



Rationalisierungs-Kuratorium  
für Landwirtschaft

# Streifenlockerung (Strip-Tillage) beim Mais, Rüben, Raps und Getreide



Prof. Dr. Yves Reckleben

## **Streifenlockerung(Strip-Tillage) beim Mais, Rüben, Raps und Getreide**

Januar 2019

Prof. Dr. Yves Reckleben,

Zusammenfassung aus den Abschlussarbeiten von:

B. Sc. Jürgen Mesecke, B. Sc. Daniel Antrack, B. Sc. Lars Jahnke, B. Sc. Sebastian Banck und M. Sc. Arne Harms

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer von der Prof.-Udo-Riemann-Stiftung geförderten Untersuchung.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL e.K.)

Albert Spreu

Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110

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 1000 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

<b>Gliederung</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1497</b>
<b>2. Stand des Wissens.....</b>	<b>1498</b>
2.1 Das Prinzip der Streifenbearbeitung .....	1498
2.1.1 Abgesetztes Verfahren.....	1499
2.1.2. Kombiniertes Verfahren .....	1500
<b>3. Ansprüche der Kulturen.....</b>	<b>1501</b>
3.1 Getreide.....	1501
3.2 Raps.....	1501
3.3 Zuckerrüben.....	1501
3.4 Mais .....	1502
<b>4. Ergebnisse.....</b>	<b>1502</b>
4.1 Getreide.....	1503
4.2 Raps .....	1503
4.3 Zuckerrüben.....	1505
4.4 Mais .....	1506
<b>5. Schlussfolgerungen .....</b>	<b>1509</b>
<b>6. Literatur.....</b>	<b>1510</b>

## **1. Einleitung**

Die in den letzten Jahren vermehrt aufgetretenen Witterungsextreme mit Frühjahrstrockenheit auch in Gebieten, in denen diese nicht üblich ist, veranlassen die Landwirte immer wieder, ihre Produktionsverfahren weiter zu optimieren. Neben Getreide gehört auch der Winterraps zu den bedeutendsten im Anbau befindlichen Kulturen – was den Bedarf nach einem an diese Witterungen angepassten Anbausystem erhöht.

Ebenso wird auf besseren Standorten aufgrund der stagnierenden Erträge in der letzten Zeit nach Möglichkeiten gesucht, diese wieder ansteigen zu lassen und über einen längeren Zeitraum zu sichern. Dabei wird der Ertrag durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst, auf die der Landwirt teilweise mehr oder weniger stark einwirken kann.

Erfahrungen aus der Praxis belegen, dass die Einflussgrößen Bodenbearbeitung und die Effektivität der produktionstechnischen Maßnahmen des Landwirtes selbst die größten Ertragsfaktoren beim Winterraps sind (HOLLMANN, 2003, zitiert in DÖLGER et al., 2011, S. 203).

Besonders in dem Bereich der Bodenbearbeitung und Aussaat wird das Strip-Till-Verfahren getestet, das in anderen Kulturen wie Mais oder Zuckerrüben bereits positive Effekte gezeigt hat. Die streifenförmige Lockerung der folgenden Saatreihe soll eine gute Jugendentwicklung begünstigen. Dies ist Voraussetzung für tiefreichende Pfahlwurzeln, die wiederum eine sichere Wasserversorgung schaffen sollen. Die größeren Reihenabstände des Strip-Tills lassen auch die Einzelkornsaat beim Winterraps wieder in den Vordergrund rücken, die eine optimalere Verteilung und Ablage der Körner gewährleisten kann.

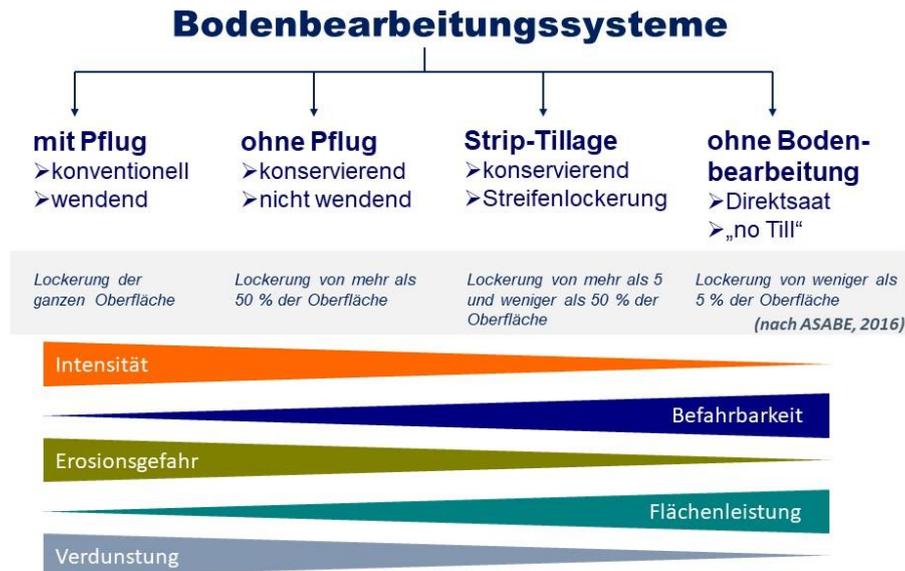
## **2. Stand des Wissens**

Die Streifenbearbeitung ist in weiten Teilen der Erde bereits seit Jahren fester Bestandteil der Bodenbearbeitung. Besonders in Nordamerika und Australien wird dieses Verfahren mit Erfolg eingesetzt. Daher gibt es schon wichtige Erfahrungen und Fakten, die für den Einsatz auf norddeutschen Ackerflächen von Bedeutung sein können.

