



# Verschleiß von Grubberscharen



**Benjamin Ullmann**  
**Prof. Dr. Yves Reckleben**

## **Verschleiß von Grubberscharen**

Januar 2008

Benjamin Ullmann ist Student am Fachbereich Landbau der Fachhochschule Kiel. Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer von der Prof.-Udo-Riemann-Stiftung geförderten Untersuchung im Rahmen der Diplomarbeit von Herrn Ullmann.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Prof. Dr. Yves Reckleben

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

<b>Gliederung</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>131</b>
<b>2. Saatbettbereitung.....</b>	<b>132</b>
2.1 Verschiedene Schar- und Zinkenformen .....	132
2.1.1 Zinkenformen .....	133
2.1.2 Scharformen.....	133
<b>3. Verschleiß .....</b>	<b>134</b>
<b>4. Eigene Ergebnisse .....</b>	<b>134</b>
4.1 Versuchsanlage.....	135
4.2 Grubberschare .....	136
4.3 Versuchsdurchführung .....	138
<b>5. Ergebnisse .....</b>	<b>139</b>
5.1 Gewicht .....	139
5.2 Kraftstoff .....	143
5.3 Gesamtkostenrechnung .....	146
<b>6. Zusammenfassung.....</b>	<b>147</b>

## 1. Einleitung

Eine optimale Bodenbearbeitung ist die Voraussetzung für eine exakte Saatgutablage bzw. für eine erfolgreiche Ernte, das heißt, dass das Saatbett für die jeweilige Kultur vorbereitet werden muss. Es ist für den Ackerbauer nicht nur wichtig ein passendes Anbauverfahren zu wählen, sondern die richtige Gerätewahl spielt auch eine entscheidende Rolle.

Bis in die 90er Jahre blieb der Pflug das dominierende Bodenbearbeitungsgerät. Heute steht das Mulchsaatverfahren immer mehr im Vordergrund. Der Landwirt realisiert eine höhere Schlagkraft bei gleichzeitig reduziertem Leistungs- und damit Kraftstoffverbrauch pro ha. Durch Precision Farming ist eine merkliche Einsparung bei der Bodenbearbeitung aber auch möglich, wenn nicht tiefer gearbeitet wird als erforderlich ist.

In einem Ackerbaubetrieb nehmen die Arbeitserledigungskosten 38-47 % von den Gesamtkosten ein. Die Arbeitserledigungskosten sind unterteilt in Ernte, Bodenbearbeitung, Saatbett und Saat sowie den Pflanzenschutz. Im Bereich der Bodenbearbeitung liegen die größten Möglichkeiten der Kostenreduzierung (DUTZI et al., 2007), die durch Veränderung der Verfahrenskette und durch bessere Auslastung der Maschinen umgesetzt werden.

Aufgrund des Einsparpotentials bei der pfluglosen Variante, verzichten viele Betriebe, besonders größere, auf den Pflug, sondern setzen Grubber ein. Jedoch gibt es nicht nur verschiedene Fabrikate unter den Grubberherstellern, sondern auch Unterschiede bei den Verschleißteilen. Diese unterscheiden sich im Verschleißverhalten, im unterschiedlichen Zugkraftbedarf, im Kraftstoffverbrauch und letztendlich auch im Preis.

**In dieser Arbeit sollen drei verschiedene Grubberscharspitzen hinsichtlich des Verschleißes und des Kraftstoffverbrauchs untersucht werden.** Es soll die Frage beantwortet werden, welches Schar am wirtschaftlichsten ist. Um ein Ergebnis für die praktischen Landwirte zu erzielen, wurde der Versuch unter Praxisbedingungen durchgeführt. Die Voraussetzungen waren für alle Hersteller gleich durch Einsatz des Parallelfahrersystems. Es wurde mit jedem Scharsatz nur jede dritte Fahrbahn bearbeitet, so dass man den Faktor Bodenart als konstant ansehen kann. Neben der Gewichtsabnahme der einzelnen Scharspitzen wurde auch der Kraftstoffverbrauch gemessen. Nach der Versuchsdurchführung wurde eine ökonomische Betrachtung durchgeführt. Zusätzlich zum Vergleich des Verschleißes und des Kraftstoffverbrauchs wurden auch die Kosten der Serviceintervalle eingerechnet. Als Ergebnis soll ein ökonomischer Vergleich zwischen dem Originalschar von Köckerling, dem Breitschar „Mulch-Mix“ und dem Spitzschar „Mulch-Mix“ von HTU entstehen.

## **2. Saatbettbereitung**

Der heutige Grubber besteht aus vielen verschiedenen Werkzeugen, die unterschiedliche Funktionen ausüben. Das bedeutet, dass der Grubber auch für die Saatbettbereitung verwendet wird. Er hinterlässt ein feines Saatbett, welches durch die nachlaufenden Packer rückverfestigt wird. Der Landwirt kann so seinen Maschinenpark verringern.

### **2.1 Verschiedene Schar- und Zinkenformen**

Der Grubber kann mit verschiedenen Werkzeugen ausgestattet werden. Die Zinken, an denen die Schare befestigt werden, sind an den Querholmen fest oder verschiebbar angeordnet. Im folgenden Kapitel werden mehrere Schar- und Zinkenformen miteinander verglichen.

