

# Probleme der Verfahrensumstellung bei der Grünkernerzeugung

Baden-Württembergische Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen beim Institut für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim

Die „Arbeitsgemeinschaft Fränkischer Grünkernerzeuger“, Boxberg/Baden, ist in ihrer Sorge um die Zukunft des Grünkernanbaues, der für ihre Mitglieder von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist, an die Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen am Institut für Landtechnik herangetreten, da die Erzeugung des Grünkerns sich zur Zeit in einer verfahrenstechnischen Umstellung befindet. Das jahrhundertalte Ernte-Verfahren von Hand muß durch eine weitgehende Mechanisierung abgelöst werden. Besonders die Technik des Dörrrens bereitet dabei Schwierigkeiten.

## 1. Besonderheiten des Grünkerns

Grünkern ist ein Nahrungsmittel. Das Ausgangsmaterial ist grünreifer Dinkel, der anschließend auf einer Darre bei hohen Temperaturen gedörrt, in einer Mühle entspelzt und als ganzes Korn (Grünkern), als Grünkernschrot oder Grünkernmehl in den Handel kommt.

Im Gegensatz zu früher wird heute wenig Grünkern im Haushalt verbraucht. Ein fester Abnehmerkreis liegt heute vor allem in der Nähe des einzigen Erzeugergebietes, in Franken. Grünkern wird wegen seiner Schmachhaftigkeit geschätzt. Die Verwendungsmöglichkeit in der Küche ist größer als bei Reis. Auch für die Diätküche ist er wegen seiner leichten Verdaulichkeit und Bekömmlichkeit von Bedeutung. Die Nahrungsmittelindustrie kauft jährlich etwa die halbe Ernte auf (Tafel 1).

Grünkern wird aus grünreifem (milchreifem) Dinkel erzeugt. Dinkel (*Triticum spelta* L.), auch als Spelz oder Veesen bezeichnet, ist eine hexaploide Form des Weizens, sogenannter Spelzweizen, bei dem die Spelzen sich nach dem Drusch nicht vom Korn lösen. Die grünreifen Dinkelähren werden auf einfachen Holzfeuerdarrn bei Temperaturen von 100 bis 120 °C gedörrt. Der Dörrprozeß führt zu einer Verkleisterung des Stärkekörpers im Korn, wodurch das Korn hart wird und einen glasigen Bruch erhält. Guter Grünkern soll eine olivgrüne Farbe und einen schönen Glanz aufweisen. Ein weiteres Merkmal ist der würzige und rauchig-aromatische Geruch, den der Grünkern von den Rauchgasen des Holzfeuers annimmt und der in die daraus hergestellten Speisen als Geruchs- und Geschmacksaroma übergeht.

## 2. Verfahren der Grünkerngewinnung

Das Erzeugungsgebiet des Grünkerns ist der badische Teil Frankens. Seine Gewinnungstechnik ist bis heute unverändert geblieben. Erst in den letzten Jahren bahnt sich, unter dem Zwang zur rationelleren Erzeugung und wegen des Arbeitskräftemangels eine Verfahrensumstellung an. Versuchsweise

Tafel 1: Zusammensetzung des Grünkerns im Vergleich zu anderen Fruchtarten [1]

Bestandteile	Grünkern	Reis	Sago	Tapioka
Wasser [%]	9,20	12,55	15,85	14,37
Rohprotein [%]	11,81	7,88	2,16	0,74
Fett [%]	3,06	0,53	—	0,16
Asche [%]	1,73	0,78	0,48	0,16
Rohfaser [%]	2,20	0,47	—	0,48
Stickstofffreie Extraktstoffe (Kohlehydrate) [%]	72,0	77,79	81,51	84,36
Kalorienzahl	347	356	343	358

wurde deshalb vor wenigen Jahren erstmals der Mähdrescher zur Grünkernernte eingesetzt.

Die Leistung des arbeitsaufwendigen alten Verfahrens der Grünkerngewinnung wird bestimmt durch die Zahl der im Betrieb oder der Familie vorhandenen Arbeitskräfte, da alle Arbeiten von Hand ausgeführt werden (Bild 1). Die Ernte beginnt mit einsetzender Grünreife, in der Regel nach der ersten Juliwoche. Der Dinkel wird mit der Sichel eine Handbreit über dem Boden geschnitten und die Handvollen zu Haufen abgelegt (Bild 2). Dann erfolgt von Hand das Trennen der Ähren vom Stroh auf dem sogenannten „Reff“ (Bild 3). Die Ähren werden eingesackt und möglichst noch am gleichen Tage auf die Darre gebracht. Ein langes Stehenlassen der grünen Ähren in Säcken muß wegen der Gefahr der Erhitzung vermieden werden, weil Farbe und Geruch des Korns darunter leiden.

## VERFAHREN DER GRÜNKERNGEWINNUNG

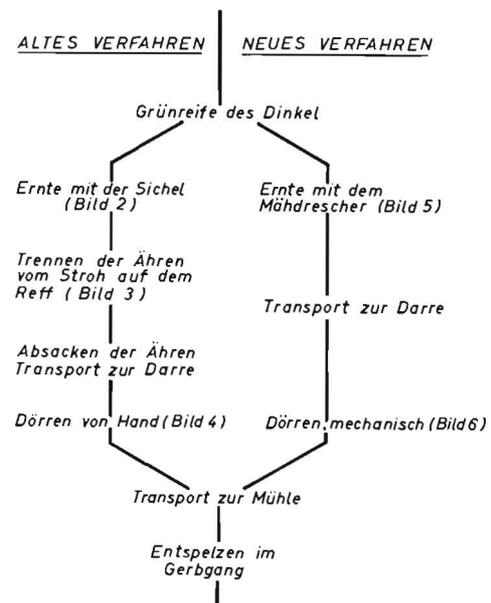


Bild 1: Verfahren der Grünkerngewinnung Die Grünkerngewinnung befindet sich zur Zeit in einer Verfahrensumstellung. Aus wirtschaftlichen Gründen muß das alte Handverfahren durch weitgehende Mechanisierung abgelöst werden. Die Technik des Dörrrens bereitet dabei besondere Schwierigkeiten



