

# Durchgängige Qualitätssicherung der Arbeit der Mechanisierungsmittel in der Pflanzenproduktion

Dr. P. Feiffer, KDT/Dipl.-Landw. M. Schmidt, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR  
Dr. A. Spengler, KDT, VEG Pflanzenproduktion Memleben, Bezirk Halle  
Dipl.-Landw. H. Janke, Wissenschaftlich-Technisches Zentrum für Schafproduktion Klockow, Bezirk Neubrandenburg  
Ing. G. Selle, Agrar-Industrie-Vereinigung Pflanzenproduktion Querfurt, Bezirk Halle

Mit der komplexen Intensivierung und dem weiteren Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden in der Pflanzenproduktion kommt es darauf an, die inneren Reserven nachhaltiger für die Erzielung eines stabilen Produktionszuwachses wirksam zu machen. Eine solche Reserve ist die praktische Durchsetzung eines Systems von Maßnahmen zur Sicherung einer stabilen Produktion von der Produktionsvorbereitung bis hin zur qualitätsgerechten Ernte und Lagerung der Produkte. Dabei spielen die Fragen des Einsatzes von Mechanisierungsmitteln eine entscheidende Rolle für die Sicherung der Qualität der Ernteprodukte.

Für Getreide wurden in den zurückliegenden Jahren schrittweise Hilfsmittel einer komplexen Qualitätssicherung eingeführt. Bei den anderen Fruchtarten werden Verlustmessungen unter verschiedenen Gesichtspunkten durchgeführt, entsprechende Methoden zur Messung der Gesamternteverluste und ein System der Gütesicherung fehlen noch.

Eine durchgängige Produktionskontrolle für den Prozeßabschnitt Ernte wird außer für Getreide auch in der internationalen Literatur nicht beschrieben. Daher bestand die Aufgabe, eine Methodik zu entwickeln, die für die Kartoffel-, Zuckerrüben- und Futterernte gleichsam anzuwenden ist. Unter dieser Zielstellung wurden ein umfangreiches methodisches Studium durchgeführt und bestimmte, sich daraus ergebende Maßnahmen in einigen Pflanzenproduktionsbetrieben eingeleitet. Ausgangspunkt der Überlegungen war, daß die Produktionsüberwachung eine große Reserve darstellt und bei industriemäßiger Produktion unbedingt notwendig ist.

Die Produktionsüberwachung muß vom Grundsatz her einfach, schnell, aufwandarm, praktisch sicher, ständig wechselnden Bedingungen anzupassen sein und alle Verlustquellen erfassen.

Sie muß besonders komplizierte und störanfällige Geräte (dazu gehören außer bei der Durchführung von Versuchsreihen zur Weiterentwicklung auch bereits Waagen!) nach Möglichkeit vermeiden.

## 1. Produktionskontrolle, Produktionsüberwachung und Qualitätssicherung

In der Literatur werden die Begriffe Produktionskontrolle, Produktionsüberwachung und Qualitätssicherung häufig verwendet, zur Zeit besteht aber in der landwirtschaftlichen Praxis noch wenig Klarheit über deren Inhalt. Da sie zum Teil für gleiche Maßnahmen Gültigkeit haben, sollen nachstehende Inhaltsfaktoren zur Diskussion gestellt werden. Diese Definitionen bzw. Darstellungen dazu sollen die Begriffe in den Bereichen voneinander abgrenzen, in denen sie sich unterscheiden.

### Produktionskontrolle:

Produktionskontrolle ist als Kontrolltechnologie die genaue Gliederung aller Kontrollvorgänge mit allen dazu erforderlichen Hilfsmitteln,

den Bezugsflächen, Anleitungen usw. [1] Die Produktionskontrolle ist in der Industrie als TKO bekannt und umfaßt alle Kontroll- und Prüfvorgänge von der Produktionsvorbereitung bis zur Abgabe des Finalerzeugnisses. In der Industrie geht die Produktionskontrolle bzw. TKO davon aus, den einmal optimierten Produktionsprozeß durch eine exakte Kontrolltechnologie zu sichern.

