

Anbaufeldhäcksler –

eine Alternative in der Grassilageernte?

Von DI Alfred PÖLLINGER, Gregor HUBER und Eduard ZENTNER

An der BAL Gumpenstein wurden dazu auf einem Praxisbetrieb im Rahmen einer Diplom-Maturaarbeit der HBLA Raumberg Untersuchungen zu diesem Verfahren durchgeführt.



Die Erntemengen von 4000 bis 7000 kg TM/ha und Stunde sind mit einem schweren Walztraktor verdichtbar.

Für die Nachfolgemechanisierung (Mischwagen) und vor allem für den Gärverlauf verspricht ein gut zerkleinertes Erntegut Verbesserungen – kürzere Mischzeiten, bessere Einmischung und geringeren Kraftbedarf einerseits und eine raschere Absenkung des pH-Wertes andererseits. Der Selbstfahrfeldhäcksler passt mit seinen hohen Ernteleistungen nicht in jedes Betriebskonzept. Der Kurzschnittladewagen schafft trotz sehr guter Schneidwerke die Häcksellängen nicht ganz, und die Ballensilage ist bei geringen Feld-Hof-Entfernungen teuer. Wer somit einerseits den Vorteil der sehr kurzen Häcksellängen in der Grassilageernte nutzen will, andererseits allerdings nicht mit den hohen Erntemengen pro Zeiteinheit konfrontiert werden möchte, wird sich möglicherweise mit einem Anbaufeldhäcksler helfen können.

Anbauhäcksler für die Grassilageernte?

In vielen gemischten und in an Maisbaugebieten angrenzenden Grünlandgebieten gibt es den traktorangebauten Scheibenradhäcksler für die Maissilageernte. Die meisten Firmen bieten dieses Grundgerät auch in Kombination mit einem Pick-up-Vorsatz an. Somit kann mit der vorhandenen Technik auch Grassilage geerntet werden. Die auf den Betrieben vorhandenen



Traktorleistungen sind ebenfalls gestiegen, so dass es auch keinen Leistungsengpass durch den Traktor gibt. Die geforderte Traktormotorleistung liegt zwischen 100 kW/130 PS und 130 kW/180 PS. Damit kann man mit bereits am Betrieb vorhandenen Maschinen und Geräten bessere Jahresauslastungen erreichen.

Mehr und mehr Betriebe schätzen die Möglichkeit der kurzen Futterpartikellängen sehr, können oder wollen allerdings nicht die hohen Erntemen-

gen pro Zeiteinheit verarbeiten, die bei der Selbstfahrfeldhäckslerernte angeliefert werden. Viele Betriebe bzw. deren Siloanlagen in den klassischen inneralpinen Grünlandgebieten sind für eine Erntetechnik mit angelieferten Futtermengen von 10 bis 20 t Trockenmasse pro Stunde nicht geeignet. Mit dem Anbaufeldhäcksler werden 4 bis 8 t Trockenmasse pro Stunde geerntet. Damit können auch mittelgroße Fahr-siloanlagen mit 20 bis 25 m Baulänge noch vernünftig beschickt werden.

Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Traktoren und deren Arbeitseinsätze				
Marke	Typ	PS/kW	Gewicht	Bemerkung/Arbeiten
Valtra	6750 Eco Power	105/77	4650 kg	Nennleistung bei reduzierter Motordrehzahl von 1800U/min Front-Heckmäherwerkskombination
Steyr	8080a SK2	72/53	3800 kg	Zetten
Steyr	8080H	70/52	3500 kg	Zetten
Steyr	548	48/35	2800 kg	Schwaden
Steyr	8130a SK2	115/84	4300 kg	Transport-Ladewagen 25,1 m ³
Valtra	T120	120/88	5530 kg	Mähen, Transport-Kipper 15,6 m ³
Valtra	T170 TT	170/125	5950 kg	Twin Trac-Rückfahreinrichtung Anbau-Feldhäcksler 2200
Fendt	714 Vario	140/103	6555 kg	Anbau-Feldhäcksler 3000 Betrieb 2



Verwendete Maschinen und Geräte

In einem Versuch wurden die in den Tabellen 1 bis 5 angeführten Maschinen und Geräte eingesetzt. Die Mäharbeiten wurden mit dem Valtra 6750 Eco Power in Kombination mit einem Stoll Trommel-Frontmäherwerk und einem Deutz Fahr Trommel-Heckmäherwerk mit einer Gesamtmähbreite von 5,50 m sowie einem Valtra T120 mit einem Lely Scheiben-Heckmäherwerk mit einer Mähbreite von 3,20 m erledigt (siehe Tabelle 1 und 2).

