



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches  
Bauwesen in Bayern e.V.

# **Maisaussaat mit Direktsätechnik**

## **Endbericht**

**April 2010**



# Maisaussaat mit Direktsätechnik

Projektleitung:  
LOR Dr. M. Demmel (LfL-ILT1a)  
Dr. A. Weber (ALB)

Bearbeiter:  
Dipl.-Ing. (FH) H. Kirchmeier (LfL-ILT1a)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung und Arbeitsschritte .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Projektaufbau und Durchführung.....</b>	<b>7</b>
2.1	Recherche und Maschinenauswahl.....	7
2.2	Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung.....	7
2.3	Versuchsparameter .....	10
2.4	Versuchsauswertung .....	10
<b>3</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>10</b>
3.1	Systematik der Säsysteme und Geräteauswahl .....	10
3.2	Feldversuch .....	17
3.2.1	Standort Gut Rosenau .....	19
3.2.1.1	Versuchsjahr 2007.....	19
3.2.1.2	Versuchsjahr 2008.....	24
3.2.1.3	Versuchsjahr 2009.....	29
3.2.2	Standort Oberteisbach .....	37
3.2.2.1	Versuchsjahr 2008.....	37
3.2.2.2	Versuchsjahr 2009.....	43
3.2.3	Zusammenfassende Auswertung - alle Jahre und Standorte.....	48
<b>4</b>	<b>Fazit und Folgerung.....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>58</b>
5.1	Zusammenfassung .....	58
5.2	Ausblick .....	61
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>Veröffentlichungen und Vorträge .....</b>	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>66</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Versuchsaufbau (exemplarisch Standort Rosenau) .....8
Abbildung 2:	Systematik unterschiedlicher Säsysteme für Mais .....11
Abbildung 3:	Vorlockerer Evers „Hunter“ mit Einzelkornsägerät (2005) .....12
Abbildung 4:	Technik der Versuchsvariante „Einzelkornsaat“ .....14
Abbildung 5:	Technik der Versuchsvariante „Scheiben-Drillsaat“ .....15
Abbildung 6:	Technik der Versuchsvariante „Grubbersaat“ (2007) .....16
Abbildung 7:	Technik der Versuchsvariante „Grubbersaat“ (2008/2009)....16
Abbildung 8:	In der Untersuchung eingesetzte Sägeräte .....18
Abbildung 9:	Saatbettbereitung 2007 (Väderstad „Cultus“) .....18
Abbildung 10:	Saatbettbereitung 2009 (Köckerling „Trio“) .....19
Abbildung 11:	Aussaatzstärke (Gut Rosenau 2007) .....20
Abbildung 12:	Feldaufgang (Gut Rosenau 2007) .....21
Abbildung 13:	Grubbersaat (links) und Scheiben-Drillsaat (rechts) .....22
Abbildung 14:	Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2007) ...23
Abbildung 15:	Aussaatzstärke (Gut Rosenau 2008) .....24
Abbildung 16:	Feldaufgang (Gut Rosenau 2008) .....25
Abbildung 17:	Lager bzw. Bruchpflanzen (Gut Rosenau 2008) .....26
Abbildung 18:	Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2008) ....27
Abbildung 19:	Energieertrag und Energiegehalt (Gut Rosenau 2008) .....28
Abbildung 20:	Scheiben-Drillmaschine mit Saatbettbereitung (2009) .....29
Abbildung 21:	Scheiben-Drillmaschine ohne Saatbettbereitung (2009).....30
Abbildung 22:	Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung (2007) .....31
Abbildung 23:	Aussaatzstärke (Gut Rosenau 2009) .....31
Abbildung 24:	Feldaufgang (Gut Rosenau 2009) .....32
Abbildung 25:	Spureinfluss im Maisbestand (2009) .....33
Abbildung 26:	Lager bzw. Bruchpflanzen (Gut Rosenau 2009) .....34
Abbildung 27:	Lager bei der Doppelreihensaart (2009) .....35
Abbildung 28:	Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2009) ....35
Abbildung 29:	Energieertrag und Energiegehalt (Gut Rosenau 2009) .....36
Abbildung 30:	Bodenbearbeitung mit schwerem Grubber .....38
Abbildung 31:	Stark verfestigte Fahrspur (Oberteisbach 2008) .....38
Abbildung 32:	Teils unverschlossene Saatrille (Grubbersaat 2008).....39

Abbildung 33:	Aussaatstärke (Oberteisbach 2008) .....	39
Abbildung 34:	Feldaufgang (Oberteisbach 2008) .....	40
Abbildung 35:	Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Oberteisbach 2008) ....	41
Abbildung 36:	Energieertrag und Energiegehalt (Oberteisbach 2008).....	42
Abbildung 37:	Unverschlossene Saatrille (Einzelkorn Direktsaat) .....	43
Abbildung 38:	Sägrubber in der Variante „ohne Bodenbearbeitung“.....	44
Abbildung 39:	Aussaatstärke (Oberteisbach 2009) .....	44
Abbildung 40:	Feldaufgang (Oberteisbach 2009) .....	45
Abbildung 41:	Lager bzw. Bruchpflanzen (Oberteisbach 2009) .....	46
Abbildung 42:	Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Oberteisbach 2009) ....	47
Abbildung 43:	Energieertrag und Energiegehalt (Oberteisbach 2009).....	48
Abbildung 44:	Mittlere relative Trockenmasseerträge .....	51
Abbildung 45:	Relativer Energieertrag (2 Jahre und Standorte).....	54

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1:	Mittlere Feldaufgänge (alle Jahre und Standorte).....	48
Tabelle 2:	Mittlere Trockensubstanzgehalte (alle Jahre und Standorte).....	50
Tabelle 3:	Mittlere relative Trockensubstanzgehalte .....	50
Tabelle 4:	Mittlere relative Trockenmasseerträge aller Varianten.....	52
Tabelle 5:	Mittlere relative Trockenmasseerträge (gruppiert) .....	53
Tabelle 6:	Mittlere relative Energieerträge .....	54
Tabelle 7:	Eignungsprofil der untersuchten Säsysteme .....	56
Tabelle 8:	Kapitalbedarf, Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten.....	57

# 1 Zielsetzung und Arbeitsschritte

Im Frühjahr stellt die Maisaussaat für Biogasbetriebe oder große Milchviehbetriebe eine gewisse Herausforderung dar. Die Winterzwischenfrucht kann oft erst verzögert geerntet werden, Gülle oder Gärreste müssen ausgebracht und schließlich soll der Mais bestellt werden. Das alles soll innerhalb kürzester Zeit erfolgen, damit der Mais noch ausreichend Vegetationszeit hat. Oft werden deshalb bei den Bodenverhältnissen oder der Arbeitsqualität Kompromisse eingegangen. Die konventionelle Maisbestellung mit Bodenbearbeitung (Gülleearbeitung), Saatbettbereitung und Einzelkornsaat erfordert einen hohen Zeitaufwand. Der Vorteil des bekannten Verfahrens ist die Funktionssicherheit und die belegte Ertragssicherheit. Immer öfter wird jedoch davon berichtet, dass Landwirte Mais schlagkräftig mit mulchsaatfähiger Drilltechnik bestellen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb alternative Methoden zur Maisaussaat zu finden bzw. zu erproben, die eine Arbeitszeiteinsparung bringen ohne einen hohen und sicheren Maisertrag zu gefährden. Insbesondere galt es Getreide „Universaldrilltechnik“ für die Direktsaat bzw. Mulchsaat von Mais in Biogasfruchtfolgen zu prüfen und zu bewerten.

Das Arbeitsprogramm gliederte sich in folgende Teilbereiche:

## 1. Erfassung und Analyse geeigneter Sätechnik

Durch eine umfassende Marktrecherche wurde eine Übersicht von derzeit auf dem Markt angebotener Technik für die Maisaussaat inklusive Direkt- und Mulchsaattechnik erstellt.

## 2. Definition von Gerätegruppen und Auswahl von Maschinen für die Untersuchungen

Aus dem Maschinenangebot wurden Gerätegruppen gebildet, welche die unterschiedlichen Systeme repräsentieren. Drei Gruppen wurden für die Untersuchungen ausgewählt.

## 3. Aufbau, Vorbereitung und Durchführung eines mehrjährigen Feldversuches

Für den praktischen Feldeinsatz wurde ein geeignetes Prüfverfahren im Rahmen eines Praxistests entwickelt. Dabei wurden die Parame-

ter Funktionsfähigkeit, Sägenauigkeit, Feldaufgang, Pflanzenentwicklung und die Ertragsdaten ermittelt.

#### **4. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse, der über 3 Jahre durchgeführten Untersuchungen, wurden statistisch ausgewertet und grafisch sowie tabellarisch aufbereitet.

#### **5. Beratungsempfehlungen und Anforderungen an die Technik**

Auf Grund der Versuchsergebnisse und Forderungen an die Technik wurden die ausgewählten Maschinen/Systeme gegenüber gestellt und bewertet. Letztendlich wurden dabei konkrete Empfehlungen und Vorschläge für die Landwirte erarbeitet. Darüber hinaus konnte durch die enge Zusammenarbeit mit den Maschinenherstellern die notwendige Weiterentwicklung dieser Geräte angestoßen werden.

## **2 Projektaufbau und Durchführung**

### **2.1 Recherche und Maschinenauswahl**

Um für die Maisaussaat geeignete neue Sätechnik zu finden, welche die gestellten Anforderungen (Eignung für die Aussaat von Mais in Direktsaat oder bei Bestellung mit geringer Bodenbearbeitungsintensität) erfüllen, wurde der Markt intensiv analysiert. Dabei wurde auch gezielt nach Spezialmaschinen oder Neuentwicklungen gesucht.

Nach einer gründlichen Abwägung mehrerer Kriterien wie die Verfügbarkeit, Erfolgsaussichten und die Praxisrelevanz wurden drei unterschiedliche Säsysteme ausgewählt und in Feldversuchen über drei Jahre an zwei Standorten verglichen.

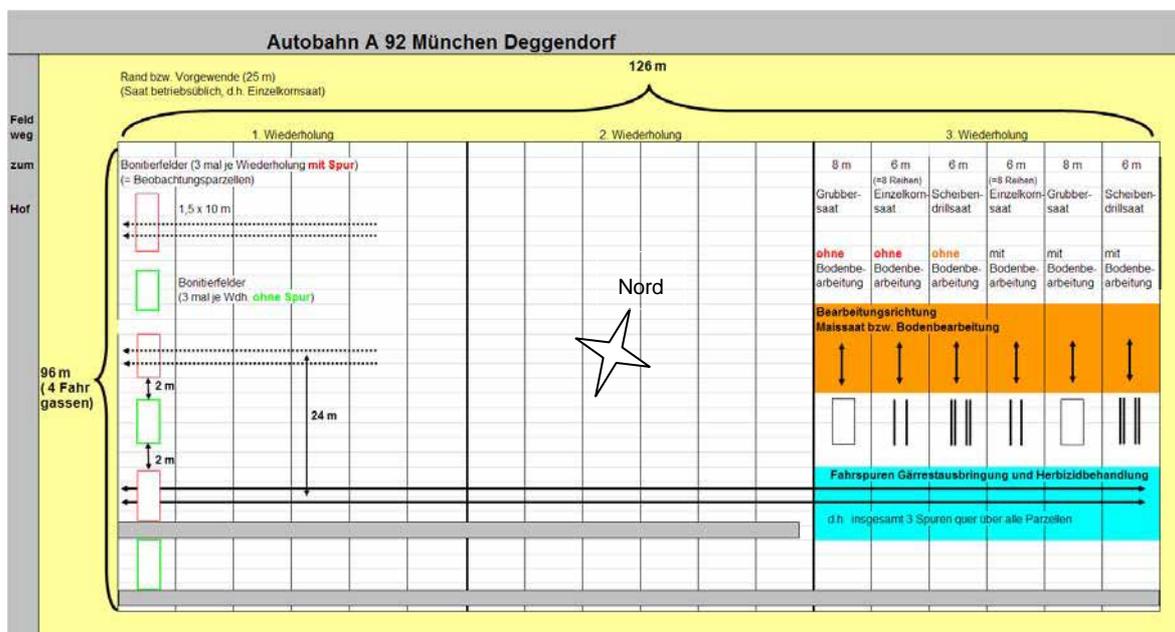
### **2.2 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung**

Die Feldversuche fanden in den Jahren 2007 – 2009 auf zwei Standorten in Niederbayern statt. Der Betrieb Gut Rosenau (Betriebsleiter Franz Winkler) betreibt seit 2005 eine Biogasanlage mit 500 kW elektrischer Leistung.

Der Betrieb wirtschaftet seit vielen Jahren pfluglos und bestellte den Mais bis 2008 mit einem Sägrubber (Köckerling AT). Bis zum Jahr 2009 wurde auf der gesamten Betriebsfläche ausschließlich Mais für die Biogasanlage angebaut. Als Winterzwischenfrucht wurden unterschiedliche Kulturen (Wintergerste, Grünroggen, Rübsen) erprobt. In jüngster Vergangenheit musste der Betrieb seine Fruchtfolge wegen des Auftretens des Maiswurzelbohrers erweitern.

Am Standort Oberteisbach (Rupert Waitl) wird der Mais konventionell bestellt. Im Herbst nach der Maisernte werden die Flächen gepflügt und mit Grünroggen bestellt. Nach der Ernte der Winterzwischenfrucht werden die ausgebrachten Gärreste mit einem Grubber eingearbeitet, bevor der Mais mit Einzelkorn-sätechnik bestellt wird.

Diese Ausgangssituationen spiegeln typische Verhältnisse wieder. Der Betrieb Gut Rosenau war nicht zuletzt wegen seiner Erfahrung mit der Grubbersaat besonders für die Versuchsfrage geeignet. Nach einem Vorversuch 2006 wurde mit den 3 ausgewählten Verfahren eine Versuchsanstellung für die Jahre 2007 – 2009 entwickelt, die in Abbildung 1 dargestellt ist.



**Abbildung 1: Versuchsaufbau (exemplarisch Standort Rosenau)**

Der Versuch wurde als Blockstreifenanlage angelegt. In drei nebeneinander liegenden Wiederholungen wurden die 3 Verfahren jeweils mit und ohne vorhergehende Bodenbearbeitung eingesetzt. Es entstanden somit 6 Varianten (Streifen) in jeder Wiederholung. Um den Spureinfluss aus der Ernte der Vorfrucht bzw. Gärrestausbringung konstant zu halten, wurde die Vorfrucht nicht beerntet, sondern die Bodenbelastung d.h. der Spureinfluss standardisiert. Dazu wurde die Vorfrucht, die im 90 Grad Winkel zur späteren Maisaussaat bestellt wurde, im zeitigen Frühjahr aus den vorhandenen Fahrgassen mit einem Totalherbizid abgespritzt. Aus diesen Fahrgassen heraus wurden auch die Gärreste ausgebracht. Dabei wurde, um trotz sich leerender Ausbringfahrzeuge eine gleichmäßige Bodenbelastung zu erlangen, jede Spur von beiden Seiten mit jeweils halber Ausbringmenge und neu befülltem Gerät befahren. So entstanden 3 gleichmäßig belastete Spuren quer über alle 18 Streifen (6 mal 3 Wiederholungen). Exakt über diese 3 Spuren wurden die 10 m langen Versuchspartzellen der Varianten „mit Bodenbelastung/Spur“ (in der Abbildung rot dargestellt) eingemessen. Der Fahrspuranteil betrug 2007 und 2008 25 %, im Jahr 2009 30 %. Zusätzlich zu diesen befahrenen Partzellen wurden (grün dargestellt) unbefahrene Partzellen in den Versuch mit aufgenommen, die mittig zwischen den Fahrgassen liegen.

Die 1,5 m breiten Partzellen lagen im Kern der 6 m (Einzelkornsäugerät, Scheiben-Drillmaschine) bzw. 8 m (Sägrubber) breiten Sästreifen. Kurz vor der Beerntung mit einem Partzellenhäcksler wurden die Zwischenräume mit einem selbstfahrenden Felddäcksler ausgemäht und so die Partzellen ringsherum zugänglich gemacht.

Alle Varianten des jeweiligen Versuchsstandortes und Jahres wurden absolut gleich behandelt. Identisch waren die Auswahl der Maissorte, die Düngung und der Pflanzenschutz. Diese wurden betriebsüblich durchgeführt. Darüberhinaus wurden alle Varianten an einem Ort zeitgleich bestellt, um etwaige Abtrocknungseffekte zu vermeiden. Unterschiede gab es nur in der Höhe der angestrebten Aussaatstärken. Auf Grund der Erfahrungen aus den Vorversuchen und den Empfehlungen der Maschinenhersteller wurde bei der Grubbersaat und bei der Scheiben-Drillsaat die Aussaatstärke um etwa 10 % erhöht, um den etwas niedrigeren Feldaufgang zu kompensieren und in etwa identische Bestandesdichten zu erzielen (siehe dazu auch Ergebnisteil).

## **2.3 Versuchsparameter**

Bei der Maisaussaat wurde die tatsächliche Saatstärke durch Rückwiegen des Saatgutes ermittelt. Diese diente als Grundlage zur Ermittlung des Feldaufganges durch Auszählung der Pflanzen innerhalb der Parzellen. In diesen 108 Parzellen eines jeden Versuches/Standorts wurden auch alle übrigen Bonituren und Probenahmen durchgeführt. Schädlingsbefall oder Krankheiten traten nicht auf. In den Jahren 2008 und 2009 wurde Lager festgestellt und bonitiert. Alle Parzellen wurden mit einem Parzellenhäcksler mit eingebauter Waage beerntet. Aus dem Erntematerial wurde je Parzelle eine Probe eingewogen, die zur Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes und damit zu Berechnung des Trockenmasseertrages getrocknet wurde. Desweiteren wurden diese getrockneten Proben im Labor mit Nahinfrarotspektroskopie (NIR) auf die Nährstoffgehalte untersucht.

## **2.4 Versuchsauswertung**

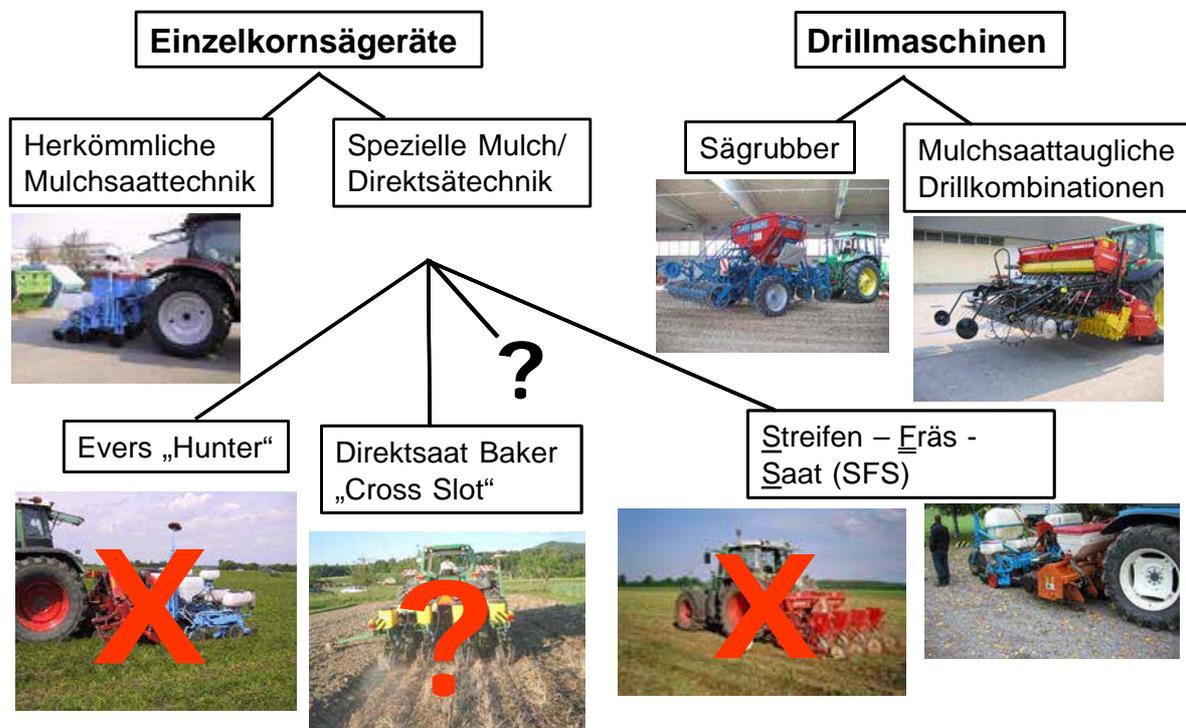
Die Versuchsergebnisse über 3 Jahre und 2 Standorte wurden statistisch verrechnet (SAS). Bei dem Versuch handelt es sich um einen dreifaktoriellen Versuchsaufbau (Sätechnik / Bodenbearbeitung / Spurbelastung), der mit Hilfe des SNK (Student Newman Keuls) Tests auf Signifikanz getestet wurde.

# **3 Ergebnisse**

## **3.1 Systematik der Säsysteme und Geräteauswahl**

Zu Beginn des Projektes wurde eine umfassende Recherche zum aktuellen Stand der Sätechnik für Mais durchgeführt. Die gefundenen Maschinentypen wurden in einer Systematik zusammengestellt (Abbildung 2). Dabei wurden neben der klassischen Einzelkornsätechnik auch Getreidesätechniken berücksichtigt. Neben Einzelkornsämaschinen in Standard- bzw. in Mulch- oder Direktsaatausführung sind am Markt Drillmaschinen mit Scheibenscharen und Sägrubber verfügbar, die nach Herstellerangaben auch für die Maisaussaat verwendet werden können.

