

Technische und wirtschaftliche Probleme der Körnertrocknung beim Mähdruschgetreide

Von Ing. R. GOMOLL, Institut für Landmaschinenbau, Leipzig¹⁾

DK 631.362.7: 631.563.2

Der Mährescher verändert den Ernteablauf

In den nächsten Jahren wird die Zahl der Mährescher um ein Vielfaches wachsen. Die Vorzüge dieser Maschinen heben sich klar hervor; die rasche Ausnutzung günstigen Erntewetters, die geringen Körnerverluste, die Wendigkeit und die Beweglichkeit des Mähreschers, alles das sind Momente, die dazu beitragen, die Mechanisierung in der Landwirtschaft voranzutreiben.

Trotzdem dürfen gewisse Nachteile oder Aufgabenstellungen, die der Mährescher mit sich bringt, nicht übergangen werden. Sie sind im Gegenteil besonders hervorzuheben, weil in ihnen der Schlüssel zu finden ist für die beim Einsatz der Mährescher zu lösenden Probleme, bedingt und beeinflusst durch eine Vielzahl von Faktoren.

Beim Mähdrusch und bei anderen Erntedruschverfahren fallen im Gegensatz zu den früheren Erntemethoden schlagartig große Mengen Getreide an. Bei den bisherigen Ernteverfahren lagerte das Getreide nach der Ernte in den Ähren und Garben eingebast in Scheunen der einzelnen Betriebe. Im Laufe des Herbstes oder Winters wurde das Getreide nach und nach ausgedroschen, so daß ein dementsprechend regulierter Körnerstrom abfloß, dem sich alle vorhandenen Lagerhäuser und Speicher mit den dazugehörigen Einrichtungen angepaßt hatten.

Durch die nun eingetretene Änderung der Erntemethoden sind die bisherigen Möglichkeiten, die zur Sicherung und Lagerung der Ernte vorhanden waren, nicht ausreichend. Zukünftig wird das Korn in seiner Gesamtheit auf eine kurze Zeit gedrängt plötzlich angeliefert und es sind zusätzliche Lagerräume und besondere Konservierungseinrichtungen erforderlich, d. h. also, daß durch den Einsatz des Mähreschers die Ernte noch nicht als gesichert angesehen werden kann, sondern daß ein entscheidender Faktor zur Sicherung der Ernte die Lagerung und Aufbereitung ist.

Grob zusammengefaßt können folgende Punkte aufgezählt werden, die durch den Einsatz der Mährescher einen gewissen Einfluß auf die Weiterverarbeitung der Ernte ausüben:

1. Hoher Wassergehalt des Mähdruschgetreides infolge zu frühen Schnittes oder ungünstigen Erntewetters,
2. fehlende Nachreife des Kornes,
3. hoher Besatz an grünem Unkrautsamen und Zwiewuchs,
4. erhöhter Bedarf von Lagerräumen kurz nach der Ernte.

Es hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt, daß auch bei günstigem Erntewetter das Getreide mit einem Wassergehalt von 17 bis 20% eingebracht wurde. Weit schlechter lagen die Verhältnisse während der Getreideernte 1954, wo ungewöhnlich große Niederschlagsmengen die Ernte gefährdeten. Trotzdem müssen wir bedenken, daß die Verhältnisse bei uns in Deutschland wesentlich günstiger liegen als z. B. in England oder Irland. In England beträgt der durchschnittliche Wassergehalt von Mähdruschgetreide 20 bis 25% und in Irland sind 30 bis 35% keine Seltenheit. In diesen Fällen muß unbedingt eine schnelle Trocknung des überfeuchten Getreides erfolgen.

Versucht man, Klimazonen für den Mähreschereinsatz zu bilden, so ist das Zusammenwirken verschiedener Wetterfaktoren zu berücksichtigen: Menge und Häufigkeit von Niederschlägen und Tau; Intensität der Verteilung von Luftfeuchtigkeitstemperaturen; Sonneneinstrahlung und Wind.

Bisher ist es jedoch noch nicht gelungen, sie alle in Verbindung zu bringen mit den phänologischen Daten über den Erntebeginn in den verschiedenen Klimabereichen und mit den Unterlagen der meteorologischen Stationen über den Wetterverlauf während der Mähdruschernnte. So wurden an Hand von Klima-

karten aus der Niederschlagsmenge und der relativen Luftfeuchtigkeit der Monate Juli und August grobe Testwerte für drei Klimabereiche aufgestellt:

1. Günstig

130 mm und weniger Niederschläge,
57% und weniger relative Luftfeuchtigkeit;

2. Mittel

130 bis 180 mm Niederschläge,
58 bis 64% relative Luftfeuchtigkeit;

3a. Ungünstig

130 bis 180 mm Niederschläge,
65 und mehr % relative Luftfeuchtigkeit;

3b. Ungünstig

180 und mehr mm Niederschläge,
65 und mehr % relative Luftfeuchtigkeit.

Der Einfluß dieser Klimagruppen auf den Mährescher wurde grob nach den Mährescherstunden je Mähreschertag beurteilt:

1. Günstige Wetterlage

8,1 und mehr Mährescherstunden je Mähreschertag;

2. Mittlere Wetterlage

5,6 bis 8 Mährescherstunden je Mähreschertag;

3. Ungünstige Wetterlage

5,5 und weniger Mährescherstunden je Mähreschertag.

Der richtige Schnittzeitpunkt

Wichtig für Qualität und Nachbehandlung des Mähdruschgetreides ist der richtige Schnittzeitpunkt. Schnitt und Druschzeit beeinflussen die Qualität des Erntegutes entscheidend. Dabei sind das Reifestadium und vor allem der Wassergehalt des Kornes maßgebend, der einmal vom Reifestadium und auch vom Wetter abhängig ist (Bild 1). Die graphische Darstellung zeigt zwei Kurven, die voneinander abweichen, weil sie für verschiedene Getreidesorten gelten. Der Termin der Vollreife fällt für beide Sorten zusammen. Das Reifen des Getreides kennzeichnet sich durch Sinken des Wassergehalts.

Bei der Binderernte wird im Stadium der Gelbreife gemäht, beim Mähdrusch dagegen fällt der Schnittzeitpunkt mit dem optimalen Druschzeitpunkt zusammen, so daß die Mähdruschernnte frühestens ab Vollreife möglich ist. Noch günstiger ist es, wenn die Endreife abgewartet wird. Auf jeden Fall soll man versuchen, in unseren Zonen Getreide erst dann abzuernnten, wenn es unter 20% Feuchtigkeit abgetrocknet ist. Das Getreide muß also beim Mähdrusch je nach Wetterlage acht bis zehn Tage länger auf dem Halm bleiben als bei der Bindermaid. Diese Zeit bedeutet ohne Zweifel für den verantwortlichen Agronomen und Betriebsleiter eine gewisse Nervenprobe; aber gerade auf diese kurze Zeitspanne kommt es an; denn der richtige Schnittzeitpunkt ist ausschlaggebend für die Qualität, Ausbeute und Nachbehandlung des Getreides.