### 2.1.1. Zinkenformen

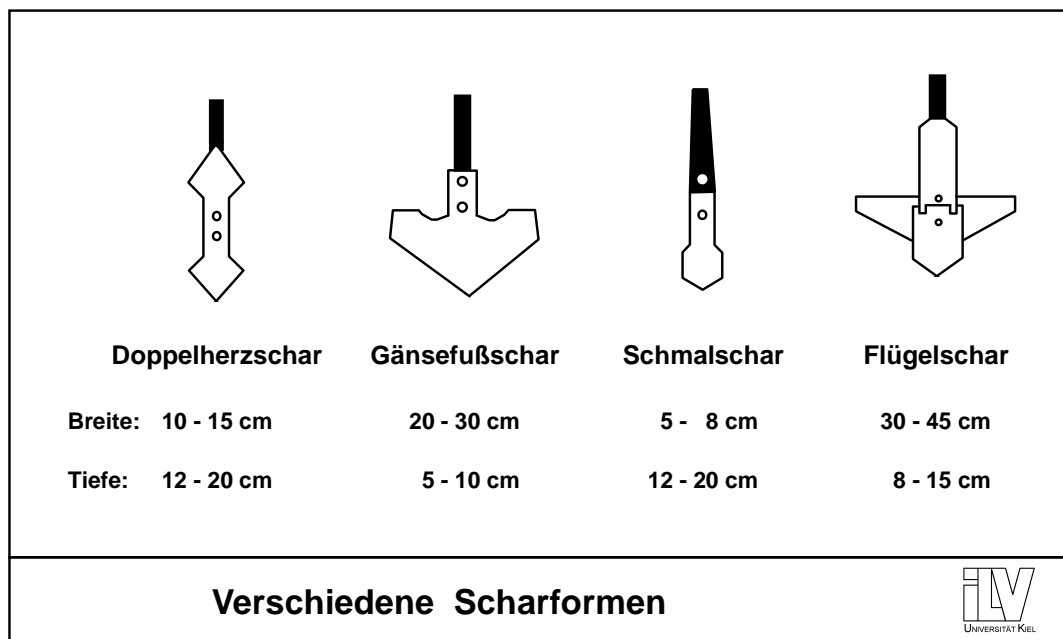
Der starre Zinken erlaubt eine genaue Tiefen- und Seitenführung auch bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten. Er ist mit einer Scherschraube oder einer Feder gegen Überlastung gesichert. Der Schnittwinkel ist von 10–45° verstellbar.

Die voll gefederte Form gibt es u.a. als Spiralfeder- oder Blattfederzinken. Da diese Zinken sowohl vertikal als auch horizontal abweichen können, weisen sie eine im Verhältnis zu den anderen Formen ungleichmäßigere Bodenbearbeitung auf. Die Krümelwirkung wird durch die ständigen Vibrationen des Zinkens im Boden gefördert. Bei steinreichen Flächen sind die Zinken auf einigen Betrieben durch Überbelastung zerbrochen.

Als Sonderform ist der Meißel zu nennen, der stark auf Griff gestellt ist, also den Boden auf voller Krumentiefe lockert.

### 2.1.2 Scharformen

Die Scharform beeinflusst Bearbeitungseffekt und Zugkraftbedarf. Die Arbeitstiefe hängt, wenn eine ganzflächige Bearbeitung des Bodens erreicht werden soll, von der Bearbeitungsbreite pro Zinken ab. Je schmaler das Schar ist, desto tiefer kann gearbeitet werden (ALSING, 2006). Die Abbildung 1 zeigt vier unterschiedliche Scharformen, die nachfolgend erläutert werden.



**Abb. 1:** Vergleich verschiedener Scharformen (ISENSEE et al., 2005)

Das Gänsefußschar ist typisch für die flache Stoppelbearbeitung. Ist der Boden jedoch zu trocken, dann wird die Tiefe nicht mehr konstant eingehalten (ISENSEE et al., 2005). Die Arbeitsbreite beträgt ca. 30 cm. Der Zugkraftbedarf steigt bei größeren Bearbeitungstiefen rasch an. Aufgrund der großen Schnittbreite kann ein weiter Strichabstand gewählt werden (ALSING, 2006; ESTLER et al., 1984).

### **3. Verschleiß**

Unter dem Oberbegriff Abnutzung umfasst man den Verschleiß als mechanische Abnutzung, die Korrosion als chemische und elektrochemische Abnutzung sowie sonstige Einwirkungen wie z. B. Thermoschock (ULUSOY, 1971). Die drei Abnutzungsarten treten häufig gemeinsam auf. Es wird ein Masseverlust an einer Stoffoberfläche durch schleifende, rollende, schlagende, kratzende, chemische und thermische Beanspruchung hervorgerufen (NN, 2007a).

Der Verschleiß wird von verschiedenen Einflussgrößen beeinträchtigt:

- Grundkörper (Werkstoff, Form, Oberfläche)
- Zwischenstoff (Art, Teilchengröße u. a.)
- Gegenkörper (Werkstoff, Form, Oberfläche)
- Belastung (Größe, zeitlicher Verlauf)
- Art der Bewegung (Gleiten, Rollen, Stoßen)
- Umgebene Atmosphäre (z. B. Luft, Schutzgas, Vakuum)
- Temperatur (Höhe, zeitlicher Verlauf)

Der Verschleiß ist immer als eine Systemeigenschaft zu sehen und nicht als eine Eigenschaft der beteiligten Komponenten (NN, 2007a). Die Verschleißerscheinungsformen sind aufgegliedert in Fressen, Ausbrechen, Ablättern, Lochbildung, Auswaschung, Durchschlag, Wellenbildung und Aufrauung (HABIG, 1980; ULUSOY, 1971).

### **4. Eigene Ergebnisse**

Bei dem Versuch handelt es sich um einen einjährigen Großflächenversuch auf Praxisflächen. Die Versuchsflächen wurden nicht gesondert bearbeitet, so dass der Versuch unter realen Praxisbedingungen durchgeführt wurde. Jede Variante wurde dreimal wiederholt und in ca. 13 ha Fläche hinterlegt.

