

Die Erprobung des fahrbaren Körnertrockners

Eine Sozialistische Arbeitsgemeinschaft aus Konstrukteuren und Arbeitern der Versuchswerkstätten der Betriebe VEB Petkus, Wutha, VEB Ventilatoren- und Apparatebau, Erfurt, VEB Fahrzeugwerk Waltershausen und PGH Elektrotechnik, Erfurt führte kurzfristig die Entwicklung eines fahrbaren Körnertrockners bis zum Bau und der Erprobung eines Fertigungsmusters durch. Die Gesamtprojektierung sowie die Leitung der Entwicklungsarbeiten liegt in den Händen des VEB Petkus, Wutha.

1 Aufgabenstellung

Das Ministerium für Landwirtschaft, Erfassung und Forstwirtschaft stellt für die Entwicklung dieses Gerätes folgende Forderungen:

1. Es ist ein fahrbarer Körnertrockner zu entwickeln mit einer Leistung von 5 bis 6 t/h (bei Schwergetreide mit einem Feuchtigkeitsentzug von 18 auf 14%). Der Trockner muß für die Trocknung sämtlicher körniger, rieselfähiger Fruchtarten geeignet sein.
2. Das Gerät soll unter Berücksichtigung unserer Straßenverhältnisse und der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung leicht zu transportieren sein. Die Rüstzeiten sollen so niedrig wie möglich liegen.
3. Der Trocknungsprozeß muß vollmechanisiert durchgeführt werden können. Der Arbeitskräftebedarf darf 1 AK nicht überschreiten, wobei die Tätigkeit dieser Arbeitskraft sich nach der Inbetriebnahme nur auf die Überwachung, die Regelung des Trocknungsprozesses und die laufende Wartung beschränkt.
4. Der Trocknungsprozeß muß leicht zu überwachen und unter Berücksichtigung des jeweils zu trocknenden Gutes leicht zu steuern sein, wobei der jeweils eingestellte Betriebszustand (Lufttemperatur, Durchlaufmenge usw.) über die gesamte Trocknungsdauer konstant bleiben muß.

Die Qualität der zu trocknenden Güter (Back- und Keimfähigkeit je nach Verwendungszweck) muß garantiert erhalten bleiben oder verbessert werden.

5. Der Trockner soll auf Bezirksebene vorwiegend in Katastrophenfällen zum Einsatz kommen, d. h. bei Ausfall einer vorhandenen stationären Trocknungskapazität oder bei konzentriertem Anfall von überfeuchtem Getreide, das in der Menge durch die vorhandenen stationären Anlagen nicht getrocknet werden kann usw.

Diese Aufgabe konnte, wie aus Beschreibung und Arbeitsweise des Gerätes sowie auch aus den Erprobungsergebnissen ersichtlich ist, gelöst werden.

2 Beschreibung und Arbeitsweise

Der fahrbare Trockner besteht aus zwei geschlossenen Fahrzeuganhängern, dem Trocknerwagen und dem Ofenwagen (Bild 1). Durch den Aufbau des Trocknungsaggregats auf zwei Anhängern ist die leichte Beweglichkeit garantiert. Der Trocknerwagen selbst besteht aus

- 3 Trockenelementen,
- 3 Rückkühlelementen mit Axialgebläsen und Durchlaufregulierung,
- 1 Beschickungskratzer,
- 1 Sammelschnecke.

Die Überwachung und Steuerung der Trocknung ist durch eine zentrale Schaltanlage möglich. Weiterhin sind für die Beschickung bzw. Entleerung vorgesehen:

- 1 Förderschnecke mit Annahnebunker (Fassungsvermögen 0,5 bis 1 t), 1 Förderschnecke zur Abgabe des getrockneten Gutes.
- Der Ofenwagen ist ausgerüstet mit

- 3 Öl-Luftheizöfen,
- 3 Ventilatoren,
- 3 halbautomatischen Ölfeuerungen mit Flammenwächter,
- 1 Tagestank für Heizöl (Fassungsvermögen \approx 1300 l Heizöl)

Zum täglichen Füllen des Tagestanks ist eine motorbetriebene Ölpumpe vorhanden. Die sonst bei den Luftheizöfen üblichen Schlotte werden durch drei Saugzuglüfter ersetzt, dadurch entfällt das umständliche Auf- und Abbauen der Schlotte. Auch auf dem Ofenwagen ist eine Schalttafel für die zentrale Steuerung sämtlicher Einzelantriebe angebracht. Die Seitenwände der beiden Wagen können hochgeklappt werden und bilden somit gleichzeitig ein Schutzdach. Die Verbindung vom Ofen zum Trockner wird durch drei Schläuche aus gummiertem Gewebe hergestellt. Durch diese elastische Luftleitung lassen sich Unebenheiten und Ungenauigkeiten beim Aufbau der beiden Fahrzeuge ausgleichen.

