

Mechanisierung der Pflege stillgelegter Flächen

1 Einleitung

Die Überschußproduktion auf dem Getreidemarkt hat 1988 im Rahmen von EG-Programmen zur Flächenstilllegung geführt /1/. Diese Gemeinschaftsaufgaben verfolgen primär das Ziel der Marktentlastung. Unter Berücksichtigung bestimmter Rahmenbedingungen können auch positive Effekte auf den Naturschutz ausgehen.

Es wird zwischen verschiedenen Formen der Flächenstilllegung unterschieden. Zu Beginn als Dauerbrache auf Grenzstandorten eingeführt, hat die Stilllegung seit den jüngsten Agrarbeschlüssen auch Einzug in die Fruchtfolgen auf guten Standorten gehalten. Hier wird die Rotationsbrache mit aktiver Begrünung (als Untersaat bzw. im Herbst oder Frühjahr bestellt) durch Pflanzenarten, die als Zwischenfrüchte (Gras, Phacelia oder Ölrettich, auch im Gemisch mit Klee) bekannt sind, der Selbstbegrünung vorgezogen /2/3/.

Bei der Verfahrensbewertung der Flächenstilllegung geht es nicht allein um die Betrachtung des Verfahrensabschnittes „Pflege“, sondern auch um den vorgelagerten Bereich „Bodenbearbeitung zur Begrünung“ und den nachgelagerten Bereich „Bodenbearbeitung zum Anbau der Folgefrucht“ /4/.

Bei der Landbewirtschaftung kommt es - insbesondere in der Situation sinkender Preise - darauf an, praxisgerechte Anbausysteme auf der Basis folgender Forderungen zu entwickeln:

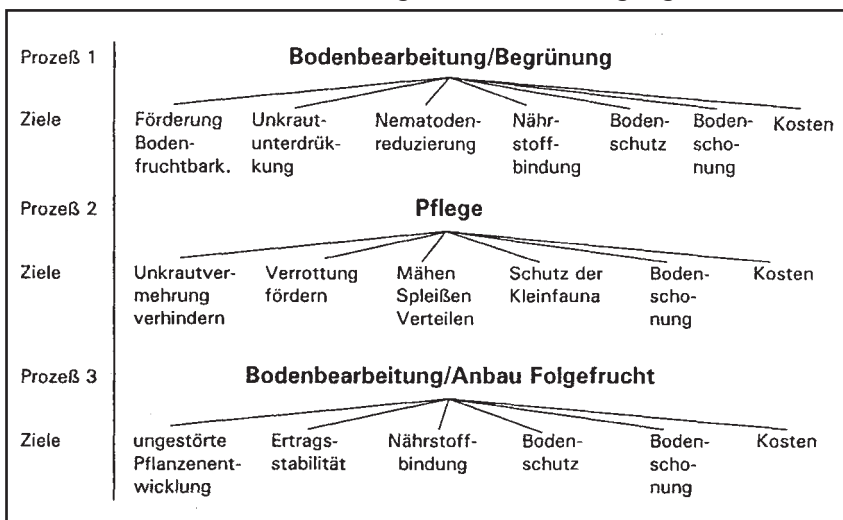
- 1 Untersuchung alter und neuer Techniken hinsichtlich Arbeitseffekt und Leistungsbedarf
- 1 Nutzung aller Möglichkeiten der Kosten- und Energieeinsparung beim Technikeinsatz
- 1 Berücksichtigung von Bodenschutzanforderungen.

2 Ziele der Mechanisierung bei Flächenstilllegung

Bei der **Bodenbearbeitung zur Bestellung der Begrünungsfrucht** stehen die Bedeckung der Ackeroberfläche zur Unkrautunterdrückung und die Durchwurzelung der Krume zur Garedförderung im Vordergrund (Abb. 1). In der Regel wird die Grundbodenbearbeitung mit einem Grubber und die Bestellung mit einer zapfwellenangetriebenen Säkombination durchgeführt. Veränderte Rahmenbedingungen bei der Landbewirtschaftung fordern Bodenschutz und Bodenschonung. „Bodenschutz“ verlangt Maßnahmen, die zu einer Verminderung von Oberflächenverschlammung und Bodenerosion führen. „Bodenschonung“ erfordert Maßnahmen, die zu einer Verminderung von Schadverdichtungen und zum Schutz der bodennahen Fauna beitragen. Diese Gesichtspunkte sind bei der Auswahl von Trägerfahrzeug und Gerätebauart unbedingt zu berücksichtigen.

Die **Pflege** dient dem mechanischen Offenhalten der stillgelegten Flächen /5/. Der Zeitpunkt der Pflege richtet sich nach dem Entwicklungsstand der Zwischenfrucht und eventuell nicht unterdrückter Unkräuter. Die Bestände sind vom Beginn der Blüte an vor der Samenreife zu schröpfen, da sonst hohe Folgekosten bei der Bekämpfung in der Folgefrucht auftreten können.

Abb. 1: Ziele der Mechanisierung bei Flächenstilllegung



Ist ein Wiederaustrieb erwünscht (z. B. bei Dauerbrache oder bei Rotationsbrache mit Ölrettich bzw. Phacelia), ist eine Stoppelhöhe von etwa 15 bis 20 cm anzustreben. Soll dagegen schon nach 3 bis 4 Wochen eine pfluglose Bestellung erfolgen, so sind Häcksel kürzer als 10 cm bei einer Stoppelhöhe bis zu 10 cm zu erzeugen. Die Verrottung muß so weit fortgeschritten sein, daß bei der Aussaat Verstopfungen vermieden werden, und die Folgefrucht in ihrer Entwicklung nicht beeinträchtigt wird.

Bei der **Bodenbearbeitung zur Folgefrucht** ist das organische Material der Zwischenfrucht gleichmäßig einzumischen, so daß es zu keinen Wachstumsstörungen kommt. Grad und Tiefe des Eingriffes sind so zu

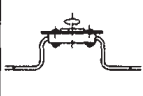
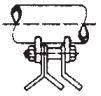


wählen, daß Nährstoffverluste vermieden werden und Bodenschutz realisiert wird. Dies ist am ehesten durch eine flache Einarbeitung gewährleistet, da die Stickstoffmineralisation gebremst und die Oberflächenverschlämzung durch organisches Material verlangsamt wird.

3 Zwischenfruchtbestände und Geräteeinsatz

Die mit der Stilllegung verfolgten Ziele (z. B. Nematodenreduzierung, Unkrautunterdrückung, Gareförderung) bestimmen weitestgehend die Auswahl der Zwischenfrüchte. Der angestrebte Entwicklungsstand der Zwischenfrucht ist oft eine Frage der Betriebsorganisation (Standort, Arbeitskräftebesatz, Mechanisierungsgrad).

