s. a. Bild 4). Da Zugbelastungen günstiger von einer flä-

chigen Konstruktion übertragen werden können als Biegebelastungen, wurde für die Mastrinderhaltung in Gruppenbuchten die seitliche Abgitterung in Form eines Gitterwerks aus Rundstahl gefertigt. Die Gitterelemente wurden in zwei Varianten mit den größeren Abmessungen 1000 mm x 2675 mm und 1300 mm x 2675 mm hergestellt. Für die senkrechten Stäbe wurde Rundstahl

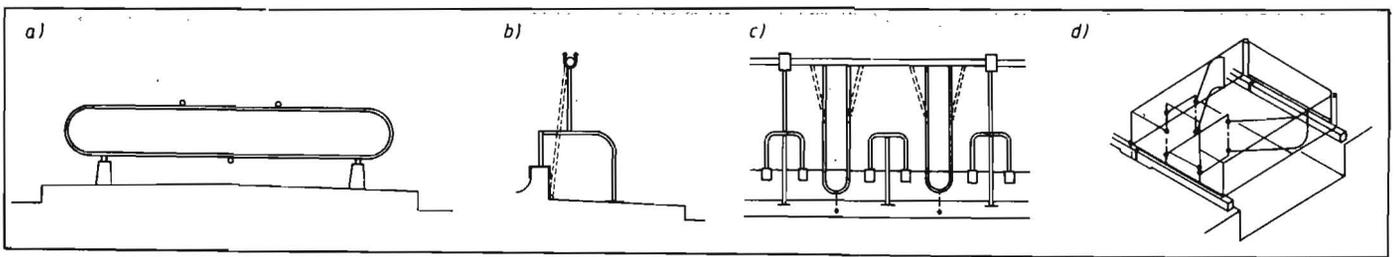


Bild 4. Anwendungsmöglichkeiten der materialsparenden Gestaltung von Standausrüstungen;

a) Liegeboxentrennbügel

Konstruktionsmaßnahmen: Einsatz von Betonadaptern, lose Auflagerung auf dem Fußboden, 4 bis 6 Liegeboxentrennbügel werden mit Hilfe von Nacken- und Trennriegel zu einer Sektion zusammengefaßt, Auslenkbarkeit der Sektion in horizontaler Ebene ± 50 cm

erreichte Effekte: Verringerung der durch dynamische Belastungen hervorgerufenen Maximalspannungen, Verbesserung des aktiven Korrosionsschutzes, Einsparung von Stahl und Zement, aufwandreduzierte Montage und Demontage bei Neubau und Rekonstruktion, Rekonstruktionsmaßnahmen bei laufender Produktion möglich, Erhöhung der Nutzungsdauer

b) Grabnerkette

Konstruktionsmaßnahmen: Verlagerung des Abkettrohres in Richtung Kotgang, Auflagerung der vorderen Stützen auf der Krippenwulst (Aufnahmeelement mit Hilfe von Dübelschrauben befestigt), hintere Stütze lose aufgelagert

erreichte Effekte: Erhöhung der Standsicherheit durch Verlagerung des Abkettrohres bzw. des Öffnungs- und Schließmechanismus, Wandlung von horizontalen zu vertikalen Kräfterichtungen, Reduzierung des Montageaufwands bei Neubau und Rekonstruktion, Verringerung des Stahleinsatzes, Verbesserung des aktiven Korrosionsschutzes

c) Halsfangrahmen

Konstruktionsmaßnahmen: Verlagerung des Öffnungs- und Schließmechanismus in Richtung Kotgang, Einbau von Gelenken im Halsrahmen, Auflagerung der vorderen