Der Versuch zu dieser Arbeit fand in Zusammenarbeit mit dem Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft (RKL) in Rendsburg und der Agrarproduktivgenossenschaft (APG) Wardow, von denen die Flächen bewirtschaftet werden, statt. Es geht bei dem Versuch hauptsächlich um die Feststellung der Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Scharspitzen. Die Arbeitsweise bzw. die Arbeitsqualität der verschiedenen Verschleißteile stehen bei diesen Untersuchungen nicht im Vordergrund, wurde aber fachgerecht durchgeführt.

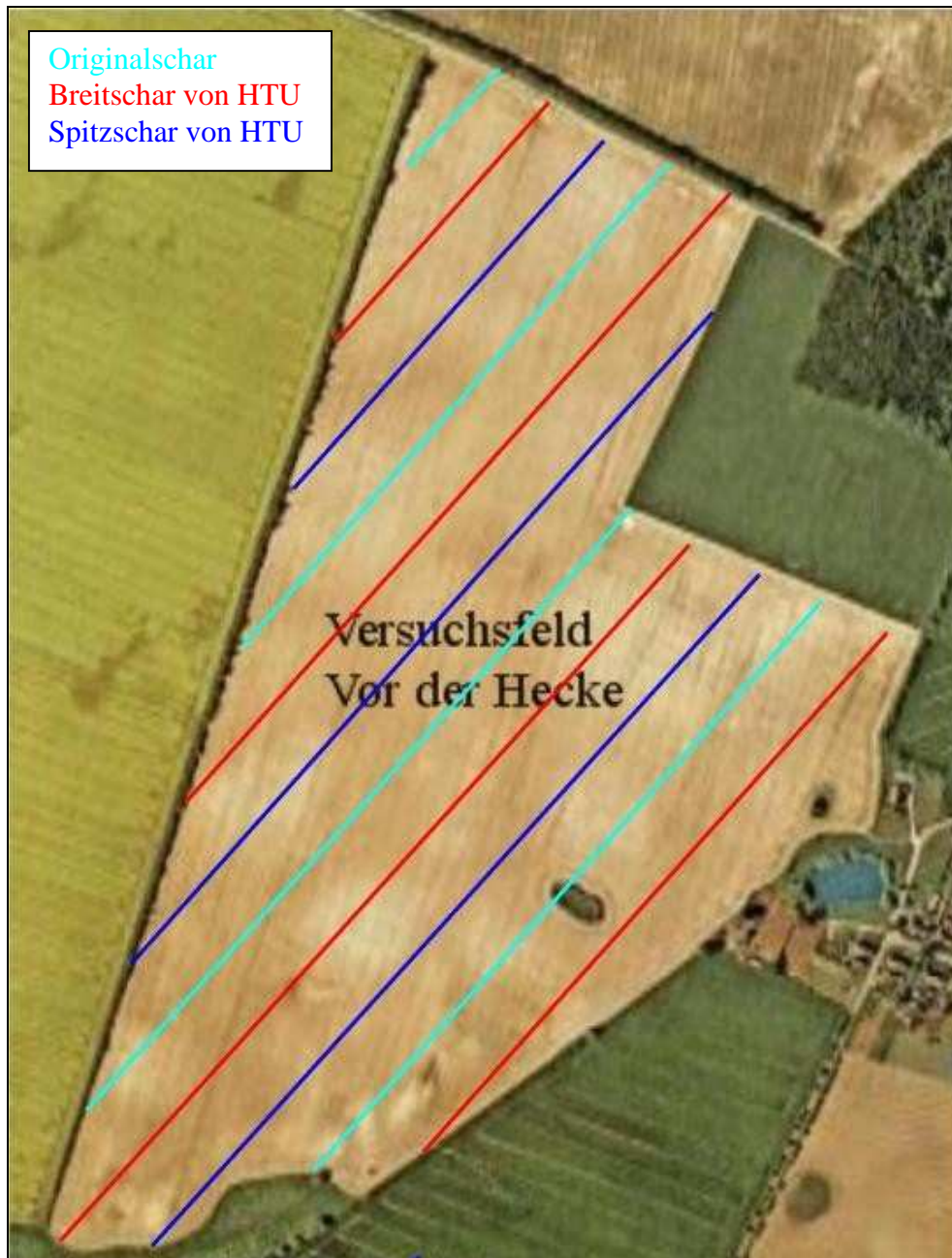


**Abb. 1:** Saatbettbereitung zu Wintergerste

#### **4.1 Versuchsanlage**

Es wurde für die Versuchsdurchführung ein Köckerling Quadro eingesetzt. Gezogen wurde der Grubber von einem New Holland T 8040 mit 310 PS. Die Verschleißteile wurden von der Firma HTU und Köckerling Verschleißtechnik aus Uelzen geliefert.

Der Versuch wurde 2007 auf den Flächen „Vor der Hecke“ und „Hecke zu Hecke“ durchgeführt.



**Abb. 2:** Aufbau des Versuchsfeldes Schlag 1 (nach Google Earth, 2007 verändert)

## 4.2 Grubberschare

Für diesen Grubbersversuch unter Praxisbedingungen wurden Scharspitzen für die tiefe Bodenbearbeitung gewählt.

Zur Verfügung standen folgende Varianten:

1. Originalschar von Köckerling
2. Breitschar von HTU
3. Spitzschar von HTU



### 1. Originalschar von Köckerling

Das Originalschar von Köckerling wird für die tiefe Bodenbearbeitung eingesetzt. Es gehört zu der TOPMIX-Ausrüstung. Wahlweise kann zu der Meißelspitze ein Flügelschar zur flachen Stoppelbearbeitung montiert werden (KÖCKERLING, 2007). Die folgende Abbildung zeigt die Meißelspitzen.



