

Mit 96 M/t LK Baukosten ist der Typ Cottbus teurer als der Typ Schafstädt bei Außengleisführung. Die Kosten für die Ausrüstung sind mit 34 M/t LK um 90 Prozent höher. Dieser höhere Mechanisierungsaufwand bringt jedoch eine doppelte Umschlagleistung und senkt den Arbeitsaufwand auf 0,56 AKh/t Umschlag. Damit werden trotz Innengleisführung wesentlich höhere Leistungen als bei den vorgenannten Typen erzielt und eine hohe Effektivität erreicht.

Die Angebotsprojekte in Leichtbauweise erfordern nur noch Investkosten von 73 bzw. 99 M/t LK. Die Baukosten betragen 57 bzw. 66 M/t LK. Während die Investkosten für die Technik bei der Tragluflhalle denen der Typen Laußig und Schafstädt etwa entsprechen, erfordert die Holzleichtbauhalle Technikkosten, die mit 33 M/t LK doppelt so hoch liegen. Bei letzterem Typ erfolgt nicht nur die Einlagerung, sondern auch bereits die Verteilung der Düngemittel im Lager über stationäre Fördermechanismen, die einen höheren Investaufwand verursachen, da sie in die Dachkonstruktion als Firstaufhängung eingebaut sind. Sie ermöglichen eine vollmechanisierte Einlagerung und Verteilung mit einer Leistung von 60 bis 70 t/h. Diese kommt jedoch infolge Entladung der Waggons mit Schrapper T 176 bzw. Entlademaschine KV 66 (20 bis 35 t/h) noch nicht voll zur Wirkung. Bei zukünftigem Einsatz von Schüttgut-Containern mit Schwerkraftentladung wird die Effektivität dieser Technologie um das Doppelte höher werden. Es können dann auch Zuggruppen bzw. Halbzüge in kürzester Frist entladen werden.

Trotzdem bringt dieser Typ bei der jetzigen Entladetechno-

logie (KV 66) mit 0,60 AKh/t Umschlag bereits eine beachtliche Verminderung des Arbeitsaufwands. Infolge teilweiser mobiler Mechanisierung wird eine solche bei der Tragluflhalle mit 0,65 AKh/t Umschlag nicht erreicht. Wird jedoch diese Halle mit Schüttgutannahmeförderer SAF 10 errichtet und die Düngeranfuhr erfolgt mit LKW, so werden auch hier höhere Einlagerungsleistungen von 60 t/h erreicht werden können.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Angebotsprojekte für Düngerlagerung und -umschlag weisen beachtliche Unterschiede im Kostenaufwand und der Leistung auf. Ausgehend von der Kompaktbauweise der ersten Lagertypen ist es durch intensive Entwicklungsarbeit gelungen, die Investkosten beachtlich zu vermindern. Es wurden Lagertypen in Leichtbauweise entwickelt, für die nur noch Investitionen von 73 bzw. 99 M/t LK erforderlich sind. Dieser verminderte Kostenaufwand ist bedingt durch Materialeinsparung und verminderten Montageaufwand. Der Arbeitsaufwand konnte von 0,90 auf 0,56 bis 0,65 AKh/t Umschlag gesenkt werden, wofür jedoch ein höherer Investaufwand an Technik erforderlich ist.

Literatur

- 1/ BÖHL, K./F. LICHNER: Baukonstruktion und -kosten von Großdüngerlagern in Agrochemischen Zentren. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 1, S. 21 bis 24
- 2/ MEIER, B./W. LOETTEL/H. WOLFF: Angebotsprojekte des Ingenieurbüros für Agrochemische Zentren in Leichtbauweise. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 1, S. 13 bis 16

A 8187

Bestimmende Faktoren der Lagerkapazität für Mineraldünger in Agrochemischen Zentren

Gegenwärtig werden in unserer Republik jährlich etwa 50 Agrochemische Zentren (ACZ) errichtet. Wichtigster Bestandteil dieser Einrichtungen sind die Zentralen Düngerlager (ZDL).

Entscheidender Faktor für die Größe eines solchen Lagers ist die Umschlagquote und daraus resultierend die Lagerkapazität (LK). Sie wird bestimmt durch die in den jeweiligen Monaten eingehenden und auszulagernden Düngermengen. Die Eingangsmengen werden durch den Produktionsfluß der Industrie vorgegeben und sind im allgemeinen konstant. Die Auslagerung wird durch das Düngungssystem und den Düngungstermin beeinflusst. Beide sind abhängig vom Nutzflächenverhältnis.

Die bisher vom Ingenieurbüro für ACZ mit Hilfe der EDV zunächst nach BADEWITZ /1/ und später nach HUBNER /2/ durchgeführten Betriebsprojektierungen von 205 ACZ ergaben beachtliche Schwankungen der für ein ZDL notwendigen LK. Es wurden daher die Auswirkungen bestimmender Faktoren für die LK untersucht, sie sind nachfolgend dargestellt.

Die Quantifizierung erfolgte mit Hilfe des im Ingenieurbüro für ACZ zur Projektierung benutzten EDV-Modells für Mineraldüngung /2/. Mit verschiedenen Nutzflächenverhältnissen und Düngungssystemen sowie Düngungsterminen und Düngungsformen wurden 70 verschiedene Varianten berechnet.

