

Ergebnisse aus der Erprobung des dielektrischen Feuchteschnellbestimmers für Getreide EFG

Dipl.-Ing. H.-F. Müller/Dr. rer. nat. H. Rettig, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

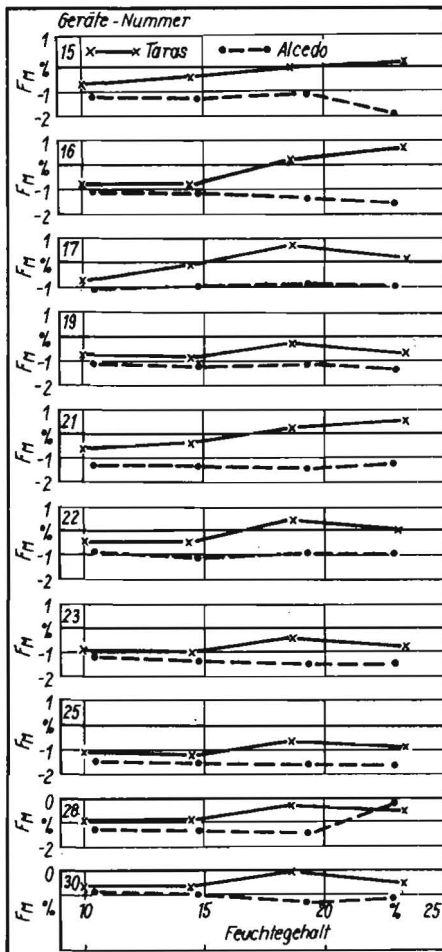
1. Problemstellung

In den Jahren 1985 bis 1987 wurden 20 im Zentralen Wissenschaftlichen Gerätebau der AdL der DDR gefertigte Entwicklungsmuster des dielektrischen Feuchteschnellbestimmers für Getreide EFG unter Mitwirkung von verschiedenen Einrichtungen der Agrarforschung, von Getreideproduktionsbetrieben, von Betrieben der Getreideverarbeitungsindustrie und der Saatgutwirtschaft erprobt [1, 2]. Fehleruntersuchungen unter Labor- und Praxisbedingungen bildeten dabei den Schwerpunkt. Erste Einsatzerfahrungen beim Mähdrusch sowie bei der Getreideannahme liegen vor.

Der Feuchteschnellbestimmer EFG ist ein einfaches Gerät, das für den Einsatz beim Mähdrusch auf dem Getreidefeld und bei der Getreideannahme als Hilfsmittel zur Objektivierung von operativ vor Ort zu treffenden technologischen Entscheidungen konzipiert wurde [3]. Mit der Überleitung zur Serienproduktion in einen Betrieb des Rationalisierungsmittelbaus im Bereich des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ist begonnen worden.

Von 1985 bis 1987 wurden auch einige in territorialer Initiative entstandene einfache dielektrische Feuchteschnellbestimmer erprobt.

Bild 1. Fehlerdiagramme für Weizensorten bei Massedosierung der Proben



Die Agraringenieurschule Dahlen, Bezirk Leipzig, der VEB Kombinat Landtechnik Magdeburg und der VEB Krafffuttermischwerk Eberswalde haben derartige Geräte entwickelt [4, 5, 6]. Im Prozeß der Überleitung werden deren Erfahrungen mit zu nutzen sein. Wie die bisher bekannt gewordenen Erprobungsergebnisse [4, 5] bzw. die Anwendungserfahrungen mit dem Feuchte-Probenahme-Roboter FPR20 [7] sowie Analysen zum Stand der Technik [8, 9] zeigen, haben einfache, mit Volumen- bzw. Massedosierung arbeitende dielektrische Feuchte-

schnellbestimmer Fehler zwischen 1% und 6% Feuchte.

Bei der technologischen Einbindung von einfachen dielektrischen Feuchteschnellbestimmern in die Verfahren der Getreideproduktion müssen die existierenden Fehlergrenzen berücksichtigt werden, wobei die Genauigkeitsforderungen nicht überzogen werden sollten.

Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse von Fehleruntersuchungen am Feuchteschnellbestimmer EFG sowie seiner technologischen Anwendung dargestellt.

2. Kalibrierung

In den Einsatzjahren 1985/86 erfolgte die Kalibrierung der dielektrischen Feuchteschnellbestimmer EFG nach einer sehr arbeitsaufwendigen Methode:

- künstliche Befeuchtung der Getreideproben in den Feuchtestufen 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25 und 30% entsprechend dem Standard ISO7700/1
- Bestimmung des Feuchtegehalts jeder Probe vor und nach dem Kalibrieren mit dem standardisierten Wäge-Trocknungsverfahren entsprechend TGL 32692/03
- Bestimmung der Meßspannung, wobei jede Probe 5mal in das Gerät gegeben wurde (Kalibrierung)
- Berechnung der Kalibrierkennlinie für jedes Gerät über eine lineare Regression
- Eingabe der Kalibrierkennlinien in die Geräte
- Kontrolle der Kalibrierung, d. h. Ermittlung des Grundfehlers mit den gleichen Proben, die zur Kalibrierung verwendet wurden.

