

Industriemäßige Arbeitsverfahren der Mineraldüngung verlangen eine konzentrierte, möglichst zentrale Lagerung der Düngemittel. Diese Lagerung hat den Zweck, die Düngemittel vor Witterungseinflüssen zu schützen, eine möglichst einfache und rationelle Entladung der Anlieferungsfahrzeuge (Waggon, LKW) und Einlagerung des Düngers zu gewährleisten sowie über eine sinnvolle Mechanisierung die Auslagerung mit möglichst geringem Kosten- und Akh-Aufwand zu realisieren. Im folgenden sollen vornehmlich die zur Verfügung stehenden Bauhüllen dargestellt werden.

Derzeitig sind vier verschiedene Lagertypen als standortlose Angebotsprojekte für Mineraldünger verfügbar:

- Typ Schafstädt
- Typ Cottbus
- Typ Magdeburg
- Typ Frankfurt/Oder

## Größe der Lager

Die wichtigsten Systemmaße für die verschiedenen Düngelager sind in Tafel 1 mit denen des bisher gebauten Lagers Laußig (L 254) zusammengefaßt. Als allgemeine Standardgröße hat sich die Spannweite 24 m herausgebildet. Alle Lager können baukastenförmig erweitert werden. Das Lager Schafstädt (Bild 1) steht in Varianten von 63, 81 und 121 m Länge zur Verfügung. Es kann auf 9 m Zwischenlänge entsprechend umprojektiert werden. Beim Lager Magdeburg gibt es zwei Varianten von 45 und 54 m Länge. Hier wurden 3 Lagerhallen mit Leichtdach mit nur 18 m Spannweite mehrschiffig nebeneinandergesetzt (Bild 2). Dadurch ergibt sich eine fast quadratische Form. Alle anderen Lagertypen haben eine rechteckige Form. Das Lager Cottbus liegt in Segmentprojektion vor und kann von 54 bis 99 m Länge jeweils um 9 m erweitert werden.

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

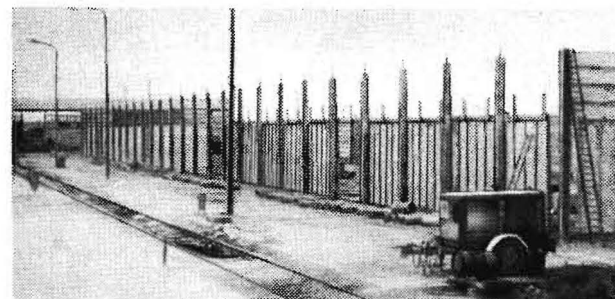
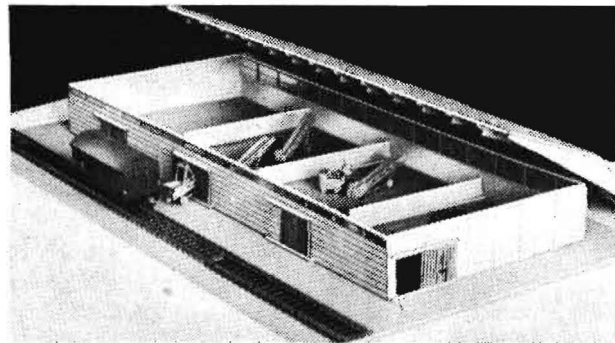


