

# Theoretische Stoppelhöhenermittlung an Schneidwerken für die Halmfutter- und Getreideproduktion

Dipl.-Ing. M. Teichmann, KDT/Dipl.-Ing. P. Reißig, KDT/Dipl.-Ing. B. Zumpe, KDT  
Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt, Stammbetrieb

Ein wichtiges Element zur Beurteilung des Einsatzverhaltens von Schneidwerken (Fingerschneidwerke und Doppelmesserschneidwerke) ist neben der Leistungsfähigkeit die Arbeitsqualität der Schneidelemente. Sie bestimmt direkt die Höhe der Futterverluste und über die mögliche Fahrgeschwindigkeit die Leistung der Verarbeitungsmaschinen (Häcksler, Schwadmäher, Mähdröschler).

Kennzeichen der Schnittqualität sind

- sauberes Schnittbild, kein Abreißen von Halmen oder Gräsern
- konstante Reststoppelhöhe entsprechend der eingestellten Schnitthöhe.

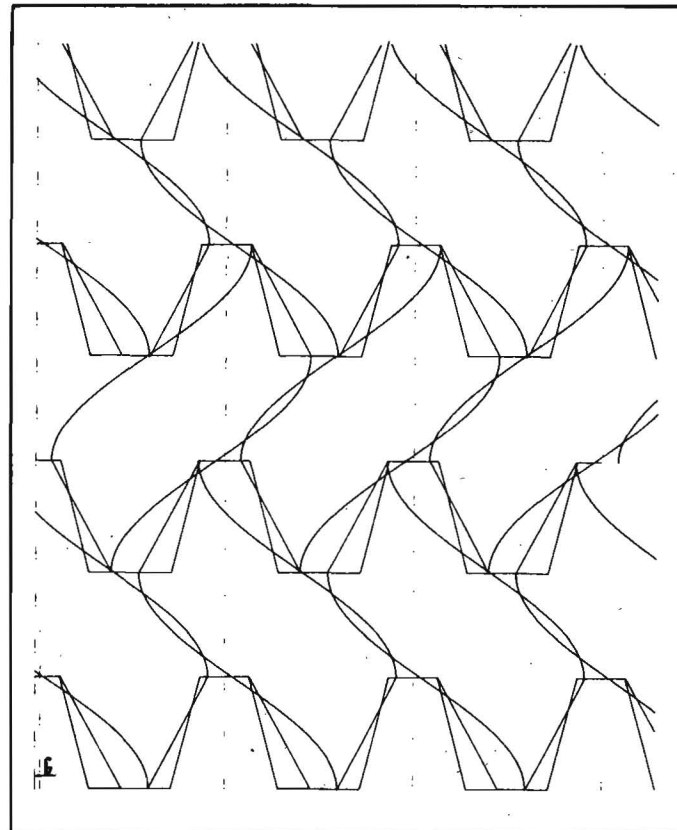
Diese Parameter sind bis zu der in der jeweiligen Agrotechnischen Forderung (ATF) festgelegten maximalen Arbeitsgeschwindigkeit zu halten.

Unter der Voraussetzung einer zeichnungsgerechten Fertigung und vorschriftsgemäßen Endjustierung der Schneidelemente (Schneidspalt, Messer- und Gegenschneidenschärfe) wird der Schnittprozeß von folgenden technischen Parametern in gegenseitiger Abhängigkeit bestimmt:

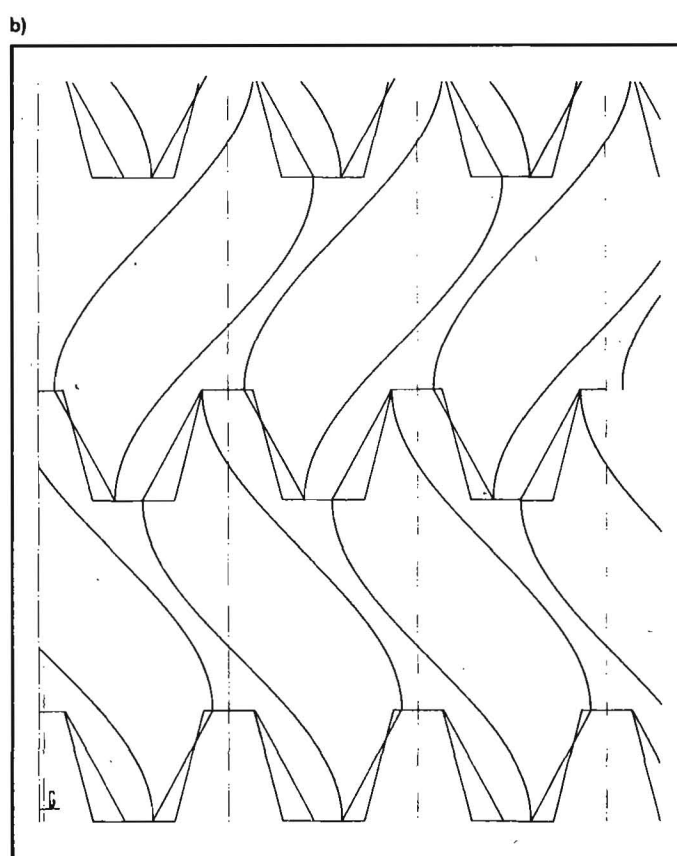
- Fahrgeschwindigkeit
- Mähmessergeschwindigkeit
- Mähmesserhub
- Geometrie und Zuordnung der Schneidelemente (Finger- und Klingenteilung)
- eingestellte Schnitthöhe.

Das trifft sowohl für Fingerschneidwerke als auch für Doppelmesserschneidwerke zu. Die Vielzahl der Einflußfaktoren läßt erkennen, daß eine experimentelle Eliminierung

Bild 1  
Aufgezeichneter zweidimensionaler Bewegungsablauf des Fingerschneidwerks E023 bei einem Doppelhub  
a) für  $v_f = 8,0 \text{ km/h}$   
b) für  $v_f = 12,0 \text{ km/h}$



a)



b)

Tafel 1. Ergebnisse der Stoppelhöhenermittlung für das Fingerschneidwerk E023 bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten

Eingabedaten:		Finger	Klinge
Länge	mm	45,00	45,00
u. Breite	mm	43,00	65,00
o. Breite	mm	20,00	17,00
Teilung	mm	76,00	76,00
Messerdrehzahl		765,00	Hübe/min
<b>Fahrgeschwindigkeit</b>			<b>8,00 km/h</b>
Schnittverhältnis		0,92	
Hub		80,00	mm
Klingenverschiebung		1,90	mm
Berechnungsraster:		X = 14	Y = 22
Ergebnisse:		Einstellhöhe	45,00 mm
		max. Stoppelhöhe	102,54 mm
		Mittelwert	58,31 mm
Eingabedaten:		Finger	Klinge
Länge	mm	45,00	45,00
u. Breite	mm	43,00	65,00
o. Breite	mm	20,00	17,00
Teilung	mm	76,00	76,00
Messerdrehzahl		765,00	Hübe/min
<b>Fahrgeschwindigkeit</b>			<b>12,00 km/h</b>
Schnittverhältnis		0,61	
Hub		80,00	mm
Klingenverschiebung		1,90	mm
Berechnungsraster:		X = 14	Y = 22
Ergebnisse:		Einstellhöhe	45,00 mm
		max. Stoppelhöhe	179,19 mm
		Mittelwert	71,23 mm