Im Jahr 1987 wurde die Methode der Kalibrierung vereinfacht. Dabei wurden die beiden sowjetischen Standardproben Nr. 713-75 und Nr. 714-75 verwendet.

Folgende Arbeitsschritte wurden gegangen:

- Berechnung einer mittleren Kalibrierkennlinie je Getreideart aus den in den Jahren

Tafel 1. Grundfehler in % Feuchte von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern EFG, ermittelt mit künstlich angefeuchteten Getreideproben¹⁾

Getreideart Weizen, Sorte 'Miras', Probeneinwaage 100 g, Feuchtebereich 10 bis 30%, Anzahl der Meßwerte je Gerät 40

Geräte-Nr.	F _{E max}	F _{E mittel}	F _R	F _L	F _K
01	1,1	0,50	0,56	0,70	-0,20
04	2,7	0,60	0,31	0,70	-0,30
05	1,3	0,50	0,30	0,50	-0,20
07	1,4	0,55	0,22	0,50	-0,50
12	2,2	0,75	0,37	0,55	-0,30
13	1,7	0,60	0,37	0,70	-0,20
15	2,1	0,60	0,32	0,80	+0,02
17	3,3	0,90	0,32	0,70	-0,85
21	1,5	0,74	0,41	0,50	+0,20
22	2,2	1,00	0,40	0,55	-0,90
23	1,1	0,50	0,30	0,70	+0,40
25	2,3	0,90	0,30	0,65	-0,93
26	1,3	0,60	0,26	0,65	-0,50
28	1,2	0,60	0,36	0,50	-0,50

- 1) Die Feuchtebestimmung der Proben entsprechend Standard TGL 32 692/03 erfolgte ausschließlich im Labor des Forschungszentrums für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben; systematische Abweichungen, die gegenüber anderen Labors bestehen, werden deshalb nicht ausgewiesen.

Tafel 2. Grundfehler in % Feuchte von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern EFG, ermittelt mit künstlich angefeuchteten Getreideproben

Probeneinwaage 100 g, Feuchtebereich 10 bis 23%, Anzahl der Meßwerte je Gerät 20

Geräte-Nr.	Getreideart und -sorte	F _{E max} F _{M max}	
		F _{E max}	F _{M max}
1	Weizen 'Alcedo'	1,00	0,50
1	Weizen 'Taras'	1,10	0,90
10	Weizen 'Alcedo'	1,00	0,60
10	Weizen 'Taras'	0,70	0,20
26	Weizen 'Alcedo'	0,85	0,60
26	Weizen 'Taras'	0,60	0,20
Mittel	Weizen	0,90	0,50
10	Roggen 'Pluto'	0,70	0,45
19	Roggen 'Pluto'	0,57	0,43
26	Roggen 'Pluto'	0,35	0,14
26	Roggen 'Peros'	0,55	0,12
Mittel	Roggen	0,55	0,25

Tafel 3. Grundfehler in % Feuchte von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern EFG, ermittelt mit künstlich angefeuchteten Getreideproben bei Volumen- und Massedosierung¹⁾

Probenvolumen 200 cm³, Probeneinwaage 100 g, Feuchtebereich 10 bis 23%, Anzahl der Meßwerte je Gerät 20

Getreideart und -sorte	Massedosierung		Volumendosierung	
	F _{E max}	F _M	F _{E max}	F _M
Weizen 'Alcedo'	0,85	0,60	1,7	1,05
Weizen 'Taras'	0,60	0,16	1,4	1,05
Roggen 'Peros'	0,55	0,12	0,7	0,24
Roggen 'Pluto'	0,35	0,14	0,7	0,50

- 1) Beim Übergang von der Massedosierung zur Volumendosierung erhöhen sich die Fehler. Bei der Volumendosierung wirken sich in den Geräten die morphologischen Unterschiede der Getreidesorten, d. h. besonders die Schüttdichteunterschiede, wesentlich stärker auf die Lage der Kennlinien aus als bei der Massedosierung.