### **2.1. Das Prinzip der Streifenbearbeitung**

Die Streifenbearbeitung ist ein spezielles Verfahren zur Bodenbearbeitung. So wird der Boden, im Gegensatz zur wendenden Bodenbearbeitung, nicht auf der ganzen Fläche, sondern nur streifenweise bearbeitet. Dabei bleiben bis zu 75 % der Fläche unbearbeitet (DUTZI, 2011).

Das KTBL (2016), als auch die ASABE (2016) klassifizieren die Bearbeitungssysteme unterschiedlich, wie nachfolgende Abbildung verdeutlicht.



**Abbildung 1:** Bodenbearbeitungssysteme und Eingriffsintensität nach KTBL und ASABE

In den meisten Fällen stellt Strip-Tillage eine reduzierte Bodenbearbeitung in Bezug auf die bearbeitete Oberfläche angeht dar, obwohl die gleiche Tiefe wie bei der konservierenden Bodenbearbeitung bearbeitet wird. Die Flächenleistung und die Befahrbarkeit werden dadurch positiv beeinflusst.

Die zu bearbeitenden Streifen, in denen später die Pflanzen auflaufen sollen, werden zuerst von eventuell vorhandenen Ernterückständen oder Winterbegrünungen befreit. Dann wird der Boden an dieser Stelle bis in die gewünschte Tiefe gelockert und wieder rückverfestigt, um den keimenden Pflanzen den Wasseranschluss zu gewährleisten. Dabei ist darauf zu achten, dass die Reihenabstände mit den Bedürfnissen und Präferenzen der jeweiligen Kulturen übereinstimmen. Des Weiteren ist es möglich, bei dem Verfahren der Streifenbearbeitung ein Düngedepot unterhalb der Pflanzenreihe anzulegen. Generell lässt sich die Streifenbearbeitung in zwei Verfahren unterteilen.

### 2.1.1. Abgesetztes Verfahren

Das abgesetzte Verfahren teilt sich in zwei Bearbeitungsschritte auf. Im ersten Schritt wird die Grundbodenbearbeitung durchgeführt. Damit ist das Räumen der Bearbeitungstreifen und die Auflockerung des Unterbodens sowie eventuell das Ausbringen einer Unterfußdüngung gemeint.

Der zweite Arbeitsschritt kann entweder zeitnah oder zeitlich versetzt erfolgen. Dabei wird dann die Saat in den Boden gebracht und bei Bedarf noch einmal rückverfestigt. Dieses Verfahren kann auch auf sehr schweren Böden angewendet werden. Durch die flexibel gestaltbare Zeitspanne zwischen beiden Arbeitsgängen bekommt der

tonhaltige Boden die Möglichkeit abzutrocknen, da durch die Auflockerung die Verdunstung von Wasser durch Wind und Sonne beschleunigt wird. So wird eine gute Trockengare des Bodens erreicht (HERMANN, 2011). Diese Trockengare zusammen mit einer rückverfestigenden Saatbettbereitung, zum Beispiel durch eine Walze, bietet der nachfolgenden Kultur eine gute Voraussetzung für den Vegetationsstart (HERMANN, 2011). Nach PLISCHKE (2011) lässt sich durch dieses Verfahren auch die Frostgare zur Saatbettbereitung nutzen, indem zu Sommerkulturen die Grundbodenbereitung bereits im Herbst durchgeführt wird.

Auch bietet sich das abgesetzte Verfahren an, um große Mengen an organischen Wirtschaftsdüngern unterflur auszubringen. Das größte Problem hierbei ist, die Transportlogistik und den Bearbeitungstermin zu kombinieren. Deshalb wird in diesem Fall fast ausnahmslos auf zwei getrennte Bearbeitungsschritte zurückgegriffen.

Wenn mit dem geteilten Verfahren gearbeitet wird, ist ein hochgenauer GPS-Lenkautomat mit RTK-Korrektur unabdingbar, um die Saatreihen später exakt auf den vorbereiteten Streifen zu positionieren (HERMANN, 2011). Dadurch werden das Saatbett und eventuell abgelegte Düngedepots optimal genutzt.

### **2.1.2. Kombiniertes Verfahren**

Das kombinierte Verfahren vereint sämtliche Arbeitsschritte in einem Arbeitsgang. Es wird unmittelbar nacheinander geräumt, gelockert, rückverfestigt und gesät. Damit ein ordentliches, feinkrümeliges Saatbett bereitet werden kann, muss der Standort einen leichten, schütffähigen Boden bereitstellen (HERMANN, 2011). Als Richtwert gilt ein maximaler Tongehalt von 10 % (PFLUGFELDER und HERMANN, 2011).

Im Gegensatz zum abgesetzten Verfahren, wo die Aussaat und die Grundbodenbearbeitung jeweils an der Leistungsgrenze gefahren werden können, muss hier ein Kompromiss für die optimale Arbeitsgeschwindigkeit der gekoppelten Systeme eingegangen werden (PLISCHKE, 2011).