Vor diesem Hintergrund wurden vom Institut für Betriebstechnik der FAL verschiedene Geräte und Werkzeuge für die Pflege auf stillgelegten Flächen untersucht und bewertet. Dazu wurden mehrere Versuchsreihen durchgeführt. Es wurden drei Zwischenfruchtarten herausgegriffen, die sich aus den beiden Begrünungsarten Herbst- und Frühjahrsbegrünung ergeben und sich im Massenaufwuchs stark unterscheiden (Tab. 1).

Tab. 1: Versuchsparemeter

eingesetztes Werkzeug				
Bezeichnung	Winkelmesser	Ypsilon-Schlegel	Delta-Schlegel	Platten-Schlegel

Feldfrucht	Klee/Gras	Phacelia	Ölrettich
mittlere Bestandeshöhe [cm]	60	120	150
Ertrag [dt/ha]	60	188	612
TM-Gehalt [%]	68	23	22

mittlere Fahrgeschwindigkeit [km/h]	4,5	6,7	10,0
eingestellte Schnitthöhe [cm]	5		10

Für den Pflegeeinsatz und dessen Beurteilung gibt es grundsätzlich mehrere Ansätze. Dabei wird die Auswahl sehr stark von ökonomischen Gesichtspunkten bestimmt. So verfügen Futterbaubetriebe beispielsweise über Mähgeräte und Futteraufbereitungsgeräte (z. B. Zetter), mit denen ein Mähen, Zerkleinern und Verteilen des Grüngutes in einem Arbeitsgang zu erreichen ist. Sie eignen sich nur für geringe Aufwüchse von 50 bis 80 dt/ha Frischmasse insbesondere auf Dauerbrachen. Zur Senkung der Arbeitsleistungskosten sind dann das Mähwerk im Fontanbau und der Zetter im Heckanbau einzusetzen. Bei 30 bis 50 dt/ha etwa ist keine Pflege notwendig, es sei denn, vorhandene Unkräuter (z. B. Disteln) erfordern diese Pflege auch bei geringeren Aufwüchsen.

Reine Ackerbaubetriebe können aus dem vorhandenen Maschinenpark beispielsweise einen Kreiselgrubber kostengünstig zum Messermäher

umbauen, oder die Rückfahreinrichtung an einem Großschlepper für die Zuckerrübenenernte zum Antrieb eines Häckslers in Schubfahrt einsetzen.

Mit all diesen Möglichkeiten ist beim Einsatz zur Pflege auf stillgelegten Flächen die Reduzierung der Fixkosten durch eine Einsatzerweiterung zu erreichen. Dies bedeutet nicht automatisch, daß auch die variablen Kosten niedrig liegen: z. B. hat ein bei der Zuckerrübenenernte eingesetzter Schlegelkörper durch die breiten Wurfgeschlegel einen hohen Leistungsbedarf beim Häckseln.

Mit der Einführung der Flächenstilllegung ergaben sich für die Landmaschinenindustrie neue Absatzchancen. So werden Geräte angeboten, die sich z. T. an technischen Entwicklungen im kommunalen Bereich orientieren. Aus der Vielzahl vorhandener und neuer Geräte für die Flächenstilllegung werden hier folgende vier typische Bauarten herausgegriffen:

- 1 ein durch Winkelmesser zum Messermäher umgebauter Kreiselgrubber (= vorhandenes Gerät auf Ackerbaubetrieben)
- 1 drei Schlegelhäcksler, die sich durch Bauart und Werkzeugform unterscheiden, mit den Werkzeugen Y-Schlegel, Delta-Schlegel und Plattenschlegel. (Bei den Schlegelarten gibt es Bauart-Unterschiede zwischen den Herstellern).

Zur Bezeichnung dieser Geräte hat sich der Begriff 'Schlegelhäcksler' durchgesetzt, da sie mit austauschbaren Schlegeln das Material kleinhäckseln. Das gehäckselte Material bleibt dann als Mulch auf der Bodenoberfläche. Da sich der Begriff 'Mulch' sehr stark zur Bezeichnung der Bestellverfahren (= Mulchsaat mit/ohne Saatbettbereitung) eingeführt hat, trägt es nicht zur Begriffsklärung bei, Schlegelhäcksler als 'Schlegelmulcher' zu bezeichnen.

Zur umfassenden Beurteilung der Gerätetechnik zur Pflege stillgelegter Flächen werden folgende Meßgrößen herangezogen (Tab. 2).

Tab. 2: Meßgrößen zur Beurteilung von Geräten zur Pflege stillgelegter Flächen

Arbeitseffekt		technische Größen	
1 Fruchtart:	Bestandeshöhe [cm]	1 Masse Gerät	[kg]
	Ertrag [dt/ha]	1 Arbeitsbreite	[m]
	TM-Gehalt [%]	1 Werkzeuge:	Anzahl [n]
	Rohfaser-Gehalt [%]		Masse [kg]
1 Schnitthöhe	[cm]		Fläche Bestand [cm ²]
1 Stoppelhöhe:in der Spur	[cm]		Schnittkantenlänge [cm]
	zwischen der Spur [cm]	1 Drehzahl Werkzeugwelle	[1/min]
1 Schnittgut-(Häcksel-)länge	[cm]	1 Umfangsgeschwindigkeit	
1 Halme angeschlagen	[%]	Werkzeugspitze	[m/s]
1 Verteilung	[%]	1 Fahrgeschwindigkeit	[km/h]
1 Störungen	[-]	1 Kraftstoffverbrauch	[l/h]
		1 Zapfwellenleistung	[kW]
		1 Leerlaufleistung (Zapfwelle)	[kW]
		1 Motorleistung	[kW]
		1 Zugkraft	[kW]
Arbeitszeitbedarf			
1 Haupt-, Wende-, Rüstzeit		1 Flächenleistung	
1 Verstellung der Schnitthöhe		1 Kosten/ha	
1 Wechsel der Werkzeuge		1 Kosten/h	

Wichtig ist auch, wo an der Antriebsmaschine die Häcksler angebaut werden bzw. arbeiten: Bei Maschinen, die wie z. B. Kreiseleggen im Heck des Schleppers angebaut werden, wird ein Teil des Aufwuchses von den Schlepperrädern auf den Boden gedrückt. Bei Häckslern, die in Schubfahrt betrieben werden (Frontanbau, Anbau in einer Rückfahreinrichtung, Antrieb durch einen selbstfahrenden Häcksler), entsteht dieses Problem dagegen nicht. Ebensovienig bei Häckslern, die wie z. B. Kreiselmäher im Heck angebaut werden, aber seitlich versetzt arbeiten.