Bild 2: Grünkernernte mit der Sichel Im grünreifen Stadium wird der Dinkel handbreit über dem Boden abgeschnitten und zu Haufen abgelegt



**Bild 3: Trennen der Ähren auf dem Reff**

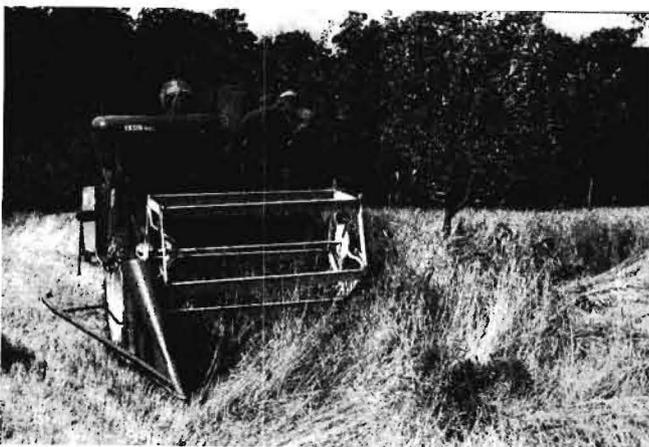
Das „Reff“ ist eine hechelartige Vorrichtung, die auch von Lein her bekannt ist. Die Ähren sollen möglichst am gleichen Tag noch zur Darre kommen. Die grünen Halme werden auf dem Acker zum Trocknen ausgelegt

Grünkerndarren sind kleinere offene Gebäude mit einem Wetterdach, in deren Mitte sich die 4 bis 12 m<sup>2</sup> große Darrfläche aus gelochtem Eisenblech befindet, auf die die Dinkelähren aufgeschüttet werden (Bild 4). Unter der Darrfläche liegt die gemauerte Feuerstelle für das Holzfeuer, dessen Rauchgase auf einer Temperatur von etwa 100–120° C für den Dörrprozeß gehalten werden. Während des Dörr-



**Bild 4: Grünkerndarre in Betrieb**

In der Mitte des Gebäudes befindet sich die Darrfläche, auf die die grünen Ähren aufgeschüttet werden. Die Feuerstelle liegt unterhalb der Dörrfläche, als Heizmaterial wird Holz verwendet. Der Röstprozeß dauert zwei bis vier Stunden, ständiges Umschaukeln ist notwendig



**Bild 5: Grünkernernte mit dem Mähdrescher**

Erst wenige Mähdrescher werden zur Grünkernernte eingesetzt. Durch die Maschine kommen zerschlagene Ährentteile auf die Darre, die dichter auf dem Rost aufliegen. Der Heißluftdurchzug durch das Gut wird deshalb geringer, mehr Handarbeit für das Wenden ist notwendig. Die sinnvolle Ergänzung des Mähdreschers ist ein mechanisch geführter Dörrprozeß

prozesses, der zwei bis vier Stunden dauert, ist regelmäßiges Umschaukeln der Ähren notwendig, um ein gleichmäßiges Dörrgut zu erhalten. Die Arbeit auf der Darre ist schwer, sie erfordert Sachkenntnis und große Sorgfalt. Nur wenige — hauptsächlich die älteren Bauern — bringen noch die Kenntnisse und die Ausdauer für diese Arbeit auf. Das ist ein wesentlicher Grund, der die örtlichen Behörden veranlaßt, eine Verfahrensumstellung anzustreben und zu unterstützen. Nach dem Dörren kommen die Ähren in die Mühle zum „Gerben“. Im Gerbgang, den viele Mühlen im Grünkernanbaugebiet noch besitzen, werden die Spelzen vom Grünkern entfernt. Nach der Reinigung erhält der Bauer den verkaufsfertig aufbereiteten Grünkern, der ganz, in geschroteter Form oder als Mehl in den Handel kommt.

Das beschriebene alte Arbeitsverfahren ist außerordentlich zeitaufwendig. Die Erntezeitspanne ist kurz, etwa acht bis zwölf Tage. Mit fortschreitender Reife verliert der Grünkern an Qualität und wird in eine niedrigere Preisklasse eingestuft. Aus wirtschaftlichen Gründen ist deshalb eine Verfahrensumstellung der Grünkerngewinnung geboten.

### 3. Die Mähdruschernte des Grünkerns bringt neue Probleme

Der Einsatz des Mähdruschers zur Ernte des grünreifen Dinkels steigert wesentlich die Arbeitsproduktivität (Bild 5). Zusatzeinrichtungen werden bei diesem Verfahren nicht benötigt, allerdings sind — wie die Erfahrung gezeigt hat — einige anbau- und maschinentechnische Regeln zu beachten:

- Unkrautfreier, möglichst nicht lagernder Bestand;
- Stoppelhöhe mindestens 25 cm;
- Verminderte Schnittbreite bei starkem Bestand;
- Herabsetzen der Dreschtrommeldrehzahl;
- Reinigung einschließlich Wind voll einstellen (halbe Spelzen und nackte Körner dürfen nicht zur Darre kommen).

Die Leistung des Mähdruschverfahrens ist groß. Allerdings befriedigt jetzt die Darreleistung nicht, weil mehr Darrgut anfällt und der Mähdruscherschlagene Ähren anliefern, die dichter auf dem Rost aufliegen. Dadurch wird die Heißluftführung durch das Gut ungünstiger und die Darreleistung läßt nach, obwohl mehr Handarbeit für das Wenden notwendig ist. Zwar werden notgedrungen die herkömmlichen Darren bisher auch für Mähdruschgut verwendet, doch ist es offensichtlich, daß ein mechanisch geführter Dörrprozeß mit entsprechender Leistungsfähigkeit die sinnvolle Ergänzung zum Mähdruschverfahren ist.