Die Schutzschicht aus organischem Material zwischen den Reihen und die sofortige Rückverfestigung des bearbeiteten Streifens sorgen dafür, dass die Verdunstung des Bodenwassers so gering wie möglich gehalten wird. Dieser Umstand sorgt dafür, dass die Saat stets guten Anschluss an das Bodenwasser hat und sich das kombinierte Verfahren somit hervorragend für trockenheitsgefährdete Standorte eignet (SAATHOFF, 2010).

## **3. Ansprüche der Kulturen**

### **3.1. Getreide**

Deshalb ist bei der Grundbodenbearbeitung und bei der Saatbettbereitung zu Getreide vor allem der Bodentyp im Zusammenhang mit der Witterung ausschlaggebend. Aber auch die Vorfrucht darf bei der Wahl der Bodenbearbeitung nicht außer Acht gelassen werden. Die Vorfrucht spielt dabei eine Rolle bei der Feldhygiene, vor allem in Monokulturen. Werden Pflanzenreste nicht komplett von der Oberfläche entfernt und zur Rotte in die Krume eingemischt, kann es sein, dass Krankheitserreger und Schädlinge an oder in den Ernterückständen überdauern (BENKER und LEIVERMANN, 2010). Das kann zu verfrühtem oder verstärktem Ausbruch von Krankheiten oder Schädlingsplagen führen, was kostenintensive Nachbehandlungen oder Ertragsminderungen zur Folge haben kann. Wie bereits erwähnt, sollten Witterung und der Bodentyp die größten Auswirkungen auf die Grundbodenbearbeitung haben. Dabei ist ein feinkrümeliges Saatbett nicht so bedeutend wie beim Raps (BENKER und LEIVERMANN, 2010).

### **3.2. Raps**

Die Saatbettbereitung des Rapses beginnt bereits mit der Stoppelbearbeitung der Vorfrucht. So ist nach CRAMER (1990) die flache, gleichmäßige Einarbeitung der Ernterückstände bedeutsam, um dem Keimling keine Hindernisse zu bereiten, wie zum Beispiel Strohansammlungen, die sowohl über, als auch unter dem Saatkorn positioniert sein können. Solche Barrieren führen zu schlechteren Feldaufgängen, weil das Rapskorn aufgrund seiner geringen Größe dem Keimling nicht genügend Reservestoffe bereitstellen kann, diese zu überwinden. Außerdem verhindern sie ein leichtes Durchdringen der Wurzel auf dem Weg in tiefere Schichten. Da der Raps eine Pfahlwurzel ausbildet, ist er auf eine auflockernde Grundbodenbearbeitung angewiesen, um eventuelle Bodenverdichtungen in der Krume zu lockern und das Wurzelwachstum zu fördern (CHRISTEN und FRIED, 2007).

### **3.3. Zuckerrüben**

Die Zuckerrübe liefert gute Erträge auf tiefgründigen Böden, die eine gleichmäßige Struktur über das ganze Profil aufweisen. Die besten Voraussetzungen schaffen humose Lössböden, wie sie zum Beispiel in der Magdeburger und Hildesheimer Börde vorkommen. Es sollten warme, nicht zu niederschlagsreiche Standorte sein (WINNER, 1981). Die gleichmäßige Struktur ist vor allem von Bedeutung, damit die junge Rübenpflanze den Boden zugig durchwurzeln kann. Als Störung der gleichmäßigen Struktur sind vor allem Pflugsohlen und Schichten aus Ernterückständen verantwortlich (WINNER, 1981). Die Zuckerrübe ist außerdem sehr anfällig gegen Verschlämmung,

hervorgerufen durch hohe Niederschlagsmengen nach der Aussaat. Ist die Bodenoberfläche verkrustet, verschlechtert sich der Feldaufgang erheblich (HERMANN, 2011). Des Weiteren sollten unbedingt Schadverdichtungen durch Befahren des Bodens bei zu nassem Zustand und die Erzeugung von Strohmatte im Boden vermieden werden.

### 3.4. Mais

Maisanbau ist generell auf den meisten Böden möglich. Allerdings sind zu kalte, sehr nasse oder extrem tonhaltige Böden weniger gut geeignet. Mais besitzt einen eher niedrigen Transpirationskoeffizienten, braucht während der Hauptwachstumsphase aber dennoch eine gute Wasserversorgung. In der Phase des starken Massenwachstums vor und während der Blüte kann der Wasserbedarf bei bis zu 6mm täglich liegen. Insbesondere auf leichten Standorten und bei Sommertrockenheit kann es dadurch im Juli und August zu Versorgungsstörungen kommen.

## 4. Ergebnisse

Die nachfolgenden Ergebnisse entstammen vornehmlich den Abschlussarbeiten der genannten Studenten – einzig die Ergebnisse zu den Zuckerrüben entstammen einer Studie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Demmel et al. ,2016). Die eigenen Ergebnisse bei den Zuckerrüben sind keine mehrjährig belastbaren Ergebnisse fügen sich aber vom Trend ebenfalls in die Ergebnisse aus Bayern ein. Die Nordzucker hat in Schleswig-Holstein und im Großraum Uelzen ebenfalls Streifenbearbeitungsversuche bei Zuckerrüben seit mehreren Jahren im Versuch erprobt und zeigt ähnliche Tendenzen auf (Schlinker, 2016, Sander, 2016).

Die wesentlichen technologischen Vorteile der Streifenbearbeitung liegen wie bereits in Abbildung 1 dargestellt in einer geringeren bearbeiteten Oberfläche und damit verbunden einem geringeren Energieverbrauch. Bei einem Strichabstand der Strip-Tillage Bearbeitungswerkzeuge von 37,5 cm werden 2.6 % der (Ober-)Fläche bearbeitet, bei einem Strichabstand von 17,5 cm sind es 5,8 % der Gesamtfläche die bearbeitet werden.

