



# **Systemvergleich verschiedener Schwadersysteme**

Diplomarbeit

aus dem/n Fachgegenstand Landtechnik und Bauen

Betreuer: DI Peter Schweiger

Außerschulischer Partner: DI Alfred Pöllinger

durchgeführt am

**LFZ Raumberg–Gumpenstein  
A–8952 Irdning, Raumberg 38**

**<http://www.raumberg-gumpenstein.at>**

vorgelegt von

**Walter Ladreiter  
Stefan Scherr**

Mai 2011



## **Vorwort**

Auf Grund des enormen technischen Fortschritts in den letzten Jahrzehnten werden die Entscheidungen bei der Maschinenanschaffung immer schwieriger. Gerade bei finanziellen Engpässen können Fehlinvestitionen weitreichende Folgen haben. In zwei Ausgiebigen Feldversuchen haben wir zwei verschiedene Schwadersysteme gegenübergestellt um deren Stärken und Schwächen offenzulegen.

Die Durchführung eines solchen Projekts wäre natürlich alleine äußerst schwierig zu bewältigen. Deshalb möchten wir uns bei allen bedanken, die uns im Zuge dieser Diplomarbeit zur Seite gestanden haben:

Als erstes seinen hier unser Betreuungslehrer DI Peter Schweiger und unser Außerschulischer Partner DI Alfred Pöllinger genannt. Ohne ihre fachliche Kompetenz und Hilfsbereitschaft wäre diese Arbeit wohl nie zustande gekommen.

Unser weiterer Dank geht natürlich auch an Hubert Scherr, der seinen landwirtschaftlichen Betrieb als Versuchsfläche zur Verfügung stellte, und Ing. Johannes Paar vom „Fortschrittlichen Landwirt“, er koordinierte den gesamten Versuchsablauf und sorgte für die Bereitstellung der Maschinen.

Zu guter Letzt möchten wir uns noch bei Herrn Herbert Buchgraber für die Mithilfe bei den Feldversuchen und bei Frau Elisabeth Schwab für die Bonitureinschulung bedanken.

Ein herzliches Dankeschön für die gute Zusammenarbeit!



## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Literatur .....	5
1.1 Die Erntekette im Grünland .....	5
1.1.1 Mahd .....	6
1.1.2 Futterwerbung .....	7
1.1.3 Futterbergung .....	13
2. Problemstellung .....	15
3. Material und Methoden .....	16
3.1 Versuchsflächen .....	16
3.2 Pflanzenbestand und Ertrag .....	18
3.2.1 Bestandesbonitierung .....	18
3.2.2 Ertragsbestimmung .....	24
3.3 Die Versuchsgeräte .....	25
3.3.1 Daten zu Pöttinger EUROTOP 461 N (Einkreiselschwader) .....	25
3.3.2 Daten zu Pöttinger EUROTOP 691 A (Zweikreiselschwader) .....	27
3.3.3 Die Zugmaschine .....	29
3.4 Die Versuchsdurchführung .....	29
3.4.1 Rechverlustbestimmung .....	29
3.4.2 Futtermverschmutzung .....	30
3.4.3 Arbeitsgeschwindigkeit .....	31
4. Ergebnisse und Diskussion .....	32
4.1 Rechverluste .....	32
4.1.1 Zusammenhang zwischen Schwadsystem und Rechverlusten .....	33
4.1.2 Unterschied zwischen den Rechverlusten der Ebene und der Mulde .....	34
4.1.3 Zusammenhang von Rechverlust und Geschwindigkeit .....	35
4.1.4 Zusammenhang von Rechverlust und Schnitt .....	36
4.1.5 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Bodenoberfläche .....	37



4.1.6 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Geschwindigkeit .....	38
4.2 Futtermverschmutzung .....	39
4.2.1 Zusammenhang von Futtermverschmutzung und Schwadsystem .....	40
4.2.2 Zusammenhang von Futtermverschmutzung und Schnitt .....	41
4.2.3 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Schnitt .....	42
4.3 Arbeitszeiterhebungen .....	43
4.4 Kostenvergleich .....	44
4.4.1 Berechnung des Break Even Points .....	45
4.4.2 Interpretation des Break Even Points .....	46
5. Zusammenfassung .....	47
6. Abstract .....	48
7 Literatur- und Quellenverzeichnis .....	49
8 Abbildungs-, Diagramm- und Tabellenverzeichnis .....	50



## 1. Einleitung und Literatur

Bereits mehr als die Hälfte der Grünlandbetriebe in Österreich ist im Nebenerwerb, sie können also nicht sonderlich viel Zeit zur Bewirtschaftung ihrer Flächen aufbringen. Durch das Sinken der Betriebsanzahl haben die übrigen Betriebe oftmals sehr große Flächen zu bewirtschaften. So ergibt sich die Tatsache, dass dieses Problem durch die Landtechnik ausgeglichen werden muss – und das in Form von höheren Flächenleistungen. Im Gegenzug wachsen auch die Qualitätsanforderungen.

Das heutige Ziel der Grünlandbewirtschaftung besteht, neben Erhaltung des Landschaftsbildes, darin, Futter mit hohem Energie- und Rohproteingehalt möglichst schnell, sauber und schonend zu ernten.

Die im Grünland eingesetzten Maschinen sollen leistungsfähig sein, gleichzeitig aber auch den Boden sowie das Erntegut schonen. Die Ernte sollte kostengünstig ablaufen, Verluste sind zu minimieren. Die verwendeten Maschinen und Geräte müssen aufeinander abgestimmt sein. Auch ein Mangel an Arbeitskräften muss durch die Mechanisierung kompensiert werden. Durch schnelleres Durchführen der Arbeitsschritte vermindern sich auch Wetterrisiken.

### 1.1 Die Erntekette im Grünland

Die Erntekette in der modernen Grünlandbewirtschaftung lässt sich in folgende drei Bereiche gliedern:

- Mahd
- Futterwerbung
- Futterbergung



### 1.1.1 Mahd

Die Grünlanderntekette beginnt mit der Mahd. Auch gerade deswegen ist die Mähtechnik ein äußerst sensibler Bereich. Mähwerke müssen für verschiedene Bedingungen verstellbar sein (Schnitthöhe). Die Mahd soll schnell und störungsfrei verlaufen, auch am Hang und an Böschungen, gemähte Schwaden dürfen nicht vom Traktor überfahren werden, ein glatter Schnitt ist wünschenswert.

Grundsätzlich unterscheidet man bei Mähwerken zwischen Finger- und Doppelmessermähwerken und Kreiselmäähwerken. Finger- und Doppelmessermähwerke sind in ihrer Leistungsfähigkeit sehr beschränkt, neigen häufig zu Verstopfungen und sind außerdem relativ aufwendig zu warten. Sie finden deshalb in der modernen Landwirtschaft praktisch keine Verwendung mehr als Traktormähwerke. Sie bewähren sich jedoch auch heute noch bei der Bewirtschaftung von Steilflächen, wo sie beim Motormäher und beim Mähtrac zum Einsatz kommen. Auch für die Leguminosen- und Getreideernte werden sie bei Mähdreschern verwendet.

Bei den Kreiselmäähwerken unterscheidet man zwischen Trommelmäähwerken, Scheibenmäähwerken und Schlegelmäähwerken. Letztere finden ihre Verwendung fast ausschließlich in der Landschafts- und Weidepflege.

Eine besondere Relevanz für die Grünlandbewirtschaftung spielen im eigentlichen Sinne nur mehr Scheiben- und Trommelmäähwerke. Sie erlauben Arbeitsgeschwindigkeiten von bis zu 15km/h. Durch den Einsatz von verschiedenen Mähwerkskombinationen werden auch erhebliche Arbeitsbreiten von bis zu 10m erreicht. (vgl. SCHÖN 1998)



Abbildung.1.1: Mähwerkskombination von Pöttinger ([www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))

### 1.1.2 Futterwerbung

Die Futterwerbung umfasst drei Arbeitsschritte:

- Zetten
- Wenden
- Schwaden



### **1.1.2.1 Zetten und Wenden**

Unter Zetten versteht man das Ausbreiten des Mähschwades, Wenden hingegen bedeutet, wie der Name schon sagt, das Umwenden des Ernteguts. Hierbei wird ein schnelles Anwelken des Futters gefördert, welches für nachfolgende Konservierungsmaßnahmen nötig ist. Für beide Arbeitsschritte werden Kreiselzettwender eingesetzt, separate Geräte sind nicht wirtschaftlich.

Kreiselzettwender sollen das Futter gleichmäßig wenden und lockern, jedoch ohne es zu verschmutzen. Der richtige Abstand der Kreisel zum Boden ist daher sehr wichtig. Da die optimale Fahrgeschwindigkeit bei diesem Gerät bei ca. 6km/h liegt, sollte die Arbeitsbreite dementsprechend größer sein als die des Mähwerkes. (vgl. SCHÖN 1998)



**Abbildung .1.2: Zettwender von Pöttinger mit acht Kreiseln ([www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))**





### **1.1.2.2 Schwaden**

Mit dem Abschnitt der Grünlanderntekette wollen wir uns hier etwas ausführlicher beschäftigen, da sich diese Arbeit hauptsächlich mit der Problematik des Schwadens befasst.

Generell versteht man unter dem Begriff „*Schwaden*“ das Zusammenlegen des Mähguts, um die Aufnahme durch Erntegeräte zu ermöglichen. Hier entsteht ein sogenannter *Schwad*. Je nach Erntetechnik sind verschiedene Schwadbreiten erforderlich: Bei der Ernte mittels Ladewagen oder Ballenpresse sind Schwaden von ca. 1m Breite optimal, für den Einsatz von Selbstfahrhäckslern sind bis zu 2m erwünscht.

