

Gerd Joachim Sauter und Edmund Isensee, Kiel

Mähdrusch und Lagerung von Krambe

Erste Erfahrungen zur Ernte eines neuen, nachwachsenden Rohstoffes

Die Ölpflanze Krambe liefert ein Öl mit einem hohen Anteil an Erucasäure als Rohstoff für die chemische Industrie. Nachfolgend werden spezielle Aspekte zum Mähdrusch und zur Trocknung dieser Kultur betrachtet und wichtige Stoffeigenschaften herausgestellt. Die vom Mähdrescher angelieferte Saat ist mit hohen Besatzanteilen verunreinigt, so dass die Trocknung sehr aufwendig und kostenintensiv ist. Daher wurden in Laborversuchen die nötigen Stoffeigenschaften des Erntegutes ermittelt. Hierzu zählen Kenntnisse über die geometrische Größe, die Schwebegeschwindigkeit, das Feuchtegleichgewicht und den zu erwartenden Gegendruck beim Belüften.

Dipl.-Ing. agr. Gerd Joachim Sauter arbeitet seit 1997 am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität (Direktor: Prof. Dr. Edmund Isensee), Max-Eyth-Str. 6, 24118 Kiel, und beschäftigt sich mit der Ernte und Trocknung von Krambe. Das Vorhaben wird durch die Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe (FNR) in Gülzow gefördert.

Schlüsselwörter

Nachwachsende Rohstoffe, Krambe, spezifische Stoffeigenschaften, Ernte und Lagerung

Keywords

Renewable resources, crambe (*crambe abyssinica*), specific material properties, harvest and storage

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99112 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Krambe (*crambe abyssinica*) ist eine einjährige Ölpflanze aus der Kreuzblütler-Familie, die als nachwachsender Rohstoff genutzt wird. Der Erucasäureanteil von nahezu 60% und die einheitliche Zusammensetzung von Krambeöl machen es für die Industrie sehr interessant.

Eine botanische Besonderheit besteht darin, dass eine Schote jeweils nur ein Korn enthält. Bei der Ernte mit dem Mähdrescher wird die "Krambesaat" (Samen und Schote) geerntet. Diese Schoten sitzen an einem stark verzweigtem Stengel und reifen uneinheitlich ab. Je nach Reifezustand besteht ein hohes Risiko des Ausfallens (Abfallen) vor und während der Ernte, besonders vor dem Schneidwerk des Mähdreschers.

Aus technischer Sicht ist die geringe Schüttdichte des Erntegutes von Bedeutung. Mit 300 kg/m³ werden Transport- und Lagerkapazitäten schlecht ausgenutzt. Die geringe Schwebegeschwindigkeit der Saat bereitet Probleme in der Reinigung. Eine Windsichtung kann die Samen nicht ausreichend von fremden Besatzanteilen abtrennen.

Die praxisgerechte Ernte, Trocknung und Lagerung von Krambe erfordern grundlegende die Kenntnisse spezifischer physikalischer und biologischer Stoffeigenschaften.

Geometrische Abmessung

Die Korngröße ist ein wesentliches Element zur Kennzeichnung von Schüttgütern [6] und Auswahl von von Separierungseinrichtungen.

Aus dem Durchmesser und dem Anteil der jeweiligen Teilchen im Schüttgut ergibt sich die Korngrößenverteilung [1]. Sie ist für eine Reinigung der Saat von grundlegender Bedeutung und kann durch eine Korngrößenanalyse ermittelt werden.

Eine verständliche Darstellung der Ergebnisse ist die Häufigkeitskurve (%/mm). Die Ergebnisse für Saat und Besatz sind in *Bild 1* dargestellt. Der Besatz, bestehend aus grünem Pflanzenmaterial und Beikrautsamen (etwa Weißer Gänsefuß), überschneidet sich in seiner Größenverteilung mit der von geschälter Saat (ohne Schoten). Eine Abtrennung von 91,6% des Besatzes ist durch die Verwendung eines 1,8 mm Siebens möglich,

jedoch nur mit Verlust von 7,6% an geschälter Saat. Ungeschälte Saat kann durch Sieben vom Besatz getrennt werden, da deren Korngröße deutlich abweicht. Das Spektrum des Besatzes besitzt seinen Schwerpunkt im Bereich von 1,3 bis 1,9 mm. Geschälte Saat wird in den Siebfractionen von 1 bis 2,5 mm aufgefangen. Ungeschälte Saat besitzt eine Bandbreite von 2 bis 4 mm.

Die Schwebegeschwindigkeit

Unter der Schwebegeschwindigkeit versteht man diejenige Geschwindigkeit einer Luftströmung, bei der der Strömungswiderstand (FW) im Gleichgewicht mit der Gewichtskraft (FG) des Gutes ist [5]. Sie ist eine physikalische Stoffeigenschaft, die man sich beim Trennen von Haufwerken im Luftstrom (Sichten) und bei der pneumatischen Förderung zunutze macht.

