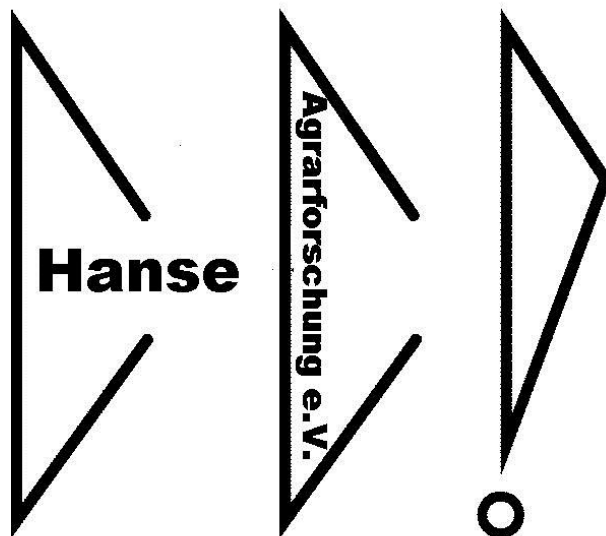


Entwicklung des Strip tillage als Alternative zur Mulch- und Pflugsaat

Versuchsbericht für das 2. Versuchsjahr 2009 / 2010 an den Standorten
Grabau (Niedersachsen) und Harzhof (Schleswig-Holstein)



Dr. Dominik Gerwers
Hanse Agrarforschung e.V.
Kirchstraße 14a
24214 Gettorf
Tel.: 04346-36820
gerwers@hanse-agrarforschung.de

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	3
2.1	Versuchsstandorte und Varianten	3
2.2	Witterung 2009/2010 an den Versuchsstandorten	4
3	Ergebnisse	6
3.1	Feldaufgang.....	6
3.2	Vegetationsendbonitur	7
3.3	Pflanzenbestand im Frühjahr	11
3.4	Vegetationsanfangsbonitur	12
3.5	Ertrag.....	16
4	Diskussion	18
5	Literatur	21

Tabellenübersicht

Tabelle 1.	Übersicht der Varianten in Grabau (Niedersachsen) und Harzhof (Schleswig-Holstein) mit Bodenbearbeitung, Aussaatverfahren und Aussaatstärke.....	3
------------	--	---

Abbildungsübersicht

Abb. 1.	Witterungsverlauf für Grabau (Wetterstation Hamerstorf). Temperatur als Durchschnittstemperatur pro Monat, Niederschlag als Monatssumme gezeigt.	4
Abb. 2.	Witterungsverlauf 2009/2010 sowie langjähriges Mittel für Harzhof (Wetterstation Hohenschulen, Achterwehr). Temperatur als Durchschnittstemperatur pro Monat; Niederschlag als Monatssumme gezeigt.	5
Abb. 3.	Mittelwert der Bestandesdichte an Rapspflanzen je m ² Mitte November 2009 auf den beiden Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei n = 4 und p = 0,05	6

Abb. 4.	Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Grabau zu Vegetationsende am 12.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	7
Abb. 5.	Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Harzhof zu Vegetationsende am 13.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	8
Abb. 6.	Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1\text{mm}$ (Wurzellänge) in cm und Wurzel trockenmasse (TM Wurzel) in g in Grabau zu Vegetationsende am 12.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	9
Abb. 7.	Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1\text{mm}$ (Wurzellänge) in cm und Wurzel trockenmasse (TM Wurzel) in g in Harzhof zu Vegetationsende am 13.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	10
Abb. 8.	Mittelwert der Bestandesdichte an Rapspflanzen je m^2 am 15.04.2010 auf den beiden Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	11
Abb. 9.	Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Grabau zu Vegetationsbeginn am 23.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	12
Abb. 10.	Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Harzhof zu Vegetationsbeginn am 24.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	13
Abb. 11.	Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1\text{mm}$ (Wurzellänge) in cm und Wurzel trockenmasse (TM Wurzel) in g in Grabau zu Vegetationsende am 23.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	14
Abb. 12.	Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1\text{mm}$ (Wurzellänge) in cm und Wurzel trockenmasse (TM Wurzel) in g in Harzhof zu Vegetationsende am 24.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	15
Abb. 13.	Extrapolierter, standardisierter Ertrag in dt ha^{-1} aus je einem Kerndruschstreifen der Varianten an den Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$	16
Abb. 14.	Tausendkorngewicht (TKG) in g nach der Ernte.....	17

1 Einleitung

Das Bodenbearbeitungsverfahren Strip tillage stammt aus den USA und wird dort seit vielen Jahren in Reihenkulturen wie Soja und Mais erfolgreich eingesetzt. Das Verfahren grenzt sich auf der einen Seite zum Pflug- und Mulchsaatverfahren dadurch ab, dass der Boden nur in Streifen direkt unter der Saatreihe gelockert wird. Eine flächige Lockerung auf ganzer Arbeitsbreite unterbleibt. Auf der anderen Seite grenzt sich Strip tillage durch die krumentiefe Lockerung in der Drillreihe von dem Direktsaatverfahren ab, bei dem auf eine Bodenlockerung gänzlich verzichtet wird und nur ein flacher Schlitz zur Saatgutablage gezogen wird. Die Bodenbearbeitungsintensität nimmt von Pflug- über Muchlsaart und Strip tillage bis zur Direktsaat ab. Es gilt nun, das Strip tillage Verfahren auf die Besonderheiten in Deutschland zu optimieren. Im Vergleich mit den USA wird in Deutschland bezogen auf die geringere Fläche eine wesentlich höhere Intensität und Produktivität erreicht. Den Daten von FAOSTAT (ANONYMUS 2010) folgend, betrug die Weizenernte im Mittel der Jahre 2006 bis 2009 in Mitteleuropa (Deutschland, Frankreich, Großbritannien) 7,4 t/ha während in den USA und Kanada 2,7 t/ha geerntet wurden.. Die Erträge von Winterraps liegen in Mitteleuropa im gleichen Zeitraum bei 3,4 t/ha; in Nordamerika bei 1,7 t/ha.

Aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Vorjahr (KAUFMANN, 2009) wurde das Versuchsvorhaben zur Entwicklung des Strip tillage als Alternative zur Mulch- und Pflugsaat in optimierter Version wiederholt. Ergebnisse aus dem Jahr 2008/2009 zeigten, dass die Ansprüche an das Saatbett von entscheidender Bedeutung bei der Aussaat und nachfolgender Bestandesentwicklung von Winterraps sind. In 2008/2009 wurde das Striptill-Verfahren auf drei unterschiedlichen Flächen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein durchgeführt. Bei optimalen Boden- und Wetterbedingungen in Kombination mit einem gut abgesetztem Boden nach der Stoppelbearbeitung (Schlag Batensen) gelang die Aussaat perfekt. Die zweite Fläche (Schlag Batensen) zeigte bei gleichen Wetterbedingungen aufgrund der unmittelbar zuvor durchgeführten Stoppelbearbeitung technische Schwierigkeiten bei der Aussaat, da der Boden zu locker gewesen ist. Dadurch kam es zu Verstopfungen und anschließender Bildung von Strohhaufen.

Die Bodenfeuchtigkeit zeigte einen maßgebenden Einfluss auf dem tonigen Standort in Schleswig-Holstein (Harzhof). Nach ergiebigen Niederschlägen im August 2008 war der Boden bis zur Saat sehr feucht. Diese Kombination hatte zur Folge, dass der Schlitz nicht ordentlich verfüllt werden konnte und somit eine gezielte, der Rapspflanze ange-

messene Ablagetiefe nicht zu erreichen war. Die schlechte Bestandesetablierung konnten die verbliebenen Rapspflanzen nicht ausgleichen, Pflanzen- und damit Ertragsverluste wurden auf mehr als 70% in den Schlitzsaatvarianten geschätzt (KAUFMANN, 2009).

