

- [4] *Leidenfrost, W.*: Messung der spezifischen Wärme. Allgemeines und Verfahren zur Messung der mittleren spezifischen Wärme fester Körper. Archiv für Techn. Messen, 1955, V 9212-1.
- [5] *Babitt, E.A.*: The thermal properties of grain in bulk. Can.J.Res. F 23 (1945), S. 388/401.
- [6] *Disney, R.W.*: The specific heat of some cereal grains. Cereal Chemistry 31 (1954) 3, S. 229/234.
- [7] ● *Schäfer, W. u. L. Altrogge*: Getreidekonditionierung-Getreidetrocknung. Detmold: Schäfer 1960.
- [8] *Kazarian, E.A. u. C.W. Hall*: The thermal properties of grain. Trans. ASAE 8 (1965) 1, S. 33/38.
- [9] ● *Hall, C.W.*: Drying farm crops. Ann Arbor, Michigan: 1957. Edwards Broth, Inc..
- [10] *Pfalzner, P.M.*: The specific heat of wheat. Can.J.Techn. 29 (1951), S. 261/264.
- [11] *Muir, W.E. u. S. Viravanichai*: Specific heat of wheat. J.agr.Eng.Res. 17 (1972), S. 338/342.
- [12] *Haswell, G.A.*: A note on the specific heat of rice, oats and their products. Cereal Chemistry 31 (1954), S. 341/342.
- [13] *Pabis, S. u. S.M. Henderson*: Grain drying theory. III. The air/grain temperature relationship. J.agr.Eng.Res.6 (1961) 2, S. 169/174.
- [14] *Wienecke, F.*: Verfahrenstechnik der Halmfutterproduktion. Univ. Göttingen, 1972.
- [15] ● *Hirsch, M.*: Die Trocknungstechnik. Berlin: Springer 1932.
- [16] ● *Bekasov, A.G. u. N.T. Denissow*: Handbuch der Körner-trocknung. Berlin: VEB-Verlag Technik 1955.
- [17] ● *Filonenko, G.K. u. P.V. Lebedev*: Einführung in die Trocknungstechnik. Leipzig: VEB-Verlag 1950.
- [18] *Stöckmann, K.*: Die Bedeutung der spezifischen Wärme des Getreides. Mühle 88 (1951) 4, S. 571.
- [19] *Leidenfrost, W.*: Messung der wahren spezifischen Wärme fester Körper. Archiv für Techn. Messen, 1956, V. 9212-2.
- [20] ● *Kellner, O. u. M. Becker*: Grundzüge der Fütterungslehre. Hamburg/Berlin: Parey 1971.
- [21] Trocknungstechnische Grundbegriffe. VDMA-Einheitsblätter, Nr. 243551. Berlin: Beuth-Vertrieb 1963.

Neue Erkenntnisse bei der Entkörnung von Mais – Eigenschaften der Trennzone –

Von Ewald Graeber, Gottmadingen

DK 631.561.2 : 634.004.12

Für das technische Entkörnen, also das Dreschen oder Rebnen, von Mais ist der Abreiß- oder Trennwiderstand der Verbindung Korn-Spindel von entscheidender Bedeutung. Mit einer am Lehrstuhl für Landtechnik der Universität Hohenheim durchgeführten Untersuchung [1] wurde versucht, die biophysikalischen Zusammenhänge bei der Trennung der Verbindung Korn-Spindel zu erfassen. Es ergab sich, daß die Größe des Trennwiderstandes von der Beanspruchungsart, den physikalischen Gegebenheiten und dem durch Umwelteinflüsse, biologische Vorgänge und Erbanlagen geprägten Gutzustand abhängt.

1. Die potentiellen Trennstellen der Verbindung Korn-Spindel

Unter sonst gleichen Bedingungen sind Abmessungen und Form der Verbindung zwischen Korn und Spindel maßgebend für den Trennvorgang. Der Gewebestrang zwischen Korn und Spindel kann kurz und dick, oder lang und schlank sein. *Brown* [2] weist bereits darauf hin, daß Körner an einem langen schlanken Gewebestrang leichter zu dreschen sind als solche an einem kurzen dicken.

Dipl.-Ing. Ewald Graeber ist bei der Fa. Maschinenfabrik Fahr, Gottmadingen, tätig. Die vorliegende Arbeit wurde am Lehrstuhl für Landtechnik der Universität Hohenheim (Prof.Dr.-Ing. G. Segler) mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Betrachtet man gedroschene Körner, so stellt man im wesentlichen zwei Arten in der Ausbildung der Trennfläche fest, **Bild 1**. Eine genauere Untersuchung fördert zwei durch Querschnittsverminderung und eine Art Kerbwirkung bedingte Schwächezonen als potentielle Trennstellen der Verbindung Korn-Spindel zutage. Eine erste Zone bildet der Übergang vom Gewebestrang zum Korn, eine zweite der Übergang zur Spindel.

