

oder in Näherung

$$F \approx c x \quad (6)$$

$$F_{\max} = k_1 v^{1/5}; \quad (7)$$

$$k_1 = f(m_1, m_2, c)$$

v Geschwindigkeit

$F_{\max}$  maximale Stoßkraft.

Die Stoßdauer T läßt sich nach den Gln. (8) und (9) berechnen:

$$T = k_2 \sqrt[5]{v}; \quad (8)$$

$$k_2 = f(m_1, m_2, c)$$

$$T = k_3 x_{\max}/v; \quad (9)$$

$k_3$  Konstante des elastischen Stoßes.

Aus den Gln. (5) bis (8) ist abzuleiten, daß bei kleiner Federkonstante c und konstanter Stoßkraft F eine große Auslenkung als Stoßweg x zurückzulegen ist. Dies führt zu einer vergrößerten Stoßzeit T oder zu einer erhöhten Stoßgeschwindigkeit v. Da das Tier das impulsauflösende Element ist, ist eine Erhöhung der Geschwindigkeit v ausgeschlossen. Entsprechend Bild 6 kann im Gegenteil angenommen werden, daß sich bei größerem Stoßweg x die Geschwindigkeit wesentlich verringert, da die wirkende Masse m (Tiermasse) infolge ihrer Abstützung wesentlich gebremst wird. Ausgehend vom angenommenen rheologischen Modell ergibt sich für die Stoßkraft

$$F \approx c x + \mu x + \nu \dot{x}; \quad (10)$$

$\mu$  Reibwert

$\nu$  Viskosität.

Diese Gleichung läßt erkennen, daß eine Gestaltung der Standausrüstung entsprechend diesem Modell zur maßgeblichen Verminderung der Stoßkraft, der maximalen Kraft, die die Dimensionierung der Standausrüstung vorwiegend bestimmt, führt. Daher müssen in Zukunft die Belastungen durch Tiere stets in Abhängigkeit von Werkstoff, Gestalt und Dimension der Standausrüstungselemente ermittelt werden. Systeme dieser Art, die geringe Stoßbelastungen durch das Tier hervorrufen, sind gegenwärtig in der Entwicklung und Prüfung.

## 5. Zusammenfassung

Ausgehend von einer Analyse der Forschung auf dem Gebiet der Tierkraftmessungen wird ein rheologisches Modell der Stoßkraftwechselwirkung zwischen Tier und Standausrüstungselement vorgestellt. Dabei werden Wege zur Verringerung der die Dimensionierung der Standausrüstung bestimmenden Maximalkräfte gezeigt.

## Literatur

- [1] Honecker, E.: Bericht des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands an

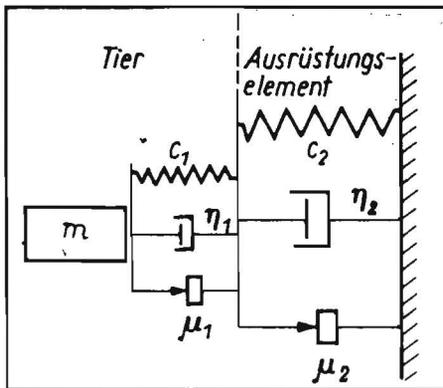


Bild 6. Rheologisches Modell für die Wirkpaarung Tier-Ausrüstungselement; c Federkonstante,  $\eta$  Dämpfungskonstante,  $\mu$  Reibwert

- den IX. Parteitag der SED. Berlin: Dietz-Verlag 1976, S. 62—68.
- [2] Peters, J.-T.: Erarbeitung von Korrosionsschutzmaßnahmen für die 5000er-JRA Lewitz I. Ingenieurhochschule Berlin—Wartenberg. Ingenieurabschlußarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [3] Hansen, F.: Konstruktionsystematik. Berlin: VEB Verlag Technik 1968.
- [4] Schreck, W.: Schwerpunkte der Korrosion und des Korrosionsschutzes der Ausrüstungen in den industriemäßigen Tierproduktionsanlagen. agrartechnik 27 (1977) H. 2, S. 78—81.
- [5] Meyer, R.: Vereinfachte Lösung des produktionstechnischen Ausbaus von Stallgebäuden unter dem Gesichtspunkt einer optimalen Bau- und Montagetechnologie. Vortrag auf einer KDT-Veranstaltung an der Ingenieurhochschule Berlin—Wartenberg 1979 (unveröffentlicht).
- [6] Bremer, H.: Die Durchsetzung des Leichtbaus im konstruktiven Entwicklungsprozeß. Institut für Leichtbau Dresden, IfL-Mitteilungen (1977) H. 1/2, S. 3.
- [7] TGL 24108/01 bis 02 Rinderproduktion; Jung-rinderproduktion; Technologische Parameter. Ausg. 5.76/Funktionsmaße. Ausg. 7.76.
- [8] TGL 32302/01 bis 05 Standausrüstung für Rinder. Ausg. 9.76.
- [9] Freitag, B.: Ermittlung von Konstruktions- und Projektierungsparametern für technische Ausrüstungen zur Haltung wachsender Schweine. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1975 (unveröffentlicht).
- [10] Marquard, H.: Untersuchungen über die den Stallbau bestimmenden Körperabmessungen und die das Stallklima beeinflussenden physiologischen Werte der Kühe. AdL der DDR Berlin, Dissertation 1968 (unveröffentlicht).
- [11] Versbach, M.: Technik und Verfahren der Einzeltierfütterung im Rindviehstall. Wolftratshausen: Verlag Hellmut Neureuter 1970 (KTBL Schriftenreihe „Berichte über Landtechnik“ Nr. 139).

