

Untersuchungen zur minimalen Befestigung und Einordnung von losen aufgelagerten Standausrüstungen für Milchvieh

Dipl.-Ing. W. Garske, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

1. Problemstellung

Der Neubau von industriemäßigen Anlagen der Tierproduktion ist in dem bisher erfolgten Umfang nicht mehr vertretbar.

Gegenwärtig und in Zukunft sind die bereits bestehenden Anlagen der Tierproduktion zu rekonstruieren und zu rationalisieren.

Für die Rekonstruktion und Rationalisierung muß die Entwicklung komplexer wiederverwendungsfähiger Mechanisierungslösungen [1] im Vordergrund stehen. Dabei wird es volkswirtschaftlich notwendig, durch belastungsgerechte Gestaltung der Standausrüstung Material und Energie einzusparen. So sind Materialeinsparungen vorwiegend durch wissenschaftlich-technische Leistungen zu erbringen [2].

Bei neu zu entwickelnden Standausrüstungen nach dem Parterrehaltungssystem [3] unter Beachtung der optimalen Verbindung zwischen Bau und Ausrüstung [4] sind u. a. folgende Probleme zu beachten:

- Funktionssicherheit
- Fertigungsgerechtigkeit
- Montage- und Demontagegerechtigkeit
- Instandhaltungsgerechtigkeit.

Unter anderem besteht die Forderung der maschinentechnischen Einordnung der neu zu entwickelnden Standausrüstungen in bestehende Anlagen. Hinsichtlich der anderen Teilsysteme, wie z. B. Entmistung, Fütterung, Klimatisierung und Haltung, sind in Zusammenhang mit der Befestigung der lose aufgelagerten Standausrüstung die daraus entstehenden Probleme zu klären.

2. Stand der Erkenntnisse

Die in den vergangenen Jahren errichteten industriemäßigen Milchviehanlagen (MVA) in der DDR weisen ein Tier-Freßplatz-Verhältnis

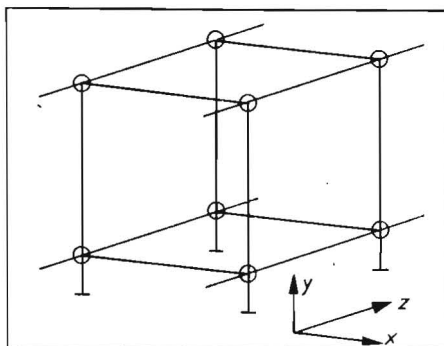


Bild 1: Starres raumstabilen System

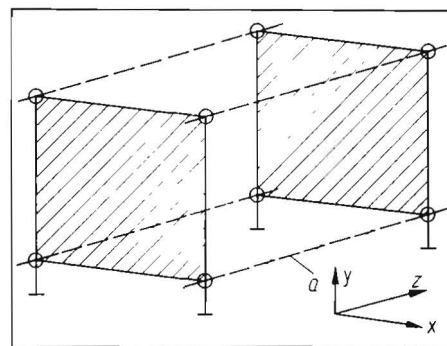


Bild 2: Flächenstabile Elemente räumlich verspannt; a Zug- oder Druckelemente

(TFV) von 1:1 bis 3:1 auf. Vorhandene kombinierte Freß-Liege-Boxen werden aufgrund der eingesetzten, nicht voll funktionsfähigen Oberflur-Entmistungssysteme und der daraus resultierenden hohen Tierverschmutzungen von den Landwirtschaftstechnologen z. Z. abgelehnt [5]. Da in industriemäßigen MVA Unterflur-Entmistungssysteme mit hohem Bauaufwand zum Einsatz kommen, ist in der nächsten Zeit zu entscheiden, ob bei freier Laufstallhaltung mit einem TFV von 2:1 bis 3:1 Oberflur-, Unterflur-Entmistungssysteme oder Unterflur-Entmistungssysteme mit flachen Kanälen aus landwirtschaftlich-technologischer Sicht zur Anwendung kommen. Untersuchungen zur Verbesserung der Oberflur-Entmistung (Faltschieberanlage) werden durchgeführt [6, 7]. So muß z. B. bei Anwendung der Oberflur-Entmistung und Einstreuhaltung die Trennbügelgestaltung überprüft werden.

Dieses und die anderen Teilsysteme sind Einflußfaktoren, die bei der Entwicklung und Einordnung neuer komplexer Mechanisierungslösungen beachtet werden müssen.

Ausgehend von normgerechten Angebotsprojekten (AP) [8] wurden bisher Standraumbegrenzungen für Rinder von verschiedenen Autoren [9, 10, 11] untersucht. Diese Untersuchungen beziehen sich vorwiegend auf Materialminimierung bzw. -optimierung des eingesetzten Stahls. In MVA mit 1930 Tierplätzen sind z. B. für die Liegeflächentrennbügel rd. 3000 Einsetzverbindungen bauseitig vorzubereiten und nach Montage zu schließen. Durch lose Auflagerung der Liegeflächentrennbügel entfallen diese Einsetzverbindungen (Einspannung im Beton). Bei konstruktiv elastischer Gestaltung und mit Hilfe von Dämpfungselementen [11] wird ein Teil der Reaktionskräfte gemindert. Der andere Teil der Reaktionskräfte muß über Befestigungselemente in den Baukörper abgeleitet werden.

