

## Entwicklung von Bewirtschaftungssystemen auf Sandböden

**Forschungs-Nr.: 2/295**

**Laufzeit: 2006 - 2010**

**verantw.**

**Themenbearbeiter: Dr. Ralf-Rainer Schulz**

**Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Birgit Burmann**

**Dezember 2010**

\_\_\_\_\_  
Themenbearbeiter

\_\_\_\_\_  
Institutsleiter



# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>	
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aufgaben und Zielstellung</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>2</b>
3.1	Standorteigenschaften, Niederschlag und Nährstoffversorgung	2
3.2	Bodenbearbeitungsversuch innerhalb einer vierfeldrigen Fruchtfolge (Komplexversuch auf Grenzertragsstandort)	6
3.3	Weitere Parzellenversuche auf Grenzertragsstandorten	8
<b>4</b>	<b>Ergebnisse 2006-2010</b>	<b>8</b>
4.1	Fruchtfolge/Bodenbearbeitung	8
4.1.1	Vegetationsbegleitende Untersuchungen	8
4.1.2	Kornerträge, Wirtschaftlichkeit und Qualitätsanalysen	11
4.1.3	N-Düngeverfahren auf Sandböden	13
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	<b>15</b>

## Literatur

## 1 Einleitung

Auf mehr als einem Fünftel der Ackerfläche Mecklenburg-Vorpommerns sind die Standortbedingungen für eine nachhaltig wirtschaftliche Pflanzenproduktion ungünstig. Unter den Begriff Grenzertragsstandorte fallen diejenigen landwirtschaftlich genutzten Flächen, auf denen auch bei optimaler Betriebsorganisation und Betriebsführung unter gegebenen Marktbedingungen und allgemeinen agrarpolitischen Rahmenbedingungen nicht mehr kostendeckend produziert werden kann. Dabei handelt es sich in Mecklenburg-Vorpommern um alle D1/2-Böden mit  $AZ < 28$  sowie um sorptionsschwache Böden mit  $AZ < 30$  und einem geringen Lehmanteil, ungenügender natürlicher Nähstoffnachlieferung sowie schlechter bzw. unregelmäßiger Wasserversorgung in der Vegetationsperiode (GURGEL u. SCHULZ, 2003). Hinsichtlich ihrer Bewirtschaftung stellen Sandböden besondere Anforderungen an die Bewirtschaftung. So sind sie nach SCHEFFER und SCHACHTSCHNABEL (2002) bei jedem Feuchtezustand leicht bearbeitbar und aufgrund des hohen Anteils grober Poren gut durchlüftet, besitzen aber nur ein geringes Wasserhalte- und Nährstoffbindevermögen. Aus letzterem resultiert die geringe Ertragsfähigkeit der Sandböden. Sie zeichnen sich ferner durch eine hohe Wasserdurchlässigkeit aus, die zwar stauende Nässe verhindert, aber gleichzeitig auch Nährstoffauswaschung fördert. Im Gegensatz zu lehmigen und tonigen Böden besitzt Sand eine geringere Wärmekapazität. Im Frühjahr erwärmen sich diese Böden rasch und bei feuchten Bedingungen findet ein schneller Abbau organischer Substanz durch Mikroorganismen statt. Sandböden haben daher nur vergleichsweise niedrige Humus- und Nährstoffgehalte. Sie neigen auch zur Dichtlagerung, was bei der Bodenbearbeitung unbedingt zu beachten ist. Durch die genannten Eigenschaften der Sandböden engt sich das Spektrum der geeigneten Kulturpflanzen ein. Daraus resultieren besondere Anforderungen an den speziellen Pflanzenbau sowie die optimale Gestaltung von Fruchtfolgen und Anbausystemen.

## 2 Aufgaben und Zielstellung

Ziel der Landesregierung ist es, auch in benachteiligten Gebieten eine standortgerechte Landbewirtschaftung zu sichern. Dabei sollen nachhaltige Bewirtschaftungsformen, die insbesondere den Belangen des Umweltschutzes Rechnung tragen, gefördert werden.

Aus strukturellen, sozio-ökonomischen und landeskulturellen Gründen ist eine flächendeckende Landbewirtschaftung anzustreben. Sie muss daher auch auf Standorten mit geringerer Ertragsfähigkeit möglich sein. Für den Bereich der Mähdruschproduktion werden mit dem Forschungsthema folgende Zielstellungen verfolgt:

- Verbesserung der Ertragsstabilität einer vierfeldrigen Fruchtfolge mit den Mähdruschfrüchten Winterraps, Winterweizen, Winterroggen und Blauen Lupinen auf Sandböden durch optimierte Bodenbearbeitung.
- Erarbeitung von Anbauempfehlungen für die genannten Kulturen auf Sandböden.
- Betriebswirtschaftliche Bewertung einzelner Fruchtarten sowie der gesamten Fruchtfolge.

