

André Heinrich, Adolf Belter und Siegfried Firus, Dresden

Zerkleinerung von Kartoffeln zur Stärkegewinnung

Für die Gewinnung technischer Kartoffelstärke während der Ernte wird eine leistungsfähige Zerkleinerungseinrichtung für rohe Kartoffeln benötigt. Der mechanische Aufschluss soll soweit erfolgen, dass zunächst ein Optimum in der Abtrennung des Fruchtwassers erreicht wird. Stichprobenartige Untersuchungen ergaben, dass die in der Lebensmittelherstellung und in der Kartoffelstärkeindustrie verwendeten Zerkleinerer im ersten Fall nicht weit genug auflösen und im zweiten Fall die spezifische Leistungsfähigkeit für den mobilen Prozess nicht ausreicht. Deshalb wurde eine zweistufige Zerkleinerung mit Cracker und Mahlwalze getestet. Der erreichbare Zerkleinerungsgrad ermöglicht eine Abscheidung des Fruchtwassers durch eine universelle Schneckenzentrifuge mit Feststoffgehalten von mindestens 45 %.

Das Ziel der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Zerkleinerung von rohen Kartoffeln ist eine zweckmäßige, kontinuierlich arbeitende Vorrichtung für den mobilen Einsatz einer Maschine zur Gewinnung eines Kartoffelstärke-Faser-Substrates.

Zunächst soll das Fruchtwasser freigesetzt werden, das 72 bis 75 % der Kartoffelmasse ausmacht, um es im Ernteprozess wieder auf dem Acker zu verteilen.

Die weitere technische Verwendung der Kartoffelstärke als Bindemittel oder Polymer-Rohstoff für thermoplastische Materialien zu biologisch abbaubaren Werkstoffen erfordert auch die Freisetzung des Stärkekorns.

Gegenüber der herkömmlichen Technologie zur Stärkegewinnung soll auf die kostenintensive Trennung der Kartoffelschalen und Gewebereste aus der Stärke verzichtet werden, da in die neueren Werkstoffe auf Basis der Kartoffelstärke ohnehin Füllstoffe, etwa Zellstofffasern, integriert werden.

*Dipl.-Ing. André Heinrich, Dipl.-Ing. Adolf Belter und Dr.-Ing. Siegfried Firus sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Verarbeitungsmaschinen, Landmaschinen und Verarbeitungstechnik der Technischen Universität Dresden, Lehrstuhl für Landmaschinen, Bergstraße 120, 01069 Dresden, e-mail
Die Arbeiten wurden durch eine Sachbeihilfe der DFG gefördert.*

Technisch-physikalische Charakteristik der Kartoffel

Die Knollenform, züchterisch beeinflusst, ist kugelförmig bis ellipsoidförmig oder auch ausgesprochen lang. Kleine Kartoffeln nähern sich meist der Kugelform.

Die Teilemasse, die für die Verwertung und Verarbeitung interessant ist, beginnt bei 15 g und erreicht Werte bis 800 g, je nach Sorte und Ertragslage. Masseäquivalente Kugeln haben dann Durchmesser von 30 bis 112 mm. Die Dichte des ungestörten Kartoffelgewebes beträgt durchschnittlich $1,09 \text{ g/cm}^3$.

Der Elastizitätsmodul für eine erntefrische Kartoffel wird mit 4,5 MPa angegeben. Die Bruch- (Druck-)festigkeit im unmittelbaren Schalenbereich beträgt 0,46 MPa ($\pm 10 \%$), während das Mark, das

Gewebe im Knolleninnern, durchschnittlich nur 0,20 MPa ($\pm 10 \%$) verträgt [1].

Zerkleinerung verwandter Stoffe (Produkte)

Zerkleinert wird mit dem Ziel, eine kompakte Materialstruktur aufzulösen, um

- die enthaltenen verschiedenen Komponenten trennen zu können, etwa das Erz aus dem Gestein, Getreidestärke aus der Schale oder Kartoffelstärke aus dem Kartoffelgewebe, den Fruchtsaft aus dem Obstfruchtgewebe (Äpfel, Beeren, Weintrauben)
- den chemischen oder fermentativen Aufschluss zu beschleunigen, etwa Holz-Zellstoff-Aufschluss, Verdaulichkeit von Futterpflanzen und Getreidekörnern und auch
- die Manipulierbarkeit in der Transport-, Umschlags- und Verarbeitungstechnologie zu verbessern, etwa Hackfruchtstücke zur Trocknung, Mais zur Verdichtung und Silierung (Konservierung).

Unter diesem Gesichtspunkt ist deshalb der Entwicklungsstand der Zerkleinerungstechnik für Stoffe mit ähnlicher Morphologie oder für Technologien mit gleicher Zielstellung von Interesse.

Die Zerkleinerung von Äpfeln zur Mostgewinnung erfolgt mit vorwiegend schneidenden Elementen mit dem Ziel, noch einen wesentlichen Anteil an faserigen Stücken zur Sicherung der Drainage-Wirkung in der Saftpresse zu erhalten [4].

Die Zerkleinerung von Zuckerrüben hat ebenfalls zum Ziel, den feinstückigen Charakter zur Verbesserung des Pressvorganges zu erhalten, der Schnitzler ist also mit einer Vielzahl kleiner Schneidelemente ausgestattet.

Ähnlich wie für die Technologie des Saftabpressens wird die Zerkleinerung der Ölsaaten durch ein Grobmahlen für das folgende Pressen bestimmt.

Dagegen werden Getreidekörner für die Mehlherstellung in einem Maße aufgelöst, wie es auch zur Gewinnung der Stärke aus den Kartoffeln von Interesse ist. Insbesondere Walzen-Mahlvorrichtungen lösen die Kornstruktur in einer Weise auf, die auch für die Kartoffelzerkleinerung von Interesse ist.

Zerkleinerungstechnik für rohe Kartoffeln

Die Zerkleinerung von rohen Kartoffeln erfolgt im Haushalt oder in der industriellen Vorfertigung für die Bereitung von Kartoffelpuffern oder zur Trocknung für ein spezielles Kloßmehl mit der Aufgabe, im Wesentlichen feine Gewebestückchen zu erzeugen und den Anteil freier Stärkekörner zu begrenzen. Hierzu werden vorwiegend Zylinder-Reiben eingesetzt, in

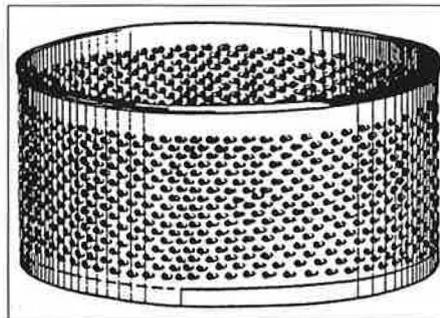


Bild 1: Reibzylinder der Schleuderfräse

Fig. 1: Cylinder of the spin-grater

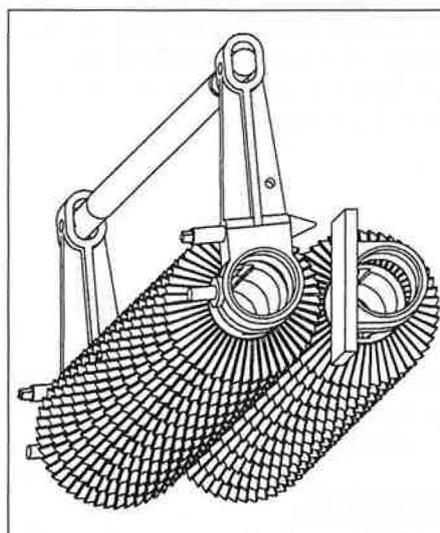


Bild 2: Cracker-Walzen eines Feldhäckslers

Fig. 2: Cracker-rollers of a forage harvester

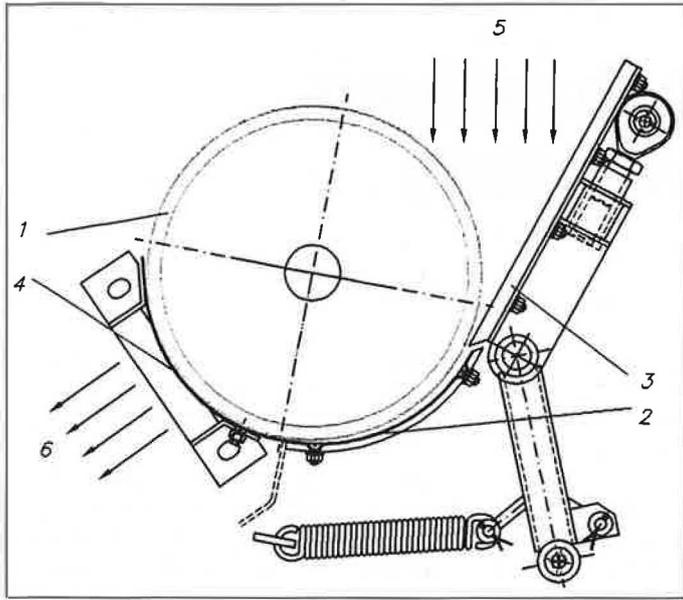


Bild 3: Mahlwalze mit Reibboden und Siebboden: 1-Mahlwalze, 2-Reibboden, 3-Steinsicherung, 4-Siebboden, 5-vorzerkleinerte Kartoffeln, 6-zerkleinerte Kartoffeln

Fig. 3: Milling roller in connection with grater and sieve bottom: 1-milling roller, 2-grater, 3-stone safety device, 4-sieving bottom, 5-pre-mashed potatoes, 6-mashed potatoes

denen die geschälten Kartoffeln durch rotierende Mitnehmer am feststehenden Reibzylinder vorbeigezogen und sukzessive zerrieben werden (Bild 1).

Wie die Analyse der Größenzusammensetzung der Reibselteilchen zeigt, ist eine ausreichende Stärkefreisetzung nicht gegeben.

Die Kartoffelstärke-Industrie verwendet für die Freisetzung der Stärke-Körner vorzugsweise die sogenannten Sägeblatt-Reiben. Aus fertigungstechnischen und Verschleißgründen werden Sägeblätter, ähnlich denen aus der Metallverarbeitung, parallel zur Mantellinie im umlaufenden Zylinder angeordnet. Die Kartoffeln werden gegen die Reibfläche gedrückt (durch die gezielte Gestaltung der Zuführeinrichtung) und schichtweise das Kartoffelgewebe abgetragen. Größere Stücke aus dem Randbereich und Endbereich werden in einem Siebboden zurückgehalten und nachzerkleinert.

Zerkleinerung durch Cracker- und Mahlwalzen

Ausgehend von der Prinzipalanalyse wurde ein sogenannter Cracker, entwickelt für die Nachzerkleinerung im Silomais-Häcksler, für die Zerkleinerung der rohen Kartoffeln eingesetzt. Die Keilscheibenform (Bild 2) sichert eine hohe spezifische Durchsatzleistung und effektive Energieumsetzung zur Zerkleinerung.

Es zeigte sich, dass dieser Zerkleinerungsgrad für den Zweck der Reibselentwässerung auf der Maschine noch nicht ausreicht. Der Einfluss der Drehzahl ist dabei gering.

Den Crackerwalzen wurde deshalb eine Mahlwalze mit Reibboden und Siebboden nachgeschaltet (Bild 3). Die Ergebnisse mit verschiedenen Einstellungen zeigt Bild 4.

Bei den Versuchen im Labor mit mittelgroßen Kartoffeln war zu beobachten, dass diese unmittelbar zerdrückt und durch die Crackerwalzenpaarung hindurchgingen.

Bei großen und erntefrischen Kartoffeln wurde ein verzögertes Zerkleinern dahingehend festgestellt, dass zu Beginn ein Reiben eintritt und erst bei Erreichen einer passenden Größe ein Brechen und Einziehen eintritt. Dieser Reibeeffekt macht sich in einem höheren Feinanteil im Reibsel bemerkbar, im Vergleich zu den sonst unter gleichen Bedingungen, aber mit einem Messer vorzerkleinerten Kartoffeln (nicht dargestellt) [5].

Schlussfolgerungen

Die Reibsel aus den Versuchen mit Cracker, einschließlich Mahlwalze mit

Reib- und Siebboden, ließen sich im Labor-Dekanter bis auf einen Feststoffgehalt von 45 % entwässern, ohne Unterschied zu dem Material aus der Sägeblattreibe.

Eine Optimierung des Zerkleinerungsgrades unter dem Gesichtspunkt der Freisetzung und mechanischen Abtrennung des Fruchtwassers erfordert noch weitere Arbeiten einschließlich der Variation der Mahlwalzen-Kombination mit Reib- und Siebboden.

Die Verarbeitung der Stärke erfolgt hauptsächlich in trockenem Zustand, nach der mechanischen Entwässerung auf der Maschine wird also eine stationäre Trocknung erforderlich. Werden im Rahmen dieser Trocknung Wassergehalte (Feuchtigkeitswerte) unter 12% erreicht, ist dann ein weiterer Aufschluss zur Freisetzung der noch teilweise im Gewebe eingeschlossener Stärke durch Vermahlung auf Walzen- oder Prallmühlen möglich. Der Grad des Aufschlusses kann an die Verwendungsform angepasst werden.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 98506 erhältlich.

Schlüsselwörter

Kartoffelstärke, Ernte von Kartoffelstärke-Faser-Gemisch, Kartoffelzerkleinerung, Fest-flüssig-Trennung von Kartoffelreibsel

Keywords

Potato starch, harvest of potato starch-tissue-mixture, potato rasping, solid-fluid-separation of potato-pulp

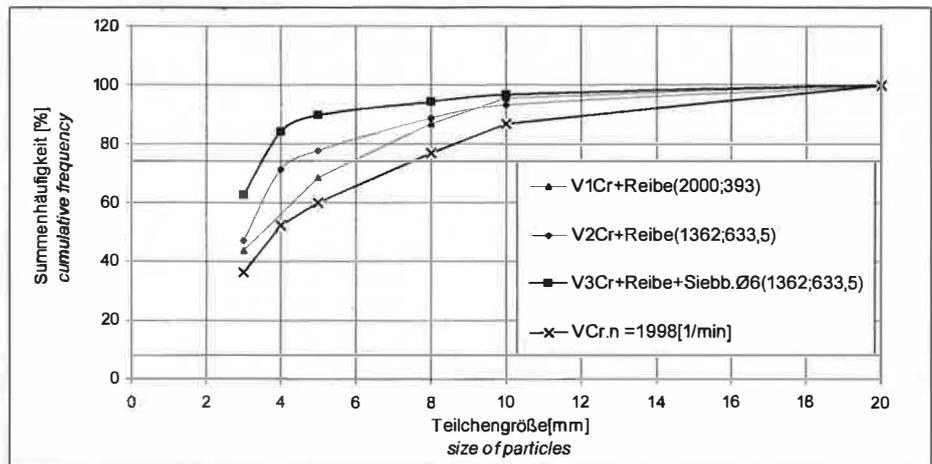


Bild 4: Teilchengrößen bei unterschiedlicher Konfiguration: Cr + Reibe: -Cracker mit Reibe; V1 und V2: Unterschiedliche Drehzahlkombination; V3 Cr + Reibe + Siebb.: Cracker, Reibe und Siebboden, Lochdurchmesser 6 mm; Cracker-; Walzendrehzahlen in Klammern; V CR: Cracker allein

Fig. 4: Particle sizes at different configurations: Cr + Reibe: cracker with grater; V1 and V2: different combinations of rotations; V3: Cr + Reibe + Siebb.: cracker with grater and sieve bottom, hole diameter 6 mm; cracker and roller rotations in parenthesis; V CR: cracker only