

Gülleabführung unter Kälberboxen bei Ein- oder Mehrebenenhaltung

Dr.-Ing. G. Hörnig/HS-Ing. H. Schemel/Ing. R. Zitzmann

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR, Betriebsteil Potsdam-Bornim

Entsprechend der volkswirtschaftlichen Zielstellung der Agrarforschung, Verfahren der industriemäßigen Produktion mit höherer Produktivität und verbesserter Materialökonomie zu erarbeiten, sind in den letzten Jahren umfangreiche Forschungsarbeiten zu landtechnischen Problemen der Kälberaufzucht durchgeführt worden [1]. Gegenstand war auch der Prozeßabschnitt „Gülleabführung“, zu dessen erster Bearbeitungsstufe — hydraulische Gülleabführung in flachen Kanälen bei K 1-Kälbern — bereits an anderer Stelle berichtet wurde [2]. Große Kanalbreiten, wie z. B. $b = 1800$ mm bei der Haltung von K 2/K 3-Kälbern in Gruppenbuchten, erfordern jedoch für die hydraulische Variante zu hohe technische Aufwendungen und erhöhten Flüssigkeitsbedarf [3]. Deshalb wurde für diesen Haltungsabschnitt von vornherein auf mechanische Gülleabführung orientiert, wobei folgende Probleme zu lösen waren:

- Erarbeitung einer technischen Lösung für die Gülleabführung in einer nur 207 mm hohen Güllewanne von 24 m Länge, deren Lebensdauer mit der Haltungseinrichtung abgestimmt ist
- Möglichkeit des Aufbaus der Güllewanne aus Segmenten, die leicht austauschbar sind
- Gülleabführung mit geringen Restverschmutzungen bei sparsamem Flüssigkeits-einsatz (<10% des Kot-Harn-Anfalls)
- Erhöhung der Standzeit des Zugelements „Seil“ durch besondere Gestaltung der Antriebseinheit und Verwendung von Plasteseil
- geringer Pflege- und Wartungsaufwand und Möglichkeit der Automatisierung.

1. Lösungsweg

Die aus den Defekten herausgearbeiteten Aufgaben sind einer rein theoretischen Lösung

nicht zugänglich. Der Schwerpunkt der Bearbeitung lag deshalb auf experimentellen Untersuchungen.

Modellversuche erstreckten sich auf

- Untersuchung verschiedener Schieberformen hinsichtlich ihres Räumerfolgs
- Ermittlung der Haltbarkeit von Stahl- und Plasteseilen beim Einsatz verschiedener Antriebsvorrichtungen
- Ermittlung des optimalen Gleitwinkels von Gülle auf einer schrägen Rutsche (Endstücke der Boxenbatterie)
- Dichtigkeitsprüfung der aus Ekotalblech gefertigten Güllewanne und Erprobung einer Güllewanne aus glasfaserverstärktem Polyester.

Experimente am praktischen Objekt wurden mit der im Bild 1 gezeigten Einrichtung durchgeführt. Hier ging es sowohl um die Erprobung von verschiedenen Lösungsvarianten als auch um die Überprüfung des funktionellen Zusammenwirkens der Baugruppen und Aggregate. Auch wurden solche Kennwerte gewonnen, die nur beim Zusammenwirken von Maschine und Tier vorhanden sind, z. B. Gülleanfall und Stoffkennwerte der Gülle. Die drei Tierversuchsdurchgänge dauerten jeweils 14 bis 16 Wochen.

Zur Gesamtbeurteilung des möglichen Gülleabführverfahrens war es notwendig, für die wesentlichen Baugruppen und Aggregate verschiedene Lösungsvarianten zu untersuchen:

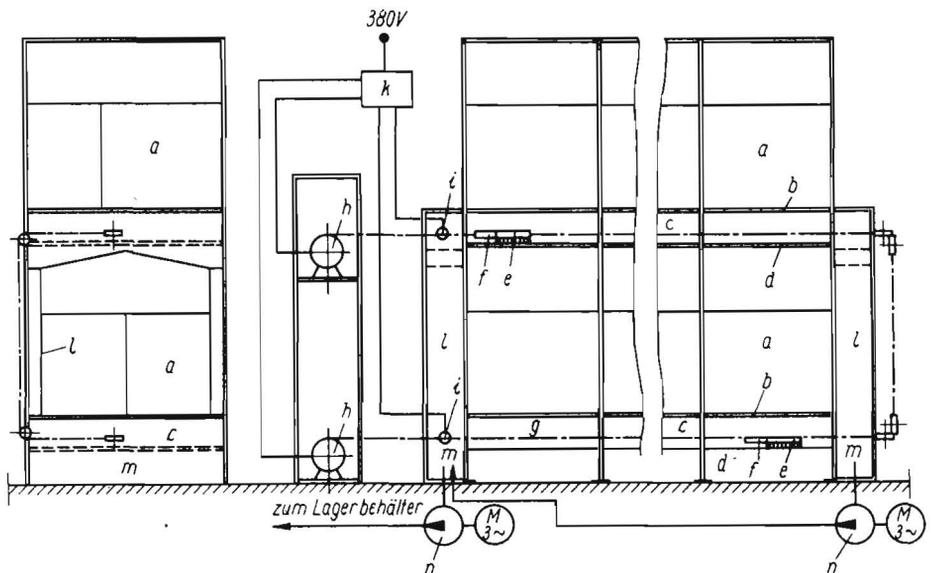
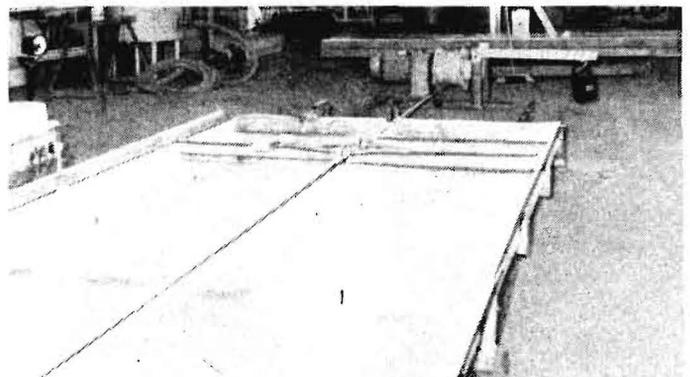
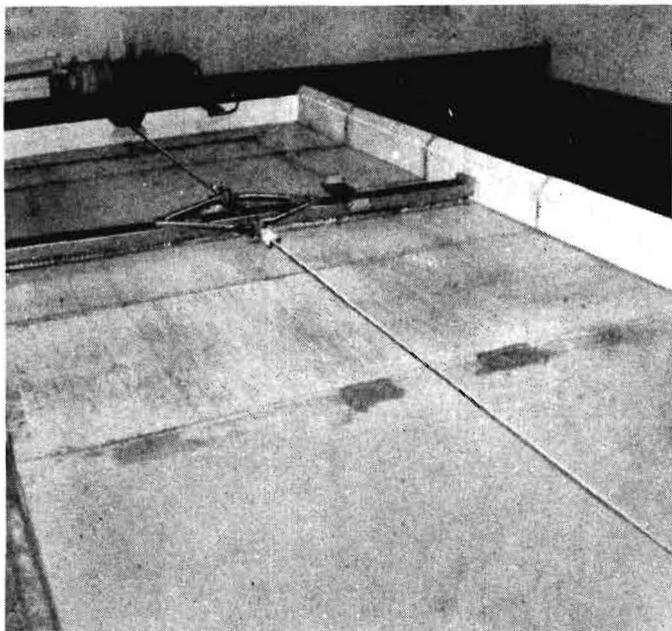


Bild 1. Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung zur mechanischen Gülleabführung (Haltung von K 2/K 3-Kälbern in zwei Ebenen); a Kälbergruppenbox, b Spaltenboden, c Güllewanne, d Untergerüst für Güllewanne, e Bürstenschieber, f Betätigungplatte, g Zugseil, h Seilwinde, i Näherungsinhibitoren, k Steuerungseinrichtung, l Endstück, m Zwischenbehälter, n Güllepumpe