Um die „Arbeitsgemeinschaft Fränkischer Grünkernerzeuger“ zu unterstützen, waren zunächst mehrere Fragen zu klären. Auf zwei von ihnen soll hier kurz eingegangen werden, und zwar auf den Prozeß des Dörrrens und die Temperaturen bei diesem physikalisch-chemischen Vorgang. Über den Dörrprozeß liegen hinsichtlich seiner technologischen Bedingungen bisher keine wissenschaftlichen Arbeiten vor. Es ist aber bekannt, daß beim Dörren des Grünkerns eine Verkleisterung der Stärke herbeigeführt wird. Getreidestärke besteht der Lehrmeinung nach aus der Hüllsubstanz oder dem Amylopektin mit etwa 20%igem Anteil und aus der Inhaltsubstanz oder der Amylose. Für die Kleisterbildung ist Amylopektin verantwortlich, das — kolloidal gelöst — die Zähflüssigkeit

**Tafel 2: Verkleisterungstemperaturen verschiedener Stärkearten in Wasser**  
[2]

Stärke in	Beginn des Aufquellens [°C]	Beginn der Verkleisterung [°C]	Temperatur völliger Verkleisterung [°C]
Gerste	37,5	57,5	62,5
Roggen	45,0	50,0	55,0
Weizen	50,0	65,0	67,5
Mais	50,0	55,0	62,5
Reis	53,7	58,7	61,2

bewirkt, während Amylose in gelöster Form im Kleister vorhanden ist. Zur Verkleisterung sind Wasser und Wärme erforderlich. Tafel 2 gibt einige Verkleisterungstemperaturen an.

Beim Dörrvorgang laufen also zwei Prozesse gleichzeitig ab, die sich zeitlich überschneiden: die Verkleisterung und der Trocknungsvorgang. Das Ergebnis ist der bekannte glasige Bruch des Grünkerns. Allerdings haben unsere Untersuchungen gezeigt, daß die Verkleisterung nicht vollständig erfolgt. Die genauen Gründe dafür sind noch unbekannt. Eine Erklärung läßt sich vielleicht aber aus den von der Praxis gewählten Dörrtemperaturen, den Verkleisterungsbedingungen und dem relativ geringen Wasservorrat im Korn herleiten. Zunächst setzt beim Dörren mit Lufttemperaturen von 100 °C bis 120 °C der Trocknungsvorgang ein, bei dem das Korn Wasser verliert und sich infolge der Wasserverdunstung nur langsam erwärmt. Hat das Korn die für die Verkleisterung erforderliche Temperatur angenommen, ist anzunehmen, daß der vorhandene Wasservorrat im Korn dann nur noch für eine unvollständige Verkleisterung ausreicht. Eine weitere Erwärmung des Kornes führt dann schnell zum Entzug der restlichen Feuchte, das Korn wird hart und nimmt infolge des Kleisters seinen glasigen Bruch an.

Ein hoher Verkleisterungsgrad würde also demnach weitgehend davon abhängen, daß eine ausreichend hohe Lufttemperatur den Grünkern von der Trocknungsperiode bei wenig Wasserentzug schnell in den Verkleisterungsprozeß überführt. Versuche, die über die Beziehungen zwischen Wassergehalt, Dörrtemperatur und Verkleisterungsgrad Auskunft geben, sind nicht bekannt und wurden bisher nicht vorgenommen. Sie würden aber wesentlich zur Klärung des technologischen Prozesses beitragen.

#### 4. Auswahl und Funktion der Anlage zum Dörren von Grünkern

Eine wesentliche Forderung der Arbeitsgemeinschaft bestand darin, daß die Anlage zum Dörren von Grünkern auch als Getreidetrockner verwendbar sein sollte. Damit kam für diese Aufgabe lediglich eine Getreidetrocknungsanlage in Frage, die ihrer Bauart nach eine Umstellung auf die bekannten Bedingungen des Dörrprozesses zuließ.

Folgende Forderungen waren außerdem zu erfüllen:

1. Eine Darrleistung von 230—250 kg/h Trockengut, angeliefert mit 40 bis 50 % Anfangsfeuchte.
2. Heißlufttemperaturen bis 125 °C müssen im Dauerbetrieb bei ausreichender Luftmenge gehalten werden können, ohne daß Schäden am Warmluftzeuger oder am Trockner auftreten.
3. Da es sich um eine Gemeinschaftsanlage handelt, soll die Anlage nicht nur für große Partien, sondern gelegentlich auch zum Dörren von kleineren Mengen geeignet sein. Diese Forderung bereitet auch bei Getreidetrocknungsanlagen beträchtliche Schwierigkeiten.
4. Wirtschaftlichkeit der Anlage. Der bisherige Dörrbetrieb erfordert lediglich Holz als Heizmaterial, das den Bauern zu relativ geringen Kosten zur Verfügung steht.

Verschiedene Angebote wurden eingeholt und mit dem Vorstand der Arbeitsgemeinschaft besprochen. Die Wahl fiel auf einen Schachtdurchlauftrockner<sup>1)</sup>, der nach dem Querstromverfahren arbeitet. Die Firma erklärte sich außerdem bereit, an den Dörrproblemen mitzuarbeiten und die anstehenden Arbeiten zu unterstützen.

