

# Mechanisierung erleichtert die verlustlose Lagerung des Körnergutes

Von G. HOFFMANN, Wutha (Thür.)

DK 631.362.23

*Der in der letzten Ernte gegenüber 1952 fast verzehnfachte Einsatz von Mähdruschern hat die Fragen der Korn-trocknung und -lagerung - ihrer Organisation und Mechanisierung - stark in den Vordergrund gerückt. Nachdem bereits kürzlich das Thema „Körner-einlagerung“<sup>1)</sup> in unserer Zeitschrift behandelt wurde, bringen wir anschließend vom gleichen Verfasser einen Beitrag, der sich mit der Mechanisierung der Lagerung befaßt. Unsere Erfassungsstellen werden für das neue Planjahr aus den eingehenden Untersuchungen und praktischen Winken reichlichen Gewinn ziehen können, zumal der Text durch exaktes Zahlenmaterial und erläuternde Bilder anschaulich ergänzt ist. Über die Mechanisierung der Körnertrocknung erscheint ein ausführlicher Beitrag in einem unserer nächsten Hefte.*  
Die Redaktion

Die Entwicklung der Landwirtschaft in der Deutschen Demokratischen Republik fordert eine schnelle und umfassende Mechanisierung. Wir stehen am Anfang dieser Entwicklung und überprüfen dabei, welche landwirtschaftlichen Arbeiten zuerst der Mechanisierung bedürfen. Wir müssen uns daher einen Überblick verschaffen, die Arbeitsgänge technologisch untersuchen, den Arbeitsprozeß im Zusammenhang betrachten, in einzelne Methoden zerlegen, um die Maschine oder Einrichtung zweckentsprechend zu bestimmen. Der erarbeitete Überblick zeigt uns die Schwerpunkte, an denen anzusetzen ist. Er gibt uns außerdem die Erkenntnis, daß jeder mechanisierte Arbeitsgang nur ein Glied einer Kette ist, und daß ein durch die Mechanisierung erzielter Vorteil wieder verlorengehen kann, wenn die Mechanisierung der Folgearbeiten vernachlässigt oder gar als bedeutungslos angesehen wird.

Wir betrachten daher die Einlagerung der Körnerfrucht im Zusammenhang. Da dieses Arbeitsgebiet mit dem Drusch unmittelbar in Verbindung steht und die Art und Weise des Drusches die Einlagerung beeinflusst, müssen wir bei der Mechanisierung des Erntevorgangs bereits an die Einlagerung denken. Uns ist bekannt, daß die Ernte in unserem Klima kein lagerfestes Körnergut bringt; außerdem erhöht sich der Feuchtigkeitsgehalt durch den Mähdrusch. Wir dürfen also bei aller Anerkennung der hohen Vorzüge des Mähdrusches andererseits nicht übersehen, daß uns Nachteile aus ihm entstehen können, wenn wir die Einlagerung nicht zu gleicher Zeit mechanisieren.

Die Mechanisierung der Lagerhaltung gliedert sich in vier zusammenhängende Arbeitsgänge: Annahme, Verteilung, Lagerhaltung, Verladung. Je nach den betrieblichen Forderungen werden diese Arbeitsgänge erweitert und bilden in großen Speichern verhältnismäßig komplizierte Arbeitsgebiete. Diese Mechanisierung sichert das Korn während der Lagerung nicht nur vor Verlusten, sondern erhöht die Produktivität und damit die Wirtschaftlichkeit des Lagerbetriebes, da bekanntlich manuell transportiertes Massenschüttgut enorm hohe Lagerkosten verursacht.

Das Problem der Einlagerung ist ein großes vielseitiges Wissensgebiet. Will man eine solche Mechanisierung projektieren, und für die Ausführung die Verantwortung tragen, muß man einerseits die Forderungen der Lagerung und andererseits die technischen Mittel kennen. Deshalb sei nachstehend einiges über die Probleme der Lagerhaltung gesagt. Die Forderung nach einem mechanisierten Transport ist dabei selbstverständlich, ebenso daß das Körnergut nicht erst mit Verunreinigungen und Staub eingelagert wird.