In der Gruppe der Drillmaschinen finden sich bereits weit verbreitete mulchsaat-taugliche Drillmaschinen mit Ein- bzw. Doppelscheibenscharen sowie Sägrubber, welche das Saatgut über Zinkenschare in den Boden ablegen. Beim Einsatz eines Sägrubbers erfolgt eine flächige Bodenbearbeitung. Dies kann als Vorteil bei der Gülleeinarbeitung zur Saat in einem einzigen Arbeitsgang bei hoher Fahrgeschwindigkeit angesehen werden. Sägrubber verbreiten sich zunehmend auch in den Hohertragsregionen Westeuropas (MEINEL 2010). Die Gründe hierfür sind vielfältig und reichen von den niedrigen Anschaffungs- und Betriebskosten, über die universelle Einsetzbarkeit bis hin zur hohen Schlagkraft mit hoher Arbeitsgeschwindigkeit.



**Abbildung 2: Systematik unterschiedlicher Säsysteme für Mais**

In der Kategorie „spezielle Mulch- und Direktsätechnik“ hat es in der Vergangenheit einige Maschinen gegeben, die wieder vom Markt genommen bzw. nicht in Serie produziert wurden. Hierzu zählen die Geräte der Firma Gaspardo (Streifenfrässaat „No Till 1040“) oder der Firma Evers (Vorlockerer „Hunter“) (siehe Anhang). Hier war die eigentliche Neuerung nicht das Sägerät an sich, sondern der

Vorlockerer, der vor ein mulchsaattaugliches Einzelkornsägerät angeordnet wurde (Abbildung 3).

Im Rahmen eines Vorversuches im Jahr 2005 wurde das Gerät auf einer Grünlandfläche bei der Maisaussaat ohne Grünlandumbruch eingesetzt. Ganz vorne am Gerät waren Seche angebracht, welche die Narbe auftrennten. Dann folgten lange Lockerungszinken, die den Boden je nach aufgesetzten Scharen mehr oder weniger breit bis auf ca. 25 cm lockerten. Als Abschluss diente eine Crosskillwalze, welche die aufgelockerte Narbe wieder rückverfestigte. Das Gerät wurde in dieser Konstellation nie in Serie produziert. In nahezu identischer Ausführung, allerdings als Sologerät, ist es als Grünlanduntergrundlockerer erhältlich (<http://www.eversagro.de>).



**Abbildung 3: Vorlockerer Evers „Hunter“ mit Einzelkornsägerät (2005)**

Auf das Prinzip „streifenweise lockern und in den vorgelockerten Boden säen“ setzt auch das in Europa neuartige Verfahren der Streifenlockerung - Strip Tillage - auf. In den USA hat sich Strip Tillage im Maisanbau bereits etabliert, während in Deutschland erst seit Kurzem erste Versuche mit Prototypen oder speziell aus Übersee importierten Geräten durchgeführt werden (HERMANN 2008, 2010 und SANDROCK 2010). Im Gegensatz zum „Evers Gerät“ oder der „Gaspardo Strei-

fenfräs-Sämaschine“ werden hier die Schritte „Lockern“ und „Säen“ normalerweise zeitlich getrennt. Die Lockerung findet in einem extra Arbeitsgang zumeist schon im Spätsommer/Herbst als vorgezogene Grundbodenbearbeitung statt. Entscheidend dabei ist bei der späteren Aussaat das Saatgut genau in diesem vorgelockerten Bereich zu platzieren. Die Verwendung einer automatischen Lenkung mit RTK Korrektursignal am Schlepper ist dabei unabdingbar. Daraus resultiert ein hoher technischer und finanzieller Aufwand. Auf Grund zunehmender Anforderungen beim Erosionsschutz könnte dieses System eine echte Alternative zur Direktsaat darstellen, die gerade bei verdichteten Fahrspuren (siehe Kapitel 3.2) Probleme bereitet.

Das in Neuseeland entwickelte „Cross Slot“ Säschar für Direktsaat der Firma Baker hat in Europa bislang keine Bedeutung und wird bei Mais nur bei einer Maschine in der Schweiz (Direktsaatversuch Rütli, Bern) eingesetzt (STURNY et al. 2007). Auf Grund der besonderen Bauform des Schares soll ein „Kreuz-Sä-Schlitz“ entstehen, in dem auf der einen Seite der Dünger und auf der anderen Seite das Maiskorn abgelegt wird (siehe Anhang). Dies soll dazu führen, dass einerseits das Saatgut nicht mit dem Dünger in Berührung kommt und andererseits der Keimling nicht vertrocknet, auch wenn der senkrechte Säschlitz nicht richtig verschlossen werden kann.

Ebenfalls auf dem deutschen Markt bis dato nur bedingt verfügbar ist das Gerät des Schweizer Herstellers Althaus. Hier handelt es sich, ähnlich wie bei den in den 80-er Jahren intensiv von der Landtechnik Weihenstephan untersuchten Streifenfräs-Maissaatkombinationen (ESTLER 1987) oder dem Streifenfräs-Maissägerät von Gaspardo, um eine Fräse, die nur den Bereich der Maisreihe bearbeitet und mit einem üblichen Einzelkornsägerät gekoppelt wird. Das Gerät besitzt, entgegen den vorgenannten, zusätzlich je ein Lockerungsschar pro Reihe, wird derzeit jedoch nur in 4-reihiger Ausführung angeboten. Bei der Direktsaat von Mais auf Klee grasflächen („Maiswiese“) in der Schweiz hat das Gerät eine größere Verbreitung.

In der Kategorie „mulch- oder direktsaاتفähige Drilltechnik“ mit Doppel- oder Einscheibenscharen lassen sich zwei unterschiedliche Geräte kombinationen unterscheiden. Zum einen Kombinationen aus Kreiseleggen/-grubbern und Drillmaschinen und zum anderen Kombinationen aus passiv angetriebenen Bodenbearbeitungsgeräten und Drilltechnik. Bei letzteren handelt es sich in der Regel um

aufgesattelte Maschinen, die als Kombination aus Kurzscheibenegge, Packer und Drillmaschine aufgebaut sind. Beide Gerätekombinationen wurden bereits vereinzelt zur Maisaussaat eingesetzt. Hierüber existieren Berichte von Herstellern (LEMKEN 2004) oder Lohnunternehmern (JÄNSCH 2007). In Veröffentlichungen werden die Vorteile der Aussaat mit Universaldrilltechnik (schlagkräftig, erosionsmindernd, bessere Standraumverteilung) erwähnt und es wird auch von geringen Mehrerträgen bei etwas minderer Futterqualität berichtet (WILDENHAYN 2005, GROSS 2007). Einige Hersteller von Drillmaschinen bieten inzwischen Umbau- bzw. Erweiterungssätze für die exakte Dosierung von Maiskörnern an (MUMME, RECKLEBEN 2010).

Auch bei den Sägrubbern gibt es Hersteller, die angeben, dass ihre Geräte zur Maisaussaat verwendet werden können. Praxiserfahrungen hierzu sind auf Grund der bis dato geringen Verbreitung dieser Maschinen begrenzt.

Für die eigenen Untersuchungen wurden 3 Säsysteme ausgewählt. Als Standard- bzw. Kontrollvariante diente ein „klassisches“ Einzelkornsägerät mit Doppelscheibenscharen in Mulch- bzw. Direktsaat Ausführung (Abbildung 4).

## Einzelkornsaat



## z.B. Kuhn Maxima

### Pneumatisches Einzelkornsägerät

(speziell für Mais / Pflug- ,Mulch- und Direktsaat\* möglich)

- ¾ Mulchsaattaugliche Ausführung
- ¾ Sonderausführung\* für Direktsaat bis zu 190 kg Schardruck
- ¾ Dreipunkt Gerät
- ¾ Arbeitsweise:
  - Optionale Klutenräumer oder Sternräumer befreien die Saatrille von organischer Masse (Ernterückstände)
  - Doppelscheibenschar öffnet Boden und legt Saatgut ab
  - Exakte Saatgutdosierung über Säscheibe mit Vakuum
  - Parallelogramm geführte Säeinheit für optimale Boden Anpassung
  - Separates Scheibenschar für Düngerausbringung
  - Verstellbare Andruckrollen für die Schließung der Saatrille und Rückverfestigung
- ¾ Reihenunabhängiges Maisgebiss nicht notwendig

**Abbildung 4: Technik der Versuchsvariante „Einzelkornsaat“**

Dieses, wie auch die beiden anderen Geräte, wurden sowohl unter Direktsaatbedingungen (ohne vorhergehende Saatbettbearbeitung), als auch nach vorhergehender flacher Bodenbearbeitung (Grubber) in den Ernteresten der Vorfrucht eingesetzt.

Als Säverfahren mit universellem Einsatzbereich (Pflugsaat, Mulchsaat und Direktsaat, sowohl für Getreide als auch für Mais) wurden zwei typische Vertreter der unterschiedlichen Bauarten von Universaldrillmaschinen ausgewählt. Zum einen handelte es sich um eine mulchsaattaugliche Scheiben-Drillmaschine mit passivem Bodenbearbeitungsgerät (Abbildung 5) und zum anderen um einen Sägrubber (Abbildung 6 bzw. Abbildung 7).

## Scheiben-Drillsaat

## z.B. Väderstad Rapid



### Universaldrillmaschine (Scheibensämaschine)

(für Pflug-, Mulch- und Direktsaat)

¾ Keine Einzelkorn- sondern eine Drillsaat

¾ Gezogenes, aufgesatteltes Gerät

¾ Arbeitsweise:

- 1. Zone: Bodenbearbeitung (Crossboard, Zinken oder Hohl-scheiben bearbeiten den Boden und die Erntereste)
- 2. Zone: Aussaat (Dünger und Saatgut getrennt voneinander möglich)  
gummigefederte Einscheibenschare bearbeiten den Boden auf Saattiefe und legen Saatgut bzw. Dünger ab
- 3. Zone: Walzen und Auflockern  
Räder drücken die Saatrillen zu und sorgen für Rückverfestigung  
Nachstriegel lockert die Oberfläche und schützt vor Verschlammung

¾ Reihenunabhängiges Maisgebiss nicht unbedingt notwendig

**Abbildung 5: Technik der Versuchsvariante „Scheiben-Drillsaat“**

## Grubbersaat



## z.B. Köckerling AT

### Universaldrillmaschine (Sägrubber)

(für Pflug-, Mulch- und Direktsaat)

¾ Keine Einzelkorn- sondern eine Drillsaat (Breitsaat)

¾ Gezogenes, aufgesatteltes Gerät

¾ Arbeitsweise:

- Schneidringwalze öffnet Oberfläche, schneidet Pflanzenreste durch
- Parallelogramm geführtes Flügelschar bearbeitet Boden auf Saattiefe
- über je 2 Fallrohre wird Saatgut hinter dem Flügel in den Boden geblasen
- 2 gefederte Zustreicher bedecken das Saatgut mit Bodenmaterial
- STS Packerwalze sorgt für Rückverfestigung

¾ Gerät inzwischen vom Nachfolgemodell „Ultima“ abgelöst

¾ Reihenunabhängiges Maisgebiss notwendig

Abbildung 6: Technik der Versuchsvariante „Grubbersaat“ (2007)

## Grubbersaat

## z.B. Köckerling Triathlon



### Universaldrillmaschine (Sägrubber)

(für Pflug-, Mulch- und Direktsaat)

➤ Keine Einzelkorn- sondern eine Drillsaat (Bandsaat, pneumatisches Gerät)

➤ Gezogenes, aufgesatteltes Gerät

➤ Arbeitsweise:

- Hydraulisches Crossboard zur Spureinebnung
- Federzinken (7 cm breit bei 16,6 cm Strichabstand) bearbeiten den Boden auf Saattiefe
- Tiefeneinstellung erfolgt über Packerwalze
- über Fallrohre wird Saatgut hinter diesen Scharen in den Boden geblasen (Bandsaat mit ca. 6 cm)
- STS Packerwalze sorgt für Rückverfestigung (hinter jedem Säzinken läuft ein „U“ förmiger Packerring)
- Nachstriegel für Einebnung und Saatgutbedeckung

➤ Reihenunabhängiges Maisgebiss (nicht) unbedingt notwendig

Abbildung 7: Technik der Versuchsvariante „Grubbersaat“ (2008/2009)

Die Einstellung der Produktion des zu Projektbeginn ausgewählten Sägrubbers „AT“ von Köckerling führte dazu, dass ab dem 2. Versuchsjahr das Gerät „Triathlon“ des gleichen Herstellers zum Einsatz kam. Beide Geräte sind aufgesattelte Sägrubber. Im Gegensatz zur „AT“ besitzt die „Triathlon“ schmale Zinkenschare, sodass anstelle der Breitsaat eine Bandsaat erfolgt. Der Unterschied zwischen der Baureihe „AT“ (heute „Ultima“) und „Triathlon“ besteht außerdem in der Art der Führung der Säscharre und der Einstellung der Sätiefe, die bei der „Triathlon“ einfacher aufgebaut ist. Während bei der „AT“ die Sätiefe zentral über die nachlaufende Packerwalze und über die an jedem Säschar angebrachten Vorlaufwalzen eingestellt wird, erfolgt beim „Triathlon“ die Einstellung nur über die Packerwalze.

### **3.2 Feldversuch**

Die Firmen Kuhn, Köckerling und Väderstad stellten für die Untersuchungen die in Abbildung 8 dargestellten Sämaschinen zur Verfügung und unterstützten mit Firmenvertretern die Einstellung und den Einsatz der Maschinen:

Firma Kuhn: Herr Hurzlmeier

Firma Köckerling: Herr Brendler bzw. Herr Fink

Firma Väderstad: Herr Sauer

Im Jahr 2007 wurde die Grubbersaatvariante mit dem auf dem Betrieb Rosenau vorhandenen Sägrubber bestellt.

Darüber hinaus überließen uns die Firmen abwechselnd Grubber für die Bodenbearbeitung (Abbildung 9, Abbildung 10).



**Abbildung 8: In der Untersuchung eingesetzte Sägeräte**



**Abbildung 9: Saatbettbereitung 2007 (Väderstad „Cultus“)**



**Abbildung 10: Saatbettbereitung 2009 (Köckerling „Trio“)**

### **3.2.1 Standort Gut Rosenau**

Gut Rosenau ist ein voll arrondierter Betrieb mit großen, ebenen und gleichmäßigen Schlägen im Isartal östlich von Dingolfing. Die Versuchspartzen waren in allen drei Jahren in mitten der Maisbestände integriert. Der Bodentyp ist eine Kalkpaternia aus jungen, kalkhaltigen Flusssedimenten. Die Bodenart ist ein schluffiger Lehm, der einen hohen Humusgehalt aufweist. Die dunklen Aueböden lassen sich gut bearbeiten und trocknen schnell ab, sind aber bei ungünstigen Bodenverhältnissen verdichtungsgefährdet. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7 - 8 Grad Celsius, der mittlere Niederschlag 700 - 800 mm/a.

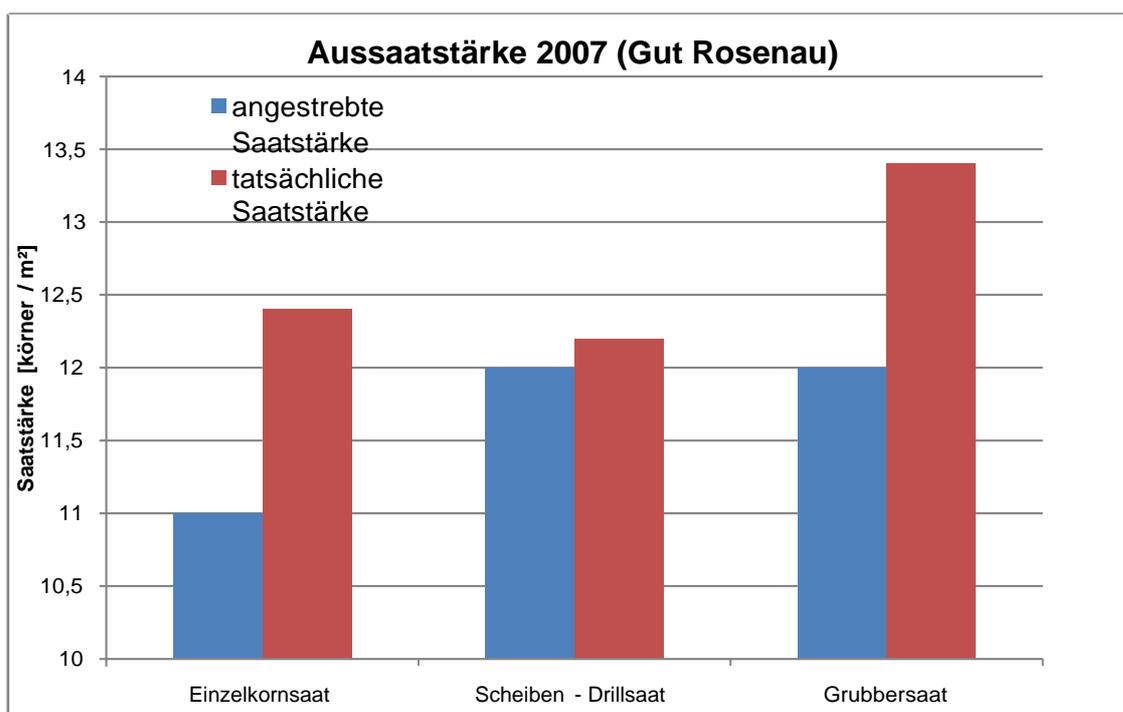
#### **3.2.1.1 Versuchsjahr 2007**

Im Versuchsjahr 2007 herrschten im Frühjahr extrem trockene Bedingungen und bereits Ende April sommerliche Temperaturen. Die Bodenbearbeitung erfolgte am 26. April mit einem 4-balkigen, aufgesattelten Grubber. Bei einer Geschwindigkeit

von 8,5 – 10 km/h konnte der Boden auf 10 – 14 cm Tiefe bearbeitet werden (Abbildung 9). Bis zum nächsten Morgen, als die Aussaat erfolgte, war der bearbeitete Teil bereits stark abgetrocknet.

Alle 3 Säugeräte wurden, wie in den Folgejahren auch, mit einer einheitlichen Saatgutcharge befüllt. Vor der Aussaat wurden die Geräte exakt eingestellt und mehrere Abdrehproben durchgeführt. Die nach Anbauempfehlung anzustrebende Saatstärke wurde bei den beiden Drillverfahren um rund 10 % erhöht, wie es die Hersteller vorschlagen. Die Arbeitsgeschwindigkeit wurde entsprechend der Säsysteme in Absprache mit den Vertretern der Hersteller festgelegt. So wurde in allen Versuchsjahren bei der Einzelkornsaat eine Fahrgeschwindigkeit von 5 – 6 km/h eingehalten. Bei den beiden Drillverfahren betrug die Fahrgeschwindigkeit rund 10 km/h. Diese rel. hohe Geschwindigkeit ist für den Bearbeitungseffekt der passiven Werkzeuge notwendig.

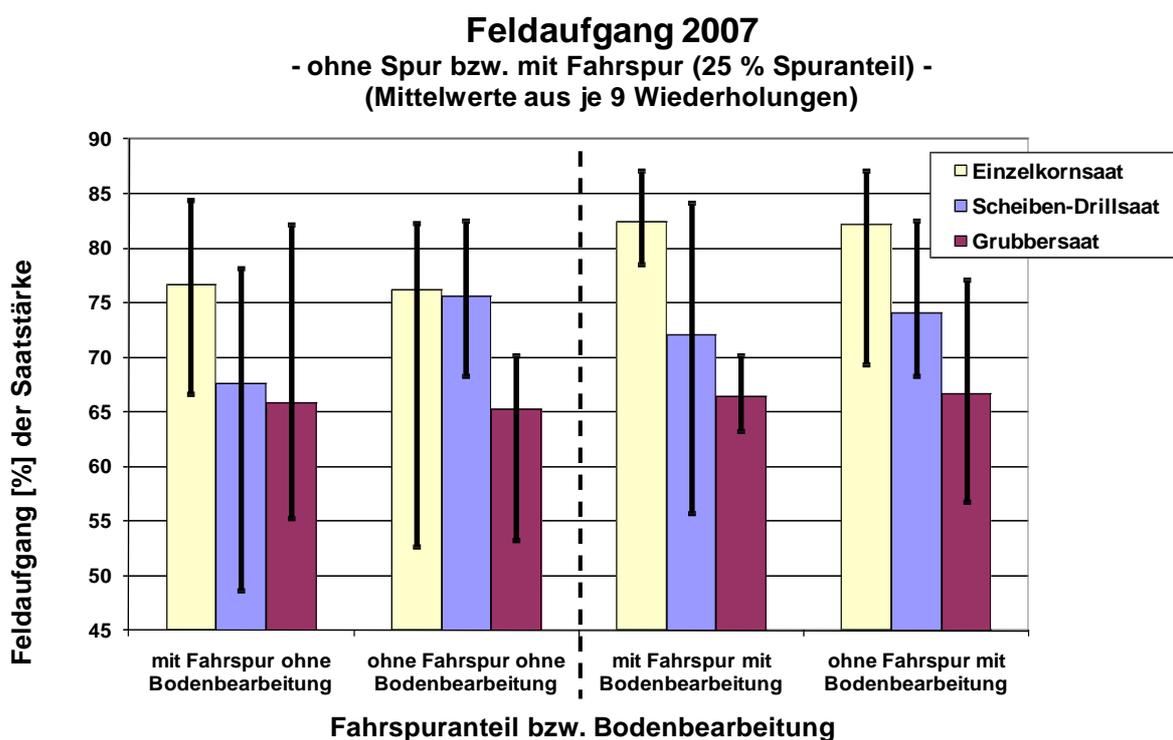
Die ausgebrachte Saatgutmenge wurde durch Wiegen vor und nach der Saat bestimmt und an hand der Parzellengröße und des TKG in die Aussaatstärke umgerechnet. Wie in Abbildung 11 zu erkennen ist, weicht die tatsächliche Aussaatstärke von der angestrebten Aussaatstärke (die durch Abdrehproben eingestellt wurde) teilweise deutlich ab. In 2007 waren die Abweichungen mit über 10 % bei der Einzelkornsaat und bei der Grubbersaat am höchsten.



**Abbildung 11: Aussaatstärke (Gut Rosenau 2007)**

Aus welchem Grund bei der Einzelkornsaat ebenfalls eine Abweichung von mehr als 10 % zustande kam, konnte nicht nachvollzogen werden. Die Folgejahre haben gezeigt, dass es sich hier um einen einmaligen Effekt handelte.

