

5. Möglichkeiten zur weiteren Verwendung der Ergebnisse

Der angegebene Lösungsweg für eine Regelung der Reinigungsintensität in der Zuckerrübenerntetechnik [2] kann auch für andere Reinigungsrichtungen (z. B. Futterrübenerntemaschinen, Schwadlader, Mietenlader, Reinigungsanlagen in Zuckerfabriken, Kartoffelerntetechnik) bzw. andere Fruchtarten angewendet werden, wobei folgende Voraussetzungen zu erfüllen sind:

- Siebdurchgang muß den o. g. Forderungen entsprechen
- abgesiebte Teilchen müssen an den Stellen, wo sie abgesiebt werden, das Reinigungsorgan verlassen
- Reinigungsorgane müssen in ihrer Intensität verstellbar sein.

6. Zusammenfassung

Das beschriebene neue Wirkprinzip einer Reinigungsintensitätsregelung für Zuckerrübenerntemaschinen stellt eine Möglichkeit

dar, die Verluste und Beschädigungen der Zuckerrüben während ihrer maschinellen Ernte zu senken.

Ausgehend von den o. g. technischen Parametern einer Zuckerrübenerntemaschine wurde ein Optimum zwischen Beschädigungs- und Reinigungsintensität in Abhängigkeit von den ATF und verschiedenen Beeinflussungsfaktoren gesucht. Im Ergebnis wurde für die vorgestellte Reinigungsintensitätsregelung die erfaßte Änderung des Siebdurchgangs an verschiedenen Stellen der Regelstrecke (Siebrad) als Stellgröße definiert. Danach wurde die Beschleunigung bzw. Impulskraft der Erdteilchen durch die Umfangsgeschwindigkeit des Siebrades unter den gegebenen Bedingungen als günstigste Meßgröße herausgearbeitet. Der hypothetische funktionelle Zusammenhang zwischen der Verteilung des Siebdurchgangs über den Drehwinkel des Siebrades und des Erdanteils im Zuckerrüben-Erde-Gemenge wurde in umfangreichen Prüfstandunter-

suchungen nachgewiesen. Damit stand fest, daß ein Ansteigen des Erdanteils im Rüben-Erde-Gemenge zu einem notwendig erhöhten Anteil abzuschleppender Erde durch das Siebrad und zur Veränderung der Siebdurchgangswerte über den Drehwinkel führt. In Auswertung der Prüfstandergebnisse wurde ein Algorithmus aufgestellt, mit dem eine Reinigungsintensitätsregelung durch einen Mikrorechner möglich ist.

Literatur

- [1] Hofmann, S.: Analyse des Prozesses der Erdscheidung in der Zuckerrübenerntetechnik hinsichtlich der Reinigungsintensitätsregelung; Versuch der Definition einer Meßgröße zur Regelung der Reinigungsintensität durch Messung des Siebdurchgangs an verschiedenen Stellen der Regelstrecke. VEB Bodenbearbeitungsgeräte Leipzig, Studie 1982.
- [2] Hofmann, S.; Lungwitz, S.; Kretschmar, H.: Reinigungsvorrichtung für Rübenerntemaschinen. Patentschrift DD 209 946 1. Ausgabetag: 30. Mai 1984. A 5020

DK-Einsparungen in der Welksilageproduktion

Dr. agr. F. Hertwig, KDT/Dr. agr. M. Fechner
Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

1. Einleitung

In der DDR werden jährlich rd. 3800 kt Trockensubstanz schwer vergärbare Gräser und Gras-Leguminosen-Gemische als Welkgut siliert. Dabei sind zur Produktion einer Tonne Trockensubstanz Welksilage durchschnittlich etwa 2,5 AKh und 15 l DK erforderlich. Auch in der Welksilageproduktion kommt es darauf an, den spezifischen Aufwand an DK sowie an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit weiter zu senken. Tafel 1 gibt einen Überblick über diese Aufwendungen bei der Welksilierung und weist über die Größe des relativen Anteils der einzelnen Arbeitsgänge am Gesamtaufwand darauf hin, in welchen Verfahrensabschnitten die größten Möglichkeiten für Aufwandsminderungen bestehen.