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsstandorte und Varianten

Der Versuch fand 2009/2010 auf einer Betriebsfläche in Grabau (Ost-Niedersachsen) sowie Harzhof (Schleswig-Holstein) statt. Mit je fünf Varianten, die als Streifenversuch angelegt wurden, wurde neben der Aussaatstärke auch die Intensität der vorhergehenden Stoppelbearbeitung variiert. In den Varianten 1 und 2 wurde eine einmalige Stoppelbearbeitung in 5 cm Tiefe durchgeführt. In Grabau (Tabelle 1) kam hierfür ein vierbalkiger Universalgrubber mit Doppel-STS-Walze zum Einsatz, in Harzhof wurde die Stoppelbearbeitung mit einer Scheibenegge durchgeführt. Die Varianten 3 und 4 wurden zusätzlich ein weiteres Mal mit den oben genannten Geräten auf einer Tiefe von 8 bis 10 cm bearbeitet. Die Variante 5 ist jeweils die Betriebsvariante. Auf den Versuchsstandorten kam dort die gleiche Technik wie im Vorjahr zum Einsatz, in Grabau eine Zinkensähmaschine von Köckerling (Ultima) und in Harzhof eine Kreiseleggen-Drillkombination von Amazone (Amazone ADP). Dort wurde vorweg eine Grundbodenbearbeitung mit einem Grubber in einer Tiefe bis 20 cm durchgeführt. Die Aussaatstärke wurde in den Varianten 2 und 3 auf 50 % reduziert. Die volle Aussaatstärke betrug in Harzhof 40 keimfähige Körner je Quadratmeter (kKö m⁻²), war somit unverändert zum Vorjahr. In Grabau wurde die Forderung aus 2008/2009 umgesetzt, die Saatstärke bei Schlitzsaat im Vergleich zur Drillsaat weiter zu reduzieren, 100% betragen dort 30 kKö m⁻². Somit hatten die Pflanzen innerhalb einer Drillreihe einen Abstand von 7,4 cm (bei 30 kKö m⁻²) bzw. 14,8 cm (bei 15 kKö m⁻²). Rechnerisch entsprechen die 14,8 cm dem Abstand der Pflanzen innerhalb einer Drillreihe bei der Betriebsvariante (V. 5).

Variante	Grabau				Harzhof					
	Bodenbearbeitung		Aussaatverfahren	Aussaatstärke kKö/m ²	Bodenbearbeitung			Aussaatverfahren	Aussaatstärke kKö/m ²	
	1.	2.			1.	2.	3.			
1	Vektor 5cm		Schlitzsaat	30	Scheibe 5 cm			Schlitzsaat	20	
2	Vektor 5cm		Schlitzsaat	15	Scheibe 5 cm			Schlitzsaat	40	
3	Vektor 5cm	8-10 cm	Schlitzsaat	15	Scheibe 5 cm	8 cm		Schlitzsaat	40	
4	Vektor 5cm	8-10 cm	Schlitzsaat	30	Scheibe 5 cm	8 cm		Schlitzsaat	20	
5	Vektor 5cm	8-10 cm	Ultima	30	Scheibe 5 cm	8 cm	Terrano 20 cm	Amazone ADP	40	

Tabelle 1. Übersicht der Varianten in Grabau (Niedersachsen) und Harzhof (Schleswig-Holstein) mit Bodenbearbeitung, Aussaatverfahren und Aussaatstärke

2.2 Witterung 2009/2010 an den Versuchsstandorten

Der Raps wurde in Grabau am 25.08.2009; in Harzhof am 21.08.2009 unter trockenen Bedingungen mit anschließend Ende August mäßigen Niederschlägen bestellt. Nach dem gleichmäßig warmen und trockenen September folgte ein nasser Übergang in den Oktober, der bei gleichmäßigen Niederschlägen langsam abkühlte. In Summe fielen in Grabau in den Monaten Oktober und November 230 mm (Abb. 1); in Harzhof 170 mm (Abb. 2) Niederschlag. Im November setzte in der dritten Woche das Vegetationsende ein und der Raps ging in den harten schneereichen Winter. Erst Ende März setzte bei wärmerem Wetter die Vegetation wieder ein. Die Andüngung konnte direkt zu Vegetationsbeginn erfolgen. Der April verlief sehr trocken und zum Monatsende und dem beginnenden Mai lockerten leichte Regenereignisse die Situation ein wenig auf. Ab Juni wurde es bei vereinzelt Niederschlägen teilweise sehr heiß und im Juli bis zur Ernte hin sehr trocken. Allgemein ist der Verlauf der Witterung in Grabau mit dem in Harzhof vergleichbar.

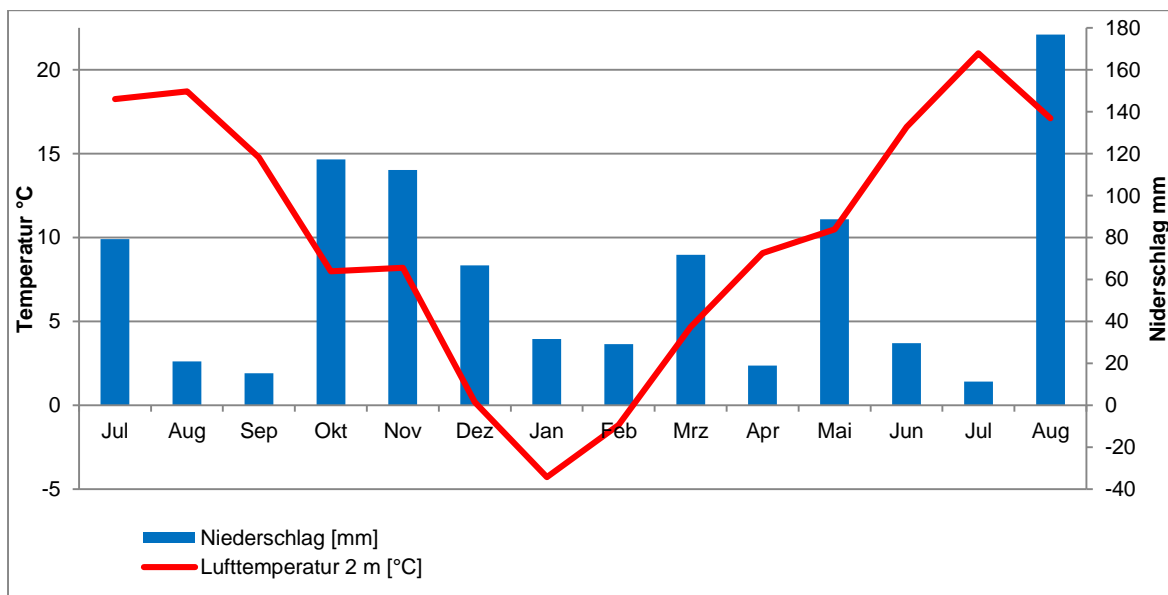


Abb. 1. Witterungsverlauf für Grabau (Wetterstation Hamerstorf). Temperatur als Durchschnittstemperatur pro Monat, Niederschlag als Monatssumme gezeigt.

Bei Betrachtung der langjährigen Witterung mit der aktuellen kann man für den Standort Harzhof (Abb. 2) Folgendes zusammenfassen: Oktober, Dezember, Januar, Februar und Mai waren zu kalt; der Monat Juli zu heiß. Die Monate September, April, Mai, Juni und vor allem Juli waren zu trocken, im langjährigen Vergleich fehlten in die-

sem Zeitraum 50% des Niederschlages. Die Jahresdurchschnittstemperatur betrug 8,4 °C, der Jahresniederschlag summiert sich langjährig auf 754 mm. In der Vegetationsperiode 09/10 fielen vom August 2009 bis Juli 2010 Niederschläge in Höhe von 578,5 mm, die Durchschnittstemperatur im gleichen Zeitraum betrug 7,97 °C, was zum allergrößten Teil durch den kalten Winter begründet ist.