Da die Bestandteile einer Saat nicht identisch sind, streut die Schwebegeschwindigkeit. Sie wird deswegen in Kurvenform als Schwebekennlinie angegeben [5]. Für saubere und mit Besatz verschmutzte trockene Krambesaat wurde die Schwebekennlinie an einem Prüfstand am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim ermittelt.

5% des besatzfreien Gutes werden bei 3,9 m/s Luftgeschwindigkeit abgeschieden (*Bild 2*). Die 95%-Summenabscheidung liegt bei 6 m/s. Mit starkem Besatz verunreinigte Saat unterscheidet sich bei niedriger Luftgeschwindigkeit. Mit zunehmender Luftgeschwindigkeit werden mit dem Besatz auch einzelne Krambekörner aus der Schüttung abgeschieden. Folglich nähert sich die Kurve der der vorgereinigten Saat. Ab 4,7 m/s (Summenabscheidung von etwa 45%) gehen die beiden Kurven ineinander über.

Da die Schwebegeschwindigkeiten von Besatz und Saat sehr eng aneinander liegen und sich überschneiden, kann keine saubere Trennung erfolgen. Dieses Reinigungsprinzip ist weder für den Mähdrusch noch für die stationäre Aufbereitung geeignet.

Das Feuchtegleichgewicht

Das Feuchtegleichgewicht bildet die Grundlage, um die Kornfeuchte zu ermitteln oder die Trocknungsanlage zu steuern. Es kann in

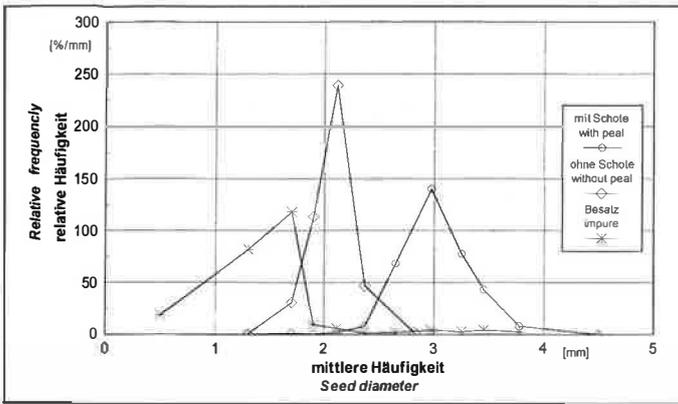


Bild 1: Relative Häufigkeitsverteilung von Krambesaat (mit Schote, ohne Schote und Besatz)

Fig. 1: Relative frequency distribution of crambe seed (with hull, without hull and other material than seed)

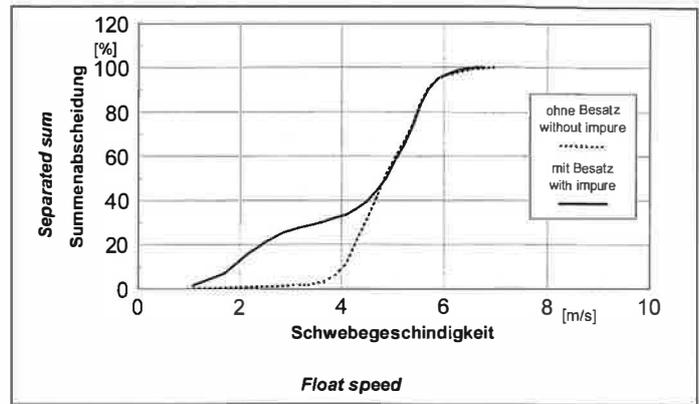


Bild 2: Schwebekennlinien von Krambesaat mit und ohne Besatz (trocken)

Fig. 2: Suspension characteristic curve of crambe seed with and without material other than seed

der Klimakammer bestimmt werden. Die Gleichgewichtskurve wurde in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe für ungeschälte, geschrotete Krambe durch Adsorption bestimmt. Nach einer Trocknung im Vakuumtrockenschrank bei 65°C wurden die Proben sieben Tage bei einer Temperatur von 25°C neun verschiedenen Luftfeuchten ausgesetzt. Aus diesen Messpunkten wird mit einem Regressionsprogramm die Feuchtegleichgewichtskurve als quadratische Funktion dargestellt (Bild 3). Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65 % stellt sich eine Gutfeuchte von 9 % ein. Diese entspricht der derzeitigen Handelsbasis.

Gegendruck einer Krambe-Schüttung

In Schüttungen entsteht beim Durchströmen von Luft ein Gegendruck, auch Druckabfall genannt. Das zur Luftförderung eingesetzte Gebläse muss diesen Gegendruck, der abhängig von der Gutart, der Schütthöhe und der Luftgeschwindigkeit ist, überwinden [2, 4, 7, 8]. Das Gebläse muss für diesen Bereich druckstabil sein.