Für die Bestandsentwicklung ist der Feldaufgang eine entscheidende Größe. In Abbildung 12 ist der Feldaufgang der Säverfahren mit den 4 Kombinationen aus „Bodenbearbeitung“ und „Spurbelastung“ dargestellt.



**Abbildung 12: Feldaufgang (Gut Rosenau 2007)**

Zunächst fällt auf, dass der Feldaufgang in allen Varianten bei der Einzelkornsaat am höchsten war. Bei der Grubbersaat war der Feldaufgang mit rund 65 % am niedrigsten, dafür jedoch in allen Varianten gleichmäßig. Gleichmäßig bedeutet, dass die Durchschnittswerte (je 9 Parzellen) aller 4 Varianten nahezu identisch waren. Zwischen den Parzellen der einzelnen Varianten zeigten sich jedoch größere Schwankungen, wie die Balken für die Maximal/Minimalwerte verdeutlichen. Beim Sägrubber erreichte der Feldaufgang Werte von 55 bis über 80 %. Auch die Einzelwerte bei der Einzelkornsaat und bei der Scheiben-Drillsaat schwankten sehr stark.

Dies liegt daran, dass sowohl beim Sägrubber als auch bei der Scheiben-Drillmaschine keine kornbasierte Vereinzelnung vorliegt, sondern die Maiskörner mit Zellenrädern dosiert werden. Wegen der geringen Aussaatmengen erreichen die Maiskörner die Säscharre oft nicht kontinuierlich, sondern stoßweise. So kommt es zum Teil zu einer Anhäufung und an anderen Stellen zu Fehlstellen, wie in Abbildung 13 bei beiden Varianten zu erkennen ist.

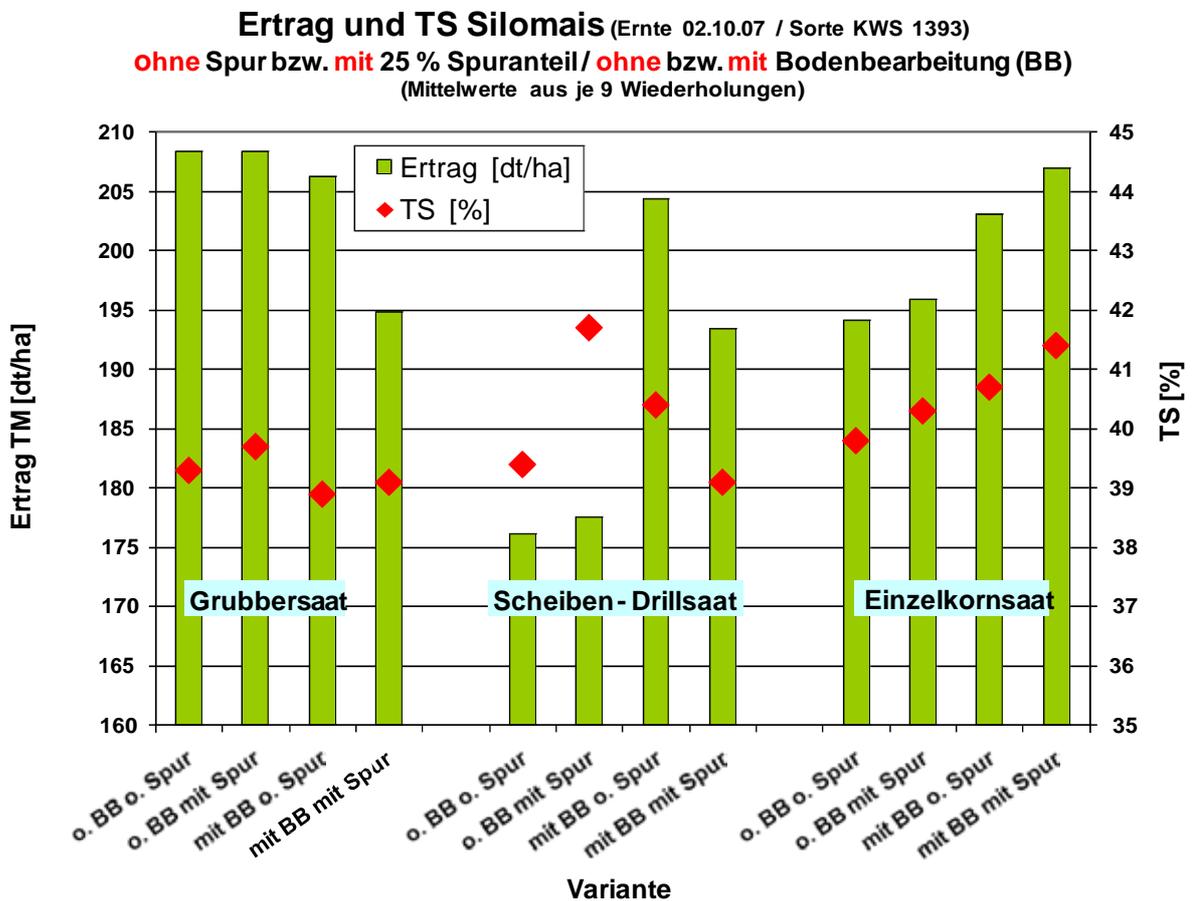


**Abbildung 13: Grubbersaat (links) und Scheiben-Drillsaat (rechts)**

In Abbildung 12 (Diagramm) ist zudem zu erkennen, dass bei der Scheiben-Drillsaat und Einzelkornsaat der Feldaufgang von der Bodenbearbeitung aber auch der Fahrspur beeinflusst wurde. In den Folgejahren hat sich dieser Trend meist stärker gezeigt. Im Jahr 2007 war der Boden, wie bereits berichtet, so extrem stark ausgetrocknet, dass die Befahrung fast zu keiner Verdichtung und damit nur geringfügiger Verschlechterung des Feldaufganges geführt hat. Die Bodenbearbeitung führte offensichtlich nicht zu einer Verbesserung der Bodenstruktur, sondern verstärkte die Austrocknung des ohnehin schon trockenen Bodens.

Dennoch konnte sich der Maisbestand sehr gut entwickeln. Die Direktsaat hat von der wassersparenden Arbeitsweise profitiert und stand der Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung nicht nach. Der anfänglich deutlich sichtbare Rückstand der

Grubber- und Scheiben-Drillsaat war schon im Juli optisch nicht mehr zu erkennen. Die in Abbildung 14 dargestellten Trockenmasseerträge zur Ernte zeigen, dass auch beim Ertrag die Alternativverfahren in vielen Varianten der Einzelkornsaat ebenbürtig waren. Bei der Scheiben- Drillsaat und bei der Einzelkornsaat ist, wie auch schon beim Feldaufgang, der Einfluss der Bodenbearbeitung und zum Teil auch der Bodenbelastung (Fahrspur) zu erkennen. Bei der Scheiben-Drillsaat ist der Ertrag in der Variante „mit Bodenbearbeitung ohne Spur“ am höchsten. Die Grubbersaat dagegen liegt auf einem hohen und gleichmäßigen Niveau und übertrifft die Einzelkornsaat in den beiden Varianten ohne vorhergehende Bodenbearbeitung etwas.



**Abbildung 14: Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2007)**

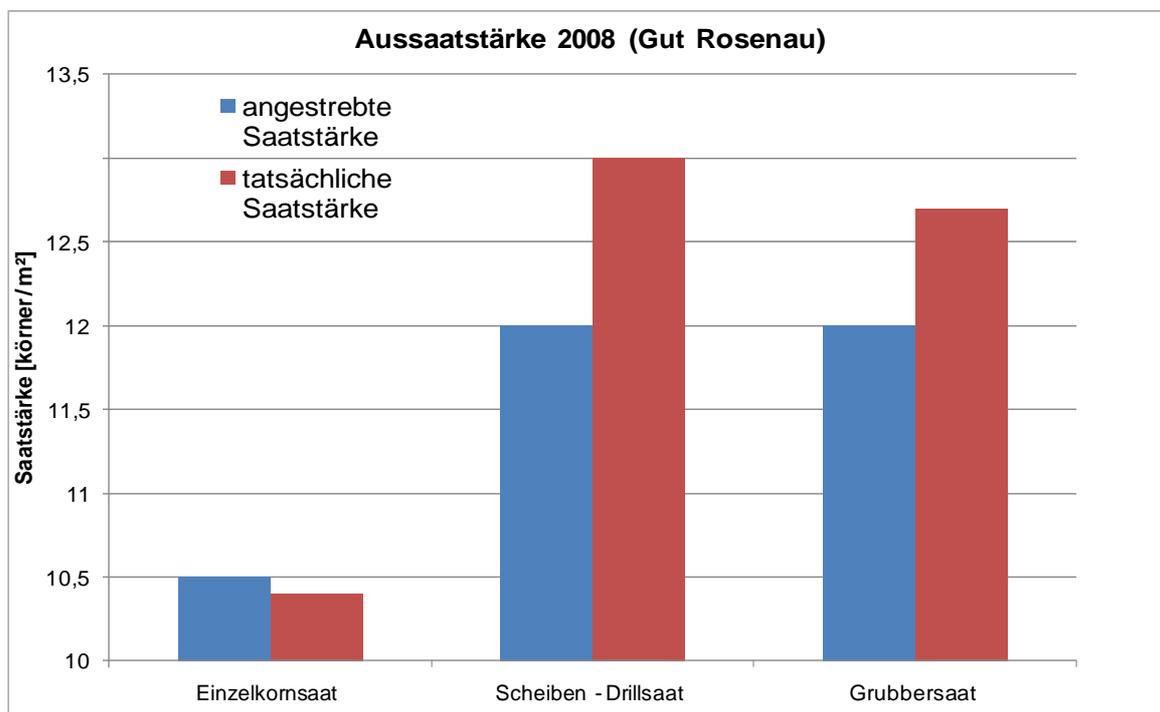
Die Trockensubstanzgehalte variieren im Bereich von 39 – 42 % TS. Unterschiede sind bei dieser einjährigen Betrachtung kaum festzustellen.

### 3.2.1.2 Versuchsjahr 2008

Die Saatbettbereitung erfolgte in Jahr 2008 am 28. April mit einem aufgesattelten Sägrubber (Köckerling Triathlon, 4 m AB). Aufgrund des Aufbaues (4-balkige Federzinkenegge mit Packer) eignet sich diese Maschine nicht nur zur Saat, sondern auch zur flachen Bodenbearbeitung. Die Bearbeitungstiefe betrug 10 – 11 cm bei ca. 10 km/h Arbeitsgeschwindigkeit.

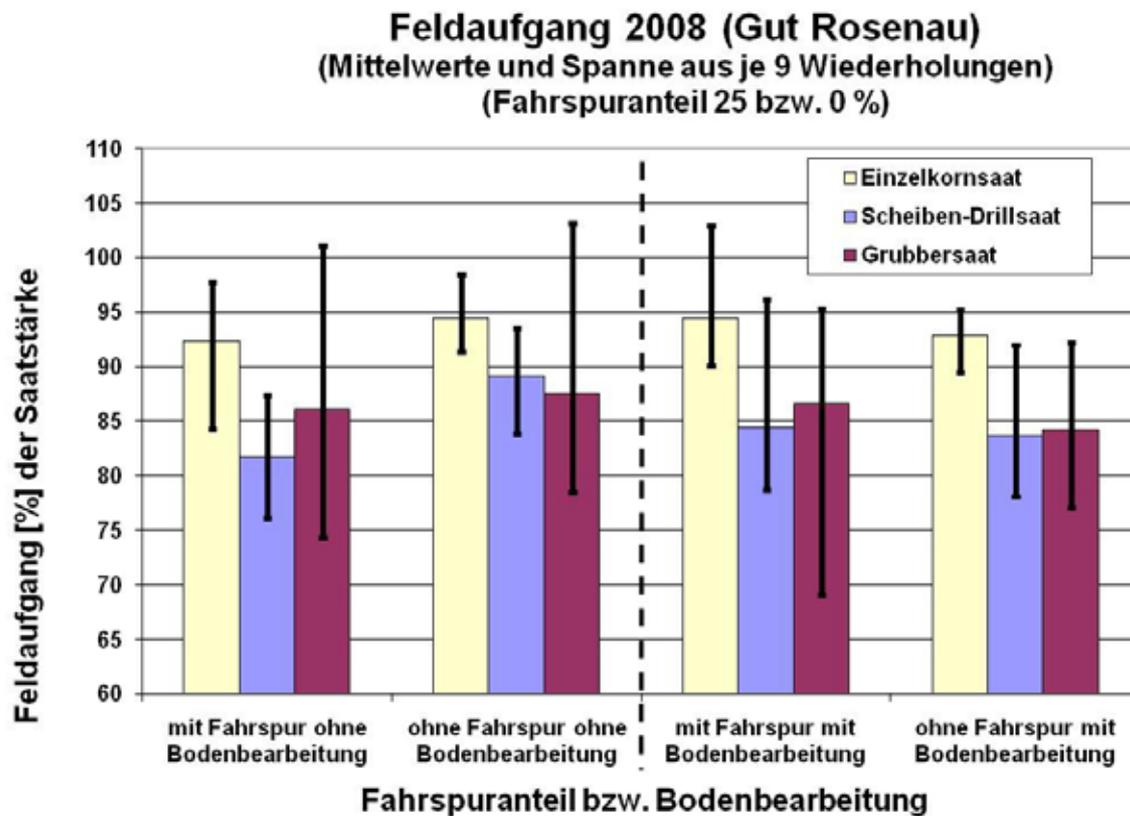
Die Aussaat konnte nicht unmittelbar erfolgen, weil es vom 29.04 bis zum 01.05. immer wieder zu Niederschlägen (etwa 15 mm) kam. Am 4. Mai war der Boden bei optimalen Aussaatbedingungen gut abgetrocknet.

In Abbildung 15 ist das Verhältnis von angestrebter zu tatsächlicher Aussaatstärke dargestellt, welches wiederum durch Rückwiegen des Saatgutes erfolgte. Wie auch schon im Vorjahr gab es deutliche Abweichungen. Die Einzelkornsaat war 2008 davon nicht betroffen und konnte den eingestellten Wert exakt einhalten.



**Abbildung 15: Aussaatstärke (Gut Rosenau 2008)**

Der Feldaufgang ist in Abbildung 16 dargestellt. Die Darstellung zeigt, dass der Feldaufgang der Einzelkornsaat unter allen Bedingungen, wie auch schon 2007, am höchsten war. Die Bodenbearbeitung wirkte sich weniger als im Frühjahr 2007 auf den Feldaufgang aus. Ähnlich dem Jahr 2007 war der Feldaufgang des Verfahrens „Sägrubber“ unter allen Voraussetzungen nahezu identisch. Mit rund 85 % lag er jedoch deutlich über dem Niveau von 65 % im Jahr 2007 und unterscheidet sich 2008 nicht vom Feldaufgang der Scheiben-Drillsaatvarianten.

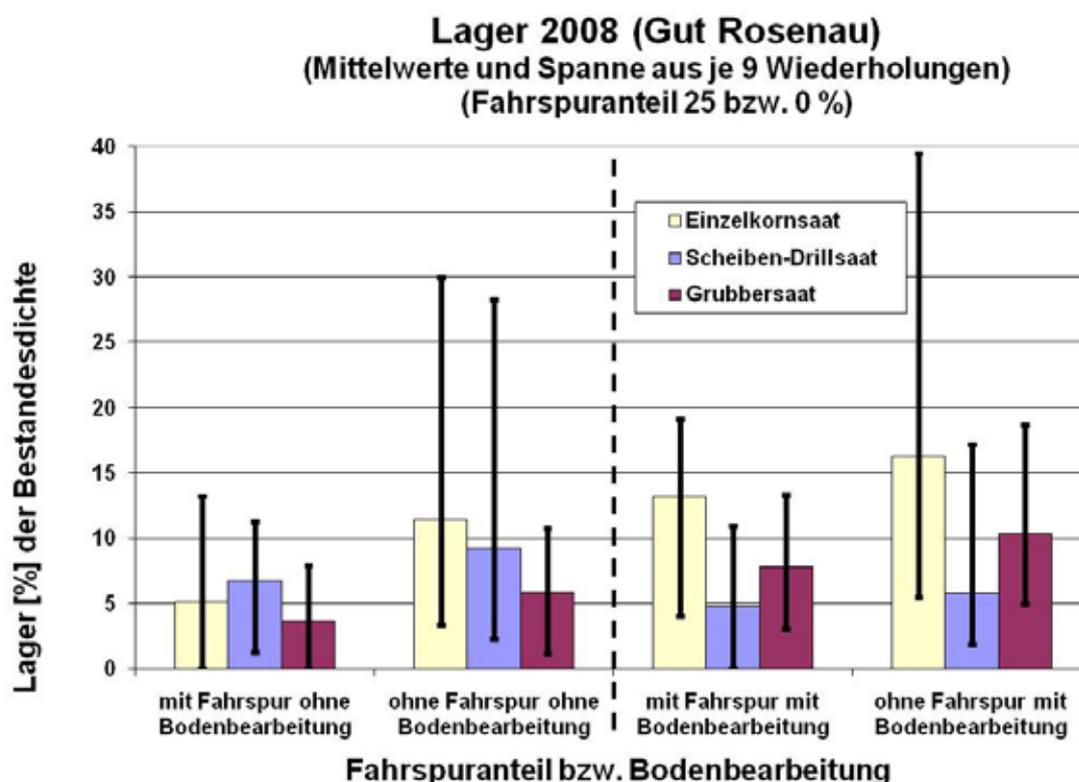


**Abbildung 16: Feldaufgang (Gut Rosenau 2008)**

Ein mittlerer Feldaufgang bei der Einzelkornsaat von etwa 93 %, bei der Scheiben-Drillsaat und der Grubbersaat von etwa 85 %, führten zur Erntezeit zu Bestandesdichten von etwas weniger als 10 Pflanzen / m<sup>2</sup> (Einzelkornsaat) bzw. knapp 11 Pflanzen / m<sup>2</sup> (Drillsaaten). Um etwaige Ertragsunterschiede bei den jeweiligen Säsystemen bzw. Bodenbearbeitungsvarianten erklären zu können, ist es wichtig, dass die Bestände in etwa gleiche Bestandesdichten aufweisen.

Damit unterliegen die Parzellen identischen Voraussetzungen bei der Ertragsbildung, abgesehen von der räumlichen Verteilung, die Technik spezifisch ist und deshalb nicht vereinheitlicht werden darf.

Die Entwicklung des Bestandes verlief ähnlich wie 2007. Wiederum zeigte sich, dass der Mais in den Varianten der Einzelkornsaat gleichmäßiger und zügiger aufwuchs. Mit fortschreitender Entwicklung waren diese anfangs deutlich sichtbaren Unterschiede kaum mehr zu erkennen. Zu sehr unterschiedlichen Anteilen an Lager führte ein heftiger Sturm Anfang Juni. In fast allen Parzellen der Einzelkornsaat war der Anteil der lagernden Pflanzen am höchsten. Zu den lagernden Pflanzen wurden sowohl die umgeknickten und sich später wieder aufgerichteten (Säbelbeinigkeits) als auch die vollständig abgeknickten Pflanzen (Bruch) gezählt (Abbildung 17).



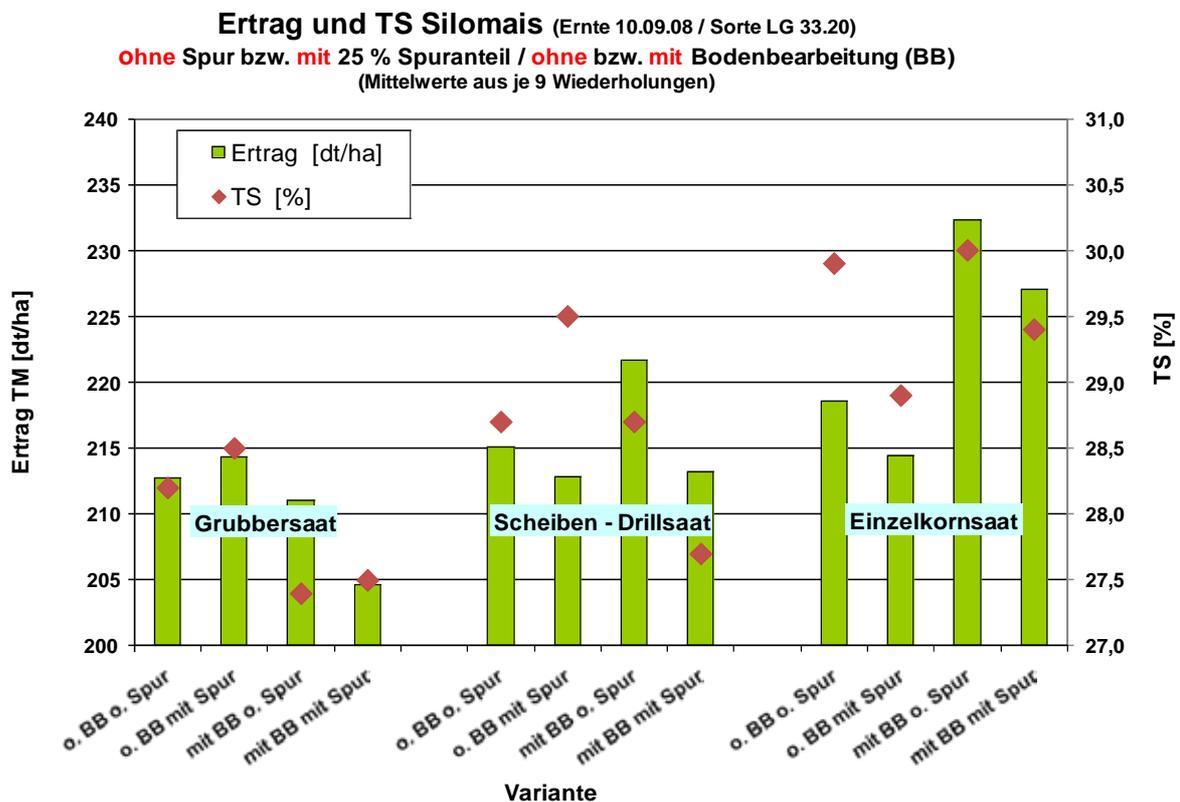
**Abbildung 17: Lager bzw. Bruchpflanzen (Gut Rosenau 2008)**

Die Varianten „mit Spur ohne Bodenbearbeitung“ (ungünstige Bedingungen) zeigten bei allen drei Geräten einen niedrigen Anteil an lagernden Pflanzen.

Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die zum Unwetter noch weniger entwickelten, kleineren Pflanzen dem Wind weniger Angriffsfläche geboten haben und dadurch nicht ins Lager gingen.

Im Umkehrschluss lässt sich vermuten, dass die Pflanzen der Varianten „ohne Spur mit Bodenbearbeitung“ (günstige Voraussetzungen) am weitesten entwickelt und somit am anfälligsten für starken Wind waren.

Bei der Beerntung im Herbst wurden die am Boden liegenden, abgebrochenen Pflanzen nicht mit aufgenommen. Die säbelbeinigen Pflanzen wurden, soweit sie das Maisgebiss erfasste, mit aufgenommen. In der Abbildung 18 sind die Trockenmasseerträge dargestellt.



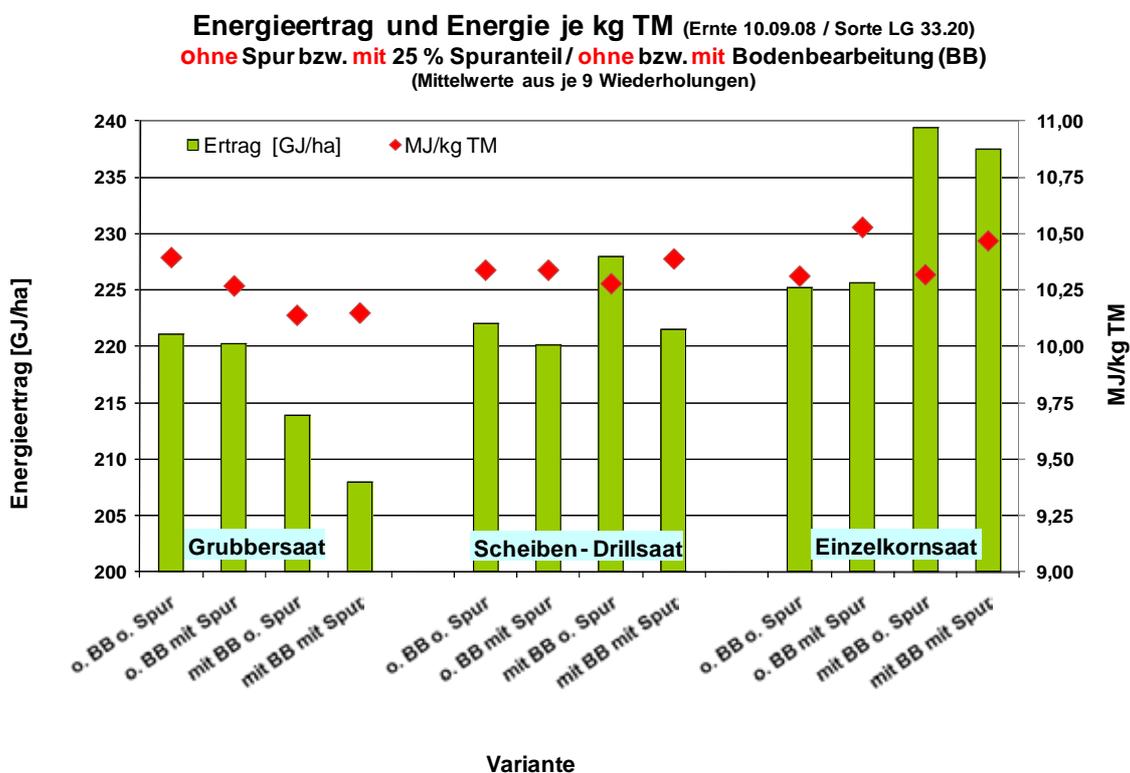
**Abbildung 18: Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2008)**

Die Abbildung zeigt, dass die höchsten Erträge in den Varianten Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung erzielt wurden. Es ist zu erkennen, dass die Einzelkornsaat und teilweise auch die Scheiben-Drillsaat auf die Bodenbearbeitung positiv rea-

giert haben. Ohne Bodenbearbeitung unterscheiden sich die Varianten kaum. Die Variante „Sägrubber“ reagierte, wie auch schon beim Feldaufgang, nur gering auf den Einfluss durch die Bodenbearbeitung oder den Spuranteil. Hinsichtlich des Spureinflusses dagegen reagierten sowohl die Einzelkornsaat als auch die Scheiben-Drillsaat Parzellen deutlich mit Mindererträgen.

Die Trockensubstanzgehalte des Erntegutes unterschieden sich nur geringfügig. Wie bei den Erträgen sind die Werte bei der Einzelkornsaat in der Tendenz meist höher als bei der Scheiben-Drillsaat und vor allem bei der Grubbersaat.

Auch die Energiegehalte (umsetzbare Energie in MJ je kg Trockenmasse) unterschieden sich zwischen den Varianten nur geringfügig (Abb. 19). Der Energieertrag in GJ je Hektar spiegelt im Wesentlichen die Ertragssituation wieder. Nur in der Variante „Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung mit Spur“ ist es zu einer kleinen Verschiebung gekommen, da hier mit rund 10,5 MJ die Energiekonzentration etwas höher war als in den 3 übrigen Einzelkornsaatvarianten.



**Abbildung 19: Energieertrag und Energiegehalt (Gut Rosenau 2008)**

### 3.2.1.3 Versuchsjahr 2009

Im dritten und letzten Versuchsjahr erfolgte die Bodenbearbeitung am 27. April mit einem 3-balkiger Grubber (Köckerling „Trio“) (Abbildung 10). Die Arbeitsgeschwindigkeit betrug rund 9 km / h bei 10 – 12 cm Arbeitstiefe. Im Gegensatz zu den beiden Vorjahren waren die Spuren der Gärrestausbringung sehr stark verdichtet. Die Aussaat mit den 3 Geräten erfolgte ebenfalls am 27. April unter trockenen Bedingungen.

Die Sägeräte wurden analog zum Vorjahr eingesetzt, arbeiteten zuverlässig und störungsfrei, hatten aber Probleme das Saatgut in den Varianten ohne Bodenbearbeitung in den verfestigten Spuren in den Boden abzulegen. Während die gezackten Scheibenschare der Väderstad Drillmaschine in den gegrubberten Parzellen auch in den Fahrspuren (Abbildung 20) die Saattiefe einhalten konnten, drangen sie ohne vorhergehende Bodenbearbeitung kaum in den Boden ein (Abbildung 21).



**Abbildung 20: Scheiben-Drillmaschine mit Saatbettbereitung (2009)**



**Abbildung 21: Scheiben-Drillmaschine ohne Saatbettbereitung (2009)**

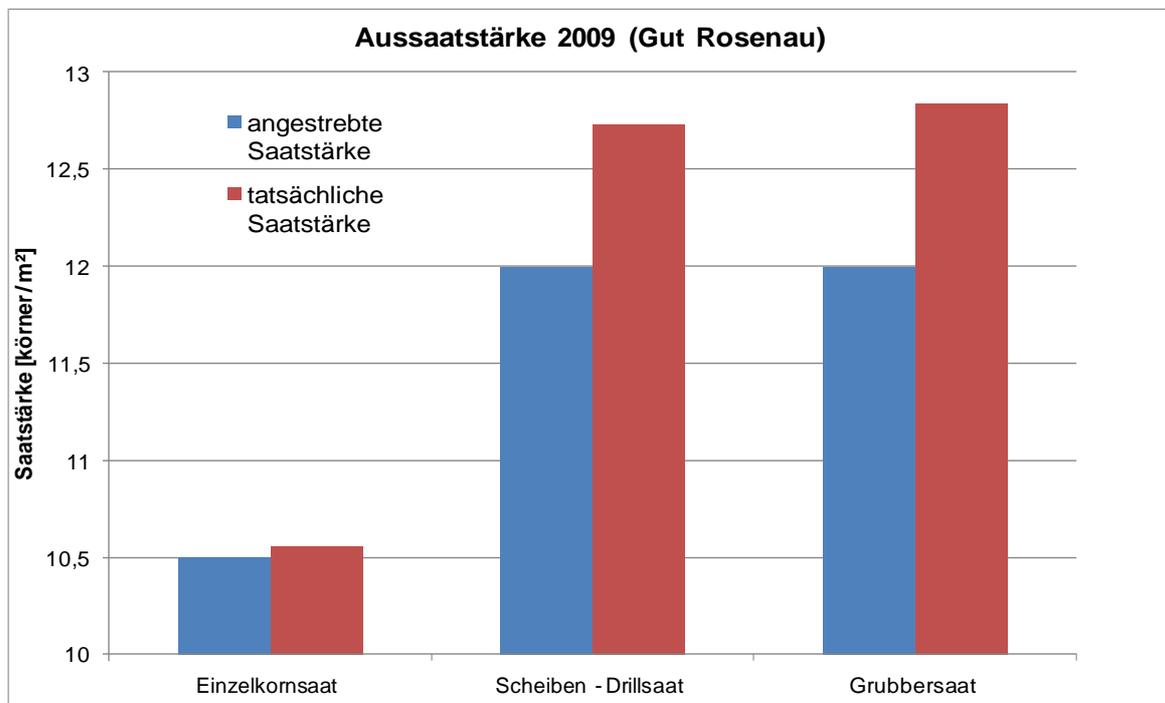
Dies lag aber nicht nur am harten Boden, sondern auch am Umstand, dass die aufgesattelten Geräte (auch beim Sägrubber) sich auf der Packerwalze abstützen, die hinter den Säorganen läuft. Bei den tieferen Fahrspuren (siehe Abbildung 21) hob das Fahrwerk, wie im Bild zu erkennen, die Schare über die Spur hinweg und die Scheiben (bzw. Zinken beim Sägrubber) konnten nicht in den Boden eindringen.

Beim Sägrubber wurde immer etwas Boden mit bewegt, sodass kurze Bodenunebenheiten ausgeglichen wurden (Abbildung 38) und keine Maiskörner unbedeckt liegen blieben. Auch beim Einzelkornsägerät konnten in den Spuren die Säschritze nicht vollständig bzw. zum Teil überhaupt nicht geschlossen werden, wie Abbildung 22 zeigt.



**Abbildung 22: Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung (2007)**

Vor dem Feldaufgang wurde wie in den Vorjahren die tatsächliche Aussaatstärke (Abbildung 23) ermittelt.



**Abbildung 23: Aussaatstärke (Gut Rosenau 2009)**

Bei der Aussaatstärke gab es ähnliche Erkenntnisse wie im Vorjahr. Das Einzelkornsäugerät konnte die eingestellte Aussaatstärke exakt einhalten, während die beiden anderen Maschinen wiederum gut 10 % Saatgut mehr ausbrachten als bei den Abdrehsproben eingestellt wurde. Dieses Ergebnis bestätigt erneut die Beobachtung, dass die Dosiersysteme der Universaldrillmaschinen die angestrebte Aussaatstärke nicht so genau einhalten können wie die speziellen Lochscheibendosiergeräte der Einzelkornsämaschinen.

Der Feldaufgang war auf Grund der schwierigen Aussaatbedingungen in den Varianten „ohne Bodenbearbeitung mit Spur“ niedriger als im Frühjahr 2008.

In Abbildung 24 ist zu erkennen, dass die Einzelkornsäat am stärksten auf die fehlende Bodenbearbeitung reagierte und der Feldaufgang mit rund 65 % deutlich geringer war als in den Vorjahren. Der Sägrubber zeigte wiederum einen relativ konstanten, wenn auch den guten Einzelkornvarianten deutlich unterlegenen Feldaufgang. Die Feldaufgänge der Scheiben-Drillmaschine haben positiv überrascht, weil rein visuell die Bestände deutlich lückiger als die des Sägrubbers gewirkt haben.

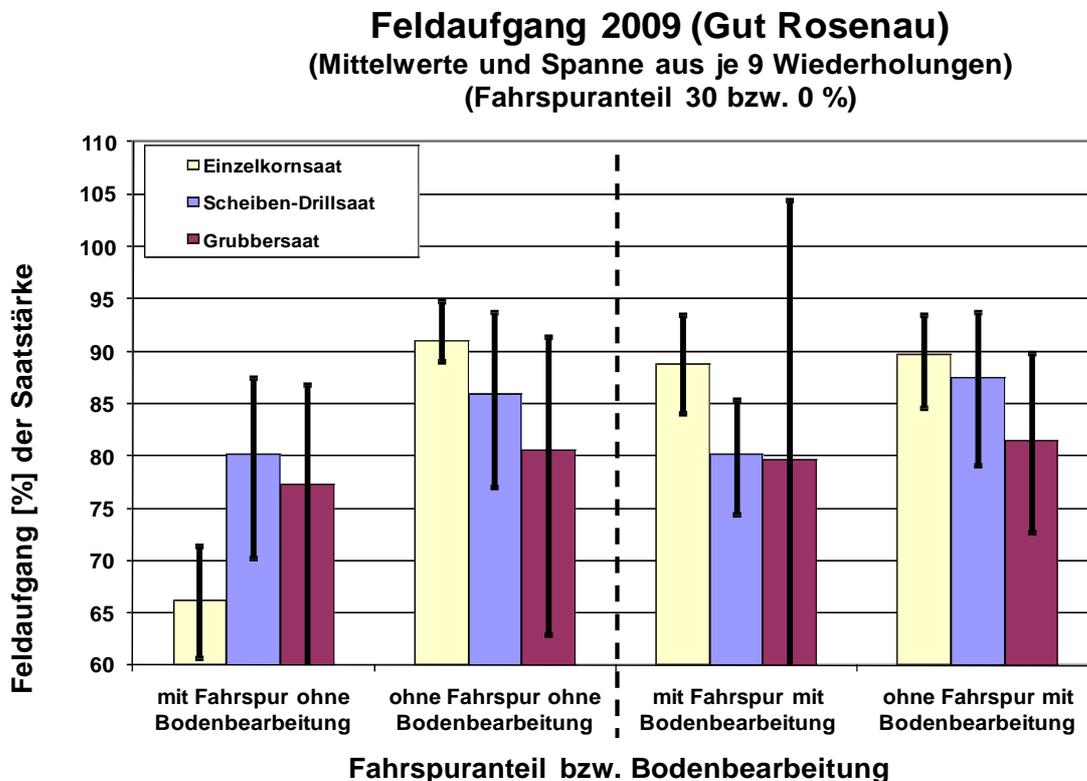


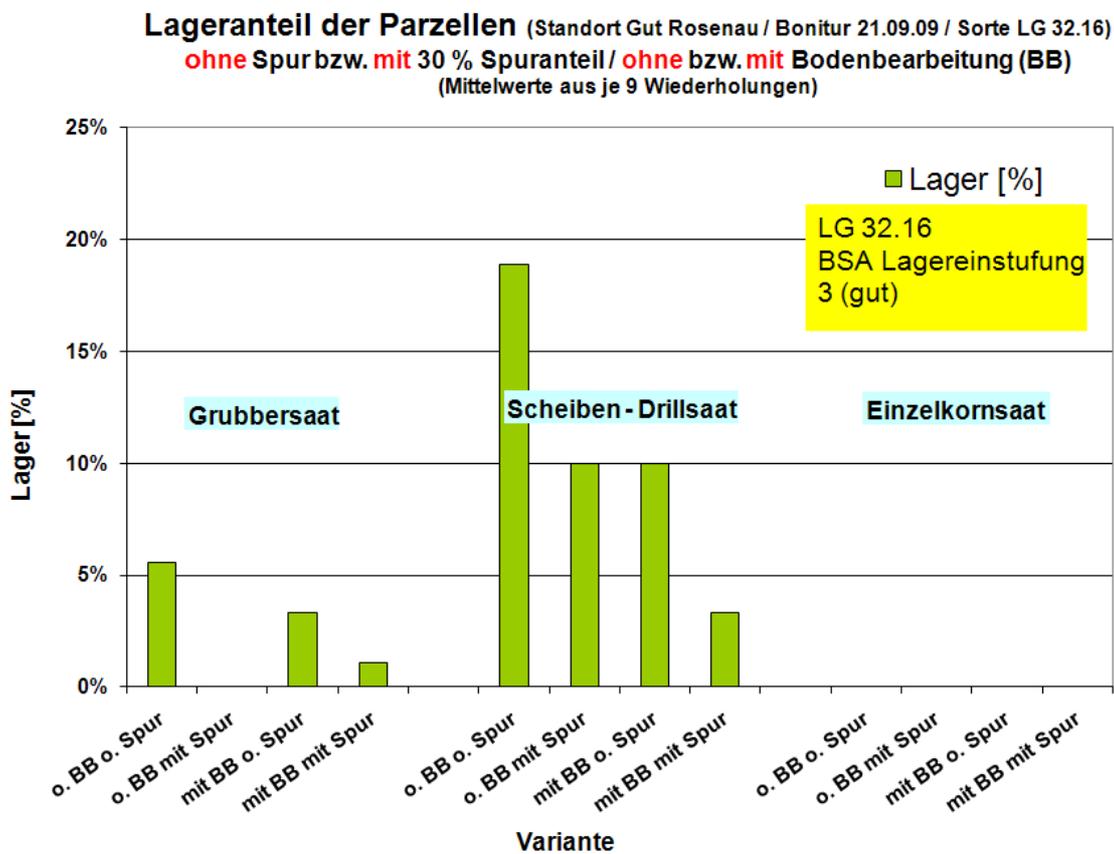
Abbildung 24: Feldaufgang (Gut Rosenau 2009)

Selbst im Juli war der Einfluss der Fahrspuren im Bestand noch zu erkennen (Abbildung 25). Im der Bildmitte verläuft eine Fahrspur von vorne nach hinten, die Saatvarianten verlaufen quer dazu. Im mittleren Bereich, in der Variante „Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung“ ist eine deutliche Lücke im Bestand zu erkennen. Im vorderen (Drillsaat) und hinteren Bereich (Grubbersaat) dagegen ist der Spureinfluss weniger ausgeprägt. Der Mais ist zwar hier zum Großteil aufgelaufen (belegt durch einen um gut 10 % höheren Feldaufgang) blieb aber in der Entwicklung dennoch zurück, wie es an der rund 20 cm geringeren Wuchshöhe auch nachzumessen war.



**Abbildung 25: Spureinfluss im Maisbestand (2009)**

Wie auch schon im Vorjahr kam es zu Lager bzw. Säbelbeinigkeits. Die Lagereinstufung der ausgesäten Maissorte LG 32.16 mit der Note 3 („gut“) lässt den Schluss zu, dass nicht die Sorte dafür verantwortlich war. Die Bonitur zeigte, dass es ausschließlich in den Drillvarianten zu Lager gekommen war und hier die Doppelreihensaart am stärksten betroffen war (Abbildung 26).



**Abbildung 26: Lager bzw. Bruchpflanzen (Gut Rosenau 2009)**

Die wahrscheinlichste Ursache liegt darin, dass im Gegensatz zur Einzelkornsaat die Pflanzen bei den beiden Drillverfahren eine zum Teil sehr ungleiche Verteilung aufwiesen. Bei der Einzelkornsaat haben alle Pflanzen identische Standraumvoraussetzungen und gleich günstige Bedingungen. Dies führt zu gleichmäßig starken Stängeln, die dem Sturm – bis zu einer gewissen Stärke (wie in diesem Fall) – gut widerstehen können. Bei der Bandsaat und bei der Doppelreihensaat ist die Verteilung in Längsrichtung zufällig und ungleichmäßig. So kam es neben einzeln stehenden Pflanzen immer wieder zu Anhäufungen von mehreren Pflanzen auf engstem Standraum. Gerade dort entwickeln sich dann sowohl kräftige als auch schwache Pflanzen. Diese schlecht entwickelten Pflanzen mit weniger stabilen Stängeln neigen schneller zu Lager, wie in Abbildung 27 zu erkennen ist. Links im Bild ist die ungleichmäßige Verteilung der Maisstoppeln in der Reihe gut zu erkennen.



Abbildung 27: Lager bei der Doppelreihensaat (2009)

Beim Trockenmasseertrag wirkte sich das Lager kaum aus (Abbildung 28).