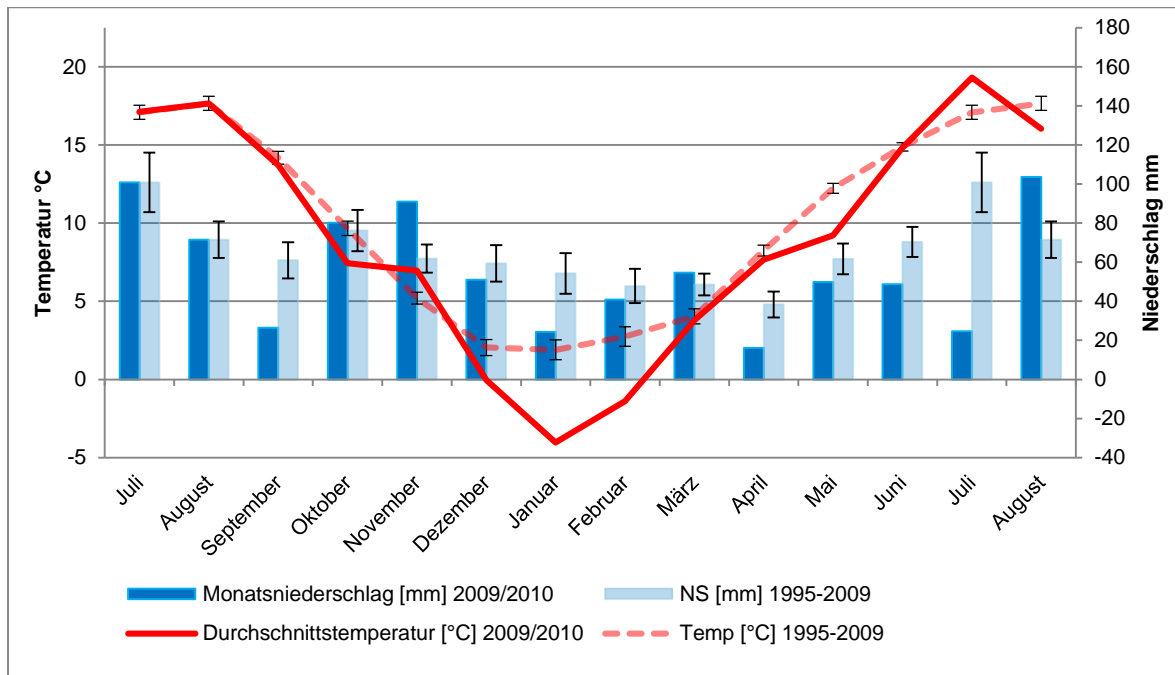


Abb. 2. Witterungsverlauf 2009/2010 sowie langjähriges Mittel für Harzhof (Wetterstation Hohenschulen, Achterwehr). Temperatur als Durchschnittstemperatur pro Monat; Niederschlag als Monatssumme gezeigt.

3 Ergebnisse

3.1 Feldaufgang

An beiden Standorten wurde der Feldaufgang im Herbst Mitte November 2009 gezählt (Abb. 3). In den Varianten mit hoher Saatstärke (V. 1 und 4) sind in Grabau und Harzhof unabhängig von der Intensität der Stoppelbearbeitung 74% der Pflanzen aufgelaufen. Die niedrige Saatstärke (in V. 2 und 3) liefert in Grabau einen Feldaufgang von 73%, während in Harzhof in diesen Varianten 90% aufgelaufen sind. Die Betriebsvariante (V. 5) zeigt in Grabau einen Feldaufgang von ebenfalls 74%, allerdings mit einer höheren Streuung der Einzelwerte, in Harzhof sind in V. 5 mit 35 Pflanzen 85% der Aussaatmenge aufgelaufen.

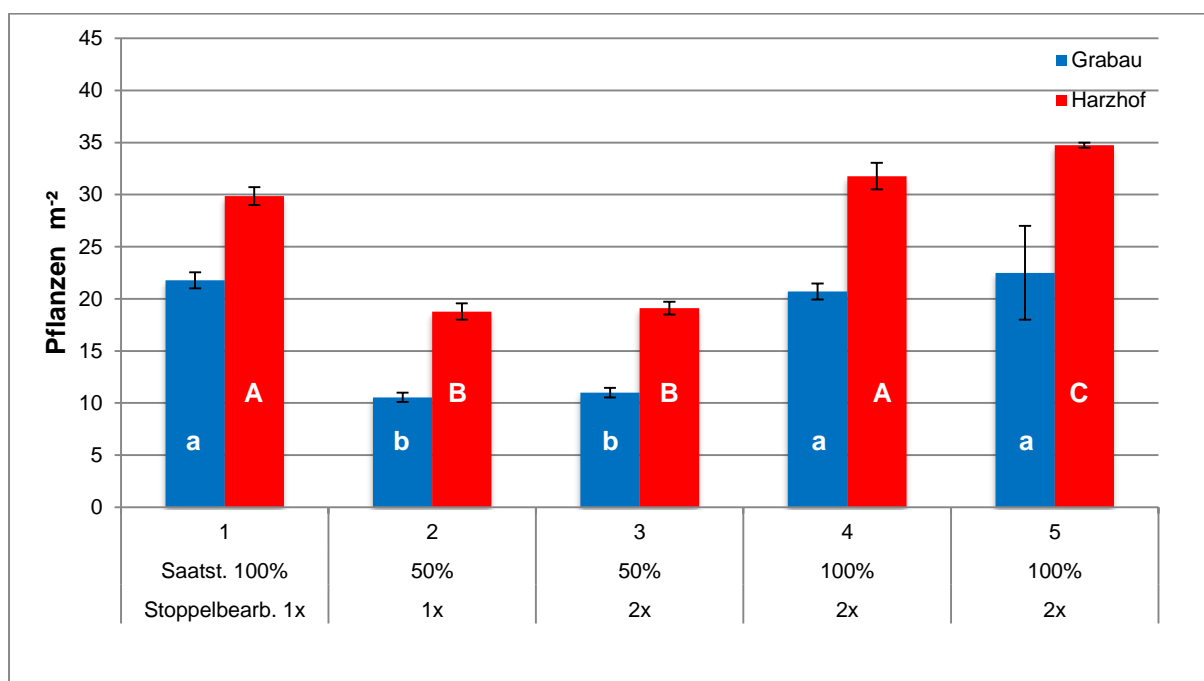


Abb. 3. Mittelwert der Bestandesdichte an Rapspflanzen je m² Mitte November 2009 auf den beiden Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei n = 4 und p = 0,05

3.2 Vegetationsendbonitur

Damit die Pflanzenentwicklung beurteilt werden kann, wurde auf beiden Standorten zu Vegetationsende Mitte November eine Bonitur der Blatt- und Wurzelentwicklung vorgenommen. In Grabau (Abb. 4) konnten die Pflanzen in der Variante 2 bei einmaliger Stoppelbearbeitung und einer Saatstärke von 15 Pflanzen m^{-2} ein Blatt und annähernd drei Gramm Trockenmasse mehr ausbilden als in Variante 1, diese Erhöhung ist für beide Parameter statistisch gesichert. Aufgrund der Streuung in V. 3 kann der Einfluss der niedrigen Saatstärke auf eine bessere Einzelpflanzenentwicklung im Vergleich zu V. 4 nicht statistisch bewiesen werden, ein tendenzieller Effekt ist aber auch dort zu erkennen. Die Pflanzen der Betriebsvariante (V. 5) hatten neun Blätter und 7 g TM gebildet und lagen auf der gleichen Ebene wie die Pflanzen aus V. 1 und V. 4.