Stützen auf der Krippenwulst (Aufnahmeelement mit Hilfe von Dübelschrauben befestigt), hintere Stütze lose aufgelagert

erreichte Effekte:

s. Grabnerkette

d) Abferkelbucht 044

Konstruktionsmaßnahmen: Auflagerung des Spaltenbodens auf Betonriegel, Sauenbügel horizontal aufklappbar, Vorderwand im Ferkelbereich auf Seitenwandhöhe reduziert

erreichte Effekte: bessere Fixierung der Sauen beim Ein- und Ausstellen, Verbesserung des aktiven Korrosionsschutzes durch Verlagerung gefährdeter Querschnitte aus aggressivem Bereich, Arbeits erleichterung beim Öffnen des Sauenbügels, durch Elastizität der Vorderwand günstige Kräfteinleitung in die Anschlußwand

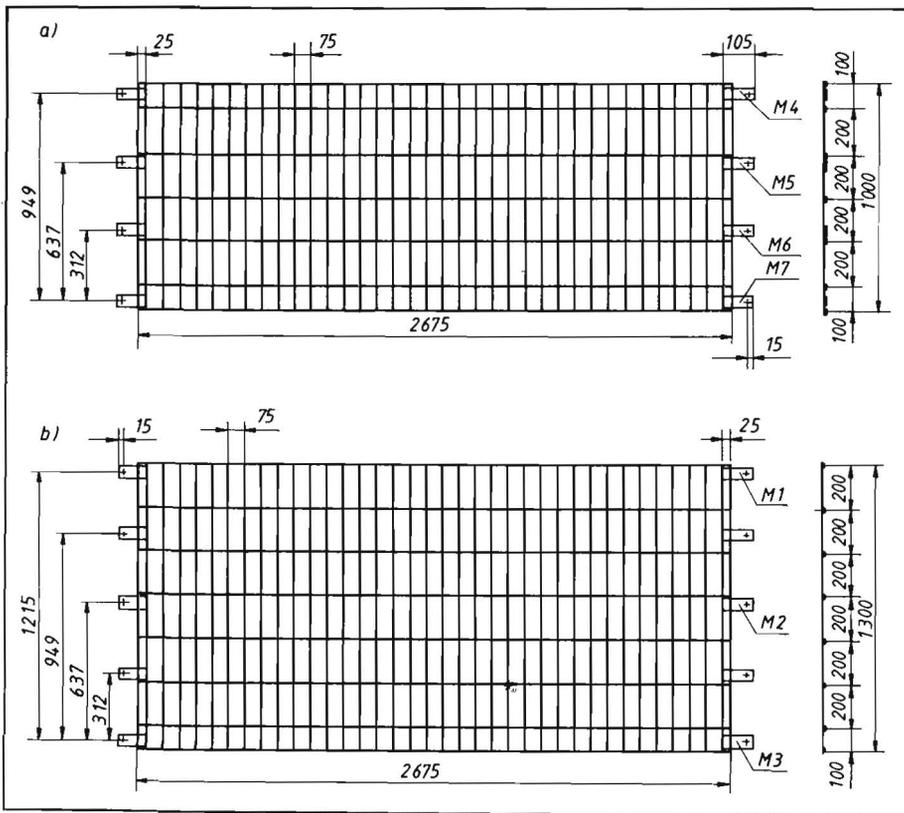
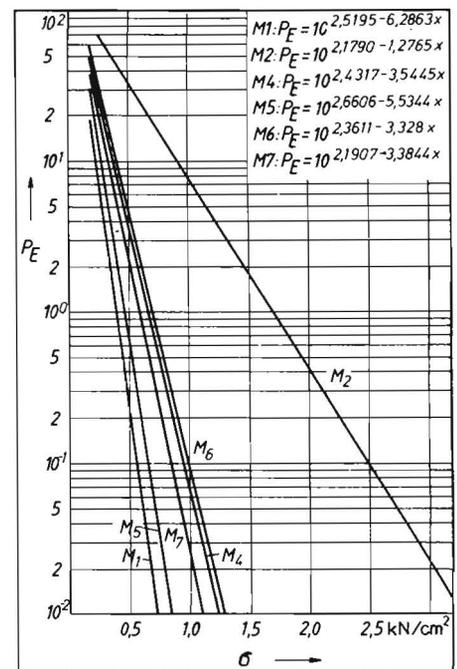