Bild 2. Verbindung der Ekotalblechsegmente mit Doppel-T-PVC-Profil

Bild 3. Güllewanne aus glasfaserverstärktem Polyester



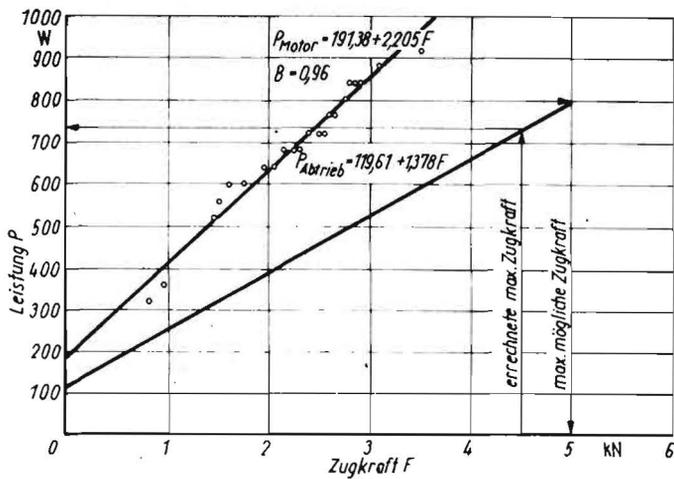
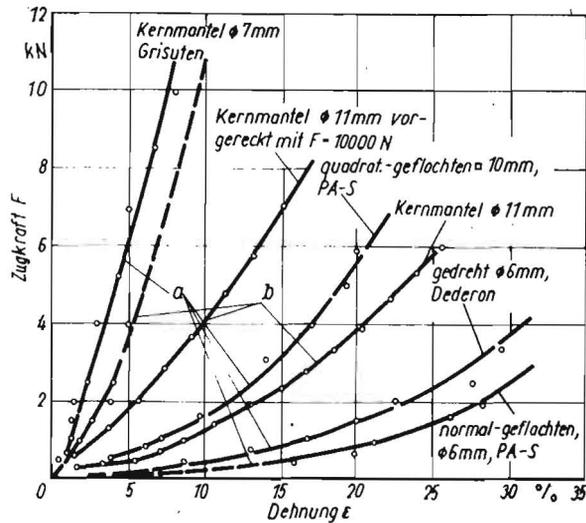


Bild 4. Abhängigkeit der Motorleistungsaufnahme und der Abtriebsleistung von der Zugkraft

Bild 5. Kraft-Dehnungs-Diagramme von Plasteseilen;

a vom Hersteller ermittelte Kennlinie

b von den Verfassern ermittelte Kennlinie (mit Kriecheinfluß)



Tafel 1. Verschleiß von Zugseilen

Antriebsart	Seilwerkstoff	Durchmesser mm	Laufzeit ¹⁾ Tage	Zustand nach der Laufzeit
Reibscheiben	Stahl	8	212 (T)	Außenfasern zerstört
	Grisuten-Kernmantelseil	7	92, 23 und 25 (M)	gerissen zwischen den Reibscheiben
Seilwinden	Stahl	9	97 (T)	kein nennenswerter Abrieb, leichte Roststellen
	Polyamid-Kernmantelseil	11	97 (T) 362 (M)	kein Abrieb gerissen durch zusätzliche mechanische Beschädigung, leichte Aufrauhung
Verbindungsseil zwischen den Schiebern	Stahl	9	309 (T)	kein nennenswerter Abrieb, leichte Roststellen

1) T Tierversuchsdurchgang
M Modellversuch

Güllewanne

- Blechwanne mit Auskleidung (PVC-Folie, nichtrußstabilisierte PE-Folie, rußstabilisierte PE-Folie, Decelith-Folie, PVC-beschichtetes Baumwolltuch, Decelith-Tafel)
- Blechwanne aus plastisolbeschichtetem Blech (Ekotal)
- Wanne aus glasfaserverstärktem Polyester.

Räumeinrichtung

- Starrer Schieber
- Faltschieber
- hoher und flacher Bürstenschieber (Auswahl nach[3])

Antriebseinrichtung

- Reibscheibenantrieb
- Seilwindenantrieb

Zugmittel

- Stahlseil, Ø 8 mm und 9 mm
- Grisuten-Kernmantelseil, Ø 7 mm
- Polyamid-Kernmantelseil, Ø 11 mm

Endstücke

- Ein- und zweiseitiger Ablauf mit verschiedener Neigung
- Schwarzblech- und Ekotalblechdurchführung.

