

Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau

Management of insect pests in organic oilseed rape

FKZ: 06OE050, 06OE350, 06OE351 und 06OE352

Koordination des Verbundvorhabens (FKZ 06OE050):

Julius Kühn-Institut (JKI) - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz

Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow

Tel.: +49 33203 48-205

Fax: +49 33203 48-424

E-Mail: sf@jki.bund.de

Internet: <http://www.jki.bund.de>

Autoren:

Kühne, Stefan; Ludwig, Tobias; Ulber, Bernd; Döring, Andreas; Saucke, Helmut; Wedemeyer, Rainer;
Böhm, Herwart; Ivens, Birte; Ebert, Ulrich

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft (BÖLN)

Abschlussbericht zum Verbundvorhaben

„Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

mit den Projekten

Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung (FKZ 06 OE 050)

Universität Göttingen (FKZ 06 OE 351)

Universität Kassel-Witzenhausen (FKZ 06 OE 352)

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau (FKZ 06 OE 350)

Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN)

 JKI Julius Kühn-Institut	 GAU Georg-August-Universität Göttingen	 UNI KASSEL VERSITÄT Universität Kassel-Witzenhausen	 vTI Johann Heinrich von Thünen-Institut	 KÖN Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen
Julius Kühn-Institut (JKI)	Georg-August-Universität Göttingen (GAU)	Universität Kassel-Witzenhausen	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)	Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN)
Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz	Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Agrarentomologie	Ökologische Agrarwissenschaften, FB11	Institut für Ökologischen Landbau (OEL)	
Stahnsdorfer Damm 81 14532 Kleinmachnow	Grisebachstr. 6 37077 Göttingen	Nordbahnhofstr. 1a 37213 Witzenhausen	Trenthorst 32 23847 Westerau	Bahnhofstr. 15 27374 Visselhövede
Dr. Stefan Kühne	Dr. Bernd Ulber	Dr. Helmut Saucke	Dr. Herwart Böhm	Ulrich Ebert
Tel.: 033203/48 307 Fax: 033203/48 424	Tel.: 0551/39 3725 Fax: 0551/39 12105	Tel.: 05542/981559 Fax: 05542/981564	Tel.: 04539/ 8880 313 Fax: 04539/ 8880 140	Tel. 04262/9593 13 Fax 04262/9593 77
E-Mail: stefan.kuehne@jki.bund.de	E-Mail: bulber@gwdg.de	E-Mail: hsaucke@wiz.uni-kassel.de	E-Mail: herwart.boehm@vti.bund.de	E-Mail: u.ebert@oeko-komp.de

Laufzeit: 01. September 2008 bis 31. März 2012

Berichtszeitraum: 01. September 2008 bis 31. März 2012

Eingereicht am: 31. März 2012 durch den Koordinator

Projektkoordination: Prof. Dr. Stefan Kühne

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	4
2.	Sortenversuche zur Attraktivität von Raps und Rübsen gegenüber Rapsschädlingen (Universität Göttingen, Universität Kassel)	7
2.1.	Material und Methode	
2.2.	Ergebnisse der Sortenversuche (Universität Göttingen)	
2.3.	Ergebnisse der Sortenversuche (Universität Kassel)	
2.4.	Diskussion der Sortenversuche	
3.	Fangstreifenversuche (Universität Göttingen, Universität Kassel)	14
3.1.	Material und Methode	
3.2.	Ergebnisse der Fangstreifenversuche (Universität Göttingen)	
3.3.	Ergebnisse der Fangstreifenversuche (Universität Kassel)	
3.4.	Diskussion der Fangstreifenversuche	
4.	Laborversuche zur Bestimmung der Attraktivität verschiedener Rübsensorten gegenüber dem Rapserrdfloh (Universität Göttingen)	22
4.1.	Material und Methode	
4.2.	Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Attraktivität verschiedener Rübsensorten gegenüber dem Rapserrdfloh	
5.	Aufklärung der befallsreduzierenden Wirkung von ganzflächigen Mischsaaten von Raps mit attraktiven Fangpflanzen (Rübsen) gegenüber Rapsschädlingen (Julius Kühn-Institut (JKI) in Kleinmachnow, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Trenthorst, Universität Göttingen, Universität Kassel)	22
5.1.	Material und Methode	
5.1.1.	JKI - Versuchsfeld in Dahnsdorf	
5.1.2.	vTI - Versuchsfeld in Trenthorst	
5.1.3.	JKI - Praxisbetrieb in Liemehna (Leipzig)	
5.1.4.	Universität Göttingen	
5.1.5.	Universität Kassel	
5.2.	Ergebnisse - Mischsaaten	
5.2.1.	JKI - Versuchsfeld in Dahnsdorf	
5.2.2.	vTI - Versuchsfeld in Trenthorst	
5.2.3.	JKI - Praxisbetrieb in Liemehna (Leipzig)	
5.2.4.	Universität Göttingen	
5.2.5.	Universität Kassel	
6.	Untersuchungen zur Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln auf die Regulierung von Rapsschädlingen (Julius Kühn-Institut (JKI) in Kleinmachnow, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Trenthorst)	35
6.1.	Material und Methode	
6.1.1.	Versuchstandort JKI in Dahnsdorf	
6.1.2.	Versuchsstandort in Trenthorst	
6.1.3.	Laborversuche im JKI	
6.2.	Ergebnisse und Diskussion	
6.2.1.	Feldversuche Versuchstandort JKI in Dahnsdorf	
6.2.2.	Feldversuche Versuchstandort vTI in Trenthorst	
6.2.3.	Laborversuche zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln (JKI)	
7.	Untersuchungen zu Randstreifen und Mischsaatflächen auf den Schädlingsbefall in Praxisschlägen (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN), Universität Kassel)	46
7.1	Material und Methode	

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

7.2.	Ergebnisse	
7.3.	Diskussion	
8.	Pflanzenbauliche Begleituntersuchungen (Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in 8.1. Trenthorst)	52
8.2.	Material und Methode Ergebnisse und Diskussion der Begleituntersuchungen (vTI)	
9.	Literatur	73
	ANHANG I - Punkt 2. und 3. Sortenversuche und Fangstreifen	76
	ANHANG II – Punkt 8. Pflanzenbauliche Begleituntersuchungen	88
	ANHANG III – Mischsaat- und Pflanzenschutzmittelversuche im JKI	94
	ANHANG IV – Übersicht der Publikationen im Projektzeitraum	96

1. Zusammenfassung

Aus der Literatur ist bekannt, dass Rübsen von vielen Rapsschädlingen als Wirtspflanze gegenüber dem Raps bevorzugt wird. Daher war zu erwarten, dass Rübsen als Fangpflanze zur Ablenkung der Rapsschädlinge von den Rapspflanzen geeignet ist. Die einfliegenden Schädlinge sollen bei der Fangpflanzen-Strategie zu den deutlich attraktiveren Rübsenpflanzen angelockt werden und somit an der Besiedelung des Rapsbestandes gehindert werden bzw. so lange an die Fangpflanzen gebunden werden, bis der Winterraps ein weniger gefährdetes Stadium erreicht hat. Ein Ziel der Untersuchungen der Universität Göttingen (FKZ 06 OE 351) und der Universität Kassel-Witzenhausen (FKZ 06 OE 352) war es, Rübsensorten zu identifizieren, die durch ihre hohe Attraktivität besonders gut als Fangpflanzen gegenüber Rapsschädlingen genutzt werden können. Die Fangpflanzenstrategie sollte in zwei unterschiedlichen Varianten geprüft werden. Zum einen als Rübsen-Fangstreifen, der das Feld schützend ummantelt und die in das Feld einfliegenden Schädlinge am Rand binden soll, und zum anderen Rübsen als flächige Mischsaat mit Raps, um die Schädlinge möglichst flächendeckend an die benachbarten Rübsenpflanzen zu locken. Weiterhin sollten naturstoffliche Pflanzenschutzmittel auf ihre direkte Wirkung gegen die Schädlinge getestet werden. Zur Umsetzung dieser Versuchsziele wurden schwerpunktmäßig Feldversuche an den Standorten der Versuchspartner durchgeführt, die durch Laborversuche ergänzt wurden. Die Umsetzung der aus den Feldversuchen gewonnenen Ergebnisse in die landwirtschaftliche Praxis sollte durch Praxisversuche auf landwirtschaftlichen Flächen gemeinsam mit den Landwirten erfolgen.

In dreijährigen Parzellenversuchen der Universität Göttingen und der Universität Kassel-Witzenhausen in Südniedersachsen und Nordhessen wurden drei Rübsensorten und eine Rapssorte angebaut und der Befall der wichtigsten Rapsschädlinge erfasst. Für die Versuche zur Effektivität des Rübsen-Fangstreifenverfahrens wurden in den Jahren 2009 und 2010 an den Längsseiten eines Rapsfeldes jeweils Randparzellen alternierend mit Winterraps und Winterrübsen bestellt und deren Einfluss auf den Schädlingsbefall des Raps-Kernbestandes ermittelt. Im Versuchsjahr 2011 wurden durchgehende Rübsenrandstreifen angelegt, die in Parzellen mit hoher und geringer Stickstoffversorgung unterteilt waren. Ziel dieser Versuchsanlage war es, die Attraktivität der Fangpflanzen durch eine zusätzliche Düngung zu erhöhen.

In den Versuchen zeigte sich, dass der Rapserdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) und der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) den Rübsen signifikant gegenüber Raps bevorzugen. Der Große Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyl.) und der Gefleckte Kohltriebrüssler (*C. pallidactylus* (Mrsh.)) besiedelten beide Pflanzenarten gleich stark. Im Gegensatz dazu zeigten der Kohlschotenrüssler (*C. obstrictus* (Payk.) syn. *C. assimilis*) und die Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae* (Winn.)) eine klare Präferenz für den Winterraps. Zwischen den verschiedenen Rübsensorten ergaben sich meist nur geringe Unterschiede im Befall mit diesen Schädlingen. Lediglich die Winterrübsensorte Malwira wies noch zum Ende des Knospenstadiums signifikant höhere Rapsglanzkäferzahlen auf als die anderen Rübsensorten. Sie könnte also die Wirksamkeit der Fangstreifen gegenüber dem Rapsglanzkäfer erhöhen, da sie länger attraktiv ist als die anderen geprüften Rübsensorten. In den Randstreifenversuchen war der Rübsen ebenfalls sehr attraktiv für den Rapserdfloh und den Rapsglanzkäfer, dagegen zeigten der Rapsstängelrüssler, der Kohltriebrüssler und der Kohlschotenrüssler auch hier eher eine Präferenz für den Raps. Im Versuchsjahr 2011 konnte die Attraktivität der Rübsen-Randstreifen durch eine hohe Stickstoffdüngung zusätzlich gesteigert werden. Bei Vergleich mit dem Schädlingsbefall im Raps-Kernbestand, der jeweils an die Rübsen- oder Rapsrandparzellen bzw. die gedüngten oder ungedüngten Rübsenparzellen angrenzte, zeigte sich keine Reduktion des Schädlingsbefalls durch die

Rübsen-Fangstreifen. Auch der Kornertrag des Kernbestandes wurde nicht durch die unterschiedlichen Randstreifen beeinflusst.

Inhaltlicher Schwerpunkt des Forschungsprojektes des Julius Kühn-Institutes (FKZ 06 OE 050), das in enger Kooperation mit dem Johann Heinrich von Thünen-Institut (FKZ 06 OE 350) durchgeführt wurde, bildete die Bewertung der schädlingsregulierenden Wirkung einer Raps-Rübsen-Mischsaat (Verhältnis 9:1) im Vergleich zu einer Rapsreinsaat. Des Weiteren wurden naturstoffliche Pflanzenschutzmittel und selbst hergestellte Pflanzenschutzbrühen zur Regulierung der Stängelrüssler (*Ceutorhynchus* spp.) und des Rapsglanzkäfers in Labor- und Freilandversuchen getestet. Untersucht wurde die Wirkung von Spruzit® Neu (a. i. 18,36 g l⁻¹ Natur-Pyrethrum) und SpinTor (a. i. 480 g l⁻¹ Spinosad) gegen die Stängelrüssler. Gegen die Rapsglanzkäfer kamen SpinTor, Agrinova-Milbenfrei (Wirkstoff: Kieselgur (SiO₂)) mit Sonnenblumenöl, Surround® (Wirkstoff: Kaolin) mit Rapsöl bzw. Kiefernöl, Edasil® (Wirkstoff: Calcium-Bentonit), Sonnenblumenöl und ergänzend im Labor Quassia (Wirkstoff: Quassin) und Biscaya® (Wirkstoff: Thiaclopid) zum Einsatz. Als mechanische Pflanzenschutzmaßnahme gegen die Rapsglanzkäfer wurde eine Käfersammelmaschine getestet. Zur Ermittlung der insektiziden Wirkung der Pflanzenschutzmittel kam in Zusammenarbeit mit dem Julius Kühn-Institut in Braunschweig ein standardisierter Glasröhrchentest im Labor zum Einsatz, der auch zur Erfassung des Resistenzniveaus von Rapsglanzkäfern genutzt wird. Des Weiteren wurde für das Labor ein sogenannter Knospenstandversuch entwickelt, der neben der insektiziden Wirkung auch Ergebnisse zur repellenten Wirkungsweise der Gesteinsmehle erbringen sollte. Ergänzend hierzu wurden für eine bestmögliche Benetzung der Pflanzenoberfläche mit einem Gesteinsmehlfilm unter Laborbedingungen verschiedene Zugabemengen eines Netzmittels erprobt. Für die Feldversuche standen drei Versuchsstandorte in Brandenburg, Sachsen und Schleswig-Holstein zur Verfügung. Zusätzlich zu den unter Feldbedingungen getesteten Pflanzenschutzmitteln wurden in Laborversuchen Quassia (Wirkstoff: Quassin) und Biscaya® (Wirkstoff: Thiaclopid) getestet. Mit Hilfe von Gelbschalenfängen wurden neben der Schädlingsaktivität und -dynamik die optimalen Zeitpunkte für die Anwendung der Pflanzenschutzmittel gegen die Stängelrüssler bestimmt. Der Befall der Pflanzen mit Stängelrüsslern wurde durch Auszählung der Larven in den längs aufgeschnittenen Haupttrieben erfasst. Zusätzlich erfolgte die Bestimmung der Fraßganglänge als Schadausmaß des Befalls mit Stängelschädlingen. Die Befallsstärke der Pflanzen mit Rapsglanzkäfern wurde durch Auszählung der sich auf den Knospen der Hauptinfloreszenz befindlichen Käfer erfasst. Die Applikation der Pflanzenschutzmittel erfolgte im Zeitraum der stärksten Zuflugaktivität der Käfer. Für die Ermittlung der Schotenschädigung wurden die Schotenstände nach aufgeplatzten Schoten (Kohlschotenmücke) und Schoten mit Ausbohröffnungen (Kohlschotenrüssler) bonitiert. Der Kornertrag wurde mittels Parzellendrusch oder Quadratmeterernte bestimmt.

Die stärkere Attraktivität des Rübsens gegenüber dem Raps konnte für die Stängelrüssler und den Rapsglanzkäfer bestätigt werden. Verbunden hiermit wurden die Schaderreger vermehrt in die Flächen der Raps-Rübsen-Mischsaat gelockt, was eine überwiegend erhöhte Schaderregerabundanz gegenüber der Rapsreinsaat zur Folge hatte. Diese höhere Abundanz zog einen teils signifikant stärkeren Befall und eine signifikant stärkere Schädigung der Rapspflanzen in der Mischsaat gegenüber den Rapspflanzen in der Reinsaat durch die Stängelrüssler nach sich. Der Einfluss des Rübsens auf den Befall der Rapspflanzen mit Rapsglanzkäfern war nicht eindeutig. Prinzipiell gilt, je deutlicher der Entwicklungsvorsprung des Rübsens gegenüber dem Raps ist, desto höher ist der Lockeffekt des Rübsens. Die Sicherstellung des Entwicklungsvorsprungs des Rübsens bedingt jedoch den Anbau einer langsamer wachsenden Rapsorte, wodurch die Gefahr einer stärkeren Verunkrautung durch verzögerten Reihenschluss deutlich erhöht wird. Mit steigendem prozentualen Anteil des Rübsens in der Mischsaat können mehr Käfer durch den Rübsen gebunden werden. Generell gilt jedoch, dass mit zunehmender Einflugstärke der Rapsglanzkäfer die Gefahr steigt, dass nicht genug Rübsenknospen für eine Bindung der Käfer zur Verfügung stehen und die Käfer vermehrt auf die Rapsknospen übersiedeln. Im

Versuch wurde deutlich, dass die Auswinterung des Rübens unkalkulierbar ist und somit die Gefahr des Übersiedelns zusätzlich erhöht werden kann. Für den Kohlschotenrüssler war ein Mehrbefall der Rapspflanzen in der Mischsaat erkennbar, für die Kohlschotenmücke war keine Tendenz festzustellen. Insgesamt ist das System der Raps-Rüben-Mischsaat mit zu hohen Unsicherheiten behaftet und für die Herabsetzung des Befalls der Rapspflanzen mit Schaderregern nicht geeignet. Darüber hinaus erbrachten die Mischsaatparzellen einen teils signifikant geringeren Kornenertrag gegenüber den Parzellen der Reinsaat. Vom Anbau einer Raps-Rüben-Mischsaat ist daher abzuraten.

Naturpyrethrum und Spinosad führten in Laborversuchen zu deutlich erhöhten Mortalitäten bei den Stängelrüsslern. Demgegenüber konnte durch die Wirkstoffe unter Feldbedingungen weder ein Effekt auf die Befallshöhe noch auf die Schädigung der Pflanzen nachgewiesen werden. Bei der Regulierung der Rapsglanzkäfer wies Spinosad unter Feldbedingungen als einziger Wirkstoff Wirkungsgrade bis zu 100 % auf. In Laborversuchen konnte dies bestätigt werden. Die Wirksamkeit war vergleichbar mit der im integrierten Rapsanbau eingesetzten Wirkstoffgruppe der Neonicotinoide. Zu beachten sind allerdings die fehlende Zulassung dieses Wirkstoffes in der Rapskultur in Deutschland sowie die sehr hohe Bienentoxizität, die nicht nur im Ökologischen Landbau kritisch gesehen wird. Die Applikation von gespritztem Gesteinsmehl bzw. SiO_2 blieb fast ohne regulierenden Effekt auf die Rapsglanzkäfer. Generell kommt bei diesen Wirkstoffen der Formulierung der Pflanzenschutzbrühe, die eine gleichmäßige Benetzung der Pflanzen mit einem Gesteinsmehl bzw. SiO_2 Belag gewährleistet sowie einer mehrfachen Wiederholung der Applikation eine hohe Bedeutung zu. Nur so kann die unter Laborbedingungen nachgewiesene, verminderte Fraßfähigkeit der Rapsglanzkäfer erreicht werden. Aus ökonomischer Sicht sind mehrfache Applikationen jedoch abzulehnen. Der Einsatz von gestäubtem Gesteinsmehl und der Käfersammelmaschine zog eine kurzfristige Reduktion der Rapsglanzkäferzahlen nach sich, die wiederholte Anwendungen nötig macht. Darüber hinaus sind beide Verfahren aus arbeitstechnischen Gesichtspunkten unpraktikabel. Quassin ist als alternativer Wirkstoff für die Regulierung des Rapsglanzkäfers ebenso wenig geeignet wie der Wirkstoff Azadirachtin oder ein *Bacillus thuringiensis*-Präparat (*B.t.*). Mit Ausnahme einer Spinosad Applikation erbrachte keine Pflanzenschutzmaßnahme einen wirtschaftlichen Mehrertrag. Faktoren wie Stickstoffmangel oder Unkrautkonkurrenz scheinen demnach unter leichtem bis mittlerem Befall mit Schädlingen im ökologischen Rapsanbau häufig stärker auf die Limitierung der Kornträge zu wirken als der Befall mit Schaderregern. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich durch eine Pflanzenschutzmaßnahme im ökologischen Rapsanbau ein wirtschaftlicher Mehrertrag realisieren lässt, ist umso höher, je besser der Rapsbestand mit Nährstoffen versorgt ist und je geringer die Unkrautkonkurrenz ist. Die hierfür nötigen Pflanzenschutzkonzepte fehlen jedoch weiterhin.

Auch die Versuche unter norddeutschen Praxisbedingungen stützen die Ergebnisse der Feldversuche. Es zeigt sich eine durchgehend höhere Attraktivität des Rübens gegenüber Raps, allerdings wurden entgegen der Erwartung weder Schädlingsbesatz noch Schaden im Rapskernbestand durch den Rüben-Fangstreifen wesentlich reduziert. Ebenso erbrachte die flächige Mischsaat von Raps mit Rüben keine deutliche Entlastung für die Schadensausprägung in der Hauptkomponente Raps. Auch hier bleibt festzuhalten, dass die Wirkungsgrade der Fangpflanzen hinter den Erwartungen der Praxis zurückgeblieben sind und gegenwärtig die Mehraufwendungen den erwarteten Nutzen überwiegen.

Die pflanzenbaulichen Begleituntersuchungen, die durch das Johann Heinrich von Thünen-Institut in Trenthorst koordiniert wurden, zeigen noch einmal die Schwierigkeiten des ökologischen Rapsanbaus auf, die ausgehend von dem hohen Nährstoffbedarf über Probleme bei der Unkraut- und Schädlingsregulierung reichen und sich dementsprechend in hohen Ertragsschwankungen von 3 bis 42 dt/ha in der Praxis zeigen. Oftmals konnte eine nicht ausreichende Stickstoffversorgung, insbesondere zu Vegetationsbeginn im Frühjahr, anhand der Analysen von Blatt- und Aufwuchsproben festgestellt werden. Die Schwefelversorgung war in der Regel ausreichend, wobei diese zum Teil auf den Standorten

durch zusätzliche Düngungsmaßnahmen mit den im Ökologischen Landbau zugelassenen Düngemitteln sichergestellt werden konnte. Zusammenhänge zwischen Anbauregion, Anbaumanagement, Nährstoffversorgung, Schädlingsbefall und dem Ertrag konnten nicht nachgewiesen werden, dies lag auch an der insgesamt geringen Anzahl an untersuchten Standorten und den stark variierenden Anbauverfahren. Die Ergebnisse zeigen, dass auch in Zukunft der Rapsanbau nur eine Sonderkultur im Ökolandbau bleiben wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der alleinige Fangpflanzenanbau als Streifenummantelung der Felder oder als Mischsaat der Praxis als Konzept für die Schädlingsregulierung nicht empfohlen werden kann und sogar das ökonomische Verlustrisiko erhöht. Versuche aus England (BARARI ET AL., 2005) und der Schweiz (BÜCHI, 1995) deuten jedoch darauf hin, dass eine Kombination aus Fangpflanzenstreifen und gezielter Insektizidbehandlung der Streifen die Effektivität des Fangstreifenverfahrens deutlich erhöhen kann. In Deutschland ist jedoch in den nächsten Jahren nicht mit einer Zulassung von Spinosad im Rapsanbau als ein prinzipiell im Ökolandbau erlaubtes und wirksames Pflanzenschutzmittel, aufgrund der hohen Bientoxizität, zu rechnen.