In dem linearen Optimierungsmodell Mineraldüngung sind für die Düngungskombinationen mit entsprechenden Terminen und den jeweiligen Düngerformen aggregierte Aktivitäten auf der Basis von Düngungssystemen formuliert, in denen sich auch die Anbaustrukturen niederschlagen. Die Berechnung erfolgt dann über eine systematische Variation im b-Vektor des Modells. Den Berechnungen liegt aus Gründen der besseren Umrechnungs- und Vergleichsmöglichkeit eine

Dr. habil. K. BÖHL, KDT*
Dr. B. HUBNER*

Bereichsgröße von 10 000 ha LN zugrunde. Als monatlicher Zugang ist $\frac{1}{12}$ der Jahresdüngermenge in folgenden Konzentrationen unterstellt: N 28 Prozent, P_2O_5 20 Prozent, K_2O 50 Prozent sowie NPK 13 : 13 : 21.

Folgende Düngungssysteme bzw. -kombinationen wurden mit perspektivischen Düngermengen bei entsprechendem Anbauverhältnis geprüft:

- leichter Boden
Jahresdüngung als Einnährstoffdünger (END) oder Mehrnährstoffdünger (MDN) mit Ergänzungsdünger nur im Frühjahr (Variante: END/Frühjahr oder MND/Frühjahr)
Jahresdüngung als END oder MND für Sommerung im Frühjahr kombiniert mit PK-Herbstgabe und Frühjahr-N-Gabe für die Winterung (Variante: END/Herbst oder MND/Herbst)
Düngeraufwand kg/ha: N 111, P_2O_5 81, K_2O 129
- besserer Boden
PK-Vorratsdüngung auf Ackerland (AL)
Düngeraufwand kg/ha: N 116, P_2O_5 80, K_2O 120
- Grünland
Jahresdüngung mit END von Ende Januar bis April und $\frac{1}{5}$ nach dem 1. Schnitt (Frühjahrschnitte) oder mit MND nur im April bzw. nach dem 1. Schnitt mit Ergänzungsdüngeraufwand kg/ha: N 135, P_2O_5 80, K_2O 134

Einfluß von Düngerform und Düngungstermin auf leichten Böden

Entsprechend dem Düngungssystem für leichte Böden wurden 4 Varianten untersucht (Tafel 1). Die dargelegten Ergebnisse zeigen, daß durch Vorziehen der PK-Grunddüngung für die Winterung in den Herbst bei END gegenüber ausschließlicher Frühjahrsdüngung 1 500 t LK (23 Prozent) eingespart werden und die Umschlagquote sich von 1,61 auf 2,08 erhöht. Dieser Effekt ergibt sich dadurch, daß bei

* Ingenieurbüro für Agrochemische Zentren Schafstädt (Direktor: Dr. B. MEIER)

gleichen Düngersorten für die PK-Düngung bereits ein wesentlicher Teil im Herbst ausgelagert und die gleichen Boxen wieder für die Bevorratung benutzt werden können. Es erfolgt dadurch ein Abbau der Frühjahrsspitze.

Eine etwa gleiche Einsparung an LK (26 Prozent) ergibt sich bei Verwendung von MND (NPK). Da jedoch der gesamte Dünger im Frühjahr ausgebracht wird, beträgt die Umschlagquote nur 1,48. Werden nur die Sommerfrüchte mit MND versorgt und die Winterung mit END im Herbst gedüngt, steigt die LK wieder um 1 000 t an, weil einmal durch Verwendung von END für die Winterung infolge geringer Nährstoffkonzentration eine größere Masse zu lagern ist. Zum anderen haben MND und END zwar andere Düngungstermine, aber für beide ist eine Bevorratung bei nur jeweils einem Ausbringungstermin über das ganze Jahr in getrennten Boxen notwendig.

Hieraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß eine Verteilung der Düngungstermine bei END und eine höhere Konzentration der Düngemittel zu einer wesentlichen Verminderung der LK führen, wobei auf leichten Böden ohne Grünland beide Faktoren den gleichen Effekt bringen. Allerdings erhöht jedoch eine Kombination beider Faktoren (MND-Herbst) ohne Grünlandanteil die LK.

Einfluß des Nutzflächenverhältnisses und der Düngerform auf leichten Böden

Bei Variierung des Grünlandanteils (GL) von 0 bis 100 Prozent wurden die Düngungsvarianten MND-Sommerung und PK für Winterung im Herbst sowie MND für alle Früchte im Frühjahr kombiniert mit END bzw. MND auf dem GL untersucht.

Die in Tafel 2 dargestellten Ergebnisse zeigen bei der Kombination MND-Herbst/Grünland-END, daß mit steigendem Grünlandanteil bis 40 Prozent die notwendige LK zunächst um 1 587 t (27 Prozent) geringer wird, ab 60 Prozent Grünlandanteil aber wieder stark ansteigt und bei 100 Prozent GL mit 387 t um 7 Prozent über der LK bei 0 Prozent liegt. Die Einsparung von LK beruht auf den unterschiedlichen Ausbringeterminen (PK für GL im Frühjahr und zur Winterung im Herbst) und einer Verlängerung des Ausbringzeitraums. Je mehr man sich den Extremen, also nur AL bzw. nur GL nähert, desto mehr gehen diese Effekte zurück. Bei der Kombination MND-Herbst/Grünland MND sinkt die LK bis zu 80 Prozent GL nur um 939 t (16 Prozent) ab und steigt dann wieder geringfügig an. Die Einsparung an LK durch das GL resultiert aus der Verlängerung des Ausbringzeitraums im Frühjahr und einer gleichmäßigeren Verteilung der Ausbringmenge innerhalb des Zeitraums. Die auszu-

bringende Düngermenge sinkt aufgrund zunehmenden Anteils der Nutzfläche, der mit höher konzentrierten Düngemitteln versorgt wird. Mit 4 996 t LK wird jedoch nicht die geringste LK der Düngerkombination MND-Herbst/Grünland END erreicht. Auch im Bereich von 20 bis 60 Prozent GL ist die LK dieser Kombination um 280 bis 878 t (5 bis 17 Prozent) geringer, weil, trotz großen Anteils konzentrierten Düngers, MND und PK-Herbst jeweils nur einen Ausbringetermin haben. Bei der Düngungskombination MND-Frühjahr/Grünland-END steigt mit zunehmendem Grünlandanteil die notwendige LK von 4 891 t auf 6 322 t an, obwohl die Düngermenge geringer ist als bei MND-Herbst, da zwei verschiedene Düngerformen jeweils in einer getrennten Box gelagert werden müssen.