Kaufmann (2009) hat bereits Versuche zum Energieverbrauch und zum Zugkraftbedarf durchgeführt, die in folgender Tabelle dargestellt sind.

Variante	Arbeitstiefe (cm)	Ø Geschwindigkeit (km/h)	Zugkraftbedarf (kN)	Dieserverbrauch (l/ha)
Strip Tillage ohne Stoppelbearbeitung	20	5,50	11,68	6,90
Strip Tillage mit Stoppelbearbeitung	20	5,50	19,94	8,70
Grubbern mit Stoppelbearbeitung	15	9,20	52,80	15,20
Grubbern mit Stoppelbearbeitung	25	7,20	70,59	19,00

## 4.1. Getreide

Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich auf einen mehrjährigen Versuch (2013-16) zum Thema Streifenbearbeitung zu Getreide, welche auf der Hohen Geest (Nindorf) angelegt wurden.



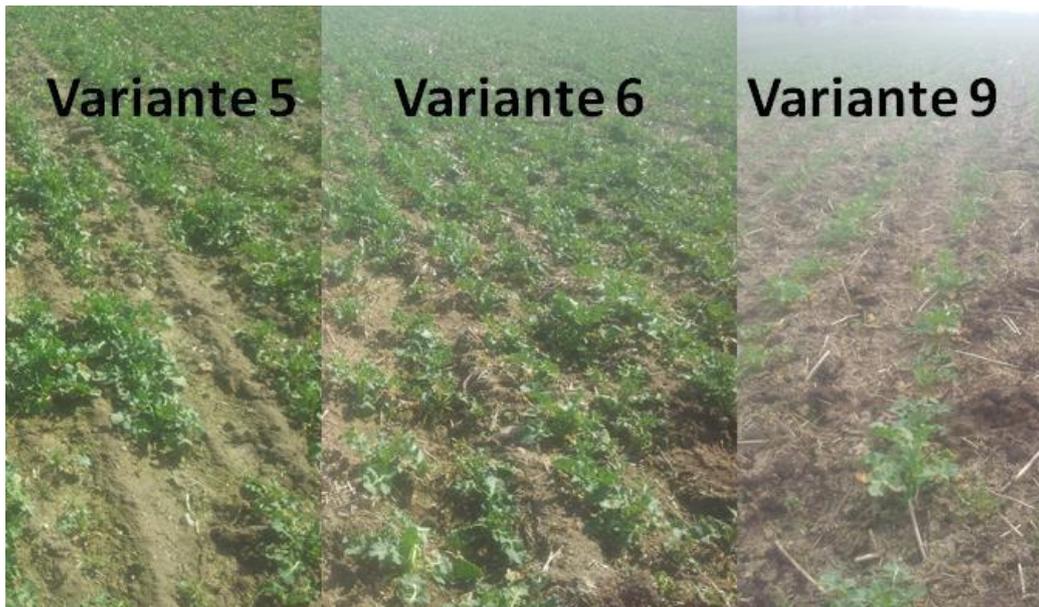
**Abbildung 2:** StripTillage bei Getreide im Herbst 2014 (Variante 4 und Variante 3) Mulchsaat (Variante 1 und 2) zum gleichen Saattermin mit gleicher Saatstärke bestellt

Die Fotos in Abbildung 2 wurden zum gleichen Termin aufgenommen und zeigen die Unterschiede auf der hohen Geest der verschiedenen Bearbeitungsvarianten deutlich. Die Streifenbearbeitung hat zu einer besseren Entwicklung der Pflanzen geführt. Damit werden die pflanzenbaulichen Ziele einer guten Vorwinterentwicklung erreicht und ein besserer Erosionsschutz über die Wintermonate gewährleistet.

Die Ergebnisse der mehrjährigen Betrachtung auf den leichten sandigen Standorten der Geest sind, dass die Bestände durch die Streifenbearbeitung sich sehr gut etablieren. Diese Erkenntnisse gelten für Roggen, Gerste und Weizen gleichermaßen. Die Extensivierung bei der Bearbeitungsintensität (weitere Reihe 17,7 cm) und Streifenbearbeitung hat auf den Geest Standorten in allen Jahren zu gleichen oder vergleichbaren Erträgen geführt. Die Referenz Bodenbearbeitungssysteme Konventionell und Konservierend haben zu höheren Bewirtschaftungskosten geführt.

## 4.2. Raps

Auch beim Winterraps wurden verschiedene Bearbeitungsvarianten mit der Horsch Focus bestellt In der nachfolgenden Abbildung sind verschiedene Varianten der Bearbeitung und Bestellung am Standort Ellerdorf bei Quickborn dargestellt.



**Abbildung 3:** Winterraps Varianten am Standort Ellerdorf (V5- Pflug/ST 50 Pfl./m<sup>2</sup>, V6 Mulchsaat-ST 40 Pfl./m<sup>2</sup>, V9- Mulchsaat-ST 30ch cm, 30 Pfl./m<sup>2</sup>)

Die *optischen Unterschiede in Abbildung 3* finden sich auch in den Ergebnissen der Vegetationsendbonitur wieder. Der höhere Aufwand der Bodenbearbeitung und Saatmenge spiegelt sich nicht in den Ergebnissen wieder. Zu Vegetationsbeginn hat Variante 9 den Rückstand kompensiert und mit Variante 6 gleichgezogen. Am Ende fallen hier nur die höheren Bearbeitungs- und Bestellkosten bei Variante 5 > Variante 6 > Variante 9 ins Gewicht, denn Ertraglich waren bei Erntemenge und Qualität keine wesentlichen Unterschiede zu messen.