Der Druckabfall einer Krambe-Schüttung wurde an einem Fluidisierungs-Prüfstand am Institut für Agrartechnik in Hohenheim ermittelt. Ein steigender Luftstrom durchdringt die Schüttung, wobei der jeweilige Druck registriert wird. Gemessen wurden zwei Proben (7,5 kg), die sich in ihrem Besatz unterschieden (2 und 13 %), und zum Vergleich Rapsaat (7,5 kg).

Die gewonnenen Ergebnisse wurden zu Regressionsgeraden (Bild 4) für eine Schütthöhe von einem Meter verrechnet. Der Besatz führte zu erhöhtem Druckabfall. Wie der Vergleich zu Raps zeigt, blieb der Druckabfall insgesamt auf einem geringen Niveau. Mit Hilfe dieser Kurven lässt sich der Druckabfall für verschiedene Trocknungsverfahren schätzen. Bei einer Lagerbelüftungstrocknung mit 2 m Schütthöhe (Luftgeschwindigkeit = 0,05 m/s) wird in Abhängigkeit vom Besatz ein Druckabfall von 200 bis 440 Pa entstehen. Dies entspricht der Hälfte des Wertes für Raps (700 Pa). Bei einer Warmluft-Sattrocknung (Luftgeschwindigkeit = 0,33 m/s) muss mit einem Druckabfall von 1000 bis 1800 Pa gerechnet werden; für Raps 3400 Pa.

Zusammenfassung

Die fachgerechte Ernte und Trocknung von Krambe erfordert die Kenntnis von spezifischen Stoffeigenschaften des Gutes. Daraus lassen sich geeignete Methoden zur Aufbereitung und Trocknung ableiten. Die oben angeführten Ergebnisse zeigen, dass eine Reinigung des Erntegutes durch Sichter nicht effektiv ist. Dagegen ist eine Reinigung nach Größe möglich. Eine geeignete Siebsortierung kann den Besatz von ungeschälter Saat trennen. Geschälte Saat und der Besatz besitzen ähnliche Korngrößen und können daher nicht scharf voneinander getrennt werden. Die Reinigung mit Sieben ist daher mit einem Verlust geschälter Saat verbunden. Daher muss der Mähdrescher so eingestellt werden, dass die Schoten erhalten bleiben. Gereinigte (saubere) Saat reduziert den Aufwand für das Trocknen, da der Druckabfall in der Schüttung geringer ist und die Trocknung des feuchten Besatzes entfällt. Die Lagerfähigkeit des Gutes wird analog zu Raps und Sonnenblumen bei einer Kornfeuchtigkeit von 9 % erreicht.

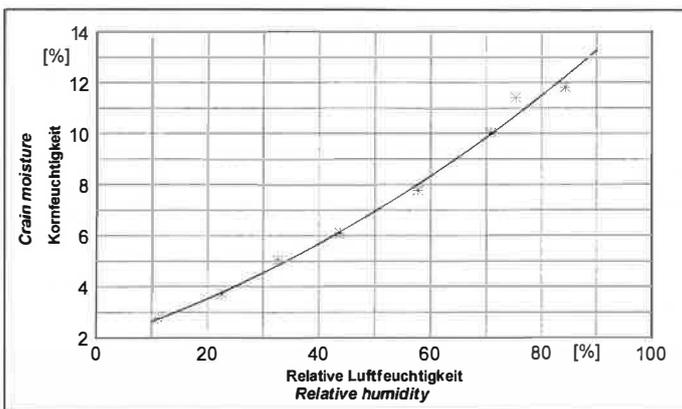


Bild 3: Adsorptionsisotherme von Krambesaat bei 25 °C

Fig. 3: Adsorption isotherms of crambe seed at 25 °C

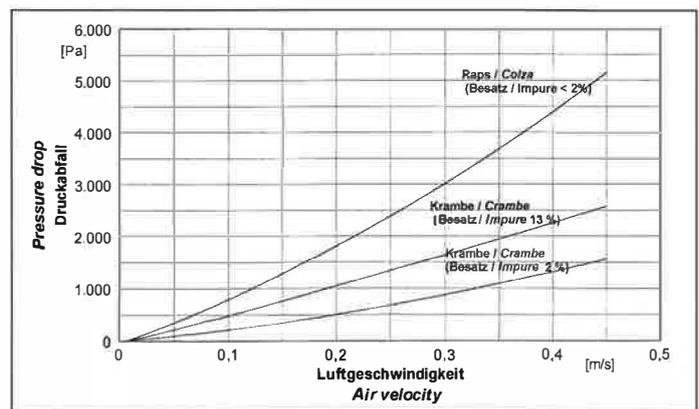


Bild 4: Druckabfall von Saatschüttungen bei steigender Luftgeschwindigkeit

Fig. 4: Pressure drop of seed bulk with increasing air speed