

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 Schneckenstrog 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

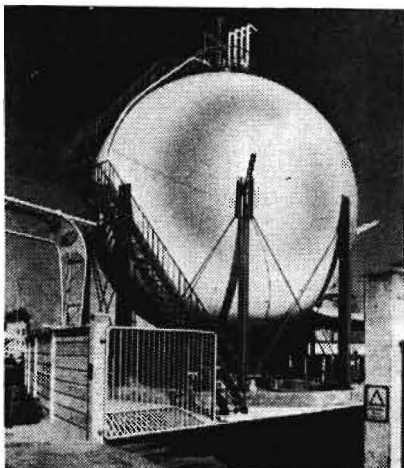
Der Düngung kommt bei der Hebung der Bodenfruchtbarkeit und damit für die Steigerung der Erträge eine entscheidende Rolle zu. Die Landwirtschaft verlangt Düngemittel, die billiger sind und einen hohen Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad der Ausbringerverfahren ermöglichen. Vor 1954 wurden alle 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. NH_3 -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 NH_3 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 NH_3 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,

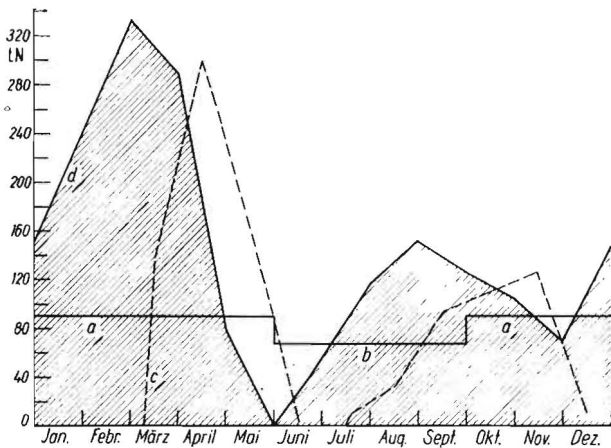


Bild 2. Zugang, Verbrauch und Lagerbestand bei 1000 t N (NH_3) Verbrauch und 33 % Lagerkapazität; der Verbrauch der Jahresmenge gliedert sich wie folgt auf: Frühjahr 61,6 %, Sommer 4,1 %, Herbst 34,3 %, a Zugang bei 4 Druckkesselwagen, b Zugang bei 3 Druckkesselwagen, c Verbrauch, d Lagerbestand

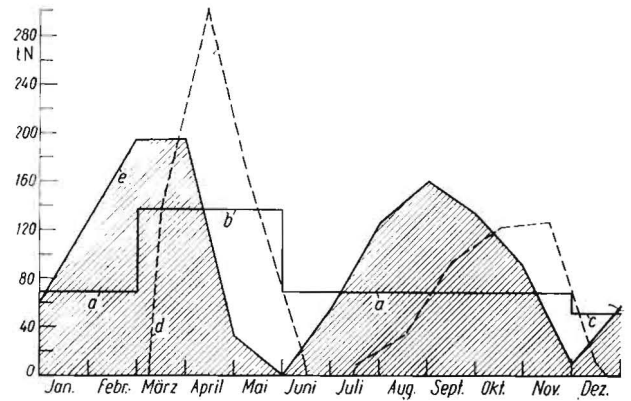


Bild 3. Zugang, Verbrauch und Lagerbestand bei 1000 t N (NH_3) Verbrauch und 20 % Lagerkapazität, Aufteilung des Verbrauchs wie bei Bild 2; a Zugang bei 3 Druckkesselwagen, b Zugang bei 6 Druckkesselwagen, c Zugang bei 2 Druckkesselwagen, d Verbrauch, e Lagerbestand

als günstigste Größe für den Einzugsbereich sind 15 000 bis 25 000 ha LN anzusehen. In den Gebieten, wo eine Herbstanwendung möglich ist und etwa 34 Prozent der NH_3 -Jahresmenge zu Winterzwischenfrüchten, Winterweizen und Zuckerrüben im Herbst ausgebracht werden, benötigt man rund 33 Prozent Lagerkapazität, wenn die Industrie kontinuierliche Abnahme verlangt (Bild 2). Die Lieferungen erfolgen in Druckkesselwagen mit einem Fassungsvermögen von 22 bis 23 t N. Die Lagerkapazität läßt sich von 33 Prozent auf 20 Prozent der Jahresmenge senken, wenn die Landwirtschaft in den Monaten März, April, Mai erhöhte Lieferungen erhält (Bild 3). Dadurch verringert sich z. B. die Lagergröße bei einem Jahresverbrauch von 1000 t N von $700 \text{ m}^3 = 340 \text{ t N}$ auf $400 \text{ m}^3 = 200 \text{ t N}$ und die Umschlagszahl erhöht sich von 3 auf 5.