Auf einem Nachbarbetrieb wurden mit einem Fendt 714 Vario in Kombination mit einem Kemper 3000 Anbauhäcksler ebenfalls die Arbeitszeiten erhoben. Dabei standen ebenfalls zwei Abfuhrfahrzeuge mit rund 20 m³ Nettoladevolumen zur Verfügung. Die Feld-Hof-Entfernung betrug rund 1 km.

Als Anbauhäcksler standen zwei Kemper Scheibenradhäcksler zur Verfügung (siehe Tabelle 5). Mit einer Messeranzahl von 6 Stück wurde eine theoretische Schnitt- oder Häcksellänge von 22 mm erreicht. Damit liegt man um rund 5 mm höher als beim Selbstfahrschäcksler. Das Futter wird über eine Pick up aufgenommen und an einem Metalldetektor vorbei zu einem Scheibenradhäcksler geführt. Durch die Gegenschneide kommt es zu einem exakten Schnitt. Danach wird das zerkleinerte Futter über Wurfschaufeln dem stufenlos verstellbaren Gebläseturm zugeführt und von dort auf das Begleitfahrzeug überladen.

Der Anbau des Feldhäckslers kann im Front- oder Heckbereich erfolgen, für die richtige Drehrichtung ist das Umkehrgetriebe verstellbar. Den Mindestkraftbedarf gibt die Firma für den Champion 2200 mit 80

Marke	Kemper	Kemper
Typ	Champion 2200	Champion 3000
Messeranzahl	6	6
Theor. Schnittlänge	22 mm	22 mm
Länge/Breite (m)	2,15/2,4	2,15/2,6
Arbeitsbreite mit Pick up Vorsatz (m)	2	2
Gewicht (kg)	1100	1300

Die gesamte Erntemenge von insgesamt 34 t Trockenmasse von 12,3 ha der Exaktversuchflächen wurde mittels Radlastwagen der BLT Wieselburg bestimmt.

Das Messerschleifen war einfach durchzuführen, erfolgte alle 3 bis 5 Stunden Häckselzeit und dauerte nur 10 bis 13 Minuten.



und für den Champion 3000 mit 100 kW an. Die Pick up selbst wird über zwei Tasträder in der richtigen Arbeitshöhe geführt. Alle drei bis fünf Häckselstunden empfiehlt es sich, die Messer mit der serienmäßigen Schleif-

einrichtung nachzuschleifen. Dieser Vorgang dauert rund 10 bis 13 Minuten.

Arbeitsorganisation und Flächenleistung

Die Arbeitsorganisation für das Häckselverfahren mit Anbauhäcksler ist mit der für den Selbstfahrschäcksler gleichzusetzen. Es reichen in der Regel zwei Abfuhrfahrzeuge bei mittleren Feld-Hof-Entfernungen von ein bis zwei Kilometern aus, während man für den Selbstfahrer bei den gleichen Entfernungen schon drei Transportfahrzeuge braucht. Bei drei Kilometern Entfernung kam es zu 5 bis 10 Minuten Wartezeit. Ebenso wichtig wie die Anzahl der Transportfahrzeuge ist deren Ladevolumen, dieses sollte pro Fahrzeug wenigstens 20 m³ betragen. Kipper haben zwar den Vorteil der etwas rascheren Entladung, allerdings gibt es in den Grünlandgebieten nicht viele Kipper mit einem Ladevolumen von 20 Kubikmetern und darüber.