Im Laufe der Zeit wurden verschiedenste Konzepte zum Schwaden entwickelt. Der Sternradrechwender, der Kreiselschwader und der Rotorschwader sind als reine Schwader konzipiert, Kombi-Kreisel und Bandrechwender können sowohl zum Zetten, Wenden als auch zum Schwaden verwendet werden. Auf Grund der heutigen Anforderung nach hoher Schlagkraft und schonender, sauberer Futterbehandlung haben sich Kreiselschwader innerhalb der letzten 30 Jahre gegen alle anderen Systeme eindeutig durchgesetzt. (vgl. SCHÖN 1998)

#### **Kreiselschwader:**

##### **Einkreiselschwader:**

Einkreiselschwader arbeiten mit Hilfe eines horizontal rotierenden Kreisels, an dem meist 7 bis 14 Zinkenarme angebracht sind. Diese Zinkenarme werden durch ein Rollensystem in der Nabe des Kreisels so geführt, dass sich die Zinken im Zuge einer Umdrehung senken, das Mähgut aufnehmen und es anschließend durch Anheben der Zinken in den Schwadformer werfen. Der Schwadformer befindet sich an der Seite des Geräts und ist entweder als Rechen oder Auffangtuch ausgeführt. Bei so gut wie allen Kreiselschwadern lässt sich durch das Ein- und Ausfahren des Schwadformers die Schwadbreite verstellen. Obwohl



es auch Frontschwader für steilere Flächen gibt, überwiegt doch eindeutig der Teil der Heckschwader. Die Anbringung am Traktor erfolgt meist durch Dreipunktanbau oder auch durch Aufsatteln. Viele Schwader verfügen zusätzlich über einen Schwenkbock, welcher die Kurvenanpassung verbessert und das Ausscheren vermindert. Als Fahrwerk sind Tandemachsen mit breiter Ballonbereifung ideal, da sie sich durch eine gute Bodenadaptation auszeichnen und das Gerät ruhig nachlaufen lassen. Für den Transport wird der Einkreiselschwader einfach angehoben, bzw. werden nachgezogene Geräte durch hydraulische Achsen ausgehoben. (vgl. SCHÖN 1998)

### **Zweikreiselschwader**

Zweikreiselschwader arbeiten mit derselben Technik wie Einkreiselschwader, bei diesen Geräten kommen jedoch zwei oder mehrere Kreisel zum Einsatz, wodurch wesentlich höhere Arbeitsbreiten erreicht werden. Auf Grund ihrer Größe und ihres Gewichts werden Mehrkreiselschwader immer aufgesattelt. Man unterscheidet zwischen Seitenschwader und Mittelschwader. (vgl. SCHÖN 1998)

### **Seitenschwader**

Die Seitenschwader legen die Schwaden, wie auch Einkreiselschwader, auf der Seite ab. Sie verfügen meist über zwei, seltener auch über drei Kreisel. Bei Seitenschwadern ohne eigenes Fahrwerk sind die Schwadkreisel mit einer hydraulisch gesteuerten Tragachse verbunden. Durch das Schwenken der Tragachse kann die Arbeitsbreite sehr einfach reguliert werden. Auch der Wechsel zur Transportstellung geht durch das Hintereinanderstellen der Kreisel und Ausheben des Geräts mittels hydraulischen Tandemachsen schnell vonstatten. Zudem stellt diese Variante die kostengünstigere der ohnehin teuren Seitenschwader dar. Wesentlich wendiger und besser für den Straßentransport geeignet sind Seitenschwader mit eigenem Fahrwerk. Hier sind zwei bis drei Kreisel schräg hintereinander angeordnet und können zum Transport hochgeklappt werden. Mit Hilfe von Seitenschwadern ist es, ebenso wie mit



Einkreiselschwadern, möglich, Schwaden zusammenzulegen sowie Nachtschwaden zu bilden. Ein wesentlicher Nachteil ist, dass das Mähgut über eine relativ weite Distanz gereicht wird. So kommt es zu leicht erhöhten Bröckelverlusten. (vgl. SCHÖN 1998)

### **Mittelschwader**

Die Mittelschwader legen, wie der Name schon vermuten lässt, den erzeugten Schwad in der Mitte des Geräts ab. Sie verfügen über ein eigenes Fahrwerk und verlangen dem Traktor als Zweikreiselschwader relativ wenig Leistung ab. Für den Transport werden die Kreisel seitlich mittels Hydraulik hochgeklappt. Sie verfügen über zwei, vier oder sechs Kreisel. Ausführungen mit vier und sechs Kreiseln werden als Großflächenschwader bezeichnet. Sie stellen die leistungsfähigste Variante aller Schwader dar, sind aber nur für sehr große Betriebe in Gunstlagen interessant. Mittelschwader sind im Verhältnis zu Seitenschwadern um einiges günstiger und formen exaktere Schwaden, offenbaren jedoch vor allem in niedrigeren Ertragslagen ihre Schwächen: Durch die Ablage in der Mitte ist es unmöglich, mehrere Schwaden zu einem größeren Schwad zusammenzulegen. Außerdem können Mittelschwader keine Nachtschwaden anlegen. (vgl. SCHÖN 1998)



Abbildung 1.3: Einkreiselschwader Pöttinger 461N ([www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))



Abbildung 1.4: Zweikreiselschwader Pöttinger 691A ([www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))



Abbildung 1.5: Zweikreisel-Mittelschwader von Pöttinger ([www.poettinger.at](http://www.poettinger.at))



### 1.1.3 Futterbergung

Dieser Arbeitsschritt umfasst das Laden, den Transport und schließlich das Lagern des Futters. Man unterscheidet zwischen:

- Lang- und Schnittgutverfahren
- Ballenkette
- Kurzgutkette

Der letzte Arbeitsschritt der Grünlanderntekette sollte, ebenso wie die anderen, mit großer Schlagkraft und möglichst störungsfrei und verlustarm ablaufen. (vgl. SCHÖN 1998)

#### *1.1.3.1 Lang- und Schnittgutverfahren*

Für dieses Verfahren wird ein Ladewagen als Erntegerät verwendet. Ladewägen eignen sich hervorragend für den Einsatz bei Heu, Silage, Rübenblatt, und weiteres. Aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sind sie auf beinahe jedem Grünlandbetrieb aufzufinden. Bezüglich des Fahrwerks gibt es verschiedene Varianten: vom Hochlader, Tieflader über den Großraumladewagen bis hin zum Ladewagenaufbau für Transporter. Aus Sicherheitsgründen und zur Verbesserung der Hangtauglichkeit sollte jeder Ladewagen über eigene Bremsen verfügen. Hierzu eignen sich für kleinere Modelle Seilzug- und Auflaufbremsen, für größere Geräte sollten pneumatische oder hydraulische Bremsen verwendet werden. Je nach Förderungsmethode werden Schwingenförder- und Rotorladewägen unterschieden. Erstere sind günstiger und sowohl für Heu, Silage und Stroh geeignet. Die teureren Rotoren bringen mehr Ladeleistung und sind eher für Anweilensilage geeignet. Am Ende dieser Kette wird das Grundfutter entweder direkt mit dem Ladewagen in den Fahrsilo oder in der Scheune abgelegt, oder mittels Gebläse oder Heukran eingelagert. (vgl. SCHÖN 1998)



### **1.1.3.2 Ballenkette**

Hierbei erfolgt die Futterbergung mit Hilfe einer Rundballenpresse. Das Futter wird zu einem festen Ballen verdichtet und anschließend mit Seilen oder Netzen fixiert. Heuballen können nach diesem Arbeitsschritt sofort abtransportiert und gelagert oder verwendet werden. Um Silage zu erzeugen, müssen die Ballen zur Konservierung noch mittels eines Ballenwickelgeräts mit Folie eingewickelt werden. (vgl. SCHÖN 1998)

### **1.1.3.3 Kurzgutkette**

Bei der Kurzgutkette wird das Futter von einem Feldhäcksler aufgenommen und zerkleinert. Bei dieser Arbeit wird ein schütffähiges Erntegut (Häcksel) erzeugt. Die Anforderungen an den Feldhäcksler belaufen sich vor allem auf kürzeste Häcksellängen und höchste Schlagkraft. Das erzeugte Futter wird anschließend siliert (Hoch- oder Fahrsilo) oder frisch verfüttert. (vgl. SCHÖN 1998)





## 2. Problemstellung

Da in Österreich in der heutigen Grünlandbewirtschaftung die Tendenz der Strukturen der einzelnen Neben- und auch Haupterwerbsbetriebe immer mehr an Größe zunimmt, werden zunehmend mehr Landwirte vor schwierige finanzielle Entscheidungen gestellt. Für viele der bäuerlichen Betriebe ist Fremdmechanisierung schon längst Realität, aber gerade im Sektor der Schwadbereitung steckt diese noch in den Anfängen. Die meisten Landwirte besitzen einen eigenen Schwader und wollen auch in Zukunft weiterhin über ein eigenes Gerät verfügen. Gerade bei kritischen Betriebsgrößen oder wenn Zugmaschinen mit mittlerer Motorenleistung am Hof vorhanden sind, kommen die Betriebsführer oft in eine Zwickmühle. Es ist sehr schwer, sich zwischen Einkreisel- und Zweikreiselschwadern zu entscheiden. Um den Landwirten diese Entscheidung etwas leichter zu machen untersuchen wir im Zuge dieser Diplomarbeit die einzelnen Vor- und Nachteile der uns von Pöttinger zur Verfügung gestellten Schwader und stellen uns die Frage: Wie verhalten sich Einkreisel- oder Zweikreiselschwader in Bezug auf Futtermverschmutzung und Rechverluste?



### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Versuchsflächen

Die Versuche wurden am Betrieb von Hubert Scherr vulgo Valent in St. Martin am Wöllmißberg, Bezirk Voitsberg, durchgeführt. Gearbeitet wurde auf den Feldschlägen „Koger“ (Versuchsfläche 1) und „Neubuch“ (Versuchsfläche 2). Diese Flächen eigneten sich hervorragend zur Bestimmung der Rechverluste und der Futtermverschmutzung, da sie einen weitgehend homogenen Bestand aufwiesen und über kleinere Unebenheiten verfügten. Die Versuche fanden beim zweiten und vierten Schnitt statt.

Versuchsfläche 1:

Feldstück: „Koger“

Größe: 8,05 ha

Grundstücksnummern: 372/1, 372/3



Abbildung 3.1 Sattelitenbild „Koger“ ([www.gis.steiermark.at](http://www.gis.steiermark.at))

Versuchsfläche 2

Feldstück „Neubruch“

Größe: 2,44 ha

Grundstücksnummern: 354/1, 355/1 355/5



Abbildung 3.2 Sattelitenbild „Neubruch“ ([www.gis.steiermark.at](http://www.gis.steiermark.at))



## **3.2 Pflanzenbestand und Ertrag**

Für die Versuchsflächen wurden jeweils vor der Mahd die Erträge bestimmt sowie die Bestände bonitiert. An der Forschungsanstalt in Gumpenstein besuchten wir zuerst eine Bonitureinschulung von Frau Elisabeth Schwab. Bei den Bestandes- und Ertragserhebungen auf den Versuchsflächen stand uns Herbert Buchgraber, der Leiter der Außenstelle des LFZ Raumberg-Gumpenstein in Piber, zur Seite.

### **3.2.1 Bestandesbonitierung**

Bei einem Rundgang über das Feld verschafften wir uns einen ersten Eindruck über den Pflanzenbestand. Dabei kamen wir zum Entschluss, die Versuchsfläche 1 in Ost und Westhälfte aufzuteilen, da die westliche Hälfte einen höheren Ampferanteil aufwies. Als Grenze diente uns eine leichte Mulde, die ungefähr durch die Mitte des Feldes verläuft.

Danach führten wir die prozentuale Schätzung der Gräser-, Kräuter- und Leguminosenanteile in Bezug auf ihr Gewicht durch. Nach dieser Grobbestimmung listeten wir alle auf dem Feld vorhandenen Pflanzenarten auf und schätzten deren Anteil. So wurden auch die Hauptbestandbilder ersichtlich. Dabei kamen wir zu den Daten, die in den folgenden Seiten aufgelistet sind.