Bild 5. Abgitterung; a) Variante I, b) Variante II

Bild 6. Verteilungsfunktionen der relativen Belastungshäufigkeiten



(Durchmesser 8 mm) eingesetzt. Die waagerechten Zugstäbe bestehen ebenfalls aus Rundstahl (Durchmesser 12 mm). Um den zu erwartenden höheren Belastungen im unteren Bereich sowie den auftretenden Belastungen durch das Aufspringen der Tiere im oberen Bereich der Abgitterung entgegenzuwirken, wurde hier ein Abstand der horizontal verlaufenden Zugstäbe von 100 mm gewählt. Im mittleren Bereich der Abgitterung beträgt der Abstand der Zugstäbe 200 mm. Entsprechend den Tierkörperabmessungen wurde der Abstand der senkrechten Stäbe auf 75 mm festgelegt. Die Befestigung der Abgitterungen erfolgte an den vorhandenen Laschen der Gittersäulen.

Der Stahleinsatz beträgt für die Variante I 36,08 kg und für die Variante II 43,89 kg (Bild 5). Da über den Einsatz von Abgitterungen aus Rundstahl noch keine auswertbaren Erkenntnisse im Bereich der Mastrinderhaltung vorlagen, war es erforderlich, die Reaktionskräfte resultierend aus den Tierkräften zu ermitteln.

Die Verteilungsfunktionen der relativen Belastungshäufigkeiten an den Meßstellen M1 bis M7 sind im Bild 6 dargestellt. Die größten flächenbezogenen Gewichtskräfte traten an der Meßstelle M2 (1000 mm über Oberkante Fußboden) mit der zu erwartenden Belastungsspitze von 3,3 kN/cm² auf. Ausgehend von den Abmessungen der Meßwertaufneh-

mer (Flachstahl 40 mm x 5 mm) entspricht dies einer Zugkraft an der Säule von 6,6 kN. Im oberen Bereich waren die Belastungen geringer als erwartet.

Die Tastversuche zum Einsatz von flexiblen Abgitterungen für die Mastrinderhaltung zeigten positive Ergebnisse. In Fortführung der Versuche wurde für die horizontalen Zugstäbe Rundstahl (Durchmesser 10 mm) verwendet. Der zweite Zugstab im unteren Bereich wurde im Abstand von 100 mm angeordnet. Alle weiteren Zugstäbe befinden sich im Bereich der Befestigungslaschen (Bild 7). Mit einer Masse von 25,8 kg Stahl für Variante III und 31,3 kg für Variante IV beträgt der Materialeinsatz gegenüber der

