



lfz  
raumberg  
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum  
Landwirtschaft  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

# Abschlussbericht Anbaufeldhäcksler

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3423

Anbau- versus Selbstfahrfeldhäcksler

Mounted field chopper

Projektleitung:

DI Alfred Pöllinger, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Ing. Eduard Zentner, Gregor Huber, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektlaufzeit:

2003 – 2004



[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>3</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
ANBAUFELDHÄCKSLER – EINE ALTERNATIVE IN DER GRASSILAGEERNT? .....	3
ANBAUHÄCKSLER FÜR DIE GRASSILAGERNTE?.....	5
<b>Material und Methoden</b> .....	<b>7</b>
ARBEITSORGANISATION UND FLÄCHENLEISTUNG.....	8
<b>Ergebnisse</b> .....	<b>11</b>
SCHWADGEWICHT UND FUTTERERTRÄGE .....	11
FUTTERQUALITÄTEN – EIN DIREKTER VERGLEICH MIT DER RUNDBALLENSILAGE .....	12
HÄCKSELLÄNGEN ENTSCHEIDEND? .....	13
DIE SILORAUMDICHTE .....	15
ÖKONOMISCHE ÜBERLEGUNGEN .....	15
<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>16</b>

## Zusammenfassung

Auf zwei Praxisbetrieben wurde Grassilage mit zwei Scheibenradhäckslern der Firma Kemper, den Typen 2200 (Versuch 1) und 3000 (Versuch 2) von Kemper geerntet. Die Ernteleistungen lagen bei 1,5 ha/h beim Versuch 1 und bei 2,6 ha/h beim Versuch 2. Ein hoher Anteil an „Nicht-Häckselzeit“ durch lange Leerfahrten, Steh- und Fremdkörpersuchzeiten verursachte beim Versuch 1 die niedrige Ernteleistung von 1,5 ha/h. Zur Beurteilung der Futterqualität wurde beim Versuch 1 auf der gleichen Fläche das Futter als Ballensilage geerntet. Es konnten keine Unterschiede zum gehäckselten und in einem Fahrsilo konservierten Futter festgestellt werden. Die Erntekosten pro Hektar ab Schwad inklusive Verdichtung sind um rund 25 Euro bei der Häckslervariante im Vergleich zur Ernte mit dem Ladewagen höher. Erst bei einer Ernteleistung von 3,5 ha/h würden die Erntekosten im Vergleich zum Ladewagensystem gleich hoch sein.

Die verbesserte Silierbarkeit und Nachbearbeitung des kurzen Futters im Futtermischwagen rechtfertigen den hohen Aufwand für die Ernte mit dem Anbaufeldhäcksler nicht. Die verbesserte Ernteleistung am Vergleichsbetrieb (Versuch 2) macht das Verfahren interessanter. Trotzdem erreichten die Erntekosten einen höheren Wert als das Ladewagensystem. Im Zusammenhang mit dem Betrieb einer Biogasanlage und/oder gesteigerten Ernteleistungen kann das Ernteverfahren „Anbaufeldhäcksler“ gegenüber dem Ladewagensystem am Fahrsilo konkurrenzfähig werden. Scheibenradhäcksler sind für die Grassilageernte nicht optimal nutzbar. Trommelhäcksler eignen sich dafür besser.

## Summary

On two farms grass-silage was harvested by means of two disc field choppers of Kemper Ltd. - type 2200 was used for trial 1 and type 3000 for trial 2. The performance lay at 1.5 ha/h for trial 1 and at 2.6 ha/h for trial 2. At trial 1 a high percentage of time was wasted for long empty runs, stand-up times and searching-times for stones and iron particles and thus caused the low harvesting performance of 1.5 ha/h. In order to assess the forage quality, at trial 1 the forage was harvested as silage balls on the same field. There were no differences to be determined in comparison to the forage having been chaffed and preserved in a bunker silo. For the variant with the field chopper the harvesting costs per hectare from the swath on (densification included) are about 25 Euro higher in comparison to the harvesting by means of the self-loading trailer. In comparison to the self-loading trailer system the harvesting costs would be the same only with a harvesting performance of 3.5 ha/h or more. The improved silageability and the postprocessing of the short forage in the [“Futtermischwagen”](#) do not justify the high cost for the harvest with the mounted field chopper. The improved harvesting performances on the compared farm (trial 2) increased the interest for this processing. But in spite of that the harvesting costs achieved a higher value than the system with the self-loading trailer. In connection with the processing of a biogas-facility and/or increased harvesting performances the harvesting system “mounted field chopper” can attain competitive ability against the self-loading trailer system at the bunker silo. Disc field choppers are not at best appropriate for the harvesting of grass silage. Rotary field chopper are better qualified for this purpose.