2. Einflußfaktoren auf den DK-Verbrauch und Möglichkeiten zur Aufwandsenkung

Der DK-Verbrauch in der Welksilageproduktion wird von einer Vielzahl von natürlichen, technisch-technologischen, organisatorischen und subjektiven Faktoren beeinflusst (Bild 1).

Nachfolgend sollen einige dieser Faktoren

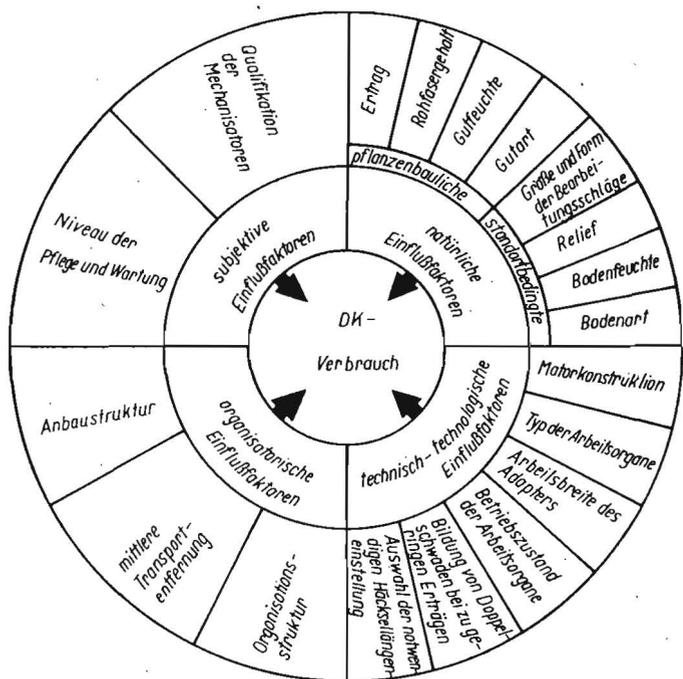
näher betrachtet und in ihrer Wirkung auf die Aufwandsenkung an DK quantifiziert werden. Die vorgestellten Ergebnisse sind im praktischen Einsatz der einzelnen landtechnischen Arbeitsmittel gemessen worden, die ausgewiesenen Aufwandsminderungen im Verfahren sind Kalkulationsergebnisse.

2.1. Arbeitsbreite der Schneidwerke bei Schwadmäh

Die Entwicklung der Leistungen und Aufwendungen beim Schwadmähen in der Gesamtarbeitszeit T_{08} beim Einsatz unterschiedlicher Erntemaschinen ist in Tafel 2 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß bereits Ende der 70er Jahre durch die Weiterentwicklung des

Schwadmähers E 301 (Grundmaschine E 305, Motor D-50 mit einer Leistung von 37,5 kW) zum Schwadmäher E 302 (Grundmaschine E 307, Motor D-242 mit einer Leistung von 45 kW) bei gleichbleibender konstruktiver Arbeitsbreite und Funktionsweise des Schneidwerks E 023 (Breite 4,20 m) ein Leistungszuwachs von rd. 20%, der auch entsprechende Aufwandsenkungen zur Folge hatte, erreicht wurde. Ausgehend vom Schwadmäher E 302/E 023 erfolgte zu Beginn der 80er Jahre die Entwicklung zum Schwadmäher E 303, der aus der nur geringfügig veränderten Grundmaschine E 307 und dem Schneidwerk E 025 besteht, das eine konstruktive Arbeitsbreite von 5,10 m hat. Im

Bild 1
Wesentliche Einflußfaktoren auf den DK-Verbrauch im Verfahren der Welkgutsilierung



Tafel 1. Bedarf an lebendiger Arbeit und DK in der Welkguternte und -einlagerung (Schwadmäher E 302, Arbeitsbreite 4,20 m, Feldhäcksler E 281, Transporteinheit ZT 300 + 2HW 80, Transportentfernung 4 km, Ertrag 200 dt/ha Grünmasse $\hat{=}$ 36 dt/ha Trockensubstanz)