Die Beschickung des Trockners wird entweder direkt über ein Fallrohr von einem Speicher oder indirekt über Annahnebunker und Förderschnecke erfolgen.

Für den Transport vom Speicher zum Annahnebunker wäre ein zusätzliches Förderelement (Saug- und Druckgebläse, Förderband usw.) vorzusehen. Es ist auch möglich, den Trockner direkt von einem Fahrzeug über den Annahnebunker zu beschicken. Ähnlich kann der Abtransport der getrockneten Körner durchgeführt werden.

Der Trockner selbst arbeitet nach dem bereits vielfach bewährten Dächerprinzip. Die Körner rieseln in dem Trockner unter Einwirkung der Schwerkraft von oben nach unten. Infolge der Wirkung der eingebauten Dächer bewegen sich die Körner kaskadenförmig. Sie werden dauernd gedreht und gewendet und dabei in dem Trockenelement mit heißer Luft und im Rückkühlelement mit Frischluft umspült. Nach Verlassen der Trockenzonen werden die Körner im Rückkühlelement auf die zulässige Lagertemperatur zurückgekühlt. Die Durchlaufmenge kann man je nach den Betriebsverhältnissen stufenlos regulieren. Die Sammelschnecke befördert die getrockneten Körner zum Wagenende, von wo sie in bereits beschriebener Weise weitertransportiert werden können.

Die eingebaute halbautomatische Ölfeuerung ermöglicht es, die jeweils eingestellte Heißlufttemperatur über die gesamte Trocknungszeit nahezu konstant zu halten. Die an der Schalttafel angebrachten Thermometer gestatten eine laufende Kontrolle der Lufttemperatur.

3 Technische Daten

Leistung 5 bis 6 t/h Schwergetreide bei einem Feuchtigkeitsentzug von 18 auf 14% und normalen äußeren Luftverhältnissen.

Abmessungen

- a) Trocknerwagen + Ofenwagen in Transportstellung (ohne Anhängedreieck)
 - Länge 7040 mm
 - Breite 2500 mm
 - Höhe 3560 mm
- b) in Arbeitsstellung (Trocknerwagen + Ofenwagen komplett einschließlich überdachter Fläche durch aufgeklapptes Schutzdach)
 - Länge 7500 mm (ohne Anhängedreiecke)
 - Breite 11800 mm
 - Höhe 3560 mm

Masse

- Trocknerwagen \approx 7000 kg
- Ofenwagen \approx 7000 kg
- Gesamt \approx 14000 kg

elektrischer Leistungsbedarf

- Trocknerwagen 11 kW
- Ofenwagen 21 kW
- Gesamt 32 kW

Die Nennleistung der Motore liegt um etwa 20% höher.

Wärmeleistung des Ofenwagens \approx 45000 kcal/h
Heizölverbrauch \approx 45 bis 55 kg/h

Dieselloil, leichtes Heizöl oder Gemisch aus Dieselloil und Schweröl mit $H_u = 9600$ kcal/kg

Beide Fahrzeuge sind mit Druckluft- und Auflaufbremsen ausgestattet, die Höchstgeschwindigkeit bei Straßentransport beträgt 20 km/h. Die angegebenen technischen Daten sind unverbindlich, da das Gerät laufend weiterentwickelt wird.

Bild 1. Der fahrbare Trockner (Ofenwagen und Trocknerwagen)



4 Erprobung und Erprobungsergebnisse

Die Erprobung des Trockners wurde im VEAB Bad Langensalza durchgeführt. Hier lag bereits ein Katastrophenfall vor, so daß der fahrbare Trockner unter den für den späteren Einsatz typischen Verhältnissen eingesetzt und erprobt werden konnte.

In den Speichern des VEAB waren, bedingt durch die sehr ungünstigen Ernteverhältnisse 1960, etwa 3500 t hochwertigstes Getreide (Braugerste) mit sehr hohem Feuchtigkeitsgehalt eingelagert. Die vorhandene stationäre Trocknungsanlage ließ sich aus technischen Gründen nicht in Betrieb nehmen.

