

Thomas Hoffmann und Christian Füll, Potsdam-Bornim

# Einfluss der Witterung auf den Mähdruschereinsatz

*Eine wirtschaftliche Getreideproduktion setzt moderne Produktionsverfahren voraus. Für die Modernisierung sind Investitionen erforderlich, die um so schwerer wiegen, je geringer die Erträge und die Getreidepreise sind. Die Investitionen wirken langfristig und müssen durchdacht sein. Oft wird bei der Wahl der Technikausstattung nur unzureichend beachtet, dass Mähdrusch, Konservierung und Verwendung des Getreides aufeinander aufbauen. Über alle Bereiche hinweg wirkt stochastisch die Witterung. Das komplexe Zusammenwirken macht für jeden einzelnen Betrieb eine geschlossene Betrachtung der Ernte- und Konservierungsprozesse im Vorfeld der Technikbeschaffung notwendig.*

Dr. Thomas Hoffmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Füll ist Leiter der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im ATB, Max Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wiss. Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske); e-mail:thoffmann@atb-potsdam.de Die Forschungsarbeiten liefen von 1992 bis 1998 am Fachgebiet Technik in der Pflanzenproduktion der Humboldt-Universität zu Berlin, Philippstr. 13, 10115 Berlin unter Leitung von Prof. (i.R.) Dr. agr. habil. Manfred Müller.

## Schlüsselwörter

Witterung, Kornfeuchte, Mähdrusch, Konservierung

## Keywords

Weather, grain moisture, combine harvesting, preservation

Vorsorgliche technische Entscheidungen betreffen Art und Umfang der notwendigen Ernte- und Konservierungstechnik. Diese Entscheidungen wirken langfristig und haben wesentlichen Einfluss auf die Kosten. Stochastischen Störgrößen muss der Landwirt mit Vorsorgemaßnahmen begegnen. Die dafür notwendige Technik muss nach Möglichkeit ohne Überkapazitäten bereitgestellt werden. Zur Wahl der erforderlichen Technik ist eine durchgängige Betrachtung von Witterung, Getreideernte und Folgeprozessen notwendig. Über abgeschlossene Forschungsarbeiten hierzu wird nachfolgend berichtet.

## Bearbeitungsablauf

Für verfahrenstechnische Vorsorgeentscheidungen muss die Eintreffenswahrscheinlichkeit von witterungsbedingten Kornfeuchten bekannt sein. Da solche Angaben meistens fehlen, wurden sie durch die Auswertung von Witterungsdaten gewonnen. Den Zusammenhang zwischen Witterung und Kornfeuchte stellten Regressionsgleichungen her. Als Datengrundlage lagen gemessene Wertepaare von Kornfeuchte und Witterungsgrößen vor. Mit den Regressionsgleichungen und mit langjährigen meteorologischen Daten wurde in einem Simulationsmodell die witterungsbedingte Dauer bestimmter Kornfeuchten einzelner Jahre berechnet und eine repräsentative Kornfeuchteverteilung abgeleitet.

Die Dauer witterungsbedingter Kornfeuchten war die Grundlage zur Bestimmung von Mähdruschzeiten und Erntemengen mit bestimmten Kornfeuchten. Zur Berechnung von Aufwand und Kosten wurden für Mähdrusch, Belüftungstrocknung, technische Kühlung, Warmlufttrocknung und konservierende Lagerung von Getreideschrot Verfahrensmodelle aufgestellt. Durch Verknüpfung der Mähdrusch- und Konservierungsmodelle konnte deren Zusammenwirken untersucht werden.

## Kornfeuchtestunden

Von 1977 bis 1995 sind 258 Tages-Datensätze der Kornfeuchten und der Witterung gemessen worden, davon 92 Tages-Datensätze

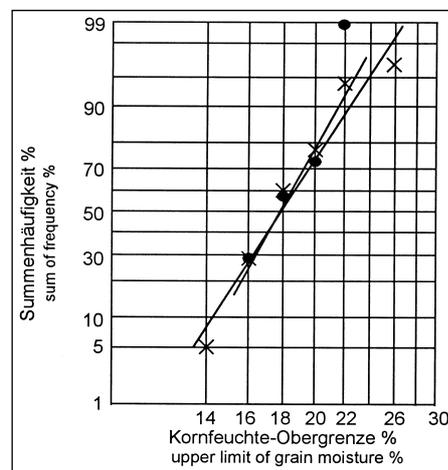


Bild 1: Gemessene und berechnete Werte der Dauer bestimmter Kornfeuchten nach dem Mähdrusch; (x) Winterroggen gemessen 29. 7. bis 11. 8. 1988 [1], (•) berechnete mit Modell „WW+WR Mähdrusch“ [5]