**2.Schnitt:****Feldstück 1 (Koger), Bonitierung am 02.07.2010**

Osthälfte:

Grobbestimmung:

Projektive Deckung	99%
Gräser	65%
Leguminosen	18%
Kräuter	17%

Feinbestimmung:

<b>Gräser</b>	<b>65%</b>
Goldhafer	21%
Englisches Raygras	8%
Italienisches Raygras	8%
Knautgras	6%
Wiesenschwingel	4%
Wiesenlieschgras	3%
Glatthafer	3%
Wiesenfuchsschwanz	1%
Kammgras	1%

<b>Leguminosen</b>	<b>18%</b>
Weißklee	15%
Rotklee	2%
Wiesenplatterbse	1%

<b>Kräuter</b>	<b>17%</b>
Spitzwegerich	3%
Löwenzahn	3%
Schafgarbe	3%
Scharfer Hahnenfuß	3%
Stumpfblättriger Ampfer	2%
Pippau	1%
Kuckuckslichtnelke	1%
Gänseblümchen	1%

**Tabelle 3.1 Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Koger Osthälfte**

Westhälfte:

Grobbestimmung:

Projektive Deckung	99%
Gräser	57%
Leguminosen	25%
Kräuter	18%

Feinbestimmung:

<b>Gräser</b>	<b>57%</b>
Goldhafer	20%
Knautgras	8%
Wiesenrispe	8%
Englisches Raygras	5%
Italienisches Raygras	5%
Wiesenschwingel	4%
Wiesenfuchsschwanz	3%
Glatthafer	3%
Wiesenlieschgras	3%

<b>Leguminosen</b>	<b>25%</b>
Weißklee	20%
Rotklee	4%
Wiesenplatterbse	1%

<b>Kräuter</b>	<b>18%</b>
Stumpfblättriger Ampfer	7%
Löwenzahn	3%
Schafgarbe	2%
Spitzwegerich	2%
Scharfer Hahnenfuß	2%
Klappertopf	0,5%
Pippau	0,5%
Kuckuckslichtnelke	0,5%
Gänseblümchen	0,5%

Tabelle 3.2 Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Koger Westhälfte

## Feldstück 2 (Neubruch), Bonitierung am 03.07.2010

Grobbestimmung:

Projektive Deckung	99%
Gräser	61%
Leguminosen	21%
Kräuter	18%

Feinbestimmung:

<b>Gräser</b>	<b>61%</b>
Goldhafer	16%
Englisches Raygras	16%
Glatthafer	8%
Italienisches Raygras	8%
Wiesenrispe	6%
Wiesenschwingel	4%
Knautgras	1%
Wiesenlieschgras	1%

<b>Leguminosen</b>	<b>21%</b>
Weißklee	17%
Rotklee	4%

<b>Kräuter</b>	<b>18%</b>
Stumpfblättriger Ampfer	7%
Löwenzahn	3%
Scharfer Hahnenfuß	2%
Spitzwegerich	2%
Vogelwicke	1%
Kuckuckslichtnelke	1%
Sauerampfer	1%
Gänseblümchen	1%

**Tabelle 3.3 Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Neubruch**

**4. Schnitt:****Feldstück 1 (Koger), Bonitierung am 08.10.2010:**

Osthälfte:

Grobbestimmung:

Projektive Deckung	99%
Gräser	65%
Leguminosen	19%
Kräuter	0%

Feinbestimmung:

<b>Gräser</b>	<b>65%</b>
Goldhafer	23%
Italienisches Raygras	14%
Englisches Raygras	12%
Glatthafer	5%
Knaulgras	4%
Wiesenschwingel	3%
Wiesenlieschgras	3%

<b>Leguminosen</b>	<b>19%</b>
Weißklee	17%
Rotklee	2%

<b>Kräuter</b>	<b>16%</b>
Stumpfblättriger Ampfer	5%
Spitzwegerich	3%
Löwenzahn	2%
Scharfer Hahnenfuß	2%
Pippau	2%
Gänseblümchen	1%
Schafgarbe	1%

**Tabelle 3.4 Bestandesbonitierungsergebnisse 4.Schnitt Koger Osthälfte**



Westhälfte:

Grobbestimmung:

Projektive Deckung	99%
Gräser	58%
Leguminosen	23%
Kräuter	13%

Feinbestimmung:

<b>Gräser</b>	<b>58%</b>
Goldhafer	20%
Italienisches Raygras	13%
Englisches Raygras	10%
Glatthafer	5%
Knautgras	4%
Wiesenschwingel	3%
Wiesenlieschgras	3%

<b>Leguminosen</b>	<b>23%</b>
Weißklee	20%
Rotklee	3%

<b>Kräuter</b>	<b>19%</b>
Stumpfblättriger Ampfer	5%
Spitzwegerich	4%
Scharfer Hahnenfuß	3%
Löwenzahn	3%
Pippau	1%
Gänseblümchen	1%
Schafgarbe	1%
Kuckuckslichtnelke	1%

**Tabelle 3.5 Bestandesbonitierungsergebnisse 4.Schnitt Koger Westhälfte**

Da beim zweiten Versuchsdurchgang (4.Schnitt) alle Proben am ersten Feldstück durchgeführt werden konnten, wurde die zweite Fläche kein zweites Mal bonitiert.

### 3.2.2 Ertragsbestimmung

Der Ertrag wurde ausschließlich auf der Versuchsfläche 1 (Koger) festgestellt, die Versuchsfläche 2 (Neubruch) diente uns nur zum Erheben der Futtermverschmutzung beim 2. Schnitt, hierbei ist der Ertrag von geringerer Relevanz.



**Abbildung 3.3 Ertragsbestimmung (Eigenfoto)**

Für die Ertragsbestimmung wurden für jeden Versuchsdurchgang sechs Proben zu je einem Quadratmeter entnommen. Die Proben wurden zufällig über das Feld verteilt um den Gesamtbestand der Fläche widerzuspiegeln. Jede Probe wurde mit Hilfe eines Quadratmeterrahmens und einer Gartenschere auf ca. 5cm abgeschnitten und anschließend eingewogen. Anschließend wurden je drei Proben vermengt und davon wiederum mit einem Probestecher jeweils ca. 0,5kg entnommen. Diese Proben wurden auf Heugewicht getrocknet, dazu wurden die Proben in einem Gebäude der Außenstelle Piber auf einem Dachboden bei guter Belüftung und hoher Temperatur getrocknet.

### 3.3 Die Versuchsgeräte

Die beiden zum Vergleich verwendeten Schwader wurden von PÖTTINGER Landtechnik zur Verfügung gestellt. Es handelt sich hierbei um den Einkreiselschwader Pöttinger EUROTOP 461N und den Zweikreiselseitenschwader Pöttinger EUROTOP 691A.

#### 3.3.1 Daten zu Pöttinger EUROTOP 461 N (Einkreiselschwader)

Kreiselmanzahl	1
Anbau	Dreipunktaufhängung mit Schwenkbock
Anzahl der Zinkenarme pro Kreisel	12
Anzahl der Doppelzinken pro Zinkenarm	4
Kreiseldurchmesser	3,60m
Arbeitsbreite	Bis 4,6m
Arbeitslänge	4,10m
Maschinenbreite in Arbeitsstellung ohne Fangtuch	3,72m
Schwadablage	Links
Schwadbreite	0,60-1,60m
Transportbreite hochgeklappt	2,40m
Transportlänge	3,30m
Höhenverstellung	Kurbel
Höhe maximal	1,45m
Erforderliche Antriebsleistung	Ab 35 KW (50 PS)
Gewicht mit Gelenkwelle	650kg
Zapfwellendrehzahl max. U/min	450
Gelenkwellenüberlastsicherung	550Nm (55kpm)
Fahrwerk	Tandemfahrwerk (und Tastrad vor dem Kreisel)
Tandembereifung	16x6,5-8 4 Ply rating
Luftdruck in den Reifen	1-1,5bar
Theoretische Flächenleistung bei 8 km/h	3,68ha
Theoretische Flächenleistung bei 12 km/h	5,52ha

**Tabelle 3.6 Technische Daten Eurotop 461N (PÖTTINGER)**



**Abbildung 3.4 EUROTOP 461N (PAAR)**

Der Pöttinger EUROTOP 461N ist ein Einkreiselschwader, der für kleine bis mittelgroße Betriebe gedacht ist. Durch sein Multitastrad ist er sehr gut an den Boden angepasst. Somit verspricht er auch eine gute Einsetzbarkeit in unebenem Gelände. Durch die Dreipunktaufhängung ist er einfach zu transportieren, aber dank dem Schwenkkopf nicht starr an die Zugmaschine gebunden.



**Abbildung 3.5 EUROTOP 461N (PAAR)**



### 3.3.2 Daten zu Pöttinger EUROTOP 691 A (Zweikreiselschwader)

Kreiselanzahl	2
Anbau	Deichsel (nachgezogen)
Anzahl der Zinkenarme pro Kreisel	12
Anzahl der Doppelzinken pro Zinkenarm	4
Kreiseldurchmesser bei beiden Kreiseln	3,30m
Arbeitsbreite	4,20-6,90m
Arbeitslänge	7,50-8,60m
Maschinenbreite in Arbeitsstellung ohne Fangtuch	3,30-6m
Zulässige Transporthöchstgeschwindigkeit	40km/h
Transportbreite	2,40m
Transportlänge	7,70m
Höhe maximal	2,10m
Erforderliche Antriebsleistung	Ab 35 KW (50 PS)
Gewicht mit Gelenkwelle	1550kg
Zapfwellendrehzahl max. U/Min	540
Gelenkwellenüberlastsicherung	800Nm (80kpm)
Tandembereifung	18x8,5-8 6 Ply rating
Luftdruck in den Reifen	1,5-2bar
Fahrwerk	2 Tandemfahrwerke (und Tastrad vor jedem Kreisel)
Schwadablage	Links
Schwadbreite	0,60-1,60m
Höhenverstellung	Spindel
Theoretische Flächenleistung bei 8 km/h	3,36-5,52ha
Theoretische Flächenleistung bei 12 km/h	5,04-8,82ha

**Tabelle 3.7 Technische Daten Eurotop 691 A(PÖTTINGER)**



**Abbildung 3.6 EUROTOP 691A (PAAR)**

Der Pöttinger EUROTOP 691N ist ein Zweikreiselschwader mit Seitenablage. Er ist vor allem für mittelgroße Betriebe geeignet. Dieser Schwader ist mit zwei modernen Multitraßern ausgestattet, somit wird jeder einzelne Kreisel separat an die Unebenheiten des Bodens angepasst. Der 691A bewältigt mit seiner Arbeitsbreite auch größere Flächen in kurzer Zeit. Trotz seiner Größe ist er aber ziemlich schnell einsatzbereit.



**Abbildung 3.7 EUROTOP 691A (PAAR)**

### 3.3.3 Die Zugmaschine

Für alle von uns durchgeführten Versuche wurde ein John Deere 5080R verwendet, da diese Maschine auf dem Versuchsbetrieb in St. Martin vorhanden war. Diese Maschine hat eine Leistung von 80 Pferdestärken.



