

Bild 8. Autokorrelationsfunktion des Weg-Zeit-Verlaufs; a) Variante mit Schüttelstern, b) Variante ohne Schüttelstern

benen geometrischen Verhältnissen nicht ausbilden können.) Dieses starke Auftreten der 2. Oberwelle im Weg-Zeit-Verlauf, durch die Autokorrelation besonders betont, ist aus dem Spektrum auch ersichtlich. Die 2. Oberwelle ist in beiden ausgewerteten Varianten sehr stark ausgebildet und wird durch die Berechnung der Autokorrelationsfunktion nochmals hervorgehoben.

Wie gesagt, können die Autokorrelationsfunktionen in ihrem Verlauf durch die zugehörigen Spektraldarstellungen der zeitlichen Vorgänge erklärt werden. Daraus ergibt sich, daß auch aus den Autokorrelationsfunktionen kein Unterschied im Verhalten der beiden ausgewählten Ausrüstungsvarianten zu entnehmen ist.

4. Zusammenfassung

Die durchgeführten Analysen des Bewegungsverhaltens von Siebketten an Kartoffelerntemaschinen unter Feldbedingungen ergeben, daß der Unterschied der Absiebleistung zwischen den beiden ausgewählten Ausführungsformen nur durch die vergrößerten Schwingwegamplituden und damit auftretenden höheren Beschleunigungsamplituden und Energien, nicht aber durch unterschiedliche Frequenzverteilungen erklärt werden kann. Bei der gegebenen Amplitudenverteilung werden besonders hohe Energieanteile der niedrigen Frequenzen wirksam.

Literatur

- 1/ Recker, W.: Untersuchungen über das Bewegungsverhalten von Siebketten für Kartoffelerntemaschinen. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 12, S. 571-574.
- 2/ Dreessen, W.: Untersuchungen über den Einfluß verschiedenen Schwingungsverhaltens von Siebketten auf deren Absiebwirkung. Unveröffentl. Arbeitsbericht IIM 1974. A 9495

Nährstoffgehalt und Verweilzeit von Kartoffelschnitzeln bei der Trocknung im Trommeltrockner UT 67

Chem. H. Kalisch, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

Die Qualität von Trockengut wird nach der „Anordnung über den Einkauf und den Handel mit Trockengut“ im wesentlichen nach dem Wassergehalt bewertet (beste Qualitätsklasse 8 bis 14 Prozent Wassergehalt). Eine Probe von Kartoffeltrockenschnitzeln aus dem Trommeltrockner UT 66 zeigte bei einem Wassergehalt von 10 Prozent erhebliche Verbrennungen an einzelnen Gutpartikeln, die mit Nährstoffverlusten verbunden waren (Tafel 1).

Die Ursachen für diesen Effekt waren bei diesem Trockner unbekannt. Es wurde deshalb die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob unterschiedliche Verweilzeiten von Teilchengruppen, wie sie bei Untersuchungen von Grün gut festgestellt wurden [2, 3], für diese Verbrennungen und in ihrer Folge für Nährstoffschäden bei der Kartoffeltrocknung verantwortlich zu machen sind. Dazu waren Verweilzeitmessungen und Nährstoffuntersuchungen von Kartoffelschnitzeln erforderlich. Der Praxisversuch erfolgte an einer Trocknungsanlage Typ UT 67.

2. Verweilzeitspektren

Die Verteilung der Aufenthaltszeiten von Partikeln einer Substanz, die zu einem Zeitpunkt $t = 0$ in eine kontinuierlich arbeitende verfahrenstechnische Anlage eingebracht worden sind, bezeichnet man als Verweilzeitspektrum $z(t)$.

Aus gemessenen Verweilzeitspektren kann die mittlere Verweilzeit \bar{t} nach der Formel

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{\infty} z(t) t dt}{\int_0^{\infty} z(t) dt}$$

errechnet werden.