2. Sortenversuche zur Attraktivität von Raps und Rübsen gegenüber Rapschädlingen (Universität Göttingen, Universität Kassel)

Aus der Literatur ist bekannt, dass Rübsen (*Brassica rapa* L.) von vielen Rapschädlingen gegenüber dem Raps (*Brassica napus* L.) bevorzugt wird. Dies gilt insbesondere für den Rapserrdfloh und den Rapsgranzkäfer. Die höhere Attraktivität des Rübsens beruht zum einen auf der unterschiedlichen Phänologie, wie dem Zeitpunkt des Blühbeginns, und zum anderen auf unterschiedlichen chemischen Reizen, wie dem Glucosinolatmuster und den von den Pflanzen abgegebenen Duftstoffen. So werden von adulten Rapsgranzkäfern blühende Pflanzen gegenüber Pflanzen im Knospenstadium stärker besiedelt. Für viele andere Schädlinge ist zudem bekannt, dass große Pflanzen gegenüber kleineren Pflanzen bevorzugt werden. In den Sortenversuchen sollte die Attraktivität verschiedener Raps und Rübsensorten gegenüber den verschiedenen Rapschädlingen an den Standorten der Universität Göttingen und der Universität Kassel getestet werden.

2.1. Material und Methode

Die Versuche zur Identifizierung einer als Fangpflanze für die wichtigsten Schadinsekten in Winterraps optimal geeignete Rübsensorte wurden über einen Zeitraum von drei Jahren (2009–2011) durchgeführt. In jedem Versuchsjahr wurden in zwei Regionen (Süd-niedersachsen und Nordhessen) identische Versuche angelegt. Als Versuchsstandort wurde zum einen das Versuchsgut Reinshof der Universität Göttingen auf einer Höhe von 150 m über NN im Leinebergland ausgewählt (Abb. 5, **ANHANG I**). Der Jahresniederschlag liegt hier bei durchschnittlich 645 mm und die langjährige Jahresmitteltemperatur bei 8,7 °C. Die Versuche der Universität Kassel wurden auf dem Versuchsgut, Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, Standort Neu-Eichenberg, angelegt (Abb. 6, **ANHANG I**). Dieses liegt im nordhessischen Bergland auf einer Höhe von 223 m mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 564 mm und einer langjährigen Durchschnittstemperatur von 8,7 °C.

Das Sortiment an Raps- bzw. Rübsensorten, die für den Versuch ausgewählt wurden, war an beiden Standorten identisch. Im ersten Versuchsjahr wurde die Winterrapssorte Oase und die drei Winterrübsensorten Largo, Prisma und Perko PVH angebaut. Auf Grund sehr geringer Unterschiede in der Phänologie zwischen den Sorten in diesem Sortiment wurde nach dem ersten Versuchsjahr die Winterrapssorte Oase durch die spätblühende Rapsorte Robust und die Winterrübsensorte Prisma durch die frühblühende Sorte Malwira ersetzt.

Bei den Sorten Oase, Robust, Largo und Prisma handelt es sich um 00-Sorten mit geringem Gehalt an Glucosinolaten und fehlender Erucasäure in den Samen, die zur Erzeugung von

Rapssaat verwendet werden. Die Rübsensorten Malwira und Perko PVH werden als Zwischenfrucht genutzt und enthalten hohe Konzentrationen an Erucasäure und Glucosinolaten in den Samen.

Die Sorten wurden an beiden Standorten in einem randomisierten Blockversuch mit vierfacher Wiederholung geprüft. Jede Wiederholungspartzele hatte eine Größe von 112,5 m². Die gesamte Versuchsanlage war von einer 3 m breiten Mantelsaat aus Winterraps umrandet, um eventuelle Randeffekte zu reduzieren (Tab. 1, **ANHANG I**).

An den verschiedenen Entwicklungsstadien des Winterrapses wurde der Befall durch Schädlinge bonitiert. Bereits nach Winter (BBCH 29) wurden Pflanzenproben im Feld entnommen und im Labor sezirt, um den Befall durch Rapserrdflohlarven (*Psylliodes chrysocephala*) zu bestimmen. In der Zeit vom Beginn des Knospenstadiums bis zum Beginn der Winterrapsblüte, in der der Winterraps besonders stark durch den Rapsgranzkäfer (*Meligethes aeneus*) geschädigt werden kann, wurde dieser Schädling in den Parzellen gezählt. Hierzu wurden im Abstand von drei Tagen die adulten Rapsgranzkäfer von den Haupttrieben der Raps- bzw. Rübsenpflanzen in eine leere Gelbschale abgeklopft und die Tiere sofort gezählt. Zum Zeitpunkt der abgehenden Blüte (BBCH 67) wurden nochmals Pflanzenproben im Feld entnommen und deren Stängel im Labor sezirt. Bei dieser Bonitur wurde der Befall mit den stängelminierenden Larven des Großen Rapsstängelrüsslers (*Ceutorhynchus napi*) und des Gefleckten Kohltriebrüsslers (*Ceutorhynchus pallidactylus*) bestimmt. Außerdem wurde als Indikator für die Schädigung der Pflanzen durch Stängelminierer das Verhältnis von Fraßganglänge in den Stängeln zur Pflanzenlänge bestimmt. Kurz vor der Samenreife zu BBCH 81 wurden der primäre Schotenstand und der Schotenstand des zweiten Seitentriebes von Pflanzen der unterschiedlichen Sorten entnommen, an denen im Labor die Schädigung durch den Rapsgranzkäfer bestimmt wurde. Hierzu wurde der Anteil an leeren Schotenstielchen, die durch den Fraß des Rapsgranzkäfers verursacht wurden, an dem gesamten Schotenansatz bestimmt. Zusätzlich wurde der Schotenbefall durch den Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus obstrictus*) und die Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) bestimmt. Für jede Bonitur wurden aus jeder Versuchspartzele 15 bis 25 Pflanzen untersucht.

Neben der Bestimmung des Schädlingsbefalls an den Pflanzen wurde der Zuflug der Schädlinge in die Versuchsschläge mittels Gelbschalen ermittelt. In der Zeit des Rapserrdflohzufugs von Anfang September bis Ende Oktober und des Zufluges der Stängelrüssler im Frühjahr wurden die in den Gelbschalen gefangenen Tiere regelmäßig ausgezählt.

2.2. Ergebnisse der Sortenversuche (Universität Göttingen)

Der Befall der Raps- und Rübsenpflanzen mit Larven des Rapserrdflohs war in den drei Versuchsjahren auf einem sehr hohen Niveau von bis zu neun Larven pro Pflanze in der Rübsensorte Largo (Abb. 1). In allen Versuchsjahren zeigte sich, dass der Rübsen signifikant stärker befallen war als der Winterraps, zwischen den Rübsensorten zeigten sich nur geringfügige Unterschiede. Während im Versuchsjahr 2008/09 und 2010/2011 die Winterrübsensorte Perko PVH am stärksten befallen war, war in der Saison 2009/10 die Sorte Largo am stärksten von Rapserrdflohlarven befallen.

Der Große Rapsstängelrüssler trat in den ersten beiden Versuchsjahren nur vereinzelt auf, jedoch konnte im letzten Versuchsjahr ein starker Anstieg des Rapsstängelrüsslerbefalls beobachtet werden (Abb. 2). Der Befall im Winterraps stieg von anfänglich 0,1 Larven pro Pflanze auf über drei Larven pro Pflanze. In keinem der drei Versuchsjahre zeigten sich weder deutliche Unterschiede im Befall von Raps und Rübsen noch zwischen den unterschiedlichen Rübsensorten.

Der Befall durch den Gefleckten Kohltriebrüssler wies ebenfalls einen deutlichen Anstieg innerhalb der drei Versuchsjahre auf. In allen Jahren wurde die Winterrübsensorte Largo am wenigsten stark befallen, auch wenn dieser Unterschied nicht in jedem Jahr signifikant war.

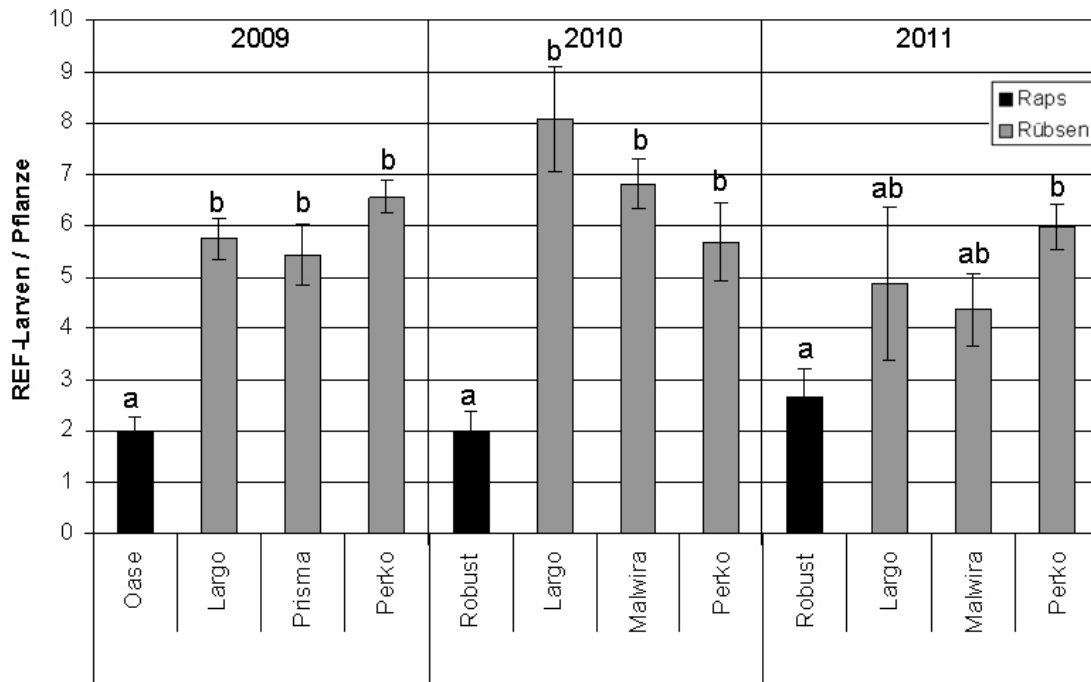


Abb. 1: Befall durch Larven des Rapserdflchs (REF) an verschiedenen Raps- und Rübsensorten; Mittelwerte (\pm Standardfehler) der Versuchsstandorte Neu-Eichenberg und Reinshof in den Jahren 2009 bis 2011.

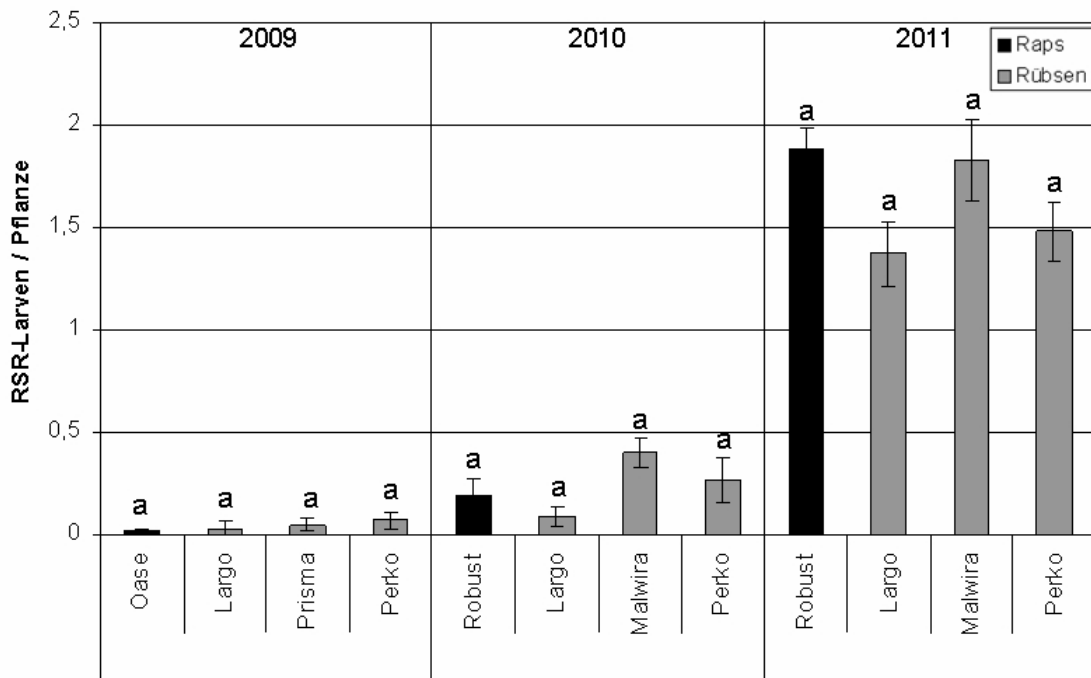


Abb. 2: Befall durch Larven des Rapsstängelrüsslers (RSR) an verschiedenen Raps- und Rübsensorten; Mittelwerte (\pm Standardfehler) der Versuchsstandorte Neu-Eichenberg und Reinshof in den Jahren 2009 bis 2011.

Im Frühjahr 2009 wies auch an diesem Standort die Winterrübsensorte Perko PVH die schnellste Entwicklung aller Sorten auf, und dieser Vorsprung blieb bis zum Beginn der Blüte bestehen. Im Vergleich der Winterrübsensorten Largo und Prisma zeigten sich nur sehr geringe Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit. Lediglich die Sorte Perko PVH hatte einen Vorsprung von acht Tagen gegenüber dem Blühbeginn des Winterrapses. Durch den Wechsel von der Winterrapsorte Oase zu der spät blühenden Sorte Robust und den Austausch der Winterrübsensorte Prisma durch Malwira waren die Unterschiede in der Blühphänologie zwischen Winterraps und Winterrübsen in den Jahren 2010 und 2011 deutlicher ausgeprägt als im ersten Versuchsjahr. Jedoch blieben die Unterschiede zwischen den Rübsensorten nach wie vor sehr gering, wenn auch die Entwicklung der Sorte Malwira zum Ende des Knospenstadiums etwas langsamer ablief als bei den anderen Rübsensorten. Der Vorsprung der frühesten Rübsensorte gegenüber der Rapsorte lag zum Beginn der Blüte bei mindestens zehn Tagen.

Der Besiedlungsverlauf durch den Rapsglanzkäfer zeigte deutliche Unterschiede an Winterraps und Winterrübsen. Im ersten Versuchsjahr wurde die Sorte Perko PVH zu Beginn des Knospenstadiums am stärksten befallen (Abb. 3). Mit fortschreitender Entwicklung der beiden anderen Winterrübsensorten nahm der Befall an diesen ebenfalls deutlich zu. Der Befall der Winterrübsensorten Largo und Prisma unterschieden sich im ersten Versuchsjahr an keinem der Zähltermine. Zum Zeitpunkt als alle Rübsensorten zu blühen begannen, war der Befall mit Rapsglanzkäfern an Winterraps und Winterrübsen nahezu identisch. In den Versuchsjahren 2010 und 2011 wurden die Rübsensorten zu Beginn der Besiedlungsphase ebenfalls deutlich stärker von Rapsglanzkäfern befallen als der Winterraps, jedoch gab es bis zum Ende des Knospenstadiums nur marginale Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten (Abb. 4; Abb. 9 **ANHANG I**). Kurz vor Beginn der Blüte des Rübsens zeigten sich deutlichere Unterschiede zwischen den Sorten. Die etwas spätere Rübsensorte Malwira wurde durch den Rapsglanzkäfer signifikant stärker besiedelt als die Sorten Largo und Perko PVH. Mit dem Beginn der Blüte verloren die Rübsensorten deutlich an Attraktivität und der Befall an dem noch im Knospenstadium befindlichen Winterraps stieg deutlich an. Zu diesem Zeitpunkt konnten zum Teil an Raps signifikant höhere Befallswerte als an Rübsen ermittelt werden. Generell konnte auch bei diesem Schädling ein deutlicher Anstieg des Befalls ab dem zweiten Versuchsjahr festgestellt werden.

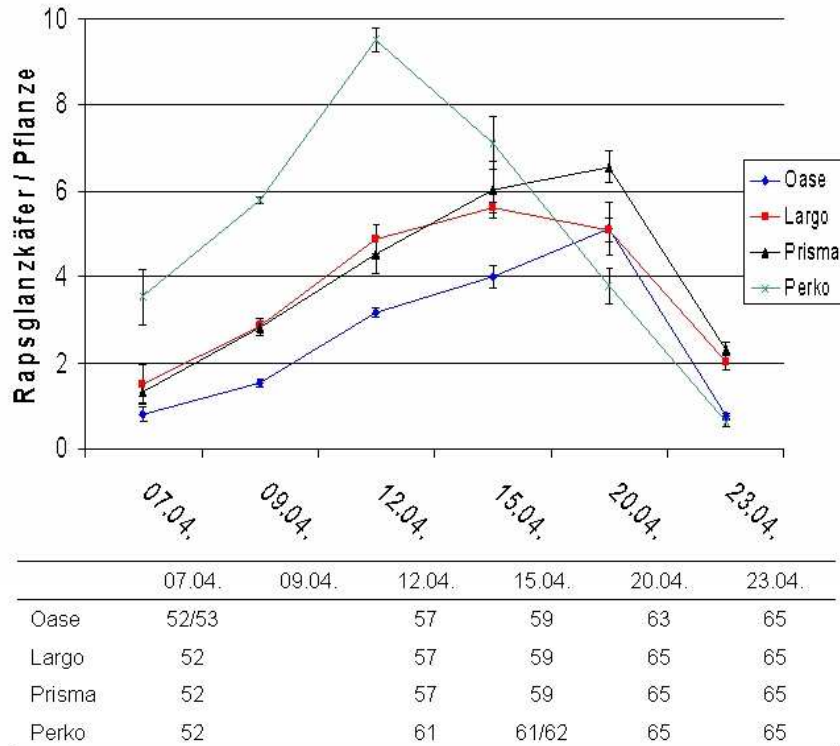


Abb. 3: Rapsglanzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Reinshof 2009.

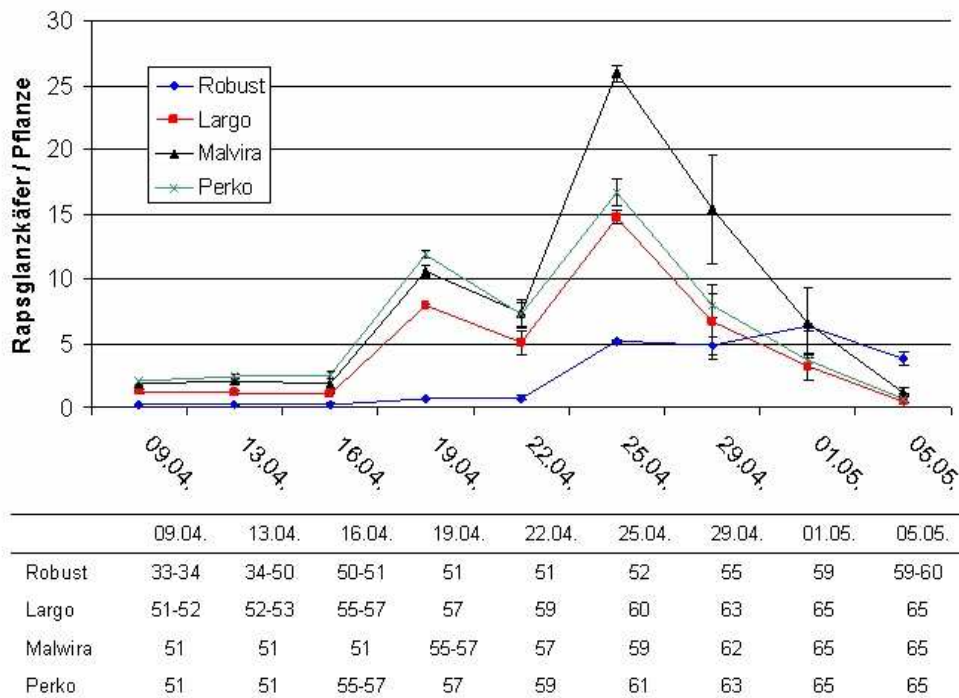


Abb. 4: Rapsglanzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Reinshof 2010.

Im Sommer 2009 waren nur wenige Larven des Kohlschotenrüsslers in den Schoten von Raps und Rübsen zu finden (Abb. 5). In der darauf folgenden Versuchssaison kam es zu einem sehr starken Anstieg des Kohlschotenrüsslerbefalls, der im letzten Versuchsjahr wieder deutlich zurückging. In den beiden Jahren 2010 und 2011 zeigte sich ein deutlich höherer Befall des Winterrapses im Vergleich zu den Winterrübsensorten. Innerhalb der Winterrübsensorten gab es jedoch keine Unterschiede im Schotenbefall (Abb. 5).

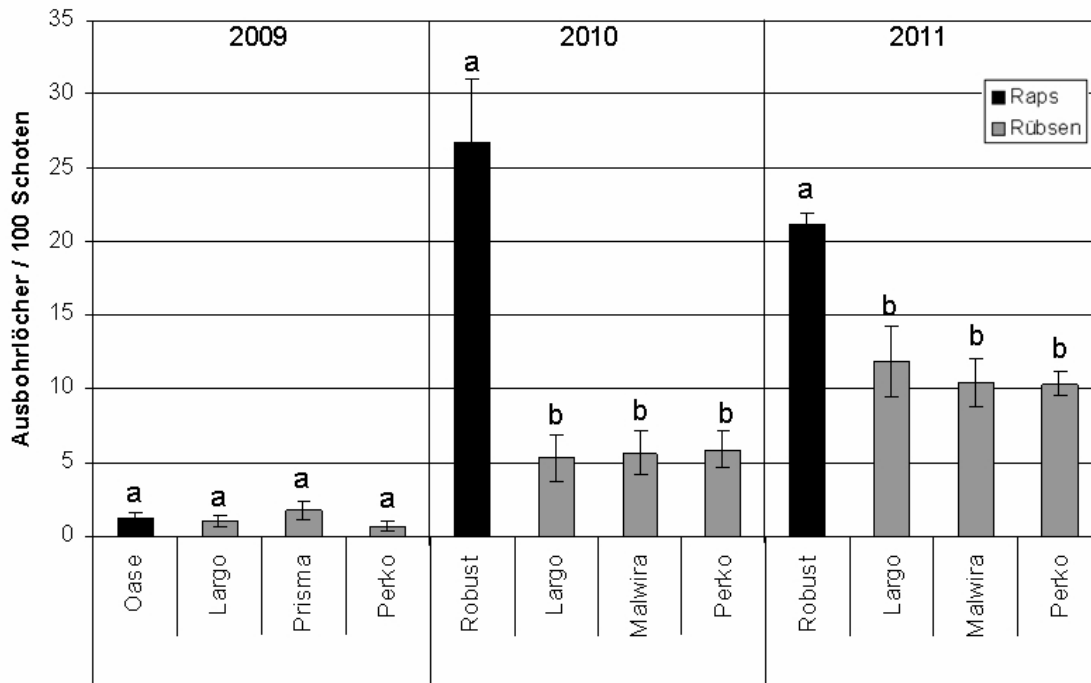


Abb. 5: Befall durch Larven des Kohlschotenrüsslers an verschiedenen Raps- und Rübsensorten; Mittelwerte (\pm Standardfehler) der Versuchsstandorte Neu-Eichenberg und Reinshof in den Jahren 2009 bis 2011.