2. Ergebnisse

Die Einrichtung zur mechanischen Gülleabführung ist konstruktiv-baulich und funktionell sehr eng mit der Haltungseinrichtung für die K 2/K 3-Kälber verbunden (Bild 1). Unter den Kälberboxen a befindet sich — getrennt durch den Spaltenboden b — die flache Güllewanne c. Die Güllewanne wird aus 1,5 m langen Segmenten zusammengesetzt; sie liegt auf dem Untergestell d auf. Die Gülle wird durch die Bürstenschieber e zu den Stirnseiten der Boxenbatterie gefördert. Als Zugmittel dient ein Seil g (Werkstoffvarianten sind Stahlseil, Ø 9 mm, und Polyamid-Kernmantelseil, Ø 11 mm). Die Bewegung der Schieber übernehmen die Seiltrommeln h, die durch je einen 0,8-kW-Getriebemotor angetrieben werden. Die Schieber laufen automatisch, indem die Motoren durch die Steuereinrichtung k im Intervall von rd. 4 Stunden in Betrieb gesetzt werden und nach Durchlauf der Schieber mit Hilfe der Betätigungsplatte f und der Näherungssensoren i wieder ausgeschaltet werden. Die Gülle gelangt zu den Endstücken l, in denen sie aus der zweiten Ebene über eine dachförmige Rutsche und seitliche Fallschächte aus PVC-Tuch nach unten und dort gemeinsam mit der

Gülle aus der ersten Ebene in die Zwischenbehälter m fließt. Aus den Zwischenbehältern wird die Gülle von Pumpen n zum Lagerbehälter gefördert.

Verschleißpaarung Güllewanne—Schieber

Zur Verschleißpaarung Güllewanne—Schieber wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Als Auskleidung der Blechwanne kommt von den untersuchten Materialien hinsichtlich Liefermöglichkeit, Verkleb- und Verschweißbarkeit, Möglichkeit des faltenfreien Auslegens, Anzahl der notwendigen Klebstellen oder Schweißnähte, Härte und Sprödigkeit nur das PVC-beschichtete Baumwolltuch in Frage. Nach zwei Tierversuchsdurchgängen wiesen Probestücke des Tuches in ihrer Dicke keinen Unterschied zu unbeanspruchtem Tuch auf. Örtlich begrenzter Abrieb war an den Kanälenden zu verzeichnen (dort werden Falten zusammengeschoben).

- In der Ekotalwanne löste sich nach einem Tierversuchsdurchgang die Plastebeschichtung an vier Stellen (jeweils an den stumpfen Stößen) ab. Daraus leitete sich die Forderung nach zweckentsprechender Gestaltung der Segmentverbindung ab. Nachdem die Verbindung der Blechsegmente mit Hilfe von Doppel-T-PVC-Profil vorgenommen worden war (Bild 2) und sich so für den Schieber keine Angriffsstellen an der Plastebeschichtung boten, traten bei 22.000 Arbeitsspielen (das entspricht der mechanischen Beanspruchung in einer Laufzeit von 10 Jahren!) keine Schäden auf. Ansonsten war die Ekotaloberfläche glatt und wies keine Abriebstellen auf. Ebenfalls positiv war das Aufbringen eines Mittelstreifens aus 1,5 mm dicker PVC-W-Dichtungsbahn, der jeglichen Verschleiß des Seiles auf dem Kotwannenmaterial verhinderte.

- Güllewannen aus glasfaserverstärktem Polyester werden nur in einer Breite von 1280 mm produziert (GAZ-Käfige für Schweine). Die im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Betriebsteil Potsdam-Bornim, hergestellte, 1800 mm breite Wanne (Bild 3) zeigte im Dauerverschleißtest nach 22.000 Arbeitsspielen des Schiebers keinerlei Abnutzungserscheinungen, so daß sie aus dieser Sicht als sehr gut geeignet einzuschätzen ist. Bei Wannenzweiten um 50 m ist mit dem Schleifen des Seiles auf dem Wannensboden zu rechnen. In diesem

Bereich ist ein Verschleißstreifen aufzukleben.

Der Verschleiß des Bürstenschleibers war bei Laufzeiten von max. 250 Tagen (1500 Arbeitsspiele) gering. Die Borsten als Verschleißfläche zeigten — abgesehen von einem leichten Verbiegen — keine wesentlichen Abnutzungserscheinungen. Deswegen und wegen der guten Liefermöglichkeit und Austauschbarkeit der Bürsten wird dieser Schieber als Vorzugslösung der Räumereinrichtung beibehalten, zumal auch die Bürsten auf dem Kotwannenmaterial den geringsten Verschleiß verursachen.