Zur Lagerung in den agrochemischen Zentren sind zylindrische Druckbehälter oder Kugelbehälter geeignet. Entsprechend den unterschiedlichen natürlichen Versorgungsbereichen und den Anbauverhältnissen kann die Lagerkapazität nach dem Baukastensystem ausgelegt und ergänzt werden. Die Mindestlagergröße sollte 400 m^3 (200 t N) betragen.

3. NH_3 -Tanklager Schafstädt

In der DDR wurde das erste NH_3 -Tanklager im agrochemischen Zentrum Schafstädt, Kr. Merseburg, vom Institut für Mineraldüngung Leipzig der DAL in Zusammenarbeit mit der LPG-Gemeinschaftseinrichtung Schafstädt errichtet (Bild 4). Das NH_3 -Tanklager hat ein Fassungsvermögen von $400 \text{ m}^3 = 200 \text{ t N}$. Die Lagerung erfolgt in 8 Druckbehältern mit je 50 m^3 . Die Behälter liegen hier nebeneinander, andere Aufstellungsvarianten entsprechend den örtlichen Gegebenheiten sind möglich.

3.1. Umschlagsysteme

Der Umschlag erfolgt im geschlossenen Umfüllsystem mit Kreiselpumpe. Außer diesem Umfüllsystem kann das geschlossene Umfüllsystem mit Kompressor und das offene Umfüllsystem angewendet werden (Bild 5). Das offene Umfüllsystem kam in der DDR bisher beim Umschlag des wasserfreien Ammoniaks aus den Eisenbahndruckkesselwagen in die Düngbehälter zum Einsatz, wobei die Umfüllung unter Ausnutzung des Druckgefälles ohne Pumpe erfolgte. Die Düngbehälter werden dabei gegen die Atmosphäre entspannt. Die Füllzeiten sind von Füllstand, Temperatur, Druck und Leitungsquerschnitt abhängig. Ist die Hälfte des wasserfreien Ammoniaks aus dem Druckkesselwagen entnommen, verdoppeln sich die Füllzeiten, sie verdreifachen sich sogar im letzten Drittel. Eine reibungslose Belieferung der LPG in den Spitzenzeiten ist damit nicht gewährleistet. Dieses Um-

füllsystem führt zu langen Standzeiten der Druckkesselwagen und zu Verlusten.

Beim geschlossenen Umfüllsystem (Bild 6) mit Kreiselpumpe sind die Druckbehälter über die Flüssigkeitsleitung und die Gaspipeline miteinander verbunden und stellen somit kommunizierende Gefäße dar; in die Flüssigkeitsleitung wird eine Kreiselpumpe eingebaut.

3.2. Sicherheitstechnik

Die Druckbehälter können bis zu 95 Prozent gefüllt werden. Den Füllstand messen zwei voneinander unabhängige Füllstandanzeigevorrichtungen, an der Stirnseite der Druck-

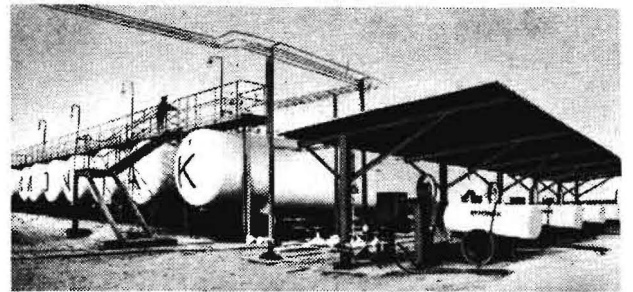


Bild 4. NH_3 -Tanklager Schafstädt, Fassungsvermögen 400 m^3 , Betriebsdruck $15,4 \text{ kp/cm}^2$ (Foto: Eckstein)

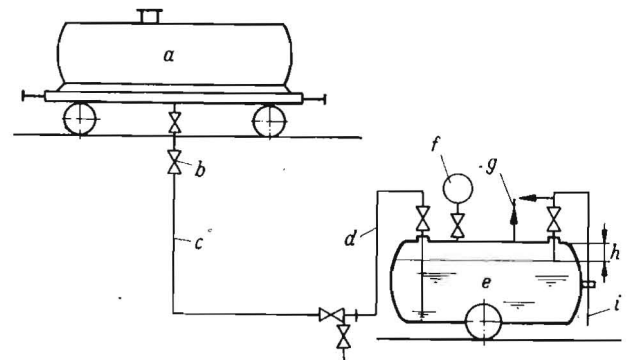


Bild 5. Offenes Umfüllsystem für das volumetrische Füllen von Druckbehältern mit wasserfreiem Ammoniak; a Kesselwagen 56 m^3 , b Entleerungsventil am Kesselwagen, c Füll-Leitung, d Füll- bzw. Entleerungsleitung, e Arbeitsgerät, f Manometer, g federbelastetes Sicherheitsventil, h Gasraum $\approx 20\%$ des Gesamtinhaltes, i Flüssigkeitsstand-Anzeigerohr

