

Getreidetrocknung im Mährescher?

(Senkung der Getreidefeuchte im Mährescher durch Verhinderung des Feuchteübertritts während des Druschvorgangs)

In einem vorhergehenden Beitrag hat das Mitglied unseres Redaktionsausschusses, Ing. G. WOLFF, die großzügigen Förderungsmaßnahmen unserer Regierung für den technischen Nachwuchs in unserer Landwirtschaft dargelegt. Die anschließende Abhandlung beweist diese Fürsorge bei der Heranbildung unserer wissenschaftlichen Kader besonders eindrucksvoll. Hier berichtet der Sohn eines Genossenschaftsbauern und Student der Landwirtschaftswissenschaften von den Erfolgen seiner Arbeit, die besser als viele Worte belegen, welche Möglichkeiten jeder junge Mensch in unserer Republik hat, der etwas lernen und sich qualifizieren will.

Während die Studenten in Westdeutschland jede freie Stunde und auch die Semesterferien benutzen müssen, um sich in vielfach schlecht bezahlter Arbeit das Studiengeld und den Lebensunterhalt selbst zu verdienen, erhalten unsere angehenden Wissenschaftler und Ingenieure ein ausreichendes Stipendium, das ihnen ein zielbewußtes und frei von Existenzsorgen verlaufendes Studium ermöglicht. Darüber hinaus können sie während der Ferien in einem beruflichen Praktikum neue Anregungen für das nächste Semester einholen.

Wie unser Autor P. FEIFFER diese Chancen genutzt hat, geht aus seinem Beitrag aufschlußreich hervor. Im vergangenen Jahre gab ihm das Ministerium für Land- und Forstwirtschaft Gelegenheit, im Ernteeinsatz auf einer MTS Untersuchungen über mögliche Trocknungsverfahren von Mähdruschgetreide direkt während der Arbeit anzustellen. Die Ergebnisse rechtfertigten die Bereitstellung von Mitteln für die Anfertigung von Versuchsanlagen nach seinen Ideen. Wieder hilft die MTS dabei, indem sie diese Anlagen herstellt, die schon in der kommenden Ernte erprobt werden. In welchem kapitalistischen Lande könnte ein junger Student ohne eigene Geldmittel wochenlange Versuche auf Gütern durchführen, wobei ihm alle materiellen Hilfsmittel zur Verfügung stehen? Und wer würde ihm dort bei der Anfertigung von Versuchsanlagen in fremden Werkstätten mit fremdem Material unterstützen? Solche Möglichkeiten bietet eben nur unsere sozialistische Gesellschaftsordnung, die nicht Namen, Rang und Geldbeutel ansieht, sondern allein die Leistung wertet und belohnt! Den Weg hierzu bahnte die führende Kraft unseres Staates, die Sozialistische Einheitspartei Deutschlands, durch ihren konsequenten Kampf gegen Ausbeutung und Privilegien sowie für eine fortschrittliche Wissenschaft und Technik. Dieses Beispiel beweist aber noch ein anderes: Den hohen Stand der wissenschaftlichen Ausbildung in unserem Lande! P. FEIFFER konnte das alles nur erreichen, weil ihm seine Universität das Rüstzeug dazu, ein gut fundiertes fortschrittliches Wissen, vermittelte. Und wie er, so danken es Tausende junger Wissenschaftler und Techniker unserem Staate und der Partei durch großartige Leistungen, die gerade jetzt zu Ehren des V. Parteitagés hervorgehoben werden sollen. Die Redaktion

Versuche, das Getreide gleichlaufend mit Drusch und Reinigung im Mährescher zu trocknen, scheiterten bisher im wesentlichen am hohen Wärmebedarf und der geringen Durchlaufzeit von Rohfrucht und Korn. Dagegen zeichnet sich nunmehr durch den Feuchteübertritt im Dreschwerk eine Möglichkeit der Trocknung im Mährescher ab.