4 Arbeitsqualität und Leistungsbedarf unterschiedlicher Werkzeuge und Geräte

4.1 Arbeitsqualität beim Häckseln

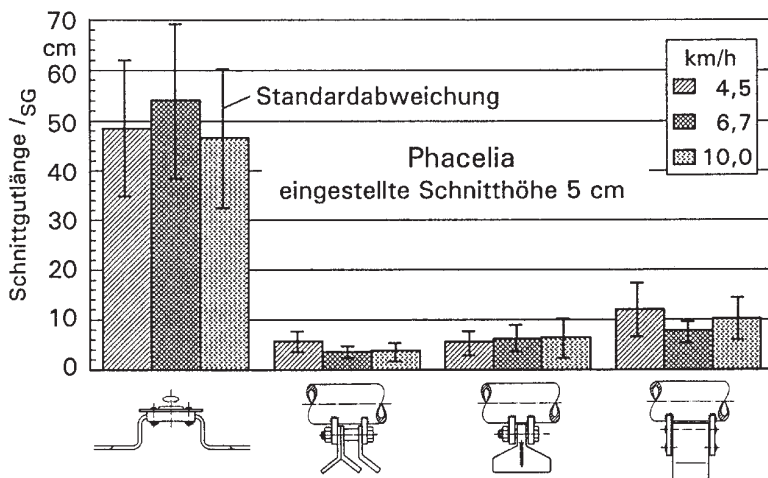
Die Geräte zur Pflege stillgelegter Flächen haben den Aufwuchs zu mähen oder zu häckseln, zu zerkleinern und zu verteilen. Das Arbeitsergebnis bestimmt den in einer Zeitspanne erzielbaren Verrottungsgrad und den Aufwand bei der Folgebearbeitung.

Zur Beurteilung der Arbeitsqualität sind die Schnittgutlänge (als Grad der Zerkleinerung) und die Stoppelhöhe (Höhe des Abtrennens) heranzuziehen. Die Stoppelhöhe ist ein wichtiges Beurteilungskriterium. Sie beeinflusst nicht nur den Leistungsbedarf, sondern stellt auch die Unterschiede heraus, die sich zwischen dem **'Bereich der Fahrspur'** und dem **'unbefahrenen Bereich'** ergeben, wenn Häcksler eingesetzt werden, die im Heck angebaut sind.

Schnittgutlänge

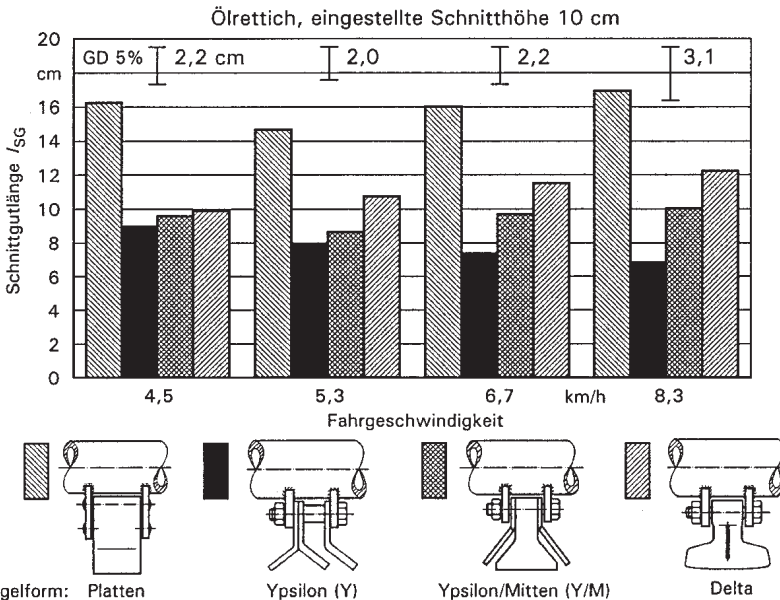
Die Ergebnisse am Beispiel Phacelia zeigt Abb. 2. Das Gerät mit den Winkelmessern (= umgebauter Kreiselgrubber) halbiert nur in etwa die Bestandeshöhe. Dagegen erzeugen die drei Schlegelhäcksler unterschiedlicher Bauart kurze Häcksel von 5 bis 10 cm. Mit messerartig arbeitenden Werkzeugen werden tendenziell die kürzesten Häcksel erreicht.

Abb. 2: Schnittgutlänge in Abhängigkeit von Gerätetyp und Fahrgeschwindigkeit



Wird am Beispiel Ölrettich ein Häcksler mit unterschiedlichen Werkzeugen (Y-Schlegel, Y/M-Schlegel, Delta-Schlegel) eingesetzt, so kann der Einfluß der Werkzeugform ermittelt werden (Abb. 3). Die flächig arbeitenden Plattenschlegel eines zur Kontrolle eingesetzten Gerätes, das in der Praxis häufig eingesetzt wird, erzeugten Häcksel von 14 bis 16 cm. Dies ist für den folgenden störungsfreien Einsatz eines gezogenen Bodenbearbeitungsgerätes z. T. zu lang. Die messerartig arbeitenden Y-Schlegel dagegen häckseln das Material 6 bis 8 cm kurz. Y/M- und Delta-Schlegel nehmen eine Zwischenstellung ein.

Abb. 3: **Schnittgutlänge in Abhängigkeit von Werkzeugform und Fahrgeschwindigkeit**



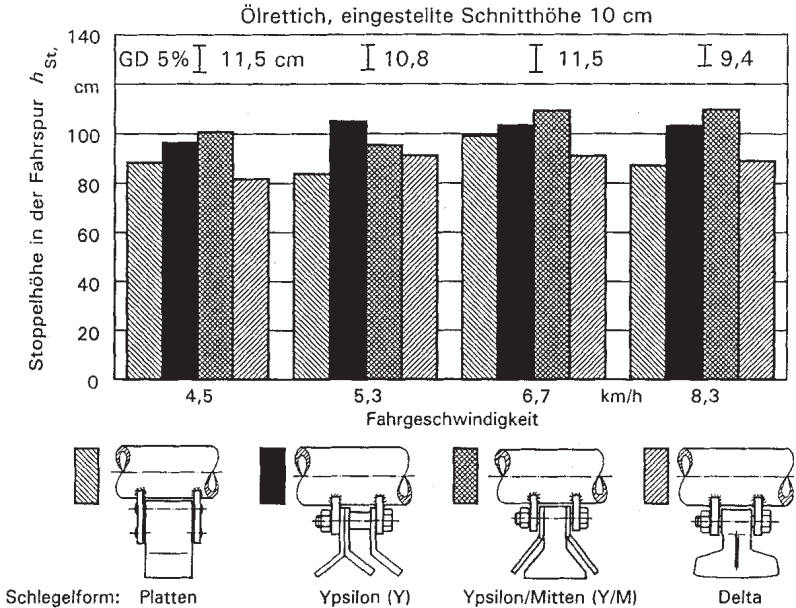
Diese Ergebnisse verdeutlichen, daß **'flächig' arbeitende Plattenschlegel**, die mit einer Fläche in den Bestand eingreifen, eher längere Häcksel und **'messerartig' arbeitende Y-Schlegel**, die mit mehreren Schnittkanten seitlich eingreifen, eher kürzere Häcksel produzieren. Im Gehäuse eingebaute Gegenschneden oder sogenannte „Kämme“ können die Zerkleinerung des Materials zusätzlich verbessern.