Arbeitsgang	lebendige Arbeit		DK	
	AKh/ha	%	l/ha	%
Mahd	0,70	12,0	3,7	9,5
Bearbeitung	0,65	11,1	2,4	6,1
Häckselladen	0,75	12,9	10,1	25,8
Transport	2,40	41,0	16,2	41,4
Einlagern	0,50	8,5	3,7	9,5
Verdichten	0,45	7,7	2,5	6,4
Zudecken	0,40	6,8	0,5	1,3
gesamt	5,85	100,0	39,1	100,0

Tafel 2. Leistungen und Aufwendungen im Arbeitsgang Schwadmähen in Abhängigkeit vom Maschinentyp und von der genutzten Arbeitsbreite in T_{08} (Ertrag 200 dt/ha Grünmasse \approx 36 dt/ha Trockensubstanz)

Maschine	genutzte Arbeitsbreite m	Leistung		Aufwandparameter			
		ha/h	%	AKh/ha	%	DK/ha	%
E301/E023	3,9	1,10	77,5	0,91	130,0	5,0	119,1
E302/E023	3,9	1,42	100,0	0,70	100,0	4,2	100,0
E303/E025	4,8	1,74	122,5	0,57	81,4	3,6	85,7

Tafel 3. Einfluß der Doppelschwadbildung auf die Produktivität und die spezifischen Aufwendungen im Arbeitsgang Häckselladen in T_{08}

Schnittertrag ¹⁾		genutzte Arbeitsbreite m	Leistungsrichtwert		Aufwendungen ²⁾		
GM dt/ha	TS dt/ha		ha/h	t TS/h	AKh/ha	DK/ha	DK/t TS
Einfachschwaden							
100	18	3,9	1,51	2,7	0,66	8,2	4,59
150	27	3,9	1,49	4,0	0,67	9,3	3,45
Doppelschwaden							
100	18	7,8	2,99	5,2	0,33	4,9	2,90
150	27	7,8	2,09	5,5	0,48	7,3	2,78

1) GM Grünmasse, TS Trockensubstanz

2) ohne Transportfahrzeug, das im Parallelverfahren gefüllt wird

Vergleich zum E302/E023 wird dadurch eine weitere Leistungssteigerung von etwa 22% erzielt, wobei die Aufwendungen an lebendiger Arbeit um etwa 19% und an DK um etwa 15% sinken. Es wird eingeschätzt, daß der Schwadmäher mit dem Schneidwerk E025 in der DDR auf mindestens 50% der Ernteflächen vorteilhaft eingesetzt werden kann.

Aus der Sicht des spezifischen Energieverbrauchs für die Schwadmähd ist für eine Vielzahl von Betrieben der Ersatz des Schneidwerks E023 durch das E025 für die Grundmaschine E307 (Motor D-242 mit einer Leistung von 45 kW) von wesentlichem Vorteil. Damit ist im Vergleich zum Einsatz des E 023 im Verfahren der Welksilageproduktion (Mahd bis Siliergutzudeckung) eine Verringerung des spezifischen DK-Verbrauchs um mindestens 5% zu erzielen.

Beim derzeitigen Entwicklungsstand der Schwadmäher E303/E025 wird eingeschätzt, daß sich durch die Vergrößerung der Arbeitsbreite kaum noch höhere Leistungen bzw. wesentlich geringere Aufwendungen bei der Mahd erreichen lassen. Dazu sind technische Weiterentwicklungen erforderlich, die bei etwa gleicher Arbeitsbreite den Antriebsleistungsbedarf des Schneidwerks verringern sowie einen geringeren Material-

bedarf erfordern und die bei Gewährleistung der Breitablage bzw. der seitlichen Ablage zur Doppelschwadbildung den Gutfluß in der Maschine mit vermindertem Energieaufwand realisieren.

2.2. Doppelschwadbildung durch seitliche Ablage

Der Ertrag und die Verluste haben einen entscheidenden Einfluß auf den spezifischen Energieverbrauch und den spezifischen Bedarf an lebendiger Arbeit im Arbeitsgang Häckselladen. Konstruktiv ist z. B. der Feldhäcksler E281 so ausgelegt, daß er technologische Durchsätze in T_1 von 13,5 t/h (Trockensubstanz) realisieren kann. Je höher der Durchsatz ist, um so geringer sind die spezifischen Aufwendungen. Die praktisch vorkommenden Schnitterträge schwanken jedoch in sehr weiten Grenzen, wobei niedrige, aber noch schnittwürdige Erträge den Durchsatz erheblich vermindern und die spezifischen Aufwendungen erhöhen.