Konstruktionsverbindungen zwischen dem Betonfußboden und der landtechnischen Ausrüstung über Kontaktplatten [4] sind noch nicht ausreichend untersucht. Hier stehen vor allem Fragen der Festigkeit der Verbindungen, Probleme des Korrosionsschutzes sowie die unterschiedlichen Toleranznormen des Bauwesens und des Maschinenbaus, die einer Klärung

bedürfen. Bei den Liegeflächentrennbügeln [8] treten unmittelbar über der Einspannstelle im Beton verstärkte Korrosionsschäden auf [12]. Die Wiederverwendung der Standausrüstung ist teilweise und mit erhöhtem Aufwand bei Demontage, Aufarbeitung und Montage möglich.

Andererseits werden Rahmenkonstruktionen in [13] vorgeschlagen, die aber aufgrund des intensiven Materialeinsatzes abgelehnt werden müssen. Ausgehend von [14], werden in [11] und [15] konstruktiv elastisch gestaltete und lose aufgelagerte raumstabile Standausrüstungen dargestellt. Für die Befestigung dieser Standausrüstung [15] können u. a. folgende technisch-ökonomische Anforderungen [16] hinsichtlich der Verbindung zwischen Bau und Ausrüstung formuliert werden:

- Die Vorfertigung der Ausrüstung beim Hersteller muß möglich sein.
- Die Herstellung der Verbindung darf keine Korrosionsschutzmaßnahmen unwirksam machen bzw. Korrosion provozieren.
- Die Herstellung der Verbindung soll die Trennung von Ausbaufertigung und Ausrüstungsmontage ermöglichen.
- Die Verbindung soll die Anwendung von Ausbaufertigteilen möglich machen.
- Die Trennung von Bau und Ausrüstung muß eine Verlängerung der Grenznutzungsdauer der Standausrüstung ermöglichen.

Durch elastische Gestaltung und gedämpfte Lagerung ist eine Reduzierung der maximalen Belastungsspitzen in den Standausrüstungen prinzipiell möglich [17]. Durch die Änderung der Wirkpaarung Tier-Standausrüstung kann der z. Z. relativ hohe Materialeinsatz verringert werden.

3. Theoretisch-technische Probleme

Die zu untersuchenden Standausrüstungen für Milchvieh können in starre und elastische raumstabile Systeme unterschieden werden. In einem starren raumstabilen System (Bild 1) sind alle Verbindungsstellen und Kraftüberleitungspunkte verschweißt und/oder verschraubt. Es werden Zug- und Druckkräfte sowie Biegemomente übertragen. Die Verbindung zum planen oder wenig profilierten Betonfußboden wird über Reibpaarung oder

DDR-WP Nr. 223626, Int. Kl. E04H; Anmeldetag 1. Sept. 1980.

- [3] Autorenkollektiv: Taschenbuch Maschinenbau, Bd. 1, Grundlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1965.
- [4] Runge, U.: Belastungsgerechte Gestaltung standardisierter Standausrüstungen der Rinderhaltung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1980 (unveröffentlicht).
- [5] Krone, R.: Untersuchung der Belastung an der Standausrüstung für Kühe. TU Dresden, Dissertation 1979 (unveröffentlicht).
- [6] Nowitzki, W.: Meßtechnische Erfassung von Tierkräften an Standraumbegrenzungselementen des AP 1930. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1980 (unveröffentlicht).
- [7] Wetzels, K.: Untersuchungen zur elastischen Gestaltung von Standausrüstungen für Milchvieh. agrartechnik 30 (1980) H. 9, S. 398—402.
- [8] Rössel, D.: Probleme der material- und energieökonomischen Konstruktion von Standausrüstungen. agrartechnik 29 (1979) H. 11, S. 503—505.
- [9] Siedel, K.: Beitrag zur Optimierung der Verbindungen Bau—Ausrüstung, dargestellt am Beispiel der Errichtung und Nutzung von Tierproduktionsanlagen. TU Dresden, Dissertation 1975 (unveröffentlicht). A 3027

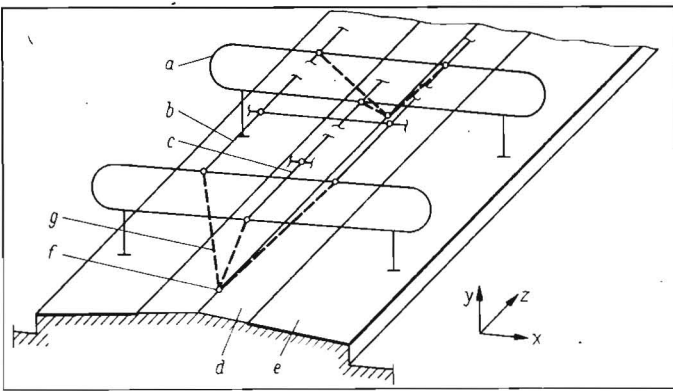


Bild 3. Aufbau des Versuchsstandes mit der Befestigung am Fußboden; a Doppelliegeflächentrennbügel, b Nackenriegel, c Trennriegel, d Betonfußboden, e Gummimatte, f Befestigung am Fußboden, g Zugelemente