Stoppelhöhe

Im 'unbefahrenen' Bereich wird die Stoppelhöhe durch die eingestellte Höhe der Schlegel und den Abstand des Gerätegehäuses über dem Boden beeinflusst. Verantwortlich für die Einhaltung der eingestellten Stoppelhöhe sind vor allem Ausweichbegrenzungen der Schlegel. Schwere Plattenschlegel mit einer Ausweichbegrenzung halten die eingestellte Stoppelhöhe genauer ein als leichte Y-Schlegel, die zudem ausweichen können. Erstere benötigen jedoch stabilere Gehäuse, da sie z. B. Steine mit erfassen. Deshalb akzeptiert die Berufsgenossenschaft aus Gründen der Arbeitssicherheit keine Geräte, die nach hinten offen sind.

Während sich die Stoppelhöhen im 'unbefahrenen Bereich' zwischen 6 und 16 cm bewegen, wurden im 'Bereich der Fahrspur' immerhin 80 bis 110 cm gemessen (Abb. 4). Platten- und Delta-Schlegel erzeugen etwa 80 bis 100 cm und Y- und Y/M-Schlegel 90 bis 110 cm lange Stoppel. Generell sind jedoch die Stoppel im Bereich der Fahrspur für eine schnelle Verrottung und eine störungsfreie Folgebearbeitung zu lang.

Abb. 4: Stoppelhöhe in der Fahrspur in Abhängigkeit von Werkzeugform und Fahrgeschwindigkeit



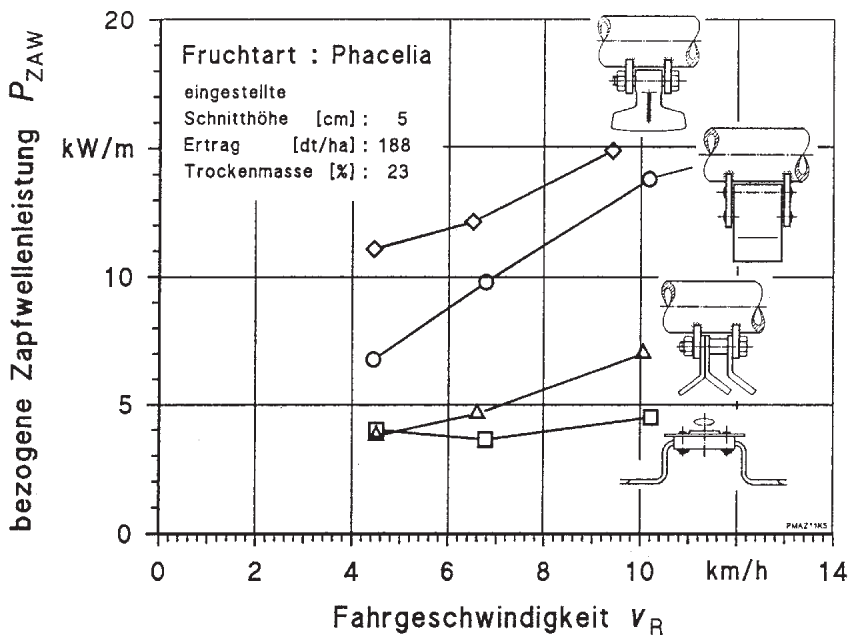
Der häufig herausgestellte **Sogeffekt** flächig arbeitender Werkzeuge (Platten-, Delta- und Y/M-Schlegel) in den Fahrspuren kann nicht bestätigt werden. Das z. T. sehr lange Material wird vom Reifen in den Boden gedrückt. Es treten zwar tangential verwirbelte Luftströme auf, jedoch kein Sogeffekt, so daß die Stengel in der Fahrspur nicht angehoben und von den Werkzeugen erfaßt werden.

Die einzige Möglichkeit, lange Stoppel in der Fahrspur zu vermeiden, ist die **Schubfahrt** bzw. der **Seitenanbau** des Häckslers. Beim Frontanbau dürfen die zulässige Vorderachsbelastung und der Abstand von 3,5 m vom Lenkrad zur Vorderkante Häckslers nicht überschritten werden. Für den Antrieb muß das Getriebe des Gerätes über einen Durchtrieb verfügen und die Frontzapfwelle muß für den erforderlichen Leistungsbedarf ausgelegt sein. Darüber hinaus sollte morgens bzw. abends, wenn Tau auf dem Bestand liegt, und kurz vor der Vollblüte gearbeitet werden, damit der Kühler sich nicht ständig mit Blüten zusetzt. Bei Schubfahrt mit Rückfahreinrichtung muß das Gerät über eine umschaltbare Drehrichtung verfügen.

4.2 Leistungsbedarf zum Antrieb von Mäh- und Häckselgeräten

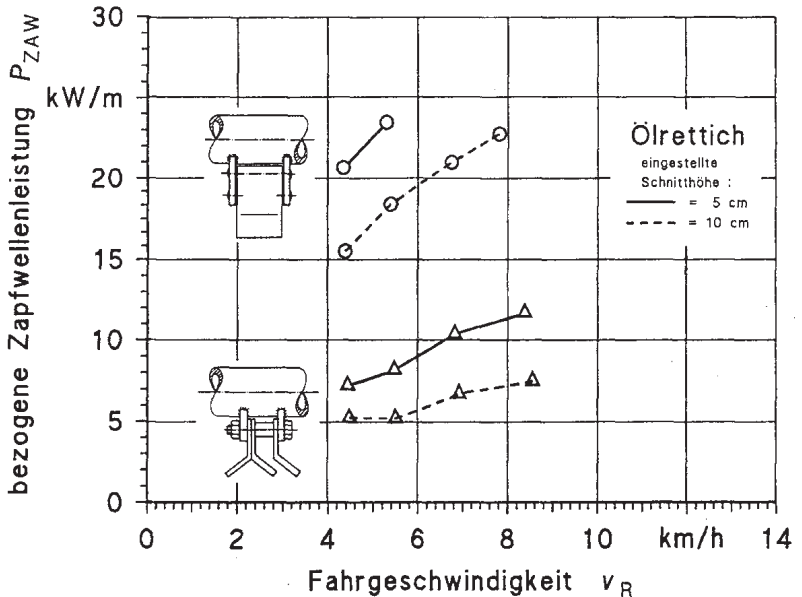
Entscheidend für die Verfahrensbewertung ist der Leistungsbedarf, der für die gewünschte Arbeitsqualität bei den unterschiedlichen Geräten erforderlich ist (Abb. 5). Der Messermäher mit Winkelmessern hat nahezu unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit den geringsten Zapfwellenleistungsbedarf. Bei dem Häcksler mit Y-Schlegeln steigt der Leistungsbedarf mit der Geschwindigkeit geringfügig an und liegt für 10 km/h bei 7 kW/m Arbeitsbreite. Deutlich höher wurde die Zapfwellenleistung für das Gerät mit Plattenschlegeln gemessen. Sie steigt in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit steil an und erreichte 14 kW/m Arbeitsbreite. Das Gerät mit Delta-Schlegeln lag mit 15 kW noch geringfügig höher. Die beiden letztgenannten Maschinen liegen somit in ihrem Leistungsbedarf in etwa doppelt so hoch wie die Maschine mit Y-Schlegeln. Dabei wurde eine vergleichbare Häckselqualität erzielt.