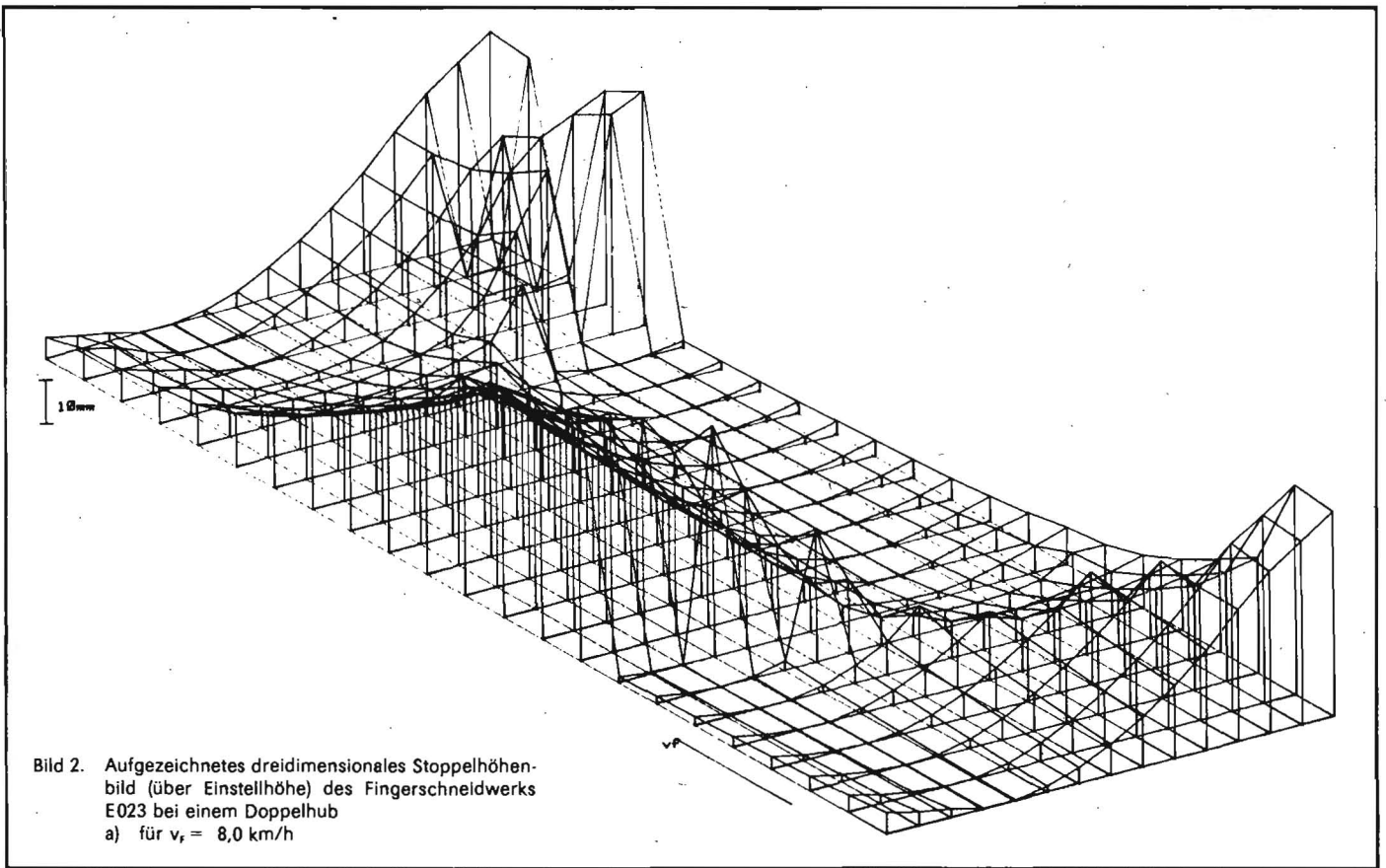