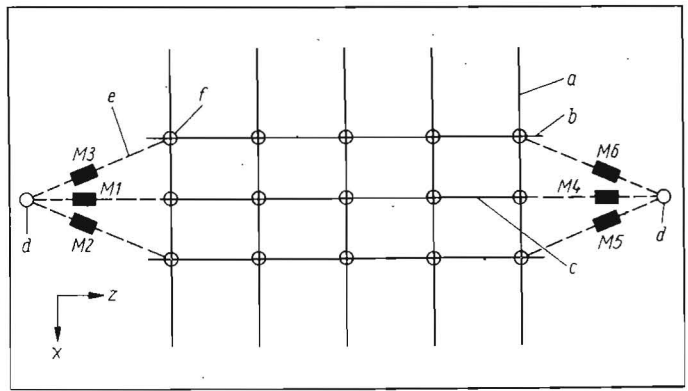


Bild 5. Anordnung der Meßstellen (M) am Versuchsstand; a Doppelliegeflächentrennbügel, b Nackenriegel, c Trennriegel, d Befestigung am Fußboden, e Befestigungselemente, f Schraub-Klemmverbindung

Steckverbindungen realisiert. Im elastisch raumstabilen System ist im vorliegenden Fall (Bild 2) die x-y-Ebene starr ausgebildet. In Anlehnung an die Basisvariante der 1930er-MVA können das z. B. Liegeflächentrennbügel sein, wobei diese nicht in die Fußbodenplatte eingespannt, sondern lose aufgelagert und mit Hilfe von Zug- oder Druckelementen räumlich stabil gehalten werden, so daß die Reaktionskräfte über die Verspannungselemente (Befestigung) in das Bauwerk abgeleitet werden.

Aus den Tierkräften können folgende Kraftrichtungen und deren Wirkung auf das Tierstandbegrenzungssystem abgeleitet werden:

- Kräfte in x-Richtung (Verschieben der Standausrüstung quer zum Aufstallungssystem)
- Kräfte in y-Richtung (Ausheben der Standausrüstung)
- Kräfte in z-Richtung (Verschieben der Standausrüstung längs zum Aufstallungssystem).

Das örtliche Festlegen der lose aufgelagerten und elastisch gestalteten Standausrüstung kann u. a. nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen werden:

- Vergrößerung der Normalkraft und damit Vergrößerung der Reibkraft zwischen Standausrüstung und Fußboden (Eigenmasseerhöhung, z. B. Rohre mit Sand oder Beton füllen, Anbringen von Zusatzmassen, z. B. Betonfertigteilen)
- Aufbringen von zusätzlich eingeleiteten Kräften durch Befestigung (Verspannung

— Vorspannung) zur Erhöhung der Reibkraft zwischen Standausrüstung und Fußboden

- entsprechende Profilierung des funktionstechnischen Innenausbaus (Betonschwellen, Liegeflächenadapter).

Ausgehend vom rheologischen Modell für die Stoßwirkpaarung Tier-Standausrüstungselemente sind in [18] die physikalischen Effekte, bezogen auf die Standausrüstung, dargestellt.

4. Versuchsdurchführung

4.1. Aufbau des Versuchsstandes und Kalibrierung

Der Versuchsstand besteht aus 5 Doppelliegeflächentrennbügeln (Bild 3). Die Liegeflächentrennbügel sind aus den z. Z. verwendeten und unter Einhaltung der in [8] vorgegebenen Funktionsmaße aufgebaut. Die Befestigung (Bilder 4 und 5) erfolgt jeweils an beiden Seiten des Versuchsstandes, an den Nackenriegeln und am Trennriegel. Anschlußpunkt für die Befestigung am Versuchsstand ist der Verbindungspunkt zwischen Nacken- bzw. Trennriegel und Liegeflächentrennbügel (Bild 4). Über eine Ankerplatte werden die Reaktionskräfte von der Standausrüstung in den Fußboden abgeleitet (Bild 6). In den Befestigungseinrichtungen ist je ein Zugkraftmeßwertaufnehmer eingebaut. Die Anordnung der Meßstellen ist im Bild 5 dargestellt.

Die Meßgerätereihe besteht aus Dehnmeßstreifen, Meßkabel, HLW-Meßgerät, Bereichs-

wähler und Lichtstrahloszillograph. Die Aufzeichnung der Meßsignale erfolgt auf Registrierpapier UF-67.

Die aufgezeichneten Meßsignale werden klassiert und dienen zur Ermittlung der Belastungskollektive der Belastungsspitzen für die jeweilige Befestigung. Die Kalibrierung der Meßstellen wurde einzeln mit Hilfe eines Zugkraftmessers (Kraftmeßbügel) von 0 N bis 2,25 kN in Schritten von 0,25 kN für Belastung und Entlastung durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte über die gesamte Meßkette und wurde während der Versuchsdurchführung wiederholt. Der relative Gesamtfehler der Meßeinrichtung beträgt $\pm 6,8\%$ [19].

4.2. Einordnung des Versuchsstandes

Der Versuchsstand wurde in einer 1930er-MVA in einer Produktionssektion im Doppelliegebereich montiert. Die Montage erfolgte zwischen zwei Betonstützen der Gebäudekonstruktion im 6-m-Raster. Unmittelbar neben den Betonstützen befinden sich die Befestigungspunkte für die Verspannung.

