

Schneckenförderer werden in der Landwirtschaft bei einer Reihe von Gütern eingesetzt. Beim Umschlag von Mineraldüngern verwendet man in der DDR jedoch vorwiegend Gurtbandförderer und Krane, obwohl in einer Reihe von Ländern Schneckenförderer mit Erfolg für Mineraldünger benutzt werden. Die wesentlichen Vorteile von Schneckenförderern sind:

- garantierte Staubfreiheit
- witterungsgeschützte Förderung
- niedriger Preis
- gute Arbeitsschutzbedingungen

Als Nachteile gegenüber Gurtbandförderern sind zu nennen;

- höherer Verschleiß
- geringere Schonung des Fördergutes
- höherer kW-Bedarf

Der Einsatz von Schneckenförderern bei Umschlagprozessen in zentralen Düngelagern oder bei der Beladung von Düngerstreuern und Flugzeugen am Feld kann somit zu einer Verbesserung der Technologie führen. Um die in der DDR gegenwärtig und perspektivisch zur Anwendung gelangenden Mineraldünger auf ihre Förderbarkeit mit Schneckenförderern aus der Serienproduktion der DDR zu untersuchen, wurden vom Institut für Mineraldüngung

* Institut für Mineraldüngung Leipzig der DAL zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. habil P. KUNDLER)
** VEB Wutra-Werke Wurzen

Tafel 1. Untersuchte Düngemittelarten

| | Schüttdichte [t/m ³] | Korngröße < 4 mm | [%] < 1,6 mm |
|--|-------------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. 60er Kali, granuliert | 0,95 | 0,5 | 31,5 |
| 2. Superphosphat, granuliert | 1,10 | 3,3 | 7,3 |
| 3. Kalkammonsalpeter, granuliert (Wolfen) | 0,87 | 0,7 | 50,6 |
| 4. Kalkammonsalpeter, granuliert (Westdeutschland) | 0,96 | 9,2 | 10,6 |
| 5. NPK-Mischdünger, granuliert (Kalkammonsalpeter, Superphosphat, 60er Kali) | 1,04 | 7,9 | 4,6 |
| 6. NPK-Verbunddünger, granuliert (13/13/24, Versuchsprodukt Sondershausen) | 0,85 | 66,2 | 4,1 |
| 7. PK-Mischdünger, granuliert (Superphosphat, 60er Kali) | 1,04 | 1,6 | 29,3 |
| 8. PK-Mischdünger, staubförmig (Superphosphat, 60er Kali) | 1,03 | — | — |
| 9. PK-Verbunddünger, granuliert (0/15/25, Versuchsprodukt Roßleben) | 1,05 | 1,1 | 79,3 |

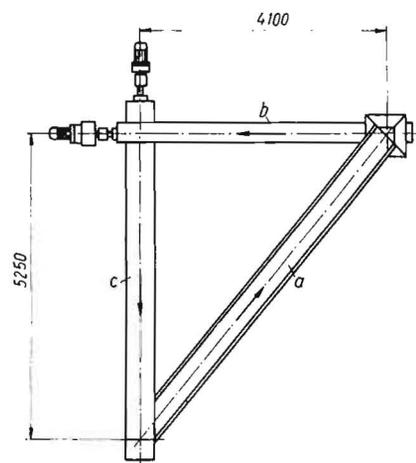


Bild 1. Prinzipaufbau des Versuchsstandes,
a Gurtbandförderer, b Schneckenförderer 1, c Schneckenförderer 2

Leipzig an der Ingenieurschule für Schwermaschinenbau Roßwein in Zusammenarbeit mit dem VEB Wutra-Werk Wurzen Versuche durchgeführt (Tafel 1).