Je weniger Feuchtigkeit das geerntete Mähdruschgetreide hat, um so besser ist die Back- und Keimfähigkeit des Getreides, um so geringer sind Keim- und Triebkraftschädigungen durch den Druschvorgang.

Ganz besonders interessant sind Untersuchungen über Qualitätsbeeinflussungen des geernteten Gutes durch den Mährescher beim Saatgetreide. Das Ergebnis der

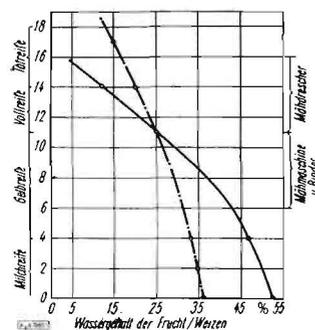


Bild 1. Reifestadien des Getreides

¹⁾ Zum gleichen Problem s. a. H. 4, S. 106; H. 6, S. 218 und 220.

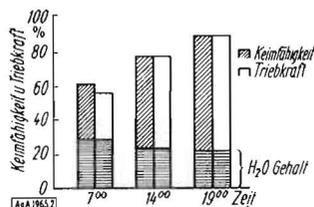
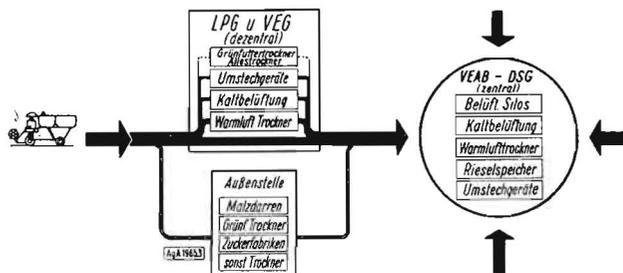


Bild 2. (links). Veränderung der Keimfähigkeit und Triebkraft in Abhängigkeit vom Wassergehalt des Erntegutes im Verlauf eines Tages (Sorte Tetraroggen)

Bild 3. (rechts). Gesamteinsatzplan von Maschinen und Anlagen zur Belüftung und Erhaltung des Getreideerntegutes



Untersuchungen zeigen, daß unbedingt eindeutige Beziehungen zwischen Reifestadium und Qualität des Erntegutes bzw. Saatgutes bestehen.

Sogar bei Zusammendrängen des Abreifevorganges an einem warmen und trocknen Tage, an dem zu drei verschiedenen Zeitpunkten, und zwar um 7.00, um 14.00 und um 19.00 Uhr mit dem Mähdrusch geerntet wurde, wobei während dieser Zeit ein Wasserverlust von 6% eintrat, ergaben Keimversuche, daß nach dreimonatiger Lagerung unter gleichen Bedingungen die Keimfähigkeit von 60 auf 90% zugunsten der Körner gestiegen war, die beim Mähdrusch den höheren Reifegrad und niedrigeren Wassergehalt hatten (Bild 2). Nicht unerwähnt soll hier bleiben, daß ebenso wie bei zu hoher Feuchtigkeit eine Schädigung auch bei zu niedrigem Wassergehalt des Getreides eintreten kann, und zwar wirken sich die Nachteile beim Drusch und auch bei der Nachbehandlung (Fördern, Umstechen usw.) aus. Diese Nachteile sind weniger in dem hohen Bruchanteil zu suchen, als in den feinen Rissen, die in Frucht- und Samenschalen auftreten können und Pilze und Bakterien leichter in das Korn eindringen lassen. Außerdem wird durch diese Risse eine schnellere Flüssigkeitsaufnahme als bei normalem Korn hervorgerufen, wodurch Stoffwechselprozesse eingeleitet werden können, die sich im ungünstigen Sinne auf das lagernde oder ausgesäte Korn auswirken.

Zum Gelingen einer guten Mähdruschernnte gehört viel Erfahrung und Beherrschung der Technik dieser Erntemethode. In jedem Fall ist der Zustand des geernteten Korns ausschlaggebend für die Kosten der weiteren Verarbeitung. Das Problem der gesamten Getreideaufbereitung hängt also unmittelbar mit dem Mähdrusch zusammen und wird von Jahr zu Jahr größer werden, parallel zum gesteigerten Einsatz der Mähdrusch.

Deshalb muß jetzt im Anfangsstadium der richtige Weg beschritten werden, um die Gefahr einer verlustreichen Ernte zu bannen. Die Aufnahmekapazität der Getreidelager ist zu gering, seien es nun kleinere Lager in landwirtschaftlichen Betrieben oder landwirtschaftliche Speicher sowie Großspeicher der VEAB und deren Einrichtungen zur Behandlung der Ernte (Reinigungs- und Trocknungsanlagen). Es müssen zusätzlich Kornlagerräume und Aufbereitungs- und Trocknungseinrichtungen geschaffen werden. Ganz besonders bei der Getreidetrocknung erhebt sich eine gewichtige Frage von wirtschaftlicher und technischer Bedeutung:

Durch wen soll eigentlich die Trocknung vorgenommen werden ?

Richtunggebend wird sich hierfür keine generelle Linie ziehen lassen, denn die Tatsache, daß bei der bisherigen Getreideernte mit dem Binder die Lagerräume und Speicher sich dem langsam anfallenden Kornstrom anpassen, zwingt uns im Augenblick und auch für die nächsten Jahre in der Richtung zu gehen, beim Erzeuger der landwirtschaftlichen Produkte, also bei den LPG

und VEG sowie bei den behandelnden oder verarbeitenden Betrieben, wie VEAB und DSG, die Trocknung vorzunehmen. Die Trocknung wird deshalb z. Z. und auch in der Entwicklung nicht nur zentral vorgenommen werden können, sondern dezentral und zentral zugleich.