Im folgenden soll die in Boxberg erstellte Anlage kurz beschrieben werden: Der Schachtdurchlauftrockner besteht aus zwei Zonen: der Trocknungs- und der Dörrzone mit den dazugehörigen Luftverteilkammern (Bild 6). Absperrklappen im Schacht können die beiden Zonen voneinander trennen. Am Ende des Trocknungsschachtes liegt die Austragvor-

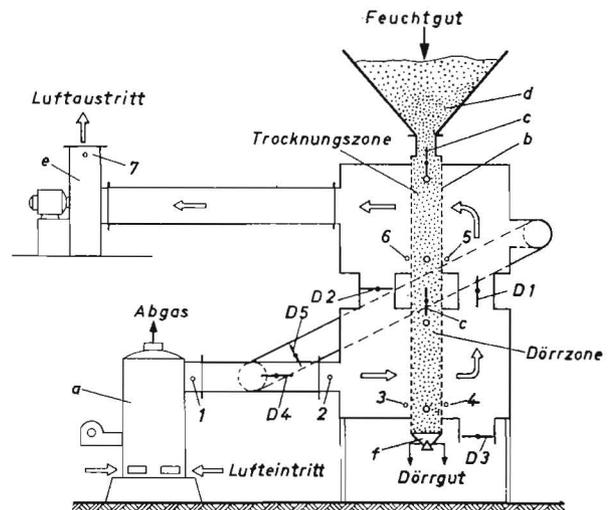


Bild 6: Schachtdurchlauftrockner zum Dörren von Grünkern mit Heißluft und Trocknen von Getreide

Die Anlage ist auf Dörrstellung geschaltet. Die Heißluft durchströmt zuerst die Dörrzone, wo im Grünkern die Verkleisterung der Stärke erfolgt. Das Feuchtgut wird in der Trocknungszone im Querstrom vortrocknet.

Die Umstellung zur Getreidetrocknung erfolgt durch Schaltung der Luftführung. Dazu werden die Drosselklappen D2, D3, D5 geöffnet und D1 und D4 geschlossen. Die bisherige Dörrzone arbeitet als Kühlzone. Die zwei Absperrklappen (c) werden zum An- und Ausfahren der Anlage benötigt.

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| a Heißluftzeuger    | f Austragapparat           |
| b Trocknungsschacht | D1 — D5 Drosselklappen     |
| c Absperrklappen    | 1 — 7 Temperaturmeßstellen |
| d Aufschüttrichter  | o Einbauthermometer        |
| e Gebläse           |                            |

richtung, die von einem elektrischen Programmschaltwerk zur Regulierung der Austragmenge gesteuert wird. Der Warmluftzeuger besteht aus einem Wärmetauscher und einem vollautomatischen Hochdruckzerstäubungsbrenner mit 160 000 kcal/h Leistung. Er wird über einen Thermostat geregelt. Die Anlage arbeitet mit Saugluft; das Radialgebläse besitzt einen Anschlußwert von 7,5 kW.

Bei Inbetriebnahme der Anlage wird zunächst der Dörrschacht mit der unteren Absperrklappe verschlossen und nur der Schacht im Bereich der Trocknungszone befüllt. Dadurch wird die gewünschte Vortrocknung und Erwärmung des Gutes erreicht und zugleich verhindert, daß wegen des großen Gewichtes des Naßgutes Verstopfungen durch Brückenbildung im Schacht auftreten. Nach ausreichender Vortrocknung wird jetzt die Klappe geöffnet, so daß der Trocknungsschacht gefüllt wird. Nach einiger Zeit stellt sich dann ein Beharrungszustand in der Anlage ein, der es ermöglicht, im Durchlaufbetrieb zu dörren. Der Austragapparat wird jetzt auf periodischen Pause-Arbeit-Rhythmus eingestellt. Die gelieferte Gutmenge entspricht der maximalen Dörrleistung bei gegebenem Wärmeaufwand.

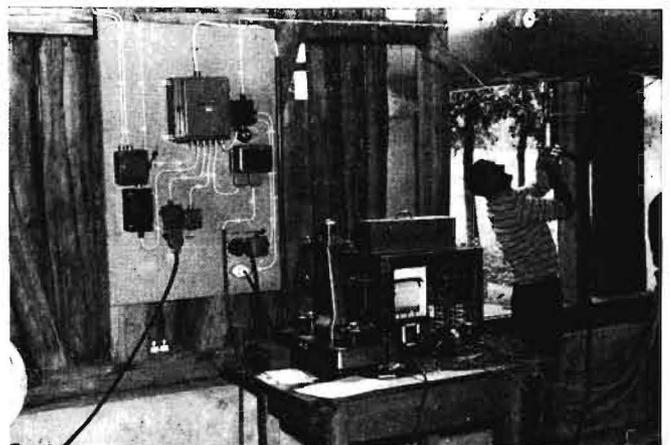


Bild 7: Vorbereitungen für die meßechnischen Arbeiten an der Anlage

<sup>1)</sup> Schachtdurchlauftrockner vom Typ "t<sub>2</sub>" der Fa. Rietberg

## 5. Meßergebnisse beim Dörren von Grünkern

Da bisher keine Erfahrungen über das Dörren von Grünkern in Schachttrocknungsanlagen vorlagen, wurden Messungen an der Anlage durchgeführt (Bild 7). Sie sollten dazu dienen, Anhaltspunkte zur Beurteilung der strömungs- und wärmetechnischen Bedingungen beim Dörrvorgang zu geben. Außerdem kam es darauf an, die gegenüber der Getreidetrocknung vorhandenen besonderen Betriebsbedingungen kennenzulernen, um der Arbeitsgemeinschaft Vorschläge zur Verbesserung der Anlage unterbreiten zu können.

Bild 8 zeigt den Temperaturverlauf beim Dörrvorgang (die Lage der Meßpunkte enthält Bild 6). Drei verschiedene charakteristische Betriebszustände sind zu unterscheiden: das Anfahren, der Dauerbetrieb und das Ausfahren der Anlage.

Beim Anfahren der Anlage findet in beiden Zonen ein etwa gleichgroßer Temperaturabfall wegen der vorherrschenden Trocknung statt. Die Dörrzone und die Trocknungszone haben die ihr zugewiesene Aufgabe noch nicht übernommen.