1. Versuchsanlage

Die in der Versuchsanlage eingeschlossenen Stetigförderer waren so angeordnet, daß die Förderung im Kreislauf erfolgt (Bild 1). Zu der Versuchsanlage gehörten:

- 1 Schneckenförderer (1) A 200×5,0 - Re nach WuS 22, ausgerüstet mit einem Drehmotor KRA 160.2/8 und einem stufenlos regelbaren Stirnrad-Ketten-Stirnradgetriebe;
- 1 Schneckenförderer (2) A 315×6,0 - Re nach WuS 22, in seiner Förderrichtung etwa von 5 bis 20° stufenlos regelbar, ausgerüstet mit einem Drehstrom-Getriebe-Motor Z 5 KR 132.2/4,
- 1 Gurtbandförderer als Verbindungsglied zwischen den beiden Schneckenförderern, dessen technische Parameter für die Versuchsdurchführung ohne Bedeutung sind.

Für die Erprobung der in Tafel 1 genannten Fördergüter wurde die Antriebsdrehzahl des Schneckenförderers A 200×5,0 auf rd. 134 min⁻¹ und die Neigung der Förderrichtung des Schneckenförderers A 315×6,0 auf etwa 10° eingestellt.

2. Versuchsdurchführung

Die Durchführung der Versuche erfolgte für alle Fördergüter nach dem gleichen Schema. Eine Gutmenge von etwa 0,05 m³ wurde über den Gurtbandförderer dem Schneckenförderer (1) A 200×5,0 zugeführt, von diesem an den Schneckenförderer (2) A 315×6,0 übergeben, der dann wiederum den Gurtbandförderer beschickte.

Die Probenentnahme erfolgte nach folgendem Schema:

- Probe 1 0-Probe
- Probe 2 nach 4 m Förderstrecke
- Probe 3 nach 9 m Förderstrecke
- Probe 4 nach 40 m Förderstrecke
- Probe 5 nach 45 m Förderstrecke
- Probe 6 nach 85 m Förderstrecke
- Probe 7 nach 100 m Förderstrecke
- Probe 8 nach 140 m Förderstrecke
- Probe 9 nach 145 m Förderstrecke
- Probe 10 Probe vom Trogboden nach Beendigung der Förderung

Nach Probe 5 wurde die Fördergutmenge bis zur Erreichung eines Füllfaktors von etwa 0,3 bis 0,4 erhöht. Durch eine Unterbrechung des gleichmäßigen Fördergutkreislaufs an der Übergabestelle des Gurtbandförderers zum Schneckenförderer (1) konnte die in einer bestimmten Zeit anfallende Fördermenge Q_0 gemessen und damit auch auf die Förderleistung geschlossen werden.

Zur Leistungsmessung am Schneckenförderer (1) diente ein elektrischer Leistungsmesser (Fehler: $\pm 0,008$ kW Nennleistung) und das gleichzeitig angeschlossene Volt-Ampere-meter. Zur Bestimmung des Abriebs bei granuliertem Kalkammonsalpeter, Superphosphat und Kali wurden jeweils eine Versuchsmenge von 50 kg im Kreislauf durch Schneckenförderer (1) bis zu einer Förderstrecke von 75 m gefördert und Proben aus dem Förderstrom und vom Trogboden entnommen.

3. Versuchsergebnisse

- Der theoretisch angenommene Füllfaktor $\varphi_t = 0,32$ wird durch die Versuchsdurchführung bestätigt. Eine Erhöhung des Füllfaktors auf $\varphi_v = 0,4$ kann, ohne daß der Fördervorgang behindert oder gestört wird, empfohlen werden. Damit ist eine Leistungssteigerung ohne konstruktive Änderung des Schneckenförderers gegeben, wenn die maximale Granulatgröße nicht über 8 mm hinausgeht.

— Die theoretisch bestimmte Antriebszahl von $n = 100 \text{ min}^{-1}$ bestätigte sich in der Versuchsdurchführung nicht. Die für die Versuche eingestellte Antriebszahl von $n = 134 \text{ min}^{-1}$ ergab keine störenden Auswirkungen auf den Fördervorgang, wobei eingeschätzt werden kann, daß mit dieser Drehzahl bei einer maximalen Granulatgröße von 8 mm das Maximum noch nicht erreicht ist.