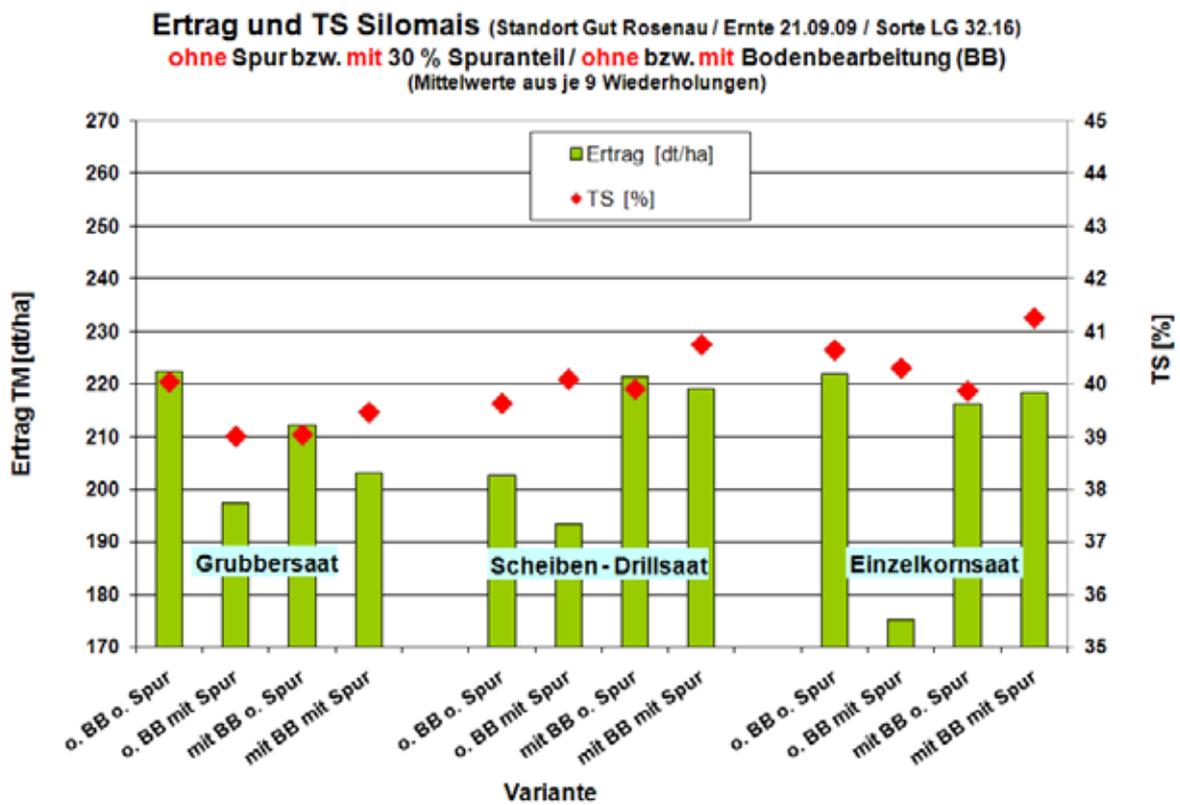


Abbildung 28: Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Gut Rosenau 2009)

In den Varianten mit Bodenbearbeitung lagen die Erträge der Scheiben-Drillsaat auf dem gleichen Niveau wie die der Einzelkornsaat. Deutlich zu erkennen ist der Spureinfluss. Vor allem in den Varianten ohne Bodenbearbeitung ist der Ertrag in den Parzellen mit Spur deutlich niedriger als in den Parzellen ohne Spur. Dieser Effekt ist auch in den Varianten der Grubbersaat zu erkennen, die in den Jahren 2007 und 2008 kaum auf den Spureinfluss reagiert hatten.

Wurde dagegen eine Bodenbearbeitung durchgeführt, dann lagen die Erträge mit und ohne Spurbelastung etwa auf demselben Niveau.

Die Trockensubstanzgehalte in den einzelnen Säverfahren unterschieden sich erneut wenig. Es zeichnete sich wiederum die Tendenz ab, dass bei der Einzelkornsaat die Trockenmassegehalte etwas höher waren.

Auch der Energiegehalt je kg Trockenmasse variierte nur sehr leicht zwischen 11,25 und 11,50 MJ / kg TM (Abbildung 29).

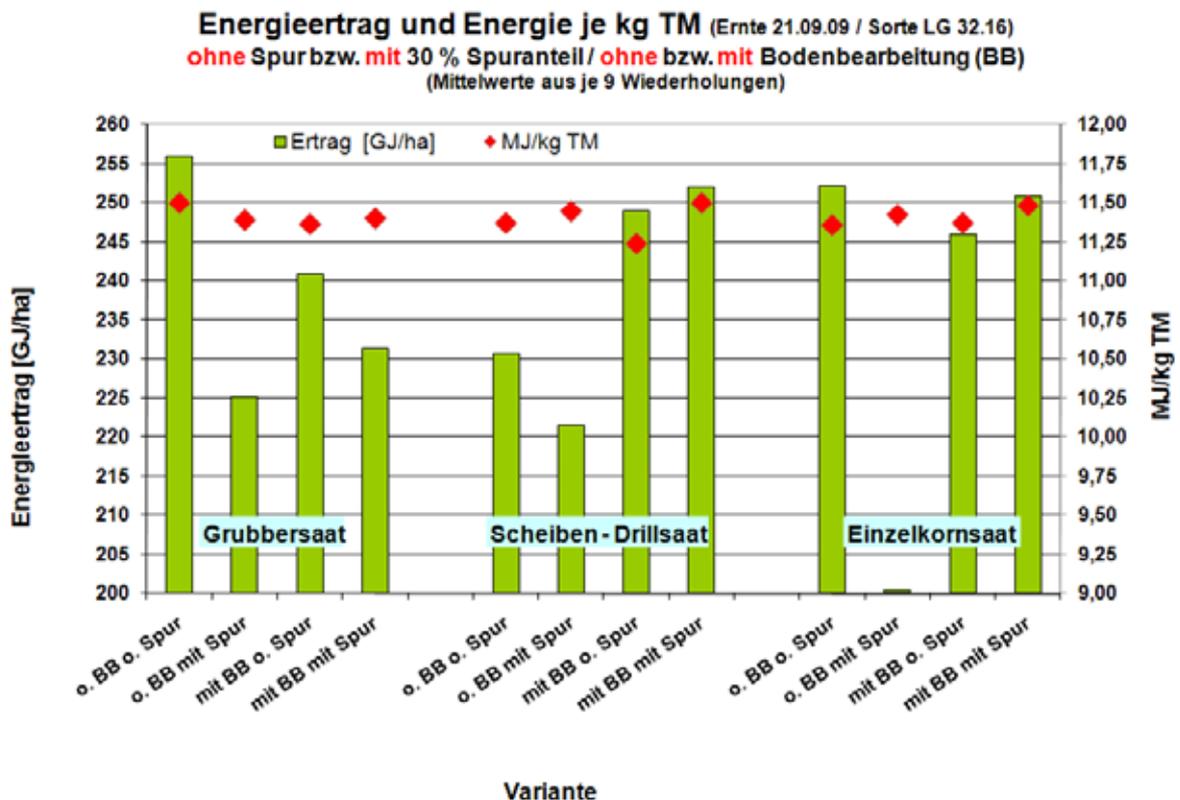


Abbildung 29: Energieertrag und Energiegehalt (Gut Rosenau 2009)

Wie auch schon im Vorjahr entsprechen die Energieerträge mehr oder minder den Trockenmasseerträgen. Lediglich in den Varianten „Scheiben-Drillsaat ohne Bodenbearbeitung“ kam es zu einer Verschiebung.

### **3.2.2 Standort Oberteisbach**

Der Standort Oberteisbach liegt wenige Kilometer von Gut Rosenau entfernt im tertiären Hügelland südlich des Isartals. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7 - 8 Grad Celsius, der mittlere Niederschlag 700 - 800 mm/a. Von der geologischen Herkunft her handelt es sich um einen Kolluvisol über Parabraunerde aus Löß. Obwohl der Standort die gleiche Bodenart (schluffiger Lehm) aufweist, ist die Ackerkrume auf Grund des deutlich niedrigeren Humusgehaltes sichtbar heller. Der Boden neigt, wie Starkregenereignisse gezeigt haben, sehr schnell zur Verschlammung und Erosion. Vor allem entlang der nicht bearbeiteten Fahrspuren kam es zu leichten Erosionserscheinungen. Der Boden war zum Zeitpunkt der Bestellung stets feuchter als auf Gut Rosenau. Auch waren die Erträge immer höher als in Rosenau.

#### **3.2.2.1 Versuchsjahr 2008**

Bei der Bodenbearbeitung zeigte sich, dass dieser Standort schwerer zu bearbeiten war, als der anmoorige Boden auf Gut Rosenau. Zusätzlich waren die Fahrspuren auf Grund des bei der Gärrestausbringung im Frühjahr 2008 noch nicht vollständig abgetrockneten Bodens stärker verfestigt. Aus diesen Gründen wurde die Saatbettbereitung mit einem aufgesattelten vierbalkigen Grubber (Köckerling Quadro) vorgenommen (Abbildung 30). Dieser war mit Flügelscharen ausgestattet und konnte bei 12 cm Arbeitstiefe nur rund 8 km/h schnell gefahren werden. Das Saatbett war nach der Bearbeitung grob schollig. Nach der Bodenbearbeitung am 28.04. kam es wiederholt zu Niederschlägen, sodass die Aussaat erst am 04.05. möglich war. Die Bodenbearbeitung wurde deshalb auf den entsprechenden Parzellen mit einem leichteren dreibalkigen Grubber (Triathlon) wiederholt. Anschließend erfolgte die Aussaat. Alle Säsysteme arbeiteten sehr gut in den gegrubberten Parzellen.



**Abbildung 30: Bodenbearbeitung mit schwerem Grubber**

Auf den unbearbeiteten Streifen dagegen – im Bereich der Fahrspuren (Abbildung 31) – konnte die Scheiben-Drillmaschine und das Einzelkornsäegerät den Säschlitz nicht gleichmäßig öffnen und vor allem nicht ausreichend schließen.



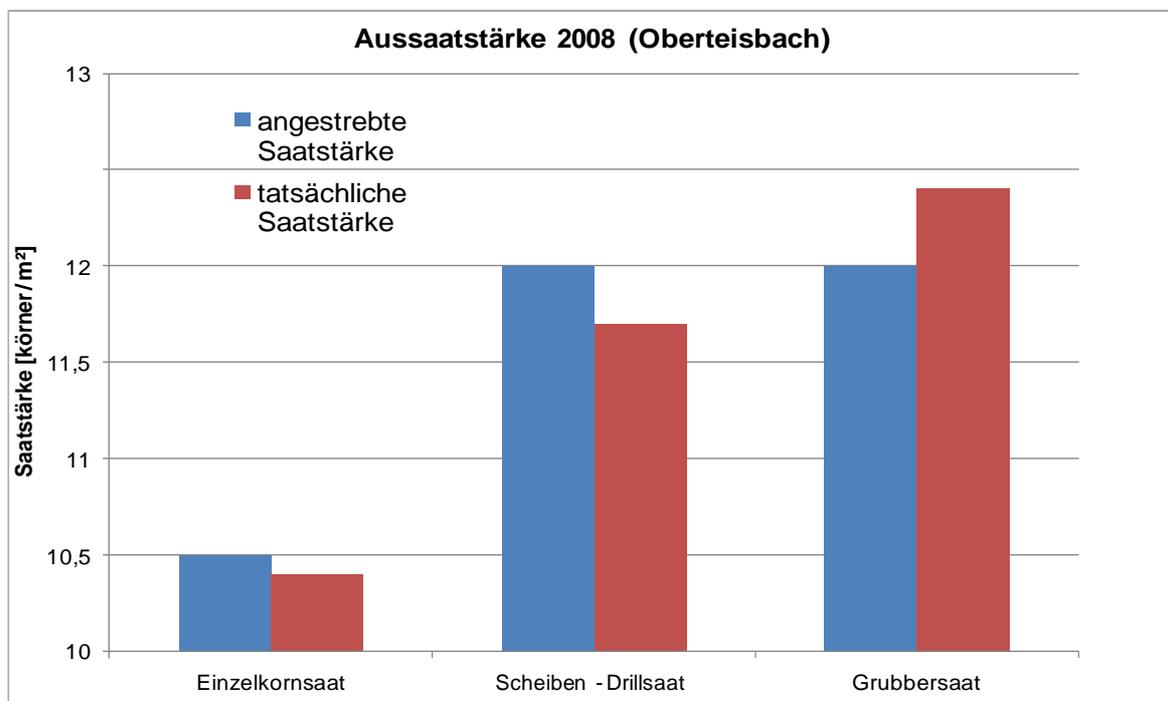
**Abbildung 31: Stark verfestigte Fahrspur (Oberteisbach 2008)**

Auch der Sägrubber arbeitete hier nicht zufriedenstellend (Abbildung 32).



**Abbildung 32: Teils unverschlossene Saatrille (Grubbersaat 2008)**

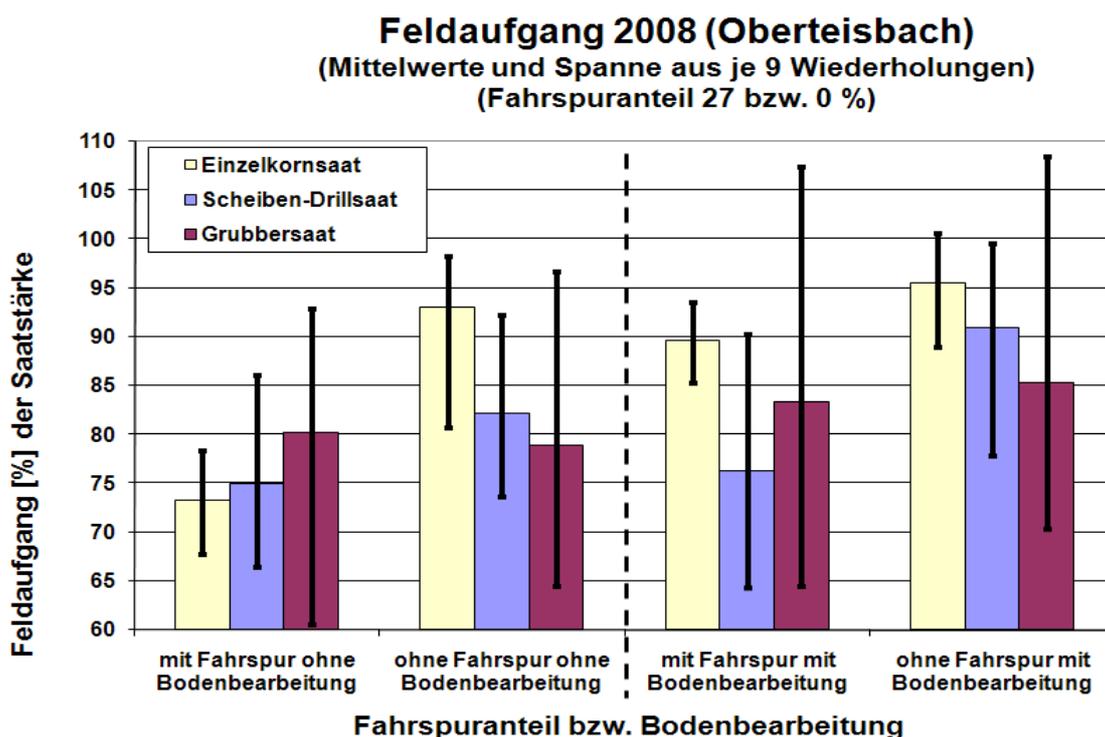
Vor und nach der Saat wurde wie üblich das Saatgut gewogen und mit Hilfe des TKG der exakte Saatgutverbrauch und die genaue Saatstärke ermittelt. Die theoretische und die tatsächliche Saatstärke ist in Abbildung 33 dargestellt.



**Abbildung 33: Aussaatstärke (Oberteisbach 2008)**

Bei der Einzelkornsaat konnte die eingestellte Menge genau ausgebracht werden. Bei der Scheiben-Drillmaschine und dem Sägrubber kam es zu den bekannten stärkeren Abweichungen, die jedoch geringer ausfielen als auf dem Standort Rosenau. Während der Fehler auf Gut Rosenau zwischen 5 und fast 10 % betrug, lag er hier unter 5 %. Die Aussaat erfolgte am selben Tag mit identischer Technik und durch die gleichen Personen. Der einzige Unterschied lag in der Mais Sorte (Gut Rosenau: LG 33.20 / Oberteisbach: Moncada). Die Maschinen wurden ebenso wie auf Gut Rosenau einheitlich gefüllt und mehrmals abgedreht bzw. eingestellt (Einzelkornsägerät).

Die Probleme bei der Aussaat hatten Auswirkungen auf den Feldaufgang. Durch die schlechte Saatguteinbettung in den stark verfestigten Fahrspuren, vor allem in der Variante „ohne Bodenbearbeitung“, kam es zu einem geringeren Feldaufgang (Abbildung 34).

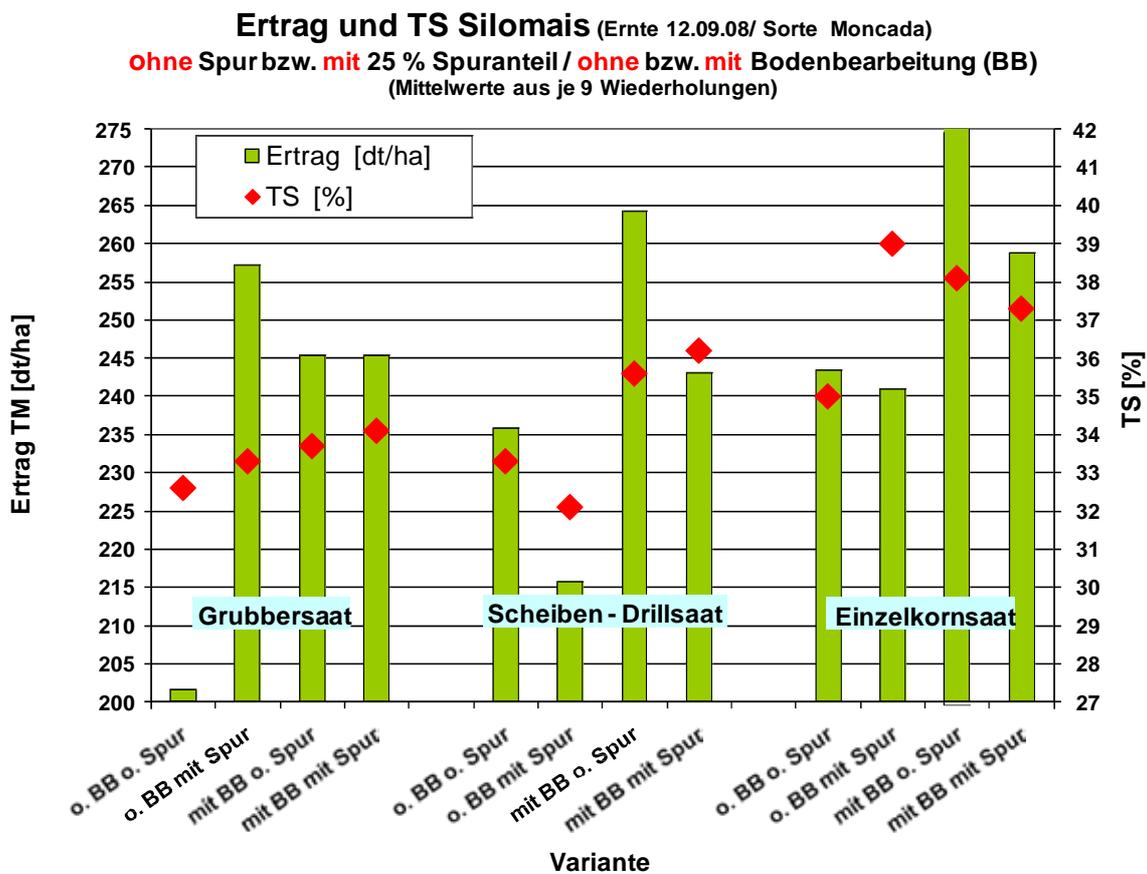


**Abbildung 34: Feldaufgang (Oberteisbach 2008)**

Dies gilt im besonderen Maße für die Einzelkornsaat. Hier betrug der Feldaufgang weniger als 75 % (gegenüber 90 % in der Variante „mit Bodenbearbeitung und Fahrspur“). Der Feldaufgang der Grubbersaat reagierte nur wenig auf die fehlen-

de Bodenbearbeitung bzw. auf das Vorhandensein der Fahrspur. Allerdings war er niedriger als der der guten Einzelkornsaat Varianten und streute innerhalb der Varianten sehr stark. Die Feldaufgänge der Scheiben-Drillsaat reagierten ähnlich empfindlich auf die Fahrspuren wie die der Einzelkornsaat. Die Streuung innerhalb der Varianten war geringer als bei der Grubbersaat.

Die Trockenmasseerträge auf dem Standort Oberteisbach (Abbildung 35) lagen im Jahr 2008 über dem Niveau des Standortes Gut Rosenau.

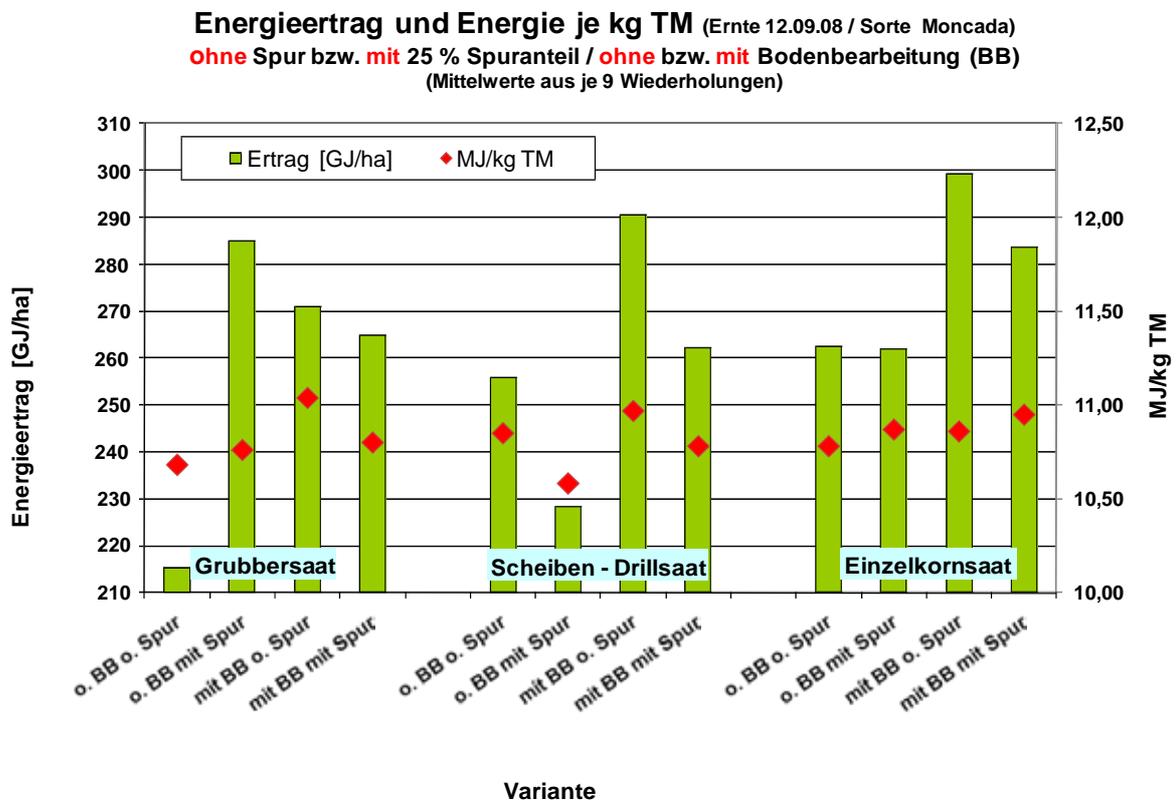


**Abbildung 35: Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Oberteisbach 2008)**

Die Bodenbearbeitung wirkte sich (mit Ausnahme der Grubbersaat) positiv auf den Ertrag aus. Wie am Standort Gut Rosenau bringt die Einzelkornsaat in der Variante „mit Bodenbearbeitung ohne Spur“ den höchsten Ertrag. Auch die Scheiben-Drillsaat hat bei dieser Variante den höchsten Ertrag. Der signifikant niedrigere Ertrag bei der Variante „Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung ohne Spur“ kann nicht erklärt werden. Generell reagierte die Grubbersaat, wie am

Standort Gut Rosenau, kaum bzw. undifferenziert oder unerwartet auf die Einflussfaktoren Bodenbearbeitung und Fahrspur. Bemerkenswert ist, dass der höchste Ertrag der Grubbersaat in der Variante ohne Bodenbearbeitung mit Spur zu finden war (wie auch am Standort Gut Rosenau). Dabei handelt es sich eigentlich um die Variante mit den schwierigsten Wachstumsbedingungen, wie die Erträge der beiden anderen Sätechniken zeigen. Gegenüber dem Standort Gut Rosenau sind die Trockenmassegehalte der Einzelkornsaat-Varianten signifikant höher als bei den beiden anderen Säverfahren. Keine eindeutigen Unterschiede beim TS – Gehalt gab es zwischen den Varianten Sägrubber und Scheiben-Drillmaschine.