Ein Korn atmet. Bei der Atmung werden die Bestandteile des Kornes verändert. Die Kohlehydrate (Zucker) werden gespalten. Aus der Luft wird Sauerstoff aufgenommen. Dabei bilden sich Kohlensäure und Wasser sowie Wärme. Durch die Atmung wird Kornsubstanz verbraucht. Je stärker die Atmung ist, um so größer sind die Substanzverluste, desto mehr Wasser, Kohlensäure und Wärme werden gebildet. Das Wasser ist der gefährlichste Feind des Lagergutes, ihm folgt die Wärme.

Diese Kette ohne Ende nimmt ihren Anfang, wenn das Korn aus irgendeinem Grunde feucht geworden ist (feuchter Drusch vom Halm, verregnet, Mähdrusch in unserem Klima, Aufnahme aus feuchter Luft usw.). Die Atmung wird lebhafter, dabei

werden größere Mengen Atmungswasser gebildet. Dieses erhöht die Feuchtigkeit des Kornes, damit aber auch wiederum die Atmungsenergie. Je stärker die Atmung wird, desto reichlicher wird wieder Atmungswasser gebildet. Das Getreide wird also bei diesem Prozeß immer feuchter. Gleichzeitig wird es in steigendem Maße immer wärmer. Da Getreide ein schlechter Wärmeleiter ist, kann die Wärme nicht schnell genug weitergeleitet werden und staut sich im Inneren des Getreidehaufens an. Die Wärme beschleunigt ihrerseits in inniger Zusammenarbeit mit dem Atmungswasser die Atmung. Die stofflichen Veränderungen und Verluste an Kornsubstanz werden immer größer. Während das Gewicht der Kornmasse dabei immer mehr abnimmt, steigen Feuchtigkeit und Wärme weiter an. Das Getreide erhitzt sich besonders im Innern des Haufens so stark, daß es sich braun färbt und „verbrannt“.

Diese Atmungsverluste sind erheblich. Dr. Seidel rechnete die unter verschiedenen Bedingungen entwickelten Kohlen-säuremengen auf Kornsubstanz um. Danach gingen durch Atmung in 10 Tagen bei 18° C verloren:

bei Korn mit 11 % Feuchtigkeit	0,0002% der Kornmasse.
„ „ „ 14,5%	„ 0,001 % „ „
„ „ „ 16,9%	„ 0,08 % „ „
„ „ „ 20,5%	„ 0,24 % „ „
„ „ „ 33 %	„ 1,36 % „ „

Korn mit 14,5% Feuchtigkeit veratmet dagegen in 10 Tagen:

bei 18° C	0,001% der Kornmasse,
„ 30° C	0,005% „ „
„ 40° C	0,013% „ „
„ 52° C	0,17 % „ „

Die Temperatur fällt also bei der Steigerung der Atmung viel weniger ins Gewicht als die Feuchtigkeit. Eine Erhöhung der Feuchtigkeit dagegen von 11% auf 33% steigert den Atmungsverlust auf mehr als das 6000fache, während ein Temperaturanstieg von 18° C auf 40° C den Atmungsverlust nur auf das 13fache erhöht. Es müssen daher an erster Stelle die Atmungsverluste vermieden werden. Wir dürfen also nur trockenes Getreide einlagern und müssen es trocken und kühl halten. Feuchtes Getreide muß durch zweckmäßiges Belüften so schnell wie möglich trocknen und kühlen. Die Häufigkeit der Belüftung (Umarbeitung) richtet sich nach dem Feuchtigkeitsgehalt und nach der Temperatur des Getreides, zum anderen aber auch nach der Eignung der Außenluft.

Feucht eingebrachtes Getreide muß in kürzeren Zeitabständen so lange umgearbeitet werden, bis es lagerfest ist. Vom Halm gedroschenes Getreide reift auf dem Lagerboden nach. Hierbei schwitzt es und erwärmt sich mehr oder weniger. Getreide in diesem Zustande soll zunächst mindestens einmal täglich umgeworfen werden, bis der Nachreifeprozess beendet ist. Ist das Korn in das Ruhestadium gelangt, genügen zwei bis drei Umarbeitungen in der Woche. Die folgende Aufstellung zeigt die erlaubte Höhe der Aufschüttung in bezug auf Feuchtigkeitsgehalt in den Jahreszeiten und die sich hieraus ergebende Häufigkeit des Belüftens (Bild 1). Durch eine ausreichende Belüftung erreichen wir die gewünschte Abkühlung und schnelle Trocknung des Getreides. Die Außenluft wird über und durch das Lagergut geführt. Dabei soll jedes einzelne Korn umspült werden. Es ist selbstverständlich, daß nur dann belüftet werden