Bei einer Trennung im Bereich der ersten Zone bleibt der Strang meist ganz an der Spindel zurück und es tritt der untere, durch eine Trennschicht dunkelgefärbte Abschnitt des Keimes hervor, umgeben von einem ringförmigen Abbruch der etwa 0,05 mm starken Samenschale.

Bei der Trennung in der zweiten Zone (am Übergang zur Spindel) verbleibt ein Teil des Gewebestranges am Korn, der Keim wird so vor mechanischer Beschädigung und vor dem Eindringen von Bakterien oder Pilzen geschützt. Der Strang hemmt und filtert zutretendes Wasser, behindert jedoch auch den Stoffaustausch bei der Trocknung. Der Kornertrag liegt bis zu 0,7 % hö-

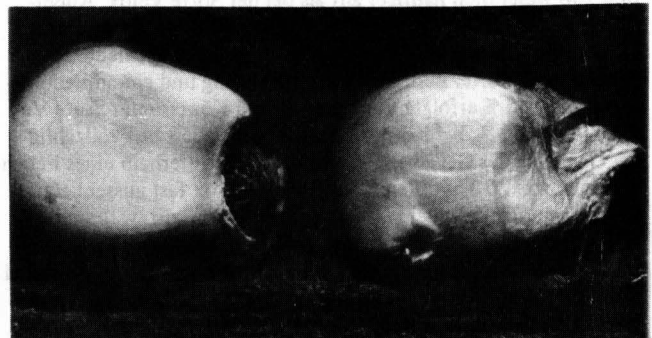


Bild 1. Unterschiedlich ausgebildete Trennstellen an Körnern.

her, wobei allerdings zu bedenken ist, daß der Gewebestrang hauptsächlich aus Rohfaser mit geringem Nährwert besteht.

Erwünscht ist eine Trennung im Bereich der zweiten Zone, vor allem im Hinblick auf die Gewinnung von Saatgut mit guter Keimfähigkeit. In Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Samenprüfung der Universität Hohenheim wurde festgestellt, daß - bei Prüfung nach der Tetrazolium - Methode *) vier Wochen nach dem Drusch - der Anteil der keimfähigen Körner um 50 % höher ist bei Körnern, an denen ein Teil des Gewebestranges verblieben ist, verglichen mit Körnern ohne Strangreste.

2. Beanspruchungsverhältnisse

Ohne Berücksichtigung der Abstützung der Körner durch die Spelzen ergeben sich die in Bild 2 dargestellten, für die Trennung maßgeblichen Beanspruchungen des Gewebestranges. Der Bruch erfolgt entsprechend den geometrischen Gegebenheiten an einer der beiden potentiellen Trennstellen.

Bei radialer Richtung der Trennkraft liegt keine Bevorzugung einer Trennstelle vor. Eine Trennkraft in axialer Richtung zur Spitze hin erzeugt am Übergang des Gewebestrangs zur Spindel ein größeres Biegemoment als am Übergang zum Korn. Außerdem ist der Biege widerstand an letzterem wesentlich geringer infolge des schmalen Querschnittes. Bei dieser Art der Beanspruchung ist also überwiegend eine Trennung an der erwünschten Stelle zu erwarten.

Bei Aufbringen einer Trennkraft in Richtung auf die Spindelbasis ergeben sich gegenüber dem zuvor geschilderten wesentlich bessere Dehnungsmöglichkeiten der Randfaser, das Korn schwenkt weiter, ohne daß ein Bruch eintritt. Schließlich stellt sich mit fortschreitender Schwenkung eine stärkere Beanspruchung der am Übergang zum Korn liegenden Trennstelle ein. Die größere Dehnungsmöglichkeit erklärt die etwas höhere Trennkraft und Trennarbeit bei Krafrichtung axial zur Basis gegenüber der axial zur Spitze.

Bei tangentialer Richtung der Trennkraft hat der ringförmige Übergang der Samenschale zum Gewebestrag den höchsten Biege widerstand, da die auf Zug und Druck beanspruchten Punkte weit auseinanderliegen. Dies gilt besonders für flache Körner, wie sie im Mittelabschnitt des Kolbens anzutreffen sind.

Eine Analyse der Häufigkeit der beiden vorwiegend auftretenden Trennformen bestätigt diese Überlegungen. Beim Abtrennen der Körner eines Kolbens der Sorte Inra 258 (Feuchtegehalt $U = 30\%$) durch Kräfte in den vier zuvor dargestellten Richtungen wurde das folgende Ergebnis erzielt:

Die unerwünschte Trennung an der Kornbasis, ohne anhängenden Gewebestrag, so daß die dunkle Trennungsschicht des Keimes sichtbar war, tritt auf bei:

- 75 % der Körner, wenn die Kraft radial wirkt;
- 17 % der Körner, wenn die Kraft tangential wirkt;
- 27 % der Körner, wenn die Kraft axial zur Spitze hin wirkt;
- 54 % der Körner, wenn die Kraft axial zur Basis hin wirkt.