Wie auch schon beim Standort Rosenau variierten die Energiegehalte nur gering im Bereich zwischen 10,50 und 11,00 MJ / kg TM (Abbildung 36). Deshalb entsprachen die Niveaus der Energieerträge weitgehend den Trockenmasseerträgen.



**Abbildung 36: Energieertrag und Energiegehalt (Oberteisbach 2008)**

### 3.2.2.2 Versuchsjahr 2009

Die Bodenbearbeitung erfolgte am selben Tag und mit derselben Technik wie auf Gut Rosenau (siehe 3.2.1.3). Im Jahr 2009 war auf dem Standort Oberteisbach der Boden zwar oberflächlich gut abgetrocknet, jedoch im unteren Bereich des Saatbettes noch feucht. Die Bedingungen und letztendlich der Bearbeitungserfolg waren jedoch günstiger als im Vorjahr. Die unterschiedlichen Säsysteme arbeiteten auf den gegrubberten Parzellen problemlos. Auf den unbearbeiteten Parzellen zeigten sich die aus den Vorjahren bekannten Probleme beim Schließen der Saatrille. Besonders bei der Einzelkornsaat konnten die entstandenen Saatrillen im verhärteten Fahrspurbereich durch die Andruckrollen nicht mehr verschlossen werden, wie Abbildung 37 zeigt.



**Abbildung 37: Unverschlossene Saatrille (Einzelkorn Direktsaat)**

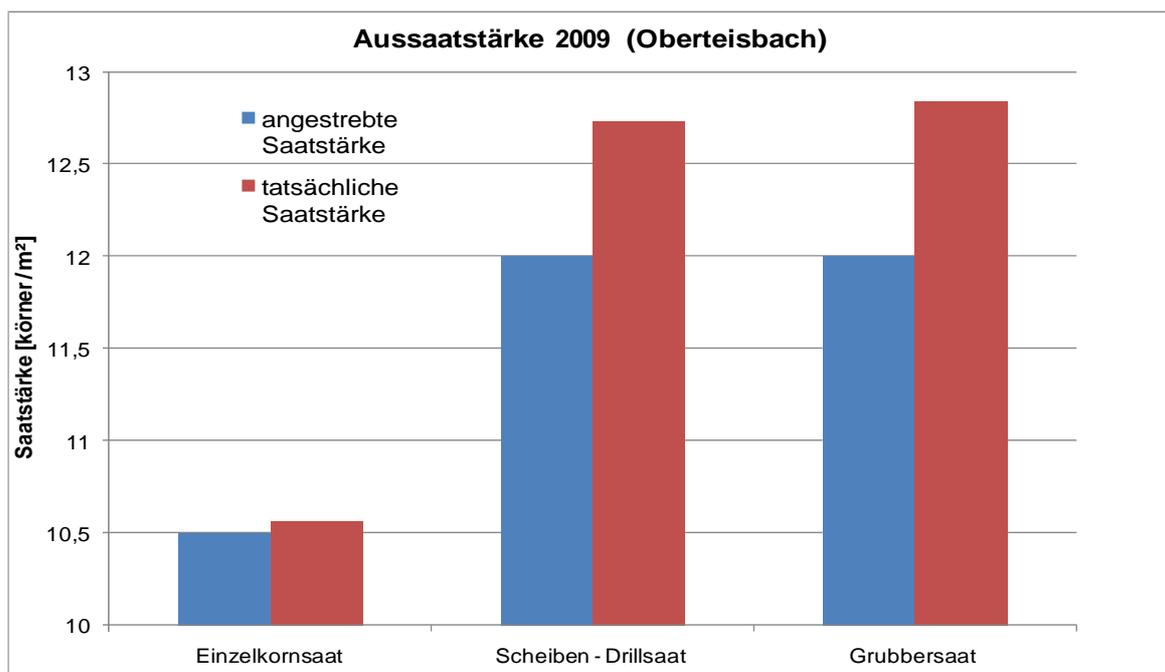
Der Sägrubber (Abbildung 38) hatte hier, wie schon in den Vorjahren, die geringsten Schwierigkeiten, weil die jeweils nachfolgende Zinkenreihe bzw. bei der vierten und letzten Reihe die folgenden Blattfedernivellatoren die Maiskörner meist

mit Erde bedecken. Auch die Scheiben-Drillmaschine arbeitete unter diesen Bedingungen gut und der Anteil nicht bedeckter Saatkörner blieb gering.



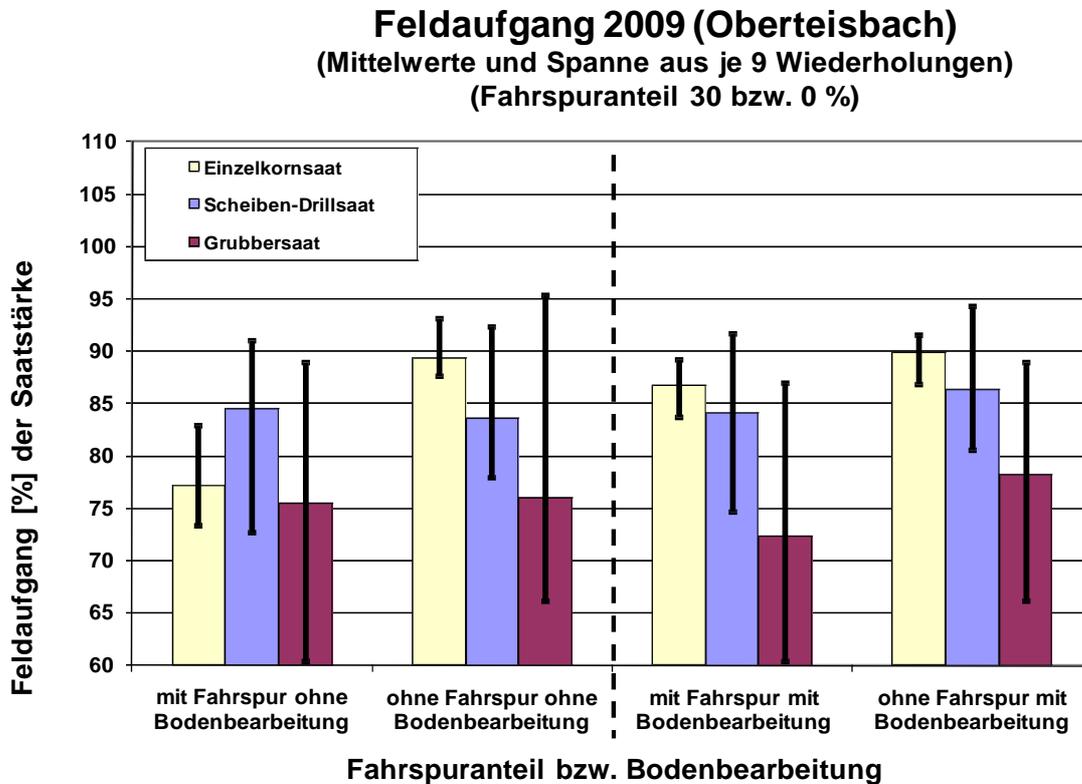
**Abbildung 38: Sägrubber in der Variante „ohne Bodenbearbeitung“**

Im Jahr 2009 wurde auf beiden Standorten die gleiche Maissorte (LG 32.16) mit denselben angestrebten Aussaatstärken verwendet. Die tatsächliche Aussaatstärke wurde deshalb für beide Standorte gemeinsam ermittelt (Abbildung 39).



**Abbildung 39: Aussaatstärke (Oberteisbach 2009)**

Der Feldaufgang ist in Abbildung 40 dargestellt.

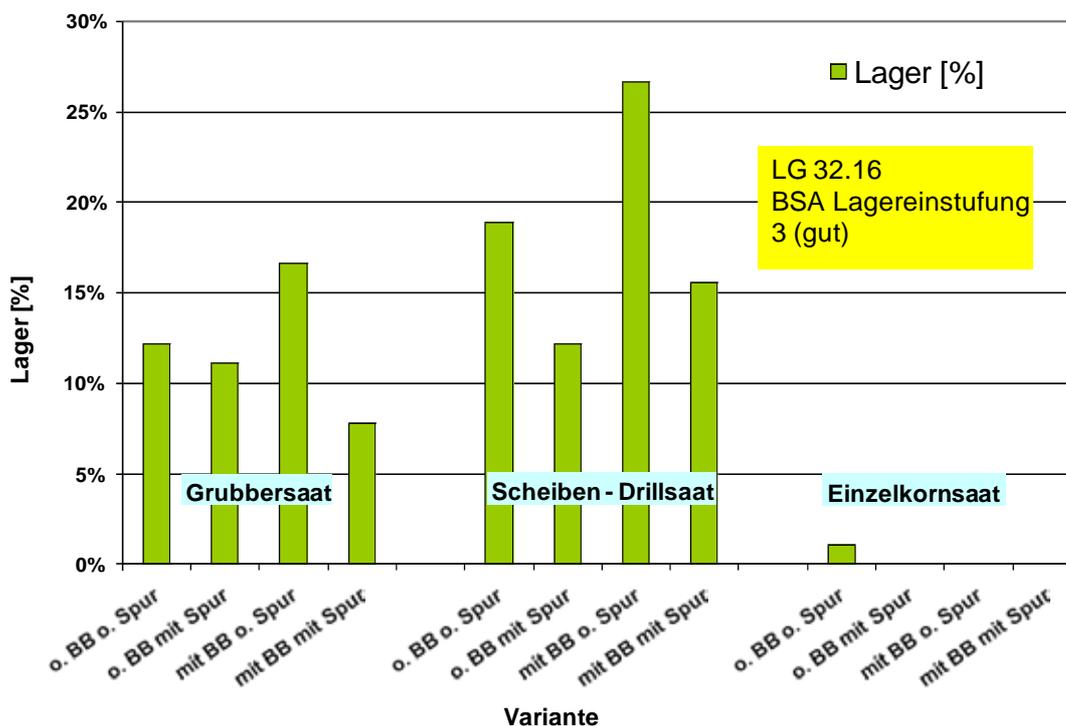


**Abbildung 40: Feldaufgang (Oberteisbach 2009)**

Beim Sägrubber und bei der Scheibendrille lagen die Feldaufgänge mit rund 75 % bzw. knapp 85 % in allen Varianten eng beieinander und unterschieden sich bezüglich der Bodenbearbeitungs- und Spurvarianten nur gering. Dennoch war bei beiden Verfahren der Feldaufgang, wenn auch nicht signifikant, in der Variante „mit Bodenbearbeitung ohne Spur“ am höchsten, genauso wie bei der Einzelkornsaat. Die Einzelkornsaat reagierte wiederum sehr stark auf das Fehlen der Bodenbearbeitung in der Parzelle „mit Spur“ und der Feldaufgang war hier mit gut 75 % auf dem Niveau der Grubbersaat und noch unter dem der Scheiben-Drillsaat.

Ebenso wie auf dem Standort Gut Rosenau kam es auch in Oberteisbach zu Lager in einigen Versuchspartzen. Es zeigte sich, dass die Einzelkornsaat nicht betroffen war (Abbildung 41).

**Lageranteil der Parzellen** (Standort Oberteisbach / Bonitur 18.09.09 / Sorte LG 32.16)  
**ohne Spur bzw. mit 30 % Spuranteil / ohne bzw. mit Bodenbearbeitung (BB)**  
 (Mittelwerte aus je 9 Wiederholungen)

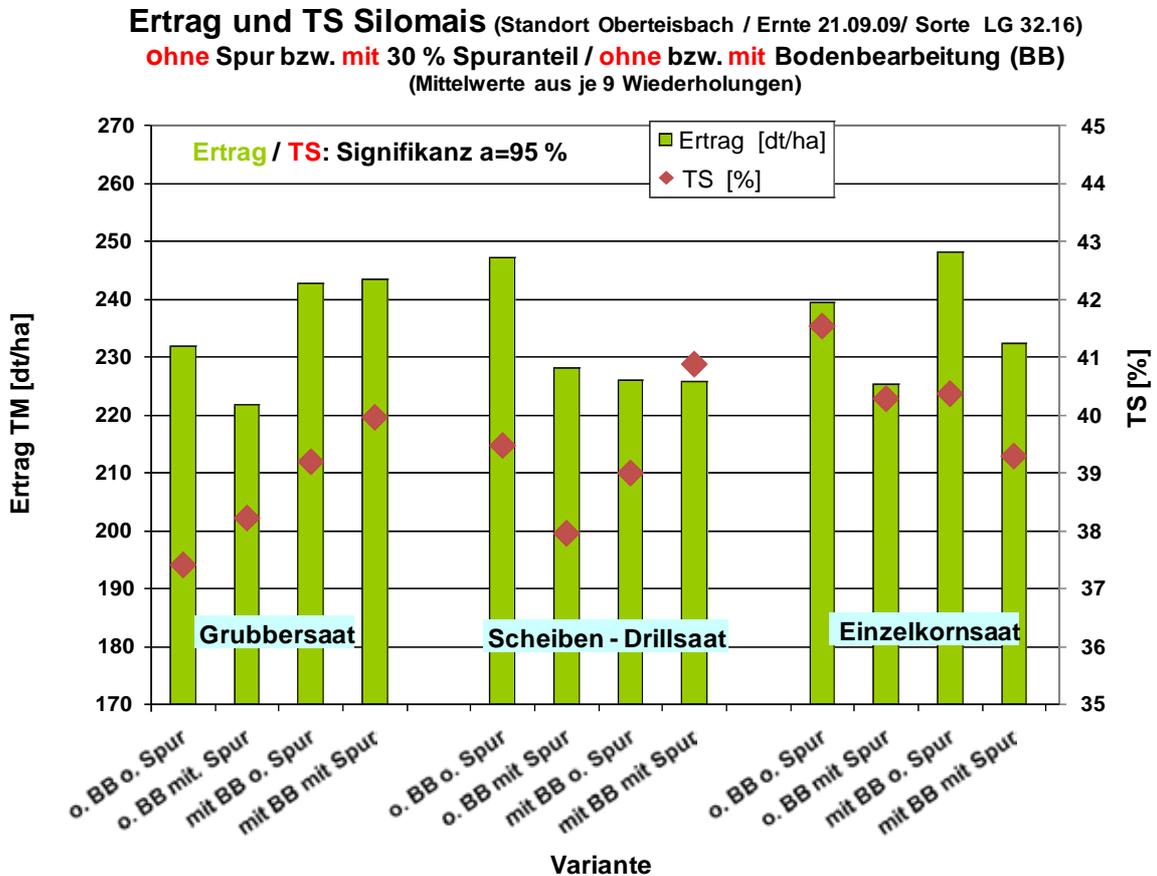


**Abbildung 41: Lager bzw. Bruchpflanzen (Oberteisbach 2009)**

Zwischen der Grubbersaat und der Scheiben-Drillsaat bzw. zwischen den jeweiligen Varianten gab es keine signifikanten Unterschiede. Es fiel aber auf, dass in den Parzellen mit Spur der Lageranteil in der Tendenz etwas niedriger war. Dies könnte daran liegen, dass in oder unmittelbar neben der Spur der Mais weniger hoch war und auch die Bestandesdichte hier auf Grund des lokal niedrigeren Feldaufganges geringer war. Generell war der Lageranteil höher als auf Gut Rosenau. Auch dies lässt sich mit der Entwicklung bzw. dem Ertrag erklären. In Oberteisbach waren die Maispflanzen größer als auf Gut Rosenau, was sich einerseits in einem etwa 10 % höheren Ertragsniveau zeigte, andererseits aber auch zu der erhöhten Lageranfälligkeit geführt haben könnte.

Die Trockenmasseerträge bei allen drei Sätechniken und der unterschiedlichen Varianten lagen im Jahr 2009 in Oberteisbach auf einem sehr hohen Niveau und unterschieden sich nicht signifikant (Abbildung 42). Dennoch waren die Erträge zumeist in den Varianten „mit Bodenbearbeitung“ bzw. „ohne Spur“ höher. Die Einzelkornsaat reagierte erneut am stärksten auf den Verzicht der Bodenbearbei-

tung in der Variante „ohne Bodenbearbeitung mit Spur“. Auch die Grubbersaat hatte bei dieser Variante (im Gegensatz zu 2008) den niedrigsten Ertrag.



**Abbildung 42: Trockenmasseertrag und TS Gehalt (Oberteisbach 2009)**

Die aus Trockenmasseerträgen und Energiegehalten berechneten Energieerträge (GJ /ha) der einzelnen Varianten (Abbildung 43) zeigen ein ähnliches Bild wie die Trockenmasseerträge.

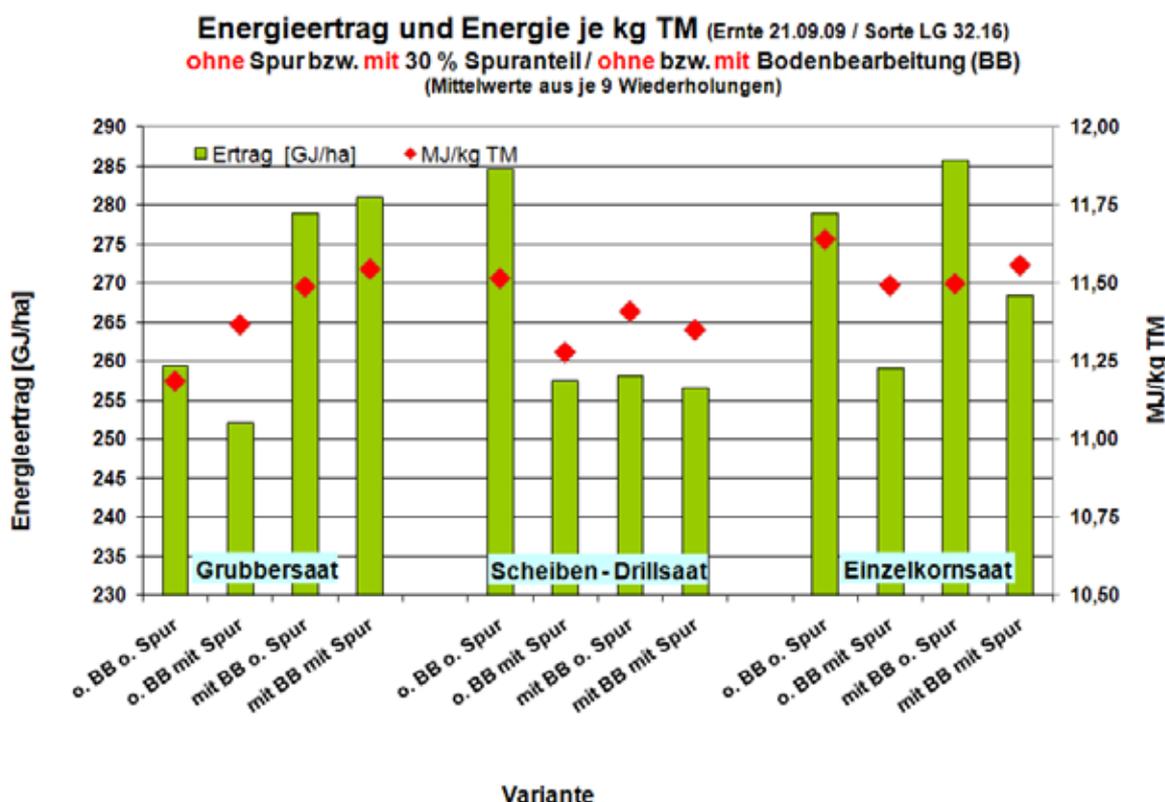


Abbildung 43: Energieertrag und Energiegehalt (Oberteisbach 2009)

### 3.2.3 Zusammenfassende Auswertung - alle Jahre und Standorte

Im Folgenden sind die Ergebnisse der gemeinsamen statistischen Analyse beider Standorte und der drei bzw. zwei Versuchsjahre dargestellt.

Die Feldaufgänge der unterschiedlichen Varianten sind in Tabelle 1 zu finden.