Die Erkenntnisse von Banck und Jahnke zeigen beim Winterraps folgende Potentiale für das Strip-Till System im Raps auf. Eine streifenförmige Lockerung führt zu einem leicht zu erschließendem Wurzelraum für die Rapswurzeln. Kombiniert man die Streifenbearbeitung mit Einzelkornsaat und Unterfußdüngung führt dies auf der Geest und im östlichen Hügelland zu einer verbesserten Pflanzenentwicklung und höheren Erträgen im Winterraps.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Unterschiede zwischen Mulchsaat und Strip Tillage am Standort Ellerdorf. Diese Erkenntnisse werden von Jahnke (2016) für das östliche Hügelland bestätigt.



**Abbildung 4:** Rapswurzel Variante StripTillage



**Abbildung 5:** Rapswurzel Variante Mulchsaat

Die bessere Wurzelentwicklung im Strip-Tillage System ist ein wesentlicher Vorteil, der in sämtlicher Literatur beschrieben wird. Ein ausgeprägtes Wurzelsystem sorgt für Vitalität, hohes Nährstoffaneignungsvermögen und eine verbesserte Trockenstresstoleranz (Jahnke, 2016).

Die in der Literatur beschriebene Bildung von 1 Blatt mehr pro Pflanze in den Varianten, in denen die Einzelkornsämaschine mit geringerer Saatstärke zum Einsatz kam, kann hier nicht eindeutig erkannt werden (GERWERS et al., 2014, S. 19). Auf die Zahlen nach Winter trifft diese Aussage eher zu. Hier wurden in den gerade genannten Varianten 2 Blätter/Pflanze mehr gezählt als in den Mulchsaaten. Vergleichbare Versuche zeigen sogar eine um 3-4 Blätter/Pflanze höhere Anzahl in den Strip-Till-Versuchsgliedern (HANSE AGRO, 2013, S. 23).

### **4.3. Zuckerrüben**

Schlinker (2016) berichtet von 10 % höheren Erträgen im Zuckerrübenanbau durch Anpassung der Standraumverhältnisse – also Reduktion der Saatreihenabstände. Sander (2016) berichtet von höheren Zuckererträgen durch eine platzierte organische Unterfußdüngung mit dem Strip-Tillage Verfahren. Die Wassereffizienz wird ebenfalls positiv beeinflusst, so dass das Strip-Till als Verfahren sehr gut für viele Rübenstandorte in Deutschland geeignet scheint. Ergebnisse aus Bayern zeigen auf einem Zuckerrübenstandort eine leichte Überlegenheit zur betriebsüblichen „Mulchsaat mit Saatbettbereitung“. Am zweiten Rübenstandort, mit einer höheren Intensität der Saatbettbereitung der betriebsüblichen Mulchsaat, waren alle -Varianten ertraglich unterlegen. Bei Körnermais waren die Erträge der besten Streifenbodenbearbeitungsvariante gleich hoch wie die der betriebsüblichen Mulchsaat.

Alle Varianten mit vorhergehender Stoppelbearbeitung nach der Vorfruchternte bzw. Stoppelbearbeitung mit Zwischenfruchtanbau waren den Varianten „Streifenbodenbearbeitung direkt in die Stoppeln der Vorfrucht“ im Ertrag überlegen.

Mit Blick auf die festgestellten Ertragseffekte und das Potenzial an Erosionsschutz sticht das -Verfahren die klassischen Mulchsaatenverfahren, insbesondere wenn sie im Rahmen dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung praktiziert werden, nicht unbedingt aus. Strip-Tillage erweitert die Palette an Möglichkeiten für ressourcenschonenden Ackerbau. Besonders interessant und zukunftsweisend ist die Verknüpfung mit Gülleinjektion bei Maisanbau.

#### **4.4. Mais**

Die Pflugvariante stellt die Standardvariante für die eigenen Versuche Schleswig – Holstein dar (2012-2018). Diese Variante ist die einzige, bei der die 40 m<sup>3</sup> Gärsubstrat breit verteilt und getrennt von der tiefen Bodenbearbeitung ausgebracht wurden.

Die Bearbeitung in den Mulchsaatenvarianten erfolgte mit einer Grubberkombination mit 6,20 m Arbeitsbreite. Diese Kombination ist mit einem 4-balkigem Zinkenfeld ausgestattet in dem 23 Zinken mit einem Strichabstand von 27 cm angeordnet sind. Die Arbeitstiefe bei diesem Arbeitsgang betrug ca. 27 cm. Zur Einebnung des Saatbettes folgten nach den Top-Mix-Zinken einfache Federzinken – Nivellatoren. Zur Rückverfestigung des Saatbettes diente eine Doppel-STS-Walze gefolgt von einem Strohstriegel, um zusätzlich Feinerde zu erzeugen. Der Grubber wurde für die Versuche so umgebaut, dass die Gülleausbringung gleichzeitig mit der Bodenbearbeitung erfolgen konnte. Wie in der Abbildung zu sehen ist, wurde der Grubber dazu von einem Holmer Terra Variant mit ca. 600 PS gezogen. Von dem 21 m<sup>3</sup> großen Gülletank wurde das Gärsubstrat direkt zum Verteilerkopf auf dem Grubber gepumpt. Von dort erfolgte eine Verteilung der Gülle über Schläuche, hinter die einzelnen Zinken und dann durch Rohre im Schatten der Grubberzinken unter die Erdoberfläche. Durch dieses System konnte die Gülle auf eine Tiefe von 17 cm eingearbeitet werden. Der Kraftstoffverbrauch des Holmer Terra Variant betrug bei diesem Arbeitsgang 43 l/h. Das entspricht bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h und einer Flächenleistung von 3 ha/h etwa 14,3 l/ha.