- [12] Rauh, W.: Untersuchung der technischen Lösung für Anbindevorrichtungen in der Rinderhaltung. Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht).
- [13] Metzner, R.; Boxberger, G.: Ermittlung von Kennwerten zur Krippengestaltung für Kühe unter Kurzstandanbindungen. Institut für Landtechnik Weihenstephan 1976.
- [14] Bildt, K.; Eisenreich, M.; Grittner, W.: Ein Beitrag zur Bestimmung der Kräfte von Tränkkälbern an der Vorderwand der Einzelbox und während der Umstellung. agrartechnik 25 (1975) H. 8, S. 392—394.
- [15] Venzlaff, F.: Zur Ermittlung von Betriebsbelastungen an der Vorderwand von Tierplatzaus-rüstungen für die Gruppenhaltung von Absatz-kälbern. agrartechnik 26 (1976) H. 9, S. 442—445.
- [16] Runge, U.: Tierkraftuntersuchungen an ausgewählten Baugruppen der Standausrüstung in Jungrinderanlagen und Verwendung der Ergebnisse zur Optimierung von Materialdimensionen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [17] Runge, U.: Weiterentwicklung der Haltungstechnik in Rinderanlagen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [18] Klenke, D.: Tierkraftmessungen bei ausgewählten Tiergruppen an Freßgittern der Standausrüstung in Jungrinderanlagen und Verwendung der Ergebnisse zur Optimierung von Materialdimensionen in einem Konstruktionsvorschlag. Ingenieurhochschule für Landtechnik Friesack, Ingenieurarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [19] Klose, M.: Verwirklichung der Materialökonomie an Ausrüstungen von Tierproduktionsanlagen. agrartechnik 27 (1977) H. 4, S. 157—159.
- [20] Venzlaff, F.: Bestimmung der Betriebsbelastung an Tierplatzausrüstungen für die Gruppenhaltung von Absatzkälbern. agrartechnik 28 (1978) H. 3, S. 127—130.
- [21] Katalog Konstruktions- und Berechnungsunterlagen des IfL Dresden — Festigkeit E II 6.1, S. 22.
- [22] Krone, R.: Experimentelle Entwicklung der Belastungswerte für die Standausrüstung in Milchproduktionsanlagen. agrartechnik 27 (1977) H. 11, S. 488—490.
- [23] Zeeb, K.: Umwelt und Tierverhalten — ethologische Betrachtungen. Bauen auf dem Lande, Wolftratshausen (1970) H. 11, S. 334. A 2516

# Ermittlung von Parametern für die belastungsgerechte Gestaltung von Standausrüstungen für die Jungrinderhaltung

Dipl.-Ing. U. Runge, KDT

## 1. Problemstellung

Die in den letzten Jahren ständig angewachsene Produktionskapazität und der Übergang zur einstreulosen Laufhaltung in der Jungrinderproduktion erforderten von den Fertigungs-betrieben der Standausrüstungen eine kurzfristige quantitative und qualitative Steigerung

ihrer Produktion, wobei die gefertigte Stückzahl zunächst im Vordergrund stand. Nach der Bildung des VEB Ausrüstungskombinat für Rinderanlagen (AKR) Nauen konnte Entwicklungskapazität für eine funktions- und materialmäßig optimierte Standausrüstung bereitgestellt werden. Über die durchgeführten

Arbeiten und die ersten Ergebnisse wurde bereits in dieser Zeitschrift berichtet [1]. Die Standardisierung von Funktion und Form der gegenwärtig produzierten Standausrüstungen erfolgte im Jahr 1976 [2, 3], so daß die gegenwärtige Aufgabe darin besteht, dem Konstrukteur ausreichende Dimensionierungsunterlagen