Die Kohlschotenmücke trat nur im letzten Versuchsjahr verstärkt auf, nachdem in den ersten beiden Jahren nur wenige befallene Schoten zu beobachten waren. Es zeigte sich wie zuvor bei dem Kohlschotenrüssler, dass die Schoten der Rapspflanzen deutlich stärker befallen waren als die Schoten der Rübsensorten. Wie bei fast allen zuvor bonitierten Schädlingen konnte auch bei der Kohlschotenmücke keine Präferenz für eine bestimmte Rübsensorte beobachtet werden.

2.3. Ergebnisse der Sortenversuche (Universität Kassel)

In allen drei Jahren wurde der Rübsen signifikant stärker von Larven des Rapserrdflohs befallen als der Winterraps, jedoch zeigten sich zwischen den Rübsensorten nur geringfügige Unterschiede (Abb. 1). Während im Versuchsjahr 2009/10 die Winterrübsensorte Largo am stärksten befallen war, war in der Saison 2010/11 die Sorte Perko am stärksten von Rapserrdflohlarven befallen.

Trotz des Anstiegs des Rapsstängelrüsslerbefalls im Jahr 2011 gab es keine signifikanten Unterschiede bei dem Befall der untersuchten Rübsensorten (Abb. 2). Der Befall durch den Gefleckten Kohltriebrüssler war ebenfalls auf einem geringen Niveau und lag in allen Versuchsjahren bei etwa einer Larve pro Pflanze. Die Unterschiede zwischen Raps und Rübsen sowie innerhalb der Rübsensorten waren sehr gering. Lediglich im Versuchsjahr 2009/10 fiel die Rübsensorte Malwira durch einen signifikant höheren Befall als an allen anderen Sorten im Versuch auf.

Die Phänologie der Raps- und Rübsensorten war nahezu identisch mit den Ergebnissen aus den Versuchen der Universität Göttingen. Auch hier wurden in 2009 nur geringe Unterschiede beobachtet und in 2010 und 2011 eine deutliche Diversifizierung durch den Wechsel in den Sorten erzielt.

Der Besiedlungsverlauf des Rapsglanzkäfers zeigte deutliche Unterschiede an Winterraps und Winterrübsen. Im ersten Versuchsjahr wurde die Sorte Perko PVH zu Beginn des Knospenstadiums am stärksten befallen (Abb. 7, **ANHANG I**). Mit fortschreitender Entwicklung der beiden anderen Winterrübsensorten nahm der Befall an diesen ebenfalls deutlich zu. Zum Zeitpunkt, als alle Rübsensorten zu blühen begannen, war der Befall mit Rapsglanzkäfern an Winterraps und Winterrübsen nahezu identisch. In den Versuchsjahren 2010 und 2011 wurden die Rübsensorten zu Beginn der Besiedlungsphase ebenfalls deutlich stärker von den Rapsglanzkäfern befallen als der Winterraps, jedoch gab es bis zum Ende des Knospenstadiums nur marginale Unterschiede zwischen den verschiedenen Sorten (Abb. 8 & 10, **ANHANG I**). Kurz vor Beginn der Blüte des Rübsens zeigten sich deutlichere Unterschiede zwischen den Sorten: Die etwas spätere Rübsensorte Malwira wurde signifikant stärker durch den Rapsglanzkäfer besiedelt als die Sorten Largo und Perko PVH. Mit dem Beginn der Blüte verloren die Rübsensorten deutlich an Attraktivität und der Befall an dem noch im Knospenstadium befindlichen Winterraps stieg deutlich an. Zu diesem Zeitpunkt konnten zum Teil signifikant höhere Befallswerte an Raps als an Rübsen ermittelt werden.

Der Befall durch den Kohlschotenrüssler stieg wie in den Versuchen der Universität Göttingen ebenfalls in den Jahren 2010 und 2011 deutlich an und erreichte ein Niveau von 35 % befallener Schoten (Abb. 5). Außerdem konnte auch in diesen Versuchen beobachtet werden, dass der Winterraps deutlich stärker befallen war als der Winterrübsen.

Die Kohlschotenmücke trat nur im letzten Versuchsjahr verstärkt auf, nachdem in den ersten beiden Jahren nur wenige befallene Schoten zu beobachten waren. Es zeigte sich, wie zuvor bei dem Kohlschotenrüssler beobachtet, dass die Schoten der Rapspflanzen deutlich stärker befallen waren als die Schoten der Rübsensorten. Wie bei fast allen zuvor bonitierten Schädlingen konnte auch bei der Kohlschotenmücke keine Präferenz für eine bestimmte Rübsensorte beobachtet werden.

2.4. *Diskussion der Sortenversuche*

Die hohe Attraktivität von Rübsen, die in einigen früheren Untersuchungen festgestellt wurde (BARARI ET AL., 2005; BÜCHI, 1995; BÜCHS, 2009; COOK ET AL., 2002), konnte für einen Teil der hier untersuchten Rapschädlinge bestätigt werden. Der Befall des Rübsens durch die Rapsflohlarven und adulten Rapsglanzkäfer war signifikant stärker als an Winterraps, dagegen unterschied sich der Befall des Großen Rapsstängelrüsslers und des Gefleckten Kohltriebrüsslers nicht signifikant zwischen beiden Pflanzenarten. Im Gegensatz zu den anderen Schädlingen war der Befall des Kohlschotenrüsslers an Winterraps sogar höher als an Winterrübsen; dies wurde auch in Untersuchungen aus der Schweiz festgestellt (BÜCHI, 1995). Da außer dem Rapsglanzkäfer bei allen Schädlingen der Befall durch die Larven erfasst wurde, deren Mortalität in den Pflanzen nicht bestimmt werden konnte, können nur indirekte Schlussfolgerungen auf die Eiablagepräferenz der adulten Tiere gezogen werden. Die Larvendichte kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden, wie zum Beispiel die Wirtspflanzenqualität oder der Einfluss von Prädatoren (DÖRING, 2012; WILLIAMS ET AL., 2010).

Von den untersuchten Schädlingen zeigte nur der Rapsglanzkäfer eine deutliche Präferenz für eine bestimmte Rübsensorte. Die Gründe hierfür könnten zum einen an den von diesen Pflanzen emittierten Duftstoffen liegen, die bei dem Wirtswahlverhalten des Rapsglanzkäfers eine wichtige Rolle spielen (WILLIAMS & COOK, 2010). Daneben hat das Wachstumsstadium großen Einfluss auf die Wirtswahl dieses Schädlings: Weiter entwickelte Pflanzen mit

größeren Knospen und ersten Blüten werden gegenüber zurückgebliebenen Pflanzen bevorzugt befallen (COOK ET AL., 2006; FREARSON ET AL., 2005; HOKKANEN ET AL., 1986; NILSSON, 2004). Im Verlauf der Besiedlung durch den Rapsglanzkäfer kommt es zu einem Wechsel der bevorzugten Pflanzenreize: Während die Käfer in der Anfangsphase besonders auf blühende Pflanzen reagieren, die leicht zugänglichen Pollen für den Reifungsfraß bereitstellen, bevorzugen die Käfer im späteren Verlauf wieder Pflanzen mit mittelgroßen Knospen für die Eiablage (FREARSON ET AL., 2005). Da die Winterrübsensorte Malwira zu Beginn des Blütenstadiums in ihrer Entwicklung einige Tage hinter den Sorten Largo und Perko zurücklag und noch viele Knospen aufwies, könnte dies der Grund für die stärkere, länger anhaltende Attraktivität der Sorte Malwira gewesen sein. Gegen Ende des Boniturzeitraums, als alle Rübsensorten das Stadium der Vollblüte erreicht hatten und der Winterraps zu blühen begann, wies der Raps deshalb häufig einen höheren Befall durch Rapsglanzkäfer als der Rübsen auf. In dieser Phase war das Vorhandensein von Knospen zur Eiablage an den Rapspflanzen vermutlich der wichtigste Faktor für die Wirtswahl der Rapsglanzkäfer. An allen Versuchsstandorten zeigte sich über die Versuchsjahre ein deutlicher Anstieg des Kohlschotenrüsslerbefalls und im letzten Jahr auch des Befalls durch die Kohlschotenmücke. Die von den Kohlschotenrüsslern verursachten Verletzungen der Schote sind ein Hauptgrund für die starke Gradation der Kohlschotenmücke, die für ihre Eiablage auf Beschädigungen in der Schotenwand angewiesen ist und deshalb von einem starken Auftreten des Kohlschotenrüsslers profitiert (BUHL, 1957).

3. Fangstreifenversuche (Universität Göttingen, Universität Kassel)

Aufbauend auf den Sortenversuchen wurde in diesem Teilprojekt der Nutzen von Rübsen-Fangpflanzen, angebaut als Randstreifen um ein Rapsfeld, zur Regulierung der Schädlingsdichte im Rapsbestand evaluiert. Die einwandernden Schädlinge könnten in dem Rübsen-Randstreifen gebunden und der Zuflug in den Winterraps entsprechend reduziert werden. Dadurch sollte der Schädlingsbefall in der Hauptkultur unter der jeweiligen Schadensschwelle gehalten werden. Die Fangpflanzen müssen über einen längeren Zeitraum für die Schädlinge attraktiv sein, um die Hauptkultur Raps während ihrer empfindlichen Wachstumsstadien zu schützen.

Hierzu wurde die Eignung unterschiedlicher Rübsensorten als potentielle Fangpflanzen in Feld- sowie Laborversuchen bestimmt. Außerdem wurde die Effektivität eines Rübsen-Fangstreifens zur Kontrolle von tierischen Schaderregern in Feldversuchen unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus untersucht.

3.1. Material und Methode

Die Fangstreifenversuche der Universität Göttingen wurden auf ökologisch bewirtschafteten Betrieben an unterschiedlichen Standorten im südlichen Niedersachsen angelegt (Tab. 2 und Abb. 1-3, **ANHANG I**). In der Saison 2008/09 wurde der Versuch auf einer Fläche des Klostersgutes Wiebrechtshausen angesät. Dieses liegt auf einer Höhe von 162 m über NN und weist eine langjährige Jahresmitteltemperatur von 7,5 °C sowie einen mittleren Jahresniederschlag von 700 mm auf. In den darauf folgenden zwei Versuchsjahren wurde der Versuch auf dem Betrieb U. Schulze in Ebergötzen auf 140 m über NN angelegt. Die von der Universität Kassel betreuten Versuche wurden, genau wie die zuvor beschriebenen Parzellenversuche, auf dem Versuchsgut Neu-Eichenberg angelegt (Abb. 4, **ANHANG I**).

In den Versuchen wurden 6 m breite und mindestens 60 m lange Randparzellen an den gegenüberliegenden Längsseiten des Winterrapsfeldes (Größe: 2 bis 7 ha) angelegt. In den ersten beiden Versuchsjahren wurden diese Randstreifen alternierend mit Winterraps oder Winterrübsen, d. h. mit insgesamt vier Parzellen jeder Kulturart bestellt. Als Rübsensorte

wurde in allen Versuchen die Sorte Largo mit 00-Qualität der Samen ausgewählt. Im ersten Versuchsjahr wurden die Winterrapsorten Oase und Robust für den Kernbestand und die Raps-Randstreifenparzellen in Neu-Eichenberg bzw. Wiebrechtshausen ausgewählt. Da die Unterschiede zwischen der Blühphänologie von Oase und der Winterrübensorte Largo sehr gering war, diese jedoch für eine effektive Anlockung des Rapsglanzkäfers wichtig ist, wurde diese Winterrapsorte in den nächsten Versuchsjahren nicht verwendet. Stattdessen wurde versucht durch eine spätblühende Rapsorte den phänologischen Unterschied zwischen Fangpflanze und Hauptkultur sicherzustellen (Tab.2, **ANHANG I**). In der letzten Versuchssaison wurde anstelle alternierender Parzellen ein durchgehender Rüben-Randstreifen (Sorte Largo) an zwei gegenüberliegenden Seiten eines Rapsfeldes angelegt. Dieser wurde in 60 m lange Parzellen unterteilt, die entweder nicht mit Stickstoff gedüngt wurden oder mehrere hohe Gaben Stickstoff in Form von Hühnergülle und Haarmehlpellets erhielten. Die Differenz in der Stickstoffversorgung beider Behandlungen betrug 200 kg N/ha.

Der Befall durch die Schädlinge wurde wie für die Sortenversuche beschrieben zu allen wichtigen Wachstumsstadien bonitiert. Hierzu wurden Pflanzen direkt aus den unterschiedlichen Randparzellen sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Rüben- und Rapsparzellen bzw. den gedüngten und ungedüngten Rübenparzellen entnommen. Dabei wurde der Befall durch den Rapserrdfloh, den Großen Rapsstängelrüssler, den Gefleckten Kohltriebrüssler, den Rapsglanzkäfer, den Kohlschotenrüssler und die Kohlschotenmücke an je 15 bis 20 Pflanzen pro Boniturspunkt bestimmt. Auf Grund des sehr starken Rückgangs des Rapserrdflohbefalls war 2011 in Ebergötzen keine Bonitur dieses Schädlings möglich. Zum Zeitpunkt der Tотреife wurde der Korntrag in den Randstreifenparzellen und dem angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen ermittelt. Im Jahr 2010 wurde zusätzlich der Ölgehalt in den geernteten Samen analysiert. Auf Grund starker Auswinterungen und hohem Unkrautdruck musste der Versuch in Ebergötzen in der Saison 2009/10 und der Versuch in Neu-Eichenberg 2010/11 nach Winter umgebrochen werden

3.2. Ergebnisse der Fangstreifenversuche (Universität Göttingen)

Der Vergleich der Winterrübenpflanzen und der Winterrapspflanzen in den Randstreifenparzellen zeigte, dass die Rübenpflanzen signifikant stärker mit Larven des Rapserrdflohs befallen waren als die Rapspflanzen (Abb. 6). Wenn jedoch Rapspflanzen im Kernbestand, die in 10 m oder 30 m Entfernung zu den verschiedenen Randparzellen entnommen wurden, miteinander verglichen wurden, konnte kein Unterschied in der Höhe des Befalls festgestellt werden. Im letzten Versuchsjahr kam es zu einem deutlichen Rückgang des Rapserrdflohbefalls am Standort in Ebergötzen. Nach einem deutlichen Rückgang der gefangenen Käfer in den Gelbschalen war auch der Befall durch Rapserrdflohlarven im folgenden Frühjahr auf einem sehr geringen Niveau und dadurch nicht auswertbar.

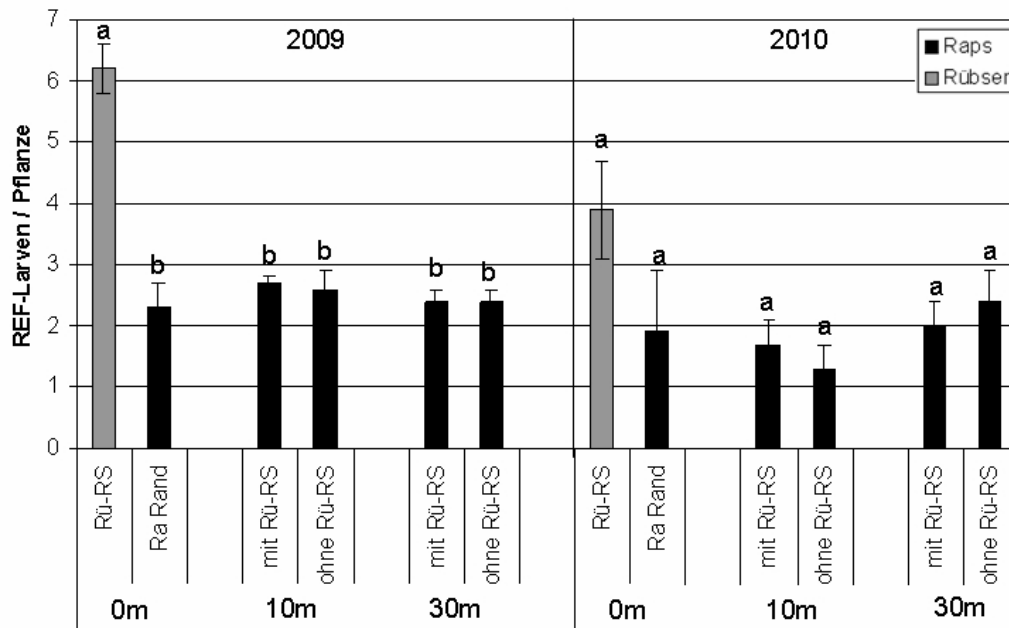


Abb. 6: Rapserdflohbefall in den Rüben- (Rü-RS) und Raps-Randparzellen (Ra-Rand), sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10m und 30m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen Randstreifenversuche der Standorte der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

Der Stängelbefall durch den Großen Rapsstängelrüssler war an den Standorten Wiebrechtshausen 2008/09 und Ebergötzen 2010/11 auf einem sehr geringen Niveau. In keinem der Versuche konnten Befallswerte von über 0,1 Rapsstängelrüsslerlarven pro Pflanze ermittelt werden. Der Vergleich der verschiedenen Randparzellen und des angrenzenden Rapsbestandes zeigte keine Unterschiede in der Befallshöhe. Der von den stängelminierenden Schädlingen verursachte Fraßschaden konnte durch die Anlage der Rüben-Fangstreifen bzw. durch einen gedüngten Rüben-Randstreifen ebenfalls nicht reduziert werden (Abb. 7).

Der Befall durch Larven des Gefleckten Kohltriebrüsslers lag deutlich über dem der Rapsstängelrüsslerlarven. Jedoch zeigte sich kein signifikanter Unterschied im Befall der Raps- und Rübenpflanzen im ersten Jahr und nur eine schwache Bevorzugung der gedüngten Pflanzen gegenüber den ungedüngten Rübenpflanzen. Der Befall im Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen war unbeeinflusst von den unterschiedlichen Randvarianten.

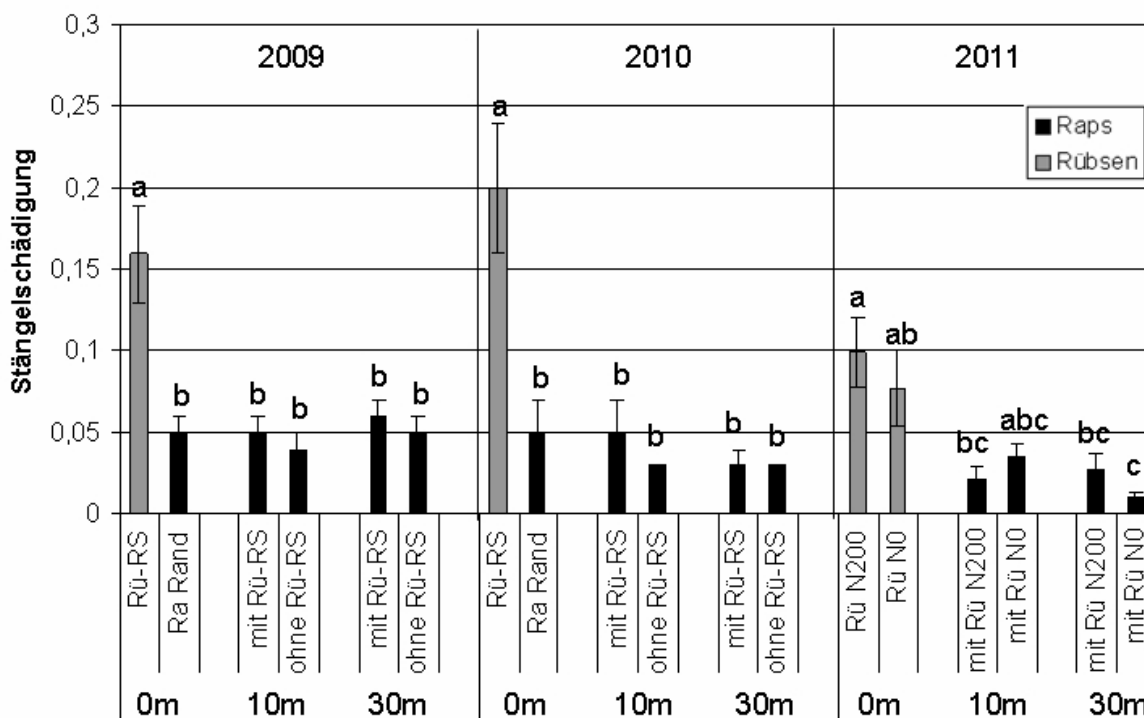


Abb. 7: Stängelschädigung der Pflanzen in den Rübsen- (Rü-RS) und Raps-Randparzellen (Ra-Rand) bzw. den gedüngten (Rü N200) und ungedüngten (Rü N0) Rübsen-Randstreifen, sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen Randstreifenversuche der Standorte der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

Im Frühjahr 2009 entwickelte sich die spätblühende Wintererbsensorte Robust deutlich langsamer als die Wintererbsensorte Largo. Diese hatte zum Beginn der Blüte einen Vorsprung von drei Tagen gegenüber dem Raps. Im letzten Versuchsjahr führte die Düngung der Randstreifen zunächst zu einer Verlangsamung der Entwicklung der Erbsenpflanzen von etwa drei Tagen gegenüber den ungedüngten Parzellen. Dennoch begannen die gedüngten Erbsenpflanzen etwa drei Tage früher zu blühen als die Rapspflanzen des Kernbestandes.

Im ersten Versuchsjahr zeigten sich deutliche Unterschiede in der Besiedlung von Wintererbsen und Wintererbsen durch den Rapsglanzkäfer. Der Erbsen in Wiebrechtshausen wurde zu Beginn des Knospenstadiums signifikant stärker befallen als der Raps. Der Befall an beiden Kulturen glich sich während der weiteren Entwicklung einander an, mit Beginn der Erbsenblüte verlor dieser deutlich an Attraktivität. Im letzten Versuchsjahr wurden die gedüngten Erbsenpflanzen in den Randstreifen tendenziell stärker befallen als die ungedüngten Pflanzen, auch wenn sich diese Unterschiede nicht signifikant absichern ließen. Trotz der hohen Attraktivität der Erbsenpflanzen und des positiven Einflusses der Stickstoffdüngung auf die Attraktivität der Pflanzen führte die Anlage der Randstreifen in keinem der Versuche zu einer Reduktion des Rapsglanzkäferbefalls im angrenzenden Rapsbestand. Auch die Knospenschädigung, die durch den Fraß der adulten Rapsglanzkäfer verursacht wurde, konnte nicht durch die Anlage der Erbsen-Fangstreifen reduziert werden (Abb. 8).