Körner ohne anhängenden Gewebestrag traten bei der Sorte Inra 258 wesentlich häufiger auf als bei der Sorte Velox. Außerdem war eine starke Abhängigkeit von der Feuchtigkeit gegeben. Große Unterschiede zeigten sich auch zwischen verschiedenen Kolben einer Sorte. Bei radialer Krafrichtung und einem Feuchtegehalt über 40 % erfolgte die Trennung bei Körnern der Sorte Velox zu etwa 50 %, bei Körnern der Sorte Inra 258 fast vollzählig am Übergang des Gewebestrangs zum Korn. Unterhalb eines Feuchtegehalts von 20 % wurden bei der Sorte Velox fast ausschließlich Körner mit anhängendem Gewebestrag festgestellt, während diese Trennform bei Inra 258 immer noch verhältnismäßig selten auftrat. Neben den spezifischen Sorteneigenschaften kann hier der bei Inra 258 infolge der längeren Vegetationszeit stärker auftretende Pilzbefall eine Rolle spielen.

*) Die Tetrazolium-Methode ist ein Schnellnachweis der Keimfähigkeit: durch chemische Behandlung wird eine Verfärbung von lebendem (keimfähigem) Gewebe erreicht.

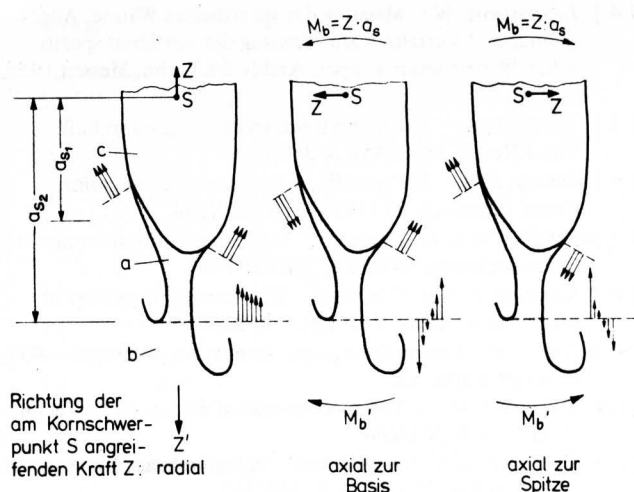


Bild 2. Beanspruchung des Gewebestrangs und vermutete Spannungsverteilung in den Trennzonen

- | | |
|---------------|---|
| a Gewebestrag | M_b Biegemoment |
| b Spindel | S Schwerpunkt des Kornes |
| c Korn | a_s Abstand des Schwerpunktes von der Trennzone |
| Z Trennkraft | |

3. Die Kraft zum Abtrennen eines Kornes

Bei Messungen der zum Abtrennen einzelner Körner aufzubringenden Kräfte ergaben sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Kolben. In der im Hinblick auf das technische Entkörnen interessanten Richtung radial zur Spindel gemessen betrug bei der Sorte Velox der niedrigste Mittelwert der an einem Kolben gemessenen Kräfte 8,73 N (0,89 kp), der höchste 16,28 N (1,66 kp), bei der Sorte Inra 258 ergaben sich entsprechende Werte von 10,69 und 16,48 N (1,09 und 1,68 kp). Das arithmetische Mittel aus den Messungen an 51 Kolben der Sorte Velox betrug 11,97 N (1,22 kp).

Die Intensität des Drusches muß sich nach dem größten auftretenden Trennwiderstand richten, sollen Ausdruschverluste vermieden werden. Das technische Entkörnen ließe sich daher wesentlich schonender durchführen, wenn ein gleichmäßig niedriger Trennwiderstand vorhanden wäre. Zur Herabsetzung der Trennfestigkeit der Verbindung Korn-Spindel kommen vor allem züchterische Maßnahmen in Frage. Angesichts der großen Streuung bei Kolben einer Sorte dürfte die Selektion nicht schwer fallen.

4. Zusammenfassung

Die Verbindung Korn-Spindel weist zwei potentielle Trennstellen auf. Für die Wahrscheinlichkeit, daß an einer bestimmten Trennstelle der Bruch eintritt, sind hauptsächlich Sorteneigenschaften, Feuchtegehalt und Beanspruchungsrichtung maßgebend. Bricht die Verbindung Korn-Spindel an der Nahtstelle zur Spindel, so bleibt der Gewebestrag am Korn hängen und schützt das Korn vor Umwelteinflüssen. Zum Trennen der Verbindung Korn-Spindel müssen Kräfte bis über 15,7 N (1,6 kp) aufgebracht werden. Eine gleichmäßig niedrige Trennfestigkeit wäre erwünscht, um den Drusch schonend durchführen zu können.

Schrifttum

- [1] Graeber, E.: Schlagdrusch von Maiskolben, Hohenheimer Arbeiten Nr. 73, Stuttgart: Eugen Ulmer 1973.
- [2] Brown, W.L.: Physical Characteristics of corn of the future, Proceedings of the Twentieth Annual Corn Industry Research Conference 1965, S. 7/16.