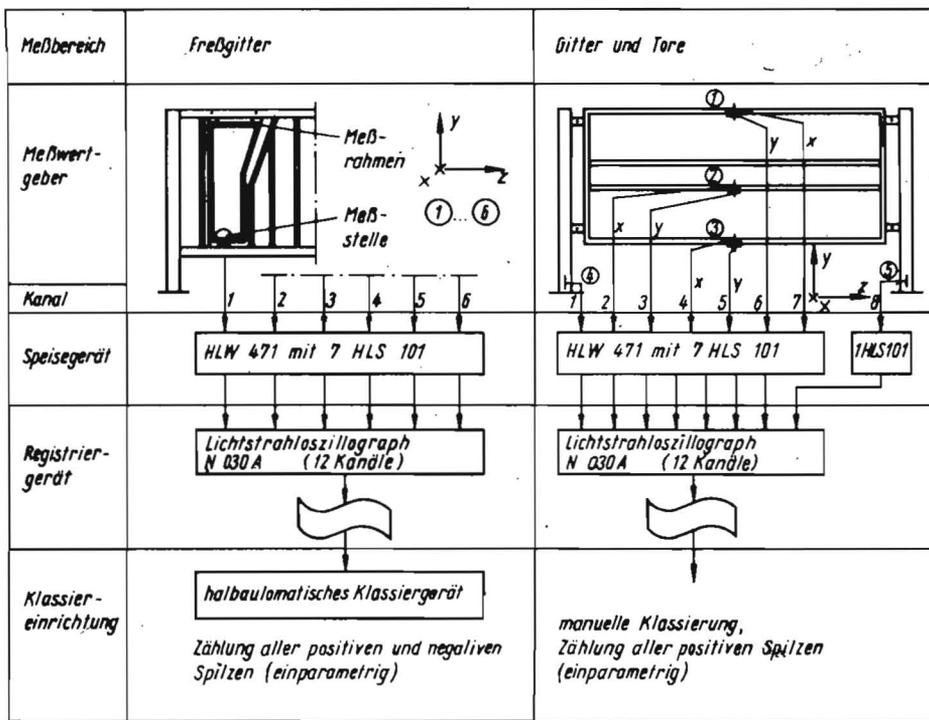


Bild 1. Auswahl und Aufbau der Meßgeräte

zur Verfügung zu stellen. Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit der Ermittlung der Belastungsparameter von Standausrüstungen der Jungrinderhaltung und untersucht ihre Anwendbarkeit für Konstruktionszwecke. Die Bereiche der Kälberhaltung und der Anbindehaltung von Milchvieh untersuchten Venzlaff [4] und Krone [5] entsprechend einer vereinbarten Arbeitsteilung. Weitere offenstehende Probleme werden planmäßig im VEB AKR Nauen gelöst.

## 2. Untersuchungsmethode

Die Tierkräfte können einerseits als Auflagerkräfte und zum anderen über die Spannungen am Bauteil selbst gemessen werden [6].

Belastungsmessungen in Rinderanlagen stellen insofern eine Besonderheit dar, als die Meßgröße sich aus den Reaktionen von Lebewesen ergibt und demzufolge einer Vielzahl von Einflußfaktoren unterliegt, die z. Z. nur näherungsweise bekannt sind. Deshalb wurde als Versuchsort bewußt der Produktionsbereich einer Großanlage gewählt, um bei ausreichender Versuchsdauer möglichst alle umweltbedingten Einflüsse zu registrieren. Zur Ermittlung einer geeigneten Untersuchungsmethode wurden zunächst die Wirkpaarungen Tier—Baugruppe untersucht.

Diese Analyse ergab für den Freßgitterbereich eine eindeutige Aussage über die Lage des Kraftangriffspunktes, die Krafrichtung und über Zeiten verminderter Aktivität. Für die übrige Abgitterung (Gitter und Tore) war eine Bestimmung dieser die Meßmethode beeinflussenden Faktoren nicht möglich.

Aufbauend auf diese Analyse wurde die Art der Meßwertaufnahme unterschiedlich gewählt (Bild 1):

### — Freßgitter

Messung von Auflagerkräften über eine Zeitspanne von  $n \times 120$  min mit einer Meßrahmen-Kraftmeßdosen-Kombination als Geber, wodurch ein Einfluß auf das Tier vollständig ausgeschlossen werden konnte

### — Gitter und Tore

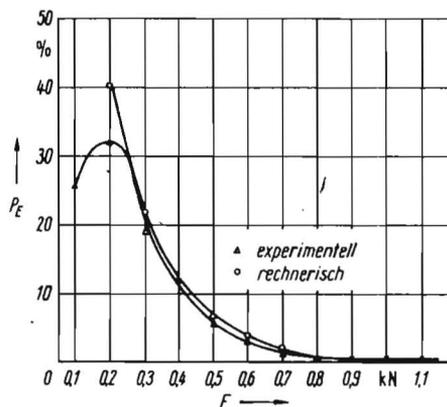


Bild 2. Vergleich eines experimentell und rechnerisch ermittelten Verlaufs der relativen Belastungshäufigkeiten im Haltungsabschnitt JR 3

Ermittlung der Materialspannungen repräsentativer Bauelemente über  $n \times 24$  h mit Halbleiter-Dehnmeßstreifen als Geber.