Abbildung 3.8 Traktor (PAAR)

## 3.4 Die Versuchsdurchführung

Am Anfang der Versuche wurden mit jedem Versuchsgerät zunächst zwei Doppelschwaden mit einer Fahrgeschwindigkeit von 8km/h und danach jeweils ein Doppelschwad mit einer Fahrgeschwindigkeit von 12km/h gebildet. Die Schwadlängen wurde mit Hilfe eines Messrades ermittelt. Als Nächstes wurden Rechverlust- und die Futtermverschmutzungsproben entnommen.

### 3.4.1 Rechverlustbestimmung

Entlang der Schwaden grenzten wir mehrere Flächenstücke mit Hilfe eines Quadratmeterrahmens ein. Beim Versuch am 05.07.2010 wurden für jedes Versuchsgerät vier Proben mit 8km/h auf ebenem Gelände, vier Proben mit 8km/h auf dem unebenen Versuchsfeld 2 und vier Proben mit 12km/h auf ebener Fläche entnommen. Da uns die Unterschiede dieses Versuches nicht signifikant erschienen, trafen wir die Entscheidung,



Abbildung 3.9 Rechverluste (PAAR)



die Probenanzahl auf der Ebene zu verdoppeln. Außerdem war es uns beim 2. Versuch am 12.10.2010 aufgrund besserer Versuchsvorbereitung möglich, die Versuchsfläche 2 durch die Mulde der Versuchsfläche 1 zu ersetzen. Auf den vorher angesprochenen Quadratmetern sammelten wir das zurückgelassene Futter mit einem Laubrechen peinlichst genau ein.

Diese Futterrückstände wurden in Plastikbeutel eingewogen, luftdicht verschlossen und sorgfältig etikettiert. Zur genauen Untersuchung brachten wir diese Proben in das Labor der Forschungsstation des Lehr und Forschungszentrums Raumberg-Gumpenstein. Dort wurden sie von den zuständigen Mitarbeitern ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden an uns weitergeleitet.



Abbildung 3.10 Waage (PAAR)

### 3.4.2 Futterverschmutzung

Die Futterverschmutzungsversuche wurden nur bei einer Fahrgeschwindigkeit von 8km/h durchgeführt. Um den Grad der Futterverschmutzung durch die Versuchsgeräte festzustellen, wurden in der Mulde mit einem Probestecher Futterproben direkt aus den Schwaden gestochen. Pro Versuchsgerät wurden vier Proben entnommen und zu je 200g



Abbildung 3.11 Ascheproben (PAAR)



eingewogen. Diese Proben wurden in Papiertüten verpackt, ebenfalls etikettiert und in die Forschung gebracht. Dort wurde der Rohaschegehalt in Gramm pro Kilogramm Trockenmasse festgestellt, da dieser als Indikator für die Verschmutzung gilt. Die Ergebnisse, diese zur Errechnung der Futtermverschmutzung notwendig sind, wurden an uns weitergegeben.

### **3.4.3 Arbeitsgeschwindigkeit**

Um die Arbeitsgeschwindigkeit der beiden Systeme vergleichen zu können stoppten wir wie lange ein Schwader für einen Doppelschwad brauchte. Außerdem führte der Landwirt Aufzeichnungen, welche Zeit er mit einem Gerät für eine bestimmte Fläche benötigte.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Rechverluste

Alle Ergebnisse unserer Versuche bezüglich der Rechverluste sind in folgender Tabelle enthalten. Die Werte wurden mit Hilfe eines Computerprogramms, welches speziell zur Statistikberechnung dient, errechnet.

Versuchsparameter		Mittelwert	Anzahl der Proben	P-Wert
System	Einkreiselschwader	46,8	36	0,0039
	Zweikreiselschwader	32,5	35	
Lage	Ebene	14,3	48	0,0000
	Mulde	64,9	23	
Geschwindigkeit	8 km h <sup>-1</sup>	42,5	39	0,2106
	12 km h <sup>-1</sup>	36,8	32	
Schnitt	2. Schnitt	45,0	23	0,0277
	4. Schnitt	34,3	48	
Wechselwirkungen				
SystemxLage	EinkreiselschwaderxEbene	15,5	24	0,0141
	EinkreiselschwaderxMulde	78,1	12	
	ZweikreiselschwaderxEbene	13,2	24	
	ZweikreiselschwaderxMulde	51,8	11	
SystxGeschw.	Einkreiselschwaderx8km h	51,9	20	0,3103
	Einkreiselschwaderx12 km h	41,6	16	
	Zweikreiselschwaderx8 km h	33,1	19	
	Zweikreiselschwaderx12 km h	31,9	16	

Tabelle 4.1 Statistische Auswertung Rechverluste

#### 4.1.1 Zusammenhang zwischen Schwadsystem und Rechverlusten

Die Gegenüberstellung von Schwadsystem und Rechverlusten zeigt die Korrelation des gewählten Schwadsystems, das heißt Einkreiselschwader und Zweikreiselschwader, und der Summe aller entnommenen Rechverlustproben (8km/h, 12km/h, Mulde und beide Schnitte). Wir kamen zu dem Ergebnis, dass bei Verwendung des Zweikreiselschwaders hochsignifikant weniger Rechverluste auftreten als bei Verwendung des Einkreiselschwaders. Dies liegt vor allem daran, dass die Kreisel des Zweikreiselschwaders einen geringeren Durchmesser haben und somit deren Zinken auch langsamer rotieren.

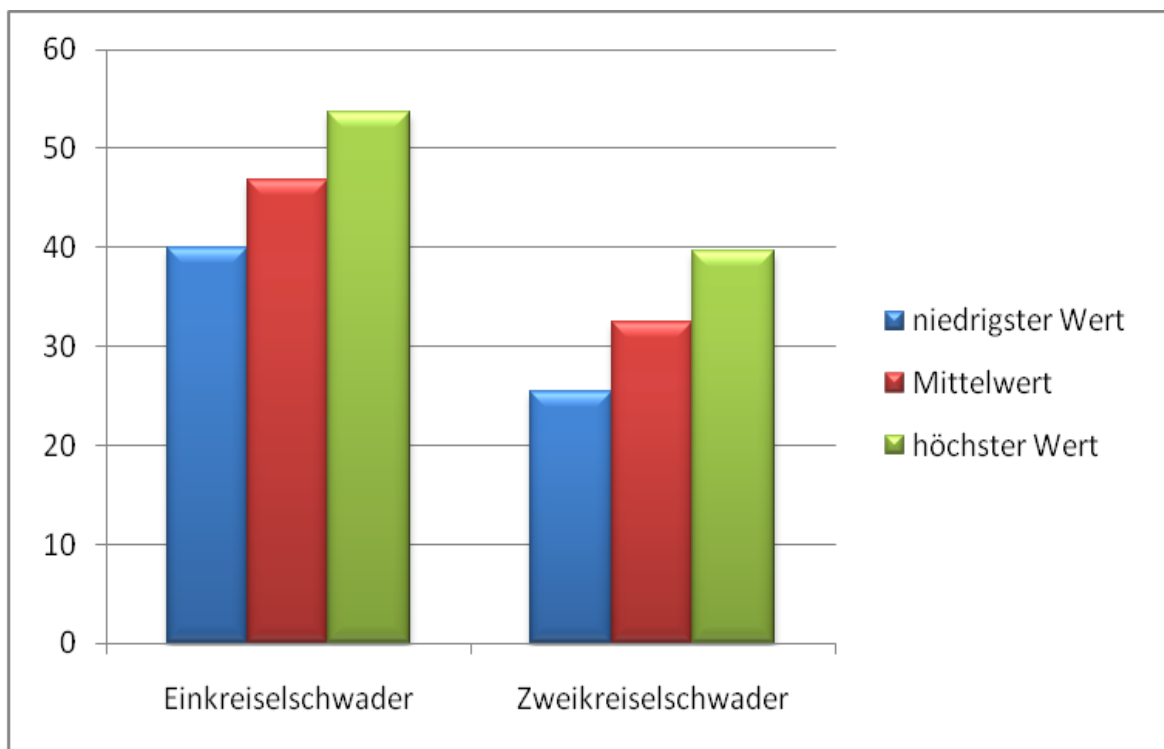


Diagramm 4.1 Rechverluste/Schwadsystem in g/m<sup>2</sup>

#### 4.1.2 Unterschied zwischen den Rechverlusten auf der Ebene und in der Mulde

Hier wurde festgestellt, ob es eine Differenz zwischen der Höhe der Rechverluste in der Mulde und auf der Ebene gibt. Wie zu erwarten konnte hier ein gesicherter Unterschied festgestellt werden. Die Rechverluste in der Mulde betragen ein Vielfaches gegenüber derjenigen auf der Ebene. Dies ergibt sich logischerweise aus der Tatsache, dass auch bei jeder noch so guten Bodenangepassungsfähigkeit eines Schwadgeräts die Zinken in der Mulde liegendes Erntegut nur schwer erreichen können.