Die Kombination MND-Frühjahr/Grünland MND benötigt von allen Varianten die geringste Lagerkapazität, weil sowohl auf dem AL als auch auf dem GL MND ausgebracht (0,74 bis 0,79 t Dünger/ha LN) und der Ausbringetermin für MND durch das GL ausgedehnt wird sowie innerhalb des erweiterten Ausbringetermins eine gleichmäßigere Auslagerung erfolgt.

Für leichte Böden ergibt sich die Schlußfolgerung, daß ohne GL-Anteil die Kombinationen MND-Frühjahr die geringste LK erfordert. Bis 20 Prozent GL ist MND-Frühjahr mit MND Grünland am günstigsten. Darüber sind bis 60 Prozent GL die Kombinationen MND-Frühjahr/GL MND bzw. MND-Herbst/GL END etwa gleich. Ab 80 Prozent GL ist die LK am geringsten, wenn auf dem GL MND gedüngt wird. Dabei bleibt zu bemerken, daß die Kombination MND-Frühjahr infolge hoher Arbeitsspitze zu witterungsbedingten Arbeitsstockungen führen kann.

Einfluß des Nutzflächenverhältnisses und der Düngerform auf besseren Böden

Auf den besseren Ackerböden kommt das Düngungssystem PK-Vorratsdüngung in Kombination mit END oder MND auf dem Grünland zur Anwendung.

Die Kombination END bringt bis zu 60 Prozent GL eine Einsparung an LK von 6 561 t auf 3 735 t (= 43 Prozent).

Tafel 1. Lagerkapazitätsbedarf in t bei unterschiedlichen Düngeterminen und Düngerformen auf leichten Böden

| Variante | Notwendige LK für | | | Gesamt- kapazi- tät | rel. | Um- schlag- quote | t/ha |
|--------------|-------------------|------|------|---------------------------|------|-------------------------|------|
| | PK | N | NPK | | | | |
| END Frühjahr | 4315 | 2262 | — | 6577 | 100 | 1,61 | 1,06 |
| END Herbst | 2815 | 2262 | — | 5077 | 77 | 2,08 | 1,06 |
| MND Frühjahr | 358 | 803 | 3730 | 4891 | 74 | 1,48 | 0,73 |
| MND Herbst | 2452 | 1440 | 2043 | 5935 | 90 | 1,53 | 0,91 |

Tafel 2. Lagerkapazitätsbedarf in t bei unterschiedlichem Grünlandanteil auf leichten Böden

| Düngerkombinationen | Notwendige Lagerkapazität | | | Gesamt t | rel. | Umschlag- quote | t/ha | |
|-----------------------------|---------------------------|------|------|-------------|------|--------------------|------|------|
| | PK | N | NPK | | | | | |
| MND-Herbst/ 0 % Grünland | END | 2452 | 1440 | 2043 | 5935 | 100 | 1,53 | 0,91 |
| MND-Herbst/ 20 % Grünland | END | 2011 | 1588 | 1634 | 5233 | 88 | 1,94 | 0,96 |
| MND-Herbst/ 40 % Grünland | END | 1367 | 1755 | 1226 | 4348 | 73 | 2,34 | 1,02 |
| MND-Herbst/ 60 % Grünland | END | 1560 | 2043 | 817 | 4420 | 74 | 2,34 | 1,07 |
| MND-Herbst/ 80 % Grünland | END | 2423 | 2523 | 409 | 5355 | 90 | 2,10 | 1,13 |
| MND-Herbst/100 % Grünland | END | 3287 | 3035 | — | 5322 | 107 | 1,85 | 1,18 |
| MND-Herbst/ 0 % Grünland | MND | 2452 | 1440 | 2043 | 5935 | 100 | 1,53 | 0,91 |
| MND-Herbst/ 20 % Grünland | MND | 2125 | 1107 | 2281 | 5513 | 93 | 1,61 | 0,89 |
| MND-Herbst/ 40 % Grünland | MND | 1594 | 913 | 2719 | 5226 | 88 | 1,65 | 0,86 |
| MND-Herbst/ 60 % Grünland | MND | 1062 | 858 | 3157 | 5077 | 86 | 1,66 | 0,84 |
| MND-Herbst/ 80 % Grünland | MND | 531 | 870 | 3595 | 4996 | 84 | 1,63 | 0,82 |
| MND-Herbst/100 % Grünland | MND | — | 1044 | 4100 | 5144 | 87 | 1,54 | 0,79 |
| MND-Frühjahr/ 0 % Grünland | END | 358 | 803 | 3730 | 4891 | 100 | 1,52 | 0,74 |
| MND-Frühjahr/ 20 % Grünland | END | 839 | 1249 | 2984 | 5072 | 104 | 1,64 | 0,83 |
| MND-Frühjahr/ 40 % Grünland | END | 1477 | 1696 | 2238 | 5411 | 111 | 1,69 | 0,92 |
| MND-Frühjahr/ 60 % Grünland | END | 2118 | 2142 | 1492 | 5752 | 118 | 1,75 | 1,01 |
| MND-Frühjahr/ 80 % Grünland | END | 2759 | 2589 | 746 | 6094 | 125 | 1,79 | 1,09 |
| MND-Frühjahr/100 % Grünland | END | 3287 | 3035 | — | 6322 | 129 | 1,85 | 1,18 |
| MND-Frühjahr/ 0 % Grünland | MND | 358 | 803 | 3730 | 4891 | 100 | 1,52 | 0,74 |
| MND-Frühjahr/ 20 % Grünland | MND | 286 | 769 | 3284 | 4339 | 89 | 1,74 | 0,75 |
| MND-Frühjahr/ 40 % Grünland | MND | 214 | 834 | 3198 | 4246 | 87 | 1,80 | 0,76 |
| MND-Frühjahr/ 60 % Grünland | MND | 143 | 907 | 3272 | 4322 | 88 | 1,79 | 0,77 |
| MND-Frühjahr/ 80 % Grünland | MND | 72 | 976 | 3954 | 5002 | 102 | 1,56 | 0,78 |
| MND-Frühjahr/100 % Grünland | MND | — | 1044 | 4100 | 5144 | 105 | 1,54 | 0,79 |