Bei den Messungen werden Geräte des HLW-Systems eingesetzt, die für den Betrieb mit Halbleiter-Dehnmeßstreifen vorgesehen sind und durch verstärkerlose Arbeit einen besonders hohen Zuverlässigkeitsgrad erreichen. Als Ergebnis der Messungen liegen Belastungskollektive vor, die die Grundlage für eine weitere Bearbeitung sind.

## 3. Durchgeführte Arbeiten

Arbeiten zur Messung von Betriebsbelastungen an Standausrüstungen für Jungrinderanlagen begannen im Jahr 1976 im VEB Ausrüstungskombinat für Rinderanlagen Nauen [7]. In Voruntersuchungen wurden zunächst die Abhängigkeiten der Belastung von der Baugestaltung, von der Fütterungszeit, von Tiermassen und Tiermaßen sowie von mehreren äußeren Reizen, wie Licht-, Schall- und Schmerzreizen, festgestellt.

Nach dem Resultat konnten die Art und die Dauer der Hauptversuche festgelegt werden,

die dann aus ökonomischen Gründen mit der Messung von Kräften am Freßgitter des Haltungsabschnitts JR 3 begannen.

Derzeitig liegen Forschungsberichte über Betriebsbelastungen am Freßgitter sowie an Gittern und Toren der Haltungsabschnitte JR 1 und JR 2 [8, 9] sowie an Gittern und Toren im Haltungsabschnitt JR 3 [10] vor.

## 4. Anwendbare Dimensionierungsmethoden

Die Dimensionierung eines Bauteils bezüglich statischer Festigkeit beruht auf zeitlich unveränderlichen Spannungen in den Querschnitten eines Bauteils, die infolge konstanter äußerer Belastungen entstehen. Wie aus den bisherigen Untersuchungen hervorgeht, haben durch Tiere verursachte Bauteilbelastungen in ihrer Größe und Häufigkeit stochastischen Charakter [7, 10], d. h., es sind z. Z. keine meßbaren Größen erkennbar, von denen Tierkräfte abhängen.

Die Wirkungen stochastisch auftretender äußerer Belastungen sind zeitlich veränderliche Spannungen in den Querschnitten des Bauteils. Diese äußeren Belastungen, auch Belastungskollektive, werden durch Messungen am Bauteil bestimmt. Nur die Kenntnis der Belastungskollektive typischer Baugruppen im betrieblichen Einsatz ermöglicht mit ausreichender Wahrscheinlichkeit die Abschätzung der Maximalbelastung und ist eine Voraussetzung für den Betriebsfestigkeitsnachweis, durch den der Bereich zwischen Dauerfestigkeit und statischer Festigkeit einer Berechnung zugänglich gemacht wird, was wiederum eine vollständige Auslastung des eingesetzten Materials gestattet.

Werden derzeitig in der Praxis eingesetzte Baugruppen nach den gemessenen Spitzenbelastungen statisch nachgerechnet, ist zu erkennen, daß einige der realisierten Querschnitte den Belastungen nicht standhalten. Folglich müssen zwischen der Charakteristik der Belastung, der Struktur der Baugruppe und der zulässigen Materialspannung Zusammenhänge bestehen, die die Wirkung der Spannungsspitzen begrenzen.

Versuche zu diesem Problem werden das Schädigungsverhalten derartiger Spitzenkräfte weiter eingrenzen.

## 5. Ermittlung der Verteilungsfunktionen und Eingrenzung kritischer Bereiche

Zur Erhöhung der erfaßten Erwartungswahrscheinlichkeit  $P_E$  wurden die Klassenhäufigkeiten der gemessenen Belastungen der einzelnen Haltungsgruppen addiert.

Es ergaben sich Summenhäufigkeiten  $\Sigma H$  mit  $n = 13600 \dots 44200$  an den Freßgittern und  $n = 460 \dots 1070$  an Gittern und Toren. Nach Paasch (in [11]) ist damit die Anzahl der Werte ausreichend für eine statistische Bearbeitung. Die relativen Häufigkeiten  $h_i$  im  $P_E$ - $F$ -Diagramm (Bild 2) aufgezeichnet, ergaben für alle Haltungsgruppen einen charakteristischen Verlauf.

Die Kurvenführung deutet auf eine Exponentialverteilung hin. Diese Vermutung bestätigt sich bei Aufzeichnung der Funktion auf Wahrscheinlichkeitspapier. Damit ist die Verteilung in bestimmten Bereichen berechenbar. Es zeigt sich, daß der Bereich  $F < 0,2$  mit der angegebenen Funktion nicht richtig zu interpretieren ist. Er wird in der praktischen Berechnung zunächst vernachlässigt, was wegen seiner Lage im Dauerfestigkeitsbereich unkritisch ist. Im Bild 3 werden die idealisierten Verteilungsverläufe der einzelnen Haltungsabschnitte in der Jungrinderhaltung dargestellt.