<sup>1)</sup> „Deutsche Agrartechnik“ (1953) H. 8 S. 242.

darf, wenn die Außenluft so beschaffen ist, daß sie Wasserdampf aufnehmen und abkühlend wirken kann. Die Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen, steigt und fällt mit der Lufttemperatur: 1 m<sup>3</sup> Luft kann bei 10° C nur etwa 9 g Wasser aufnehmen; die Luft ist dann 100%ig mit Wasser gesättigt, ihre relative Feuchtigkeit beträgt 100%. Sie kann bei dieser Temperatur keine größere Feuchtigkeit halten. Wird dieselbe Luft auf 20° C erwärmt, kann sie weitere 9 g, also im ganzen etwa 18 g Wasserdampf aufnehmen. Dieselbe Luft, die bei 10° C 100% relative Feuchtigkeit hatte, zeigt bei 20° C also nur noch 50% relative Feuchtigkeit; es fehlen ihr also noch 50% der zu ihrer Sättigung nötigen Wassermenge. Umgekehrt wird diese bei 20° C wasserdampfgesättigte Luft unter allen Umständen wieder nur rund 9 g Wasser fassen können und die überschüssige Mengen abstoßen müssen, wenn man sie wieder auf 10° C abkühlt. Durch die Abkühlung wird der Sättigungsgrad überschritten und der Wasserüberschuß wird in Form von winzigen Tropfen - Tau - abgestoßen.

Zwischen der relativen Feuchtigkeit der Luft des Lager-raumes und dem Wassergehalt des Getreides besteht eine bestimmte Beziehung. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit muß sich das Getreide auf einen ganz bestimmten hohen Wassergehalt einstellen; andererseits wird Getreide, das dauernd dem Einfluß einer Luft mit relativ niedriger Feuchtigkeit ausgesetzt ist, auch einen bestimmten niedrigen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen.

Für das zweckmäßige Belüften kann folgende Richtlinie gelten:

Im Getreidelager soll stets eine geringere relative Feuchtigkeit vorhanden sein, als sie die Außenluft besitzt. Das Korn selbst soll den normalen Wassergehalt für dauernde Lagerung (15%) nicht übersteigen und die ins Getreide eingeführten

Thermometer dürfen keine Selbsterwärmung anzeigen. Hier-nach richtet sich das Öffnen und Schließen der Fenster im Speicher.

Dr. Seidel hat den Begriff der relativen Luftfeuchtigkeit wie folgt erläutert:

- 1 m<sup>3</sup> Luft von 0° C kann im Höchstfall 4,8 g Wasserdampf enthalten,
- 1 m<sup>3</sup> Luft von 10° C kann im Höchstfall 9,4 g Wasserdampf enthalten,
- 1 m<sup>3</sup> Luft von 20° C kann im Höchstfall 17,3 g Wasserdampf enthalten.

Die Fähigkeit zur Aufnahme von Wasserdampf steigt also mit der Temperatur. 1 m<sup>3</sup> Luft, die bei 0° C gesättigt ist, vermag nach Erwärmung auf 10° C noch 9,4 - 4,8 = 4,6 g Wasser-dampf aufzunehmen. Diese Luft enthält also von der bei 10° C im Höchsthalle aufnehmbaren Menge nur etwa 50%, d. h. sie ist nur zu etwa 50% gesättigt oder ihre relative Feuchtigkeit ist 50%.

Wird andererseits 1 m<sup>3</sup> Luft, die bei 10° C gesättigt ist, auf 0° C abgekühlt, so vermag sie statt 9,4 g Wasserdampf nur 4,8 g Wasserdampf festzubalten. Der nach dem Abkühlen über-schüssige Dampf scheidet sich in flüssiger Form als Wasser in kleinen Tröpfchen ab: Taubildung.