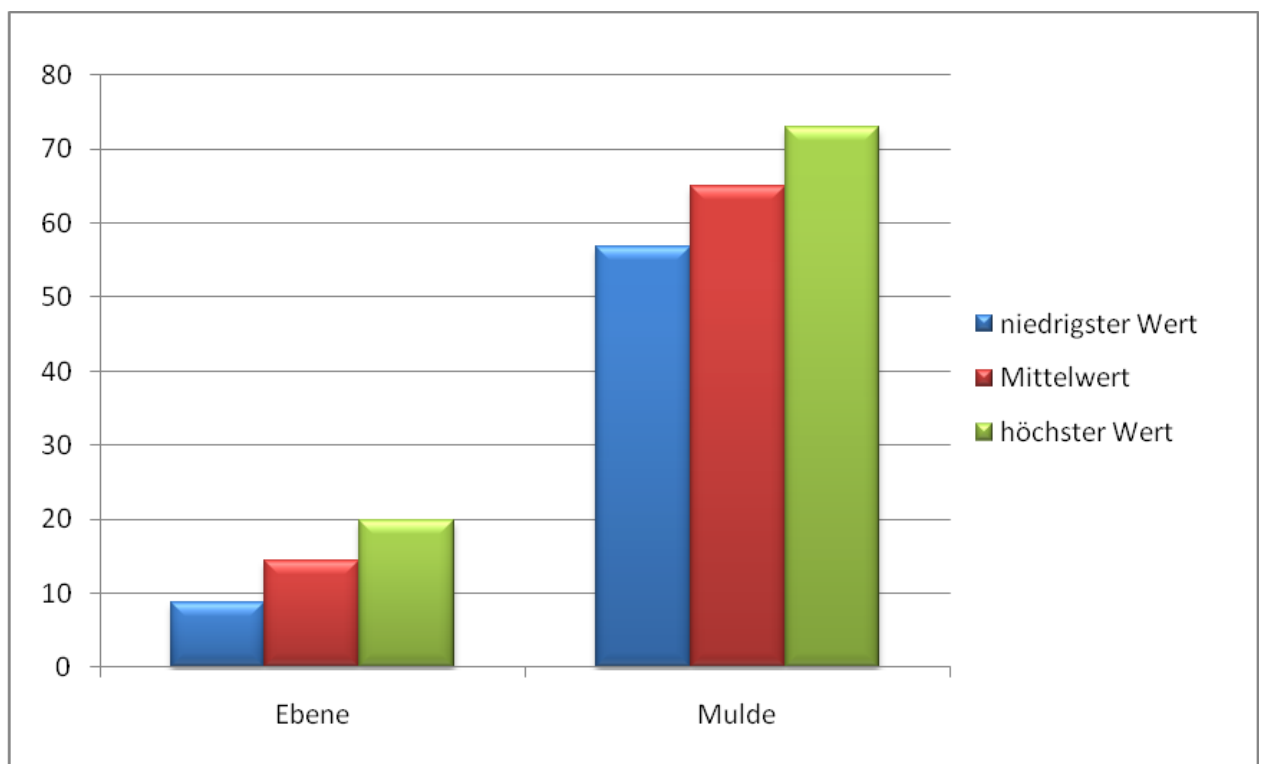


Diagramm 4.2 Rechverlust/Bodenoberfläche in  $g/m^2$

#### 4.1.3 Zusammenhang von Rechverlust und Geschwindigkeit

Diese Untersuchung sollte klarstellen, ob ein Unterschied zwischen den Rechverlusten und der Fahrgeschwindigkeit festzustellen ist. Bei unseren Versuchen konnte kein Zusammenhang ermittelt werden. Wir gehen davon aus, dass die von uns erprobten Geschwindigkeiten (8 und 12km/h) zu langsam waren, um einen ausgeprägten Anstieg der Rechverluste zu bemerken. Teilweise wird in der Praxis bei der Schwadbereitung mit Geschwindigkeiten von über 15km/h gearbeitet. Bei diesen Geschwindigkeiten ist anzunehmen, dass die Rechgenauigkeit tendenziell abnehmen wird.

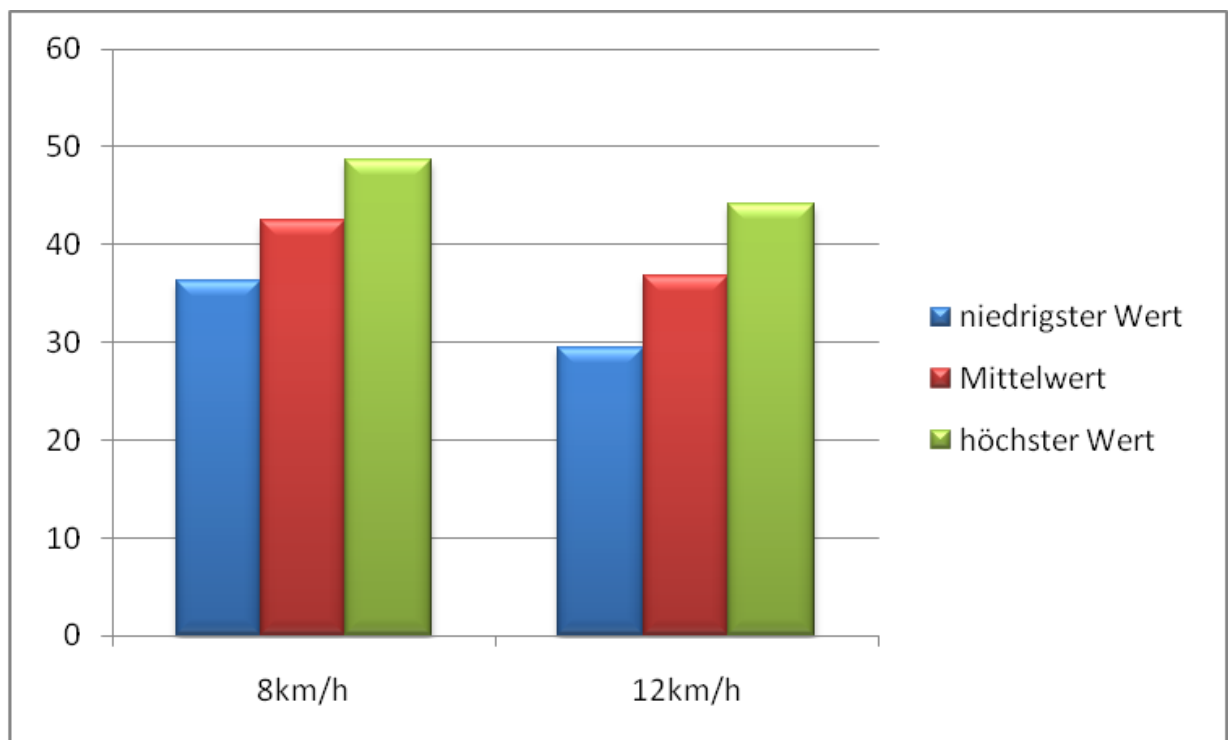


Diagramm 4.3 Rechverluste/Geschwindigkeit in g/m<sup>2</sup>

#### 4.1.4 Zusammenhang von Rechverlust und Schnitt

Wie allgemein bekannt gibt es bei normalen Verhältnissen erhebliche Differenzen zwischen den Bröckel- bzw. Rechverlusten - abhängig vom Schnittzeitpunkt. Und so kam es bei unseren Untersuchungen zu signifikant niedrigeren Verlusten beim 4. Schnitt. Das ist jedoch ein relativer Wert, da beim 4. Schnitt auch mit weniger Ertrag zu rechnen ist. Der Prozentanteil der Rechverluste beider Schnitte dürfte ähnlich sein.

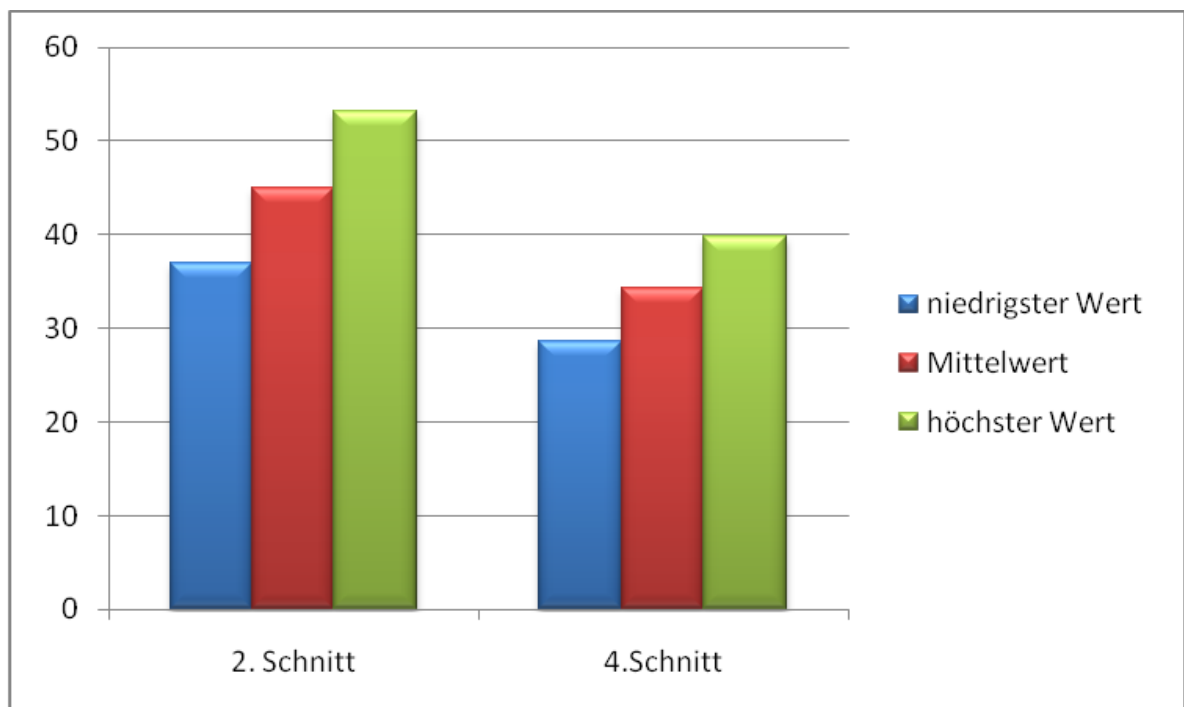


Diagramm 4.4 Rechverluste/Schnitt in g/m<sup>2</sup>



#### 4.1.5 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Bodenoberfläche

Ein wichtiger Punkt in diesen Versuchsreihen war auch die Fähigkeit der Schwader, sich an den Boden anzupassen. Die Gegenüberstellung der Rechverluste der einzelnen Schwadsysteme und der Bodenoberfläche weist eine signifikant bessere Boden Anpassung (in Bezug auf Rechverluste) zugunsten des Zweikreiselschwaders auf. Auch dieses Ergebnis verdankt der Zweikreiselschwader seinen geringeren Kreiseldurchmessern.