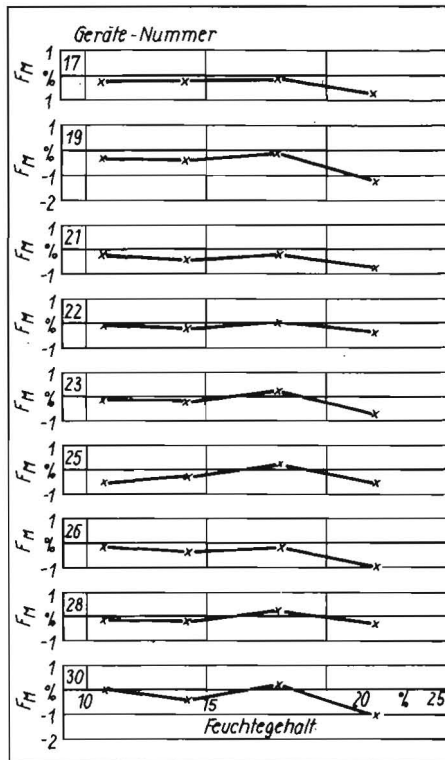


Bild 2. Fehlerdiagramme für die Roggensorte 'Pluto' bei Massedosierung der Proben

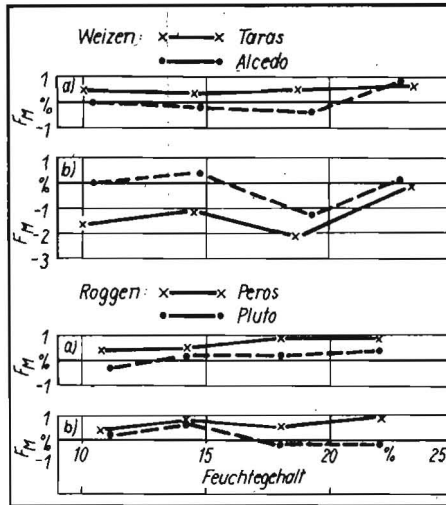


Bild 3. Fehlerdiagramme für Weizen und Roggen bei
a) Massedosierung
b) Volumendosierung

Erläuterungen zu den Bildern 1 bis 3
Bilder 1 und 2

Die Fehlerdiagramme wurden aufgenommen, um ggf. die Erstkalibrierung noch zu korrigieren. Darauf konnte jedoch verzichtet werden, da die Abweichungen in dem untersuchten Feuchtebereich von 10 bis 25% i. allg. unter 1% Feuchte (bei den Weizensorten 'Taras' und 'Alcedo') und unter 0,5% Feuchte (bei der Roggensorte 'Pluto') lagen.

Bild 3

Der Vergleich zeigt, daß mit dem Übergang von der Masse- zur Volumendosierung die Fehler ansteigen, die Linearität der Kennlinien schlechter wird und die Lageabweichungen der Kennlinie zwischen unterschiedlichen Sorten der gleichen Getreideart größer werden. Die Lageabweichungen der Kennlinien unterschiedlicher Sorten sind den morphologischen Unterschieden proportional (Schüttdichteunterschiede). Die im Vergleich zu Weizen geringen Lageabweichungen der Kennlinie bei den beiden Roggensorten 'Peros' und 'Pluto' sind darauf zurückzuführen, daß diese beiden Sorten nur sehr geringe morphologische Unterschiede aufweisen.

jedem Fall eindeutig zu ermitteln. Der Aussagewert dieser Fehlerermittlungen wird erheblich durch die Genauigkeit des Wäge-Trocknungs-Verfahrens bestimmt (Tafel 6). In der Getreide- und Saatgutwirtschaft wird die Genauigkeit des Wäge-Trocknungs-Verfahrens durch Ringanalysen in regelmäßigen Abständen überprüft, in den Forschungszentren und Betrieben der AdL werden derartige Kontrollen i. allg. nicht durchgeführt.

Neben den aus dem Wäge-Trocknungs-Verfahren resultierenden Fehlern sind im wesentlichen folgende weitere Fehlerursachen möglich:

- Bedienfehler, z. B. falsche Stellung des Getreidewählschalters
- Wiegefehler bei der Probeneinwaage
- extreme Eigenschaften des Getreides (sehr hohe bzw. sehr niedrige Schüttdichte)
- Oberflächenfeuchte des Getreides
- extremer Fremdbesatz in der Getreideprobe
- Störungen im Elektronikteil des EFG.

Im Jahr 1987 wurden die Ergebnisse der Vorjahre bestätigt. Wegen des größeren Feuchtebereichs der Proben sind die Fehler im Vergleich zu 1986 etwas größer. Beim Saatgut sind die Fehler niedriger als bei der Rohware.