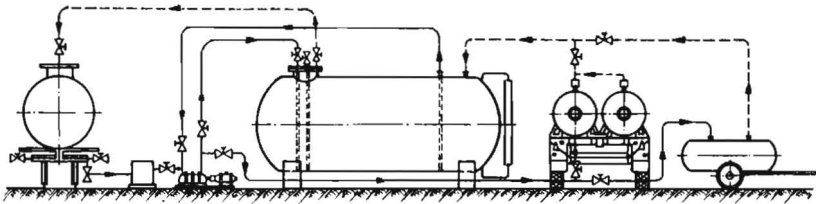
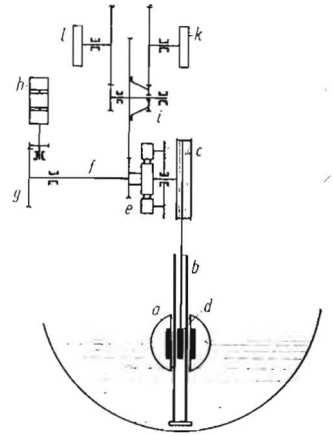


Bild 6. Geschlossenes Umfüllsystem mit Kreiselpumpe

Bild 7. Füllstand-Meßeinrichtung mit elektrischer Fernübertragung zur Regelung, Kontrolle und Datenerfassung (System Steremat); a Schwimmer mit Magnet, b Trennrohr, c Meßtrommel, d Magnet mit Meßdraht, e Federmotor, f Meßwelle, g Zahnrad, h Zählwerk, i Getriebe, k Meßwertgeber, l Kontakteinrichtung



behälter kann man ihn an je 3 versetzt angeordneten Füllstandanzeigen ablesen. Außerdem ist auf jedem Druckbehälter eine örtliche Füllstandanzeige in Ziffern mit elektrischer Fernübertragung zur Regelung, Kontrolle und Datenerfassung eingebaut. Ein druckfester Schwimmkörper mit eingebautem Magnetsystem gleitet vertikal an Führungsnocken am Trennrohr. Füllstandsänderungen werden vom Magnet *d* über einen Meßdraht und den Federmotor *e* auf das Zählwerk *h* sowie über eine Rutschkupplung auf den Meßwertgeber *k* und die Kontakteinrichtung *l* übertragen (Bild 7). Bei Erreichung des maximalen Füllstands schaltet die Kontakteinrichtung den Grenzwertschalter. Bei diesem Schaltvorgang löst ein Relais das akustische Signal aus, und in der Meßwarte leuchtet das Lichtfeld auf. Gleichzeitig schaltet sich die Förderpumpe ab. Die Pumpe kann erst dann wieder in Betrieb genommen werden, wenn der Füllstand unter den Maximalstand abgesunken ist und das Ventil des nächsten Behälters geöffnet wurde.

Das Tanklager arbeitet mit einem Betriebsdruck von 15,4 kp/cm² (313 °K), der Prüfdruck beträgt 21 kp/cm². Wird die Sicherheitsgrenze (14 kp/cm²) infolge zu hoher Temperaturen erreicht, löst ein Manometer mit Fernsender die akustisch und optisch anzeigende Alarmanlage aus. Eine Leuchtzeichentafel in der Meßwarte zeigt den jeweiligen Behälter mit Überdruck an. Durch Öffnen des Auslaßventils kann das wasserfreie Ammoniak in einen anderen Druckbehälter umgepumpt werden, so daß der Druck sinkt. Versäumt man das, öffnen sich bei 16 kp/cm² die Sicherheitsventile, und der Überdruck wird in eine Wasservorlage geleitet. Druck und Temperatur des wasserfreien Ammoniaks werden auf Kompensographen übertragen. Das Rohrleitungssystem enthält ebenfalls Sicherheitsventile, da die Leitungen als Druckgefäße anzusehen sind. Jeder Leitungsein- und -ausgang ist mit Doppelventilen ausgerüstet, wobei das dem Behälter am nächsten liegende Ventil stets geöffnet ist und nur beim Versagen des Betriebsventils in Funktion tritt.