Tafel 3. Lagerkapazitätsbedarf in t bei Vorratsdüngung und unterschiedlichem Grünlandanteil

| Düngerkombination | Notwendige Lagerkapazität | | | Gesamt-kapazität | Um-schlag- quote | t/ha | |
|------------------------------|---------------------------|------|------|------------------|---------------------|------|------|
| | PK | N | NPK | | | | |
| PK-Vorrat/ 0 % Grünland END | 4267 | 2294 | — | 6561 | 100 | 1,60 | 1,05 |
| PK-Vorrat/ 20 % Grünland END | 2988 | 2348 | — | 5336 | 81 | 2,02 | 1,08 |
| PK-Vorrat/ 40 % Grünland END | 1816 | 2416 | — | 4232 | 65 | 2,61 | 1,10 |
| PK-Vorrat/ 60 % Grünland END | 1252 | 2483 | — | 3735 | 57 | 3,02 | 1,13 |
| PK-Vorrat/ 80 % Grünland END | 2096 | 2742 | — | 4838 | 74 | 2,39 | 1,15 |
| PK-Vorrat/100 % Grünland END | 3287 | 3035 | — | 6322 | 96 | 1,85 | 1,18 |
| PK-Vorrat/ 0 % Grünland MND | 4267 | 2294 | — | 6561 | 100 | 1,60 | 1,05 |
| PK-Vorrat/ 20 % Grünland MND | 3413 | 1813 | 820 | 6046 | 92 | 1,65 | 1,00 |
| PK-Vorrat/ 40 % Grünland MND | 2560 | 1382 | 1640 | 5582 | 85 | 1,70 | 0,95 |
| PK-Vorrat/ 60 % Grünland MND | 1707 | 1220 | 2460 | 5387 | 82 | 1,66 | 0,90 |
| PK-Vorrat/ 80 % Grünland MND | 853 | 1057 | 3280 | 5190 | 79 | 1,61 | 0,85 |
| PK-Vorrat/100 % Grünland MND | — | 1044 | 4100 | 5144 | 78 | 1,54 | 0,79 |

Tafel 4. Lagerkapazitätsbedarf in t bei unterschiedlichem Anteil der Düngungssysteme auf dem Ackerland ohne GL

| Düngerkombination | | Notwendige Lagerkapazität | | | Gesamt-lagerkapazität | Um-schlag- quote | t/ha | |
|------------------------|-------|---------------------------|------|------|-----------------------|---------------------|------|------|
| | | PK | N | NPK | | | | |
| END-Frühjahr/PK-Vorrat | 0 % | 4315 | 2262 | — | 6577 | 100 | 1,61 | 1,06 |
| END-Frühjahr/PK-Vorrat | 25 % | 2836 | 2394 | — | 5230 | 80 | 1,91 | 1,06 |
| END-Frühjahr/PK-Vorrat | 50 % | 1710 | 2271 | — | 3981 | 61 | 2,56 | 1,06 |
| END-Frühjahr/PK-Vorrat | 75 % | 2716 | 2221 | — | 4937 | 75 | 2,10 | 1,05 |
| END-Frühjahr/PK-Vorrat | 100 % | 4267 | 2294 | — | 6561 | 100 | 1,60 | 1,05 |
| MND-Frühjahr/PK-Vorrat | 0 % | 358 | 803 | 3730 | 4891 | 100 | 1,52 | 0,74 |
| MND-Frühjahr/PK-Vorrat | 25 % | 969 | 1095 | 2798 | 4862 | 99 | 1,69 | 0,82 |
| MND-Frühjahr/PK-Vorrat | 50 % | 2068 | 1623 | 1865 | 5565 | 114 | 1,66 | 0,90 |
| MND-Frühjahr/PK-Vorrat | 75 % | 3166 | 1884 | 930 | 5980 | 122 | 1,91 | 0,99 |
| MND-Frühjahr/PK-Vorrat | 100 % | 4267 | 2294 | — | 6561 | 134 | 1,60 | 1,05 |
| MND-Herbst/PK-Vorrat | 0 % | 2457 | 1440 | 2042 | 5939 | 100 | 1,53 | 0,81 |
| MND-Herbst/PK-Vorrat | 25 % | 2557 | 1578 | 1430 | 5565 | 94 | 1,62 | 0,91 |
| MND-Herbst/PK-Vorrat | 50 % | 3164 | 1865 | 1021 | 6050 | 102 | 1,62 | 0,98 |
| MND-Herbst/PK-Vorrat | 75 % | 3671 | 2075 | 511 | 6257 | 105 | 1,62 | 1,02 |
| MND-Herbst/PK-Vorrat | 100 % | 4267 | 2294 | — | 6561 | 110 | 1,60 | 1,05 |