— Unter Berücksichtigung des Reibwertes $\mu = 4$ stimmen die gemessenen Antriebsleistungen mit den theoretisch ermittelten Antriebsleistungen überein, wobei die geringfügigen Überschreitungen der theoretisch ermittelten Antriebsleistungen in der Praxis zur Sicherung der Funktion des Schneckenförderers erwünscht sind (Tafel 2).

— Auf Grund der allgemeinen Sichtprüfung des Schneckenförderers während des Fördervorgangs der Mineraldünger ergab sich, daß bei trockenem Fördergut mit Ausnahme des Kalkammonsalpeters eine gute Förderung garantiert werden kann. Bei feuchtem Fördergut und bei Kalkammonsalpeter kommt es zum Festsetzen staubförmiger Fördergutteilchen an dem Schneckenrog und an der Schneckenwelle (Bild 2). Dieser Vorgang kann, wenn er nicht durch konstruktive Maßnahmen oder Reinigung des Schneckenförderers in durch die Praxis zu bestimmenden Zeitabständen unterbunden wird, die Förderung behindern.

— Die vorliegenden Ergebnisse lassen die Schlußfolgerung zu, daß die in Tafel 1 angegebenen Fördergüter als ein Fördergut „Mineraldünger“ betrachtet werden können.

— Die Versuche zeigten, daß eine Reinigung des Schneckenförderers bei wechselnder Förderung verschiedener Düngemittelsorten nicht erforderlich ist, da der Bodenrest im Trog nur allmählich abgebaut wird und somit keine konzentrierte Mischung eines Teiles des Fördergutes eintritt.

— Die Untersuchungen des Abriebes ergaben, daß bei Superphosphat und Kali (mech. Festigkeit nach Shatter-Test $\approx 75\%$) der Abrieb des Kornspektrums unter 1,6 mm ab 50 m Förderstrecke um etwa 4 % und bei Kalkammonsalpeter (mech. Festigkeit nach Shatter-Test $\approx 97\%$) ab 75 m Förderstrecke um etwa 3 % zunahm. Dieser Abrieb ist vernachlässigbar.

4. Schlußfolgerungen

Für Mineraldünger im Kornspektrum bis 5 mm wurde auf der Grundlage theoretischer Berechnungen und dargelegter

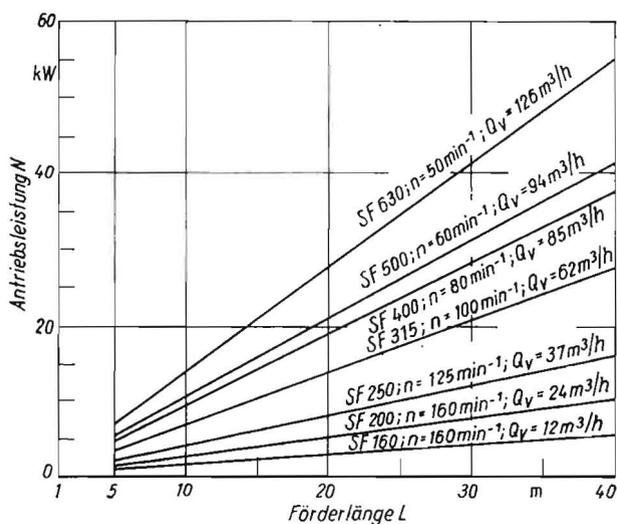


Bild 3. Bestimmung der wichtigsten Parameter von Schneckenförderern für den Transport von Mineraldüngern mit 0 bis 5 mm Körnung