3.3. Automatisches Umfüllverfahren

Der Umschlag aus dem NH₃-Tanklager kann sowohl in die Düngbehälter als auch in Straßentransportfahrzeuge erfolgen. An 6 Zapfstellen kann gleichzeitig getankt werden. Die Düngbehälter stehen während des Füllvorgangs auf RAPIDO-Schnellwaagen, die darin eingebauten Abschaltvorrichtungen stellen bei Erreichen der maximalen Füllmasse über ein Motorventil den Füllvorgang automatisch ab. Die Schließverzögerung beträgt 12 s.

Zur Registrierung des durchfließenden wasserfreien Ammoniaks ist an jeder Zapfstelle ein Wälzkolbenzähler eingebaut. An den Zapfstellen können 24 LPG bedient werden. Um eine Registrierung von Hand zu vermeiden, ist für jede LPG ein elektrisches Fernzählwerk umschaltbar angeschlossen. Nach 10 l Durchflußmenge wird ein elektrischer Impuls auf das angeschlossene Zählwerk übertragen, das die abgegebene Menge zählt und registriert. Die Abrechnung ist täglich,

monatlich oder für die ganze Kampagne möglich und vereinfacht die Verrechnung mit den LPG (Bild 8).

Das Umschalten des Impulses vom Wälzkolbenzähler auf die gewünschte Fernanzeige erfolgt durch Betätigen des jeweiligen Knopftasters, wobei sich gleichzeitig das Elektroventil öffnet. Beim Drücken des gewünschten Tasters wird der Stromkreis für das bestimmte Relais geschlossen und alle Öffner des Relais verhindern, daß eine zweite Fernbedienung in Betrieb genommen wird. Durch diese Lösung ist eine Einknopfbedienung geschaffen, die ein ganzes Regelsystem in Betrieb nimmt oder abschaltet. Maximal können 13,6 t/N/h umgeschlagen werden.

3.4. Ökonomie

Die gesamte Anlage, die einen Wert von annähernd 600 TM hat und jährlich für etwa 700 bis 800 TM wasserfreies Ammoniak umschlägt, wird von einer Arbeitskraft mit ingenieurtechnischen Kenntnissen bedient. Die Kosten für die Lagerung und den Umschlag sind von der Umschlagszahl abhängig (Tafel 1).

Tafel 1. Kosten für Lagerung und Umschlag von wasserfreiem Ammoniak

Umschlagszahl	Umschlag in t N	[M/t N]	[M/t NH ₃]
3	600	71,45	58,58
4	800	55,75	45,71
5	1 000	42,87	35,15

Die Kosteneinsparungen im Vergleich zu Kalkammonsalpeter ergeben sich aus dem niedrigeren Preis des wasserfreien Ammoniaks und den geringeren Verfahrenskosten. Sie betragen bei einem Umschlag von 1000 t N 600,- TM. Dadurch fließen die aufgewendeten Investitionen in einem Jahr in die landwirtschaftlichen Betriebe zurück.

Bild 8. Meßwarte des NH₃-Tanklagers im agrochemischen Zentrum Schafstädt (Foto: Eckstein)



4. Zusammenfassung

Die Anwendung von wasserfreiem Ammoniak in der Landwirtschaft macht den Bau von NH_3 -Tanklagern erforderlich. Es werden die verschiedenen Lagerungsverfahren beschrieben.

Die NH_3 -Tanklager sind eine Teilanlage der agrochemischen Zentren. In Gebieten mit möglicher Herbstanwendung sind etwa 33 Prozent Lagerkapazität erforderlich. Die Lagerkapazität läßt sich auf 20 Prozent senken, wenn erhöhte Zulieferungen in den Monaten März bis Mai erfolgen. Dadurch verringern sich die Investitionen und die Umschlagskosten um etwa 40 Prozent.

Das erste NH_3 -Tanklager der DDR entstand im agrochemischen Zentrum Schafstädt. Umschlag des wasserfreien Am-

moniaks und Auslösen der Sicherheitstechnik erfolgen mit Hilfe von Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen. Die Anlage wird von einer Arbeitskraft mit ingenieurtechnischen Kenntnissen bedient.