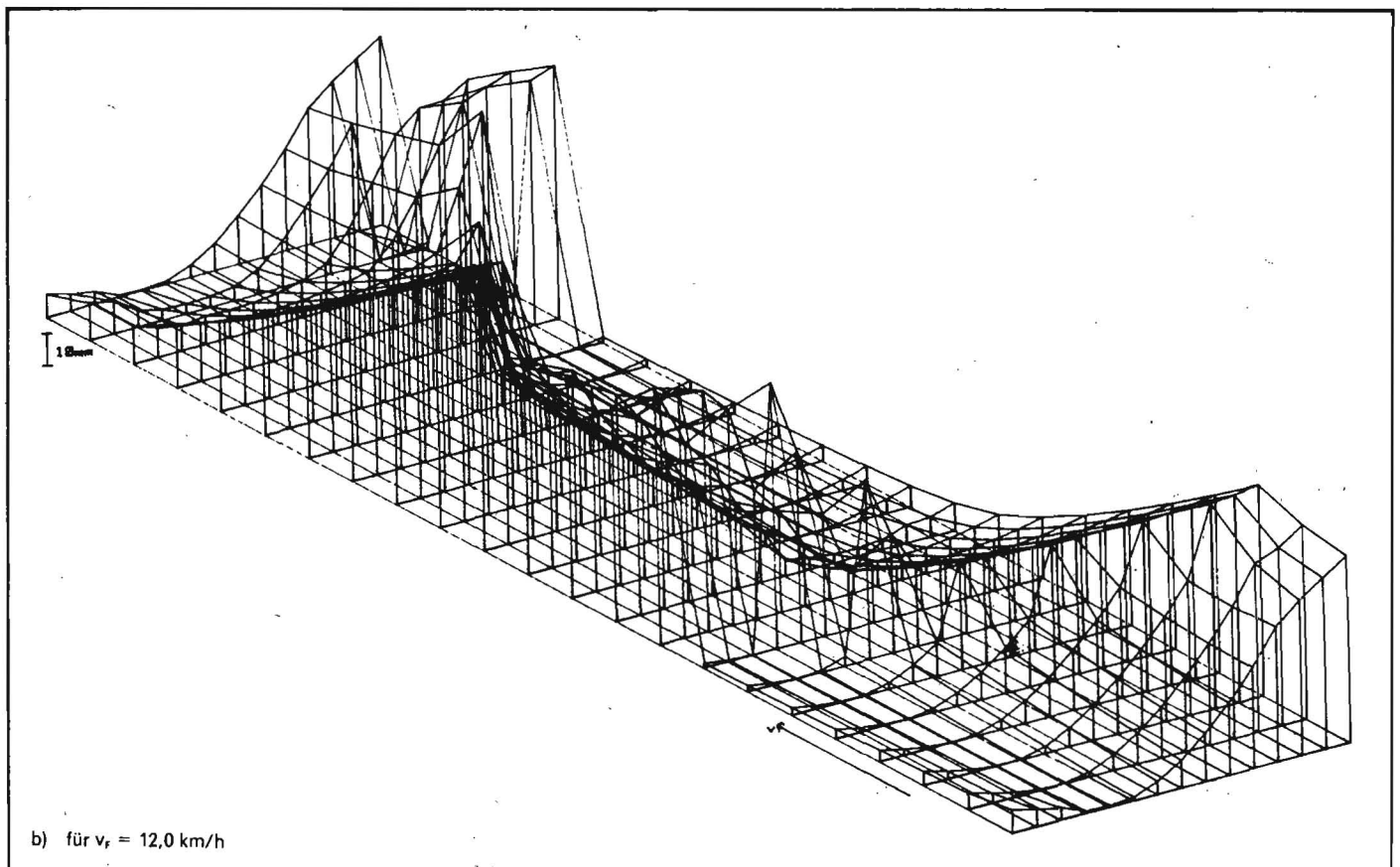