**Abb. 4:** Originalschar (links Frontansicht, mitte Seitenansicht, rechts Rückansicht)

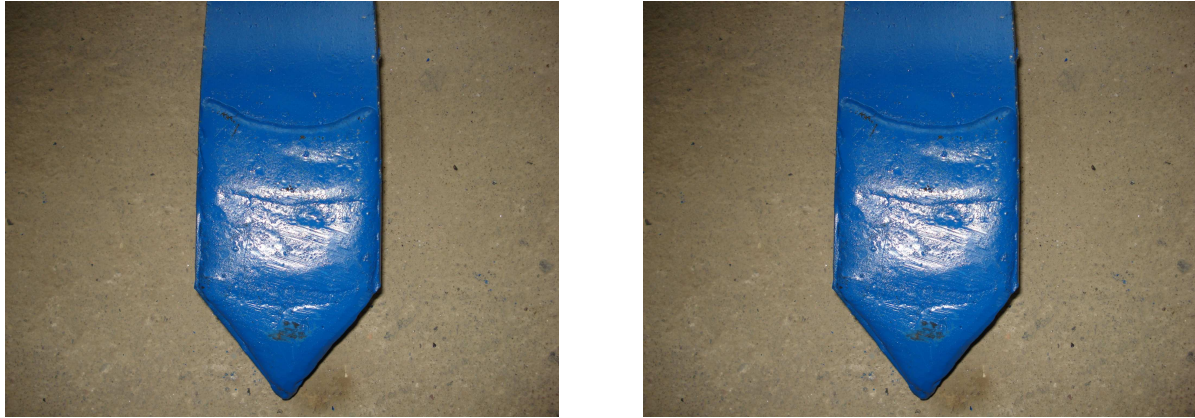
### 2. Scharspitze von HTU

Die Scharspitze von HTU ist für die flache Stoppelbearbeitung in Kombination mit den Flügelscharen und für die tiefe Bodenbearbeitung einzusetzen. Es gehört zur Reihe der Mulch-Mix Schare. Aufgrund der höheren Stärke der Scharspitze wird zusätzlich der Leitblechverschleiß reduziert (HTU, 2007). In Abbildung 5 ist die Stärke der Scharspitze veranschaulicht.



**Abb. 5:** Breitschar von HTU (links Frontansicht, mitte Seitenansicht, rechts Rückansicht)

Die Scharspitze läuft vorne noch spitzer zu als bei dem Schar von Köckerling. Um die Tiefe bei der Bearbeitung halten zu können, ist die Scharspitze im angebauten Zustand leicht nach vorne gekrümmt. Im vorderen Bereich der Scharspitze ist eine Beschichtung aufgetragen, die in Abbildung 6 deutlich zu sehen ist. Auszeichnen soll sich dieses Schar durch eine längere Standzeit, aufgrund der Beschichtung und des höheren Durchschnittsgewichts. Die Scharspitze hatte ein Durchschnittsgewicht von 2798 g. Der Preis liegt bei ca. **17,20 € netto** (NEAVE et al., 2007), was Mehrkosten gegenüber dem Köckerling-Schar von **8,02 €** bedeuten.



**Abb. 6:** Darstellung der HTU-Beschichtung am Breitschar (links Rückansicht, rechts Seitenansicht)

### 3. Spitzschar von HTU

Das Spitzschar von HTU ist ausschließlich für die tiefe Bodenbearbeitung geeignet. Es gehört ebenfalls zur Reihe der Mulch-Mix Schare. Aufgrund der höheren Stärke des Spitzschars wird zusätzlich der Leitblechverschleiß reduziert. Das gesamte Spitzschar läuft vorne spitz zu, was den Kraftstoffverbrauch um 20-30 % verringern soll (HTU, 2007). Die Krümmung und die Art der Herstellung weichen nicht von denen der Scharspitze von HTU ab. In der folgenden Abbildung wird noch einmal deutlich wie stark das Spitzschar nach vorne zuläuft.