In der Sektion, in der der Versuchsstand (Bild 7) eingebaut ist, werden frischmelkende Kühe eingestallt. Die durchschnittliche Lebendmasse der Tiere betrug 530 kg. Alle 12 Stunden, d. h. nach jedem Melken, wechseln aufgrund der Umtreibetechnologie zwei Gruppen ständig die betreffende Gruppenbuch. So wird die Versuchseinrichtung durch verschiedene Tiergruppen belegt und belastet. Ebenso

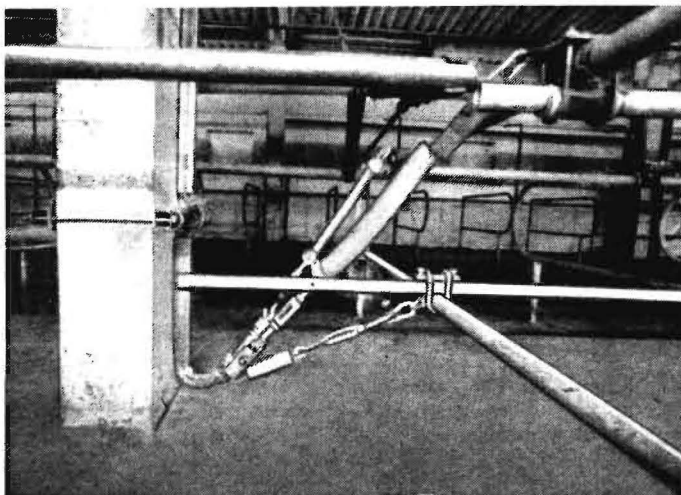
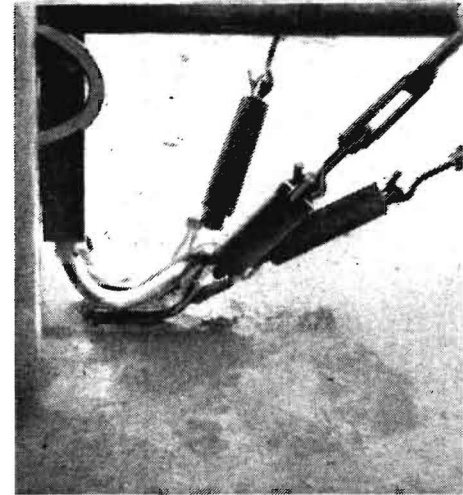


Bild 4. Befestigungseinrichtung an Nacken- und Trennriegel und am Fußboden

Bild 6. Befestigung (Ankerplatte) am Fußboden und Anordnung der Meßstellen M 1 bis 3



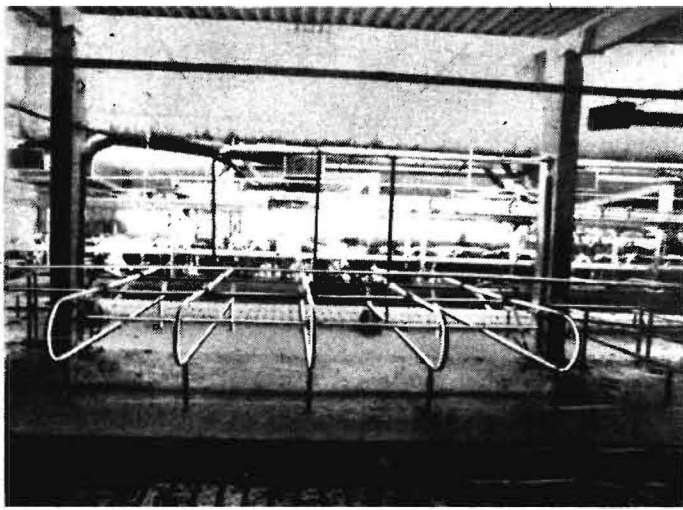


Bild 7. Einordnung des Versuchsstandes in der Produktionssektion (Doppelliegebereich)

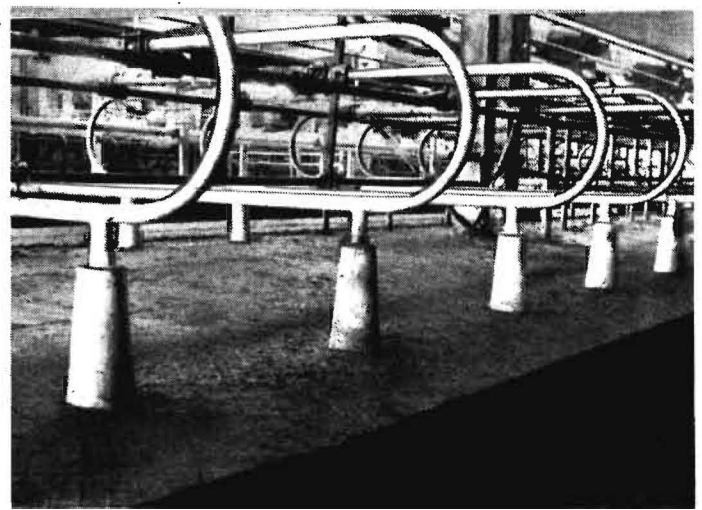


Bild 8. Betonelemente (Adapter) zur Aufnahme der raumstabilen und verspannten Standausrüstung

Tafel 1. Versuchsprogramm

Variante	Wirkpaarung hintere Abstützung — Liegefläche	Befestigung	Verbindung Trennriegel — Nackenriegel	Vorspannung (Haltekräfte) in der Befestigung kN	Versuchsdauer d
V 1	Aufstandplatte auf Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	gedämpft gelagert	1,0 ± 0,1	15
V 2	Aufstandplatte unter Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	gedämpft gelagert	1,0 ± 0,1	6
V 3	Aufstandplatte unter Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	gedämpft gelagert	0,2	7
V 4	Aufstandplatte auf Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	gedämpft gelagert	0,2	5
V 5	Betonelement (Betonadapter) auf Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	gedämpft gelagert	1,0 ± 0,1	2
V 6	Betonelement auf Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	ungedämpft gelagert	1,0 ± 0,1	3
V 7	Betonelement auf Gummimatte	Trenn- und Nackenriegel	ungedämpft gelagert	0,2	3
V 8	Aufstandplatte auf Gummimatte	Nacken- und Trennriegel	ungedämpft gelagert	0,2	3
V 9	Aufstandplatte auf Gummimatte	Trennriegel	gedämpft gelagert	0,2	6
V 10	Aufstandplatte auf Gummimatte	Trennriegel	ungedämpft gelagert	0,2	3

werden im betreffenden Bereich veterinärtechnische und veterinärmedizinische Arbeiten vom Anlagenpersonal durchgeführt.