## Einleitung

### *Anbaufeldhäcksler – eine Alternative in der Grassilageernte?*

Bei der Grünlandernte sind in Richtung kurzer Schnitt- oder Häcksellänge ganz klare Bemühungen erkennbar. Sowohl für die Nachfolgemechanisierung (Mischwagen) aber vor allem für den Gärverlauf verspricht ein gut zerkleinertes Erntegut Verbesserungen - kürzere Mischzeiten, bessere Einmischung und geringerer 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 zudem bei geringen Feld-Hofentfernungen teurer. 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.



Die Erntemengen von 4000 – 7000 kg TM/ha und Stunde sind auch mit einem schweren Walztraktor verdichtbar. Mit einer Flächenleistung von nur 1,5 ha/h auf Betrieb 1 lagen die Ergebnisse weit unter den Erwartungen zurück.



Im folgenden Artikel wird das Ernteverfahren „Anbau-Feldhäcksler“ hinsichtlich ihrer Eignung für die Grassilageernte dargestellt. An der BAL Gumpenstein wurden dazu auf einem Praxisbetrieb im Rahmen einer Diplom-Maturaarbeit der HBLA Raumberg Untersuchungen zu diesem Verfahren durchgeführt. Über 20 ha Grünlandflächen wurden an einem Tag gehäckselt, transportiert und verdichtet. Die Erntemengen, -leistungen und die Arbeitszeiten wurden genau bestimmt. Auf einem Vergleichsbetrieb wurden dazu Vergleichsmessungen durchgeführt. Zur Beurteilung der Futterqualität wurden in der Winterfütterungsperiode Proben gezogen. Vom gehäckselten Futter wurden direkt die Häcksellängen bestimmt.

### *Anbauhäcksler für die Grassilageernte?*

Die Frage warum man überhaupt einen Anbauhäcksler für die Grassilageernte einsetzt, ist mit wenigen Worten rasch erklärt. In vielen gemischten und in an Maisbaugebiete angrenzenden Grünlandgebieten gibt es den traktorangebauten Scheibenradhäcksler für die Maissilageernte. Die meisten Firmen bieten dieses Grundgerät auch in Kombination mit einer Pick up an und somit kann mit der vorhandenen Technik auch Grassilage geerntet werden. Die auf den Betrieben vorhandenen Traktorleistungen sind ebenfalls gestiegen, sodass es auch keinen Leistungsengpass durch den Traktor gibt. Die geforderte Traktormotorleistung liegt zwischen 100 (130) und 130 (180) kW (PS). Damit kann man mit sowieso 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 Erntemengen 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 Fahrsiloanlagen mit 20 bis 25 m Baulänge vernünftig beschickt werden.



**Die gesamte Erntemenge von insgesamt 34 t Trockenmasse von 12,3 ha der Exaktversuchsflächen wurde mittels Radlastwaagen der BLT Wieselburg bestimmt.**



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

## Material und Methoden

Im Versuch wurden die in den *Tabellen 1 bis 5* angeführten Maschinen und Geräte eingesetzt. Es handelt sich dabei überwiegend um Maschinen, die im bäuerlichen Einsatz stehen, nur der Valtra T170 TT und 6750 Eco Power wurden vom Landmaschinenhändler Ebner aus Trieben zur Verfügung gestellt.

Die Mäharbeiten wurden 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 und einem Valtra T120 mit einem Lely Scheiben-Heckmäherwerk mit einer Mähbreite von 3,20 m erledigt (siehe *Tabelle 1* und *2*).