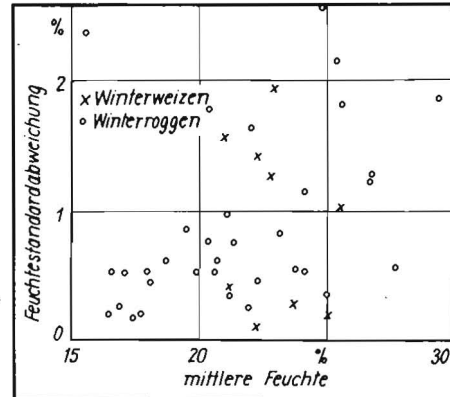


Bild 4. Feuchteschwankungen und mittlere Feuchte in Getreideproben, entnommen am Mähdruschkomplex, repräsentativ für jeweils eine Einsatzstunde (nach Meßwerten von Reissig [11])

4. Einsatzerfahrungen

Die Anwender von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern können mit einfachen Maßnahmen eine hohe Meßgenauigkeit sichern. Wird eine Korrektur der Kennlinien mit dem Getreide vor Ort vorgenommen, so ist bei sorgfältiger Arbeit der Grundfehler erreichbar. Im praktischen Einsatz bestehen folgende Möglichkeiten der Kennlinienkorrektur:

- Ermittlung der Anzeigedifferenz zum Wäge-Trocknungs-Verfahren, Nachstellen des Geräts durch Parallelverschiebung der Kennlinie
Diese Art der Korrektur ist ausreichend, wenn der zu messende Feuchtebereich in der Nähe des Korrekturwerts liegt bzw. die Anzeigedifferenz zwischen Gerät und den Wäge-Trocknungs-Werten über den gesamten Meßbereich annähernd konstant ist.

- genauere Korrektur der Kennlinie durch Vergleichsmessungen bei unterschiedlichen Feuchtestufen

Aus den Anzeigedifferenzen können dann zusätzliche Korrekturwerte für den Anstieg der Kennlinie berechnet werden. Bei einer optimal eingestellten bzw. korrigierten Kennlinie liegen die Abweichungen (Fehler) der Einzelmeßwerte symmetrisch zur Kennlinie, d. h. sie sind etwa zu gleichen Teilen positiv und negativ.

Der in der Praxis auftretende Gesamtfehler hängt davon ab, inwieweit sich das beim Messen verwendete Getreide - vor allem in der Schüttdichte - von dem Getreide unterscheidet, das für die Kalibrierung verwendet wurde bzw. auf das sich die Kalibrierung bezieht.

Werden systematische Differenzen ausgeschlossen, kann bei der Massedosierung dieser Fehler 1 bis 4% (Tafeln 4 und 5) und bei der Volumendosierung 2 bis 6% betragen. Sind für die einzelnen Getreidearten die Kennlinien bzw. Sorten bekannt, die in der Mitte der Schwankungsbreite der in Frage kommenden Sorten liegen, und ist die Kalibrierung nach dieser Kennlinie bzw. Sorte vorgenommen worden, verringern sich die Gesamtfehler jeweils auf die Hälfte.

Den Anwendern von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern wird empfohlen, einmal jährlich - zweckmäßigerweise jeweils vor Beginn der Getreidekampagne - eine Nachkalibrierung durchzuführen.

Als Entscheidungshilfe beim Mähdrusch hat der Feuchteschnellbestimmer EFG eine aus-

1985/86 aufgenommenen Kennlinien der Geräte

- Messung der Empfindlichkeit jedes Geräts mit den Standardproben bei einer Einwaage von 100 g
- Eingabe der auf gleiche Empfindlichkeit korrigierten Kalibrierkennlinien in die Geräte
- Kontrolle der Kalibrierung mit den beiden Standardproben sowie Ermittlung des Grundfehlers mit künstlich angefeuchteten Getreideproben.

3. Fehler

Zwischen dem Grundfehler und dem Fehler unter Praxisbedingungen ist zu unterscheiden. Der Grundfehler ist der Fehler, der beim Messen mit Getreide auftritt, das über die gleichen morphologischen Eigenschaften verfügt wie das Getreide, das zur Kalibrierung verwendet wurde bzw. auf das sich die Kalibrierung bezieht. Zusatzfehler treten auf, wenn mit Getreide gemessen wird, das abweichende morphologische Eigenschaften hat.

Der Fehler unter Praxisbedingungen ist die Summe aus Grund- und Zusatzfehlern. Durch eine Nachkalibrierung vor Ort kann der Zusatzfehler weitgehend eliminiert werden. Der Grundfehler wurde jeweils unmittelbar nach der Kalibrierung zu deren Kontrolle ermittelt (Tafeln 1, 2 und 3 sowie Bilder 1, 2 und 3). Er beträgt beim EFG im Feuchtebereich von 10 bis 25% rd. 1% Feuchte.