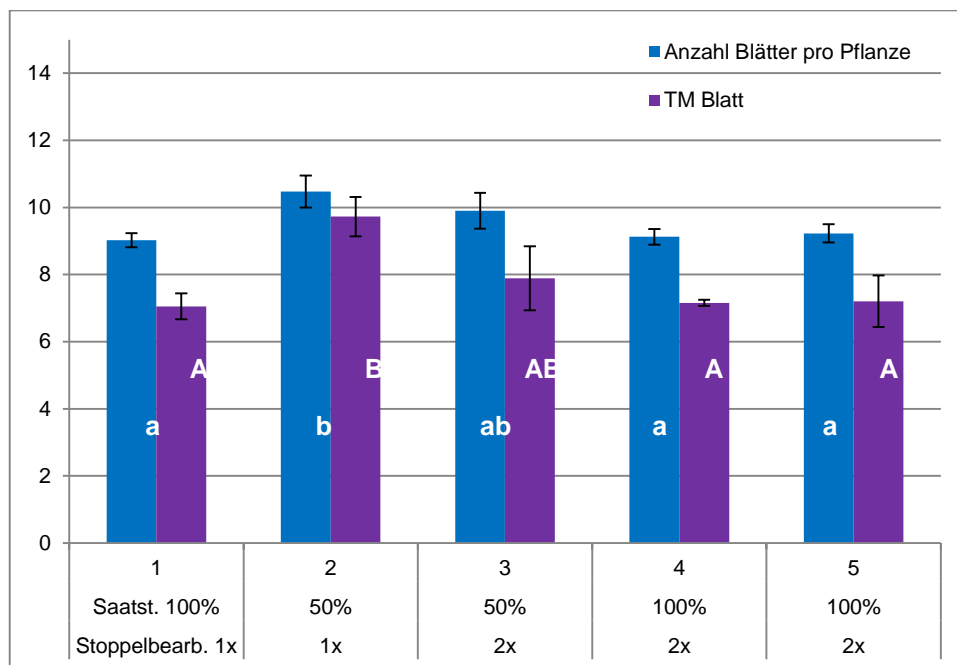


Abb. 4. Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Grabau zu Vegetationsende am 12.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Auf dem Standort in Harzhof wird in Abb. 5 gezeigt, dass die bessere Einzelpflanzenentwicklung in der Variante 3 mit durchschnittlich 11,5 Blättern und 11,5 g TM je Pflanze gegenüber den Pflanzen der Varianten 4 und 5 signifikant erhöht war. Auf dieser Fläche konnte der oben genannte Zusammenhang in V. 1 und V. 2 nur tendenziell gezeigt, nicht aber statistisch bewiesen werden. Die Pflanzen in der betriebsüblich bestellten Variante 5 entsprachen in ihrer Entwicklung denen der Variante 4.

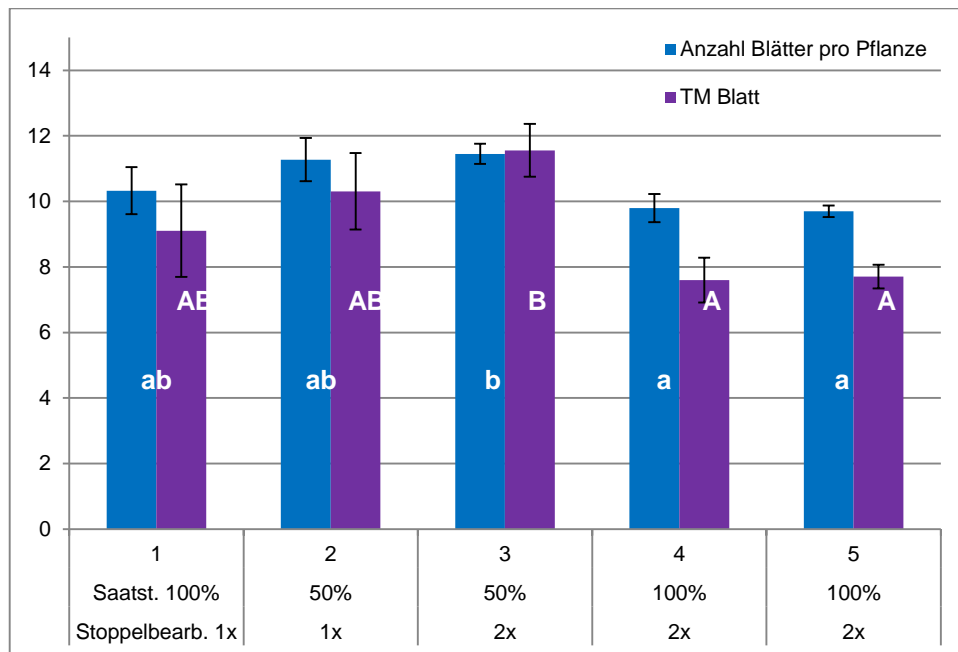


Abb. 5. Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Harzhof zu Vegetationsende am 13.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Bei der unterirdischen Biomasse wurden als Parameter die zur Einschätzung der Entwicklung im Herbst dienen sollen, der Durchmesser des Wurzelhalses (WHD), die Länge der Pfahlwurzel mit einem Durchmesser > 1mm sowie die TM der Pfahlwurzel erhoben. In Grabau (Abb. 6) schwankt der WHD um 10 mm, wobei die Pflanzen in V. 2 und V. 3 mit 25 mm signifikant zur Betriebsvariante (V. 5) der größte Durchmesser erzielt wurde. Die Wurzellänge liegt mit 27 cm in V. 2 und 25 cm in V 3 über der Wurzellänge der Pflanzen aus V. 5 (22 cm). Die Pflanzen der Varianten mit hoher Aussaatstärke (V. 1 und 2) zeigen keine eindeutige Richtung. Die Trockenmasse der Pfahlwurzel liegt bei niedriger Aussaatstärke über der Wurzel trockenmasse bei großer Pflanzendichte. Im Fall der einmaligen Stoppelbearbeitung in V. 2 konnte dies signifikant nachgewiesen werden.

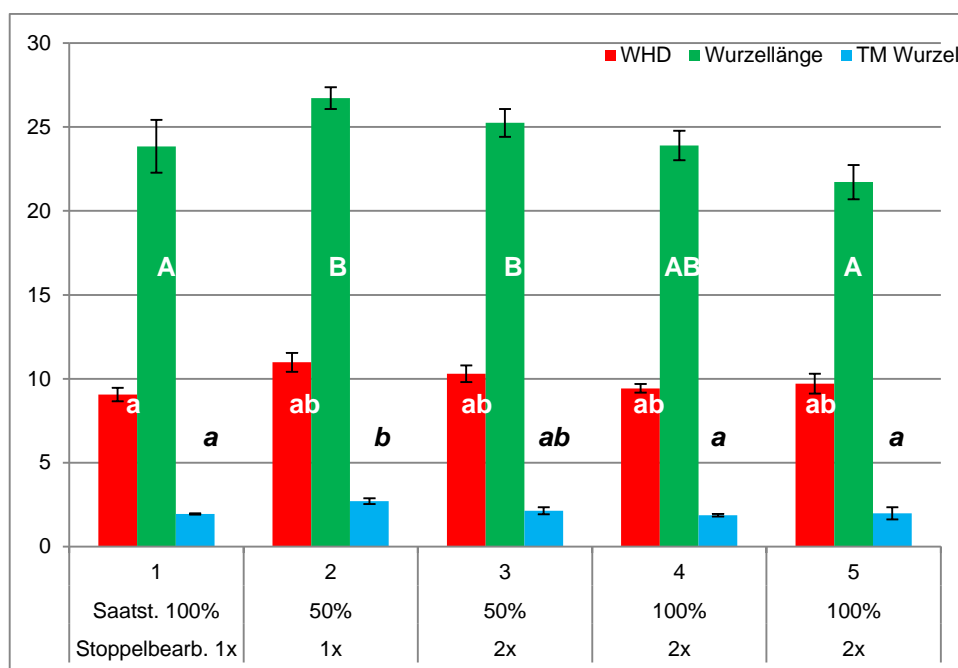


Abb. 6. Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1$ mm (Wurzellänge) in cm und Wurzel trockenmasse (TM Wurzel) in g in Grabau zu Vegetationsende am 12.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Am Standort Harzhof (Abb. 7) war der WHD der Pflanzen in den Varianten mit halber Aussaatstärke gegenüber der vollen Saatmenge erhöht. Zwischen den Pflanzen in V. 3 und V. 4 ist der größere WHD statistisch belegt. Die Länge der Pfahlwurzel mit einem Durchmesser größer 1 mm unterscheidet sich zwischen den Varianten nicht. Die Trockenmasse der Pfahlwurzel weist gleiche signifikante Verhältnisse auf, wie der Parameter des WHD. Mit 2,5 g Wurzel TM haben die Pflanzen bei hoher Aussaatstärke und intensiver Stoppelbearbeitung die geringste Masse gebildet.