Bild 3. Düngelager „Typ Schafstädt“ der BHG Köthen im Bau

## Masse der Bauelemente

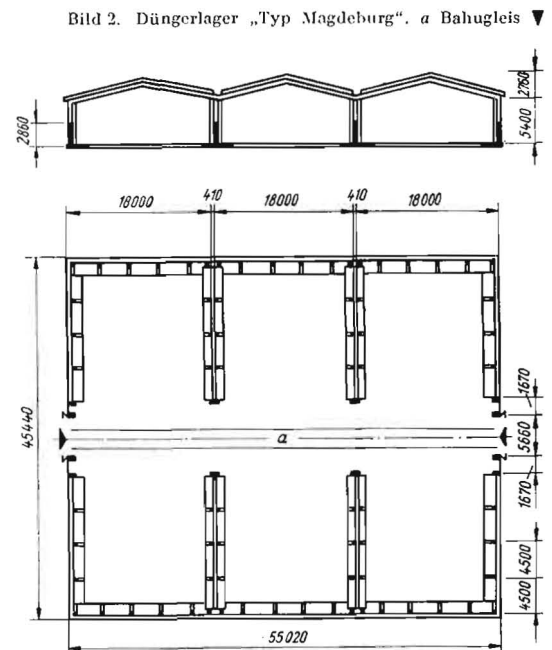
Das Ziel bei der Errichtung zentraler Düngelager ist, mit möglichst wenig Baumasse eine hohe Lagerkapazität zu erreichen. Außer dem Fußboden und den Hülsenfundamenten werden alle Lagertypen fast ausschließlich aus Fertigteilen in Mastenbauweise (Bild 3) errichtet. Die zur Montage verwendeten Hebezeuge müssen auf das schwerste Bauelement abgestimmt sein und die Fertigteile von den entsprechenden Betonwerken zum Standort des zu bauenden Düngelagers transportiert werden. Bei der Weiterentwicklung der Düngelager war daher die Einsparung an Baumasse unter Berücksichtigung der vom Lager zu erfüllenden Aufgaben sowie einer rationellen Mechanisierung die wichtigste Aufgabe. Die in Tafel 2 aufgeführten Massewerte weisen auf die unterschiedliche Konstruktion der verschiedenen Lagertypen hin.

## Baukonstruktion der Lagertypen

Das Lager Laußig ist ein Kompaktbau mit ausschließlich Stahlbetonteilen. Alle Stützen stehen innerhalb der Halle und sind damit korrosionsgefährdet. Schwerstes Bauelement sind die aus Fertigteilen auf der Baustelle vormontierten Binder mit 14 t Masse. Das erfordert Hebezeuge der 15-Mp-Klasse und hatte einschließlich der Dachkassettenplatten eine sehr hohe Baumasse zur Folge. Wesentlich günstiger ist das Lager Schafstädt, dessen Dach aus Leichtbaustoffen besteht (Tafel 2). Die Binder sind Brettklebebinden (BS 157) mit nur 0,8 t Masse. Die Stützen sind um 2,1 t leichter und stehen auf der Schüttgutseite außerhalb des Lagers.

Auf Grund der leichten Bauweise kann die Halle auf Standorten mit bindigem Boden ohne Hülsenfundamente errichtet werden. Durch Verwendung von Wellasbest als Dachabdeckung beträgt die Masse/m<sup>2</sup> Dachfläche nur noch 13 kg gegenüber zuvor 122 kg. Die höchste Laststufe bilden die Stütz-

Bild 1. Modell des Düngelagers „Typ Schafstädt“ (Länge 63 m) mit mobiler Umschlagtechnik (Foto: KÜMMEL)



Tafel 1. Systemmaße verschiedener Düngerlagertypen (in m)

	Laubig	Schafstädt	Magdeburg	Cottbus
Traufhöhe	6,00	6,00	5,40	8,70
Systembreite	24,00	24,00	55,00	24,00
Rastermaß	6,00	4,50	4,50	4,50
Stützenabstand	6,00	4,50	4,50	9,00

Tafel 2. Masse der wichtigsten Bauelemente verschiedener Düngerlagertypen

	Laubig	Schafstädt	Magdeburg	Cottbus
Stützen	t/St. 3,6	1,5	1,1	7,0
Riegel	t/St. —	—	—	4,6
Binder	t/St. 14,0	0,8	0,6	1,2
Stützwand	t/St. 2,0	2,0	2,3	2,0
Stützwandbreite	cm 75	75	180	75
Dachdeckung	kg/m <sup>2</sup> 122	13	13	13
Lichtband	kg/m <sup>2</sup> 50	50	50	20

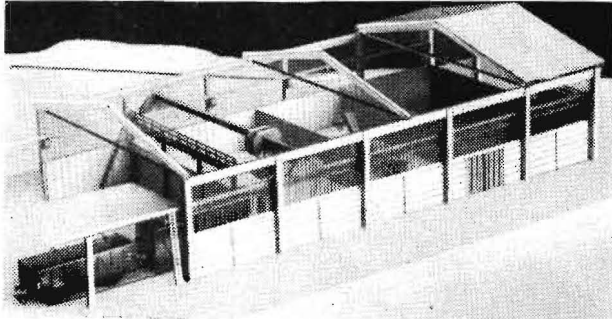


Bild 4. Systemmodell des Düngerlagers „Typ Cottbus“ (Längsgleisführung) mit stationärer Laufkrananlage (FOTO: KFMMEI)

