Versuchsbericht

Versuche im ökologischen Winterrapsanbau

Versuchsjahr 2007

vorgelegt von:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Fachbereich Ökologischer Landbau

Armin Meyercordt

Markus Mücke

Finanziell unterstützt aus Mitteln des
Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung,
Landwirtschaft, Verbraucherschutz
und Landesentwicklung

Impressum

Herausgeber

Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Mars-La-Tour-Str. 1 – 13
26121 Oldenburg

Fachbereich Ökologischer Landbau
Johannssenstr. 10
30159 Hannover

Armin Meyercordt
Tel.: 0511/3665-1394
E-Mail: armin.meyercordt@lwk-niedersachsen.de

Markus Mücke
Tel.: 0511/3665-1378
E-Mail: markus.muecke@lwk-niedersachsen.de

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung und Problemstellung …….……..	1
2.	Beschreibung der Versuchsvarianten …….	1
2.1	Sorten- und Saatstärkenversuch in Winterraps……..	1
2.2	Düngungsversuch – Stickstoff- und Schwefelversorgung in Winterraps	3
2.3	Beikrautregulierungsversuch in Winterraps……	4
3.	Standort- und Versuchsangaben……..	5
4.	Ergebnisse…….	5
4.1	Ergebnisse des Winterraps-Sortenversuchs……..	5
4.2	Ergebnisse des Saatstärkenversuchs……..	8
4.3	Ergebnisse des Stickstoff- und Schwefeldüngungsversuchs……...	11
4.4	Ergebnisse des Beikrautregulierungsversuchs……..	14
5.	Resümee……...	16

1. Einleitung und Problemstellung

Der Ökologische Rapsanbau hat trotz steigender Nachfrage nach Bio-Speiserapsöl nach wie vor eine geringe Bedeutung in der Praxis.
Dafür gibt es mehrere Gründe. Zum einen weist der Raps ein erhebliches Anbaurisiko auf. In erster Linie sind der hohe Beikraut- und Schädlingsdruck sowie der hohe und frühe Stickstoffbedarf zu nennen. Dadurch kann die Ertrags- und damit die Gewinnerwartung gering ausfallen. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund deutlich gestiegener Getreideerlöse, die sich beim Raps nicht entsprechend entwickelt haben.
Bedingt durch restriktive Richtlinien stehen Erträge und vor allem die Ertragssicherheit im Focus des Interesses. Sie bestimmen letztlich neben guten Erlösen die Rentabilität des Anbaus von Winterraps im Ökologischen Landbau. So ist zu klären, wie die unterschiedlichen Sortentypen aber auch die einzelnen Sorten auf Krautdruck und das geringere Stickstoffangebot reagieren und welche Stellung in der Fruchtfolge sich daraus für die Praxis ergibt. Als Winterung mit früher Aussaat und ausgeprägter Vorwinterentwicklung vermag Winterraps spät mineralisierten Stickstoff im Herbst sehr gut biologisch zu binden und damit vor Auswaschung zu schützen. Eine Eigenschaft, die im Ökologischen Landbau mit seinem sehr begrenzten Stickstoffniveau und hohen Stickstoffpreisen von außerordentlicher Bedeutung ist.
Zudem bereitet besonders die Beikrautregulierung während der frühen Jugendentwicklung des Rapses häufig Probleme. Vor allem der Striegeleinsatz scheint hier problematisch zu sein. Außerdem erschwert der hohe Stickstoffbedarf des Rapses den Anbau unter ökologischen Bedingungen. Schädlinge wie z.B. der Rapsglanzkäfer, und Pilzkrankheiten wie z.B. Phoma lingam und Sclerotinia sclerotiorum können ebenfalls zu hohen Ertrags- und Qualitätseinbußen führen.

Ziel dieses Versuchsvorhabens war es, dass Anbaurisiko zu verringern. Neben Fragen zur Produktionstechnik – Nährstoffbedarf, Beikrautregulierung, Reduzierung des Schädlingsdrucks – steht die Sortenfrage und damit die Anbauwürdigkeit ganz allgemein im Vordergrund des Interesses.

2. Beschreibung der Versuchsvarianten

Auf Grundlage der unter Punkt 1 aufgeführten Problemstellung sind die nachfolgend aufgeführten Versuchsschwerpunkte abgeleitet worden:

- Sortenversuch
- Saatstärkenversuch
- Düngungsversuch - Stickstoff- und Schwefelversorgung
- Beikrautregulierungsversuch

2.1 Sorten- und Saatstärkenversuch in Winterraps

Bei der Auswahl des Sortimentes wurden Sorten berücksichtigt, die laut der „Beschreibenden Sortenliste“ des Bundessortenamtes grundsätzlich über ein hohes Ertrags- und Ölgehaltspotential verfügen. Standfestigkeit und eine geringe Krankheitsanfälligkeit spielten aber ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Auswahl. Ins Sortiment aufgenommen wurde auch eine Sorte mit besonderen Qualitätseigenschaften, die besonders reich an Ölsäure ist (Sorte Splendor) und von einer Ölmühle mit leichtem Aufpreis angekauft wird.

Insgesamt kamen 9 Sorten zur Aussaat. Davon 6 Liniensorten aus klassischer Züchtung und 3 Sorten die aus Hybridzüchtungen hervorgegangen sind. Zusätzlich sind vom Züchter KWS-Lochow 2 Hybrid- und 2 Liniensorten als Anhangsorten mit geprüft worden (Tabelle 1).

Aufgrund des Züchtungsverfahrens sind Hybridsorten im ökologischen Landbau nicht unumstritten. Der Demeter-Verband hat den Anbau sogar ausdrücklich untersagt. Für den Sortenversuch stand aber von vornherein fest, Sorten beider Zuchtverfahren prüfen zu wollen. Nur so lassen sich umfassende Aussagen zu Ertrag, Ölgehalt, Krankheitsanfälligkeit und Standfestigkeit machen. Es bestand aber noch ein weiterer wichtiger Grund die Hybriden mit zu prüfen. Aus dem konventionellen Anbau ist bekannt, dass Hybriden über eine zügigere Jugendentwicklung als die Liniensorten verfügen sollen. Eine Eigenschaft, die besonders im Ökologischen Landbau gefragt ist, weil sie eine bessere Beikrautunterdrückung erwarten lässt.