Tafel 5. Lagerkapazitätsbedarf in t bei unterschiedlichem Anteil der Düngungssysteme auf dem Ackerland und verändertem Nutzflächenverhältnis

| Düngerkombination | | Notwendige Lagerkapazität | | | Gesamt-lagerkapazität | Um-schlag- quote | t/ha | |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------|------|------|-----------------------|---------------------|------|------|
| | | PK | N | NPK | | | | |
| Grünland-ND | PK-Vorrat 75 %/MND-Herbst 25 % | 2590 | 2128 | 409 | 5127 | 100 | 2,05 | 1,05 |
| 20 % LN | PK-Vorrat 50 %/MND-Herbst 50 % | 2191 | 1932 | 817 | 4940 | 96 | 2,07 | 1,02 |
| 40 % LN | PK-Vorrat 25 %/MND-Herbst 75 % | 1863 | 1760 | 1226 | 4849 | 95 | 2,05 | 0,99 |
| Grünland-ND | PK-Vorrat 75 %/MND-Herbst 25 % | 1517 | 2251 | 306 | 4074 | 100 | 2,66 | 1,08 |
| 20 % LN | PK-Vorrat 50 %/MND-Herbst 50 % | 1218 | 2086 | 613 | 3917 | 96 | 2,71 | 1,06 |
| 40 % LN | PK-Vorrat 25 %/MND-Herbst 75 % | 1226 | 1920 | 919 | 4065 | 100 | 2,56 | 1,04 |
| Grünland-ND | PK-Vorrat 75 %/MND-Herbst 25 % | 1226 | 2373 | 204 | 3803 | 100 | 2,93 | 1,12 |
| 60 % LN | PK-Vorrat 50 %/MND-Herbst 50 % | 1286 | 2263 | 409 | 3958 | 104 | 2,78 | 1,10 |
| 80 % LN | PK-Vorrat 25 %/MND-Herbst 75 % | 1396 | 2153 | 613 | 4162 | 109 | 2,61 | 1,09 |
| Grünland-ND | PK-Vorrat 75 %/MND-Herbst 25 % | 2178 | 2688 | 102 | 4968 | 100 | 2,31 | 1,15 |
| 20 % LN | PK-Vorrat 50 %/MND-Herbst 50 % | 2260 | 2633 | 204 | 5097 | 103 | 2,24 | 1,14 |
| 40 % LN | PK-Vorrat 25 %/MND-Herbst 75 % | 2341 | 2578 | 306 | 5225 | 105 | 2,17 | 1,13 |

t auf Ackerfläche bezogen

Die Umschlagquote steigt von 1,6 auf maximal 3,02 an (Tafel 3). Dabei wird der Dünger in der PK-Box 5,2mal umgeschlagen. Ähnliche Umschlagzahlen haben auch HANNUSCH und POHLE /3/ ermittelt. Dieser hohe Umschlag ist bedingt durch zwei dreimonatige Auslagerungstermine (AL Herbst, GL Frühjahr) und der PK-Düngung nassen Grünlands nach dem 1. Schnitt im Juni (Bild 1). Demgegenüber bringt reines Ackerland nur eine Herbstspitze (Bild 2).

Anhand eines praktischen Beispiels, dem ACZ Kienberg (10 089 Iha LN, 44 Prozent GL), sollen diese Effekte dargestellt und erläutert werden. Von den 7 315 t PK entfällt jeweils die Hälfte auf AL bzw. GL. Die Kurve der Monatsendbestände für PK insgesamt (Bild 3) weist eine Spitze an LK im Winter vor der jährlichen PK-Düngung des Grünlandes und im Juli für die PK-Vorratsdüngung auf dem Ackerland auf.

Unterstellt man, daß PK-Dünger für das Ackerland und PK-Dünger für das Grünland als verschiedene Sorten in getrennten Boxen lagern, dann läßt sich aus der Kurve PK-Grünland entnehmen, daß ab April der Dünger für die Frühjahrsausbringung befristet werden müßte. Bei der PK-Vorratsdüngung ist der Dünger ab Oktober bis August zu lagern. Daraus resultieren zwei annähernd gleiche Spitzen im Dezember für PK-Grünland und im Juli für PK-Vorrat. Jede der Spitzen überragt mit der halben Düngermenge den Bedarf an LK bei PK insgesamt (nur eine Sorte für GL und AL) um etwa 900 t. Das heißt, für 7 315 t PK-Dünger wird nur etwas mehr als die Hälfte der Lagerkapazität benötigt wie für 3 652 t PK-Ackerland. Die Spitze PK-Ackerland und PK-Grünland addiert ergäbe demnach knapp die vierfache Lagerkapazität wie bei PK-insgesamt. Bei der Variante PK-insgesamt wird dagegen der PK-Dünger für das Grünland in den Monaten November bis Januar angesammelt und für die PK-Düngung des Ackerlands in den Monaten Mai bis Juli.

In allen übrigen Monaten ist die Ausbringung größer als der monatliche Zugang.