Der Dauerbetrieb setzt erfahrungsgemäß nach etwa 1,5 Stunden ein. Er stellt einen Beharrungszustand zwischen Wärmeleistung der Anlage und Wärmebedarf für den Trocknungs- und Dörrvorgang dar. Der Austragapparat fördert im periodischen Pause-Arbeit-Rhythmus gleichmäßig gedörrten Grünkern. Die Austragmenge ist die maximal erreichbare Dörrleistung bei voller Leistung des Warmluftheizers.

Die Eingangstemperatur der Dörrzone an Meßstelle 3 beträgt 100 °C. Diese Temperatur halten wir nach unseren bisherigen Kenntnissen für erforderlich, um die Verkleisterung der Stärke im Korn schnell in Gang zu bringen. Nach Verlassen der Dörrzone ist die Temperatur — im Gegensatz zum Betriebszustand des Anfahrens — nur wenig abgefallen. Die in das Gut hineinragenden Thermometer am oberen und unteren Schachtteil der Dörrzone zeigen unterschiedliche Werte an. An der oberen Meßstelle sind höhere Temperaturen vorhanden als an der unteren. Offenbar durchströmt die Luft den unteren Teil der Zone im Gegensatz zum oberen nicht so intensiv. Außerdem muß angenommen werden, daß Falschluff von der Austragöffnung her angesaugt wird. Bei gleichmäßiger Belüftung der Dörrzone müßte die Temperatur nämlich zur Austragöffnung hin zunehmen. Veränderungen an der Luftführung der Dörrzone sind deshalb notwendig. In der Trocknungszone findet der höchste Feuchtigkeitsentzug statt, die Temperatur fällt deshalb von 85 °C (Meßstelle 5) auf 54 °C (Meßstelle 6) und verläßt das Gebläse mit 43 °C (Meßstelle 7).

Im Betriebszustand des Ausfahrens treten bei der derzeitigen Ausführung der Anlage noch Schwierigkeiten auf: durch die abnehmende Gutmenge im Schacht wird der Luftwiderstand geringer und das Gebläse fördert höhere Luftmengen. Bei konstanter Leistung des Wärmetauschers fallen daher die Lufttemperaturen an allen Meßstellen ab. Charakteristisch

ist in Bild 8 der geringe Temperaturabfall in der Trocknungszone, weil der Luftstrom durch den oben frei werdenden Schachtteil führt. Das verbleibende Gut trocknet deshalb nur wenig. Nur im Bereich der Dörrzone wird die Trocknungsfähigkeit der Luft noch ausgenutzt. Außerdem kann man feststellen, daß Falschluff aus dem Aufschüttrichter eintritt, wenn die Füllhöhe kleiner als etwa 80 cm ist. Aus diesem Grunde wird zum Ausfahren der Anlage das Restgut im Satz getrocknet, wobei die obere Absperklappe im Schacht geschlossen wird.

Die Messungen zeigten ferner, daß ebenfalls am Zuleitungsrohr vom Wärmetauscher zur Dörrzone Falschluff bei Drosselklappe D 5 zutritt. Dadurch wird — zusammen mit dem Wärmeverlust der nicht isolierten Rohrleitung — der starke Temperaturabfall bis zur Dörrzone verursacht.

Die Erläuterungen zum Temperaturverlauf zeigen, daß die Anforderung an einen Trockner zum Dörren von Grünkern größer sind als diejenigen bei der Getreidetrocknung. Die Schwierigkeiten für den Betrieb ergeben sich nicht allein aus den hohen Temperaturen, sondern ebenso aus der Notwendigkeit, Wärmeverluste so weit wie möglich zu vermeiden. Außerdem sind die technologischen Eigenschaften des grünen Dinkels gänzlich andere als bei Getreide.

Die Messungen ergaben weiterhin, daß grüner Dinkel zum Dörren je nach Reifezustand mit einem Feuchtegehalt zwischen 55 % und 37 % anfällt (Durchschnitt etwa 45 %) und nach der Bearbeitung mit 6 % bis 7 % Feuchtegehalt die Anlage verläßt. Es müssen also beträchtliche Wassermengen abgeführt werden. Dafür sind zusätzlich im hygroskopischen Bereich große Wärmemengen notwendig (Bindungswärme). Man wird also beim Dörren nicht den gleichen Wirkungsgrad wie beim Trocknen erwarten können. Die Ermittlungen des trocknungstechnischen Wirkungsgrades und des spezifischen Wärmeverbrauches bestätigen diese Annahme. Sie geben aber auch Anlaß, nach Verlustquellen zu suchen.

Der trocknungstechnische Wirkungsgrad  $\eta_{tr}$  soll definiert sein als das Verhältnis der zum Verdampfen der Gutfeuchtigkeit genutzten Wärmemenge ( $Q_{genutzt}$ ) zu der der Trocknungszone zugeführten Wärmemenge ( $Q_{zugef.}$ )

$$\eta_{tr} = \frac{Q_{genutzt}}{Q_{zugef.}} \cdot 100 [\%].$$

Er wurde auf Grund der Messungen mit  $\eta_{tr} = 29,4 \%$  ermittelt. Dieser Wert ist relativ niedrig. Er entspricht aber in seiner Größe dem spezifischen Wärmeverbrauch. Darunter versteht man allgemein diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um dem Trocknungsgut 1 kg Wasser zu entziehen. Der spezifische Wärmeverbrauch erreichte unter den Dörrbedingungen des vergangenen Jahres den sehr hohen Wert von  $q_w = 2140$  kcal/kg. Er ist nicht allein dadurch zu erklären, daß für den Wasserentzug im hygroskopischen Bereich mehr Wärme erforderlich ist. Die allgemein üblichen