**Tabelle 1: Übersicht der verwendeten Traktore und deren Arbeitseinsätze**

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

Auf einem Nachbarbetrieb wurde mit einem Fendt 714 Vario in Kombination mit einem Kemper 3000 Anbauhäcksler ebenfalls die Arbeitszeiten erhoben. Dabei standen zwei Abfuhrfahrzeuge mit rund 20 m<sup>3</sup> Nettoladevolumen zur Verfügung. Die Feld-Hofentfernung betrug rund 1 km.

**Tabelle 2: Verwendete Mäherwerke**

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

**Tabelle 3: Zettwender und Kreiselschwader**

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

**Tabelle 4: Häckselwagen und Walzgerät**

Marke	Typ	Technische Daten
Pöttinger Ladewagen	Ladeprofi III	25,1 m <sup>3</sup> DIN Volumen
Mengele Kipper	MEDK 8000TA	15,6 m <sup>3</sup> DIN Volumen
Liebherr Radlader	L522	9.000 kg Eigengewicht

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 Selbstfahrsel. 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.

**Tabelle 5: Anbaufeldhäcksler**

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

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

### *Arbeitsorganisation und Flächenleistung*

Die Arbeitsorganisation für das Häckselverfahren mit Anbauhäcksler ist mit der für den Selbstfahrsel gleichzusetzen. Es reichen in der Regel zwei Abfuhrfahrzeuge bei mittleren Feld-Hofentfernungen von ein bis zwei Kilometer aus, während man für den Selbstfahrer bei den gleichen Entfernungen schon drei Transportfahrzeuge braucht. Bei drei Kilometer Entfernung kam es bis zu 5 bis 10 Minuten Wartezeit. Ebenso wichtig wie die Anzahl der Transportfahrzeuge ist deren Ladevolumen, dieses sollte pro Fahrzeug wenigstens 20 m<sup>3</sup> haben. 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 Brutto-Ernteleistung angegeben. Unter Nettoernteleistung ist nur jene Häckselarbeitszeit zu verstehen, in welcher der Häcksler geladen hat, somit abzüglich aller Wende-, Steh-, Wartungs- und Fremdkörpersuchzeiten. Für den Praxiseinsatz ist die Brutto-Ernteleistung von 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.



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

	<b>ha/h Netto</b>	<b>ha/h Brutto</b>
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

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 % verteilen sich auf Wende-, Steh-, Fremdkörpersuchzeiten und Wartungsarbeiten. Vergleicht man diese Werte vom Versuch 1 mit den Ergebnissen aus dem Versuch 2 dann wird klar, wo höhere Ernteleistungen zu holen sind, nämlich durch Reduzierung der Wendezeiten und der Stehzeiten durch das Warten auf das nächste Transportfahrzeug (Abbildung 2). Mit großen Transportkapazitäten (mindestens 20 bis 25 m<sup>3</sup>), 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.



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.



Die Häcksellängen von 0 bis 40 mm machten 60 Gewichts % der Gesamtmenge bei den Häckselvarianten aus, während der Kurzschnittladewagen nur Gewichts 36 % in dieser Längefraktion aufwies.

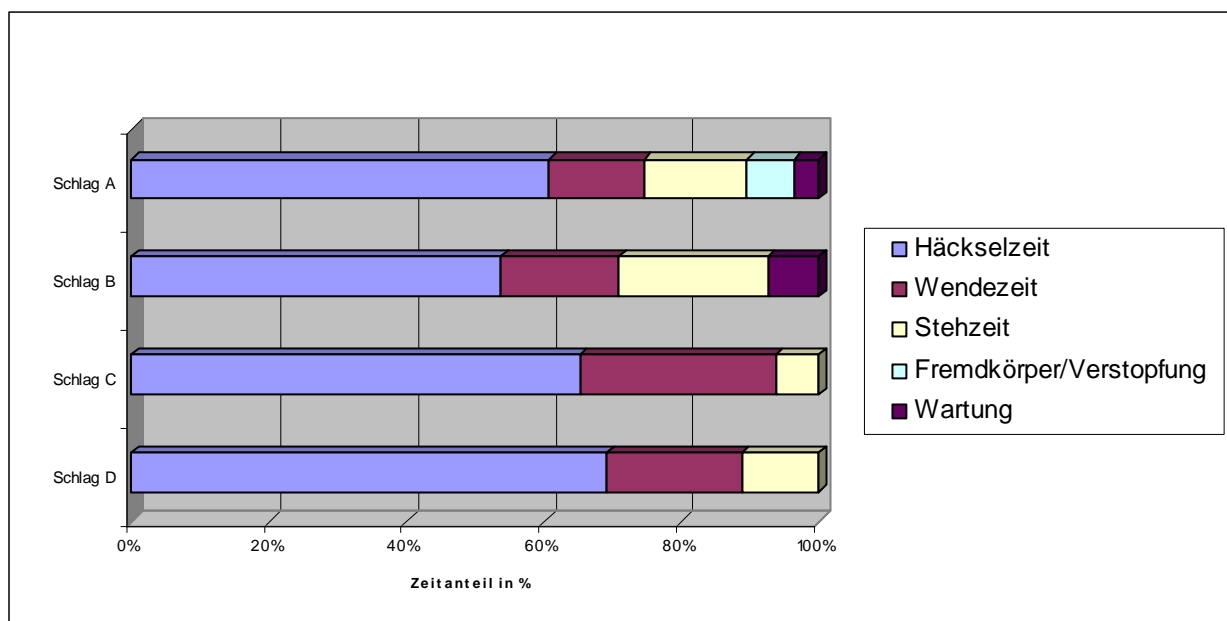


Abbildung 1: Prozentuelle Verteilung der Arbeitszeiten (Versuch 1)

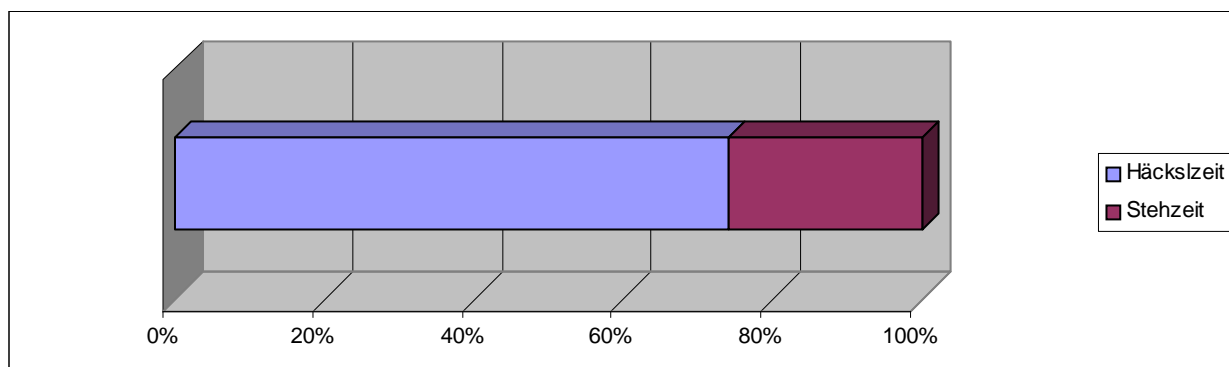


Abbildung 2: Prozentuelle Verteilung der Arbeitszeiten (Versuch 2)



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

## Ergebnisse

### *Schwadgewicht und Futtererträge*

Für einen effizienten Einsatz von Häckslern und Ladewagen sind Schwadgewichte von 2-5 kg Trockensubstanz/Laufmeter notwendig. Bei geringeren Werten muss, um die gleiche Ernteleistung zur

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 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 Einfachschwader notwendig. Jedenfalls sollten für diese Ernteverfahren mit den höheren Ernteleistungen 7 bis 8 m Räumbreite angestrebt werden.

**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	<b>1,45</b> (1,92/0,96)
Schlag B	2,13	3.285	<b>1,73</b> (2,13/1,25)
Schlag C	1,24	1.677	<b>0,44</b> (0,52/0,36)
Schlag D	0,98	1.842	<b>0,72</b> (0,91/0,62)

### *Futterqualitäten – ein direkter Vergleich mit der Rundballensilage*

Zur Beurteilung des Einflusses dieses Ernteverfahrens auf die Futterqualität wurde ein Vergleich mit dem Rundballenverfahren herangezogen. Von ein und der selben 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 Gärsäuren (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 relativ 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, dies lässt auf eine saubere Erntetechnik vom Mähen bis zum Laden schließen.

**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

In *Tabelle 9* ist der Gehalt an Gärsäuren dargestellt. Der hohe Buttersäuregehalt fällt vor allem im Vergleich zu einem niedrigeren Milchsäuregehalt auf. Insbesondere beim Milchsäuregehalt ist eine deutliche Differenzierung zwischen den beiden Ernteverfahren 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.

**Tabelle 9: Gärsäuren von unterschiedlich geerntetem Futter (Werte in g/kg TM)**

	Äthanol	Essigsäure	Propionsäure	Buttersäure	Milchsäure	pH-Wert
Anbaufeldhäcksler	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

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 Differenzierung zwischen den Ernteverfahren ist anhand dieser Werte nicht erkennbar

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

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

Bei der Konservierung ist eine Fehlgärung erkennbar, darauf deuten der hohe Alkoholgehalt, der hohe Buttersäuregehalt und 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 den doch niederen Aschegehaltswerten zurückzuführen.

### *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 Schnittlänge 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 Kurzschnittladewagen 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 Anbaufeldhäcksler und mit 36 % beim Selbstfahrhäcksler.

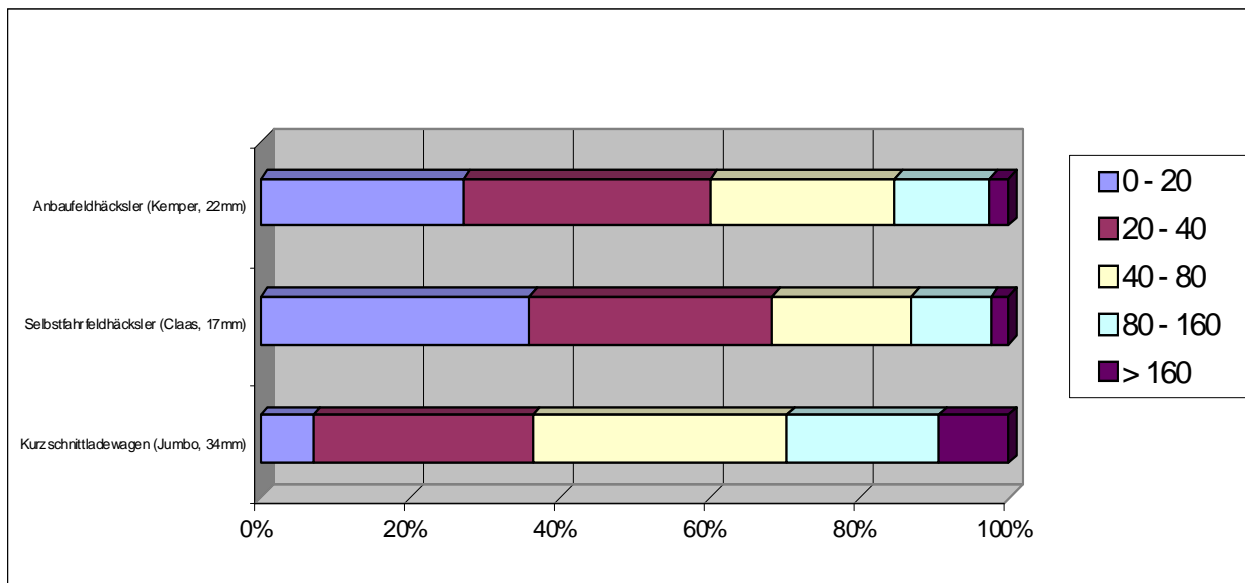


Abbildung 3: Anteil der Häcksel(Schnitt)-längen unterschiedlicher Fahrsiloerntesysteme

Der Einfluss der Häcksellänge auf den Gärverlauf konnte bereits in einem früheren Versuch festgestellt werden. Dabei wurde in dem von einem Selbstfahrdhäcksler geernteten Futter bereits nach 5 Tagen ein pH-Wert von unter 5,0 gemessen, während bei der Kurzschnittladewagenvariante dieser pH-Wert erst nach ca. 10 Tagen erreicht wurde. Im Gärsäuremuster zeigten sich nur leichte Vorteile für die Häckslervariante.

Zusammengefasst kann man zur Schnitt- bzw. Häcksellänge sagen, dass man mit sehr kurzen Häcksellängen im Detail zwar eine etwas höhere Sicherheit bei der Futterstabilität erreicht, dieser Sicherheitspolster aber nur bei sonst ungünstigen Erntebedingungen wichtig sein kann. 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.



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

### *Die Siloraumdichte*

Die Dichte des Futters im Silo ist Maß für die Qualität der Verdichtung und somit eine wichtige Voraussetzung für einen guten Gärverlauf. Im abgelaufenen Versuch wurde mit einem 9 Tonnen schweren Radlader verdichtet. Im Mittel standen somit über 2 t Radladergewicht für eine Tonne Futtertrockenmasse, die in einer Stunde angeliefert wurde zur Verfügung. Grundsätzlich sollte dieser Wert mindestens einer Tonne entsprechen. Damit sollte eine sehr gute Verdichtung möglich sein. Die Ergebnisse aus der Bestimmung der Siloraumkubatur mit der Bohrkernmethode aus den obersten 90 cm des gewalzten Silos lieferten allerdings nur Werte um 145 (108 bis 169) kg TM/m<sup>3</sup>. Eine eindeutige Klärung für die niederen Dichtewerte gibt es nicht. Der eher kurze Silo mit den hohen Erntemengen von rund 22 ha und die Bohrungen nur an der Oberfläche des gewalzten Silos mögen einen Teil der Erklärung liefern..

### *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 Arbeitszeitauswertungen aus einem früheren Versuch verwendet. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Ernteleistungen von 2,6 ha/h ist ein Ladewagenernteverfahren, bei den gegebenen Feld-Hofentfernungen in facto um rund 20 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 m<sup>3</sup> brutto zumal zusätzlich für den Anbauhäcksler mindestens 80, besser 120 kW 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-Hofentfernungen 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, allerdings bei gleicher Walztechnik.

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

	<b>Anbauhäcksler Champion 3000</b>	<b>Ladewagen Rotationsladeystem 45 m<sup>3</sup></b>
Traktor kW/PS	120/163	110/150
Kosten/h in Euro	37,9	34,8
Erntegeräte Häcksler/Ladewagen Euro/h	68,8	55,0
Arbeitskosten Euro/h	10	10
Häckselwagen 2x a 15 Euro /h	30	
Arbeitskosten 2x a 10 Euro /h	20	
Walztraktor 85/116 kW/PS	26,7	26,7
Gesamtkosten/h	193,4	126,5
Ernteleistung ha/h bei 2500 kg TS/ha und 1 km Feld-Hofentfernung	2,6	2,3
<b>Erntekosten Euro/ha</b>	<b>74,4</b>	<b>55,0</b>

## Schlussfolgerungen

Auf zwei Praxisbetrieben wurde die Grassilage mit einem Anbauhäcksler der Fa. Kemper mit einem Scheibenradhäcksler der Type Champion 2200 (Versuch 1) sowie Type 3000 (Versuch 2) geerntet. Mit zwei Transportfahrzeugen wurde die gehäckselte Silage jeweils zum Hof gefahren und auf Betrieb 1 mit einem 9 Tonnen Radlader verdichtet.

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 der selben Fläche geerntet wurde, verglichen und zeigte kaum Unterschiede. Das Futter der Häckslervariante erreichte einen um 0,7 Punkte niedrigeren pH-Wert, nämlich 4,5 zu 5,2. Im Energiegehalt konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Die Erntekosten pro Hektar ab Schwad inklusive Verdichtung sind um rund 20 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 ist.

Somit ein Ernteverfahren, dass nur in speziellen Fällen betriebswirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden kann, im Regelfall sollte man sich der bekannten Ernteverfahren bedienen.