Wird das Ackerland mit PK-Vorrat und das Grünland mit MND abgedüngt, sinkt der Lagerbedarf mit steigendem Grünlandanteil ab (Tafel 3). Dies beruht auf der Masseinsparung durch den zunehmenden Einsatz von MND. Ein Vergleich zur Variante PK-Vorrat/Grünland-END zeigt, daß 0,10 bis 0,30 t Dünger je ha LN weniger durch das Lager laufen.

Trotzdem werden, außer bei 100 Prozent GL, 352 bis 1 652 t mehr LK benötigt als bei END auf GL. Der Masseinsparungseffekt durch MND senkt die LK wesentlich weniger als die Verlängerung des Ausbringezeitraums. Die Möglichkeit, END oder MND auch auf besseren Böden im Frühjahr einzusetzen, wurde nicht gesondert untersucht, weil die Ergebnisse prinzipiell denen des leichten Bodens entsprechen.

Einfluß der Düngungssysteme

Hierzu wurde zunächst der Anteil der Düngungssysteme auf dem Ackerland variiert, weil bei einem großen Teil ACZ unterschiedliche Bodenverhältnisse vorherrschen. Kann das Düngungssystem Jahresdüngung mit END-Frühjahr und PK-Vorratsdüngung Anwendung finden, dann wird bei 50 Prozent PK-Vorratsdüngung die geringste LK benötigt (Tafel 4). Sie sinkt um 2 596 t (39 Prozent) von 6 577 t auf 3 981 t gegenüber 0 Prozent PK-Vorrat und ergibt sich durch eine Verlängerung des Ausbringezeitraums bei der PK-Düngung mit zwei annähernd gleichen Auslagerungsspitzen im Frühjahr und im Herbst. Beide Düngungssysteme benötigen den gleichen Dünger (PK-END).

Wird anstelle von END im Frühjahr MND eingesetzt, so steigt der Bedarf an LK mit zunehmendem Anteil der PK-Vorratsdüngung, weil verminderter MND-Anteil die Gesamt-

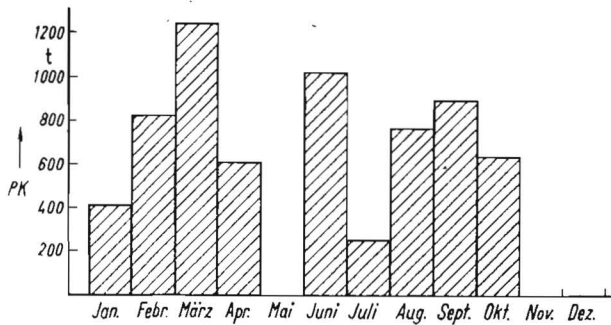


Bild 1. Auszubringende Düngermenge in t bei PK-Vorratsdüngung mit 60 Prozent GL-END

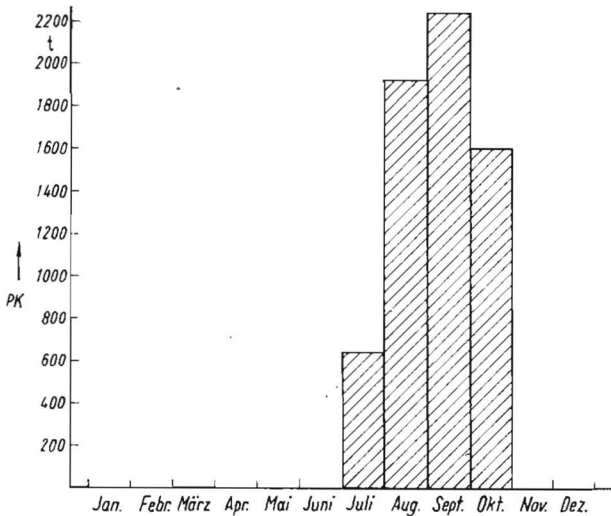


Bild 2. Auszubringende Düngermenge in t bei PK-Vorratsdüngung ohne GL

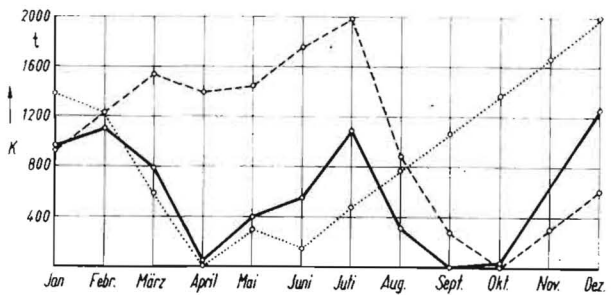


Bild 3. Lagerkapazitätsbedarf im ACZ Kienberg; ... PK-Grünland, - - - PK-Ackerland, — PK-insgesamt

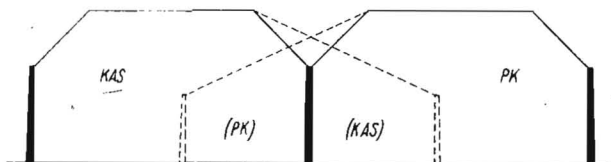


Bild 4. Beispiel eines Boxenwechsels bei der Düngelagerung

Tafel 6. Einfluß variabler Boxentrennwände auf die Lagerkapazität in t

| Düngungssystem | Boxentrennwände fest | variabel | Einsparung an LK |
|----------------|----------------------|----------|------------------|
| END-Frühjahr | 6577 | 6577 | — |
| END-Herbst | 5077 | 5077 | — |
| MND-Frühjahr | 4891 | 4765 | 125 |
| MND-Herbst | 5935 | 5291 | 644 |
| PK-Vorrat | 6561 | 5502 | 1059 |

düngermenge vergrößert und beide Sorten getrennt gelagert werden müssen.