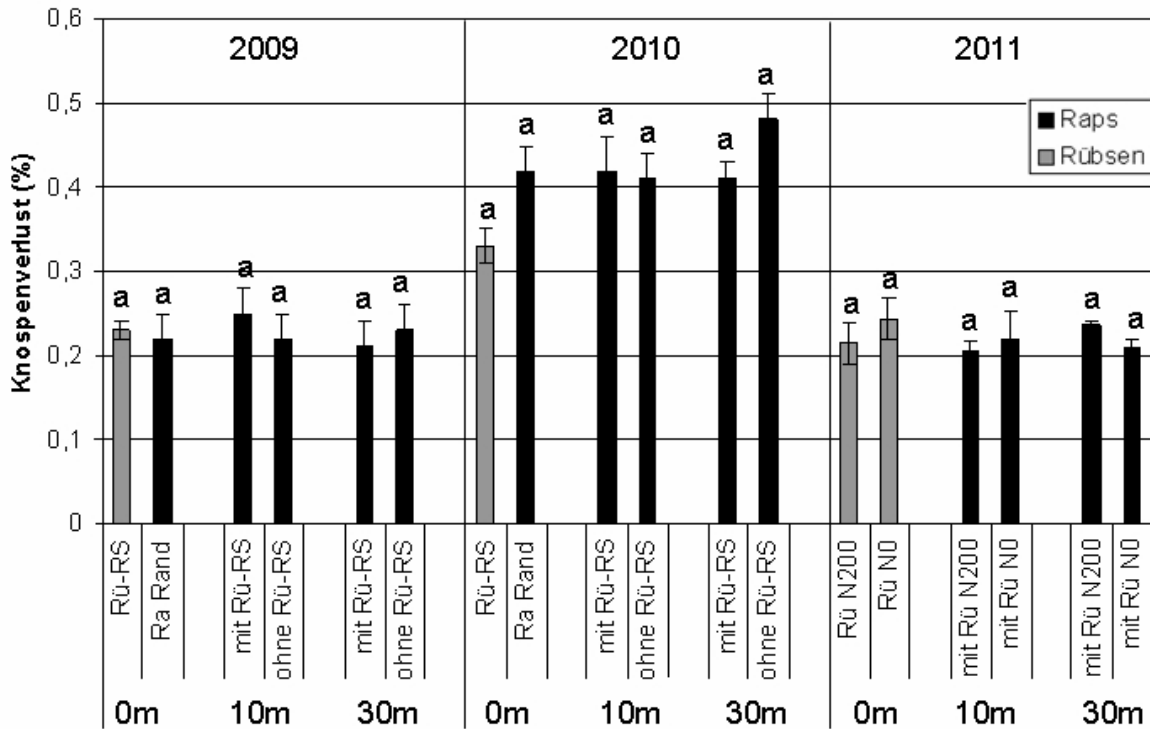


Abb. 8: Knospenverluste (% des gesamten Knospenansatzes) der Pflanzen in den Rüben- (Rü-RS) und Raps-Randparzellen (Ra-Rand) bzw. den gedüngten (Rü N200) und ungedüngten (Rü N0) Rüben-Randstreifen, sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen der Randstreifenversuche der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

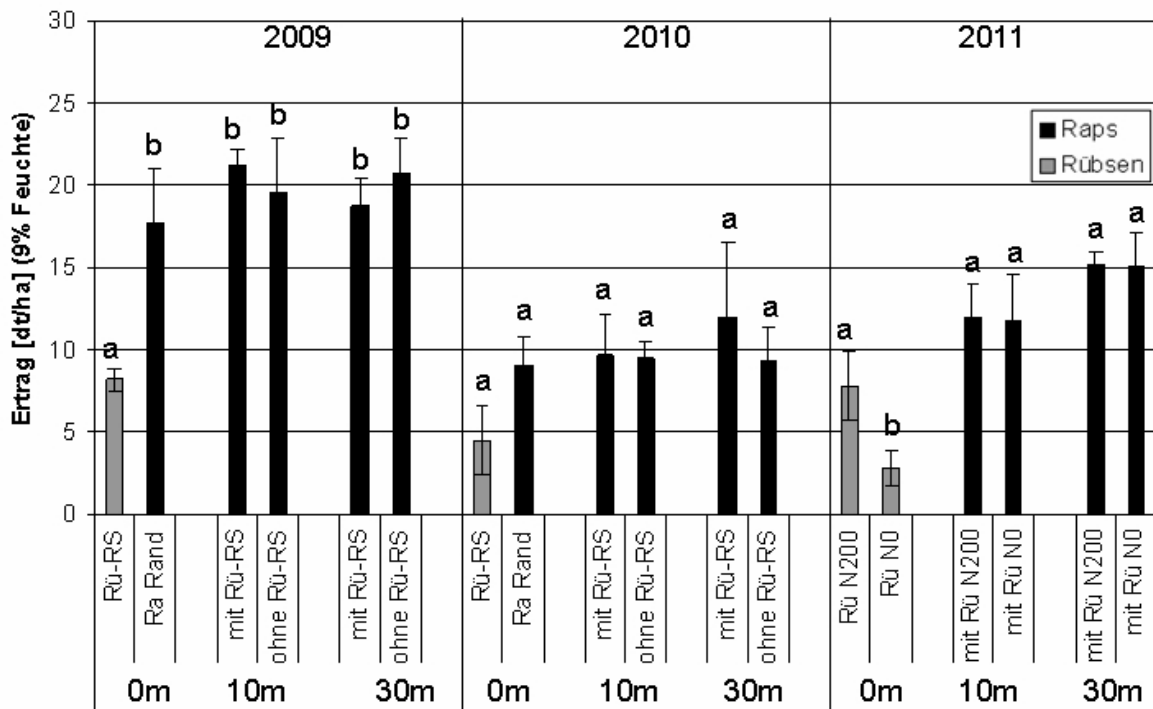


Abb. 9: Ausbohrlöcher der Larven des Kohlschotenrüsslers an Schoten von Pflanzen in den Rüben- (Rü-RS) und Raps-Randparzellen (Ra-Rand) bzw. den gedüngten (Rü N200) und ungedüngten (Rü N0) Rüben-Randstreifen, sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen der Randstreifenversuche der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

ungedüngten (Rü N0) Rübsen-Randstreifen, sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen Randstreifenversuche der Standorte der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

Der Befall durch den Kohlschotenrüssler war in beiden Versuchsjahren auf einem geringen Niveau trotz teilweise hoher Fangzahlen in den Gelbschalen. Somit konnten weder Unterschiede zwischen den Randparzellen noch innerhalb des Rapsbestandes festgestellt werden (Abb. 9).

Im Gegensatz zum Kohlschotenrüssler stieg der Schotenbefall durch die Kohlschotenmücke am Standort Ebergötzen im Jahr 2011 sehr stark auf meist deutlich über 30 % geschädigte Schoten an. Die Düngung der Randparzellen hatte keine Auswirkung auf den Befall durch diesen Schädling. Es konnten außerdem weder Unterschiede zwischen den Rübsen und dem Raps der Randstreifen noch innerhalb des Kernbestandes mit unterschiedlichen Rübsen-Randstreifen festgestellt werden.

Die Stickstoffdüngung führte zu einem deutlichen Anstieg des Kornertrages in den Rübsen-Randstreifen, jedoch blieb der Kornertrag des Kernbestandes unbeeinflusst von der Randbehandlung. Der Ertrag des Winterrapses in der Kernfläche lag im Erntejahr 2011 bei etwa 13 dt/ha (Abb. 10).

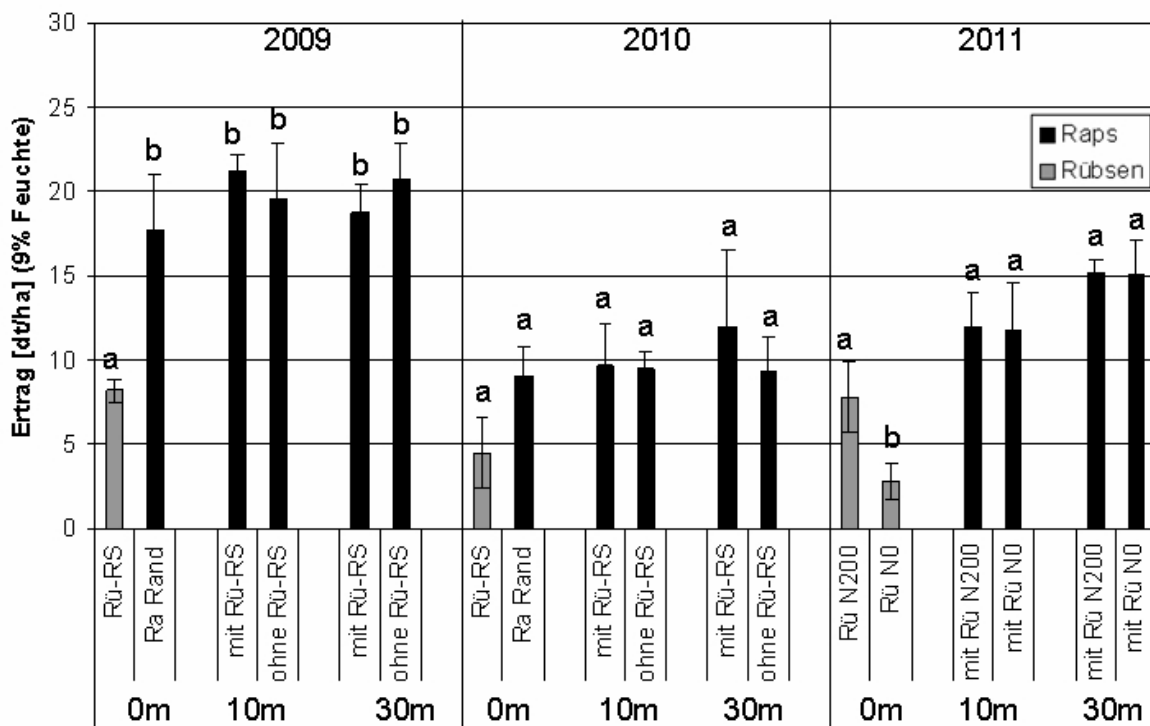


Abb. 10: Kornertrag (dt/ha bei 9% Feuchte) in den Rübsen- (Rü-RS) und Raps-Randparzellen (Ra-Rand) bzw. den gedüngten (Rü N200) und ungedüngten (Rü N0) Rübsen-Randstreifen, sowie im angrenzenden Rapsbestand in 10 m und 30 m Entfernung zu den Randparzellen; Mittelwerte aus den Ergebnissen der Randstreifenversuche der Universität Kassel und der Universität Göttingen.

3.3. Ergebnisse der Fangstreifenversuche (Universität Kassel)

Der Befall durch den Rapserrdfloh war in allen Versuchen deutlich höher im Rübsen im Vergleich zum Raps, jedoch hatte dies keinen Einfluss auf den angrenzenden Winterrapsbestand (Abb. 6).

Der Befall durch den Großen Rapsstängelrüssler und den Gefleckten Kohltriebbrüssler lag in allen drei Jahren auf einem recht geringen Niveau und es zeigten sich keine Unterschiede in der Befallshöhe von Winterraps und Winterrübsen. Der Befall im Raps-Kernbestand wies keine Unterschiede in Abhängigkeit der verschiedenen Kulturarten in den Randparzellen auf. Der von den stängelminierenden Schädlingen verursachte Fraß im Stängelmark konnte durch die Anlage der Rübsen-Fangstreifen ebenfalls nicht reduziert werden (Abb. 7).

Im Frühjahr 2009 war am Standort kein Unterschied in der Phänologie der Rapsorte Oase und der Rübsensorte Largo Neu-Eichenberg festzustellen. Im folgenden Versuchsjahr erreichte der Winterrübsen am Standort Neu-Eichenberg das Stadium der Blüte sechs Tage vor der Winterrapsorte Robust.

Besonders im zweiten Versuchsjahr zeigten sich deutliche Unterschiede in der Besiedlung von Winterraps und Winterrübsen durch den Rapsglanzkäfer. Der Rübsen wurde zu Beginn des Knospenstadiums signifikant stärker befallen als der Raps. Der Befall an beiden Kulturen glich sich während der weiteren Entwicklung einander an und mit Beginn der Rübsenblüte verlor dieser deutlich an Attraktivität. Trotz der hohen Attraktivität des Rübsens konnte dieser den Befall im angrenzenden Winterrapsbestand nicht signifikant reduzieren. Auch der Knospenverlust, der durch den Fraß der adulten Rapsglanzkäfer verursacht wurde, konnte nicht durch die Anlage der Rübsen-Fangstreifen reduziert werden (Abb. 8).

Der Befall des Kohlschotenrüsslers war im Sommer 2009 auf einem sehr niedrigen Niveau und stieg im folgenden Jahre sprunghaft an (Abb. 9). Im ersten Jahr konnten weder signifikante Unterschiede zwischen Winterraps und Winterrübsen in den Randparzellen, noch innerhalb des Kernbestandes angrenzend zu den beiden Randparzellentypen festgestellt werden. Im Jahr 2010 mit sehr starkem Auftreten des Kohlschotenrüsslers waren häufig mehr als 50 Ausbohrlöcher pro 100 Schoten zu finden. In diesem Jahr waren die Rapspflanzen in den Randstreifen signifikant stärker befallen als die Rübsenpflanzen. Auf den Rapsbestand im Feldinneren hatte dies jedoch keinen Einfluss. Es zeigte sich vielmehr, dass der Befall sehr gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt war. Der Befall durch die Kohlschotenmücke war in beiden Versuchsjahren auf einem nicht ertragsrelevanten Niveau.

Der Rapserrtrag zeigte große Schwankungen zwischen den Versuchsjahren. Nach einer guten Ernte 2009 mit etwa 20 dt/ha auf dem Standort in Neu-Eichenberg war der Ertrag im folgenden Jahr mit 10 bis 14 dt/ha deutlich niedriger. In beiden Jahren zeigte sich, dass der Ertrag des Rübsenrandstreifens etwa 50 % unter dem des Rapsrandstreifens lag. Innerhalb des Raps-Kernbestandes konnte kein Einfluss der unterschiedlichen Randparzellen auf den Kornertrag festgestellt werden (Abb. 10).

3.4. Diskussion der Fangstreifenversuche

Trotz der guten Lockwirkung der Rübsenrandstreifen auf den Rapserrdfloh und den Rapsglanzkäfer und des meist deutlich stärkeren Befalls des Rübsens wurde der Schädlingsdruck im Rapskernbestand durch den Rübsen-Fangstreifen nicht reduziert. Somit konnten wir die zum Teil positiven Effekte früherer Untersuchungen (BARARI ET AL., 2005; BÜCHI, 1995; BÜCHS, 2009) nicht bestätigen. Eine Reihe von Ursachen könnte für diese Diskrepanz verantwortlich sein. In früheren Untersuchungen wurden vielfach Sommerformen von Raps und Rübsen verwendet, deren Wirkung auf die Schädlinge vermutlich nicht mit denen von Winterformen übereinstimmen (COOK ET AL., 2004; HOKKANEN ET AL., 1986). Die rasche Erwärmung im Frühjahr der letzten Jahre und die damit verbundene sehr frühe, starke Mobilität der Tiere könnten außerdem dazu geführt haben, dass die Verweildauer der

Schädlinge in den Randstreifen zu kurz war, um den Kernbestand während der empfindlichen Wachstumsphasen des Rapses zu schützen.

Die Effektivität der Fangpflanzenstrategie kann darüberhinaus von dem Flächenverhältnis des Fangpflanzenstreifens zur Hauptkultur beeinflusst werden (HANNUNNEN, 2005). So erfolgten frühere Untersuchungen i.d.R. auf sehr kleinen Flächen von weniger als 0,2 ha, bei denen der Rübsenfangstreifen einen wesentlich größeren Flächenanteil einnahm (BARARI ET AL., 2005) und damit auf die untersuchten Insekten eine größere Lockwirkung entfalten konnte als bei dem von uns verwendeten Versuchsdesign. Die drei wichtigen Rüsselkäferarten Großer Rapsstängelrüssler, Gefleckter Kohltriebrüssler und Kohlschotenrüssler konnten auch in früheren Untersuchungen nicht ausreichend durch einen Rübsenfangstreifen kontrolliert werden (BARARI ET AL., 2005; BÜCHI, 1995; COOK ET AL., 2004). Im Versuchsjahr 2011 wurden die mit 200 kg N/ha gedüngten Fangstreifenparzellen häufig stärker besiedelt als die ungedüngten Parzellen. Viele Schädlinge zeigen eine Bevorzugung von gut mit Stickstoff versorgten Brassicaceen gegenüber schlecht versorgten Pflanzen (ALJMLI, 2007). Allerdings führte auch die Erhöhung der Stickstoffdüngung in den Rübsen-Randstreifen nicht zu einer Reduktion des Schädlingsdrucks im angrenzenden Rapskernbestand.

Ein besonders interessanter Ansatz, die Effektivität der Rübsen-Fangstreifen zu erhöhen, bietet eine räumlich und zeitlich gezielte Behandlung des Rübsen-Randstreifens mit naturstofflichen Insektiziden. Da viele Schädlinge den Rübsen zunächst deutlich präferieren, von diesem jedoch nach Absinken der Attraktivität in den Kernbestand überwandern, könnte eine rechtzeitige Regulierungsmaßnahme im Rübsenstreifen die Migration in den Winterraps verhindern. Mit dieser Strategie sind zum Teil vielversprechende Ergebnisse erzielt worden (BÜCHI, 1995; BUNTIN, 1998; CARCAMO ET AL., 2007), doch bedarf es geeigneter Bekämpfungsmittel für den Einsatz im Ökologischen Landbau.

Für die Regulierung aller bedeutender Schädlinge im Winterraps mit Hilfe der Fangpflanzenmethode ist es weiterhin notwendig, Fangpflanzenarten oder -sorten zu finden, die auch für den Großen Rapsstängelrüssler, Gefleckten Kohltriebrüssler und Kohlschotenrüssler ausreichend attraktiv sind. Eine Mischsaat aus verschiedenen Fangpflanzen könnte ein breiteres Spektrum an Schädlingen abdecken. Auch könnte das gleichzeitige Angebot von Pflanzen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien dazu beitragen, dass insbesondere für den Rapsglanzkäfer über einen längeren Zeitraum geeignete Fangpflanzen zur Verfügung stehen, die die Käfer mit ihren Blüten und Knospen über einen möglichst langen Zeitraum auf den Fangpflanzen binden. Dadurch könnte es möglich sein, die Verweildauer dieser Schädlinge in den Randstreifen zu erhöhen und den Raps über einen längeren Zeitraum zu schützen.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die Wahl der optimalen Sorte für den Fangstreifen und für den Rapskernbestand. Die Phänologie beider Pflanzen muss einen ausreichend großen Unterschied aufweisen, um einen starken Ablenkeffekt zu gewährleisten. Die Bedeutung der Sortenkombination wurde besonders im ersten Versuchsjahr deutlich: Im Fangstreifenversuch in Neu-Eichenberg 2008/09 zeigte sich, dass die Blütezeit der relativ frühen Winterrapsorte Oase gleichzeitig mit dem Winterrübsen begann und deshalb beide Pflanzenarten nahezu gleich stark von dem Rapsglanzkäfer befallen wurden. Neben dem Einsatz von Fangpflanzen birgt auch die Suche nach Rapsgenotypen mit natürlicher Schädlingsresistenz ein hohes Potential für die Kontrolle wichtiger Schädlinge im ökologischen Winterrapsanbau. So zeigten Untersuchungen in Deutschland bzw. Kanada, dass einige Raps-Resynthesen und verwandte *Brassica*-Arten deutlich schlechter als Wirtspflanzen für den Gefleckten Kohltriebrüssler und Kohlschotenrüssler geeignet waren als die in den Versuchen geprüften Rapsorten (EICKERMANN ET AL., 2010; TANSEY ET AL., 2010).

4. Laborversuche zur Bestimmung der Attraktivität verschiedener Rübsensorten gegenüber dem Rapserrdfloh (Universität Göttingen)

Die Sortenversuche zur Bestimmung der Attraktivität verschiedener Rübsensorten gegenüber dem Rapserrdfloh wurden an der Universität Göttingen mit Hilfe einem Sortenscreening unter Gewächshausbedingungen weiter untersucht.

4.1. Material und Methode

Das Sortiment an Testpflanzen umfasste vier Rübsensorten (Perko PVH, Malwira, Largo, Salut), vier Rapsorten (Lembkes Normal, Emerald, Grizzly, Campala), eine Weißkohlsorte (*Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *alba*; Brunswijker), eine Ölrettichsorte (*Raphanus sativa* var. *oleiformis*; Adagio) und eine Sorte Gelbsenf (*Sinapis alba*; Accent). Sie wurde jeweils gegen die Referenz-Rapsorte Robust getestet. In speziell für diese Wahlversuche neu entwickelten Versuchskäfigen wurde einem Rapserrdflohpaar jeweils ein intaktes Blatt der Testpflanze und der Referenzsorte angeboten (DÖRING, 2012). Nach 24 Stunden wurde die gefressene Blattfläche an beiden Pflanzen mittels einer Bildanalysesoftware ausgewertet und der Q-Wert nach LARSEN (1985) bestimmt. Dieser errechnet sich durch die Division der gefressenen Blattfläche an der Testsorte geteilt durch die Summe der gefressenen Blattfläche an Test- und Referenzpflanze.

4.2. Ergebnisse der Laborversuche zur Bestimmung der Attraktivität verschiedener Rübsensorten gegenüber dem Rapserrdfloh

Die Rapserrdföhe zeigten in den Fraßversuchen eine deutliche Präferenz für die Blätter der getesteten Rübsensorten gegenüber der Referenzsorte Robust, jedoch traten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Fraßaktivität an den vier untersuchten Rübsensorten auf. Bei dem Vergleich der Rapsorten Campala, Grizzly, Emerald und Lemkes Normal mit der Referenzsorte Robust konnten keine Unterschiede im Ausmaß der gefressenen Blattfläche festgestellt werden. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch beim Vergleich von Robust mit Weißem Senf (*Sinapis alba*) bzw. Weißkohl (*Brassica oleracea* var. *capitata*), zwischen denen auch keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden konnten. Lediglich die Ölrettichsorte Adagio wurde gegenüber der Referenzsorte präferiert, auch wenn die Unterschiede weniger deutlich waren als zwischen Raps und Rüben.

5. Aufklärung der befallsreduzierenden Wirkung von ganzflächigen Mischsaaten von Raps mit attraktiven Fangpflanzen (Rüben) gegenüber Rapschädlingen (Julius Kühn-Institut (JKI) in Kleinmachnow, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Trenthorst, Universität Göttingen, Universität Kassel)

5.1. Material und Methode

5.1.1. JKI - Versuchsfeld in Dahnsdorf

Auf den Versuchsflächen des JKI in Dahnsdorf standen in allen drei Versuchsjahren zwei Flächen zur Verfügung. Auf der ersten Fläche wurden vier Versuchspartellen à 850 m² mit einer Reinsaat der Winterrapssorte „Oase“ (2009) bzw. „Robust“ (2010 & 2011) (beides Linienarten) etabliert. Auf der zweiten Fläche wurden vier Versuchspartellen à 650 m² mit einer Mischsaat der jeweiligen Winterrapssorte mit der Rübsensorte „Largo“ (00-Qualität) angelegt (Anhang III). Die Pflanzendichte lag im Frühjahr bei ungefähr 50 Pflanzen/m² bei einem Reihenabstand von 21 cm. Verbunden mit der in zwei Jahren starken Auswinterung des Rübens schwankte dessen Anteil an der Gesamtpflanzenzahl zwischen weniger als 5 % (2009 & 2011) und fast 20 % (2010).