Um die Ermittlung der Fehlerursachen unter Praxisbedingungen zu erleichtern, wurden die Erprobungsbetriebe aufgefordert, die verwendeten Getreideproben durch die Angabe ihrer wichtigsten Kenngrößen, wie Schüttdichte, Tausendkornmasse, Herkunft bzw. Anbaubgebiet und Erntejahr, so gut wie möglich zu beschreiben. Die ermittelten Fehler unter Praxisbedingungen liegen zwischen 0,6% und 4% Feuchte (Tafeln 4 und 5). Die Ursachen für höhere Fehler waren nicht in

Tafel 4. Ergebnisse von Fehleruntersuchungen (Angaben in % Feuchte) des VEB WTÖZ der Getreideverarbeitungsindustrie Berlin, Betriebsteil Schönebeck, mit dielektrischen Feuchteschnellbestimmern EFG, die im FZM Schlieben kalibriert wurden¹⁾
Feuchtebereich 10 bis 25%, Anzahl der Meßwerte je Gerät 25

Geräte-Nr.	Getreideart und -sorte	$F_{E\max}$	$F_{E\text{mittel}}$	F_R	F_K
12	Weizen 'Mario'	2,6	1,45	0,60	-1,45
17	Weizen 'Mario'	2,2	1,93	0,30	-1,93
22	Weizen 'Mario'	2,8	1,80	0,30	-1,80
25	Weizen 'Mario'	3,4	2,70	0,36	-2,70
12	Weizen 'Hatri'	2,5	1,00	0,40	-1,00
17	Weizen 'Hatri'	1,7	0,90	0,33	-0,90
22	Weizen 'Hatri'	2,3	1,36	0,30	-1,36
25	Weizen 'Hatri'	3,1	2,00	0,46	-2,00
12	Gerste 'Salome'	1,4	0,50	0,33	+0,35
17	Gerste 'Salome'	2,1	0,82	0,40	-0,82
22	Gerste 'Salome'	0,7	0,30	0,22	0
25	Gerste 'Salome'	5,0	2,60	0,42	-2,60
12	Gerste 'Tamina'	2,1	1,23	0,40	-1,23
17	Gerste 'Tamina'	1,6	0,72	0,40	-0,72
22	Gerste 'Tamina'	2,3	1,40	0,34	-1,40
25	Gerste 'Tamina'	6,7	4,00	0,30	-4,00

1) Nach Abzug der bestehenden systematischen Differenz von rd. 1,2% Feuchte beim Wäge-Trocknungs-Verfahren zwischen den Labors des FZM und des VEB WTÖZ der Getreideverarbeitungsindustrie kommt der Fehler dem Grundfehler sehr nahe.

Tafel 5. Ergebnisse von Fehleruntersuchungen mit den dielektrischen Feuchteschnellbestimmern EFG in ausgewählten technologischen Abschnitten der Getreideproduktion (Mähdrusch und Getreideannahme) in verschiedenen Praxisbetrieben¹⁾

Getreideart und -sorte	Geräte-Nr.	Anzahl der Meßproben	Anzahl der Einzelmessungen	Feuchtebereich %	$F_{E\max}$ %	$F_{E\text{mittel}}$ %	F_K %	technologischer Abschnitt
LPG Spaatz								
Winterweizen	5	3	12	20...21	1,1	0,80	-0,10	Mähdrusch
Winterroggen	5	3	12	14...21	0,8	0,60	-0,60	
Winterroggen	5	17	51	11...27	3,9	0,95	-0,60	
Humboldt-Universität Berlin bzw. VEG Albertshof								
Winterroggen 'Pluto'	12	3	15	20...21	1,3	0,90	-0,70	Mähdrusch
Winterroggen 'Pluto'	12	6	30	18...25	1,5	0,97	+0,25	
Winterroggen 'Pluto'	12	6	30	22...30	1,3	0,90	+0,32	
Winterroggen 'Pluto'	12	8	40	18...25	1,6	1,00	+0,40	
Winterroggen 'Pluto'	12	7	35	18...23	1,5	0,76	-0,10	
Winterroggen 'Pluto'	12	7	35	14...19	2,7	1,60	+1,20	
Winterweizen 'Miras'	12	3	15	23...25	2,4	2,20	-2,20	
FZM Schlieben								
Roggen	28	13	40	16...27	3,0	1,40	+1,40	Mähdrusch
Roggen	28	19	55	14...21	4,4	1,30	+0,80	
Roggen	28	32	67	14...22	4,4	1,60	+1,60	
Weizen	28	60	120	11...17	3,6	0,90	+0,20	
Kraftfuttermischwerk Ketzin								
Roggen	21	20	32	17...23	2,9	1,35	+1,35	Getreideannahme/
Roggen	21	15	15	20...28	2,9	1,20	-0,80	Vorsortierung
Weizen	21	18	26	15...23	2,0	0,73	+0,22	
Gerste	21	16	19	15...25	2,7	1,10	+0,84	
Hafer	21	20	20	13...20	2,0	0,70	+0,50	
VEB Saat- und Pflanzgut Gransee								
Hafer	4	19	19	13...18	2,8	1,00	-0,50	Getreideannahme
Hafer	4	18	18	13...18	2,5	0,80	+0,60	
Hafer/ Stamm AG905	4	5	5	13...16	2,0	0,92	+0,80	
Hafer	4	19	19	13...17	1,4	0,64	+0,17	