Man wird zur Sicherheit der Lagerung, sowohl im Hinblick auf die Atmung des Getreides als auch auf das Schimmelpilzwachstum, also verlangen müssen, daß der Wassergehalt des Getreides unter 16% bleibt, d. h. die relative Feuchtigkeit der Luft den Wert 80% nicht übersteigt. Um ein Überschreiten dieses Wertes, wie es durch Zufall oder Versehen immerhin möglich ist, zu vermeiden, wird man am besten die Höchstgrenze der relativen Feuchtigkeit der Belüftungs-luft auf 75% festsetzen. Die Außen-luft darf, nachdem sie die Temperatur des Getreides angenom-men hat, nur zu 75% wasserdampfgesättigt sein. (75% wasser-dampfgesättigt = relativ feucht, relativ, d. h. die Feuchtigkeit auf den Sättigungsgrad der Luft bezogen; die Luft ist in diesem Fall erst zu 75% gesättigt, es fehlen noch 25% bis zur Tau-bildung - Niederschlag -, vorausgesetzt, daß die Temperatur die gleiche bleibt). Diese Richtschnur gibt die Gewähr, daß das derart belüftete Getreide lagerfest wird und bleibt. Belüftung nach Gefühl, wenn das Wetter „schön“ ist, hat schon manches Unheil angerichtet. Vor der Belüftung muß man die Tempe-ratur und die relative Feuchtigkeit der Außenluft zur Tempe-ratur des Getreides errechnen. Diese Arbeit kann man sich nach Dr. Seidel durch Benutzung folgender Belüftungstafel erleichtern (Tafel I).

Die Zahl, die an dem jeweiligen Schnittpunkt der senkrechten Getreidetemperaturspalte mit der waagerechten Außentempe-raturspalte steht, zeigt die Feuchtigkeit an, die die Außenluft im Höchsthalle haben darf, um eine Belüftung ohne Gefährdung des Lagergutes vornehmen zu können. Die Höchstfeuchtigkeit kann einfach abgelesen werden.

Zeigt bei der Messung die Außenluft eine höhere Feuchtig-keit, als nach der Tafel zum Belüften zulässig ist, hat die Be-lüftung zu unterbleiben.

Vier Beispiele sollen das erläutern:

1. Die Außenluft hat eine Temperatur von 10° C, das Getreide eine solche von 15° C. Am Schnittpunkt der horizontalen Spalte 10 mit der vertikalen Spalte 15 finden wir einen Strich. Das bedeutet, daß eine Belüftung mit Außenluft ohne weiteres gestattet ist.
2. Außenlufttemperatur 10° C, Getreidetemperatur 12° C. Am Schnittpunkt der horizontalen Spalte 10 mit der vertikalen Spalte 12 steht 85,4%. Die Außenluft darf höchstens zu 85,5% wasserdampfgesättigt sein, wenn eine Belüftung mit ihr erfolgen soll.
3. Außenlufttemperatur 0° C, Getreidetemperatur 8° C. Am Schnittpunkt der horizontalen Spalte 0 und der vertikalen Spalte 8 befindet sich ein Strich. Das bedeutet, daß eine Lüftung mit Außenluft unbedenklich erfolgen darf.
4. Außenlufttemperatur 10° C, Getreidetemperatur 4° C. Der Schnittpunkt der horizontalen Spalte 10 und der vertikalen Spalte 4 liefert die gesuchte Zahl 51,1%. Die Außenluft darf nur bis zu 51,1 wasserdampfgesättigt sein.