Da geringe Erträge nur begrenzt durch höhere Fahrgeschwindigkeiten beim Häckseln kompensiert werden können, müssen andere Wege zur besseren Auslastung des Feldhäckslers und zur Effektivitätsverbesserung des Gesamtverfahrens gesucht werden.

Ein solcher Weg ist die Bildung von Doppelschwaden, die aus technologischer Sicht einer Ertragserhöhung gleichkommt. Gegenwärtig ist die Doppelschwadbildung nur über einen Arbeitsgang mit Schwadbearbeitungsmaschinen (z. B. Schwadverleger E318) möglich, der zusätzliche Aufwendungen erfordert. Zukünftig wird es möglich sein, durch seitliche Ablage bei der Schwadmähd bereits „Doppelschwaden“ zu bilden, die danach vom Feldhäcksler mit dem Breitaufnehmer SAN42 aufgenommen werden können (Bilder 2 und 3).

Tafel 3 verdeutlicht den Einfluß einer solchen Doppelschwadbildung auf die Leistungen und die spezifischen Aufwendungen im Arbeitsgang Häckselladen. Daraus ist ersichtlich, daß sich bei einem Ertrag (Grünmasse) von 100 dt/ha die Leistungen annähernd verdoppeln und demzufolge die spezifischen Aufwendungen um mindestens 40% vermindern. Bei Erträgen (Grünmasse) von 150 dt/ha erhöhen sich die Bergeleistungen um rd. 25 bis 30%, und die spezifischen Aufwendungen sinken um 20 bis 25%. Das hat, wie aus Tafel 4 ersichtlich ist, im Verfahren insgesamt (Mahd bis Zudeckung der Silos) zur Folge, daß die Leistungen um 40 bis 70% steigen und die spezifischen Aufwendungen um rd. 15 bis 25% sinken. Die Doppelschwadbildung hat aber außer der Einsparung an DK beim Häckseln selbst noch weitere Vorteile:

- Der DK-Verbrauch für die bei der Beladung im Parallelverfahren arbeitenden Transportfahrzeuge vermindert sich, und deren Beladzeit wird verkürzt.
- Die Fahrstrecken der Ernte- und Transportfahrzeuge je Flächeneinheit und damit die Bodenbelastung werden geringer.
- Durch die geringere Fahrgeschwindigkeit verbessern sich die ergonomischen Bedingungen für die Mechanisatoren, und die Übergabeverluste können gesenkt werden.

2.3. Betriebszustand der Schneidwerke

Einen wesentlichen Einfluß auf die Höhe des DK-Verbrauchs bei der Schwadmähd hat die Schärfe der Messerklingen. In Tafel 5 sind die Ergebnisse von zwei dazu unter Praxisbedingungen durchgeführten Untersuchungen zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, daß sich bei der Arbeit mit abgenutzten Messern der spezifische DK-Verbrauch um 24 bis 53% gegenüber fabrikneuen oder exakt nachgeschliffenen Messern erhöhen kann. Im direk-

Bild 2. Schwadmäher E303 mit seitlicher Ablage zur Doppelschwadbildung



Bild 3. Feldhäcksler E281 mit Breitaufnehmer SAN42 bei der Aufnahme von Doppelschwaden



Tafel 4. Einfluß der Doppelschwadbildung auf die Produktivität und die spezifischen Aufwendungen im Verfahren in T₀₈

Verfahren	Ertrag GM dt/ha	TS dt/ha	Leistung		Aufwendungen	
			ha/h	t TS/h	AKh/ha	DK/ha
Einfachschwaden						
E 302/E023 +	100	18	4,77	8,6	3,26	21,7
E 281/E294	150	27	4,71	12,7	3,99	26,5
Doppelschwaden						
E 302/E023 +	100	18	8,22	14,8	2,56	16,8
E 281/SAN42	150	27	6,51	17,6	3,39	23,2