Tabelle 1: Sortiment des Winterrapssorten- und Saatstärkenversuchs

Sorten	Sorten-typ	Reife	Pflanzen-Länge	Züchter/ Vertreter	Saatstärke Kö./m² (kg/ha)
Liniensorten					
Express	Linie	mfr	k	NPZ	80 (4,7)
Splendor	Linie	fr	k	DSV	80 (4,7)
Oase	Linie	msp	l	DSV	80 (4,7)
Billy	Linie	sp	k	DSV	80 (4,7)
NK Fair	Linie	mfr.	l	Syngenta	80 (4,7)
Lorenz	Linie	msp	k	B.-Eckendorf	80 (4,7)
Remy (Anhang)	Linie	m	k	KWS	80 (4,7)
Courage (Anhang)	Linie	m	l	KWS	80 (4,7)
Hybridsorten					
Trabant	Hybride	mfr	l	NPZ	60 (3,5)
Taurus	Hybride	mfr	l	NPZ	60 (3,5)
Elektra	Hybride	mfr	k	Petersen	60 (3,5)
Alkido (Anhang)	Hybride	m	l	KWS	60 (3,5)
Fangio (Anhang)	Hybride	m	l	KWS	60 (3,5)
Aussaatstärkenversuch					
Oase (Linie)	Aussaatstärke um 50 % erhöht gegenüber Var. 2				120 (7,1)
Trabant (Hybride)	Aussaatstärke um 50 % erhöht gegenüber Var. 4				90 (5,3)

Neben der Sortenprüfung wurde noch ein Saatstärkenversuch mit den Sorten Oase und Trabant angelegt. Bei beiden Sorten wurde die Saatstärke um 50 % gegenüber der Aussaatstärke der gleichen Sorten im Sortenversuch erhöht (Tabelle 1). Es sollte damit geprüft werden, welchen Einfluss unterschiedliche Aussaatstärken auf die Bestandsentwicklung, Beikrautunterdrückung und letztlich auch auf den Ertrag und Ölgehalt haben.

2.2 Düngungsversuch - Stickstoff- und Schwefelversorgung in Winterraps

Raps weist im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen einen hohen Schwefelbedarf auf. Neben Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium zählt auch Schwefel zu den Hauptnährstoffen im Pflanzenbau. Er ist u. a. notwendig zum Aufbau der Aminosäuren Cystin, Cystein und Methionin. Der Kornertrag und Ölgehalt werden in entscheidendem Maße durch die Schwefelversorgung bestimmt. Der Bedarf liegt unter konventionellen Erträgen (35 - 40 dt/ha) zwischen 45 bis 70 kg S/ha. Wegen des i.d.R. niedrigeren Ertragsniveaus im Öko-Anbau und der daraus resultierenden geringeren Entzüge, ist der Schwefelbedarf geringer. Im Öko-Landbau wurde die Schwefelversorgung deshalb bisher nur am Rande diskutiert.

Da die Schwefeleinträge aus der Luft bekanntermaßen sinken, rückt eine zusätzliche Schwefelversorgung immer mehr in den Mittelpunkt der Betrachtung. Im konventionellen Raps- und Getreideanbau gilt eine Schwefeldüngung seit einigen Jahren als Standardmaßnahme. Die Düngungsvarianten sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Versuchsvarianten Stickstoff- und Schwefeldüngung 2007

Var.	Variantenbezeichnung (Sorte Oase)	Herbst	Frühjahr
1	ohne Düngung	-	-
2	Naturgips im Herbst	30 kg S/ha	-
3	Naturgips im Frühjahr	-	30 kg S/ha
4	Agrobiosol + Naturgips	-	70 kg N/ha + 30 kg S/ha
5	Agrobiosol	-	70 kg N/ha
6	Hühnertrockenkot	-	70 kg N/ha

- Naturgips (Kalziumsulfat mit 23 % S),
- Agrobiosol (aus mikrobieller Pilzbiomasse mit 7 % N, 1 % P, 1 % K),
- Hühnertrockenkot kg/t (28 N, 21 P, 15 K) nach Richtwerten der LWK

Als Schwefeldünger wurde Naturgips (Kalziumsulfat) mit einer Aufwandmenge von 30 kg S/ha verwendet. Der Einsatz erfolgte einmal als Gabe ausschließlich im Herbst und in einer weiteren Variante ausschließlich im Frühjahr. Der im Öko-Landbau zulässige elementare Schwefel (Netzschwefel), bedarf im Boden erst bakterieller Umwandlung in die Sulfatform um pflanzenverfügbar zu werden. Je nach Temperatur und Feuchte kann das allerdings bis zu 6 bis 10 Wochen dauern. Aus diesem Grund blieb er im Versuch unberücksichtigt.

Raps hat einen vergleichsweise hohen Stickstoffbedarf. Unter ökologischen Anbaubedingungen muss dieser Anspruch entweder durch Kleegrasanbau oder durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern, bzw. organischen Zukaufdüngern erfüllt werden.
Aufgrund des rasch einsetzenden Wachstums des Rapses zu Vegetationsbeginn, muss eine zusätzliche N-Düngung frühzeitig erfolgen. Im Versuch wurden zwei Düngerformen verglichen. Agrobiosol als organischer Zukaufdünger und Hühnertrockenkot als Wirtschaftsdünger. Die Düngermenge betrug einheitlich 70 kg N/ha. Zusätzlich wurde in der Variante (4) auch der kombinierte Einsatz von Schwefel und Stickstoff überprüft.