### Produktionsüberwachung:

Dieser Begriff ist etwas weiter gefaßt als die Produktionskontrolle. Zu den Kontrollvorgängen, die im wesentlichen der strikten Einhaltung der vorgegebenen Produktionsnormative gelten, kommt die Überwachung des gesamten Produktionsprozesses. Wechselbeziehungen zwischen den Kontrollvorgängen entstehen. Die Produktionsüberwachung verfolgt das Ziel, den Produktionsprozeß nach Witterung, Wachstum, Reifeverlauf und anderen biologischen Faktoren — den Variablen der landwirtschaftlichen Produktion — zu steuern und damit stetig optimieren zu helfen. In der Landwirtschaft muß die Kontrolle Bestandteil der Produktionsüberwachung sein, da aus dem jeweiligen Kontrollgang Schlüsse für die Veränderung des Produktionsprozesses gezogen werden. Es ist dabei sicher, daß es auch in der Industrie Produktionsformen geben wird, die — vor allem im Zusammenwirken einzelner feststehender Produktionsprozesse in großen Betrieben und Kombinat — neben der TKO das Prinzip der Produktionsüberwachung benötigen.

### Qualitätssicherung:

Diese umfaßt das komplexe Programm zur Sicherung der Arbeitsgüte und vor allem des Finalprodukts. Deshalb wird hier auch oft der Begriff Gütesicherung für die Sicherung der Arbeitsgüte und damit der Güte aller Arbeitsgänge, also auch um Leistung, Verlust und Qualität in das Optimum zu setzen, angewendet. Bekannt sind auch Begriffe, wie komplexe Qualitätssicherung, Qualitätssicherungssystem oder komplexes Qualitätssicherungssystem, ferner für den Begriff Qualität auch Güte, also z. B. Gütesicherung.

Die letztgenannten Begriffe sollen verdeutlichen, daß Qualitäts- bzw. Gütesicherung ein komplexes Maßnahmenprogramm ist. Das Qualitätssicherungssystem der VVB Saat- und Pflanzgut ist in dieser Hinsicht beispielhaft. In diesem System sind alle Faktoren in ihrem Zusammenwirken enthalten, um höchste Saatguterträge zu erzielen [2].

Aus diesen Darlegungen lassen sich folgende Definitionen ableiten:

### Produktionskontrolle

Methoden, Maßnahmen, Meßmittel und Nachweise der Verlust- und Qualitätsmessung sowie darauf basierend Regulierung der Arbeitsorgane und der Fahrgeschwindigkeit von Landmaschinen. Die Schnellverlustbestimmung ist demnach ein Element der Produktions-

kontrolle in der Kontrolltechnologie für ein Verfahren.

### Produktionsüberwachung

Reifevorausbestimmung, Festlegung der günstigsten Verfahren, Bestimmung der zweckmäßigsten Arbeitsart sowie nachfolgend Arbeit mit den unter dem Begriff Produktionskontrolle zusammengefaßten Kontrollgängen und der nachfolgenden stetigen Optimierung der Arbeitsgänge.

Die Optimierung eines Produktionsabschnitts ist demnach ein Element der gesamten Produktionsüberwachung für ein Verfahren.

### Qualitätssicherung

Ausarbeitung und Sicherung der Prozeßoptimierung für die Vorbereitung und Durchführung der Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse; Beachtung der unabdingbaren wechselseitigen Verflechtung der Aus- und Weiterbildung der Werk tätigen mit der Durchsetzung aller Intensivierungsfaktoren und der Maßnahmen des WTF; straffe Produktionskontrolle im Sinne der Produktionsüberwachung, also der stetigen Korrektur des gesamten Arbeitsprozesses nach den Ergebnissen der Kontrollmaßnahmen.

## 2. Maßnahmen einer durchgängigen Qualitätssicherung an Erntemaschinen

### 2.1. Ausbildung und Qualifizierung

Für die Mechanisierungsmittel der Pflanzenproduktion sind dazu nötig:

- Lehr- und Hilfsmittel
- praktische Übungen an den Mechanisierungsmitteln, bei denen gleichzeitig die Kenntnis der Einstellung aller Maße, Toleranzen und Verstellbereiche erworben werden muß
- Festlegung aller Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Bedienung der Mechanisierungsmittel.

### 2.2. Verfahrensauswahl/Besttechnologien

Hierzu sind nötig:

- Meßgeräte für die Pflanzen und die Qualität des Erntegutes
- Methoden und Maßnahmen der Prozeßoptimierung
- technisch-ökonomische Bereiche, in denen die Mechanisierungsmittel arbeiten
- Maßnahmen bei Abweichungen des Bodens, der Pflanze und der Witterung von der Norm.