Hinsichtlich der Dichtheit der Güllewanne liegen folgende Ergebnisse vor:

— Blechwannen mit Plastetuchauskleidung sind dicht; bei mechanischer Beschädigung (scharfe, feste Gegenstände, die vom Schieber mitgenommen werden) dringt Flüssigkeit unter das Tuch (Korrosion!).

— Die Abdichtung der Ekotablechwanne ist das Kernproblem bei deren Einsatz, da es z. Z. weder einen geeigneten Kleber noch ein beschädigungsloses Schweißverfahren gibt. Die konstruktive Ausbildung der Verbindungsstellen und die Anwendung von Doppel-T-PVC-Profil (Bild 2) ergaben bei einer simulierten Laufzeit des Schiebers von 10 Jahren völlige Dichtheit sowohl der unverklebten als auch der zusätzlich verklebten Stöße.

— Die Wanne aus glasfaserverstärktem Polyester, die in den GAZ-Schweinekäfigen durch Verkleben von 2,4-m-Segmenten hergestellt wird, ist in den Versuchen absolut dicht gewesen.

Der erforderliche Räumefolg liegt nach dem ersten Arbeitsspiel schon bei 93 bis 96 % [3]. Im 3. Tierversuchsdurchgang (K 2/K 3) ergaben sich durchschnittliche Restverschmutzungen von 0,371 kg/m². Im Vergleich dazu ist bei der Oberflur-Faltschieber-Entmistung Restgülle in Höhe von 0,706 kg/m² aufgetreten [4]. Als Vorzugsvariante der Güllewanne ist die glasfaserverstärkte Polyesterwanne anzusehen. Wenn auch fast Kostengleichheit zwischen ihr und der Ekotablechwanne besteht, so weist sie doch Vorteile bei der Gestaltung des Untergestells, bei der Montage und bei den Instandhaltungsarbeiten auf. Diese Vorteile sind aber nicht so gravierend, so daß in dem Fall, wo Polyesterwannen der erforderlichen Breite

nicht produziert werden können, die Ekotablechwanne eine entwicklungswürdige Lösung darstellt.

Verschleißpaarung Antrieb — Seil

Die Untersuchung der Verschleißpaarung Antrieb — Seil ergab:

— Der Zugkraftbedarf wurde rechnerisch und experimentell ermittelt. Für 4 Schieber ist eine Zugkraft von 4440 N anzusetzen, wobei der 0,8-kW-Motor mit P = 0,74 kW noch nicht voll ausgelastet ist (Bild 4).

— Beim Vergleich des Seilverschleißes, den Reibscheiben- und Windenantriebe erzeugen, wurde bei Verwendung von Winden sowohl bei Plaste- als auch bei Stahlseilen eine erhebliche Steigerung der Lebensdauer erzielt (Tafel 1).

— Zur Ermittlung der Seildehnung wurden vorhandene Ergebnisse verwendet bzw. Kraft-Dehnungs-Diagramme neu aufgenommen (Bild 5). Die Dehnung des 11-mm-Polyamid-Kernmantelseils bei F = 4440 N konnte durch Vorrecken von 22,5 % auf 12 % verringert werden. Diese Seildehnung wird durch die Winden eliminiert.

— Der Antrieb (Bild 6) besteht aus einem Getriebemotor Z 4 KR 100.2/8 (n = 16 U/min, P = 0,8 kW), auf dessen Welle die Seiltrommel angeordnet ist. Es werden Arbeitsgeschwindigkeiten von 8,5 bis 10,5 m/min erreicht. Der aufwickelnde Antrieb steht unter Spannung, der andere Motor wird durch das ablaufende Seil im Leerlauf mitgedreht. Um einen ruckfreien Lauf zu gewährleisten, wird die Trommel des letztgenannten Motors gebremst. Der Seilwindenantrieb erfordert keine Spannstationen, wie sie bisher notwendig waren.

Die Endstücke sind mit dachförmigem Ablauf (Neigungswinkel 12°) zu gestalten (Bild 7, Variante b). Die Fallschächte aus Plastetuch haben sich bewährt und sollten deshalb als stahlsparende Lösung angewendet werden.