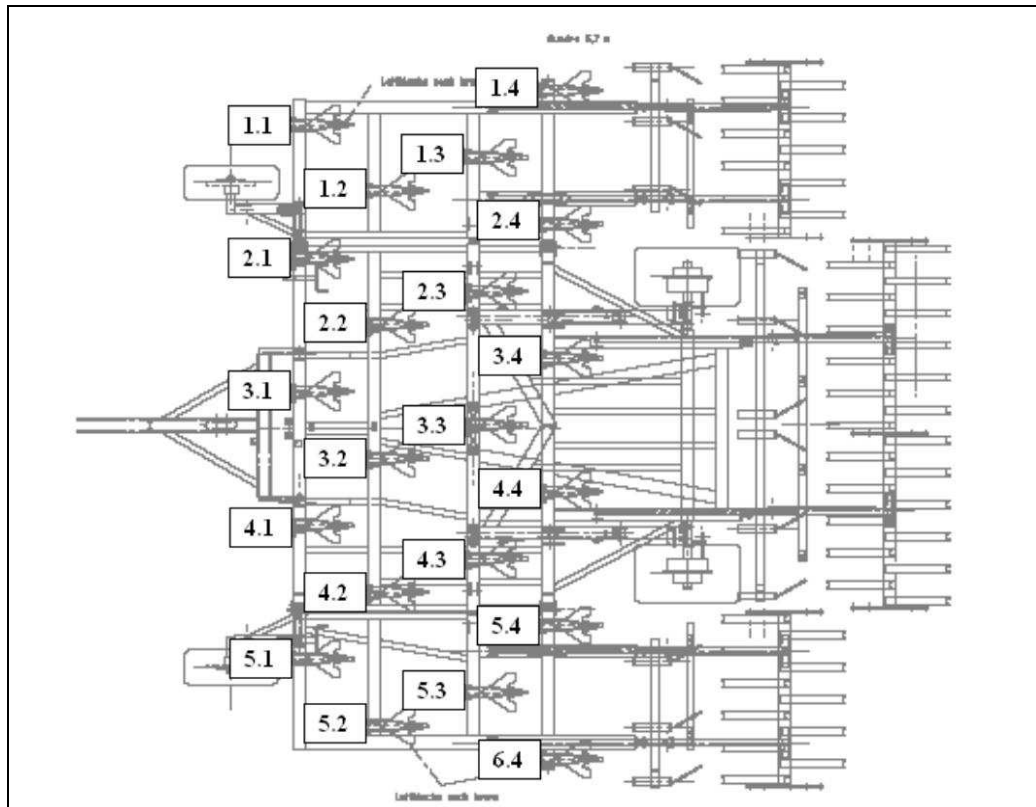


**Abb. 7:** Spitzschar von HTU (links Frontansicht, mitte Seitenansicht, rechts Rückansicht)

### 4.3 Versuchsdurchführung

Vor dem Versuch wurde der Schlepper gewartet und voll getankt, so dass ein späterer Kraftstoffverbrauch ermittelt werden konnte. Bevor die unterschiedlichen Schare an den Grubber geschraubt wurden, wurden sie gewogen und mit einer Nummer gekennzeichnet, welches in Abbildung 8 veranschaulicht wird. Die erste Zahl gibt die Scharnummer an dem jeweiligen Balken und die zweite Zahl die Nummer des Balkens an. So ergibt sich z. B. für die Kombination 3.2; das dritte Schar an dem zweiten Balken. Die Beschriftung wurde jeweils vor und nach der

Durchführung vorgenommen, weil jedes einzelne Schar gewogen werden sollte. Bei allen Scharsätzen wurde eine Arbeitstiefe von 20 cm gewählt. Um einen gleichmäßigen Verschleiß sicher zu stellen, wurde mit einer konstanten Geschwindigkeit von 9,8 km/h gearbeitet. Zusätzlich wurde schräg zu den Fahrgassen gearbeitet, damit jeder Scharsatz die gleiche Fläche an Fahrgassen bearbeiten musste.



**Abb. 8:** Darstellung der Scharanordnungen (nach Grundmann, 2007 verändert)

## 5. Ergebnisse

Zur Auswertung der Ergebnisse wurden beschreibende statistische Methoden genutzt. Es wurden Mittelwerte gebildet sowie die dazugehörigen Standardabweichungen berechnet.

### 5.1 Gewicht

Die Gewichtsabnahmen der verschiedenen Schare wurden miteinander verglichen. Der Mittelwert aller Schare eines Balkens wurde errechnet. Zusätzlich wurde dann die Schargewichtsabnahme für den gesamten Schlag ermittelt. Um die Schare später

besser miteinander vergleichen zu können, wurden die Gewichtsabnahmen pro ha errechnet, welche in Gramm und in Prozent in den Tabellen angegeben sind.

### Originalschar von Köckerling

Das Originalschar von Köckerling hatte bei dem ersten Versuch auf dem Schlag 1 ein Anfangsgewicht von 1749 g. Dieses Gewicht wurde durch den Mittelwert der Anfangsgewichte aller Köckerling-Schare ermittelt. Nachdem der Scharsatz eine Fläche von 14 ha bearbeitet hatte, wurde im Durchschnitt ein Gewicht von 1665 g ermittelt. Das ergibt eine Gewichtsabnahme von ca. 84 g pro Schar oder 6 g/ha

**Tab. 1:** Versuchsergebnisse des Originalschars von Köckerling auf Schlag 1

Balken	Anfangsgewicht [g]	Abweichungen vom Mittelwert	Endgewicht [g]	Abweichungen vom Mittelwert	Abnahme		
					[g]	[g/ha]	[%]
1	1745,6	-4,1	1645,0	-20,1	100,6	7,2	5,8
2	1746,2	-3,5	1636,4	-28,7	109,8	7,8	6,3
3	1750,2	0,5	1695,4	30,3	54,8	3,9	3,1
4	1756,8	7,1	1683,5	18,4	73,3	5,2	4,2
<b>Mittelwert</b>	<b>1749,7</b>		<b>1665,1</b>		<b>84,6</b>	<b>6</b>	<b>4,8</b>
<b>Standard-abw.</b>	5,2		28,8		25,2	1,8	1,45

Wenn man die Versuchsergebnisse aus der Tabelle 1 näher betrachtet, lassen sich Unterschiede feststellen. Es sind unterschiedliche Abnahmen an den verschiedenen Balken zu erkennen. Am zweiten Balken ist die Abnahme mit 109,8 g am höchsten und beim dritten Balken mit 54,8 g am geringsten. Zu erwarten war eigentlich, dass am ersten Balken die höchste Abnahme stattfindet, weil dort auch die meiste Kraft auf die Schare wirken müsste. Der Boden ist bei der Arbeit des ersten Balkens noch nicht aufgebrochen, anders als beim zweiten Balken. Beim vierten Balken ist der geringste Verschleiß zu erwarten, weil die äußeren Schare aufgrund von Überlappungen meistens in dem schon bearbeiteten Boden gegrubbert haben. Diese Einflussgröße wurde jedoch durch das Parallelfahrssystem Auto Farm stark verringert, welches die Ergebnisse bestärken.