2.3 Beikrautregulierungsversuch in Winterraps

In der ökologischen Anbaupraxis werden verschiedene Regulierungsverfahren praktiziert. Je nach Standort und Betriebsorganisation wird der Raps entweder in „Weiter Reihe“ angebaut, um den Einsatz der Scharhacke zu ermöglichen. Oder es erfolgt der Anbau in üblicher Drillsaat ohne jegliche Beikrautregulierung. Eine gute Konkurrenzkraft gegen Beikräuter entwickelt Raps im Öko-Landbau nur, wenn er auch entsprechend mit Stickstoff versorgt wird. Das dürfte auf Bioflächen eher die Ausnahme sein. Auf Standorten mit hohem Krautdruck und/oder geschwächten Rapsbeständen beispielsweise durch Schneckenfraß bzw. Rapserdflohbefall, kann dieses Verfahren allerdings sehr schnell an seine Grenzen stoßen. Der Einsatz des Striegels wurde in der Praxis bislang gemieden, da Striegelverluste bzw. die Verletzungen der Rapspflanzen befürchtet werden.
Ob der Striegeleinsatz im Raps praktikabel ist, soll in diesem Versuch neben dem Einsatz der Scharhacke geprüft werden. Insgesamt wurden drei Varianten angelegt (Tabelle 3):

Tabelle 3: Versuchsvarianten und Einsatztermine - Unkrautregulierung in Winterraps 2007

Variantenbezeichnung (Sorte Oase)	**Herbst 2006**		**Frühjahr 2007**	
	Striegeln	Hacke	Striegeln	Hacke
1) Striegel (Reihenabstand einfach: 12,5 cm)	x	-	x	-
2) Striegel + Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	x	x	x	x
3) Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	-	x	-	x

3. Standort und Versuchsangaben

Die Versuchsanlage erfolgte als Exaktversuch mit 4 Wiederholungen. In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Standort- und Versuchsdaten aufgeführt.

Tabelle 4: Standort- u. Versuchsdaten 2007

Versuchsstandort:	**Naturland-Betrieb Klostergut Wiebrechtshausen**
Versuchsbetreuung:	LWK-Niedersachsen, Fachbereich Ökologischer Landbau
Versuchsanlage:	Blockanlage mit 4 Wiederholungen
Höhe NN	ca. 220 m
Bodentyp / Bodenart	sL
Ackerzahl	55
Vorfrucht	Dinkel
Vorvorfrucht	Winterweizen (davor Kleegras)
Aussaattermin	25. August 2006
Sorte	Oase (im Beikrautregulierungs- und Düngungsversuch)
Aussaatstärke	Liniensorten: 80 Kö./m² (4,7 kg/ha) Hybridsorten: 60 Kö.m² (3,5 kg/ha)
Bestellung	pfluglos
Organische Düngung	keine
Nährstoffversorgung (Grundnährstoffe und Stickstoff)	pH: 6,9 P: 5,7 (mg/100g): (Stufe C) K: 16 (mg/100g): (Stufe C) Mg: 6 (mg/100g): (Stufe C) Nmin (Probenahme: Anfang März 2007) 0 – 90 cm: 5 kg N/ha
Ernte am	13. Juli 2007
Weitere Maßnahmen:	
Einsatz von Ferramol-Schneckenkorn nach der Saat auf dem gesamten Winterrapsversuch. Dieses Präparat (Wirkstoff: Eisen-III-Phosphat) ist im Ökologischen Landbau zugelassen	

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse des Winterrapssortenversuchs

Das durchschnittliche Ertragsniveau lag im Versuch bei 20,5 dt/ha (Tabelle 5). Berücksichtigt man, dass auf der Versuchsfläche auf jegliche Stickstoff-Düngung verzichtet wurde, ist dieses Resultat beachtenswert. Großen Einfluss auf dieses Ergebnis hatte sicherlich auch die Witterung. Der langanhaltende milde Herbst und ebenso milde Winter führte zu günstigen Wachstumsbedingungen mit ausgesprochen guter

Wurzelausbildung beim Raps, sodass der sehr trockene Zeitraum von etwa Mitte März bis etwa Ende April 2007 zu keinen sichtbaren Beeinträchtigungen führte. Durch das zügige Wachstum im Herbst und Frühjahr konnten auch die vorhandenen Beikräuter gut unterdrückt werden. Hinzu kam, dass in 2007 der Befall mit Schädlingen – hier ist an erster Stelle der Rapsglanzkäfer zu nennen – im Gegensatz zum Vorjahr keine Rolle spielte.

Zwischen den Hybrid- und Liniensorten zeigten sich in der Ertragsrangfolge keine Tendenzen. Den höchsten Ertrag erzielte die Hybridsorte Alkido. Auf identischen Niveau folgte die Liniensorte Remy. Auf dem dritten Rang lag die Sorte Oase – ebenfalls eine Liniensorte. Überdurchschnittliche Erträge, allerdings auf niedrigerem Niveau, erzielten auch die Sorten Fangio, Taurus, Courage, Lorenz und Express.

Splendor, besonders reich an Ölsäure und von einer Ölmühle mit leichtem Aufpreis angekauft, blieb hinter den Erwartungen sehr deutlich zurück und wird nach Aussage der Ölmühle von ihr auch nicht mehr gezielt nachgefragt werden.

Wie die Untersuchungen des Ölgehaltes zeigen, schwankten die Werte von 46,2 % bei der Sorte Splendor bis 50,3 % bei der Liniensorte Lorenz. Mit 49,5 % bei Oase bzw. 49,2 % bei Remy erzielten auch die beiden ertraglichen Spitzenreiter überdurchschnittliche Ölgehalte.

Tabelle 5: Erträge und Ölgehalte des Winterraps-Sortenversuchs 2007

		Erträge rel.	Ölgehalt In %	Sortenmerkmale - lt. Bundessortenamt -		
Sorte	**Züchter**			**Pfl.länge**	**Blühbeginn**	**Reife**
Liniensorten						
Express	NPZ	101	48,1	3	3	4
Splendor	DSV	68	46,2	3	4	4
Oase	DSV	108	49,5	5	3	5
Billy	DSV	96	48,6	4	3	4
NK Fair	Syngenta	96	48,6	4	3	4
Lorenz	NPZ	100	50,3	4	3	4
Remy	KWS	113	47,9	---	---	---
Courage	KWS	104	49,2	---	---	---
Hybridsorten						
Trabant	NPZ	92	49,0	5	3	4
Taurus	NPZ	102	49,6	5	3	4
Elektra	Raps GbR	99	48,0	4	2	4
Alkido	KWS	114	48,4	5	3	4
Fangio	KWS	106	49,3	---	---	---
Versuchsmittel		**20,5 dt/ha**	**48,7 %**			
GD 5 %		**19,4**				