Die Varianten zur Streifenlockerung wurden mit einem 8-reiigen Strip-Till Gerät angelegt der Firma Vogelsang. Dieses war an ein 25 m<sup>3</sup> Güllefass angehängt und wurde von einem 360 PS Traktor gezogen.



**Abbildung 6:** Strip-Till mit organischer Düngung zur Maisbestellung

Mit dem verwendeten Strip-Till-System ist es möglich den Boden bis zu 30 cm tief zu lockern und gleichzeitig ein Gülle-/Gärsubstratdepot anzulegen. Damit die 40 m<sup>3</sup> Gärsubstrat nicht oben aus dem Streifen heraus drücken konnten musste die maximale Arbeitstiefe von 30 cm auch ausgenutzt werden. Bei Kontrollgrabungen zeigte sich eine gleichmäßige Ablage des Gärsubstratdepots in 18 cm Tiefe.

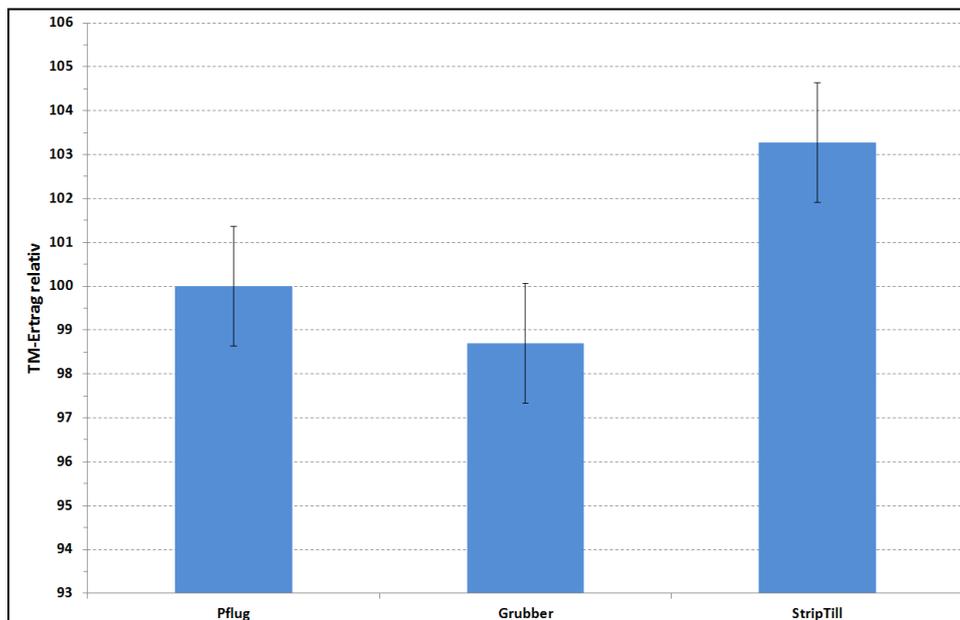
Durch das verwendete Strip-Till Gerät wurden bei einer Arbeitsbreite von 6 m und einem Reihenabstand von 75 cm acht Reihen angelegt. Jeder der bearbeiteten Streifen war etwa 20 cm breit. Das entspricht einer bearbeiteten Oberfläche von ca. 27 %. Dadurch konnte der Kraftstoffverbrauch auf 29 l/h bzw. auf 11,6 l/ha inklusive Gülleausbringung bei einer Flächenleistung von 2,5 ha/h bei 9 km/h gesenkt werden. Bei allen Arbeitsgängen bei denen Gärsubstrat ausgebracht wird (Grubber, Strip-Till Gerät) ist die Flächenleistung sehr gering bzw. die Rüstzeit sehr hoch. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die Betankung der Güllewagen entsprechend viel Zeit in Anspruch nimmt.

In den Varianten wurden 1,5 dt Diammonphosphat (DAP) pro Hektar zusätzlich zum Gärsubstrat gedüngt, da keine Stabilisatoren verwendet wurden und kein Risiko durch ein kaltes Frühjahr eingegangen werden sollte. Den Pflanzen standen also in allen Varianten insgesamt 199 kg/ha N zur Verfügung sowie 133 kg/ha Phosphat (69 kg/ha aus DAP, 64 kg/ha aus Gärsubstrat) und 128 kg Kalium pro Hektar. Eine zusätzliche Kaliumdüngung, um auf die insgesamt benötigte Kaliummenge von 200 bis 240 kg K<sub>2</sub>O zu kommen, wurde in keiner der Parzellen durchgeführt, da durch die langjährige Düngung mit Gärresten ausreichend Kalium im Boden vorhanden war (Versorgungsstufe C bzw. D).

