

Konstruktive Gestaltung von Behältern der Rohrkettenförderanlage RFA-2

Dr.-Ing. P. Grundmann, KDT

Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

Dipl.-Ing. P. Leipnitz, KDT

VEB Wissenschaftliches Zentrum Ferdinandshof, Betrieb des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen

Verwendete Formelzeichen

A_A	cm ²	Fläche der Auslauföffnung
H	m	Höhe des Behälters
L	m	Länge des Behälters
q_m	kg	Gutmasse
t	min	Auslaufzeit
v_k	m/min	Förderkettengeschwindigkeit
β	°	Wandreibungswinkel des Fördergutes
θ	°	Neigungswinkel der Behälterwand

1. Einleitung

Der Behälter von Rohrkettenförderern hat eine Doppelfunktion, denn er wird zur Zwischenlagerung des meist kohäsionsbehafteten Gutes und zur Befüllung der Förderkette genutzt. Nach den Abmessungen des Behälters mit

$$H < 1,5 L \quad (1)$$

ist dieser als Bunker zu betrachten. Durch die Gestaltung des Behälters werden im wesentlichen die Funktionsfähigkeit und der Materialeinsatz bestimmt. In Tierproduktionsanlagen ist infolge von Brückenbildungen ein diskontinuierlicher Gutauslauf zu verzeichnen. So entstehen Mehraufwendungen für die Fütterung einerseits durch die manuelle Zerstörung der Brücken und andererseits durch die Verlängerung der Fütterungszeit. Konstruktive Maßnahmen der Behältergestaltung sind darauf zu richten, die Bedingungen, die die Bildung von Brücken und Schloten begünstigen, zu verringern bzw. aufzuheben.

2. Gestaltungsanforderungen

Als Bunker werden vorwiegend prismatische Behälterformen eingesetzt. Für diese sind zur Verhinderung von Brückenbildungen folgende allgemeine Forderungen zu beachten:

- Vermeidung der Anordnung von parallelen Wänden
- Festlegung einer genügend großen Auslauföffnung oder mehrerer Auslauföffnungen

gen in Abhängigkeit vom Fördergut, um ein gleichmäßiges Absinken des Fördergutes zu erreichen

- Verlegung der Knickkanten benachbarter Wände nicht in gleicher Höhe
- Ausrundung der Ecken, da deren Neigungswinkel kleiner als der der Flächen der Wände ist

- Vermeidung des Herausragens von Befestigungselementen auf den Gleitflächen. Zwei oder drei Behälterwände sollten möglichst senkrecht verlaufen, um eine Verdichtung des Fördergutes und damit eine Brückenbildung zu vermeiden [1]. Dieser Sachverhalt steht jedoch z. T. mit der ersten o. g. Forderung im Widerspruch, wird aber beim Behälter der Rohrkettenförderanlage RFA-2 durch den großen Abstand (Bild 1) nicht wirksam.

Für die Dimensionierung einer Auslauföffnung sind einige Berechnungsansätze vorhanden, wobei grundsätzlich von der Kohäsion des Fördergutes ausgegangen wird. Diese sind in [2] zusammengefaßt. Im Gegensatz dazu treffen die unterschiedlichen Modellvorstellungen der verwendeten Berechnungsmethoden auf die Rohrkettenförderanlage RFA-2 nicht zu, da der untere Teil (Auslaufteil) des Behälters als Mengenreguliereinrichtung mit 18 Öffnungen ausgebildet ist. Der maximal einstellbare Querschnitt einer Öffnung beträgt 30 mm × 45 mm. Somit ist eine aktive Fläche von 243 cm² bei einer Gesamtfläche von 1100 cm² gegeben. Durch den großen Anteil der passiven Fläche wird die Befüllung der Förderkette behindert und erfordert eine Austraghilfe (Rüttelgitter). Bei Verringerung der aktiven Fläche treten häufiger Brückenbildungen auf. Am Auslaufteil sind seitlich geneigte Wände angeschlossen, deren Knickkanten in unterschiedlicher Höhe liegen. Ist die Neigung zu gering, treten passive Zonen auf. Deshalb sollte der Neigungswinkel θ der Behälterwand in Abhängigkeit vom Wandreibungswinkel β des

Fördergutes durch folgende Beziehung bestimmt werden:

$$\theta = \beta + 15^\circ \quad (2)$$

Aus fertigungstechnischen Gründen sind bei der Rohrkettenförderanlage RFA-2 keine Rundungen vorgesehen.