In Tabelle 6 sind die Ernteleistungen auf den beiden Betrieben mit den Anbauhäckslern Champion 2200 und 3000 in Form der Netto- und Bruttoernteleistung angegeben. Unter Nettoernteleistung ist nur jene Arbeitszeit zu verstehen, in welcher der Häcksler geladen hat, somit abzüglich aller Wende-, Steh-, Wartungs- und Fremdkörpersuchzeiten. Für den Praxiseinsatz ist die Bruttoernteleistung von

Marke	Typ	Bezeichnung	Arbeitsbreite (m)
Stoll	M 275 TFS	Trommel-Frontmäherwerk	2,75
Deutz Fahr	KM 327	Trommel-Heckmäherwerk	2,65
Lely	Splendimo T320	Scheiben-Heckmäherwerk	3,20

Marke	Typ	Arbeitsbreite (m)
Fella-Zettwender	TH 520 D Hydro	5,20
Lely-Zettwender	Lotus Stabilo 520	5,20
Pöttinger-Zweikreisel-Mittelschwader	Top 660 a	6,60

Marke	Typ	Technische Daten
Pöttinger Ladewagen	Ladeprofi III	25,1 m ³ DIN Volumen
Mengele Kipper	MEDK 8000TA	15,6 m ³ DIN Volumen
Liebherr Radlader	L522	9000 kg Eigengewicht

Interesse. Im Versuch 1 lag die Ernteleistung mit 1,53 ha/h deutlich hinter den Erwartungen zurück (siehe Tabelle 6). Trotz guter Mechanisierung (125 kW Motorleistung) wurde die erwartete Ernteleistung von 2,5 bis 3,0 ha/h deutlich nicht erreicht.

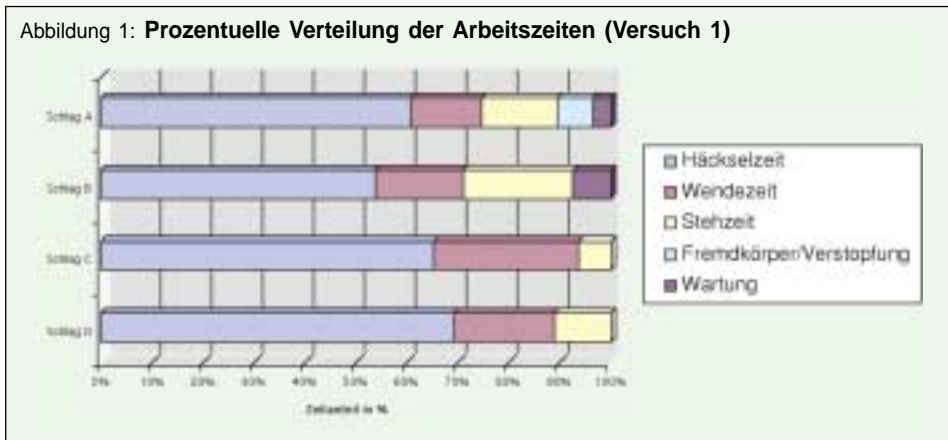
Besonders bemerkenswert ist die Zusammensetzung der Hauptarbeitszeit in Abbildung 1. Dabei wird erkennbar, dass nur rund 60 % der gesamten Arbeitszeit für das Häckseln genutzt wurden. Die restlichen 40 % ver-

Tabelle 6: Ernteleistung, ha/h; Mittelwert, (Max/Min)

	ha/h Netto	ha/h Brutto
Versuch 1	2,33 (2,69/1,78)	1,53 (1,75/1,03)
Versuch 2	3,52	2,60

Netto: Ernteleistung in Hektar/Stunde, ohne Stehzeiten. Reine Häckselzeit
 Brutto: Ernteleistung in Hektar/Stunde, inklusive Wendezeit, Stehzeit, Fremdkörper/ Verstopfungen entfernen und Wartungsarbeiten

Abbildung 1: Prozentuelle Verteilung der Arbeitszeiten (Versuch 1)



teilten sich auf Wende-, Steh-, Fremdkörpersuchzeiten und Wartungsarbeiten. Vergleicht man diese Werte vom Versuch 1 mit den Ergebnissen aus Versuch 2, dann wird klar, wo höhere Ernteleistungen zu holen sind, nämlich durch Reduzierung der Wendezeiten und der Stehzeiten beim Warten auf das nächste Transportfahrzeug (Abbildung 2). Mit großen Transportkapazitäten (mindestens 20 bis 25 m³), einem eingespielten Fahrerteam und möglichst „geschlossenen Schwadreihen“ lassen sich die Ernteleistungen noch wesentlich erhöhen. Im Versuch 2 wurden trotz ebenfalls aufgetretener Wartezeiten – Warten auf das nächste Transportfahrzeug – immerhin 2,6 ha/h abgeerntet. Der Anteil der Häckselzeiten war mit über 70 % wesentlich höher.