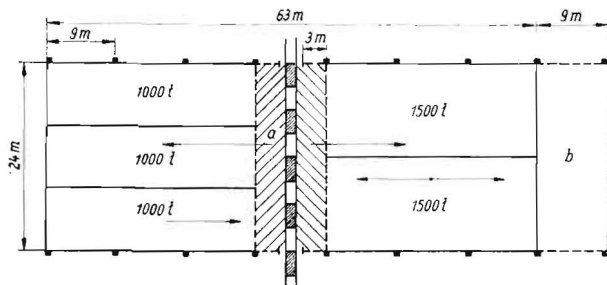


Bild 5. Grundriß des Düngerlagers „Typ Cottbus“ mit Quergleisführung. a Ladestraße, b Abstellfeld für Kran

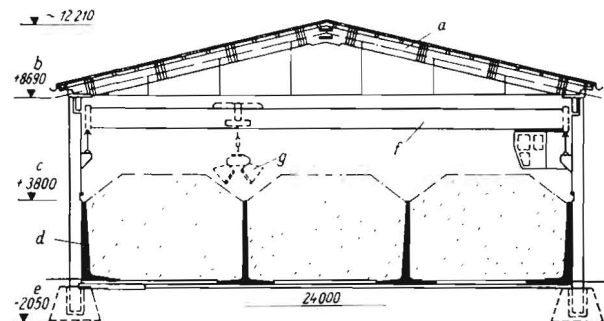


Bild 6. Querschnitt des Düngerlagers „Typ Cottbus“ mit Quergleisführung. a Brettklebebinder BK 24, b OK Stütze, c OK Stützwand, d Stützwandelement UP 21, e Gründungssohle, f Laufkran 5 Mp, g Greifer 2 m<sup>2</sup>

wandelemente mit 2,0 t. Die Einsparung (Stahlbetonbinder 4800,— M, Brettklebebinder 1800,— M) an Baukosten für das Dach beträgt 30,— M/m<sup>2</sup> Dachfläche. Damit ist das Lager Schafstädt um 16 bis 25 % (je nach Länge) billiger. Außerdem ergibt sich der Vorteil, daß das Wellasbestdach völlig pflegefrei ist, während die Dachkassettenplatten in Abständen von 2 bis 3 Jahren geteert werden müssen. Alle Dachteile des Lagers Schafstädt, außer dem Unterzug für den Binder, bestehen aus korrosionsfreiem Material.

Eine noch geringere Baumasse benötigt das Lager Magdeburg. Bei sonst etwa gleicher Baukonstruktion wie Schafstädt betragen die Traufhöhe nur 5,40 m und die Stützwandhöhe 2,90 m. Die zusammengesetzten Hallenteile bilden bei einer Gleisführung quer durch die Halle gleichzeitig die Boxen für die Düngerlagerung. Für 9500 t Lagerkapazität werden bei Schafstädt 290 m, bei Magdeburg (quadratische Form) nur 218 m Außenwand benötigt. Die Stützen sind um 0,4 t leichter, die Stützwandelemente bei wesentlich größerer Breite (180 cm) allerdings 2,3 t schwer. Das Lager Magdeburg ist damit die Halle mit der geringsten Baumasse. Gegenüber Schafstädt werden 26 % und gegenüber Laubig 54 % je m<sup>3</sup> umbauter Raum eingespart. Beim Typ Magdeburg jedoch stehen alle Stützen im Lager und sind damit der Korrosion ausgesetzt. Einige Schwierigkeiten dürfte die Wasserabführung, insbesondere bei Wechselfrost, an den Hallenschnittpunkten bereiten sowie die Mechanisierung des Lagers. Infolge geringer Höhe können nur Krane mit geringerer Leistung arbeiten. Das Lager ist ein wenig variabler Typ und für Lagerkapazitäten ab etwa 7500 t verwendbar. Es kann mit geringer Montagekapazität errichtet werden, erfordert aber ausreichenden Platz beiderseits der Gleisführung.

Eine Neuentwicklung, wo erstmalig Bauhülle und Technologie eine feste Einheit bilden, stellt das Lager Cottbus dar (Bild 4). Auf 8,70 m hohen Stützen, die das Dach tragen, läuft gleichzeitig eine Kranbrücke mit einem 2-m<sup>3</sup>-Greifer.