Bild 2. Aufgezeichnetes dreidimensionales Stoppelhöhenbild (über Einstellhöhe) des Fingerschneidwerks E023 bei einem Doppelhub  
a) für  $v_f = 8,0$  km/h

zur Findung der optimalen Lösung praktisch unmöglich ist und sich eine Variantenerprobung über Jahre erstrecken würde. Das Optimum wird erreicht, wenn bei niedrigster Messergeschwindigkeit – damit Senkung des Verschleißes, Erhöhung der Ver-

fügbarekeit der Antriebselemente, Senkung der Schwingungen und des Lärms – die geforderte Schnittqualität bei vorgeschriebener Arbeitsgeschwindigkeit gesichert wird. Ein gemeinsames Kollektiv von Mitarbeitern des Kombinats Fortschritt Landmaschinen

und der TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, erarbeitete deshalb als CAD-Teillösung ein „Programm zur Stoppelhöhenermittlung“. Entsprechend dem Programm werden die o. g. Variablen eingegeben, und im Ergebnis erfolgt das



b) für  $v_f = 12,0$  km/h

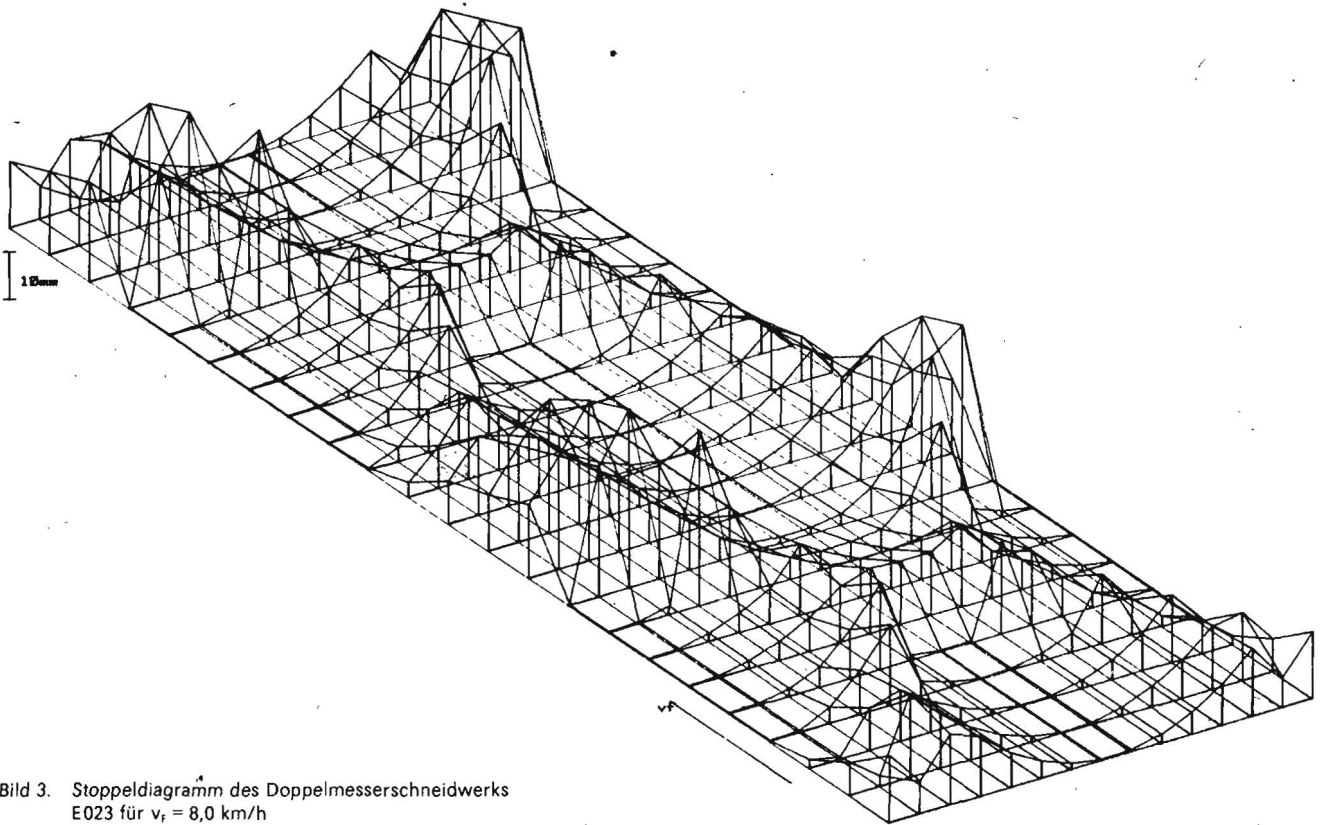


Bild 3. Stoppeldiagramm des Doppelmesserschneidwerks E023 für  $v_f = 8,0$  km/h

Ausdrücken des Bewegungsablaufs zweidimensional und des Stoppelhöhenbildes dreidimensional bei einem Doppelhub des Schneidwerks. Neben der maximalen Stoppelhöhe wird der Mittelwert der tatsächlichen

Stoppelhöhe als Repräsentativwert zur Verlustbestimmung errechnet und ausgedruckt.

In den beiden aufgeführten Beispielen der Programmanwendung ist lediglich die Stop-

pelhöhenveränderung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bei gleicher Schneidengeometrie im Bild dargestellt worden.