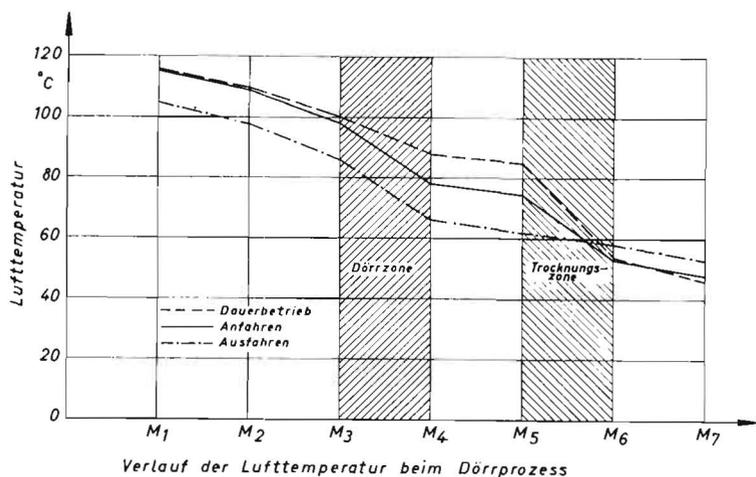


Bild 8: Temperaturverlauf beim Dörrvorgang

In der Dörrzone fällt beim Anfahren die Temperatur mehr ab als beim Dauerbetrieb, weil in diesem Betriebszustand noch eine starke Trocknung stattfindet. Die Eingangstemperatur von 100 °C im Dauerbetrieb halten wir für erforderlich, um den Dörrprozeß schnell in Gang zu bringen. In der Trocknungszone erfolgt beim Dauerbetrieb der größte Temperaturabfall wegen des starken Wasserentzuges. Beim Ausfahren der Anlage ist besonders in der Trocknungszone der Temperaturverlauf noch unbefriedigend

(M<sub>1</sub> bis M<sub>7</sub> Temperaturmeßstellen 1 bis 7 nach Bild 6)

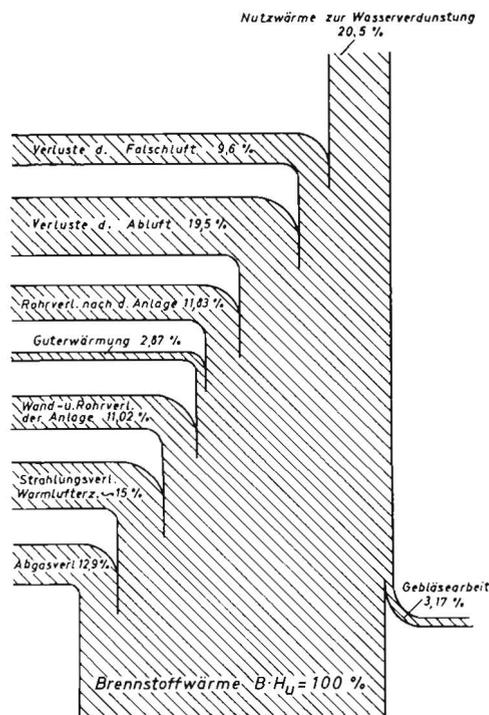


Bild 9: Energiebilanz beim Dörren von Grünkern

Die ausgenutzte Wärmemenge von 20,5% zur Wasserverdunstung ist relativ gering. Auch wenn bei einem Endfeuchtegehalt von 6% bis 7% im hygrokopischen Bereich zusätzliche Wärmemengen notwendig sind, kann durch Isolierung die Wärmeausnutzung verbessert werden.

Werte für Trockner liegen zwischen  $q_W = 900 \text{ kcal/kg}$  bis  $1400 \text{ kcal/kg}$ .

Um die auftretenden Wärmeverluste bewerten und Maßnahmen zu deren Reduzierung für die kommende Grünkernernte der Arbeitsgemeinschaft vorschlagen zu können, wurde eine Energiebilanz aufgestellt, die in Bild 9 als SANKEY-Diagramm dargestellt ist. Aus der Darstellung ist zu erkennen, daß nur 20,5% der zugeführten Energie der Anlage für die Wasserverdunstung ausgenutzt wird. Bei Bewertung der einzelnen Verlustquellen zeigt sich aber auch, daß durch Isolierung von Anlagenteilen ein beträchtlicher Energiegewinn erzielt werden kann. Im gleichen Sinne wirkt sich eine Unterbindung der Falschlufansaugung aus.

## 6. Betriebserfahrungen beim Dörren von Grünkern

Ebenso wichtig wie die wärmetechnischen Bedingungen sind die betriebstechnischen Belange für einen störungsfreien Betrieb. Es kam anfangs vor, daß in dem vom Mäh-drescher angelieferten Gut ein zu großer Langstrohannteil enthalten war, der zu Verstopfungen im Schacht und am Austragapparat des Trockners führte. Durch sachgemäße Einstellung des Mäh-dreschers konnte aber ohne weiteres ein genügender Reinigungsgrad für einen störungsfreien Schachtdurchgang erreicht werden. Trotzdem ist für Verstopfungen eine entsprechende Öffnung an der Schachtstirnseite im Bereich der Dörrzone vorgesehen, um den Schachthalt im Bedarfsfalle auflockern oder entnehmen zu können. Diese Öffnung soll auch zur Entnahme von Proben dienen.

Aus dem praktischen Betrieb der Anlage haben sich ferner verschiedene Vorschläge ergeben, die das An- und Ausfahren der Anlage sowie die Überwachung während des Betriebes verbessern können. Für die Betriebszustände des An- und Ausfahrens sind folgende Zusatzeinrichtungen notwendig: zwei zusätzliche Absperrklappen im Trocknungsschacht am Ende der Trocknungs- und der Dörrzone und eine Drosselklappe in der Rohrleitung vor dem Gebläse. Durch die zwei Absperrklappen im Schacht wird erreicht, daß zu Beginn des Anfahrens nur vorgetrocknetes Gut in die Dörrzone gelangt und beim Ausfahren besser im Satz getrocknet werden kann. Die Drosselklappe dient zur Regulierung der Lufttemperatur, indem die Luftmengen während den beiden Be-

triebszuständen verändert werden. Diese Regulierung ist notwendig, da sonst weiterhin beim Ausfahren der Anlage die Lufttemperatur stark absinkt. Zur besseren Überwachung der Heißluft und der Guttemperatur während des Betriebes ist der Einbau von zusätzlichen Thermometern in den Trockenschacht und die Rohrleitungen vorgesehen.