Überprüft wurde die befallsreduzierende Wirkung der Mischsaat auf die Stängelschädlinge. Zu nennen sind hier der Große Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) und der Gefleckte

Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus*) sowie der Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*). Letzterer kam am Standort Dahnsdorf so gut wie nicht vor. Für die Untersuchung wurden nach der Blüte der Kulturen sowohl Raps- als auch Rübsenpflanzen entnommen und deren Stängel der Länge nach aufgeschnitten. Nachfolgend wurden die im Stängel enthaltenen Larven herauspräpariert und unter dem Mikroskop den genannten Schädlingen zugeordnet. Zusätzlich wurden für die Quantifizierung des Schadmaßes die durch die Larven entstandenen Fraßgänge in den Stängeln vermessen.

Neben den Stängelschädlingen wurde in allen drei Versuchsjahren auch die Wirkung der Mischsaat auf den Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) überprüft. Hierfür wurde regelmäßig die Anzahl der Käfer auf den Hauptinfloreszenzen sowohl der Raps- als auch der Rübsenpflanzen bonitiert.

Im Schotenstadium erfolgte die Entnahme von Schotenständen der Hauptinfloreszenz der Raps- als auch Rübsenpflanzen zur Bonitur der Schotenschädigung. Es wurde differenziert nach Rapsglanzkäferschaden (Stielchen), Schäden durch die Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*) (Schoten aufgeplatzt), Schäden durch den Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus obstrictus*) (Schoten mit Ausbohröffnung) und befallsfreien Schoten.

5.1.2. vTI - Versuchsfeld in Trenthorst

Auf den Versuchsfeldern des vTI in Trenthorst war eine Versuchsdurchführung nur in den Jahren 2009 & 2010 möglich. Eine späte Saat durch verzögerte Ernte der Vorfrüchte im Herbst 2010 führte in Kombination mit einem sehr kalten Winter zu einem extremen Auswintern der Rapsbestände, so dass aussagekräftige Versuchsergebnisse nicht zu erwarten gewesen wären. Es standen zwei Flächen zur Verfügung. Auf der ersten Fläche wurde eine Blockanlage mit vier (2009) sechs (2010) Varianten in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Größe jeder Parzelle betrug 9x12 m. In der gesamten Blockanlage wurde die Winterrapsorte „Robust“ (2009) bzw. „Lorenz“ (2010) (beides Liniensorte) als Reinsaat ausgesät. In der Blockanlage wurden Pflanzenschutzmittel zur Regulierung des Rapsglanzkäfers getestet. Auf der zweiten Fläche wurden insgesamt acht Parzellen mit jeweils 5100 m² als Blockanlage angelegt, wobei vier Parzellen als Rapsreinsaat (Sorte „Robust“), die anderen 4 Teilflächen als Mischsaat mit der Rübsensorte „Largo“ ausgesät wurden. Die Pflanzendichte lag nach Winter bei knapp unter 40 Pflanzen/m² im Jahr 2009 und 21 (Rein-) bzw. 33 (Mischsaat) Pflanzen/m² im Jahr 2010 bei einem Reihenabstand von 37,5 cm. Der Anteil des Rübens betrug im Frühjahr ca. 10 % (2009) bzw. 15 % (2010).

Bei der Untersuchung auf Stängelschädlinge sowie Rapsglanzkäfer wurde methodisch analog zum Standort in Dahnsdorf vorgegangen (siehe Punkt 5.1.).

Die Bonitur der Schotenstände erfolgte ebenfalls analog zum Standort Dahnsdorf und wurde durch die Bonitur der Schotenstände am, vom Hauptschotenstand aus nach unten gezählt, 3. Trieb 1. Ordnung ergänzt, wobei sich die nachfolgend dargestellten Ergebnisse auf den Hauptschotenstand beziehen.

5.1.3. JKI - Praxisbetrieb in Liemehna (Leipzig)

In Liemehna wurde der Rapsversuch in einen Praxisrapsschlag integriert. Acht Parzellen mit zwei Varianten in vierfacher Wiederholung standen in den drei Versuchsjahren zur Verfügung. Die erste Variante wurde mit der betriebsüblichen Rapsreinsaat gedreht. Diese bestand aus einer Mischung der beiden Liniensorten „Express“ und „Vision“, im Verhältnis von etwa 1:1. In der zweiten Variante wurde eine Raps-Rübsen Mischsaat etabliert. Zum Einsatz kamen die betriebsübliche Rapsmischung und die Rübsensorte „Largo“. Die Breite jeder Parzelle betrug für die Reinsaat 12 m (2009), 24 m (2010) bzw. 20 m (2011) und für die Mischsaat 12 m (2009), 8 m (2010) bzw. 20 m (2011) und erstreckte sich über die gesamte Schlaglänge. In den drei Versuchsjahren wurden deutliche Unterschiede in der Pflanzendichte im Frühjahr beobachtet. Diese betrug deutlich über 100 Pflanzen/m² (2009), unter 25 Pflanzen/m² (2010) bzw. etwa 50 Pflanzen/m² (2011). Der Anteil des Rübens am Raps betrug unter 5 % (2009), 25 % (2010) bzw. 10 % (2011).

Analog zu den Standorten in Dahnsdorf und Trenthorst wurde der Befall mit Stängelschädlingen und Rapsglanzkäfern untersucht. Die Bonitur der Schotenschädigung erfolgte wie am Standort Trenthorst, auch hier beziehen sich die Ergebnisse auf die Schotenschädigung des Hauptschotenstandes.

5.1.4. Universität Göttingen

Die Versuche zur Bestimmung der Effektivität der Mischsaaten aus Winterraps und Winterrüben für die Reduktion der wichtigen Schadinsekten an Winterraps wurden über einen Zeitraum von drei Jahren durchgeführt. In jedem Versuchsjahr wurden von den Verbundpartnern Universität Göttingen und Universität Kassel-Witzenhausen an zwei Standorten identische Versuche geplant und ausgewertet. Die Versuche der Universität Göttingen wurden auf den zertifizierten Öko-Landbauflächen des Versuchsgutes Reinshof südlich von Göttingen angelegt. In den Versuchen wurde eine Winterrapsorte (Oase 2008/9; Robust 2009/10 und 2010/11) in Reinsaat bzw. in zwei verschiedenen Mischsaat-Varianten mit der Rübensorte Largo ausgesät. Das Verhältnis von Winterraps zu Winterrüben betrug bei der Aussaat in einer Variante 95:5 und in der anderen Variante 90:10. Die Winterrübensorte Largo war für diese Versuche besonders gut geeignet, da sie als 00-Sorte geringe Gehalte an Glucosinolaten und Erucasäure in den Samen aufweist und somit die Qualität des Erntegutes nicht negativ beeinflusst. Die Versuchspartzen wurden auf die gleiche Weise wie die zuvor beschriebenen Sortenversuche bewirtschaftet.

Alle wichtigen Schädlinge des Winterrapses wurden während der gesamten Vegetationsperiode an den Rapspflanzen in den Rein- und Mischsaaten ausgewertet. Der Befall mit dem Rapserrfloh, Großen Rapsstängelrüssler, Gefleckten Kohltriebrüssler, Rapsglanzkäfer, Kohlschotenrüssler und der Kohlschotenmücke wurde, wie im Kapitel Sortenversuch beschrieben, entweder in den Partzen im Freiland oder an zuvor entnommenen Pflanzenproben im Labor erhoben. Zur Reife erfolgte die Beerntung der Partzen mit einem Partzenmähdrescher.

5.1.5. Universität Kassel

Als Versuchsstandort der Universität Kassel wurde das Versuchsgut Hessische Staatsdomäne Frankenhausen, Standort Neu-Eichenberg ausgewählt. Die Versuche wurden in identischer Weise wie auf den zertifizierten Öko-Landbauflächen des Versuchsgutes Reinshof südlich von Göttingen angelegt.

5.2. Ergebnisse - Mischsaaten

5.2.1. JKI - Versuchsfeld in Dahnsdorf

In den Versuchsjahren 2009 & 2011 war der Befall der Kulturen mit Stängelschädlingen als niedrig (zumeist unter eine Larve je Trieb) einzustufen. Verbunden mit teilweise sehr hohen Standardabweichungen war eine statistische Absicherung der Ergebnisse nicht immer möglich. Es konnte gezeigt werden, dass der Rüben von den Stängelschädlingen gegenüber den Rapspflanzen präferiert wurde, was letztendlich in einer höheren Stängelschädlingdichte in der Mischsaat im Vergleich zur Reinsaat resultierte. Zwischen den Rapspflanzen der beiden Anbausysteme war lediglich ein tendenzieller Mehrbefall der Rapspflanzen in der Mischsaat zu erkennen. Im Versuchsjahr 2010 war bei insgesamt deutlich stärkerem Stängelschädlingbefall (bis zu drei Larven je Trieb) in der Mischsaat erneut die Stängelschädlingdichte erhöht. Es konnte darüber hinaus ein signifikanter Mehrbefall des Rapses gegenüber der Rübenkultur festgestellt werden (Abb. 11). Der Vergleich der Rapspflanzen der beiden Anbausysteme erbrachte zudem einen signifikant stärkeren Befall des Rapses in der Mischsaat im Vergleich zum Raps in der Reinsaat. Die bei dem Stängelschädlingbefall gemachten Beobachtungen stimmten generell auch mit dem Schadmaß durch Fraßgänge überein, teilweise verstärkte sich der Unterschied zwischen den Kulturen für dieses Merkmal. In allen drei Versuchsjahren war das Schadmaß

signifikant positiv mit der Anzahl der Larven korreliert. Der Korrelationskoeffizient r_s (Rangkorrelation nach Spearman) lag zwischen +0,56 und +0,95.

Der Befall mit Rapsglanzkäfern konnte in den drei Versuchsjahren mit maximal vier Käfern je Hauptknospenstand in der Rapskultur als niedrig eingestuft werden. In allen drei Versuchsjahren wurde in der Mischsaat der Rübsen zu fast allen Boniturterminen signifikant stärker von Rapsglanzkäfern besiedelt als der Raps. Die Kombination der Rübsensorte „Largo“ mit der im Frühjahr langsam wachsenden Rapsorte „Robust“ führte im zweiten Versuchsjahr zu einem bis zu achtmal so starken Befall des Rübsens im Vergleich zum Raps (Abb. 12).

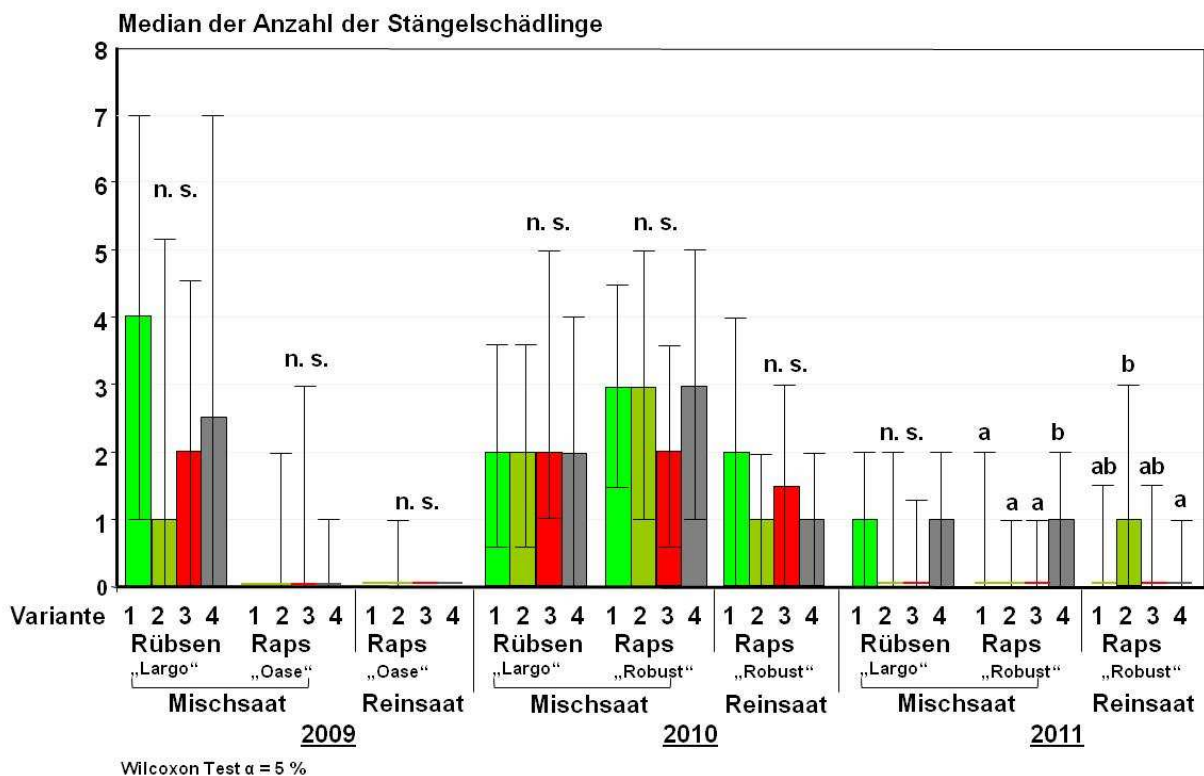


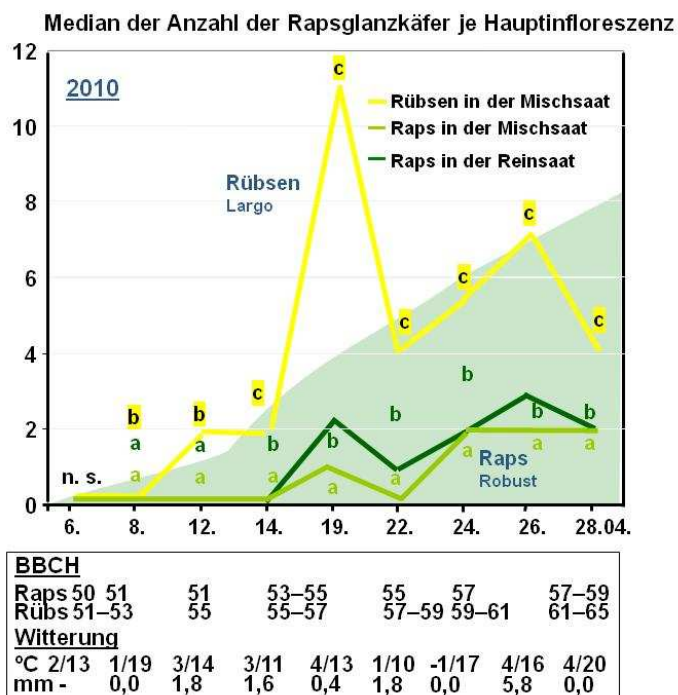
Abb. 11: Median der Larvenanzahl der Stängelschädlinge (Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.), Gefleckter Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsh.)), Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) kumuliert) je Haupttrieb zum Ende der Blüte, differenziert nach Rübsen in der Mischsaat, Raps in der Mischsaat, Raps in der Reinsaats und Pflanzenschutzmittelvariante in den Versuchsjahren 2009, 2010 und 2011 am Versuchsstandort Dahnsdorf.

2009: Var. 1 = u. K., Var. 2 = 146 g ha⁻¹ Natur-Pyrethrum (gegen Stängelrüssler), Var. 3 = 146 g ha⁻¹ Natur-Pyrethrum (gegen Stängelrüssler); 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Rapsglanzkäfer), Var. 4 = 146 g ha⁻¹ Natur-Pyrethrum (gegen Stängelrüssler); 12 kg ha⁻¹ SiO₂ + 12 l ha⁻¹ Sonnenblumenöl (gegen Rapsglanzkäfer).

2010: Var. 1 = u. K., Var. 2 = 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler), Var. 3 = 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler); 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Rapsglanzkäfer), Var. 4 = 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler); 12 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl (Kaolin) (gegen Rapsglanzkäfer).

2011: Var. 1 = u. K., Var. 2 = 2x 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler), Var. 3 = 2x 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler); 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Rapsglanzkäfer), Var. 4 = 2x 96 g ha⁻¹ Spinosad (gegen Stängelrüssler); 24 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl (Kaolin) + 15 l ha⁻¹ Rapsöl (gegen Rapsglanzkäfer). Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, n. s. = nicht signifikant, 4

Wiederholungen je Variante mit gesamt 80 Stichproben beim Raps bzw. 40 (2009 & 2011), 80 (2010) beim Rübsen.



Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$

Aus Übersichtsgründen keine Darstellung der Quartile

Abb. 12: Einfluss des Rübsens auf die Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) auf den Rapspflanzen in der Misch- und der Reinsaat bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz am Versuchsstandort Dahnsdorf im Versuchsjahr 2010. Dargestellt ist die Abundanzdynamik in der unbehandelten Kontrolle. Grün hinterlegter Bereich: Bekämpfungsschwelle des integrierten Landbaus (LLH HESSEN, 2011). Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, große Buchstaben: Vergleich Rübsen vs. Raps MS, kleine Buchstaben: Raps MS vs. Raps RS, 4 Wiederholungen je Kultur und Boniturtermin mit gesamt 200 Stichproben beim Raps und 40 beim Rübsen, aus Übersichtsgründen wurde auf die Darstellung der Quartile verzichtet. (°C = Temperatur Minimum/Maximum, mm = Niederschlag zwischen zwei aufeinanderfolgenden Boniturterminen, Wetterstation Versuchsfeld).

In den übrigen beiden Versuchsjahren wurde der Rübsen etwa zwei- bis dreimal so stark befallen, unabhängig davon, ob der Rübsen mit einer sich langsameren („Robust“, 2011) oder sich gleich schnell entwickelnden Rapssorte („Oase“, 2009) kombiniert wurde. Der Mehrbefall des Rübsens hatte in den Versuchsjahren unterschiedliche Auswirkungen auf den Befall der Rapskultur. Während im Jahr 2009 zwischen den beiden Rapskulturen kein Unterschied in der Befallshöhe feststellbar war, war der Befall des Rapses in der Mischsaat im Jahr 2010 signifikant gegenüber dem Raps in der Reinsaat herabgesetzt. Im Jahr 2011 war jedoch das Gegenteil erkennbar: Der Raps in der Mischsaat wurde signifikant stärker mit Rapsglanzkäfern befallen als der Raps in der Reinsaat.

In den ersten beiden Versuchsjahren war die Hauptschadensursache mit teilweise über 60 % Anteil am Gesamtschotenansatz dem Rapsglanzkäfer zuzuordnen. Im dritten Versuchsjahr lag der Anteil des Rapsglanzkäferschadens bei geringeren 30 %. Darüber hinaus wurden 30 % der Schoten durch die Kohlschotenmücke beschädigt, die ab dem zweiten Versuchsjahr vermehrt in Erscheinung trat. Der Schaden durch den Kohlschotenrüssler war mit häufig unter 5 % zu vernachlässigen. Zwischen den Kulturvarianten ergaben sich nur

wenige, statistisch nachweisbare Unterschiede. Eine eindeutige Tendenz war nicht zu erkennen.

5.2.2. vTI - Versuchsfeld in Trenthorst

Im Jahr 2009 war der Befall mit Stängelschädlingen minimal. In den Haupttrieben des Rübens wurde maximal eine Larve vorgefunden. Damit wies in der Mischsaat der Rüben signifikant mehr Stängelschädlinge auf als der Raps. Zwischen den Rapspflanzen der beiden Anbausysteme wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt, tendenziell war der Raps in der Reinsaat stärker befallen. Im Jahr 2010 war der Befall etwas höher gegenüber 2009. Auch hier war der Rüben signifikant stärker befallen als der Raps in der Mischsaat. Dieser war tendenziell etwas stärker befallen als der Raps in der Reinsaat (Abb. 13). Die Kulturen wiesen für das Schadmaß durch Fraßgänge wies gleichen Relationen wie für den Befall mit Stängelschädlingen auf. Wie am Standort Dahnsdorf bereits festgestellt, war auch in Trenthorst der Befall der Haupttriebe mit Stängelschädlingen signifikant positiv mit der Fraßganglänge korreliert (r_s 0,35–0,64).

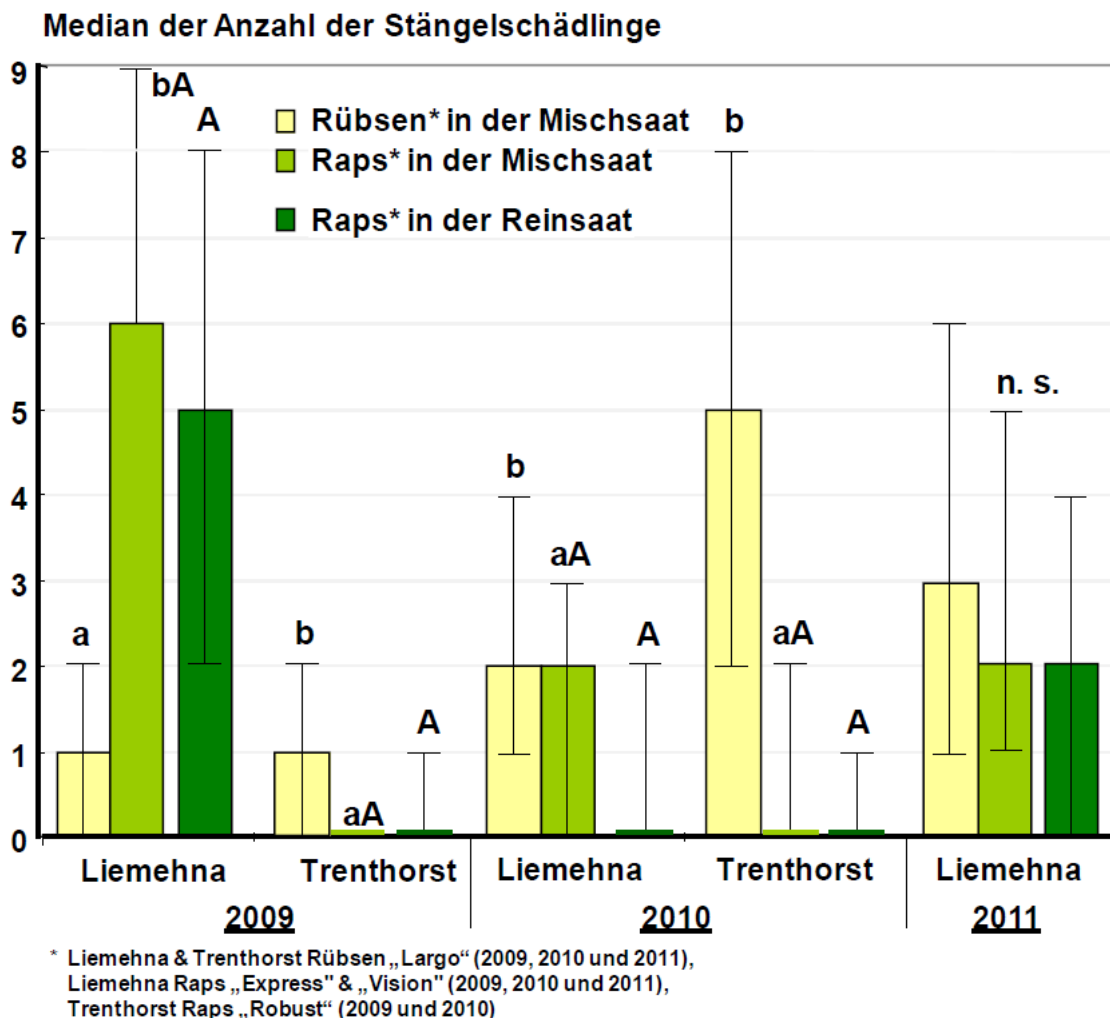


Abb. 13: Einfluss des Rübens auf den Befall der Haupttriebe der Rapspflanzen in der Misch- (MS) und der Reinsaat (RS) mit Stängelschädlingen (Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.), Gefleckter Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsh.)), Rapserdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) kumuliert) zum Ende der Blüte in den

Versuchsjahren 2009, 2010 und 2011 an den Versuchsstandorten Liemehna und Trenthorst (Großparzelle) unter Angabe des 25 % bzw. 75 % Quantils. Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, n. s. = nicht signifikant, kleine Buchstaben: Vergleich Rübsen vs. Raps MS, große Buchstaben: Raps MS vs. Raps RS, 4 Wiederholungen je Kultur mit gesamt 80 Stichproben.