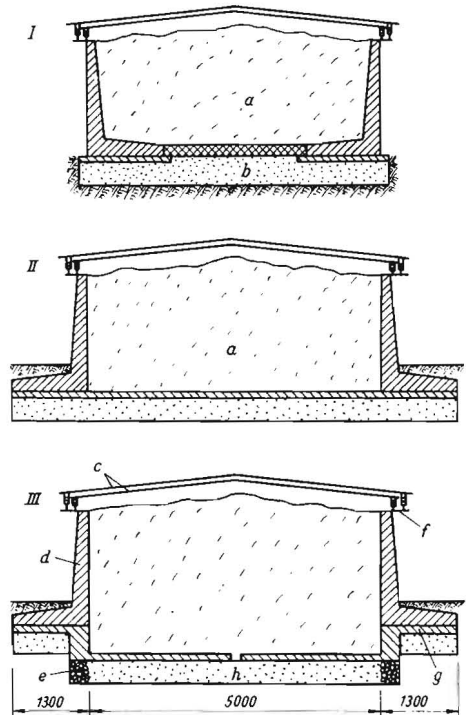


Bild 7. Varianten des Düngerumschlagsilos Frankfurt/Oder. I Typ I L-Fortsätze nach innen, II Typ II L-Fortsätze nach außen, III Typ III 0,5 bis 0,8 m vertieft: a Dünger, b Betonfüllung, c zweiteiliges Wellasbestdach, d Beton-Fertigteile, e Fundament, f Führungsschiene, g Betonsohle, h Kies

Der Kran kann aus der Halle herausgefahren werden und auf weitergeführter Kranbahn weitere Schüttgüter (Kohle, Baustoffe u. a.) entladen und umschlagen. Damit wird eine höhere Auslastung bei geringeren Umschlagkosten erreicht. Um den Kran vor Korrosion zu schützen, verbleibt er während der Arbeitspausen in einem von der Düngertalle getrennten, überdachten Abstellsegment. Am Fahrwerk der Kranbrücke befindet sich eine Heiz- und beleuchtete, staubdichte Fahrerkabine zur Steuerung des Krans.

Trotz der notwendigen starken Kranbahnstützen wurden durch eine Stützen-Riegelkonstruktion der Bauaufwand und die Baumasse gering gehalten. Alle Stützen stehen außerhalb der Halle (Bild 5). Neben einem Leichtdach (Brettklebebinden-Wellasbest) wurde erstmals korrosionsfestes Copolithglas statt Löserfenster verwendet. Damit ist nur noch bis 3,80 m Höhe Stahlbeton in der Halle vorhanden. Der Fußboden hat eine 20 mm starke Gußasphaltauflage. Der Lagertyp erfordert, um die Krananlage vielseitig auszulasten, eine Innengleisführung, die längs oder quer (Bild 6) bzw. giebelseitig durch die Halle läuft.

Nicht als Bevorratungslager, sondern als Umschlagsilo ist der Lagertyp Frankfurt/Oder (Bild 7) gedacht. Er kann als Übergangslösung auch an Entladeknoten für den Umschlag und die kurzfristige Lagerung von Phosphor- und Kalidünger errichtet werden, so wie es z. Z. fast alle BHG des Bezirkes Frankfurt/Oder durchführen. Der N-Dünger lagert weiterhin in den landwirtschaftlichen Betrieben. Diese Umschlagsilos eignen sich gut als Außen- und Satellitenlager für Agrochemische Zentren mit ungünstiger Bereichsstruktur. Diese ist gegeben, wenn eine Kooperation Feldwirtschaft mehr als etwa 20 km vom zentralen Düngertalle entfernt liegt. Hier ist es ökonomischer, den Dünger mit 10-t-Zügen heranzufahren, im Umschlagsilo abzukippen und von dort mit LKW-Streuern, die nur über 5 t Nutzmasse verfügen, auszubringen. Diese Umschlagsilos können 5 bzw. 7 m breit und 2 bzw. 4 m hoch errichtet werden. Die einzelnen 4 m breiten, schiebbaren Dachteile sind unterschiedlich hoch angebracht und können jeweils über- bzw. untereinander geschoben werden. Da es sich um einen sehr einfachen Baukörper von zusammengesetzten L-Elementen handelt, kann ein solches Lager mit eigener Baukapazität der BHG oder KOG errichtet werden.