Gülleanfall- und Stoffkennwerte

Aussagekräftige Ergebnisse wurden zu den Gülleanfall- und Stoffkennwerten erzielt [5]:

— Der Gülleanfall, gemessen von 30 Kälbern mit einem Einstallungsalter von 85 Tagen und einem Ausstallungsalter von 182 Tagen, weist in seinen Mittelwerten eine statistisch

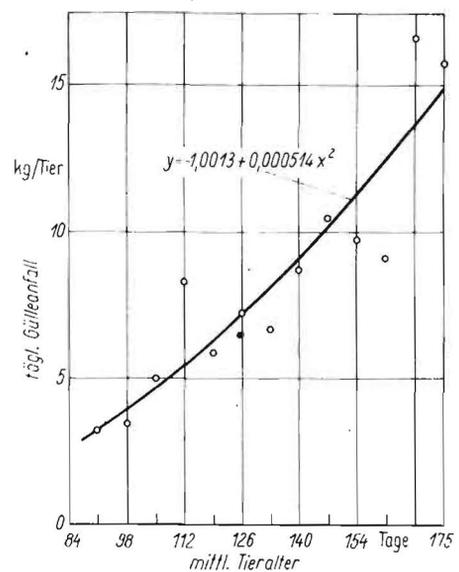


Bild 8. Abhängigkeit des Gülleanfalls vom Tieralter (3. Tierversuchsdurchgang)

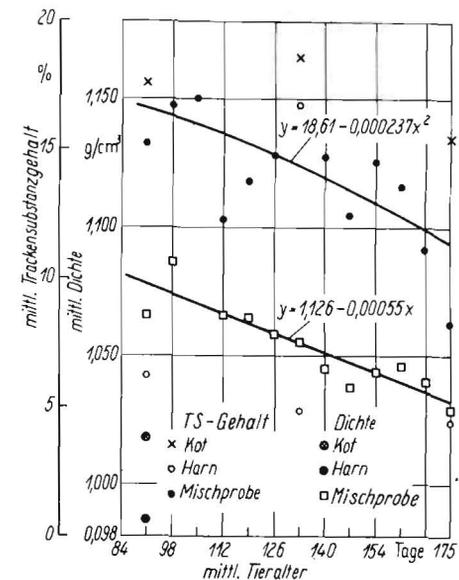
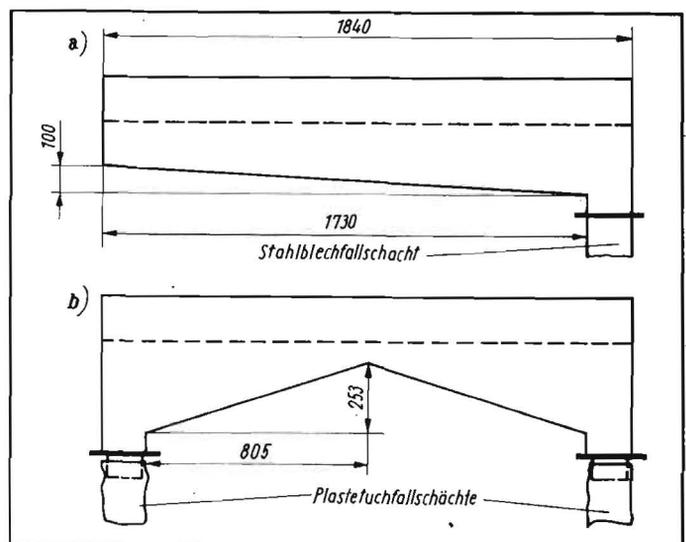
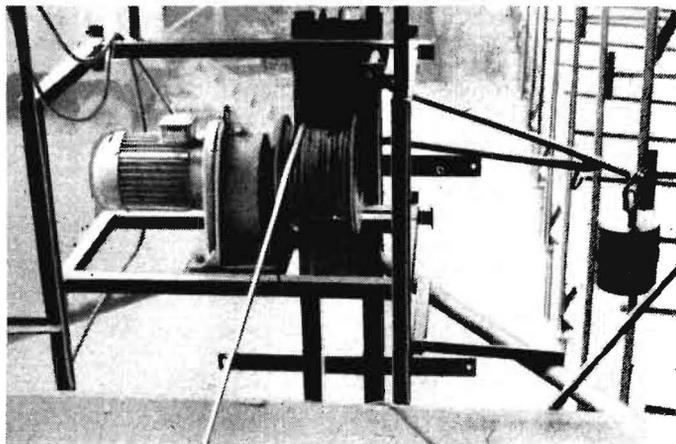


Bild 9. Abhängigkeit der Dichte und des TS-Gehalts vom Tieralter (3. Tierversuchsdurchgang)