In beiden Jahren hatte der Rübsen einen Entwicklungsvorsprung von einigen Tagen gegenüber der Rapskultur. In der Mischsaat war in beiden Versuchsjahren eine signifikante Bevorzugung der Rübsenkultur gegenüber dem Raps durch Rapsglanzkäfer erkennbar. Der Rübsen wurde 2009 bei stärkerer Einflugintensität gegenüber 2010 bis zu fünfmal so stark befallen, 2010 bis zu zweieinhalb mal so stark. Die Bevorzugung des Rübsens hatte jedoch in beiden Jahren unterschiedliche Auswirkungen. Während 2009 die Raps/Rübsenkombination („Robust“/„Largo“) zu keinem Befallsunterschied zwischen Raps in der Mischsaat und Raps in der Reinsaat ergab, kam es bei der Sortenkombination („Express“/„Vision“) zu einer signifikanten Herabsetzung der Befallsstärke des Rapses in der Mischsaat im Vergleich zum Raps in der Reinsaat (Abb. 14, 15).

Die Schädigung der Schotenstände durch die Kohlschotenmücke und den Kohlschotentrüssler war in beiden Jahren am Standort Trenthorst zu vernachlässigen. Die Schädigung durch den Rapsglanzkäfer fiel 2009 mit bis zu 70 % Schädigung deutlich höher aus als 2010 (gut 30 % Schädigung). In der Mischsaat wies der Rübsen gegenüber dem Raps eine teilweise signifikant stärkere Schädigung durch den Rapsglanzkäfer auf. Da jedoch der Gesamtschotenansatz beim Rübsen teilweise signifikant höher war, war der Anteil intakter Schoten letztendlich beim Rübsen zumeist immer noch signifikant höher als beim Raps. Ein Einfluss des Rübsens auf die Schotenschädigung der beiden Rapskulturen ließ sich anhand der Daten nicht ableiten.

Die Kornerträge schwankten 2009 um 13 dt ha^{-1} , 2010 um 23 dt ha^{-1} . Das Ertragsniveau von 2010 ist für Raps aus Ökologischem Landbau als hoch einzustufen. Der Ertrag von 2009 ist insofern erstaunlich, als das die Hauptblüte aufgrund der physiologischen Knospenwelke weitestgehend ausfiel und der Ertrag durch später blühende Seitentriebe erzielt wurde.

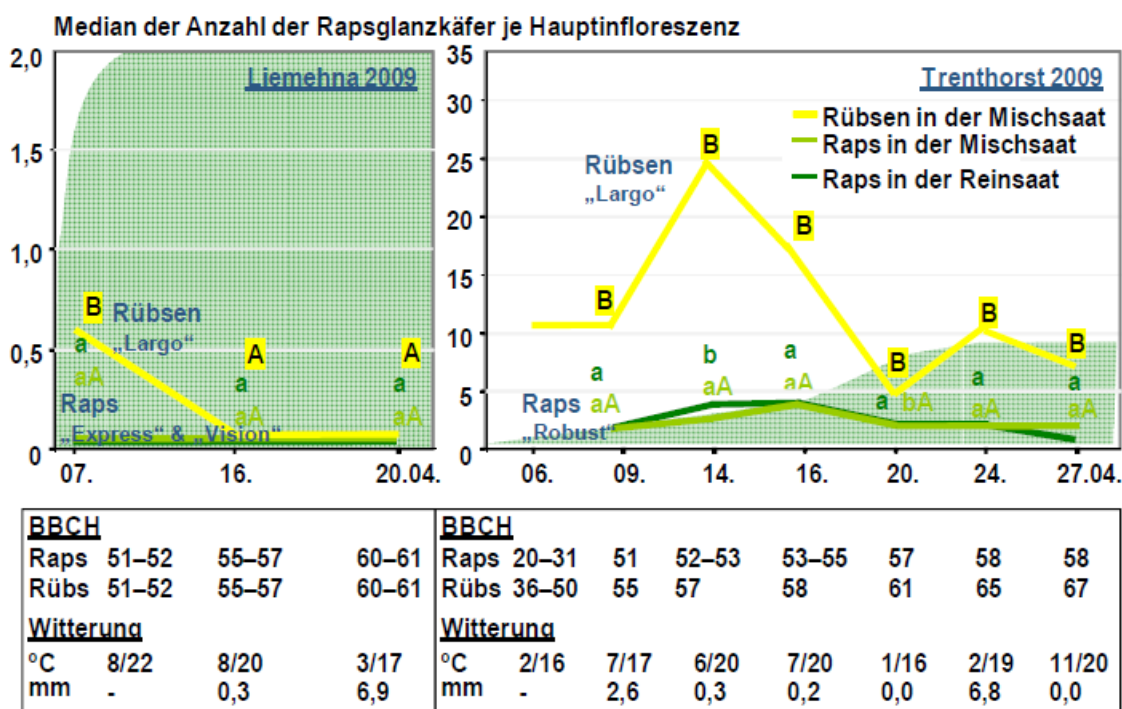


Abb. 14: Einfluss des Rübsens auf die Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) auf den Rapspflanzen in der Misch- und der Reinsaat bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz an den Versuchsstandorten Liemehna (links) und

Trenthorst (Großparzelle) (rechts) im Versuchsjahr 2009. Grün hinterlegter Bereich: Bekämpfungsschwelle des integrierten Landbaus (LLH HESSEN, 2011).
 n. s. = nicht signifikant, Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, große Buchstaben: Vergleich Rübsen vs. Raps MS, kleine Buchstaben: Raps MS vs. Raps RS, 4 Wiederholungen je Kultur und Boniturtermin mit gesamt 200 Stichproben, aus Übersichtsgründen wurde auf die Darstellung der Quartile verzichtet. ($^{\circ}\text{C}$ = Temperatur Minimum/Maximum, mm = Niederschlag zwischen dem vorherigen und dem jeweils aktuellen Boniturtermin, Liemehna: Wetterstation DWD Leipzig-Schkeuditz, Trenthorst: Wetterstation Versuchsfeld).

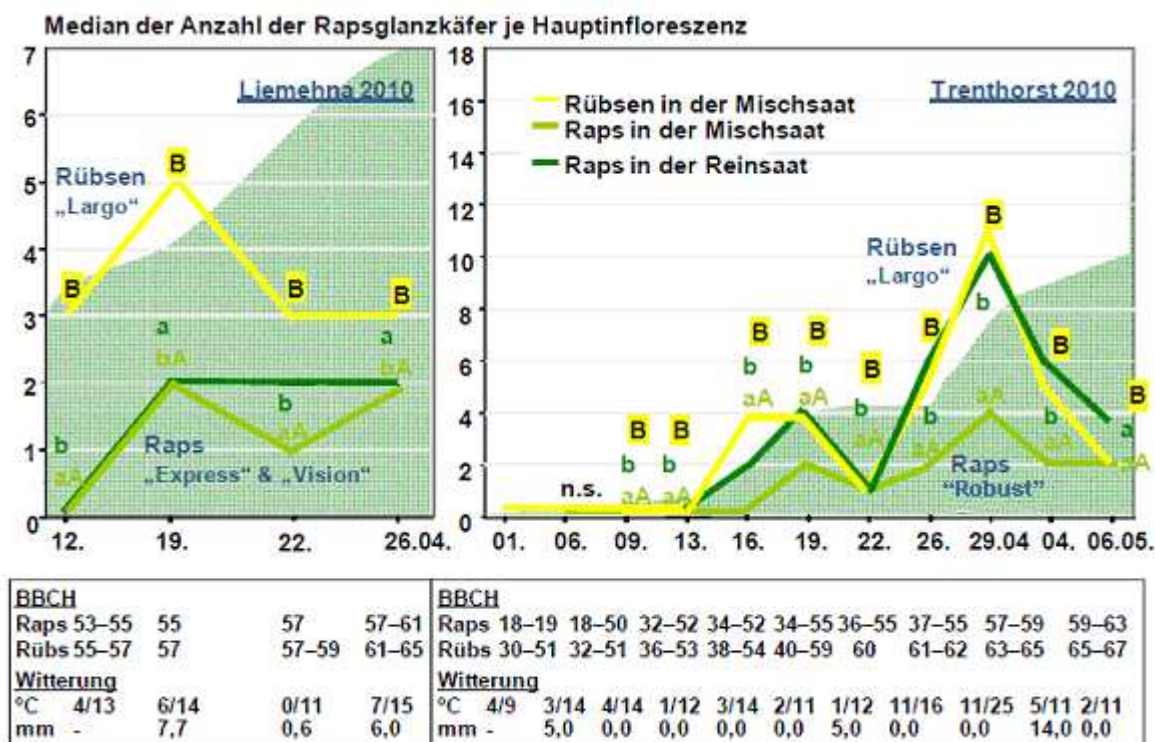


Abb. 15: Einfluss des Rübsens auf die Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) auf den Rapspflanzen in der Misch- und der Reinsaat bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz an den Versuchsstandorten Liemehna (links) und Trenthorst (Großparzelle) (rechts) im Versuchsjahr 2010. Grün hinterlegter Bereich: Bekämpfungsschwelle des integrierten Landbaus (LLH HESSEN, 2011). n. s. = nicht signifikant, Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, große Buchstaben: Vergleich Rübsen vs. Raps MS, kleine Buchstaben: Raps MS vs. Raps RS, 4 Wiederholungen je Kultur und Boniturtermin mit gesamt 200 Stichproben, aus Übersichtsgründen wurde auf die Darstellung der Quartile verzichtet. ($^{\circ}\text{C}$ = Temperatur Minimum/Maximum, mm = Niederschlag zwischen dem vorherigen und dem jeweils aktuellen Boniturtermin, Liemehna: Wetterstation DWD Leipzig-Schkeuditz, Trenthorst: Wetterstation DWD Lübeck Blankensee).

5.2.3. JKI - Praxisbetrieb in Liemehna (Leipzig)

Der Schädlingsdruck war 2010 und 2011 insgesamt geringer als 2009. Mit Ausnahme von 2009, wo der Rübsen gegenüber dem Raps deutlich weniger stark mit Stängelrüsslern befallen war, wurde der Rübsen gleich stark oder stärker mit Stängelrüsslern im Vergleich zum Raps befallen. Unabhängig davon war der Raps in der Mischsaat in allen drei Versuchsjahren signifikant stärker oder gleich stark mit Stängelrüsslern befallen im Vergleich zum Raps in der Reinsaat (Abb. 13). Gleiche Relationen galten für das Schadmaß durch

Fraßgänge. Auch hier wurde der Raps in der Mischsaat signifikant stärker oder gleich stark geschädigt im Vergleich zum Raps in der Reinsaat. Wie an den beiden anderen Standorten war auch in Liemehna der Befall der Haupttriebe mit Stängelschädlingen signifikant positiv mit der Fraßganglänge korreliert (r_s 0,56–0,95).

In allen drei Versuchsjahren war der Befall der Kulturen mit Rapsglanzkäfern sehr gering. Es konnten maximal fünf Käfer auf den Knospen der Hauptinfloreszenz des Rübens gezählt werden. Der Rüben war dennoch in allen drei Jahren signifikant stärker mit Rapsglanzkäfern befallen als der Raps. Auf Grund des sehr niedrigen Befallsniveaus von zumeist unter zwei Käfern auf den Rapsknospen wurde kein Befallsunterschied zwischen Raps in der Mischsaat und Raps in der Reinsaat erkennbar (Abb. 14, 15).

In allen drei Versuchsjahren war der Befall der Schoten mit Schotenschädlingen sehr niedrig. Zwischen 60 % und 80 % der Schoten waren befallsfrei. Bedeutendster Schädling war der Rapsglanzkäfer, durch ihn wurden ca. 20 % des Gesamtschotenansatzes nicht ausgebildet. Anstelle dessen zeigten sich die charakteristischen leeren Stielchen. 2010 und 2011 war der Rüben stärker geschädigt als der Raps. In allen Versuchsjahren hatte der Rüben jedoch keinen Einfluss auf die Ausbildung der Stielchen beim Raps in der Mischsaat. Dieser wies eine ähnlich hohe Schädigung wie der Raps in der Reinsaat auf. Lediglich im letzten Versuchsjahr trat die Kohlschotenmücke in nennenswertem Maße vor. Die durch sie verursachten aufgeplatzten Schoten machten etwa 15 % des Gesamtschotenansatzes aus, wobei es zwischen Rüben und Raps in der Mischsaat keine Unterschiede gab. Der Raps in der Mischsaat war jedoch signifikant stärker geschädigt als der Raps in der Reinsaat. Rein quantitativ war dies allerdings zu vernachlässigen.

Die Kornerträge waren in den Jahren 2009 und 2010 mit bis zu über 35 dt ha⁻¹ sehr hoch. In beiden Jahren war ein höherer Kornertrag in der Reinsaat zu verzeichnen. Im Jahr 2010 fiel die Differenz der Anbausysteme mit fast 10 dt ha⁻¹ signifikant aus. Witterungsbedingt fiel der Ertrag im Jahr 2011 mit unter 5 dt ha⁻¹ deutlich zurück. Eine Differenzierung der beiden Anbausysteme zeigte sich nicht.

5.2.4. Universität Göttingen

Der Befall mit den Larven des Rapserrdflohs war im Frühjahr 2010 an den Rapspflanzen in den Mischsaaten im Vergleich zu denen aus den Reinsaatparzellen etwas geringer, doch waren diese Unterschiede nicht signifikant und im folgenden Versuchsjahr nicht feststellbar. Der Rapsstängelrüsslerbefall stieg am Standort Reinshof im Versuchsjahr 2011 um das 10fache im Vergleich zu den Vorjahren an; der Befall der Rapspflanzen in der Reinsaat unterschied sich allerdings nicht signifikant vom Befall der Rapspflanzen in den beiden Mischsaatvarianten. Die Abundanz der Larven des Gefleckten Kohltriebrüsslers stieg ebenfalls im letzten Versuchsjahr deutlich an. Der Larvenbefall der Rapspflanzen konnte jedoch in keinem Jahr durch den Anbau im Gemenge mit Rüben reduziert werden (Abb. 18 & 19).

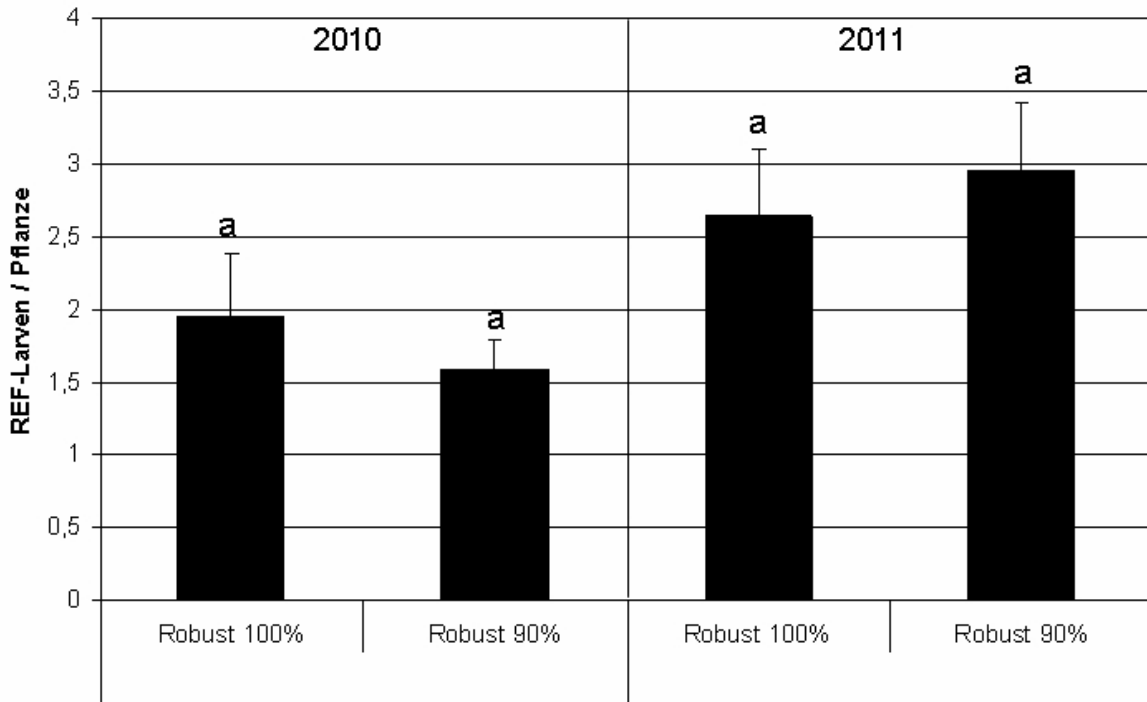


Abb. 16: Befall durch Larven des Rapserdflchs an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsamt (95 % & 90 %) mit Rübsten; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

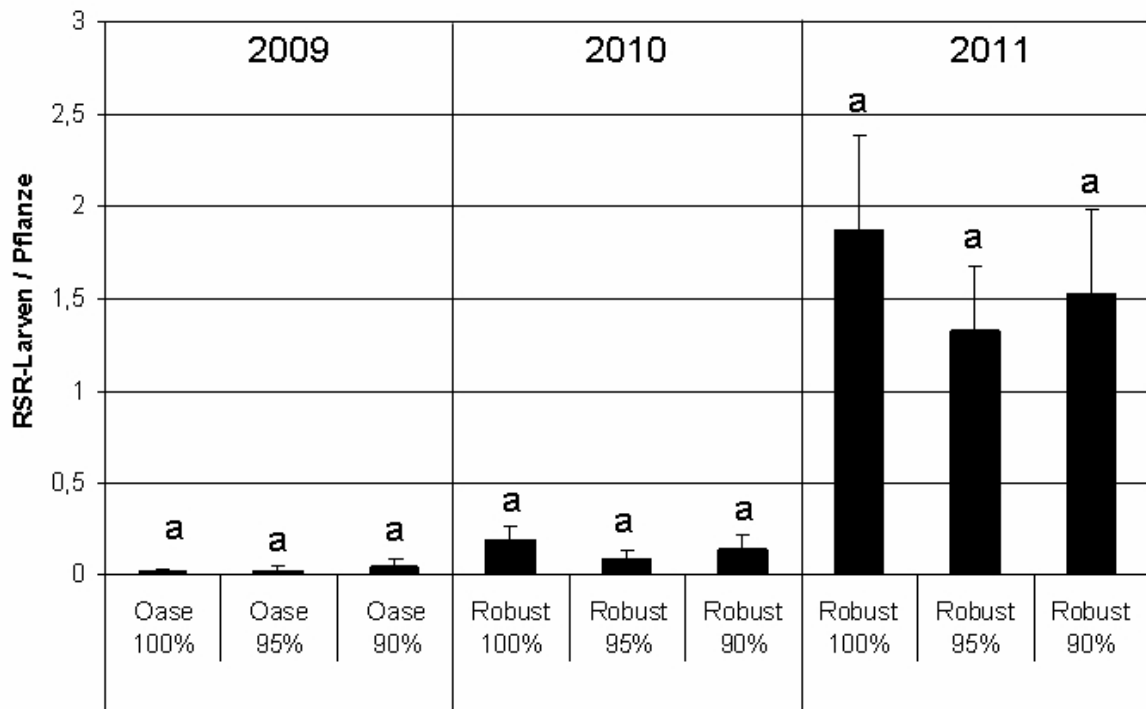


Abb. 17: Befall durch Larven des Großen Rapsstängelrüsslers an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsamt (95 % & 90 %) mit Rübsten; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

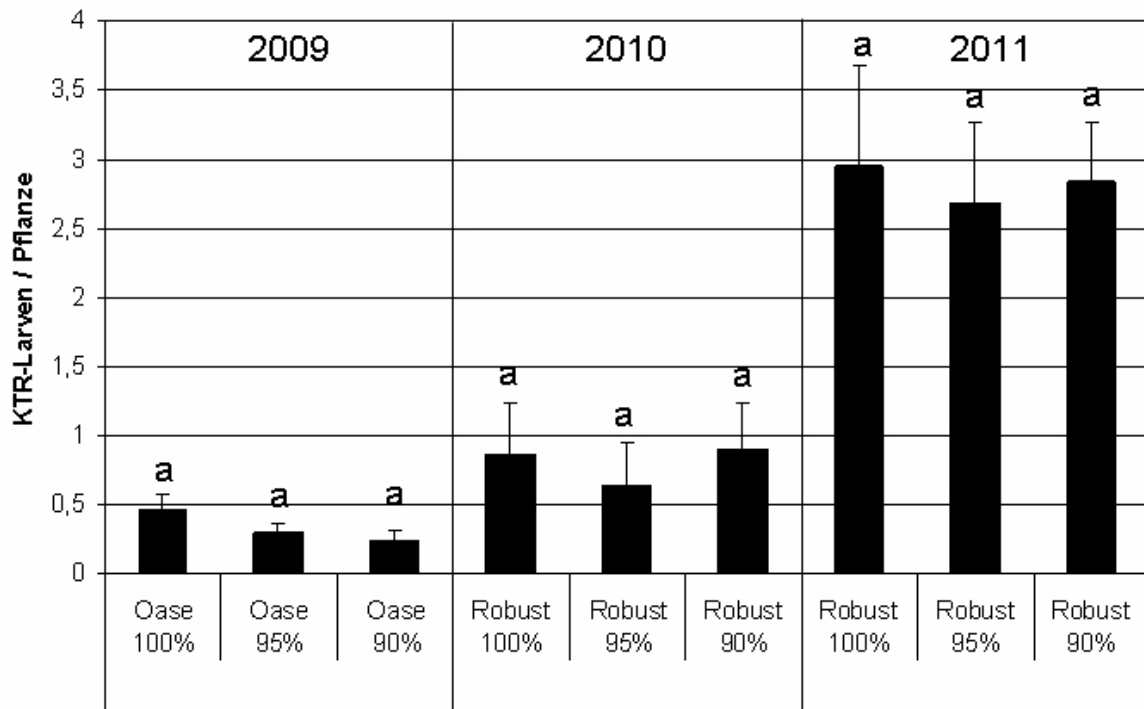


Abb. 18: Befall durch Larven des Gefleckten Kohltriebrüsslers an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsaat (95 % & 90 %) mit Rübsen; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