Die letzte o. g. Forderung betrifft die Schaffung einer ebenen und somit minimalen Wandoberfläche, damit ein gleichmäßiges Abrutschen des Fördergutes gewährleistet wird. Beim Behälter der Rohrkettenförderanlage RFA-2 werden durch die Befestigungslaschen und -schrauben des Rüttelgitters Behinderungen beim Auslauf verursacht.

3. Untersuchungsergebnisse

Untersuchungen zum Fließverhalten im Behälter der RFA-2 wurden mit Legehennenfutter durchgeführt [3]. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammengefaßt auswerten:

- Die Befüllung der Förderkette erfolgt punktförmig. Der Gutaustrag beginnt an der Antriebsseite. Dabei entsteht eine Gutfläche, die dem Schüttwinkel des Fördergutes entspricht (Bild 2).
- Der Gutaustrag setzt sich in Richtung der gegenüberliegenden Seite des Behälters fort, wobei der Winkel der Gutfläche beibehalten wird, die das Gut entgegengesetzt der Förderrichtung der Förderkette abrutschen läßt. Dadurch wird das Gut abgebremst und muß beschleunigt werden, so daß ein Widerstand während der Gutaufgabe entsteht.
- Mit der Vergrößerung der Öffnung innerhalb der Mengenreguliereinrichtung steigt die geförderte Masse, so daß bei größtmöglicher Öffnung der höchste Durchsatz erreicht wird (Bild 3).
- Die Förderkettengeschwindigkeit hat keinen Einfluß auf die Gutbewegung im Behälter. Diese erfolgt grundsätzlich wie vorher beschrieben, jedoch sinkt die Zeit

Bild 1. Abmessungen des Behälters der Rohrkettenförderanlage RFA-2

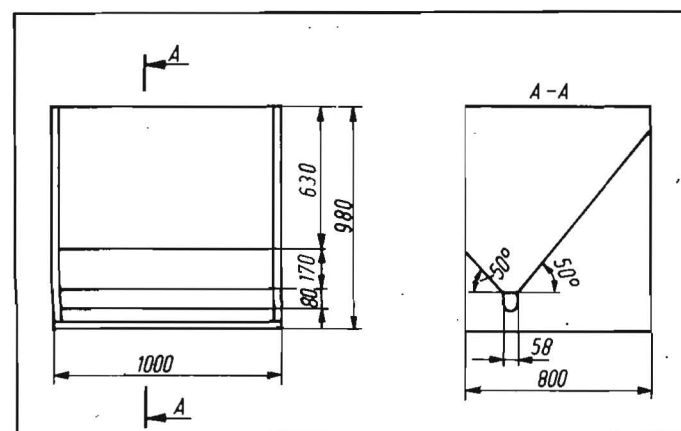
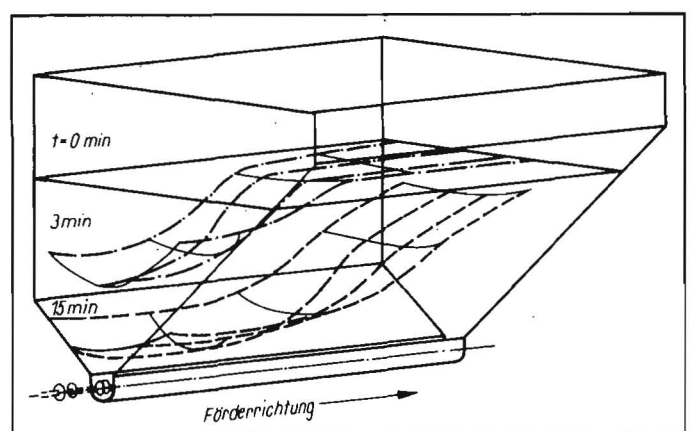


Bild 2. Auslaufverhalten von Legehennenfutter bei der RFA-2 (Größe der Auslauföffnungen 30 mm × 45 mm)