4.3. Versuchsprogramm

Zur Ermittlung von Belastungskollektiven in der Befestigung werden die Varianten V 1 bis V 10 (Tafel 1) untersucht. Da die Belastungen an Standausrüstungen einem stochastischen Prozeß unterliegen, erfolgt die Meßwertaufnahme über den gesamten Versuchszeitraum (d. h. n × 24 h) ohne Unterbrechung.

Zu untersuchende Einflußgrößen auf die Reaktionskräfte in der Befestigung sind u. a.:

- Lagerung der Aufstandplatte an der senkrechten Stütze des Liegeflächentrennbügels auf oder unter der Gummimatte
- Ersatz der senkrechten hinteren Stütze durch ein Betonelement (Adapter, Bild 8) [20]
- Befestigung an Nacken- und Trennriegel oder nur am Trennriegel [19]
- Verbindung von Liegeflächentrennbügel und Nackenriegel, ungedämpft oder gedämpft gelagert [17]
- hohe oder geringe Vorspannung in der Befestigungseinrichtung [19].

5. Versuchsauswertung

5.1. Aufbereitung der Meßergebnisse

Für die Auswertung der Meßschriebe wurde die Extremwertzählung als einparametrische Methode verwendet. Zum Klassieren ist ein Auswertetisch mit Klassiergerät KLA 1 benutzt worden. Nach erster Auswertung der Meßschriebe konnte die Klassenbreite mit 0,2 kN festgelegt werden.

Der Mittelwert \bar{x} und die Streuung x_{σ} werden nach folgenden Beziehungen berechnet:

$$\bar{x} = \frac{\sum H x}{\sum H} \quad (1)$$

$$x_{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{\sum H (x - \bar{x})^2}{\sum H}} \quad (2)$$

Über die Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz (relative Summenhäufigkeit) erfolgt der Nachweis, welche Verteilungsart einer Grundgesamtheit vorliegt.

Nach [9] lassen sich die Erwartungswahrscheinlichkeiten von Betriebsbelastungen an Standausrüstungen in Rinderanlagen nach

einer Exponentialfunktion berechnen. Die Kenntnis der Belastungsfunktion ist Voraussetzung für die Berechnung der zu erwartenden Maximalbelastung an der Ausrüstung. Zum Vergleich der Belastungskollektive der Belastungsspitzen wird aus der Grundgesamtheit jeder Verteilung mit Hilfe der Regressionsgeraden die Verteilungsfunktion ermittelt. Die Regressionsgeraden (Erwartungswahrscheinlichkeiten) wurden nach folgenden Beziehungen ermittelt:

$$lgy = \alpha + \beta x \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{\sum lgh}{k} - \beta \frac{\sum x}{k} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{k \sum x lgh - \sum x \sum lgh}{k \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5)$$

Die Erwartungswahrscheinlichkeit P_E läßt sich dann berechnen nach der Beziehung

$$P_E = 10^{\alpha + \beta F}; \quad (6)$$

α, β Regressionskoeffizienten.

5.2. Darstellung der Ergebnisse

Aus Bild 9 ist am Beispiel der Variante V 1, Meßstelle M 1 (Trennriegelbefestigung), zu entnehmen, daß die Reaktionskräfte nicht normal verteilt sind (Mischverteilungen). Diese Ergebnisse bestätigen die Aussagen, die in [9] getroffen werden.

Es ist daher günstiger, die Erwartungswahrscheinlichkeit der Maximalbelastungen auch in der hier vorgenommenen Untersuchung über eine Exponentialfunktion [Gl. (6)] zu berechnen.

Die Verteilungsfunktion der relativen Belastungshäufigkeiten der Varianten V 1 bis V 10 sind am Beispiel der Meßstelle M 1 im Bild 10 dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die jeweiligen Einflußfaktoren unterschiedliche Auswirkungen auf die Reaktionskräfte in der Befestigung der Standausrüstung haben. Die Reaktionskräfte in der Befestigung am Trennriegel sind größer als die am Nackenriegel. Bei einer Erwartungswahrscheinlichkeit $P_E = 0,001$ ist in der Befestigung (Trennriegel) mit einer maximalen Belastung von 2,9 bis 3,8 kN zu rechnen. Die in der Nackenriegelbefestigung maximal auftretenden Kräfte liegen bei rd. 2,0 kN. Bei der Variante V 9 (Tafel 1) sind ein-

mälig auftretende Belastungsspitzen bei 3,1 kN und bei 3,2 kN meßtechnisch ermittelt worden [19].