## Baumasse der Lagertypen

Durch eine sinnvolle Weiterentwicklung der Düngertalle ist es gelungen, die Baumasse und den Bauaufwand erheblich zu reduzieren. So beträgt die Baumasse des Lagers Schafstätt bzw. Cottbus gegenüber dem Lager Laußig nur noch 62 % bzw. 81 %. Diese Einsparung ergab sich im wesentlichen durch Verwendung leichterer Baustoffe und zweckmäßige Baukonstruktionen. Je m<sup>2</sup> Grundfläche erfordert das Lager Laußig eine Baumasse von 640 kg, die derzeitigen Lager jedoch nur 265 bis 520 kg. Je m<sup>3</sup> umbauter Raum liegt das Lager Cottbus mit 64 kg günstiger als Schafstätt mit 66 kg.

Das Lager Magdeburg benötigt nur 49 kg Baumasse/m<sup>3</sup> umbauter Raum (Tafel 3). Entscheidend ist jedoch die Baumasse je Lagerkapazität (LK), die allerdings durch die Gleisführung stark beeinflußt wird. Bei Innengleisführung liegen Schafstätt und Cottbus (Längsgleis) etwa gleich. Wesentlich günstiger liegt Cottbus bei Quergleisführung mit 118 kg und Magdeburg mit 85 kg/t LK. Beide Typen sind jedoch gegenüber den vorgenannten technologisch etwas ungünstiger, da die Auslagerungsleistung geringer ist. Eine sehr geringe Baumasse benötigt mit 120 kg/t LK auch das Lager Schafstätt bei Außengleisführung. Der Anteil der Boxentrennwände ist hierbei sehr hoch. Er beträgt 35 % und macht je t LK 42 kg bei Außengleisführung und 52 kg bei Innengleisführung aus.

Eine wesentliche Aufgabe der weiteren Aktualisierung aller Lagertypen muß darin liegen, den Materialaufwand für die Boxentrennwände wesentlich zu senken.

Tafel 3. Baumasse verschiedener Düngertallertypen<sup>1</sup>

	Laußig	Schafstätt	Magdeburg	Cottbus
kg/m <sup>2</sup> Grundfläche	640	397	265	520
kg/m <sup>3</sup> umbauter Raum	107	66	49	64
kg/t Lagerkapazität				
Innengleis	241	149	85	157/118 <sup>2</sup>
Außengleis	195	120	—	—

<sup>1</sup> ohne Fußboden und Hülsenfundamente, mit Boxentrennwänden

<sup>2</sup> Quergleis

Tafel 4. Nutzbare Parameter für Düngertallagerung in verschiedenen Lagertypen

Typ	Gleisführung	Nutzbare Parameter in % Grundfläche	Umbauter Raum
Schafstätt und Laußig	innen	67	45
	außen	83	55
Magdeburg	innen	76/78 <sup>1</sup>	54/58 <sup>1</sup>
	innen	75	39
Cottbus	quer	88	51
	außen	100	100
Frankfurt			

<sup>1</sup> 7500/9300 t LK

Tafel 5. Lagerkapazität in t verschiedener Düngertallertypen (auf volle Hundert abgerundet)

Gleisführung		Schafstätt und Laußig Außen	Innen	Cottbus Innen	Quer
Lagerlänge (in m)	63	5 000	4 100	5 000	5 800
	81	6 500	5 200	6 500	7 800
	99	8 000	6 400	8 000	10 700
	121	9 600	7 800	9 600	13 100
Lagerlänge (in m)	45	—	7 500	—	—
	54	—	9 300	—	—

Tafel 6. Investkosten in TM verschiedener Düngertallertypen (PB 1966) (einschließlich Boxentrennwände)

Lagertyp Gleisführung	Laußig längs	Schafstätt längs	Cottbus längs	quer
Lagerlänge (in m)	63	517	385	415
	81	591	482	506
	99	693	587	597
	121	823	691	701
Lagerlänge (in m)	45	382	—	—
	55	447	—	—

## Nutzbare Parameter der Bauhülle

Noch nicht befriedigen kann bei den bisherigen Lagertypen die Ausnutzung des umbauten Raumes und der Grundfläche. Sie beträgt lediglich beim Typ Frankfurt/Oder 100 %. Jedoch arbeitet man hier nicht witterungsgeschützt. Alle anderen Lager, deren Mechanisierung unterhalb des witterungsgeschützten Daches liegt, nutzen die Grundfläche nur zu 67 bis 88 % bzw. den umbauten Raum (ohne Dachraum) nur zu 39 bis 58 % (Tafel 4).