1) Beim Mähdrusch und bei der Getreideannahme betragen die mittleren Fehler 1% Feuchte.

Tafel 6. Überprüfung der Genauigkeit des Wäge-Trocknungs-Verfahrens in den an der Erprobung beteiligten Einrichtungen

Bereich	Fehler des Wäge-Trocknungs-Verfahrens in % Feuchte
Betriebe der Saatgutwirtschaft	0,6
Betriebe der Getreidewirtschaft	0,8
AdL-Institute	> 1,0

Zwischen dem Labor des FZM und dem Labor des VEB WTÖZ der Getreideverarbeitungsindustrie, Betriebsteil Schönebeck, bestand beim Wäge-Trocknungs-Verfahren im Jahr 1986 eine systematische Differenz von 1,2% Feuchte. Dadurch ergaben sich größere Fehler. Eine weitere Fehlervergrößerung wird durch fehlerhafte Kennlinieneinstellungen verursacht (s. a. Geräte-Nr. 25 in den Tafeln 1 und 4).

Erläuterungen zu den Tafeln 1 bis 5

Maximaler Fehler der Einzelmessung $F_{E\max}$: maximale Abweichung des angezeigten Wertes von dem mit dem Wäge-Trocknungs-Verfahren ermittelten Feuchtwert von einer bestimmten Anzahl von Einzelmeßwerten, z. B. einer Meßreihe

Mittlerer Fehler der Einzelmessung $F_{E\text{mittel}}$: Mittelwert des Betrags des Fehlers der Einzelmessung von einer bestimmten Anzahl von Einzelmeßwerten

Reproduzierbarkeitsfehler (Wiederholfehler) F_R : maximale Abweichung der Einzelmeßwerte vom Mittelwert aus mindestens 5 Einzelmessungen an der gleichen Probe

Linearitätsfehler F_L : größtmöglicher Fehler infolge Linearisierung einer nichtlinearen Abhängigkeit zwischen Meßgröße (Feuchte) und der als Maß für die Feuchte verwendeten elektrischen Größe

Mittelwertfehler F_M : Differenz zwischen dem Mittelwert der Anzeigewerte von i. allg. 5 Wiederholmessungen an der gleichen Probe und dem durch das

Wäge-Trocknungs-Vergleichsverfahren ermittelten Feuchtwert

Fehler der eingestellten Kalibrierkennlinie (konstante Abweichung) F_K : Mittelwert der Fehler der Einzelmessungen unter Berücksichtigung ihrer Vorzeichen; ist identisch mit dem mittleren Fehler der Einzelmessung, wenn alle Einzelfehler das gleiche Vorzeichen haben, und kann durch Parallelverschiebung der Kennlinie korrigiert werden

reichende Meßgenauigkeit [10]. Die Messungen sollten vorwiegend von der gleichen Person, am zweckmäßigsten vom Komplexleiter selbst, durchgeführt werden.

Da die Landwirtschaftsbetriebe i. allg. nicht die Möglichkeit der Feuchtebestimmung nach dem Wäge-Trocknungs-Verfahren haben, wird empfohlen, die für die Überprüfung und Korrektur der Geräte erforderlichen Getreideproben in dem Getreidewirtschaftsbetrieb bestimmen zu lassen, an den das Getreide geliefert wird. Auch die während der Getreideannahme vom Getreidewirtschaftsbetrieb durchgeführten Feuchtebestimmungen sollten für Überprüfungszwecke genutzt werden.

Die Massedosierung ist noch problematisch, da für den Feldeinsatz geeignete handelsübliche Waagen nicht zur Verfügung stehen. Die Landwirtschaftsbetriebe sind deshalb auf die Nutzung der Anbauwaage des EFG angewiesen, die zwar bei sorgfältiger Bedienung über die erforderliche Meßgenauigkeit verfügt, jedoch noch sehr arbeitsaufwendig ist. Einsatzerfahrungen wurden im Jahr 1987 während der Getreideernte gewonnen, auch bei technologischen Untersuchungen, speziell zum Witterungseinfluß (Bild 4).