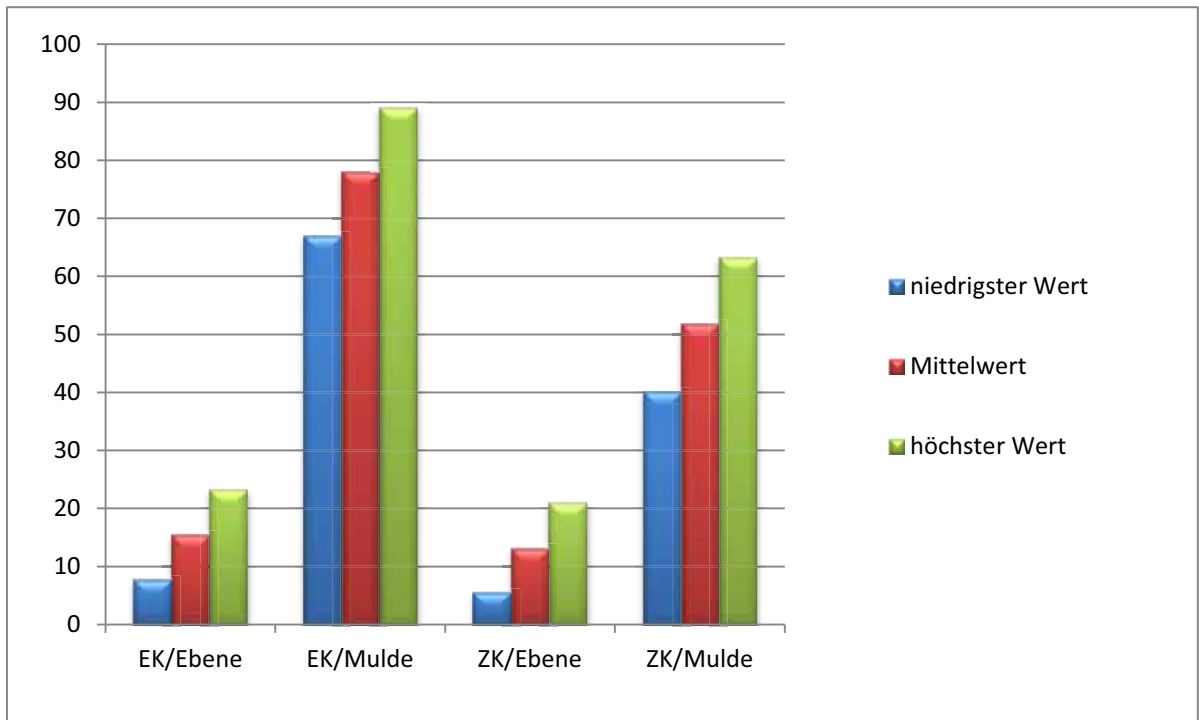


Diagramm 4.5 System/Bodenoberfläche in  $g/m^2$

#### 4.1.6 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Geschwindigkeit

Diese Gegenüberstellung zeigt, ob eines der beiden untersuchten Schwadsysteme besser für höhere Fahrgeschwindigkeiten geeignet ist. In Bezug darauf konnten keine aussagekräftigen Ergebnisse festgestellt werden. Tendenziell sind die Verluste bei 12km/h erstaunlicherweise niedriger als bei 8km/h. Wie bereits erwähnt, ist dieses Phänomen darauf zurückzuführen, dass die Differenz der Versuchsgeschwindigkeiten zu gering ist. Die Ergebniswerte sind daher eher auf einen Zufall zurückzuführen. Darum kann bei diesem Vergleich keines der beiden Schwadsysteme als vorteilhafter bezeichnet werden.

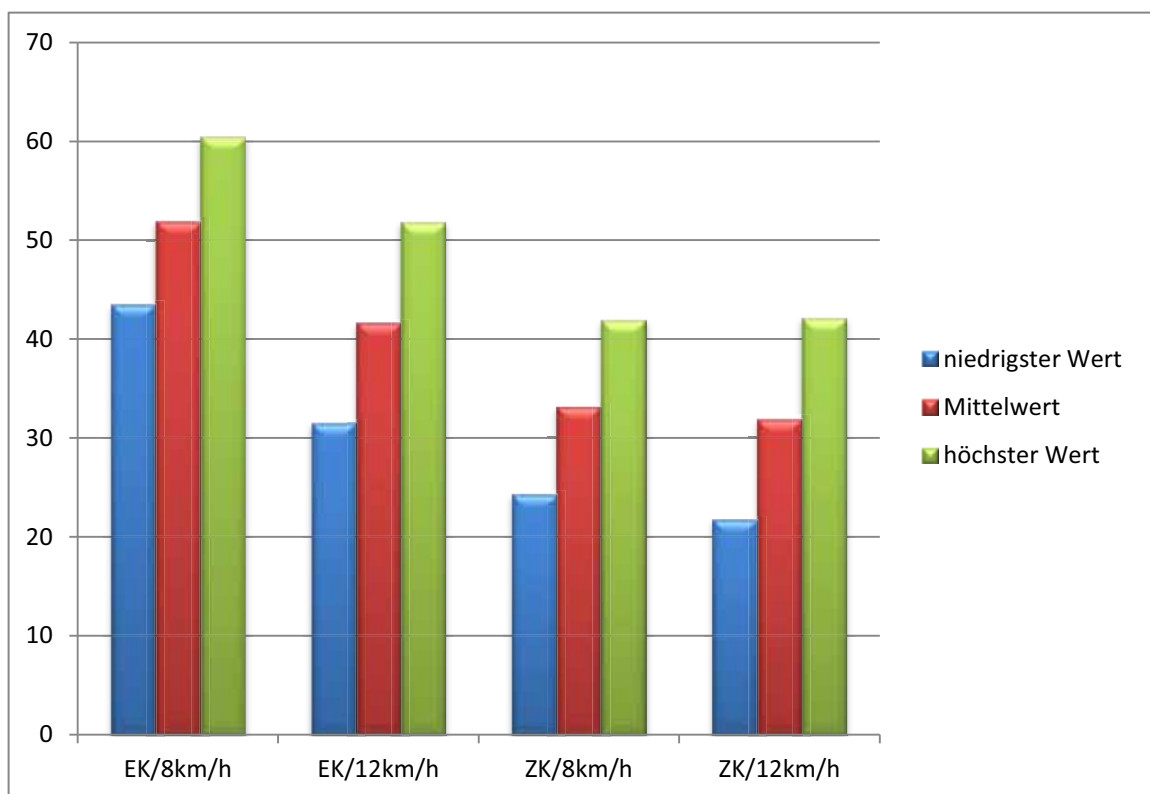


Diagramm 4.6 Schwadsystem/Geschwindigkeit in  $g/m^2$

## 4.2 Futtermverschmutzung

Nun widmen wir uns den Ergebnissen aus den Untersuchungen zur Futtermverschmutzung. Die darin verarbeiteten Werte sind in folgender Tabelle ersichtlich.

Versuchsparameter		Mittelwert	Anzahl der Proben	P-Wert
System	Einkreiselschwader	104,3	8	0,0864
	Zweikreiselschwader	114,5	8	
Schnitt	2. Schnitt	93,8	8	0,0001
	4. Schnitt	125,1	8	
Wechselwirkungen				
SystemxSchnitt	Einkreiselschwaderx2. Schnitt	84,5	4	0,1489
	Einkreiselschwaderx4. Schnitt	124,2	4	
	Zweikreiselschwaderx2. Schnitt	103,1	4	
	Zweikreiselschwaderx4. Schnitt	125,9	4	

**Tabelle 4.2 Statistische Auswertung Futtermverschmutzung**

#### 4.2.1 Zusammenhang von Futtermverschmutzung und Schwadersystem

Dieser Vergleich zeigt, ob ein Unterschied zwischen der Verschmutzung des Futters und dem gewählten Schwadgerät festzustellen ist. Aus den Daten unserer Ergebnisse geht hervor, dass es hier keinen nennenswerten Zusammenhang gibt. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Geräte die gleiche Ausstattung besitzen (Multiträder und Tandemfahrwerke). Tendenziell hat der Einkreiselschwader besser abgeschnitten. Dies ist vor allem auf die kleinere Arbeitsbreite des Einkreiselschwaders zurückzuführen. Außerdem besitzt der Einkreiselschwader weniger Zinken.

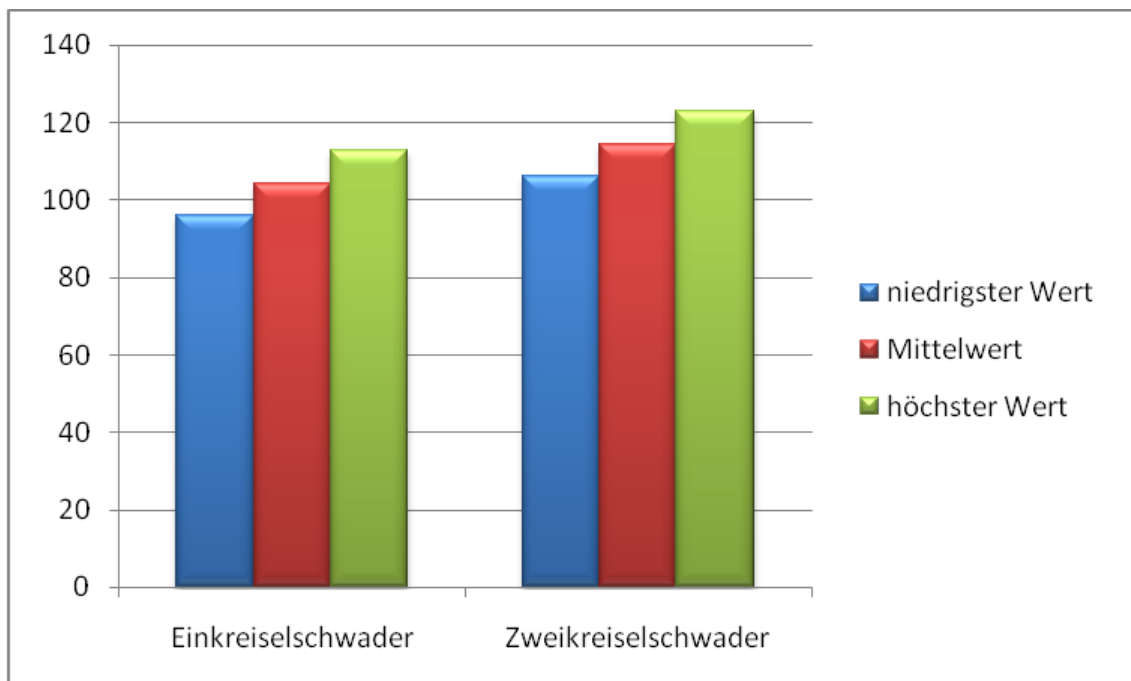


Diagramm 4.7 Verschmutzung/System in g Rohasche/kg TM

#### 4.2.2 Zusammenhang von Futtermverschmutzung und Schnitt

Hier wurde der Zusammenhang der Futtermverschmutzung in Bezug auf den zweiten und vierten Schnitt ermittelt. Dabei sind wir zum gesicherten Unterschied gekommen, dass beim 4. Schnitt mehr Gramm Rohasche pro Kilogramm Trockenmasse im Futter vorhanden war. Der Grund dafür sind die unterschiedlichen Erntebedingungen. Der 4. Schnitt erfolgte am 8. Oktober. Durch die im Herbst herrschenden Wetterbedingungen konnte das Futter nicht vollständig abtrocknen. Schmutz haftet am feuchten Futter etwas besser.