Der unterschiedliche Anstieg der Verteilungsgeraden konnte durch das Zusammenlegen der Ausgangswerte deutlich gemacht werden (Bild 3a), eine Maßnahme, die mit einer Ausnahme zu einer geringen Verschärfung des Spannungskollektivs führt. Die im Bild 3a dargestellte tiefe Lage des Ausgangswerts der Messungen an den Gittern im Haltungsabschnitt JR1 führt als negative Ausnahme zu einem Fehler von 35% ( $\Delta P_E = 0,0001\%$ ) an der Stelle  $F = 2,4 \text{ kN}$ , ein Wert, der 100% über dem gemessenen Maximalwert liegt und deshalb kaum zu erwarten ist.

Untersuchungen haben ergeben, daß es sich bei den Belastungsspitzen, im Bild 3 als Punkte im Verteilungsverlauf gekennzeichnet, überwiegend um Stoßkräfte, also um hohe Belastungsgeschwindigkeiten handelt [10].

Als begrenzender Wert für quasistatische Belastung kann die Reibpaarung Tierklaue-Spaltenboden angesehen werden, deren Reibkoeffizienten nach eigenen Beobachtungen in den Versuchsanlagen  $\mu_0 = 0,2 \dots 0,4$  betragen. Diese Werte sind mit dem Standard TGL 32456 [12] identisch. Bei größeren Belastungen traten verstärkt Ausgleiterscheinungen auf.

Die gemessenen Spitzenwerte lagen größtenteils über, die Mittelwerte wesentlich unter dieser Grenze.

Teilweise traten Spitzenkräfte auf, die selbst die Fließgrenze des Materials übertrafen, ohne daß plastische Verformungen sichtbar wurden (Gitter im Haltungsabschnitt JR2, Bild 3).

Cottin [13] führt dieses Verhalten darauf zurück, daß die Fließgrenze neben einer Reihe weiterer Einflußfaktoren von der Belastungsgeschwindigkeit abhängt, also keine Werkstoffkonstante ist. Die statischen Festigkeitswerte, die in Standards angegeben werden, vor allem die Fließgrenze, gelten für Belastungsgeschwindigkeiten von  $v_F = 0,01 \text{ kN/mm}^2 \cdot \text{s}$ . Messungen von Belastungsgeschwindigkeiten bei Stoßeinwirkungen auf Gitter, die in der Versuchsanlage und labormäßig an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg durchgeführt wurden, ergaben Werte von  $v_F = 2,25 \text{ kN/mm}^2 \cdot \text{s}$ , die also bereits eine Verschiebung der Fließgrenze zulassen.

### 6. Praktische Anwendung der Ergebnisse

Die Arbeiten zur Betriebsbelastungsanalyse sind noch nicht abgeschlossen. Die im Beitrag dargestellten Werte unterliegen demzufolge