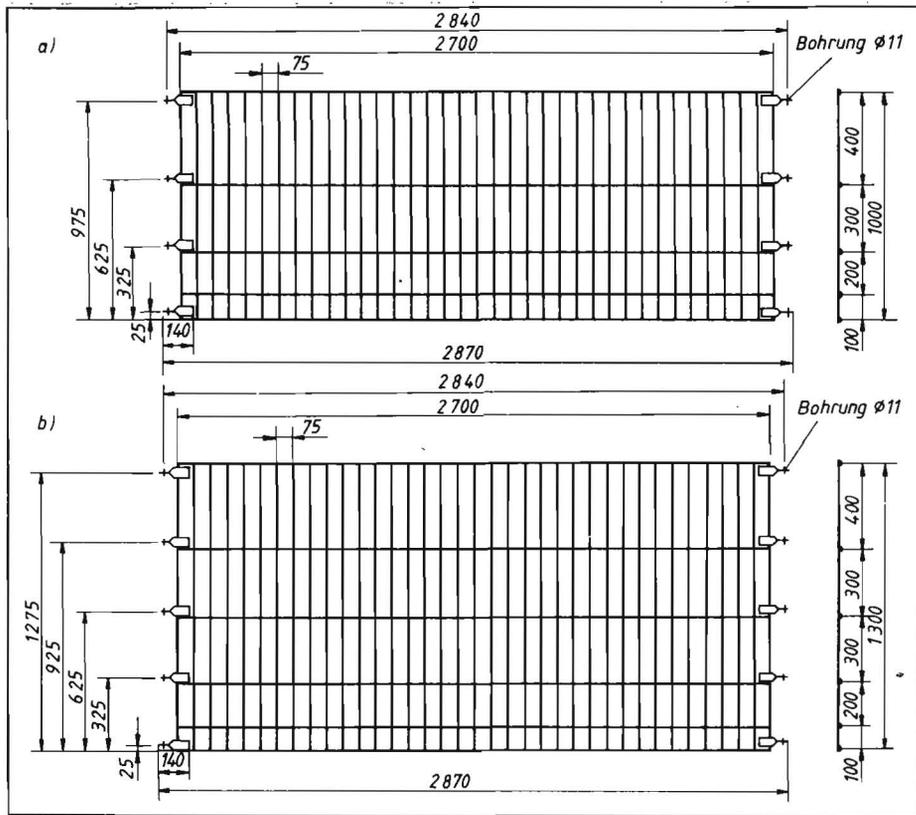


Bild 7. Abgitterung; a) Variante III, b) Variante IV

gegenwärtig eingesetzten Holmabgitterung (Masse 47,5 kg) nur 54 % bzw. 66 %. Weitere Vorteile der flexiblen Abgitterung sind die Fertigungs- und Korrosionsschutzgerechtigkeit. Die Abgitterung wurde auf Schweißautomaten gefertigt, die im Bauwesen für die Herstellung von Bewehrungsmatten für Be-

tonplatten im Einsatz sind. Durch das Widerstandspunktschweißen ist gewährleistet, daß die Rundstähle optimal miteinander verbunden sind und damit eingeleitete Kräfte über das gesamte Abgitterungselement verteilt werden können.

Weiterentwicklung mobiler Futterverteilterchnik

Dozent Dr.-Ing. M. Prinz, KDT/Prof. Dr. sc. agr. R. Werner, KDT/Dr. agr. H. Gröning

Einleitung

Mit dem L433 [1] wird vom VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen der Landwirtschaft der DDR ein Grobfutterverteiler zur Verfügung gestellt, das den grundlegenden Anforderungen entspricht. Im Vergleich zu bisherigen Verteilern wird Grüngut bis zu einer Halmgröße von 600 mm ausgetragen, die Anforderungen zur Austragemenge und zur Arbeitsqualität werden bei hoher Zuverlässigkeit erfüllt [2]. Eine massekontrollierte Futterverteilung und Fernverstellung der Austragemenge ist gegenwärtig nicht realisiert.

Anforderungen an die weiterzuentwickelnde mobile Futterverteilterchnik

Auf der Grundlage zweier Leistungsverträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg mit dem VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen (VEB Wissenschaftliches Zentrum Ferdinandshof) und mit dem Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben wird in enger Kooperation seit dem Jahr 1986 an der Weiterentwicklung des Antriebssystems, des Stegkettenförderers und des Austrageförderers einschließlich ihrer Antriebsgestaltung gearbei-

tet. Unter den Bedingungen einer automatisierten bzw. teilautomatisierten, massekontrollierten und in das Produktions-, Kontroll- und Steuersystem eingeordneten mobilen Futterverteilung besteht die Zielstellung darin, Wirkelemente vorzuschlagen und zu begründen, die sich gegenüber dem L433 besonders durch folgende Kriterien auszeichnen [3]:

- höhere Verfügbarkeit, geringerer Verschleiß
- günstigeres Masse-Leistung-Verhältnis
- geringere spezifische Masse
- geringerer Energiebedarf
- besserer Korrosionsschutz
- Senkung des Fertigungsaufwands (automatisierte Fertigung) und höherer Standardisierungsgrad
- geringerer Bedienungs- und Wartungsaufwand
- Eignung für alle Futtermittel und -strukturen entsprechend den agrotechnischen Forderungen (ATF).