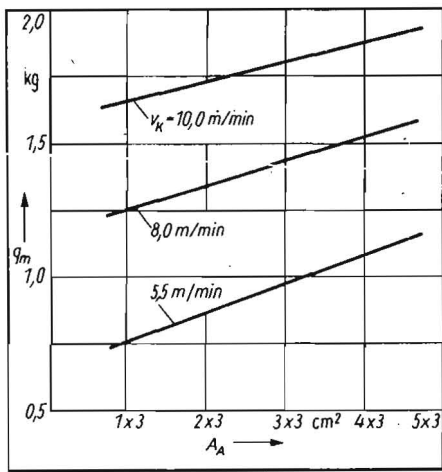


Bild 3. Aufgefangene Gutmasse in Abhängigkeit von der Größe der Austragöffnungen (Auslaufzeit 10 s) [3]

für die Entleerung des Behälters mit steigender Förderkettengeschwindigkeit.

- Der geförderte Massedurchsatz steigt mit der Vergrößerung der Förderkettengeschwindigkeit. Dagegen sinkt der volumetrische Füllungsgrad im Förderrohr.
- Die Füllhöhe innerhalb des Behälters beeinflusst den Durchsatz nicht.
- Das Rüttelgitter führt nicht zu einer vollständigen Entleerung des Vorratsbehälters. In den Ecken und entlang den schrägen Flächen des Behälters (unterer Teil) setzen sich Gutreste ab. Dadurch wird bei entsprechend gegebenen Bedingungen die Voraussetzung für eine feste Schicht bzw. Brückenbildungen geschaffen.

Aufgrund des punktförmigen Auslaufs ist ein gleichmäßiges Absinken des Fördergutes nicht erreichbar. Es liegt Kernfluß vor. Unter Berücksichtigung der ersten beiden Ergebnisse wurde die Anzahl der Auslauföffnungen verringert. Hierzu wurde ein Leitblech angeordnet. Aus den Untersuchungen [4] folgen die Ergebnisse:

- Für einen störungsfreien Auslauf sind 3 bis 4 Öffnungen notwendig. Das entspricht einer aktiven Fläche von rd. 50 cm² bei einer passiven Fläche von rd. 200 cm².
- Der Kernfluß wird beibehalten, wobei ein nahezu gleichmäßiges Absinken des Gutes über den gesamten Querschnitt erfolgt (Bild 4). Dadurch wird gegenüber dem Behälter der RFA-2 das Gut ständig in Bewegung gehalten, und die Voraussetzungen für Verfestigungen und Brückenbildungen werden gemindert.

Im Vergleich beider Behälter zeigt sich, daß durch ein Leitblech eine Materialeinsparung bei besserem Auslaufverhalten erzielt wird, aber gleichzeitig eine Verringerung des Nutzvolumens erfolgt. Da das Gut über entsprechende Regeleinrichtungen kontinuierlich aus einem Silo zugeführt wird, wirkt sich ein geringes Nutzvolumen des Behälters nicht negativ auf den Förderprozeß aus. Deshalb wird die Gestaltung von Behältern für Rohrkettenförderer durch die Funktion der Gutaufgabe bestimmt.

4. Zusammenfassung

Allgemeine Gestaltungsanforderungen für Bunker wurden am Beispiel des Behälters der Rohrkettenförderanlage RFA-2 diskutiert. Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß die Befüllung der Förderkette nur über eine geringe aktive Fläche erfolgt, der überwiegende Teil des Gutes nicht in Bewegung ist, sich verfestigt und Brückenbildungen begünstigt werden. Deshalb sind Behälter, die vorzugsweise nach der Aufgabefunktion gestaltet werden, vorteilhaft für ein störungsfreies Betreiben von Rohrkettenförderern.