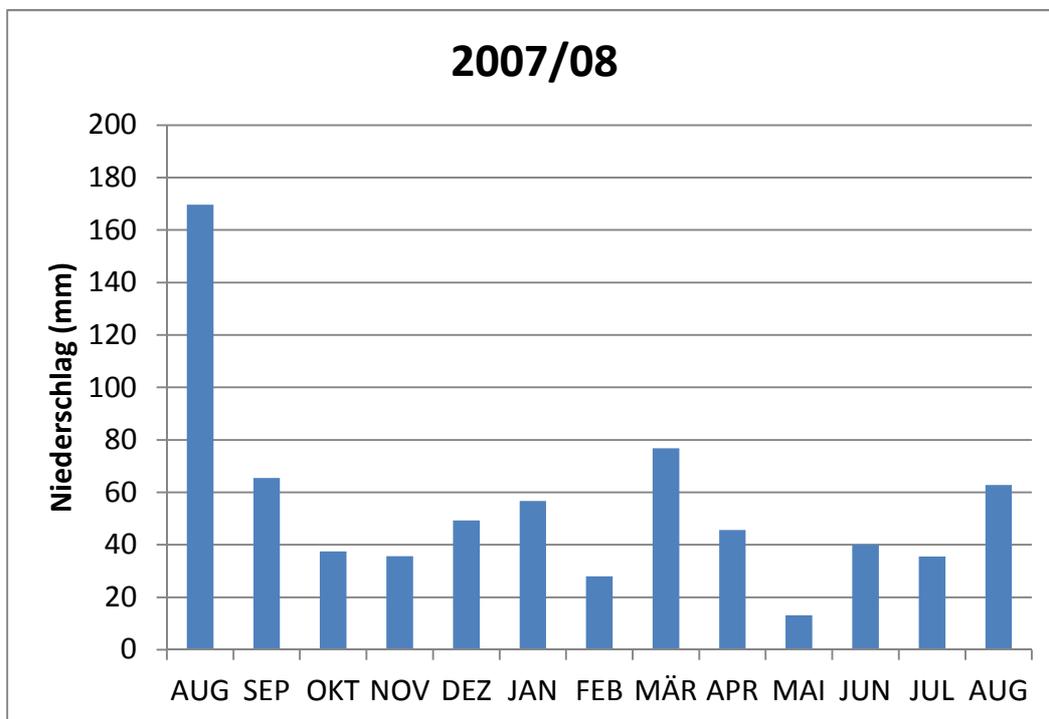
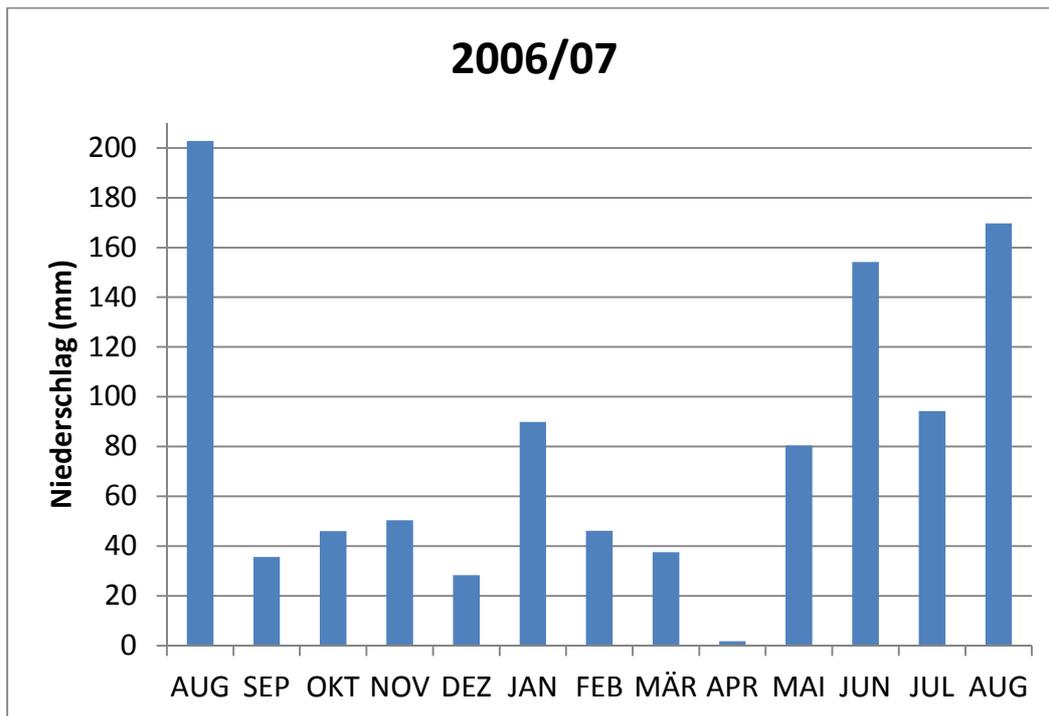
## 3 Material und Methoden

### 3.1 Standorteigenschaften, Niederschlag und Nährstoffversorgung

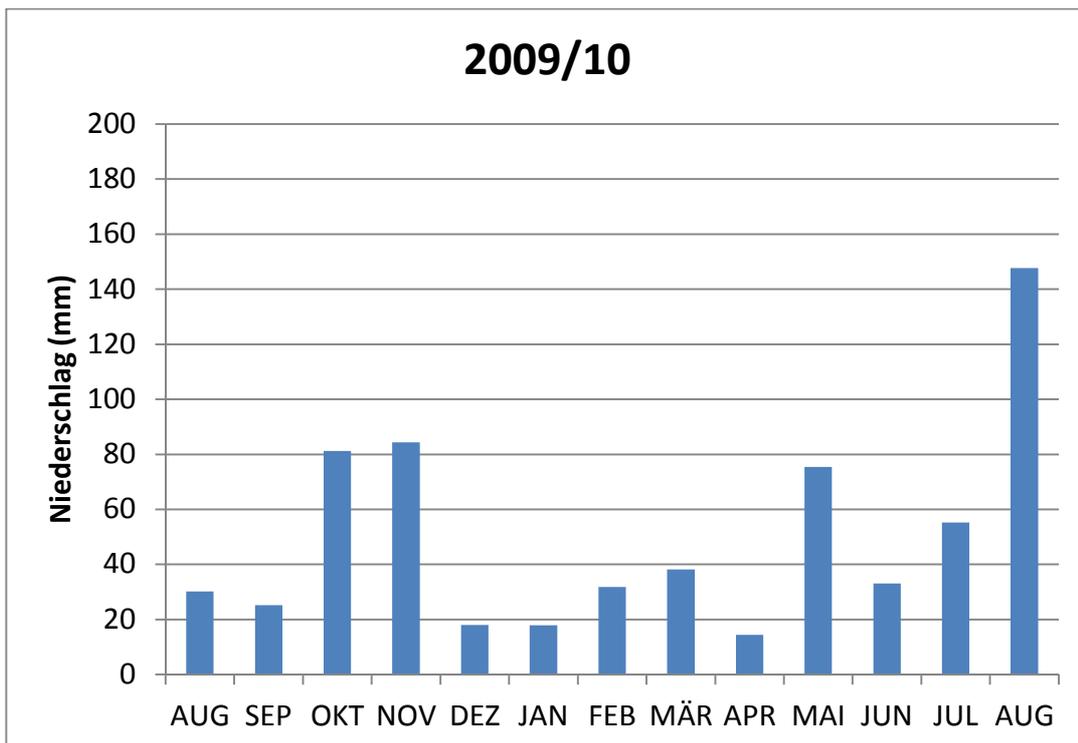
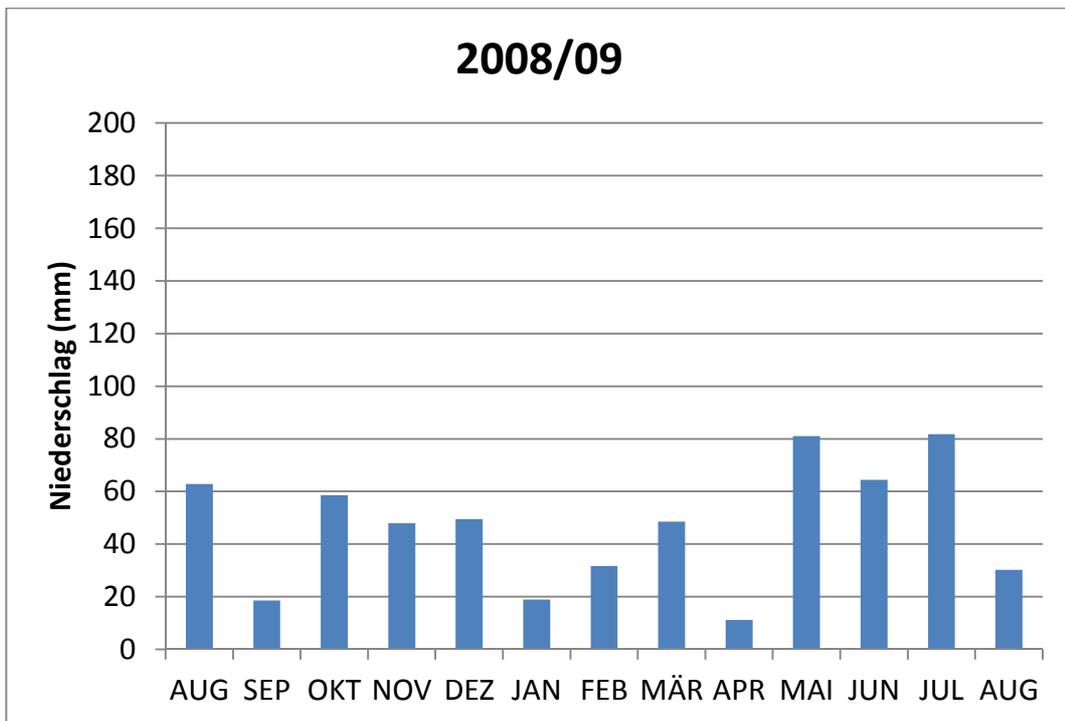
Die Versuche zu Bewirtschaftungssystemen auf Sand wurden am Standort Gülzow auf vier Teilschlägen durchgeführt (Tab. 1). Auf diesen wurde ab 2006 die Fruchtfolge Winterraps-Winterweizen/Zwischenfrucht Gelbsenf-Blauweizen-Winterroggen etabliert. Der Standort ist durch Böden mit Ackerzahlen zwischen 25 (Sand) und 35 (lehmiger Sand) charakterisiert (natürliche Standorteinheit D2-D3). Die mittlere Jahrestemperatur beträgt  $8,5\text{ °C}$ , der mittlere Jahresniederschlag 559 mm. In allen Versuchsjahren trat eine mehr oder weniger starke Frühjahrs-trockenheit auf (2007, 2009, 2010 im April, 2008 im Mai, siehe Abb. 1- 4).