5.3. Vergleich der Einflußgrößen und der Reaktionskräfte in der Befestigung

Zur Auswertung und zum Vergleich der Versuchsergebnisse wurden die Varianten am Beispiel der Meßstelle M1 herangezogen, d. h., es wurden immer 2 Varianten verglichen, bei denen nur eine Einflußgröße zur Wirkung kam. In Tafel 2 ist der Vergleich der Versuchsergebnisse hinsichtlich der Reaktionskräfte in der Befestigung dargestellt. Untersucht wurden u. a.:

- Einfluß der Lagerung der Aufstandplatte auf und unter Gummimatte
- Einfluß des Betonelements und der Aufstandplatte
- Einfluß der Befestigung an Nacken- und Trennriegel sowie nur am Trennriegel
- Einfluß von hoher und geringer Vorspannung in der Befestigung
- Einfluß der gedämpften und ungedämpften Lagerung zwischen Nackenriegel und Trennbügel.

Aus Tafel 2 ist zu entnehmen, daß durch Lagerung des Stützelements unter der Gummimatte und bei hoher Vorspannung die geringsten Reaktionskräfte in der Befestigung auftreten (Vergleich V1—V2). Bei Verwendung eines Betonelements als Stützelement für die raumstabile Einrichtung weist die Variante 5 (Vergleich V1—V5) die geringsten Reaktionskräfte auf. Mit einer hohen Vorspannung in der Befestigung werden bei ungedämpfter Lagerung (Vergleich V6—V7) und bei gedämpfter Lagerung (Vergleich V2—V3) die Reaktionskräfte verringert.

Durch gedämpfte Lagerung und geringe Vorspannung sind geringere Reaktionskräfte (Vergleich V9—V10) zu erwarten.

Anhand der hier gezeigten Untersuchungen ist erkennbar, daß die hohe Vorspannung zur Verminderung der Reaktionskräfte in der Befestigung führt. Dadurch wird aber die gedämpfte Lagerung nicht wirksam (Vergleich V5—V6). Um also die Vorteile der elastisch gestalteten und gedämpft gelagerten Standausrüstung zu nutzen, ist es erforderlich, bei der weiteren Betrachtung von einer geringen Vorspannung in der Befestigung auszugehen. Die geringe Vorspannung wirkt sich auch günstiger auf den Spannungsverlauf an den Einzelelementen aus [17].

Zur Verringerung der Reaktionskräfte innerhalb des raumstabilen Systems und zur Verringerung der Reaktionskräfte in der Befestigung konnten die entscheidenden Einflußgrößen herausgearbeitet werden.

Es ist günstig, die Standausrüstung folgendermaßen zu gestalten:

- Lagerung des Stützelements unter Gummimatte
- Verwendung eines Betonadapters als Stützelement (wobei die Gummimatte den Adapter umschließt)
- Befestigung und damit örtliche Festlegung des Gesamtsystems am Trennriegel
- geringe Vorspannung in der Befestigung
- gedämpfte Lagerung zwischen Nackenriegel und Trennbügel.

6. Schlußfolgerungen und weiterführende Untersuchungen

Es wurde der Nachweis erbracht, daß lose aufgelagerte, konstruktiv elastisch gestaltete und verspannte Standausrüstungen prinzipiell einsetzbar sind. Bei der weiteren Bearbeitung

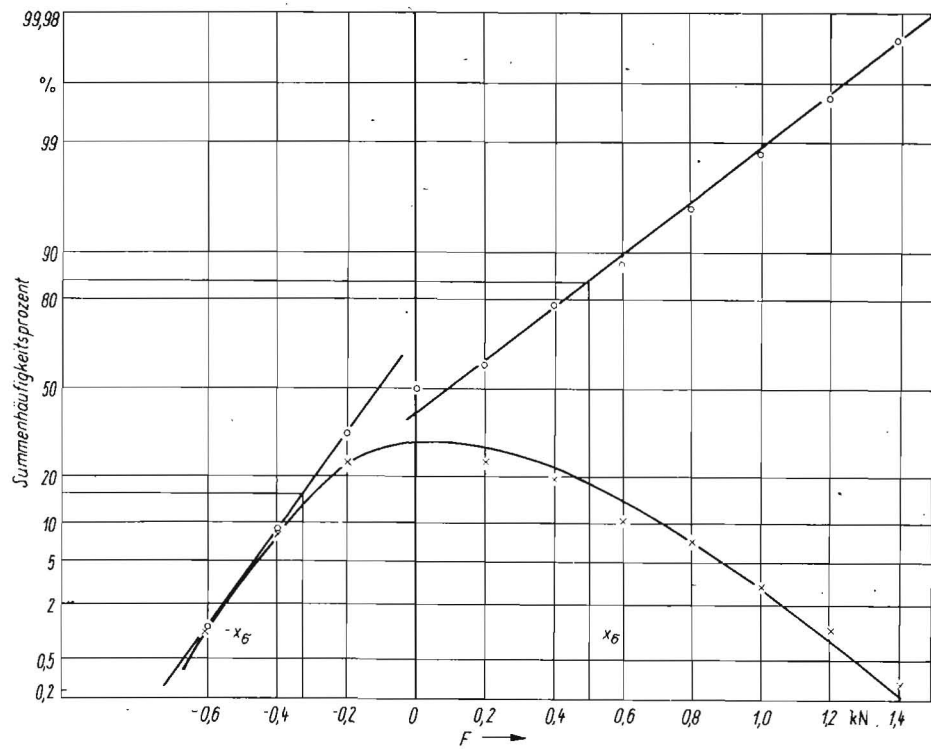


Bild 9. Relative Häufigkeit und relative Häufigkeitssumme der ermittelten Extremwerte an der Meßstelle M1 für die Variante V1; o Summenhäufigkeit, x Wahrscheinlichkeitspunkte der ermittelten Extremwerte