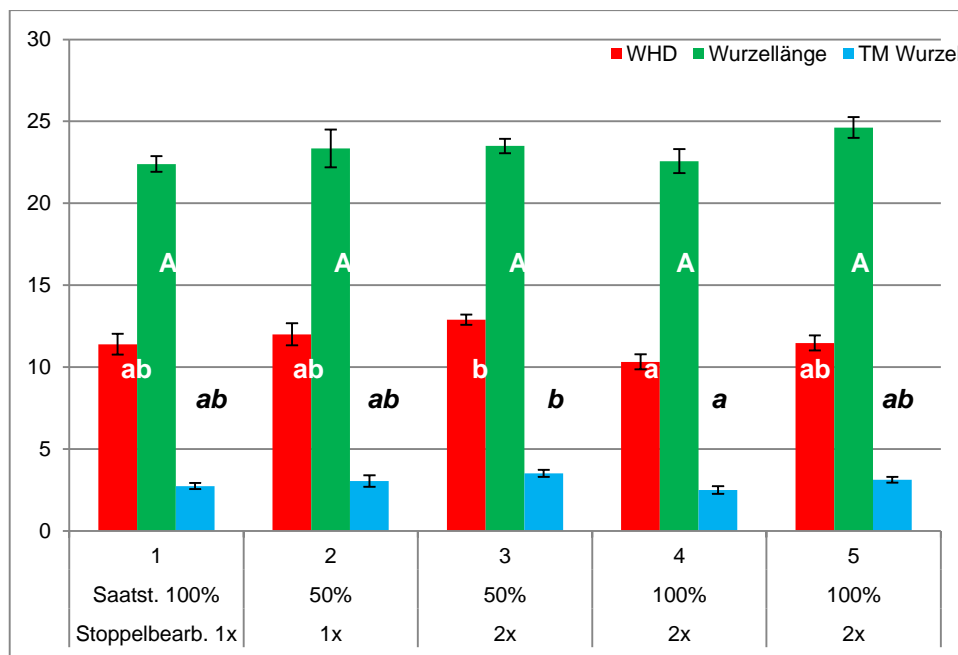


Abb. 7. Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1$ mm (Wurzellänge) in cm und Wurzel Trockenmasse (TM Wurzel) in g in Harzhof zu Vegetationsende am 13.11.2009. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

3.3 Pflanzenbestand im Frühjahr

Im Frühjahr wurde am 15.04.2010 (Abb. 8) erneut die Anzahl der Pflanzen je Quadratmeter erfasst. In Grabau standen in den Varianten 1, 4 und 5 nach dem Winter noch 20, in den Varianten 2 und 3 noch 10 Pflanzen. Die Bestandesdichte in Harzhof betrug in den Varianten 1, 4 und 5 ca. 28 Pflanzen, in den Varianten mit niedriger Saatstärke (V. 2 und 3) standen durchschnittlich 15 Pflanzen auf einem Quadratmeter. Einen Einfluss der Stoppelbearbeitungsintensität auf den Feldaufgang und die Pflanzenanzahl konnte nicht nachgewiesen werden.

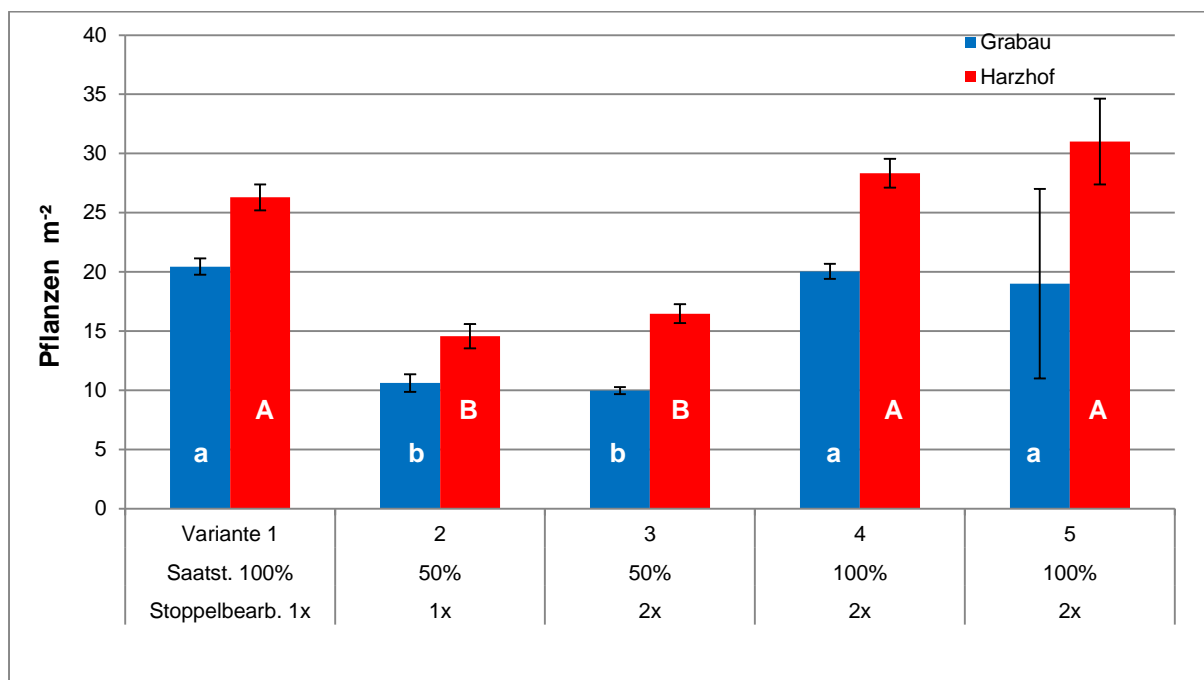


Abb. 8. Mittelwert der Bestandesdichte an Rapspflanzen je m² am 15.04.2010 auf den beiden Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei n = 4 und p = 0,05

3.4 Vegetationsanfangsbonitur

Nach dem Winter wurde Ende März (23.03.2010) die Pflanzenbonitur zu Beginn der Vegetation durchgeführt. Die Pflanzen aller Varianten hatten in Grabau 12 – 13 Blätter und 13 – 15 g Trockenmasse gebildet. Einen statistisch nachweisbaren Effekt gab es nicht.

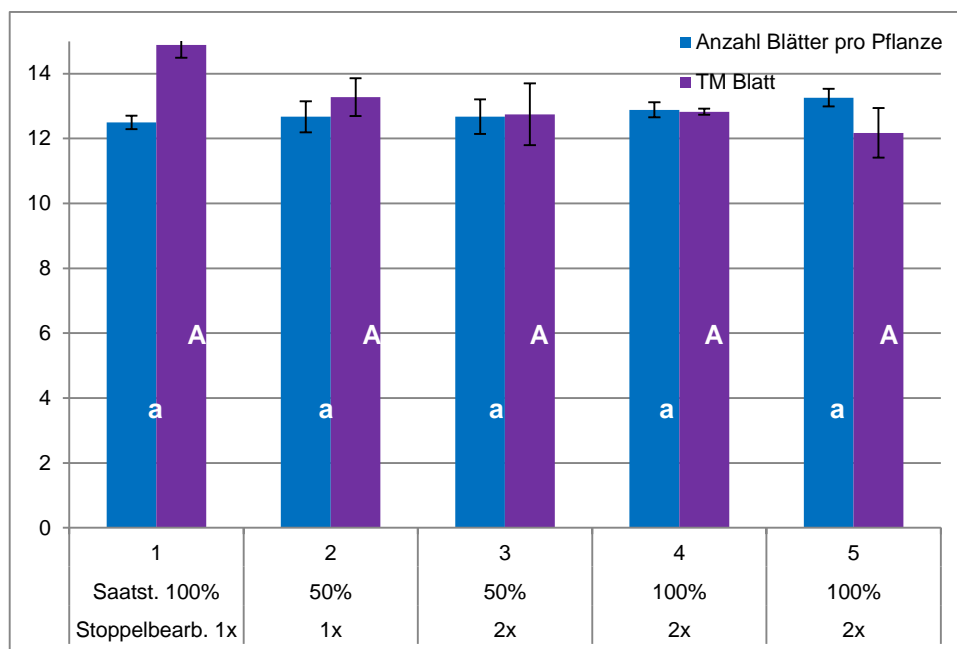


Abb. 9. Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Grabau zu Vegetationsbeginn am 23.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Die Pflanzen in den Varianten 1 bis 3 hatten in Harzhof durchschnittlich 9 – 10 Blätter pro Pflanze gebildet (Abb. 10). In der Variante 4 bei hoher Saatstärke und intensiver Stoppelbearbeitung hatten die Pflanzen zum Vegetationsanfang 8 Blätter je Pflanze, diese kleinere Anzahl konnte gegenüber den zuvor genannten Varianten statistisch abgesichert werden. Die Trockenmasse der Blätter je Pflanze war in Harzhof in den Varianten mit niedriger Saatstärke (V. 2 und 3) mit 8 – 9 g tendenziell etwas höher als in den anderen drei Varianten, die große Streuung der Einzelwerte erlaubt aber keine signifikante Beziehung.

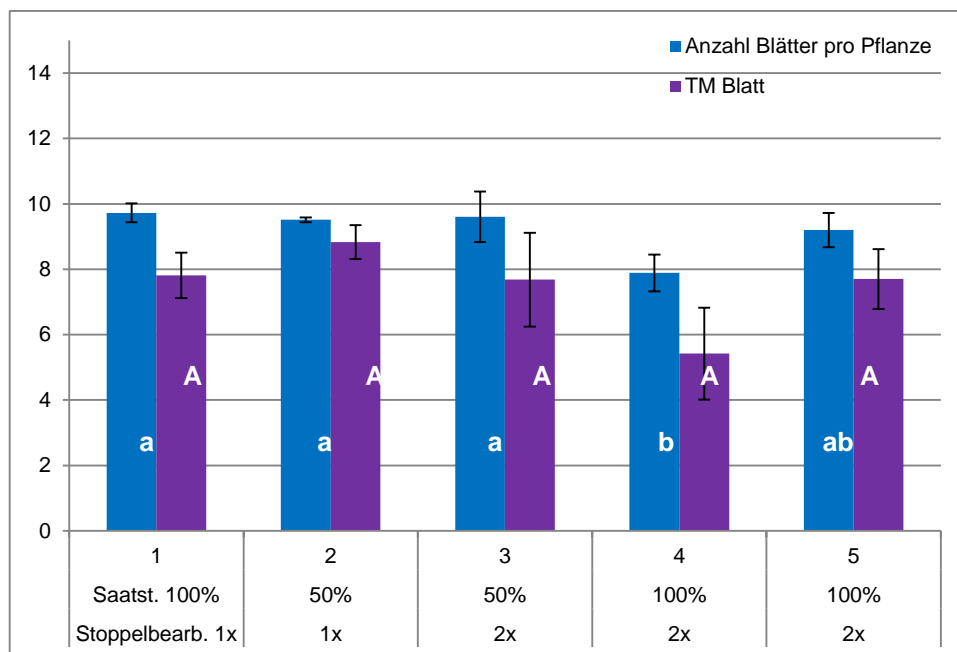


Abb. 10. Anzahl und Trockenmasse (g) der Blätter je Pflanze in Harzhof zu Vegetationsbeginn am 24.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Die Entwicklung der unterirdischen Wachstumsparameter (Abb. 11) war in Grabau mit der oberirdischen Entwicklung gleichgerichtet. So stiegen insgesamt der WHD um 4 mm, die Wurzellänge um 4 cm und die TM der Pfahlwurzel um 5 g an. Ein Einfluss der Saatstärke oder der Stoppelbearbeitungsintensität konnte nicht festgestellt werden.

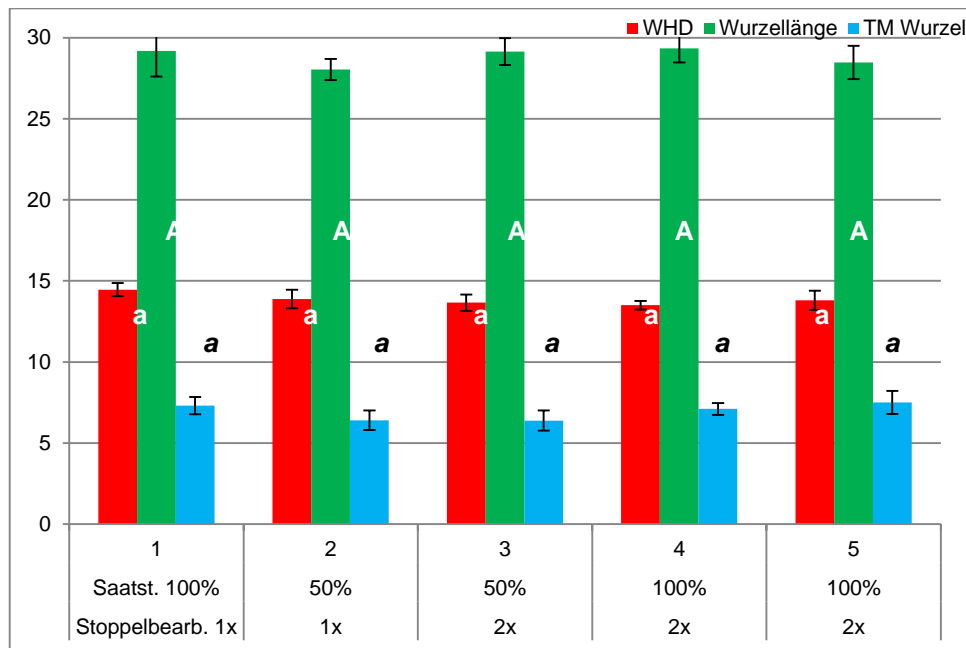


Abb. 11. Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1\text{mm}$ (Wurzellänge) in cm und Wurzelrockenmasse (TM Wurzel) in g in Grabau zu Vegetationsende am 23.03.2010. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

Abb. 12 zeigt die Entwicklungsparameter der Rapswurzeln in Harzhof zu Beginn der Vegetation. Der WHD war in V. 1 bis V. 3 signifikant höher (12 mm) als in V. 4 (8 mm). Während die Wurzellänge keine Unterschiede zwischen den Varianten zeigte, war die TM mit 4 g in V. 1 bis V. 3 signifikant um 2 g höher, als in V. 4. Die Betriebsvariante lag in den Parametern WHD und TM Wurzel zwischen den restlichen Varianten.