Im folgenden sind daher — ohne auf die Versuchsergebnisse im einzelnen einzugehen — einige theoretische Schlußfolgerungen dargelegt, die besonders im Hinblick auf den verstärkten Einsatz luftgekühlter Motoren interessieren. Wir glauben, daß der Motorenbauer bzw. der Strömungstechniker auch etwas zu diesem Thema zu sagen haben wird.

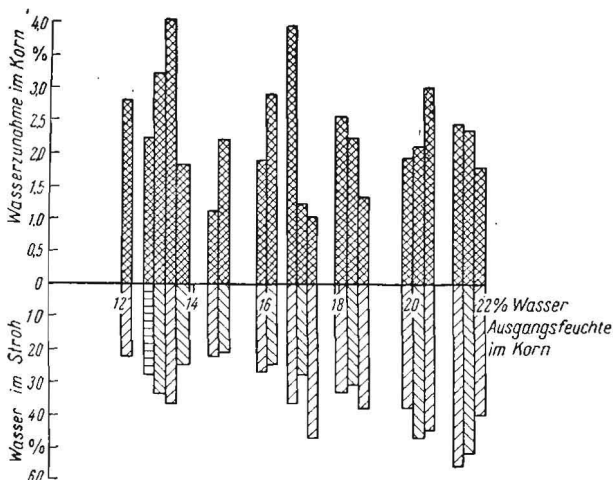


Bild 1. Feuchteübertritt während des Druschvorganges (n. H. v. HÜLST)

1. Grundlagen dieser Trocknungsversuche

In diesem Zusammenhang waren zunächst die kürzlich veröffentlichten Arbeiten des Landmaschineninstituts der Universität Göttingen besonders interessant, in denen der Übertritt der Strohfeuchte auf das Korn näher untersucht und ausführlich dargestellt wurde [6]. Danach kommt es durch die Arbeit der Dreschtrommel zu einem Freiwerden von Feuchtigkeit in der Dreschtrommel, die sich vor allem am Korn, an den Trommelraumwänden und z. T. auch am Stroh wieder niederschlägt.

Dieser Übertritt der Strohfeuchte auf das Korn ist um so höher, je feuchter und vor allem unabgereifter das Stroh und je trockener im Verhältnis dazu das Korn ist.

So ergaben sich dabei nach den Untersuchungen des genannten Instituts Feuchtedifferenzen zwischen dem auf dem Halm befindlichen und dem Bunkerkorn von über 4% (Bild 1).

Die Richtigkeit dieser Untersuchungen wurde von uns in umfangreichen Vergleichsmessungen in der vorigen Kampagne nachgewiesen, wengleich die Differenzen auf Grund des Witterungsunterschiedes in der Regel auch weit niedriger lagen [4].

Neben den im Aufsatz „Feuchtebestimmung“¹⁾ dargelegten Faktoren ist jedoch auch die Bodenfeuchte von — allerdings nur geringer — Bedeutung. Feuchter Boden bedingt eine höhere Feuchte der durch das Getreide streichenden Luft (Bild 2). Als besonders bedeutend muß herausgestellt werden, daß das Stroh auch bei sehr geringer Feuchte noch Wasser an das Korn abgibt, so daß auch beim Schwadddrusch Feuchte übertritt. Der Grund dafür liegt, wie schon im Aufsatz „Feuchtebestimmung“¹⁾ angedeutet, in dem verschiedenen

¹⁾ Deutsche Agrartechnik (1958) H. 4, S. 183.

Sorptionsverhalten von Korn und Stroh. Danach ist z. B. ein Feuchtegleichgewicht in der Dreschtrommel in etwa bei 12% Stroh- und 15% Kornfeuchte gegeben, wobei kein Feuchteübergang mehr meßbar ist. Obwohl das solchermaßen angelagerte Wasser verhältnismäßig schnell verdunstet, müßte eine Trocknung jedoch sofort erfolgen, da nach dem Ingleichgewichtsetzen der Feuchte mit dem Gesamtkorn die Rücktrocknung wieder erschwert ist.