Als weiteres Charakterisierungsmerkmal für Verweilzeitspektren gilt der Variationskoeffizient V_t , der ein Maß für die Streuung um die mittlere Verweilzeit ist. Die Berechnung erfolgt nach der Formel

$$V_t^2 = \frac{\int_0^{\infty} (t - \bar{t})^2 z(t) dt}{\int_0^{\infty} z(t) dt}$$

Eine aus der Varianz V_t^2 berechenbare Größe, die in der Verfahrenstechnik verwendet wird, ist die nach

$$n = \frac{1}{V_t^2}$$

abgeleitete äquivalente Rührstufenzahl n . Mit Hilfe der Rührstufenzahl und der Form des gemessenen Verweilzeit-

Tafel 1. Nährstoffschäden durch Verbrennungen beim Trocknungsprozeß von Kartoffeln (Mittelwerte von jeweils 7 Proben)

Trockenschnittzel	Aussortierte Anteile %	Trockenmasse %	Rohasche %	Rohprotein ¹ %	Stärke ¹ %
hell	64	90,00	4,67	7,91	60,84
dunkel	24	90,21	6,19	7,28	40,49
verkohlt	12	90,30	8,71	6,39	23,57

¹ Stärke und Rohprotein über Rohasche korrigiert

spektrums können Prozesse zwischen zwei theoretischen Grenzfällen (idealer kontinuierlicher Mischer, idealer Förderer) eingeordnet werden.

Die Verweilzeitmessung ist eine wesentliche Methode, um landwirtschaftliche Trommeltrockner zu beurteilen und sinnvolle konstruktive Veränderungen für Trocknungsanlagen abzuleiten.

3. Meßverfahren

Die Messung von Verweilzeitspektren ist in vielen Praxisfällen erst durch die Anwendung von radioaktiven Nukliden möglich geworden. Zur Markierung von zerkleinerten Kartoffeln wird das vielfach bewährte Nuklid Au-198 ¹/₂/₃ verwendet.

Im Handel ist das Nuklid als H₂AuCl₄-Komplex erhältlich und wird durch Ausschütteln mit einer Lösung von Tri-n-Octylamin in Tetrachlorkohlenstoff in die organische Phase überführt. Diese Lösung wird nach Verdünnen mit Tetrachlorkohlenstoff auf ein Volumen von 4 l durch gleichmäßiges Besprühen auf das Gut gebracht. Im allgemeinen verwendet man 1 bis 5 mCi auf etwa 20 kg Gut. Zur Wiederauffindung einzelner Teilchen für die Nährstoffanalyse dienen 50 mCi auf 400 kg zerkleinerte Kartoffeln.

Die Zugabe des markierten Gutes (Zeitpunkt t = 0) erfolgt an der Förderschnecke am Trommleingang, die Probenahme an der Austragschnecke hinter dem Ausfallgehäuse in Form von Sammelpuben über zwei Minuten. Der Indikatorgehalt des Gutes einer Versuchsserie gleicher Probenmengen (0,6 bis 2 kg) wird mit Hilfe einer Szintillationsmeßanordnung bestimmt (Meßzeit 0,1 bis 0,3 min). Dabei kann der Nulleffekt automatisch abgezogen und jeder Meßwert mit dem Ergebnisdrucker VA-G-22 ausgedruckt werden. Die Berechnung der Verweilzeitkurven erfolgt mit dem elektronischen Rechner des Instituts.

Nach Messung der Proben für die Berechnung des Verweilzeitspektrums werden mit Hilfe des Meßplatzes VA-M-14 mit angeschlossenem Geiger-Müller-Fensterzählrohr, bei Anwendung der akustischen Anzeige aktive Partikelgruppen von ausgewählten Verweilzeitbereichen aussortiert und folgenden Bestimmungsmethoden unterworfen:

- Masse von 1000 Teilchen
- Trockenmasse
- Rohasche
- Rohprotein
- Stärke.

Tafel 2. Masse und Nährstoff im Bereich des Verweilzeitspektrums bei der Trocknung von Kartoffeln im Trommeltrockner UT 67

Verweilzeit min	Masse von 1000 Teilen g	Trockenmasse %	Rohasche ¹ %	Rohprotein ¹ %	Stärke ¹ %	Summenhäufigkeit des Indikatoranteils %
46 ... 48	162					≈ 5
50 ... 52	196					≈ 7
54 ... 56	223	94,61 ± 0,35	6,05 ± 0,25	13,26 ± 0,65	57,49 ± 2,22	≈ 10
58 ... 64	350	94,61 ± 0,35	6,05 ± 0,25	12,95 ± 0,74	57,31 ± 1,42	≈ 15
80 ... 84	417					≈ 45
90 ... 92	547	94,20 ± 0,14	6,05 ± 0,10	12,36 ± 0,43	58,96 ± 2,13	≈ 60
114 ... 116	660	93,35 ± 0,37	5,59 ± 0,23	12,07 ± 0,51	57,93 ± 2,34	≈ 85
130 ... 132	706	93,35 ± 0,63	5,76 ± 0,10	12,22 ± 0,32	56,95 ± 0,97	≈ 95

¹ Nährstoff in 100 Prozent Trockenmasse

$$\bar{x} = \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \text{ bei } \alpha = 1 \text{ Prozent für je 7 Proben}$$

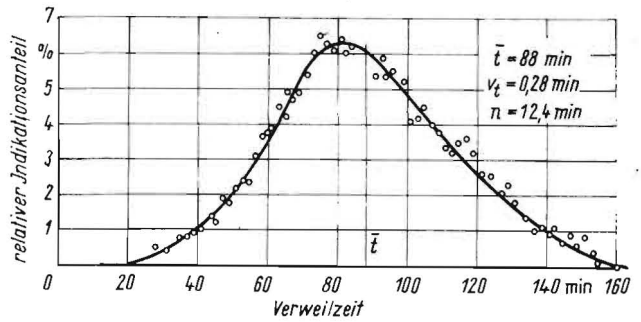


Bild 1. Differenzielles Verweilzeitspektrum für die Trocknung von Kartoffeln im Trommeltrockner UT 67

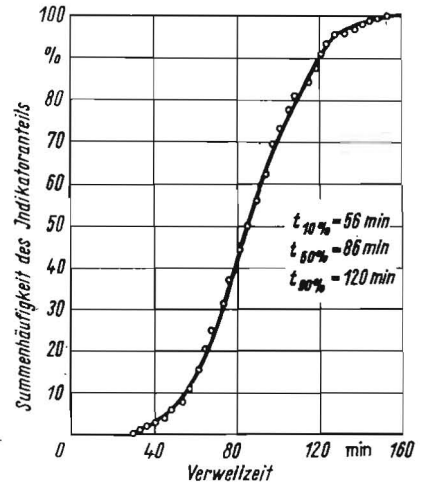


Bild 2. Integrales Verweilzeitspektrum für die Trocknung von Kartoffeln im Trommeltrockner UT 67

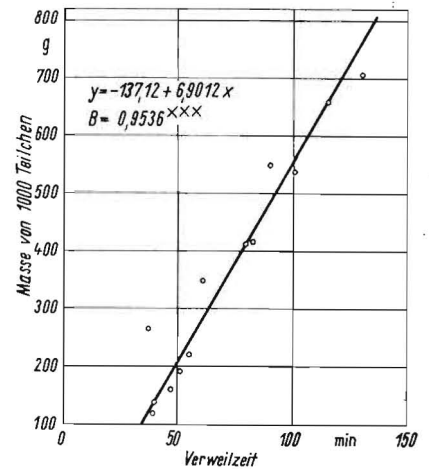


Bild 3. Aufenthaltsdauer von aktivierten Kartoffelteilchen unterschiedlicher Masse beim Trocknungsprozeß im Trommeltrockner UT 67

4. Ergebnisse

Bei der Trocknung von Kartoffeln im Trommeltrockner UT 67 werden bei Partikeln Verweilzeiten zwischen 30 und 160 min gemessen (Bilder 1 und 2). Die mittlere Verweilzeit von $\bar{t} = 88$ min sowie der Variationskoeffizient $V_t = 0,28$ und die äquivalente Rührstufenzahl $n = 12$ weisen auf einen gleichmäßigen Materialdurchgang hin und charakterisieren den Prozeß als realen Fördervorgang.