Abb. 5: Bezogene Zapfwellenleistung in Abhängigkeit von Gerätetyp, Werkzeugform und Fahrgeschwindigkeit bei Phacelia



Bei Öretlich war durch den sehr hohen Massenaufwuchs von 612 dt/ha bei dem Gerät mit Plattenschlegeln die dreifache Zapfwellenleistung im Vergleich zu dem Gerät mit Y-Schlegeln erforderlich (Abb. 6). Wird die Schnitthöhe von 5 auf 10 cm erhöht, so kann der Leistungsbedarf um 40 % gesenkt werden.

Abb. 6: Bezogene Zapfwellenleistung in Abhängigkeit von Gerätetyp, Werkzeugform und Fahrgeschwindigkeit bei Ölrettich



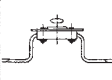



Diese Messungen verdeutlichen, daß der Entwicklungsstand der Zwischenfrucht und die eingestellte Schnitthöhe des Schlegelhäckslers großen Einfluß auf die erforderliche Zapfwellenleistung und damit auch auf die Kosten der Arbeitserledigung haben.

Neben Art und Aufwuchs der Zwischenfrucht gibt es eine Vielzahl von Gerätekenngrößen, die den notwendigen Leistungsbedarf mit beeinflussen (Tab. 3). Dabei fällt insbesondere auf, daß das Gerät mit Delta-Schlegeln eine mehr als doppelt so hohe Leerlaufleistung benötigt wie das Gerät mit Y-Schlegeln - bei sonst vergleichbaren Daten der Geräte. Das dürfte auf die flächige Schlegelform und die Strömungsverhältnisse in der Maschine zurückzuführen sein. Die Leerlaufleistung und andere Geräte-Kenngrößen werden herangezogen, um die Leistungsanforderungen zu erklären.

Um den bauartbedingten Einfluß der Geräte auszuschalten und den alleinigen Einfluß der Werkzeuge zu quantifizieren, wurde das Gerät mit den Y-Schlegeln (Tab. 3) umgerüstet auf Y/M- und Delta-Schlegel, so daß es mit drei verschiedenen Schlegelsätzen betrieben werden konnte. Der Schlegelhäckslers mit Plattenschlegel diente als Kontrollgerät /6/. Für einen Vergleich muß das Einhalten der gewählten Schnitthöhe unbedingt kontrolliert werden. Die Schnitthöhe wurde deshalb zunächst auf ebener Betonfahrbahn eingestellt und dann auf dem Feld im Einsatz korrigiert.

Bei einer tatsächlichen Schnitthöhe von 10 cm ergab sich in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit beim Y-Schlegel ein Leistungsbedarf von 9 bis 13 kW/m Arbeitsbreite (Abb. 7). Wird der mittlere Teil des Y-Schlegels durch einen flächig eingreifenden Mittelschlegel ausgetauscht (Y/M-Schlegel), so steigt der Leistungsbedarf um nahezu 100%.

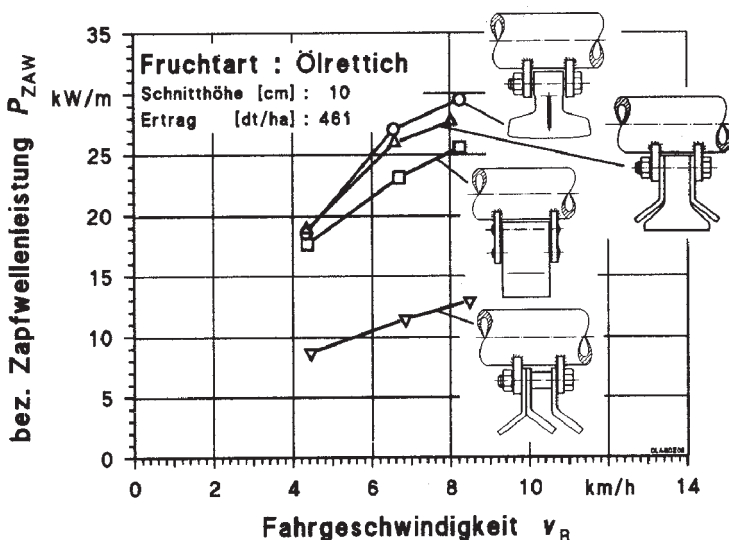
Tab. 3: Geräte-Kenngößen

Werkzeugform					
Bezeichnung	Dim.	Winkelmesser	Ypsilon-Schlegel	Delta-Schlegel	Platten-Schlegel
Arbeitsbreite b_A	m	3,50	2,80	2,70	2,70
Werkzeuganzahl	-	8	24	24	24
Werkzeugdrehzahl bei $n_{ZAW}^a = 1000 \text{ min}^{-1}$	min^{-1}	526	2457	2357	1300
Umfangsgeschwindigkeit	m/s	24,37	58,54	59,24	37,17
Leeraufleistung	kW	14,13	6,17	14,84	9,42
bezogene Leeraufleistung	kW/m_{bA}	4,04	2,20	5,49	3,49

a) n_{ZAW} = Zapfwelldrehzahl

Der Austausch der Y/M-Schlegel durch Delta-Schlegel steigert den Leistungsbedarf nochmals, und zwar um bis zu 10 % auf 19 bis 30 kW je Meter Arbeitsbreite. Der durch die **Werkzeugform hervorgerufene Anstieg im Leistungsbedarf** ist deutlich und entspricht dem bei den Versuchen mit verschiedenen Geräten (vgl. Kap. 2.), bei denen gleichzeitig Werkzeuge und Gerätebauart gewechselt wurden und ebenfalls Unterschiede von etwa 100 % auftraten.

Abb. 7: Bezogene Zapfwellenleistung beim Häckseln von Ölrettich mit drei verschiedenen Schlegelformen an einem Häcksler und mit einem Vergleichsgerät



Insgesamt ist der Y-Schlegel als Universalschlegel anzusehen. Die Ergänzung durch den Mittelschlegel kann zur Pflege abgeweideter Grünlandflächen sinnvoll sein, um zusätzlich eine Verteilung der 'Kuhfladen' zu erzielen.