HOFFMANN [5] gibt für die Infrarottrocknung von gewaschenem oberflächenfeuchten Korn einen Leistungsverbrauch von 1,4 kW/h im Gegensatz zu erntefeuchtem Korn von 3,3 kW/h an.

Da eine Trocknung sofort nach dem Drusch schon aus betriebswirtschaftlichen Gründen kaum durchführbar erscheint, gingen die Bestrebungen vor geraumer Zeit - als man über die Ausmaße des Feuchteübertritts noch nicht oder nur unvollkommen informiert war - dahin, die Trocknung des Getreidekorns direkt in den Mähdrescher zu verlegen. Diese Bemühungen mußten jedoch an dem zu hohen Wärmeverbrauch dieser Anlagen scheitern.

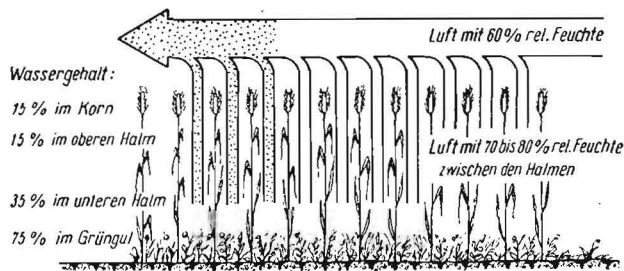


Bild 2. Feuchteverteilung im Getreidefeld (nach SEGLER)

BUCHMANN [2] errechnete den Wärmebedarf für die Körnertrocknung im Mähdrescher wie folgt:

	Korn	Stroh
Hektarertrag [dz]	30	45
Feuchtegehalt [%]	18	35
Trocknung auf [%]	14	22
Zu verdunstende Wassermenge . [kg]	140	750
Zugeführte Wärme in Brennstoff		100000 kcal/h
Flächenleistung der Maschine		1 ha/h
Kühler- und Abgaswärme theoretisch		62000 kcal
Zur Verdampfung von 1 kg H ₂ O bei $t = 20^\circ\text{C}$ sind etwa 600 kcal erforderlich.		
Erforderliche Wärmemenge		
zur Korntrocknung		84000 kcal/h
zur Strohtrocknung		450000 kcal/h.

Unter Außerachtlassung der Strohtrocknung und gesetzt den Fall, eine solche Heizanlage ließe sich unter weitgehender Vermeidung von Wärmeverlusten in den Körnerweg des Mähdreschers einbauen, so ständen doch zwei Faktoren hindernd im Wege. Einmal müßte eine außerordentliche Kaltluftkapazität zur Aufnahme des verdampften Wassers zur Verfügung gestellt und die Durchlaufzeit um ein Vielfaches erhöht werden. Zum zweiten sind der Erhöhung der Temperatur bei geringeren Durchlaufzeiten enge Grenzen gesetzt, da die Denaturierung des Korneiweißes im Mittel bei 52 bis 70°C beginnt und bei Überschreiten der genannten Temperaturen Strukturveränderungen im Korn zu befürchten wären; ganz abgesehen davon, daß bisher noch nicht geklärt ist, inwieweit die „Trocknungsschärfe“ [7] zu Umsetzungen in der organischen Substanz des Korns führt.

Zieht man dagegen in Betracht, daß allein durch den Feuchteübertritt vom Stroh zum Korn das letztere bis zu 4% feuchter werden kann, so wird deutlich, daß eine Trocknung im Mähdrescher auf die Verhinderung des Feuchteübertritts beschränkt ist, was zunächst auf die verschiedenste Art möglich zu sein schien. Dazu wurde erwogen, einen Teil der Feuchte durch eine sich gegenläufig zur Dreschtrommel drehende Walze hoher Hygroskopizität (Silikagel) abzufangen und diese durch die Abgase des Motors an der Außenseite wieder zu regenerieren. Diese Walze hätte gleichzeitig die Temperatur im Trommelraum erhöht. Es ist rechnerisch jedoch unschwer

nachzuweisen, daß eine solche Anlage neben einem erheblichen Aufwand einen geringen Wirkungsgrad gezeigt hätte.