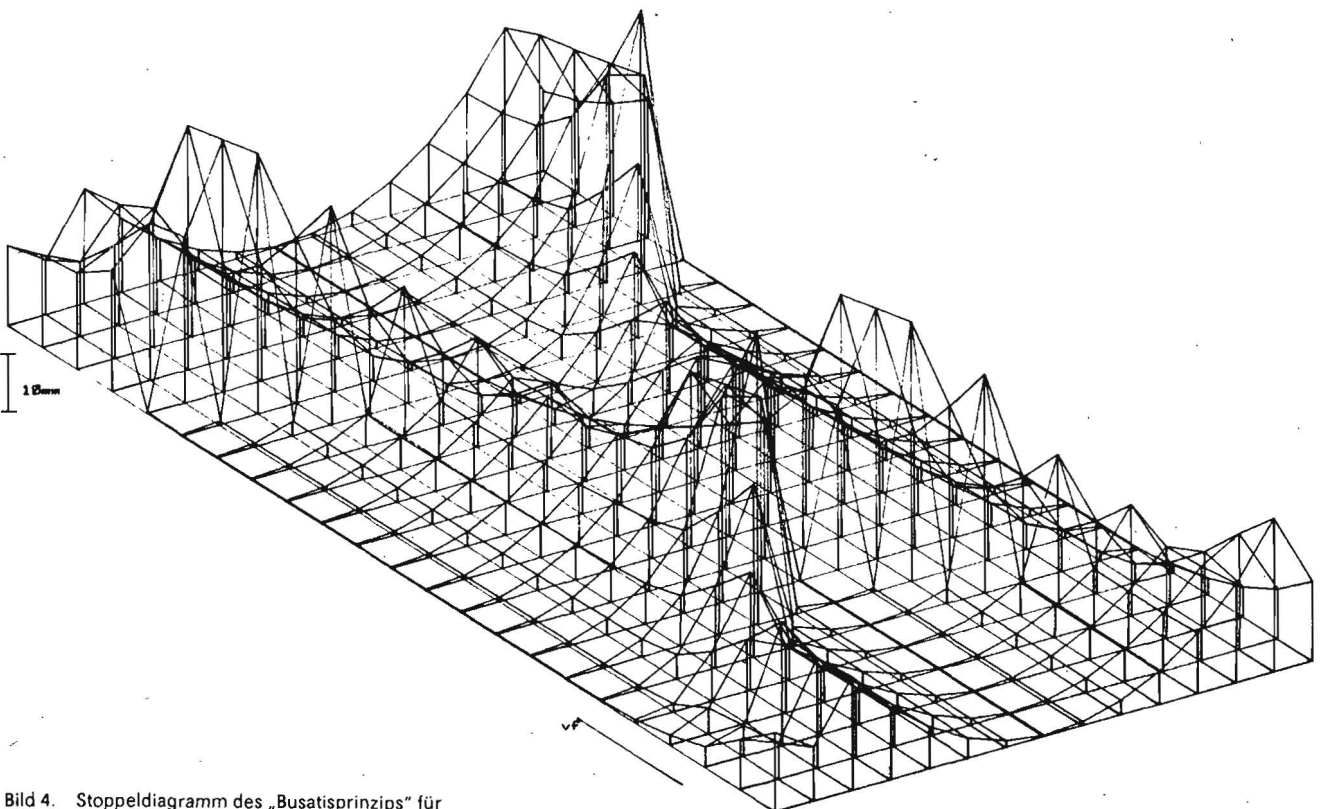


Bild 4. Stoppeldiagramm des „Busatisprinzips“ für  $v_f = 8,0$  km/h

Tafel 2. Ergebnisse der Stoppelhöhenermittlung für das Doppelmesserschneidwerk E023 sowie für das Busatis-Doppelmesserschneidwerk bei der Fahrgeschwindigkeit  $v_f = 8,0 \text{ km/h}$

E023 – Doppelmesser				Busatis-Doppelmesser			
Eingabedaten				Eingabedaten:			
		Messer 1	Messer 2			Messer 1	Messer 2
Länge	mm	43,00	43,00	Länge	mm	55,00	55,00
u. Breite	mm	52,00	52,00	u. Breite	mm	58,00	58,00
o. Breite	mm	17,00	17,00	o. Breite	mm	16,00	16,00
Teilung	mm	76,00	76,00	Teilung	mm	76,20	76,20
Messerdrehzahl		687,00 Hübe/min		Messerdrehzahl		1 000,00 Hübe/min	
Fahrgeschwindigkeit		8,00 km/h		Fahrgeschwindigkeit		8,00 km/h	
Schnittverhältnis		0,82		Schnittverhältnis		0,60	
Hub		80,00 mm		Hub		40,00 mm	
Klingenverschiebung		3,80 mm		Klingenverschiebung		1,90 mm	
Berechnungsraster		X = 14 Y = 22		Berechnungsraster:		X = 14 Y = 22	
Ergebnisse:	Einstellhöhe	45,00 mm		Ergebnisse:	Einstellhöhe	45,00 mm	
	max. Stoppelhöhe	82,27 mm			max. Stoppelhöhe	95,84 mm	