Schwadgewicht und Futtererträge

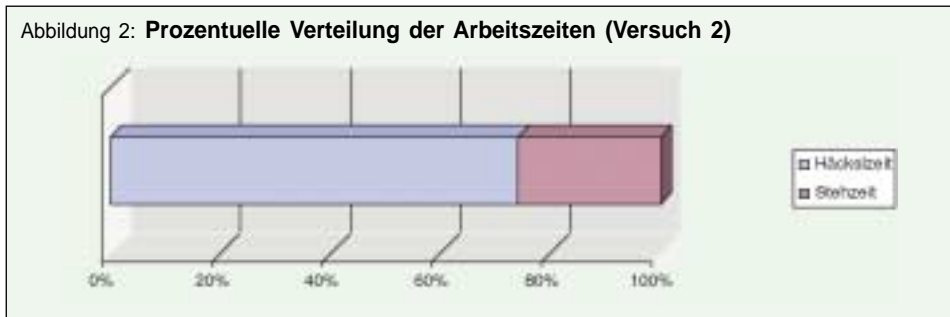
Für einen effizienten Einsatz von Häckseln und Ladewagen sind Schwadgewichte von 2-5 kg Trockensubstanz/Laufmeter notwendig. Bei geringeren Werten muss, um die gleiche Ernteleistung zu erzielen, mit dem Erntegerät schneller gefahren werden, was das Nebeneinanderfahren mit Häckselwagen schwieriger macht.

In diesem Versuch wurde mit einem Doppelschwader mit Mittenablage geschwadet, dadurch konnte das

Tabelle 8: Futterinhaltsstoffe von unterschiedlich geerntetem Futter (Werte in % bezogen auf die TM)

	TM	RP	Rfa	Fett	Asche	NFE
Anbaufeldhäcksler	33,1	15,5	30,9	3,0	9,1	41,5
Rundballen	37,4	15,2	30,4	3,2	8,1	43,1

Abbildung 2: Prozentuelle Verteilung der Arbeitszeiten (Versuch 2)



Schwadgewicht nicht durch die Schwadarbeit beeinflusst werden. Das Schwadgewicht lag im Mittel, bei etwas über einem kg Trockenmasse pro Laufmeter. Zwischen den einzelnen Schlägen gab es recht deutliche Unterschiede (siehe Tabelle 7). Diese großen Unterschiede lassen sich durch die wesentlich niedrigeren Erntemengen auf den kleinen Schlägen begründen. Um die geforderten 2 bis 5 kg TM/lfm zu erreichen sind größere Mittelschwader, Zweikreiselseitenschwader oder die Vorarbeit mit einem Einkreiselschwader notwendig. Jedenfalls sollten für diese Ernteverfahren mit den höheren

Tabelle 7: Schwadgewichte in kg TS/lfm

Schlag	Fläche in ha	kg TS/ha	Ø kg TS/lfm (Max/Min)
Schlag A	7,90	2.924	1,45 (1,92/0,96)
Schlag B	2,13	3.285	1,73 (2,13/1,25)
Schlag C	1,24	1.677	0,44 (0,52/0,36)
Schlag D	0,98	1.842	0,72 (0,91/0,62)

Ernteleistungen 7 bis 8 m Räumbreite angestrebt werden.