**Tab. 2:** Versuchsergebnisse des Originalschars von Köckerling auf Schlag 2

Balken	Anfangsgewicht [g]	Abweichungen vom Mittelwert	Endgewicht [g]	Abweichungen vom Mittelwert	Abnahme		
					[g]	[g/ha]	[%]
1	1645,0	-20,1	1599,6	-26,7	45,4	4,5	2,8
2	1636,4	-28,7	1589,6	-36,7	46,8	4,7	2,9
3	1695,4	30,3	1666,6	40,3	28,8	2,9	1,7
4	1683,5	18,4	1649,5	23,2	34	3,4	2
<b>Mittelwert</b>	<b>1665,1</b>		<b>1626,3</b>		<b>38,8</b>	<b>3,9</b>	<b>2,3</b>
<b>Standard-abw.</b>	28,8		37,5		8,7672	0,8767	0,5658

Bei dem zweiten Versuch auf Schlag 2 hatte das Originalschar von Köckerling ein Anfangsgewicht von 1665 g. Das Endgewicht betrug nach 10 ha 1626 g, welches eine Differenz von ca. 39 g/Schar ergibt. Die Abnahme pro ha ergibt einen Mittelwert aller Balken von 3,9 g. Auch in diesem Versuch sind unterschiedliche Abnahmen, die in der Tabelle 2 verdeutlicht sind, zu erkennen. Die Schare an dem zweiten Balken haben die höchsten und die an dem dritten den geringsten Verschleiß.

**Tab. 3:** Vergleich der Ergebnisse Originalschar von Köckerling

Balken	Abnahme Schlag 1 [g/ha]	Abnahme Schlag 2 [g/ha]	Differenz [g/ha]
1	7,19	4,54	2,65
2	7,84	4,68	3,16
3	3,91	2,88	1,03
4	5,24	3,4	1,84
<b>Mittelwert</b>	<b>6,05</b>	<b>3,88</b>	<b>2,17</b>

Es wurden die Gewichtsabnahmen der beiden Schläge aufgelistet und deren Differenz berechnet. Auffällig ist, dass bei beiden Versuchen jeweils die Schare am zweiten Balken die höchste und die Schare am dritten Balken die geringste Abnutzung vorweisen. Der Verschleiß von den beiden Flächen ist jedoch unterschiedlich. Auf Schlag 1 wurde eine Abnahme von 6 g/ha errechnet. Deutlich geringer fiel der Verschleiß auf Schlag 2 mit nur 3,9 g/ha aus. Der geringere Gewichtsverlust ist auf die Bodenqualität zurückzuführen. Auf Schlag 2 liegt ein höherer Sandanteil vor, der den Verschleiß nicht so stark fördert.

**Tab. 4:** Vergleich der Ergebnisse Breitschar von HTU

<b>Balken</b>	<b>Abnahme Schlag 1 [g/ha]</b>	<b>Abnahme Schlag 2 [g/ha]</b>	<b>Differenz [g/ha]</b>
<b>1</b>	10,4	4,8	5,6
<b>2</b>	10,5	4,6	5,9
<b>3</b>	5,2	2,2	2,9
<b>4</b>	6,3	3,4	2,9
<b>Mittelwert</b>	<b>8,1</b>	<b>3,8</b>	<b>4,3</b>

Auffällig ist, dass eine hohe Differenz von 4,3 g/Schar zwischen den beiden Scharen in ihren Gewichtsabnahmen entstanden ist. Das liegt daran, dass im ersten Versuch ein hoher Verschleiß aufgetreten ist. Zwischen dem ersten und dem zweiten Balken ist eine Unregelmäßigkeit zu erkennen. Auf dem ersten Schlag ist die höchste Gewichtsabnahme bei dem Scharsatz des zweiten Balkens zu erkennen, während auf dem zweiten Schlag der höchste Verschleiß an dem Scharsatz des ersten Balkens zu finden ist.

**Tab. 5:** Vergleich der Versuchsergebnisse Spitzschar von HTU

<b>Balken</b>	<b>Abnahme Schlag 1 [g/ha]</b>	<b>Abnahme Schlag 2 [g/ha]</b>	<b>Differenz [g/ha]</b>
<b>1</b>	10	5,1	4,9
<b>2</b>	9,5	5,1	4,4
<b>3</b>	5,3	2,6	2,6
<b>4</b>	6,5	3,1	3,5
<b>Mittelwert</b>	<b>7,8</b>	<b>4</b>	<b>3,9</b>

Die Versuchsergebnisse ähneln denen des vorherigen Versuchs. Es liegen große Differenzen zwischen den Abnahmen auf den beiden Schlägen. Die Abnahme auf Schlag 1 ist sehr hoch, wobei die Ergebnisse auf Schlag 2 den Erwartungen entsprachen. Die Abnahmen an den Balken sind gleich, so dass die höchsten Abnahmen an den ersten Balken und die geringste am dritten Balken zu finden sind.

**Tab. 6:** Gewichtsabnahme der Schare pro ha und in % auf Schlag 2

Balken	Abnahme / ha			Abnahme in %		
	Originalschar	Breitschar	Spitzschar	Originalschar	Breitschar	Spitzschar
1	4,54	4,8	5,1	2,76	1,81	2,16
2	4,68	4,6	5,1	2,86	1,74	2,16
3	2,88	2,24	2,64	1,7	0,82	1,09
4	3,4	3,4	3,05	2,02	1,25	1,27
<b>Mittelwert</b>	<b>3,88</b>	<b>3,76</b>	<b>3,97</b>	<b>2,33</b>	<b>1,41</b>	<b>1,67</b>

Die Versuche auf dem Schlag 2 haben die erwarteten Ergebnisse gebracht. Die absolute Gewichtsabnahme ist bei dem Breitschar um 0,1 g/Schar niedriger und bei dem Spitzschar um 0,1 g höher als bei dem Originalschar. Aufgrund der unterschiedlichen Anfangsgewichte fallen die prozentualen Abnahmen ganz anders aus. Das Originalschar hat somit die höchste Abnahme mit 2,3 %, weil es auch das niedrigste Anfangsgewicht hat, gefolgt von dem Spitzschar mit 1,7 % und dem Breitschar, welches die höchste Anfangsmasse hat, mit 1,4 %. Außerdem ist aufgefallen, dass der größte Verschleiß des Originalschars am zweiten Balken entstanden ist. Die anderen beiden Schare hatten ihre höchste Gewichtsabnahme entweder am ersten Balken oder die Abnahmen des ersten und zweiten Balkens waren gleich.