Voraussetzungen dafür sind:

- technisch-technologische Prozeßanalyse
- Schadensanalyse an den Hauptbaugruppen im Einsatz befindlicher Futterverteiler
- Analyse der Wirkpaarungen Futterstock-

Diese entwickelten flexiblen Abgitterungen befinden sich seit 1988 in der Erprobung.

Literatur

- [1] Schreck, W.: Korrosionsschäden an Standausrüstungen in Tierproduktionsanlagen und deren Vermeidung. agrartechnik, Berlin 30(1980)9, S. 392-393.
- [2] Schiffl, E.: Rekonstruktion von Gebäuden und Anlagen der Tierproduktion. Bauzeitung, Berlin 33(1979)2, S. 92-93.
- [3] Scharmentke, S.: Weiterentwicklung - Standausrüstung Rinderhaltung. VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen, Betriebsteil Ferdinandshof, Studie 1982.
- [4] Krone, R.: Experimentelle Ermittlung der Belastungswerte für die Standausrüstung in Milchproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 27(1977)11, S. 488-490.
- [5] Runge, U.: Weiterentwicklung der Haltungstechnik in Rinderanlagen. VEB Ausrüstungskombinat für Rinderanlagen Nauen, Betriebsteil Ferdinandshof, Forschungsbericht 1977.
- [6] Schütz, W.: Über eine Beziehung zwischen der Lebensdauer bei konstanter zur Lebensdauer bei veränderlicher Beanspruchungsamplitude und ihre Anwendbarkeit auf die Bemessung von Flugzeugbauteilen. Technische Hochschule München, Dissertation 1965.
- [7] Venzlaff, F.: Bestimmung der Betriebsbelastung an Tierplatzausrüstungen für die Gruppenhaltung von Absatzkälbern. agrartechnik, Berlin 28(1978)3, S. 127-130.
- [8] Füll, C.; Ehlert, D.; Freitag, B.: Bedeutung von Stoff- und Wirkpaarungskenngrößen im Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß. agrartechnik, Berlin 24(1974)9, S. 441-444.
- [9] Autorenkollektiv: Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch. Berlin: Verlag Wilhelm Ernst & Sohn 1955.
- [10] Rössel, D.: Materialökonomische Konstruktion von Standausrüstungen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe, Rostock 28(1979)1, S. 17-24. A 5715

Trag-/Förderelement, Futterstock-Fräselement, Fräselement/Futter-Austragorgan und Austragorgan-Futterkrippe

- Analyse des Antriebssystems
- genaue Kenntnis des Kräfte- und Drehmomentenverlaufs sowie des Energiebedarfs in Abhängigkeit von Konstruktions-, Betriebs- und Stoffparametern.

Versuchsstand

Zur Erfüllung o. g. Zielstellungen wurde an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg ein Versuchsstand [4] entwickelt und gebaut, mit dem das Gesamtsystem des Futterverteilers in seiner Komplexität untersucht werden kann (Bild 1). An allen Hauptbaugruppen des Versuchsstands befinden sich Meßstellen zur Bestimmung der Drehzahlen und Drehmomente. Hinsichtlich des Antriebs der Arbeitsorgane sind 2 Varianten möglich:

- Alle Arbeitsorgane des Versuchsstands werden gemeinsam durch den Hauptantriebssatz angetrieben.
 - Die Arbeitsorgane Stegkettenförderer, Fräsrollen, Austrageförderer werden einzeln angetrieben.
- Diese Lösung erlaubt es, die Arbeitsorgane getrennt nach ihren Betriebs- und