### 2.3. Bestandscharakteristiken

Aus ihrer laufenden Führung leiten sich die operativen Entscheidungen (z. B. günstigste Schlagfolge) für den Einsatz der Mechanisierungsmittel ab.

### 2.4. Vorausbestimmungsmethoden

Dazu gehören z. B. die Vorausbestimmung des Reifetermins durch die Eosinprüfung, die Prüfung der kritischen Tausendkorntasse

(TKM), die Feuchtemessungen, die Defoliation u.a., um den voraussichtlichen Termin des Einsatzes von Mechanisierungsmitteln festzulegen, auch Maßnahmen, deren exakte Durchführung auf den Erntetermin Bedeutung hat, z. B. des Krautschlagen bei Kartoffeln.

### 2.5. Prüfung auf Vorernteverluste

Die Prüfung ist bei allen ausfallenden und brechenden Körnerfrüchten anzuwenden.

### 2.6. Vorbemusterung

Darunter versteht man die Bestimmung von Erntefrüchten auf Inhaltsstoffe, z. B. Braugerste, Maltweizen und Zuckerrüben, oder die Bestimmung auf Qualitätsparameter, z. B. Schalenfestigkeit der Kartoffeln, die entscheidenden Einfluß auf den Einsatztermin der Mechanisierungsmittel haben.

### 2.7. Probearbeiten

Hierunter fallen exakte Prüfungen bei Probedrusch oder Proberodung usw.

### 2.8. Nulldurchsichten

Jedes Mechanisierungsmittel sollte nach der jährlichen Instandsetzung vor dem ersten oder erneuten Einsatz einer Null- oder Zwischendurchsicht unterzogen werden.

### 2.9. Voreinstellungen

Voreinstellungen der Maschinen bedeutet Zeitgewinn bzw. Einsparung wertvoller Operativzeit. Voreinstellungen sind auch der Anbau von Zusatzgeräten (z. B. Ährenheber, Untersetzungsgetriebe), zu erwartende Köpffhöhen usw.

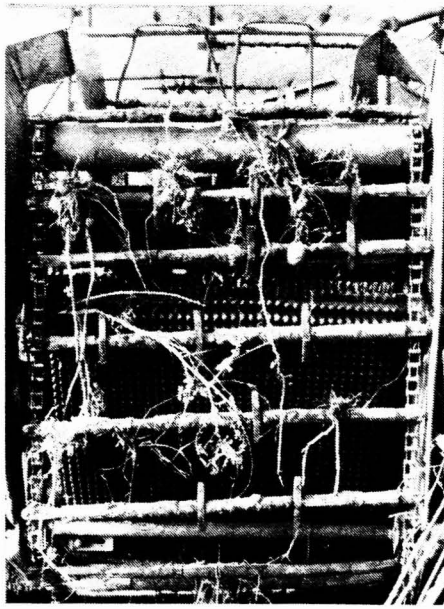


Bild 4. Ungenügende oder zu späte Krautabtötung ist Ursache von Störungen und Verlusten bei der Kartoffelrodung

### 2.10. Verlustmessung

Die Verlustmessung ist bei allen Erntemaschinen ein entscheidendes Kriterium. Aus der kontinuierlichen Verlustmessung leiten sich die optimale Einstellung der Maschinen und die günstigste Fahrgeschwindigkeit ab. Sehr wesentlich ist, daß für jede konkrete Situation (z. B. Druschfähigkeit, Siebfähigkeit der Böden,

Pflanzenwuchs, Feuchte, Witterung, Reifezustand usw.) konkrete Werte vorliegen, welche Fahrgeschwindigkeiten und welche Verstellungen zu wählen sind.

### 2.11. Laufende Maschinenüberwachung

In die laufende Maschinenüberwachung eingeschlossen sind Kontrollen der Betriebsparameter aller Baugruppen der Mechanisierungsmittel.

### 2.12. Qualitätskontrolle

Hierzu gehört Kontrolle der Kornqualität, der Schalenqualität, der Köpffqualität usw.

### 2.13. Dokumentarischer Beleg

Hierbei erfolgt der Nachweis der Kontrolle der Qualität und der Ergebnisse als Grundlage für die Aufbereitung, Trocknung und Lagerung (z. B. Mietenkontrollen).