Futterqualitäten – Vergleich mit Rundballensilage

Zur Beurteilung des Einflusses dieses Ernteverfahrens auf die Futterqualität wurde ein Vergleich mit dem Rundballenverfahren herangezogen. Von ein und derselben Fläche wurde das Futter einmal mit dem Häcksler zerkleinert und geladen und daneben sieben Rundballen gepresst und gewickelt. Am Beginn der Winterfütterungsperiode wurden dann von beiden Futterpartien Proben gezogen und hinsichtlich der Inhaltsstoffe (Trockenmasse, Rohasche, Rohfett, Rohprotein und Rohfaser), der Gärssäuren (Milch-, Essig, Propion- und Buttersäure) und Energiegehalte (Verdaulichkeit, NEL) untersucht. In den Tabellen 8-10 sind die Werte, die aus jeweils zwei Untersuchungen stammen, dargestellt. Der Rohfasergehalt ist re-



Aufgrund der ungünstigen Feldstückformen, des nicht zusammengespielten Ernteteams (Transport-Häckslerfahrer) und der geringen Schwadgewichte lag die Flächenleistung weit unter den Erwartungen von 2,5 bis 3,0 ha/h.



verfahren zu erkennen. Ähnlich verhält sich dazu der pH-Wert, der einen Wert von 4,5 bei der Häckslervariante und von 5,2 bei der Rundballenvariante erreicht. Diese Differenzierung bestätigt die bisher gemachten Messungen und Beobachtungen aus anderen Projekten, wonach jede intensive Bearbeitung (Aufbereiter, scharfes Zetten) und Zerkleinerung (Häcksler) des Futters zu einer rascheren und dauerhaft stärkeren Absäuerung des Erntegutes führt.

zierung zwischen den Ernteverfahren ist anhand dieser Werte nicht erkennbar.

Bei der Konservierung ist eine Fehlgärung erkennbar, darauf deuten der hohe Alkoholgehalt, der hohe Butter säuregehalt sowie der niedere Milchsäuregehalt hin. Der Anwelkgrad von 33 bis 40 % TS kann als normal angesehen werden. Dass die Silagen trotzdem sehr hohe Verdaulichkeitsgehalte und noch gute Energiewerte aufweisen, ist letztlich auf den niederen pH-Wert, besonders bei der Häckslervariante, und die doch niederen Aschegehaltswerte zurückzuführen.



Die Häcksellängen von 0 bis 40 mm machten 60 % der Gesamtmasse bei den Häckselvarianten aus, während der Kurzschnitladewagen nur 36 % der Gesamtmasse in dieser Längenfraktion aufwies.

Die Mähkombination schaffte eine Arbeitsleistung von 3,5 ha/h bei 5,5 m Arbeitsbreite.

Häcksellängen entscheidend?

Der Anteil der Häcksellängen wurde durch händisches Sortieren bestimmt. Die Verteilung der Häcksellänge ist zur Beurteilung der Verdichtbarkeit bzw. dessen Einfluss auf den Gärverlauf wichtig. In der Abbildung 3 sind die unterschiedlichen Anteile der Futterpartikellängen in der Gesamtfuttermasse dargestellt. Die theoretische Schnitlänge der einzelnen Systeme spiegelt auch die Fraktionsaufteilung wieder. So haben die beiden Häckslervarianten den größten Anteil mit rund 60 % und darüber in der Fraktion von 0 bis 40 mm (blaue und rostbraune Balkengruppe), während der Kurzschnitladewagen mit 36 % in dieser Fraktion deutlich dahinter liegt. Interessant ist auch der gut erkennbare Unterschied zwischen den beiden Häckslervarianten in der kleinsten Fraktion (0 bis 20 mm – blauer Balken) mit 27 % beim Anbauhäcksler und mit 36 % beim Selbstfahrhäcksler.



Der Einfluss der Häcksellänge auf

lativ hoch, was auf einen physiologisch späten Erntetermin schließen lässt. Kalendarisch erfolgte die Ernte am 24. Mai 2003 und somit für „Ennstaler“ Klimabedingungen nicht zu spät. Der Aschegehalt ist wiederum positiv niedriger, was auf eine saubere Erntetechnik vom Mähen bis zum Laden schließen lässt.