Tafel 5. Einfluß des Betriebszustands der Mähmesser auf den spezifischen DK-Verbrauch und die Mähqualität bei der Mahd mit dem Schneidwerk E023 (Schnitthöheneinstellung 8 cm)

Versuch-Nr.	Betriebszustand des Mähmessers	mittlerer DK-Verbrauch		mittlere Stoppelhöhe	
		l/ha	%	cm	%
I	scharf	2,74	100	10,2	100
	abgenutzt	4,20	153	28,3	278
II	scharf	3,40	100	8,2	100
	abgenutzt	4,20	124	14,2	173

Tafel 6. Orientierungswerte zur theoretischen Häcksellängeneinstellung

Erntegut/Gutparameter	theoretische Häcksellängeneinstellung
Frischgut, Naßgut, Welkgut (TS-Gehalt < 35 %, Rohfasergehalt < 30 %)	20...45 mm
Welkgut (TS-Gehalt > 35 %) Mais (TS-Gehalt > 25 %)	} < 20 mm
Siliergut (Rohfasergehalt > 30 %)	

ten Zusammenhang mit dem Zustand der Messerklingen veränderte sich auch die Mähqualität. Stoppelhöhen von 14,2 cm und 28,3 cm, wie sie bei stumpfen Messern auftraten, führten im Vergleich zu exakter Mahd bei einer Schnitthöheneinstellung von 8 cm in Abhängigkeit vom Ertrag zu geschätzten Feldverlusten von mindestens 10%. Außerdem hatte ein den Anforderungen der Bedienanweisung nicht entsprechender Betriebszustand der Schneidwerke eine Verminderung der Arbeitsgeschwindigkeit und damit auch eine Reduzierung der Flächenleistung zur Folge. Die dargestellten Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, die Einstellung der Schneidwerke und den Zustand der Messerklingen regelmäßig zu überprüfen. Nur so kann eine gleichmäßig gute Mähqualität bei niedrigem DK-Aufwand und geringen Verlusten gesichert werden.

2.4. Einschränkung der Schwadbearbeitung

Die Schwadbearbeitung erfordert, sofern sie durchgeführt wird oder durchgeführt werden muß, im Verfahren der Welkgutsilierung

etwa 6 bis 10% der Gesamtaufwendungen (Tafel 1). Bei der Welksilageproduktion werden folgende Arbeitsgänge unter dem Begriff der „Schwadbearbeitung“ zusammengefaßt:

- Wenden zur Trocknungsbeschleunigung
- Zusammenlegen von zwei Mähschwaden zu Doppelschwaden mit dem Schwadverleger E 318
- Zusammenschwaden von breit abgelegtem Mähgut für die Aufnahme mit dem Schwadaufnehmer E294.

Das Wenden zur Trocknungsbeschleunigung nach der Mahd wird nach voller Durchsetzung der Breitablage wesentlich an Bedeutung verlieren. Für die Welkgutbereitung zur Silierung, bei der das Erntegut einen TS-Gehalt von über 35% erreichen muß, ist das Wenden nur bei Massebelägen (Grünmasse) über 4 kg/m² und dann bei einem TS-Gehalt zwischen 25% und 30% sinnvoll. Das bedeutet, daß bei der Mahd mit dem Schneidwerk E023 und einer erzielten Ablagebreite von 3,30 m das Wenden erst bei Schnitterträgen (Grünmasse) über 250 bis 300 dt/ha effektiv ist. Für diesen Arbeitsgang ist aber nur eine Maschine geeignet, die die Schwadbreite beibehält (bei Verringerung der Ablagebreite während des Wendens erhöht sich der Massebelag, und es treten Nachteile für die Trocknung auf). Ein Effekt des Wendens zur Beschleunigung der Wiederabtrocknung nach Regen für die Welkgutbereitung ist ebenfalls nur bei Massebelägen (Grünmasse) über 4 kg/m² und bei Niederschlägen über 5 mm gegeben. Vor dem Wenden muß das Erntegut bereits oberflächlich abgetrocknet sein. Bei Durchsetzung der Breitablage kann also bis zu Schnitterträ-