Bei der Getreideannahme sind ebenfalls positive Einsatzerfahrungen gesammelt worden [12]. Das Gerät diente dort vor allem als Entscheidungshilfe bei der Vorsortierung für die Zwischenlagerung nach Feuchtegruppen. Da der zeitliche Aufwand für die Messung gering ist, können bei Bedarf eine oder mehrere Proben jeder Liefereinheit vor der Fahrzeugeinweisung entnommen und deren Feuchtegehalt gemessen werden. Der Feuchteschnellbestimmer EFG wurde auch für die Trocknerkontrolle und -steuerung anhand der Ausgangsfeuchten genutzt.

Die Überprüfung und Korrektur der Geräte mit Getreideproben, deren Feuchtegehalt nach dem Wäge-Trocknungs-Verfahren genau bestimmt wurde, bereitet in den Getreideannahmebetrieben keine besonderen Schwierigkeiten. Für die Probeneinwaage werden in diesen Betrieben vorwiegend Oberschalenwaagen verwendet, da sie eine schnelle und genaue Einwaage ermöglichen.

Literatur

- [1] Müller, H.-F.: Erprobung des elektronischen Feuchteschnellbestimmers für Getreide EFG. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Arbeitsbericht 1986 (unveröffentlicht).
- [2] Müller, H.-F.: Erprobung des elektronischen Feuchteschnellbestimmers für Getreide EFG.

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Arbeitsbericht 1987 (unveröffentlicht).

- [3] Schindler, D., u. a.: Neues Kornfeuchte-meßgerät für die Getreide- und Feldwirtschaft. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 6, S. 283-284.
- [4] Rettig, H.: Feuchte-meßtechnik in der Landwirtschaft (Tagungsbericht). agrartechnik, Berlin 38 (1988) 2, S. 94.
- [5] Klitzsch, P.; Thiele, B.: Ganzkornfeuchte-meßgerät zur Anwendung in der Feldwirtschaft und in den Getreidekombinaten. agrartechnik, Berlin 38 (1988) 4, S. 165-166.
- [6] Dittrich, F.: Transportabler Ganzkorn-Feuchteschnellbestimmer. agrartechnik, Berlin 36 (1986) 6, S. 249.
- [7] Ostwald, W.: FPR h/IV 1 erleichtert lagerwirtschaftliche Aufgaben. Getreidewirtschaft, Berlin 21 (1987) 7, S. 163-164.

- [8] Müller, H.-F.; Rettig, H.: Meßgenauigkeit bei der dielektrischen Schnellbestimmung der Getreidefeuchte. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 7, S. 300-302.
- [9] Müller, H.-F.; Rettig, H.: Die Grenzen der Meßgenauigkeit von dielektrischen Feuchteschnellbestimmern. Tagungsberichte der AdL der DDR, Berlin (1988) 265.
- [10] Rönnspeiß, M.; Stöckel, G.: Bericht zur Erprobung des EFG. LPG Pflanzenproduktion Spatz 1987 (unveröffentlicht).
- [11] Reissig, J.: Heterogenität der Feuchte von Getreidekörnern nach dem Mähdrusch. Humboldt-Universität Berlin, Sektion Pflanzenproduktion, Belegarbeit 1988.
- [12] Kirchner, H.: Kurzbericht zum Einsatz des EFG im Kraftfuttermischwerk Ketzin. Kraftfuttermischwerk Ketzin 1987 (unveröffentlicht).

A 5315

Größere Lademassen und höhere Effektivität beim Strohtransport

Dr. sc. agr. H. Heimbürge, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

Dipl.-Landw. G. Eberth, LPG(P) Grumbach-Kaufbach, Bezirk Dresden

Dipl.-Agr.-Ing. G. Richter, LPG(P) „Grenze“ Hirschberg, Bezirk Gera

Einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Effektivität des Strohtransportes hat die je Transporteinheit transportierte Lademasse, die sich aus Ladevolumen und Schüttdichte ergibt. Hinsichtlich des Ladevolumens je Transporteinheit ist vor allem in den letzten 5 bis 8 Jahren beim Strohtransport eine positive Entwicklung zu verzeichnen. Vor allem mit Hilfe des Doppelzuges sind Ladevolumen von über 50 m³ je Transporteinheit in der Praxis breit realisiert. Noch nicht befriedigend ist hingegen die Entwicklung der Schüttdichten beim Strohtransport. Damit werden die technischen Möglichkeiten der Hochdruckpressen K453 und K454 bezüglich der erzeugbaren Ballendichten nur unzureichend ausgeschöpft. Als Ursachen für die niedrigen Schüttdichten von 38 bis 47 kg/m³ [1] werden vornehmlich die Vergütung nach Führen und die meist nachfolgende Handmanipulation, die niedrige Ballenmassen erfordert, angesehen. Dadurch bleiben erhebliche transportökonomische und betriebliche Reserven ungenutzt.

