

Bild 1
Infektionszunahme durch unterschiedliche Mechanisierungsmittel in Abhängigkeit von der Anfangsinfektion der zu verarbeitenden Kartoffeln

chanisierungsmittels auf die Kartoffeln schließen, d. h. ob durch das Mechanisierungsmittel eine relativ starke oder schwache Naßfäuleerhöhung der Partie zu erwarten ist.

4. Bedeutung und Schlußfolgerungen

Die Bedeutung eines biologischen Kennwerts zur Naßfäuleausbreitung und das entwickelte Meßverfahren läßt sich folgendermaßen charakterisieren:

- Der biologische Kennwert ergänzt die technisch-physikalischen Kennwerte, die als Grundlage für die Entwicklung neuer Wirkprinzipien für Maschinen und Geräte der Kartoffelproduktion dienen.
- Für die Ermittlung des biologischen Kennwerts wurde ein Meßverfahren zur Untersuchung der Ausbreitung von Bakteriennaßfäuleerregern bei Kartoffeln erarbeitet. (Dem Aussagewert dieses Verfahrens steht ein sehr großer personeller und technischer Aufwand gegenüber). Durch das Institut für Phytopathologie Aschersleben wurde dieses Verfahren für die Maschinenprüfung bis zur Standardisierungsreife entwickelt.
- Vorhandene Mechanisierungsmittel lassen sich mit diesem Meßverfahren auf der Grundlage der standardisierten Prüfvorschrift auf ihre „biologische Eignung“ hinsichtlich der bakteriellen Naßfäule-Ausbreitung beurteilen. Daraus können begründete Schlußfolgerungen für die Zweckmäßigkeit ihres weiteren Einsatzes bzw. für ihre Weiterentwicklung getroffen werden.

Literatur

- /1/ —: TGL 24637/06 Fachbereichsstandard Landtechnische Arbeitsmittel Prüfvorschrift für Maschinen zur Kartoffelproduktion, Biologische Eignung — 1974.
- /2/ —: Technische Messungen an den Mechanisierungsmitteln für die Einlagerung sowie Auslagerung, an vorhandenen Reinigungs-, Kleinpackungs- und Schälmaschinen. Teilbericht zum Thema Mechanisierung der Kartoffelproduktion, IML Potsdam-Bornim, 1971.

A 9404

Über die Anwendung verschiedener Auswertverfahren auf das Schwingungsverhalten von Siebketten

Dipl.-Phys. Christine Herold / Dipl.-Ing. W. Recker, KDT / Dipl.-Ing. H. Schmidt
Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

1. Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht befaßt sich mit den Ergebnissen von Beschleunigungsmessungen an Siebketten, speziell Siebketten an Kartoffelvollerntemaschinen. Grundlage ist eine Versuchs- und Auswertemethodik zur analogen Beschleunigungsmessung und digitalen Weiterverarbeitung dieser Werte. Über diese Methodik und über erste, unter Laborbedingungen durchgeführte Messungen, wurde bereits berichtet /1/. Es konnte Übereinstimmung zwischen fotografisch registrierten und den aus den Beschleunigungsmessungen berechneten Siebkettenschwingungen nachgewiesen werden.

Die Weiterführung dieser Untersuchungen fand im Jahre 1973 an Erntemaschinen unter Feldbedingungen statt. Gemessen wurde an Blinddämmen die Beschleunigung an Siebketten und die Absiebleistung bei verschiedenem Ausrüstungszustand der Erntemaschinen.

Die eingesetzten Siebketten hatten folgende technische Daten:

Kettentyp: Flachriemenkette, Breite 1160 mm

Achsabstand 1550 mm, Steigung 23°

Teilung 44/45, Geschwindigkeit 1,82 m/s

Exzentrizität der verwendeten Schüttelsterne 44 mm

Die Auswertung der aufgenommenen Beschleunigungsverläufe wurde zunächst auf zwei Ausrüstungsvarianten, bei denen die größten Abweichungen im Absiebergebnis auftraten, beschränkt. Es wurde erwartet, daß zu Extremwerten der Absiebleistung entsprechende extreme Änderungen im

Schwingungsverlauf auftreten. Die beiden Ausrüstungsvarianten unterscheiden sich dadurch, daß einmal die Siebkette durch Schüttelsterne zu Schwingungen angeregt wurde, während bei der anderen Variante keine zusätzliche Erregung erfolgte.