Die Humusgehalte der Versuchsfelder entsprechen den Orientierungswerten für Böden mit Tonanteilen von 6-8 % (Tab. 2). Die Nmin-Werte im Frühjahr lagen in 0-60 cm Bodentiefe auf allen Schlägen und Versuchsjahren in einem sehr niedrigen Bereich. Alle vier Teilschläge wie-

sen eine gute Nährstoffversorgung auf (Tab. 3- 5). Die Gehaltsklassen für Phosphor, Kalium und Magnesium lagen mindestens in der Gehaltsklasse C, meist sogar darüber.



**Abb. 1 u. 2: Niederschlagsverteilung im Berichtszeitraum 2006-2008. Wetterstation Gülzow**



**Abb. 3 u. 4: Niederschlagsverteilung im Berichtszeitraum 2008-2010. Wetterstation Gülzow**

**Tab. 1: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Frühjahr, Gülzow 2007-2010  
Analysenwerte**

Jahr	Fruchtarten pro Teilschlag			
	3.1	3.2	4.1	4.2
2007	ZF Senf/Bl. Lup.	Winterroggen	Winterweizen	Winterraps
2008	Winterroggen	Winterraps	ZF Senf/Bl. Lup.	Winterweizen
2009	Winterraps	Winterweizen	Winterroggen	ZF Senf/Bl. Lup.
2010	Winterweizen	ZF Senf/Bl. Lup.	Winterraps	Winterroggen

**Tab. 2: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Frühjahr, Gülzow 2007-2010  
Analysenwerte Nmin- und Humusgehalt**

Jahr	Teilschlag:							
	3.1		3.2		4.1		4.2	
	kg Nmin/ha Frühjahr 0-60 cm	Humus- geh. %						
2007	22	1,3	20	1,3	20	1,4	20	1,4
2008	20	1,5	20	1,1	20	1,4	20	1,7
2009	20	1,5	20	1,7	20	1,3	35	1,6
2010	20	1,7	20	1,5	20	1,5	20	1,7

**Tab. 3: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Frühjahr, Gülzow 2007-2010  
Analysenwerte pH-Wert und Mg-Gehalt**

Jahr	Teilschlag:							
	3.1		3.2		4.1		4.2	
	pH-Wert	Mg mg/100 g	pH-Wert	Mg mg/100 g	pH-Wert	Mg mg/100 g	pH-Wert	Mg mg/100 g
2007	6,4	11	6,4	11	6,1	13	6,1	13
2008	6,1	12	6,0	13	6,0	13	5,8	11
2009	6,1	13	6,2	13	6,2	12	5,8	12
2010	6,2	13	6,2	14	6,0	13	5,8	13

**Tab. 4: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Frühjahr, Gülzow 2007-2010  
Analysenwerte P- und K-Gehalt**

Jahr	Teilschlag:							
	3.1		3.2		4.1		4.2	
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g
2007	18	9	18	9	23	10	23	10
2008	29	14	26	15	29	13	24	19
2009	28	14	30	16	28	18	24	18
2010	35	17	32	17	31	15	30	20

**Tab. 5: Ergebnisse der Bodenuntersuchung im Frühjahr, Gülzow 2007-2010 Nährstoffgehaltsklassen**

Nährstoff	Jahr	Nährstoffgehaltsklasse je Teilschlag:			
		3.1	3.2	4.1	4.2
pH	2007	E	E	D	D
	2008	D	D	D	C
	2009	D	D	D	C
	2010	D	D	D	D
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2007	C	C	D	D
	2008	D	E	E	D
	2009	E	E	E	D
	2010	E	E	E	E
K <sub>2</sub> O	2007	C	C	C	C
	2008	D	D	D	E
	2009	D	D	D	D
	2010	D	D	D	E
Mg	2007	D	D	E	E
	2008	D	D	E	E
	2009	D	D	E	E
	2010	D	E	E	E

### 3.2 Bodenbearbeitungsversuch innerhalb einer vierfeldrigen Fruchtfolge (Komplexversuch auf Grenzertragsstandort)

In jeder Fruchtart eines vierfeldrigen Fruchtfolgeversuches wurden drei unterschiedliche Varianten der Bodenbearbeitung geprüft (Tab. 6). Die Breite der Bodenbearbeitungsvarianten pro Fruchtart betrug jeweils 12 m. Ab Aussaat 2009 beinhaltete die Versuchskonzeption zusätzlich einen Vergleich zwischen Fest- und Flüssigdüngung (mit Schleppschlauch) bei den Fruchtarten Winterraps, Winterweizen und Winterroggen. Eine genaue Beschreibung der Versuchsvarianten ist in Tabelle 7 enthalten. Für die Aussaat kam vorwiegend die Bestellkombination von Amazone KG-RP-AD 3 m zum Einsatz (Bild 1).

Zur Ertragserfassung wurden mit dem Parzellenmähdrescher pro Prüfglied 4 bzw. 5 unechte Wiederholungen (Kerndrusch) herausgedroschen. Eine Randomisierung des Versuches war wegen des Einsatzes von praxisüblichen Bodenbearbeitungsgeräten nicht möglich. Die statistische Verrechnung der Erträge konnte daher nur von den Mittelwerten der Versuchsjahre erfolgen.

**Tab. 6: Stufenbeschreibung der Prüffaktoren**

Faktor A (Fruchtart)	Faktor B (Bodenbearbeitung)	Faktor C (N-Verfahren) <sup>1)</sup>
1- Winterraps 2- Winterweizen 3- ZF Gelbsef / Bl. Lupine 4- Winterroggen	1- Mulchsaat extensiv (ohne Lockerung) 2- Mulchsaat intensiv (mit Lockerung) 3- Pflugsaat	1- Festdüngung (ortsüblich) 2- Flüssigdüngung (Schleppschlauch)

<sup>1)</sup>erst ab 2010 differenzierte N-Verfahren, davor je Fruchtart einheitliche N-Düngung mit Festdünger

Die Versuche wurden mit folgenden Sorten und Saatstärken durchgeführt:

Winterraps: Trabant (2007), Taurus (2008-2010), jeweils 60 kfK./m<sup>2</sup>

Winterweizen: Akrotos (2007), Brilliant (2008-2010), jeweils 300 kfK./m<sup>2</sup>

Zwischenfrucht Gelbsef: Zlata 25 kg/ha

Blaue Lupine: Boruta 90 kfK./m<sup>2</sup>

Winterroggen: Askari 200 kfK./m<sup>2</sup>

Die Aussaattermine in den jeweiligen Versuchsjahren sind in Tabelle 8 dargestellt und unterschieden sich bei Winterweizen und Winterroggen nicht.

**Tab. 7: Versuchsdurchführung Bodenbearbeitung und N-Düngung**

Fruch tart	Bodenbearbeitung			N-Düngung Düngerform und N- Menge in kg N/ha
	<i>Mulchsaat extensiv</i>	<i>Mulchsaat intensiv</i>	<i>Pflugsaat</i>	
Winter- raps	–Carrier (5 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Grubber (20 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Pflugfurche (25 cm), Packer –Bestellkombi <sup>1)</sup>	Festdüngung (2 Gaben) 102 ASS + 68 KAS Schleppschlauch 170 HAS (1 Gabe)
Winter- weizen	–Carrier (5 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Grubber (15 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Pflugfurche (25 cm), Packer –Bestellkombi <sup>1)</sup>	Festdüngung (2 Gaben) 108 ASS + 72 KAS Schleppschlauch 180 HAS (1 Gabe)
Gelb- senf	–Carrier (5 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Grubber (15 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–kein Gelbsenfanbau	ohne N-Düngung
Blaue Lupine	–Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Pflugfurche Herbst (25 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	
Winter- roggen	–Carrier (5 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Grubber (15 cm) –Bestellkombi <sup>1)</sup>	–Carrier (5 cm) –Pflugfurche (25 cm), Packer –Bestellkombi <sup>1)</sup>	Festdüngung (2 Gaben) 96 ASS + 64 KAS Schleppschlauch 160 HAS (1 Gabe)

<sup>1)</sup> Amazone Bestellkombination mit Kreiselgrubber und Frontreifenpacker



**Bild 1: Bestellkombination von Amazone KG-RP-AD 3 m Arbeitsbreite.**

**Tab. 8: Aussattermine Bodenbearbeitungsversuch Gülzow 2007-2010**

Fruchtart	Aussattermin			
	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
Winterraps	17./18.8.	22.8.	21.8.	21.8.
Winterweizen	5.10.	19.9.	25.9.	21.9.
Zf Gelbsenf	6.9.	22.8.	22.8.	19.9.
Blaue Lupinen	27./28.3.	14.4.	2.4.	1.4.
Winterroggen	5.10.	19.9	25.9.	21.9.

Die Anbauintensität orientierte sich an der Stufe 2 der Landessortenversuche (mit Fungizideinsatz). Der Herbizideinsatz wurde ggf. an die unterschiedliche Verunkrautung angepasst.

Bei den vegetationsbegleitenden Untersuchungen standen die Ermittlung der Bestandesdichten im Herbst/Frühjahr in allen Varianten sowie die Pflanzenentwicklung (Biomasseaufwuchs) in Abhängigkeit von der Grundbodenbearbeitung im Vordergrund. Zur Ermittlung des Biomasseaufwuchses wurden von 2x 0,5 m<sup>2</sup> in allen Varianten die Frisch- und Trockenmasse bestimmt. Ab dem Erntejahr 2009 wurde der Nmin-Gehalt des Bodens bei allen Fruchtarten nach der Ernte im Mittel der Bodenbearbeitungsvarianten ermittelt.

Die Qualitätsuntersuchungen am Erntegut beinhalteten folgende Parameter:

- alle Varianten: TKM
- Winterraps: Rohfett, Glucosinolatgehalt
- Winterweizen: Rohprotein, Fallzahl
- Winterroggen: Hektolitergewicht (HLG)
- Blaue Lupinen: Rohprotein

Für die betriebswirtschaftlichen Analysen nach Ablauf der ersten Rotation wurden die von der LFA (Institut für Betriebswirtschaft) veröffentlichten Planungs-Richtwerte ([http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA\\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Planung-Richtwerte/index.jsp](http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Planung-Richtwerte/index.jsp)) zugrunde gelegt und an die realen Kornerträge und Aufwendungen angepasst.

### 3.3 Weitere Parzellenversuche auf Grenzertragsstandorten

Zu den im Bodenbearbeitungsversuch enthaltenen Fruchtarten wurden weitere Parzellenversuche auf dem Sandstandort in Gülzow angelegt.

Im Versuchsjahr 2010 erfolgte ein Vergleich verschiedener N-Applikationsverfahren (Festdünger/Flüssigdüngung) bei der Hybridrapssorte Visby.

Für die Sortenempfehlungen Winterraps, Winterweizen, Winterroggen und Blaue Lupinen bilden die auf Sandstandorten angelegten Landessortenversuche die Grundlage.

## 4 Ergebnisse 2006-2010

### 4.1 Fruchtfolge /Bodenbearbeitung

#### 4.1.1 Vegetationsbegleitende Untersuchungen

Die Bestandesdichten lagen bei den unterschiedlichen Bestellverfahren meist im optimalen Bereich. Lediglich beim Winterraps wurden in zwei Fällen Bestandesdichten von < 20 Pflanzen/m<sup>2</sup> ausgezählt (Tab. 9). Zur Aussaat 2006 war davon die Pflugvariante betroffen. Die extrem hohen Niederschläge im August haben dort zur Verschlämmung und einem niedrigen Feldaufgang geführt (Abb. 1). Zur Aussaat 2009 wurden dagegen in der Variante „Mulchsaat intensiv“ geringe Pflanzenzahlen ermittelt. Im trockenen August 2009 ließen sich mit der eingesetzten Sätechnik Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180 nicht für alle Samen optimale Keimbedingungen herstellen (Bilder 2 u. 3). Da bei dieser Bestellvariante die Samen in den aufgelockerten Boden fallen und anschließend nur mit einer Reifenpackerwalze angedrückt werden, erhielten nicht

alle Samen ausreichenden Bodenschluss. Dadurch kam es auch beim Winterweizen und Winterroggen zu einem verzögerten Auflaufen.

Im Mittel von drei Versuchsjahren bewirkte der Einsatz des Pfluges die beste Biomasseentwicklung (Tab. 10). Die besonders Wasser sparende Mulchsaat ohne Lockerung hat im Vergleich zur Mulchsaat mit Lockerung zu einem höheren Biomasseaufwuchs geführt (Bild 4).



**Bild 2: Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180 kam zur Aussaat 2009 bei Wintereraps, Winterweizen und Winterroggen zum Einsatz**

**Bild 3: Drillbild der Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180 nach der Getreideaussaat 2009 bei trockenen Bodenbedingungen**

**Tab. 9: Bestandesdichten im Herbst nach Fruchtart und Bodenbearbeitung**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Pflanzen/m <sup>2</sup>				
		2007	2008	2009	2010	n = 4
Wintereraps	Mulchsaat extensiv	42 <sup>1)</sup>	45	50	26	<b>41</b>
	Mulchsaat intensiv	23	41	48	17 <sup>2)</sup>	<b>32</b>
	Pflugsaat	14	73	61	46	<b>49</b>
$\bar{x}$		<b>26</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>30</b>	
Winterweizen	Mulchsaat extensiv	208	255	267	218	<b>237</b>
	Mulchsaat intensiv	291	254	244	235 <sup>2)</sup>	<b>256</b>
	Pflugsaat	270	249	263	281	<b>266</b>
$\bar{x}$		<b>256</b>	<b>253</b>	<b>258</b>	<b>245</b>	
Bl. Lup.	Mulchsaat extensiv	105 <sup>1)</sup>	88	89	93	<b>94</b>
	Mulchsaat intensiv	123	97	96	100	<b>104</b>
	Pflugsaat <sup>3)</sup>	110	96	92	101	<b>100</b>
$\bar{x}$		<b>113</b>	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>98</b>	
Winterroggen	Mulchsaat extensiv	187	123	172	183	<b>166</b>
	Mulchsaat intensiv	164	121	151	176 <sup>2)</sup>	<b>153</b>
	Pflugsaat	116	129	173	171	<b>147</b>
$\bar{x}$		<b>156</b>	<b>124</b>	<b>165</b>	<b>177</b>	

<sup>1)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Carrierdrill

<sup>2)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180

<sup>3)</sup> Herbstfurche ohne Gelbsenf

**Tab. 10: Entwicklung der Biomasse (frisch) zu Vegetationsende im Herbst nach Fruchtart und Bodenbearbeitung**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Frischmasse in g/m <sup>2</sup>			
		2007	2009	2010	n = 3
Winter- raps	Mulchsaat extensiv	1078 <sup>1)</sup>	1608	1184	<b>1290</b>
	Mulchsaat intensiv	664	1052	980 <sup>2)</sup>	<b>899</b>
	Pflugsaat	1429	1714	1061	<b>1401</b>
$\bar{x}$		<b>1054</b>	<b>1458</b>	<b>1075</b>	
Winter- weizen	Mulchsaat extensiv	181	259	83	<b>174</b>
	Mulchsaat intensiv	222	232	66 <sup>2)</sup>	<b>173</b>
	Pflugsaat	275	205	103	<b>194</b>
$\bar{x}$		<b>226</b>	<b>232</b>	<b>84</b>	
ZF Gelbsenf	Mulchsaat extensiv	711	1982	1725	<b>1473</b>
	Mulchsaat intensiv	766	2300	1366	<b>1477</b>
	Pflugsaat <sup>3)</sup>				
$\bar{x}$		<b>568</b>	<b>1505</b>	<b>1058</b>	
Winter- roggen	Mulchsaat extensiv	298	273	87	<b>219</b>
	Mulchsaat intensiv	208	228	66 <sup>2)</sup>	<b>164</b>
	Pflugsaat	228	320	176	<b>241</b>
$\bar{x}$		<b>245</b>	<b>274</b>	<b>110</b>	

<sup>1)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Carrierdrill

<sup>2)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180

<sup>3)</sup> Herbstfurche ohne Gelbsenf



**Bild 4: Bessere Rapsentwicklung nach Pflugfurche (rechts im Bild)**

#### 4.1.2 Kornerträge, Wirtschaftlichkeit und Qualitätsanalysen

Die vierjährigen Versuchsergebnisse belegen, dass bei dem vorgegebenen Anbausystem mit Fruchtwechsel auch auf sandigen Böden eine pfluglose Bodenbearbeitung ohne Ertragsminderungen möglich ist (Tab. 11). Obwohl die Ertragsunterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten statistisch nicht abzusichern waren, zeigte sich bei Raps und Blauen Lupinen tendenziell eine gewisse Ertragsüberlegenheit nach Pflugfurche. In drei von vier Fruchtarten schnitt die Mulchsaat ohne Lockerung besser ab als die Mulchsaat mit Lockerung. Dieses Ergebnis steht auch in Übereinstimmung mit der etwas schlechteren Biomasseentwicklung nach Einsatz des Scheibengrubbers (Lemken) zur Lockerung. Ferner führte die zweimalige Bodenbearbeitung im Versuchsjahr 2009 bei Blauen Lupinen zu einer starken Verunkrautung mit Kornblume. Die Einsaat der Zwischenfrucht Gelbsenf verschlechterte die Aussaatbedingungen für die Blauen Lupinen. Im Jahre 2008 war es sogar erforderlich, den Senfbestand im Frühjahr zu mulchen, um Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Lupinenaussaat zu schaffen.

Die Schwankungen der Kornerträge in den einzelnen Versuchsjahren sind überwiegend auf die Witterung zurückzuführen. Die Trockenheit im April 2007 hat auf dem Sandstandort zu Wasserstress und vergleichsweise starken Ertragsminderungen bei allen Fruchtarten geführt. Bei den Blauen Lupinen bestanden zunächst gute Ertragsaussichten, bevor Ende Juni der Bestand wegen eines Unwetters stark ins Lager ging. Im Jahr 2010 erreichte der Winterweizen durch unzureichende Bestockung und Trockenstress im April nur einen sehr niedrigen Ertrag.

**Tab. 11: Kornerträge nach Fruchtart und Bodenbearbeitung  
Gülzow 2006-2010**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Ertrag					
		dt/ha 2007	dt/ha 2008	dt/ha 2009	dt/ha 2010	dt/ha n = 4	% n = 4
Winter- raps	Mulchsaat extensiv	36,3 <sup>1)</sup>	52,5	50,4	43,6	<b>45,7</b>	<b>98</b>
	Mulchsaat intensiv	35,7	54,3	51,0	41,9 <sup>2)</sup>	<b>45,7</b>	<b>98</b>
	Pflugsaat	36,9	50,5	59,6	39,7	<b>46,7</b>	<b>100</b>
$\bar{x}$		<b>36,3</b>	<b>52,4</b>	<b>53,7</b>	<b>41,7</b>	<b>GD 5%=5,7</b>	
Winter- weizen	Mulchsaat extensiv	46,4	89,6	72,1	45,1	<b>63,3</b>	<b>103</b>
	Mulchsaat intensiv	40,0	77,4	76,7	40,0 <sup>2)</sup>	<b>58,5</b>	<b>95</b>
	Pflugsaat	44,9	75,2	72,0	54,9	<b>61,8</b>	<b>100</b>
$\bar{x}$		<b>43,8</b>	<b>80,7</b>	<b>73,6</b>	<b>46,7</b>	<b>GD 5%=10,6</b>	
ZF Senf Bl. Lup.	Mulchsaat extensiv	27,9 <sup>1)</sup>	45,4	30,6	27,1	<b>32,7</b>	<b>95</b>
	Mulchsaat intensiv	25,7	51,6	23,0	27,3	<b>31,9</b>	<b>93</b>
	Pflugsaat <sup>3)</sup>	23,7	52,7	32,9	28,0	<b>34,3</b>	<b>100</b>
$\bar{x}$		<b>25,8</b>	<b>49,9</b>	<b>28,8</b>	<b>27,5</b>	<b>GD 5%=6,4</b>	
Winter- roggen	Mulchsaat extensiv	61,4	82,6	86,4	92,5	<b>80,7</b>	<b>100</b>
	Mulchsaat intensiv	64,8	71,5	85,6	85,5 <sup>2)</sup>	<b>76,8</b>	<b>96</b>
	Pflugsaat	59,1	88,8	87,0	86,9	<b>80,5</b>	<b>100</b>
$\bar{x}$		<b>61,8</b>	<b>81,0</b>	<b>86,3</b>	<b>88,3</b>	<b>GD 5%=9,0</b>	

<sup>1)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Carrierdrill

<sup>2)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180

<sup>3)</sup> Herbstfurche ohne Gelbsenf

Zur Berechnung der direktkostenfreien Leistungen wurden die Parzellenerträge um 15 % reduziert, um mehr den Ertragsrelationen der Praxis zu entsprechen. Die Rangfolge der direktkostenfreien Leistungen entsprach im Wesentlichen den Relationen im Kornertrag (Tab. 12). Die

höchsten Deckungsbeiträge wurden mit Raps und Winterroggen erzielt. Winterweizen und vor allem die Blauen Lupinen fielen deutlich ab. Der Winterweizen konnte sein Ertragspotenzial nur in einzelnen Jahren (2008 u. 2009) ausschöpfen. Bei den Blauen Lupinen reichte es insgesamt nicht aus, um mit den anderen Fruchtarten zu konkurrieren, wobei der Roggen von den Lupinen als gute Vorfrucht profitierte.

**Tab. 12: Direktkostenfreie Leistungen und variable Maschinenkosten nach Fruchtart und Bodenbearbeitung, Gülzow 2006-2010**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Ertrag <sup>1)</sup>	Markt leist.	Dir. kost.	DKL <sup>2)</sup>	var. Masch. kost.	Lohn- ans. <sup>3)</sup>	DB <sup>4)</sup>
		dt/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha	€/ha
Winter- raps	Mulchsaat extensiv	38,9	1181	627	554	107	38	409
	Mulchsaat intensiv	38,9	1182	627	555	119	42	394
	Pflugsaat	39,7	1206	604	602	149	49	403
Winter- weizen	Mulchsaat extensiv	53,8	888	473	414	100	35	279
	Mulchsaat intensiv	49,7	821	468	353	112	39	202
	Pflugsaat	52,5	866	472	395	145	48	202
ZF Senf Bl. Lup.	Mulchsaat extensiv	27,8	571	309	262	94	31	136
	Mulchsaat intensiv	27,1	558	309	249	103	34	112
	Pflugsaat	29,2	596	239	357	124	37	196
Winter- roggen	Mulchsaat extensiv	68,6	947	395	552	91	33	428
	Mulchsaat intensiv	65,3	901	391	510	103	37	370
	Pflugsaat	68,4	944	395	549	146	48	355

<sup>1)</sup> Parzellenerträge abzüglich 15 %

<sup>2)</sup> direktkostenfreie Leistung

<sup>3)</sup> bei Lohnansatz von 13 €/h

<sup>4)</sup> Deckungsbeitrag abzüglich Direktkosten, variabler Maschinenkosten und Lohnansatz

Bei der pfluglosen Rapsbestellung war eine zusätzliche Herbizidmaßnahme gegen Gräser (bzw. Weizendurchwuchs) erforderlich. Dadurch entstanden höhere Pflanzenschutzkosten als in der Pflugvariante. Im Deckungsbeitrag unter Berücksichtigung der variablen Maschinenkosten und des Lohnansatzes wurden beim Winterweizen zwischen den Versuchsvarianten nur geringe Unterschiede festgestellt. Beim Winterroggen und Winterweizen hat die extensive Mulchsaat dagegen eindeutig am besten abgeschnitten. Bei den Blauen Lupinen war das bei der Variante „Herbstfurche“ der Fall. Die beiden Mulchsaatverfahren verteuerten sich durch die Aussaat der Zwischenfrucht und die erforderliche N-Startgabe von 40 kg N/ha. Ein weiterer ggf. notwendiger Arbeitsgang zum Mulchen eines üppig entwickelten und nicht immer vollständig abgefrorenen Gelbsenfbestandes ist nicht berücksichtigt worden.

Die Qualität der Ernteprodukte wurde durch die Art der Bodenbearbeitung nur in geringem Maße beeinflusst. Die Fallzahl des Winterweizens war bei der Mulchsaat ohne Lockerung etwas niedriger als bei Lockerung und Pflugsaat (Tab. 13).

**Tab. 13: Qualitätsanalysen nach Fruchtart und Bodenbearbeitung, Gülzow 2009-2010**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Rohfett (%)	GSL mol/g	Rohprotein (%)	Fallzahl s	HL-Gewicht kg/hl	TKM <sup>3)</sup> g
Winter-raps	Mulchsaat extensiv	43,7	15,0				5,1
	Mulchsaat intensiv	43,3	14,7				5,3
	Pflugsaat	43,5	13,1				5,1
Winterweizen	Mulchsaat extensiv			13,7	340		38
	Mulchsaat intensiv			14,4	390		35
	Pflugsaat			13,4	396		37
Bl. Lup.	Mulchsaat extensiv			35,3			144
	Mulchsaat intensiv			32,2			145
	Pflugsaat <sup>2)</sup>			33,5			140
Winterroggen	Mulchsaat extensiv					72	34
	Mulchsaat intensiv					71	34
	Pflugsaat					70	33

<sup>1)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Carrierdrill

<sup>2)</sup> statt Amazone Bestellkombination Aussaat mit Väderstad Cultus 300 + BioDrill 180

<sup>3)</sup> Mittelwert 2007 bis 2010

In den Versuchsjahren 2009 und 2010 wurde nach der Ernte in allen Fruchtarten im Mittel der Bodenbearbeitungsvarianten der Nmin-Gehalt in 0-60 cm Bodentiefe bestimmt (Tab. 14). Die höchsten Werte wurden nach Blauen Lupinen und Winterweizen (2010) ermittelt. Der hohe Wert im Jahr 2010 beim Winterweizen ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die zugeführte Stickstoffmenge von 180 kg N/ha aufgrund der ungünstigen Witterung nicht ausreichend in Ertrag umgesetzt werden konnte. Dadurch kam es nur zu einer geringen N-Abfuhr mit dem Erntegut.

**Tab. 14: Nmin-Gehalt nach der Ernte nach Fruchtart Gülzow 2009-2010**

Jahr	kg Nmin/ha in 0-60 cm Bodentiefe			
	Winterraps	Winterweizen	Bl. Lupine	Winterroggen
2009	36	37	43	22
2010	43	118	76	42

#### 4.1.3 N-Düngeverfahren auf Sandböden

Ab dem Versuchsjahr 2010 wurde der Fruchtfolge-/Bodenbearbeitungsversuch um den Faktor N-Düngeverfahren erweitert. Das betraf die Fruchtarten Winterraps, Winterweizen und Winterroggen. Die Ergebnisse vom Winterroggen waren wegen eines Versuchsfehlers nicht auswertbar.

Beim Winterraps und Winterweizen erwies sich die Einmaldüngung mit Schleppschläuchen als praktikabel (Tab. 15 u.16). Im Vergleich zur geteilten Festdüngergabe betrug der Ertragsunterschied beim Raps -2,1 dt/ha, beim Winterweizen +1,9 dt/ha. Es ist vorgesehen, den Prüffaktor N-Düngeverfahren auch in der zweiten Rotation des Versuches beizubehalten, um die erzielten Ergebnisse weiter abzusichern.

**Tab. 15: Einfluss der N-Applikation auf den Kornertrag von Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung, Gülzow 2010**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Ertrag dt/ha	
		Festdüngung (2 Gaben) 102 kg N/ha ASS + 68 kg N/ha KAS	Flüssigdüngung Schleppschlauch (1 Gabe) 170 kg N/ha Domamon L26
Winterraps	Mulchsaat extensiv	45,4	40,6
	Mulchsaat intensiv	42,9	41,0
	Pflugsaat	38,0	39,1
$\bar{x}$		<b>42,1</b>	<b>40,2</b>

**Tab. 16: Einfluss der N-Applikation auf den Kornertrag von Winterweizen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung, Gülzow 2010**

Fruchtart	Bodenbearbeitung	Ertrag dt/ha	
		Festdüngung (2 Gaben) 108 kg N/ha ASS + 72 kg N/ha KAS	Flüssigdüngung Schleppschlauch (1 Gabe) 180 kg N/ha Domamon L26
Winterweizen	Mulchsaat extensiv	47,2	48,5
	Mulchsaat intensiv	39,8	40,5
	Pflugsaat	48,7	52,4
$\bar{x}$		<b>45,2</b>	<b>47,1</b>

Zusätzlich wurde 2010 zur Problematik N-Verfahren auf Sandböden ein weiterer Versuch mit der Hybridrapssorte Visby angelegt.

Es wurden drei verschiedene Formen der N-Applikation bei jeweils zwei Stufen der Blattdüngung getestet (Tab. 17). Die Nährstoffzufuhr betrug jeweils 170 kg N/ha und 51 kg S/ha. Als Blattdünger kamen 3 l/ha Yara Vita Raps FL (79 g/l N; 133 g/l MgO; 103 g/l Ca; 50 g/l B; 70 g/l Mn, 4 g/l Mo) zu BBCH 53 zum Einsatz.

In diesen Versuchen zeigte sich eine signifikante Ertragsüberlegenheit der Einmaldüngung mit Schleppschläuchen gegenüber der Einmaldüngung mit Festdüngern. Die Blattdüngung führte in allen N-Düngeverfahren zu Mehrerträgen, die sich statistisch absichern ließen.

Die Ergebnisse der Qualitätsanalysen lassen Rückschlüsse auf die N-Effizienz der Düngeverfahren zu. Vergleichsweise niedrige Rohfettgehalte und hohe Rohproteingehalte bei konstanter Höhe der Stickstoffdüngung deuten auf eine hohe N-Effizienz hin (Tab. 18). Das steht in Übereinstimmung mit den hohen Erträgen der Variante „Einmaldüngung mit Schleppschlauch“.

**Tab. 17: N-Formen Versuch mit Winterraps auf Sandboden (Sorte Visby)  
Kornerträge, Gülzow 2010**

Düngeverfahren	Düngerform (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)		
		ohne Blattdüngung	mit <sup>1)</sup> Blattdüngung	Mittel (GD 5 % =2,6)
Einmaldüngung fest	ASS/KAS (102/68)	40,6	42,4	<b>41,5</b>
Einmaldüngung Schleppschlauch flüssig	Domamon L26 (170) <sup>2)</sup>	45,0	46,2	<b>45,5</b>
geteilte Düngung fest	ASS + KAS (102+68)	42,6	44,6	<b>43,6</b>
<b>Mittel (GD 5 % = 1,3)</b>		<b>42,7</b>	<b>44,4</b>	

<sup>1)</sup> 3,0 l/ha Yara Vita Raps FL zu BBCH 53; <sup>2)</sup> Ammoniumsulfat-Harnstofflösung (20 N, 6 S)

**Tab. 18: N-Formen Versuch mit Winterraps auf Sandboden (Sorte Visby)  
Rohfett- und Rohproteingehalt, Gülzow 2010**

Düngeverfahren	Düngerform (kg N/ha)	ohne Blattdüngung		mit <sup>1)</sup> Blattdüngung		Mittel	
		RF %	RP %	RF %	RP %	RF %	RP %
Einmaldüngung fest	ASS/KAS (102/68)	41,6	18,0	42,5	16,9	<b>41,1</b>	<b>17,5</b>
Einmaldüngung Schleppschlauch flüssig	Domamon L26 (170) <sup>2)</sup>	40,0	19,1	40,5	18,9	<b>40,3</b>	<b>19,0</b>
geteilte Düngung fest	ASS + KAS (102+68)	40,7	18,7	40,7	18,7	<b>40,7</b>	<b>18,7</b>
<b>Mittel</b>		<b>40,8</b>	<b>18,6</b>	<b>41,2</b>	<b>18,2</b>		

<sup>1)</sup> 3,0 l/ha Yara Vita Raps FL zu BBCH 53; <sup>2)</sup> Ammoniumsulfat-Harnstofflösung (20 N, 6 S)

## 5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Etwa ein Fünftel der Ackerfläche Mecklenburg-Vorpommerns fällt in die Kategorie der sogenannten Grenzertragsstandorte. Ziel muss es sein, auch in benachteiligten Gebieten eine standortgerechte Landwirtschaft zu sichern. Die Verbesserung der Ertragssituation auf Sandböden ist jedoch nur über eine möglichst optimale Gestaltung von Fruchtfolgen und Anbausystemen möglich.

In einer im Jahr 2006 etablierten vierfeldrigen Fruchtfolge am Standort Gülzow wurden unterschiedliche Verfahren der Grundbodenbearbeitung auf sandigen Böden (Ackerzahl 25- 35) erprobt. Vierjährige Versuchsergebnisse belegen, dass bei dem vorgegebenen Anbausystem mit Fruchtwechsel (Fruchtfolge: Winterraps-Winterweizen-Blaue Lupinen-Winterroggen) auch auf sandigen Böden eine pfluglose Bodenbearbeitung ohne Ertragsminderungen möglich ist.

Mulchsaat ohne Lockerung brachte bei Wintergetreide nach Blattfrüchten die besten Ergebnisse hinsichtlich Kornertrag und Deckungsbeitrag. Kostensparende Mulchsaat ist auch bei Winterraps möglich, obwohl dann oft eine zusätzliche Bekämpfung des Getreidedurchwuchses notwendig wurde, die einen Teil der eingesparten variablen Maschinenkosten wieder aufzehrt.

Bei den Blauen Lupinen sollte auf eine Herbstfurche orientiert werden. Mulchsaat von Lupinen nach der Zwischenfrucht Gelbsenf ist zwar möglich, aber mit erhöhten Kosten verbunden. Die höchsten Deckungsbeiträge wurden mit Raps und Winterroggen erzielt, gefolgt von Winterweizen und Blauen Lupinen. Der Winterweizen konnte sein Ertragspotenzial auf dem Sandboden nur in einzelnen Jahren (2008 u. 2009) ausschöpfen. Der Deckungsbeitrag der Blauen Lupinen reichte insgesamt nicht aus, um mit den anderen Fruchtarten zu konkurrieren, wobei der Roggen von der guten Vorfruchtwirkung der Lupinen profitierte.

Mehrjährige Versuchsergebnisse im Rahmen eines bundesweiten Forschungsprojektes auf mittleren bis guten Standorten belegten, dass aufgelockerte Fruchtfolgen unter Einbeziehung von Leguminosen entscheidend zur Stabilisierung von pfluglosen Anbausystemen beitragen und die Arbeitsspitzen und Arbeitserledigungskosten reduzieren (AUTORENKOLLEKTIV, 2005). Das setzt allerdings voraus, dass sich die Vermarktungsbedingungen für Körnerleguminosen entscheidend verbessern.

Bei der Gestaltung von Anbausystemen auf Sandböden sollten kostengünstige Verfahren zur Stickstoff- und Schwefeldüngung stärker als bisher angewendet werden. Erste Versuchsergebnisse zur einmaligen Flüssigdüngung mittels Schleppschlauch sind insbesondere vor dem Hintergrund einer zunehmenden Vorsommertrockenheit vielversprechend und werden fortgesetzt.

Bisher gewonnene Erkenntnisse zur optimalen Anbauintensität auf Sandstandorten müssen ständig aktualisiert und angepasst werden. Dazu gehören u. a. Sorten- und Aussaatempfehlungen und spezifische Empfehlungen zur Düngungs- und Pflanzenschutzintensität (Tab. 19).

**Tab. 19: Anbauempfehlung für ausgewählte Fruchtarten (sandige Böden)**

Fruchtart	Winterraps	Winterroggen	Winterweizen	Blaue Lupine
Bodenbearbeitung	wassersparend, verringerte Bearbeitungsintensität vermindert Abbau organischer Substanz, Dichtlagerung vermeiden			
	wendend als auch nichtwendend möglich	wendend als auch nichtwendend möglich, nach Blattfrüchten Lockerung nicht zwingend erforderlich		beste Ergebnisse bei Herbstfurche
Sortenempfehlung	keine abweichenden Empfehlungen, Liniensorten Kadore, und Hybridsorten Visby, PR46W20 u. Exocet besonders geeignet	Sortenempfehlung der LFA ist auf Grenzstandorte ausgerichtet H: Visello, Minello, Palazzo, Guttino, Brasetto P: Conduct, Dukato	Potenzial, Brilliant, JB Asano, Akteur, Cubus, bei Fröhsaat: Discus, Hybriden nach Mais: Toras, Discus	Boregine, Borlu, Probor, Boruta
Saatzeit/ Saatmenge	15.-25.8., Vorverlegung ab 10.8. möglich, Spätsaat vermeiden, Saatmengen leicht erhöhen (60- 70 kf. Kö./m <sup>2</sup> )	P: 15.- 25.9.: 200- 250 kf. Kö./m <sup>2</sup> , später bis 300 kf. Kö./m <sup>2</sup> , H: vor dem 15.9.: 150 kf. Kö./m <sup>2</sup> <u>15.- 25.9.:150- 200 kf. Kö./m<sup>2</sup></u>	1.- 15.9.:180- 250 kf. Kö./m <sup>2</sup> 16.- 25.9.: 250- 300 kf. Kö./m <sup>2</sup>	möglichst frühe Aussaat
N-Düngung	an das geringere Ertragsvermögen angepasst			
	160- 180 kg/ha	100- 140 kg/ha in 2 Gaben	max. 160- 180 kg N/ha, betonte Startgabe (Vorsommertrockenheit!) Spätgabe max. 40 kg N/ha	entfällt
Unkrautbekämpfung	Herbizidstrategien den Leitunkräutern anpassen (oft andere als auf lehmigen und tonigen Böden z.B. Ackerkrummhals im Raps)			eingeschränkte Herbizidpalette
Fungizideinsatz	reduzierte Fungizidaufwendungen in Abhängigkeit von der Anbaukonzentration und Befallslage möglich	angepasste Intensität in Abhängigkeit von der Ertragserwartung Beachtung der früheren Abreife (Wirkungsdauer der Fungizide) Wachstumsreglereinsatz der Sorte anpassen		bisher nicht wirtschaftlich (nur Vermehrung)

## Literatur

AUTORENKOLLEKTIV: Bewertung von neuen Systemen der Bodenbewirtschaftung in Fruchtfolgen mit Körnerraps und Körnerleguminosen, Abschlussbericht 2005, FH Südwestfalen, FB Agrarwirtschaft Soes, 196 S.

GURGEL, A u. R.-R. SCHULZ: Produktion von Mähdruschfrüchten auf Grenzstandorten. Abschlussbericht LFA 2003. 33 S.

SCHEFFER, P. u. F. SCHACHTSCHNABEL: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag; Auflage: 15. A. 2002. 593 S.

[http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA\\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Planung-Richtwerte/index.jsp](http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Planung-Richtwerte/index.jsp)