	Mittelwert	52,51 mm			Mittelwert	54,46 mm	
Geschwindigkeitsauswertung:				Geschwindigkeitsauswertung:			
Geschwindigkeitsbereich				Geschwindigkeitsbereich			
	von	bis	m/s	von	bis	m/s	
1	0,00	0,29	m/s	1	0,00	0,21	m/s
2	0,29	0,58	m/s	2	0,21	0,42	m/s
3	0,58	0,86	m/s	3	0,42	0,63	m/s
4	0,86	1,15	m/s	4	0,63	0,84	m/s
5	1,15	1,44	m/s	5	0,84	1,05	m/s
6	1,44	1,73	m/s	6	1,05	1,26	m/s
7	1,73	2,01	m/s	7	1,26	1,47	m/s
8	2,01	2,30	m/s	8	1,47	1,68	m/s
9	2,30	2,59	m/s	9	1,68	1,88	m/s
10	2,59	2,88	m/s	10	1,88	2,09	m/s
Schnittbereich 1:	Beginn bei	2,19 m/s		Schnittbereich 1:	Beginn bei	1,79 m/s	
	Ende bei	2,80 m/s			Ende bei	1,69 m/s	
Schnittbereich 2:	Beginn bei	2,66 m/s		max. Messergeschwindigkeit:	2,09 m/s		
	Ende bei	1,87 m/s					
Schnittbereich 3:	Beginn bei	2,66 m/s					
	Ende bei	1,87 m/s					
max. Messergeschwindigkeit: 2,88 m/s							

**Beispiel 1**  
Fingerschneidwerk E023 bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten  $v_f = 8,0 \text{ km/h}$  und  $v_f = 12,0 \text{ km/h}$  (Bilder 1 und 2)

In Tafel 1 erfolgt eine Zusammenstellung der vom Rechner ermittelten und ausgedruckten Zahlenwerte.