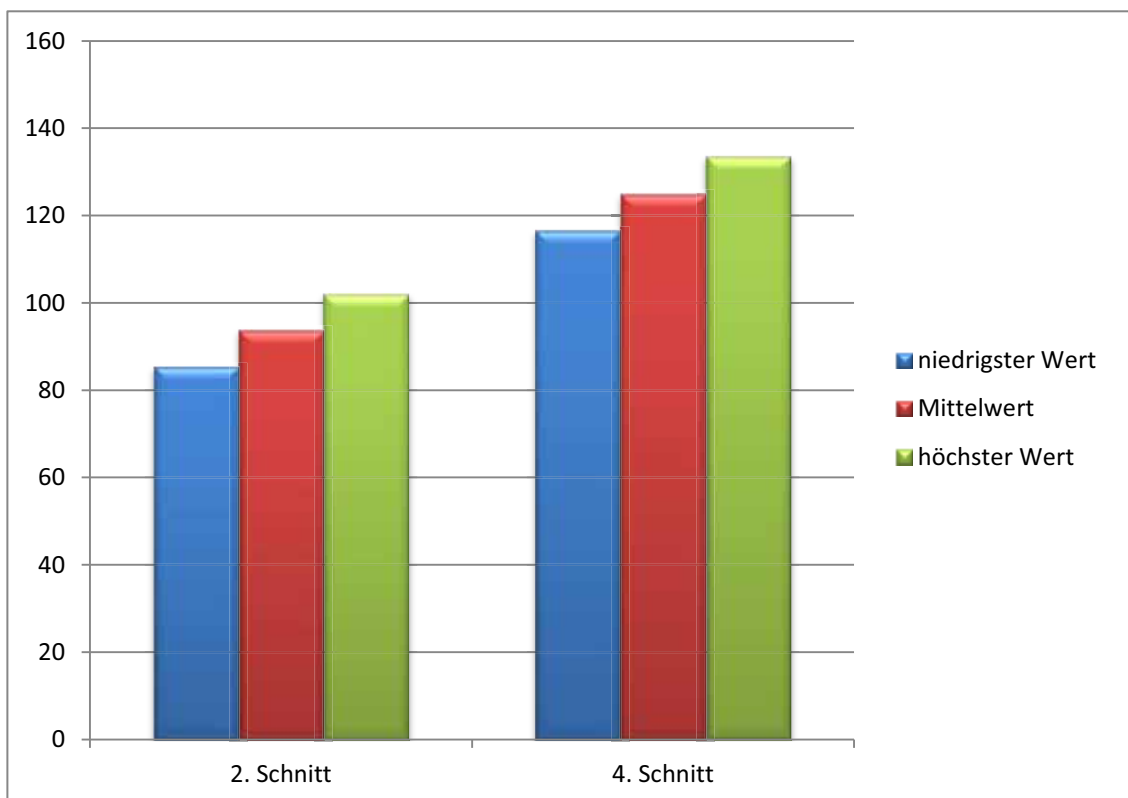


Diagramm 4.8 Verschmutzung/Schnitt in g Rohasche/kg TM

#### 4.2.3 Gegenüberstellung von Schwadsystem und Schnitt

Diese Gegenüberstellung stellt dar, ob es eine Differenz zwischen den Schwadern und den Schnitten gibt. In dieser Hinsicht konnte ebenfalls kein Unterschied ermittelt werden. Das bedeutet, dass sowohl der Einkreiselschwader als auch der Zweikreiselschwader gleich gut für den zweiten und vierten Schnitt geeignet sind.

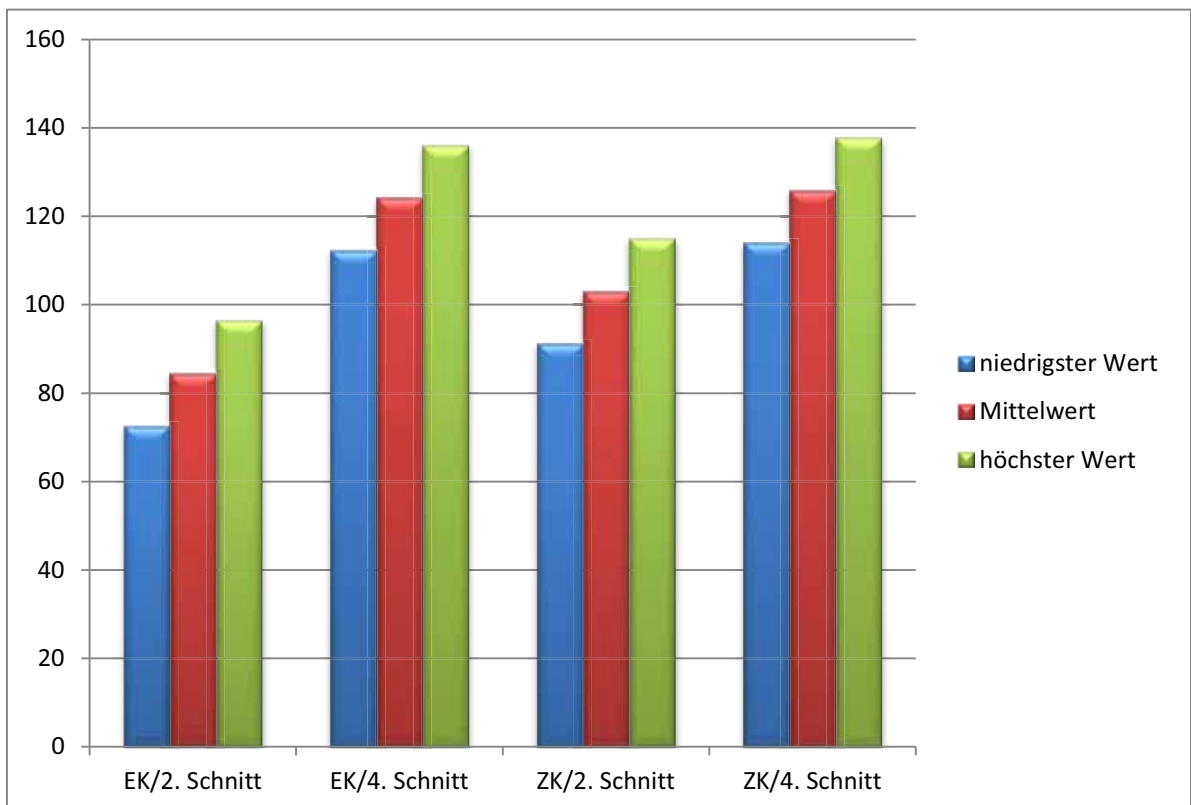


Diagramm 4.9 System/Schnitt in g Rohasche/kg TM



### 4.3 Arbeitszeitenerhebungen

Zur Erhebung der unterschiedlichen Arbeitszeiten wurde auf einer Fläche von 2,7ha bei zwei Arbeitsdurchgängen die benötigte Zeit der einzelnen Schwader gemessen. Das Ergebnis zeigte, dass der Einkreiselschwader 75 Minuten und der Zweikreiselschwader 54 Minuten benötigte. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind aber durchaus in Frage zu stellen, da es uns nicht möglich war, weitere Wiederholungen unter Einbeziehung der Arbeitszeit durchzuführen. Auch wenn diese Werte zu genauen Berechnungen nicht heranzuziehen sind, ist es logisch, dass der Zweikreiselschwader durch seine größere Arbeitsbreite für eine bestimmte Fläche weniger Zeit benötigt als der Einkreiselschwader.

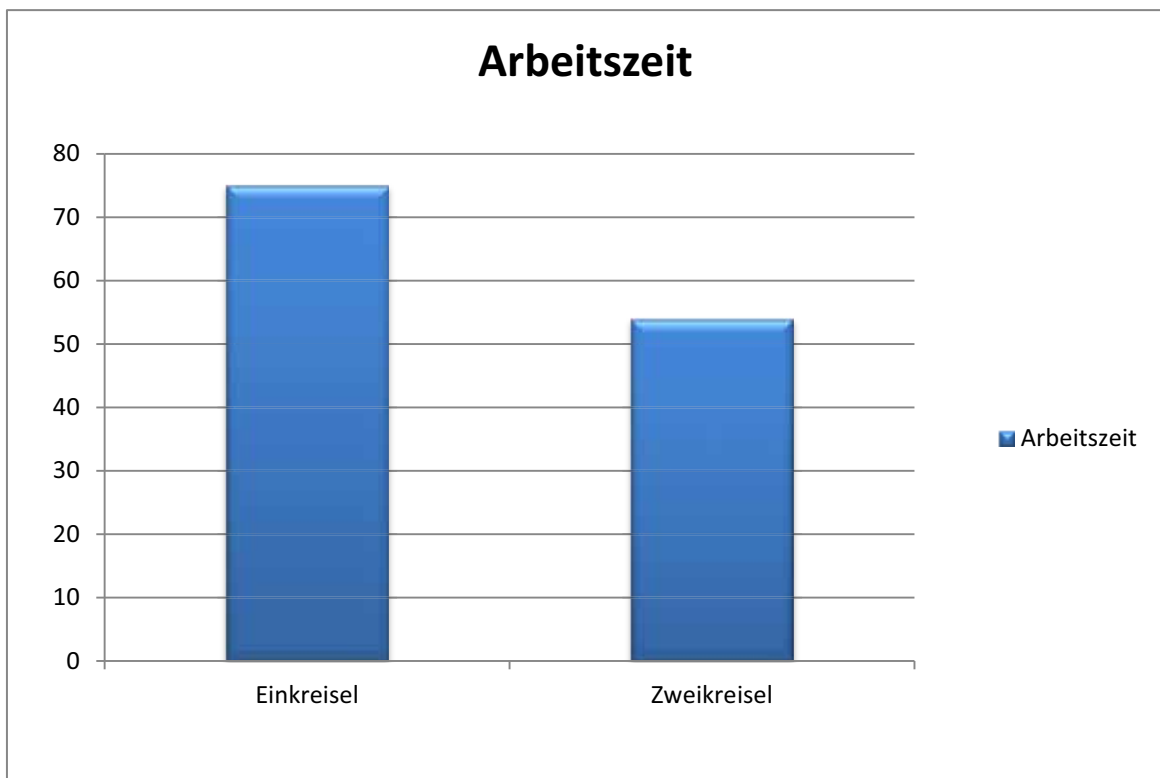


Diagramm 4.10 Arbeitszeiten

#### 4.4 Kostenvergleich

In diesem letzten Vergleich werden die beiden Geräte in betriebswirtschaftlicher Sichtweise gegenübergestellt. Dabei ermittelten wir den Break Even Point, das heißt in diesem Fall, ab wie viel Hektar Bewirtschaftungsfläche sich der Zweikreiselschwader als wirtschaftlicher erweist. Dazu haben wir folgende Daten aus den ÖKL-Richtwerten 2009 abgeleitet, sie beziehen sich auf regelbesteuerte Betriebe (Nettowerte).