Es wird eine große und verantwortungsvolle und nicht immer leicht zu lösende Aufgabe sein, die Erweiterung des Getreidetrocknereinsatzes, kapazitätsmäßig gesehen, so zu gestalten, daß immer eine Rückversicherung vorhanden ist, also auch bei ausnahmsweise schlechten Erntebedingungen genügend Trockner vorhanden sind, aber gleichzeitig wirtschaftlich gesehen ein gesundes Gleichgewicht zwischen anfallendem feuchten Erntegut und Anzahl der eingesetzten Trockner herrscht. Bild 3 soll eine Übersicht geben, was uns zur Sicherung der Ernte bei Anfall von Getreide mit hoher Feuchtigkeit zur Verfügung steht. Zur dezentralen Behandlung des Erntegutes, also innerhalb der Erzeugungsstelle, können folgende Maschinen, Geräte und Anlagen eingesetzt werden:

- a) landwirtschaftlicher Warmlufttrockner,
- b) Kaltbelüftungsanlagen,
- c) mechanische Umstechgeräte,
- d) als besondere Sicherung bei einigen LPG ab 1955 Grünfutterschrägrosttrockner.

Andere Trocknungsmöglichkeiten beim Erzeuger, wie etwa Getreidetrocknung im Mähdrusch oder besonders leistungs-

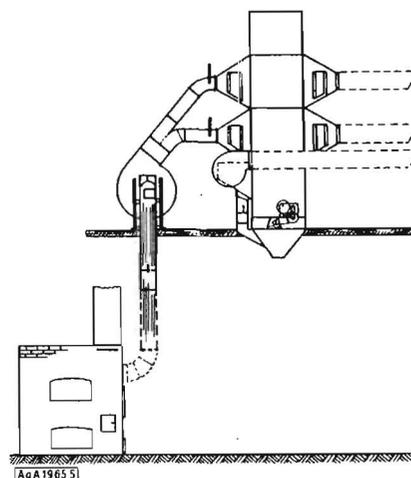


Bild 5. Schema des stationären Trockners „Neusaat“ der Petkus-Werke, Wutha

fähige und wirtschaftliche Getreidetrocknung durch Infrarot gibt es nicht bzw. sie sind vorläufig technisch ungelöst. Dieses Problem wurde kürzlich von W. Buchmann ausführlich in dieser Zeitschrift¹⁾ behandelt.

Unter klimatisch besonders schlechten Bedingungen gewonnenes oder durch ausnahmsweise schlechte Witterung sehr feucht anfallendes Erntegut muß, soweit möglich, in örtlich vorhandenen Trockenanlagen auf vertretbare Lagerfeuchtigkeit heruntergetrocknet werden. Die Trocknung von Getreide auf diesen Außenstellen (Malzdarren, Grünfuttertrockner und Zuckerfabriken) ist als ein Sicherheitsventil für Ausnahmefälle zu betrachten.



Bild 4. Sowjetischer Getreidetrockner „Kussbas“

¹⁾ H. 4 (1955) S. 106 bis 109.

Trocknung beim Erzeuger

Hier soll besonders auf die Trocknung bzw. auf die Nachbehandlung (Konservierung) des Getreides innerhalb der LPG und VEG eingegangen werden.

Im Einsatz befanden sich bisher bekannte fahrbare sowjetische Trockner, Typ „Kussbas“ (Bild 4) oder der stationäre Trockner der Petkuswerke Wutha, Typ „Neusaat“ (Bild 5). Beide Typen haben sich, an verschiedenen Arbeitsergebnissen gemessen, mehr oder weniger gut bewährt.

Die genannten Trockner können entweder innerhalb einer LPG oder VEG separat aufgestellt oder in den Arbeitsfluß einer Aufbereitungsanlage eingeschaltet werden. Entscheidend für die Aufstellung ist die anfallende Menge und die technische Möglichkeit. In jedem Falle wird die Benutzung des Trockners in Verbindung mit der Reinigung immer wirtschaftlicher sein als ein abschnittsweise Arbeiten oder eine unterbrochene Arbeitskette.

Bei Verwendung des fahrbaren Getreidetrockners können sich oft Schwierigkeiten ergeben, z. B. durch das Fehlen geeigneter Lagerflächen zum Zwischenlagern vor oder nach der Trocknung, weil die anfallenden Getreidemengen bedeutend größer sind, als die Trocknerkapazität. Der fahrbare Trockner müßte also eine große Stundenleistung aufweisen, was aber mit Rücksicht auf seine Beweglichkeit technisch nur bedingt möglich ist. Deshalb sprechen trotz der Vorteile des fahrbaren Trockners (vielseitige Einsatzmöglichkeiten und gute Wirtschaftlichkeit) diese gewichtigen Gründe für den stationären Trockner. Der stationäre Trockner kann direkt in vorhandene Speicher oder Gebäude eingebaut werden. (Der Bau eines landwirtschaftlichen Speichers wird sich in Zukunft nicht immer umgehen lassen, denn wird das Getreide für den eigenen Bedarf nur behelfsmäßig gelagert, so wird die Behandlung, Verarbeitung und auch Bewegung der Partien sehr teuer und belastet die LPG nicht unwesentlich.) Wird der stationäre Trockner in Speicher eingebaut, so sind für den Trockner zusätzliche Einrichtungen notwendig, um den Betrieb im Speicher nicht durch die Arbeit des Trockners zu stören, d. h. Annahme, Aufbereitung und Verladen von anderen Partien muß auch dann möglich sein, wenn getrocknet wird. Damit der Trockner separat arbeiten kann, sind hierzu besondere Beschickungseinrichtungen, z. B. ein Doppелеlevator zur fortlaufenden Beschickung und Ab-sackung bzw. Weiterbeförderung des getrockneten Gutes erforderlich. Im Speicher wird also für den Trockner immer eine ausreichende Lagerfläche für Naß- und Trockengut vorhanden sein müssen, weil die Trockenkapazität meistens niedriger liegt, als die Menge des anfallenden Getreides. Hieraus ist die Erkenntnis zu ziehen, daß der stationäre Trockner kapazitätsmäßig kleiner sein kann, also billiger ist, auch wenn der Trockner in einer kontinuierlich arbeitenden Aufbereitungsstation zwischengeschaltet ist, weil eben die Räumlichkeiten für eine genügende Zwischenlagerung vorhanden sind. Der Trockner kann dadurch „elastisch“ arbeiten und die Ausnutzung ist im Verhältnis zum Anschaffungspreis weitaus größer, als bei einer fahrbaren Anlage.