Der Mittelwert der auf 45 mm eingestellten Stoppelhöhe steigt von 58,3 mm auf 71,2 mm bei Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h auf 12 km/h. Diese theoretischen Werte mit Spitzen bis 179 mm stimmen mit den praktischen Ergebnissen überein.

**Beispiel 2**  
Vergleich der Stoppeldiagramme des Doppelmesserschneidwerks E023 und des „Busatisprinzips“ bei gleicher Fahrgeschwindigkeit (Bilder 3 und 4)

In Tafel 2 sind die rechnerisch ermittelten und ausgedruckten Zahlenwerte dieses Vergleichs zusammengestellt.

Mit diesem Beispiel ist nachgewiesen, daß analoge Ergebnisse des Mittelwerts der Stoppelhöhe bei absolut unterschiedlichen Schneidengeometrien, unterschiedlichem Hub und unterschiedlichen Messerfrequenzen erreicht werden können.

Der Konstrukteur ist mit dem „Programm zur Stoppelhöhenermittlung“ in der Lage, den Einfluß der vielen Variablen auf Schnittqualität und Verluste unmittelbar ohne Experimente zu bestimmen und Schlüsse für die optimale konstruktive Gestaltung zu ziehen.

Diese Möglichkeit wird erstmals bei der Entwicklung der neuen Feldfutterschneidwerksbaureihen genutzt, wobei bereits erkennbar ist, daß Veränderungen der Geometrie an den Schneidelementen zu Verbesserungen gegenüber den Serienlösungen führen.

A 4928

## Zur Projektierung, Konstruktion und Erprobung der Druckluftversorgungsanlagen für Einzelkornsämaschinen

Dipl.-Ing. E. Zschoche, KDT/Prof. Dr. sc. techn. P. Jakob, KDT<sup>1)</sup>  
Humboldt-Universität Berlin, Sektion Nahrungsgüterwirtschaft und Lebensmitteltechnologie

### Verwendete Formelzeichen

A	m <sup>2</sup>	Fläche
c	m/s	Strömungsgeschwindigkeit
p	Pa	Druck
p <sub>v</sub>	Pa	Druckverlust
V	m <sup>3</sup> /h	Volumenstrom
α		Kontraktionszahl
ε		Druckverhältnis
ζ		Widerstandsbeiwert
κ		Adiabatexponent

μ	Ausflußzahl
ρ	Dichte
φ	Geschwindigkeitsbeiwert
ψ	Ausflußfunktion

### 1. Problemstellung

Die Notwendigkeit der handarbeitsarmen und handarbeitslosen Pflege von Pflanzenbeständen macht bei der Einzelkornsäat eine hohe Betriebs- und Funktionssicherheit der Sämaschine unumgänglich. Dadurch kommt einer hohen Normalbelegung der Vereinzelungszellen und der verrollungsfreien Ablage eine große Bedeutung zu. Für eine nach dem

mechanischen Trennprinzip arbeitende Einzelkornsämaschine steht die Forderung nach einer genauen Zuordnung von Zelle und Saat Korn. Die geometrischen Parameter von Saat Korn und Zelle müssen im vorgeschriebenen Toleranzbereich übereinstimmen, um ein mechanisches Trennprinzip zu realisieren.

Durch die jeweilige Anpassung der Vereinzelungsorgane an alle Saatgutkaliber ist eine aufwendige Umrüstung der Einzelkornsämaschinen bei deren universeller Anwendung notwendig. Das Bedürfnis der Praxis, die Vorteile der Einzelkornsäat für die Aussaat

<sup>1)</sup> Die Arbeit entstand während der Tätigkeit des Autors an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg