

Einkreiselschwader im Vergleichstest

Diplomarbeit
von
Reinhard Huber

Landmaschinentechnik

Betreuer:

DI Alfred Pöllinger
HBLFA Raumberg-Gumpenstein,
Abteilung für Innenwirtschaft und Ökolometrie

DI Peter Schweiger
HBLFA Raumberg-Gumpenstein,
Landtechnik

Partner:

Der fortschrittliche Landwirt

Claas

Deutz-Fahr

Fella

Krone

Kuhn

Pöttinger

Sip

Stoll

Ziegler

Tonutti

Versuchsdurchführung:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein
A-8952 Irdning, Raumberg 38
office@raumberg-gumpenstein.at
<http://www.raumberg-gumpenstein.at>

Vorwort

Entwicklung und Fortschritt sind die Schlagwörter unserer Zeit. Dieser Trend macht auch vor den Maschinen der Land- und Forstwirtschaft nicht halt. Einerseits ist die sinkende Zahl der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft verantwortlich, andererseits aber auch der Anspruch des Konsumenten auf Produkte, die in hohem Maße qualitativ hochwertig und ressourcenschonend erzeugt werden.

Während meiner Vorbereitungszeit der Berufsmatura hatte ich die Möglichkeit, den Fachbereich in Form eines Projektes mit anschließender Diplomarbeit durchzuführen.

Die Abteilung Innenwirtschaft und Ökolometrie, geleitet von DI Alfred Pöllinger an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein ermöglichte mir die Teilnahme am Praxisversuch „Vergleich der Einkreiselschwader“.

Ziel des Versuches ist die Schwader anhand einheitlicher Parameter zu vergleichen und zu bewerten. Die Dauer des Versuches erstreckte sich über 2 Schnitte, während dieser Zeit wurden die einzelnen Geräte getestet und auch an ausgewählte Testfahrer verliehen, um eine größere Anzahl von Testergebnissen aus der Praxis zu erhalten.

Für die gute Zusammenarbeit und die großartige Unterstützung aller Beteiligten bedanke ich mich recht herzlich.

Dieser Dank ergeht in erster Linie an meine Betreuer Herrn DI Alfred Pöllinger, Innenwirtschaft und Ökolometrie und Herrn DI Peter Schweiger, Landtechnik. Weiters ergeht mein Dank an die Mitarbeiter der Abteilung Ökolometrie und Innenwirtschaft, wobei ich namentlich Frau Ingrid Zainer hervorheben möchte.

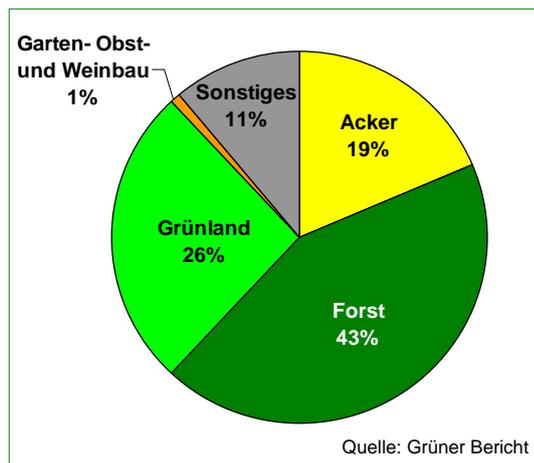
Danke auch an Ing. Willi Tritscher und Ing. Hannes Paar vom Fortschrittlichen Landwirt sowie den Firmen Claas, Deutz-Fahr, Fella, Krone, Kuhn, Pöttinger, Sip, Stoll, Tonutti, Ziegler. Auch Herrn Christian Ruhdorfer, Landmarkt KG sowie der Firma Steyr für die Beistellung der Leihtraktoren Steyr herzlichen Dank.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit	7
3	Grundlagen und Stand der Technik	7
3.1	Bewirtschaftungsformen	7
3.2	Techniken zur Ernte	8
3.3	Ernteverfahren	9
4	Material / Methoden	13
4.1	Versuchsdurchführung	13
4.2	Rechverluste	16
4.3	Aschebestimmung	16
4.4	Maschinen im Praxistest	17
	Claas Liner 350 SK	19
	Deutz-Fahr, SwatMaster 3921	21
	Fella 390 DN	23
	Krone Swadro 38	26
	Kuhn Giroschwader 3501 GM	28
	Pöttinger Top 380 N	31
	Sip Star 360/10	33
	Stoll R 370 DS	35
	Ziegler 395 TH	38
	Tonutti Raptor 124 GW	41
5	Ergebnisse	44
5.1	1. Schnitt	44
5.2	2. Schnitt	50
5.3	Technische Ausführung der Schwader	54
5.4	Wartung	58
5.5	Bewertung Tonutti	61
6	Auswertungen Fragebögen	62
6.1	Auswertung der Juryfragebögen	62
6.2	Auswertung der Praxisfragebögen	64
7	Schlussfolgerung	65
8	Ausblick	66
9	Zusammenfassung	66
10	Literatur	67
11	Anhang	68
11.1	Bewertungsbogen Praxis	68
11.2	Bewertungsbogen Jury	68
11.3	Ertragsbestimmung	69
11.4	Bilder-, Grafik- und Tabellenverzeichnis	70

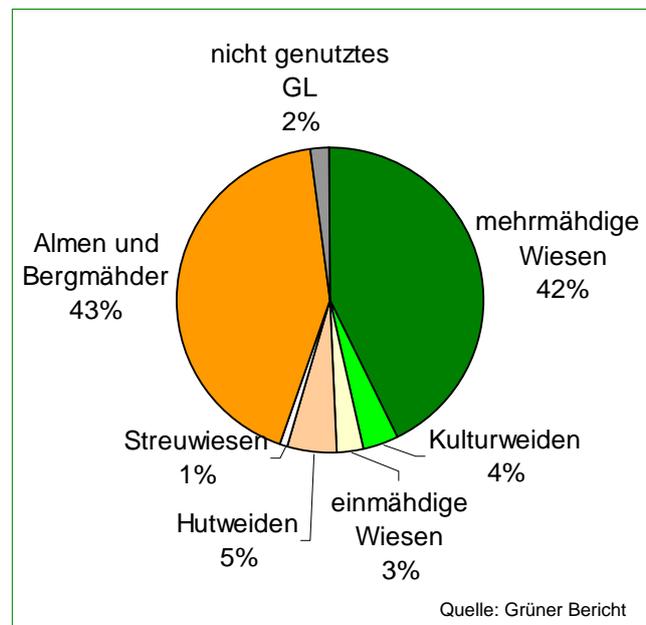
1 Einleitung

In Österreich beträgt die landwirtschaftlich genutzte Fläche rund 3,4 Mio. ha, das entspricht rund 40 % der gesamten Bundesfläche. Die Verteilung der Kulturarten (*Grafik 1*) kann in Prozentangaben folgend dargestellt werden: 43 % Forst, 26 % Grünland, 19 % Ackerland, 1 % sonstige Kulturarten (Wein-, Obst-, Hausgärten etc.) und 11 % Sonstiges.



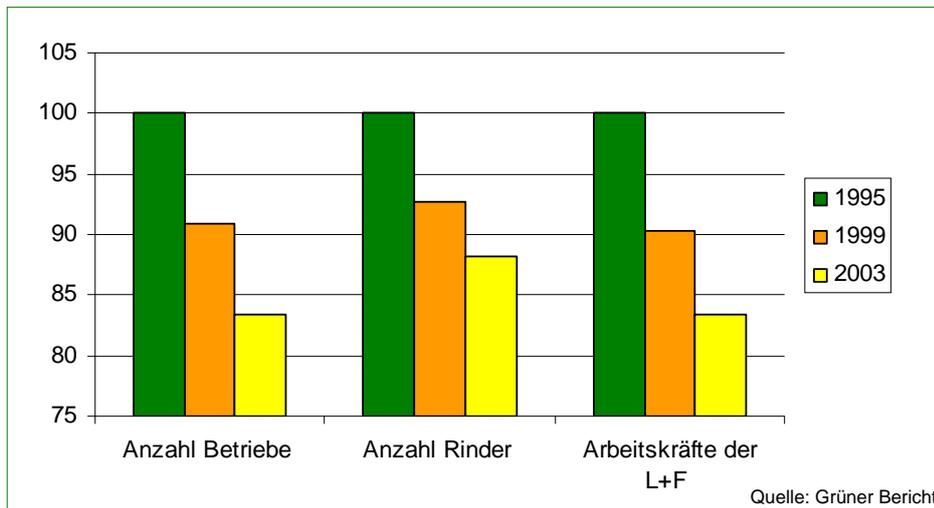
Grafik 1: Kulturartenverteilung in Österreich

Innerhalb des Grünlandes stellen im alpinen Bereich die Almen und Bergmähder mit 2/3 des Grünlandes die größte Kategorie, im außeralpinen Bereich die mehrmähdigen Wiesen da. In den Voralpen besteht die Grünlandnutzung zu 2/3 aus Wirtschaftsgrünland, im Alpenvorland und im Wald- und Mühlviertel wird fast ausschließlich die intensivste Nutzung des Grünlandes betrieben. Der Schwerpunkt liegt dabei auf mehrmähdigen Wiesen. Die Kulturweide ist vermehrt im Kärntner Becken und am Alpenstrand zu finden. In Gebieten mit einem geringen Anteil von Grünland an der LN – vor allem im Nordöstlichen Flach- und Hügelland – ist der Anteil des extensiven Grünlandes am gesamten Grünland mit bis zu 70% wesentlich höher, als in den Gebieten mit insgesamt großem Grünlandanteil (*Grafik 2*).



Grafik 2: Grünlandverteilung in Österreich

In Österreich gibt es rund 210.000 Betriebe, davon werden zwei Drittel im Nebenerwerb geführt und die Anzahl der Arbeitskräfte (inkl. Familienangehörige) liegt bei cirka 530.000, davon gilt ein Viertel als hauptberuflich Beschäftigte. Eine Problematik der Landwirtschaft ist die anhaltende Abwanderung, so sind gegenüber den frühen 50er Jahren heute nur noch ein Viertel der Anzahl der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft beschäftigt (*Grafik 3*).

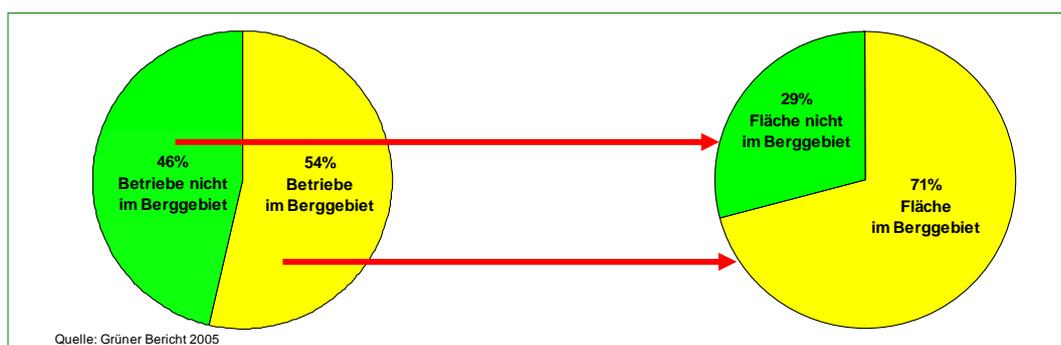


Grafik 3: Entwicklung der österreichischen Landwirtschaft 1995-2003

In unseren Betrieben finden wir überwiegend kleinbetriebliche Strukturen, d. h. rund 25 % aller Betriebe sind >5 ha und nur 9 % aller Betriebe haben ein Ausmaß von <50 ha. Der Anteil der kleinen Betriebe sinkt, der Anteil der größeren Betriebe steigt.

Die durchschnittliche Betriebsgröße in Österreich beträgt: 16,4 ha (ohne Wald) – dies liegt knapp unter dem EU-Durchschnittswert von 18,4 ha, bei einer Spannweite von 4,3 ha (Griechenland) bis 69,3 ha (Vereinigtes Königreich). Ein Großteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche entfällt auf Gebiete mit Bewirtschaftungsschwernissen, wie Berggebiete (*Grafik 4*), sonstige benachteiligte Gebiete oder kleine Gebiete.

In Österreich findet sich ein hoher Anteil des Bio-Landbaues im internationalen Vergleich: 9,2 % aller Betriebe, rund 12 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche.



Grafik 4: Aufteilung Berggebiet – nicht Berggebiet

Investitionen und Aufwand in die Landtechnik

Die Land- und Forstwirtschaft hat 1999 rund 748 Mio. EURO in Traktoren und Landmaschinen investiert. Dies entspricht 17 % der land- und forstwirtschaftlichen Endproduktion. Die Investitionen in Landmaschinen waren bis 1995 rückläufig. Nach dem EU-Beitritt stiegen sie in den Jahren 1996 und 1997 auf ein Rekordniveau an. Seither fallen sie wieder.

Rund 11 % des Betriebsvermögens in der Land- und Forstwirtschaft entfallen auf Maschinen und Geräte. Der Anteil der baulichen Anlagen macht rund 52 % aus. Traktoren, Zweiachsmäher und Transporter weisen im Mittel aller österreichischen Betriebe einen Anteil von rund 36 % an den aktiven Maschinen und Geräten auf. Die übrigen Maschinen und Geräte der Außenwirtschaft (inklusive Motormäher) machen rund 40 % aus und die Innenwirtschaft umfasst 24 %. Bei den einzelnen Betriebsformen gibt es natürlich Abweichungen.

Die Betriebe im Flach- und Hügelland weisen einen geringeren Arbeitskräftebesatz und Traktorbesatz pro 100 Hektar RLN auf als der durchschnittliche österreichische Betrieb.

Der Traktorenbesatz pro Betrieb ist im Flach- und Hügelland aber höher.

Der Aufwand für Maschinen und Geräte, Energie und bauliche Anlagen bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche ist im Flach- und Hügelland ebenfalls geringer als im Durchschnitt aller Betriebe. Laut Auswertungen der LBG stagniert die Anzahl der Traktoren pro Betrieb in den letzten Jahren. Der Arbeitskräftebesatz pro Betrieb ist rückläufig.

Der Anteil der jährlich neu zugelassenen Traktoren am Gesamtbestand schwankte in den letzten 10 Jahren zwischen 1,7 und 2,4 %.

Die Neuzulassungen (Statistik Österreich) bei Traktoren fielen vom Ende der achtziger Jahre bis 1995 ab. Danach kam es auf Grund des EU-Beitritts in den Jahren 1996 und 1997 zu einem deutlichen Anstieg. Seither fallen die Neuzulassungen wieder.

Folgende Trends bei der Mechanisierung in der Landwirtschaft sind zu beobachten:

- Auf Grund der zunehmenden Betriebsgrößen ist ein Trend zu leistungsfähigeren Maschinen zu beobachten. Dies kann an Hand der Entwicklung des Traktorenbestandes illustriert werden. Der Bestand an Traktoren unter 40 kW hat zwischen 1995 und 1999 um 10 % abgenommen, jener der Traktoren mit 80 kW und mehr hat aber um 46 % zugenommen. Diese Entwicklung bildet sich auch in der Zulassungsstatistik ab. Bei neuen Maschinen wird hochwertige Technik bevorzugt. Eine Möglichkeit um die Maschinenkosten zu verringern, ist der überbetriebliche Maschineneinsatz im Rahmen des Maschinenringes.

2 Aufgabenstellung und Ziel der Arbeit

Der Handel bietet zurzeit sehr viele Produkte von verschiedenen Herstellern an. Dadurch wird es für den Landwirt immer schwieriger, die richtige Maschine für seinen Betrieb zu finden. Für jeden Betrieb sind verschiedene Voraussetzungen gegeben, welche auch beim Kauf einer neuen Maschine berücksichtigt werden sollten. Um hier einen besseren Überblick für die Bauern zu schaffen, hat die HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit dem fortschrittlichen Landwirt einen Praxistest mit Einkreiselschwader organisiert. Die Vorgaben an die Firmen, welche uns Geräte für den Test zur Verfügung gestellt haben, waren: Eine Arbeitsbreite von ca. vier Metern, die an einem Traktor mit ca. 75 PS betrieben werden können.

Anhand mehrerer Untersuchungsparameter sollten die Einkreiselschwader auf Praxisflächen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verglichen werden.

Beurteilt wurde bei den Schwadern deren Bodenanpassung weiters eine Punktauswertung durch die Parameter Futterschmutzung (in Form einer Aschebestimmung) sowie Rechverluste, Schwadformen und -breiten, die tatsächliche Arbeitsbreite und die technische Ausführung der Maschinen und Geräte. Zusätzlich hat eine Jury, bestehend aus Praktikern, die Maschinen beim Einsatz beurteilt. Jede einzelne Maschine wurde mindestens von drei Testfahrern auf deren eigenen Betrieben getestet. Diese Praktiker bewerteten die Schwader nach einem Fragenkatalog, welchen sie noch ergänzen konnten (Liste siehe im Anhang). Überprüft wurde auch jeder einzelne Schwader auf Wartungsfreundlichkeit und Wartungsintervalle gemäß den Erzeugerangaben. Dieses Prüfprogramm sollte eine neutrale Beurteilung, der am Markt befindlichen Einkreiselschwader, durch die Landwirte ermöglichen.

3 Grundlagen und Stand der Technik

3.1 Bewirtschaftungsformen

3.1.1 Weidehaltung

Diese Form der Bewirtschaftung verursacht einen nur sehr geringen Maschineneinsatz bei maschinenbefahrbaren Flächen (Nachmähen der Weide, mulchen)

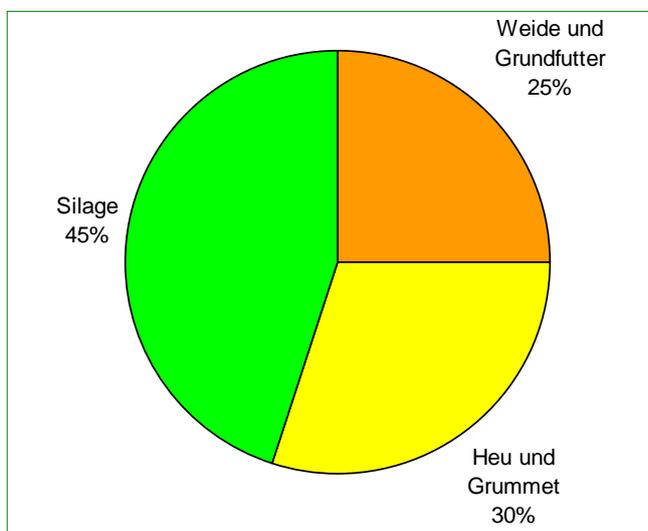
3.1.2 Grünfuttermorlage

Die Form der Grünfuttermorlage ist sehr arbeitsintensiv und setzt einen täglichen Maschineneinsatz voraus. Ideal ist eine Maschinenkombination von Frontmahwerk und Ladewagen.

3.1.3 Silieren

Die Silagebereitung ist eine Form der Grunmasseernte, die sehr häufig (Grafik 5) genutzt wird, da die Brockelverluste gering sind.

Die Gefahr der Futtermverschmutzung wird durch optimal eingestellte Maschinen und neuer Technik möglichst gering gehalten.



Grafik 5: Bewirtschaftungsformen des Grünlandes

3.2 Techniken zur Ernte

3.2.1 Kurzschnittdewagen

Der Kurzschnittdewagen wird bei der Silagebereitung in unterschiedlichen Volumengrößen eingesetzt, wobei die Tendenz zu immer größeren Maschinen steigt, welche auch überbetrieblich verwendet werden (Maschinenring, Lohnunternehmer,...).

3.2.2 Feldhäcksler

Der Feldhäcksler findet seinen Einsatz in gezogener Form oder als Selbstfahrmaschine in Silageketten. Diese Maschine wird auf Grund ihrer Leistungsfähigkeit vorwiegend für den überbetrieblichen Einsatz verwendet (Maschinenring, Lohnunternehmer,...).

3.2.3 Ballensilage

Die Ballensilage ist aus ökonomischer Sicht für kleine und nicht arrondierte Flächen vorteilhaft, der Einsatz eine Kombipresse (Wickler und Presse in Kombination) bewirkt eine zusätzliche Kostenreduktion. Steilere Flächen können mit Kombipressen nicht befahren werden, und aufgrund der Erfordernis einer höheren Motorleistung (120 PS) sind noch viele Einzelmaschinen (Wickler und Presse getrennt) im Einsatz.

Ballenpressen werden in den verschiedenen Ausführungen (Festkammerpresse, variable Pressen,.....) einzel- und überbetrieblich verwendet.

3.2.4 Dürrfutter

Die Heuerzeugung kommt aus ökonomischer Sicht weniger zum Einsatz, da es zu höheren Bröckelverlusten und Maschinenkosten führt. Heu wird nur in geringen Mengen zum Verfüttern um die Struktur der Silage aufzubessern, erzeugt. Aus arbeitstechnischen Gründen (Maschineneinsatz ist nicht mehr möglich - >50 % Hangneigung) wird die Heubereitung in Steilflächen der Silagebereitung vorgezogen.

Zur Herstellung von Hartkäse ist eine silagefreie Fütterung notwendig, eine ausschließliche Heuerzeugung bzw. Heuverfütterung an die Milchkühe ist somit Voraussetzung.

3.3 Ernteverfahren

- Trocknung am Feld, mehrere Zettvorgänge sind notwendig
- Einfuhr mit Ladewagen
- Ballenpresse – benötigt einen höheren TM-Gehalt (>80 % TM)
- Nachtrocknung mit technischen Geräten (Warm- oder Kaltbelüftung in Heuschachteln, Ballenbelüftung)



3.3.1 Mähen

Das Mähen des Futters erfolgt mit Maschinen von geringer Flächenleistung (Motormäher) bis hin zu den leistungsstarken Selbstfahrmaschinen (Claas; Krone)



Technische Ausführungen:

Trommel- und Scheibenmähwerke mit oder ohne Aufbereiter (Aufbereiter spart einen Arbeitsgang von Zetten).

Mähbalken mit Messer werden nur mehr vereinzelt eingesetzt (alte Technik, bzw. bei Bergmaschinen – geringes Gewicht).

3.3.2 Zetten

Wie bei der gesamten Erntetechnik, kommen auch hier immer größere und leistungsfähigere Maschinen zum Einsatz. Um eine hohe Qualität des Futters zu erzielen, bedarf es einer optimalen Boden Anpassung (Futtermverschmutzung) und einer Drehzahl angepasster Arbeitsweise (Bröckelverluste).



3.3.3 Schwaden

Richtiges Schwaden des Futters wirkt sich positiv auf die Qualität des Erntegutes aus. Bei der Silage kommt es durch schlecht eingestellter Maschine zu übermäßiger Futtermverschmutzung, welche Fehlgärungen in der Silage verursachen. Durch das höhere Gewicht der Silage muss die Maschine tiefer eingestellt werden als bei Heu. Die Heubereitung ist weniger von der

Futtermverschmutzung als von Bröckelverlusten betroffen. In beiden Fällen muss ein Kompromiss zwischen Rechnerverluste und Futtermverschmutzung eingegangen werden.

Technische Bauweise der Heugeräte

Bandrechen:

findet durch sein geringes Gewicht und kurze Bauart in den Steilflächen sein Einsatzgebiet (Spezialmaschinen: Mähtrac, Heuraupe,...). Auf Grund der geringen Flächenleistung und schlechten Arbeitsqualität ist er auf ebenen und großen Flächen nicht mehr vertreten.



Einkreiselschwader:

ist die am häufigsten eingesetzte Maschine. Ihre Arbeitsbreite und Ausstattung hat sich in letzter Zeit sehr verbessert. Die neuen Einkreiselschwader werden großteils mit Tastrad und Tandemfahrwerk ausgestattet, verschiedene Formen von Zinkenträgern die einer besseren Aushebung der Zinken oder überfahren des Schwades erlauben. Die Zinkenform haben einen großen Einfluss auf



die Recharbeit, deshalb werden sie ständig angepasst von der Biegung bis zum Twinzinken von der Firma Ziegler. Eine Arbeitsbreite ist bis ca. 4,70 m möglich. Bei dieser Größenordnung spielt das Transportgewicht eine Rolle, das mit der Hydraulik ausgehoben werden muss. Laut Gesetz müssen mindestens 20% des Leergewichtes des leeren Traktors auf der Vorderachse bei angebautem Heckgerät sein.

Tandemschwader:

Um größere Flächenleistung zu erreichen hat man zwei Einzelschwader nebeneinander oder hintereinander zusammengebaut. Diese Maschinen besitzen eine Achse und werden wie ein Anhänger an den Traktor angebaut, somit kann an kleine Traktoren (geringerer Hubleistung) diese Maschine angebaut werden.



Vierkreiselschwader:

Werden gebaut für größte Flächenleistung und werden hauptsächlich von Lohnunternehmer eingesetzt.



Radialschwader:

Werden heute mit neuer Technik gebaut, die Sternräder werden einzeln aufgehängt um eine bessere Boden Anpassung zu erreichen.



Schwadumdreher:

Der Schwadumdreher nimmt die Schwad vom Boden auf und legt sie luftig je nach Bauweise hinter oder neben sich luftig ab. Der Vorteil ist das Futter wird neben auf dem trockenen Boden abgelegt. In der Steiermark ist diese Technik wenig gebräuchlich und es sind uns keine Daten von Praktikern bekannt.



4 Material / Methoden

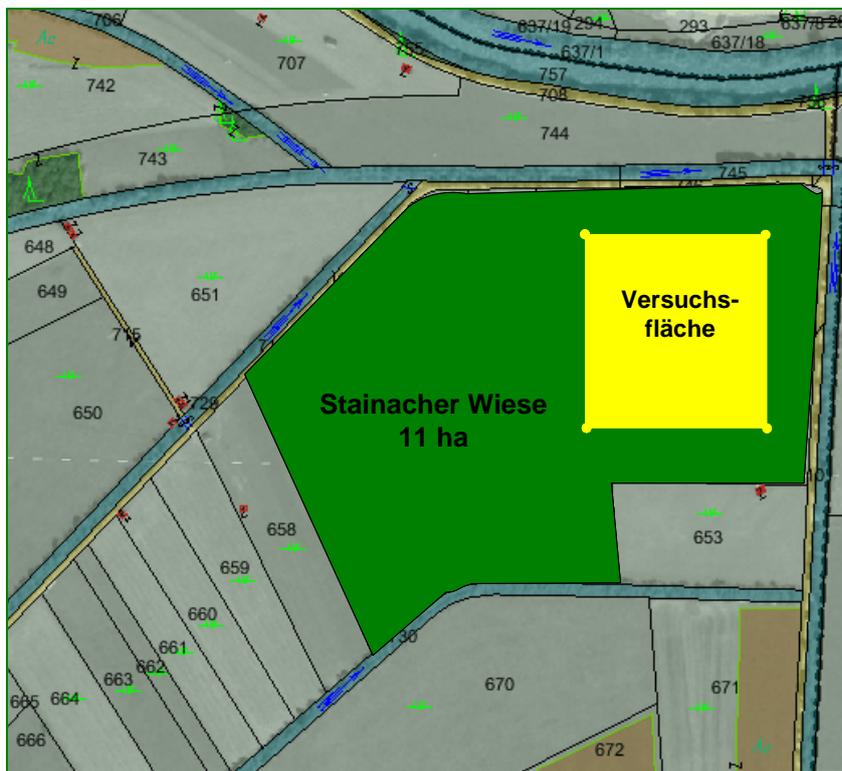
4.1 Versuchsdurchführung

4.1.1 Flächen

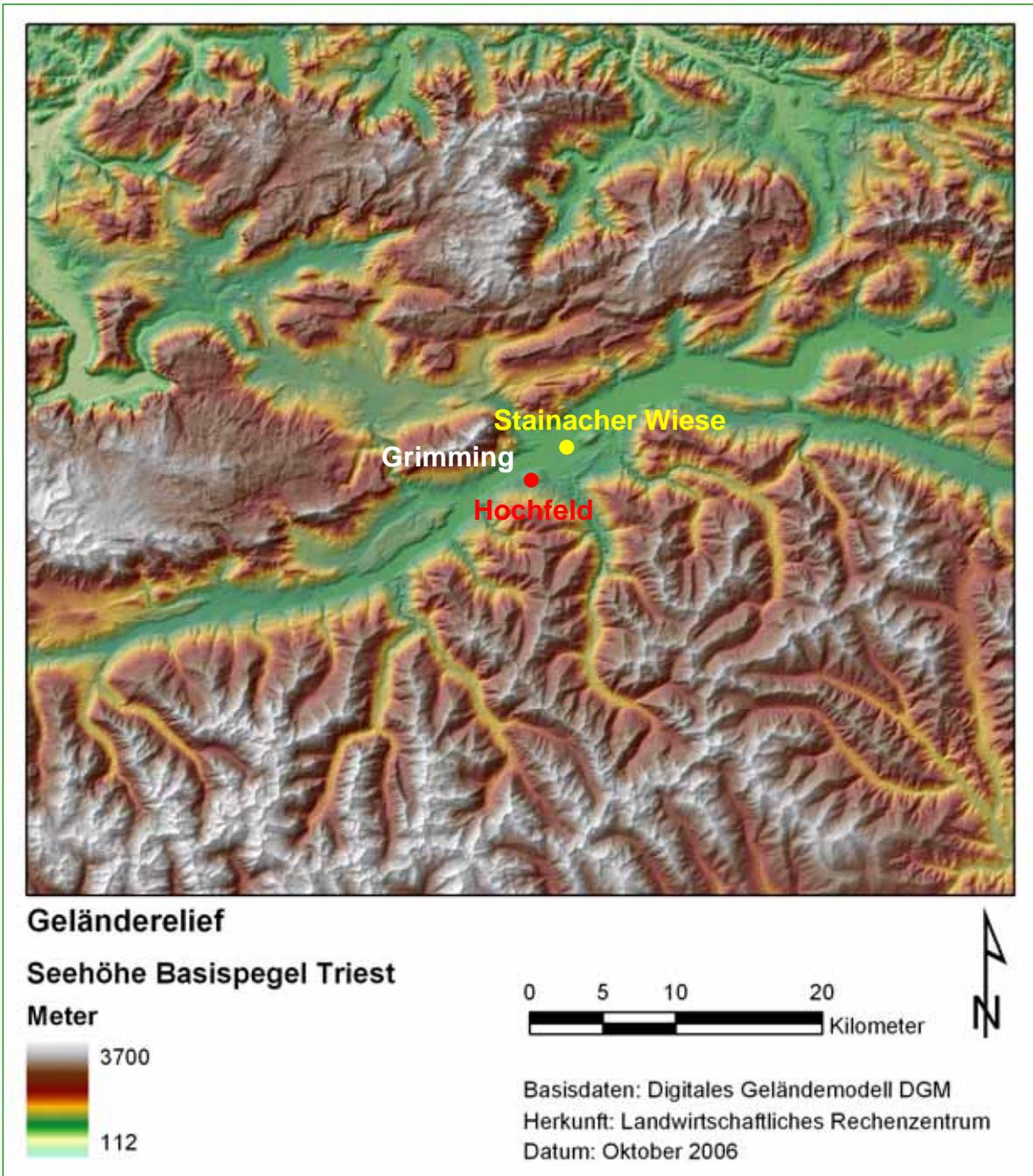
Die Versuchflächen wurden von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (*Grafik 6*) und Huber Harald (vulgo Gosch) in Irdning zur Verfügung gestellt. Die „Stainacherwiese“ (HBLFA) im Talboden des Ennstales erwies sich für unseren Versuch als ideal, denn auf Grund der Bodenunebenheiten wurde hier von den Maschinen beste Bodeanpassung gefordert. Verglichen wurden von den einzelnen Maschinenherstellern ein Einzelschwad und ein Doppelschwad.



Die Versuchfläche wurde ausgemessen, jedem Schwader stand eine Fläche von 12 m Breite und eine Länge von ca. 160 m zur Verfügung.



Grafik 6: Versuchsfläche Stainacher Wiese



Grafik 7: Geländere relief des Ennstales; Quelle: landwirt. Rechenzentrum; Bearb.: Th. Guggenberger

Die zweite Fläche das „Hochfeld“ von Harald Huber ist eine Hanglage mit einer Steilheit von 35 % in der die Maschinen auf die Bergtauglichkeit getestet wurden. Durch die kleinere Fläche konnte pro Maschine nur ein Doppelschwad bewertet werden.



4.1.1 Ertragsbestimmungen

Die Stainacher Wiese wurde auf Ertrag untersucht, wobei acht Quadratmetergewichte entnommen und gewogen wurden und der Ertrag pro Hektar errechnet (*Tabelle 17 und 18* siehe Anhang).

4.1.2 Startreihe der Schwader

Die zu bearbeiten Flächen wurden zwischen den einzelnen Herstellern ausgelost, wobei der Sternschwader die letzte Parzelle zugeteilt bekam, da er nicht am Vergleichstest der Einkreiselschwader teilnahm.

Startreihe 1. Schnitt:

Hersteller	Kuhn	Sip	Krone	Deutz-Fahr	Pöttinger	Stoll	Claas	Ziegler	Fella	Tonutti
Typ	Giroschwader 3501 GM	Star 360	Schwadro 38	SwatMaster 3921	380 Top	R 370 DS	Liner 350S/K	395 DH	TS 400 TN	Raptor V12 4GW
Parzellen Nr. v. Straße	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Startreihe 2. Schnitt:

Hersteller	Fella	Ziegler	Claas	Stoll	Pöttinger	Deutz-Fahr	Krone	Sip	Kuhn	Tonutti
Typ	TS 400 TN	395 DH	Liner 350S/K	R 370 DS	380 Top	SwatMaster 3921	Schwadro 38	Star 360	Giroschwader 3501 GM	Raptor V12 4GW
Parzellen Nr. v. Straße	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Die „Stainacherwiese“ wurde mit einem Steyrer 4115 mit angebautem Frontmäherwerk des Typs Alpha Motion der Firma Pöttinger mit einer Arbeitsbreite von drei Meter gemäht. Dieses Mäherwerk wurde in einer Diplomarbeit von Schülern der HBLFA Raumberg-Gumpenstein des Maturajahrganges getestet.



Verschiedene Parameter wurden untersucht: z.B. Schnitthöhe, Futtermverschmutzung.

Das „Hochfeld“ wurde mit einem Traktor der Marke New Holland 90 TS und einem angebauten Frontmäherwerk der Firma Krone (Arbeitsbreite 3,10 m) gemäht. Es wurden keine Ertragsmessungen und Höhenmessungen durchgeführt, denn diese Fläche diente lediglich zur Feststellung der Hangtauglichkeit der Maschinen (Ausheben des Schwaders, Abschwenken des Schwaders, Spurhaltung des Schwaders).

Gezettet wurde auf der „Stainacherwiese“ mit einem Kreisler der Firma Lelly (Arbeitsbreite 9 m). Der erste Schnitt wurde siliert und der zweite als Heu geerntet. Die Häufigkeit des Zettens war abhängig von der Witterung, siehe *Tabelle 1*.

Das Hochfeld wurde mit einem Kreisler (Arbeitsbreite 5,40 m) der Firma Kuhn bearbeitet, wobei beide Schnitte als Heu geerntet wurden, die Zetthäufigkeit wurde der Witterung angepasst, siehe *Tabelle 1*.

Tabelle 1: Zetten der Flächen

	1. Schnitt	2. Schnitt
Stainacherwiese	1	4*
Hochfeld	3	4

* wurde auf Grund der Witterung zwischendurch geschwadet

4.2 Rechverluste

Die Rechverluste wurden durch acht Quadratmetergewichte pro Geschwindigkeit und Maschine ermittelt.

Die Quadratmeterfelder wurden willkürlich auf der geschwadeten Fläche aufgelegt und mit einem Laubbesen die restliche Futtermenge zur Feststellung der Rechverluste geerntet.



4.3 Aschebestimmung

Die Proben zur Aschebestimmung wurden von den zusammengerechten Schwaden gestochen und an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein auf die anorganischen Rückstände mittels Verbrennen bestimmt. Ist das Aschegewicht über 100g/kg Trockenmasse (TM) ist eine starke Futtermittelverschmutzung gegeben und es kann zu Fehlgärungen bei der Silagebereitung kommen.

4.4 Maschinen im Praxistest

Die zum Vergleich zur Verfügung gestellten Schwader sind als Einkreiselschwader ausgeführt. Der am Versuchsgelände eingesetzte Radialschwader wurde ebenfalls auf Futterschmutzung, Rechverluste und Flächenleistung getestet. Der Radialschwader ist auf Grund seiner Bauweise nicht mit den Einkreiselschwader vergleichbar.

Technische Daten und Gewichte sind in *Tabelle 2* zusammengefasst. Einstellungen eines Schwaders können hinsichtlich Arbeitshöhe, seitlicher Neigung und Kurvenscheibeneinstellung (Zinke hebt früher oder später aus) vorgenommen werden.



Tabelle 2: Technische Daten

Maschinen (Auflistung in alphabetischer Reihenfolge)	Claas <i>Liner 350</i> SK	Deutz-Fahr <i>SwatMaster 3921</i>	Fella <i>TS 400 TN</i>	Krone <i>Swadro 38</i>	Kuhn <i>Giroschwader</i> 3501 GM	Pöttinger <i>Top 380 N</i>	Sip <i>Star 360/10</i>	Stoll <i>R 370 DS</i>	Ziegler <i>395 TH</i>
Arbeitsbreite in mm	3900	3900	3850	3800	3500	3800	3600	3600	3900
Kreiseldurchmesser in mm	2900	3020	2880	2940	2900	2880	3000	2960	3090
Transportbreite in mm	2980	1750	1680	1900	1750	1670	1650	1600	1400
Gewicht in kg	510	511	480	565	530	515	525	520	735
Tandemfahrwerk	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Tastrad	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Warntafel in Stück	2	nein	2	1	2	2	1	2	1
Beleuchtung	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein

Die Firmen hatten die Möglichkeit ihre Schwader durch ihr Fachpersonal optimal einzustellen. Die Höheneinstellung, die Seitenneigung und die Kurvenscheibenverstellung der Schwader konnte neben der Versuchsfläche getestet werden. Das Schwadtuch wurde auf ein Maß eingestellt welches vorgegeben war, wobei es aus technischen Gründen zu Abweichungen kam (die Maße wurden nachgemessen und sind im Ergebnis angeführt).

Die einzelnen Hersteller stellten folgende Modelle zum Testen zur Verfügung:

Claas Liner 350 SK

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit einem Tastrad und Tandemfahrwerk. Beleuchtung mit zwei Warntafeln war bei der getesteten Maschine montiert. Der Anbau an den Traktor erfolgt über die Unterlenker und einer Kette, die den Oberlenker ersetzt. Diese Kette wird im Zusammenhang mit dem Tastrad (Höhenführung) verwendet.



Verschiedene Einsteckmöglichkeiten für den Bolzen der Kette ergeben den optimalen Arbeitsbereich des Schwaders. Der Bodenabstand der Zinken wird über eine Kurbel und Gewindestange durch Heben und Senken des Fahrwerkes eingestellt. Bei unserem Praxistest hat sich das Futter um das Tastrad gewickelt und musste von Hand entfernt werden.

Die spezielle Spurführung der Tandemachse ermöglicht einen geringen Abstand der vorderen Räder zu den rechenenden Zinken, wodurch eine gute Bodenführung der Zinken gegeben ist. Der große Abstand zwischen der Vorderachse und der hinteren, sowie die Versetzung der Spur ermöglicht eine guten Bodenwellenausgleich (*Bild 1*).



Bild 1: Räderstellung

Zur Transportstellung werden die seitlichen Zinken abgenommen und die eingesteckten Zinkenträger sichern den Kreisel gegen Verdrehen. Die Kurvenscheibe ist in einem verschlossenen Gehäuse und wird mit Getriebeöl geschmiert, welches nach 50 und danach alle 500 Std. gewechselt werden sollte. Die Zinkenträger sind zweiteilig wobei das innere Rohr auf die Bolzen des Getriebes aufgesteckt und mit einer Spannhülse gesichert sind.

Dieser Teil sollte sich auch bei einer Kollision verbiegen, um einen Schaden am Schwadgetriebe zu verhindern (*Bild 2*).

**Bild 2: Zinkenträger**

Das Schwadtuch hat eine Höhen- und Längsverstellung und wird federunterstützt hochgehoben. Nur in der Arbeitsstellung lässt es sich nicht fixieren, wobei es bei schneller Fahrt zu Schwingungen kommen kann (*Bild 3*).

**Bild 3: Schwadtuch**

Die Sicherung des Schwadtuches und des Schutzbügels sind bei der im Test benützten Maschine auf Grund seiner Bauweise schwergängig (*Bild 4*).



Bild 4: Schwadtuch – Schutzbügelsicherung

Deutz-Fahr, SwatMaster 3921

Kurzbeschreibung:

Der SwatMaster ist ein Einkreiselschwader mit einem Tastrad und Tandemfahrwerk. Angebaut wird der Schwader über die Unterlenker der Hydraulik und den Oberlenker, welcher eine Langlochbohrung hat, um eine Führung mit dem Tastrad zuzulassen. Die Höhenverstellung konnte nur bei ausgehobener Maschine,



(schwergängig bei abgesenktem Schwader), über eine Kurbel und einer Gewindestange auf das Fahrwerk, welches gehoben und gesenkt wird, eingestellt werden. Das vorne mittig angebrachte Tastrad kann über eine Verzahnung auf optimale Arbeitshöhe eingestellt werden, das sich in der Praxis als ein Nachteil auswirkte, den es musste immer mit einem Schraubenschlüssel gearbeitet werden (aufwendig). Die seitliche Neigung des Schwaders kann über eine Langlochbohrung am Fahrwerk verstellt werden. Das Tandemfahrwerk mit den versetzten Rädern gleicht Bodenunebenheiten besser aus. Die Kurvenscheibe ist in ein geschlossenes Gehäuse eingebettet und wird mit Getriebeöl geschmiert, bei dem keine Austauschzeit angegeben ist. Die Zinkenträger haben eine Schwachstelle die „Sollverbiegestellen“ vorgeben, um größere Schäden am Schwader zu verhindern (*Bild 5*).



Bild 5: Zinkenträger

Die Zinkenarme werden aufgesteckt und mit einem Federstecker gesichert. Durch ölen bleiben diese Steckverbindungen leichtgängig. Für die Transportstellung müssen die äußeren Zinkenträger abgenommen und in die Transporthalterungen eingesteckt werden. Die Verdrehsicherung des Kreisel ist stabil ausgeführt und mit einem Federstecker in jeweiliger Position zu fixieren (*Bild 6*).



Bild 6: Kreiselverdrehsicherung

Der Umbau des Schwadtuches von Arbeitsstellung in Transportstellung benötigt einen höheren Kraftaufwand, da sich die trapezförmige Halterung des Schwadtuches in den Trägerrahmen verklemmt (*Bild 7*).



Bild 7: Schwadtuch hochklappen

In die richtige Einstellung kann das Schwadtuch über die Langlochbohrung der Halterung gebracht werden. Eine Ersatzteilliste ist bei unserer Testmaschine leider nicht mitgeliefert worden.

Fella 390 DN

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit einem Tastrad und Tandemfahrwerk. Bei dieser Maschine waren Beleuchtung und Warntafeln montiert. Die Maschine wird vorne über den Oberlenker geführt, welcher eine Ausgleichlasche zur Verfügung hat, um mit dem Tastrad die Bodenunebenheiten auszugleichen (*Bild 8*).





Bild 8: Parallellasche - Oberlenkerführung

Die Höhenverstellung erfolgt über eine Kurbel und Gewindestange, welche das Fahrwerk hebt oder senkt. Das vorne mittig geführte Tastrad wird durch Umstecken des Splintes in die richtige Arbeitshöhe gebracht. Eine seitliche Neigungsverstellung des Schwaders ist nicht möglich. Das Tandemfahrwerk mit der versetzten Spur bewirkt eine bessere Ausgleichung der Bodenunebenheiten. Die Kurvenscheibe kann durch Umstecken in drei Positionen fixiert werden (*Bild 9*):

A-mittlere Futterlänge

B-langes Futter

C-kurzes Futter



Bild 9: Kurvenscheibenverstellung

Der Ausbau eines Zinkenarmes erfolgt durch entfernen der Schrauben des auszubauenden Armes. Die mit Noppen versehenen Bleche müssen auseinandergedrückt werden, um die Lagerhalter entfernen zu können (kann nur durch lockern aller Schrauben geschehen) (*Bild 10*).



Bild 10: Ausbau Kurvenhebel mit Zinkenträgerlagerung

Die Lagerung der Zinkenarme erfolgt über Bronzebuchsen in einem Aludruckguss (*Bild 11*).



Bild 11: Zinkenträgerlagerung

Der Zugpunkt der Maschine ist am unteren Rahmen angebracht, das ein Aufschieben der Maschine im steilen Gelände verhindert. Seitlich sind Dämpfungsstreben angebracht, die eine stabile Führung der Maschine am Hang bewirken. Für die Transportstellung wird das Schwadtuch und Schutz Tuch hochgeklappt, welche durch Bolzen gesichert sind. Die Zinkenträger werden bei dem Kreiseln abgenommen, wo sie mit einem Federsplint gesichert sind. In der Transportstellung verhindern sie auch ein Verdrehen des Kreisels, wodurch nicht alle Zinkenträger abgenommen werden müssen. (*Bild 12*).



Bild 12: Transportstellung - Verdrehsicherung

Die Besonderheit bei dieser Maschine ist die Schwadablage, die als einzige der getesteten Maschinen auf der rechten Seite erfolgte. Laut Angaben des Herstellers nimmt der Traktorfahrer den Schwad rechts hinten optisch besser wahr (*Bild 13*).



Bild 13: Schwadablage

Krone Swadro 38

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit Tastrad und Tandemachse. Beleuchtung und nur eine Warntafel waren bei dem getesteten Schwader montiert. Der Anbau des Gerätes an den Traktor erfolgt über die Unterlenker und dem Oberlenker. Der Oberlenker verfügt über eine Langlochbohrung zum Ausgleichen der



Bewegungen des Schwaders bei Bodenunebenheiten. Die seitliche Neigung der Maschine kann an der Tandemachse eingestellt werden. Die Höheneinstellung erfolgt über eine Kurbel und Gewindestange. Das Tastrad führt die Maschine vorne über Bodenunebenheiten und kann durch umstecken des Bolzens in der Höhe verändert werden. Dämpfungsstreben die seitlich angebracht sind verhindern ein zu schnelles ausschwenken der Maschine. Das Getriebe mit Kegelrad und Tellerrad sind mit einem Getriebschleim ein Leben lang geschmiert, es bedarf keiner Wartung mehr. Die Kurvenscheibe ist spezial gehärtet (ponitisches Härungsverfahren) und hat eine 4-jährige Herstellergarantie. Sie ist nicht verstellbar, die einzelnen Zinkenträger können einfach durch Entfernen der Schrauben ausgebaut werden (*Bild 14*).



Bild 14: Zinkenträgerausbau

Die Lagerung der Zinkenarme ist in einem Aludruckgussgehäuse mit dauergeschmierten Kugellager gelagert (*Bild 15*).



Bild 15: Zinkenträgerlagerung

Der äußere Zinkenarm ist auf der Steuerwelle mit Spannhülsen befestigt. Bei dieser Bauart kann ein einzelner Zinkenträger mit Steuerwelle oder auch ohne entfernt werden, sollte er beschädigt sein. Somit kann man weiterarbeiten, und eine spätere Reparatur ist möglich.

Durch Klemmung des Formrohres ist das Schwadtuch leicht veränderbar. Der Umbau zur Transportstellung erfolgt durch federnunterstütztes Hochklappen des Schwadtuches und des Schutzrahmens. Mit dem hochklappen des Schwadformers senkt sich eine Verdrehsicherung nach unten und fixiert den Kreisel. Bei dem getesteten Schwader ist der Zinkenträger welcher fixiert gehört, mit einem Isolierband markiert. Diese Markierung erwies sich nicht als Praxistauglich, den es löste sich das Band nach einigen Gebrauch. Die seitlichen Zinkenarme werden nicht abgenommen sondern nur zusammengeklappt. Dies kann nur in der vorgegebenen Stellung erfolgen. (Bild 16).



Bild 16: Transportstellung

Kuhn Giroschwader 3501 GM

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit Tastrad und Tandemfahrwerk, welche optional sind. Die getestete Maschine hatte zusätzlich Beleuchtung und Warntafeln montiert (Sonderausstattung). Der Anbau an den Traktor erfolgt über die Unterlenker und einem Oberlenker der mit der Maschine mitgeliefert wird. Eine Langlochbohrung



sorgt für den nötigen Arbeitsweg den der Schwader in Verbindung mit dem Tastrad benötigt. Ein Umstecken des Bolzens beim Oberlenker in Transportstellung verhindert ein Wippen der Maschine bei Straßenfahrt (Bild 17).



Bild 17: Kuhn Oberlenker

Dämpfstreben halten die Maschine bei Hangfahrten, oder in ausgehobenen Zustand stabil. Eine Versetzung der Räder ergibt eine bessere Reaktion auf Bodenunebenheiten und gleicht diese durch, nicht jedes Rad fährt in das gleiche Loch aus.

Die Höhen- und Seitenverstellung der Maschine erfolgt durch verdrehen des Excenters am Tandemaggregat, welche durch Einrasten des Bolzens in mehrere Positionen möglich ist (*Bild 18*). Die vordere Arbeitshöhe wird vom mittig angebauten Tastrad eingestellt, das in der Höhe durch umstecken des Vorsteckers verändert werden kann.



Bild 18: Höhenverstellung des Schwaders

Der Ausbau des Zinkenarmträgers kann einzeln erfolgen wobei aber beim nachfolgenden Arm die Schrauben ebenfalls entfernt werden müssen. Es erfordert einiges an Geschicklichkeit um den Arm aus- und einzubauen (*Bild 19*)



Bild 19: Zinkenträgerausbau

Die Lagerung der Steuerwelle ist durch Kunststoffbüchsen in einem Gussgehäuse gegeben, und durch einen Schmiernippel mit Fett versorgt (*Bild 20*).



Bild 20: Zinkenarmlagerung

Die Zinkenträger sind zweiteilig ausgeführt und das erste Rohr ist durch Spannhülsen mit der Steuerwelle verbunden. Sollte ein Zinkenträger verbogen werden, kann dieser eine ausgebaut werden und die Arbeit fortgesetzt werden. Eine Reparatur kann später erfolgen.

Die Kurvenbahn ist von geringem Durchmesser und steiler Ausführung. Somit erfolgt mit den gekröpften Zinkenarmen eine schnelle Aushebung der Zinken (*Bild 21*).



Bild 21: Gekröpfter Zinkenträger

Die Schwadtuchverstellung erfolgt durch ein Parallelgestänge. Bei größerer Schwadbreite wird das Schwadtuch automatisch nach hinten ausgeschwenkt (*Bild 22*).



Bild 22: Schwadtuchverstellung

Die Zinkenträger müssen für die Transportstellung abgenommen und in die vorgesehen Halderungen fixiert werden. Durch Unterstützung einer Gasfeder wird das Schwadtuch und Sicherheitsbügel hoch geschwenkt, wobei hier ein Bolzen über ein Gestänge in ein Blech bei dem Kreisel einrastet und diesen gegen verdrehen sichert. Bei unserer getesteten Maschine wurde das Blech mehrmals verbogen, durch nicht Übereinstimmung von Bolzen und Loch.

Pöttinger Top 380 N

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader zusätzlich mit Tastrad, Tandemfahrwerk und Beleuchtungsanlage mit Warntafeln. Der Anbau erfolgt über die Unterlenker und einem Kettenoberlenker (Tastrad) an dem Traktor. Die Höheneinstellung der Maschine wird mittels Kurbel und Gewindestange durch Heben oder Senken des Fahrwerkes eingestellt.



Vorne wird die Maschine durch das Tastrad geführt, die Arbeitshöhe wird durch Umstecken eines Bolzens verändert. Die seitliche Neigung des Schwaders kann bei der Tandemachse eingestellt werden. Da jedes Rad eine eigene Spur fährt hat den Vorteil Bodenunebenheiten besser auszugleichen. Beim Ausheben der Maschine wird durch die obere Lagerung das Gerät in der herzförmigen Halterung nach hinten in eine Einrastung gezogen, womit eine

Geradestellung der Maschine erreicht wird. Seitlich angebrachte Dämpfungsstreben geben der Maschine die nötige Seitenstabilität in Hanglagen. Die Fixierung für den Straßentransport ist durch Umstecken eines Bolzens gegeben (*Bild 23*).



Bild 23: Obere Lagerung des Schwaders

Die Zinkenträger müssen für den Straßentransport von der Welle mit Zitronenprofil abgenommen und auf den vorgesehenen Steckplätzen mit Federsplint gesichert werden. Durch das Hochheben des Sicherheitsbügels wird der Kreisel mit einer Halterung gegen Verdrehen gesichert. Das Schwadtuch wird nur durch seitliches Einschieben in die Transportstellung gebracht (*Bild 24*). Bei einseitigen einschieben in die zweifache Halterung für das Schwadtuch, kam es zu Verspannungen, welche eine schwergängige Verstellung des Schwadtuches zu Folge hatte.



Bild 24: Transportstellung

Sip Star 360/10

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit einem Tandemfahrwerk, optional Tastrad und Beleuchtungsanlage mit einer Warntafel. Der Anbau erfolgt über die Unterlenker und einem Kettenoberlenker in Verbindung mit Tastrad. Die Höheneinstellung der Maschine wird mittels Kurbel und Gewindestange durch Heben und Senken des Fahrwerkes eingestellt.



Die Arbeitshöhe der Maschine wird vorne durch umstecken vom Vorstecker bei dem Tastrad verändert. Beim Ausheben des Schwaders wird die Maschine durch die untere Lagerung, welche nach vorne gedrückt wird, in Mittelstellung gebracht (*Bild 25*). Seitliche Dämpfstreben geben eine zusätzliche Seitenstabilität.



Bild 25: Untere Lagerung

Die Kurvenscheibe ist der Arbeit anzupassen, indem man die Klemmschrauben löst und mittels Hebel die Scheibe verdreht (*Bild 26*). Entfernt man die Schrauben von den Zinkenträgern, sind sie bei einer Reparatur einzeln auszubauen. Die Abdichtung zwischen den Trägern erfolgt durch eine Gummilasche (*Bild 26*).



Kurvenscheiben-Verstellungshebel

Bild 26: Kurvenscheibenverstellungshebel und Zinkenträgerausbau

Die Lagerung der Steuerwelle erfolgt in einem Alugussgehäuse mit einer Bronze- und Kunststoffbüchse, die einmal jährlich geschmiert wird (*Bild 27*).



Bild 27: Zinkenträgerlagerung

Das Tandemfahrwerk ist nach einer von Sip patentierten Form gebaut. Durch diese Radstellung ergibt sich eine optimale Boden Anpassung auch über Hügel und Mulden. Die Räder sind weit nach vorne gebaut, wobei sich ein geringer Abstand zwischen Zinken und dem ersten Räderpaar ergibt. Der gesamte Achskörper ist vor dem Mittelpunkt des Schwaders montiert, der Höhenausgleich zwischen Vorder- und Hinterräder ist mittels Wippe gegeben (*Bild 28*).



Bild 28: Radstellung

Durch Abnehmen der Zinkenträger, Verbringung in die Transporthalterungen, hochklappen des Sicherheitsbügel, des Schwadtuches welches federnunterstützt ist, wird die Transportstellung erreicht. Ein Bügel der beim Hochschwenken des Schwadtuches nach unten schwenkt sichert den Kreisel gegen verdrehen. Dadurch müssen nicht alle Zinkenträger abgenommen werden. (Bild 29).



Bild 29: Transportstellung

Stoll R 370 DS

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit einem Tandemfahrwerk, optional Tastrad und Beleuchtungsanlage mit Warntafeln. Der Anbau erfolgt über die Unterlenker und Kettenoberlenker der in Zusammenhang mit dem Tastrad montiert wird. Der Schwader hat um ein aufschieben im steilen Gelände zu vermeiden einen tiefen



Anhängepunkt. Zur dieser Lasche gehören auch Federn, die an der Oberlenkerhalterung montiert sind und den Anhängelock nach hinten ziehen. Die Höheneinstellung der Maschine wird mittels Kurbel und Gewindestange durch Heben und Senken des Fahrwerkes eingestellt. Die Arbeitshöhe der Maschine wird vorne mittels Tastrad eingestellt. Beim Ausheben des Schwaders wird die Maschine durch die obere Lagerung, welche nach hinten gezogen wird in die Mittelstellung gebracht und für den Straßentransport mit einem Bügel gesichert (Bild 30).



Bild 30: Transportfixierung

Seitliche Dämpfstreben wirken sich auf die Seitenstabilität positiv aus. Durch den tiefen Anhängepunkt der Maschine kann sie sehr hoch ausgehoben werden, das erwies sich beim Überfahren der Schwad als vorteilhaft. Daraus entsteht eine große Abwinkelung der Gelenkwelle, das bei kleineren Traktoren Probleme bereiten könnte (Bild 31).



Bild 31: Abwinkelung der Gelenkwelle und Anbau Aufschubblasche

Die Zinkenträger kann man bei einer Reparatur einzeln ausbauen, wobei die Schrauben der Träger entfernt werden müssen (Bild 32).



Bild 32: Ausbau der Zinkenträger

Die Welle der Zinken ist in einer Teflonbüchse gelagert und mit Fett geschmiert. Die Führung in der Kurvenscheibe erfolgt über eine kugelgelagerte Stahlrolle. Die Zinkenträger sind wöchentlich abzusmieren (*Bild 33*).



Bild 33: Lagerung der Zinkenträger

Für die Transportstellung des Schwaders mussten die gesamten Zinkenarme abgenommen werden, da der Schwader über keine Verdrehsicherung verfügt. Dies bedeutet in der Praxis einen erheblichen Mehraufwand an Zeit die Maschine von Transport- in Arbeitsstellung und umgekehrt zu wechseln (*Bild 34*).



Bild 34: Transportstellung

Das Schwadttuch wird federnunterstützt hochgeklappt und mit einem vierkantigen Bolzen gesichert (*Bild 35*).



Bild 35: Schwadttuchsicherung

Ziegler 395 TH

Kurzbeschreibung:

Einkreiselschwader mit einem Tastrad und Tandemachse. Eine Warntafel ist hinten montiert und auf die Beleuchtung kann man verzichten, denn in der Transportstellung wird der Schwader seitlich gekippt, wodurch sich eine Sicht auf die Traktorbeleuchtung ergibt. Bei kleineren Traktoren wird die Beleuchtung an der linken Seite verdeckt wodurch es sich Probleme beim Einbiegen ergeben kann (Bild 36)



Bild 36: Transportstellung

Die Höhenverstellung des Schwaders erfolgt über eine Kurbel auf Gewindestange und Fahrwerk. Das Tastrad führt die Maschine vorne, wobei ein Kettenoberlenker den nötigen Arbeitsbereich der Maschine freigibt. Die Höheneinstellung beim Tastrad wird durch Umstecken eines Vorsteckers durchgeführt.

Die Umstellung von der Arbeits- in die Transportstellung wird mittels eines Hydraulikzylinders getätigt. Dieser schwenkt die Maschine in eine seitliche Lage wobei die Hydraulik des Traktors möglichst hoch heben sollte um eine Berührung des Bodens zu vermeiden. Beim Schwader müssen keine Zinken oder Schutzbügel abgebaut oder umgeklappt werden, das Schwadtuch ist hydraulisch einzustellen, dadurch ist ein Wechsel von Transportstellung in Arbeitsstellung ohne den Traktor verlassen zu müssen möglich (Bild 37).



Bild 37: Hydraulische Schwenkeinheit

Berücksichtigen sollte man die Transporthöhe welche bei Straßen- oder Eisenbahnunterführungen ein Hindernis darstellen kann (*Bild 38*).



Bild 38: Transporthöhe des Schwaders

Der Platzbedarf beim Abstellen der Maschine ist durch seine Hochstellung des Kreisels gering (*Bild 39*).



Bild 39: Abstellen der Maschine

Die Kurvenscheibe ist bei der Maschine offen ausgeführt und ist für Wartungsarbeiten leicht zugänglich, indem man den Schwader hochschwenkt. Die Kurvenscheibenverstellung ist mittels Hebel beim hochgeschwenkten Schwader leicht erreichbar. Die Lagerung der Zinkenträger wird durch je zwei Schmiernippel mit Fett versorgt (20 Schmiernippel) (*Bild 40*).



Bild 40: Kurvenscheibenverstellung

Der Zinkenträger ist gebogen um eine schnellere Aushebung der Zinken zu erreichen, mittels seiner speziellen Form als „Twinzinken“ soll der Schwader eine bessere Recharbeit leisten (*Bild 41*).



Bild 41: Zinkenform

Tonutti Raptor 124 GW

Kurzbeschreibung:

Ist ein Sternradschwader mit 2 Reihen Schwadräder. Diese Maschine ist auf Grund ihrer Bauweise mit den Einkreiselschwadern nicht vergleichbar, sondern ist wie ein Doppelschwader zu bewerten. Durch seine hydraulische Arbeitsbreitenverstellung ist die Maschine von Transportbreite bis zu 6,73 m variabel einsetzbar.

Durch seine lange und breite Bauweise, nur die vorderen Rädern sind lenkbar, ist es schwierig in enge Einfahrten einzubiegen (*Bild 42*).





Bild 42: Kurvenfahrten

Die Umstellung von Arbeits- in Transportstellung wird mit einem hydraulischen Zylinder erreicht und mit einer Sicherung gegen unabsichtliches Auseinander fahren der Maschine während der Fahrt gesichert (*Bild 43*).



Bild 43: Sicherung Transportstellung

Die Sternräder sind alle einzeln aufgehängt und können sich so besser den Bodenunebenheiten anpassen. Höhenverstellt wird jede Seite mit einer Schraube, welche den Zugpunkt auf die Federn verändern und die Sternräder einen geringeren Bodendruck erzeugen (*Bild 44*).



Bild 44: Höhenverstellung der Maschine

Die Aushebung der Sternräder erfolgt hydraulisch (*Bild 45*), und wird bei Straßenfahrten auch durch Umstecken der Höheneinstellung abgesichert (*Bild 46*).



Bild 45: Höhenverstellung hydraulisch



Bild 46: Umbau Arbeits- Transportstellung

Der Schwader bedarf einer geringen Leistung des Zugfahrzeuges (23 KW), wobei ein doppeltes und ein einfaches Steuergerät vorhanden sein muss. Durch sein Eigengewicht von 1105 kg und seiner schmalen Bereifung ist er für sumpfige Böden und für Hanglagen ungeeignet (*Bild 47*). Bei sehr wenig Futter hat sich in der Praxis erwiesen, dass der Schwad zur breit wird, gegeben durch die beiden Schwadzusammenführungsräder, und mit den nachfolgenden Erntemaschinen (Ladewagen) schwer aufzunehmen ist (Kurven) (*Bild 47*).



Bild 47: Bereifung, Spur und Schwadbreiteneinstellung

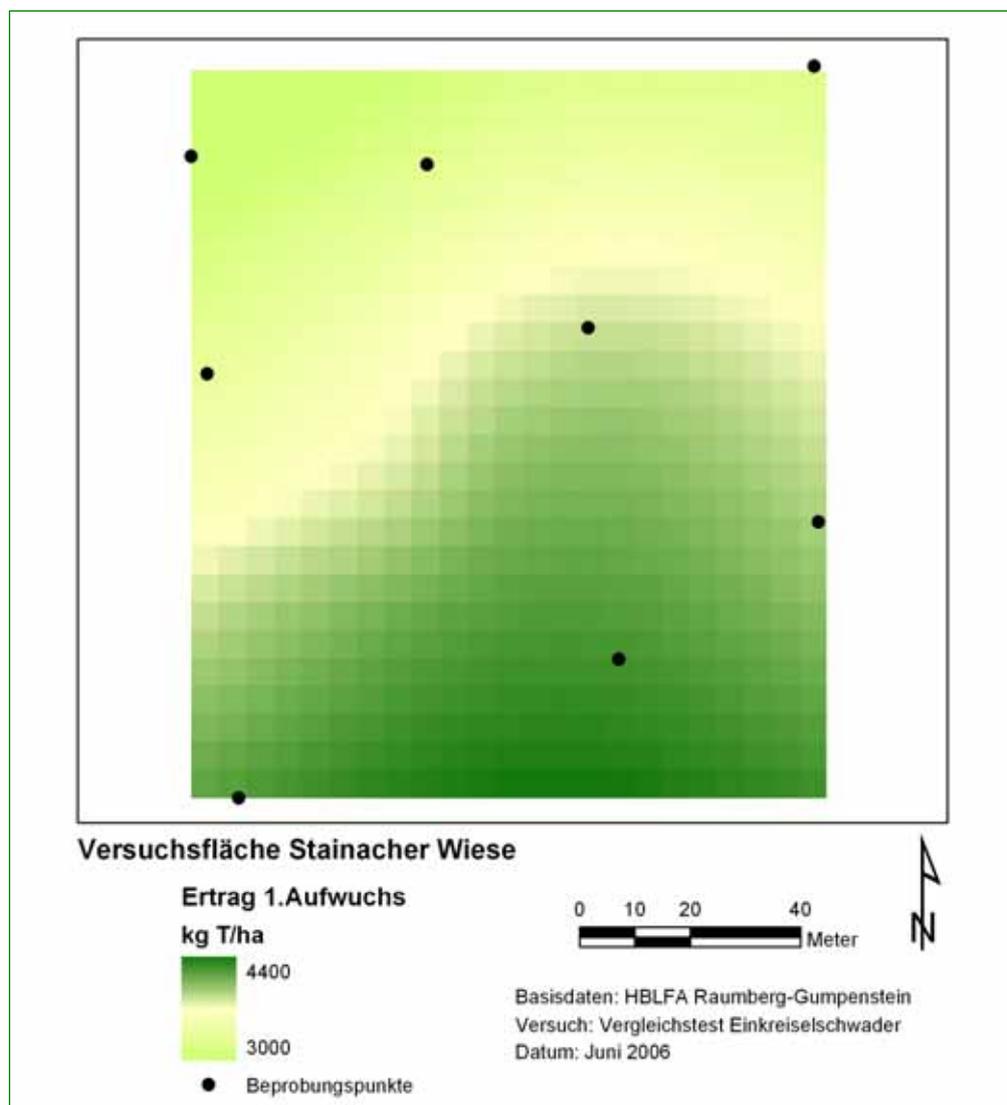
5 Ergebnisse

5.1 1. Schnitt

Der Ertrag des 1. Schnittes der Stainacher Wiese wurde einen Tag vor Mähbeginn mittels acht Quadratmetergewichte ermittelt und auf ha hochgerechnet, dies ergibt einen Mittelwert von 3851 kg /ha Ertrag. Eine genaue Auflistung der Quadratmetergewichte in *Tabelle 17* im Anhang zu finden.

Am Hochfeld wurden keine Quadratmetergewichte erhoben, denn der Schnittzeitpunkt wurde vom Besitzer selbst bestimmt.

Der Ertrag der Stainacher Wiese ist unterschiedlich, die Beprobungspunkte zeigen einen differenzierten Aufwuchs (*Grafik 8*) um dies auszugleichen wurde beim 2. Schnitt in umgekehrter Startreihe geschwadet



Grafik 8: Versuchsfläche Stainacher Wiese – Ertragsfeststellung mittels GIS-Daten (Th. Guggenberger)

5.1.1 Zapfwellendrehzahl, Geschwindigkeit

Ein Richtwert der Zapfwellendrehzahl ist von den Firmen angegeben. Die Motordrehzahl wurde mit dem Handgashebel auf die Zapfwellendrehzahl eingestellt, daraus ergab sich mit dem 1. Gang bzw. 2. Gang die Geschwindigkeit „langsam“ und „schnell“ (*Tabelle 3, 4*).

5.1.2 Schwadtuchabstand

Auf den Schwadtuchabstand einigten sich die Firmen bei der Einsatzbesprechung. Die Einstellung wurde von den Firmen getätigt, dabei wichen aber einige Hersteller von der Vorgabe ab was sich durch unsere Nachmessungen feststellen ließ. Die genauen Maße sind in der *Tabelle 3* und *4* angeführt.

5.1.3 Aushebung der Schwader

Die Schwader wurden an einem Traktor der Marke Steyr 370 Kompakt angehängt und vom Firmenpersonal eingestellt. Damit der Schwader die Bodenunebenheiten ausgleichen kann ist er mit einer Kette oder einem starren Oberlenker in Verbindung mit einer Lasche bzw. Langloch versehen.

Durch diese Einstellung ergibt sich der Aushub des Schwaders gemessen vom tiefsten Zinken der Maschine bis zum Boden.

Die Aushubhöhe ermöglicht ein Überfahren der Schwad ohne diese wieder durch die Zinken mitzunehmen (*Tabelle 3*).

Tabelle 3: 1. Schnitt Stainacher Wiese - Vergleichstest mit Traktor Steyr 370 Kompakt

Hersteller Typ	Kuhn Giroschwader 3501 GM	Sip Star 360	Krone Schwadro 38	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Pöttinger 380 Top	Stoll R 370 DS	Claas Liner 350S/K	Ziegler 395 DH	Fella TS 400 TN	Tonutti Raptor V12 4GW
Parzellen Nr. v. Straße	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zapfwellen										
Drehzahl	430 rpm	430 rpm	430 rpm	400 rpm	460 rpm	430 rpm	430 rpm	380 rpm	410/440 rpm	—
Geschwindigkeit										
Langsam	7,2km/h	7,2km/h	7,2km/h	6,6km/h	7,9 km/h	7,2km/h	7,2 km/h	6,5 km/h	6,7km/h	11 km/h
Schnell	10,8 km/h	10,8 km/h	10,8 km/h	10,1 km/h	11,6 km/h	10,8 km/h	10,8 km/h	10,3 km/h	10,9km/h	15 kmh bzw. 18 km/h
Schwadtuch Abstand bis Zinken	500 mm	470 mm	450 mm	490 mm	540 mm	380 mm	470 mm	550 mm	550 mm	—
Abstand Zinken - Boden bei Aushub	360 mm	470 mm	390 mm	470 mm	450 mm	620 mm	420 mm	480 mm	540 mm	—

Tabelle 4: 1. Schnitt Hochfeld - Vergleichstest mit Traktor Steyr 375 Kompakt (Frontzapfwelle Sonderausstattung)

Hersteller Typ	Kuhn Giroschwader 3501 GM	Sip Star 360	Krone Schwadro 38	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Pöttinger 380 Top	Stoll R 370 DS	Claas Liner 350S/K	Ziegler 395 DH	Fella TS 400 TN
Parzellen Nr. von unten	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zapfwelldrehzahl	430 rpm	430 rpm	430 rpm	400 rpm	460 rpm	430 rpm	430 rpm	380 rpm	410 rpm
Geschwindigkeit	6,8 km/h	6,8 km/h	6,8 km/h	6,4 km/h	7,5 km/h	6,8 Km/h	6,8 km/h	6,1 km/h	6,5 km/h
Schwadtuch Abstand bis Zinken	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm	700 mm

5.1.4 Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe

Die Arbeits- und Schwadbreite, sowie die Schwadhöhe wurden gemessen und in nachfolgender Tabelle dargestellt (Tabelle 5, Bild 48).

Tabelle 5: Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe

Stainacher Wiese - 1. Schnitt Durchschnittswerte									
Gerät		gemessene Arbeitsbreite in cm	Arbeitsbreite lt. Beschreibung in cm	Differenz in cm	Schwadtucheinstellung in cm	Schwadbreite in cm		Schwadhöhe in cm	
						ES	DS	ES	DS
Claas	langsam	351	350	-1	47	74		28	
	schnell	348				96		30	
Deutz-Fahr	langsam	353	390	-35	49	70	76	24	30
	schnell	357				73	80	20	27
Fella	langsam	348	385	-34	55	88	82	21	34
	schnell	354				96	95	18	36
Krone	langsam	342	380	-39	45	85	80	23	27
	schnell	341				82	90	17	27
Kuhn	langsam	347	350	-2	50	76	87	23	36
	schnell	350				78	91	25	31
Pöttinger	langsam	350	380	-30	54	76	90	19	29
	schnell	350				83	89	15	26
SIP	langsam	330	360	-30	47	74	81	21	28
	schnell	330				77	79	17	24
Stoll	langsam	348	360	-11	38	68	80	22	31
	schnell	350				73	79	20	31
Ziegler	langsam	367	390	-26	55	83	86	26	40
	schnell	362				75	94	27	38

Die Schwadformen hängen von der Futtermenge, Einstellung des Schwadtuches (Abstand Zinken – Schwadtuch) und der Aushebung der Zinken (Kurvenscheibenform) ab (Bild 48). Die Formen sind von einseitig (Claas, Fella, Kuhn) bis gleichmäßig rund (Krone, SIP).

Die Schwadform ist wichtig für die nachfolgende Erntetechnik. Ballenpressen benötigen einen breiteren Schwad, für die Einfuhr mit Ladewagen ist ein schmalerer Schwad ideal. Bei der Heuernte eignet sich ein höherer Schwad zur Nachtrocknung sehr, bei der Silageernte ist eine Nachtrocknung im Schwad nicht erforderlich.

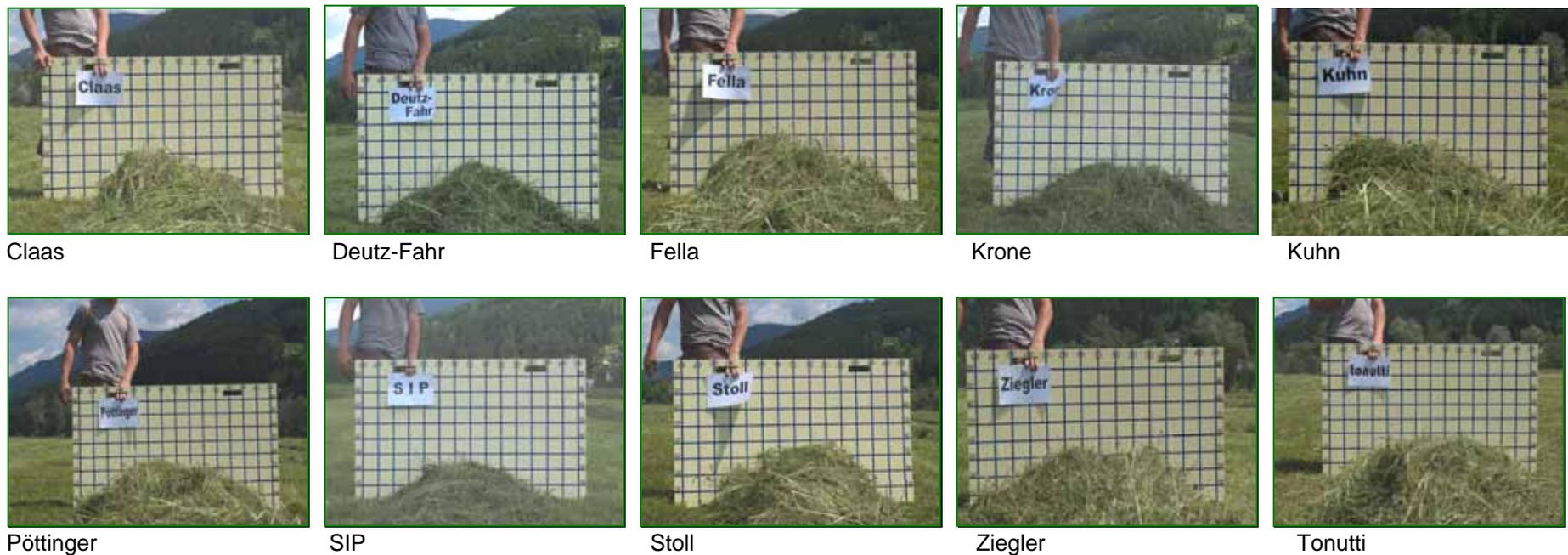


Bild 48: Messung Schwadbreite und Schwadhöhe

5.1.5 Rechverluste

Die Rechverluste wurden mittels je 4 Quadratmetergewichten bei langsamer und schneller Geschwindigkeit erhoben (*Tabelle 7, Bild 49*).



Bild 49: Rechverluste

5.1.6 Aschebestimmungen

Die Aschebestimmungen wurden aus den Schwaden mittels Probenbohrer (*Bild 50*) gestochen.



Bild 50: Probenentnahme zur Aschebestimmung

Die Auswertung der Proben erfolgt durch Trocknung und Verbrennung des organischen Materials, das Gewicht der nicht verbrennbaren Substanzen (Erde, Steine) gibt Aufschluss über den Grad der Futtermittelverschmutzung (*Tabelle 6*).

Tabelle 6: Rechverluste und Aschbestimmungen 1. Schnitt

Stainacher Wiese - 1. Schnitt Rechverluste (von 6 m² geerntet) und Aschebestimmung			
Gerät		Rechverluste TM in g (9% Restf. bei Auswaage angenommen)	Aschebestimmung in g /kg TM
Claas	langsam	26	67
	schnell	29	65
Deutz-Fahr	langsam	31	70
	schnell	23	68
Fella	langsam	23	65
	schnell	25	64
Krone	langsam	21	72
	schnell	22	67
Kuhn	langsam	28	70
	schnell	38,	69
Pöttinger	langsam	24	69
	schnell	38	64
SIP	langsam	20	69
	schnell	26	61
Stoll	langsam	32	67
	schnell	37	66
Ziegler	langsam	25	67
	schnell	35	67
Tonutti	15 km/h*	50	67

*Tonutti: es wurde nur 1 Geschwindigkeit gefahren

Die Ergebnisse der Futtermittelverschmutzung zeigen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Fabrikaten. Die Werte liegen zwischen 65 und 73 g/kg TM und sind somit ein Zeiger für eine besonders saubere Futterernte. Die beachtenswerten Grenzwerte liegen bei 100 g Asche/kg TM. Die natürlichen Aschegehaltswerte des Futters liegen zwischen 5,5 und 7,0 g Asche/kg TM. in der Tendenz.

5.2 2. Schnitt

Beim 2. Schnitt wurde am Vortag des Mähens eine Ertragserhebung mittels acht Quadratmetergewichte durchgeführt. Ein Ertrag von 2377 kg/ha Trockenmasse konnte festgestellt werden. Eine genaue Auflistung der einzelnen Quadratmetergewichte ist in *Tabelle 18* im Anhang dargestellt.

Tabelle 7: 2. Schnitt Stainacherwiese mit Traktoren Steyr 485 und 495 Kompakt welche sich nur durch ihre Motorleistung unterscheiden (gleiche Bauweise und Bereifung)

Hersteller Typ	Fella TS 400 TN	Ziegler 395 DH	Claas Liner 350S/K	Stoll R 370 DS	Pöttinger 380 Top	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Krone Schwadro 38	Sip Star 360	Kuhn Girochwader 3501 GM	Tonutti Raptor V12 4GW
Parzellen Nr. v. Straße	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zapfwellen										
Drehzahl	410/430 rpm	380 rpm	430 rpm	430 rpm	430 rpm	400 rpm	400 rpm	430 rpm	430 rpm	—
Geschwindigkeit										10,8 km/h
Langsam	7,7 km/h	7 km/h	8,1 km/h	8,1 km/h	8,1 km/h	7,5 km/h	7,5 km/h	8,1 km/h	8,1 km/h	Arbeitsbreite:
Schnell	10 km/h	8,5 km/h	10 km/h	10 km/h	10 km/h	9,2 km/h	9,2 km/h	10 km/h	10 km/h	4,5m
Schwadtuch Abstand bis Zinken	400 mm	450 mm	400 mm	370 mm	400 mm	450 mm	430 mm	360 mm	410 mm	—

Tabelle 8: 2. Schnitt Hochfeld mit einem Steyr 485 Kompakt

Hersteller Typ	Fella TS 400 TN	Ziegler 395 DH	Claas Liner 350S/K	Stoll R 370 DS	Pöttinger 380 Top	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Krone Schwadro 38	Sip Star 360	Kuhn Girochwader 3501 GM
Parzellen Nr. von unten	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zapfwelldrehzahl	430 rpm	380 rpm	430 rpm	430 rpm	430 rpm	400 rpm	400 rpm	430 rpm	430 rpm
Geschwindigkeit	7,4 km/h	6,4 km/h	7,4 km/h	7,4 km/h	7,4 km/h	7,2 km/h	7,2 km/h	7,4 km/h	7,4 km/h
Schwadtuch Abstand bis Zinken	600 mm	600 mm	560 mm	600 mm	580 mm	600 mm	600 mm	600 mm	570 mm

5.2.1 Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe

Tabelle 9: Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe

Stainacher Wiese - 2. Schnitt Durchschnittswerte

Gerät		Arbeitsbreite in cm	Arbeitsbreite lt. Beschreibung in cm	Differenz in cm	Schwadtucheinstellung in cm	Schwadbreite in cm		Schwadhöhe in cm	
						ES	DS	ES	DS
Claas	langsam	348	350	-2	40	68	80	27	34
	schnell	348				72	78	22	25
Deutz-Fahr	langsam	363	390	-28	45	65	72	30	35
	schnell	361				75	74	26	33
Fella	langsam	346	385	-40	40	51	70	21	29
	schnell	343				58	68	20	30
Krone	langsam	343	380	-36	43	68	76	30	34
	schnell	345				81	71	25	29
Kuhn	langsam	340	350	-13	41	67	81	26	34
	schnell	333				63	81	25	32
Pöttinger	langsam	347	380	-34	40	74	76	29	31
	schnell	346				77	83	23	31
SIP	langsam	340	360	-25	36	74	78	29	35
	schnell	330				69	71	25	26
Stoll	langsam	349	360	-9	37	62	78	24	32
	schnell	354				67	66	22	28
Ziegler	langsam	358	390	-32	45	62	63	25	31
	schnell					64	62	22	26

Die Arbeitsbreiten liegen zwischen 330 bis 363 cm bei den angegebenen Schwadtucheinstellungen. Damit liegen die Kreiselschwader in einem engen Feld zusammen. Im Vergleich zu den seitens der Firmen angegebenen Arbeitsbreiten zeigen sich schon größere Unterschiede – von 2 cm (Claas) bis 40 cm (Fella) unter der angegebenen Arbeitsbreite.

Die Schwadbreiten sind in *Tabelle 9* als Einfach- und Doppelschwad angegeben und sind naturgemäß auch stark vom Futter abhängig. Aufgrund der bildlichen Darstellungen (Bild 43) der Schwadformen lassen sich augenscheinlich ebenfalls interessante Detailunterschiede feststellen. So ist bei Krone eine einseitige Schwadablage zu erkennen.

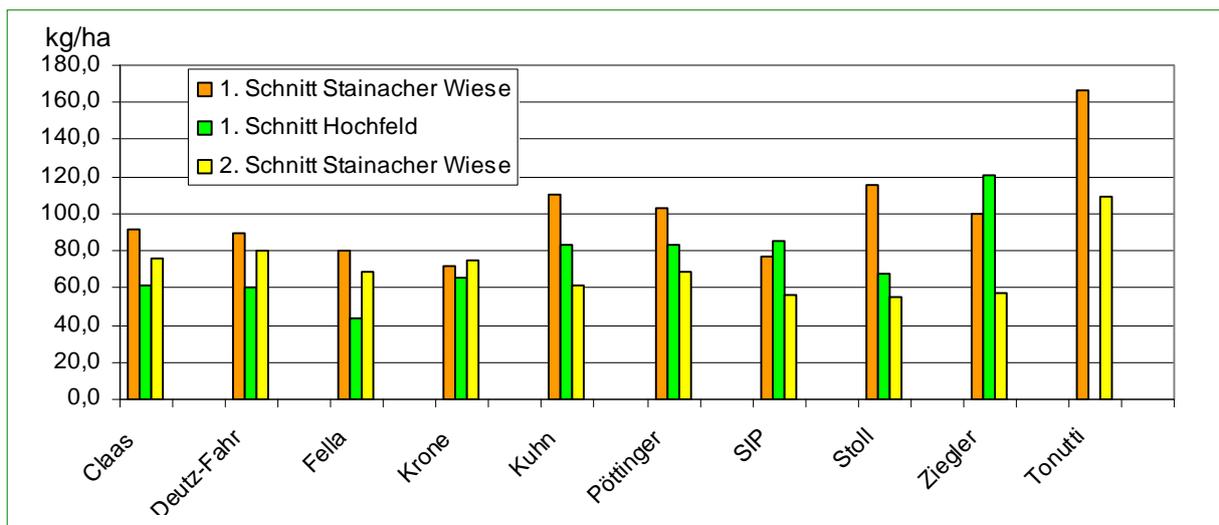
5.2.2 Rechverluste

Die Rechverluste wurden mittels je 4 Quadratmetergewichten bei langsamer und schneller Geschwindigkeit erhoben (*Tabelle 10*).

Tabelle 10: Rechverluste Stainacher Wiese 2. Schnitt

Stainacher Wiese - 2. Schnitt Rechverluste		
Gerät	Rechverluste TM in g (9% Restf. bei Auswaage angenommen)	
Claas	langsam	37
	schnell	24
Deutz-Fahr	langsam	44
	schnell	20
Fella	langsam	42
	schnell	13
Krone	langsam	35
	schnell	25
Kuhn	langsam	28
	schnell	21
Pöttinger	langsam	32
	schnell	23
SIP	langsam	25
	schnell	20
Stoll	langsam	27
	schnell	17
Ziegler	langsam	23
	schnell	23
Tonutti	9,6 km/h	87,5

Rechverluste Gesamtübersicht



Grafik 9: Rechverluste Gesamtübersicht (Tonutti wurde am Hochfeld nicht eingesetzt)

5.2.3 Aschebestimmungen

Auf Aschebestimmungen wurde beim 2. Schnitt verzichtet, denn die Maschinen werden bei der Trockenfütterernte nicht so tief eingestellt, dass es zu nennenswerten Futtermittelschmutzungen kommt.

5.3 Technische Ausführung der Schwader

5.3.1 Kurvenscheibenverstellung

Bei verschiedenen Futterarten kann es von Vorteil sein, wenn man die Kurvenscheibe verstellen kann, d.h. die Zinken heben früher oder später aus. Damit erzielt man, dass das Futter früher von den Zinken ausgelassen wird und kein Futter vom Schwad wieder mitgenommen wird (*Tabelle 11*).

5.3.2 Seitenneigung des Schwaders

Um die Rechverluste bei schwerem Futter zu minimieren gibt es bei den einzelnen Fabrikaten die Möglichkeit den Schwader zur Rechseite geringfügig tiefer zu stellen (*Tabelle 11*).

5.3.3 Schwenkkopfdämpfung

Bei Arbeiten am Hang entsteht beim Ausheben des Schwaders die Tendenz zum Ausbrechen nach unten und kann nicht in der Mittelstellung gehalten werden. Nachteile ergeben sich aus

der seitlich verschobenen Maschine, dass diese erst geradegezogen werden muss. Um dies zu verhindern werden Dämpfungsstreben eingebaut (*Tabelle 11*).

5.3.4 Räder

Die Räder und Achsstellung, besonders das Tastrad haben einen großen Einfluss auf die Führung über Hügeln und Mulden. Diese Bodenunebenheiten müssen ausgeglichen werden um nicht hohe Rechverluste oder Futtermverschmutzung zu verursachen. Heute werden die meisten Maschinen optional mit einem Tastrad ausgestattet und vielfach auch mit einer Tandemachse (*Tabelle 11*).

5.3.5 Umrüstzeit

Der Zeitbedarf des Umbaus von Transport- in Arbeitsstellung und umgekehrt wurde gemessen. Der Durchschnitt beider Zeiten ist in der *Tabelle 11* angeführt.

5.3.6 Übersetzung Kreisel – Zapfwelle

Gemessen wurden die Zapfwellenumdrehungen (400 Umdrehungen konstant) und die dazugehörenden Kreiselumdrehungen der einzelnen Maschinen, daraus wurde schließlich das Umdrehungsverhältnis ermittelt (*Tabelle 11*).

5.3.7 Vorderachsentslastung

Nach den gesetzlichen Bestimmungen müssen mindestens 20 % der Vorderachsbelastung bei angehobenen Gerät gegeben sein. Bei vielen Fabrikaten ist in der Betriebsanleitung eine Formel zu Berechnung der Entlastung der Vorderräder angegeben. Bei unserem Schwadervergleich wurde die tatsächliche Vorderachsentslastung gewogen (*Tabelle 11*).

5.3.8 Kraftbedarf des Schwaders

Jeder Hersteller gibt einen Kraftbedarf für das Betreiben des Schwaders an. Jedoch ist das Gewicht, welches hochgehoben werden muss ausschlaggebend für die Größe des Zugfahrzeuges (*Tabelle 11*).

5.3.9 Betriebsanleitung/Ersatzeilliste

Alle dem Versuch unterstellten Maschinen war eine Betriebsanleitung vorhanden. Eine Ersatzteilliste wurde nicht bei jeder Maschine mitgeliefert. Die beiliegenden Anleitungen und Listen sind für den Benutzer verständlich und teilweise gut bebildert ausgeführt (*Tabelle 11*).

5.3.10 Zinkenform, Zinkenlänge und Zinkenstärke

Die Anzahl und Form der Zinken und Zinkenträger haben einen großen Einfluss auf die Qualität der Recharbeit. Die Länge und Stärke der Zinken sowie die Anzahl der Wicklungen und deren Durchmesser sind ausschlaggebend für die Nutzungsdauer (*Tabelle 11*).

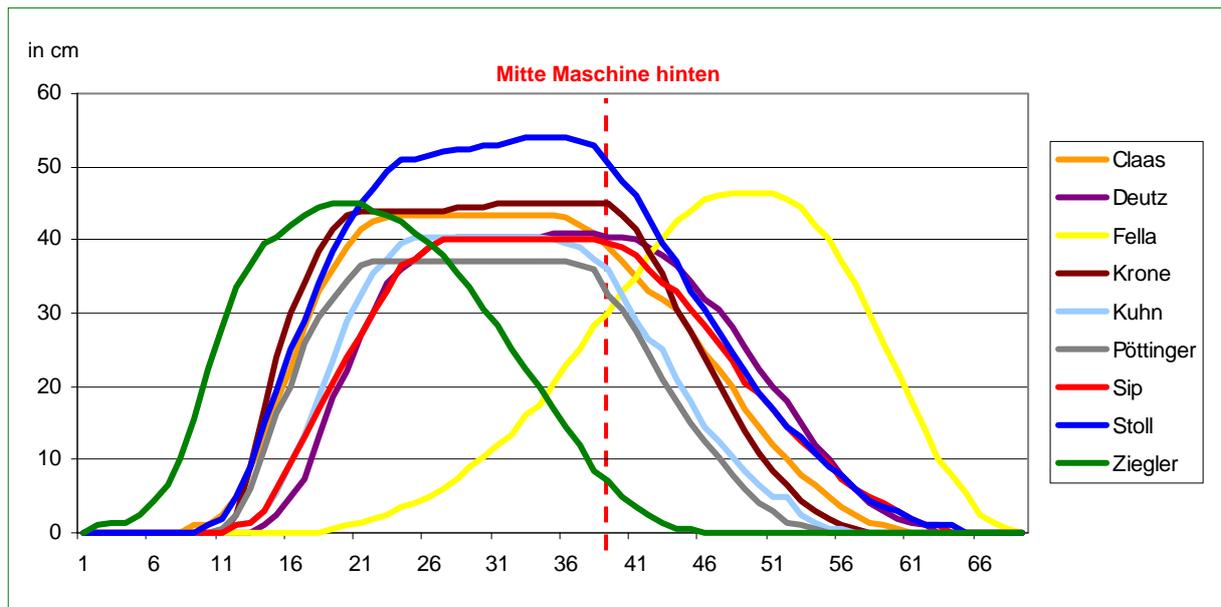
Tabelle 11: Technische Ausführungen der Schwader

Hersteller	Claas	Deutz-Fahr	Fella	Krone	Kuhn	Pöttinger	Sip	Stoll	Ziegler
Typ	Liner 350S/K	SwatMaster 3921	TS 400 TN	Schwadro 38	Giroschwader 3501 GM	380 Top	Star 360	R 370 DS	395 DH
Kurvenscheibenverstellung	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	ja
Seitenneigungsverstellung	nein	ja	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja
Schwenkkopf-Dämpfung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Rädergröße Tandemachse	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8	16-6,50-8
Rädergröße Tastrad	16-6,50-8	16-6,50-8	15-6,0-6	16-6,50-8	16-6,50-8	15-6,0-6	15-6,0-6	16-6,50-8	15-6,0-6
Ø Umrüstzeit Transport-Arbeitsstellung	1'45"	2'30"	1'50"	1'25"	1'40"	2'10"	1'50"	2'40"	hydraulisch
Übersetzung Kreisel - Zapfwelle	1:8	1:8,16	1:7,14	1:8,16	1:8,16	1:8,51	1:7,61	1:6,77	1:8,16
Vorderraddruck gemessen bei Traktor Steyr 370 Kompakt (1230 kg)	53,50%	53,30%	54,50%	52,00%	50,10%	52,70%	53,20%	56,90%	25,30%
Zugmaschinenleistung ab kW¹⁾	26	12	20	26	15	k. A.	22	k. A.	40
Betriebsanleitung/Ersatzteilliste	ja/ja	ja/nein	ja/ja	ja/ja	ja/nein	ja/ja	ja/ja	ja/ja	ja/nein
Zinkenarme	11	11	10	10	10	10	11	10	10
Zinkenanzahl	4	4	4	4	3	4	4	4	5
Zinkenform	gebogen	gebogen	gebogen	gebogen	gebogen	gebogen	gebogen	gerade	Twinzinken
Zinkenlänge in mm	595	595	525	635	613	550	600	545	510
Zinkenstärke in mm	9	9	9,5	10	9,5	8,5	9	9	9,5
Schwadtuchgröße in mm	1912x580	?	?	?	2180x615	2165x536	2170x620	1880x550	2400x650
Schwadtuchhöhenverstellung	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	ja
Schwadtuchlängsverstellung	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

¹⁾ Firmenangaben

5.3.11 Zinkenaushebung

Jede einzelne Maschine hat durch ihre spezielle Form der Kurvenscheibe im Zusammenspiel mit den Zinkenträgern (gekröpft) eine bestimmte Kurvenbahn. Wie hoch die Zinken ausheben wird dadurch bestimmt. Mit der Kurvenscheibenverstellung kann man nur den Zeitpunkt der Zinkenaushebung aber nicht die Bahn verändern. Der Schwader der Firma Fella hat als einzige Maschine eine Schwadablage rechts, dies muss man in der *Grafik 10* berücksichtigen.



Grafik 10: Zinkenaushebung durch Form der Kurvenscheibe und Zinkenträger

5.4 Wartung

Die verschiedenen Maschinen sind durch ihre Bauart (Getriebe oder Kurvenscheibe geschlossen mit Öl oder Fett gefüllt) verschiedentlich zu warten. Es ergibt sich daraus eine unterschiedliche Anzahl von Schmiernippel, welche lt. Firmenangaben in bestimmten Zeitintervallen zu warten (abschmieren, Ölwechsel, ölen) sind (*Tabelle 12*).

Die Wartung, Betriebsanleitung und Ersatzteilliste wurde als Gesamtes beurteilt und in *Tabelle 13* mit Noten 1-3 dargestellt.

Tabelle 12: Wartungsintervalle

Hersteller Typ	Claas Liner 350S/K	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Fella TS 400 TN	Krone Schwadro 38	Kuhn Giroschwader 3501 GM	Pöttinger 380 Top	Sip Star 360	Stoll R 370 DS	Ziegler 395 DH	Tonutti
Kurven- scheibe	50/500 Std. Getriebeöl- wechsel	Ölstand kontrollieren - kein Wechsel angegeben	50 Std. Abschmieren	wartungsfrei	—	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	—	von Zeit zu Zeit Abschmieren	—
Tellerrad	20 Std. Abschmieren	30 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	wartungsfrei	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	täglich Abschmieren	8 Std. Abschmieren	—
Kegelrad	20 Std. Abschmieren	30 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	wartungsfrei	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	täglich Abschmieren	8 Std. Abschmieren	—
Zinken- träger	100 Std. Fetten	—	50 Std. Abschmieren	—	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	wöchentlich Abschmieren	von Zeit zu Zeit Abschmieren	10 Std. Abschmieren (Sonnenrad)
Fahrwerk	100 Std. Abschmieren	—	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	wöchentlich Abschmieren	von Zeit zu Zeit Abschmieren	10 Std. Abschmieren
Tastrad	—	30 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	—	50 Std. Abschmieren	20 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	—	von Zeit zu Zeit Abschmieren	—
Schwenk- bock	—	—	50 Std. Abschmieren	50 Std. Abschmieren	—	20 Std. Abschmieren	—	wöchentlich Abschmieren	von Zeit zu Zeit Abschmieren	—
Zapfwelle Gelenke/Schutz	8 Std. Abschmieren	10 Std. Abschmieren	8 Std. Abschmieren	20/40 Std. Abschmieren	8 Std. Abschmieren	8 Std. Abschmieren	8/40 Std. Abschmieren	8/40 Std. Abschmieren	keine Angabe	—
Anzahl Schmier- nippel	10	9	21	3	19	22	21	18	31	19

Tabelle 13: Bewertungen der Wartung, Bedienungs- und Ersatzteilliste (1 = sehr gut, 2 = gut; 3 = befriedigend)

Hersteller Typ	Claas Liner 350S/K	Deutz-Fahr SwatMaster 3921	Fella TS 400 TN	Krone Schwadro 38	Kuhn Girochwader 3501 GM	Pöttinger 380 Top	Sip Star 360	Stoll R 370 DS	Ziegler 395 DH	Tonutti
Wartung allg.	2	1	2	1	2	2	2	3	3	2
Bedienungsanleitung	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2
Ersatzteilliste	1	2	1	1	keine vorhanden	1	1	1	keine vorhanden	2
Gefahrenhinweise	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2

5.5 Bewertung Tonutti

Da sich der Sternradschwader auf Grund seiner Bauweise nicht mit den Einkreiselschwadern vergleichen lässt, wurde für dieses Fabrikat eine eigene Bewertung durchgeführt und an beiden Versuchstagen als letzter eingesetzt. Die Hangtauglichkeit ist bei dieser Maschine beschränkt, dadurch schied er aus dem Hangversuch aus.

Die einzelnen Parameter der Versuchfragen wurden wie folgt bestimmt.

1. Schnitt Stainacher Wiese

- Rechverlust (Tabelle 14)
- Aschebestimmung (Tabelle 14)

Die Arbeitsweise der Maschine ist lt. Firmenangabe ideal für Flächen mit vielen Bodenunebenheiten. Während unseres Einsatzes dieser Maschine stellte sich heraus, dass die Fahrgeschwindigkeit die von den Technikern von Tonutti vorgegeben wurden, nicht tauglich bzw. zu schnell war. Es kam dadurch zu erhöhten Rechverlusten die sich durch das Aufschaukeln der Sternräder ergaben. Die Arbeitsbreite betrug beim 1. Schnitt 4,66 m (Einstellung der Firma), die Schwadbreite 92 cm und die Schwadhöhe 32 cm.

Die Rechverluste der Einkreiselschwader eine Streuung von 13 g TM bis 44 g TM. Tonutti hat mit 50 g TM Rechverlust das schlechteste Ergebnis.

Tabelle 14: Rechverluste und Aschebestimmung 1. und 2. Schnitt

Stainacher Wiese -Rechverluste (von 6 m² geerntet) und Aschebestimmung			
Gerät		RechverlusteTM in g (9% Restf. Bei Auswaage angenommen)	Aschebestimmung in g /kg TM
Tonutti	1. Schnitt	100	66,99
	2. Schnitt	87,5	—

2. Schnitt Stainacher Wiese

- Rechverlust (Tabelle 14)

Die Aschebestimmung wurde nicht durchgeführt, da Dürrfutter geerntet wurde und die Maschine höher eingestellt war als bei Silageernte.

Für den 2. Schnitt wurde die Maschine vom Monteur der Firma MLT eingestellt und andere Geschwindigkeiten vorgegeben, die Arbeitsbreite wurde mit 4,79 m festgelegt. Diese Breite

unterschied sich nicht wesentlich von den Einkreiselschwadern. Die Schwadbreite betrug 77,5 cm und die Schwadhöhe erreichte 27,5 cm. Der Schwader wurde auch in einer Arbeitsstellung von 7,18 m getestet, hierbei betrug die Schwadbreite 119 cm und die Schwadhöhe 31 cm.

6 Auswertungen Fragebögen

6.1 Auswertung der Juryfragebögen

Die Auswertungen der Jurybögen erfolgte, indem die beste und schlechteste Note gestrichen wurde (Tabelle 15a-c).

Tabelle 15a: Auswertung Jurybewertung 1. Schnitt Stainacher Wiese

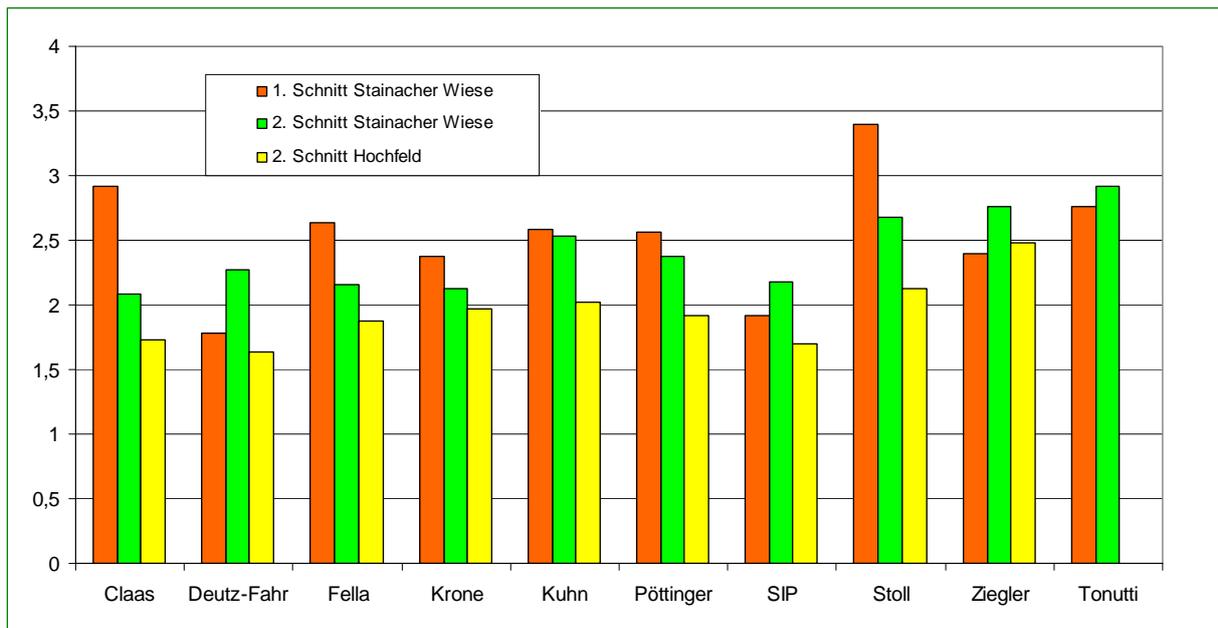
Jurybewertung 1. Schnitt Stainacher Wiese										
	Claas	Deutz-Fahr	Fella	Krone	Kuhn	Pöttinger	SIP	Stoll	Ziegler	Tonutti
Rechverluste - langsam	2,8	2,1	2,9	2,4	2,6	2,4	1,8	2,9	2,5	3,8
Rechverluste - schnell	3,0	2,2	2,8	2,6	3,0	3,2	2,0	3,0	3,3	3,8
Schwadablage - locker-luftig	2,4	1,8	2,7	2,5	2,3	2,4	2,2	3,3	2,2	2,2
Schwadform	2,9	1,7	2,6	2,1	2,2	2,2	1,6	3,8	1,4	2,0
Bodenanpassung	3,5	1,1	2,2	2,3	2,8	2,6	2,0	4,0	2,6	2,0
Gesamt	2,92	1,78	2,64	2,38	2,58	2,56	1,92	3,4	2,4	2,76

Tabelle 15b: Auswertung Jurybewertung 2. Schnitt Stainacher Wiese

Jurybewertung 2. Schnitt Stainacher Wiese										
	Claas	Deutz-Fahr	Fella	Krone	Kuhn	Pöttinger	SIP	Stoll	Ziegler	Tonutti
Rechverluste - langsam	1,4	2,3	2,0	2,1	2,7	2,3	2,2	2,6	2,8	3,1
Rechverluste - schnell	1,8	2,7	2,0	2,3	2,8	2,7	2,4	2,8	3,0	3,4
Schwadablage - locker-luftig	2,2	2,0	2,0	2,2	2,1	2,0	2,1	2,4	2,0	2,3
Schwadform	2,4	2,0	2,4	2,0	2,1	2,2	1,8	3,0	2,8	3,3
Bodenanpassung	2,6	2,3	2,4	2,2	3,0	2,7	2,4	2,6	3,2	2,5
Gesamt	2,08	2,27	2,16	2,13	2,53	2,37	2,18	2,68	2,76	2,92

Tabelle 15c: Auswertung Jurybewertung 2. Schnitt Hochfeld

Jurybewertung 2. Schnitt Hochfeld									
	Claas	Deutz-Fahr	Fella	Krone	Kuhn	Pöttinger	SIP	Stoll	Ziegler
Rechverluste	1,4	1,6	2,9	1,5	2,8	2,2	1,5	2,6	3,2
Schwadablage - locker-luftig	1,6	1,8	1,6	1,8	1,8	1,8	1,6	1,8	1,8
Schwadform	1,8	1,4	1,8	2,1	1,4	2,4	2,0	2,4	2,2
Arbeit am Hang/Spurtreue	1,8	1,6	1,4	1,8	1,6	1,8	1,6	1,6	1,7
Auflaufen am Traktor	1,8	1,8	1,6	1,6	2,4	1,8	1,6	2,0	2,2
Gewichts- verteilung	2,0	1,7	2,0	3,0	2,1	1,5	1,9	2,4	3,8
Gesamt	1,73	1,64	1,88	1,97	2,02	1,92	1,70	2,13	2,48



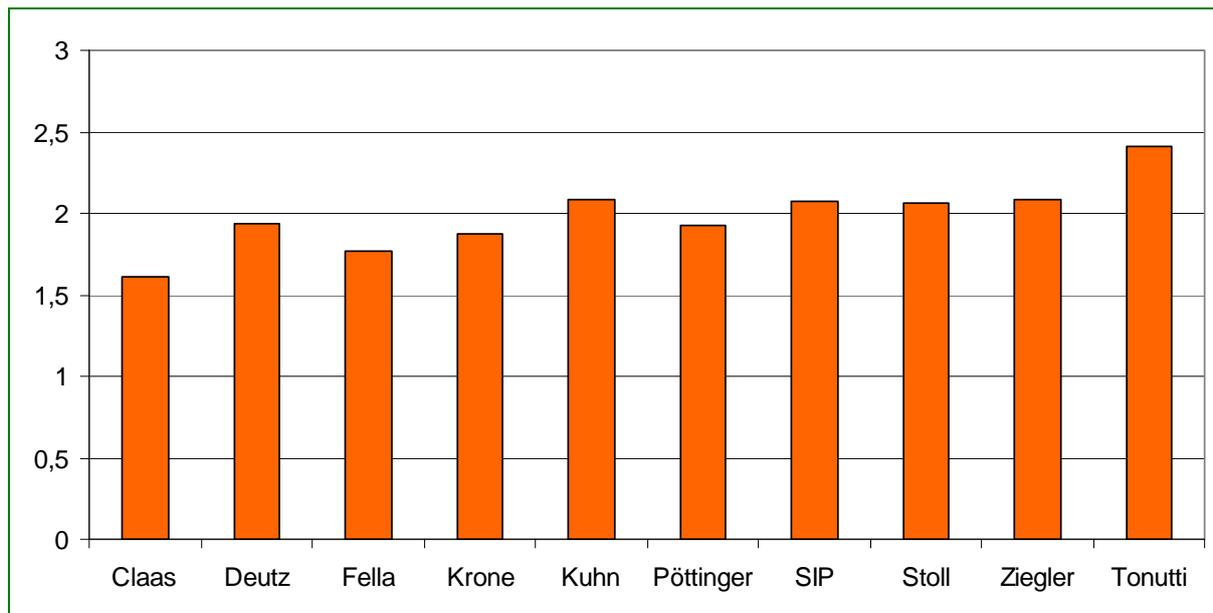
Grafik 11: Jurybewertung Gesamt (Tonutti wurde am Hochfeld nicht eingesetzt)

6.2 Auswertung der Praxisfragebögen

Jede Maschine wurde von mind. 3 Testfahrern aus der Praxis getestet und bewertet. In der *Tabelle 16* sind die Mittelwerte der einzelnen Bewertungen zusammengefasst. Die Vorderachsentslastungen haben sich immer auf die Traktoren der Praxisbetriebe bezogen, wobei berücksichtigt werden muss, dass die kleineren Traktoren eine größere Vorderachsentslastung hatten.

Tabelle 16: Auswertung Fragebogen Praxistest

Auswertung der Fragebögen des Schwadervergleiches Praxistest											
		Claas	Deutz	Fella	Krone	Kuhn	Pöttinger	SIP	Stoll	Ziegler	Tonutti
1.	An- und Abbau des Gerätes	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
2.	Transportverhalten (Vorderachsentslastung)	2,0	2,0	1,7	2,3	2,0	2,0	2,0	1,7	3,7	3,2
3.	Umbau Transportstellung und Arbeitsstellung	2,6	2,5	2,5	2,0	2,0	2,7	2,5	3,0	1,3	2,0
4.	Einstellung des Gerätes	1,8	2,5	2,0	1,7	2,3	1,7	2,0	3,0	1,3	2,5
5.	Anpassung des Gerätes auf Bodenunebenheiten	1,0	1,5	1,7	2,3	2,0	1,3	2,0	1,7	2,2	2,0
6.	Arbeitsqualität in Abhängigkeit der Geschwindigkeit	1,2	1,8	2,0	2,0	2,7	1,3	2,0	1,3	2,0	2,2
7.	Schwadtuchverstellung	1,2	1,5	2,0	1,3	2,0	2,5	1,7	1,7	1,3	
8.	Kurvenscheibenverstellung			1,3			3,0	3,0	3,0	1,5	
9.	Betriebsanleitung und Ersatzteilliste (Verständlichkeit)	1,6	2,0	1,0	1,7	2,0	1,3	2,0	1,7	3,5	3,0



Grafik 12: Bewertung Praxisfahrer Gesamtübersicht-Mittelwert (Benotung 1 bis 5 möglich – Schulnotensystem)

7 Schlussfolgerung

Die einzelnen Fabrikate der Schwader unterscheiden sich nicht wesentlich in der Arbeitsweise, außer Fella legt seinen Schwad auf der rechten Seite ab. Unterschiede finden sich bei der Bauweise in Gewicht, Getriebe-, Kurvenbahnausführungen (Ölbad, Fließfett) und dem Umbau Transportstellung in Arbeitsstellung. Jeder einzelne Landwirt der sich eine neue Maschine kaufen will, sollte sich vorher genau überlegen welche Zugmaschine er dafür zur Verfügung hat, welche Transportwege er benutzen muss und welche Arbeitsbreite die Maschine haben soll. Eine Aussage bezüglich Anfälligkeit die Maschinen (Verschleiß, Reparaturen) konnte nicht getestet werden, dafür waren die zur Verfügung stehende Testfläche und der zeitliche Rahmen nicht ausreichend. Die Maschinen sind als neuwertig zu betrachten und zeigen keine Mängel.

Wichtig ist wie bei jeder Maschine eine optimale Einstellung auf die zu leistende Arbeit und eine Wartung nach Vorschrift. Die Handhabung der einzelnen Geräte unterscheidet sich gering z.B. Höhenverstellung von der Firma Kuhn, Umbau Arbeits- Transportstellung von Firma Krone oder Ziegler und den Anbau mit einer Kette oder starren Oberlenker.

Ein Vergleich von Einkreiselschwadern mit Sternradchwader der Firma Tonutti ist auf Grund der unterschiedlichen Bauweise und Handhabung nicht erfolgt.

Der Sternradchwader zeigte schlechte Rechercheergebnisse bei höherer Geschwindigkeit auf unserer Versuchsfläche (viele Bodenwellen). Es war auch keine richtige Grenze zwischen der

geheuter Fläche und Fläche mit Futter ersichtlich. Es kam zu starken Ausfransungen, daher musste eine Fläche immer doppelt überfahren werden. Dies schmälert die Flächenleistung des Gerätes. Bei der Einstellung der Maschine am zweiten Versuchstag mit einer Arbeitsbreite von nur 4,5 m und einer Geschwindigkeit von 10,8 km/h liegt die Leistung nahe den Einkreiselschwadern.

Die Vorteile des Sternradschwaders liegen in der Verwendung von größeren Flächen mit wenig Ecken, oder in Ackerbaugebieten zum Rechen von Stroh oder Feldfutter wo eine schnellere Geschwindigkeit gefahren werden kann (wenig Bodenunebenheiten) und Rechverluste keine große Rolle spielen.

8 Ausblick

Die Landwirtschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert, die Betriebe werden immer größer, leistungsfähigere Maschinen werden gebraucht (Tandem-, Vierkreiselschwader). In den Gunstlagen setzt sich immer mehr der Einsatz von Ernteketten durch, Lohnunternehmer stellen ihre Maschinen zur Verfügung.. Die Betriebe, welche noch Einkreiselschwader benötigen sind meistens im Nebenerwerb geführt und mit geringer Flächenausstattung. Im Bergebiet kommt es vor allem auf das Gewicht der eingesetzten Maschinen an, um sie mit den Spezialmaschinen (Mähtrac) betreiben zu können.

Der Markt für die Einkreiselschwader wird immer kleiner so müssen sich die einzelnen Hersteller überlegen um mit speziellen Angeboten auf diese Schicht von Konsumenten einzugehen.

9 Zusammenfassung

In einem Praxistest an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden neun Einkreiselschwader und ein Radialschwader anhand verschiedenster Parameter (Rechverluste, Futterschmutzung, technische Beurteilung,...) miteinander verglichen. Eine Jury und Einsatzfahrer beurteilten die Schwader im direkten Einsatz anhand einer Checkliste.

Die Schwader waren alle mit Tandemfahrwerk und Tastrad ausgestattet.

Wichtigsten Ergebnisse – kaum Unterschiede bei den Rechverlusten, Asche, – Ausnahme Tonutti. In der technischen Beurteilung, Beleuchtung – Bauweise sehr unterschiedlich, Beleuchtung teilweise gesetzeswidrig

Wartung – von 3 bis 31 Schmiernippel

In weiterer Folge wäre eine ähnliche Untersuchung für Doppel- und Vierkreiselschwader sinnvoll.

Die Ausführungen der Maschinen hängen davon ab, wie und wo der Betrieb die Geräte einsetzen will. Hat man Flächen die sehr uneben sind, ist es von Vorteil ein Tastrad und eine Tandemachse einzusetzen, wobei man das zusätzliche Gewicht beachten sollte. Geräte verdecken oft die Beleuchtung des Zugfahrzeuges, oder haben eine Länge und Breite bei dem das Gesetz eine Beleuchtung vorschreibt. Bei Straßentransport sollte aus Sicherheitsgründen immer eine Beleuchtung montiert werden.

Das Gewicht stellt bei kleineren Traktoren und bei den Bergmaschinen eine große Herausforderung an die Hersteller. Wird die Arbeitsbreite erhöht, hat man auch ein höheres Gewicht, bei dem sich der Schwerpunkt weiter von der Zugmaschine entfernt, somit eine höhere Vorderachsbelastung gegeben ist.

In der Arbeitsweise unterscheiden sich die Einkreiselschwader gleicher Bauart und Ausführungen nicht wesentlich. Die Qualität der Recharbeit hängt von der Einstellung der Maschine, der Arbeitsgeschwindigkeit und der Drehzahl des Kreisels ab. Die Boden Anpassung wird durch die Verwendung von einem Tastrad und einer Tandemachse erhöht und somit eine feinere Abstimmung des Schwaders auf die zu bearbeitende Fläche erreicht.

10 Literatur

Wolfgang Haß 2002 dlg Test 01.02. Nadelöhr in der Bergekette: Schwader müssen zur Folgetechnik passen

topagrar: Der Schwader zeigt dem Häcksler die Hacken!, 5/2003 - Seite: 94

topagrag: Kompakter Doppelschwader mit 7 m Arbeitsbreite, 5/2002 - Seite: 88

topagrar: Futterernte: Robuste Mäher, breite Schwader, 11/2001 - Seite: 96

Frick R. und Ammann H., 2000. Futterwerbung mit dem Schwadwender. Geringere Verluste, besseres Raufutter, längere Trocknungszeit. FAT-Berichte Nr. 545.

11 Anhang

11.1 Bewertungsbogen Praxis

Name des Testfahrers:		ca. Hektar:
Machinentype: Claas		
Traktortype:		ca. Eigengewicht:
Bewertungssystem: 1 - Sehr Gut 2 - Gut 3 - Befriedigend 4 - Genügend 5 - Nicht Genügend		
	Bewertung	Bemerkung dazu
1. An- und Abbau des Gerätes		
2. Transportverhalten (Vorderachsentrastung)		
3. Umbau Transportstellung und Arbeitsstellung		
4. Einstellung des Gerätes		
5. Anpassung des Gerätes auf Bodenunebenheiten		
6. Arbeitsqualität in Abhängigkeit der Geschwindigkeit		
7. Schwadverstellung (Bedienung)		
8. Kurvenscheibenverstellung		
9. Betriebsanleitung und Ersatzteilliste (Verständlichkeit)		
10. Sonstige Bemerkungen:		

11.2 Bewertungsbogen Jury

Jurybewertungsbogen Einkeiselschwadertest 2006					
Name Jurymitglied:					
Futterart (z.B. Silage, Dürrfutter - 1./2. Schnitt):					
Benotungen: 1=sehr gut bis 5=nicht genügend					
Bewertungskriterien					Anmerkungen
	1	2	3	4	5
Recharbeit:					
Rechverluste - langsam	<input type="checkbox"/>				
Rechverluste - schnell	<input type="checkbox"/>				
Sauberkeit der Recharbeit - bleibt Futter auf der Restfläche (gering - übermäßig viel)	<input type="checkbox"/>				
Schwadablage - locker-luftig entspricht oder ist zopfig und klumpig	<input type="checkbox"/>				
Schwadform	<input type="checkbox"/>				
gleichmäßig oder einseitig und verdreht.					
Bodenanpassung	<input type="checkbox"/>				
beurteilt anhand der Rechverluste vor allem bei Unebenheiten/seitliche Anpassung					
Handhabung:					
An- u. Abbau	<input type="checkbox"/>				
leicht von einer Person durchführbar					
Arbeitstiefeneinstellung	<input type="checkbox"/>				
vom Traktor aus, mit Zentralspindel, einfach, leicht oder kompliziert u. schwergängig					
Umrüsten (Transport-/Arbeitsstellung)	<input type="checkbox"/>				

leicht u. schnell vom Traktor aus - zeitaufwendig, Zinkenarme anstecken

Arbeitsqualität am Hang:

Rechverluste

Sauberkeit der Recharbeit - bleibt Futter auf der Restfläche (gering - übermäßig viel)

11.3 Ertragsbestimmung

Tabelle 17: Ertrag Stainacher Wiese 1. Schnitt

Quadratmeter lfd. Nr.	Gewicht/m ² in gr	Einwaage TS in gr	Auswaage TS in gr	Gewicht TS/m ² in gr
1	1320	500	110	290
2	1658	500	119	395
3	1257	500	121	304
4	1980	500	120	475
5	2395	500	93	445
6	1641	500	133	437
7	1484	500	129	383
8	1365	500	129	352
		Mittelwert/m ²	119	385
		Mittelwert/ha in kg		3851,77

Tabelle 18: Ertrag Stainacher Wiese 2. Schnitt

Quadratmeter lfd. Nr.	Gewicht/m ² in gr	Einwaage TS in gr	Auswaage TS in gr	Gewicht TS/m ² in gr
1	1150	500	98	225
2	1484	500	102	303
3	1304	500	101	263
4	1152	500	103	237
5	713	500	122	174
6	938	500	110	206
7	1260	500	105	265
8	1139	500	100	228
		Mittelwert/m ²	105	238
		Mittelwert/ha in		2376,99

11.4 Bilder-, Grafik- und Tabellenverzeichnis

Bild 1: Räderstellung	20
Bild 2: Zinkenträger	20
Bild 3: Schwadtuch	20
Bild 4: Schwadtuch – Schutzbügelsicherung	21
Bild 5: Zinkenträger	22
Bild 6: Kreiselverdrehicherung	22
Bild 7: Schwadtuch hochklappen	23
Bild 8: Parallellasche - Oberlenkerführung	24
Bild 9: Kurvenscheibenverstellung	24
Bild 10: Ausbau Kurvenhebel mit Zinkenträgerlagerung	25
Bild 11: Zinkenträgerlagerung	25
Bild 12: Transportstellung - Verdrehicherung	26
Bild 13: Schwadablage	26
Bild 14: Zinkenträgerausbau	27
Bild 15: Zinkenträgerlagerung	27
Bild 16: Transportstellung	28
Bild 17: Kuhn Oberlenker	29
Bild 18: Höhenverstellung des Schwaders	29
Bild 19: Zinkenträgerausbau	30
Bild 20: Zinkenarmlagerung	30
Bild 21: Gekröpfter Zinkenträger	30
Bild 22: Schwadtuchverstellung	31
Bild 23: Obere Lagerung des Schwaders	32
Bild 24: Transportstellung	32
Bild 25: Untere Lagerung	33
Bild 26: Kurvenscheibenverstellungshebel und Zinkenträgerausbau	34
Bild 27: Zinkenträgerlagerung	34
Bild 28: Radstellung	34
Bild 29: Transportstellung	35
Bild 30: Transportfixierung	36
Bild 31: Abwinkelung der Gelenkwelle und Anbau Aufschublasche	36
Bild 32: Ausbau der Zinkenträger	36
Bild 33: Lagerung der Zinkenträger	37
Bild 34: Transportstellung	37
Bild 35: Schwadtuhsicherung	37
Bild 36: Transportstellung	38
Bild 37: Hydraulische Schwenkeinheit	39
Bild 38: Transporthöhe des Schwaders	39

Bild 39: Abstellen der Maschine	40
Bild 40: Kurvenscheibenverstellung	40
Bild 41: Zinkenform	41
Bild 42: Kurvenfahrten	42
Bild 43: Sicherung Transportstellung	42
Bild 44: Höhenverstellung der Maschine	42
Bild 45: Höhenverstellung hydraulisch	43
Bild 46: Umbau Arbeits- Transportstellung	43
Bild 47: Bereifung, Spur und Schwadbreiteneinstellung	43
Bild 48: Messung Schwadbreite und Schwadhöhe	48
Bild 49: Rechverluste	49
Bild 50: Probenentnahme zur Aschebestimmung	49
Grafik 1: Kulturartenverteilung in Österreich	4
Grafik 1: Grünlandverteilung in Österreich	4
Grafik 3: Entwicklung der österreichischen Landwirtschaft 1995-2003	5
Grafik 4: Aufteilung Berggebiet – nicht Berggebiet	5
Grafik 5: Bewirtschaftungsformen des Grünlandes	8
Grafik 6: Versuchsfläche Stainacher Wiese	13
Grafik 7: Geländere relief des Ennstales; Quelle: landwirt. Rechenzentrum; Bearb.: Th. Guggenberger	14
Grafik 8: Versuchsfläche Stainacher Wiese – Ertragsfeststellung mittels GIS-Daten (Th. Guggenberger)	44
Grafik 9: Rechverluste Gesamtübersicht (Tonutti wurde am Hochfeld nicht eingesetzt)	54
Grafik 10: Zinkenaushebung durch Form der Kurvenscheibe und Zinkenträger	58
Grafik 11: Jurybewertung Gesamt (Tonutti wurde am Hochfeld nicht eingesetzt)	63
Grafik 12: Bewertung Praxisfahrer Gesamtübersicht-Mittelwert (Benotung 1 bis 5 möglich – Schulnotensystem)	65
Tabelle 1: Zetten der Flächen	16
Tabelle 2: Technische Daten	18
Tabelle 3: 1. Schnitt Stainacher Wiese - Vergleichstest mit Traktor Steyr 370 Kompakt	46
Tabelle 4: 1. Schnitt Hochfeld - Vergleichstest mit Traktor Steyr 375 Kompakt (Frontzapfwelle Sonderausstattung)	46
Tabelle 5: Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe	47
Tabelle 6: Rechverluste und Aschbestimmungen 1. Schnitt	50
Tabelle 7: 2. Schnitt Stainacherwiese mit Traktoren Steyr 485 und 495 Kompakt welche sich nur durch ihre Motorleistung unterschieden (gleiche Bauweise und Bereifung)	51
Tabelle 8: 2. Schnitt Hochfeld mit einem Steyr 485 Kompakt	51
Tabelle 9: Arbeits-, Schwadbreite und Schwadhöhe	52
Tabelle 10: Rechverluste Stainacher Wiese 2. Schnitt	53
Tabelle 11: Technische Ausführungen der Schwader	57
Tabelle 12: Wartungsintervalle	59

Tabelle 13: <i>Bewertungen der Wartung, Bedienungs- und Ersatzteilliste (1 = sehr gut, 2 = gut; 3 = befriedigend)</i>	60
Tabelle 14: <i>Rechverluste und Aschebestimmung 1. und 2. Schnitt</i>	61
Tabelle 15a: <i>Auswertung Jurybewertung 1. Schnitt Stainacher Wiese</i>	62
Tabelle 15b: <i>Auswertung Jurybewertung 2. Schnitt Stainacher Wiese</i>	62
Tabelle 15c: <i>Auswertung Jurybewertung 2. Schnitt Hochfeld</i>	63
Tabelle 16: <i>Auswertung Fragebogen Praxistest</i>	64
Tabelle 17: <i>Ertrag Stainacher Wiese 1. Schnitt</i>	69
Tabelle 18: <i>Ertrag Stainacher Wiese 2. Schnitt</i>	69