Die erwähnten Maßnahmen zur Verbesserung des wärmetechnischen Anlagewirkungsgrades und des technischen Betriebes der Dörranlage werden bis zur kommenden Grünkernernte abgeschlossen sein. Sie werden sicherlich die Dörrleistung steigern, die bisher noch hinter den Erwartungen zurückblieb. Der erreichte Austrag betrug im Dauerbetrieb bisher 170 kp/h bis 180 kp/h gedörrten Grünkern gegenüber der geforderten Menge von 230—250 kp/h.

Die Darstellung der anfallenden Probleme beim Dörren von Grünkern mit Heißluft in der Trocknungsanlage soll nicht abgeschlossen werden, ohne noch kurz auf die erzielte Qualität und den erreichten Verkleisterungsgrad der gewonnenen Grünkern einzugehen. Hinsichtlich des Verkleisterungsgrades haben unsere farbchromatischen Beobachtungen und Vergleiche unter dem Mikroskop ergeben, daß der mit der Trocknungsanlage gewonnene Grünkern dem bei herkömmlicher Erzeugung mit der Darre ebenbürtig ist. Voraussetzung dafür ist selbstverständlich eine sachgemäße Führung und Kontrolle des Dörrprozesses. Außerdem war bei einzelnen Partien die Verkleisterung gleichmäßiger über das Korn verteilt, während beim Dörren auf der Darre die Verkleisterungsfelder vornehmlich an den Randzonen des Kornes lagen.

Die anwesenden grünkernerzeugenden Bauern beobachteten kritisch aber aufgeschlossen die Arbeit der ersten Anlage dieser Art zum Dörren von Grünkern. Sie verfolgten mit Interesse die Ergebnisse, die wir in der kommenden Ernte zu verbessern hoffen. Alle Beteiligten, besonders aber die Herren des Landwirtschaftsamtes Boxberg/Baden, die diese Versuche anregten und förderten, sind sich der wirtschaftlichen Bedeutung der Arbeiten zur Umstellung des Verfahrens der Grünkernerzeugung für die betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe bewußt. Allerdings konnte bisher dem Grünkern der würzig-aromatische Geruch des Holzfeuers nicht mitgegeben werden. Die Beurteilung dieses Merkmales ist auch unterschiedlich, da der Geruch nach einiger Zeit verloren geht. Wir haben auch unter dem Mikroskop keine Ablagerungen am Korn finden können, mit denen der Rauchgeruch zu erklären wäre. Die Versuche in der bevorstehenden Ernte werden auch auf diese Frage eingehen.

## Zusammenfassung

Das Verfahren zur Erzeugung des Grünkerns befindet sich zur Zeit im Stadium der Umstellung, da die veraltete Gewinnung von Hand durch weitgehende Mechanisierung abgelöst werden muß. Besondere Schwierigkeit bereitet dabei die Technik des Dörens. Die Probleme, die beim Dörren von Grünkern auftreten, werden geschildert. Die Forderungen, die an eine Dörranlage zu stellen sind, werden dargestellt. Eine Trocknungsanlage, die zum Dörren von Grünkern und nach einer Umstellung auch zum Trocknen von Getreide verwendet werden kann, wird beschrieben.

Während der vergangenen Ernte wurden an dieser Anlage Messungen und Betriebsbeobachtungen beim Dörren von Grünkern durchgeführt. Die gewonnenen meß- und betriebstechnischen Ergebnisse werden dargelegt und diskutiert. Diese zeigen, daß mit der Anlage erfolgreich Grünkern gedörrt werden kann. Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Anlage werden erörtert, ihre praktischen Auswirkungen sollen in der bevorstehenden Ernte geprüft werden.

## Schrifttum

- [1] FISCHLER, F.: Ernährung und Diät. Münchner Medizinische Wochenschrift (1935), S. 1157—1158  
 [2] PRINGSHEIM, H.: Die Polysaccharide. Springer, Berlin 1931

Hans Walter and Albert Scheuermann: "Problems of Changing the Production Methods with Green Spelt."

At present the production methods of green spelt are being changed, as the old production by hand must be replaced by an extensive mechanization. Particularly difficult is the process of drying. The problems occurring with green spelt drying are described, and the demands made on a drying plant are reported. A drying plant which can be used for green spelt and, after having been changed, also for grain drying is described.

During the last harvest, measurements and operational observations were made with this plant. The results obtained are stated and discussed. They show that green spelt can successfully be dried with this plant. Measures for further improvements of the drying plant are discussed. The practical results shall be examined at the next harvest.

Hans Walter et Albert Scheuermann: „Problèmes posés par la transformation des procédés appliqués à l'épeautre vert séché.“

Les procédés appliqués à l'épeautre vert séché se trouvent actuellement dans une phase de transformation visant à remplacer les procédés manuels par des procédés mécaniques. La technique du séchage crée des difficultés particulières. Les auteurs mentionnent les conditions auxquelles une installation de séchage de l'épeautre vert doit répondre et ils décrivent une installation qui peut être utilisée également pour le séchage de céréales après l'avoir transformée en conséquence.

Pendant la dernière récolte, on a entrepris des mesures et observé le séchage de l'épeautre vert dans cette installation. L'auteur mentionne et discute les résultats de mesure et d'observation. Ils montrent que cette installation convient parfaitement au séchage de l'épeautre vert. Certaines mesures d'amélioration de l'installation sont mentionnées. Leurs effets pratiques doivent être examinés pendant la récolte suivante.