Die Aussaat erfolgte eine Woche nach der Bodenbearbeitung. Als Aussaattechnik wurde eine 8-reihige Einzelkornsämaschine verwendet, so dass gleichzeitig der Unterfußdünger ausgebracht werden konnte. Um in den Strip-Till Varianten das Saatkorn möglichst genau im Streifen zu platzieren, wurde auch zur Aussaat, wie

schon beim Anlegen der Streifen, das Fendt Vario Guide System mit mobilem RTK genutzt. Dieses RTK-Korrektursignal über das Mobilfunknetz steht in Schleswig-Holstein flächendeckend mit einer Genauigkeit von  $\pm 2$  cm zur Verfügung und wurde von der Fachhochschule Kiel gemeinsam mit dem Landesverband der Lohnunternehmer entwickelt. Um ein Verrollen der Körner bei der Aussaat in der Saatreihe zu verhindern, wurde die Geschwindigkeit auf 8,5 km/h begrenzt. Bei einer Arbeitsbreite von 6 m ergibt sich daraus eine Flächenleistung von 2,5 ha/h bei einem Kraftstoffverbrauch von 5,6 l/ha (14 l/h).

Bei der Unkrautbekämpfung wurde, wie auch bei der Aussaat, nicht zwischen den verschiedenen Parzellen unterschieden. Bei der Ernte wurden das Gewicht und der Trockensubstanzgehalt des Häckselgutes dokumentiert. Der Trockensubstanzgehalt in der Frischmasse wurde vom Häcksler direkt während der Ernte gemessen. Zur Absicherung der Ertragsdaten wurden die Anhänger zur Erfassung der Erntemenge auf einer geeichten Fuhrwerkswaage gewogen (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 7:** Relative Ertragsergebnisse der untersuchten Verfahren zur Bodenbearbeitung, Düngung und Bestellung

Die Pflugvariante mit ganzflächiger Lockerung und vorheriger breitflächiger Verteilung des Gärrestes wurde in dieser Betrachtung 100 % gesetzt. In Relation dazu hat die Grubbervariante einen um 1,3 % niedrigeren relativen Trockenmasseertrag erbracht, während die Strip-Till Variante einen um 3,3 % höheren Relativ Ertrag erbrachte.

Die Kosten der einzelnen Varianten wurden für den Versuch ebenfalls betrachtet. Diese belaufen sich für das Pflugsystem für das Gülle ausbringen, flach einarbeiten, Pflügen und Saatbettbereiten auf ca. 280 €/ha zzgl. Kraftstoff. In der Grubbervariante fallen die anfallenden Kosten niedriger aus, da hier die Saatbettbereitung entfällt und das einarbeiten des Gärrestes mit dem Grubbern auf arbeitstiefe erfolgt – insgesamt werden hier mit Kosten von rund 160 €/ha kalkuliert, zuzüglich Kraftstoff. In der Streifenlockerungsvariante belaufen sich die Kosten bis zum fertigen Saatbett auf ca.

110 €/ha zuzüglich Kraftstoff. Allerdings müssen die Böden schütffähig sein und dürfen zur Bearbeitung nicht zu nass sein. Die Erfahrungen zeigen auch, dass gewellte Hohl scheiben sich auf den meisten Standorten besser bewährt haben, da hier eine feinkrümligere Oberfläche in den bearbeiteten Streifen entsteht.

## 5. Schlussfolgerungen

Es konnte von Demmel et al. (2016) in Bayern gezeigt werden, dass sich der gelockerte Streifen schneller erwärmt als der unbearbeitete Steg.

Der Streifen erreicht aber hinsichtlich Erwärmung nicht auf jedem Standort in Bayern das Niveau von flächendeckenden Mulchsaatverfahren. Auf dem Standort von Betrieb 1 bleibt der Streifen in der Erwärmung hinter der betriebsüblich intensiveren Saatbettbereitung etwas zurück, während am Standort von Betrieb 2 keine eindeutigen Unterschiede zwischen Streifen und den verschiedenen intensiven Mulchsaatverfahren festgestellt werden konnten.

Das Unterlassen der Stoppelbearbeitung nach Getreide wirkt sich ungünstig auf die Erwärmung der Böden im Frühjahr aus. Trotz Lockerung im Streifen verzögert sich die Erwärmung gegenüber der Variante mit Stoppelbearbeitung. Durch die streifenförmige Bodenbearbeitung und den großen Anteil nicht bearbeiteter Ackerfläche (60-75 %) mit dem dort hohen Grad an Bodenbedeckung ergibt sich an moderat geneigten Hängen ein hohes Erosionsschutzniveau. Die Widerstandsfähigkeit der Böden gegenüber mit hoher Energie aufprallenden Regentropfen wurde nicht untersucht.

Sie ist jedoch wesentlich durch den Grad an Bodenbedeckung und vorheriger Lockerung bestimmt. Im Abschwemmversuch konnte ein hohes Infiltrationsvermögen der im Strip-Till- Verfahren bewirtschafteten Böden bestätigt werden. Mit flächigen Mulchverfahren konnte jedoch ebenfalls eine gute Infiltration erreicht werden. Bei den sehr ausgiebigen Niederschlägen Ende Mai und Anfang Juni 2013 (Jahrhunderthochwasser an Inn, Isar und der unteren Donau) erwiesen sich alle drei Varianten (Strip-Till, Mulchsaat mit und Mulchsaat ohne Saatbettbereitung) als erosionsstabil. Es wurden keine Abschwemmungen beobachtet, im Gegensatz zu benachbarten Feldern ohne konservierende Bodenbearbeitung.