Tafel 2. Ermittlung der Förderleistung beim SF 200, Drehzahl $n = 134 \text{ min}^{-1}$, Reibwert $\mu = 4,0$, Förderlänge = Troglänge = 5,0 m, Fördervolumen bei $\varphi = 1$ ist $Q_{zm} = 50,5 \text{ m}^3/\text{h}$, theoretischer Füllfaktor $\varphi_t = 0,32$

| Bezeichnung des Fördergutes | Körnung [mm] | Geförderte Masse Q_0 [kg] | Gemessene Zeit t_1 [s] | Förderleistung $Q_1 = \frac{3,6 \cdot Q_0}{t_1}$ [t/h] | Fördervolumen $Q_{m1} = \frac{Q_1}{\varphi}$ [m^3/h] | Förderleistung Q_2 bei $\varphi = 1$ [t/h] | Förderleistung vorhandener Füllfaktor $\varphi_v = \frac{Q_1}{Q_2}$ | Antriebsleistung N_{s1} [kW] | Abweichung N_{s1} zu N_{s0} [kW] |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|--|--|--|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 0 ... 5 | 24,5 | 5 | 17,6 | 18,55 | 48 | 0,366 | 0,96 | + 0,060 |
| 2 | 0 ... 4 | 20,0 | 3,75 | 20,8 | 18,80 | 55,5 | 0,375 | 1,025 | + 0,055 |
| 3 | 0 ... 2 | 29,0 | 6 | 17,4 | 20,0 | 44 | 0,396 | 0,946 | + 0,104 |
| 4 | 0 ... 5 | 7,8 | 2 | 14,0 | 14,7 | 48,1 | 0,306 | 0,765 | + 0,110 |
| 5 | 0 ... 5 | 12,0 | 2,6 | 16,6 | 16,0 | 52,5 | 0,317 | 0,910 | + 0,010 |
| 6 | 0 ... 8 | 17,5 | 3,5 | 18,0 | 21,20 | 43,0 | 0,418 | 0,980 | + 0,080 |
| 7 | 0 ... 3 | 17,5 | 4,0 | 15,75 | 15,10 | 52,5 | 0,300 | 0,860 | + 0,054 |
| 8 | 0 ... 1 | 14,75 | 3,4 | 15,6 | 15,20 | 52,0 | 0,300 | 0,850 | + 0,008 |
| 9 | 0 ... 5 | 10,8 | 3,5 | 11,2 | 10,70 | 53,0 | 0,212 | 0,621 | + 0,016 |

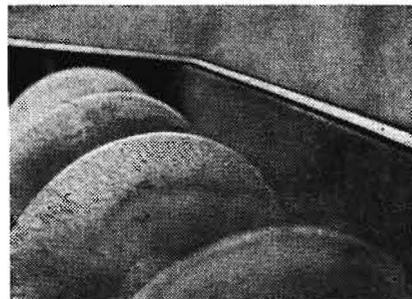


Bild 2. An der Förderschnecke anhaftende Teilchen

Versuchsergebnisse ein Diagramm zur Bestimmung der wichtigsten Parameter von dafür geeigneten Schneckenförderern aufgestellt (Bild 3).

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß der Einsatz von Schneckenförderern in Stetigfördersystemen zur automatisierten Mechanisierung zentraler Düngerlager möglich ist. Die im zentralen Düngerlager der LPG-GE Miltitz-Roitzschen eingesetzten Schneckenförderer bestätigen das. Erfolgreich erprobt wurde 1967 durch das Institut für Mineraldüngung auch der Einsatz von Schneckenförderern zur Beladung von Düngerstreuern und Flugzeugen. Bei dem in der Perspektive vorgesehenen Transport der Düngemittel in