Hans Walter y Albert Scheuermann: „Problemas que presenta el cambio del procedimiento de producir grano de trigo verde.“

El procedimiento de preparar grano de trigo verde se encuentra ahora en un estado de cambio, porque se trata de sustituir la producción manual por otra técnica o mecánica en lo que sea posible. Entre las dificultades más importantes se encuentra la de la desecación que se describe. Se detallan las exigencias que deben ponerse a una instalación de desecar y se describe una instalación que, después de ciertos ajustes, se puede emplear también para secar trigo. Con dicha instalación se hicieron pruebas, mediciones y observaciones del secado de grano verde durante la última cosecha. Se detallan en este artículo los resultados conseguidos que también se discuten y se demuestra que la instalación se presta para el secado de granos verdes, proponiéndose además algunas mejoras que se propone ensayar en la próxima cosecha.

#### Landmaschinenbau in Aachen

Oberbaurat Dr.-Ing. ERICH SCHILLING, Köln, hat von der Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen einen Lehrauftrag für das Fachgebiet „Landmaschinenbau“ erhalten, den er seit Beginn des Sommersemesters 1966 wahrnimmt.

	Seite
GÜNTHER FRANZ: Die Hohenheimer Modellsammlung . . .	71
Zum sechzigsten Geburtstag von GEORG SEGLER . . .	73
EBERHARD BEWER: Die geschichtliche Entwicklung des Instituts für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim . . . . .	75
EBERHARD MOSER: Das neue Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim . . . . .	77
JAMES F. MEYLER und WERNER RÜHLING: Mechanische Unkrautbekämpfung bei höheren Geschwindigkeiten . . . . .	79
EBERHARD MOSER und ROLF ALLMANT: Erste Untersuchungsergebnisse an pneumatisch betätigten Schneidwerkzeugen für den Obstbau . . . . .	85
BODO HASSEBRAUCK und MOSTAFA MORTASAWI: Untersuchungen über die Schnittlänge von Halmguthäcksel bei verschiedenen Häckselmaschinen . . . . .	90
THEO FINKBEINER: Untersuchungen an Mährescher-Reinigungsgebläsen . . . . .	96
ALBERT SCHEUERMANN und GEORG ULREICH: Trocknungs- und Verlustvorgänge bei der Belüftung von Heustapeln mit Kaltluft . . . . .	100
KARL MAURER und BHIM SEN PATHAK: Untersuchungen über die Feinzerkleinerung von Stroh . . . . .	105
HANS WALTER und ALBERT SCHEUERMANN: Probleme der Verfahrensumstellung bei der Grünkernerzeugung . . . . .	109

#### Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. ROLF ALLMANT, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. SEGLER)

Dr. agr. EBERHARD BEWER, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Dipl.-Ing. THEO FINKBEINER, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Prof. Dr. phil. GÜNTHER FRANZ, Direktor des Instituts für Agrargeschichte der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Dipl.-Ing. BODO HASSEBRAUCK, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Dipl.-Ing. KARL MAURER, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

JAMES F. MEYLER, B. Sc. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim; jetzt: Firma Maschinenfabrik Fahr AG, Gottmadingen

Dr. agr. MOSTAFA MORTASAWI, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim; jetzt: Universität Teheran/Iran

Dipl.-Ing. EBERHARD MOSER, Akad. Rat am Institut für Landtechnik, Lehrbeauftragter für Technik im Obst-, Gemüse- und Weinbau an der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

BHIM SEN PATHAK, B.Sc.Agr.Eng., Stipendiat des Deutschen Akademischen Austauschdienstes am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim; jetzt: Dr. agr. und Associate Professor of Agricultural Engineering an der Punjab Agricultural University in Hissar (Punjab)/Indien

Dipl.-Ing. WERNER RÜHLING, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Dipl.-Ing. ALBERT SCHEUERMANN, Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim

Diplomlandwirt GEORG ULREICH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der landwirtschaftlichen Hochschule, Stuttgart-Hohenheim; jetzt: Landw. Referendar am Landwirtschaftsamt Tettnang

Dr. HANS WALTER, Akad. Rat, Leiter der Baden-Württembergischen Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinenwesen am Institut für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim

Herausgeber: Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft, 6000 Frankfurt am Main, Zeil 65—69, Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung im VDMA, 6000 Frankfurt am Main, Barkhausstraße 2, und Max-Eyth-Gesellschaft zur Förderung der Landtechnik, 3401 Niedergandern 10.

Schriftleitung: Dipl.-Ing. W. Hanke, Dr. F. Meier; 6000 Frankfurt am Main, Barkhausstraße 2, Telefon 72 01 21, Fernschreiber 4 11 321.

Verlag: Hellmut-Neureuter-Verlag, 8190 Wolftrathausen bei München, Telefon: Ebenhausen 53 20. Inhaber: Frau Gabriele Neureuter und Söhne, Verleger, Icking. Erscheinungsweise: sechsmal jährlich. Bezugspreis: je Heft 5,— DM zuzüglich Zustellungskosten. Ausland: 6,— DM. Bankkonten: Kreissparkasse Wolftrathausen, Konto-Nr. 23 82 und Deutsche Bank, München, Konto-Nr. 19/37 879, Postscheckkonto: München 83 260.

Druck: Verlag W. Sachon, Graphischer Betrieb, 8948 Mindelheim, Schloß Mindelburg.

Verantwortlich für den Anzeigenteil: Ursula Suwald.

Anzeigenvertretung für Nordwestdeutschland und Hessen: Geschäftsstelle Eduard F. Beckmann, 3160 Lehrte/Hannover, Postfach 127, Telefon 22 09.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Für Manuskripte, die uns eingesandt werden, erwerben wir das Verlagsrecht.