

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Institut für Acker-, Pflanzen- und Gartenbau**

**UFOP Projekt Nr. 521/032**

**„Optimierung des Anbauverfahrens Mähdruschaat  
(Combine Seeder) von Winterraps“**

**Abschlussbericht**

**Gefördert durch:**

Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen (UFOP) e. V.

**Projektbearbeitung:**

LFA Mecklenburg-Vorpommern

Projektleitung u. -bearbeitung: Dr. R.-R. Schulz  
Projektmitarbeit: Dr. E. Lehmann (Teil Ökonomie)  
Dipl. Ing. agr. V. Michel (Verrechnung)

**Projektpartner:****Landtechnik:**

Firma Güttler  
Kirchheim/Teck

Institut für Innovationen in der Agrartechnik  
Dr. H. Birnkammer  
A. Hönscher

**Versuchsbetriebe:**

Agrarhof Veelböken e.G.  
K. D. Meißner

Agrarbetrieb Bandow  
J. Propp

Papendorfer Agrargenossenschaft e.G.  
K. Zeplin

KSG Agrargesellschaft mbH Kassow  
G. Schaack

Wirtschaftsgemeinschaft Gut Boldebeck GbR  
U. Ziep

**Gülzow, den 30.01.2008**

# Inhaltsverzeichnis

	Seite	
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>1</b>
3.1	Verwendete Technik .....	1
3.2	Charakterisierung der Versuchstandorte und Witterung .....	2
3.3	Versuchsanlage und Versuchsvarianten .....	5
3.4	Vegetationsbegleitende Untersuchungen und Analysen .....	8
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>9</b>
4.1	Vegetationsbegleitende Untersuchungen.....	9
4.1.1	Nmin-Untersuchungen .....	9
4.1.2	Bestandesdichten und Einzelpflanzenentwicklung .....	9
4.1.3	Herbizidaufwendungen und Unkrautbonituren .....	15
4.1.4	Schaderreger- und Lagerbonituren .....	17
4.1.4.1	Versuchsjahr 2003/04 .....	17
4.1.4.2	Versuchsjahr 2004/05 .....	17
4.1.4.3	Versuchsjahr 2006/07 .....	18
4.2	Kornerträge und Qualität.....	19
<b>5</b>	<b>Ökonomische Verfahrensbewertung.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>25</b>
	Literaturverzeichnis .....	25
	Anhang .....	27



# 1 Einleitung

Trotz der zurzeit günstigen Erzeugerpreissituation bei Getreide und Ölfrüchten besteht insbesondere vor dem Hintergrund steigender Energie- und Direktkosten nach wie vor die Notwendigkeit, die Anbauverfahren möglichst effizient und kostengünstig zu gestalten. Ein interessanter verfahrenstechnischer Ansatz für eine aufwandsreduzierte Bestellung von Winterraps ist das ursprünglich für den Zwischenfruchtanbau entwickelte so genannte Combine-Seeder-Verfahren (Mähdruschsaat). Die Aussaat des Winterrapses erfolgt dabei in einem Arbeitsgang mit dem Weizendrusch. Steigende Anbauanteile von Winterweizen und Winterraps führen insbesondere während der Ernte und Aussaat zu einer Arbeitsspitze. Mit dem Mähdruschsaatverfahren lässt sich diese beträchtlich abbauen und gleichzeitig eine Reduzierung der Arbeitserledigungskosten erreichen. Günstige acker- und pflanzenbauliche Effekte sind mit der Mähdruschsaat durch den höchstmöglichen Erosionsschutz, die Schonung der Bodenwasservorräte, die optimale Ausnutzung der Vegetationszeit und durch die fast uneingeschränkte Befahrbarkeit der Schläge erzielbar.

Vorerntesaatverfahren und Direktsaat haben bisher nur eine relativ geringe Bedeutung erlangt, weil die Bestandesetablierung und Jugendentwicklung sehr stark witterungsabhängig sind. Aus den verfahrensbedingten Nachteilen ergibt sich eine vergleichsweise geringe Ertragsstabilität.

Im Unterschied zum Vorerntesaatverfahren, bei dem die Rapsamen nur oberflächlich in den stehenden Getreidebestand gestreut wurden, handelt es sich bei der Mähdruschsaat um ein Exakt-Direktsaatverfahren. Ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu anderen Direktsaatverfahren besteht darin, dass der Raps in die Stoppel gedrillt wird und kein Stroh den Sävorgang behindert.

## 2 Aufgabenstellung

Die Etablierung eines Rapsbestandes mit der Mähdruschsaat weist gegenüber dem herkömmlichen Anbauverfahren Winterraps wesentliche Besonderheiten auf, woraus sich ein umfangreicher Untersuchungsbedarf ableitet. Dieser betrifft sowohl gerätetechnische als auch acker- und pflanzenbauliche sowie ökonomische Fragestellungen.

Der acker- und pflanzenbauliche Problembereich umfasst die Schwerpunkte Aussaat/Sorteneignung, Saatgutbeizung, Strohmanagement, Düngung sowie Pflanzenschutz. Eine wesentliche Zielstellung bestand darin, mit dem Verfahren Rapsbestände zu etablieren, die hinsichtlich Ertrag und Ertragsicherheit ein vergleichbares Niveau aufweisen wie bei herkömmlichen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren. Nur so sind die ökonomischen Vorteile des Combine-Seeder-Verfahrens voll nutzbar. Diese ergeben sich u. a. aus dem verfahrensbedingten Verzicht auf die Bodenbearbeitung und die Einsparung eines gesonderten Arbeitsganges für die Aussaat. Dadurch entstehen geringere Arbeitserledigungskosten und eine höhere Schlagkraft während einer sehr arbeitsintensiven Zeitspanne. Ferner war zu prüfen, ob auch verfahrensbedingte Einsparungen bei Pflanzenschutzmaßnahmen, insbesondere bei der Unkrautbekämpfung, möglich sind.

Wegen der steigenden Energiekosten und der Endlichkeit fossiler Rohstoffe besteht die Notwendigkeit, umweltschonende Anbauverfahren mit guter Energiebilanz zu entwickeln. Das betrifft sowohl Anbauverfahren zur Erzeugung von Nahrungsmitteln als auch zur Produktion von nachwachsenden Rohstoffen. Günstige acker- und pflanzenbauliche Effekte sind mit der Mähdruschsaat durch den höchstmöglichen Erosionsschutz, die Schonung der Bodenwasservorräte und die optimale Ausnutzung der Vegetationszeit erzielbar.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Verwendete Technik

Mit den verfügbaren Combine-Seeder-Prototypen wurden in mehreren Landwirtschaftsbetrieben Mecklenburg-Vorpommerns Praxisversuche angelegt. Das von der Firma Güttler gebaute Mähdrusch-Direktsaatgerät ist am Schrägförderer des Mähdreschers befestigt und kann werk-

zeuglos mittels eines Fangtrapezes an- und abgebaut werden. Bei der Mähdruschsaat (Combine-Seeder) handelt es sich um ein Exakt-Direktsaatverfahren, bei dem das Rapssaatgut platziert und dosiert in eine v-förmige Saatrille abgelegt wird. Die Saatgutablage erfolgt direkt in die Stoppel, ohne dass Stroh den Sävorgang behindert. Die Saatrille wird durch ein patentiertes, in zwei Ebenen schräg gestelltes Scheibenschar erstellt, wobei die exakte Tiefenführung über einen Stützring erfolgt. In Fahrtrichtung schräg gestellte Prismensterne aus Kunststoff bedecken das Saatgut wieder mit Feinerde. Das Gerät ist leichtzünftig, so dass die Mähdruschleistung dadurch nicht beeinträchtigt wird. Auf dem Gerät befinden sich links und rechts je ein Drillmaschinenaufsatz der Firma Krummenacher. Das Gerät arbeitet mit Reihenentfernungen von ca. 15 cm.

Für Versuche standen folgende zwei Prototypen des Combine-Seeders zur Verfügung (Bilder A1 bis A4):

**Combine-Seeder Prototyp 1** (Einsatz in den Versuchsjahren 2003/2004 und 2004/2005): Mähdrescher Claas, Dominator 118 mit 5,10 m Schneidwerksbreite. Der Mähdrescher wurde mit einem Lehner-Kleinsamenstreuer ausgestattet, der eine Applikation von Schneckenkorn unter dem Häckselstrohteppich ermöglichte.

**Combine-Seeder Prototyp 2** (Einsatz im Versuchsjahr 2006/2007): technisch weiterentwickelter Prototyp für Schneidwerksbreiten von 6,10 m bis 7,50 m. Dieses Gerät zeichnet sich durch eine bessere Verteilgenauigkeit und Einbettung der Samen aus. Hierzu wurden eine neue Tiefenführung der einzelnen Scharaggregate und eine zum Patent angemeldete Luftabscheidung entwickelt, die zusammen eine sehr exakte Saatgutablage in der Saatrille ermöglichen. Darüber hinaus wurde die Drillmaschine mit einer elektronischen Überwachungseinheit ausgestattet, die die ordnungsgemäße Funktion von Saatgutdosierung und -förderung ständig überprüft. Das Säaggregat kam mit einem MF-Mähdrescher 7278 zum Einsatz, der über einen ebenfalls neu entwickelten Stroh Häckslers verfügt. Durch ein neuartiges Prinzip mit zusätzlicher Luftunterstützung sind gleichmäßigere und geringere Häcksellängen möglich. Das Stroh wird besser zerkleinert (Aufreißen des Häckselstrohs) und die Verteilung auch bei Seitenwind wesentlich verbessert. Der Mähdrescher wurde ebenfalls mit einem Kleinsamenstreuer ausgestattet, der eine Applikation von Schneckenkorn unter dem Häckselstrohteppich ermöglicht (Bilder A5 u. A6). Die geplanten Versuche 2005/2006 konnten nicht durchgeführt werden, da es bei dem Gerät zu technischen Problemen kam, die nicht kurzfristig zu beheben waren. Wegen der komplizierten Erntebedingungen (Lagergetreide) musste das Schneidwerk sehr tief eingestellt werden. Zusätzlich sank der Mähdrescher durch die hohe Bodenfeuchtigkeit stärker ein. Beides führte zu einem Bodestau, zu einem Verbiegen der Sächarhebel und Halter für die Räumsterne. Daraufhin wurde das Gerät von der Firma Güttler durch Anbau stärkerer Scharhebel und Führungselemente für den Räumstern überarbeitet. Die Bauform der Scharhebel und Scharführung ermöglichte danach mehr Freiraum nach oben.

**Mulchsaat:** In allen Versuchen diente Mulchsaat als Kontrollvariante. Diese wurde mit ortsüblicher Technik (2x Grubbereinsatz + Drillmaschine) durchgeführt.

**Erntetechnik:** Die Ernte aller Versuche erfolgte mit einem Parzellenmähdrescher des Typs Hege 140 Hydrostat bzw. DA 20 Haldrup. Es wurden pro Prüfglied mehrere unechte Wiederholungen gedroschen (siehe Abb. 4).

### 3.2 Charakterisierung der Versuchstandorte und Witterung

Die Großversuche zur Mähdruschsaat wurden jährlich an mehreren Standorten in Mecklenburg-Vorpommern angelegt (Tab. 1-3). Als Orientierung für die jahresspezifische Niederschlagssituation vor und nach der Versuchsanlage sollen die von der Wetterstation Gülzow gemessenen Regenmengen dienen (Abb. 1-3).

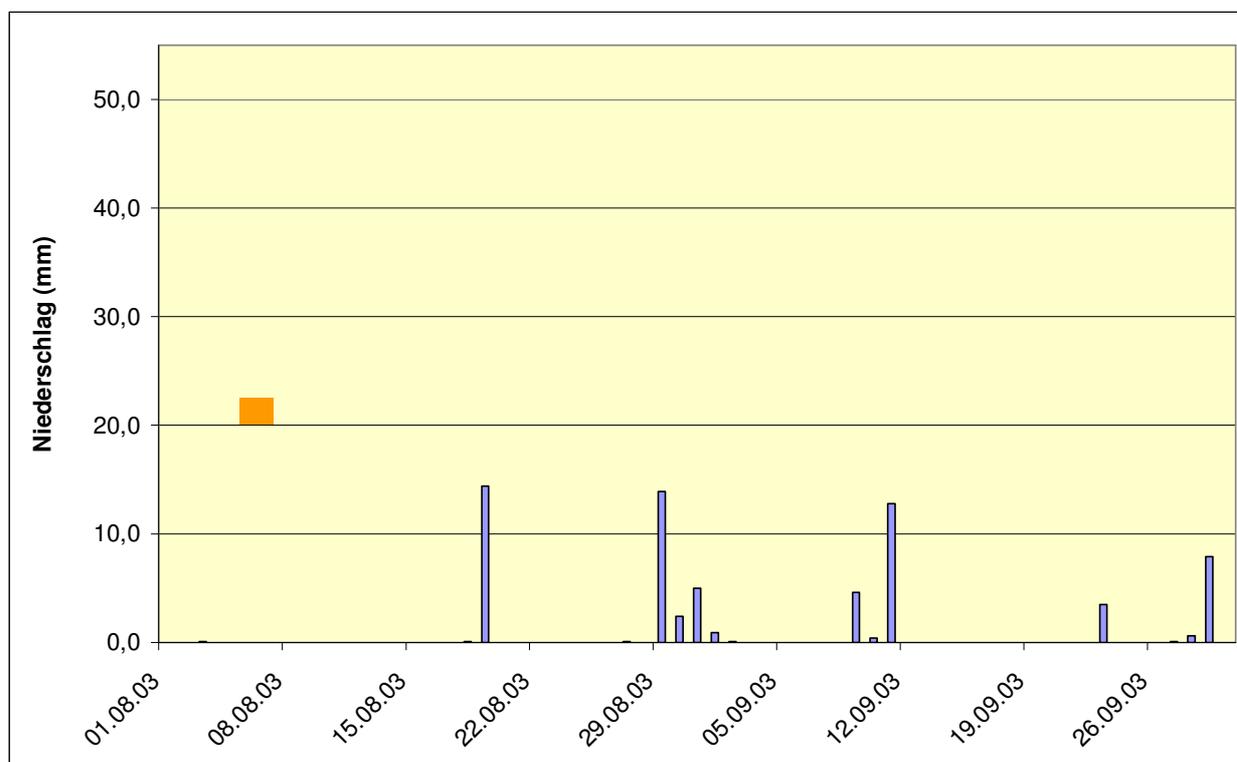
Grundsätzlich richtete sich der Termin der Mähdruschsaat am optimalen Erntetermin für den Winterweizen aus. Die als Kontrollvariante dienende Mulchsaat orientierte sich am optimalen Aussattermin für den Winterraps und erfolgte dadurch bewusst später als die Mähdruschsaat.

Im ersten Versuchsjahr ermöglichten günstige Erntebedingungen einen sehr frühen Weizendrusch, so dass auch die Mähdruschaat des Winterrapses vor der optimalen Saatzeitspanne durchgeführt werden musste (Abb. 1). Durch die bis zum 20. August anhaltende Trockenheit liefen jedoch Mähdruschaat und Mulchsaat fast zeitgleich erst Ende August auf. Ein extremes Überwachsen des mit der Mähdruschaat bestellten Rapses trat aufgrund dieser besonderen Niederschlagsituation nicht auf.

**Tab. 1: Versuchsstandorte 2003/04 und verfahrensspezifische Aussattermine**

Standort/Aussaat	Bandow	Gülzow	Huckstorf	Veelböken
Ackerzahl	45	33	46	52
Bodenart	lehmiger Sand	anlehmiger Sand	lehmiger Sand	stark sandiger Lehm
Aussattermin Mähdruschaat	6.8.	6.8.	7.8.	5.8.
Aussattermin Mulchsaat, Pflugsaat*	21.8.	21.8.	21.8.	25.8.

\* nur in Bandow und Gülzow

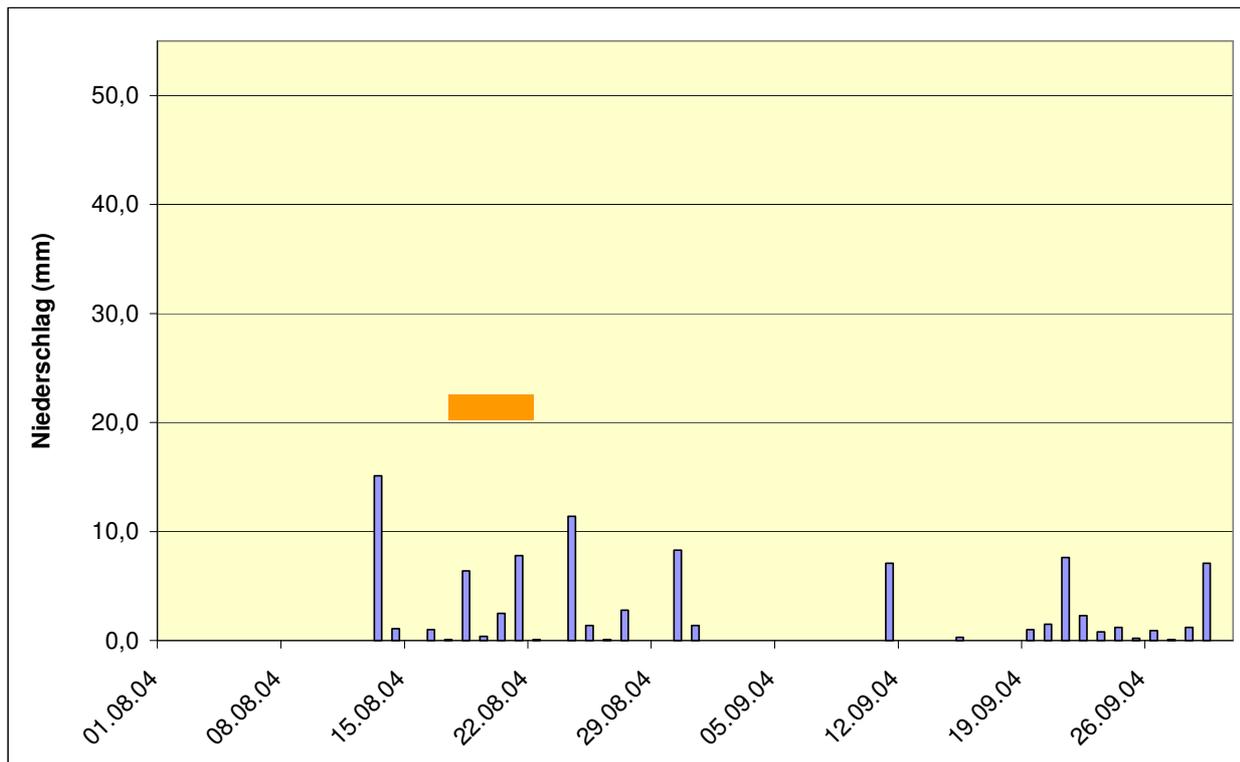


**Abb. 1: Niederschläge im August und September 2003 mit markierter (■) Zeitspanne für die Mähdruschaat**

Im zweiten Versuchsjahr waren die zeitlichen Unterschiede zwischen Mähdruschaat und Mulchsaat wesentlich geringer. Beide Saattermine entsprachen in etwa der optimalen Saatzeitspanne für den Raps (Tab. 2). Häufige Niederschläge von Mitte bis Ende August sorgten für komplizierte Erntebedingungen, aber auch für einen zügigen Aufgang des Rapses (Abb. 2). Die Winterwitterung hat örtlich zu einem stärkeren Zurückfrieren der Bestände geführt. Die variantenspezifischen Unterschiede werden im Ergebnisteil dargestellt.

**Tab. 2: Versuchsstandorte 2004/05 und verfahrensspezifische Aussaattermine**

Standort/Aussaat	Bandow	Boldebeck	Huckstorf	Veelböken
Ackerzahl	45	43	46	55
Bodenart	lehmiger Sand	lehmiger Sand	lehmiger Sand	stark sandiger Lehm
Aussaattermin Mähdruschsaat	17.8.	19.8.	16.8.	23.8.
Aussaattermin Mulchsaat	25.8.	25.8.	2.9.	28.8.

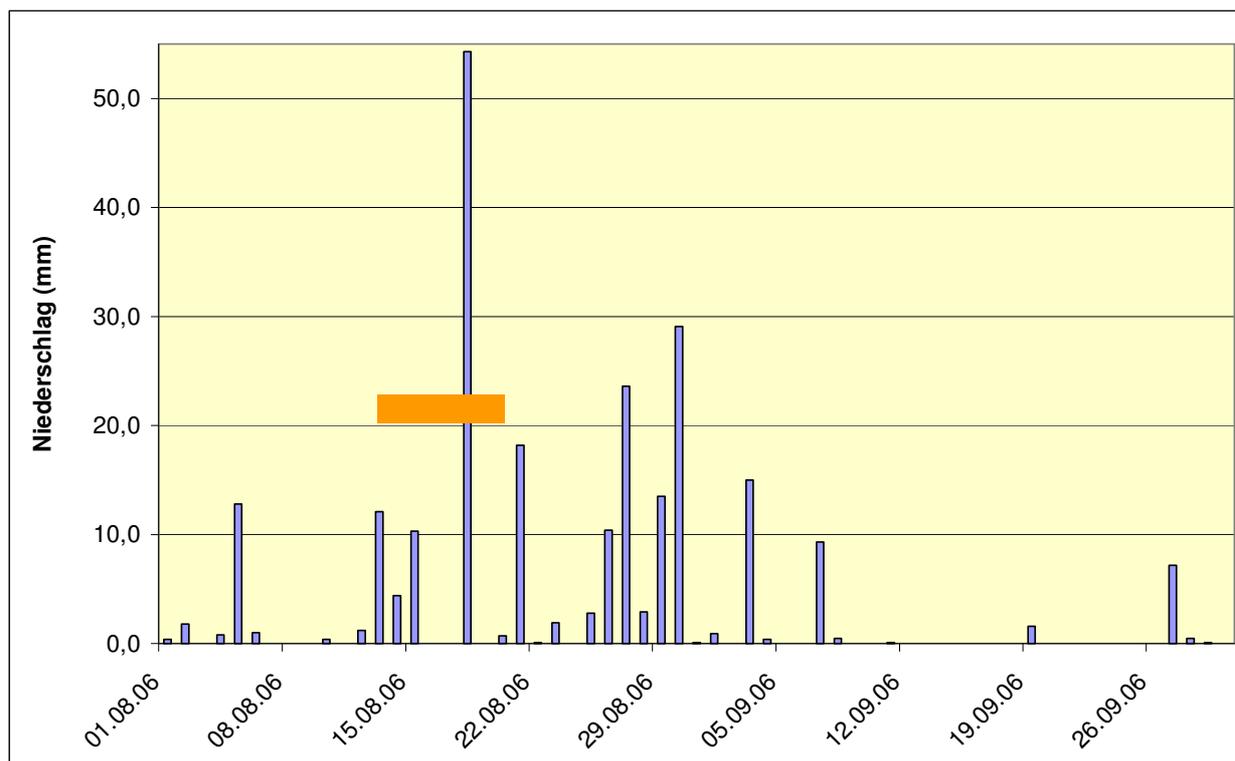


**Abb. 2: Niederschläge im August und September 2004 mit markierter (■) Zeitspanne für die Mähdruschsaat**

Wie bereits ausgeführt, konnte im letzten Versuchsjahr erstmals der neue Combine-Seeder Prototyp eingesetzt werden. Während der Rapsaussaat 2006 regnete es ab Mitte August häufig. Starkniederschläge führten entweder zu Verschlammungen auf bereits bestellten Rapsflächen oder behinderten die Weizenernte und die Saatbettbereitung zu Raps (Abb. 3). In Kassow wurden zwei Aussaattermine realisiert (Tab. 3). Wegen einsetzender Niederschläge konnten in Kassow nicht alle geplanten Versuchsvarianten in der ersten Saatzeit realisiert werden. Die elektronische Saatmengendosierung war defekt, so dass beide Drillmaschinenaufsätze per Hand abgedreht werden mussten.

**Tab. 3: Versuchsstandorte 2006/07 und verfahrensspezifische Aussattermine**

Standort/Aussaat	Gülzow	Kassow Aussaat 1	Kassow Aussaat 2
Ackerzahl	56	45	45
Bodenart	stark sandiger Lehm	lehmiger Sand	lehmiger Sand
Aussattermin Mähdruschaat	19.8.	13.8.	20.8.
Aussattermin Mulchsaat	21.8.	28.8.	28.8.



**Abb. 3: Niederschläge im August und September 2006 mit markierter (■) Zeitspanne für die Mähdruschaat**

### 3.3 Versuchsanlage und Versuchsvarianten

Für die Praxisversuche wurden geeignete Winterweizenschläge mit homogenen Bodenbedingungen ausgewählt. Vor dem Weizendrusch wurde die vorgesehene Versuchsanlage eingemessen. Der Weizen um die Versuchsanlage wurde vorab gedroschen, um ausreichend Platz für das Wenden des Versuchsmähreschers zu schaffen. Die Streifenbreite pro Aussaatvariante umfasste mindestens zwei Überfahrten mit dem Mähdruschaataggregat (Ansichten von Versuchsbeständen in Bildern A9 u. A10). Nach Durchführung der Mähdruschaat wurde eine Walze zur Verdichtung des Strohteppichs eingesetzt. Als Vergleichsvariante diente eine Mulchsaat mit ortsüblicher Technik (2x Grubber, Drillmaschine). Die Anzahl der Mulchsaatstreifen wurden im zweiten Versuchsjahr auf zwei, im dritten auf drei erhöht.

In den Versuchen 2004 und 2005 kamen jeweils eine für Mecklenburg-Vorpommern empfohlene Linien- und Hybridsorte zum Anbau. Von den Hybridsorten Talent und Baldur wurden gegenüber der Liniensorte Smart 10 Körner/m<sup>2</sup> weniger ausgesät (Tab. 4 u. 5). Im zweiten Versuchsjahr wurde zusätzlich die Halbzwerghybridsorte PR45D01 in die Versuche einbezogen. Es konnte vermutet werden, dass dieser Sortentyp weniger zu einer Streckung des Hypokotyls neigen würde und damit günstigere Überwinterungseigenschaften aufweist. Im letzten Ver-

suchsjahr 2007 wurde ausschließlich die frühsaatverträgliche Hybrissorte Trabant in unterschiedlichen Beizvarianten verwendet (Tab. 6).

**Tab. 4: Aussaatvarianten 2003/04**

Prüf-glied	Säverfahren	Sorte	Saatmenge kf. Kö./m <sup>2</sup>	Zusatz-beizung	Stroh-ber-gung	Schneckenkorn-ausbringung mit MD-Saat
1	Mulchsaat	Talent	60	DMM	-	-
2	Mähdruschsaat	Talent	60	DMM	-	-
3	Mähdruschsaat	Talent	60	DMM	-	x
4	Mähdruschsaat	Talent	60	SAT	-	x
5	Mähdruschsaat	Smart	70	DMM	-	x
6	Mähdruschsaat	Smart	70	SAT	-	x
7	Mähdruschsaat	Smart	70	DMM	x	x

X = durchgeführte Maßnahme

**Tab. 5: Aussaatvarianten 2004/05**

Prüf-glied	Säverfahren	Sorte	Saat-menge kf. Kö./m <sup>2</sup>	Zusatz-beizung	Stroh-ber-gung	Schneckenkorn-ausbringung mit MD-Saat
1	Mulchsaat	Baldur	60	DMM	-	-
2	Mähdruschsaat	Baldur	60	DMM	-	-
3	Mähdruschsaat	Baldur	60	DMM	-	x
4	Mähdruschsaat	Baldur	60	SAT	-	x
5	Mähdruschsaat	Smart	70	Cruiser OSR	-	x
6	Mähdruschsaat	Smart	70	SAT	-	x
7	Mähdruschsaat	Smart	70	Cruiser OSR	x	x
8	Mähdruschsaat	PR45D01	70	Stand. (Chinook)	-	x

X = durchgeführte Maßnahme

**Tab. 6: Aussaatvarianten 2006/07**

Prüf-glied	Säverfahren	Sorte	Saatmen-ge kf. Kö./m <sup>2</sup>	Zusatzbei-zung <sup>1)</sup>	Schnecken-kornausbr. mit MD-Saat <sup>2)</sup>
1	Mulchsaat	Trabant	60	DMM	-
2	Mähdruschsaat Term. 1	Trabant	60	DMM	-
3	Mähdruschsaat Term. 1	Trabant	60	DMM	x
4	Mähdruschsaat Term. 2	Trabant	60	DMM	-
5	Mähdruschsaat Term. 2	Trabant	60	DMM	x
6	Mähdruschsaat Term. 2	Trabant	60	DMM+Metconazol	-
7	Mähdruschsaat Term. 2	Trabant	60	DMM+Metconazol	x
8	Mähdruschsaat Term. 2	Trabant	70	DMM	x

<sup>1)</sup> Premiumbeizung + die genannte Zusatzbeizung

<sup>2)</sup> im Gemisch mit Ratron Feldmausköder

X = durchgeführte Maßnahme

Durch eine Beizung des Saatgutes mit dem Wirkstoff Metconazol (SAT 2002) sollte eine Hypokotylverkürzung und damit eine Verbesserung der Winterfestigkeit erreicht werden (Bilder A7 u. A8). Die Standardbeizen enthielten alle zusätzlich Wirkstoffe gegen den Erreger des Falschen Mehltaus (Dimetomorph bzw. Metalaxyl). Das Saatgut der Halbzwerghybride PR45D01 war jedoch nur mit der Standardbeize Chinook verfügbar.

Bei der Mähdruschaat besteht die Gefahr, dass sich Ackerschnecken, die bereits im Winterweizen vorhanden waren, ungehindert im Raps ausbreiten, da keine Bodenbearbeitung erfolgt. Aus diesem Grunde wurde seitlich an den Mähdrescher ein Schneckenkornstreuer montiert, der das Schneckenkorn ausbringt, bevor das gehäckselte Stroh auf den Boden gelangt. Gleichzeitig erübrigt sich damit ein gesonderter Arbeitsgang für das Streuen des Schneckenkorns. Im Versuchsjahr 2006/07 wurde zusätzlich Ratron Feldmausköder beigemischt, eine Option, die aus Zulassungsgründen nicht mehr möglich ist.

Nach der Etablierung der Aussaatvarianten wurden quer zur Drillrichtung verschiedene Düngungs- und Pflanzenschutzvarianten unter Verwendung der aus der Vorfrucht vorhandenen Leitspuren angelegt (Abb. 4). In den ersten beiden Versuchsjahren wurde im Herbst zur Förderung der Strohrotte eine Ausgleichdüngung in Form von AHL vor dem Auflauf appliziert (Tab. 7). Als Orientierung für die Höhe galt 0,5-1,0 kg N/dt Stroh. Im Durchschnitt wurden ca. 65 kg N/ha gedüngt. Nach den Erfahrungen des ersten Versuchsjahres sind dann keine weiteren N-Startgaben im Herbst zu verabreichen, zumal dies auch zu einer Verschlechterung der N-Bilanz führen würde. Die Strohausgleichdüngung muss vor dem Erscheinen der Keimpflanzen abgeschlossen sein, da es sonst zu Verätzungen und Pflanzenverlusten kommen kann. Im Versuchsjahr 2006/07 wurde die N-Düngung im Herbst in den Leitspuren von 11 bis 52 kg N/ha gesteigert (Tab. 8). Die Fungizidmaßnahmen wurden jeweils mit AHL-Gaben von 40 l/ha (entspricht 11 kg N/ha) kombiniert. Der Vorteil einer AHL-Düngung in Tankmischung mit der Azolbehandlung besteht darin, dass der Rapsbestand dann bereits etabliert ist, den Dünger besser aufnehmen kann und eine zusätzliche Überfahrt eingespart wird. In der sehr arbeitsintensiven Zeitspanne der Rapsaussaat und Getreideernte sind zudem AHL-Gaben vor dem Erscheinen der Keimblätter nicht immer sicher einzuordnen.

Generell galt, dass von jeder Leitspur/Aussaatvariante zwei unechte Wiederholungen gedroschen wurden (Abb. 4).

		Aussaatvarianten									
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Druschrichtung →		x	x	x	x	x	x	x	x		Intensitäten in Leitspur
	I										
		x	x	x	x	x	x	x	x		
	II										
		x	x	x	x	x	x	x	x		
	III										
		x	x	x	x	x	x	x	x		
	IV										
	x	x	x	x	x	x	x	x			

x Ernteparzellen und markierte Bereiche für Pflanzenzählungen/Unkrautbonituren

**Abb. 4: Schematische Darstellung der Versuchsvarianten in Praxisversuchen zur Mähdruschaat**

**Tab. 7: Intensitätsstufen quer zu den Aussaatvarianten 2004 und 2005**

Leitspur	N-Düngung Frühjahr*	Fungizide Herbst
1 u. 2	200 kg N/ha Harnstoff in einer Gabe (Veg.beginn)	Folicur 0,7 l/ha (BBCH 14)
3	200 kg N/ha Harnstoff in einer Gabe (Veg.beginn)	Folicur 0,7 l/ha (BBCH 14) und Folicur 0,8 l/ha (BBCH 16)
4	100 kg N/ha Harnstoff (Veg.beginn)+ 100 kg N/ha Harnstoff (BBCH 52)	Folicur 0,7 l/ha (BBCH 14) und Folicur 0,8 l/ha (BBCH 16)

\* Schwefeldüngung einheitlich 45 kg S/ha in Form von Kieserit

**Tab. 8: Intensitätsstufen quer zu den Aussaatvarianten 2007**

Leit-spur	N-Startdüngung kg N/ha*	Fungizide/AHL Herbst
1	0	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL
2	30	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL
3	30	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL 0,8 l/ha Caramba + 40 l/ha AHL

\* in Form von NPK, N-Düngung im Frühjahr ortsüblich

Im Zuge der Weiterentwicklung des Combine-Seeder-Verfahrens ergaben sich aus technischer sowie acker- und pflanzenbaulicher Sicht Änderungen bei den Versuchsvarianten. Daher wurde eine jährliche Verrechnung der Ergebnisse vorgenommen, die auch aufgrund der sehr unterschiedlichen Witterungs- und Aussaatbedingungen in den einzelnen Versuchsjahren begründet ist. Die mehrortige Auswertung pro Jahr erfolgte mit einem gemischten Modell der Software SAS. Es wurden damit adjustierte Mittelwerte der Orte sowie Aussaat- und Intensitätsvarianten berechnet.

### 3.4 Vegetationsbegleitende Untersuchungen und Analysen

Für die Bewertung des Combine-Seeder-Verfahrens war es notwendig, folgende Parameter des Bestandes und der Einzelpflanzen zu erfassen:

- Nmin-Gehalt im Boden (0-60 cm Bodentiefe) von ausgewählten Prüfgliedern (Vergleich Mähdruschsaat/Mulchsaat) zu Vegetationsende im Herbst und zu Vegetationsbeginn im Frühjahr
- Bestandesdichten und Unkrautbesatz im Herbst und Frühjahr. Die Auszählungen fanden auf einer im Herbst markierten Fläche statt, so dass ein realer Vergleich möglich war.
- Entnahme von Pflanzenproben zur Bestimmung von Sprossachsenlänge, Hypokotyllänge und Wurzelhalsdurchmesser an jeweils 30 Pflanzen/Aussaatvariante von Leitspur 2 und 3 im Herbst und Frühjahr
- Lagerbonitur vor Reife (je nach Auftreten)
- Bonitur pilzlicher Schaderreger (Phoma, Sclerotinia, Botrytis, Verticillium) an jeweils 50 Pflanzen von ausgewählten Prüfgliedern (je nach Auftreten)
- Bonitur des Kohlfliiegenbefalls (je nach Auftreten)
- Qualitätsuntersuchungen an ausgewählten Prüfgliedern (Rohfett, Rohprotein, GSL-Gehalt, TKM) durch das Labor der LFA

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Vegetationsbegleitende Untersuchungen

#### 4.1.1 Nmin-Untersuchungen

Die Nmin-Werte im Boden waren vor allem im Herbst bei der Mähdruschaat niedriger als bei der Mulchsaat (Tab. 9). Die Ursachen hierfür können mit dem früheren Aussaattermin der Mähdruschaat und der damit verbundenen höheren Stickstoffaufnahme durch die Pflanzen zusammenhängen. Auch werden im Gegensatz zur Mulchsaat kaum Mineralisierungsvorgänge durch die Bodenbearbeitung angeregt. Die Stickstoffdüngung im Herbst wurde in beiden Aussaatvarianten konstant gehalten. Die Einarbeitung des mit AHL behandelten Weizenstrohs kann in der Mulchsaat einen zusätzlichen Mineralisierungsschub ausgelöst haben. Der Verbleib des Strohs auf der Bodenoberfläche bei der Mähdruschaat sorgt zunächst für ein weites C:N-Verhältnis und kann erhebliche Mengen an Stickstoff binden. Aus den Ergebnissen wird auch deutlich, dass die Jahreswitterung einen starken Einfluss auf die Nmin-Werte im Boden hat. Im Herbst 2003 waren diese besonders hoch, weil bis Ende August sehr trockene und warme Bedingungen herrschten und der dann einsetzende Regen die Mineralisierungsvorgänge stark gefördert hat. Die Ergebnisse der Nmin-Testflächen von Mecklenburg-Vorpommern bestätigen die in den Versuchen gemessenen hohen Werte. (Fachinformationen Kape u. Pöplau 2003). Das Nmin-Niveau im Frühjahr ist in allen Versuchen deutlich niedriger und gleicht sich in den beiden Aussaatverfahren an. Alle Werte lagen im Bereich von 20-49 kg Nmin/ha.

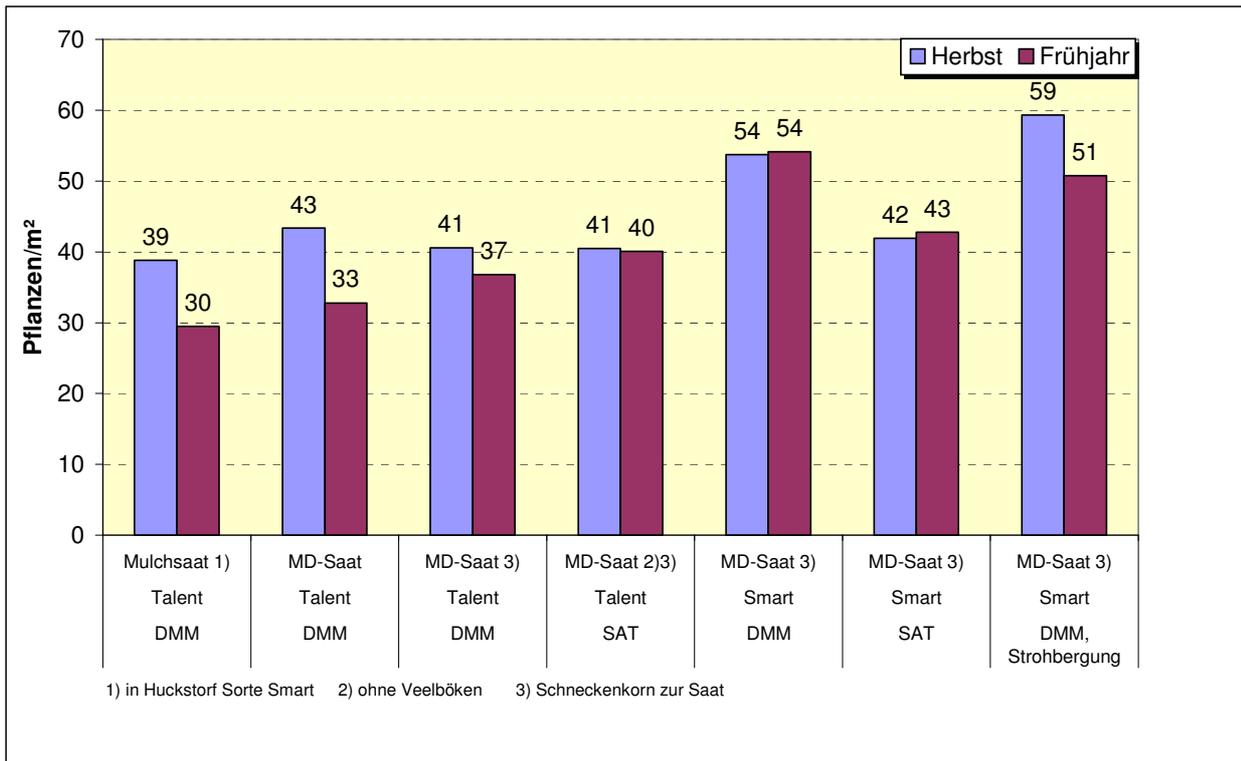
**Tab. 9: Jahresspezifische Nmin-Gehalte in 0-60cm Bodentiefe vor und nach der Überwinterung in Abhängigkeit vom Aussaatverfahren**

Versuchsjahr	Anz. Standorte	Termin Probenahme	kg Nmin/ha (0-60 cm Bodentiefe)	
			Mulchsaat	Mähdruschaat
2003/04	4	Herbst (15.-19.11.03)	97	81
2003/04	4	Frühjahr (24.2.-3.3.04)	49	47
2004/05	3	Herbst (10.-17.11.04)	80	51
2004/05	3	Frühjahr (17. -21.3.05)	31	29
2006/07	2	Herbst (7.-8.11.06)	52	47
2006/07	2	Frühjahr (5.-6.3.07)	20	20

#### 4.1.2 Bestandesdichten und Einzelpflanzenentwicklung

Im Durchschnitt aller Versuchsvarianten ergaben die Auszählungen der **Bestandesdichten** im Herbst zwischen 32 (2006) und 46 Pflanzen/m<sup>2</sup> (2003). Der Feldaufgang war somit vergleichsweise niedrig, garantierte aber noch einen ausreichenden Pflanzenbestand für optimale Erträge. Die Auszählungsergebnisse bei der Mähdruschaat lagen auf gleichem Niveau oder sogar höher als bei Mulchsaat, so dass hinsichtlich der Bestandesetablierung keine Nachteile der Combine-Seeder-Prototypen gegenüber herkömmlicher Drilltechnik zu verzeichnen waren (Abb. 5-7). Die Beizung des Saatgutes mit dem Wirkstoff Metconazol (SAT 2002) führte zu etwas niedrigeren Bestandesdichten im Herbst als bei Standardbeizung plus DMM. Das kann mit einer verminderten Keimfähigkeit bei einer SAT-Beizung zusammenhängen. Einen positiven Einfluss hatte die Metconazolbeizung jedoch auf die Überwinterung, was sich insbesondere im Versuchsjahr 2003/04 in geringeren Pflanzenverlusten über Winter zeigte. Am Versuchsstandort Bandow traten in dem Jahr ohne SAT-Beizung bei der Sorte Talent teilweise erhebliche Pflanzenausfälle auf, die vorrangig auf ein verlängertes Hypokotyl zurückzuführen waren. Einige Pflanzen konnten noch durch Bildung sekundärer Sprossachsen regenerieren, so dass sich die Ertragsverluste in Grenzen hielten. Die Strohbergung bei Mähdruschaat hatte einen positiven

Einfluss auf den Feldaufgang. Schäden durch Schnecken und Feldmäuse können in der Mähdruschsaat bei entsprechenden Befallsbedingungen verstärkt auftreten, da die Häckselstroh-schicht diesen Tieren als Unterschlupf und Rückzugsraum dienen kann. Im ersten Versuchsjahr spielten Schnecken wegen der Trockenheit keine Rolle. Demzufolge konnten auch keine Unter-schiede zwischen den Varianten mit und ohne Schneckenkorn festgestellt werden. Im feuchten Spätsommer/Herbst 2004 fanden Schnecken dagegen günstigere Bedingungen vor, so dass sich Pflanzenverluste durch Schnecken nachweisen ließen. Bei unterlassener Schneckenkorn-ausbringung wurden bei der Sorte Baldur im Durchschnitt 10 Pflanzen /m<sup>2</sup> weniger ausgezählt als bei der gleichzeitigen Applikation von Schneckenkorn mit der Mähdruschsaat. Trotz einge-leiteter Bekämpfungsmaßnahmen konnten Pflanzenverluste durch Feldmäuse nicht vollständig vermieden werden.



**Abb. 5: Bestandesdichten in den Aussaatvarianten 2003/2004 ( $\bar{x}$  vier Standorte)**

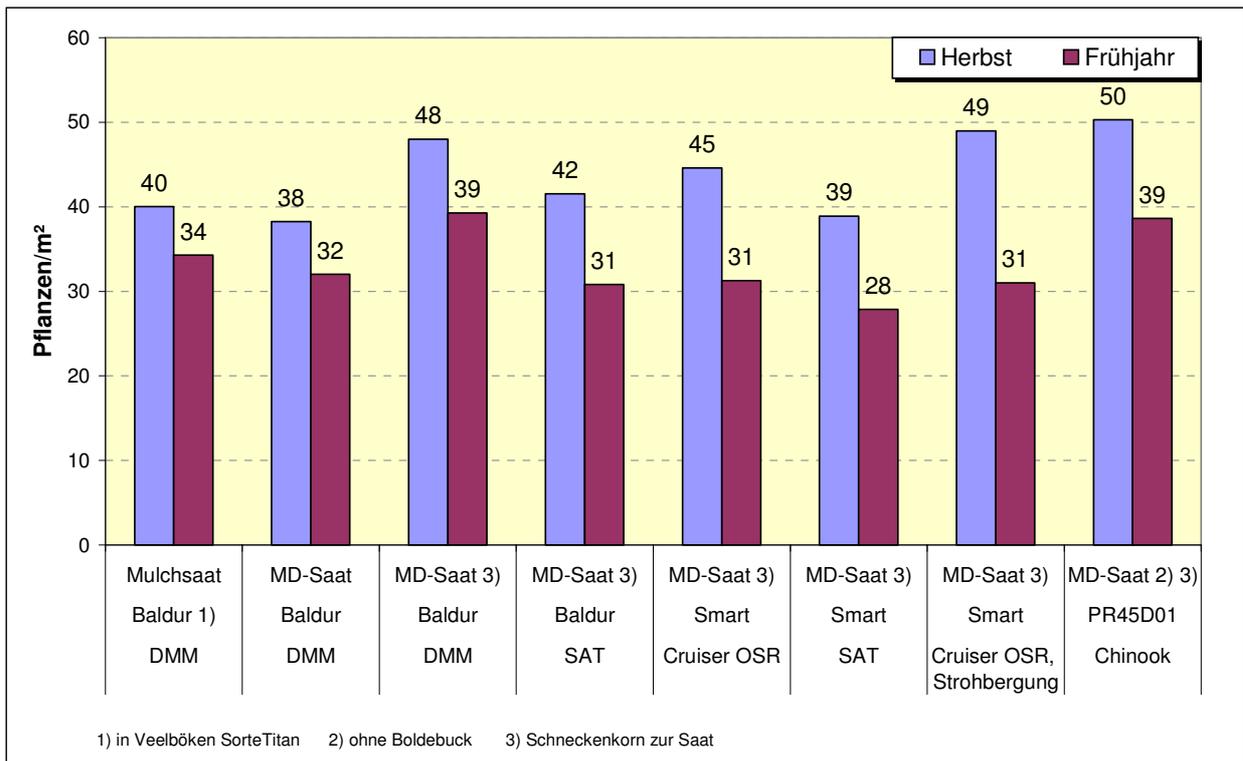


Abb. 6: Bestandesdichten in den Aussaatvarianten 2004/2005 ( $\bar{x}$  vier Standorte)

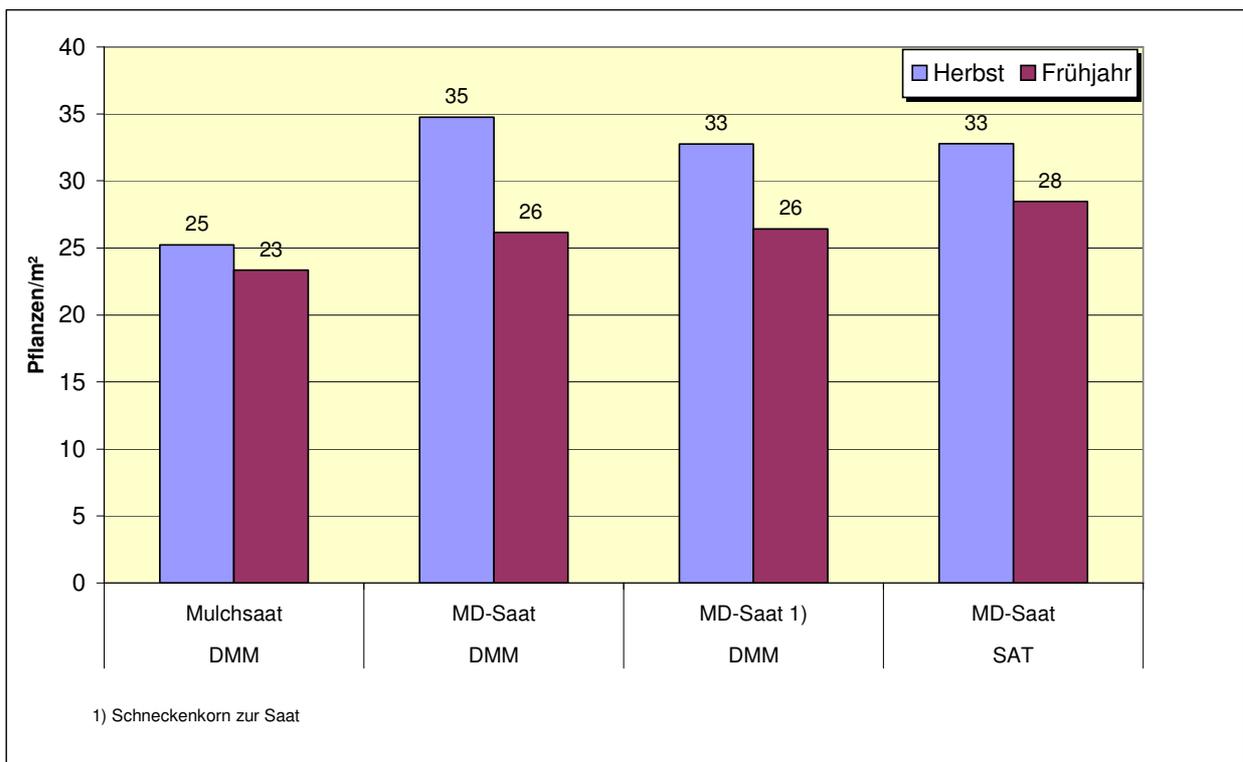


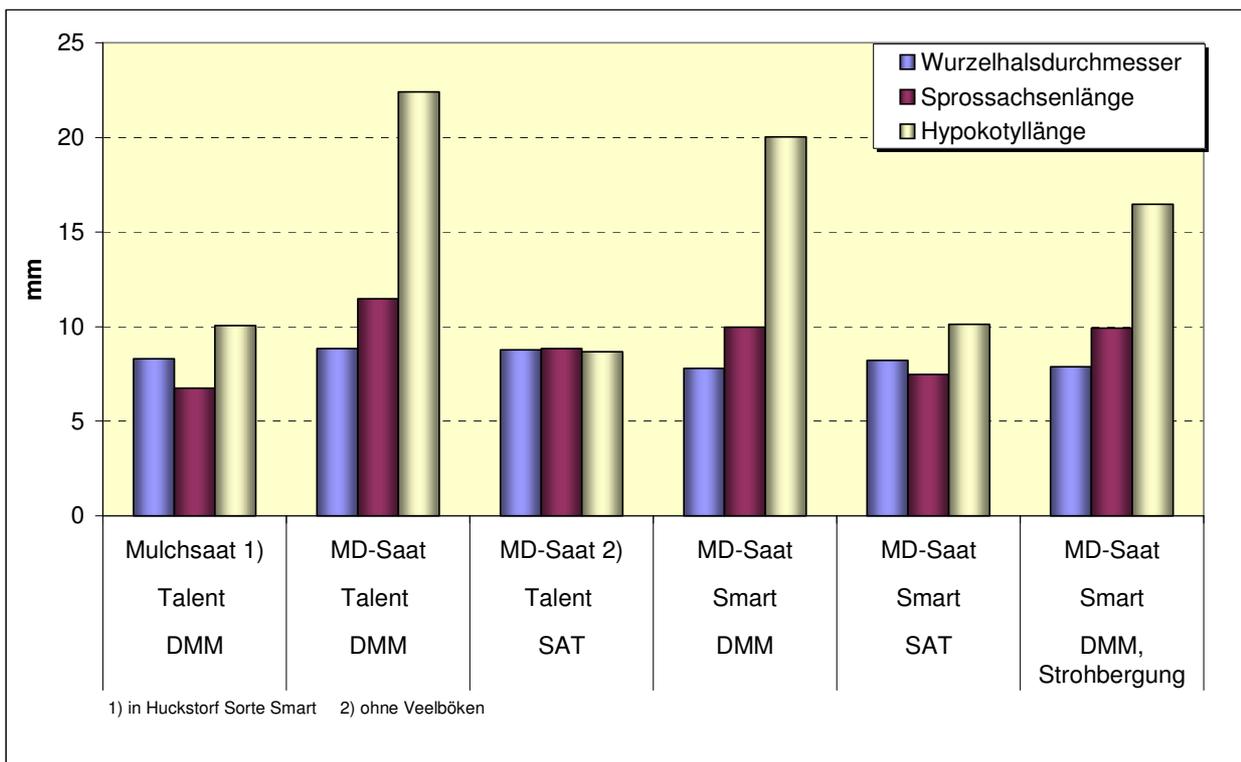
Abb. 7: Bestandesdichten in den Aussaatvarianten 2006/2007 ( $\bar{x}$  zwei Standorte)

Die Einzelpflanzenanalysen sollten dazu dienen, die Pflanzenentwicklung zu Vegetationsende im Herbst bei Mulch- und Mähdruschsaat zu charakterisieren (Abb. 8-10). Zunächst ist festzustellen, dass sich trotz unterschiedlicher Aussaattermine zu diesem Zeitpunkt der **Wurzelhalsdurchmesser** als indirektes Maß für die Biomasseentwicklung angenähert hat. Die Mulchsaat hatte den Saatzeit bedingten Entwicklungsrückstand fast vollständig aufgeholt. Ferner zeigte

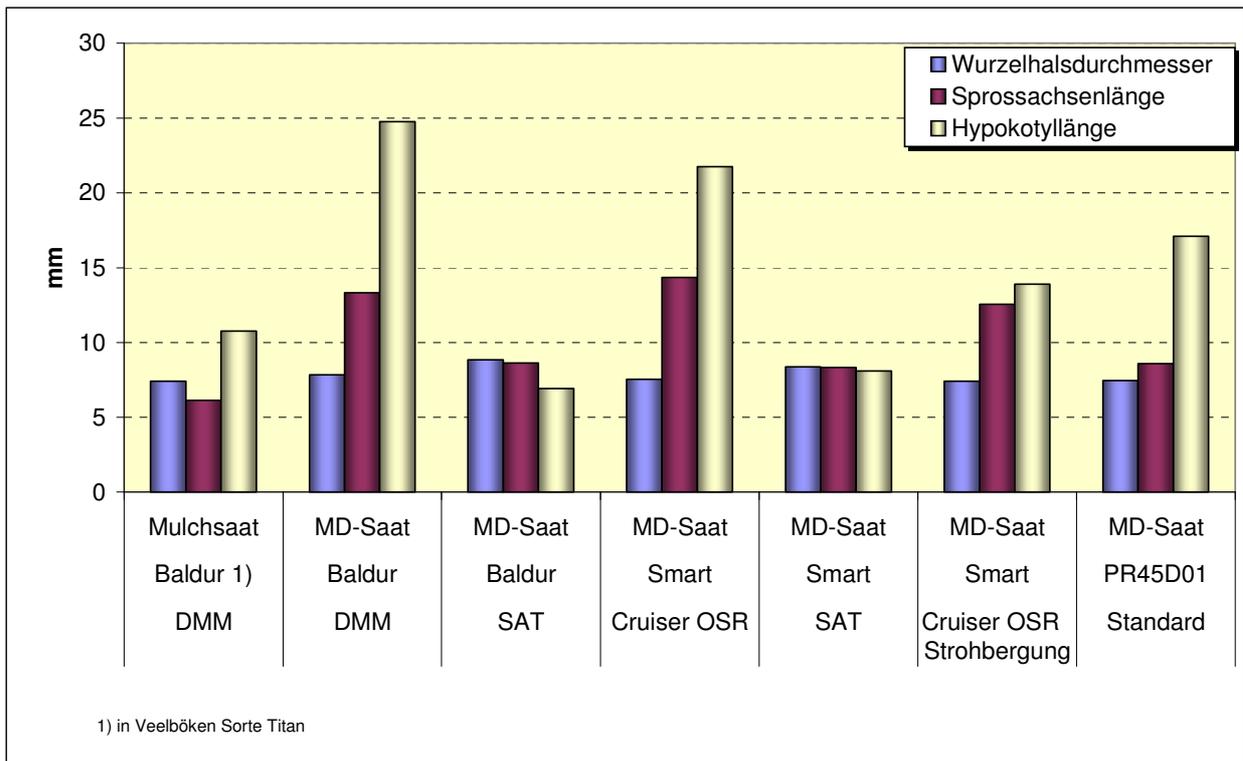
sich die Tendenz leicht höherer Wurzelhalsdurchmesser bei Hybridsorten und bei SAT-Beizung.

Die Sicherheit des Mähdruschsaat-Verfahrens hängt maßgeblich davon ab, wie es gelingt, die verfahrensbedingte Streckung des **Hypokotyls** und der **Sprossachse** bestmöglich zu verringern oder sogar zu vermeiden. Einflussmöglichkeiten ergeben sich durch das Walzen der Strohschicht, eine Strohbergung und/oder den Einsatz von Azolfungiziden in Form einer Saatgutbeizung oder rechtzeitigen Spritzung im Herbst. Die Sprossachsenlänge blieb an allen Standorten unter dem für die Überwinterung kritischen Wert von 20 mm. Anders dagegen die Hypokotyllänge. Beim Durchwachsen der Strohschicht kam es insbesondere bei den Mähdruschsaatvarianten mit Standardbeizung zu einer ausgeprägten Streckung, was zur Beeinträchtigung der Winterfestigkeit führen kann. Durch den Wirkstoff Metconazol in der SAT-Beize verkürzte sich die Hypokotyllänge um die Hälfte. Ein ähnlicher Befund, wenn auch in abgeschwächter Form, war bei der Bergung des Strohs zu verzeichnen. Die zweite Applikation von Folicur im Sechsstadium hatte erwartungsgemäß nur noch einen geringen Einfluss auf die Sprosslänge im Frühjahr (Tab. 10).

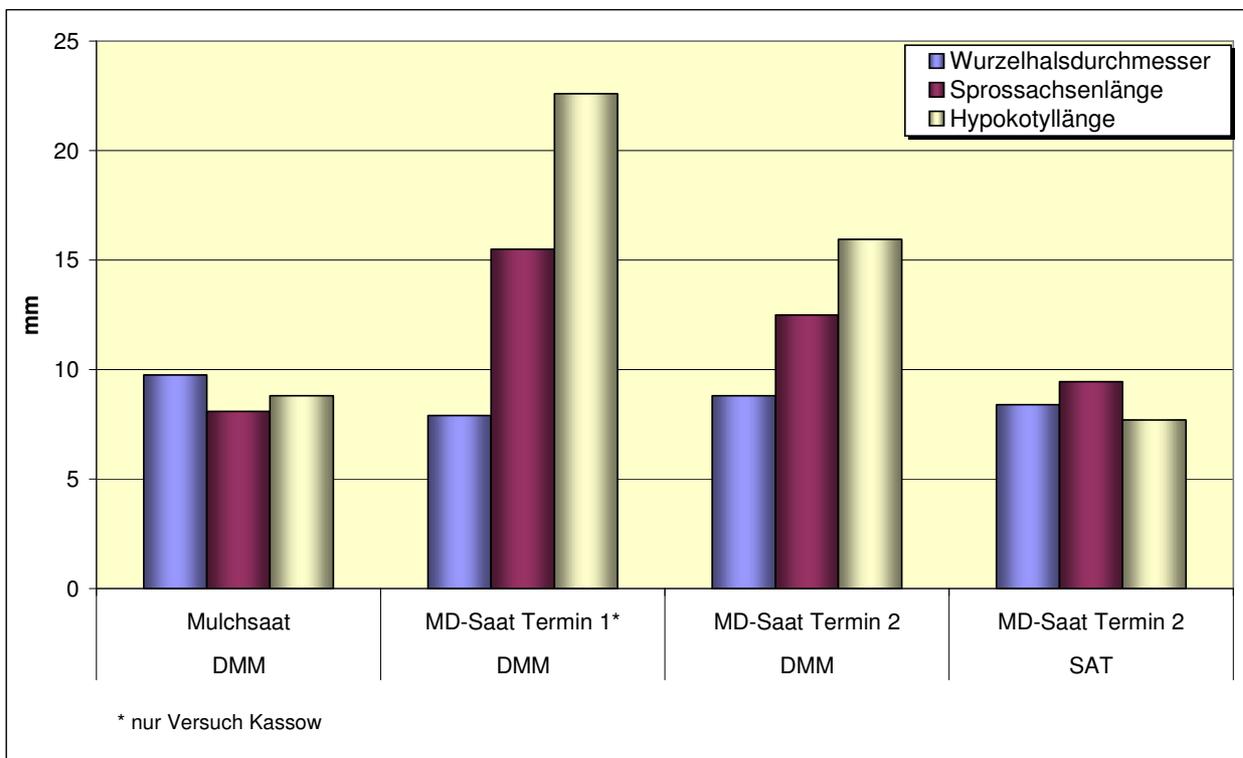
Nicht zuletzt spielt auch die Sorteneignung eine wichtige Rolle. Die speziellen Anforderungen an die Sorte sind Schossfestigkeit im Herbst, eine gute Winterfestigkeit und ein kräftiges Wurzelsystem, insbesondere eine kräftige Pfahlwurzel. Die Neigung, bei Vorhandensein einer Strohschicht ohne SAT-Beizung ein verlängertes Hypokotyl auszubilden, war bei allen geprüften Sorten gegeben. Es war jedoch eine abnehmende Tendenz in Richtung Normalstrohhybrid, Liniensorte und Halbzwerghybrid festzustellen.



**Abb. 8: Einfluss ausgewählter Aussaatvarianten auf die Einzelpflanzenentwicklung im Herbst, Versuche 2003/2004 ( $\bar{x}$  vier Standorte)**



**Abb. 9:** Einfluss ausgewählter Aussaatvarianten auf die Einzelpflanzenentwicklung im Herbst, Versuche 2004/2005 ( $\bar{x}$  vier Standorte)



**Abb. 10:** Einfluss ausgewählter Aussaatvarianten auf die Einzelpflanzenentwicklung im Herbst, Versuche 2006/2007 ( $\bar{x}$  zwei Standorte)

**Tab. 10: Einfluss einer zweiten Azolbehandlung auf die Bestandesdichte und Sprosslänge im Frühjahr (Vegetationsbeginn) – Vergleich Intensität 1 und 2 über alle Aussaatvarianten**

Behandlung	Versuche 2003/04 (n=4)		Versuche 2004/05(n=4)	
	Best.dichte (Pf./m <sup>2</sup> )	Sprosslänge (mm)	Best.dichte (Pf./m <sup>2</sup> )	Sprosslänge (mm)
Folicur 0,7 l/ha (BBCH 14)	38	47	32	91
SF Folicur 0,7 l/ha (BBCH 14) u. Folicur 0,8 l/ha (BBCH 16)	37	44	34	85

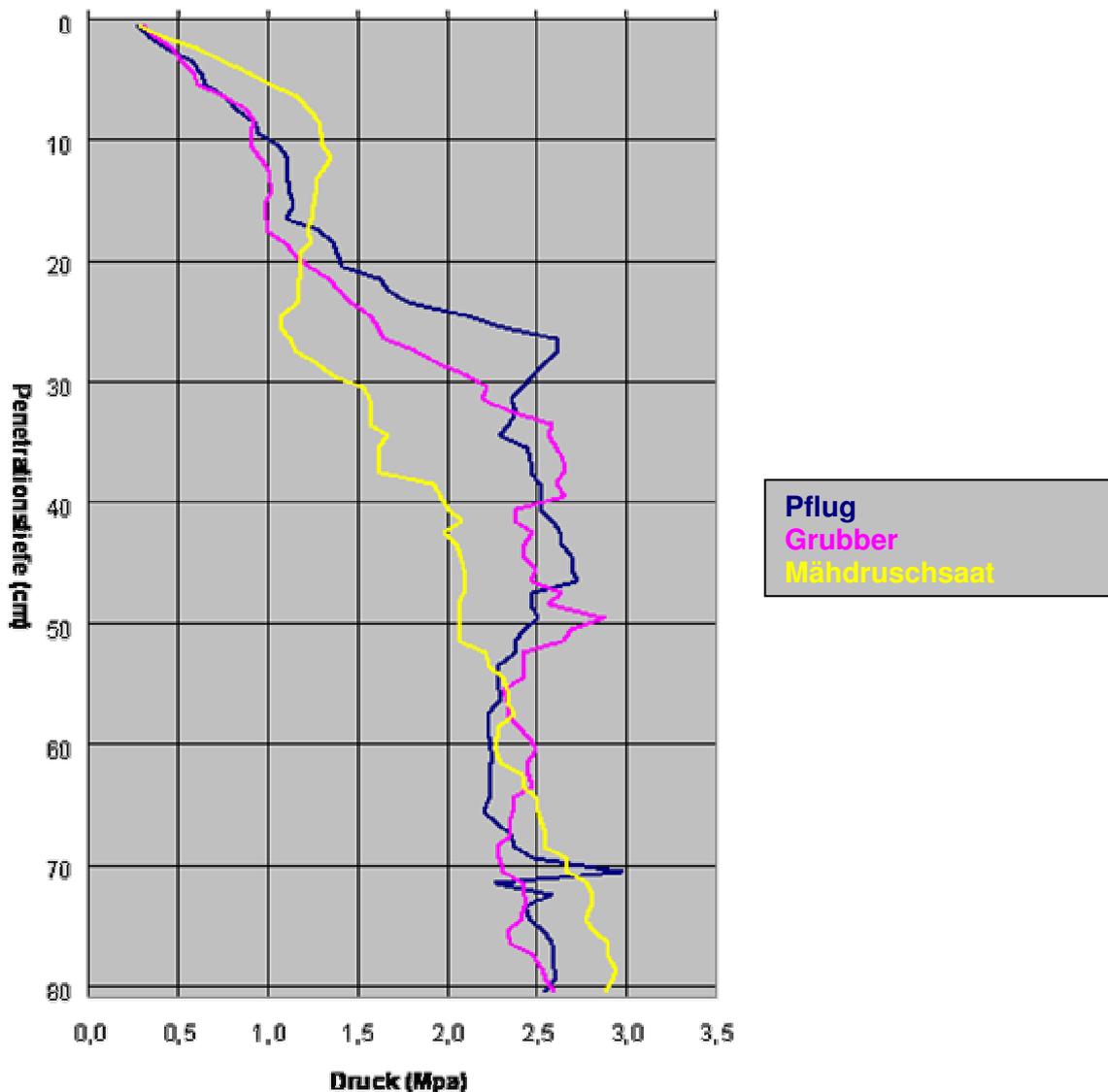
Im Frühjahr 2004 wurden die entnommenen Pflanzenproben genutzt, um den Zustand der Pfahlwurzeln zu beschreiben. Es zeigte sich, daß die Pflanzen aus der Mähdruschaat etwas stärker zur Beinigkeit neigten als bei Mulchsaat (Tab. 11).

**Tab. 11: Einfluss des Säverfahrens auf die Wurzel Ausbildung, Versuchsjahr 2003/04 Bonituren vom 23.-26.03.04, n=60 Pfl./Variante/Ort**

Säverfahren	Sorte	Zusatzbeizung	Strohber-gung	Anteil beiniger Wurzeln (%)			
				Hucks-torf	Ban-dow	Veel-böken	MW
Mulchsaat	Talent	DMM	-	20	48	5	24
Mähdruschaat	Talent	DMM	-	42	35	25	34
Mähdruschaat	Talent	SAT	-	37	25		(31)
Mähdruschaat	Smart	DMM	-	34	49	20	34
Mähdruschaat	Smart	SAT	-	29	25	30	28
Mähdruschaat	Smart	DMM	x	52	36	12	33

X = durchgeführte Maßnahme

Untersuchungen am Standort Veelböken mit der Bodensonde haben ergeben, dass bei der Mähdruschaat zur Durchdringung der oberen Bodenschichten bis ca. 15 cm im Vergleich zur Mulch- und Pflugsaat ein höher Druck erforderlich ist, dafür aber keine Pflugsohlenverdichtungen im Bereich von 25 bis 30 cm Bodentiefe auftreten (Abb. 11).



**Abb. 11: Durchdringungswiderstand des Bodens bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung im Versuch Veelböken am 11.11.2004**

### 4.1.3 Herbizidaufwendungen und Unkrautbonituren

Für die Mähdruschsaat kommen im Prinzip nur Herbizidmaßnahmen im Nachauflauf in Frage, da im Voraufbau die Strohaufgabe eine Applikation auf den Boden behindert. Es bestünde auch noch die Option, bereits im Getreide zur Ernteerleichterung Totalherbizide einzusetzen. Damit wäre eine Spätverunkrautung im Weizen (z. B. Disteln, Quecken, Klettenlabkraut und Vergrasung) kostengünstig bekämpfbar. Gleichzeitig wird damit eine Belastung des Erntegutes durch Zwiewuchs vermieden, was auch zur Verringerung der Trocknungs- und Reinigungskosten beitragen kann.

In den Versuchen wurden die erforderlichen Herbizidbehandlungen im Herbst gegen allgemeine Verunkrautung und gegen Ungräser/Ausfallgetreide in der Regel bis Mitte September abgeschlossen. Nur in Ausnahmefällen wurden in Abhängigkeit vom Bestellverfahren differenzierte Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt (Tab. 12, Versuch Veelböken 2004/05). Im Versuch Gülzow 2003/04 musste in Leitspur 4 wegen des starken Auftretens von Ackerkrummhals Pradone Kombi eingesetzt werden. Behandlungen gegen den Weizendurchwuchs waren in den Versuchen fast ausnahmslos notwendig. Die Erfolgsbonituren zeigen, dass dieses Problem nicht in allen Fällen mit einer Graminizidbehandlung im Herbst gelöst werden konnte (Bandow

2004/05, Kassow 2006/07). Starker Kamilledruck erforderte in insgesamt fünf Versuchen im Frühjahr eine Behandlung mit Lontrel 100. Kamille-Arten traten in der Mulchsaat meist stärker auf als in der Mähdruschsaat (Tab. A1-3). Auffällig war auch die relativ starke Verunkrautung mit Wegrauke in der Mulchsaatvariante der Versuche Bandow 2003/04 und Huckstorf 2004/05. Am Standort Veelböken 2004/05 traten Kamille und auch Klettenlabkraut stärker in der Mähdruschsaat auf, während Ackerstiefmütterchen fast nur in der Mulchsaat zu finden waren. Die Strohbergung hatte keinen eindeutigen Einfluss auf die Ausbreitung der Unkräuter.

**Tab. 12: Herbizidaufwendungen in den Versuchen**

Versuchsjahr, Standort	Herbizidmaßnahme (l/ha)
<b>2003/04</b>	
Veelböken	08.09.: 0,4 Gallant Super, 16.09.: 0,2 Agil 19.03.: 0,86 Lontrel 100
Bandow	01.09.: 2,0 Butisan Top, 03.09.: 1,5 Focus Ultra
Gülzow	03.09.: 2,5 Focus Ultra, 01.10.: 3,0 Pradone Kombi (25 %) 21.04.: 1,2 Lontrel 100
Huckstorf	03.10.: 1,0 Fusilade Max
<b>2004/05</b>	
Veelböken	30.08.: 2,7 Nimbus (Mulchsaat), 31.08.: 2,0 Butisan Top (MD-saat) 24.03.: 0,8 Lontrel 100
Bandow	02.09.: 2,0 Butisan Top, 22.09.: 2,0 Focus Ultra 01.04.: 0,7 Fusilade Max
Boldebeck	07.09.: 2,0 Butisan Top + 2,5 Focus Ultra
Huckstorf	01.10.: 1,6 Targa Super 24.03. 1,2 Lontrel 100
<b>2006/07</b>	
Gülzow	16.09.: 2,0 Fusilade Max 14.03.: 1,2 Lontrel 100
Kassow	13.09.: 0,4 Targa Super in TM, 05.10.: 0,5 Targa Super in TM

Für die ökonomische Kalkulation wurden folgende verfahrensspezifische Herbizidstrategien unterstellt (Tab. 13). Dabei wurden Mittelpreise vom Frühjahr 2007 verwendet.

**Tab. 13: Herbizidstrategien als Grundlage für die Kostenkalkulation unterschiedlicher Bestellverfahren bei Winterraps**

Flächenanteil in %	Herbizid	Aufwandmenge l bzw. kg/ha	Pflug- u. Mulchsaat	Mähdruschsaat Variante 1	Mähdruschsaat Variante 2
50	Roundup Turbo*	2,0			x
100	Nimbus CS	2,5	x		
50	Butisan	1,5		x	
100	Agil-S	0,7	x	x	x
50	Focus Ultra	1,5		x	x
10	Effigo	0,35	x		
25	Effigo	0,35		x	
50	Effigo	0,35			x

\* bereits im Weizen eingesetzt  
x = zutreffende Behandlung

## 4.1.4 Schaderreger- und Lagerbonituren

### 4.1.4.1 Versuchsjahr 2003/04

Als Besonderheit des Versuchsjahres ist der starke Befall mit Larven der Kohlflyge an allen Versuchsstandorten zu nennen, obwohl Bekämpfungsmaßnahmen mit Perfecthion auf der Grundlage einer §11-Genehmigung durchgeführt wurden. Die Bonituren wurden nach dem von Erichsen et al. (2004) entwickelten Boniturschema durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Mähdruschaat ohne SAT-Beizung am stärksten befallen war (Tab. 14).

**Tab. 14: Kohlfliegenbefall an Rapswurzeln in Abhängigkeit von Säverfahren und Beizung Praxisversuche 2003/2004**

Säverfahren	Zusatzbeizung	Boniturnote des Kohlfliegenbefalls		
		Bandow	Huckstorf	Veelböken
Mulchsaat	DMM	1,8	1,3	1,9
Mähdruschaat	DMM	2,6	2,0	2,6
Mähdruschaat	SAT	1,6	1,4	2,0

Saattermin Mähdruschaat: 05.-07.08.

Saattermin pfluglos: 21.-25.08.

Die Phoma-Bonituren haben ergeben, dass die Sorte Talent stärker befallen war als Smart. Die Variante mit SAT-Beizung wies an allen Standorten die geringsten Befallswerte auf (Tab. 15).

**Tab. 15: Phomabefall in Abhängigkeit von Säverfahren, Sorte und Beizung Praxisversuche 2003/2004**

Säverfahren	Sorte	Zusatzbeizung	Phomanote			
			Hucksdorf	Bandow	Gülzow	MW n=2
Mulchsaat	Talent	DMM	(3,9)*	5,8	4,6	5,2
MD-Saat	Talent	DMM	5,0	5,2	4,9	5,1
MD-Saat	Smart	DMM	4,1	4,6	3,3	4,0
MD-Saat	Smart	SAT	3,9	3,5	3,2	3,4

\* Sorte Smart

### 4.1.4.2 Versuchsjahr 2004/05

Auch im Versuchsjahr 2004/05 trat wiederum die Kohlflyge verstärkt auf. Der im Vorjahr festgestellte schwächere Befall durch Metconazolbeizung ließ sich im Herbst 2004 nur bei der Sorte Smart nachweisen (Tab. 16). Der höchste Larvenbefall war bei der Variante mit Strohbergrung zu verzeichnen.

**Tab. 16: Kohlfiegenbefall an Rapswurzeln in Abhängigkeit von Bestellverfahren, Sorte und Beizung in den Versuchen 2004/05**

Bestellverfahren	Sorte	Beizung	Boniturnote Kohlfiege (Herbst)				
			Bandow	Boldebuck	Huckstorf	Veelböken	Mittel
Mulchsaat	Baldur	DMM	2,2	1,3	1,3	2,3	1,8
MD- Saat	Baldur	DMM	2,4	1,3	2,7	1,6	2,0
MD- Saat	Baldur	SAT	2,3	2,0	2,1	1,6	2,0
MD- Saat	Smart	Cruiser OSR	3,1	1,6	3,7	3,0	2,8
MD- Saat	Smart	SAT	1,7	1,5	2,7	1,6	1,9
MD- Saat, Strohbergung	Smart	Cruiser OSR	3,3	2,1	4,1	2,6	3,0
MD- Saat	PR45D01	Standard*	2,5	1,2	2,8	1,4	2,0

\* Chinook

Die Metconazolbeizung führte aber auch noch zu einer Verbesserung der Standfestigkeit und zur Verringerung des Phoma-Befalls (Tab. 17). Das ließ sich sowohl bei der Hybridsorte Baldur als auch bei der Liniensorte Smart beobachten. Demgegenüber gingen beide Sorten insbesondere in Huckstorf und Bandow ohne Metconazolbeizung stark ins Lager, was letztlich zu Mindererträgen geführt hat.

**Tab. 17: Lager- und Phomabonituren in den Versuchen 2004/05 (nach Aussaatvarianten)**

Säverfahren	Sorte	Zusatzbeizung	Lagernote				Phomane
			Veelböken	Huckstorf	Bandow	MW n = 3	Bandow
Mulchsaat	Baldur	DMM	1,6	1,0	1,4	1,3	2,8
MD-Saat	Baldur	DMM	1,4	3,6	2,9	2,6	5,3
MD-Saat	Baldur	SAT	1,0	1,0	1,3	1,1	3,8
MD-Saat	Smart	Cruiser OSR	1,0	2,0	6,3	3,1	4,2
MD-Saat	Smart	SAT	1,0	1,0	2,3	1,4	3,4
MD-Saat	PR45D01	Standard	1,0	1,0	1,1	1,0	4,0

#### 4.1.4.3 Versuchsjahr 2006/07

Sehr starker Sclerotinia-Befall von durchschnittlich 80 Prozent trat am Versuchsstandort Kas-sow auf (Tab. 18). Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten ließen sich nicht feststellen. Sclerotinia überlagerte andere Krankheiten wie Verticillium longisporum und Phoma lingam. Letztere Krankheit ließ sich daher nur am Standort Gülzow bonitieren. Sclerotinia trat dort ebenfalls auf, jedoch in deutlich geringerem Umfang.

**Tab. 18: Sclerotinia- und Phomabonituren in den Versuchen 2006/07  
(nach Aussaatvarianten)**

Säverfahren	Sorte	Zusatzbeizung	Sclerotinia % bef. Pfl.			Phomano- note
			Gülzow	Kassow	MW n=2	Gülzow
Mulchsaat	Trabant	DMM	14	80	47	4,1
MD-Saat	Trabant	DMM	24	74	49	3,9
MD-Saat	Trabant	SAT	8	84	46	3,8

## 4.2 Kornenerträge und Qualität

Die Ertragsergebnisse nach **Aussaatvarianten** sind in den Tabellen 19-21 enthalten. Während sich im Versuchsjahr 2004/05 im Mittel der Standorte eine Überlegenheit der Mulchsaat gegenüber der Mähdruschsaat zeigte, war in den anderen beiden Versuchsjahren zumindest bei den leistungsstärksten Mähdruschsaat-Varianten Ertragsgleichheit zur Mulchsaat gegeben. Im letzten Versuchsjahr 2006/07 kam der neue Combine-Seeder-Prototyp zum Einsatz. In beiden Versuchen wurde damit im Vergleich zur Mulchsaat Ertragsgleichheit bzw. eine geringe Ertragsüberlegenheit (statistisch nicht abgesichert) erzielt. Der zunächst gut etablierte Versuch in Kassow wurde durch den starken Sclerotinia-Befall beeinträchtigt. Die unterschiedlichen Aussaattermine dort hatten keine Auswirkungen auf den Ertrag, die Erhöhung der Bestandesdichte erwies sich dagegen als Vorteil.

Die **Beizung** mit SAT 2002 (Metconazol) führte gegenüber der Standardbeizung mit DMM zu Mehrerträgen in einer Größenordnung von 4-11 Prozent. Die Mehrerträge sind vermutlich auf die vergleichsweise geringere Hypokotylstreckung und die damit verbundene bessere Überwinterung zurückzuführen. In den mit SAT gebeizten Varianten wurden keine signifikanten Ertragsunterschiede gegenüber Mulchsaat festgestellt. Die Metconazolbeizung hat damit maßgeblich zur Verbesserung der Erträge und Ertragssicherheit bei der Mähdruschsaat beigetragen.

Die **Sorte** hatte erwartungsgemäß ebenfalls einen Einfluss auf das Ertragsergebnis. Im ersten Versuchsjahr wurden bei Mähdruschsaat analog den Landessortenversuchen von Mecklenburg-Vorpommern mit der Liniensorte Smart höhere Erträge erzielt als mit der Hybridsorte Talent. Der stärkere Phoma-Befall bei Talent kann mit eine Ursache hierfür sein. Im zweiten Versuchsjahr traten zwischen den Sorten Baldur (Hybridsorte) und Smart keine erkennbaren Unterschiede in den Ertragsleistungen auf. Die Halbzwerghybridsorte PR45D01 ordnete sich im Bereich der ertragsstarken SAT-Beizvarianten von Smart und Baldur ein und zeigte damit eine gute Eignung für das Combine-Seeder-Verfahren.

Der Verzicht auf eine **Schneckenbekämpfung** in einem Arbeitsgang mit der Mähdruschsaat (Variante 2) hatte aufgrund der nicht vorhandenen Ackerschnecken 2003/04 keine Auswirkungen auf den Kornenertrag. Im Folgejahr wurden jedoch an den Standorten Veelböken und Huckstorf bei unterlassener Bekämpfung Mindererträge festgestellt, die sich auch anhand der geringeren Pflanzenzahlen nachvollziehen ließen (vergl. Abb. 6).

Die breitwürfige Ausbringung von Ratron Feldmausköder, zusammen mit Schneckenkorn, ist zukünftig aus Zulassungsgründen nicht mehr möglich.

**Tab. 19: Kornerträge in den Aussaatvarianten 2003/04**

Prüfglied/Kurzbezeichnung <sup>1)</sup>	Kornertrag rel.				adj. Prüfgliedmittel n=4
	Veelböken	Bandow	Gülzow	Huckstorf	
1 Mulchsaat/Talent/DMM	103	108	104	(115) <sup>2)</sup>	105
2 MD-Saat/Talent/DMM	99	91	85	98	95
3 MD-Saat/Talent/DMM/SK	95	88	94	93	94
4 MD-Saat/Talent/SAT/SK		98	97	99	98
5 MD-Saat/Smart/DMM/SK	97	95	109	97	99
6 MD-Saat/Smart/SAT/SK	102	106	107	101	103
7 MD-Saat/Smart/DMM/SK/SB	98	109	107	103	105
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha) = 100 %</b>	<b>53,4</b>	<b>56,9</b>	<b>39,0</b>	<b>51,9</b>	<b>50,3</b>
<b>GD 5 % rel.</b>					<b>6,5</b>

<sup>1)</sup> SK = Schneckenkorn, SB = Strohbergung

<sup>2)</sup> Sorte Smart, nicht in das adj. Prüfgliedmittel einbezogen

**Tab. 20: Kornerträge in den Aussaatvarianten 2004/05**

Prüfglied/Kurzbezeichnung <sup>1)</sup>	Kornertrag rel.				adj. Prüfgliedmittel n=4
	Veelböken	Bandow	Boldebuck	Huckstorf	
1 Mulchsaat/Baldur/DMM	(95) <sup>2)</sup>	117	114	108	111
2 MD-Saat/Baldur/DMM	86	101	92	81	92
3 MD-Saat/Baldur/DMM/SK	99	91	89	97	97
4 MD-Saat/Baldur/SAT/SK	98	104	100	103	102
5 MD-Saat/Smart/Cruiser/SK	92	85	104	97	94
6 MD-Saat/Smart/SAT/SK	103	106	101	106	103
7 MD-Saat/Smart/Cruiser/SK/SB	93	88	113	101	98
8 MD-Saat/PR45D01/Chin./SK	103	101		100	103
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha) = 100 %</b>	<b>46,5</b>	<b>43,4</b>	<b>39,2</b>	<b>39,2</b>	<b>42,1</b>
<b>GD 5 % rel.</b>					<b>10,7</b>

<sup>1)</sup> SK = Schneckenkorn, SB = Strohbergung

<sup>2)</sup> Sorte Titan, nicht in das adj. Prüfgliedmittel einbezogen

**Tab. 21: Kornerträge in den Aussaatvarianten 2006/07**

Prüfglied/Kurzbezeichnung <sup>1)</sup>	Kornertrag rel.		
	Kassow	Gülzow	adj. Prüfgliedmittel n=2
1 Mulchsaat/60/DMM	95	99	97
2 MD-Saat Termin 1/60/DMM	94		
3 MD-Saat Termin 1/60/DMM/SK	100		
4 MD-Saat Termin 2/60/DMM	98	101	100
5 MD-Saat Termin 2/60/DMM/SK	100	100	100
6 MD-Saat Termin 2/60/DMM+Metconazol	100	96	97
7 MD-Saat Termin 2/60/DMM+Metcon./SK <sup>2)</sup>	99		
8 MD-Saat Termin 2/70/DMM/SK	115		
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha) = 100 %</b>	<b>25,5</b>	<b>36,8</b>	<b>31,1</b>
<b>GD 5 % rel.</b>			<b>12,9</b>

<sup>1)</sup> 60 u. 70 = keimf. Körner/m<sup>2</sup>, SK = Schneckenkorn, SB = Strohbergung

<sup>2)</sup> Variante in Gülzow angelegt, wegen undichtem Saatgutbehälter nicht auswertbar

Der zweimalige Einsatz von Folicur in Leitspur 3 und 4 führte zu Mehrerträgen von 2 bis 4 Prozent, die jedoch nicht statistisch abzusichern waren (Tab. 22 bis 24). Die Aufteilung der Stickstoffdüngung im Frühjahr in zwei Teilgaben brachte hinsichtlich des Ertrages keinen Vorteil. Im Versuchsjahr 2006/07 ließ sich durch die Intensitätssteigerungen keine eindeutige Tendenz ablesen (Tab. 24).

**Tab. 22: Standortspezifische Kornerträge bei unterschiedlichem Intensitätsniveau, Combine-Seeder Versuche 2004 (adjustierte Mittelwerte über die Aussaatvarianten)**

Leit-spur	N-Düngung Frühjahr in kg N/ha*	Fungizide Herbst	Kornertrag rel.				adj. Prüf-gliedmittel n=4
			Veel-böken	Ban-dow	Gül-zow	Hucks-torf	
1/2	200	0,7 l/ha Folicur	98	97	104	97	<b>99</b>
3	200	0,7 l/ha Folicur + 0,8 l/ha Folicur	99	100	103	105	<b>101</b>
4	100+100	0,7 l/ha Folicur + 0,8 l/ha Folicur	100	103	92	103	<b>100</b>
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha) = 100 %</b>			<b>53,4</b>	<b>56,9</b>	<b>39,0</b>	<b>51,9</b>	<b>50,3</b>
<b>GD 5 % rel.</b>							<b>7,2</b>

\* Düngerform Harnstoff, Schwefeldüngung einheitlich 45 kg S/ha in Form von Kieserit

**Tab. 23: Standortspezifische Kornerträge bei unterschiedlichem Intensitätsniveau, Combine-Seeder Versuche 2005 (adjustierte Mittelwerte über die Aussaatvarianten)**

Leit-spur	N-Düngung Frühjahr in kg N/ha*	Fungizide Herbst	Kornertrag rel.				adj. Prüf-gliedmittel n = 4
			Veel-böken	Ban-dow	Bolde-buck	Hucks-torf	
1/2	200	0,7 l/ha Folicur	91	100	107	96	<b>98</b>
3	200	0,7 l/ha Folicur + 0,8 l/ha Folicur	107	101	94	98	<b>102</b>
4	100+100	0,7 l/ha Folicur + 0,8 l/ha Folicur	95	104	99	106	<b>101</b>
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha) = 100 %</b>			<b>46,5</b>	<b>43,4</b>	<b>39,2</b>	<b>39,2</b>	<b>42,1</b>
<b>GD 5 % rel.</b>							<b>14,7</b>

\* Düngerform Harnstoff, Schwefeldüngung einheitlich 45 kg S/ha in Form von Kieserit

**Tab. 24: Standortspezifische Kornerträge der Intensitäten in den Versuchen 2007 (adjustierte Mittelwerte über die Aussaatvarianten)**

Leit-spur	N-Start-düngung kg N/ha	Fungizide/AHL Herbst	Kassow	Gülzow	adj. Prüfglied-mittel, n=2
1	0	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL	105	92	<b>100</b>
2	30	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL	98	99	<b>99</b>
3	30	0,7 l/ha Folicur + 40 l/ha AHL 0,8 l/ha Caramba + 40 l/ha AHL	93	105	<b>100</b>
<b>adj. Ortsmittel (dt/ha)</b>			<b>25,5</b>	<b>36,8</b>	<b>31,1</b>
<b>GD 5 % rel.</b>					<b>34,6</b>

In ausgewählten Versuchsvarianten wurden Qualitätsuntersuchungen durchgeführt (Tab. A 4- A 7). Die Rohfettwerte lagen bis auf den Standort in Boldebeck im sortentypischen Bereich. In Boldebeck kam es infolge von Spätfrostschäden zu einem stärkeren Nachblühen, was zu einer ungleichmäßigen Abreife und vermutlich zu den geringeren Rohfettwerten geführt hat.

## 5 Ökonomische Verfahrensbewertung

Auf der Grundlage einer für Mecklenburg-Vorpommern üblichen Anbauintensität für Winterraps wurden Deckungsbeiträge für die Mähdruschsaat im Vergleich zu den Standardtechnologien Mulch- und Pflugsaat kalkuliert (Tab. A 3 bis A 6). Das kostensparende Combine-Seeder-Verfahren bietet sich nicht nur auf den prädestinierten Rapsstandorten, sondern insbesondere auch auf Rapsgranzstandorten an. Daher wurden Deckungsbeitragsrechnungen für zwei unterschiedliche Erträge von 32 und 45 dt/ha vorgenommen, zunächst unter der Voraussetzung, dass Ertragsgleichheit zwischen den Bestellverfahren besteht. Bei den Direktkosten ergeben sich vor allem Unterschiede bei den Pflanzenschutzkosten, die im Wesentlichen auf die unter Pkt. 4.1.3 dargestellten unterschiedlichen Herbizidstrategien zurückzuführen sind (Tab. 13). Die etwas höheren Saatgutkosten bei der Mähdruschsaat sind auf die für dieses Verfahren vorteilhafte SAT-Zusatzbeizung zurückzuführen. Der Aufwand für die Düngung war zwischen den Bestellverfahren nahezu identisch. Bei Stickstoff wurden bei der Mähdruschsaat lediglich 11 kg N/ha mehr unterstellt, bedingt durch eine Zusatzgabe im Herbst von 40 l/ha AHL. Bei Kalk, Phosphor, Kalium und Magnesium wurde von ertragsabhängigen Entzügen ausgegangen. In den Versuchen zeigte sich, dass die Bekämpfung von Feldmäusen insbesondere in Beständen, die mit dem Combine-Seeder-Verfahren etabliert wurden, ein Problem darstellen kann. Eine flächendeckende Bekämpfung ist nicht möglich, so dass nur partielle Maßnahmen (Legeflinte, Köderstellen, Aufstellen von Sitzkrücken für Greifvögel) möglich sind. Dabei können nach Dehne (2008) erhebliche Kosten in einer Größenordnung zwischen 4-60 €/ha anfallen. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Befallsituation und den begrenzten Bekämpfungsmöglichkeiten wurde die Feldmausbekämpfung nicht in die Kalkulation einbezogen.

Die größten Unterschiede der Bestellverfahren ergeben sich aus den variablen Arbeitserledigungskosten. Die Kalkulation der variablen Maschinenkosten erfolgte nach der KTBL-Datensammlung. Vorteile des Mähdruschsaatverfahrens basieren im Wesentlichen auf den geringeren Maschinen- und Lohnkosten, die sich aus dem Wegfall separater Arbeitsgänge für Bodenbearbeitung und Bestellung ergeben. Der nicht erforderliche Stoppelsturz bei der Vorfrucht Weizen muss ebenfalls der Mähdruschsaat gut geschrieben werden. Dafür fallen dort Kosten für das Walzen der Strohschicht an.

Bei der Mähdruschsaat wurden 20 % der Kosten für die Aussaat mit der Drillmaschine und eine um 10 % niedrigere Druschleistung für Getreide unterstellt. Als leistungseinschränkende Faktoren fallen der Kontrollaufwand für die Drillmaschine, erhöhter Zugleistungsbedarf für das Drill-

aggregat, die Saatgutbevorratung, leicht erhöhte Rüstzeiten und das erforderliche exakte Fahren am Vorgewende an (Zeddies, 2000). Die Leistungsminderung beim Weizendrusch ist zwar dem Anbauverfahren Wintertraps nicht unmittelbar zuzurechnen, wurde aber in der Deckungsbeitragsrechnung mit berücksichtigt.

Durch die Kosteneinsparungen bei der Mähdruschaat sind im Vergleich zu konventionellen Säverfahren höhere Deckungsbeiträge in einer Größenordnung von 90-100 €/ha zu verzeichnen (Tab. 25). Das gilt allerdings nur, wenn zwischen beiden Bestellverfahren Ertragsgleichheit besteht.

**Tab. 25: Vergleichende betriebswirtschaftliche Kalkulation verschiedener Verfahren der Rapsbestellung**

Merkmal	Pflugsaat	Mulchsaat	Mähdruschaat		
			Herbizidvar. 1 <sup>1)</sup>	Herbizidvar. 2 <sup>1)</sup>	Strohberg.
<b>Kornertrag (dt/ha)</b>	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Erzeugerpreis (€/ha)	31	31	31	31	31
<b>Erlös (€/ha)</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>
<b>Direktkosten (€/ha), dar.</b>	<b>516</b>	<b>516</b>	<b>505</b>	<b>510</b>	<b>510</b>
Saatgut	90	90	93	93	93
Düngung	209	209	216	216	216
Pflanzenschutz	202	202	180	186	186
sonst. Direktkosten	15	15	15	15	15
var. Masch.kosten (€/ha)	141	134	69	69	99
<b>var. Kosten ges.</b>	<b>657</b>	<b>649</b>	<b>574</b>	<b>579</b>	<b>609</b>
<b>Deckungsbeitrag (€/ha)</b>	<b>738</b>	<b>746</b>	<b>821</b>	<b>816</b>	<b>786</b>
Lohnkosten (€/ha) <sup>2)</sup>	47	43	27	27	34
Deckungsbeitrag incl. var. Maschinen- u. Lohnkosten (€/ha)	692	702	794	788	752

<sup>1)</sup> Unterschiede in den Herbizidvarianten entsprechend Tab A 7 (VS- u. NA-Herbizid)

<sup>2)</sup> kalkuliert mit 13,00 €/h

Wenn mit der Mähdruschaat Ertragsminderungen verbunden sind, gleichen sich die Bestellverfahren im Deckungsbeitrag an. Die Gleichgewichtserträge der Mähdruschaat gegenüber Pflug- und Mulchsaat müssen 87 bis 95 Prozent betragen, je nach Konstellation im standort-spezifischen Ertragsniveau und bei den Erzeugerpreisen (Tab. 26). Bei einem geringen Ertragsniveau sind die Gleichgewichtserträge niedriger als bei hohem Ertragsniveau. Ein Anstieg der Rapserezeugerpreise würde höhere Gleichgewichtserträge bei der Mähdruschaat erfordern. Die Ertragsergebnisse der Versuchsjahre 2003/04 und 2006/07 haben gezeigt, dass Ertragsgleichheit zwischen Mulchsaat und den besten Mähdruschaatvarianten möglich ist. Abschläge von 8 Prozent (Versuchsjahr 2004/05) liegen noch oberhalb der Gleichgewichtserträge.

**Tab. 26: Relative Gleichgewichtserträge der Mähdruschaat gegenüber Pflug- und Mulchsaat in Abhängigkeit von Rapspreis und Ertragsniveau**

Rapspreis €/dt	Gleichgewichtserträge relativ von Mähdruschaat* zu:			
	Pflugsaat		Mulchsaat	
	bei 45 dt/ha	bei 32 dt/ha	bei 45 dt/ha	bei 32 dt/ha
25	91	87	92	89
30	92	89	93	90
35	94	91	94	92
40	94	92	95	93

\* Herbizidvariante 1

Die Festkosten waren nicht Gegenstand der Betrachtungen, da sie betriebsspezifischen Gegebenheiten unterliegen. Genaue Kalkulationen sind diesbezüglich noch nicht möglich, da bisher nur Prototypen des Gerätes zum Einsatz kamen. Denkbar wäre auch der Einsatz des Combine-Seeder-Verfahrens über einen Lohnunternehmer. Ungeklärt ist auch die Frage, ob das Gerät noch weiter modifiziert wird und sich dann als vollwertiger Ersatz für eine Universaldrillmaschine (einschließlich Getreideaussaat) eignet. Zeddies (2000) ermittelte, dass die Hektarkosten des Combine-Seeder-Verfahrens ab ca. 190 ha jährlicher Einsatzfläche sogar unter den Verfahrenskosten der Zwischenfrucht-Direktsaat im separaten Arbeitsgang liegen.

## 6 Schlussfolgerungen

- Vor dem Hintergrund steigender Direkt- und Arbeiterledigungskosten stellt das Combine-Seeder-Verfahren (Mähdruschsaat) trotz hohen Rapspreisniveaus eine interessante Alternative zu herkömmlichen Verfahren der Rapsbestellung dar.
- Die Kostenvorteile des Verfahrens resultieren vorrangig aus den geringeren variablen Maschinen- und Lohnkosten, da gesonderte Arbeitsgänge für die Bodenbearbeitung und Aussaat entfallen. Unter bestimmten Voraussetzungen sind auch Kosteneinsparungen im Herbizidbereich möglich.
- Die Vorteile des Combine-Seeder-Verfahrens können nur dann voll zum Tragen kommen, wenn ähnlich hohe und sichere Erträge wie mit herkömmlichen Verfahren erreicht werden. Die Versuche haben ergeben, dass dieses möglich ist. Aus gerätetechnischer Sicht wurden am Prototyp 2 Verbesserungen vorgenommen. Im Praxistest 2005 traten jedoch technische Probleme auf, die eine Versuchsdurchführung in dem Jahr verhinderten. Das daraufhin überarbeitete Gerät lief bis auf die elektronische Saatsmengendosierung weitgehend störungsfrei und lieferte gleichwertige Erträge im Vergleich zur Mulchsaat.
- Nach den bisherigen Ergebnissen und Erfahrungen ist bei diesem Verfahren besonders darauf zu achten, dass es im Herbst nicht zu übermäßigen Streckungen des Hypokotyls und der Sprossachse kommt. Wichtig dafür sind ein entsprechendes Strohmanagement (gute Zerkleinerung und Verteilung des Strohs, Walzen der Strohschicht), der Anbau robuster und winterharter Sorten, eine möglichst exakte Tiefenablage und Einbettung des Saatgutes sowie der termingerechte Einsatz von Azolfungiziden. Der Einsatz einer metconazolhaltigen Beize (SAT 2002) hat sich als wirksamste Maßnahme zur Vermeidung einer Hypokotylstreckung erwiesen. Gelingt dies nicht, steigen die Überwinterungsrisiken an.
- Wie bei anderen Direktsaatverfahren besteht eine stärkere Gefährdung der Bestände durch Ackerschnecken und Feldmäuse. Letztere sind nach gegenwärtigem Stand nur sehr schwer und mit erheblichem Kostenaufwand zu bekämpfen.
- Bisher ist das Combine-Seeder-Gerät an bestimmte Schneidwerksbreiten und Mähderschertypen gebunden und aufgrund der begrenzten Saatbehälterkapazität nur für Feinsämereien (Raps, Zwischenfrüchte) geeignet. Erweiterte Einsatzmöglichkeiten des Gerätes auch für die Getreideaussaat sind grundsätzlich anzustreben, erfordern aber eine konstruktive Weiterentwicklung (z. B. Kopplungswagen mit größerem Saattank).
- In Großbetrieben würde die Einführung des Combine-Seeder-Verfahrens eine Veränderung des technologischen Ablaufs bei der Ernte erfordern. Dieses scheint gegenwärtig nicht oder nur für ausgewählte Schläge praktikabel. Im Falle von Lagergetreide oder bei extrem früher Getreideernte kann eine qualitätsgerechte Rapsaussaat nicht garantiert werden. Die genannten Eingrenzungen beim Einsatz sprechen daher eher für eine bessere Auslastung des Gerätes im Rahmen von Lohnunternehmern oder Maschinenringen. Die Nutzung für die Aussaat von Zwischenfrüchten ist dabei unbedingt mit zu berücksichtigen.
- Die Mähdruschsaat würde sich insbesondere auf ertragsschwächeren Standorten anbieten, wo es besonders auf eine wassersparende und kostengünstige Verfahrensgestaltung ankommt.

## 7 Zusammenfassung

Das Combine-Seeder-Verfahren (Mähdruschsaat) ermöglicht eine Rapsbestellung in einem Arbeitsgang mit dem Weizendrusch. Dadurch lassen sich die Arbeitserledigungskosten um 70 bis 100 €/ha senken. Im Gegensatz zu anderen Direktsaatverfahren erfolgt die Aussaat direkt in die Weizenstoppel, so dass kein Stroh den Sävorgang behindert. Günstige acker- und pflanzenbauliche Effekte sind mit der Mähdruschsaat durch den höchstmöglichen Erosionsschutz, die Schonung der Bodenwasservorräte, die optimale Ausnutzung der Vegetationszeit und durch die fast uneingeschränkte Befahrbarkeit der Schläge erzielbar. Das Verfahren ist an bestimmte Schneidwerksbreiten und Mähdreschertypen gebunden. Nach der Mähdruschsaat muss der Raps die Häckselstroschicht durchwachsen, wodurch es zu einer unerwünschten Verlängerung des Hypokotyls kommen kann. Derartige Bestände weisen eine eingeschränkte Winterfestigkeit auf. Daher ist es wichtig, für eine gute Zerkleinerung und Verteilung des Strohs zu sorgen, die Strohschicht zu walzen, robuste und winterharte Sorten anzubauen, eine Saatgutbehandlung mit Metconazol vorzunehmen und Azolfungizide termingerecht einzusetzen.

Die Vorteile des Combine-Seeder-Verfahrens können aber nur dann voll zum Tragen kommen, wenn ähnlich hohe und sichere Erträge wie mit herkömmlichen Verfahren erreicht werden. In verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern wurde das Verfahren in insgesamt 10 Großversuchen von 2003 bis 2007 erfolgreich erprobt. Die Versuche wurden mit der Liniensorte Smart und den Hybridsorten Talent, Baldur, Trabant sowie der Halbzwerghybridsorte PR45D01 durchgeführt.

Im Vergleich zur Mulchsaat (2x Grubber) wurden gleichwertige oder geringfügig niedrigere Erträge ermittelt. Für die Optimierung und Ergebnissicherung dieses sowohl acker- und pflanzenbaulich als auch ökologisch-ökonomisch interessanten Verfahrens sind vor allem auf geräte-technischer Ebene weitere Untersuchungen und Verbesserungen notwendig. Die effektive Bekämpfung von Unkräutern und Feldmäusen stellt noch eine Schwachstelle des Verfahrens dar.

### Summary

Oilseed rape can be sown in one operation with the combine-seeder during the harvest of wheat. Advantages are: substantial lowering of the costs of labour and the working time needed (70-100 €/ha), sowing into stubbles, therefore no problems with straw, sparing of the supplies of soil water, very good erosion protection, and lowering of herbicide costs is possible. The combine-seeder technique is only effective for special cutter bar widths and combine types. After sowing the shredded straw falls on the soil surface and the plants has to grow through the straw layer. This can result in a long hypocotyl with negative effects on hibernation. This problem can be reduced by a suitable straw management (good cutting up, distribution and rolling of the straw), by cultivation of robust and winter-hard varieties, the application of azol-fungicides in autumn, and seed dressing with SAT 2002 (active substance metconazol).

The advantages of the combine-seeder technique can only be achieved if similar high and safe yields are obtained compared with conventional tillage. The combine-seeder was successfully tested in altogether ten experiments from 2003–2007 at different farms in Mecklenburg-Vorpommern, Germany. The tests were carried out with the varieties 'Talent', 'Baldur', 'Smart', 'Trabant' and the semi dwarf hybrid 'PR45D01'. Hybrids were sown at a seed rate of 60 seeds per m<sup>2</sup> and conventional varieties (Smart) at 70 seeds per m<sup>2</sup>.

Compared with yields of standard minimum tillage (twice cultivator, seeder) the combine-seeder had equal or slightly lower yields (3-8 per cent). Further research needed to be done for the technical optimization of combine-seeder and the effective control of weeds and field mice.

### Literaturverzeichnis

Dehne, R. 2008: Mäuseplage im Griff? dlz **59** (1): 50-52.

Erichsen, E.; Hünmörder, S. & Ch. Kruspe 2004: Die Kohlflye. Raps **22** (1): 4-9.

Schäfer, B. C. 2001: Erfahrungsbericht zur Mähdruschsaat aus dem Jahr 2000/2001 im Bereich der Landwirtschaftskammer Hannover, Bezirksstelle Northeim.

- Schulz, R.-R.; Birnkammer, H. & A. Hönscher 2005: Mähdruschsaat von Winterraps. Raps **23**:, 123-128.
- Schulz, R.-R.; Birnkammer, H. & A. Hönscher 2005: Ernte und Saat in einem Arbeitsgang. Landwirtschaft ohne Pflug **2**: 30-36.
- Zeddies, J. 2000: Direktsaat von Zwischenfrüchten in Verbindung mit dem Mähdrusch. Abschlussbericht Universität Stuttgart-Hohenheim, Inst. f. landwirtschaftliche Betriebslehre

## Anhang

**Tab. A 1: Häufigste Unkraut-/Ungrasarten an den Versuchsstandorten 2003/04  
(Angaben in Anzahl Pfl./m<sup>2</sup>)**

Unkrautart	Mähdruschsaat				Mulchsaat	
	ohne Strohbergung		mit Strohbergung		Herbst	Frühjahr
	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr		
<b>Gülzow</b>						
Weizendurchwuchs		1		1		
Ackerkrummhals			1			
Ackerstiefmütterchen	1	1			2	2
Weißer Gänsefuß			1			
Hederich			1			
Hirtentäschel	1	2	1	2	1	1
Kamille-Arten	7	7	1	2	9	9
Löwenzahn		1		1		
Reiherschnabel		2	1	1		
Storchschnabel	1				2	2
Vogelmiere					1	3
<b>Summe</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
<b>Huckstorf</b>						
Weizendurchwuchs	9	8	7	6	16	4
Ackerstiefmütterchen			1	1		2
Ehrenpreis-Arten		3		10		3
Hirtentäschel						1
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>10</b>
<b>Bandow</b>						
Weizendurchwuchs		1		1		3
Ackerstiefmütterchen		2		2		2
Ehrenpreis-Arten		1				
Kamille-Arten				3		
Stengelumf. Taubnessel		1		2		
Vogelmiere		2		2		
Wegerauke		1		6		12
<b>Summe</b>		<b>8</b>		<b>16</b>		<b>17</b>
<b>Veelböken</b>						
Weizendurchwuchs	1	1	1	1	1	
Weißer Gänsefuß					1	
Hirtentäschel					4	
Kamille-Arten	8	5	7	4	21	4
Stengelumf. Taubnessel	1	1			6	2
Vogelknöterich	1		1			
Vogelmiere					1	3
<b>Summe</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>9</b>

**Tab. A 2: Häufigste Unkraut-/Ungrasarten an den Versuchsstandorten 2004/05  
(Angaben in Anzahl Pfl./m<sup>2</sup>)**

Standort/Unkrautart	Mähdruschsaat				Mulchsaat	
	ohne Strohbergung		mit Strohbergung		Herbst	Frühjahr
	Herbst	Frühjahr	Herbst	Frühjahr		
<b>Boldebuck</b>						
Weizendurchwuchs	7	4	6	2	11	7
Ackerstiefmütterchen		2	1	2	2	7
Klettenlabkraut	1					
Ehrenpreisarten		1				1
Kamille-Arten	1	1		2		
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>15</b>
<b>Huckstorf</b>						
Ackerstiefmütterchen	2	1	4	2	1	1
Kamille-Arten	3	3	11	8	21	12
Vogelmiere	1		1	1	1	
Wegerauke					5	2
Einj. Rispe (in % Deckungsgr.)	4 %	7 %	11 %	16 %	< 1 %	< 1 %
<b>Summe (ohne Rispe)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>15</b>
<b>Bandow</b>						
Weizendurchwuchs	10		3		14	
Ackerstiefmütterchen	2	1	4	1		1
Vogelmiere	1	1	1	1	2	2
Wegerauke			1	1		1
<b>Summe</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>4</b>
<b>Veelböken</b>						
Weizendurchwuchs	2	1	1		4	1
Ackerstiefmütterchen					19	17
Klettenlabkraut	1	1	1	1		
Ehrenpreisarten	1	1	1	1		1
Kamille-Arten	4	3	10	8		
<b>Summe</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>19</b>

**Tab. A 3: Häufigste Unkraut-/Ungrasarten an den Versuchsstandorten 2006/07  
(Angaben in Pfl./m<sup>2</sup> Herbstbonitur)**

Standort/Unkrautart	Mähdruschsaat		Mulchsaat
	Aussaat früh	Aussaat optimal	
<b>Gülzow</b>			
Weizendurchwuchs		9	9
Kamille-Arten		3	5
Einjährige Rispe		3	3
Vogelmiere		2	2
Hirtentäschel		1	3
<b>Summe</b>		<b>18</b>	<b>22</b>
<b>Kassow</b>			
Ackerstiefmütterchen	33	82	221
Weizendurchwuchs	98	12	30
Klatschmohn	5	2	4
Klettenlabkraut	5	3	1
Kamille-Arten	4	3	9
<b>Summe</b>	<b>145</b>	<b>102</b>	<b>265</b>

**Tab. A 5: Qualitätsuntersuchungen in den Versuchen 2005  
(bezogen auf 91 % TS)**

<b>Bestellverfahren, Sorte</b>	<b>% Rohprotein</b>	<b>% Rohfett</b>	<b>GSL (µmol/g)</b>
<b>Boldebeck</b>			
Mulchsaat, Baldur	20,1	39,5	6,0
MD-Saat, Baldur	18,6	37,1	6,1
MD-Saat, Smart	19,1	42,4	11,9
MD-Saat, PR 45D01	19,4	41,2	9,2
<b>Veelböken</b>			
Mulchsaat, Titan	16,7	44,2	9,8
MD-Saat, Baldur	17,2	43,6	12,2
MD-Saat, Smart	16,8	44,2	14,9
MD-Saat, PR 45D01	17,8	42,2	10,1
<b>Huckstorf</b>			
Mulchsaat, Baldur	19,5	42,1	9,8
MD-Saat, Baldur	17,8	43,2	9,1
MD-Saat, Smart	17,4	44,1	12,1
MD-Saat, PR 45D01	17,4	42,7	8,6
<b>Bandow</b>			
Mulchsaat, Baldur			
MD-Saat, Baldur	20,7	41,0	10,6
MD-Saat, Smart	20,5	42,5	16,2
MD-Saat, PR 45D01	20,4	40,9	14,7

**Tab. A 6: Kalkulationsmodell verschiedener Anbauverfahren für Raps  
Ertragsniveau 32,0 dt/ha**

Verfahren		Pflugsaat	Mulchsaat	Mähdruschsaat				
Merkmal	ME			VS Herbizid	NA Herbizid	NA Herb. + Strohbergung		
	Ertrag	dt/ha	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
	Erzeugerpreis	€/dt	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
<b>Gesamterlös</b>		<b>€/ha</b>	<b>992</b>	<b>992</b>	<b>992</b>	<b>992</b>	<b>992</b>	<b>992</b>
	Sorte		Kalkulation					
	Saatgutbehandlung		DMM	DMM	SAT	SAT	SAT	
	Menge	E./ha	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	Kosten	€/E.	224	224	233	233	233	233
<b>Saatgut</b>		<b>€/ha</b>	<b>74</b>	<b>74</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>77</b>
	Stickstoff	kg/ha	190	190	201	201	201	201
	Phosphor	kg/ha	58	58	58	58	58	58
	Kali	kg/ha	32	32	32	32	32	32
	Magnesium	kg/ha	16	16	16	16	16	16
	Kalk	dt/ha	4	4	4	4	4	4
	Mikronährstoffe	€/ha	9	9	9	9	9	9
<b>Düngung</b>		<b>€/ha</b>	<b>182</b>	<b>182</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>	<b>189</b>
	Herbizide	€/ha	82	82	60	66	66	66
	Fungizide	€/ha	59	59	59	59	59	59
	Insektizide	€/ha	22	22	22	22	22	22
	Sonstiges	€/ha	22	22	22	22	22	22
<b>Pflanzenschutz</b>		<b>€/ha</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>164</b>	<b>169</b>	<b>169</b>	<b>169</b>
	Sonstige Direktk	€/ha	15	15	15	15	15	15
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>€/ha</b>	<b>456</b>	<b>456</b>	<b>445</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>€/ha</b>	<b>536</b>	<b>536</b>	<b>547</b>	<b>542</b>	<b>542</b>	<b>542</b>
	<b>Arbeitsgang</b>		Anzahl der Arbeitsgänge					
	Walzen				1,0	1,0		
	Pflügen mit Packer		1,0					
	Tiefgrubbern			1,0				
	Grubbern			1,0				
	Säen mit Saatbettkombination und Sämmaschine, 4 kg/ha		1,0	1,0				
	Säen mit Sämmaschine 4kg/ha	20 % der Kosten für Aussaat mit Drille			0,2	0,2		0,2
	Mineraldünger ab Feld streuen	Herbst	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Pflanzenschutz ab Feld	Herbst	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Mineraldünger ab Feld streuen	N Frühjahr	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Pflanzenschutz ab Feld	Frühjahr	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Mähdrusch von Raps/AB		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Korntransport 4 t/ha		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Scheibeneggen, Stoppelbearb.		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Mineraldünger ab Hof streuen	P-, K-Düng	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Quaderballen pressen							1,0
	Quaderballentransport							1,0
	Schneckenkorn streuen		1,0	1,0				
	Mähdrusch von Getreide	Aussaat Raps			0,1	0,1		0,1
	Scheibeneggen, Stoppelbearb.	Vorfr. WW			-1,0	-1,0		-1,0
	Arbeitszeitananspruch	AKh/ha	3,5	3,2	2,0	2,0		2,5
	Lohnkosten	€/ha	45	42	26	26		33
<b>Variable Maschinenkosten</b>		<b>€/ha</b>	<b>138</b>	<b>131</b>	<b>66</b>	<b>66</b>		<b>96</b>
<b>Variable Kosten gesamt</b>		<b>€/ha</b>	<b>594</b>	<b>587</b>	<b>511</b>	<b>517</b>		<b>547</b>
<b>Deckungsbeitrag</b> incl. var. Maschinenkosten		<b>€/ha</b>	<b>398</b>	<b>405</b>	<b>481</b>	<b>475</b>		<b>445</b>
<b>Deckungsbeitrag</b> incl. var. Maschinen- + Lohnkosten		<b>€/ha</b>	<b>352</b>	<b>363</b>	<b>455</b>	<b>449</b>		<b>413</b>

**Eingabe:**

<b>Ertrag Basis</b>	dt/ha	<b>32,0</b>				
<b>Variante</b>		Vergleich Pflug	Vergleich pfluglos	MD Saat Standard	MD Saat SAT	MD Saat Strohberg.
<b>Ertrag</b>	relativ %	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>N-Düng. Herbst</b>	kg/ha	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
davon AHL-Düng. Herbst MD-Saat	l/ha			40	40	40
<b>N-Düng. Frühjahr</b>	kg/ha	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>160</b>

<b>Unkrautbekämpfung</b>						
	Umfang	Mittel	Aufwandmenge	Kosten	Kosten	
	Flächenanteil %		l, kg/ha	€/l,kg	€/ha	
Pflug /Mulchsaat	100	Nimbus CS	2,50	24,00	60,0	
	100	Agil-S	0,70	26,25	18,4	
	10	Effigo	0,35	100,15	3,5	
<b>Summe</b>					<b>81,9</b>	
Mähdruschaat Vorerntebehandlu	50	Butisan	1,50	37,05	27,8	
	100	Agil-S	0,70	26,25	18,4	
	50	Focus Ultra	1,50	14,60	11,0	
	25	Effigo	0,35	100,15	8,8	
<b>Summe</b>					<b>65,9</b>	
Mähdruschaat Nachauflaufbehar	50	Roundup Turbo	2,00	13,40	13,4	
	100	Agil-S	0,70	26,25	18,4	
	50	Focus Ultra	1,50	14,60	11,0	
	50	Effigo	0,35	100,15	17,5	
<b>Summe</b>					<b>60,3</b>	
<b>Fungizide</b>	100	Folicur	0,70	28,10	19,7	
alle Prüfglieder						
	100	Cantus	0,50	78,05	39,0	
<b>Insektizid</b>	100	Biscaya	0,30	48,40	14,5	
alle Prüfglieder	100	Karate Zeon	0,08	105,85	8,5	
<b>Schneckenkorn</b>	100	MesuroI	4,00	5,55	22,2	
alle Prüfglieder					<b>103,9</b>	

<b>Düngemittel</b>	Stickstoff	€/kg N	0,65
	Phosphor	€/kg P2O5	0,40
	Kali	€/kg K2O	0,30
	Kalk	€/dt CaO	3,50
	Magnesium	kg MgO	0,10
<b>Saatgut</b>	Hybridsaatgut	€/E	224,25
Mähdruschaat	Zuschlag SAT-Be	€/E	8,60
<b>Markterlös</b>	Erzeugerpreis	€/dt	31,00

**variable Arbeitserledigungskosten**

Kalkulation auf Basis Richtwerte Deckungsbeiträge LFA und Datensammlung KTBL

DK €/l 1,00

Akh €/h 13

Leistungseinschränkung, Mehrverbrauch an DK bei Mähdrescher bei Weizendrusch: 10%

Aufwand für Zusatzausrüstung, Befüllung bei MD-Saat: 20 % der Kosten für Aussaat mit Drille

**Tab. A 7: Kalkulationsmodell verschiedener Anbauverfahren für Raps  
Ertragsniveau 45,0 dt/ha**

Verfahren		Pflug	Mulchsaat	Mähdruschsaat			
Merkmal	ME			VS Herbizid	NA Herbizid	NA Herb. + Strohbergung	
	Ertrag	dt/ha	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
	Erzeugerpreis	€/dt	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
<b>Gesamterlös</b>		<b>€/ha</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>	<b>1.395</b>
	Sorte		Kalkulation				
	Saatgutbehandlung		DMM	DMM	SAT	SAT	SAT
	Menge	E./ha	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	Kosten	€/E.	224	224	233	233	233
<b>Saatgut</b>		<b>€/ha</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>93</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
	Stickstoff	kg/ha	210	210	221	221	221
	Phosphor	kg/ha	81	81	81	81	81
	Kali	kg/ha	45	45	45	45	45
	Magnesium	kg/ha	23	23	23	23	23
	Kalk	dt/ha	4	4	4	4	4
	Mikronährstoffe	€/ha	9	9	9	9	9
<b>Düngung</b>		<b>€/ha</b>	<b>209</b>	<b>209</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
	Herbizide	€/ha	82	82	60	66	66
	Fungizide	€/ha	75	75	75	75	75
	Insektizide	€/ha	22	22	22	22	22
	Sonstiges	€/ha	22	22	22	22	22
<b>Pflanzenschutz</b>		<b>€/ha</b>	<b>202</b>	<b>202</b>	<b>180</b>	<b>186</b>	<b>186</b>
	Sonstige Direktk	€/ha	15	15	15	15	15
<b>Summe Direktkosten</b>		<b>€/ha</b>	<b>516</b>	<b>516</b>	<b>505</b>	<b>510</b>	<b>510</b>
<b>Direktkostenfreie Leistung</b>		<b>€/ha</b>	<b>879</b>	<b>879</b>	<b>890</b>	<b>885</b>	<b>885</b>
	<b>Arbeitsgang</b>		Anzahl der Arbeitsgänge				
	Walzen				1,0	1,0	
	Pflügen mit Packer		1,0				
	Tiefgrubbern			1,0			
	Grubbern			1,0			
	Säen mit Saatbettkombination und Sämmaschine, 4 kg/ha		1,0	1,0			
	Säen mit Sämmaschine 4kg/ha	20 % der Kosten für Aussaat mit Drille			0,2	0,2	0,2
	Mineraldünger ab Feld streuen	Herbst	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Pflanzenschutz ab Feld	Herbst	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Mineraldünger ab Feld streuen	N Frühjahr	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	Pflanzenschutz ab Feld	Frühjahr	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	Mähdrusch von Raps/AB		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Korntransport 4 t/ha		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Scheibeneggen, Stoppelbearb.		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Mineraldünger ab Hof streuen	P-, K-Düng	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Quaderballen pressen						1,0
	Quaderballentransport						1,0
	Schneckenkorn streuen		1,0	1,0			
	Mähdrusch von Getreide	Aussaat Raps			0,1	0,1	0,1
	Scheibeneggen, Stoppelbearb.	Vorfr. WW			-1,0	-1,0	-1,0
	Arbeitszeitananspruch	AKh/ha	3,6	3,3	2,1	2,1	2,6
	Lohnkosten	€/ha	47	43	27	27	34
<b>Variable Maschinenkosten</b>		<b>€/ha</b>	<b>141</b>	<b>134</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>99</b>
<b>Variable Kosten gesamt</b>		<b>€/ha</b>	<b>657</b>	<b>649</b>	<b>574</b>	<b>579</b>	<b>609</b>
<b>Deckungsbeitrag</b> incl. var. Maschinenkosten		<b>€/ha</b>	<b>738</b>	<b>746</b>	<b>821</b>	<b>816</b>	<b>786</b>
<b>Deckungsbeitrag</b> incl. var. Maschinen- + Lohnkosten		<b>€/ha</b>	<b>692</b>	<b>702</b>	<b>794</b>	<b>788</b>	<b>752</b>

**Eingabe:**

	<b>Ertrag Basis</b>	dt/ha	<b>45</b>				
	<b>Variante</b>						
	<b>Ertrag</b>	relativ %	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	<b>N-Düng. Herbst</b>	kg/ha	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
davon	AHL-Düng. Herbst MD-Saat	l/ha			40	40	40
	<b>N-Düng. Frühjahr</b>	kg/ha	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

<b>Unkrautbekämpfung</b>						
	Umfang	Mittel	Aufwandmenge	Kosten	Kosten	
	Flächenanteil %		l, kg/ha	€/l,kg	€/ha	
Pflug /Mulchsaat	100	Nimbus CS	2,50	24,00	60,0	
		100 Agil-S	0,70	26,25	18,4	
		10 Effigo	0,35	100,15	3,5	
	<b>Summe</b>				<b>81,9</b>	
Mähdruschsaat	50	Butisan	1,50	37,05	27,8	
Vorerntebehandlung	100	Agil-S	0,70	26,25	18,4	
		50 Focus Ultra	1,50	14,60	11,0	
		25 Effigo	0,35	100,15	8,8	
	<b>Summe</b>				<b>65,9</b>	
Mähdruschsaat	50	Roundup Turbo	2,00	13,40	13,4	
Nachauflaufbehar	100	Agil-S	0,70	26,25	18,4	
		50 Focus Ultra	1,50	14,60	11,0	
		50 Effigo	0,35	100,15	17,5	
	<b>Summe</b>				<b>60,3</b>	
<b>Fungizide</b>	100	Folicur	0,70	28,10	19,7	
alle Prüfglieder	100	Caramba	0,70	23,95	16,8	
		100 Cantus	0,50	78,05	39,0	
<b>Insektizid</b>	100	Biscaya	0,30	48,40	14,5	
alle Prüfglieder	100	Karate Zeon	0,08	105,85	8,5	
<b>Schneckenkorn</b>	100	Mesurool	4,00	5,55	22,2	
alle Prüfglieder					<b>120,6</b>	

<b>Düngemittel</b>	Stickstoff	€/kg N	0,65
	Phosphor	€/kg P2O5	0,40
	Kali	€/kg K2O	0,30
	Kalk	€/dt CaO	3,50
	Magnesium	kg MgO	0,10
<b>Saatgut</b>	Hybridsaatgut	€/E	224,25
Mähdruschsaat	Zuschlag SAT-Be	€/E	8,60
<b>Markterlös</b>	Erzeugerpreis	€/dt	31,00

**variable Arbeitserledigungskosten**

Kalkulation auf Basis Richtwerte Deckungsbeiträge LFA und Datensammlung KTBL

DK	€/l	1,00
Akh	€/h	13

Leistungseinschränkung, Mehrverbrauch an DK bei Mähdrescher bei Weizendrusch: 10%

Aufwand für Zusatzausrüstung, Befüllung bei MD-Saat: 20 % der Kosten für Aussaat mit Drille



Bilder A1 u. A2 Mährescher Claas Dominator 118 mit angebautem Direktsaatgerät (Prototyp I)



Bilder A3 u. A4: Mährescher MF 7278 mit angebautem Direktsaatgerät (Prototyp II)



Bilder A5 u. A6: Hinten seitlich angebauter Schneckenkornstreuer bei beiden Prototypen



Bilder A7 u. A8: Keimpflanzen bei Standardbeizung (links) und gestauchter Wuchs durch Metconazol-Beizung (rechts)



Bilder A9 u. A10: Teil der Großversuche in Huckstorf 2004 (links) und Veelböken (2005)