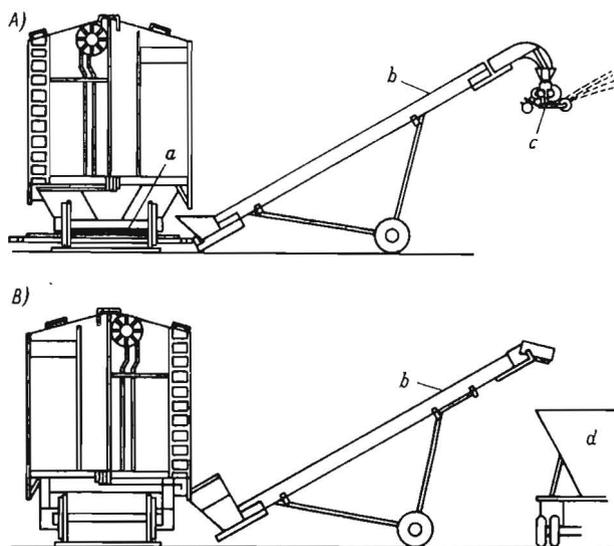


Bild 4. Entladung von Mineraldüngern aus Selbstentladewaggons; bei A Abgabe nach unten und B Abgabe seitlich; a Querförderer, b Schnecke, c Schleuderband, d LKW

Selbstentladewaggons werden Schneckenförderer eine witterungsgeschützte Förderung vom Waggon ins Lager ermöglichen (Bild 4). Die weiteren Untersuchungen konzentrieren sich auf die Verbesserung der korrosiven Verschleißerscheinungen und die Verhinderung des Anbackens von Düngemittelteilchen an Schneckenkrog und Schnecke. Die Anwendung von Polyamid, Polyacetalharz und Polyurethanen soll nach Untersuchung von MITTELBACH [1] diese Schwierigkeiten beseitigen.

5. Zusammenfassung

Die Förderversuche mit 9 verschiedenen Düngemitteln bzw. Düngemittelmischungen im Kornspektrum von 0 bis 8 mm machten deutlich, daß die angewendeten Düngemittelsorten bei der Auswahl von Schneckenförderern als ein Fördergut

„Mineraldüngemittel“ anzusehen sind. Die Ergebnisse wurden in einem Diagramm zur Bestimmung der wichtigsten Parameter einer Schneckenförderung für Mineraldüngemittel zusammengefaßt. Die Untersuchungen über Abrieb, Wasseraufnahme aus der Luft, Rückstände im Schneckenförderer und Mischeffekt zeigten, daß sich die physikalischen Eigenschaften der Düngemittel nur unwesentlich durch den Förderprozeß mit Schneckenförderern verändern.

Literatur

- [1] MITTELBACH, P.: Abriebversuche an Kunststoffen zur Prüfung der Eignung von Kunststoffschnecken zur Förderung von Mineraldüngern. Landtechnische Forschung, München 16 (1966) H. 4, S. 132 bis 138
- [2] SUNTHEIM, L./W. MATZEL: Untersuchungen zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit von granulierten Düngemitteln. Thaer-Archiv 11 (1967) H. 8, S. 733 bis 744
A 7125

Dr. W. GÄRTIG, KDT* /
Ing. B. HENNIG, KDT*

Die Zwischenlagerung von wasserfreiem Ammoniak in der Landwirtschaft

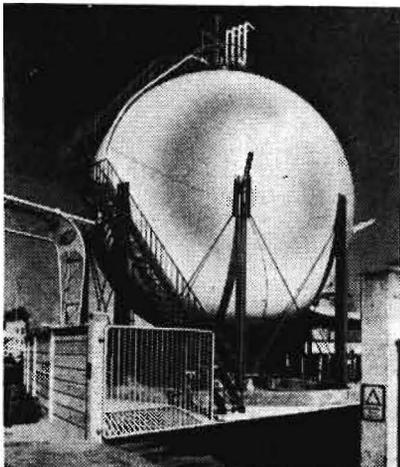
Der Düngung kommt bei der Hebung der Bodenfruchtbarkeit und damit für die Steigerung der Erträge eine entscheidende Rolle zu. Die Landwirtschaft verlangt Düngemittel, die billiger sind und einen hohen Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad der Ausbringerverfahren ermöglichen. Vor 1954 wurden alle Düngemittel in fester Form hergestellt und angewendet. In den letzten 15 Jahren ist die Verwendung flüssiger Düngemittel sehr schnell angestiegen. Die Vorteile liegen auf technologischem und ökonomischem Gebiet. In der DDR ist auf 1,3 Millionen ha LN schwerer Ackerböden (Lö A1) die Anwendung der PK-Vorratsdüngung kombiniert mit N-Düngung in fester und flüssiger Form als die ökonomisch optimale Variante vorgesehen. 80 Prozent des Stickstoffs kommen dabei als wasserfreies Ammoniak zur Anwendung, die restlichen 20 Prozent werden als fester Stickstoffdünger zur Kopf- bzw. späten Stickstoffdüngung eingesetzt.