Bei der Kombination MDN-Herbst und PK-Vorrat ist die benötigte Lagerkapazität bei 25 Prozent PK-Vorrat zwar um fast 1000 t geringer als bei 100prozentiger Vorratsdüngung. Aber dennoch ist diese Kombinationsgruppe aus der Sicht der benötigten Lagerkapazität ungünstiger als die anderen, da PK-Herbstgabe und PK-Vorrat zusammenfallen. Unter Beachtung arbeitswirtschaftlicher Gesichtspunkte bei der Ausbringung und in der Kombination mit dem Grünland ist sie jedoch von Bedeutung.

Aus dem Vergleich der Kombinationen folgt, daß bei ausschließlicher Ackerwirtschaft bei einem Anteil von etwa 25 Prozent des Düngungssystems PK-Vorrat die Kombination mit MND-Frühjahr zweckmäßig ist. Bei einem höheren Anteil der Vorratsdüngung (etwa 30 bis 40 Prozent) erscheint der Einsatz von END im Frühjahr günstiger.

Zusätzlich wurden Komplexvarianten berechnet, bei denen zwei Düngungssysteme auf dem Ackerland mit verschiedenem Grünlandanteil kombiniert wurden. Es wird nur die Kombination mit MND-Herbst dargestellt, da sie sich als am günstigsten erwies. Tafel 5 zeigt, daß bei einem niedrigen Grünlandanteil die Variante mit dem geringsten PK-Vorratsanteil am günstigsten ist. Mit zunehmendem Grünlandanteil (bis etwa 60 Prozent an der LN) wird weniger LK benötigt, insbesondere wenn der PK-Vorratsanteil hoch ist. Bei einem Grünlandanteil um 40 bis 60 Prozent ergibt sich ab 50 Prozent Vorratsdüngung die geringste LK. Allen Varianten ist jedoch gemeinsam, daß bei zunehmendem Grünlandanteil die Lagerkapazität durch eine Veränderung des Anteils der Düngungssysteme auf dem Ackerland nur in relativ engen Grenzen beeinflußt werden kann.

Einfluß variabler Boxentrennwände

Ein nicht unwesentlicher Faktor, die Lagerkapazität unter bestimmten Bedingungen zu vermindern, ist die Teilung fest eingerichteter Boxen mit variablen Trennwänden. Diese Form ist vorteilhaft, wenn zwei verschiedene Düngerarten, die in großer Menge benötigt werden, sich so ergänzen, daß die gleiche Menge, die von dem einen Düngemittel ausgelagert wird, vom anderen Düngemittel wieder eingelagert werden kann. Hierbei ist für die Auslagerung ein gewisser Vorsprung notwendig. In dem folgenden Variantenvergleich wurde davon ausgegangen, daß die ausgelagerte Menge um das Doppelte höher ist als die Einlagerungsmenge.

An zwei Düngungssystemen wird der Einfluß variabler Boxentrennwände dargestellt (Tafel 6). Es zeigt sich, daß auf leichten Böden bei END-Frühjahr kein Effekt erzielt wird, weil hier gleiche Sorten zum gleichen Termin bzw. bei END-Herbst gleiche Sorten bei mehreren Terminen (PK-Dünger) ausgebracht werden. Das erstere ergibt sich auch bei MND-Frühjahr. Erst bei MND-Herbst ist es möglich, im gewissen Umfang MND in PK-Boxen vorübergehend zu lagern. Ein großer Effekt ergibt sich bei der PK-Vorratsdüngung ohne GL. Hier stehen sich 2 Düngungsspitzen unterschiedlicher Düngerarten gegenüber, und zwar die N-Spitze im Frühjahr und die PK-Spitze im Herbst. Durch längsseitiges Entleeren der Kalkammonsalpeter-Box im Frühjahr und Aufstellen mobiler Trennwände kann der eingehende PK-Dünger eingelagert werden. Dieser Dünger wird als erster bei Beginn des PK-Struens ausgelagert, die Teilbox gesäubert, die Trennwände werden weggeräumt und der Lagerplatz ist wieder frei für den danach eingehenden KAS-Dünger. Dasselbe geschieht im Herbst umgekehrt (Bild 4).

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß die erforderliche Lagerkapazität für 10000 ha LN zwischen 3735 t und 6577 t (176 Prozent) liegen kann. Die Umschlagquote schwankt zwischen 1,48 und 3,02. Unter bestimmten Bedingungen werden beim PK Umschlagzahlen von 5,2 erreicht. Hieraus resultiert, daß es in jedem Fall erforderlich ist, beim Aufbau eines ACZ die notwendige LK für ZDL vorher unter

Mit dem steigenden Einsatz von Düngemitteln ergeben sich in vielen Ländern Probleme, die eine Folge von kontinuierlicher Produktion und diskontinuierlicher Anwendung sind. Eines dieser Probleme besteht im Transport von Düngemitteln vom Erzeuger zum Verbraucher.

Die Düngemittel werden mit einem hohen Aufwand an gesellschaftlicher Arbeit produziert. Nach dem Verlassen des Produktionsprozesses sind sie Einflüssen ausgesetzt, die zur Veränderung ihres Gebrauchswertes führen können.

In der internationalen Literatur gibt es wenig Hinweise auf Veränderungen der anwendungstechnischen Eigenschaften fester Mineraldünger während des Transports. Im Gegensatz dazu steht eine Vielzahl von praktischen Erfahrungen, die darauf hinweisen, daß Düngemittel beim Empfänger andere physikalisch-chemische Eigenschaften aufweisen als zuvor beim Versand.