gen (Grünmasse) von 250 bis 300 dt/ha im Verfahren der Welkgutsilierung das Wenden zur Trocknungsbeschleunigung entfallen. Das Zusammenlegen von 2 Mähschwaden zu Doppelschwaden bei Erträgen unter 150 dt/ha zur Erhöhung der Verfahrenseffektivität durch einen zusätzlichen Arbeitsgang verliert zukünftig ebenfalls an Bedeutung. Durch die seitliche Ablage des Gutes bei der Schwadmäh (s. Abschn. 2.2.), mit der sämtliche Schwadmäher nachrüstbar sind, ist es möglich, die „Doppelschwaden“ bereits in diesem Arbeitsgang zu bilden. Zur Aufnahme dieser Schwaden muß allerdings der Breitaufnehmer SAN42 vorhanden sein. Das Zusammenschwaden von abgelegten Welkgutschwaden mit einer Breite von über 1,8 m ist eine Übergangslösung, die noch so lange Bedeutung hat, bis der Bedarf der Betriebe an Breitaufnehmern SAN42 gedeckt ist. Gegenwärtig muß dieser Arbeitsgang in denjenigen Betrieben durchgeführt werden, die die Breitablage nach der Schwadmäh zur Trocknungsbeschleunigung nutzen wollen, aber noch keine Breitaufnehmer besitzen. Durch die Anwendung der Breitablage und die Bereitstellung von Breitaufnehmern SAN42 verlieren also Arbeitsgänge zur Schwadbearbeitung bei der Welkguternte zunehmend an Bedeutung. Damit wird ein Beitrag zur Verminderung des DK-Bedarfs sowie an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit geleistet.

2.5. Optimale Häcksellängeneinstellung

Je größer die eingestellte Häcksellänge ist, um so geringer ist die Schnittanzahl je Masseinheit Häckselgut und um so niedriger ist der spezifische Kraftstoffbedarf für das Schneiden. Im praktischen Einsatz gilt der Grundsatz, „nicht so kurz wie möglich, sondern nur so kurz wie notwendig“ zu häckseln.

Aus Tafel 6 sind die aus gärbio-logischer Sicht einzustellenden theoretischen Häcksellängen L_{th} für die Welkguternte ersichtlich. Aus durchgeführten Untersuchungen ergab sich, daß besonders beim Häckseln von Welkgut im Einstellbereich L_{th} ≤ 20 mm die höchsten spezifischen Aufwendungen entstanden. Am größten war die Abnahme des spezifischen Energieverbrauchs beim Verändern der theoretischen Häcksellängeneinstellung im Bereich von 6,6 mm auf 22 mm. Dabei war erkennbar, daß sich beim Welkguthäckseln mit dem Feldhäckseler E281 bei einer theoretischen Häcksellängeneinstellung von L_{th} = 6,6 mm (Einstellung 12 Messer, mittel) im Vergleich zu L_{th} = 22 mm (Einstellung 8 Messer, lang) der spezifische DK-Verbrauch um 10% verminderte. Die erreichte Häcksellängenverteilung entsprach bei L_{th} = 22 mm noch den agrotechnischen Anforderungen (ATF). Aber gleichzeitig erhöhte sich der Transportaufwand durch die Verringerung der Schüttdichte und die daraus resultierenden geringeren Lademassen infolge der größeren Häcksellängen um 6 bis 7%. Da sich zudem Nachteile im Silo ergeben, wird aus der Sicht des Gesamtverfahrens empfohlen, Welkgut stets mit 8 oder 12 Messern zu häckseln.