Zunächst sei kurz die praktische Durchführung der Messung beschrieben, danach werden die nach verschiedenen Verfahren erhaltenen Ergebnisse dargestellt und diskutiert.

2. Durchführung der Messungen

Bei den unter Feldbedingungen durchgeführten Messungen der Beschleunigung wurden parallel die zugehörigen Absiebleistungen bestimmt. Über die Bestimmung der Absiebleistung wird an anderer Stelle /2/ berichtet. Zur Messung des Beschleunigungsverlaufs der Siebkette wurde an der Unterseite eines Siebstabs ein elektrischer Beschleunigungsaufnehmer angebracht. Die Übertragung der Meßwerte — hier in Form analoger elektrischer Signale — ermöglichte eine von Schmidt angegebene Konstruktion. Die Meßwerte gelangen über einen auf der Antriebswelle der Siebkette angebrachten Schleifringübertrager nach außen. Die Verbindung Schleifringübertrager — Geber geschieht über ein kurzes Kabelstück, mit dem die wechselnde Entfernung zwischen beiden überbrückt wird. Um Beschädigungen dieses Verbindungskabels zu vermeiden, wird es je nach Entfernung des Gebers vom Schleifringübertrager durch eine Aufwickleinrichtung teilweise auf- und wieder abgewickelt. Im Bild 1 ist das Schema dieser Einrichtung dargestellt.

3. Auswertung

3.1. Berechnung der Weg- und Beschleunigungsamplitudenspektren und des Weg-Zeit-Verlaufs

Aus den auf Magnetband aufgenommenen Beschleunigungsverläufen der Siebkette wurden nach dem in /1/ beschriebenen Verfahren die Spektren der Beschleunigungsamplituden, der Wegamplituden und der zugehörige Weg-Zeit-Verlauf bestimmt. Dazu wurde der aufgenommene Verlauf um den Faktor 256 zeitlich gedehnt und mit konstanten Zeitschritten von einem Digitalvoltmeter abgetastet und dabei gleichzeitig in Digitalwerte umgeformt und über ein Meßwertlochsystem auf Lochband übergeben. Die eigentliche Verrechnung für die Gewinnung der Spektren und des Weg-Zeit-Verlaufs erfolgt mit Hilfe eines Programms zur Fourier-Analyse und Synthese.

3.2. Auswertungsergebnisse

3.2.1. Beschleunigungs- und Wegamplitudenspektren

Die Beschleunigungsamplituden der beiden Varianten weisen einen annähernd gleichen Verlauf im dargestellten Bereich (bis zur 40. Oberwelle) auf (Bild 2). Ein Unterschied ist nur in der Höhe der Amplituden festzustellen. Während die Amplituden der einzelnen Oberwellen bei der Variante mit Schüttelstern bei etwa 5 m/s^2 liegen, sind sie bei der Variante mit Laufrollen nur rd. 3 m/s^2 . Die Wegamplitudenspektren ergeben sich aus den Beschleunigungsamplitudenspektren über folgenden Zusammenhang:

$$s = \frac{b}{\omega^2 \cdot n^2}$$

s Wegamplitude
 b Beschleunigungsamplitude
 ω Kreisfrequenz der Grundschwingung
 n Ordnungszahl der Oberwelle

Durch diese Abhängigkeit und den schon beschriebenen Verlauf der Beschleunigungsspektren sind die im Bild 3 wiedergegebenen Wegamplitudenspektren zu erklären. Daraus folgt, daß die Wegspektren bei ähnlichem Verhalten der Beschleunigungsspektren der beiden Varianten auch entsprechenden Verlauf besitzen müssen.

3.2.2. Regressionsanalyse

Mit den sich aus der Fourier-Analyse ergebenden Werten für die Amplituden sowohl des Beschleunigungsspektrums als auch des Schwingungsspektrums wurden Regressionsrechnungen durchgeführt und nach Zusammenhängen dieser Amplituden mit dem Absiebwirkungsgrad, der aufgenommenen und der abgießten Erdmenge gesucht. Dazu wurden von den beiden ausgewerteten Ausrüstungsvarianten einmal zwei und einmal fünf zusammenhängende Oberwellen zu einem mittleren Wert zusammengefaßt. Folgender mathematischer Zusammenhang wurde untersucht:

$$y_i = a_{12} b_{12} + a_{34} b_{34} + \dots$$

y_i mit $i = 1$ Absiebwirkungsgrad
 $i = 2$ abgießte Erdmenge
 $i = 3$ aufgenommene Erdmenge

a_{jk} Konstanten

b_{jk} Beschleunigungsamplituden der jeweiligen j - und k -ten Oberwelle (oder Wegamplituden)

Die durchgeführten Berechnungen ergaben keinerlei Abhängigkeiten, weder des Absiebwirkungsgrads noch der aufgenommenen und der abgießten Erdmassen von einzelnen Frequenzgruppen der Beschleunigung und des Schwingwegs. Auch Tendenzen zwischen den beiden ausgewerteten Ausrüstungsvarianten sind nicht erkennbar.

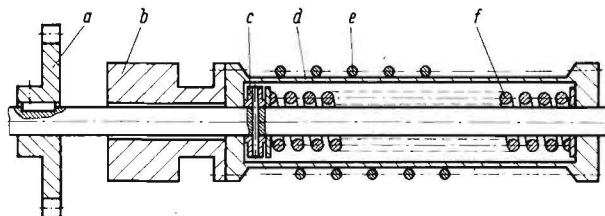


Bild 1. Antriebswelle der Siebkette mit Aufwickleinrichtung; a Kettenrad für Siebkette, b Schleifringübertrager, c Rutschkupplung, d Aufwickeltrommel, e aufgewickeltes Kabel, f Andruckfeder

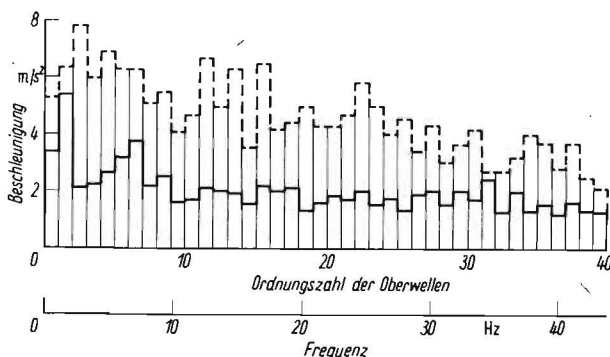


Bild 2. Beschleunigungsamplitudenspektrum; — Variante ohne Schüttelstern; - - - Variante mit Schüttelstern

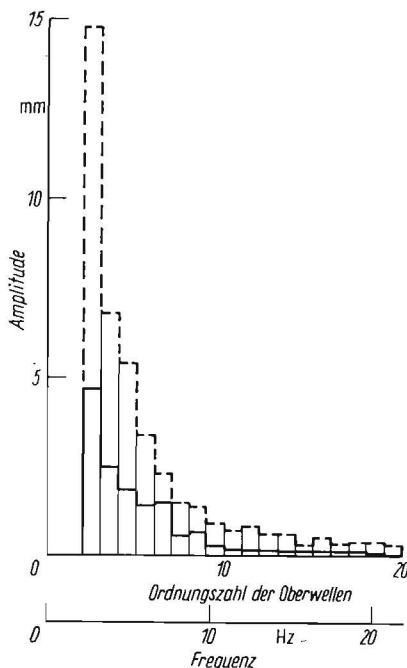


Bild 3. Wegamplitudenspektrum; — Variante ohne Schüttelstern; - - - Variante mit Schüttelstern

3.2.3. Klassierung der Beschleunigungsamplituden

In einer weiteren Auswertungsrichtung wurden die zeitlichen Verläufe der Schwingbeschleunigung einer Amplitudenklassierung unterzogen (Bild 4). Das vermehrte Auftreten höherer Beschleunigungswerte bei der Variante mit Schüttelstern unterstützt die Aussage aus dem Beschleunigungsspektrum. Dort wurde festgestellt, daß sich beide Ausrüstungsvarianten nur durch das Auftreten höherer Beschleunigungswerte bei der Variante mit Schüttelstern unterscheiden. Beide Auswertungen müssen identische Ergebnisse liefern, denn Amplitudenspektren und Ampli-

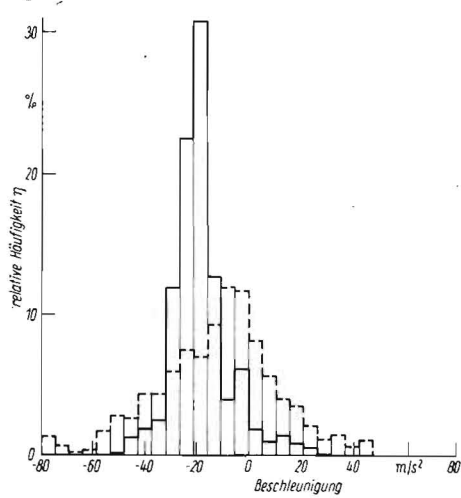


Bild 4. Häufigkeit der Beschleunigungsamplituden:
 — Variante ohne Schüttelstern
 - - - Variante mit Schüttelstern

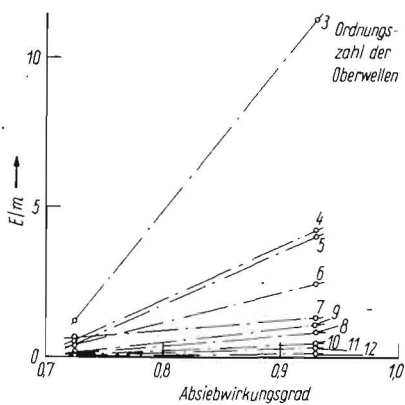


Bild 5
 Schwingungsenergie E/m in Abhängigkeit vom Absiebwirkungsgrad

tudenklassierung sind aus dem gleichen Zeitvorgang hervorgegangen und charakterisieren diesen Zeitvorgang einmal in der Zeit- und einmal in der Frequenzebene.

3.2.4. Schwingungsenergie als Funktion des Absiebwirkungsgrades

Die Schwingungsenergie E eines mit der Kreisfrequenz ω und der Masse m schwingenden Körpers ergibt sich zu

$$E = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot s^2}{2}$$

wobei s die Amplitude für die Schwingung ist. Da das Wegamplitudenspektrum an einer Stelle des schwingenden Kör-

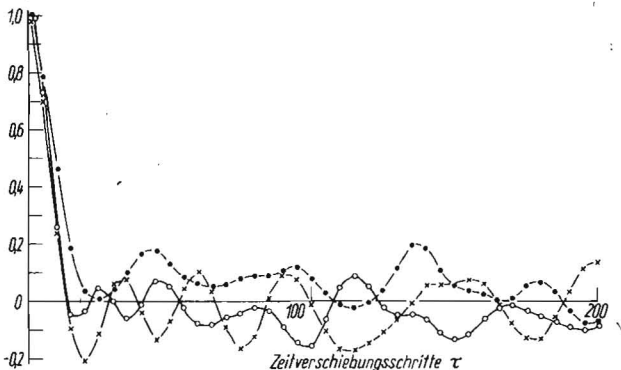


Bild 6. Autokorrelationsfunktion des Beschleunigungsverlaufs, Variante mit Schüttelstern

pers — hier ein Siebstab der Siebkette — gemessen bzw. berechnet wurde, die Masse somit für alle Frequenzanteile gleich ist, kann eine auf die Masse bezogene Energie für jede Oberwelle der Wegschwingung berechnet werden.

Der Vergleich mit dem Absiebwirkungsgrad ist zunächst aufgrund der beiden bisher ausgewerteten Varianten nur mit zwei Werten möglich.

Das in Bild 5 dargestellte Ergebnis zeigt, wie der schon aus den Unterschieden der beiden Varianten bei der Betrachtung der Spektren und der Klassierung erkennbare höhere Energiegehalt der Schwingungen mit Schüttelstern den verschiedenen Frequenzanteilen zugeordnet werden muß. Nur 3. bis 6. Oberwellen des Schwingwegs tragen zu dem höheren Energiegehalt der Schwingung der mit Schüttelstern erregten Siebkette bei. Alle höheren Oberwellen haben in etwa gleichen Energieanteil wie bei der Siebkette ohne Schüttelstern.

Die im Diagramm angegebenen Verbindungsgeraden sind nur zur Orientierung gedacht. Sie geben keinen Hinweis auf den Verlauf des Energiezuwachses bei den einzelnen Oberwellen in Abhängigkeit vom Absiebwirkungsgrad.

3.2.5. Autokorrelationsfunktion des Beschleunigungs- und Weg-Zeit-Verlaufes

Die Autokorrelationsfunktion bietet die Möglichkeit, Aussagen über innere Zusammenhänge einer Zeitfunktion zu machen. Insbesondere ist aus dem Verlauf der Autokorrelationsfunktion zu ersehen, inwieweit der Vorgang statistischer Natur ist und welche periodischen Anteile im Vorgang enthalten sind. Die erhaltenen Autokorrelationsfunktionen des Beschleunigungsverlaufes (Bilder 6 und 7) bestätigen die Aussage aus dem Frequenzspektrum. Es handelt sich bei dem zeitlichen Beschleunigungsverlauf der Siebkette um einen Vorgang, der als vorwiegend statistisch angesprochen werden muß. Dies ist aus dem starken Abfall der Funktion schon bei kleinen Zeitverschiebungen τ zu ersehen. Ein solcher Vorgang hat ein Frequenzspektrum mit konstanter Amplitudendichte, so wie er sich näherungsweise aus der Fourier-Analyse ergab.

Die bei höheren Verschiebungen sichtbar werdenden periodischen Anteile sind in ihrer Auswirkung ohne Bedeutung (Bestimmtheitsmaß $< 0,2$), zumal sie von Umlauf zu Umlauf verschieden sind. Ein auswertbarer Unterschied der Autokorrelationsfunktionen des Beschleunigungsverlaufes zwischen den beiden Varianten ist nicht erkennbar.

Die Autokorrelation des Weg-Zeit-Verlaufes (Bild 8) zeigt, daß der Vorgang wesentliche periodische Anteile vorwiegend einer Frequenz enthält. Bestimmt man diese Frequenz, so stellt man fest, daß es sich um die 2. Oberwelle der Ketten-schwingung handelt. (Grundwelle und erste Oberwelle des Weg-Zeit-Verlaufes wurden zu Null gesetzt, da beide nur rechen-technisch auftreten, in Praxis sich aber bei den gege-

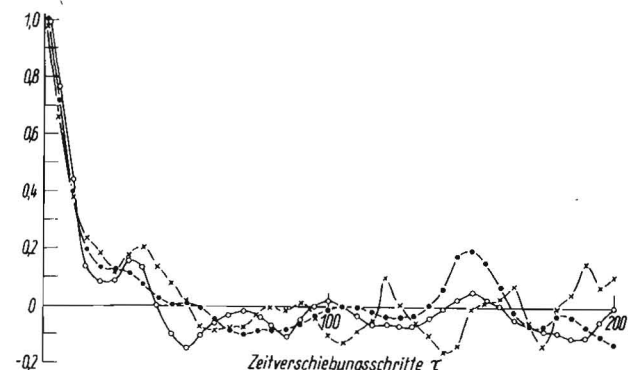


Bild 7. Autokorrelationsfunktion des Beschleunigungsverlaufes, Variante ohne Schüttelstern

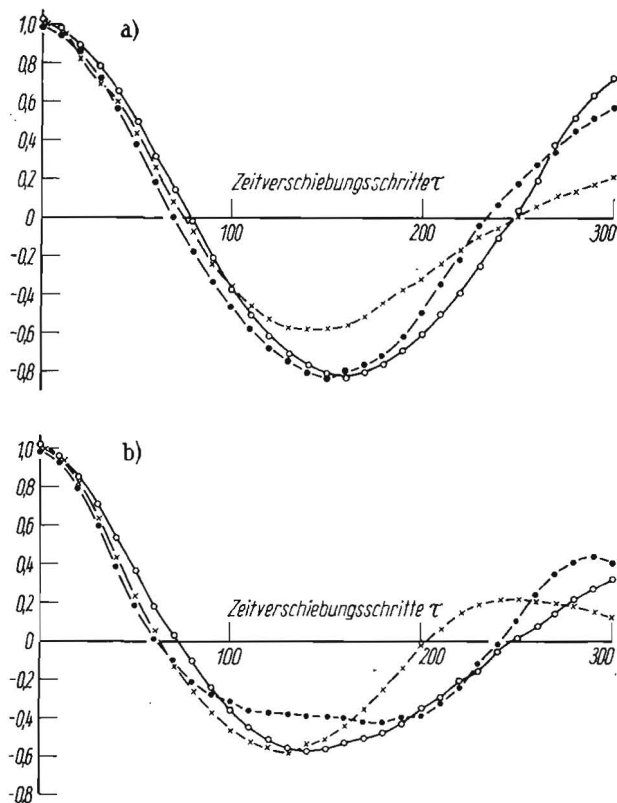


Bild 8. Autokorrelationsfunktion des Weg-Zeit-Verlaufs; a) Variante mit Schüttelstern, b) Variante ohne Schüttelstern

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 Grünzeug 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

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

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-