Bild 7. Lösungsvarianten für die Gestaltung der Endstücke (obere Ebene) ▶

Bild 6. Seilwindenantrieb mit Plasteseil



gesicherte, mit dem Tieralter zunehmende Tendenz auf (Bild 8). Innerhalb der Versuchsdauer erhöhte sich der Tagesanfall von etwa 3 kg/Tier auf etwa 15 kg/Tier. Der Gesamtmittelwert beträgt 8,44 kg je Tier und Tag. Im Altersbereich K 3 liegt der Mittelwert bei 10,8 kg je Tier und Tag. Alle Meßwerte sind ohne Wasserzusatz zu verstehen. Der Hauptanfall von Kot und Harn konzentriert sich auf die Zeitspanne zwischen 8.00 und 15.00 Uhr.

— Weiterhin wurden Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) und Dichte von Kot-Harn-Gemischen sowie von reinem Kot und Harn in Abhängigkeit vom Tieralter bestimmt (Bild 9). Im Kälberboxenbereich herrschen TS-Gehalte über 14% vor. Die Mittelwerte und Standardabweichungen betragen:

- TS-Gehalt $14,25\% \pm 2,69\%$
- Dichte $1,055 \text{ g/cm}^3 \pm 0,016 \text{ g/cm}^3$

— Die praktizierte mechanische Gülleabführung ist also ein Verfahren, das ohne erforderliche Wasserzusätze zu geringem Gülleanfall mit hohem TS-Gehalt führt und trotzdem einen guten Räumefolg garantiert. Damit ist eine der wichtigsten Forderungen — wassersparende bzw. wasserlose Gülleabführung — erfüllt.

Im Hinblick auf die Gesamtanlage mit etwa 3450 Tierplätzen im K 2/K 3-Bereich sind die Ergebnisse konkret so anzuwenden:

— Jeweils vier Boxenreihen von je 24 m Länge

sind einem Antriebsatz mit vier Schiebern zuzuordnen. Die Seilumlenkung erfolgt horizontal, der Seilwindenantrieb ist zu übernehmen.

- Die Güllewanne ist aus glasfaserverstärktem Polyester zu fertigen. Sie liegt auf einem Untergestell aus Kastenprofilen auf [1].
- Der Bürstenschieber hat sich in der erprobten Form bewährt und ist unverändert anzuwenden.
- Als Zugmittel wird ein Polyamid-Kernmantelseil ($\varnothing 11 \text{ mm}$) jeweils zwischen Antriebsstrommel und Schieber verwendet. Zwischen den vier Bürstenschiebern ist Stahlseil einzusetzen.
- Endstücke und Fallschächte werden unverändert zur Anwendung empfohlen.
- Die BMSR-Lösung liegt vor [1].

3. Zusammenfassung

Die entwickelte Lösung stellt eine vollautomatisierte Gülleabführeinrichtung für die Haltung von K 2/K 3-Kälbern in Gruppenbuchten dar. Die Güllewanne erfüllt hinsichtlich der Lebensdauer, der Montier- und Demontierbarkeit, der vorgegebenen Abmessungen (Höhe nur 207 mm) und des Pflege- und Wartungsaufwands die an sie gestellten Forderungen. Durch Verwendung von Kunststoffen (glasfaserverstärktes Polyester) wird der Stahlbedarf gesenkt.

Seilwinden und Plasteseile sind neue Elemente,

die insgesamt zu einer Verlängerung des Zuelementes „Seil“ führen. Die mechanische Einrichtung bewirkt eine geringe Restverschmutzung. Sie ist bei hohen TS-Gehalten voll funktionsfähig, erfordert keinen Wasserzusatz und bringt keine Probleme hinsichtlich der Schadgasentwicklung.

Literatur

- [1] Autorenkollektiv: Ausgewählte technische Prinzipien für neue Verfahren der Klimatisierung, ... Entmistung, ... für industriemäßige Verfahren der Kälberproduktion in einer oder zwei Ebenen (K 1 teilweise, K 2/K 3-Bereiche. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsabschlußbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [2] Hörnig, G.; Schemel, H.: Teilautomatisierte hydraulische Gülleabführung in flachen Kanälen bei Kälbern bis zur 8. Lebenswoche. agrartechnik 26 (1976) H. 4, S. 189—193.
- [3] Hörnig, G.; Schemel, H.; Dräger, U.: Gülleabführung aus flachen Kanälen unter Verwendung von Spüflüssigkeit. IfM Potsdam-Bornim, Forschungsbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [4] Gröning, H.: Untersuchungen zur strohlosen stationären Oberflächentüftung. Humboldt-Universität zu Berlin, Dissertation 1976.
- [5] Hörnig, G.; Zitzmann, R.; Schemel, H.: Prinziplösung für die Gülleabführung in flachen Kanälen unter Kälberboxen in einer und mehreren Ebenen (K 2/K 3-Bereich). IfM Potsdam-Bornim, Abschlußbericht 1976 (unveröffentlicht).