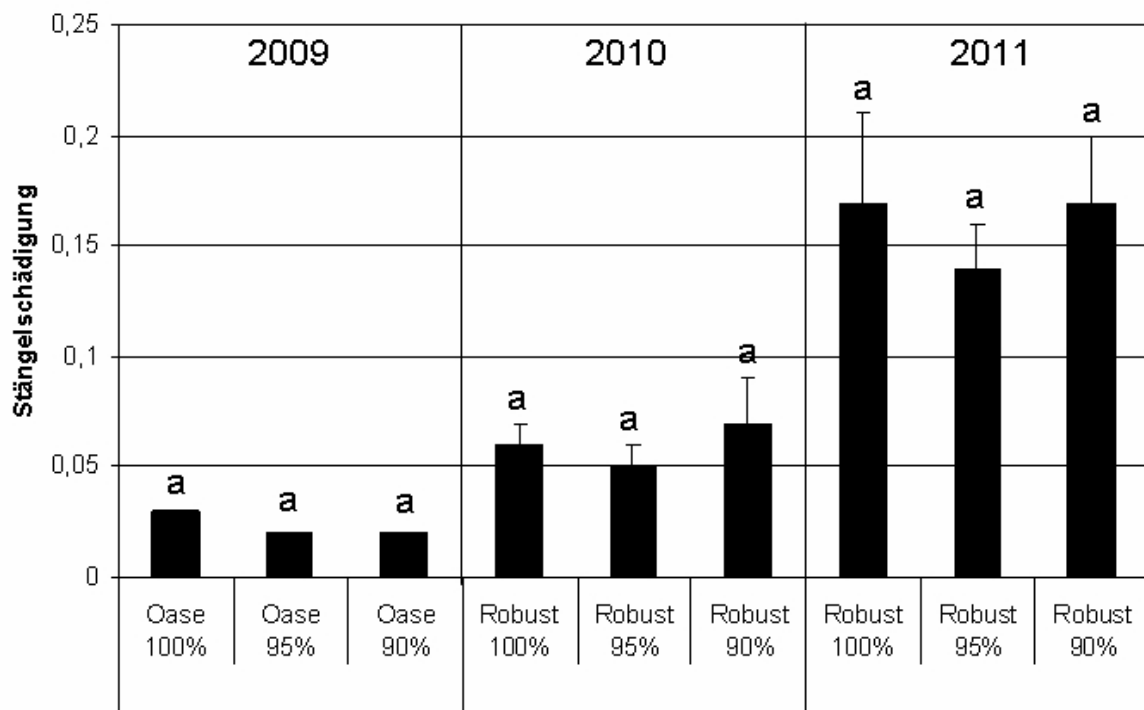


Abb. 19: Stängelschädigung durch minierende Rüsslerlarven an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsaat (95 % & 90 %) mit Rübsen; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

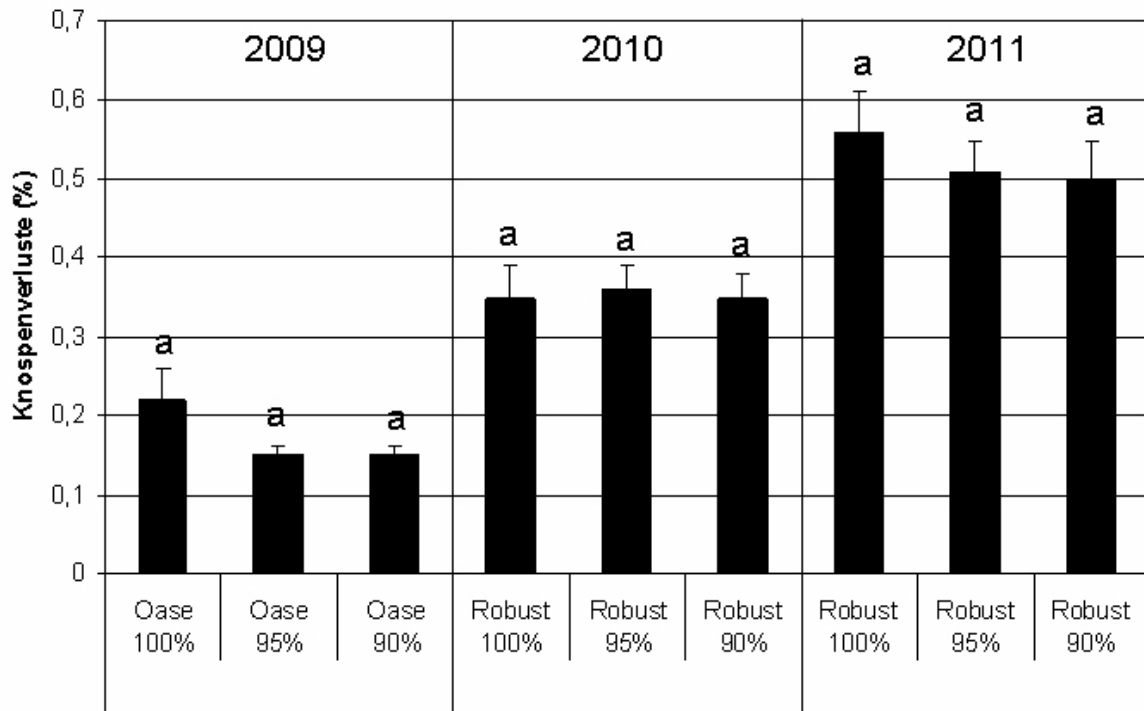


Abb. 20: Knospenverluste (% des gesamten Knospenansatzes) durch den Fraß des Rapsglanzkäfers an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsaat (95 % & 90 %) mit Rübsen; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

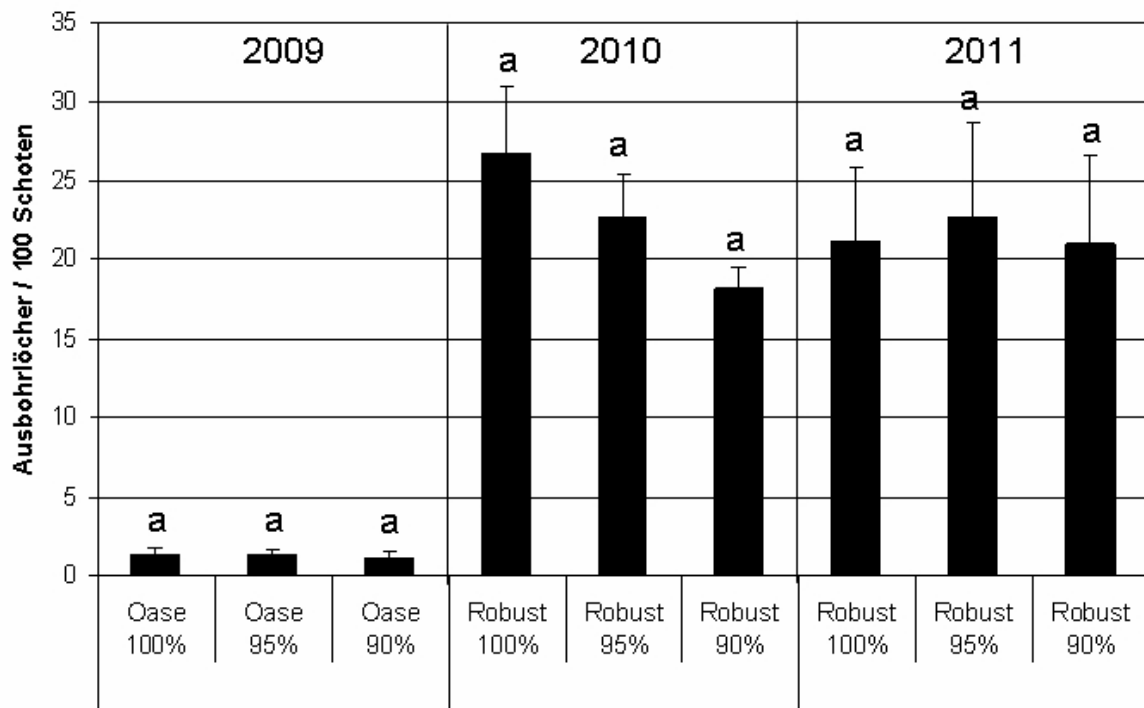


Abb. 21: Befall durch Larven des Kohlschotenrüsslers an Rapspflanzen in Reinsaat (100 %) und in Mischsaat (95 % & 90 %) mit Rübsen; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

Die Phänologie der Pflanzen unterschied sich im ersten Jahr bis zum Beginn der Blüte kaum zwischen der Winterrapssorte Oase und der Winterrübensorte Largo. Nach dem Ersatz der Winterrapssorte Oase durch Robust in den Versuchen, wurden die phänologischen Unterschiede in den darauf folgenden Jahren etwas deutlicher. Trotz der hohen Attraktivität des Rübens für den Rapsglanzkäfer führten die Mischsaaten nicht zu einer Reduktion des Befalls der Rapspflanzen in der Mischsaat im Vergleich zur Reinsaat. Der Knospenschädigung, die durch den Fraß der Rapsglanzkäfer verursacht wurde, war zwar teilweise an Rapspflanzen der Mischsaat etwas geringer, jedoch ließen sich diese Unterschiede nicht statistisch absichern.

Der Befall mit dem Kohlschotenrüssler und der Kohlschotenmücke war am Standort Reinshof im zweiten und dritten Versuchsjahr auf einem sehr hohen Niveau. Im Befall der Rapspflanzen in den Mischsaaten und der Reinsaat zeigte sich jedoch auch bei diesen Schotenschädlingen kein gesicherter Unterschied.

Der Kornertrag der Reinsaatparzellen lag bei etwa 22 dt/ha im ersten und bei etwa 10 dt/ha im zweiten Versuchsjahr. Zwischen den verschiedenen Varianten traten keine signifikanten Unterschiede im Ertrag auf (Abb. 22).

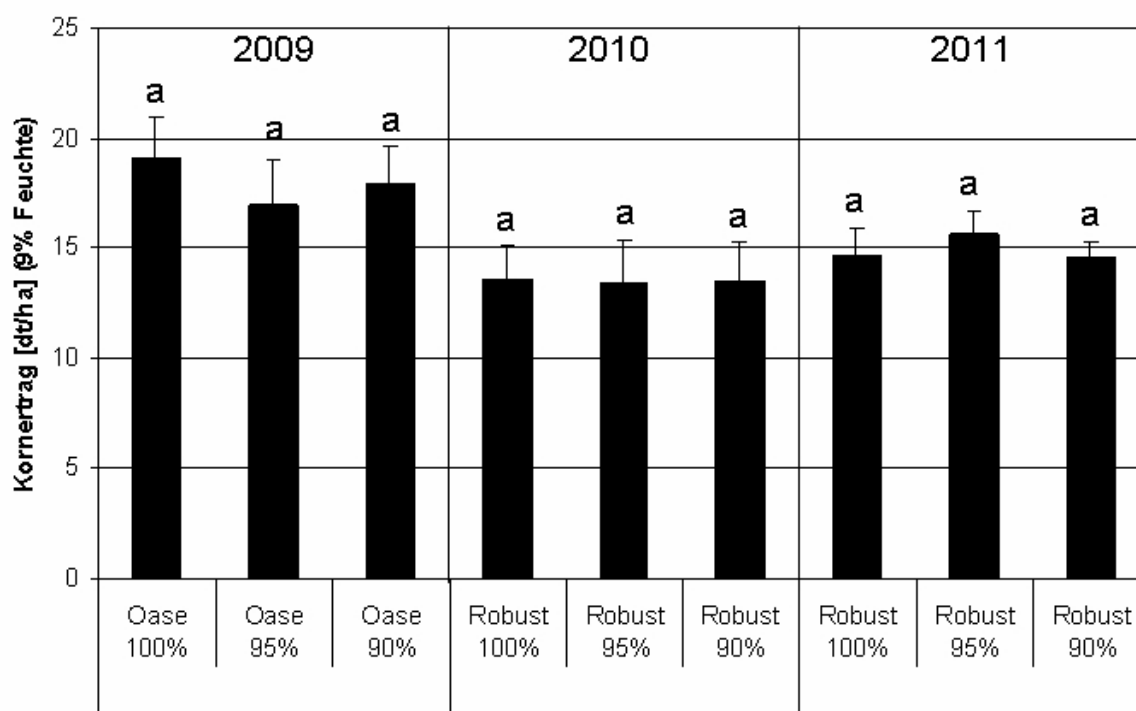


Abb. 22: Kornertrag (dt/ha) bei 9 % Feuchte ermittelt in Parzellen mit Rapsreinsaat (100 %) und in Mischsaat (95 % & 90 %) mit Rüben; Mittelwert (\pm SE) von den Standorten der Universitäten Kassel und Göttingen.

5.2.5. Universität Kassel

Trotz eines starken Rapserrdflohbefalls in den Jahren 2010 und 2011 unterschied sich dieser nicht zwischen den Rapspflanzen aus der Reinsaat und den Pflanzen aus den Mischsaatvarianten. Der Befall mit den Larven des Gefleckten Kohltriebrüsslers lag in den ersten beiden Jahren bei etwa 0,5 Larven pro Rapspflanze und stieg im letzten Jahr auf etwa 1,5 Larven pro Pflanze an. Die Befallszahlen mit den Larven des Großen

Rapsstängelrüsslers waren deutlich geringer. Für keinen der beiden Schädlinge war eine signifikante Reduktion des Befalls von Winterraps durch die Mischsaaten mit Rübsen feststellbar.

Die Unterschiede in der Phänologie zwischen dem Winterraps und der Winterrübsensorte Largo waren bereits im ersten Versuchsjahr erkennbar, sie wurden aber durch den Wechsel zu den späteren Winterrapssorten in den folgenden beiden Jahren noch deutlicher. Auch in diesen Versuchen wurde der Rübsen besonders zu Beginn des Knospenstadiums deutlich stärker von Rapsglanzkäfern befallen als der Winterraps in der Mischsaat, doch hatte dies keine Reduktion des Käferbefalls auf den Rapspflanzen der Mischsaat im Vergleich zur Reinsaat zur Folge. Somit führten die Mischsaaten nicht zu einer Reduktion des Rapsglanzkäferschadens an den Rapspflanzen in den Mischsaatparzellen.

Der Schotenbefall durch den Kohlschotenrüssler stieg in den Jahren 2010 und 2011 deutlich an. Die Mischsaaten von Raps und Rübsen führten auch bei diesem Schädling nicht zu einem verminderten Befall an Raps im Vergleich zur Reinsaat. Die Kohlschotenmücke erreichte nur im letzten Versuchsjahr ein stärkeres Befallsniveau; konnte jedoch ebenfalls nicht durch die Mischsaat reduziert werden.

Bei der Betrachtung des Kornertrages in den Reinsaat- und Mischsaatparzellen zeigte sich im Verlauf der Jahre ein heterogenes Bild. Während der Ertrag in der Variante mit 95 % Raps und 5 % Rübsen im Versuchsjahr 2009 signifikant niedriger lag als bei den beiden anderen Varianten, traten in den folgenden Jahren keine signifikanten Unterschiede auf. Die Kornerträge lagen in den drei Jahren in einem Bereich zwischen 12 und 18 dt/ha (Abb. 22).

6. Untersuchungen zur Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln auf die Regulierung von Rapsschädlingen (Julius Kühn-Institut (JKI) in Kleinmachnow, Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Trenthorst)

6.1. *Material und Methode*

An den Standorten Dahnsdorf und Trenthorst (Blockanlage) wurde die Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzmittel zur Regulierung der Rapsschädlinge getestet (Anhang III). Zielorganismen waren die Stängelrüssler und die Rapsglanzkäfer, am Standort Trenthorst nur die Rapsglanzkäfer. Als Bekämpfungsschwelle wurden fünf Große Rapsstängelrüssler bzw. 10 bis 15 Gefleckte Kohltriebrüssler pro Gelbschale (mit Gitterabdeckung!) innerhalb von drei bis vier Tagen definiert. Bei den Rapsglanzkäfern sollte die Behandlung möglichst zum Zeitpunkt ihres Flughöhepunktes erfolgen. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Formulierung der Pflanzenschutzmittelvarianten, der Spritztechnik und der Witterungsbedingungen während der Pflanzenschutzmittelanwendung an den Versuchsstandorten Dahnsdorf und Trenthorst in den Versuchsjahren 2009-2011.

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

Tabelle 1: Übersicht über die Formulierung der Pflanzenschutzmittelvarianten (Zahlen 1 bis 6), der Spritztechnik und der Witterungsbedingungen während der Pflanzenschutzmittelanwendung an den Versuchsstandorten Dahnsdorf und Trenthorst in den Versuchsjahren 2009-2011. (RSR= Großer Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.), KTR = Gefleckter Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsh.)), RGK = Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.), Ra = Raps, Rü = Rübsen, AB. = Arbeitsbreite, u. K. = unbehandelte Kontrolle).

2009 Variante	Dahnsdorf					Trenthorst						
	1	2	3	4		1	2	3	4			
Zielorganismus	-	KTR, RSR	KTR, RSR	RGK	KTR, RSR	RGK	-	RGK	RGK	RGK		
BBCH Stadium Ra/Rü	-	50–51	50–51	57	50–51	57	-	53–55	53–55	57	53–55	57
Datum	-	03.04.	03.04.	14.04.	03.04.	14.04.	-	14.04.	14.04.	20.04.	14.04.	20.04.
Uhrzeit	-	15:00	15:00	12:00	15:00	12:00	-	14:00	14:00	16:00	14:00	16:00
Wetter	-	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	-	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig
Temperatur (C°)	-	20	20	21	20	21	-	13	13	9	13	9
Luftfeuchte (%)	-	47	47	52	47	52	-	77	77	62	77	62
Wind (m/s)	-	3,1	3,1	0,6	3,1	0,6	-	2,1	2,1	2,3	2,1	2,3
Fahrgeschw. (km h ⁻¹)	-	2,6*	2,6*	3,6*	2,6*	3,6*	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Düsendruck (bar)	-	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2
Wasser (l ha ⁻¹)	u. K.	800,0	800,0	600,0	800,0	600,0	u. K.	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
Naturpyrethrum (l ha ⁻¹)	u. K.	8,0	8,0	-	8,0	-	u. K.	-	-	-	-	-
(a. i. g ha ⁻¹)	u. K.	146,8	146,8	-	146,8	-	u. K.	-	-	-	-	-
Spinosad (l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	0,2	-	-	u. K.	0,2	-	-	-	-
(a. i. g ha ⁻¹)	u. K.	-	-	96,0	-	-	u. K.	96,0	-	-	-	-
Sonnenblumenöl (l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	12	12	12	12
(a. i. l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	12	12	12	12
Rizinusöl (l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	1,8	u. K.	-	1,8	1,8	1,8	1,8
(a. i. l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	1,8	u. K.	-	1,8	1,8	1,8	1,8
SiO ₂ (kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	6	6	-	-
(a. i. kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	1	1	-	-

* zweimalige Überfahrt, um benötigte Spritzbrühe auszubringen

2010 Variante	Dahnsdorf					Trenthorst						
	1	2	3	4		1	2	3	4	5	6	
Zielorganismus	-	KTR, RSR	KTR, RSR	RGK	KTR, RSR	RGK	-	RGK	RGK	RGK	RGK	RGK
BBCH Stadium Ra/Rü	-	19–20	19–20	53/59	19–20	53/59	-	58–59	58–59	58–59	58–59	58–59
Datum	-	25.03.	25.03.	23.04.	25.03.	23.04.	-	27.04.	27.04.	27.04.	27.04.	26.04.
Uhrzeit	-	17:00	17:00	12:00	17:00	12:00	-	18:00	16:00	16:00	10:00	09:00
Wetter	-	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	-	sonnig	bedeckt	bedeckt	bedeckt	sonnig
Temperatur (C°)	-	17	17	14	17	14	-	15	16	16	13	14
Luftfeuchte (%)	-	60	60	42	60	42	-	53	53	53	79	58
Wind (m/s)	-	2	2	0,8	2	0,8	-	6	6	6	6	3
Fahrgeschw. (km h ⁻¹)	-	3,6*	3,6*	3,6*	3,6*	3,6*	-	1,5	1,5	1,5	-	6-7
Düsendruck (bar)	-	2	2	2	2	2	-	2	2	2	-	-
Wasser (l ha ⁻¹)	u. K.	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0	u. K.	600,0	600,0	600,0	-	-
Spinosad (l ha ⁻¹)	u. K.	0,2	0,2	0,2	0,2	-	u. K.	0,2	-	-	-	-
(a. i. g ha ⁻¹)	u. K.	146,8	146,8	146,8	146,8	-	u. K.	146,8	-	-	-	-
Gesteinsmehl (kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	-	12	-	-
(Kaolin) (a. i. kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	12	u. K.	-	-	12	-	-
SiO ₂ (kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	u. K.	-	12	-	-	-
(a. i. kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	u. K.	-	12	-	-	-
Gesteinsmehl (kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	u. K.	-	-	-	500	-
(Bentonit) (a. i. kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	u. K.	-	-	-	500	-
Kiefernöl (l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	0,6	u. K.	-	0,6	0,6	-	-
(a. i. l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	0,6	u. K.	-	0,6	0,6	-	-
Käfersammelmaschine	u. K.	-	-	-	-	-	u. K.	-	-	-	-	AB. 3 m

* zweimalige Überfahrt, um benötigte Spritzbrühe auszubringen

2011		Dahnsdorf							
Variante		1	2	3		4			
Zielorganismus	-	KTR, RSR		KTR, RSR		RGK	KTR, RSR		RGK
BBCH Stadium Ra/Rü	-	17	19/50	17	19/50	53/59	17	19/50	53/59
Datum	-	23.03.	02.04.	23.03.	02.04.	19.04.	23.03.	02.04.	19.04.
Uhrzeit		16:00	10:00	16:00	10:00	13:00	16:00	10:00	15:30
Wetter		sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig	sonnig
Temperatur (C°)	-	13	18	13	18	19	13	18	14
Luftfeuchte (%)		43	75	43	75	57	43	75	49
Wind (m/s)		2,6	1,4	2,6	1,4	1,1	2,6	1,4	0,6
Fahrgeschw. (km h ⁻¹)	-	3,3	3,3	3,3	3,3	3,6*	3,3	3,3	3,6*
Düsendruck (bar)		6	6	6	6	2	6	6	2
Wasser (l ha ⁻¹)	u. K.	400,0	400,0	400,0	400,0	600,0	400,0	400,0	600,0
Spinosad (l ha ⁻¹)	u. K.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	-
(a. i. g ha ⁻¹)		146,8	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8	146,8	-
Gesteinsmehl (kg ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	-	-	24
(Kaolin) (a. i. kg ha ⁻¹)		-	-	-	-	-	-	-	24
Rapsöl (l ha ⁻¹)	u. K.	-	-	-	-	-	-	-	15
(a. i. l ha ⁻¹)		-	-	-	-	-	-	-	15

* zweimalige Überfahrt, um benötigte Spritzbrühe auszubringen

6.1.1. Versuchstandort JKI in Dahnsdorf

Zwei Versuchsflächen standen in den drei Versuchsjahren am Standort Dahnsdorf zur Verfügung, welche seit 2004 nach EU-Ökoverordnung zertifiziert sind (Kontrollnummer D-ST-043-48291). Auf beiden Flächen wurde eine randomisierte Blockanlage mit je vier Wiederholungen (Block A bis D) angelegt. Auf der ersten Fläche, im Folgenden als Mischsaat bezeichnet, wurde die Raps-Rübsen-Mischsaat etabliert. Die Fläche jedes Blockes betrug 650 m² (26,5 x 25 m). Auf der zweiten Fläche, im Folgenden als Reinsaat bezeichnet, wurde Winterraps in Reinsaat ausgesät. Die Fläche jedes Blockes betrug 850 m² (34 x 25 m). Für die Varianten zur Anwendung der Pflanzenschutzmittel wurde jeder Block in vier gleich große, randomisierte Parzellen aufgeteilt (17 x 12,5 m (Reinsaat); 13,25 x 12,5 m). Die Pflanzenschutzmittel wurden am Standort Dahnsdorf mit einer Parzellenspritze der Firma *Tecnoma* bzw. einer Feldspritze der Firma *Holder* (Modell IS 43) mit 12,5 m Arbeitsbreite appliziert.