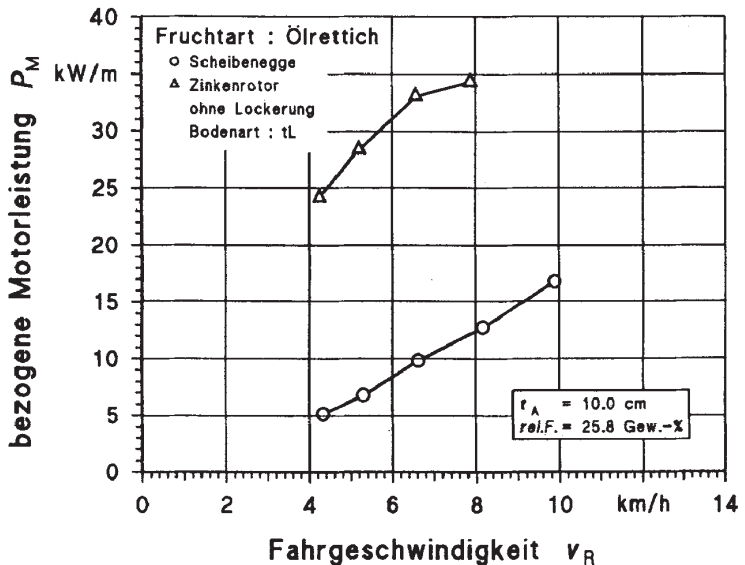
Zur Anpassung an unterschiedliche Einsatzbedingungen ist ein Werkzeugwechsel erforderlich. Wegen der notwendigen Wechselzeiten von 90 bis 420 min ist jedoch ein Austausch der Werkzeuge nicht praktikabel.

4.3 Leistungsbedarf bei der Bodenbearbeitung zur Folgefrucht

Der Zerkleinerungsgrad, die erzielte Stoppelhöhe der Zwischenfrucht und der Zeitraum bis zur nächsten Bestellung bestimmen den Aufwand, der zur Bodenbearbeitung für die Folgefrucht erforderlich ist. Die Geräte sind so auszuwählen und einzustellen, daß eine Einmischung des organischen Materials in die Bodenzone bis 15 cm erfolgt. Dadurch wird eine gleichmäßige und zügige Verrottung und eine störungsfreie Aussaat der Folgefrucht gewährleistet. Für die Stoppelbearbeitung können z. B. Grubber, Scheibenegge oder Zinkenrotor eingesetzt werden.

Das von einem Messermäher geschnittene lange Gut, wie auch die langen Stoppeln im 'Bereich der Fahrspur' (z. B. bei Ölrettich bis 110 cm) durch im Heck arbeitende Häcksler führen beim Einsatz eines Grubbers zu Verstopfungen. Aus diesem Grund eignen sich die Messermäher vornehmlich zur Pflege von Dauerbrachen. Verstopfungen sind unter günstigen Bedingungen durch einen Sechsvorsatz am Grubber weitestgehend zu vermeiden. Bei großem Massenaufwuchs sind mit der Scheibenegge zwei Überfahrten für eine sachgerechte Einarbeitung des Materials erforderlich. Mit dem Zinkenrotor reicht eine Überfahrt.

Abb. 8: Stoppelbearbeitung nach Ölrettich



Der **Motorleistungsbedarf** steigt bei beiden Geräten mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit relativ steil an (Abb. 8). Beim Zinkenrotor ohne Lockerung liegt er mit 34 kW/m Arbeitsbreite etwa 2,5mal so hoch wie für die Scheibenegge. Beim Einsatz eines Zinkenrotors mit Lockerungsscharen ist der Leistungsbedarf nur noch doppelt so hoch. Das heißt, die Energiebilanz von Scheibenegge und Zinkenrotor ist unter Berücksichtigung von Motorleistungsbedarf und Bearbeitungshäufigkeit gleich. Der Arbeitszeitbedarf liegt bei der Scheibenegge jedoch doppelt so hoch.

5 Eingliederung der Pflorgetechnik in den Verfahrensablauf und Bewertung

Aus den gemessenen Leistungsdaten, der Flächenleistung und der Arbeitsqualität läßt sich für die in Abb. 9 vorgestellten Verfahrensabläufe der Gesamtaufwand der Mechanisierungskette 'Flächenstilllegung' am Beispiel Ölrettich mit Herbstbestellung der Folgefrucht ableiten (Tab. 4). In diese Berechnungen sind die vollen Kosten für Schlepper, Maschine und Arbeitskraft (nach KTBL-Kalkulationsunterlagen) eingeflossen. Es liegen mittlere Auslastungsgrade unterhalb der Abschreibungsschwelle zugrunde.

Die Pflorgetechnik zählt zu den wichtigsten Arbeitsschritten im Rahmen der Flächenstilllegung. Sie muß sinnvoll in die Fruchtfolge und den Betriebsablauf integriert werden. Der Anteil der Selbstbegrünung ist aufgrund der höheren Folgekosten für Unkrautbekämpfung und Bodenbearbeitung auf den Betrieben verschwindend gering. Die Herbstbegrünung mit winterharten Zwischenfrüchten, wie z. B. Klee-Gras-Gemischen, spielt hauptsächlich bei der **Dauerbrache** eine Rolle (Abb. 9). Sie erfordert zunächst eine Bestellung nach **Pflugfurche**. Auch beim Umbruch der Grasnarbe nach fünf Jahren ist ein höherer Aufwand bei der Bodenbearbeitung notwendig, da Zinkenrotor und Pflug eingesetzt werden müssen.

Tab. 4: **Kosten der Mechanisierungskette 'Flächenstilllegung'**

Ölrettich	Messermäher/ Häcksler im Heckanbau	Häcksler im Frontanbau
Stoppelbearbeitung:		
1 Spatenrollegge	48,-	48,-
1 Grubber	85,-	85,-
Zwischenfruchtbestellung:		
1 Kreiselgrubber + Sämaschine	142,-	142,-
Pflege:		
1 Schlegelhäcksler	65,-	80,-*
1 Schlegelhäcksler	65,-	80,-
Umbruch:		
1 Scheibenegge	82,-	
1 Scheibenegge	82,-	
1 Grubber		85,-
1 Zinkenrotor		112,-
1 Pflug	170,-	170,-
1 Kreiselgrubber + Sämaschine	158,-	158,-
Summe Kosten [DM/ha]	897,-	641,-