Literatur

GÄRTIG, W.: Untersuchungen über die Mechanisierungskette der NH_3 -Flüssigdüngung unter besonderer Berücksichtigung des Transports im Verteilerbereich des VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“. Dissertation Hochschule für LPG, Meißen 1967

GIRDLER COOPERATION CHICAGO: Informationsmaterial über drucklose Kühlung von Ammoniak, 1965

THYREGOD, A.: Mitteilung über die Lagerung von Ammoniak in Mitteldrucklagern, 1965 A 7127

Maschinen und Geräte zur industriemäßigen Ausbringung von Kalk

Dipl.-Landw. H. HÖHNE, KDT*

Die bedarfsgerechte Versorgung der Böden mit Kalk ist eine Voraussetzung für hohe pflanzliche Produktion. Deshalb wurde das Aufkommen an Düngekalk ständig erhöht. So standen der Landwirtschaft der DDR im Jahre 1967 etwa 165 kg Ca/ha LN zur Verfügung.

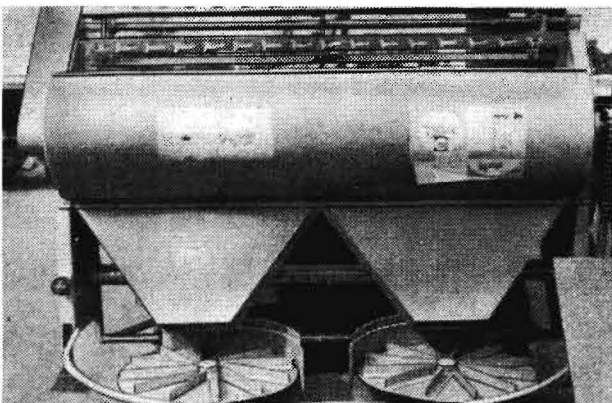
Die herkömmlichen Verfahren der Kalkausbringung waren aber so aufwendig, daß eine systematische Kalkung oft nicht erfolgte. In den vergangenen Jahren wurden deshalb leistungsfähige Kalkstreuer entwickelt. Gleichzeitig begann man mit der Konzentration der Kalkausbringung in Spezialbrigaden der BHG. Gegenwärtig bestehen in der DDR mehr als 350 Kalk- bzw. Düngerbrigaden mit etwa 1400 Streuern. Bis zum 31. Oktober 1967 wurden bereits 83 Prozent der gesamten Kalkmenge, die die Landwirtschaft der DDR im Jahre 1967 erhalten hat, von diesen Brigaden ausgebracht (2,15 Mill. t).

Anhänge- und Aufsattelstreuer

In der MTS Gölzow, Kreis Seelow, wurde im Jahre 1962 ein Kalkstreuer auf der Grundlage des Stallungstreuers D 352 entwickelt (Bild 1). Als neue Baugruppen wurden eine umlaufende Kratzerkette sowie ein Streuaggregat mit zwei Schleuderscheiben verwendet [1]. Die Arbeitsbreite betrug

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

Bild 1. Streuaggregat des Gölzower Kalkstreuers



7 m, die geringste Streumenge 3 t/ha. Die Dosierung wurde somit den praktischen Anforderungen ungenügend gerecht. Infolge eines hohen Verschleißes der Kratzerkette konnte mit diesem Streuer keine hohe Dauerleistung erzielt werden. Auf der Grundlage dieses Systems stellte die Landmaschinenindustrie in geringer Stückzahl den Kalkstreuer D 071 her.

Der Guteborner Streuer ist eine Weiterentwicklung des Streuertyps Gölzow. Die Streuscheiben wurden durch eine Trommel von 50 cm Durchmesser mit schneckenförmigen Wurfblechen ersetzt. Der Streuer Typ Guteborn ist deshalb zum Ausbringen von massen Kalken, wie Scheideschlamm und Kalk aus natürlichen Lagerstätten, sowie organischen Düngemitteln geeignet. Die Zuführung zur Streutrommel erfolgt mit einer einfachen oder geteilten Kratzerkette. In der LPG Elsterwerda, Bezirk Cottbus, ersetzte man die Kratzerkette durch ein umlaufendes Gummiförderband auf Bandrollen (Bild 2) [2]. Während die Ketten des Guteborner Streuers einen hohen Reparatur- und Pflegeaufwand erfordern, ist der Gummiförderband fast wartungsfrei.

Zur besseren Regelung der Rollbodengeschwindigkeit wurde der bisherige Exzenterantrieb des D 352 durch ein Mähdrescherschaltgetriebe ersetzt. Auf Grund des geringen Bandvorschubs beim 1. Gang ist auch das Ausbringen von PK-Dünger möglich.

In verschiedenen Kalk- bzw. Düngerbrigaden des Bezirks Magdeburg und einiger anderer Bezirke kombiniert man mit

Bild 2. Schleuderstreuer System Elsterwerda (Foto: UKAT)