## 5.2 Kraftstoff

Der Kraftstoffverbrauch wurde für die gesamte von einem Scharsatz bearbeitete Fläche ermittelt. In der Tabelle 7 ist zum einen der Gesamtverbrauch von jedem Versuch und zum anderen der errechnete Verbrauch pro ha aufgelistet.

**Tab. 7:** Kraftstoffverbrauchsmessung

	Verbrauch Schlag 1		Verbrauch Schlag 2		Differenz	
	[Liter]	[l/ha]	[Liter]	[l/ha]	[l/ha]	[%]
<b>Originalschar</b>	198	14,1	115	11,5	2,6	18,7
<b>Breitschar</b>	183	13,1	99	9,9	3,2	24,3
<b>Spitzschar</b>	172	12,3	91	9,1	3,2	25,9

Es sind deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Scharen zu erkennen. Das Originalschar von Köckerling hat gegenüber den Scharen von HTU bei beiden Versuchen den höchsten Kraftstoffverbrauch. Zusätzlich wird der Kraftstoffverbrauch

in Abhängigkeit der zwei verschiedenen Schläge miteinander verglichen, welches die Spalte mit den Differenzen verdeutlicht. Beim zweiten Versuch ist ein geringerer Kraftstoffverbrauch von 19-25 % ermittelt worden. Diese deutliche Differenz ist auf die unterschiedliche Bodenqualität zurückzuführen. Der Schlepper musste auf dem Schlag 2 wesentlich weniger Kraft aufwenden.

In der Tabelle 8 wird der Kraftstoffverbrauch von dem Original- und dem Breitschar verglichen. Der Verbrauch ist in diesem Fall in l/ha angegeben. Auf dem Schlag 1 ist eine Differenz von 7,6 % zum Vorteil des Breitschars festgestellt worden. Noch deutlicher war der Unterschied mit 13,9 % auf dem Schlag 2.

**Tab. 8:** Vergleich zwischen Original- und Breitschar

	<b>Originalschar</b>	<b>Breitschar</b>	<b>Differenz</b>
	<b>[l/ha]</b>	<b>[l/ha]</b>	<b>[%]</b>
<b>Verbrauch 1</b>	14,1	13,1	7,6
<b>Verbrauch 2</b>	11,5	9,9	13,9
<b>Durchschnitt</b>	<b>13,0</b>	<b>11,8</b>	<b>10,2</b>

Bei dem Vergleich zwischen dem Original- und dem Spitzschar ergibt sich auf Schlag 1 eine Differenz von 13 % und auf Schlag 2 sogar von 20,9 %. Aufgrund der schmalen Bauweise des Spitzschars ist der Widerstand im Boden geringer und somit der Zugkraftbedarf nicht mehr so hoch wie beim Originalschar.

**Tab. 9:** Vergleich zwischen Original- und Spitzschar

	<b>Originalschar</b>	<b>Spitzschar</b>	<b>Differenz in %</b>
	<b>[l/ha]</b>	<b>[l/ha]</b>	<b>[%]</b>
<b>Verbrauch 1</b>	14,1	12,3	13,1
<b>Verbrauch 2</b>	11,5	9,1	20,9
<b>Durchschnitt</b>	<b>13,0</b>	<b>10,9</b>	<b>16,4</b>

Den geringsten Kraftstoffverbrauch erreichte das Spitzschar von HTU. Zusätzlich war die Tendenz zu erkennen, dass sich der Grubber mit dem Scharersatz von Köckerling am schwersten ziehen ließ. Vor allem bei dem Spitzschar war ein deutlich verringerter Widerstand zu erkennen. Hätte man die Geschwindigkeit nicht von vornherein konstant gehalten, dann wäre sicherlich in diesem Fall eine höhere



Flächenleistung möglich gewesen. Der Bearbeitungseffekt wurde bonitiert und war bei allen Scharen vergleichbar.

**Tab. 10:** Berechnung der möglichen Flächenleistung

	<b>Originalschar</b>	<b>Breitschar</b>	<b>Spitzschar</b>
<b>Anfangsgewicht</b>	1750,0	2798,1	2496,6
<b>Gewicht beim Scharwechsel</b>	412,0	432,0	423,0
<b>Differenz</b>	1338,0	2366,1	2073,6
<b>Gewichtabnahme pro ha</b>	3,9	3,7	3,9
<b>mögliche Flächenleistung</b>	<b>347,3</b>	<b>632,2</b>	<b>527,8</b>

Als erstes wird anhand der Versuchsergebnisse die mögliche Flächenleistung jedes einzelnen Scharsatzes errechnet. Aufgrund des geringen Anfangsgewichts des Originalschars ist die Standzeit von 347 ha wesentlich geringer als bei den Scharen von HTU. Das Breitschar hätte nach den Berechnungen eine Flächenleistung von 632 ha und das Spitzschar würde eine Fläche von 528 ha bearbeiten können. Die Gewichtabnahmen pro ha spielen in diesem Fall nicht so eine große Rolle, weil unter den verschiedenen Scharätzen keine großen Differenzen auftraten.