Durch den Einsatz des fahrbaren Trockners bereits in der Erprobung gelang es, die Braugerste und auch andere Getreidearten vor dem Verderben zu bewahren. Die Erprobung begann am 10. August 1960. Nach Abstellung einiger entwicklungsbedingter technischer Mängel konnte der Trockner ab 20. August voll arbeiten. Getrocknet wurde in drei Schichten, mehrtägig ohne Unterbrechung bis zum 1. Oktober 1960. In Zeitabständen von mehreren Tagen wurde die Trocknung zur Wartung und Pflege der Anlage unterbrochen. Der Aufwand für die Wartung und Pflege ist sehr gering.

In der Zeit vom 20. August bis zum 1. Oktober konnten 3520 t Braugerste getrocknet werden. Die Spitzenleistung bei Braugerste betrug 150 t in 24 h = 6,2 t/h, die mittlere Leistung 110 bis 130 t je 24 h = 4,2 bis 5,6 t/h. Feuchtigkeitsentzug im Mittel: 4%. Getreide mit höherem Feuchtigkeitsgehalt wurde in mehreren Durchgängen getrocknet.

Die mittlere Leistung mit 4,2 bis 5,6 t/h und 4% Feuchtigkeitsentzug bei Braugerste ist als gut zu bezeichnen, wenn man berücksichtigt, daß dieses Gut eine besondere sorgfältige und schonende Trocknung erfordert (sehr niedrige Heißlufttemperatur -70 bis 80 °C - entspricht einer Korntemperatur von $\approx 40^\circ\text{C}$). Die Braugerste wurde teilweise mit sehr hohem Feuchtigkeitsgehalt angeliefert (über 22%). Während der Trocknung wurden laufend Qualitätsuntersuchungen auf Keimfähigkeit, Triebkraft usw. vorgenommen. Sämtliche Braugerste konnte mit Werten zwischen 90 und 100% anerkannt werden.

In der Zeit vom 2. Oktober bis 12. Dezember wurde vorwiegend Weizen getrocknet. Die Trocknung erfolgte mit mehrtägigen Unterbrechungen und meist im Einschichtbetrieb, bedingt durch den geringeren Anfall. In dieser Zeit konnten etwa 600 t Weizen getrocknet werden. Bei einem Feuchtigkeitsentzug von 4% betrug die Leistung des Trockners bei Weizen 4,8 bis 6,5 t/h. Insgesamt wurden vom 20. August bis 12. Dezember 4120 t Getreide getrocknet.

Da der Trockner gegen Witterungseinflüsse durch die vorhandenen Fahrzeugaufbauten einschließlich aufklappbarem Schutzdach geschützt ist, war die Trocknung auch bei sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen möglich. Im Januar dieses Jahres wurde die Trocknung selbst bei Minusgraden fortgeführt. Inwieweit jedoch bei derartig ungünstigen Witterungsverhältnissen eine Trocknung ökonomisch noch zu vertreten ist, möchte ich in diesem Zusammenhang nicht erörtern. Für die Erprobung waren diese Verhältnisse zumindest interessant und aufschlußreich.

Für die Bedienung des Trockners ist 1 AK erforderlich, deren Arbeit sich nach der Inbetriebnahme lediglich auf die Überwachung der Anlage beschränkt. Da der elektrische Leistungsbedarf in mehreren Testversuchen insgesamt 32 kW betrug, wurde die Motornennleistung mit 40 kW gut gewählt. Diespezifische elektrische Leistungsaufnahme betrug im Mittel (einschl. 7 kW für die Umlagerung und Förderung innerhalb des Speichers im Zusammenhang mit der Trocknung) un-

gefähr 7 kWh/t. Der mittlere Heizölverbrauch belief sich auf ungefähr 48 kg/h bei Dieselöl mit $H_u = 9600$ kcal/kg. Spezifischer Heizölverbrauch 8,5 kg/t. Als Heißluftmenge (90 °C) wurden ≈ 30000 m³/h ermittelt. Die verdunstete Wassermenge betrug ≈ 300 kg/h. Die Testversuche wurden unter normalen äußeren Betriebsverhältnissen (Außenlufttemp.: 15 bis 18 °C) vorgenommen. Während der Erprobung haben sich einige technische Mängel an der Ölfeuerung und den Förderaggregaten gezeigt. Als sehr ungünstig hat sich die provisorische Bevorratung des Heizöls in behelfsmäßig aufgebauten Jauchefässern erwiesen. Für einen ordnungsgemäßen Einsatz des fahrbaren Trockners müßten spezielle Ölböden evtl. als Aufsatzgeräte für vorhandene Anhänger eingesetzt werden.