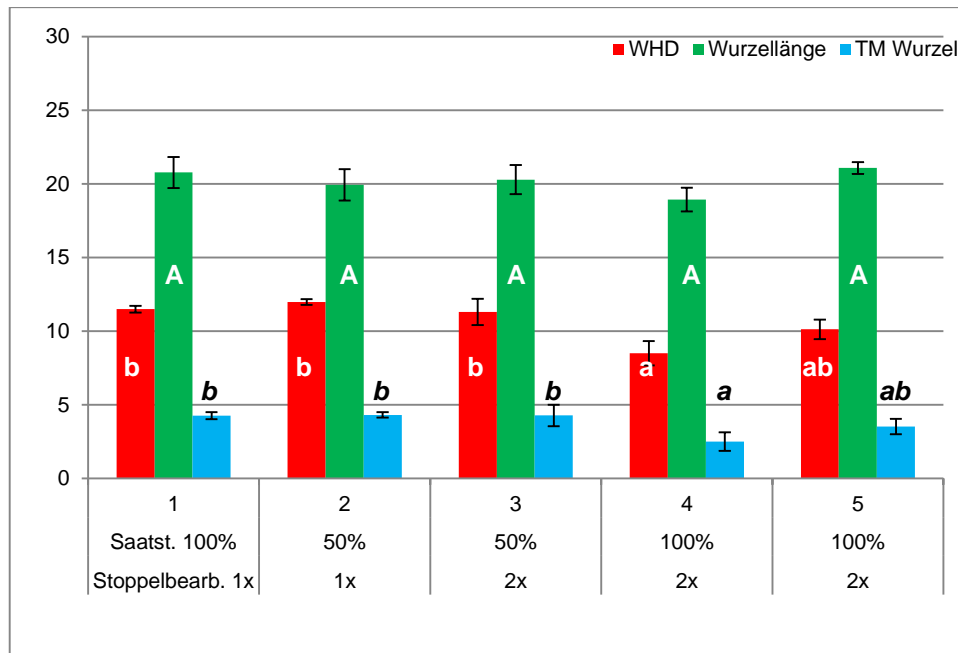


Abb. 12. Wurzelhalsdurchmesser (WHD) in mm, Länge der Pfahlwurzel $\varnothing > 1$ mm (Wurzellänge) in cm und Wurzelrockenmasse (TM Wurzel) in g in Harzhof zu Vegetationsende am 24.03.201. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $n = 4$ und $p = 0,05$

3.5 Ertrag

Die Ernte fand in Grabau am 27.07.2010 statt. Dort wurde mit vorhandener Erntetechnik jeweils ein Kerndrusch je Variante durchgeführt. Die gedroschene Fläche sowie die Druschmenge wurden exakt durch Nachmessen und -wiegen erfasst. In Harzhof wurden die Streifen mit einem Parzellenmähdrescher beerntet, es wurden dort 5 Proben genommen. Eine statistische Auswertung ist demnach nur in Harzhof möglich. Die Mittelwerte zeigen die auf 0% Besatz gereinigten und auf 9% Feuchtigkeit korrigierten Erträge der jeweiligen Varianten. In Grabau wurden durchschnittlich 52 dt ha⁻¹ in Harzhof im Mittel aller Varianten 49 dt ha⁻¹ gedroschen. Der augenscheinliche Ertragsabfall in den Varianten 3 bis 5 ist statistisch nicht absicherbar.

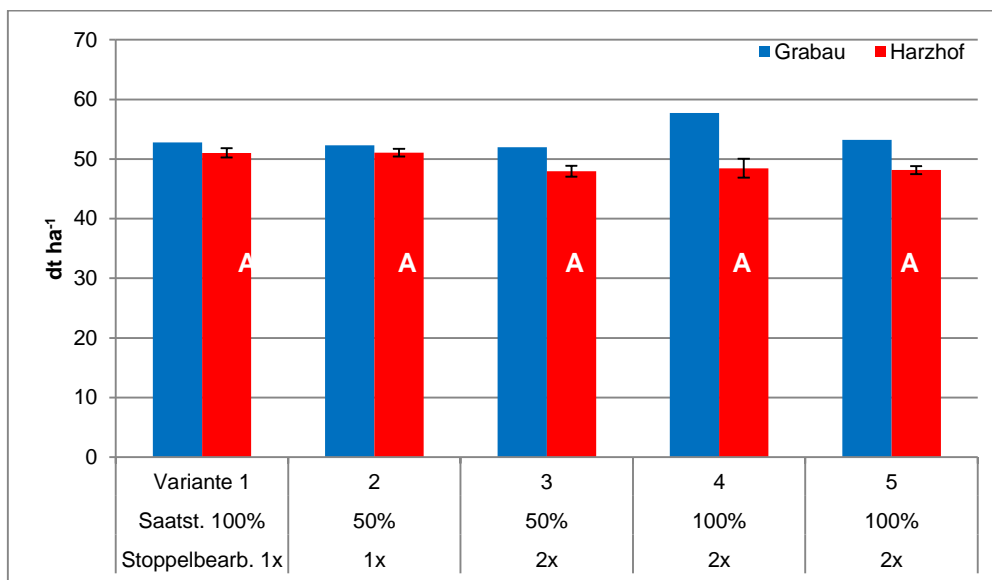


Abb. 13. Extrapolierter, standardisierter Ertrag in dt ha⁻¹ aus je einem Kerndruschstreifen der Varianten an den Standorten Grabau und Harzhof. Fehlerbalken zeigen den Standardfehler; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei n = 4 und p = 0,05

Das nach der Ernte ermittelte Tausendkorngewicht beträgt in Grabau einheitlich 5,5 g und in Harzhof im Mittel der Varianten 4,1 g. Variantenspezifische Unterschiede waren an beiden Standorten nicht zu erkennen.

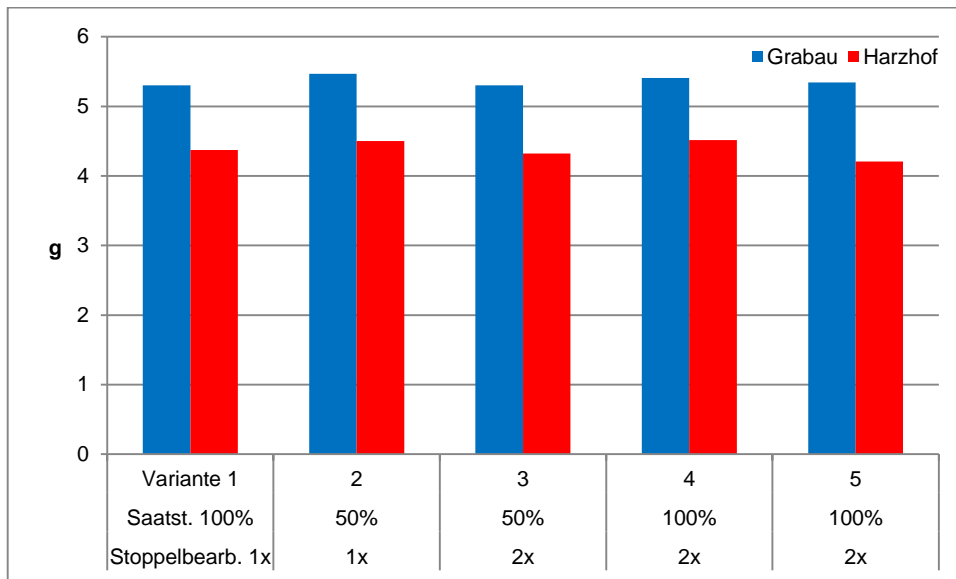


Abb. 14. Tausendkorngewicht (TKG) in g nach der Ernte

4 Diskussion

Das Verfahren des Strip tillage zur Bestellung von Winterraps wurde im zweiten Versuchsjahr mit guten und plausiblen Ergebnissen über die Vegetationsphase beobachtet. Durch die lange Zeit unter einer dicken Schneedecke waren die Pflanzen keinen starken Kahlfrösten ausgesetzt. Pflanzenverluste traten über Winter trotzdem auf. Die Zählung im Frühjahr am 15.04.2010 (Abb. 8) gibt Aufschluss auf etwaige Pflanzenausfälle durch Auswinterung. Mit Ausnahme der Betriebsvariante in Grabau, bei der Verluste von 20% auftraten, die aber aufgrund der großen Streuung nicht statistisch abzusichern waren, lagen die Verluste dort über Winter in den Streifensaatvarianten durchweg bei nicht nennenswerten 1%. In Harzhof waren die Pflanzenverluste in den Varianten 1 (-12%), 2 (-22%) und 3 (-16%) von signifikanter Relevanz. Einen Einfluss der Stoppelbearbeitungsintensität auf den Feldaufgang und die Überwinterung konnte nicht nachgewiesen werden. Die Ausfälle sind nicht durch direkten Frostschaden, sondern wahrscheinlich durch Sauerstoffmangel begründet. Da die Schneedecke mehrmals antaute und wieder einfror, bildete sich eine luftundurchlässige Eisschicht.