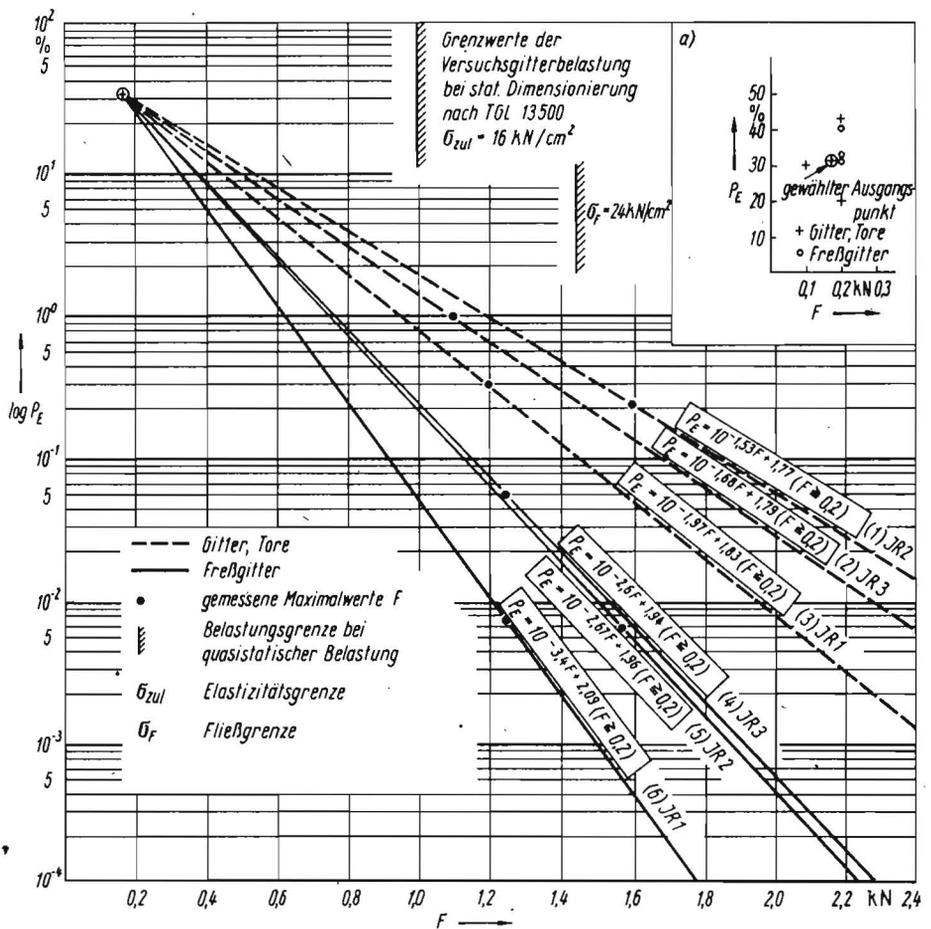


Bild 3. Verteilungsfunktionen der relativen Belastungshäufigkeiten in den Haltungsabschnitten von Junggründeranlagen

Veränderungen entsprechend dem Erkenntniszuwachs. Sie sind teilweise so ausgelegt, daß nicht alle materialökonomischen Reserven ausgeschöpft werden. Dabei versetzen die im Bild 3 dargestellten Verteilungsfunktionen den Konstrukteur in die Lage, selbst zu entscheiden, in welchem Bereich er arbeiten kann. Mit Hilfe der jeweiligen Funktionsgleichung läßt sich für jeden Belastungswert die Erwartungswahrscheinlichkeit  $P_E$  berechnen. Als Entscheidungshilfe lassen sich bei bekannter Baugruppenform (z. B. nach Standard TGL 32302 [3]) die Belastungsgrenzen fest-

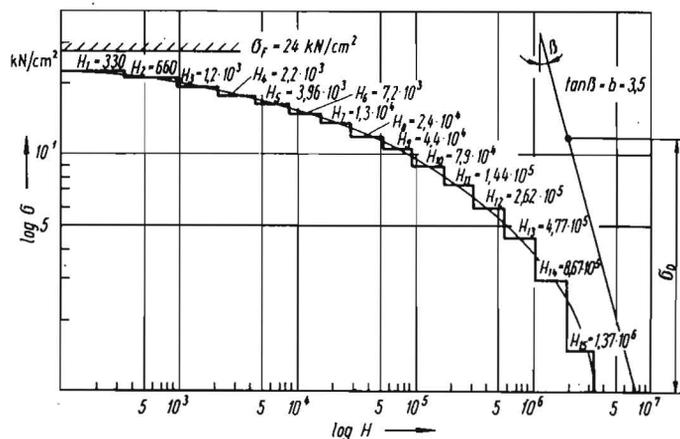
legen. Wird dabei die Fließgrenze  $\sigma_F$  des Werkstoffs erreicht, ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis durchzuführen.

Am Beispiel des Freßgitters im Haltungsabschnitt JR3 soll unter Berücksichtigung von Bild 3 der Verfahrensweg zur Durchführung eines Betriebsfestigkeitsnachweises nach Corten und Dolan (in [11]) erläutert werden. Dabei sollen 99,99% des Beanspruchungskollektivs die Grundlage für die Berechnung des Freßgitters sein. Damit läßt sich die maximale Belastung von  $F = 1,5 \text{ kN}$ , die mit einer Erwartungswahrscheinlichkeit von  $P_E = 0,01\%$

Tafel 1. Rechnungskollektiv für die Betriebsbelastung am Freßgitter (Haltungsabschnitt JR 3)

Kl.	h ‰	$\sum h$ ‰	H	$\sum H$	F kN	$\sigma$ kN/cm <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
16					1,6	24,0
15	0,0100	0,0100	330	330	1,5	22,5
14	0,0200	0,0300	660	990	1,4	21,0
13	0,0363	0,0663	1 198	2 188	1,3	19,5
12	0,0661	0,1324	2 181	4 369	1,2	18,0
11	0,1202	0,2526	3 967	8 336	1,1	16,5
10	0,2188	0,4714	7 220	15 556	1,0	15,0
9	0,3981	0,8695	13 137	28 694	0,9	13,5
8	0,7244	1,5939	23 905	52 599	0,8	12,0
7	1,3183	2,9122	43 504	96 103	0,7	10,5
6	2,3988	5,3110	79 160	175 263	0,6	9,0
5	4,3652	9,6762	144 052	319 315	0,5	7,5
4	7,9433	17,6195	262 129	581 444	0,4	6,0
3	14,4544	32,0739	476 995	1 058 439	0,3	4,5
2	26,3027	58,3666	867 989	1 926 428	0,2	3,0
1	41,6234	99,99	1 373 572	3 300 000	0,1	1,5

Bild 4. Beanspruchungskollektiv für die Betriebsbelastung am Freßgitter (Haltungsabschnitt JR 3):  $\sigma_F$  Fließgrenze,  $\sigma_D$  Dauerfestigkeit,  $\tan \beta - b = 3,5$