Dieser Sachverhalt zeigt, daß zur Auswahl der für die Welksilageproduktion optimalen Häcksellängeneinstellung durchgängige Verfahrensbetrachtungen bis hin zur Einlagerung im Silo notwendig sind, um nicht zu falschen Schlußfolgerungen zu gelangen,

Tafel 7. Einfluß des Betriebszustands des Häckselaggregats auf den spezifischen DK-Verbrauch und die Häckselqualität beim Welkguthäckseln (TS-Gehalt 30 bis 60%)

Versuch-Nr.	Betriebszustand des Häckselaggregats ¹⁾	gehäckseltes Welkgut nach dem Schleifen	DK-Verbrauch		Häcksellänge	
			t	%	theoretische	mittlere
					mm	mm
I	S	10,0	100	25,0	35,3	
	A	103,7	108	25,0	54,9	
II	S	10,0	100	22,0	44,2	
	A	221,9	123	22,0	99,3	

1) A) abgenutztes Häckselaggregat, Messer und Gegenschneide stumpf, vergrößerter Schneidspalt
S geschliffene Messer, Häckselaggregat exakt nach Bedienanweisung eingestellt

2.6. Schärfe der Häckselmesser

Größeren Einfluß als die Häcksellängeneinstellung auf den spezifischen DK-Verbrauch beim Welkguthäckseln haben die Schärfe der Häckselmesser und die Schneidspalteinstellung. Die in Tafel 7 aufgeführten Ergebnisse, die eine Auswahl aus einer Vielzahl durchgeführter Untersuchungen darstellen, zeigen, daß sich mit steigender verarbeiteter Erntegutmenge der Zustand der Messer und des gesamten Häckselaggregats – charakterisiert durch die erreichte mittlere Häckselänge – wesentlich verschlechtert. Es wird deutlich, daß je 100 t verarbeitetes Welkgut (TS-Gehalt von 30 bis 60%) ein höherer spezifischer DK-Verbrauch von rd. 10% ent-

steht. Dieser Anstieg des DK-Verbrauchs verläuft jedoch mit weiterer Erhöhung der Erntegutmenge nicht linear, sondern nähert sich asymptotisch einem Maximalwert. Daraus ist abzuleiten, daß beim Welkguthäckseln die Messer nach spätestens 6 bis 8 Einsatzstunden nachzuschleifen sind und der Schneidspalt entsprechend den Anforderungen der Bedienanweisung exakt einzustellen ist.

Der technische Zustand des Häckselaggregats wirkt sich weiterhin auch auf die Häckselqualität aus. Mit der Erhöhung des DK-Verbrauchs geht gleichzeitig eine Verschlechterung der Qualität des Häckselgutes einher, die einen nachteiligen Einfluß auf

die Transportmittelauslastung, die Verdichtbarkeit im Silo und damit eventuell auch auf den Siliererfolg haben kann.

3. Zusammenfassung

Im Beitrag wurden Möglichkeiten zur Reduzierung des DK-Verbrauchs im Verfahren der Welksilageproduktion durch größere Arbeitsbreite bei der Mahd, Doppelschwadbildung bei geringen Erträgen, Einschränkungen der Schwadbearbeitung, exakte Einstellung der Schneidwerke und des Häckselaggregats sowie durch richtige Wahl der Häcksellängeneinstellung untersucht. Möglichkeiten und Hinweise zur Reduzierung des DK-Verbrauchs werden abgeleitet. A 5030

Zur optimalen Belastung von Biogasanlagen mit Rinder- und Schweinegülle

Dr. agr. B. Linke/Dr. rer. nat. R. Vollmer/Dr. agr. J. Angelow, Institut für Biotechnologie Potsdam der AdL der DDR
Dr. rer. nat. H. Rückauf, KDT, Technische Hochschule „Carl Schorlemmer“ Leuna-Merseburg

Verwendete Formelzeichen		
A	m ²	Wandfläche
B _R	kg/m ³ · d	Faulraumbelastung
	$\frac{Q_Z S_{OTS}}{V_M}$	
c _m	kJ/kg · K	mittlere spezifische Wärmekapazität
D _h	d	mittlere Verweilzeit
E _ε	MJ/d	Erwärmungsenergie
E _p	MJ/d	Wärmeenergiepotential im Biogas
E _T	MJ/d	Transmissionswärmeverlust
E _Q		Energiequotient
FS	kg/m ³	Konzentration wasserdampflichtiger Fettsäuren
H _M	MJ/m ³	unterer Heizwert von Methan
k	W/m ² · K	Wärmedurchgangskoeffizient
p		Verhältnis Durchmesser zur Höhe bei zylindrischen Reaktoren
Q _{CH₄}	m ³ /d	Methanproduktion (Normzustand)
Q _Z	m ³ /d	Güllemenge
S _{OTS}	kg/m ³	Substratkonzentration (organische Trockensubstanz)