Sachgemäße Trocknung ist wichtigste Voraussetzung

Auf den physikalischen Vorgang der Trocknung soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß gerade bei der Warmlufttrocknung in der Landwirtschaft die große Gefahr besteht, daß das Getreide nicht sachgemäß getrocknet wird. Die meisten vorhandenen Typen besitzen keine ausreichenden Signal- und Sicherungseinrichtungen, außerdem fehlen dem Bedienungspersonal bis jetzt noch die richtige Ausbildung und die Erfahrungen der Trockenmeister in den Speichern. Man hört oft, daß zwar bei der Trocknung von Saatgetreide bestimmte Temperaturen nicht überschritten werden dürfen, um Keimbeschädigungen zu vermeiden, daß aber Konsumgetreide dieser Einschränkung nicht unterliegt. Diese Theorie ist genauso falsch wie gefährlich; denn hierdurch kann das Getreide für die Nahrungsmittelverarbeitung wertlos werden. Weizen mit einer hohen Temperatur von 60 bis 70° C getrocknet, wird seine Backfähigkeit vollkommen einbüßen. Bei derartigen Trocknungstemperaturen ist der Klebergehalt nicht mehr auswaschbar und die aus solchem

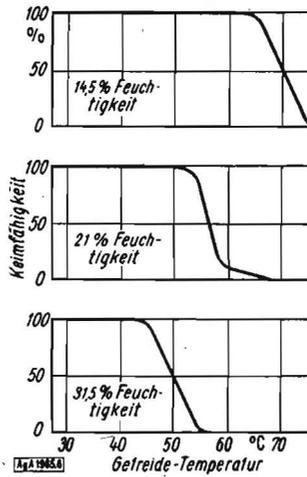


Bild 6. Beziehung zwischen Feuchtigkeitsgehalt und Getreide-temperatur

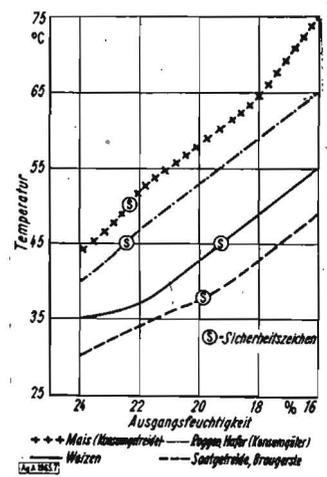


Bild 7. Getreidehöchsttemperatur bei der Trocknung (nach Sprenger)

Weizen hergestellten Mehle ergeben Gebäck mit gerissenen Krusten, da die Kleberhäutchen die Elastizität vollkommen verloren haben und bei dem Druck der Gärgase nicht mehr aufgelockert werden, sondern platzen.

Wie schon anfangs erwähnt, ist in jedem Fall der Zustand des geernteten Getreides ausschlaggebend für die Güte und Kosten der weiteren Verarbeitung. Herrscht z. B. ungünstiges Wetter und das Getreide fällt sehr feucht an, so verringert sich die Leistung des Trockners erheblich. Nicht nur, daß 3 bis 4% mehr Wasser verdunstet werden müssen, sondern die Temperaturen des Getreides im Trockner müssen jeweils nach Höhe der Feuchtigkeit gesenkt werden, was gleichbedeutend mit einer Leistungsverringerung ist. Im Bild 6 sind (nach Lindberg) für verschiedene Getreidesorten die Beziehungen zwischen dem Feuchtigkeitsgehalt und den für die Erhaltung der Keimfähigkeit geleisteten Temperaturen wiedergegeben. Besonders hervorzuheben ist der sprunghafte Übergang von voller Keimfähigkeit auf Null bei Überschreiten der kritischen Temperatur um nur wenige Grade.

Das Diagramm für Getreidehöchsttemperaturen beim Trocknen für verschiedene Ausgangsfeuchtigkeiten (nach Sprenger) hat sich in der Praxis gut bewährt. Ein Sicherheitszuschlag für Bedienungsfehler, ungenaue Thermometer und ungleichmäßige Temperaturverarbeitung in der Getreidemasse ist in ihm berücksichtigt (Bild 7). Um aber trotzdem eine noch höhere Sicherheit gegen Beschädigung und Qualitätsverminderung zu haben, was bei der Trocknung in der Landwirtschaft unerlässlich erscheint, ist es jedem Trockenmeister auf einer LPG oder einem VEG anzuraten, mit der Temperatur nicht über das Sicherheitszeichen (S)¹⁾ zu gehen.

Das mit dem Mähdrusch geerntete Getreide enthält als unangenehme Begleiterscheinung mitunter sehr viel Unkrautbeimengungen, Stengelteile, Staub- und Grünteile. Eine gute Reinigung unmittelbar nach dem Drusch fördert die Qualitätserhaltung von Saatgetreide und erhöht die Leistung der Trockenanlagen. Aber auch dann, wenn feuchtes mit Grünteilen durchsetztes Mähdruschgetreide nicht sofort durch den Trockner laufen kann oder auf Kaltbelüftungsanlagen geschüttet wird, ist eine Vorreinigung sehr zweckmäßig. Die Grünbeimengungen führen im Getreide zu einer Erwärmung, weil jedes Grünteil einen idealen Nährboden für Mikroorganismen darstellt, die durch ihre Stoffwechsellätigkeit Wärme erzeugen. Die Folge einer solchen Erwärmung ist, daß sich Wasserdämpfe an den Körnerschichten unmittelbar oberhalb eines Blattes kondensieren und damit zu einer örtlich erhöhten Feuchtigkeit führen, so daß sich an diesen Stellen leicht Schimmel bildet. Irrtümlicherweise wird angenommen, daß der Grünbesatz zur Erhöhung der Feuchtigkeit im Getreidestapel führt und diesen zur Selbsterhitzung anregt. Eine einfache Rechnung widerlegt diesen Gedanken. Der Wassergehalt von 1 m³ Getreide soll

¹⁾ (S) vom Verfasser eingetragen.

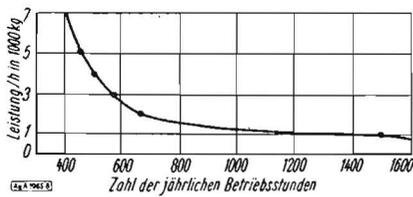


Bild 8. Rentabilitätskennlinie von Trocknern mit verschiedener Leistung in Abhängigkeit von der Zahl der jährlichen Betriebsstunden

von 14 auf 15% erhöht werden. Es gehören dazu etwa 10 kg Grünblätter, diese Menge ist jedoch im Mähruschgetreide nicht einmal annähernd vorzufinden.

Fragen der Rentabilität

Wenn man die Wirtschaftlichkeit der Warmlufttrocknung in einer LPG oder auf einem VEG untersucht, so wird man bei Vernachlässigung des Hauptgrundes, der zum Einsatz des landwirtschaftlichen Trockners führt (Erhaltung der Ernte und nichtausreichende Trockenkapazität der Annahmestellen), feststellen, daß bei Aufstellung einer Rentabilitätsrechnung die Waage sich zugunsten der zentralen Trocknung neigt. Ein landwirtschaftlicher Trockner in einer LPG wird bei weitem nicht so ausgenutzt werden wie eine Trockenanlage im Großspeicher. Die Rentabilität einer großen Anlage ist verhältnismäßig schneller zu erreichen, weil die Trockenpreise mit zunehmender Kapazität degressiven Charakter haben und der Anteil der zusätzlichen Einrichtungen an den Anlagekosten gering ist sowie Lohnanteile und Wärmeverbrauch je Gewichtseinheit des zu verarbeitenden Gutes mit zunehmender Kapazität absinken.

Die Kurve in Bild 8 ist eine Zusammenfassung von Ergebnissen aus betrieblichen Untersuchungen während und nach der Ernte 1953 in mehreren Lagerhäusern Westdeutschlands. In den festen Kosten sind zusätzliche Einrichtungen, wie Förderer, Waagen, Reinigungsgeräte und Feuchtigkeitsbestimmer sowie Montage und bauliche Veränderungen enthalten. Der Anhaltspunkt für die Rentabilitätsuntersuchung ist der tariflich festgesetzte Preis von 7 DM je 1000 kg bei 4% Wassorentzug. Aus der Kurve erkennt man, daß die Rentabilität bei einer 1000-kg-Anlage erst bei mehr als 1500 Betriebsstunden erreicht wird, aber bei einem 3000-kg-Trockner bereits nach 580 Stunden.

Diese Ergebnisse dürfen natürlich nicht in gleicher Weise auf die Verhältnisse in der Landwirtschaft übertragen werden.

Eine Rentabilitätsrechnung läßt einwandfrei erkennen, daß der Einsatz von Getreidetrocknungsanlagen in der Landwirtschaft durchaus wirtschaftlich sein kann, wenn die Leistung der Getreidetrocknungsanlage richtig gewählt wird und der Anschaffungspreis in tragbaren Grenzen bleibt.

Zu den Anschaffungskosten gehören die Förderer- und Montagekosten. Es soll ein Trockner kleinerer Leistung mit 1500 kg/h gewählt werden. Die Anlage ist mit Indirektbeheizung (Dampferzeuger und Dampfluftherhitzer) ausgerüstet und kostet einschließlich Montage 11000 bis 12000 DM.

Die Betriebskosten des Getreidetrockners betragen je Stunde:

a) Feste Kosten

Abschreibung der gesamten Anlage (12000 DM) zu 7% = 840 DM jährlich

Jahres-Betriebs-h	DM je Betriebs-h
100	8,40
200	4,20
500	1,68

Die festen Kosten liegen also je Betriebsstunde um so niedriger, je länger die Betriebsdauer ist.

b) Bewegliche Kosten je Betriebsstunde

1. Kohleverbrauch 30 kg (Braunkohlenbriketts $H_u = 4900$ kcal/kg, 100 kg = 3,40 DM) = 1,02 DM
2. Stromverbrauch 12 kW (0,09 DM je kW) = 1,08 DM
3. Arbeitslöhne 1 Mann einschließlich Sozialzuschlag 1,60 DM = 1,60 DM

Insgesamt: 3,70 DM/h

Demnach betragen die Gesamtkosten bei einer Leistung von 1500 kg/h (Tafel 1):

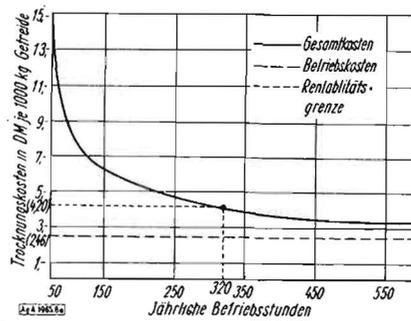


Bild 8a. Kosten der Getreidetrocknung in Abhängigkeit von der Zahl der jährlichen Betriebsstunden für einen landwirtschaftlichen Getreidetrockner 1500 kg/h

Tafel 1

	Betriebsstunden/Jahr		
	100	200	500
Feste Kosten [DM]	8,40	4,20	1,68
Bewegliche Kosten . . . [DM]	3,70	3,70	3,70
Gesamtkosten [DM/h]	12,10	7,90	5,38
Je 1000 kg [DM/h]	8,06	5,26	3,58

Wir ersehen daraus, wie bedeutungsvoll es ist, daß eine Trocknungsanlage jährlich möglichst stark ausgenutzt wird. Über 250 Betriebsstunden jährlich müssen das Ziel jeder Anlage sein, um auch in der dezentralen Trocknung eine gewisse Rentabilität zu erreichen. Im Vergleich zu Bild 8 liegt die Rentabilität eines landwirtschaftlichen Trockners schon bei 320 Betriebsstunden in Lagerhäusern oder größeren Speichern (Bild 8a), wenn man davon ausgeht, daß 1000 kg Getreide im Lohntrocknen bei der VEAB etwa 4,20 DM kosten.

Aus diesem Beispiel ist zu erkennen, daß dezentral eingesetzte Trockner einen anderen Charakter tragen müssen als Trockner für Lagerhäuser. An den landwirtschaftlichen Trockner muß die Bedingung gestellt werden, daß die Anschaffungskosten gering sind. Der Trockner muß in seiner Lieferung so gehalten werden, daß nicht noch eine nachfolgende Anzahl von Zusatzgeräten gekauft werden muß, sondern er muß eine Einheit darstellen und mit möglichst wenig baulichen Veränderungen einzubauen sein. Die Leistung muß so abgestimmt sein, daß gegenüber der Mähdrescherleistung zwischen dem gesamten anfallenden feuchten Getreide und den jährlichen Betriebsstunden ein gesundes Verhältnis besteht. Sie wird meistens zwischen 1000 und 3000 kg/h liegen.

Die Konstruktion der Trockner muß eine batteriemäßige Aufstellung erlauben, um bei nachträglicher Erweiterung des Getreidebaues bzw. durch verstärkten Mähdreschereinsatz auch den erhöhten Getreideanfall bewältigen zu können.

Auch in der Trockenluftaufbereitung müssen genau wie beim Trockner selbst für den landwirtschaftlichen Einsatz Bedingungen gestellt werden, die eine größere Ausnutzung der Anlage voraussetzen. Ein gemauerter Ofen für einen Trockner bei Direktbeheizung¹⁾ wird nur dann ausgenutzt werden, wenn der Trockner in Betrieb ist, also wenige Stunden im Jahr; aber ein Dampfkessel kann für viele Zwecke, je nachdem wie günstig der Aufstellungsort des Trockners gewählt werden kann, ausgenutzt werden (Bild 9). Der Kessel dient zur Erzeugung von Warmluft über einen Dampfluftherhitzer. Es wird in diesem Falle mit indirekter Erwärmung gearbeitet, wodurch die Gewähr einer verhältnismäßig konstanten Temperatur gegeben ist; durch die indirekte Erwärmung der Luft werden die Gefahr einer Vitaminschädigung durch den Schwefelgehalt des Brennstoffes sowie ungünstige Beeinflussungen der Kleberqualität unterbunden. Empfindliche Sonderkulturen jeglicher Art können damit auch getrocknet werden. Außerdem ist man in der Lage, mit örtlich vorhandenen Brennstoffen wie Braunkohlenbriketts zu heizen und bleibt unabhängig von dem schwer zu beschaffenden Koks. Mit dem Kessel kann man das ganze Jahr hindurch dämpfen und ihn zudem noch zur Warmwasserbereitung für Duschräume, Milchkannenwäsche und Wäsche-

¹⁾ Die direkte Ausnutzung der Rauchgase hat den Vorteil eines besseren thermischen Wirkungsgrades, stellt aber als Bedingung das Vorhandensein bestimmter Brennstoffe wie Koks oder Verwendung von nur gutem Heizöl bei Ölfeuerung.

Bild 9. Größere Ausnutzung der Wärmequelle eines landwirtschaftlichen Getreidetrockners bei Indirektbeheizung

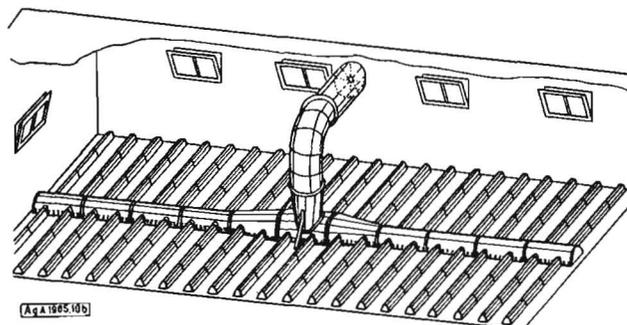
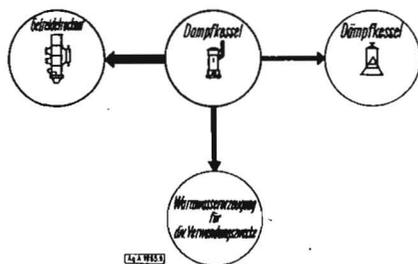


Bild 10a. Kaltbelüftungsanlage mit doppelseitiger Luftverteilung

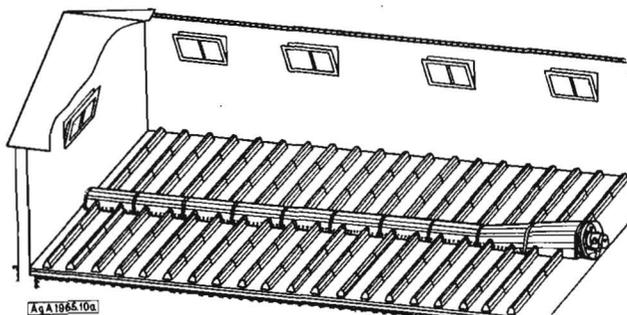


Bild 10b. Kaltbelüftungsanlage mit einseitiger Luftverteilung

Die Kaltlufttrocknung

Ein weiterer Faktor für die Sicherung der Ernte ist neben der Warmlufttrocknung die Kaltbelüftung oder Kaltlufttrocknung. Kalt- und Warmlufttrockner unterscheiden sich naturgemäß schon allein durch den Wegfall der Heizungseinrichtungen und Zusatzeinrichtungen in ihrem Anschaffungspreis; infolgedessen muß hieraus die Bilanz gezogen werden, daß gerade die billigen Kaltbelüftungsanlagen mit ihren vielen Vorteilen in verstärktem Maße Eingang in die Landwirtschaft finden müssen. Es ist anzustreben, selbst in mittleren Klimabereichen bei der Belüftung ohne zusätzliche Wärmequellen auszukommen. Die Belüftungsanlage stellt einen Flächentrockner dar und bietet der Landwirtschaft ein risikofreies Trocknen. Besonders hervorzuheben sind: Geringste Verluste in biologischer und in mechanischer Hinsicht, geringe Anschaffungskosten, wartungsfreies Arbeiten, keine Verschleißteile, einfache Aufstellung und Bedienung sowie die Anpassungsfähigkeit an jeden Speicher. Außerdem ist eine vielseitige Verwendung durch Belüften von Getreide, Hülsenfrüchten, Ölfrüchten und Rübensamen möglich. Beschädigungen und Verluste durch Kornkäfer und Milben werden verhindert. Die Anlage gestattet es, durch hohe Aufschüttung eine bessere Ausnutzung der Lagerhöhe zu erreichen. Außerdem erübrigt sich durch das Belüften das Umstechen oder Umschaukeln des Getreides.

Der Aufbau der Belüftungsanlage ist denkbar einfach. Die einzelnen Luftkanalteile von je 1 m Länge werden zusammengefügt und das Axialgebläse wird bei Ausführung (Bild 10a) mit doppelseitiger Luftverteilung auf den senkrecht stehenden Stützen gesetzt, oder das Gebläse wird einseitig (Bild 10b) an der Belüftungsfläche angebracht. Bei der im Bild 10a gezeigten Ausführung ist dafür zu sorgen, daß keine Luftumwälzung im Raum stattfindet, sondern stets Frischluft hinzugeführt wird. Andernfalls würde die Trockenwirkung bedeutend herabgemindert, weil der Ventilator die gesättigte Raumluft immer wieder ansaugt.

Die Beschickung kann durch Gebläse, Elevatoren oder auch von Hand vorgenommen werden. Die Beschickungshöhe wird sich ganz nach dem Feuchtigkeitsgehalt richten. Sie soll aber möglichst nicht über 2 m liegen, weil die Abtrocknung dann über die zulässige Trocknungszeit andauert und infolgedessen mit hohen Luftgeschwindigkeiten geblasen werden muß. Dabei steigt der Kraftbedarf für die gleiche Kornmenge in dem praktisch in Frage kommenden Bereich etwa mit dem Quadrat der Lagerhöhe. Ein genügender Trockenerfolg ist mit Hilfe atmosphärischer Luft nur bei entsprechendem Klima zu erwarten. Dabei sind zwei Hauptpunkte zu beachten:

1. das Feuchtigkeitsgefälle zwischen Luft und Korn;
2. die den Querschnitt-m² stündlich durchströmenden Luftmengen.

Mit technischen Mitteln ist nur die stündliche Luftmenge zu beeinflussen, während alle anderen Faktoren durch die Wartungsbedingungen gegeben sind. Ein Wasserentzug ist nur so lange möglich, wie ein Feuchtigkeitsgefälle zwischen Luft und Korn besteht, d. h. die relative Luftfeuchtigkeit muß niedriger liegen als dies dem Feuchtigkeitsgleichgewicht zwischen Korn und Luft bei der betreffenden Temperatur entspricht (Bild 11). Das Diagramm veranschaulicht das Feuchtigkeitsgleichgewicht für Luft und Weizen (nach Sprenger). Eine Trocknung des Getreides tritt nur dann ein, wenn die Schnittpunkte der Korn- und Luftzustände sich links der Kurve treffen, z. B. relative Luftfeuchtigkeit 70%, Temperatur 20° C; das Getreide kann bis zu 14,7% heruntergetrocknet werden, oder als zweites Beispiel: relative Luftfeuchtigkeit 80%, Temperatur 10° C. In diesem Falle ist ein Wasserentzug höchstens bis 17,4% möglich. Sind die klimatischen Bedingungen ungünstig (in Gebirgen, Küstennähe), so wird es kaum möglich sein, nennenswerte Trockenerfolge zu erzielen. In diesen Gegenden muß die zu-

(Schluß S. 248 unten)

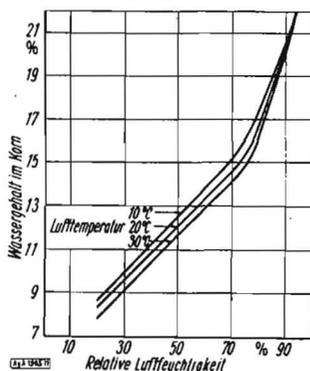


Bild 11. Feuchtigkeitsgleichgewicht Luft-Weizen (nach Sprenger)

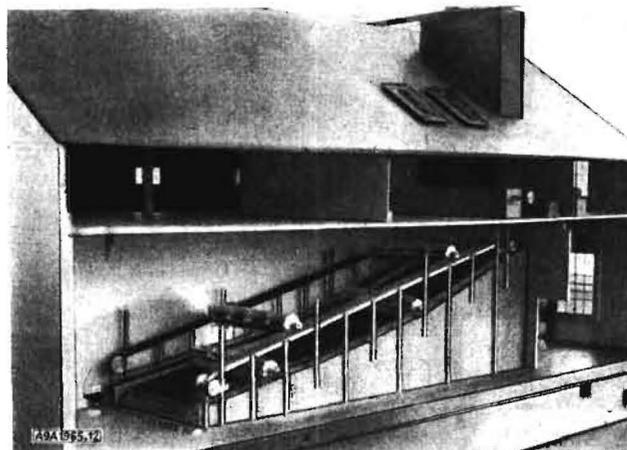


Bild 12. Schrägrosttrockner für das Trocknen von Grünfutter

Ein neuartiges Fördergerät für Getreide

Von Dipl.-Ing. H. BROSAMLER, Dresden

DK 664.744.6: 621.867.4

Der sowjetische Ingenieur *W. P. Didyk* setzte diese Konstruktion erstmals mit Erfolg in der Bauindustrie zum Entladen von Zement ein. Von der deutschen Bauindustrie wurde der Förderer dann unter dem Namen dieses sowjetischen Ingenieurs eingeführt, nachdem sich bei pneumatisch arbeitenden Entladeanlagen ein nicht genügend staubfreies Arbeiten zeigte.

Auch ein deutsches Patent für diese Förderungsart existiert aus dem Jahre 1926 von *H. Plust* und *F. Ahrens* in Bad Zwischenahn. Die Erfinder gaben eine sehr vielseitige Verwendungsmöglichkeit an, wie sie jetzt auch verwirklicht wird.

Nähere Angaben über die Entwicklung in der Bauindustrie sind in der Zeitschrift „Erfindungs- und Vorschlagswesen“ (1954) Heft 5, in dem Aufsatz „Entwicklung des Spiral-Förderers“ von *Hans Horn*, Dessau, zu finden¹⁾.

Vom Staatssekretariat für Erfassung und Aufkauf landwirtschaftlicher Erzeugnisse wurde unserem VEB KE für Nahrungs- und Genußmittelmaschinen und Anlagen der Auftrag zur Entwicklung zweier Didyk-Geräte bzw. Spiralförderer erteilt.

Konstruktion und Betriebsweise

Als Fördererelement wirken in ruhenden Gummischläuchen laufende Schraubenfedern. Diese haben zu der zweiten, nicht ganz richtigen Bezeichnung „Spiralförderer“ für das Gerät geführt. Da sich diese Bezeichnung schon weitgehend eingebürgert hat, soll sie aber hier beibehalten werden.

Bild 1 bis 3 zeigen ein Gerät mit einer Annahme- und einer Abgabespirale. Verlangt wurden wenigstens 10 t/h Förderleistung, die bei den Versuchen aber erheblich überschritten werden konnten. Der Förderer ist fahrbar auf einem Wagen mit drei Rädern montiert. Im Bild 1 ist vorn die Abgabe-, dahinter die Annahmespirale zu erkennen.

Es wurden etwa 5 m lange Schläuche gewählt, so daß bei diesem Gerät eine Förderlänge von 10 m erreicht wird. Um eine gute Aufnahme-fähigkeit des Fördergutes durch die Spirale zu erreichen, ragt

¹⁾ S. a. Deutsche Agrartechnik (1953) H. 11, S. 346.

(Schluß von S. 247)

geführte Luft künstlich erwärmt werden. Es genügt eine Erwärmung von nur 2 bis 5° C, damit eine Untertrocknung derjenigen Partien vermieden wird, die dem angewärmten Trockenluftstrom am nächsten liegen. Die Erwärmung der Luft erfolgt durch elektrische Heizelemente in der Luftzuführung mit automatischer Ausschaltung durch ein Schutzrelais bei Über-temperaturen. Näher soll an dieser Stelle nicht auf die Zusatzbeheizung eingegangen werden, weil diese Geräte noch in der Entwicklung liegen.

Der Grünfütteretrockner kann ebenfalls helfen

Weitere Trockenkapazitäten, die sich für die Trocknung von Mähdruschgetreide in einer LPG mobilisieren lassen, sind in Zukunft die neu zu errichtenden Grünfütteretrockner (Schrägstrockner, Bild 12). Die Entwicklung läuft in der Richtung, daß mit dem Grünfütteretrockner ohne große Umbauten oder Zusatzeinrichtungen Mähdruschgetreide in Mengen von 2000 bis 3000 kg/h bei einem Feuchtigkeitsentzug von 3 bis 5% getrocknet werden kann, so daß der sonst hohe Lohnaufwand durch fehlende Beschickungseinrichtungen für Getreide im Grünfütteretrockner gespart wird. Außerdem wird die Grünfütteretrocknungsanlage durch Heranziehen an diese Aufgabe im Jahresdurchschnitt besser ausgelastet.

Literatur

- [1] *Segler, G.*: Stand der Mährescherverwendung. Landtechnik (1953), S. 302.
- [2] *Seibold, K. H.*: Erntedrusch und Getreidebehandlung. Landtechnik (1954), S. 338.
- [3] *Theimer, O.*: Behandlung und Lagerung von Mähreschergetreide mit besonderer Berücksichtigung der Kaltlufttrocknung. Die Mühle (1952), S. 753.
- [4] *Cleve, H.*: Die Trocknung von Mähdruschgetreide. Die Müllerei (1953).
- [5] *Bungartz, H.*: Getreidelagerung und -trocknung im Lagerhaus. Landtechnik (1954), H. 10.
- [6] *Denker, C. H.*: Kornlagerung und Trocknung im landwirtschaftlichen Betrieb. Landtechnik (1952), H. 14, S. 336. A 1965

diese etwa 150 bis 200 mm aus dem Schlauch heraus. Wegen hoher Beanspruchung muß die Spirale aus Patent-Federstahl sein.

In die Gummischläuche sind zur Versteifung Gewebeeinlagen und eine Drahtspirale einvulkanisiert. Dadurch konnte das Gewicht des Schlauches äußerst gering gehalten werden; es beträgt etwa 8 kg/m.

Um einige Anhaltswerte für die Auslegung des Gerätes zur Förderung von Getreide zu haben, wurden im VEAB-Lager Leipzig-Gohlis mit einem vom Institut für Bauindustrie in Leipzig entwickelten Gerät Vorversuche durchgeführt. Die Förderleistung erreichte für Weizen 6,5 t/h bei 100 mm lichtem Schlauchdurchmesser.

Um bei unserem Gerät die Förderleistung gegenüber den Vorversuchen steigern zu können, wurden Gummischläuche mit einem lichten Durchmesser von 125 mm gewählt.

Als mittlerer Spiraldurchmesser wurden 100 mm gewählt; damit ist eine ausreichende Toleranz zwischen lichtem Schlauchdurchmesser und Spiralaußendurchmesser vorhanden.

Genauere Angaben über Spiralabmessungen usw. erfolgen später. Um den Unfallschutzvorschriften zu genügen, sind Riemenschutzvorrichtungen und an den Schlauchenden Schutzkörbe vorgesehen (im Bild nicht zu sehen, da abgenommen).

Bei 5 m Förderlänge können Spirale und Schlauch während des Betriebes ohne weiteres bis 120° gekrümmt werden. Dies kann von einer Bedienungsperson leicht durchgeführt werden. Der Schlauch bleibt dabei liegen und schnell nicht in eine Gerade zurück.

Die Förderleistung kann auf großer Höhe gehalten werden, wenn das Spirale laufend in das Gut hineingedrückt wird. Läßt man die Spirale am Boden wegräumen, so bleibt das Gut in einer 1 bis 2 cm hohen Schicht liegen; die Förderleistung sinkt dabei allerdings erheblich.

Mit einer Handkurbel kann über eine Seilwinde ein Hubtisch maximal um 800 mm verstellt werden.

In Bild 2 ist der zur Abgabespirale gehörende Topf und der Antriebsmotor dargestellt. Auf dem Topf der Abgabespirale ist der Topf der Annahmespirale mit Motor drehbar gelagert. Dieser wird mit einem Deckel abgeschlossen. Zur leichteren Sauberhaltung ist unter dem festmontierten Topf ein Schieber angeordnet, der beim Reinigen der Töpfe gezogen wird. Zur Spannung der Keilriemen und um mit Hilfe mehrerer Keilriemenscheiben verschiedene Übersetzungen zu erreichen, können die Motoren verstellt werden. Bei unseren Förderleistungen sind 3,5-kW-Motoren ausreichend.

Die über die Spiralen gezogenen Gummischläuche werden in Schlauchmuffen, die an den Töpfen angeschweißt sind, eingesetzt und durch Schellen gehalten. An dieser Stelle ist besonders darauf zu achten, daß Gummischlauch und Spirale keine Knickstelle bekommen, da sonst die Spirale unruhig läuft und sogar deformiert werden kann.

Durch Keilriementrieb werden von den Motoren aus die Spiralmithnehmer in den Töpfen angetrieben. In die Mithnehmer ist das entsprechende Spiralgewinde eingedreht, auf das die Spirale wie eine Mutter auf eine Schraube aufgedreht wird. Wie in Bild 3 bei der unteren Spirale zu erkennen ist, werden diese durch einfache Klemmdeckel und Schrauben auf den Mithnern festgehalten. Von der oberen, der Annahmespirale, wird das Fördergut in die Töpfe geworfen und von der unteren, der Abgabespirale, weitergeschoben.

Die stärkste Belastung von Motor und Spirale (bei dieser in der Nähe der Einspannstelle) tritt beim Anfahren auf. Je höher die Drehzahl, je geringer die Steigung, je dünner der Draht und je länger die Spirale, desto eher kann sie sich unmittelbar hinter der Einspannstelle aufreihen. Wird die Aufwindung durch die erwähnte Knickstelle

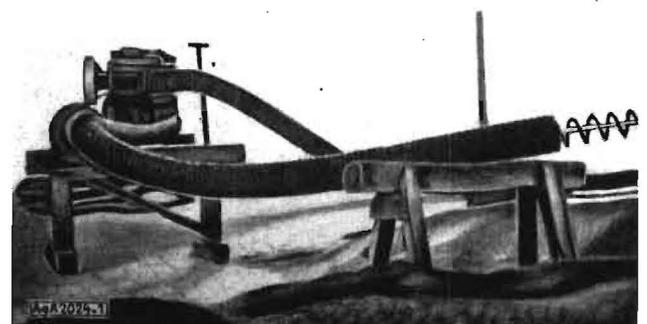


Bild 1. Spiralförderer