Dabei besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Masse von 1000 Teilchen und der Verweilzeit (Tafel 2, Bild 3), d. h., die Verweilzeiten verhalten sich wie die Teilchenmassen, so daß große schwere Kartoffelschnitzel auch länger im Trockner verweilen als kleine leichte Teile.

Untersuchungen von Kartoffelschnitzeln mit einer zugeordneten Verweilzeit (Prohen aus dem ansteigenden Kurvenverlauf, der Nähe des Maximums und dem auslaufenden Teil des differentiellen Verweilzeitspektrums), wie in Tafel 2 dargestellt, führten zu folgenden Ergebnissen:

Der Trockenmassengehalt von Trockenschnitzeln in den Verweilzeitbereichen von 54 bis 56 min, 58 bis 64 min und 90 bis 92 min zeigt keine signifikanten Unterschiede. Für die Verweilzeitbereiche von 114 bis 116 min und 130 bis 132 min liegt er um etwa ein Prozent niedriger.

Ähnlich verhält sich der Rohaschegehalt. Die Werte aus dem Aufenthaltsbereich 114 bis 132 min sind um maximal 10 Prozent kleiner als die Werte aus dem ansteigenden Kurvenverlauf und der Nähe des Maximums des Verweilzeitspektrums.

Der Rohproteingehalt aus dem Verweilzeitbereich von 54 bis 56 min ist um etwa 20 Prozent höher als der tiefste Wert der anderen Bereiche, die sich nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die Ursache dafür ist vermutlich in der Tatsache zu suchen, daß der äußere Bereich einer Kartoffel gegenüber dem Kern eiweißreicher ist /4/. Da aufgrund des technologischen Prozesses bei der Zerkleinerung die kleineren Teile verstärkt aus dem äußeren Bereich stammen, ist ein Einfluß des Trocknungsprozesses auf den Nährstoffgehalt nicht zu vermuten.

Dieser Sachverhalt wird im wesentlichen durch die in allen Bereichen ähnlichen Stärkewerte bestätigt. Die relativ hohen mittleren statistischen Fehler der Mittelwerte werden als methodisch bedingt eingeschätzt.

Schlußfolgernd aus den Ergebnissen kann festgestellt werden, daß die Trockenschnitzel aus dem Trommeltrockner UT 67 trotz des relativ breiten Verweilzeitspektrums infolge der dem Trocknungsverhalten entsprechenden Verweilzeit der Gutteile über den genannten Verweilzeit- und damit auch Größenbereich einen relativ ausgeglichenen Nährstoffgehalt haben.

5. Zusammenfassung

Für die Trocknung von Kartoffeln mit dem landwirtschaftlichen Trommeltrockner Typ UT 67 wurde unter Verwendung des radioaktiven Nuklids Au-198 ein Verweilzeitspektrum aufgenommen und an Teilchengruppen mit unterschiedlichen Verweilzeiten Nährstoffuntersuchungen durchgeführt.

Mit den Ergebnissen der Untersuchung konnte eine gute Prozeßsteuerung nachgewiesen werden.

Literatur

- 1/ Rettig, H./J. Dräger: Verweilzeitmessung an Trommeltrocknern der Landwirtschaft mit radioaktiven Nukliden. Dt. Agrartechnik 20 (1970), H. 3, S. 149-151.
- 2/ Dräger, J.: Untersuchungen zur Verweilzeit des Gutes in landwirtschaftlichen Trommeltrocknern. Dt. Agrartechnik 20 (1970) H. 10, S. 487-489.
- 3/ Beer, M./E. Kuhn: Bestimmung des Verweilzeitspektrums eines Versuchstrockners für Getreide. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR. Untersuchungsbericht 1971.
- 4/ —: Mündliche Information des Instituts für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz 1974. A 0490

agrartechnik

Herausgeber	Kammer der Technik
Verlag	VEB Verlag Technik 102 Berlin, Oranienburger Str. 13/14 Telegrammadresse: Technikverlag Berlin Telefon: 4 27 00; Telex: 011 2228 techn. dd
Verlagsleiter	Dipl. oec. Herbert Sandig
Redaktion	Dipl.-Ing. Klaus Hieronimus, Verantw. Redakteur, Telefon: 4 27 02 69 oder 4 27 02 75
Lizenz-Nr.	1106 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik
Erscheinungsweise	monatlich 1 Heft
Heftpreis	2,- M, Abonnementpreis vierteljährlich 6,- M; außerhalb der DDR je Heft 4,- M, Abonnementpreis jährlich 48,- M
Satz	(204) Druckkombinat Berlin
Druck	(140) „Neues Deutschland“, Berlin
Anzeigenannahme	DDR-Anzeigen: DEWAG WERBUNG, 1054 Berlin, Wilhelm-Pieck-Str. 49, und alle DEWAG-Zweigstellen. Anzeigenpreisliste Nr. 4 Auslandsanzeigen: Interwerbung, DDR - 108 Berlin, Clara-Zetkin-Str. 105/IV
Erfüllungsort und Gerichtsstand	Berlin-Mitte. Der Verlag behält sich alle Rechte an den von ihm veröffentlichten Aufsätzen und Abbildungen, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen, vor. Auszüge, Referate und Besprechungen sind nur mit voller Quellenangabe zulässig.
Bezugsmöglichkeiten	
DDR	sämtliche Postämter; örtlicher Buchhandel; VEB Verlag Technik
UdSSR	Gebiets- und Städtische Abteilungen von Sojuzpechat' und Postämter
VR Albanien	Spedicioni Shtypit te Jashtem, Tirane
VR Bulgarien	Direkzia R.E.P., 11a, Rue Paris, Sofia
VR Polen	ARS POLONA-RUCH, Krakowskie Przedmieście 7, 00-068 Warszawa
SR Rumänien	Directia Generala a Postei si Difuzarii Presel, Paltul Administrativ, Bucuresti
ČSSR	PNS, Vinohradská 46, Praha 2 PNS, Leningradská 14, Bratislava
Ungarische VR	P.K.H.I.L. P.O.B. 1, Budapest 72
Republik Kuba	Instituto Cubano del Libro, Centro de Exposicion, Belascoain 864, La Habana
VR China	China National Publications Import Corporation P.O. Box 88, Peking
DR Vietnam	XUNHASABA, 32, Hai Ba Trung, Hanoi
Koreanische VDR	CHULPANMUL Korea Publications Export & Import Corporation, Pyongyang
SFR Jugoslawien	Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27, Beograd; Izdavač-Knjižarsko Proizvede MLADOST, Ilica 30, Zagreb
BRD und Westberlin	ESKABE Kommissions-Großbuchhandlung, 8222 Ruhpolding/Obb., Postfach 36; Gebrüder Petermann, BUCH + ZEITUNG INTERNATIONAL, 1 Westberlin 30, Kurfürstenstr. 111; Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, 1 Westberlin 52, Eichborndamm 141-167 sowie weitere Grossisten und VEB Verlag Technik, DDR - 102 Berlin, Postfach 293
Österreich	Globus Buchvertrieb, Höchstädtplatz 3, 1200 Wien
Schweiz	Genossenschaft Literaturvertrieb, Cramerstr. 2, 8004 Zürich
Alle anderen Länder	örtlicher Buchhandel; BUCHEXPORT Volkseigener Außenhandelsbetrieb der Deutschen Demokratischen Republik, DDR - 701 Leipzig, Postfach 160; VEB Verlag Technik, DDR - 102 Berlin, Postfach 293