Unterschiede bei der Wachstumsentwicklung

In Tabelle 6 sind die Wachstumsbeobachtungen - Deckungsgrad, und Blattstellung des Rapses in Bezug auf die Beikrautunterdrückung - dargestellt. Danach schnitten die beiden Hybridsorten Alkido und Elektra am besten bei der Jugendentwicklung ab. Auf einem ähnlichen Niveau zeigten auch die Liniensorten Oase, Lorenz und Billy sowie die Hybride Fangio eine gute Vorwinterentwicklung. Im zeitigen Frühjahr 2007 verschob sich das Bild etwas. Mit Taurus und Trabant schlossen zwei weitere Sorten zur Spitzengruppe Oase und Alkido auf. Elektra und Billy fielen dagegen etwas ab. Bei der Aprilbonitur erreichte dann Oase mit sehr deutlichem Abstand in der Wachstumsgeschwindigkeit bzw. Deckungsgrad die Spitzenposition, gefolgt von Alkido und Taurus. Als insgesamt langsamste Sorte zeigte sich Splendor, die somit der geforderten schnellen Jugendentwicklung nicht gerecht wurde. Eine unterdurchschnittliche Massenbildung war auch bei der Sorte Express feststellbar.
Neben deutlichen Unterschieden zwischen den einzelnen Sorten, ergaben sich nicht so deutlich die erwarteten Unterschiede zwischen der Linien- und der Hybridgruppe. Dies gilt besonders für die den Hybriden zugeschriebene schnelle Jugendentwicklung.
Da bei dem geringem Stickstoffangebot im Ökolandbau die beikrautunterdrückende Wirkung einen hohen Stellenwert bei der Sortenempfehlung einnimmt, sind Wachstumsbeobachtungen unerlässlich.

Tabelle 6: Ergebnisse der Bonituren - Massenbildung im Herbst/Frühjahr (Deckungsgrad, u. Blattstellung des Rapses in Bezug auf die Beikrautunterdrückung)

Sorten	Stand Massenbildung Herbst 4.10.2006	Stand Massenbildung Frühjahr I 15.03.2007	Stand Massenbildung Frühjahr II 03.04.2007
Liniensorten			
Express	4,0	4,3	3,3
Splendor	2,5	2,8	2,8
Oase	5,8	6,0	6,8
Billy	5,5	4,8	5,3
NK Fair	4,5	5,8	5,0
Lorenz	5,8	6,0	4,5
Remy	4,5	4,3	5,0
Courage	4,3	3,5	3,3
Hybridsorten			
Trabant	5,3	6,0	5,0
Taurus	4,8	6,3	5,5
Elektra	6,5	5,5	5,3
Alkido	6,8	6,3	6,0
Fangio	5,5	6,3	5,3

Boniturnote 1- 9 (je höher die Zahl umso besser ist die Massenbildung)

Welche Sorten sind anzubauen?
Werden von den Abnehmern keine Sorten vorgegeben, können aus den hier dargestellten Ergebnissen folgende Sorten für den Anbau in Erwägung gezogen werden. Wegen der erst einjährigen Versuche wird auf eine ausdrückliche Empfehlung verzichtet.

Hybridsorte Alkido: In Wiebrechtshausen beste Sorte. Sie überzeugt durch sehr schnelles Jugendwachstum und gutes Regenerationsvermögen. Durch die etwas größere Pflanzenlänge entspricht sie mit Blühbeginn und Abreife den Anforderungen des ökologischen Landbaues. Der Ölgehalt liegt nahe dem Durchschnitt.

Hybridsorte Taurus: Liegt im Ertrag und Ölgehalt über dem Versuchsmittel. Längere Sorte mit langsamerer Herbst-, aber guter Frühjahrsentwicklung. Erwartet gute N-Versorgung im Frühjahr.

Hybridsorte Elektra: Vergleichbare Ertragsleistungen wie Taurus bei deutlich niedrigerem Ölgehalt. Bei kürzerer Pflanzenlänge und einem frühem Blühbeginn überzeugt diese Sorte durch schnelles Jugendwachstum.

Liniensorte Express: Durchschnittliches Ertragsergebnis. Der Ölgehalt ist unterdurchschnittlich. Geringe Pflanzenlänge und langsame Jugendentwicklung schränken den Einsatz auf Standorten mit Beikräutern die in der Wuchshöhe Konkurrenz machen (z. B. Kamille) ein.

Liniensorte Lorenz: Mittellange Sorte mit frühem Blühbeginn und mittlerer Reife. Sie hat in Wiebrechtshausen und in Orientierungsversuchen gute Ertragsergebnisse gezeigt und liegt im Ölgehalt an der Spitze der geprüften Sorten. Die Sorte hat eine schnelle Jugendentwicklung im Herbst und im zeitigen Frühjahr.

Liniensorte Oase: Bisher im Anbau weit verbreitet, schwanken die Erträge je nach Standort. Die Neigung zu frühem Blühbeginn bei späterer Abreife zeigt sich auch in schnellem Jugendwachstum im Frühjahr. Entsprechend hoch ist auch die Regenerationsfähigkeit, wenn ausreichend Stickstoff im Frühjahr zur Verfügung steht. Der Ölgehalt liegt in der Spitzengruppe. Auf leichteren und vorsommertrockenen Standorten ist die Sorte im Nachteil.

Liniensorte Remy: Hat bisher gute stabile Ergebnisse auch im Orientierungsanbau gezeigt. Der Ölgehalt ist unterdurchschnittlich, die Jugendentwicklung im Herbst und Frühjahr bleibt langsam und verhalten.

4.2 Ergebnisse des Saatstärkenversuchs

Die in diesem Versuch geprüften unterschiedlichen Saatstärken zeigten bis zum Reihenschluss im Herbst 2006 deutliche Unterschiede. Die um 50 % erhöhte Saatstärke sowohl bei der Liniensorte Oase (120 Kö./m²) und auch bei der Hybridsorte Trabant (90 Kö./m²) wies einen früheren Reihen- bzw. Lückenschluss auf als die Standardaussaatstärke (Abbildung 1 und 2). Mit 50 % höherer Aussaatstärke zeigten beide Sorten im Herbst allerdings deutlich kleinere Einzelpflanzen mit entsprechend kleinerer Blattfläche gegenüber der Normalsaat (Abbildungen 3 bis 6).
Im weiteren Wachstumsverlauf bis zum Vegetationsbeginn 2007 glichen sich aber die unterschiedlichen Aussaatstärken bei beiden Sorten im Deckungsgrad weitestgehend an. Deutlich wird das auch anhand der Bonituren Massenbildung im Frühjahr (Tabelle 7). Die Rapspflanzen in den Varianten mit geringerer Saatstärke vermochten die Lücken durch Bildung größerer Einzelpflanzen zu schließen. Eine Eigenschaft

die bei Raps bekannt ist. Unterschiede sind tendenziell nur bei der Liniensorte Oase zu erkennen, wo die Variante mit der Standardaussaatstärke im Frühjahr eine bessere Massenbildung aufwies.