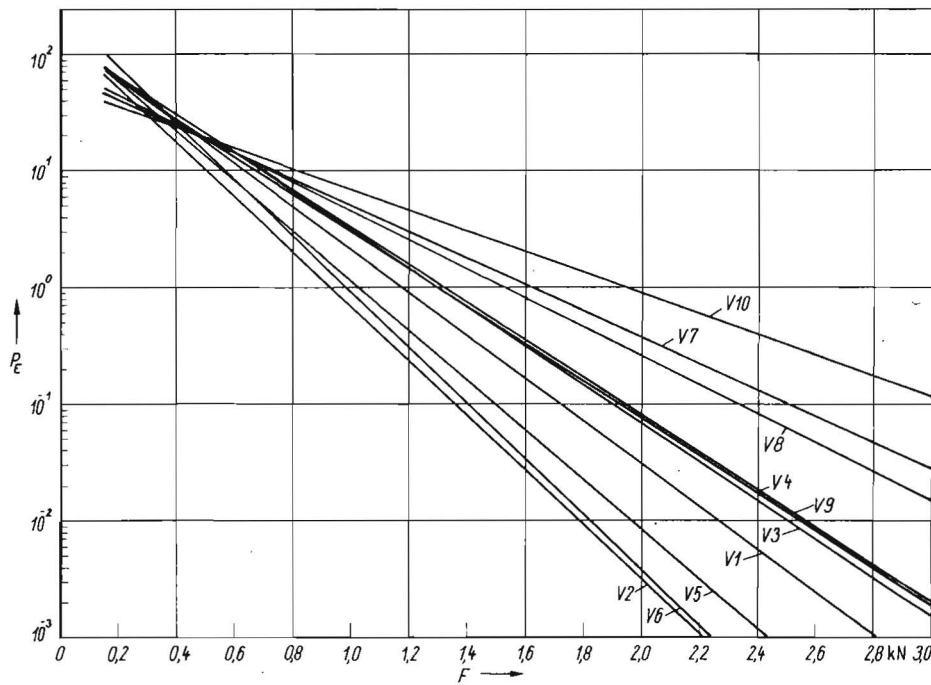


Bild 10. Verteilungsfunktion der relativen Belastungshäufigkeiten (Regressionsgeraden; Meßstelle M1, Varianten V1 bis V10)

des Themas werden die Ergebnisse aus dem Doppelliegebereich auf den Wandliegebereich übertragen. Die bei den Untersuchungen (rd. 9 Monate) gewonnenen Ergebnisse sind zu festigen und durch Langzeitversuche über mindestens zwei Jahre zu bestätigen.

7. Zusammenfassung

Durch meßtechnische und praktische Untersuchungen in einer 1930er-MVA wurde der Nachweis erbracht, daß durch lose Auflagerung, konstruktiv elastische Gestaltung und

Verspannung die Reaktionskräfte an der Standausrüstung vermindert werden. Diese Lösungen bieten eine Reihe von Vorteilen, die vor allem bei Rekonstruktions- und Rationalisierungsmaßnahmen vorhandener Anlagen der Rinderproduktion, aber auch für Neubauten nutzbar sind.

Weiterhin ermöglichen diese Lösungen eine Trennung zwischen Bau und Ausrüstung. Die korrosionsgefährdeten Stellen an der Ausrüstung (Trennbügel) unmittelbar über den Einspannstellen sind somit nicht mehr vorhan-

Tafel 2. Vergleich der Einflußgrößen bei unterschiedlichen Bedingungen (Meßstelle M 1)

Einflußgrößen	Bedingungen	Vergleich der maximal zu erwartenden Kräfte in der Befestigung bei $P_E = 0,001$	
Lagerung	geringe Vorspannung	V 3 (3,2 kN)	V 4 (3,1 kN)
	hohe Vorspannung	V 1 (2,8 kN)	V 2 (2,2 kN)
Stützelement	geringe Vorspannung	V 7 (4,5 kN)	V 8 (3,9 kN)
	hohe Vorspannung	V 1 (2,8 kN)	V 5 (2,4 kN)
Befestigung	geringe Vorspannung	V 8 (3,9 kN)	V 10 (5,8 kN)
	hohe Vorspannung	—	—
Vorspannung	ungedämpfte Verbindung	V 6 (2,2 kN)	V 7 (4,5 kN)
	gedämpfte Verbindung	V 2 (2,2 kN)	V 3 (3,2 kN)
Verbindung	geringe Vorspannung	V 9 (3,2 kN)	V 10 (5,8 kN)
	hohe Vorspannung	V 5 (2,4 kN)	V 6 (2,2 kN)

den. Mit einem entsprechenden Korrosionsschutzmittel versehen, kann die Grenznutzungsdauer der lose aufgelagerten und verspannten Standausrüstung vergrößert werden. Ebenso ist der mehrmalige Einsatz der Ausrüstungselemente nach Aufarbeitung möglich.

Literatur

[1] Wochatz, H.; Wilhelm, W.: Rationalisierung der Vorbereitung und Montage von Ausrüstungen in Tierproduktionsanlagen. *agrartechnik* 31 (1981) H. 2, S. 71—73.

[2] Direktive des X. Parteitag des SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1981—1985. Berlin: Dietz Verlag 1981, S. 24.