Fig. 1: Measured and computed values for length of defined grain moisture after combining; (x) winter rye measured 29. of July till 11. of August 1988 [1], (•) computed with the model "WW+WR Mähdrusch" [5]

nach dem Mähdrusch. Aus den Datensätzen wurden ausgewählte Witterungsgrößen für die Regressionsanalyse verwendet. Aufbauend auf Untersuchungen an der Humboldt-Universität zu Berlin [1, 2] gingen die Witterungsgrößen nicht mit ihren Terminwerten, sondern mit der Dauer ihres Auftretens oder der Dauer des Überschreitens bestimmter Schwellenwerte in die Regressionsgleichungen ein. Die Zielgröße war die Kornfeuchte in Stunden ihres Auftretens an einem Tag (Tab. 1). Winterweizen (WW) und Winterroggen (WR) sowie Sommergerste (SG) und Wintergerste (WG) konnten ohne Beeinträchtigung der Ergebnisse zu je einem Mo-

Tab. 1: Einfluss- und Zielgrößen der Regressionsgleichungen

Table 1: Influential and target parameters

Größe	Angaben	Einheit
<b>Einflussgrößen</b>		
Relative Luftfeuchte	Anzahl der Stunden am Drushtag und an zwei Vortagen mit relativer Luftfeuchte bis maximal 60, 70 und 80 %	h/d
Niederschlagshöhe	am Drushtag und an zwei Vortagen	mm/d
Sonnenscheindauer	am Drushtag und an zwei Vortagen	h/d
Kornfeuchtestunden	bereits ermittelte Kornfeuchtestunden für den Drushtag	h/d
Kornfeuchtestunden	Kornfeuchtestunden des Vortages	h/d
<b>Zielgrößen</b>		
Kornfeuchtestunden	Anzahl der Stunden am Drushtag in Kornfeuchteklassen	h/d

		Kornfeuchte-Obergrenze %					
		14	16	18	20	22	24
Winterroggen, 23.7. bis 5.8.							
KTBL <sup>1)</sup>	Σ %	11	34	56	73	-	91
WW+WR Bestand <sup>2)</sup>	Σ %	15	41	59	71	79	81
WW+WR Mähdrusch <sup>2)</sup>							
- alle Ernteperioden	Σ %	0	25	39	54	78	81
- trockene Ernteperioden (27 % aller Ernteperioden)	Σ %	27	66	82	90	98	99
- feuchte Ernteperioden (31 % aller Ernteperioden)	Σ %	0	12	22	38	64	70

<sup>1)</sup> Klimagebiet 8 nach KTBL [4], 10 bis 20 Uhr MESZ

<sup>2)</sup> Simulationsmodell „Witterung und Kornfeuchte“ [5], Station Potsdam. 1951 - 1995, 10 bis 20 Uhr MESZ, 100 % = 140 h/EP; EP Ernteperiode 80 % Eintreffenswahrscheinlichkeit

Tab. 2: Anzahl der Stunden in den Kornfeuchteklassen am Beispiel Winterroggen

Table 2: Number of hours in grain moisture classes; example winter rye

dell zusammengefasst werden. Der Vergleich gemessener Kornfeuchtwerte einer Ernteperiode mit Ergebnissen des Modells „WW+WR Mähdrusch“ zeigt eine zufriedenstellende Übereinstimmung (Bild 1) [3].

Das Modell zur Kornfeuchte im Bestand und Bestandswerte des KTBL [4] geben für die Erntezeitspanne von Winterroggen annähernd gleiche Zeiten mit bestimmter Kornfeuchte an (Tab. 2). Die Dauer der Kornfeuchte nach dem Mähdrusch liegt in den Klassen mit geringer Kornfeuchte deutlich unter den Werten von KTBL und dem Bestandsmodell. Das Modell zur Kornfeuchte nach dem Mähdrusch zeigt den in der Praxis beobachtbaren Effekt, dass während des Druschvorganges Feuchtigkeit vom Stroh und vom Grünbesatz auf das Korn übertritt. Nach dem Drusch liegt eine höhere Kornfeuchte vor als vor dem Drusch. Angaben zur Kornfeuchte im Bestand geben potentielle Druschstunden an, von denen nur ein Teil praktisch nutzbar ist. Für die Bemessung der Mähdruschkapazität sind vor allem die Modelle zur Kornfeuchte nach dem Mähdrusch geeignet. Die Auswertung trockener und feuchter Ernteperioden zeigt

den Wertebereich, der durch Ernte- und Konservierungstechnik abgedeckt werden muss.

### Mähdrusch und Konservierung

Durch den Mähdrusch ergeben sich Erntemengen mit einer Kornfeuchteverteilung und einer Kornfeuchte-Obergrenze (Tab. 3). Müssen im Beispielbetrieb aus Kostengründen in der Getreideernte 200 h Einsatzdauer mit einem Großmährescher erreicht werden, so liegt in trockenen Ernteperioden (EP) die Kornfeuchte-Obergrenze bei 19 % und in feuchten Ernteperioden über 22 %. Die maximale Kornfeuchte wird durch die zulässige Kornfeuchte-Obergrenze der Konservierungsverfahren vorgegeben.

In feuchten Ernteperioden sind 22 % Kornfeuchte-Obergrenze nicht zu vermeiden, wenn eine wirtschaftliche Ausnutzung der Mährescher erreicht werden soll (Bild 2) [6]. Am Beispiel der Futtergetreidekonservierung (Bild 2) ist die Kostendegression beim Mähdrusch stärker als der Kostenanstieg für die Trocknung der feuchten Getreidepartien.