Die Vermutung aus dem Vorjahr, dass die Pflanzen bei dem weiten Reihenabstand von 45 cm und hohen Saatstärken innerhalb der Drillreihe einer zu starken intraspezifischen Konkurrenz ausgesetzt sind, bestätigte sich in Grabau (Abb. 4). Dort war die Anzahl der Blätter sowie die Blatttrockenmasse bei reduzierter Aussaatstärke signifikant zu der hohen Saatstärke erhöht. Im Vergleich zur Herbstentwicklung (Abb. 4) war bei allen Pflanzen in Grabau eine Zunahme an Blättern und Blatttrockenmasse pro Pflanze zu verzeichnen. Mit durchschnittlich 12,5 Blättern und 13 g TM zeigen die Pflanzen eine sehr gute Entwicklung. Die Unterschiede, die im Herbst zu sehen waren, waren im Frühjahr nicht mehr zu erkennen, die Pflanzen aller Varianten wiesen den gleichen Entwicklungsstand auf. Auf dem Standort in Harzhof wurde die Saatstärke im Vergleich zum Vorjahr nicht weiter reduziert, dennoch sind die Effekte der geringeren intraspezifischen Konkurrenz zu erkennen. Die Einzelpflanzenentwicklung war an beiden Standorte verbessert.

In Harzhof wurde die Gesamtzahl der Pflanzen pro Quadratmeter durch den Winter stark reduziert (vgl. Abb. 3 und Abb. 8) dieser Rückgang spiegelte sich auch an der Einzelpflanzenentwicklung im Frühjahr (Abb. 10) wider. Insgesamt wiesen die Pflanzen weniger Blätter und damit eine geringere TM auf als in Grabau. Der Einfluss des Winters, der in Harzhof den Blattapparat schädigte, zeigte sich auch im Frühjahr bei den Wurzelparametern. Der Vergleich der Abb. 12 mit den Herbstwerten (Abb. 7) zeigt, dass die Pflanzen sich nicht weiterentwickeln konnten. Der Versuch zeigte an den Standorten Grabau

und Harzhof, dass auch bei reduzierter Aussaatstärke keine Ertragseinbußen bei Winter-
raps zu verzeichnen waren. Dies ist lediglich in der sehr starken Kompensationsfähigkeit
des Winterrapses begründet. In Grabau standen im Frühjahr auf den Varianten 2 und 3
nur 10 Pflanzen je Quadratmeter. Das Risiko, Mindererträge zu erwirtschaften ist bei
einer so geringen Pflanzenzahl enorm hoch. Weitere Pflanzenverluste etwa durch
Schädlinge können kaum noch weiter ausgeglichen werden.

Die Ernte verlief an beiden Standorten zu einem optimalen Druschzeitpunkt, bevor Mitte
August die großen Niederschläge fielen. Das Ertragsniveau war an beiden Standorten
sehr hoch, dies ist jedoch mit dem Kerndruschverfahren zu begründen, da hier keinerlei
Ertragseinbußen durch Randeffekte, Vorgewende oder Fahrgassen berücksichtigt wer-
den. Ein Ausreißer bildet in Grabau die Variante 4 (Abb. 13), der hohe Ertrag von
 58 dt ha^{-1} kann mit einem Beregnungsfehler im Frühsommer erklärt werden. Technisch
bedingt lag der Streifen der Variante 4 am Rand des Versuches. Ein angrenzendes Kar-
toffelfeld wurde im Juni und Juli regelmäßig bewässert, nach Angaben des Betriebslei-
ters sei nicht auszuschließen, dass durch Abdrift, dieser Streifen von der Beregnung pro-
fittiert hat. Das Ertragsniveau in Harzhof lag bei durchschnittlich 49 dt ha^{-1} . Einen Einfluss
des Saatverfahrens (Strip tillage oder betriebsüblich) konnte nicht nachgewiesen wer-
den. Dass durch Strip tillage nicht zwangsläufig höhere Erträge realisiert werden, belegt
auch eine Veröffentlichung von EVANS *et al.* (2010). Bei Reihenkulturen wie Mais und
Zuckerrüben aber auch wie in diesem Versuch Winterraps kann durch das Saatverfahren
Strip tillage ein Beitrag zum Boden- und Erosionsschutz geleistet werden (NORBERG,
2010). Da die Zwischenräume der Saatreihen nicht bzw. nur mäßig bearbeitet werden
und zu dem noch mit dem Stroh aus der Saatreihe beaufschlagt werden, bleibt eine ero-
sionsmindernde Mulchauflage auf der Bodenoberfläche. Bei Pflugeinsatz wird nach der
Methode des „reinen Tisches“ gearbeitet, sodass hier die Erosionsgefahr durch Wind
und Wasser am höchsten einzustufen ist. Klassische Mulchsaatenverfahren lockern auf der
gesamten Arbeitsbreite, lassen aber mehr Ernterückstände an der Oberfläche als der
Pflug. Auf leichten Standorten, die schnell trocken fallen, bietet Strip tillage im Vergleich
zu konventionellen Methoden durch geringere Evaporation einen großen, Wasser spa-
renden Vorteil (HATFIELD *et al.*, 2001).

Eine mehrmalige Stoppelbearbeitung brachte in diesem Versuch für die Pflanzenent-
wicklung keine Vorteile. Jedoch sollte langfristig nicht an der Stoppelbearbeitung gespart
und auf den Einsatz von Totalherbiziden gesetzt werden. Versuche der Hanse Agro
GmbH an anderen Standorten belegen, dass der Zugkraft- und Kraftstoffbedarf bei nach-
folgenden Bodenbearbeitungen durch eine wiederholte Stoppelbearbeitung wesentlich

verringert werden kann. Einen wesentlich größeren Beitrag leistet die intensive Stoppelbearbeitung auf die Bekämpfung von Unkräutern und Ausfallgetreide sowie Schnecken und Mäusen. Durch eine Stoppelbearbeitung kann weiterhin die Strohrotte erheblich verbessert werden. In besonders feuchten Jahren bietet die Stoppelbearbeitung durch Beseitigung der Stroh-Mulchauflage als Verdunstungsschutz Vorteile, sodass der Boden leichter abtrocknen kann. Des Weiteren kann gerade auf tonigeren Standorten mehr Feinerde hergestellt werden.

Der Vergleich der beiden Versuchsjahre zeigt, dass bei dem Strip till-Verfahren sehr hohe Ansprüche an gute Saatbedingungen gestellt werden. In 2008/2009 war der Boden in Schleswig-Holstein sehr nass, sodass dort der Schlitz nicht gut verfüllt werden konnte. Die Forderung von EVANS *et al.* (2010) deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Versuche. Besonders tonreiche, schwere Böden müssen bei optimaler Bodenfeuchte bestellt werden. Ist der Boden zu nass, fehlt Feinerde um den Schlitz wieder aufzufüllen; ist der Boden zu trocken fehlt ebenfalls ausreichende Feinerde. Weitere Forschung ist notwendig, damit die Werkzeuge dahin gehend optimiert werden, damit auch bei nicht ganz optimalen Bodenbedingungen, ausreichend Feinerde entsteht, die bei guter Rückverfestigung den Schlitz gut verfüllt und ein gutes Saatbett für die Kultur darstellt.

5 Literatur

ANONYMUS (2010): Statistical database Food and Agricultural Organization of the United States <http://faostat.org> (13.12.2010)

EVANS, R.G.; STEVENS, W.B.; IVERSEN W.M. (2010): Development of Strip tillage on Spinkler Irrigated Suggarbeet. Applied engineering in agriculture. Volume 26, Number 1, Page 59-69

HATFIELD, J.L.; SAUER, T.J.; PRUEGER, J.H. (2001): Managing soils to achieve greater water use efficiency: a review. Agronomy journal, Mar-2001, 93 (2) p.271-280.

KAUFMANN, B. (2009): Entwicklung des Strip tillage als Alternative zur Mulch- und Pflugsaat. Projektarbeit der Fachhochschule Kiel – Fachbereich Agrarwirtschaft und Hanse Agro Beratung & Entwicklung GmbH

NORBERG, O.S. (2010): Strip tillage for high-residue irrigated cropping systems. EM 9009. Oregon State University Extension Service.