In Tabelle 9 ist der Gehalt an Gär säuren dargestellt. Der hohe Butter säuregehalt fällt vor allem im Vergleich zu einem niederen Milchsäuregehalt auf. Insbesondere beim Milchsäuregehalt ist eine deutliche Differenzierung zwischen den beiden Ernte-

Tabelle 9: Gär säuren von unterschiedlich geerntetem Futter (Werte in g/kg TM)

	Äthanol	Essig säure	Propion säure	Butter säure	Milch säure	pH-Wert
Anbaufeldhäckslers	11,3	3,6	2,1	18,0	18,2	4,5
Rundballen	14,6	1,4	2,2	17,3	4,1	5,2

Tabelle 10: Verdaulichkeit und Energiegehalte von unterschiedlich geerntetem Futter (Werte in % bezogen auf die TM)

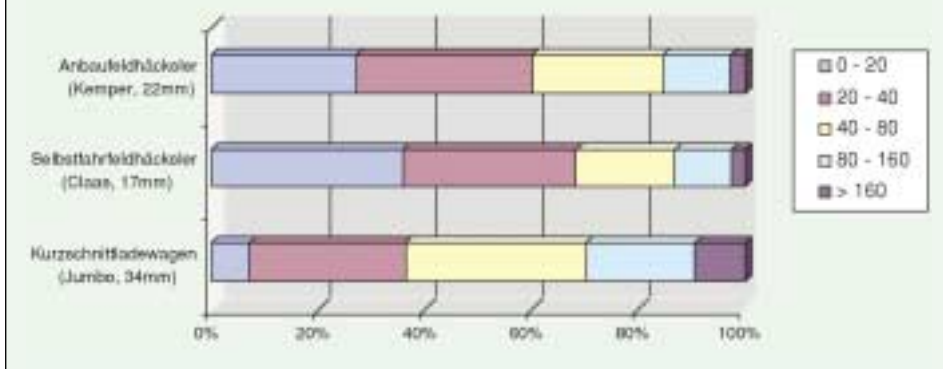
	OM	DOM	ME (MJ)	NEL (MJ)
Anbaufeldhäckslers	90,9	62,4	9,7	5,7
Rundballen	91,9	61,9	9,6	5,7

In Tabelle 10 sind der Anteil der organischen Masse, die Verdaulichkeitswerte und die Energiegehalte dargestellt. Aufgrund der relativ hohen Rohfasergehalte liegen die Energiegehalte des Futters nur im mittleren bis guten Qualitätsbereich. Eine Differen-

den Gärverlauf konnte bereits in einem früheren Versuch festgestellt werden. Dabei wurde in dem von einem Selbstfahrhäckslers geernteten Futter bereits nach 5 Tagen ein pH-Wert von unter 5,0 gemessen, während bei der Kurzschnitladewagenvariante dieser pH-Wert erst nach etwa 10 Tagen erreicht wurde. Im Gär säuremuster zeigten sich nur leichte Vorteile für die Häckslervariante.

Zusammengefasst kann man zur Schnitt- bzw. Häcksellänge sagen, dass man mit sehr kurzen Häcksellängen

Abbildung 3: Anteil der Häcksel(Schnitt)-längen unterschiedlicher Fahrerloerntesysteme



Die Kosten für die Ernte mit dem Anbauhäcksler sind im Verhältnis zu den anderen Erntesystemen (Ladewagen, Selbstfahrfeldhäcksler) zu hoch. Nur sehr spezielle Rahmenbedingungen (Eigenmechanisierung sowieso vorhanden, Biogaserzeugung, ...) machen einen sinnvollen Arbeitseinsatz mit dem Anbauhäcksler möglich.



im Detail zwar eine etwas höhere Sicherheit bei der Futterstabilität erreicht, dieser Sicherheitspolster aber nur bei sonst ungünstigen Erntebedingungen wichtig ist. Das Risiko von Fehlgärungen bei längerem Futter ist durch schlechtere Verdichtbarkeit jedoch nur bei geringen Walzgewichten bedeutend. Gute Kurzschnittladewagen erreichen eine ausreichende Zerkleinerung des Futters, und für eine gute Verdichtung ist letztlich auch die

Gleichmäßigkeit der Verteilung am Silo ein wichtiger Maßstab.