(100% - 99,99%) auftritt, aus Bild 3 ablesen oder mit Gl. (4) berechnen. Berechenbar sind gleichfalls die relativen Häufigkeiten  $h$  (Tafel 1, Spalte 2) von Klasse 15 bis Klasse 2. Der Wert der Klasse 1 wird nach Ergänzung der relativen Summenhäufigkeit  $\Sigma h$  auf 99,99% eingefügt. Anschließend erfolgt die Eintragung der absoluten Klassenhäufigkeiten  $H$  in Spalte 4. Dabei ist eine erwartete Betriebsdauer von  $3,3 \cdot 10^6$  positiven Lastspitzen zu berücksichtigen. Diese ergibt sich aus den je Tag ermittelten durchschnittlichen Lastspitzen, berechnet für eine vorgegebene Betriebsdauer von 10 Jahren. Analog zu den Spalten 2 und 3 erscheinen in Spalte 5 die absoluten Summenhäufigkeiten  $\Sigma H$ , mit denen das Beanspruchungskollektiv (Bild 4) gezeichnet werden kann. Wichtig für den Vergleich ist die Steigung der Wöhler-Linie, die sich aus einem rechtwinklig geschweißten Rohrstoß mit  $b = 3,5$  ergibt [14]. Damit liegen alle Werte für den Betriebsfestigkeitsnachweis vor, der, nach Corten und Dolan (in [11]) durchgeführt, eine ausreichende Lebensdauer ergibt.

Die Dimensionierung von Baugruppen der Standausrüstung nach der Betriebsfestigkeit ermöglicht den Leichtbau und stellt ein Verfahren zur Verkürzung der Entwicklungszeit dar. Der Entwicklungsbetrieb wird nicht davon entbunden, die notwendigen Praxiserprobungen im Rahmen der Erzeugnisentwicklung (K-Stufen) durchzuführen. Durch die Einführung von Leichtbaukonstruktionen von Freßgittern in Jungrinderanlagen sind Materialeinsparungen bis zu 40% möglich [7, 8].

Der Stabilitätsnachweis von Einzelbaugruppen kann zur Vereinfachung der Berechnung unter Berücksichtigung der Erwartungswahrscheinlichkeit nach Tafel 2 durchgeführt werden.

## 7. Zusammenfassung

Im Beitrag wird eine Übersicht über die durchgeführten Arbeiten zur Betriebsbelastungsanalyse von Standausrüstungen in den Hal-

Tafel 2. Gemessene Belastungswerte in Jungrinderanlagen

Haltungsabschnitt	mittlere Maximalbelastung in kN	
	Gitter und Tore	Freßgitter
JR 1	0,8	1,40
JR 2	1,2	1,75
J 3	1,1	1,50

tungsabschnitten von Jungrinderanlagen gegeben.

Das Ergebnis der Belastungsmessungen sind Lastkollektive, deren Häufigkeitsverteilungen für alle Haltungsabschnitte und Baugruppen einen vergleichbaren Verlauf aufweisen. Auf einfachlogarithmischem Wahrscheinlichkeitspapier idealisiert aufgetragen, stellen sich die Verteilungen als Geraden mit unterschiedlicher Steigung dar und können damit berechnet werden.

Die aufgestellten Funktionsgleichungen ermöglichen dem Konstrukteur eine Berechnung der Erwartungswahrscheinlichkeit für jede Belastungsgröße und eine Abschätzung der möglicherweise auftretenden Schädigung der dimensionierten Baugruppe.

An einem Beispiel wird die Aufstellung eines Rechnungskollektivs für die Durchführung eines Betriebsfestigkeitsnachweises gezeigt.

Das ökonomische Ergebnis bei Leichtbaukonstruktionen von Freßgittern in Jungrinderanlagen, die nach den Regeln der Betriebsfestigkeit dimensioniert wurden, sind konstruktiv nachgewiesene Materialeinsparungen bis 40%.

## Literatur

- [1] Wutzig, H.; Scharmentke, S.; Wobst, R.: Materialökonomie und Standardisierung bei Standausrüstungen für die Rinderhaltung. agrartechnik 27 (1977) H. 4, S. 155—157.
- [2] TGL 24108/01 Rinderproduktion; Jungrinderproduktion; Funktionsmaße. Ausg. 7.76.