[3] Ruhnke, F.: Das „Parterre“-System für die Ausrüstung landwirtschaftlicher Produktionsgebäude. *Dt. Agrartechnik* 16 (1966) H. 7, S. 329—331.

[4] Siedel, K.: Beitrag zur Optimierung der Verbindungen Bau—Ausrüstung, dargestellt am Beispiel der Errichtung und Nutzung von Tierproduktionsanlagen. TU Dresden, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).

[5] Uhmann, F., u. a.: Einfluß der Aufstallungsformen für Milchkühe auf die Reinheit und den Zeitaufwand für die Reinigung des Euters. *agrartechnik* 27 (1977) H. 11, S. 486—488.

[6] Haker, D.: Entwicklung stationär mechanischer Oberflurermittlungseinrichtungen. IH Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1979 (unveröffentlicht).

[7] Schemel, H.: Weiter- bzw. Neuentwicklung technischer Lösungen für die Gülleabfuhrung. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1979 (unveröffentlicht).

[8] TGL 32303/02 Rinderproduktion; Milchproduktion; Funktionsmaße. *Ausg. 7.76.*

[9] Runge, U.: Belastungsgerechte Gestaltung standardisierter Standausrüstungen in Rinderanlagen. IH Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1980 (unveröffentlicht).

[10] Krone, R.: Untersuchungen der Belastungen an der Standausrüstung für Kühe. TU Dresden, Dissertation 1979 (unveröffentlicht).

[11] Wetzel, K.: Optimale materialökonomische Gestaltung von Standausrüstungen für Milchvieh. IH Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1979 (unveröffentlicht).

[12] Schreck, W.: Korrosionsschäden an Standausrüstungen in Tierproduktionsanlagen und deren Vermeidung. *agrartechnik* 30 (1980) H. 9, S. 392—393.

[13] Krüger, D.: Entwicklung eines Parterresystems für die Haltung von Milchvieh am Beispiel der kombinierten Frefliegebox. *agrartechnik* 30 (1980) H. 1, S. 32—34.

[14] Raumstabile Einrichtung mit Gelenken zum Halten landwirtschaftlicher Nutztiere. DDR-WP Nr. 216303, Int. Kl. A 01 k, Anmeldetag: 18. Oktober 1979.

[15] Garske, W.: Einordnung neuer technischer Lösungen in ausgewählte verfahrenstechnologische Haltungsformen. IH Berlin-Wartenberg, Teilforschungsbericht 1979 (unveröffentlicht).

[16] Holz, J.: Ausrüstungslösungen für den materialoptimierten Ausbau. *agrartechnik* 29 (1979) H. 4, S. 157—160.

[17] Wetzel, K.: Materialminimierung bzw. Materialsubstitution von Standausrüstungselementen für Milchvieh mittels Belastungsermittlung. IH Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1980 (unveröffentlicht).

[18] Wetzel, K.: Untersuchungen zur elastischen Gestaltung von Standausrüstungen für Milchvieh. *agrartechnik* 30 (1980) H. 9, S. 398—402.

[19] Garske, W.: Materialminimierte Standausrüstungen für Milchvieh mit minimaler Einspannung und deren Einordnung in technologisch bedingte Stallquerschnitte. IH Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1980 (unveröffentlicht).

[20] Adapter zur Aufnahme raumstabiler Einrichtungen zum Halten landwirtschaftlicher Nutztiere. DDR-WP Nr. 223626, Int. Kl. E 04 H, Anmeldetag: 1. September 1980. A 3026

Physikalisch-mechanische Eigenschaften der Futtermittel für die Rinderproduktion und ihre Auswirkungen auf die Fördereinrichtungen

Dipl.-Ing. H. Neumann, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

Verwendete Formelzeichen

b	m	Gurtbandbreite
b _S	m	nutzbare Gurtbandbreite
F _N	N	Normalkraft
F _R	N	Gleitreibungskraft
F _{R0}	N	Haftreibungskraft
l _H	mm	Häcksellänge
v _G	m/s	Gleitgeschwindigkeit
μ		dynamischer Reibwert
μ ₀		statischer Reibwert
μ ₁		dynamischer Reibwert bei v _G = 1,0 m/s
μ ₂		dynamischer Reibwert bei v _G = 2,0 m/s

1. Problemstellung

In den letzten Jahren hat sich der Einsatz von mobilen und stationären Mechanisierungsmitteln in der Futtermittelproduktion sowie in der Tierproduktion wesentlich erhöht. Für die weitere Mechanisierung und Automatisierung auf diesem Gebiet kommt es von seiten des Konstrukteurs darauf an, die bereits bestehenden technischen Lösungen zu verbessern bzw. neue Lösungen zu erarbeiten. Einen wesentlichen Einfluß auf die Konstruktion und den Einsatz der Mechanisierungsmittel haben die

physikalisch-mechanischen Eigenschaften der zu bearbeitenden bzw. zu transportierenden Stoffe [1]. In den dazu durchgeführten Untersuchungen wird allerdings nur ungenügend auf die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Eigenschaften und die Versuchsbedingungen eingegangen, so daß diese Angaben nicht allgemeingültig sind. So liegt z. B. die Schüttdichte von losem Heu nach [2] in einem Bereich von 100 bis 170 kg/m³ und von gering gepreßtem Heu nach [3] im Bereich von 70 bis 90 kg/m³. Für die Angabe des Schüttwinkels und der Reibwerte landwirtschaftlicher Stoffe sind