* Höhere Kosten durch die Zusatzausrüstung von Frontkraftheber und -zapfwelle

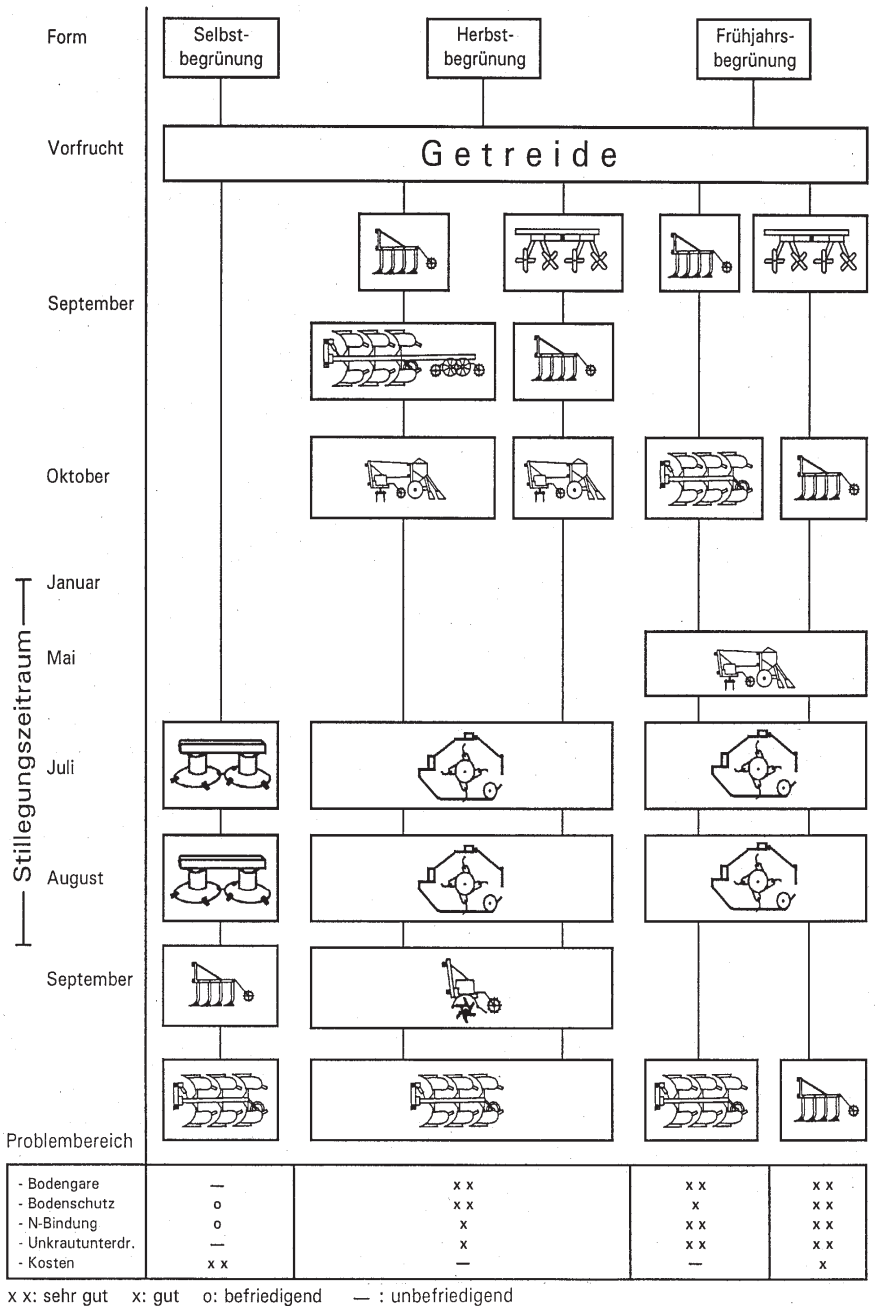


Abb. 9: Verfahrensablauf und Geräteeinsatz bei unterschiedlichen Begrünungsformen der Rotationsbrache

Als **Rotationsbrache** auf guten Ackerstandorten hat sich die Frühjahrsbegrünung mit Phacelia oder Ölrettich z. T. in Verbindung mit Klee durchgesetzt. So kann z. B. mit Ölrettich wirkungsvoll biologisch eine Nematodenreduzierung erfolgen. Steht Getreide als Vorrucht, erfolgt einmal im Herbst eine Stoppelbearbeitung. Im Frühjahr, kurz vor der Aussaat der Begrünungskultur Mitte Mai, folgt eine zweite Bearbeitung. Über Winter dient das Stroh dem Bodenschutz. Die Bestellung der Zwischenfrucht wird **pfluglos** mit einer Bestellkombination durchgeführt. Dies erhöht die Tragfähigkeit des Bodens und spart Kosten.

Um einen Wiederaustrieb der Zwischenfrucht zu erreichen, ist das erste Mal vor der Samenreife 15 bis 20 cm hoch zu häckseln. Der zweite Häckselgang erfolgt dann tiefer (5 bis 10 cm Stoppelhöhe). Durch die kurzen Häcksel und Stoppeln wird eine pfluglose Bodenbearbeitung ermöglicht. Ist das Material auf der gesamten Fläche, auch in den Fahrspuren, kurz gehäckselt (Betrieb des Häcklers in Schubfahrt oder seitlich vom Schlepper), so kann die Bestellung der Folgefrucht (Raps, Getreide, Zwischenfrucht zur Mulchsaat) zwei bis drei Wochen später mit Grubber und anschließend der Bestellkombination erfolgen (Tab. 4). Diese Verfahrenskette ist mit 641,- DM/ha die günstigste. Liegt langes Material von einem Messermäher oder durch einen im Heck arbeitenden Häckler in den Fahrspuren vor (z. B. Ölrettich mit 400 bis 600 dt/ha Frischmasse und 100 bis 150 cm langen Stoppeln), so ist der Zinkenrotor einmal oder die Scheibenegge zweimal und anschließend der Pflug einzusetzen. Die Kosten liegen dann um 200,- bzw. 250,- DM/ha höher als bei einem Häcklerbetrieb in Schubfahrt oder seitlich vom Schlepper.

Folgen erst im Frühjahr Zuckerrüben, Mais oder Sommergetreide, so hat auch langes Material ausreichend Zeit zur Verrottung und stellt nicht so hohe Anforderungen an die Bodenbearbeitung. Voraussetzung allerdings ist, daß die heruntergefahrenen Blütenstände der Zwischenfrucht nicht weiterwachsen und Samen bilden, die dann mit hohem Aufwand in der Folgefrucht chemisch oder mechanisch zu bekämpfen sind.

6 Auswirkungen der Pflorgetechnik auf die bodennahe Fauna

Bei dem Einsatz der Pflorgetechnik auf stillgelegten Flächen sind nicht nur acker- und pflanzenbauliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen, sondern auch die Ziele von **Naturschutz und Landschaftspflege** zu verfolgen. Sie sind in § 1 des Bundesnaturschutzgesetzes mit der Forderung festgelegt, u. a. die Pflanzen- und Tierwelt als Lebensgrundlage des Menschen nachhaltig zu sichern. Das heißt, bei der eingesetzten Technik spielt insbesondere der Einfluß auf die Tierwelt, hier auf die bodennahe Fauna (z. B. Laufkäfer, Spinnen, Raupen), eine Rolle. Sowohl Traktorfahrwerke als auch Mäh- und Häckselgeräte beeinflussen diese in unterschiedlichem Ausmaß.