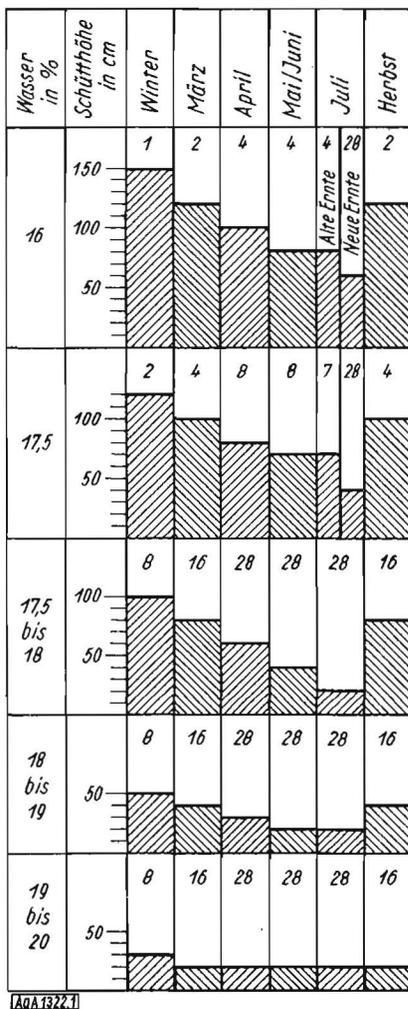


Bild 1. Häufigkeit der Belüftung



Da die Lagerhalle für die Erfassung eines Umkreises bestimmt ist, fahren im kurzen Zeitraum der Druschperiode zu gleicher Zeit zahlreiche Fahrzeuge zur Lagerhalle. Es entsteht bei der Abfertigung die Gefahr langer Wartezeiten, was sich auf die Produktivität des Dreschvorganges nachteilig auswirken würde. Die Entladung eines Fahrzeuges und die Verwiegung muß deshalb in wenigen Minuten erfolgen, wobei eine einwandfreie Abrechnung mit dem Erzeuger gewährleistet bleiben muß.

Die Maschinen und Fördererlemente zur Annahme sind in einem besonderen Vorbau der Lagerhalle untergebracht. Diese Anordnung hält die Fläche der Lagerhalle zur Einlagerung frei. Ein großer Einschüttbehälter erlaubt ein schnelles Entladen der losen Ware (Bild 2). Gefüllte Säcke dagegen können von mehreren Arbeitern zu gleicher Zeit in diese Einschüttgasse entleert werden. Das Körnergut läuft über eine Zubringer-Schnecke und den Annahme-Elevator in den Aspirateur mit

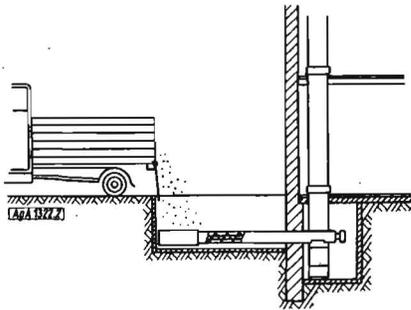


Bild 2. Große Einschüttbehälter gestatten ein schnelles Entladen

5 t Stundenleistung. Der Aspirateur entfernt durch Sieben grobe Beimengungen und Sand, saugt den Staub ab, wobei gleichzeitig eine intensive Belüftung der Körner erfolgt (Bild 3). Die groben Abgänge bleiben Eigentum des Erzeugers und werden als Viehfutter (zum Verschroten) sofort wieder zurückgenommen. Nach dem Aspirateur erfolgt die Probeentnahme zur Bestimmung des Besatzes und des Feuchtigkeitsgehaltes. Dann fließt das Körnergut durch eine automatische Durchlaufwaage, die sofort das Gewicht des angelieferten Postens anzeigt. Ein LKW mit 3 t Getreideladung kann also in 15 bis 20 Minuten entladen und die nächste Fahrt antreten. Diese

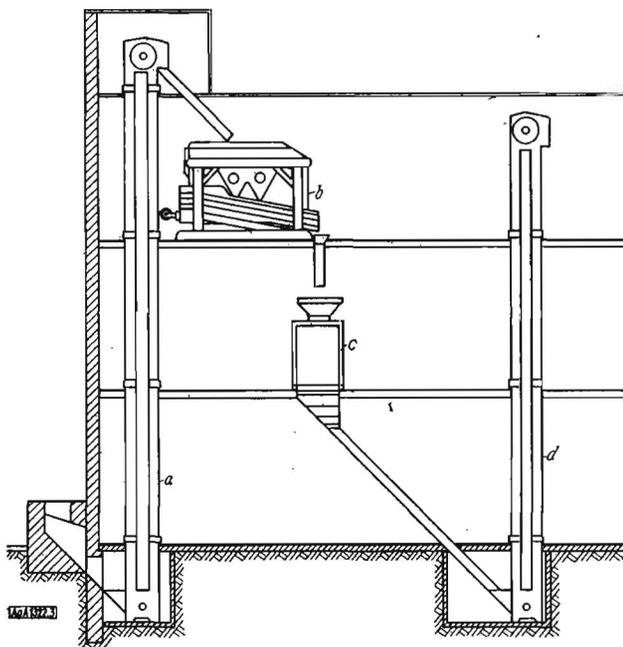


Bild 3. Mechanisierte Getreideannahme. a Annahme-Elevator, b Aspirateur, c Netto-Waage, d Haupt-Elevator