Tabelle 1: Mittlere Feldaufgänge (alle Jahre und Standorte)

Standort bzw. Jahr	Feldaufgang	Gut Rosenau 2007	Gut Rosenau 2008	Gut Rosenau 2009	Ober- teisbach 2008	Ober- teisbach 2009	alle Jahre und Standorte	
Variante		Feldaufgang [%] der Aussaatstärke					Feldaufgang MW [%] der Aussaatstärke	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Grubbersaat	65,2	87,6	80,6	78,9	76,1	77,7	77,9
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		65,8	86,1	77,3	80,2	75,6	77,0	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		66,7	84,2	81,4	85,3	78,3	79,2	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		66,5	86,6	79,6	83,3	72,3	77,7	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Scheiben- Drillsaat	75,7	89,1	85,9	82,1	83,6	83,3	81,3
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		67,6	81,7	80,2	74,9	84,6	77,8	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		74,1	83,7	87,5	90,9	86,3	84,5	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		72,1	84,4	80,2	76,2	84,2	79,4	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Einzelkornsaat	76,2	94,4	91,0	93,0	89,3	88,8	86,1
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		76,7	92,4	66,1	73,2	77,2	77,1	
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		82,2	92,9	89,6	95,5	89,9	90,0	
mit Bodenbearbeitung mit Spur		82,4	94,4	88,7	89,6	86,8	88,4	
Durchschnitt der Jahre und Standorte		72,6	88,1	82,3	83,6	82,0	81,7	

Im Durchschnitt aller Jahre war der Feldaufgang bei der Grubbersaat mit 77,9 % niedriger als bei der Scheiben-Drillsaat (81,3 %) und bei der Einzelkornsaat (86,1 %). Dafür reagierte der Sägrubber mehr oder weniger unempfindlich auf die Bodenbearbeitungs- bzw. Spureinflüsse, die sich bei der Einzelkornsaat bzw. Scheiben-Drillsaat in der Regel auf den Feldaufgang auswirkten.

In der untersten Zeile der Tabelle 1 ist der Mittelwert aller Varianten an jedem Standort aufgetragen. Mit 72,6 % am niedrigsten ist der Feldaufgang im Jahr 2007 auf Gut Rosenau. Hier herrschten extrem trockene Bedingungen und bereits im April hochsommerliche Temperaturen. Der Feldaufgang bei der Einzelkornsaat „ohne Bodenbearbeitung mit Spureinfluss“ lag in diesem Jahr bei 76,7 % und damit über dem Durchschnitt aller Varianten. Dies zeigt, dass die trockenen Bodenverhältnisse ideal für eine Direktsaat waren, weil es einerseits keine verdichteten Spuren gab und andererseits die wassersparende Arbeitsweise (keine Bodenbearbeitung) die Keimung begünstigte. Im Jahr 2009 (verdichtete Fahrspuren, genügend Keimwasser) trat dann das Gegenteil ein, und die Direktsaat konnte auf dem Standort Gut Rosenau nur einen Feldaufgang von 66,1 % erzielen und lag damit weit unter dem Durchschnitt. Im Mittel aller Jahre lag der Feldaufgang bei den Einzelkorn-Direktsaatvarianten auf dem Niveau der Grubbersaat-Varianten.

In Tabelle 2 ist der Trockensubstanzgehalt der einzelnen Varianten (alle Jahre und Standorte) dargestellt.

In der rechten Spalte ist der Durchschnitt der jeweiligen Säsysteme bzw. Varianten aufgeführt. Die Varianten jeweils einer Sätechnik unterscheiden sich im Trockensubstanzgehalt nur unwesentlich. Die Sätechniken im Durchschnitt dagegen relativ deutlich. Mit 37,7 % liegt der Trockenmassegehalt bei der Einzelkornsaat deutlich über dem der Scheiben-Drillsaat (36,5 %) und dem der Grubbersaat (35,7%).

In der letzten Zeile der Tabelle 2 ist der Durchschnitt aller Varianten im jeweiligen Versuchsjahr auf dem jeweiligen Standort angegeben. Es zeigt sich, dass die jährlichen Schwankungen sehr ausgeprägt sind.

**Tabelle 2: Mittlere Trockensubstanzgehalte (alle Jahre und Standorte)**

Standort bzw. Jahr		Feuchte		Gut Rosenau			Oberteisbach		alle Jahre und Standorte Ø	
				2007	2008	2009	2008	2009	Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]
Variante				Feuchte TS [%]	Feuchte TS [%]					
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Grubbersaat	39,3	28,2	40,0	32,6	37,4	35,5	35,7		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		39,7	28,5	39,0	33,3	38,2	35,7			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		38,9	27,4	39,0	33,7	39,2	35,6			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		39,1	27,5	39,5	34,1	40,0	36,0			
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Scheiben-Drillsaat	39,4	28,7	39,6	33,3	39,5	36,1	36,5		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		41,7	29,5	40,1	32,1	38,0	36,3			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		40,4	28,7	39,9	35,6	39,0	36,7			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		39,1	27,7	40,7	36,2	40,9	36,9			
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur	Einzelkornsaat	39,8	29,9	40,6	35,0	41,5	37,4	37,7		
ohne Bodenbearbeitung mit Spur		40,3	28,9	40,3	39,0	40,3	37,8			
mit Bodenbearbeitung ohne Spur		40,7	30,0	39,9	38,1	40,4	37,8			
mit Bodenbearbeitung mit Spur		41,4	29,4	41,3	37,3	39,3	37,7			
Durchschnitt der Jahre und Orte		40,0	28,7	40,0	35,0	39,5				

Der Test auf signifikante Unterschiede in Tabelle 3 belegt, dass sich die Trockensubstanzgehalte des Erntegutes im Bezug auf die Sätechniken eindeutig voneinander unterscheiden.

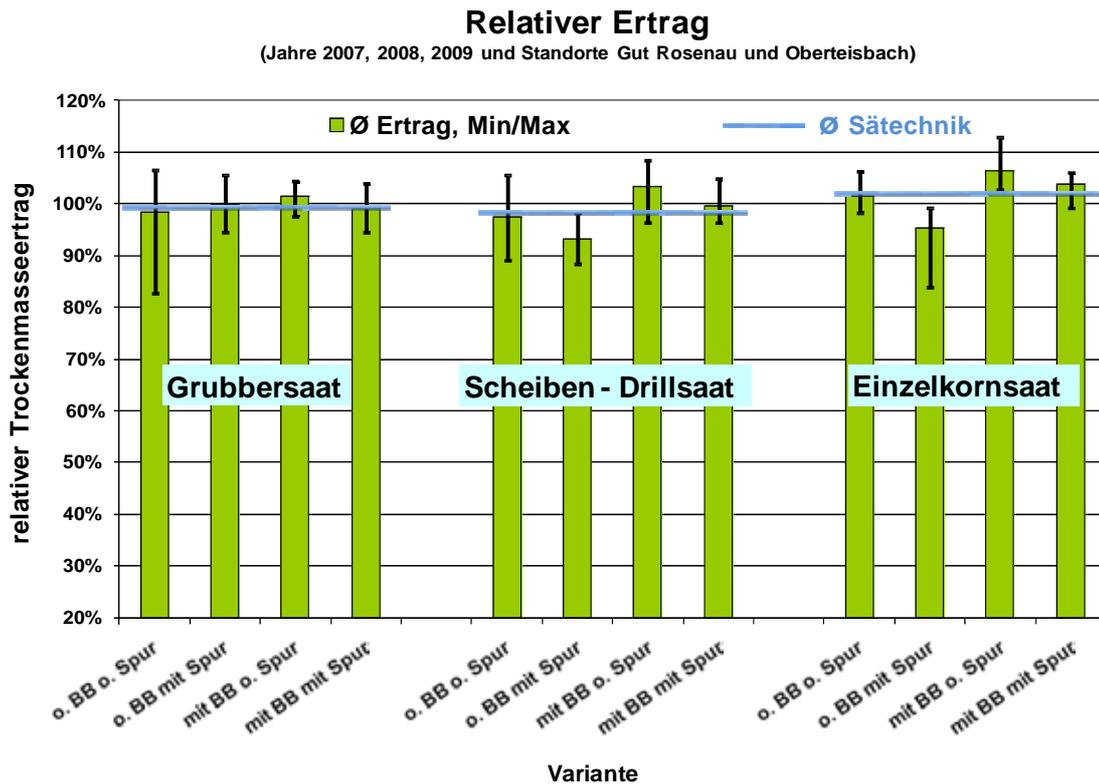
**Tabelle 3: Mittlere relative Trockensubstanzgehalte**

gruppiert nach Sätechnik, Bodenbearbeitung und Bodenbelastung  
(alle Jahre und Standorte, SNK-Test)

Faktor	mittlerer relativer TS Gehalt	Signifikanz (SNK Test)
<b>Sätechnik</b>		
Einzelkornsaat	103 %	A
Scheiben-Drillsaat	100 %	B
Grubbersaat	98 %	C
<b>Bodenbearbeitung</b>		
mit Bodenbearbeitung	100 %	A
ohne Bodenbearbeitung	100 %	A
<b>Bodenbelastung</b>		
mit Spur	100 %	A
ohne Spur	100 %	A

Unterschiede bei den Faktoren „Bodenbearbeitung“ und „Spureinfluss“ existieren nicht, d.h. die Bodenbearbeitung und der Spureinfluss wirkten sich nicht signifikant auf den Trockensubstanzgehalt aus.

Die gemeinsame Analyse der Trockenmasseerträge über alle Jahre und Standorte zeigt kein eindeutiges Bild (Abbildung 44).



**Abbildung 44:** Mittlere relative Trockenmasseerträge  
(alle Jahre und Standorte)

Zwar ist der Spur- bzw. Bodenbearbeitungseinfluss bei der Scheiben-Drillsaat wie auch bei der Einzelkornsaat zu erkennen, die Schwankungen der einzelnen Jahre waren jedoch sehr hoch und führten dazu, dass sich die Unterschiede statistisch nur zum Teil belegen lassen.

Das Ergebnis der Signifikanzanalyse aller Varianten über alle Standorte und Jahre ist in Tabelle 4 dargestellt.

**Tabelle 4: Mittlere relative Trockenmasseerträge aller Varianten**

Faktorkombinationen (alle Jahre und Orte, SNK-Test)

<b>Varianten / Faktorkombinationen</b>	<b>TM Ertrag absolut [dt/ha]</b>	<b>TM Ertragrelativ [%]</b>	<b>Signifikanz (SNK-Test)</b>
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	236.0	106	A
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	229.6	104	AB
Scheiben-Drillsaat mit Bodenbearbeitung o. Last	228.7	103	AB
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	224.6	101	ABC
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	224.4	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung ohne Last	223.8	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	220.4	99	ABCD
Scheiben-Drillsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.9	99	ABCD
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.1	99	BCD
Scheiben-Drillsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	216.4	98	BCD
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	211.2	95	CD
Scheiben-Drillsaat o. Bodenbearbeitung mit Last	206.3	93	D
<b>Mittel</b>	<b>221.7</b>	<b>100</b>	

Die relativen TM-Erträge variieren zwischen 93 % bis zu maximal 106 %. Der Signifikanztest (SNK-Test) zeigt, dass die Unterschiede nur zum Teil abzusichern sind (nur Varianten, die ausschließlich unterschiedlichen Buchstaben zugeordnet bekommen haben, unterscheiden sich signifikant).

Wie schon beim Feldaufgang, zeigt die Grubbersaat über alle Varianten die geringsten Schwankungen. Die Scheiben-Drillsaat und die Einzelkornsaat dagegen haben ihr jeweiliges Optimum in der Variante „mit Bodenbearbeitung ohne Spureinfluss“ und ihr Minimum in der Variante „ohne Bodenbearbeitung mit Spureinfluss“.

In einer weiteren Auswertung wurden die 3 Faktoren (Sätechnik, Bodenbearbeitung, Bodenbelastung) separat betrachtet (Tabelle 5).

Die Ergebnisse zeigen, dass der Trockenmasseertrag der Einzelkornsaat signifikant höher ist als derjenige der Scheiben-Drillsaat. Die Grubbersaat liegt dazwi-

schen, unterscheidet sich aber statistisch nicht von den beiden anderen Säetechniken.

**Tabelle 5: Mittlere relative Trockenmasseerträge (gruppiert)**

nach Sätechnik, Bodenbearbeitung und Bodenbelastung  
(alle Jahre und Standorte, SNK Test)

Faktor	TM Ertrag absolut [dt/ha]	TM Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK Test)
<b>Sätechnik</b>			
Einzelkornsaat	225.3	102	A
Grubbersaat	221.9	100	AB
Scheiben-Drillsaat	217.8	98	B
<b>Bodenbearbeitung</b>			
mit Bodenbearbeitung	226.3	102	A
ohne Bodenbearbeitung	217.1	98	B
<b>Bodenbelastung</b>			
ohne Spur	225.6	102	A
mit Spur	217.7	98	B

Wie zu erwarten war, ist der Ertrag nach der Bodenbearbeitung signifikant höher als ohne Bodenbearbeitung gewesen, unabhängig welche Sätechnik verwendet wurde.

Ebenfalls zeigten die Varianten ohne Spureinfluss im Durchschnitt aller Säsysteme einen statistisch höheren Ertrag als mit Bodenbelastung durch Fahrspuren (25% Flächenanteil). Die Differenz von 98 % zu 100 % ist identisch mit den Unterschieden beim Faktor Bodenbearbeitung.

In den Proben des Erntegutes jeder Parzelle wurden mit Hilfe von NIR der Energiegehalt ermittelt. Der daraus errechnete Energieertrag (in GJ je Hektar) ist in Abbildung 45 dargestellt. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass in diese Berechnung nur 2 der 3 Versuchsjahre eingegangen sind, weil für das Jahr 2007 keine NIR Untersuchungen durchgeführt wurden.

Die nur geringen Unterschiede beim Energiegehalt führen dazu, dass sich ein nahezu identisches Bild zur Darstellung der Trockenmasseerträge (Abbildung 44) ergibt.

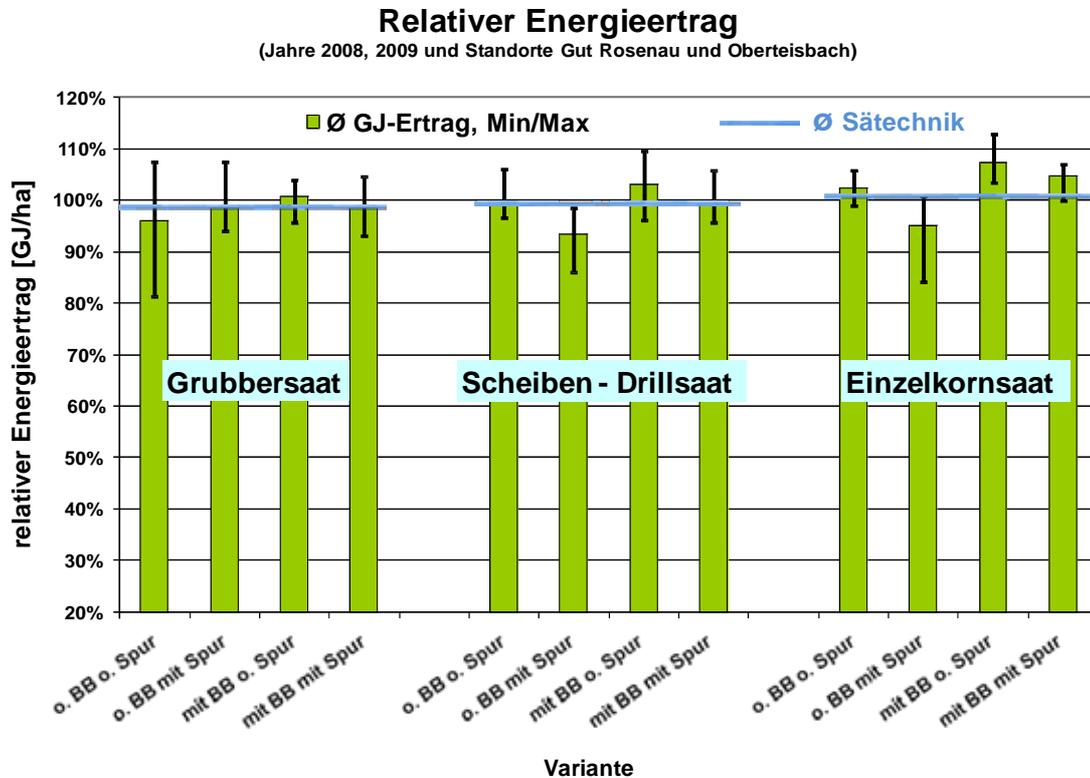


Abbildung 45: Relativer Energieertrag (2 Jahre und Standorte)

Tabelle 6: Mittlere relative Energieerträge

gruppiert nach Sätechnik, Bodenbearbeitung und Bodenbelastung  
(alle Jahre und Standorte, SNK-Test)

Faktor	Energie Ertrag [GJ/ha]	Energie Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK-Test)
<b>Sätechnik</b>			
Einzelkornsaat	255.0	102	A
Grubbersaat	247.4	99	A
Scheiben-Drillsaat	246.3	99	A
<b>Bodenbearbeitung</b>			
mit Bodenbearbeitung	255.0	102	A

ohne Bodenbearbeitung	244.1	98	A
<b>Bodenbelastung</b>			
ohne Spur	254.6	102	A
mit Spur	244.5	98	B

Tabelle 6 zeigt das Ergebnis der statistischen Analyse der Energieerträge. Bei den Energieerträgen lassen sich die Unterschiede nur bei der Bodenbelastung statistisch absichern. Beim Faktor Bodenbearbeitung ist der Unterschied (noch) nicht eindeutig. Zu beachten gilt, dass hier nur 2 Versuchsjahre in die Berechnung eingegangen sind.

## 4 Fazit und Folgerung

Aufbauend auf die Ergebnisse der abgeschlossenen Untersuchung soll im Folgenden versucht werden Empfehlungen zum Einsatz der unterschiedlichen Säsysteme für Mais zu formulieren.

Zu erst muss festgehalten werden, dass eine Aussage schwierig ist, weil bei der wohl entscheidenden Größe – dem mehrjährigem Trockenmasse- bzw. Energieertrag je Hektar – die Unterschiede, wie die statistischen Tests zeigen, sehr gering ausfallen. Demgegenüber stehen in den unterschiedlichen Jahren bzw. an den beiden Orten sehr wohl mehr oder minder große Abweichungen bei einzelnen Säsystemen oder Varianten.

Im Einzelfall muss der Betriebsleiter aber selbst entscheiden, welches System oder Verfahren für seine Verhältnisse am besten geeignet erscheint. Wichtig ist es, bei dieser Entscheidung nicht nur die einzelnen ackerbaulichen Parameter (Feldaufgang, Lageranfälligkeit, Trockensubstanzgehalt, Trockenmasseertrag) sondern die gesamte Betriebsorganisation mit einzubeziehen. Dazu gehört die Ausstattung mit vorhandenen Maschinen, die Arbeitskapazität, die Flächenausstattung und anderes mehr.

Die im vorliegenden Bericht vorgestellte Untersuchung kann nur Auskunft über die ermittelten Parameter geben und mit diesen Informationen eine Entscheidungsfindung unterstützen. Ein Betrieb, der beispielsweise einen sehr schweren Boden

und im Frühjahr oft Probleme mit Fahrspurverdichtungen hat, wird mit dem System „Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung“ keinen Erfolg erzielen. Betriebe mit sehr leichten Böden und trockenen Frühjahrsbedingungen können dagegen bei reduzierter Bodenbearbeitungsintensität die unproduktive Wasserverdunstung verringern, gute Erträge (wie hier im Jahr 2007) erzielen und Arbeitsgänge und Arbeitszeit einsparen.

Aufbauend auf die Untersuchung ist das in Tabelle 7 dargestellte „Eignungsprofil“ als eine Art Einsatzempfehlung entstanden.

**Tabelle 7: Eignungsprofil der untersuchten Säsysteme**

Sätechnik	Mit Bodenbearbeitung		Ohne Bodenbearbeitung	
	Ohne Bodenbelastung (Fahrspur)	Mit Bodenbelastung (Fahrspur)	Ohne Bodenbelastung (Fahrspur)	Mit Bodenbelastung (Fahrspur)
<b>Einzelkornsaat</b> (Mulchsaatausrüstung)	+	+	0	-
<b>Grubbersaat</b>	0	0	0	0
<b>Scheiben-Drillsaat</b> (Kombination aus Kurzscheibenegge + Scheiben-Drillmaschine)	+	0	0	-

Bei der Maisaussaat nach einer Winterzwischenfruchternte und Gärrestausbringung (Bodenbelastung durch Fahrspuren) führte die Variante „Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung“ zum besten Feldaufgang und tendenziell höchsten Ertrag aller untersuchten Systeme. Die beiden Drillsaatverfahren führten zu durchschnittlichen Erträgen und können somit eingeschränkt empfohlen werden. Wenn auf jeden Fall auf eine Bodenbearbeitung verzichtet werden soll, ist der Einsatz eines Sägrubbers möglich. Dabei ist jedoch stets zu bedenken, dass die Auswirkungen einer Bodenbelastung je nach Stärke der Bodenverdichtung und folgender Witterung sehr unterschiedlich sein können. Stark verdichtete Spuren und/oder ein sehr hoher Spuranteil beeinflussen alle Systeme negativ und führen zu nachweisbaren Ertragsminderungen. Selbst eine optimale Saatgutablage in einen stark verdichteten Boden führt zu erheblichen Wachstumsdepressionen. Oberstes Ge-

bot sollte deshalb sein, die Bodenbeanspruchung durch Befahren (Spuranteil, Bodendruck, Radlast) so gering wie möglich zu halten.