**Tab. 11:** Berechnung der Scharkosten pro ha

	<b>Originalschar</b>	<b>Breitschar</b>	<b>Spitzschar</b>
<b>mögliche Flächenleistung [ha]</b>	347,33	632,18	527,83
<b>Preis Schare [€]</b>	9,18	17,20	16,75
<b>Preis (Schare) [€/ha]</b>	0,56	0,57	0,67
<b>Preis / Schraube [€]</b>	1,20	1,20	1,20
<b>Preis Schraube [€/ha]</b>	0,07	0,04	0,05
<b>Gesamtkosten [€/ha]</b>	<b>0,63</b>	<b>0,61</b>	<b>0,71</b>

Bei der Berechnung der Scharkosten hat die Flächenleistung einen großen Einfluss, welches in der Tabelle 11 deutlich zu erkennen ist. Das Originalschar hatte mit einer Flächenleistung von 347 ha den geringsten Anschaffungspreis von 9,18 €. Das Breitschar von HTU hatte bei einem Preis von 17,20 € aber auch mit 632 ha die längste Standzeit. Alle angegebenen Preisen sind inklusive Mehrwertsteuer. Der Preis pro Schraube ist bei allen Scharätzen gleich. Wenn man die Gesamtkosten pro ha miteinander vergleicht, dann fallen keine großen Unterschiede auf.

Die Kraftstoffkostenrechnung zeigt Tabelle 12.

**Tab. 12:** Kraftstoffkostenrechnung im Vergleich

	Verbrauch		Kosten pro ha Diesel (1,31 €)
	[Liter]	[l/ha]	
<b>Originalschar</b>	115	11,5	15,1
<b>Breitschar</b>	99	9,9	13
<b>Spitzschar</b>	91	9,1	11,9

### 5.3 Gesamtkostenrechnung

Die Gesamtkosten hängen stark von der Kraftstoffart und von dem Kraftstoffverbrauch ab. Das erwartete Ergebnis, dass das Spitzschar durch seine schmale Form und den dadurch geringeren Kraftstoffverbrauch am wirtschaftlichsten ist, wurde durch den Versuch bestätigt. Die Standzeiten des Grubbers während des Wechsels der Schare wurden nicht berücksichtigt. Die Wartung der Maschine erfolgte auf dem Feld, so dass zu dieser Zeit immer ein zweiter Mann zur Verfügung stand. Die Dauer des Wechsels betrug mit zwei Arbeitskräften ca. 15 Minuten. Während des Wechsels wurde der Schlepper gleichzeitig betankt, so dass der Grubber sowieso stand. Diese kurze Standzeit und deren entstehenden Kosten auf die große Flächenleistung der Schare verteilt nehmen einen so geringen Anteil an den Gesamtkosten ein, so dass diese Kosten nicht in die Berechnung einfließen.

**Tab. 13:** Gesamtkostenrechnung

	<b>Originalschar</b>	<b>Breitschar</b>	<b>Spitzschar</b>
<b>Gesamtkosten Schare [ha]</b>	0,63	0,61	0,71
<b>Kraftstoffart</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Diesel</b>
<b>Preis [€/l]</b>	1,31	1,31	1,31
<b>Verbrauch [€/ha]</b>	11,5	9,9	9,1
<b>Kraftstoffkosten [€/ha]</b>	15,07	12,97	11,92
<b>Gesamtkosten [€/ha]</b>	<b>15,69</b>	<b>13,58</b>	<b>12,64</b>

## 6. Zusammenfassung

Die richtige Gerätewahl bei der Bodenbearbeitung zu treffen ist eine wichtige Entscheidung. Die hohen Arbeitserledigungskosten zwingen die Landwirte zu rationalisieren. Der Pflug, der bis in die 90er Jahre das dominierende Bodenbearbeitungsgerät war, wird von dem Grubber abgelöst. Dieser erledigt auf Großbetrieben von mehreren hundert Hektar nicht nur die Stoppelbearbeitung, sondern auch für die Grundbodenbearbeitung. Nicht nur der Grubber an sich bietet, durch eine höhere Flächenleistung und geringere variable Kosten gegenüber dem Pflug, Einsparpotentiale, sondern auch bei der Wahl der Verschleißteile kann eingespart werden.

Bei einer Untersuchung zu dieser Arbeit wurde unter Praxisbedingungen die Wirtschaftlichkeit von Grubberscharen untersucht. Dafür wurde das Verschleißverhalten von drei verschiedenen Grubberscharen getestet. Als Varianten wurden das Originalschar von Köckerling und das Breit- und Spitzschar von HTU genutzt. Zusätzlich wurde der Kraftstoffverbrauch für das jeweilige Schar dokumentiert.

Im Ergebnis sind große Unterschiede zwischen dem Originalschar von Köckerling und den beiden Scharen von HTU feststellbar. Aufgrund der höheren Anfangsmasse haben das Breit- und Spitzschar eine höhere Flächenleistung als das Originalschar von Köckerling, welches nach einer Fläche von ca. 350 ha verschlissen ist. Die beiden Schare von HTU müssten erst nach einer theoretischen Flächenleistung von ca. 530 ha beim Spitzschar und ca. 630 ha beim Breitschar gewechselt werden. Ein ähnliches Ergebnis zeigt der Versuch im DLG-Test (Nov. 2007).

Beim Kraftstoffverbrauch sind ähnliche Tendenzen erkennbar. Während der Bearbeitung mit dem Originalschar von Köckerling wurde mit 11,5 l pro ha am meisten Kraftstoff verbraucht. Das Spitzschar war mit 9,9 l pro ha 0,8 l sparsamer als das Breitschar von HTU, was durch die schmalere Bauweise zu erklären ist und der Zugwiderstand dadurch geringer ist.

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Scharkosten und dem verbrauchten Kraftstoff zusammen. Die Kraftstoffkosten nehmen den größten Teil der Gesamtkosten ein. Da die HTU Schare um einiges teurer sind als das Originalschar von Köckerling, heben sich die Scharkosten mit der längeren Nutzungsdauer auf, so dass zwischen den drei Varianten keine großen Differenzen im Bereich der Scharkosten zu finden sind.