Tabelle 7: Massenbildung im Herbst/Frühjahr im Saatstärkenversuch (Deckungsgrad, u. Blattstellung des Rapses in Bezug auf die Beikrautunterdrückung)

Sorten	Massenbildung Herbst 4.10.2006	Massenbildung Frühjahr I 15.03.2007	Massenbildung Frühjahr II 03.04.2007
Oase – 80 Kö.m²	5,5	6	6,8
Oase – 120 Kö.m² (+50%)	6	6	6
Trabant - 60 Kö.m²	5	6	5
Trabant - 90 Kö.m² (+50%)	6	5,8	5,5

Boniturnote 1- 9 (je höher die Zahl umso besser ist die Massenbildung)

Die Ernteergebnisse zeigen (Tabelle 8), dass bei der Liniensorte Oase die um 50 % erhöhte Aussaatstärke zu einem deutlichen Ertragsrückgang gegenüber der Standardaussaatstärke führte. Beim Ölgehalt wurden keine Unterschiede festgestellt.
Bei der Hybridsorte Trabant schnitt die höhere Aussaatstärke beim Ertrag und Ölgehalt tendenziell besser ab.

Tabelle 8: Erträge und Ölgehalte des Saatstärkenversuchs 2007

Sorte	Erträge relativ	Ölgehalt %
Liniensorte		
Oase - Aussaatstärke 80 Kö.m²	108	49,5
Oase - Aussaatstärke 120 Kö.m² (+50%)	100	49,6
Hybridsorte		
Trabant - Aussaatstärke 60 Kö.m²	92	49,0
Trabant - Aussaatstärke 90 Kö.m² (+50%)	96	49,4

Grundsätzlich sollten in der ökologischen Anbaupraxis die Aussaatstärken höher als im konventionellen Anbau gewählt werden, um mögliche Verluste durch die Beikrautregulierung, bzw. Schaderregern auszugleichen und um eine frühzeitige Konkurrenz bzw. Beschattung gegen Beikräuter zu erreichen. Als Faustzahl sollte die Aussaatstärke etwa um 1/3 gegenüber den konventionellen Empfehlungen erhöht werden. In unseren Versuchen wurden als Standard 80 Körner/m² bei Liniensorten und 60 Körner/m² bei Hybridsorten gewählt, unter der Annahme, dass die Aussaat in der 3. oder 4. Augustwoche erfolgt. Bei früheren Aussaaten sind Abschläge, bei Septembersaaten entsprechende Aufschläge vorzunehmen.
Aufgrund der Versuchsergebnisse bringen um 50 % erhöhte Aussaatstärken mit 120 Körner/m² bei Liniensorten und 90 Körner m/² bei Hybridsorten keine wesentlichen Vorteile. Auf kalten umsetzungsträgen Standorten, bzw. unter suboptimalen Bedingungen bei der Herbstbestellung (zu trocken oder zu feucht) oder drohendem Schneckenfraß, sind die Saatstärken zu erhöhen.

Abb. 1: Sorte Oase (Linie)

<u>links</u>: 80 Kö./m², <u>rechts</u>: 120 Kö./m²

Abb. 2: Sorte Trabant (Hybride)

<u>links</u>: 60 Kö./m², <u>rechts</u>: 90 Kö./m²

Abb. 3: Sorte Oase (Linie)

120 Kö./m² (kleinere Blätter)

Abb. 4: Sorte Oase (Linie)

80 Kö./m² (größere Blätter)

Abb. 5: SorteTrabant (Hybride)

90 Kö./m² (kleinere Blätter)

Abb. 6: Sorte Trabant (Hybride)

60 Kö./m² (größere Blätter)

4.3 Ergebnisse des Stickstoff- und Schwefel-Düngungsversuchs

Die Düngungsvarianten wurden - im Gegensatz zur angrenzenden Praxisfläche – im Herbst nicht mit Hühnertrockenkot vor der Saat gedüngt.
Die vorgesehene Schwefel-Variante im Herbst wurde im Versuch am 4.10.2006 in Form von Naturgips (30 kg/ha Schwefel) gedüngt. Der vergleichsweise milde Herbst und Winter 2006/2007 führte zu guten Mineralisierungsbedingungen und dementsprechend zu einem sehr üppigen Wachstum des Rapses. Im zeitigen Frühjahr 2007 (Ende Februar) lag der Nmin-Gehalt mit 5 kg auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Frühjahrs-Varianten der Schwefel- und Stickstoffdüngung, wie sie in Tabelle 2 dargestellt sind, wurden am 15.03.2007 gedüngt. 2 Tage nach dieser Maßnahme vielen noch rund 10 mm Niederschlag. Danach herrschte rund fünf Wochen warme und trockene Witterung vor. Das die eingesetzten Dünger unter diesen Bedingungen eine ausreichende Wirkung entfalten würden, war somit fraglich.
Um die Wirkung der einzelnen Düngungsvarianten zu erfassen, ist eine Pflanzenanalyse rund 3 Wochen nach der Düngung am 3. April 2007, im Stadium 53 (Blütenstand überragt die Blätter) durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 7 bis 9 dargestellt. In der Tabelle 9 sind Richtwerte für eine Ausreichende Nährstoffversorgung aufgeführt, allerdings bezogen auf eine Ertragserwartung von 40 dt/ha. Diese dürfte unter Öko-Bedingungen als illusionär einzustufen sein. Dennoch können diese Zahlen als grobe Richtschnur verwendet werden.