t _G	°C	Temperatur der Frischgülle
t _L	°C	Temperatur der Außenluft
t _R	°C	Temperatur im Biogasreaktor
TS	kg/m ³	Trockensubstanzgehalt
v _{CH₄}	m ³ /m ³ · d	Methanbildungsgeschwindigkeit
	$\frac{Q_{CH_4}}{V_M}$	
V _M	m ³	Volumen der Reaktionsmasse
y _{CH₄}	m ³ /kg	Methanausbeute
	$\frac{Q_{CH_4}}{Q_Z S_{OTS}}$	
η _K		Kesselwirkungsgrad

1. Einleitung

Die Produktion von Biogas aus tierischen Exkrementen, besonders aus Gülle, gewinnt als Verfahrensschritt zur Güllebehandlung zunehmend an Bedeutung, da bei sinnvoller ganzjähriger Verwertung von Biogas fossile Energieträger im Bereich der Tierproduktionsanlagen eingespart werden können [1]. Hinsichtlich der verwendeten Anlagentechnik bei der Biogaserzeugung überwiegt der Rührkessel als Reaktortyp, der mit Hilfe mechanischer Rührwerke, durch Umpumpen

des Reaktorinhalts oder durch Einpressen des produzierten Biogases homogenisiert wird [2] und im mesophilen Temperaturbereich zwischen 30 und 35°C arbeitet.

Im quasikontinuierlichen Betrieb durchgeführte Belastungssteigerungsversuche mit Schweinegülle (Bild 1) und Rindergülle (Bild 2) ergaben eine Reduzierung der Methanausbeute mit steigender Faulraumbelastung bzw. Verkürzung der Verweilzeit. Die Methanbildungsgeschwindigkeit dagegen strebt einem Maximalwert zu und kommt bei y_{CH₄} = 0 ebenfalls zum Erliegen.

Der Betrieb eines Biogasreaktors bei maximaler Methanbildungsgeschwindigkeit ist in bezug auf die Ausnutzung des Reaktorvolumens zwar günstig, aber bereits mit einem erheblichen Rückgang der Methanausbeute verbunden. Deshalb stellt sich die Frage, ob nicht eine geringere Belastung, die zwar eine kleinere Methanbildungsgeschwindigkeit, aber eine bessere Methanausbeute liefert, vorteilhaft ist.

Bild 1. Methanausbeute und Methanbildungsgeschwindigkeit aus Schweinegülle in Abhängigkeit von der Faulraumbelastung und der mittleren Verweilzeit

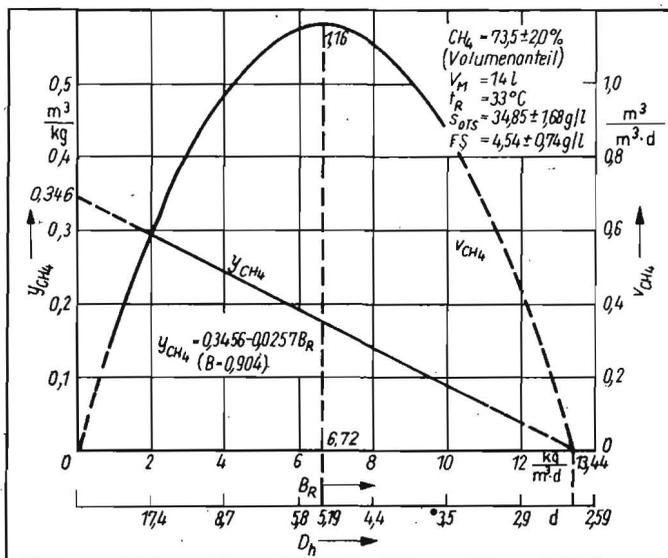


Bild 2. Methanausbeute und Methanbildungsgeschwindigkeit aus Rindergülle in Abhängigkeit von der Faulraumbelastung und der mittleren Verweilzeit