Untersuchungen in der Praxis

Während der Stroherntekampagne 1987 wurden unter den konkreten Bedingungen

der LPG(P) Grumbach-Kaufbach, Bezirk Dresden, und der LPG(P) „Grenze“ Hirschberg, Bezirk Gera, kurzzeitig Untersuchungen durchgeführt, die zum Ziel hatten, die Schüttdichte von Strohballen auf den Transporteinheiten über engere Preßkanaleinstellung und Ballenlängenverkürzung an den Hochdruckpressen beträchtlich zu erhöhen und dabei die Handmanipulierbarkeit der Ballen zu erhalten (Tafel 1).

Der wesentlichste Unterschied zwischen den beiden Betrieben war durch Einfach- und Zweifachbindung der Hochdruckpressen gegeben und bestand ferner darin, daß in der LPG(P) Grumbach-Kaufbach Doppelzüge und in der LPG(P) Hirschberg Einfachzüge beim Strohtransport eingesetzt wurden. In die Auswertung wurden nur die Führen einbezogen, deren Lademasse durch Wiegen exakt bestimmt werden konnte. Je Ladepritsche wurden zwischen 10 und 20 Ballen einzeln vermessen und gewogen. Die Trockensubstanzbestimmung erfolgte alle 2 Stunden. Während der Untersuchungen wurde grundsätzlich unter gleichen Bedingungen mit jeweils einer praxisüblichen und einer gezielt engeren Kanaleinstellung der Hochdruckpressen K453 und K454 Stroh geerntet.

Anhand der Fortschrittgeschwindigkeit der Pressen war keine Durchsatzminderung bei engerer Kanaleinstellung feststellbar.

Hohe Ballendichten

In beiden LPG wurde Bindegarn mit 450 m Lauflänge je Kilogramm für die Hochdruckpressen mit enger Preßkanaleinstellung eingesetzt. Dieses Bindegarn entsprach allen während der Erprobung aufgetretenen Anforderungen. Die Bindsicherheit verschlechterte sich nicht. Die Erzeugung hoher Ballendichten erfordert allerdings eine sorgfältigere Knüpfereinstellung; um trotz höherer Beanspruchung eine hohe Bindsicherheit erzielen zu können. Knoter und Fadenhalter dürfen keine größeren Verschleißerscheinungen aufweisen. Polyäthylenfäden mit 650 m Lauflänge je Kilogramm sollte für Ballendichten über 80 kg/m³ nicht verwendet werden.

Hohe Schüttdichten bei kleinen Ballenmassen

Aus der höheren Ballendichte ergibt sich bei gleicher Ballenlänge zwangsläufig eine größere Ballenmasse, die bei nicht vollmechanisierter Ballenmanipulation aus Gründen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes aber nur bis zu 10 kg erhöht werden darf. Folglich wurde mit der engeren Preßkanaleinstellung gleichzeitig die kürzestmögliche Ballenlängeneinstellung an den Hochdruckpressen vorgenommen.

Aus Tafel 2 wird deutlich, daß Ballenlängen unter 40 cm real sind, wobei jedoch Schwankungen im Bereich zwischen 2 oder 3 Preßkolbenhöhen je Ballen nicht ganz vermeidbar sind. Die aufgeführten Werte beziehen sich jeweils auf das Mittel im Rahmen einer Fuhr. Während der Untersuchungen trat ein nicht ganz erwarteter zusätzlich positiver Effekt ein. Es stellte sich heraus, daß sich mit zunehmender Verkleinerung der Ballen die Anzahl von Ballen je 10 m³ Laderaum progressiv vergrößert. In der Summe der größeren Ballenanzahl und der um 12 bis 20% grö-

Tafel 1. Bedingungen und eingesetzte Technik

	LPG(P) Grumbach-Kaufbach	LPG(P) Hirschberg
Datum der Messungen	9. und 10. Sept. 1987	21. und 22. Sept. 1987
Strohart	Winterweizen	Winterweizen
Feuchtigkeitsgehalt	12,2 bis 24,2 %	11,7 bis 14,7 %
Erntemaschine	K454, Einfachbindung	K453, Zweifachbindung
Gelände	leicht hängig	leicht hängig
eingesetzte Transporteinheiten	ZT 300 + 2 THK 5/SA 29 ZT 300 + HTS 50.04 ZT 300 + THK 5/SA 29	ZT 300 + THK 5/SA 29 ZT 300 + HW 60.11/LSHA 6
Anzahl auswertbarer Transporteinheiten	8	9