Tabelle 9: Ausreichende Mineralstoffgehalte nach Pflanzenanalyse in Raps

N	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B
% i. TS					mg/kg TS			
4,0	0,35	2,5	0,15	0,65	4,0	30,0	25,0	28,0

Die Stickstoff- und Schwefelgehalte in den Pflanzen sind in Abbildung 7 dargestellt. Bei beiden Nährstoffen ist eine Wirkung durch die Düngung erkennbar. Der Hühnertrockenkot (Var. 6) zeigte den stärksten Effekt beim Stickstoff. Die Varianten 4 und 5 – Agrobiosol mit und ohne Naturgips lassen ebenfalls eine Stickstoffwirkung erkennen. Untereinander unterscheiden sie sich aber nicht. Das der Dünger Agrobiosol eine schwächere N-Wirkung als der Hühnertrockenkot zeigte, dürfte mit der langsameren N-Wirkung dieses Düngers zu erklären sein. Alle Varianten lagen aber mit 3,3 bis 3,8 % knapp unter dem Orientierungswert für eine Ausreichende N-Versorgung von 4 % in der Trockenmasse.
Die Schwefeldüngung im Herbst zeigte eine geringe Wirkung. Mit der Schwefeldüngung im Frühjahr konnte dagegen ein deutlicherer Effekt erzielt werden. Die kombinierte Düngung mit Agrobiosol und Naturgips führte zu den höchsten S-Gehalten in der Pflanze. Sogar die alleinige Düngung mit Agrobiosol lag bei den Schwefelgehalten über der von der Naturgipsvariante 3. Das lässt auf eine zusätzliche Schwefelwirkung des Agrobiosols schließen. Bis auf die Variante 1 (ohne Düngung) erreichten alle übrigen Variante ausreichende Schwefelgehalte von über 0,65 % in der Trockenmasse, dem Standard für konv. Rapsanbau (s. Tab. 9).
Durch den Einsatz von Agrobiosol und Hühnertrockenkot sind auch Düngungseffekte bei Kalium und Phosphor und auch tendenziell bei Magnesium erkennbar (Abb. 8). Was auch nahe liegt, da beide Dünger diese Nährstoffe - neben Stickstoff - auch enthalten. Wobei beim Agrobiosol die Gehalte vergleichsweise gering sind.
Betrachtet man die Nährstoffgehalte der Pflanzen in den einzelnen Varianten, fällt auf, dass beim Phosphor eine ausreichende Versorgung in den Pflanzen nur in den mit HTK und Agrobiosol gedüngten Varianten vorlag. Bei Kalium und Magnesium ist

eine Unterversorgung laut der Standardwerte in Tabelle 9 festzustellen. Obwohl die Bodengehalte alle in der ausreichenden Versorgungsstufe C vorlagen (Tabelle 4).
Bei den untersuchten Spurenelementen (Abbildung 9) sind bei Mangan, und tendenziell auch bei Bor sowie Zink Düngungseffekte durch die organische Düngung der Varianten 4 bis 6 zu erkennen. Die Kupfer-, Zink- und Borgehalte zeigten aber in allen Varianten trotzdem noch eine Unterversorgung an (Vergl. Tabelle 9 und Abbildung 9). Besonders bei Bor ist das kritisch zu sehen, da Raps einen vergleichsweise hohen Borbedarf hat. Mangelsymptome sind im Versuch nicht aufgefallen. Dieser Mikronährstoff sollte allerdings in weiteren Versuchen stärker betrachtet werden.