Außerdem hatten wir den Gedanken, den Auspuff des Mähdreschermotors in Radiatorform in die Korbverkleidung einzubeziehen und in die Trommel selbst Luftschaufeln zu montieren. Diese Anlage hätte zwar einen besseren Wirkungsgrad in der Ausnutzung der zugeführten Abgaswärme gezeigt, die technische Ausführung stößt jedoch auf erhebliche Schwierigkeiten. Neben dem Gewicht einer solchen Anlage (bedingt durch die notwendige Isolierung) wäre es auch schwierig, einen Luftwirbel in der Dreschtrommel zu erzeugen, so daß dieser Plan nicht verwirklicht wurde.

Der Luftwirbel würde zwar den Feuchteübertritt während des Druschvorgangs dezimieren, dürfte aber andererseits keinen negativen Einfluß auf die Abführung von Stroh und Korn und damit auf die Reinigungs- und Sortierverhältnisse in der Maschine haben. Ganz abgesehen von der Tatsache, daß Luftschaufeln in der Dreschtrommel bei dem geringsten Verzeihen im praktischen Betrieb eine Gefahr für Lager, Verkleidung und die gesamten Antriebs Elemente dargestellt hätten.

Diese Gründe veranlaßten uns, die geplanten Versuche schließlich auf die einfachste Art vorzunehmen, nämlich die Warmluft mit einem hohen Sättigungsdefizit direkt in die Trommel bzw. durch Düsen in den Dreschkorb zu leiten.

Dabei mußten Luftmenge, Luftgeschwindigkeit und Lufttemperatur beachtet werden.

Luftmenge

Unabhängig von der Herkunft der benötigten Luftmenge, auf die bei Besprechung der Versuchsanlagen noch eingegangen wird, mußte erst geprüft werden, ob es nötig ist, die gesamte in der Trommel frei werdende Feuchte mittels eines hohen Sättigungsdefizits bzw. hoher Wärme der zugeführten Luft dampfförmig zu beseitigen, oder ob es genügen würde, die schützenden Spelzen verlassenden Körner durch Umspülung mit Warmluft vor dem Feuchteübertritt zu schützen.

Luftgeschwindigkeit

Dieser Punkt mußte sich aus der Beantwortung obengenannter Frage durch den Versuch ergeben. Für den Fall, daß ein Umspülen der Ausdruschstelle mit Warmluft nicht den gewünschten Erfolg zeitigen sollte, mußte die Strömungsgeschwindigkeit der Warmluft erhöht werden, um die Strohdurchflußgeschwindigkeit zu übertreffen und den Wassernebel sofort aus der Zone zu entfernen, in der er die Körner gefährden könnte. Das käme einer Strömungsgeschwindigkeit von über 20 m/s im Abstand von 80 mm vom Korb gleich.

Lufttemperatur

Den wichtigsten Faktor in dieser Hinsicht stellt die Lufttemperatur dar, weil durch sie die Menge der benötigten Luft bestimmt wird. Die Temperatur wird jedoch begrenzt durch die verfügbare Abwärme des Motors und die Gefahr einer Überhitzung des Korns.

Von SYBEL spricht in diesem Zusammenhang auch von einer „Vorwegnahme des Aufschlusses der Aleuronschicht im Landwirtschaftstrockner“ [7]. Auf alle Fälle erscheinen im Hinblick auf die Trocknung in der Dreschtrommel nicht nur die thermodynamischen sondern auch die biochemischen Prozesse einer näheren Untersuchung wert.