- [3] TGL 32302/01 bis 05 Standausrüstung für Rinder. Ausg. 9.76.
- [4] Venzlaff, F.; Tschierschke, M.: Bestimmung ausgewählter Einflußgrößen auf die durch Tiere verursachten Betriebsbelastungen. agrartechnik 28 (1978) H. 11, S. 495—497.
- [5] Krone, R.: Ergebnisse der Betriebsbelastungsanalyse an der Grabnerkette. agrartechnik 28 (1978) H. 9, S. 413—416.
- [6] Zschaage, F.: Einrichtungen zum Messen von Tierreaktionskräften an Absperrgittern. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, Bericht 1975.
- [7] Runge, U.: Tierkraftuntersuchungen an ausgewählten Baugruppen der Standausrüstung in Jungrinderanlagen und Verwendung der Ergebnisse zur Optimierung von Materialdimensionen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [8] Klenke, D.: Tierkraftuntersuchungen bei ausgewählten Tiergruppen an Freßgittern der Standausrüstung in Jungrinderanlagen und Verwendung der Ergebnisse zur Optimierung von Materialdimensionen in einem Konstruktionsvorschlag. Ingenieurschule für Schiffbautechnik Rostock, Ingenieurarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [9] Pastian, W.: Tierkraftuntersuchungen zur Materialoptimierung an Gittern und Säulen in der Jungrinderanlage. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, wissenschaftliche Abschlußarbeit 1978 (unveröffentlicht).
- [10] Runge, U.: Tierkraftuntersuchungen zur Materialoptimierung an Gittern, Toren und Säulen in der Jungrinderhaltung. VEB Ausrüstungskombinat für Rinderanlagen Nauen, Forschungszwischenbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [11] Autorenkollektiv: Schwingfestigkeit. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1973.
- [12] TGL 32456 Stallfußboden; Allgemeine Forderungen. Ausg. 11.76.
- [13] Cottin, D.: Einfluß der Lastanstiegsgeschwindigkeit auf die Fließgrenze. Vortrag auf dem 4. Kolloquium „Zuverlässigkeit und ökonomischer Materialeinsatz bei Landmaschinen“ in Brielow 1977.
- [14] Bierert, G.: Einige wichtige Gesetze der Betriebsfestigkeit geschweißter Bauteile aus Stahl. Schweißen und Schneiden 24 (1972) H. 11, S. 429—434. A 2503

# Untersuchung zur lokalen Klimagegestaltung in Milchviehanlagen

Dipl.-Ing. S. Kühnhausen, KDT

## 1. Aufgabenstellung

Die Gesamtheit der Komponenten Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Schadstoffanteile in der Luft, die im Tierbereich wirken, charakterisiert das Stallklima [1]. Neben der Fütterung und Züchtung hat es entscheidenden Einfluß auf die Leistungsfähigkeit der Tiere. Die ganzjährige Einhaltung optimaler Stallklimaparameter kann unter den Bedingungen industriemäßiger Produktion nur über eine lüftungstechnische Anlage realisiert werden. Nach Heinrich [2] benötigt eine Klimaanlage in drei bis fünf Jahren kostenmäßig soviel Energie, wie sie an Investitionen erfordert. Zur Schaffung optimaler Umweltbedingungen für Mensch und Tier müssen diese Anlagen im Sinne einer volkswirtschaftlichen Intensivierung kostengünstiger arbeiten. Intensivierung der Volkswirtschaft heißt aus energetischer Sicht Erhöhung der Flächenleistung in allen Volkswirtschaftszweigen mit der damit verbundenen Erhöhung der Energieintensität je Quadratmeter Grundfläche, die zu einer Er-

höhung der spezifischen Wärmebelastung führt.

## 2. Klimagegestaltung in Milchviehanlagen

Die derzeit im Einsatz befindlichen Lüftungssysteme in Tierproduktionsanlagen haben bestimmte Anforderungen ganzjährig zu erfüllen. Je nach dem Zustand der Außenluft müssen zur Realisierung einer optimalen Raumlast entsprechende Zuluftströme je Tier in den Stallraum gefördert werden. Die Verteilung der Zuluft im Stallraum erfolgt beim Einsatz einer lüftungstechnischen Anlage bisher meist nach dem Prinzip des Freistrahls. Lösungen nach dem Prinzip der freien Lüftung brachten über den gesamten Zeitraum eines Jahres gerechnet, ungenügende Ergebnisse. Aus diesem Grund bildet man mit entsprechenden Lüftungssystemen stabile Raumströmungen aus. Diese können nur über eine „Raumwalze“ und den dazu erforderlichen Mindestimpuls gewährleistet werden. Die Größe des Mindestimpulses bestimmt maßgeblich den Energiebedarf [3].

In bisher eingesetzten, nach unterschiedlichen Prinzipien arbeitenden Lüftungssystemen wurden zur Ausbildung optimaler Raumlasten und zur stabilen Raumdurchspülung im Sommer etwa 200 bis 360 m<sup>3</sup>/h · Tier benötigt.

Da sich die Investitionen und Betriebskosten einer lüftungstechnischen Anlage etwa proportional dem Luftförderstrom verhalten, würde eine Senkung der Lufraten je Tier eine Energieeinsparung und Gesamtkostenreduzierung zur Folge haben.

## 3. Technisch-technologische Ausgangsparameter

### 3.1. Systematische Grundlagen

Die energiewirtschaftliche Gestaltung von lüftungstechnischen Anlagen wird von drei Elementen bestimmt:

- Ausrüstungssortiment
- Niveau der Projektierung
- Organisation und Beschaffung.

In [2] sind dazu analytische Betrachtungen