Die ungünstigste Flächennutzung zeigen die Lagertypen Laußig und Schafstätt bei Innengleisführung. Hier muß neben der Gleisfreiheit noch eine weitere Fläche für die Entladung der Waggons mit dem Schrapper freigehalten werden. Eine Innengleisführung vermindert die Lagerkapazität um 18 % und erfordert für gleiche Lagerkapazität ein wesentlich größeres Lager mit 25 % höheren Baukosten.

Günstiger ist die Flächennutzung trotz Innengleisführung beim Lager Magdeburg und Cottbus, die bei einer Quergleisführung beim Typ Cottbus (Bild 6) sogar 88 % beträgt. Daher ist auf Standorten, die aus Platzmangel oder hygienischen Gründen ein Innengleis legen, der Typ Cottbus vorzuziehen. Eine gute Flächennutzung bringt der Typ Schafstätt mit 83 % bei Außengleis.

Die Raumaussnutzung ist infolge des für Kranbau und Greifer notwendig freibleibenden Raumes beim Typ Cottbus bei Innengleis längs mit 39 % am ungünstigsten. Kann jedoch die Schütthöhe auf 5 m erhöht werden (Kranprojekt liegt noch nicht vor), verbessert sich die Raumaussnutzung auf

43 % und die Lagerkapazität um 9 t/m. Mit 45 % ist trotz geringerer Traufhöhe die Auslastung auch beim Typ Schafstädt und Laußig bei Innengleisführung schlecht. Sie ist beim Typ Magdeburg günstiger und erreicht beim Typ Schafstädt und Laußig bei Außengleisführung den Wert von 55 % und bei Magdeburg 9300 t/LK 58 %.

Die Raum- und Flächenausnutzung dürfte ein wesentlicher Faktor bei der Weiterentwicklung und Rekonstruktion der Lagertypen sein, wobei auch die Art der Mechanisierung eine Rolle spielt. Die Auslastung der nutzbaren Parameter findet ihren Widerhall in der Lagerkapazität der einzelnen Lagertypen (Tafel 5).

### Baukosten von Großdüngerlagern

Entsprechend der Baukonstruktion und Baumasse sind die Baukosten für die einzelnen Düngerlager sehr unterschiedlich (Tafel 6). Der Typ Magdeburg ist das baukostengünstigste Lager. Der Typ Schafstädt ist gegenüber dem Typ Laußig um 16 bis 24 % billiger. Der um 2,40 m höhere Typ Cottbus ist trotz der starken Stützen nur um 1 bis 8 % teurer als das Lager Schafstädt und um 15 bis 20 % billiger als Laußig. Bei Quergleisführung ist der Typ Cottbus beachtlich kostengünstiger und nicht teurer als Schafstädt.

### Auswahl der Lagertypen

Überall wo ein Agrochemisches Zentrum errichtet werden soll, ist zunächst ein entsprechendes Betriebsprojekt zu erarbeiten, in dem der Teil Minereraldüngung Auskunft gibt über die notwendige Lagerkapazität und den für den Standort zweckmäßigsten Typ. Hierbei sollte man zunächst erwägen, den Typ Schafstädt mit Außengleis zu errichten. Es erfordert jedoch einen mindestens 30 bis 35 m breiten Platz längs des Gleises. Ist dieser nicht gegeben oder muß aus hygienischen Gründen ein Innengleis gelegt werden, ist der Typ Cottbus vorzuziehen. Er benötigt nur noch einen mindestens 20 bis 25 m breiten Platz und hat den Vorteil, daß über verlängerte Krananlage auch außerhalb des Lagers Güter umgeschlagen werden können und im Lager sich die korrosionsgefährdeten Förderbänder erübrigen. Für spätere Rekonstruktion ist der Typ Cottbus das Lager mit den geringsten Kosten/m<sup>3</sup> umbauten Raum. Will man die Vorteile des Laufkrans auch in kleineren Bereichen unter 15 000 t/LN nutzen, und beiderseits des Gleises ist ein Platz von mindestens 30 bis 35 m Länge und 24 bis 30 m Breite gegeben, bringt der

Typ Cottbus mit Quergleisführung auf wenig Fläche eine beachtliche Lagerkapazität mit Baukosten, die nicht höher sind als beim Typ Schafstädt.