## 3. Verlustkontrolle, wesentlicher Faktor der Qualitätssicherung bei allen Erntemaschinen

Wesentlich für die Praxis ist die Schnellverlustbestimmung, die sofort auf die Arbeit der Mechanisierungsmittel umsetzbar ist. Gute Erfahrungen wurden hierbei z. B. im VEG Pflanzenproduktion Memleben erzielt.

### 3.1. Getreide (Bilder 1 bis 3)

Die Verlustmessung erfolgt nach der „Bedienanleitung zur Gütesicherung im Mähdrusch“ [3], die Umsetzung der Messungen mit dem „Meßbesteck zur Gütesicherung im Mähdrusch“ [4]. Die Eintragungen werden im „Dokumentarischen Nachweis Erntetempo und Gütesicherung“ vorgenommen [5].

### 3.2. Kartoffeln (Bilder 4 und 5)

Ausrüstung: Hacke, 1-Quadratmeter-Maß; Korb mit Plastbeutel, die eine Volummessung gestatten (Schnellverfahren) und Wägungen bei bestimmten Situationen ermöglichen; Waage

Arbeitsmethoden zur Ermittlung der Verlustarten:

- Kartoffeln > 30 mm Quadratmaß
  - unverdeckt liegende Kartoffeln
  - verdeckt liegende Kartoffeln
- Kartoffeln < 30 mm Quadratmaß
  - unverdeckt liegende Kartoffeln
  - verdeckt liegende Kartoffeln
- alle unverdeckt liegenden Kartoffeln auf einem Quadratmeter in 2 Fraktionen nachsammeln in je einen Beutel
- alle verdeckt liegenden Kartoffeln auf einem Quadratmeter in 2 Fraktionen nachsammeln in je einen Beutel

1



Bild 1

Eine gewissenhafte Prüfung der Ausdruschverluste...

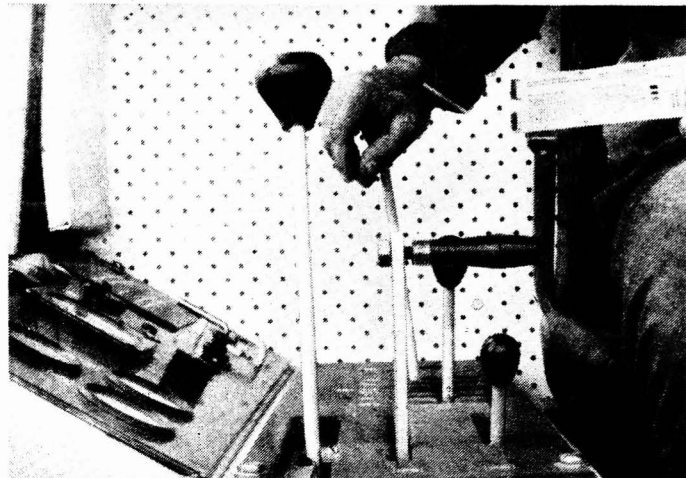
Bild 2

...und die nur danach vorzunehmende richtige Einstellung der Dreschtrommel...

Bild 3

... ist die einzige Garantie dafür, daß nicht wie hier im Bild solche Spalt- und Splitterkornverluste auftreten, die beim Drusch oft nicht meßbar über die Spreu verloren gehen

2



3



Tafel 1. Formblätter zur Erfassung der Gesamtfeldverluste bei Getreide/Kartoffeln/Zuckerrüben/Futter [5]

Betrieb:		Qualitätsprüfer:										
Fruchtart:		Erntefläche des Schlages:										
Schlag:		Ertrag des Schlages:										
Datum	Masch.-Nr.	Knick-ähren 1 m <sup>2</sup>	Schnitt-ähren 1 m <sup>2</sup>	Knick- und Schnitt-ähren 1 m <sup>2</sup> kg/ha	Ausfall-körner 1 m <sup>2</sup>	Spritz-körner 1 m <sup>2</sup>	Ausfall- und Spritz-körner 1 m <sup>2</sup> kg/ha	Ausdrusch-verluste 50 Ähren kg/ha	Schüttler- und Reinigungs-verluste 1 m <sup>2</sup> kg/ha	Verluste insgesamt kg/ha	Tages-ernte ha	Be-dingungen