5 Trocknungskosten

Auf Grund der Erprobungsergebnisse lassen sich die Trocknungskosten beim Einsatz des fahrbaren Körnertrockners (6 t) überschlägig wie folgt ermitteln:

5.1 bewegliche Kosten:

Heizöl:	8,5 kg/t	entspricht
bei Dieselöl 0,55 DM/kg	4,65 DM/t	
bei leichtem Heizöl 0,22 DM/kg	1,88 DM/t	

Durch die Verwendung eines Gemisches aus Dieselöl und Schweröl können diese Kosten evtl. noch gesenkt werden.

Elektroenergie (Trocknung und Förderung im Speicher):
7 kWh/t entspricht (je kWh = 0,08 DM) 0,56 DM/t.

Löhne:

1 AKh entspricht 1/6 AKh/t

Bei einem Arbeitslohn von 2,30 DM/h einschl. Prämienzahlung, Schmutzulage usw. betragen die Lohnkosten 0,40 DM/t.

Bewegliche Kosten gesamt bei Beheizung
mit Dieselöl 5,61 DM/t.
mit leichtem Heizöl 2,84 DM/t.

5.2 Feste Kosten

Für die Ermittlung der festen Kosten wurde ein Preis von 80000 DM für den kompletten Trockner zugrunde gelegt. Dieser Wert ist nur überschlägig und unverbindlich.

Abschreibung 10% der Anlagekosten	8000,—	DM/Jahr
Instandhaltung 1,5% der Anlagekosten	1200,—	DM/Jahr
feste Kosten	9200,—	DM/Jahr

Bei einem sinnvollen ökonomischen Einsatz des Trocknungszuges unter richtiger Ausnutzung der Beweglichkeit des Aggregates dürften 1200 Einsatzstunden/Jahr ohne weiteres zu erreichen sein. Die festen Kosten würden somit 1,30 DM/t ausmachen.

5.3 Die gesamten Kosten

betragen bei Verwendung von Dieselöl 6,91 DM/t
bei leichtem Heizöl 4,14 DM/t

6 Zusammenfassung

Die Erprobung des fahrbaren Trockners konnte mit Erfolg durchgeführt werden. Die in der Aufgabenstellung erhobenen Forderungen wurden erfüllt.

Auf Grund der Erprobungsergebnisse sowohl in technischer als auch in ökonomischer Hinsicht kann man sagen, daß mit dem fahrbaren Trockner (6 t/h) den VEAB und DSG ein weiteres neues Gerät zur Verfügung gestellt werden kann, mit dem es möglich ist, bei ökonomischem Einsatz große volkswirtschaftliche Verluste, vor allem in Katastrophenfällen, zu verhindern.

Der ökonomisch richtige Einsatz des fahrbaren Trockners erfordert selbstverständlich eine Umstellung der bisherigen Technologie der Körneraufbereitung und ein technisch geschultes Bedienungspersonal.

A 4259

ing. E. HLAWITSCHKA, wiss. Mitarbeiter*)

Bewährt sich die Getreidebelüftungstrocknung in Kartoffellagerhäusern?

Der zunehmende Einsatz des Mähdreschers bei der Einbringung der Getreideernte zieht eine ganze Reihe von Folgearbeiten nach sich, zu denen auch die Trocknung des Kornes gehört. Es ist bekannt, daß bei höherem Wassergehalt als 16% das Getreide einer Nachtrocknung unterzogen werden muß, um es lagerfähig zu machen. Während in normalen Jahren der Prozentsatz des nachzutrocknenden Getreides etwa bei 50% liegt, steigt er bei ungünstigen Witterungsbedingungen, wie sie etwa im Jahre 1960 herrschten, auf 80 bis 100% an. Betrachtet man z. B. einen 1000-ha-Betrieb mit 45% Getreideanbau, dann werden etwa 1350 t Körner geerntet, von denen im Normalfalle

etwa 500 bis 700 t nachgetrocknet werden müssen, wenn - wie es ab 1965 im Regelfalle vorgesehen ist - 80 bis 100% der Getreideanbaufläche mit dem Mähdrescher geerntet werden sollen. Wenn auch ein Teil der Ernte, wie die Konsum- und Saatware, bei den VEAB bzw. der DSG getrocknet wird, so verbleibt doch mindestens in den nächsten Jahren das wirtschaftseigene Futtergetreide im Betrieb und muß dann einer entsprechenden Nachbehandlung unterzogen werden. Der Bedarf an Getreidetrocknungsanlagen und -verfahren ist also sehr groß und man muß alle Möglichkeiten der Trocknung nutzen, die sich in der Praxis anbieten.

Mit dem Bau von Kartoffellagerhäusern wurden Räumlichkeiten geschaffen, die sich besonders auch für die Getreidetrocknung eignen,

*) Landmaschinen-Institut der Universität Rostock (Direktor: Prof. Dipl.-Ing. E. PÖHLS).