Um die **Schädigungsrate der Fauna** festzustellen, stehen Methoden im Labor und im Feld zur Verfügung. Dabei ist die Erfassung der geschädigten und lebenden Tiere im Bestand sehr schwierig. Löbbert et al. /7/ benutzten deshalb Modellkörper, welche die physikalischen Kenngrößen von Spinnen und Laufkäfern wiedergeben. Bei diesen Versuchen wurde für den Lebensraum „Grünland“ bei 5 km/h Fahrgeschwindigkeit und dem tiefen Schnitt von 5 cm (im Vergleich zu dem hohen Schnitt von 10 cm) eine hohe

Schädigungsrate am Boden festgestellt – gezahnte Schlegel eines Häckslers schädigten mehr als Y-Schlegel. Die Schädigungsrate der Tiere im Schnitthorizont und in 20 cm Höhe ist tendenziell größer als die der Modellkörper am Boden. Scheiben- und Doppelmessermähwerke schädigen weniger als Schlegelhäcksler. Ein tiefer Schnitt, der mehr Biomasse als Puffer im Gehäuse des Häckslers bewegt als ein hoher Schnitt, kann aber auch schonend auf die Fauna wirken.

Bei Raupen, die sich durch eine weiche Außenhülle auszeichnen, konnte ein Unterschied zwischen Zahn- und Y- Schlegel nicht festgestellt werden. Die Schädigungsrate bei Raupen ist durch den Einsatz von Scheiben- und Doppelmessermähwerke höher.

Andere Untersuchungen von Ehlert und Kraut /8/ im Labor befassen sich mit dem Einfluß der Sogwirkung von Häckslern auf die Schädigungsrate der Fauna. Es konnten zwar tangential stark verwirbelte Luftströme gemessen werden, nicht aber ein Auf- oder Ansaugen der Kleinstlebewesen.

Bei den Schlegelhäckslern nimmt neben den Werkzeugen auch die Art der Tiefenführung Einfluß auf das Ausmaß der Schädigung der Fauna. Bei hohem Schnitt in Verbindung mit Führungsrädern werden (z. B. beim Einsatz auf Dauerbrache) im Vergleich zur Stützwalze weniger Tiere geschädigt. Auf weicher und unebener Bodenoberfläche kann jedoch auf die Stützwalze nicht verzichtet werden. Zur Schonung größerer Tiere (Reh, Hase) haben sich mechanische Wildretter bewährt und/oder Schneisen, die am Vortag des Häckselns im Bestand angelegt werden.

Bisher wurden Untersuchungen zur Schädigung der bodennahen Fauna hauptsächlich auf naturschutzrelevantem Grünland oder auf langfristig stillgelegten Flächen durchgeführt. Hier hat der biotische Ressourcenschutz eindeutig eine größere Bedeutung als auf Ackerflächen, die im Rahmen der Rotationsbrache stillgelegt werden. Inwieweit die dort bisher gewonnenen Erkenntnisse auf die Rotationsbrachen zu übertragen sind, die sich durch einen Bestand aus gefiederten, ineinanderhängenden Blättern auszeichnen, muß zukünftig geklärt werden.

7 Zusammenfassung/Empfehlungen

Für das Betriebsmanagement ist festzuhalten:

- 1 Für **Dauerbrachen** Klee-Gras-Gemisch nach Pflugfurche bestellen!
- 1 **Rotationsbrachen** in der ersten Maihälfte mit Phacelia/Klee- oder Ölretich/Klee-Gemisch pfluglos bestellen!
- 1 Zur Pflege stillgelegter Flächen **Schlegelhäcksler** bevorzugen!
- 1 Auf **Dauerbrachen** sind Häcksler ausreichend, die im Heck des Schleppers arbeiten. Auf Rotationsbrachen sollte der Häcksler möglichst vor dem Schlepper oder seitlich von ihm arbeiten.
- 1 Die kürzesten Häcksel sind mit **Y-Schlegeln** zu erreichen.
- 1 Die gewünschte **Stoppelhöhe** ist mit allen Werkzeugen nur durch Korrektur der Einstellung während des Einsatzes zu erzielen.
- 1 Der **Leistungsbedarf** der Y-Schlegel beträgt etwa die Hälfte, verglichen mit anderen Werkzeugformen.

- 1 Stoppel und Häcksel bis 10 cm Länge sind Voraussetzung für eine **pfluglose Bestellung** der Folgefrucht. Damit wird ein Beitrag zur **Bodenschonung** und zum **Bodenschutz** geleistet.
- 1 Zur **Schonung der bodennahen Fauna** auf Dauerbrachen Führungsräder einsetzen und eine Stoppelhöhe von 20 cm einstellen!

8 Literatur

- /1/ BMELF (1994): Neue Bestimmungen bei Flächenstilllegung. Information-Nr. 15, 20, 29, 31, 37, 44, 50.
- /2/ Kruse, W. und K. Kotzerke (1992): Stillgelegte Flächen richtig begrünen. top agrar, H. 7, S. 60-63.
- /3/ Lütke Entrup, N. (1993): Fragen rund um die Grünbrache. top agrar, H. 3, S. 96-98.
- /4/ Brunotte, J. und R. H. Biller (1994): Maschinen und Geräte zur Bewirtschaftung stillgelegter Flächen. Zuckerrübe, H. 6, S. 362-366.
- /5/ Kromer, K.-H. und H. Reloe (1989): Maschinen und Geräte für die Brachlandpflege. KTBL-Arbeitspapier 141, S. 65-76.
- /6/ Biller, R. H. und J. Brunotte (1995): Häcksler-Werkzeuge im Vergleich. Landtechnik, H. 3, S. 136-137.
- /7/ Löbber, M., K.-H. Kromer und C. C. Wieland (1994): Einfluß von Mäh- und Mulchgeräten auf die bodennahe Fauna. Forschungsberichte „Integrative Extensivierungs- und Naturschutzstrategien“, H. 15, S. 7-26.
- /8/ Ehler, D. und D. Kraut (1994): Eignung landwirtschaftlicher Mähtechnik für die Landschaftspflege. Bornimer Agrartechnische Berichte, H. 4, S. 55-64.



Fahrzeuge, Maschinen und Geräte mit diesem Zeichen haben eine DLG-Gebrauchswertprüfung erfolgreich durchlaufen. Die Prüfberichte sind einzeln oder in Sammelbänden zu beziehen vom DLG-Fachbereich Landtechnik, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt.

Herausgegeben von der
 Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft
 Eschborner Landstr. 122, 60 489 Frankfurt am Main
 – Fachbereich Landtechnik –
 Ausschuß für Technik in der pflanzlichen Produktion
 Bearbeitet von
 Dr. sc. agr. Joachim Brunotte und Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer H. Biller,
 Institut für Betriebstechnik der FAL, Braunschweig, und
 Dr. Walter Kruse, Landwirtschaftskammer Hannover