Datum	Masch.-Nr.	Kartoffeln > 30 mm				Kartoffeln < 30 mm				Kartoffeln insgesamt		Tages-ernte	Be-dingungen
		unverdeckt	verdeckt	insges.	unverdeckt	verdeckt	insges.	unver- deckt	verdeckt	insges.	ha		
		kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	dt/ha	dt/ha	

Datum	Masch.-Nr.	Rüben > 50 mm			Rüben < 50 mm			Rüben insgesamt		Blätter- und Blätterteile		Tages-ernte
		oberirdisch	unterirdisch	insges.	oberirdisch	unterirdisch	insges.	ober- irdisch	unter- irdisch	insges.	ha	
		kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha

Datum	Masch.-Nr.	Futter			Futter			Verluste insgesamt	Tages-ernte	Be-dingungen
		Stoppelverluste > 10 cm	Stoppelverluste < 10 cm	Stoppelverluste insgesamt	Übergabe- und Überblasverluste	Übergabe- und Überblasverluste	dt/ha	ha		
		kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha	dt/ha	kg/10 m <sup>2</sup>	dt/ha		

- 10 m<sup>2</sup> je Maschine und Schicht getrennt nach den 4 Sortierungen wiegen, um die Soforteinschätzung exakt zu erfassen (letzteres ist in der Praxisanwendung im Gegensatz zur dreijährigen Versuchsprüfung nicht unbedingt erforderlich)
- Erfassung der Meßergebnisse in der Weise, daß die Gesamtfeldverluste nach Schlägen in den Formblättern erfaßt und ausgewertet werden (Tafel 1).

### 3.3. Zuckerrüben (Bilder 6 und 7)

Ausrüstung: Hacke, 1-Quadratmeter-Maß; Korb mit 5 Plastebeuteln (Schnellverfahren/Volumeneinschätzung); Waage  
Ermittlung der Verlustarten:

- Blattverluste  
alle Blätter, Blatteile und -reste einschließlich Verluste bei der Übergabe
- Rode-(Rüben-)Verluste einschließlich Übergabeverluste
  - erntwürdige Rüben und Rübenkörper-teile > 50 mm Quadratmaß (oberirdisch, unterirdisch)

- nicht erntwürdige Rüben und Rüben-körperteile < 50 mm Quadratmaß (ober-irdisch, unterirdisch)
- zehnmal 1 m<sup>2</sup> je Maschine und Schicht prüfen:
  - alle Blattverluste sammeln
  - alle oberirdischen Rüben und Rüben-teile sammeln nach 2 Fraktionen
  - alle unterirdischen Rüben und Rüben-teile nachroden und sammeln nach 2 Fraktio-nen sowie getrennt auswiegen bzw. im Plastebeutel nach dem Volumen ab-schätzen (Schnellverfahren)
- Erfassung der Meßergebnisse in der Weise, daß die Gesamtfeldverluste nach Schlägen in den Formblättern erfaßt und ausgewertet werden (Tafel 1).

### 3.4. Futterpflanzen (Bild 8)

Ausrüstung: Schere/Sichel, 1-Quadratmeter-Maß, Plastebeutel, Waage  
Ermittlung der Verlustarten:  
— Stoppelverluste auf 1 m<sup>2</sup>

- stehengebliebene Teile über 10 cm ab-schneiden
- stehengebliebene Teile unter 10 cm, die von Schafen gefressen werden, abschnei-den
- Übergabe- und Überblasverluste auf 1 m<sup>2</sup> liegende Pflanzenteile nachsammeln
- zehnmal 1 m<sup>2</sup> je Maschine und Schicht prüfen und getrennt auswiegen bzw. im Plastebeutel nach dem Volumen abschätzen (Schnellverfahren)
- Erfassung der Meßergebnisse in der Weise, daß die Gesamtfeldverluste für Feldfutter-pflanzen und Schläge in den Formblättern erfaßt und ausgewertet werden (Tafel 1).

### 4. Ökonomischer Nutzen

Der ökonomische Nutzen beträgt nach den Auswertungen nie unter 1 bis 2 % des Ertrags und liegt im VEG Memleben für

- Kartoffeln mindestens bei 3 dt/ha  $\triangleq$  30,00 M/ha
- Zuckerrüben mindestens bei 6 dt/ha  $\triangleq$  51,00 M/ha

Bild 5. Verdeckte Kartoffelverluste

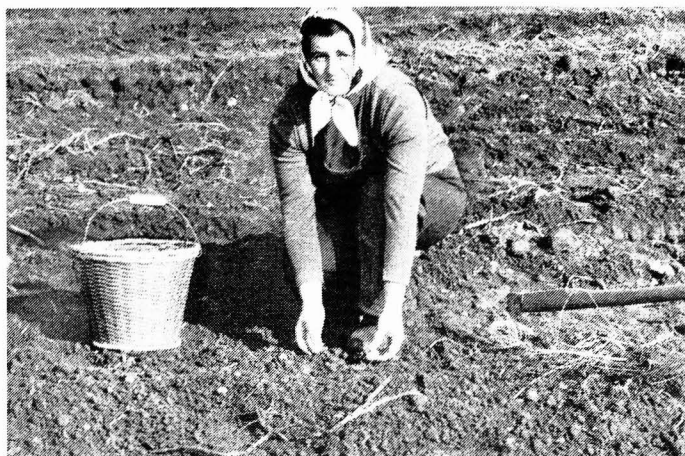


Bild 6. Zuckerrübenenernte mit optimaler Köpfhöhe, Einstellung und Fahrweise







Bild 7. Das Auffinden von abgebrochenen Rüben und zu tiefen Köpfen, wie es hier im Bild an Verlustrüben ersichtlich ist, ist Folge falscher Maschineneinstellung



Bild 8. Überblasverluste, eine Verlustquelle, die nicht nur beim Rübenblattköpfen, sondern besonders auch bei der Futterernte häufig auftritt

— Futter (Mais) mindestens bei 2 dt/ha  $\triangleq$  9,00 M/ha.

Bezogen auf eine Betriebsfläche von 235 ha für Kartoffeln, 584 ha für Zuckerrüben und 301 ha für Futter, ergibt sich ein Gesamtnutzen von mindestens 39534,00 M.

Damit werden die Kosten für die Verlustprüfung, die etwa insgesamt 4000,00 M betragen, mehrfach realisiert.

Gleichzeitig — und darin liegt der besondere Wert der Messungen, der finanziell hier nicht ausgewiesen wurde — werden durch die ständige Maschinenüberwachung das Erntetempo erhöht und die Qualität des Erntegutes (Kartoffeln) verbessert. Es sinken neben den Verlusten auch die Verfahrenskosten. Diese

Kostensenkung wird mindestens immer 8,00 M je Hektar betragen.

Zu den weiteren Aufgaben der Forschung und Entwicklung wird gehören, daß entsprechend Bodenart (Siebfähigkeit), Witterung, Ertrag und anderen Faktoren analog dem Tabellenschieber für Qualitätsprüfer im Mähdrusch den Leistungs-, Verlust- und Qualitätsprüfern auch in der Futter- und Hackfrüchtereinte exakte Normative vorgegeben werden. Wie wichtig das ist, zeigen die Spannen der bei Untersuchungen in den letzten drei Jahren ermittelten Verluste. Sie schwanken bei Kartoffeln von 4 bis 12 dt/ha bei etwa gleichem Ertragsniveau. Bei Zuckerrüben variieren sie sogar zwischen 8 bis über 60 dt/ha, ebenfalls bei etwa gleichem Ertragsniveau.

Diese Kontrollen haben die Verluste auf den unteren Wert gesenkt und zeigen auch damit ihre besondere Notwendigkeit.

#### Literatur

- [1] Vogel, G.; Fröhlich, H.: Produktionskontrolle als Bestandteil der WAO — Voraussetzung für hohe und stabile Erträge in der Gemüseproduktion. iga-Ratgeber, Erfurt (1974).
- [2] Technologische Musterkarten der Saatgutproduktion. VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg, 1969.
- [3] Feiffer, P.: Bedienanleitung zur Gütesicherung im Mähdrusch, 3. Auflage. Quedlinburg/Leipzig 1978.
- [4] Feiffer, P., u. a.: Meßbesteck zur Gütesicherung im Mähdrusch. Quedlinburg/Leipzig 1978.
- [5] Feiffer, P., u. a.: Dokumentarischer Nachweis Erntetempo und Gütesicherung. Quedlinburg/Leipzig 1978.

A 2322

## Zum Fließverhalten technischer Zuckerlösungen

Dr.-Ing. M. Türk, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

#### Verwendete Formelzeichen

A	—	Konstante
A <sub>0</sub>	—	Konstante*
A <sub>1</sub>	—	Konstante
B	—	Konstante
B <sub>1</sub>	—	Konstante
d	mm	Rohrinnendurchmesser
m <sub>w</sub>	kg/kg	Wasseranteil
$\Delta p/\Delta l$	Pa/m	spezifischer Druckverlust
Re	—	Reynoldszahl
Re <sub>krit.</sub>	—	kritische Reynoldszahl
T	K	absolute Temperatur der Förderflüssigkeit
Tr	%	Trockensubstanzgehalt, Konzentration
v	m/s	mittlere Strömungsgeschwindigkeit
$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /h	Volumendurchsatz
$\dot{\gamma}$	1/s	Newtonsche Schergeschwindigkeit
$\vartheta$	°C	Temperatur der Förderflüssigkeit
$\lambda$	—	Rohrreibungszahl
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Dichte des Fördermediums
$\rho_{20}$	kg/m <sup>3</sup>	Dichte des Fördermediums bei $\vartheta = 20^\circ\text{C}$
$\eta$	mPa·s; Pa·s	dynamische Viskosität
$\tau_w$	Pa	Wandschubspannung

#### 1. Problemstellung

Zuckerrübenmelasse findet auch in der industriemäßigen Tierproduktion verstärkt Anwendung, soweit es volkswirtschaftlich zweckmäßig ist. Dabei werden vor allem die spezifischen Eigenschaften als Preßhilfsmittel bei der Pelletierung genutzt, andererseits hat Melasse infolge des hohen Zucker- ( $\approx 50\%$ ) und Mineralstoffgehalts einen hohen Futterwert und dient als Ausgleich des Eiweiß-Stärke-Verhältnisses im Futter. Laut Definition [1] ist Zuckerrübenmelasse „die in den Zuckerfabriken bei der Kristallisation anfallende Mutterlauge, aus der ohne vorherige chemische und physikalische Reinigung kein Zucker mehr auskristallisiert“ und wird in drei verschiedenen Qualitätssorten mit  $Tr = 70 \dots 75\%$  abgegeben. Es sind jedoch auch höhere Konzentrationen möglich ( $Tr = 80 \dots 88\%$ ).

Zur Berechnung und maschinentechnischen Gestaltung der technischen Grundprozesse in der verarbeitenden Industrie (Lagern, Fördern, Mischen, Dosieren, Verteilen) ist die Kenntnis der Stoff-, insbesondere aber der Fließeigenschaften, erforderlich.

Die Viskosität  $\eta$  und die Dichte  $\rho$  technischer Zuckerlösungen hängen wesentlich von der Konzentration  $Tr$  und der Temperatur  $\vartheta$  ab [2

bis 8]. Das Dichte-Konzentrations-Verhältnis hat dabei eine besondere Bedeutung, da die indirekte Konzentrationsbestimmung zumeist über die experimentell einfacher zu ermittelnde Dichte erfolgt. Dabei ist allerdings auch der Temperatureinfluß zu berücksichtigen.

Ein komplexer Ausdruck für die dynamische Viskosität  $\eta$  in Abhängigkeit von  $Tr$  und  $\vartheta$  ist bislang nicht bekannt. Um die Viskositäts- und Dichteberechnung vor allem für die Projektierung zu vereinfachen, wurden auf der Grundlage bekannter Literaturdaten und eigener Messungen Abhängigkeiten ermittelt, die nachfolgend dargestellt und diskutiert werden sollen.

Diese Berechnungshinweise für Zuckerrübenmelasse, konzentrierte und verdünnte Zuckerlösungen werden für Projektierungsaufgaben in der Zuckerindustrie, aber auch im landtechnischen Anlagenbau nutzbar sein.

#### 2. Allgemeine Grundlagen der Rohrströmung

Die Förderung von Melasse mit Pumpen in Rohrleitungen ist nur bei einer gleichzeitigen Erwärmung realisierbar. Die Temperatur des Fördermediums hat einen bedeutenden Einfluß. Grundsätzlich können alle technischen Zuk-