Eine rechnerische Ermittlung der benötigten Warmluftanlage war aber ansonsten im vorliegenden Fall außerordentlich erschwert, da ungeklärt blieb, ob das freiwerdende Wasser zur Verdunstung gebracht werden mußte oder ob es nebelförmig durch einen Luftstrom zu entfernen war. Die rechnerische Ermittlung zur Verdunstung ergibt sich wie folgt:

- von der Trommel angesaugtes Luftvolumen $V = 1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Temperatur der angesaugten Luft $t = 20^\circ\text{C}$
- relative Luftfeuchte $\phi \approx 0,6$
- angenommener Barometerstand
 $P_0 = 760 \text{ Torr} = 10333 \text{ kg/m}^2$
- höchst möglicher Dampfdruck bei
 $t = 20^\circ\text{C}$ $P' = 238,3 \text{ kg/m}^2$

Der Feuchtigkeitsgehalt der angesaugten Luft beträgt

$$x_1 = 0,622 \cdot \frac{\varphi P'}{P_0 - \varphi P'}$$

Unter Einsetzung obiger Werte ergibt sich

$$x_1 = 8,75 \text{ g H}_2\text{O/kg RL.}$$

Mit dem spezifischen Volumen auf m^3 umgerechnet ergibt sich

$$x_1 = 10,41 \text{ g H}_2\text{O/m}^3.$$

Die Enthalpie der angesaugten Luft beträgt je kg RL

$$i_{1+x} = 0,24 t + x (0,46 t + 596) \text{ kcal/kg RL}$$

$$i_{1+x} = 10,09 \text{ kcal/kg RL.}$$

Sollte nun das Wasser dampfförmig übertreten, was nach den bisherigen Versuchsergebnissen nicht anzunehmen ist, so wären zur Abführung des Wassers, das bei 4% Feuchteübertritt frei wird (200 kg/h), ohne Beheizung der durch den Mäh-drescher fließenden Luft folgende Luftmengen nötig:

Relative Luftfeuchte der austretenden Luft $\varphi \simeq 0,9$.

Die Enthalpien der ein- und austretenden Luft sind gleich, da weder Wärme zu- noch abgeführt wird, also $i_1 = i_2$. Mit Hilfe des i - x -Diagramms von Mollier errechnet sich

$$x_2 = 0,0120 \text{ kg H}_2\text{O/kg RL,}$$

$$t_2 = 16^\circ \text{ C.}$$

Die Luftmenge ergibt sich dann aus

$$\frac{G}{W} = \frac{1}{x_2 - x_1}$$

wobei G Luftmenge [kg]

W die zu verdunstende Wassermenge [kg] ist

zu $G = 138000 \text{ kg/h.}$

Wenn die Luftmenge dagegen auf 60° C erwärmt wird, so ist folgende Luftmenge für eine dampfförmige Abführung (!) des Wassers vonnöten:

Der Feuchtegrad der Luft bleibt un-

verändert $x_1 = 0,00857$,

die Luftfeuchte fällt jedoch auf . . . $\varphi_2 = 0,056$,

die Enthalpie steigt auf $i_2 = 20 \text{ kcal/kg RL.}$

Die erforderliche Luftmenge zur Verdunstung von 200 kg $\text{H}_2\text{O/h}$ ist dann

$$G = 15680 \text{ kg RL/h.}$$

Um diese Luftmenge auf die erforderlichen 60° C zu bringen, werden an kcal gebraucht:

Der Enthalpieunterschied beträgt

$$\Delta i = i_2 - i_1 = 20 - 10,09 = 9,91 \text{ kcal/kg RL.}$$

Bei Verdunstung von 200 kg H_2O benötigen wir

$$G = 15680 \text{ kg RL und eine Wärmemenge von}$$

$$Q = 9,91 \cdot 15680 = 155389 \text{ kcal/h} \simeq 181 \text{ kW.}$$

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Leistung des Mäh-dreschers in unserer Republik bei etwa 0,5 ha/h liegt, wären stündlich jedoch nur die Hälfte der oben berechneten kcal, bei der die von BUCHMANN angenommene Leistung zugrunde gelegt wurde, notwendig. Das hieße wiederum, daß bei einer Ausnutzung der stündlich anfallenden Motorabwärme von etwa 60% (durch das Ableiten der Kühlerwärme und Einschalten eines Wärmeaustauschers in die Abgasleitung durchaus möglich) schon ein ständiger Feuchteentzug von 2% erreicht werden könnte. Auch unter diesem Aspekt erscheint ein Erproben der Anlage lohnend, falls die Annahme, daß das Wasser sich nebelförmig verteilt, sich nicht aufrecht erhalten lassen sollte.

Hierzu können jedoch nur genaue Messungen der Luftfeuchte an den verschiedenen Stellen des Dreschwerks mittels des Aspirationspsychrometers genauen Aufschluß geben.

(Teil II folgt im nächsten Heft; in ihm wird die Trocknungsanlage beschrieben und über einige Versuchsergebnisse berichtet.) A 309

E. CHODURA (KdT) und P. FEIFFER (KdT), Löderburg

Praktische Erfahrungen beim Mähdrusch 1957

Technisches Interesse und Begeisterung für die Landarbeit haben manchen jungen Traktorist und Maschinenführer zum Mäh-drescherspezialist werden lassen. Der anschließende Erfahrungsbericht legt davon Zeugnis ab und beweist außerdem, daß unsere Kollegen in den MTS nicht nur die Maschinen beherrschen, sondern außerdem bestrebt sind, deren Konstruktion und Arbeitsweise ständig zu verbessern.

Die Redaktion

Durch eine bessere Ausnutzung der technischen und anbautechnischen Möglichkeiten sowie eine ausgefeilte Organisation konnte das Getreide im Jahre 1957 wesentlich schneller und billiger geborgen werden als in den vorhergehenden Ernten. Hier sollen einige Gesichtspunkte näher betrachtet werden, die im Rahmen der vorjährigen Ernte besonders hervorgetreten sind bzw. für die weitere Arbeit volle Aufmerksamkeit verdienen.

1 Anbautechnik

Die anbautechnischen Maßnahmen im Hinblick auf den Mäh-dreschereinsatz [1] lassen in den meisten Betrieben noch viel zu wünschen übrig. Wenngleich die Einordnung der betreffenden Schläge in die Fruchtfolge in der Mehrzahl durchaus richtig erfolgt, so ist jedoch oft keine dementsprechende Düngung (differenzierte Stickstoffspät- oder Schosserdüngung), ja oft noch nicht einmal eine intensive Unkrautbekämpfung gegeben.

Eine Standortverteilung des Getreides nach Reifezeit der Sorten im Hinblick auf die Textur und den Wasserhaushalt des Bodens wird unseres Wissens bisher erst in einem Betrieb durchgeführt [1]. Das Unkraut kam im vergangenen Jahre infolge günstiger Witterung nicht zur Entwicklung. Auch die sonst am Ende der Kampagne auftretende Überreife vieler Getreidebestände durch das gleichzeitige Reifen mehrerer Schläge wurde durch die dauernd unbeständige Witterung in der zweiten Hälfte der Kampagne stark gemindert.

Im Oderbruch konnte häufig Lagergetreide nach dem Anbau von Getreide nach Zuckerrüben (Fruchtfolge: Kartoffeln - Zuckerrüben - Getreide) und unsachgemäßer Düngung beobachtet werden. In Zukunft ist hier die Bestellung größerer Flächen mit Wintergerste vorgesehen, bei der die Lagerneigung nicht so stark ist und der Mäh-dreschereinsatz eher möglich wird.

Als sehr nachteilig hat sich immer wieder der Anbau von Leguminosen vor Wintergerste erwiesen. Im Oderbruch laufen