Ökonomische Überlegungen

In einer betriebswirtschaftlichen Kalkulation wurde dem Ernteverfahren mit Anbauhäcksler das Ladewagenernteverfahren gegenübergestellt. In beiden Fällen wurden gute Ernteleistungen eingesetzt. Für das Ladewagensystem wurden Arbeitszeitauswer-

tungen aus einem früheren Versuch verwendet. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Ernteleistungen von 2,6 ha/h ist ein Ladewagenernteverfahren bei den gegebenen Feld-Hof-Entfernungen de facto um rund 25 Euro/ha günstiger. Der Mehraufwand an Maschinen und Geräten (2 Traktoren inklusive Fahrer und das teure Erntegerät Anbauhäcksler) können nicht günstiger sein als ein mittelgroßer Erntewagen mit rund 45 m³ brutto, zumal zusätzlich für den Anbauhäcksler mindestens 80, besser 120 kW Motorleistung zur Verfügung stehen sollen. Allerdings hat auch der Rotationsladewagen einen hohen Leistungsbedarf und schafft nur mit einer starken Zugmaschine die hohen Ernteleistungen – bei sehr kurzen Feld-Hof-Entfernungen von 500 m sogar über 3 ha/h. Nur bei sehr hohen Ernteleistungen von 3,5 ha/h sind die Kosten pro Hektar für das Häckslersystem gleich hoch wie für den Ladewagen.

Fazit

Auf zwei Praxisbetrieben wurde die Grassilage mit einem Scheibenhäcksler der Typen 2200 (Versuch 1) und 3000 (Versuch 2) von Kemper geerntet.

Die Ernteleistungen lagen bei 1,5 ha/h am Betrieb 1 und bei 2,6 ha/h auf dem Betrieb 2. Ein hoher Anteil an „Nicht-Häckselzeit“ durch lange Leerfahrten, Steh- und Fremdkörpersuchzeiten verursachte die niedrige Ernteleistung von 1,5 ha/h. Die Futterqualität wurde mit einer Ballensilage, die auf derselben Fläche geerntet wurde, verglichen und zeigte kaum Unterschiede.

Die Erntekosten pro Hektar ab Schwad inklusive Verdichtung sind um rund 25 Euro bei der Häckslervariante höher, nur bei einer Ernteleistung von 3,5 ha/h würden die Kosten gleich hoch sein. Auch die bessere Silierbarkeit und Nachbearbeitung des kurzen Futters im Futtermischwagen rechtfertigen den hohen Aufwand an Begleitfahrzeugen für diese Erntetechnik nicht. Die erzielten Ernteleistungen am Vergleichsbetrieb machen das Verfahren etwas interessanter, zumal das Kurzhalten der Futterpartikel für die Weiterverarbeitung in einer Biogasanlage Grundvoraussetzung auf diesem Betrieb ist.

Somit ist der Anbauhäcksler ein Ernteverfahren, das nur in speziellen Fällen betriebswirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden kann.

Tabelle 11: Maschinen- und Erntekosten ab Schwad inklusive Verdichtung im Vergleich von Anbauhäcksler und Ladewagen

	Anbauhäcksler Champion 3000	Ladewagen Rotations- ladeystem 45 m ³
Traktor kW/PS	120/163	110/150
Kosten	Euro/h 37,9	34,8
Erntegeräte Häcksler/Ladewagen	Euro/h 35,2 ¹⁾	55
Arbeitskosten	Euro/h 10	10
Traktor f. Transport 2x a 25 Euro/h 75 kW	50	
Häckselwagen	2x á 15 Euro/h 30	
Arbeitskosten	2x á 10 Euro/h 20	
Walztraktor 85/116 kW/PS	Euro/h 26,7	26,7
Arbeitskosten Walzen	Euro/h 10	10
Gesamtkosten	Euro/h 219,8	136,5
Ernteleistung ha/h bei 2500 kg TS/ha und 1 km Feld-Hof-Entfernung	2,6	2,3
Erntekosten	Euro/ha 84,5	59,3

¹⁾ 19.440 Euro Neuwert Grundgerät – nur variable Kosten; 16.985 Euro Neuwert Pickup Vorsatz und Metalldetektor – Fixkosten und variable Kosten; 10 Jahre Nutzungsdauer; 150 Stunden Auslastung/Jahr