Der Erosionsschutz erreicht generell dort seine Grenzen, wo in Gefällerrichtung gearbeitet wird und Strukturschäden in Fahrspuren ein schnelles Versickern des Wassers verhindern. Bodenschonendes Befahren muss also zwingend mit erosionsmindernder Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung kombiniert werden. Zur Kenntnis genommen werden muss, dass es in den Strip-Till-Streifen bei hohem Wasserzustrom und Anlage der Streifen in Gefällerrichtung zu linearem oberflächennahen Abfluss (Interflow) kommen kann. Die Risiken von Bodenerosion und Gewässerbelastung, die Maisanbau auf stark geneigten Hängen in Gefällerrichtung mit sich bringt, können also auch mit einem Strip-Till-Verfahren nicht gänzlich abgewendet werden.

Die Ertragseffekte im Norddeutschen Raum konnten bei den einzelnen Kulturen im Rahmen dieser Betrachtung teilweise bestätigt werden. Allerdings bleibt für eine allumfänglich zu betrachtende Analyse der zu geringe Stichprobenumfang als Problemstellung zu nennen. Hier gilt es im Rahmen deutschlandweiter Untersuchungen in unterschiedlichen Natur- und Klimaräumen eine Analyse für die Praxis durchzuführen und in den jeweiligen Regionen standorttypische Fruchtfolgen mit den Strip-Tillage, Mulchsaat und Pflugvarianten zu betrachten und die Potentiale aufzuzeigen.

Mit Blick auf die festgestellten Ertragseffekte und das Potenzial an Erosionsschutz sticht das Strip-Till-Verfahren die klassischen Mulchsaatverfahren – insbesondere wenn sie im Rahmen dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung praktiziert werden – nicht unbedingt aus. Strip-Tillage erweitert die Palette an Möglichkeiten für ressourcenschonenden Ackerbau. Besonders interessant und zukunftsweisend ist die Verknüpfung mit Gülleinjektion bei Maisanbau.

## 6. Literatur

- BENKER, M. und LEIVERMANN, S. 2010: Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz; Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bonn, 15. Auflage
- CRISTEN, O. und Friedt, W. 2007: Winterraps – Das Handbuch für Profis; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main
- CRAMER, N., 1990: Raps, Anbau und Verwertung; Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart
- Demmel, M., Kirchmeier, H., Blumenthal, B., Marx, M., Brandhuber, R. (2016): Streifenbodenbearbeitung vor Zuckerrüben und Körnermais - Ergebnisse aus dem Agro-Klima-Forschungsprojekt Streifenbodenbearbeitung - Strip-Tillage. Bayrische Landes-anstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan,
- Gerwers, D., Demmel, M., Dölger, D. (2014): Raps und Weizen in Streifen?. DLG-Mitteilungen, Sonderdruck Bodenbearbeitung – Innovationen im Ackerbau, S. 16-19.
- Herman, W. (2012): Welche Chancen und Herausforderungen bietet?, S. 40-47; Verfahren und Mechanisierung, S. 97-105. In: Hermann, W., Bauer., B., Bischoff, J. (Hrsg.): Strip Till – Mit Streifen zum Erfolg. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.
- HERMANN, W., 2011: RKL Schrift 6/2011, Strip Tillage als Verfahren zum Erosionsschutz und zur Wassereinsparung bei Raps, Zuckerrüben und Mais, RKL e. K., Rendsburg
- Antrack, D., 2014: Strip Tillage zu Raps und Rüben – Pflanzenbauliche und technische Aspekte, Bachelor Thesis am Fachbereich Agrarwirtschaft der FH-Kiel, Fachgebiet Landtechnik, Osterrönfeld
- Banck, S., 2013: Streifenlockerung und Aussaat zu Getreide und Raps unter Berücksichtigung von pflanzenbaulichen und ökonomischen Aspekten, Bachelor Thesis am Fachbereich Agrarwirtschaft der FH-Kiel, Fachgebiet Landtechnik, Osterrönfeld
- Jahnke, L., 2016: Verschiedene Bodenbearbeitungs- und Saatverfahren zur Etablierung von Winterraps, Bachelor Thesis am Fachbereich Agrarwirtschaft der FH-Kiel, Fachgebiet Landtechnik, Osterrönfeld
- Harms, A., 2016: Erfahrungen mit der absetzigen Streifenbearbeitungsverfahren für den Anbau von Silomais, Master-Thesis am Fachbereich Agrarwirtschaft der FH-Kiel, Fachgebiet Landtechnik, Osterrönfeld
- Hermann, W., B. Bauer, J. Bischoff. 2012. *Strip-Till. Mit Streifen zum Erfolg ; [100% Praxis]*. AgrarPraxis kompakt. Frankfurt am Main: DLG-Verl.
- Schmiedehausen, Stefan. 2011. *Untersuchungen zur Streifenbearbeitung (Strip-till) und platzierter Stickstoffdüngung zu Mais auf einem Sand-Rostgley*. Hochschule Anhalt, Bachelorarbeit, 2011, Bernburg,
- Schlinder, G. (2016): Höhere Zuckererträge im Dreiecksverband. top agrar 2/2016, S. 80-81
- Sander, G. (2016): Nährstoffe im Strip Till platzieren. top agrar 2/2016, S. 81-84