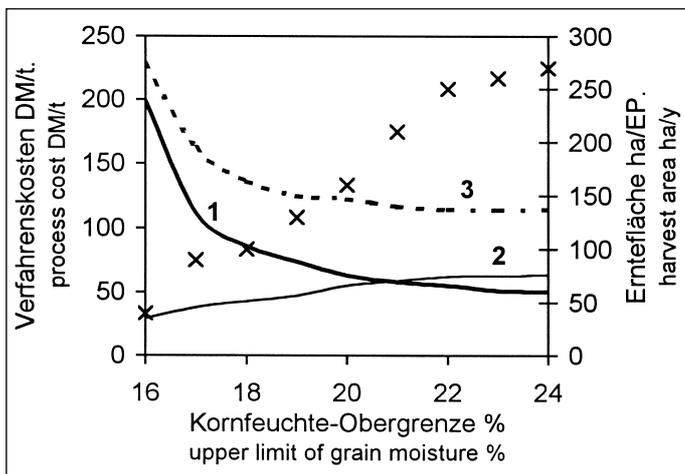


Fig. 2: Operational costs for processing grain coarse meal in wet harvesting periods (EP); harvested area (x) of a combine with 180 kW rated engine power. 1 costs of combine and losses; 2 costs for maintaining-ventilation, warm-air drying with transport, ginding before feeding; 3 sum of 1 and 2

Einsatzdauer [h/EP]	Relativwerte der Körnermenge mit Kornfeuchtegehalt [%]			
	bis 16	17 bis 19	20 bis 22	über 22
trockene Ernteperioden (Ernteperioden, wie z.B. 1971, 1982, 1992, 1994, 1995)				
100	100			
150	100			
200	86	14		
feuchte Ernteperioden (Ernteperioden, wie z.B. 1954, 1965, 1977, 1987, 1993)				
100	39	48	13	
150	28	39	33	
200	22	30	37	11

<sup>1)</sup> Kornfeuchteabhängige Druschleistung, 180 kW Motornennleistung

<sup>2)</sup> Station Potsdam, 1951 bis 1995; Ernte von Wintergerste, Winterroggen, Sommergerste, Hafer und Winterweizen; Erntedauer 27 Kalendertage, 10 bis 20 Uhr MESZ, 100 % = 270 h/EP

Tab. 3: Relativwerte der Körnermenge (%) nach dem Drusch<sup>1)</sup> in feuchten und trockenen Ernteperioden<sup>2)</sup> (EP) mit zunehmender Einsatzdauer eines Mähreschers [6]

Table 3: Relative values grain quantities (%) after threshing in wet and dry harvesting periods (EP) with increasing combine utilisation [6]

Alternativ zur Trocknung bietet sich bei Futtergetreide die Schrotlagerung von feuchtem Getreide an [7]. Vorteile ergeben sich durch die geringen Konservierungskosten und durch die Ausdehnung des Mähdrusches auf Zeiten mit hoher Kornfeuchte.

### Schlussfolgerungen

Eine vorsorgliche Technikausstattung ist immer an die konkreten Bedingungen eines Betriebes, vor allem an die witterungsbedingten Zeitanteile mit bestimmten Kornfeuchten nach dem Mähdrusch geknüpft. Zu konservieren ist eine Erntemenge mit einer Kornfeuchteverteilung und einer Kornfeuchte-Obergrenze. Im Interesse geringer Gesamtkosten ist eine hohe zeitliche Ausnutzung der Mährescher anzustreben, auch wenn die Konservierungskosten ansteigen.

### Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] • Leberecht, M.: Witterungsbedingte Dauer der Kornfeuchten als Grundlage für die Verfahrensgestaltung in der Ernte, Konservierung und Lagerung von Getreide. Dissertation, Humboldt-Universität, Berlin, 1990
- [2] • Hill, L.: Witterungsbedingte Zeitdauer der Strohfeuchte im Schwad als Grundlage für die Verfahrensgestaltung. Dissertation, Berlin, 1984
- [3] Hoffmann, T. und M. Müller: Erntemanagement für leistungsfähige Mährescher und die Folgen für die Konservierung. VDI/MEG Kolloquium „Mährescher“, Hohenheim, 1997
- [4] • Taschenbuch Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup, 18. Auflage, 1996
- [5] Hoffmann, T. und M. Müller: Simulationsmodell „Witterung und Kornfeuchte des Getreide im Bestand und nach dem Drusch.“ Fachgebiet Technik in der Pflanzenproduktion. Humboldt-Universität, Berlin, 1996, (unveröff.)
- [6] • Hoffmann, T.: Gestaltung von Technik und Verfahren für die Ernte und Konservierung von Getreide auf der Grundlage witterungsbedingter Kornfeuchten. Dissertation, HUB, Berlin, 1998
- [7] Hoffmann, T., M. Müller und C. Fürtl: Feuchtes Getreide kostengünstig lagern. Neue Landwirtschaft 9 (1999), H. 7, S. 74 - 77