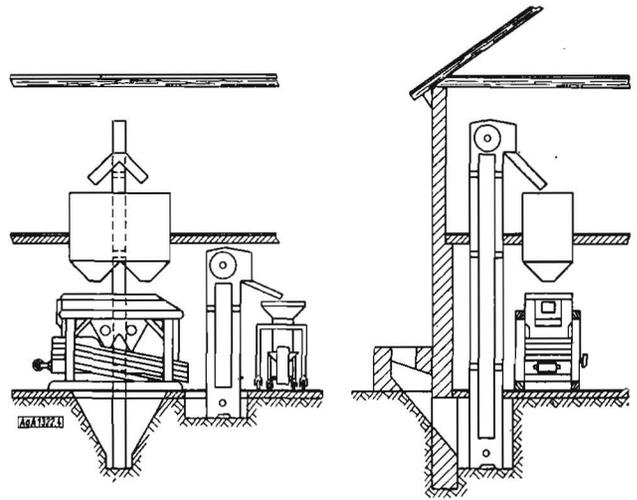


Bild 4. Sammelbunker

Posten ist in einer Lagerhalle, deren Annahme eine Kapazität von 5 t hat, in etwa 30 Minuten angenommen (also gereinigt, aspiriert und verwogen). Sobald das letzte Korn den vergrößerten Einschütttrichter verlassen hat, entlädt das nächste Fahrzeug, wobei durch Herablassen des Verschlussschiebers am Einlauf des Elevators eine vorübergehende kurze Trennung zwischen jedem Posten Getreide vorgenommen werden kann. Sollte der Andrang der anfahrenen Fahrzeuge wesentlich größer sein wie die Kapazität der Annahme, kann durch die Anordnung von Sammelbunkern (Bild 4) zwischenzeitlich in diese entladen werden. Man wird hier größere Posten einer Produktionsgenossenschaft bis zur Nachtschicht einlagern und erst annehmen (reinigen, aspirieren und verwiegen), wenn der Zustrom der anfahrenen Fahrzeuge nachgelassen oder aufgehört hat. (Diese Sammelbunker sind während der Lagerung ein wertvolles Mittel zur Belüftung.) In diesem Falle verwenden wir einen Doppel-Elevator mit geteiltem Einschüttbehälter. Die eine Hälfte fördert in die Annahme, die andere Hälfte in den Sammelbunker von etwa 10 t Fassungsvermögen. Größere Läger können zwei bis drei Sammelbunker nebeneinander anordnen, deren einer als Vergasungszelle ausgebildet wird. Ohne die sofortige Annahme kleiner Posten zu stören, kann eine LPG mit ihrem am Tage gedroschenen Körnergut einen Sammelbunker füllen, dessen Inhalt in der Nachtschicht übernommen wird. Am folgenden Morgen ist die Abrechnung fertig und der Reinigungsabgang abholbereit.

#### b) im Bodenspeicher

Die Anforderungen sind dieselben wie an die Lagerhalle. Jedoch ist die Projektierung der Elemente und Maschinen günstiger, da das natürliche Gefälle vom obersten Boden nach unten einen Zwischen-Elevator vermeidet (siehe Bild 3). Zur vollen Ausnutzung der Bodenflächen wird zur Unterbringung der Annahme dasselbe Nebengebäude errichtet, wie es bei der Halle vorgeschlagen wurde.

Zusammengefaßt soll die demonstrierte mechanisierte Annahme folgendes erreichen:

1. dem Ansturm der Anfuhr gerecht werden, damit die auf wenige Tage zusammengedrückte Druschperiode der Erzeuger nicht gestört wird,
2. durch schnelle Entladung der Fahrzeuge deren Leistung erhöhen,
3. durch Reinigen und Entstauben dem Erzeuger reale Gewichte seines Erzeugnisses bezahlen, wobei der Reinigungsabgang als Kraftfutter sein Eigentum bleibt,
4. das Körnergut in einwandfreiem Zustand in die Lagerhalle bringen, was die einzige Voraussetzung für eine gesicherte verlustlose Lagerung ist.

A 1322

Schluß in Heft 11