Die physikalisch-chemischen Einflüsse und der Chemismus der Veränderungen sind vielfältig./1/

Nachfolgenden Untersuchungen lag die Aufgabe zugrunde, Veränderungen des Wassergehaltes von Kalkammonsalpeter, Harnstoff und PKMg-Mischdünger unter den Bedingungen verschiedener Transportverfahren zu untersuchen und Vorschläge für optimale Transportbedingungen für Düngemittel zu unterbreiten.

1. Methode

Die Probenentnahme in den Werken erfolgte nach einem abgestimmten Programm; beim Empfänger nahmen wir die

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

(Schluß von Seite 21)

Berücksichtigung des Nutzflächenverhältnisses und der Bodenart bzw. des Düngungssystems zu berechnen. Diese Arbeit erledigt bei entsprechendem Auftrag das Ingenieurbüro für ACZ mit Hilfe der EDV.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Lagerkapazität eines ZDL um so geringer sein kann,

1. je häufiger sich die Düngungstermine der gleichen Düngersorte über das Jahr verteilen und je größer die einzelnen Zeitspannen sind, in denen die Auslagerungsmenge größer ist als die Einlagerung;
2. je höher die Nährstoffkonzentration des Düngers und — bei gegebener Konzentration — je höher der Anteil eines Dreikomponenten-MND ist. Letzteres wirkt aber nur, wenn die unter 1 genannten Faktoren nicht eingengt werden. Eine Einengung erfolgt, wenn mit MND weitere Sorten gelagert werden müssen und sich damit die Anzahl der Anbringetermine der jeweiligen Sorten vermindert;
3. je häufiger durch Einsatz unterschiedlicher Sorten bei entgegengesetzten Ausbringungsterminen mit variablen Boxentrennwänden gearbeitet werden kann.

Die Untersuchungen zeigen weiterhin, daß es bei bereits vorhandenen Lagern möglich ist, durch Kombination entsprechender Düngungssysteme und perspektivischer Düngerformen die notwendige Lagerkapazität der gegebenen in bestimmten Grenzen anzupassen.

Literatur

- 1/ BADEWITZ, S.: Modellsystem zur Maschinen-Kapazitätsplanung in ACZ. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 4, S. 16 bis 21
- 2/ HUBNER, B.: Modellsystem zur Projektierung Agrochemischer Zentren — Stand 1970. Ing.-Büro ACZ Schafstädt (unveröffentlicht)
- 3/ HANNUSCH, L./G. POHLE: Empfehlungen für den Bau und die Mechanisierung zentraler Düngelager. Feldwirtschaft 7 (1966) H. 10, S. 537 bis 540

A 8183

Probenentnahmen vor. Die Probenmuster wurden luftdicht verpackt zum Labor transportiert und dort entsprechend den TGL der einzelnen Düngemittel auf Wassergehalt untersucht.

2. Ergebnisse

2.1. Kalkammonsalpeter (Wolfen)

In Zeitraum von 6 Übergangs- und Wintermonaten wurde Kalkammonsalpeter nach den Entladeorten Köthen (Anhalt), Wiederitzsch/Leipzig und Schöneck/Klingenthal im G-Wagen transportiert und die Differenz des Wassergehaltes ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tafel 1 zusammengelaßt.

Aus den Ergebnissen geht hervor:

- Die Wasseraufnahme von Kalkammonsalpeter (Wolfen) betrug im Durchschnitt 0,21 Prozent. Das entspricht je Ladungseinheit (20 t) 34 kg H₂O. Ausgehend von der DAMW-Güterrichtlinie 7003 ergibt sich nach Tafel 2 jedoch ein anderes Bild. Der Wassergehalt des Kalkammonsalpeter ab Werk liegt im Mittel beim Versand bereits um 250 Prozent über dem Standard, beim Empfänger um 288 Prozent; einschließlich des während des Transports aufgenommenen Wassers beträgt die Überfeuchte 280 kg/Ladung. Diese ist ausreichend, die Oberfläche der Granulate in Lösung zu bringen, wodurch eine nachträgliche Verbackung begünstigt wird.
- Eine Beziehung zwischen Transportdauer und Wasseraufnahme wurde in den Untersuchungen nicht gefunden.

2.2. Harnstoff (Leuna)

Von Oktober 1968 bis Januar 1969 wurde Harnstoff (Leuna) lose in beplanten O-Waggons (Bild 1) nach dem Entladeort Köthen (Anhalt) transportiert und auf Wasseraufnahme an der Oberfläche (0 bis 5 cm) untersucht (Tafel 3).

Die Ergebnisse zeigen, daß die Wasseraufnahme an der Oberfläche offener, mit Polyäthylenplanen bedeckter Waggons beim Transport von losem Harnstoff über eine relativ kurze Transportstrecke von etwa 50 km beträchtlich ist. Beim Empfänger enthält die dünne Oberflächenschicht im Durchschnitt von 22 Waggons 30 kg Wasser, während sie beim Versand nur 9 kg Wasser enthielt.

Bei der Entladung des Harnstoffs ist eine Vermischung der feuchten Oberfläche mit dem Waggoinhalt nicht zu vermeiden, so daß der Wassergehalt allgemein ansteigt und die Lagerungseigenschaften mindert.

2.3. PKMg-Mischdünger (Roßleben)

In einem 10monatigen Versuch wurde PKMg-Mischdünger auf die Wasseraufnahme während des Transports durch die Deutsche Reichsbahn in unterschiedlichen Transportgefäßen

Bild 1. Harnstofftransport lose in beplanten O-Waggons