	<b>Einkreiselschwader EUROTOP 461N</b>	<b>Zweikreiselschwader EUROTOP 691A</b>
<b>Neuwert</b>	8000€	19000€
<b>Nutzungsdauer</b>	10 Jahre	10 Jahre
<b>Leistung in h/ha</b>	0,4	0,3
<b>Abschreibung pro Jahr</b>	800€	1900€
<b>Verzinsung (p=3% p.a.)</b>	160€	380€
<b>Fixkosten total</b>	960€	2280€
<b>Reparaturkosten</b>	3€	8€
<b>Variable Kosten total</b>	3€	8€
<b>Variable Kosten Traktor (80 PS, Allrad)</b>	17,60€	17,60€
<b>Bewertete Arbeitskraftstunden</b>	10€	10€

Tabelle 4.3 Kostenvergleich (ÖKL)

#### 4.4.1 Berechnung des Break Even Points

Zur Ermittlung des BEPs in Hektar werden beide Varianten (Einkreisel- und Zweikreiselschwader) in einer Gleichung gegenübergestellt. Das heißt, gesucht wird jene Fläche, bei der die Totalkosten beider Maschinen, inklusive der bewerteten Arbeitskosten und den variablen Kosten der Zugmaschine, gleich hoch sind. Die Fläche wird hierbei als Variable x eingesetzt:

$$x \cdot (AK/ha_1 + VK \text{ Traktor}/ha_1 + VK \text{ EKSchwader}/ha) + FK \text{ EKSchwader}/a =$$

$$x \cdot (AK/ha_2 + VK \text{ Traktor}/ha_2 + VK \text{ ZKSchwader}/ha) + FK \text{ ZKSchwader}/a$$

$$\underline{x = 104,43 \text{ ha}}$$

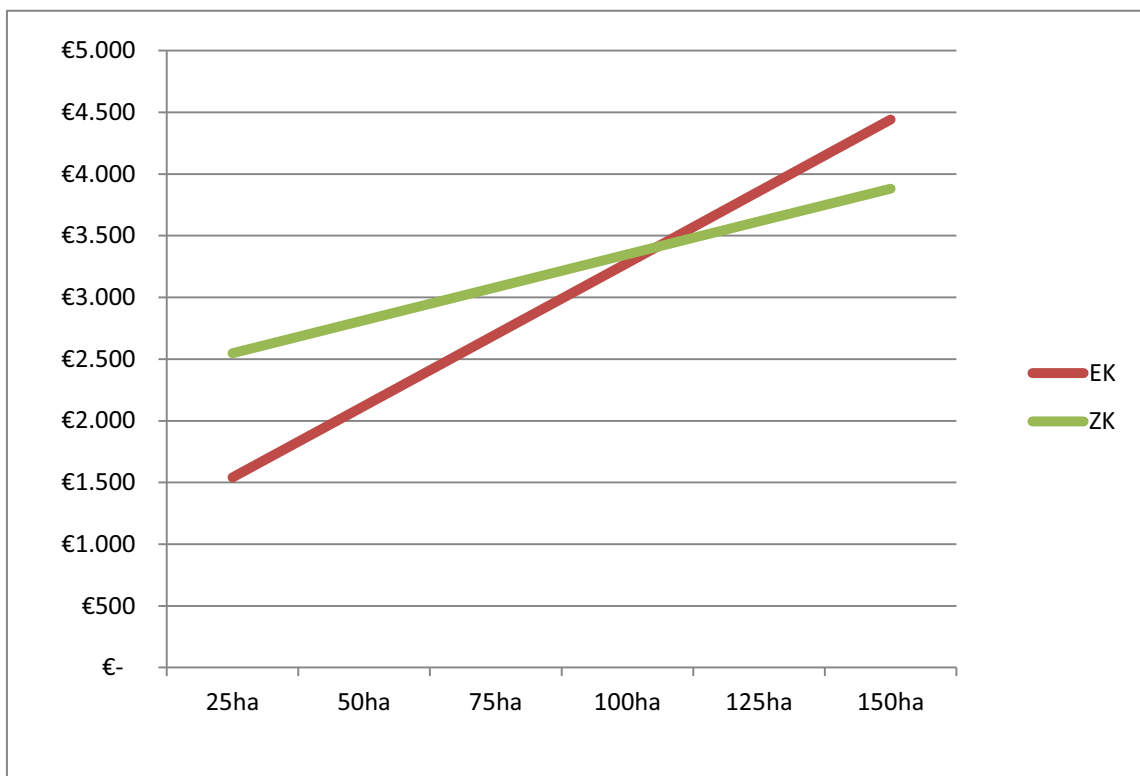


Diagramm 4.11 Totalkostenvergleich



#### 4.4.2 Interpretation des Break Even Points

Der errechnete BEP besagt, dass ab einer genutzten Fläche von 105,43 Hektar der Einsatz des Zweikreiselschwaders kostengünstiger ist. Gehen wir von vier Schnitten pro Jahr aus, bedeutet dies, dass ab einer Betriebsgröße von ca. 26ha das teurere, aber leistungsfähigere Gerät angeschafft werden sollte.



## 5. Zusammenfassung

Zwei der heute in Österreich wichtigsten und gängigsten Schwadersysteme, der Einkreiselschwader und der Zweikreiselschwader, wurden in einer Praxisuntersuchung in Zusammenarbeit mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein und dem „Fortschrittlichem Landwirt“ verglichen. Die Versuche wurden auf einer großen einheitlichen Fläche mit einer Mulde und einer etwas kleineren unebenen Fläche durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten hinsichtlich der Rechverluste, der Futtermverschmutzung und den zu erbringenden Arbeitszeiten.

Bei den Schwadern handelte es sich um die Modelle Pöttinger EUROTOP 461N (Einkreiselschwader) und Pöttinger EUROTOP 691A (Zweikreiselschwader), die uns von der Firma Pöttinger zur Verfügung gestellt wurden. In Bezug auf die Rechverluste konnte festgestellt werden, dass der EUROTOP 691A deutlich weniger Rechverluste aufweist als der EUROTOP 461N. Als ein weiterer Vorteil des Zweikreiselschwaders fällt die bessere Boden Anpassung im unebenen Gelände auf. Die Rechverluste bei höheren Fahrgeschwindigkeiten sind allerdings bei beiden Systemen nahezu identisch. Auch der Vergleich der Futtermverschmutzung führte zu keinen nennenswerten Differenzen.

Der Zweikreiselschwader ist für Betriebe ab ca. 105 ha zu schwadender Fläche pro Jahr die wirtschaftlichere Lösung.



## 6. Abstract

Two of the most common and important windrower systems, single rotor and double rotor rakes, were compared in a practical test in cooperation with the Federal Research Institute Gumpenstein and the agricultural magazine “Der Fortschrittliche Landwirt”.

The experiments were performed on both a regular and a bumpy field. Rake losses, fodder contamination and the working times were examined and analysed. We used two windrowers, the Pöttinger EUROTOP 461N (single rotor) and the Pöttinger EUROTOP 691A (double rotor). The two machines were provided by the Pöttinger Company.

In terms of rake losses we could find out that the EUROTOP 691A showed better results than its single rotor opponent. Another advantage of the double rotor system was the better ground adaptation on bumpy territories. But the rake losses were not significantly influenced by the working velocity in our tests. Regarding the fodder contamination we could not make out any mentionable differences.

The double rotor windrower is for farms with more than 105 hectares to swath the more economic solution.





## 7 Literatur- und Quellenverzeichnis

**JOHN DEERE**, Serie 5R Prospekt

([http://johndeeredistributor.at/index.php/content/download/32709/272389/file/Serie 5R Prospekt.pdf](http://johndeeredistributor.at/index.php/content/download/32709/272389/file/Serie_5R_Prospekt.pdf))

**ÖKL**, Richtwerte für die Maschinenkosten, (2009)

**PÖTTINGER**, (2003), Betriebsanleitung EUROTOP 691A

**PÖTTINGER**, (2007), Betriebsanleitung EUROTOP 461N

**PÖTTINGER**, EUROTOP Schwadkreisel

([http://www.poettinger.at/landtechnik/download/022.01.0609\\_Eurotop\\_de.pdf](http://www.poettinger.at/landtechnik/download/022.01.0609_Eurotop_de.pdf))

**SCHÖN**, Hans (1998), Landtechnik Bauwesen, 9. Auflage

## 8 Abbildungs-, Diagramm- und Tabellenverzeichnis

<b>Abbildung 1.1</b> Mähwerkskombinat von Pöttinger ( <a href="http://www.poettinger.at">www.poettinger.at</a> )	7
<b>Abbildung 1.2</b> Zettwender von Pöttinger mit 8 Kreiseln ( <a href="http://www.poettinger.at">www.poettinger.at</a> )	9
<b>Abbildung 1.3</b> Einkreiselschwader Pöttinger 461N ( <a href="http://www.poettinger.at">www.poettinger.at</a> )	12
<b>Abbildung 1.4</b> Zweikreiselschwader Pöttinger 691A ( <a href="http://www.poettinger.at">www.poettinger.at</a> )	12
<b>Abbildung 1.5</b> Zweikreiselschwader Pöttinger 691A ( <a href="http://www.poettinger.at">www.poettinger.at</a> )	12
<b>Abbildung 3.1</b> Sattelitenbild „Koger“ ( <a href="http://www.gis.steiermark.at">www.gis.steiermark.at</a> )	16
<b>Abbildung 3.2</b> Sattelitenbild „Neubruch“ ( <a href="http://www.gis.steiermark.at">www.gis.steiermark.at</a> )	17
<b>Abbildung 3.3</b> Ertragsbestimmung (Eigenfoto)	24
<b>Abbildung 3.4</b> EUROTOP 461N (PAAR)	26
<b>Abbildung 3.5</b> EUROTOP 461N (PAAR)	26
<b>Abbildung 3.6</b> EUROTOP 691A (PAAR)	28
<b>Abbildung 3.7</b> EUROTOP 691A (PAAR)	28
<b>Abbildung 3.8</b> Traktor (PAAR)	29
<b>Abbildung 3.9</b> Rechverluste (PAAR)	29
<b>Abbildung 3.10</b> Waage (PAAR)	30
<b>Abbildung 3.11</b> Ascheproben (PAAR)	30



<b>Tabelle 3.1</b> Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Koger Osthälfte	19
<b>Tabelle 3.2</b> Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Koger Westhälfte	20
<b>Tabelle 3.3</b> Bestandesbonitierungsergebnisse 2.Schnitt Neubruch	21
<b>Tabelle 3.4</b> Bestandesbonitierungsergebnisse 4.Schnitt Koger Osthälfte	22
<b>Tabelle 3.5</b> Bestandesbonitierungsergebnisse 4.Schnitt Koger Westhälfte	23
<b>Tabelle 3.6</b> Technische Daten Eurotop 461N (PÖTTINGER)	25
<b>Tabelle 3.7</b> Technische Daten Eurotop 691 A(PÖTTINGER)	27
<b>Tabelle 4.1</b> Statistische Auswertung Rechverluste	32
<b>Tabelle 4.2</b> Statistische Auswertung Futtermverschmutzung	39
<b>Tabelle 4.3</b> Kostenvergleich (ÖKL-Richtlinien)	44
<b>Diagramm 4.1</b> Rechverluste/Schwadsystem in g/m <sup>2</sup>	33
<b>Diagramm 4.2</b> Rechverlust/Bodenoberfläche in g/m <sup>2</sup>	34
<b>Diagramm 4.3</b> Rechverluste/Geschwindigkeit in g/m <sup>2</sup>	35
<b>Diagramm 4.4</b> Rechverluste/Schnitt in g/m <sup>2</sup>	36
<b>Diagramm 4.5</b> System/Bodenoberfläche in g/m <sup>2</sup>	37
<b>Diagramm 4.6</b> Schwadsystem/Geschwindigkeit in g/m <sup>2</sup>	38
<b>Diagramm 4.7</b> Verschmutzung/System in g Rohasche/kg TM	40
<b>Diagramm 4.8</b> Verschmutzung/Schnitt in g Rohasche/kg TM	41
<b>Diagramm 4.9</b> System/Schnitt in g Rohasche/kg TM	42
<b>Diagramm 4.10</b> Arbeitszeiten	43
<b>Diagramm 4.11</b> Totalkostenvergleich	45