A 1878

Fest-Flüssig-Trennung von Gülle mit einer Schneckenpresse

Dr. agr. R. Mönicke/Ing. K. Köditz/Staatl. gepr. Landw. K. Döhler, LPG „VII. Parteitag“ Trebsen

1. Einleitung

In Anlagen mit hoher Tierkonzentration fällt bei strohloser Aufstallung Gülle in großen Mengen an. Ihre effektive Verwertung in der Pflanzenproduktion ist mit erheblichen Aufwendungen verbunden, wobei die Bewältigung des Transportproblems und die Minderung der Umweltbelastung an erster Stelle stehen. In Abhängigkeit von der Tierart und unter Beachtung des Seuchenstatus ist der Futterwert der in der Gülle enthaltenen Feststoffe zum Teil so groß, daß damit in beträchtlichem Umfang Grobfutterstoffe ersetzt werden können.

Ausgehend von der dringend notwendigen Erschließung zusätzlicher Futterreserven und der Entwicklung eines hochproduktiven, ökonomisch günstigen Verfahrens zur Fest-Flüssig-Trennung von Gülle, wurde die bereits im Jahr 1973 für die LPG „Das Volk“ Aschara von Köditz [1] gebaute Schneckenpresse in sozialistischer Gemeinschaftsarbeit weiterentwickelt. Es wurden kurzfristig drei sofort produktionswirksame Versuchsanlagen gebaut. Besondere Beachtung fanden dabei die Vereinfachung der Gesamtanlage, die Reduzierung des Bedienungs-, Wartungs- und Instandhaltungsaufwands sowie die umfassende Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

Den bisher produzierten Schneckenpressen ist ein Grobeindicker (Bogensieb) zur Erhöhung des Trockensubstanzgehalts (TS-Gehalts) der Gülle vorgeschaltet, der neben beträchtlichen Verlusten an wertvollen Futterstoffen einen hohen Bedienungs- und Investitionsaufwand

bei unhygienischen Arbeitsbedingungen erfordert. Diese Pressen werden vorwiegend zur Trennung von Schweingülle mit relativ hohem TS-Gehalt (trockene bis feuchtkrümelige Fütterung) eingesetzt, wobei die Feststoffe erfolgreich einer Wiederverwendung in der Rindermast zugeführt werden.

2. Anlagenbeschreibung

Die Gesamtanlage zur Fest-Flüssig-Trennung von Gülle besteht aus den Funktionseinheiten

- Sammel- oder Mischbehälter für Frischgülle
- Güllepumpe
- Schneckenpresse
- Sammelbehälter für flüssige Phase
- Transporteinrichtung für Grobfutterstoffe.

Die zu verarbeitende Frischgülle sowie geeignete Ergänzungstoffe (meist faseriger Struk-

turen) werden einem Sammel- oder Mischbehälter zugeführt. Eine sich relativ langsam drehende mechanische Homogenisierungseinrichtung sorgt für ein intensives, jedoch schonendes Durchmischen. Jedes Zerschlagen der Kolloide und faserigen Bestandteile ist zu vermeiden. Aus dem Pumpensumpf des Sammel- oder Mischbehälters wird die nicht eingedickte Gülle mit einer herkömmlichen Güllepumpe über eine Rohrleitung der Schneckenpresse direkt zugeführt. Dabei ist ein geringer Pumpenüberdruck erwünscht. Die Presse ist mit ihrer Schnecke selbstdosierend. Zur Vermeidung von Schäden an den Elementen der Presse ist es ratsam, in die Gülleleitung einen Sink- und Schwimmteilabscheider einzubauen. Durch konstruktive Neugestaltung der Presse ist es möglich, die Gülle im geschlossenen

Bild 1
Funktionsschema der Schneckenpresse;
a Siebzylinder
b Schnecke
c Pfropfenbildner