Die beiden „alternativen“ Säverfahren (Scheiben-Drillsaat, Grubbersaat) sind darüber hinaus aus betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Aspekten (hohe Flächenleistung, eine Technik für Getreide- und Maisbestellung) interessant (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Kapitalbedarf, Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten**

(nach KTBL und eigene Recherchen)

Gerät	Preis €	Nutzungs- umfang ha in a	Arbeitszeitbedarf (Schlaggröße)			Arbeits erledigungs- kosten (Lohnansatz 15 €/h)		
			2 ha Akh/ha	5 ha Akh/ha	10 ha Akh/ha	2 ha €/ha	5 ha €/ha	10 ha €/ha
<b>Einzelkornsäugerät</b> <sup>1</sup> Mulchsaat geeignet 3 m AB, 4 Reihen Traktor 45 kW, 6 km/h	19.000	750 8	1,20	1,00	0,94	67,29	62,29	60,76
<b>Einzelkornsäugerät</b> <sup>2</sup> Mulchsaat geeignet 4,5 m AB, 6 Reihen Traktor 54 kW, 6 km/h	30.000	1.100 8	1,06	0,87	0,80	67,06	61,86	60,21
<b>Sägrubber</b> <sup>3</sup> aufgesattelt 3 m AB, 11 km/h Traktor 102 kW,	45.000	3.000 10	0,75	0,59	0,52	59,99	54,10	51,80
<b>Universal Scheiben- Drillmaschine</b> <sup>4</sup> aufgesattelt, 3 m AB, 11 km/h Traktor 102 kW	45.000	3.000 10	0,72	0,57	0,51	52,70	47,79	45,83

<sup>1</sup> mit Reihendüngerstreuer und elektrischer Überwachung

<sup>2</sup> mit teleskopierbarem Rahmen, Reihendüngerstreuer und elektrischer Überwachung

<sup>3</sup> Geräte wie Amazone Primera DMC, Horsch Sprinter ST, Köckerling Ultima CS, Väderstad Seed Hawk, ...

<sup>4</sup> Geräte wie Amazone Cirrus, Horsch Pronto, Kuhn Speedliner, Lemken Kompakt Solitär, Väderstad Rapid, ..

Die Übersicht zeigt, dass Sägrubber und Scheiben-Drillmaschine bei gleicher Arbeitsbreite etwa 50 % weniger Arbeitszeit benötigen als die Einzelkornsäetechnik mit gleicher Arbeitsbreite. Die nach KTBL kalkulierten Arbeitserledigungskosten (inklusive Traktor und Fahrer, jährliche Nutzung an der Auslastungsschwelle) sind etwa 20 % niedriger als bei der Einzelkornsäetechnik. Hinzu kommt, dass es bei der Nutzung nur einer Bestelltechnik für alle Kulturen leichter fällt, die Geräte bis nahe an der (kalkulierten) Auslastungsschwelle einzusetzen.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

### **5.1 Zusammenfassung**

Große Milchvieh- und Biogasbetriebe stehen im Frühjahr bei der Maisaussaat vor gewissen Herausforderungen. Wenn ein langer Winter oder feuchte Frühjahrsbedingungen die Arbeiten (Ernte der Winterzwischenfrucht, Gülle- bzw. Gärrestausbringung, Maisaussaat) erschweren oder verzögern, erfolgt die Maisaussaat oft verspätet. Die konventionelle Maisbestellung in 2 oder 3 Arbeitsschritten (Gülle- bzw. Gärrestearbeitung, Saatbettbereitung, Aussaat mit Einzelkornsäugerät) erfordert einen hohen Arbeitszeitbedarf. Dennoch ist dieses Verfahrens weit verbreitet, nicht zuletzt wegen der vermeintlichen Zuverlässigkeit und hohen Ertragssicherheit.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sollten alternative Techniken zur Maisaussaat untersucht werden, die sowohl schlagkräftig als auch zuverlässig sind. Die Ergebnisse sollen in Beratungsgrundlagen einfließen, die die Landwirte entsprechend ihrer betrieblichen Situation in der Entscheidungsfindung unterstützen.

In einem ersten Schritt wurde der Markt hinsichtlich der für die Maisaussaat in Frage kommenden Säverfahren analysiert und eine Übersicht verfügbarer Säsysteme erstellt. Diese Übersicht enthält auch Sägeräte, deren Produktion eingestellt wurde (Gaspardo Streifenfräs-Einzelkornsäugerät) oder die nicht in Serie produziert wurden (Evers Streifenlockerer). Die Systeme Einzelkornsaat, Scheiben-Drillsaat und Grubbersaat wurden für die Untersuchungen ausgewählt.

Auf zwei Standorten im Isartal und im tertiären Hügelland bei Dingolfing wurden über drei Jahre Blockspaltenversuche angelegt. Jede Versuchsanlage enthielt 6 verschiedene Sä- bzw. Bodenbearbeitungsvarianten in dreifacher Wiederholung. Die 6 Varianten ergaben sich aus den drei Sätechniken, die jeweils ohne vorhergehende Saatbettbereitung (Direktsaat) oder mit Saatbettbereitung (Grubberstrich) eingesetzt wurden. Um den Einfluss der Bodenbelastung durch Fahrspuren der Gülle- oder Gärrestausbringung und der Vorfruchternte einbeziehen zu können, wurde dieser Faktor standardisiert. Die Vorfrucht (Wintergerste, Rüben bzw.

Grünroggen) wurde nicht beerntet, sondern über die vorhandenen, in 90°- Richtung zur Maisaussaat verlaufenden Fahrgassen chemisch abgespritzt und ebenfalls genau aus diesen Fahrgassen heraus Gärrest ausgebracht.

Damit war gewährleistet, dass über alle Sästreifen hinweg definierte belastete Spuren im Fahrgassenabstand verliefen. Direkt über diese Fahrgassen wurde die eine Hälfte der Versuchspartellen gelegt, sodass jede Parzelle eine Spur mit konstantem Spuranteil aufwies. Zwischen diesen Flächen wurde die andere Hälfte der Partellen (ohne Fahrspuren) festgelegt. So ergaben sich je Sätechnik zwei Bodenbearbeitungsvarianten jeweils ohne und mit Fahrspureinfluss mit drei unechten Wiederholungen (hintereinander) je Sästreifen und drei echten Wiederholungen in Blöcken nebeneinander.

Die Bestellung und Pflege der Partellen erfolgte identisch (Termine, Maissorte, Düngung, Pflanzenschutz). Zur Bodenbearbeitung vor der Maisaussaat wurden mehrbalkige Grubber (im Wechsel der Jahre verschiedene Hersteller und Typen) verwendet, die unter gleichen Bedingungen (Arbeitstiefe, Anzahl der Arbeitsgänge, Fahrgeschwindigkeit, Zeitpunkt der Bearbeitung) eingesetzt wurden.

In den drei Versuchsjahren traten sehr unterschiedliche Witterungs- und Bodenverhältnisse auf, die sich durchaus auf die Arbeitsweise, den Feldaufgang und zum Teil auch auf den Ertrag auswirkten. Im Frühjahr 2007 war es extrem trocken, sodass es in allen Varianten zu schlechten Feldaufgängen kam. Von der Trockenheit profitierte die Einzelkornsaat in der Direktsaat Variante. In den beiden Folgejahren herrschten „normale“ Aussaatbedingungen. Durch feuchte Bodenverhältnisse bei der Gärrestausbringung kam es vereinzelt zu stärkeren Bodenverdichtungen und zu Schwierigkeiten bei der Einbettung der Maiskörner in den Varianten „mit Spur ohne Bodenbearbeitung“. In diesen Fällen wurden geringere Feldaufgänge und Ertragseinbußen festgestellt.

Werden die Ergebnisse der zwei Standorte und der drei bzw. zwei Versuchsjahre gemeinsam analysiert, kann folgendes festgehalten werden:

Die Aussaat mit allen drei Säverfahren funktionierte auf allen Standorten gut und störungsfrei. In den unbearbeiteten Fahrspuren kam es zum Teil zu Problemen bei der Saatgutablage und beim Verschließen der Saatrille. Am wenigsten anfällig zeigte sich hier die Grubbersaat. Die eingestellte Saatmenge wurde bei der Ein-

zelkornsaat in der Regel exakt eingehalten. Die Grubber- und die Scheiben-Drillsaat dagegen lagen meist 5 – 10 % über dem angestrebten Sollwert. Der Feldaufgang war beim Sägrubber mit 77,9 % am niedrigsten, jedoch innerhalb der Spur- und Bodenbearbeitungsvarianten am konstantesten.

Bei der Scheiben-Drillsaat wurde ein durchschnittlicher Feldaufgang von 81,3 % erzielt und bei der Einzelkornsaat waren es 86,1 %. Beide Sätechniken reagierten deutlich auf den Spureinfluss bzw. die Bodenbearbeitung.

In zwei von drei Versuchsjahren kam es witterungsbedingt zu Lager. Es zeigte sich, dass die Scheiben-Drillsaat- und Grubbersaatbestände anfälliger für Lager waren. Die durch die ungleichmäßige Längs- und zum Teil auch Querverteilung (Grubbersaat) entstandenen Lücken und Anhäufungen von Pflanzen auf engstem Raum führten dazu, dass neben gut und kräftig ausgebildeten immer wieder kümmerliche und schwache Pflanzen wuchsen, die starkem Wind nicht Stand halten konnten und ins Lager gingen. Meist konnten sich diese Pflanzen wieder aufrichten, zeigten dann aber eine starke Säbelbeinigkeit, welche die Ernte erschwerte, jedoch nicht zu nennenswerten Ertragseinbußen führte.

Beim Trockenmassegehalt des Erntegutes gab es signifikante Unterschiede. Im Durchschnitt der Jahre am niedrigsten war der Trockenmassegehalt mit 35,7 % TS bei der Grubbersaat. Dann folgte die Scheiben-Drillsaat (36,5 %) und die Einzelkornsaat (37,7 %). Zwischen den einzelnen Spur- bzw. Bodenbearbeitungsvarianten eines bestimmten Säverfahrens gab es keine eindeutigen Unterschiede beim Trockenmassegehalt.

Weniger deutlich waren die Unterschiede beim Trockenmasseertrag. Die Höhe der Erträge schwankte von Jahr zu Jahr bzw. von Standort zu Standort stark. Über die Jahre und Standorte gesehen und unter Zusammenfassung der Spur- und Bodenbearbeitungsvarianten zu Durchschnittswerten für die Säverfahren brachte die Einzelkornsaat mit 225,3 dt/ha Trockenmasseertrag je Hektar den höchsten Ertrag. Statistisch lässt er sich vom Ertrag aller Scheiben-Drillsaatvarianten von 217,8 dt/ha unterscheiden. Die Grubbersaat lag mit 221,9 dt/ha je Hektar dazwischen und unterscheidet sich weder von der Einzelkornsaat noch von der Scheiben-Drillsaat signifikant. Sowohl die Bodenbearbeitung als auch der Spureinfluss zeigten einen deutlichen Einfluss auf die Höhe des Trockenmasseertrages. Bei einer Bodenbelastung durch Fahrspuren bzw. beim Feh-

len der Bodenbearbeitung lag der Ertrag jeweils um rund 4 % unter dem Ertrag ohne Bodenbelastung (Spur) bzw. mit Bodenbearbeitung.

## 5.2 Ausblick

Die Untersuchungen zeigen, dass auch mit „alternativen“ Säverfahren Silomaiserträge erreicht werden können, die zumeist nicht signifikant von denen der klassischen Einzelkornsaat abweichen.

Die Versuchsergebnisse verdeutlichen aber auch, dass es bei allen drei Sätechniken problematisch sein kann, die Maiskörner ordnungsgemäß direkt in verdichteten Boden, z.B. in Fahrspuren, abzulegen. Der geringere Feldaufgang in den Fahrspuren und die Bodenverdichtungen im Wurzelraum unter den Fahrspuren führten zu Ertragseinbußen zwischen 2 % (Grubbersaat) und 10 % (Einzelkornsaat).

Aus diesem Grund muss alles getan werden, um Bodenverdichtungen vor und bei der Bestellung von Mais zu vermeiden.

Bei einem hohen Fahrspuranteil (Ernte der Zwischenfrucht, Gülle- oder Gärrestausbringung) und ungünstigen Bodenverhältnissen wird es zumeist notwendig sein, vor der Saat eine Bodenlockerung vorzunehmen.

Um den Boden nicht ganzflächig bearbeiten zu müssen bietet sich hierzu die Streifenbearbeitung (Strip Tillage) als Alternative an. Die Streifenbearbeitung lässt sich mit der Gülle- bzw. Gärrestausbringung kombinieren, das Substrat wird dabei nur im Bereich der Maisreihe eingebracht. Die positive Wirkung der streifenweisen Injektion von Gülle wurde in Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen festgestellt (KOWALEWSKY 2009). Voraussetzung für eine erfolgreiche Streifenbearbeitung und sichere Maisausaat in die gelockerten Streifen ist die Nutzung automatischer Lenksysteme mit hoher Genauigkeit (RTK DGPS). In einem, durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Forschungsvorhaben wird die Streifenbearbeitung für Zuckerrüben und Mais derzeit intensiv untersucht.

Ein anderer Ansatz könnte die Kontrolle der unvermeidbaren Fahrspuren und ihre Konzentration auf wenige Bereiche im Feld sein. Regelfahrspurverfahren (Controlled Traffic Farming - CTF) haben sich in den vergangenen zehn Jahren in Australien stark verbreitet. Dort wird CTF mit der Direktsaat kombiniert. In jüngster Vergangenheit wird CTF auch in Europa als möglicher Lösungsansatz gegen großflächige Bodenverdichtung durch Befahren von Ackerflächen diskutiert. Auch zu Controlled Traffic Farming ist ein Forschungsvorhaben an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft angelaufen.

Überall dort, wo der Boden frei von Bodenverdichtungen durch Fahrspuren ist und im Frühjahr ein garer Boden vorliegt, wird die Maisaussaat mit geeigneter Technik ohne vorhergehende Saatbettbereitung zu guten Ergebnissen führen.

## 6 Literaturverzeichnis

- Estler, M. (1989): Landtechnische Maßnahmen zur Verminderung der Bodenerosion bei Reihenfrüchten in Hanglagen. Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 83 S.
- Groß, U.: Weg von der Einzelkornsaat? In: DLG-Mitteilungen, Heft 11, 2007, S. 72 - 73.
- Hermann, W.: Strip -Till: Streifenlockerung bei Zuckerrüben, Raps und Mais - Alternative zur Mulch- und Direktsaat. In: LOP Landwirtschaft ohne Pflug, Heft 7, 2008, S. 31 - 34.
- Hermann, W.: Streifenlockerung – eine neue Lösung für Rüben. In: top agrar, Heft 2, 2010, S. 62 - 65.
- <http://www.eversagro.de/produkte/Woelers/Grasnarbenlockerer/>
- Jänsch, M.: Eine Maschine für Mais und Getreide? In: Lohnunternehmen, Oktober 2007, S. 32 - 33.
- Kowalewsky, H.-H.: Geld sparen durch Gülleunterfußdüngung zu Mais. In: mais, Heft 2, 2009, S. 72 - 73.
- Lemken: Maisaussaat mit der Drillmaschine. In: Info – System Mai 2004.
- Mumme, M. und Reckleben Y.: Drillen statt legen. In DLZ, Heft 4, 2010, S. 32 - 36.
- Meinel, T.: Stand der Technik zur konservierenden Bodenbearbeitung - Teil 3. In: Ackerplus, Heft 1, 2010, S. 14 - 19.
- Sandrock, M.: Energiemais auf einem Sandstandort. In: LOP Landwirtschaft ohne Pflug, Heft 4, 2010, S. 4 - 8.
- Sturny, W.-G., Chervet, A., Maurer-Troxler, C., Ramseier, L., Müller, M., Schäfflützel, R., Richner, W., Streit, B., Weisskopf, P. und Ziehlmann, U.: Direktsaat und Pflug im Systemvergleich – eine Synthese. In: AGRAR Forschung 14 (8), 2007, S. 350 - 357.
- Wildenhayn, M.: Mehr Masse, aber geringere Futterqualität. In: LOP Landwirtschaft ohne Pflug, Heft 2, 2005, S. 24 - 27.

## 7 Danksagung

Die Bearbeiter möchten sich an dieser Stelle bei den beteiligten Landwirten bedanken, die das Projekt mit Flächen, Maschinen und viel Engagement unterstützten. Ein Herzlicher Dank gilt zudem den Firmen Kuhn, Väderstad und Köckerling, die Maschinen für die Versuche zur Verfügung stellten und uns betreuten. Dank auch an die Firmen KWS, Syngenta Seeds und Limagrain, die uns mit Saatgut unterstützten.

Herzlicher Dank auch an cand. agr. Josef Holzer und an den Ruheständler Michael Schäffler, die uns in den Versuchsjahren zur Seite standen.

Nicht zuletzt gilt der Dank den Kollegen und Kolleginnen aus den Nachbarinstituten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die bei der Versuchsanlage, der Beerntung, den pflanzenbaulichen Auswertungen und Laboranalysen mitwirkten.

Erinnern möchte ich an dieser Stelle an unseren verstorbenen Kollegen Hans Mittelreitner. Er übernahm trotz seiner schweren Erkrankung während meines Krankenhausaufenthaltes die Durchführung der Maisaussaat 2007.

Vergelt`s Gott lieber Hans!

## 8 Veröffentlichungen und Vorträge

### Vorträge:

Name	Thema/Titel	Veranstalter, Zielgruppe	Ort, Datum
Demmel, M. Kirchmeier, H.	Eng- oder Drillsaat von Mais	Landwirtschaftsamt Heilbronn, Pflanzen- bautag	Heilbronn, 15.12.2009
Kirchmeier, H. Demmel, M. Weber, A.	Vergleich von Bestell- verfahren für Silomais	LfL - Kolloquienreihe Pflanzenbau	Freising, 10.02.2009
Kirchmeier, H. Demmel, M. Weber, A.	Vergleich verschiede- ner Direktsaatsysteme für Mais	Mitgliederversamm- lung ALB Bayern e.V.	Herrieden, 24.11.2009

### Veröffentlichungen:

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M., EDER, J. UND W. WIDENBAUER: MAISSAAT MIT DER DRILLE? IN: BAYERISCHES LANDWIRTSCHAFTLICHES WOCHENBLATT 197 (2007) 13. APRIL, NR. 15, S. 20 - 23.

KIRCHMEIER, H. UND M. DEMMEL: VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER SAATTECHNIKEN FÜR MAIS. IN: LANDTECHNIK 64 (2009), H 2, S. 141 – 143.

KIRCHMEIER, H. UND M. DEMMEL: MAIS MAL ANDERS SÄEN. IN: ALLGÄUER BAUERNBLATT 78 (2010) 8. APRIL, NR. 14, S. 22 – 23.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: DRILLEN STATT LEGEN. IN: BRANDENBURGER BAUERNZEITUNG 51 (2010) 9. APRIL, NR. 14, S. 37 – 39.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: MAISSAAT MIT GETREIDEDRILLE. IN: BAYERISCHES LANDWIRTSCHAFTLICHES WOCHENBLATT 200 (2010) 16. APRIL, NR. 15, S. 46 – 49.

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: EINZELKORN- ODER UNIVERSALDRILLMASCHINEN. IN: MAIS (2010), NR. 2, S. 71 – 74.

In Vorbereitung

KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER: VERSUCHE MIT MAISDRILLTECHNIK. IN LAND & FORST

## 9 Anhang

Die folgenden Maschinen werden derzeit nicht in die Serie produziert (Evers, Baker), bislang in Deutschland nicht vertrieben (Althaus, Baker) oder wurden inzwischen vom Markt genommen (Gaspardo).

---

### Vorlockerer „Evers Hunter“ aus Holland

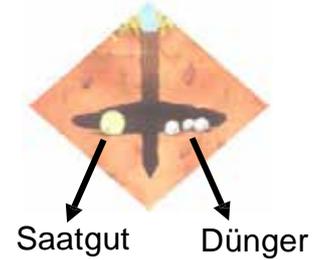


- ¾ Vorgerät zum Einzelkornsägerät
- ¾ Einzelgeräte über Dreipunkt gekoppelt
- ¾ 4, 6 oder 8 reihig
- ¾ Arbeitsweise:
  - federbelastetes Sechschneidet Narbe durch
  - stabiler Lockerungszinken (6 cm breiter Flügel) lockert den Boden bis max. ca. 27 cm Tiefe
  - jeweils 4 Prismenringe einer Güttlerwalze rückverfestigen den Säschlitz
- ¾ als Vorserienmodell in geringer Stückzahl vor allem in Holland im Einsatz ?
- ¾ in der Fachzeitschrift „Profi“ 12/05 wurde ein ähnliches Gerät von einem Tüftler vorgestellt

### Säschar „Baker Cross Slot“ aus Neuseeland



Cross Slot = „Kreuz Schlitz“  
(oder umgekehrtes T Schar)



Arbeitsweise:

- 55 cm große gezackte Scheibe schneidet Boden auf
- links und rechts angebrachte Säschuhe mit 2 cm langen Flügeln bringen in 2 horizontalen Schlitzen Dünger bzw. Saatgut ein
- 2 v-förmig angeordnete gummibereifte Andruckrollen verschließen den kleinen Spalt und dienen zur Tiefenregulierung

(Quelle: Baker No -Tillage Ltd / York – Th. Bayer)

### Streifenfrässaat „Oekosem“ aus der Schweiz



¾ Vorgerät zum Einzelkornsägerät

¾ Einzelgeräte über Hitch oder eigenes Fahrwerk gekoppelt

¾ 4 reihig

¾ Arbeitsweise:

- stabiles Flügelschar lockert den Boden bis ca. 15 – 20 cm Tiefe
- Winkelfräsmesser bearbeiten den Boden auf ca. 20 cm Breite
- Zahnpackerwalze zur Rückverfestigung

¾ Reihendüngung mit integriert

¾ Voraufspritzung in der Reihe und Bandspritzung zwischen den Reihen möglich

¾ Gerät von Schweizer Erfinder vor rund 15 Jahren entwickelt und anfangs selbst gebaut

¾ zwischenzeitlich über die Firma Althaus zu beziehen (Streifenfräse Oekosem3)

---

## Streifenfrässaat „Gaspardo no-till 1040“



- ¾ Kompletgerät: Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung in einer Maschine
- ¾ 4 reihig
- ¾ Arbeitsweise:
  - Reihenfräse (je 1 Messersegment) bearbeitet Boden bis max. 10 cm Tiefe
  - Einzelkornsägerät (Säbelschar) legt Mais in den bearbeiteten Säschlitz ab
  - Zustreicher und v-förmige Andruckrollen schließen die Saatrille
- ¾ Maschio hat die Produktion des Gerätes bereits vor Jahren eingestellt