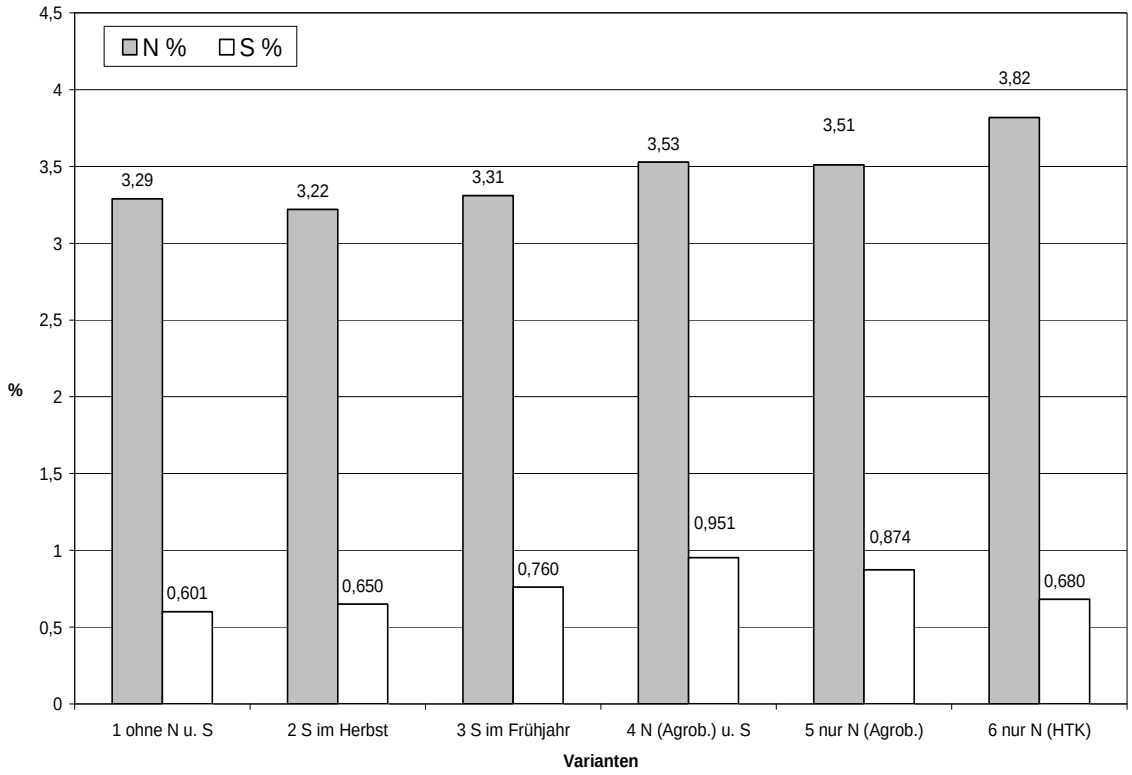

Abb. 7: Stickstoff und Schwefelgehalte in Raps nach Pflanzenanalyse

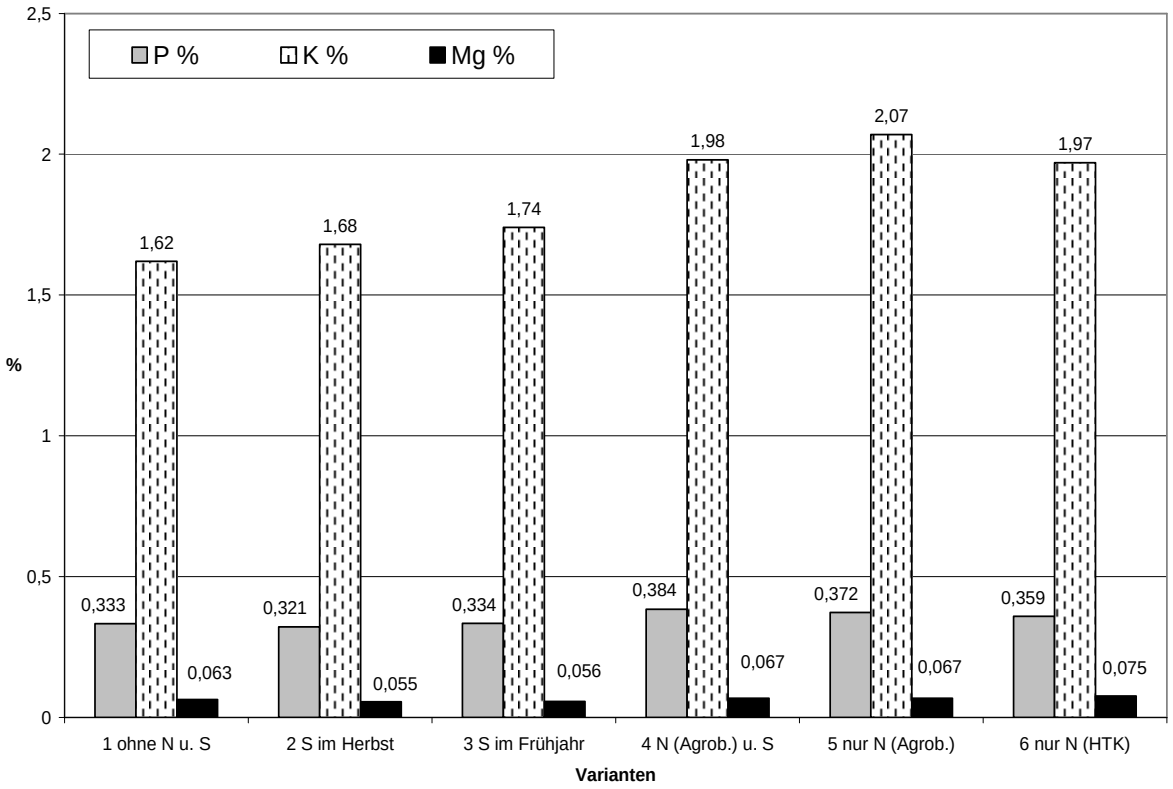

Abb. 8: Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte in Raps nach Pflanzenanalyse

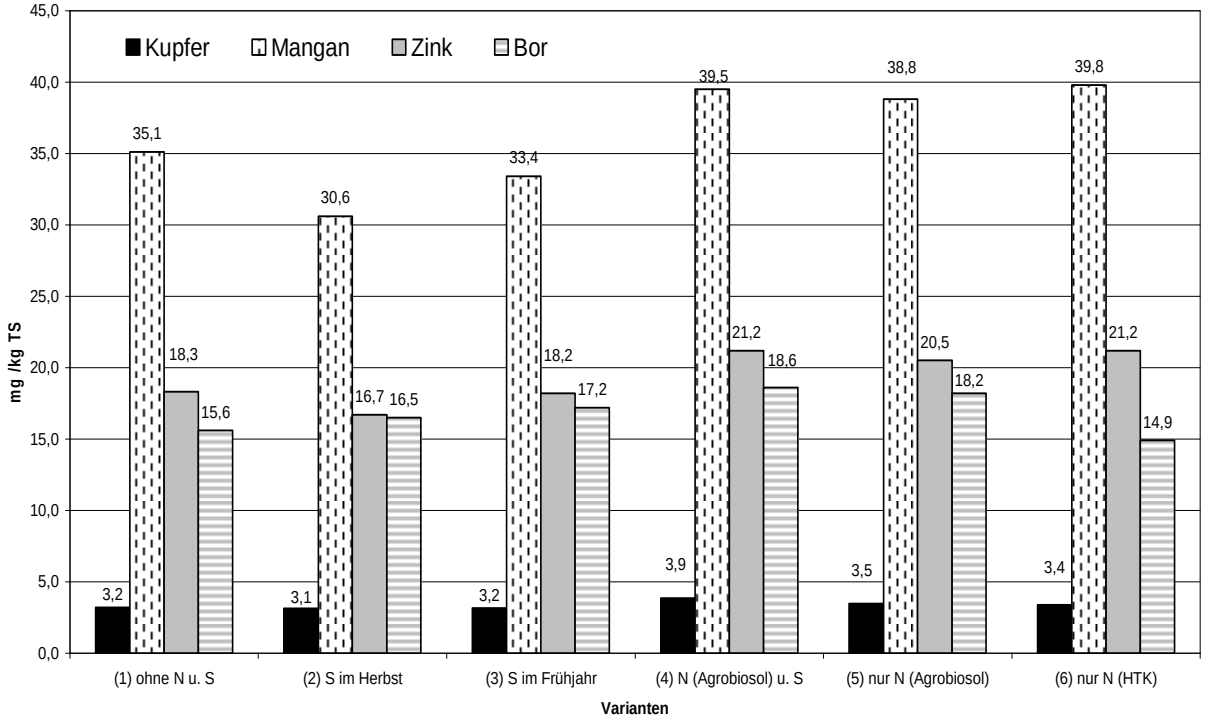

Abb. 9: Kupfer-, Mangan-, Zink- und Borgehalte in Raps nach Pflanzenanalyse

Nach Auswertung der Kornerträge (Tabelle 10) ist durch die Schwefeldüngung sowohl im Herbst als auch im Frühjahr (Var. 2 und 3) keine Ertragswirkung zu erkennen. Dagegen erzielte die Düngung mit Agrobiosol (Var. 4 und 5) deutliche Mehrerträge. Die Düngung mit Hühnertrockenkot führte zu vergleichsweise geringen Mehrerträgen (Var. 6). Ursache könnte die sehr trockene Konsistenz des Düngers zum Zeitpunkt der Ausbringung gewesen sein. Zusätzlich dürfte die schon beschriebene langanhaltende trockene Witterung nach der Düngung die unzureichende Wirkung gefördert haben.