Dort, wo beiderseits des Gleises ein Platz von mindestens 26 bis 36 m Breite und 60 bis 70 m Länge und keine Baukapazität mit schweren und ausreichend hohen Hebezeugen zur Verfügung steht sowie ein genügend großer Bereich gegeben ist, sollte man das Lager Magdeburg errichten. Diese vorgenannten Empfehlungen können jedoch nur als Groborientierung gelten, da noch weitere Faktoren insbesondere auch die Technologie für die Lagerwahl von Bedeutung sind.

### Vorteile von Angebotsprojekten

Alle genannten Lagertypen können vom Ingenieurbüro für Agrochemische Zentren als standortlose Angebotsprojekte bezogen werden. Es ist dann lediglich noch eine Anpassung an den jeweiligen Standort durch örtliche Projektierungskapazität erforderlich. Die Entwicklung und der Aufbau von Düngerlagern nach standortlosen Angebotsprojekten bringen beachtliche betriebs- und volkswirtschaftliche Vorteile.

Diese sind:

- Erhebliche Einsparung an Projektierungskosten und Projektierungskapazitäten
- Schneller Abschluß der Bauvorbereitungen
- Durchsetzung der Segmentbauweise im Baukostenprinzip unter Verwendung standardisierter Bauelemente
- Rationelle Auslastung der vorhandenen Projektierungskapazitäten
- Qualifizierte und spezialisierte Projektierungskapazität kann für die Entwicklung von Angebotsprojekten herangezogen werden
- Ständige Aktualisierung der vorhandenen Projekte auf den wissenschaftlich-technischen Höchststand
- Später notwendige Rationalisierungsmaßnahmen können serienmäßig für mehrere Objekte von der Industrie vorbereitet werden.

### Zusammenfassung

Die Einführung industriemäßiger Arbeitsmethoden erfordert die konzentrierte Lagerung von Mineraldünger. Die Bauhüllen sollen so ausgelegt sein, daß eine rationelle Mechanisierung möglich ist. Die als Angebotsprojekte verfügbaren Düngerlager bestehen weitestgehend aus Fertigteilen, sind baukostenmäßig erweiterungsfähig und werden in Mastenbauweise montiert. Gegenüber dem bisherigen Typ Laußig sind sie wesentlich weniger materialaufwendig und baukostengünstiger. In dem Artikel werden die einzelnen Baukonstruktionen mit ihren Vor- und Nachteilen beschrieben. Während die Lagertypen Schafstädt und Magdeburg mit mobiler Technik mechanisiert werden, ist beim Typ Cottbus Bauhülle und Technik eine feste Einheit. Noch nicht befriedigend kann die Flächen- und Raumaussnutzung der gegenwärtigen Lagertypen. Sie ist durch entsprechende Mechanisierung weiter zu verbessern.

A 744

## Methode zur Ermittlung von Lagerkapazitäten zentraler Düngemittellager

Dipl.-Ing. G. TURNHEIM, KDT\*

In der DDR werden zentrale Lager für Mineraldüngemittel im Rahmen Agrochemischer Zentren für die Lagerung des gesamten Stickstoffes, Phosphors und Kaliums eines bestimmten Bereiches errichtet. In den landwirtschaftlichen Betrieben selbst werden nach Errichtung dieser zentralen Lager keine Mineraldüngemittel gelagert. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu zentralen Lagern, wie sie z. B. im Rahmen der Organisation „Sel'jehoztehnika“ (UdSSR) oder den zentralen Aufkauf- und Erfassungsbetrieben der ČSSR errichtet werden. In der Sowjetunion und der ČSSR werden in zentralen Lagern aufbereitete Düngemittel in über-

wiegendem Maße zur Zwischenlagerung in die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe transportiert. Andere Probleme bestehen in den USA. Dort wird der überwiegende Teil an Düngemitteln von den örtlichen Händlern vertrieben, die nur über eine geringe Lagerkapazität verfügen. In der Anwendungsperiode treten daher in den USA hohe Transportspitzen auf, die zur Nichteinhaltung agrobiologischer Termine bei der Düngung führen. Gegenwärtig werden deshalb in den USA von der chemischen Industrie in der Nähe der Verbraucher verstärkt große Zwischenlager errichtet, die in einem bestimmten Bereich die örtlichen Händler in der Anwendungsperiode zu beliefern haben.

Da die bisher bekannten Berechnungsmethoden der Lagerkapazitätsermittlung eine Reihe von Einflußfaktoren unbe-

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