1. Lagerungsverfahren

Bis 1960 erfolgte die Lagerung verflüssigter Gase vorwiegend in zylindrischen Druckbehältern. Da der Dampfdruck von

* Institut für Mineraldüngung Leipzig der DAL zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. habil. P. KÜNDLER)

Bild 1. NH₃-Kugelbehälter in Frederica, Fassungsvermögen 940 m³, Betriebsdruck 7 kp/cm² (Foto: Werkbild)



der Temperatur abhängt, ist diese Lagerungsform mit hohem Stahlaufwand verbunden. Für größere Lagerkapazitäten ist diese Lagerform unökonomisch.

Seit 1956 ist die drucklose Lagerung von NH₃ technisch gelöst. Das wasserfreie Ammoniak wird ständig gekühlt und so unter seinem Siedepunkt konstant bei 239 °K gehalten. Außer Kälteanlagen ist eine besondere Isolierung der Behälterwandung und der Einbau einer exakten Meß-, Steuer- und Regeltechnik mit Alarmsystem erforderlich. Für große Lagerkapazitäten ist dieses Lagerungsverfahren sehr ökonomisch. Es sind Lagerkapazitäten von 9000 bis 27 000 t NH₃ bekannt.

Die Fortschritte in der Schweißtechnik, die Weiterentwicklung geeigneter Stähle und moderner Prüfmethode wirkten sich auf den Bau von Kugelbehältern (Bild 1) aus. Die Kugelbehälter erfordern geringeren Platz und ermöglichen große Masseinsparungen bei Stahl. Mit der Entwicklung von Kugelbehältern und der Herstellung geeigneter Isolierstoffe wurde die Zwischenlagerung von wasserfreiem Ammoniak in Mitteldrucklagern ermöglicht. Diese Tanklager werden für einen Druck von 7 kp/cm² projektiert. Erst wenn Drücke über 7 kp/cm² auftreten, wird das wasserfreie Ammoniak über einen Kühler, ähnlich einem Wärmeaustauscher, geleitet, durch einen Verdichter komprimiert und dann in den Kugelbehälter zurückgeführt. Die Laufzeit dieser Verdichter überschreitet im allgemeinen 10 Prozent der Umschlagszeit des wasserfreien Ammoniaks nicht. Das Betätigen der Meß-, Entnahme- und Überwachungsarmaturen, die auf dem Behälter angeordnet sind, erfolgt meistens über eine Meßzentrale.

2. Lagerung und Lagerumfang

Für die breite Anwendung des wasserfreien Ammoniaks in der Landwirtschaft der DDR ist es zweckmäßig, seinen Umschlag und seine Lagerung in das sich entwickelnde Netz der agrochemischen Zentren einzugliedern.

Die Größe des Zwischenlagers für wasserfreies Ammoniak ist abhängig von:

- a) Versorgungsbereich des agrochemischen Zentrums
- b) Anbauverhältnis
- c) Aufwandmenge kg N/ha
- d) Verhältnis wasserfreies Ammoniak : feste Düngemittel
- e) Verhältnis Herbst- : Frühjahrsanwendung

Der Versorgungsbereich ist durch Optimierung zu ermitteln,