Tabelle 10: Erträge und Ölgehalte der Stickstoff- und Schwefeldüngung 2007

Var.	Variantenbezeichnung (Sorte Oase)	Kornertrag relativ	Ölgehalt % (absolut)
1	ohne N und S	100	49,7
2	Naturgips im Herbst	94	49,4
3	Naturgips im Frühjahr	100	49,2
4	Agrobiosol + Naturgips	117	47,5
5	Agrobiosol	123	k.A.
6	Hühnertrockenkot	103	48,5
Standardmittel dt/ha		**22,2**	**49,0**

Bei den Ölgehalten fielen die Unterschiede gering aus. Die mit den organischen Düngern gedüngten Varianten 4 bis 6 schnitten sogar schlechter als die ungedüngte bzw. die Schwefelvarianten ab.
Leider lassen sich die Ergebnisse statistisch nicht absichern. Dies gilt besonders für den Ertragsunterschied zwischen den Varianten 4 und 5.

4.4 Ergebnisse des Beikrautregulierungsversuchs

Die in diesem Versuch vorgesehenen Varianten konnten nicht alle wie geplant durchgeführt werden. Betroffen waren die geplanten Einsätze der Scharhacke und der frühe Striegeleinsatz. Im Herbst ließen unbeständige Witterungsbedingungen nach der Saat eine Befahrbarkeit des Versuches nicht zu. Die milden Temperaturen führten allerdings zu einem sehr zügigen Wachstum des Rapses, mit einer entsprechend guten Krautunterdrückung. Tendenziell zeigte die Variante 1 mit einfachem Reihenabstand von 12,5 cm einen schnelleren Reihenschluss bzw. beschattende Wirkung. Aber auch die Varianten 2 und 3 mit doppelten Reihenabstand schlossen, aufgrund der guten Wüchsigkeit zügig die Reihen.
Geplant war der Striegeleinsatz ab dem 2-Blattstadium des Rapses. Unter suboptimalen Bedingungen (Befahrbarkeit) konnte der Striegel aber erst im 4 – 6-Blattstadium eingesetzt werden. Allerdings waren die Beikräuter schon zu weit entwickelt, so dass der gewünschte Effekt nicht mehr erreichbar war. Der Raps vertrug das Striegeln ausgesprochen gut. Es traten zwar stellenweise leichte Blattverluste auf, diese beeinträchtigten das Wachstum aber nicht. Nur vereinzelt wurden Rapspflanzen stark geschädigt.

Der Einsatz der Scharhacke war auch im Frühjahr 2007 durch den milden Winter nicht mehr möglich. Der Raps hatte selbst in den Varianten mit doppelten Drillreihenabstand die Reihen bereits geschlossen.

Tabelle 11: Versuchsvarianten und Einsatztermine - Unkrautregulierung in Winterraps 2007

Variantenbezeichnung (Sorte Oase)	Herbst 2006 (Termine/Stadium)		Frühjahr 2007 (Termine/Stadium)	
	Striegeln	Hacke	Striegeln	Hacke
1) Striegel (Reihenabstand einfach: 12,5 cm)	25.09.06 (4-6 Blatt)	-*	-*	-*
2) Striegel + Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	25.09.06 (4-6 Blatt)	-*	-*	-*
3) Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	-*	-*	-*	-*

Leitverunkrautung:

Kamille, Klettenlabkraut, Ausfallgetreide, Ehrenpreis, Hirtentäschel und Taubnessel

Unkrautbesatz von durchschnittlich 40 Pfl./m²

* Aufgrund der zeitweise nicht gegebenen Befahrbarkeit (Witterung) und der sehr schnellen Entwicklung des Rapses war der Einsatz der Scharhacke im Herbst und im Frühjahr nicht möglich

Die Auswertung der Ernteergebnisse der Beikrautregulierungsvarianten (Tabelle 12) ergab keine relevanten Unterschiede, da die meisten der geplanten Maßnahmen – wie schon beschrieben - nicht durchführbar waren. Die unterschiedlichen Drillreihen-abstände zeigten keinen Einfluss auf den Kornertrag und Ölgehalt.

Tabelle 12: Erträge und Ölgehalte der - Beikrautregulierungsvarianten

Variantenbezeichnung (Sorte Oase)	Kornertrag relativ	Ölgehalt % (absolut)
1) Striegel (Reihenabstand einfach: 12,5 cm)	100	49,5
2) Striegel + Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	100	49,5
3) Hacke (Reihenabstand doppelt: 25 cm)	98	49,2

5. Resümee

Die Sortenergebnisse aus 2007 haben gezeigt, dass für den ökologischen Rapsanbau durchaus geeignete Sorten zur Verfügung stehen. D.h., Sorten die überdurchschnittliche Erträge und Ölgehalte bei gleichzeitig guter Wüchsigkeit und damit verbundener Beikrautunterdrückung vereinen. Zwischen den Hybrid- und Liniensorten zeigten sich in der Ertragsrangfolge keine Tendenzen. Auch bei der Wüchsigkeit im Herbst und Frühjahr sind die Hybriden nicht automatisch im Vorteil gewesen. Vielmehr gilt es hier Sortenunterschiede bei beiden Sortengruppen zu beachten.

Deutlich erhöhte Saatstärken brachten in diesem Versuchsjahr keine Vorteile beim Ertrag und Ölgehalt. Durch die witterungsbedingt gute Wüchsigkeit im Herbst und Frühjahr konnten die Vorzüge einer höheren Saatstärke in Bezug auf Beschattung und Lückenschluss nur im Herbst beobachtet werden. Im Frühjahr hatten die dünneren Saaten durch größere Einzelpflanzenbildung einen gleichwertigen Deckungsgrad erreicht.

Eine Schwefeldüngung mit Kalziumsulfat zeigte keinen Einfluss auf Ertrag und Ölgehalt. Durch den Einsatz von organischen Zukaufdüngern bzw. Wirtschaftsdüngern konnten tendenziell Mehrerträge erzielt werden. Diese ließen sich aber statistisch nicht absichern.

Der Beikrautregulierungsversuch mit Einsatz von Striegel und Scharhacke konnte in 2007 witterungsbedingt nicht wie geplant durchgeführt werden. Lediglich ein Striegeleinsatz im 4 – 6-Blattstadium des Rapses war möglich, der zu vergleichsweise geringen Rapspflanzenverlusten führte.

Aufgrund der einjährigen Ergebnisse zeigen die bisherigen Erkenntnisse dieses Versuchsvorhabens lediglich Tendenzen auf. Zur Erreichung einer höheren Aussagekraft sind weitere Versuchsjahre erforderlich.