Literatur

- [1] Füll, C.: Lagerung von Trockengrünut in Behältern – neue Erkenntnisse zum Problem der Brückenbildung. Dt. Agrartechnik, Berlin 20 (1970) 6, S. 271–275.
- [2] Mührel, K.: Transport, Umschlag, Lagerung in

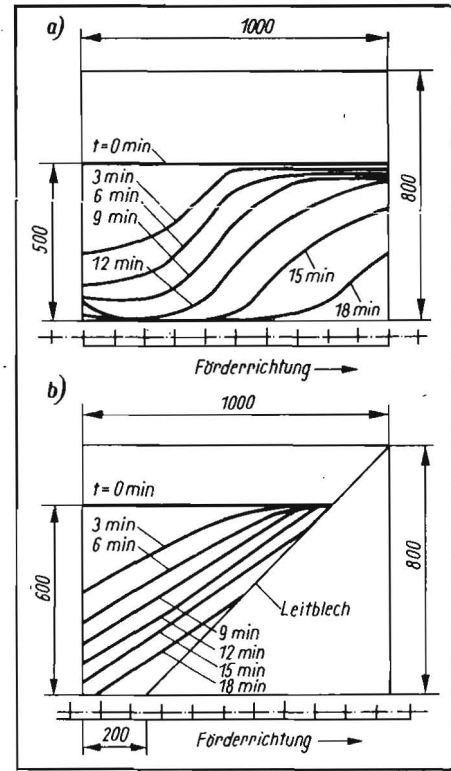


Bild 4. Vergleich des Auslaufverhaltens von Ferkelaufzuchtfutter in Abhängigkeit von der Auslaufzeit ($v_k = 5,5$ m/min);
a) RFA-2-Behälter
b) RFA-2-Behälter mit Leitblech

der Landwirtschaft. Berlin: VEB Verlag Technik 1983.

- [3] Geisthardt, H.: Untersuchungen zur Befüllrichtung einer Rohrfütterungsanlage. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983 (unveröffentlicht).
- [4] Bruhn, H.: Untersuchungen zur Konstruktion des Vorratsbehälters der RFA-2. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Großer Beleg 1985 (unveröffentlicht). A 5175

Spanneinrichtungen für Rohrkettenförderer

Dr.-Ing. P. Grundmann, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion

Verwendete Formelzeichen

F_v	N	Vorspannkraft
G	N/mm ²	Gleitmodul
C_f	N/mm	Federkonstante
d	mm	Federdrahtdurchmesser
d_m	mm	mittlerer Federdurchmesser
f	mm	Federweg
i_f		Anzahl der Windungen

1. Aufgaben und Aufbau

Die Förderkette eines Rohrkettenförderers ist während des Betriebs stets durch eine Zugkraft zu belasten, weil Druckkräfte nicht übertragen werden können. Damit sich die unvermeidbare Längung einer Förderkette und die Polygonwirkung des Antriebskettenrades nicht negativ auf die Funktion eines Rohrkettenförderers auswirken, ist eine aus-

reichend große Vorspannkraft erforderlich. Unter praktischen Bedingungen wird häufig die Vorspannkraft größer als notwendig eingestellt. Dies führt zu einem höheren Gesamtbewegungswiderstand, da mit steigender Vorspannkraft die Einzelbewegungswiderstände steigen. In der Rohrkettenförderanlage RFA-2 wird die Förderkette nach ihrem Auslaufen aus dem Antriebskettenrad über ein federbelastetes Hebelsystem mit Spannschloß und Umlenkrad (Spannrad) gespannt (Bild 1). Die Förderkette ist in der Einlaufzeit täglich und später wöchentlich zu spannen. Zur Kontrolle der eingestellten Vorspannkraft soll sich die Förderkette zwischen dem Antriebskettenrad und dem Spannrad maximal 30 mm durchdrücken lassen [1].

2. Ermittlung der Vorspannkraft

Theoretisch kann an einer federbelasteten Spanneinrichtung die Vorspannkraft über den eingestellten Federweg ermittelt werden.

Dabei gilt:

$$F_v = C_f f \quad (1)$$

mit

$$C_f = \frac{G d^4}{8 i_f d_m^3} \quad (2)$$

Somit kann mit den Parametern der in der Rohrkettenförderanlage genutzten Spannfeder A8 × 40 × 40 TGL 18 397 die Federkonstante berechnet werden. Der Federweg ist manuell mit Hilfe eines Spannschlusses einstellbar. Die theoretische Abhängigkeit der