6.1.2. Versuchsstandort in Trenthorst

Am Versuchsstandort in Trenthorst wurden ausschließlich Pflanzenschutzmittel in ihrem Regulierungserfolg gegen den Rapsglanzkäfer getestet. Der Versuch wurde in den Jahren 2009 und 2010 auf zwei Flächen angelegt. Auf der ersten Fläche, im Folgenden als Trenthorst (Blockanlage) bezeichnet, wurde eine randomisierte Blockanlage mit vier Pflanzenschutzvarianten in vierfacher Wiederholung angelegt. Die Fläche der Parzellen betrug 108 m² (9 x 12 m). In der gesamten Blockanlage wurde Raps als Reinsaat ausgesät. Die zweite Fläche, im Folgenden als Trenthorst (Großparzelle) bezeichnet, bestand aus 8 Parzellen (Blockanlage) mit jeweils 5.100 m² (51 x 100 m) Fläche. In vier Parzellen wurde Raps als Reinsaat, in den übrigen vier Parzellen die Raps-Rübsen-Mischsaat ausgesät. Die Varianten lagen abwechselnd nebeneinander. Am Standort Trenthorst kamen ein handgeschobenes Parzellenspritzgerät der Firma *agrotop* mit 3 m Arbeitsbreite (2009) und eine Parzellenspritze (Eigenbau für die seitliche Anbringung an einen Geräteträger) mit 4,5 m Arbeitsbreite (2010) zum Einsatz.

6.1.3. Laborversuche im JKI

Die Laborversuche hatten zum Ziel, zusätzliche Informationen zu den unter Feldbedingungen angewandten Pflanzenschutzmitteln zur Regulierung der Rapsglanzkäfer zu erlangen. Des Weiteren wurden im Labor alternative Pflanzenschutzmittel getestet. Die für die Tests benötigten Rapsglanzkäfer stammten vom Versuchsstandort Dahnsdorf, die Stängelrüssler vom Versuchsstandort Liemehna. Sofern Rapsknospenstände benötigt wurden, entstammten diese aus den unbehandelten Parzellen in Dahnsdorf oder aus den am Institutsstandort in Kleinmachnow auf Parzellen angebauten Raps.

Glasröhrchentest

Der Test wurde in Zusammenarbeit mit dem JKI in Braunschweig durchgeführt und diente zur Überprüfung der fraßinsektiziden Wirkung von Spinosad und der generellen Eignung dieses Testdesigns (Anhang III) für SpinTor. Zum Vergleich wurde λ -Cyhalothrin (stellvertretend für Pyrethroide der Klasse II) getestet, da der Glasröhrchentest für diesen Wirkstoff bereits standardisiert ist. Getestet wurden Rapsglanzkäfer vom Standort Dahnsdorf (im Jahr 2010) und Stängelrüssler vom Standort Liemehna (im Jahr 2011). Weiteres Ziel des Tests war es, eine Aussage zum Resistenzniveau der Schaderreger gegenüber den Pyrethroiden der Klasse II zu treffen. Die Glasröhrchen wurden in unterschiedlicher Konzentration mit den Wirkstoffen beschichtet. Die Testmethode des sogenannten Adult-Vial-Testes richtete sich nach der Methode des IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) (IRAC, 2009).

Nach 5 und 24 Stunden erfolgten Bonituren auf lebende und tote Käfer. Leider konnten nur etwa 65 Stängelrüssler im Feld eingefangen werden, so dass je Glasröhrchen 9 Rüssler getestet werden konnten. Auf eine Wiederholung musste verzichtet werden. Bei den Rapsglanzkäfern wurden für SpinTor drei, bei λ -Cyhalothrin zwei Wiederholungen durchgeführt mit jeweils etwa zehn Rapsglanzkäfern je Glasröhrchen.

Knospenstandversuch

In den Knospenstandversuchen wurde die insektizide und repellente Fraßwirkung der Pflanzenschutzmittel quantifiziert und der Zeitpunkt der beginnenden Mortalität ermittelt. Der Versuchsaufbau und die Versuchsdurchführung erfolgten wie folgt (Anhang III): Die Rapsknospenstände wurden in die jeweilige Pflanzenschutzmittelvariante getaucht und der Überschuss sofort abgeschüttelt. Um die anhaftende Pflanzenschutzmittelmenge zu bestimmen, wurden die Knospenstände vor und nach dem Benetzungsvorgang gewogen. Je Variante gab es vier Wiederholungen. Als Behälter sind Plastikgefäße (10 x 5 x 10 cm) verwendet worden, in denen mittels Klebeband ein mit Wasser gefülltes Eppendorfgefäß fixiert wurde. Dieses wurde mit einem abgetrocknetem Rapsknospenstand bestückt. Anschließend wurde das Gefäß mit Nescofilm® verschlossen, um ein Ertrinken der Käfer zu vermeiden. Nach der Zuführung von zehn Rapsglanzkäfern pro Becher wurde der Becher mit einem mit Luftlöchern perforiertem Deckel verschlossen. Die Becher wurden anschließend in einer Klimakammer aufgestellt (21 °C, 16 Stunden Licht). Nach 1, 4, 24 und 48 Stunden wurden die lebenden und toten Käfer gezählt.

Wahlversuch

Der Wahlversuch sollte Aufschluss geben über eine eventuelle repellente Wirkung der Pflanzenschutzmittel. Für den Wahlversuch wurden in zwei Holzkäfige je 8 mit Wasser gefüllte Schraubflaschen gestellt (Anhang III). Die Öffnungen der Schraubflaschen waren mit Parafilm gesichert, um ein Ertrinken der Rapsglanzkäfer zu verhindern. Durch den Parafilm wurden je Flasche fünf Rapsknospenstände eingeführt. Vier Schraubflaschen dienten der Aufnahme behandelter Knospenstände, die übrigen bildeten die unbehandelte Kontrolle. Die Anordnung der Schraubflaschen (Behandlung/Kontrolle) erfolgte abwechselnd. Nach Trocknung der Spritzbeläge wurden pro Käfig 100 Rapsglanzkäfer eingesetzt. Nachfolgend

wurden gegen 8:00 Uhr und gegen 15:00 Uhr die Anzahl der Käfer auf den Knospenständen bonitiert. Die Versuche fanden in einer Klimakammer statt (21 °C, 16 Stunden Licht).

Versuche zur Wirkstoffformulierung einer Gesteinsmehlbrühe

Der Versuch wurde im Jahr 2011 durchgeführt und hatte zum Ziel, die optimale Formulierung für eine selbst hergestellte Gesteinsmehlbrühe unter Zugabe des Netzmittels Micula® zu bestimmen. Hierfür wurden getopfte Rapspflanzen im frühen Knospenstadium in einer Applikationsanlage der Firma Schachtner (Spray-Lab offen) mit Pflanzenschutzbrühen von umgerechnet 24 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl unter Zugabe von 0, 5, 10 und 15 l ha⁻¹ Micula® (bezogen auf 600 l ha⁻¹ Wasser) besprüht. Als Düse wurde eine Teejet, Typ 8002EVS gelb verwendet, bei einem Druck von 2 bar und einer Fahrgeschwindigkeit von 1,5 km h⁻¹.

6.2. Ergebnisse und Diskussion

6.2.1. Feldversuche Versuchstandort JKI in Dahnsdorf

Die Anwendung von 8 l ha⁻¹ Spruzit Neu® (Wirkstoff: Natur-Pyrethrum) im Jahr 2009 erbrachte zwar eine teils deutliche, jedoch inhomogene und statistisch nicht abzusichernde Reduzierung des Befalls der Pflanzen mit Stängelschädlingen bzw. des Schadmaßes durch Fraßgänge.

Sowohl die einmalige Anwendung im Jahr 2010, als auch die zweimalige Anwendung von 0,2 l ha⁻¹ SpinTor (Wirkstoff: Spinosad) im Jahr 2011 erbrachte keine statistisch nachweisbare Reduzierung des Befalls der Pflanzen mit Stängelschädlingen bzw. des Schadmaßes durch Fraßgänge.

In allen drei Versuchsjahren konnte durch die Anwendung von 0,2 l ha⁻¹ SpinTor eine deutliche und zumeist signifikante Herabsetzung des Befalls mit Rapsglanzkäfern erzielt werden. Die Wirkungsgrade (Abbott) erreichten bis zu 100 %. Die Wirkdauer von SpinTor konnte etwa bis eine Woche nach Anwendung beobachtet werden.

Die Anwendung von 12 kg ha⁻¹ Kieselgur in Verbindung mit 12 l ha⁻¹ Sonnenblumen-Öl konnte im Jahr 2009 den Befall mit Rapsglanzkäfern nur minimal herabsetzen. Der Wirkungsgrad betrug maximal 25 %. Eine Wirkung konnte nur wenige Tage beobachtet werden.

Die Anwendung von 12 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl (Kaolin) in Verbindung mit 0,6 l ha⁻¹ Kiefern-Öl erbrachte im Jahr 2010 keine Reduktion des Befalls mit Rapsglanzkäfern. Teilweise war der Befall mit Rapsglanzkäfern in den Behandlungspartellen sogar erhöht. Dies wird auch an Wirkungsgraden zwischen 0 und -50 % deutlich.

Im dritten Versuchsjahr wurde die Gesteinsmehlmenge auf 24 kg ha⁻¹ verdoppelt und zusammen mit 15 l ha⁻¹ Raps-Öl appliziert. Es konnte eine Erhöhung des Wirkungsgrades auf bis zu 100 % beobachtet werden. Die Wirksamkeit fiel jedoch sehr inhomogen aus, teilweise konnte auch keine Wirkung beobachtet werden.

Bei der Überprüfung der Auswirkung der Pflanzenschutzapplikationen auf das Ausmaß der Schotenschädigung konnten in den drei Versuchsjahren keine eindeutigen, signifikanten Effekte beobachtet werden. Lediglich im Jahr 2009 war durch die Applikation von SpinTor eine zwar nicht signifikante, aber quantitativ eindeutige Reduktion der Schädigung durch den Rapsglanzkäfer (Stielchen) und eine erhöhte Anzahl befallsfreier Schoten zu verzeichnen.

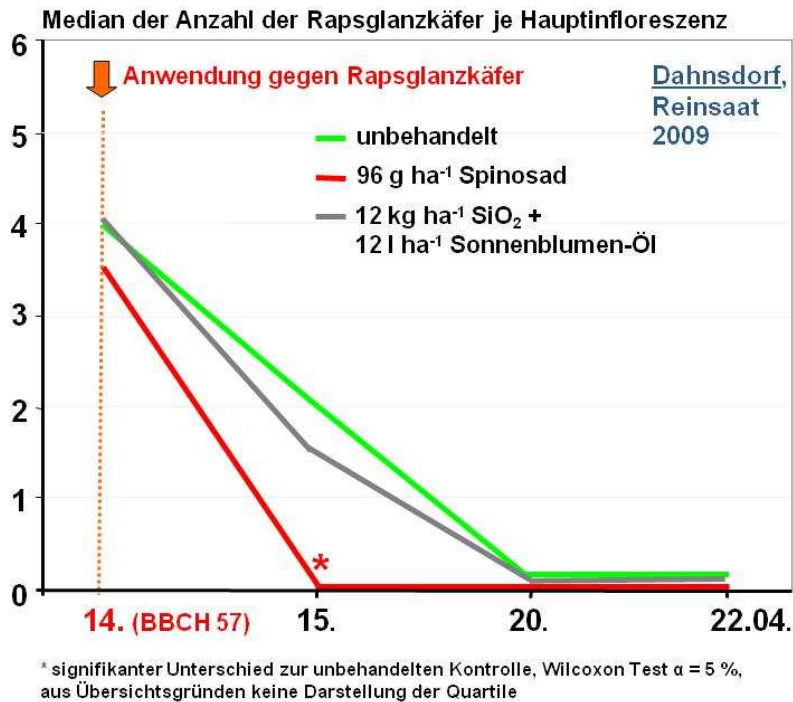


Abb. 23: Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln am Versuchsstandort Dahnsdorf im Versuchsjahr 2009.

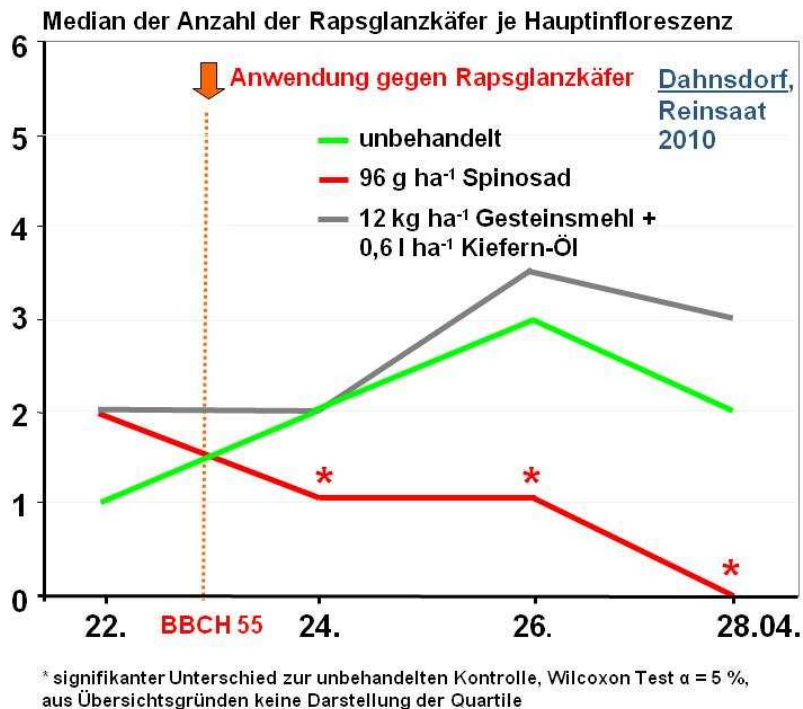


Abb. 24: Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln am Versuchsstandort Dahnsdorf im Versuchsjahr 2010.

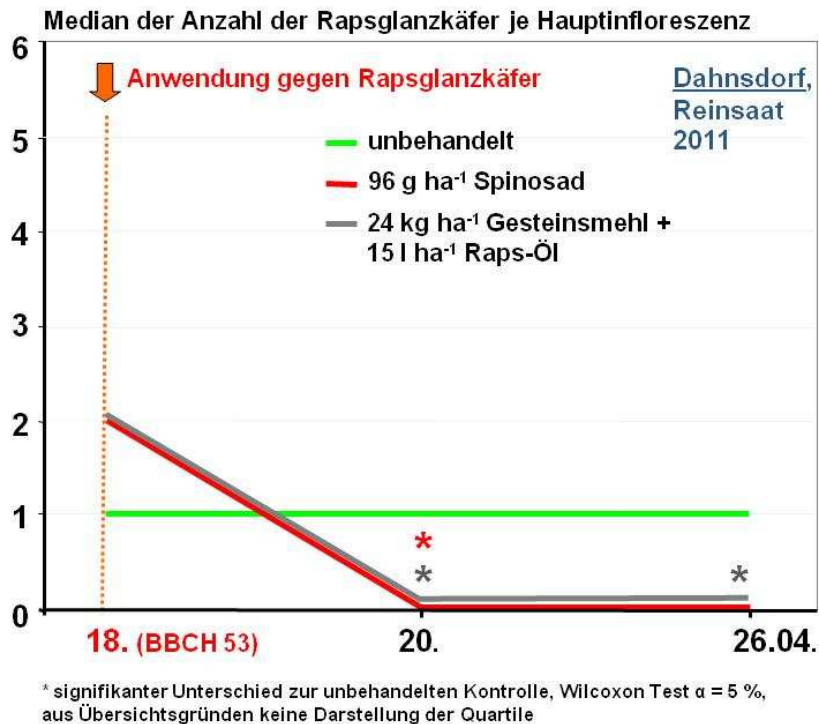


Abb. 25: Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln am Versuchsstandort Dahnsdorf im Versuchsjahr 2011.

Die Kornerträge am Standort Dahnsdorf schwankten sehr stark in den drei Versuchsjahren. 2009 wurden bis zu 29 dt ha⁻¹ erreicht. Verbunden mit starker Unkrautkonkurrenz und vor allem im Jahr 2011 starker Trockenheit in der Hauptvegetationsperiode, erreichten die Kornerträge im Jahr 2010 nicht einmal 5 dt ha⁻¹. Im Jahr 2011 wurden sogar weniger als 1 dt ha⁻¹ geerntet. Die Behandlungsvarianten erzielten gegenüber der unbehandelten Kontrolle keinen signifikanten Mehrertrag, teilweise konnte sogar ein niedrigerer Kornertrag festgestellt werden. Vor dem Hintergrund der Applikationskosten war der Einsatz der Pflanzenschutzmittel wirtschaftlich nicht sinnvoll.

6.2.2. Feldversuche Versuchsstandort vTI in Trenthorst

Wie am Standort Dahnsdorf, wurde der Befall der Pflanzen mit Rapsglanzkäfern in beiden Versuchsjahren mit dem Einsatz von 0,2 l ha⁻¹ SpinTor am effektivsten herabgesetzt. Der Wirkungsgrad lag zwischen 41,6 und 100 %. Auch hier war die Dauer der Wirkung etwa eine Woche lang zu beobachten.

Der Einsatz von 6 kg ha⁻¹ Kieselgur in Verbindung mit 12 l ha⁻¹ Sonnenblumen-Öl und der Einsatz von 12 l ha⁻¹ Sonnenblumen-Öl solo erbrachten 2009 Wirkungsgrade zwischen 33 und 50 %. Die Wirkung hielt über mehrere Tage an.

Im Gegensatz dazu erbrachte 2010 die im Vergleich zu 2009 doppelte Aufwandmenge Kieselgur (12 kg ha⁻¹) in Verbindung mit 0,6 l ha⁻¹ Kiefern-Öl keinerlei Wirksamkeit. Gleiches galt für die Anwendung von 12 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl (Kaolin) in Verbindung mit 0,6 l ha⁻¹ Kiefern-Öl.

Die Anwendung von 500 kg ha⁻¹ gestäubtem Gesteinsmehl (Bentonit) erbrachte Wirkungsgrade von 100 %. Die Wirkung hielt mehrere Tage an.

Eine deutliche Herabsetzung der Rapsglanzkäferzahlen wurde durch den Einsatz einer sogenannten Käfersammelmaschine erreicht. Die Wirkung hielt jedoch nur etwa zwei Tage an, nachfolgend nahmen die Käferzahlen wieder zu.

Die Kornerträge am Standort Trenthorst betragen im Jahr 2009 etwa 15 dt ha⁻¹ und etwa 23 dt ha⁻¹ im Jahr 2010. Im Jahr 2009 konnte kein Mehrertrag durch Pflanzenschutzmaßnahmen erreicht werden. Im Folgejahr erbrachten die Varianten gestäubtes Gesteinsmehl und Käfersammelmaschine einen signifikanten Minderertrag, was vermutlich auf mechanische Verletzungen der Pflanzen zurückzuführen war. Die übrigen Behandlungen wiesen keinen statistisch absicherbaren Mehrertrag gegenüber der unbehandelten Kontrolle auf. Alle Behandlungen waren somit wirtschaftlich nicht sinnvoll. Einzige Ausnahme bildete im Jahr 2010 die Applikation von 0,2 l ha⁻¹ SpinTor, die nach Abzug der Applikationskosten einen wirtschaftlichen Mehrertrag erzielen konnte.

Median der Anzahl der Rapsglanzkäfer je Hauptinfloreszenz

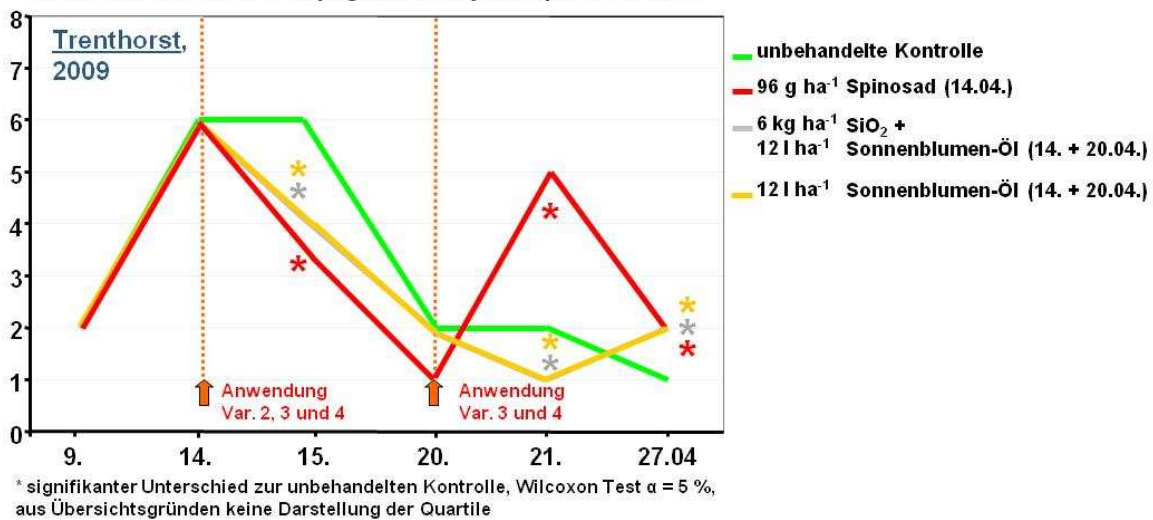


Abb. 26: Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, differenziert nach Pflanzenschutzmittelvariante am Versuchsstandort Trenthorst (Blockanlage) im Versuchsjahr 2009.

Median der Anzahl der Rapsglanzkäfer je Hauptinfloreszenz

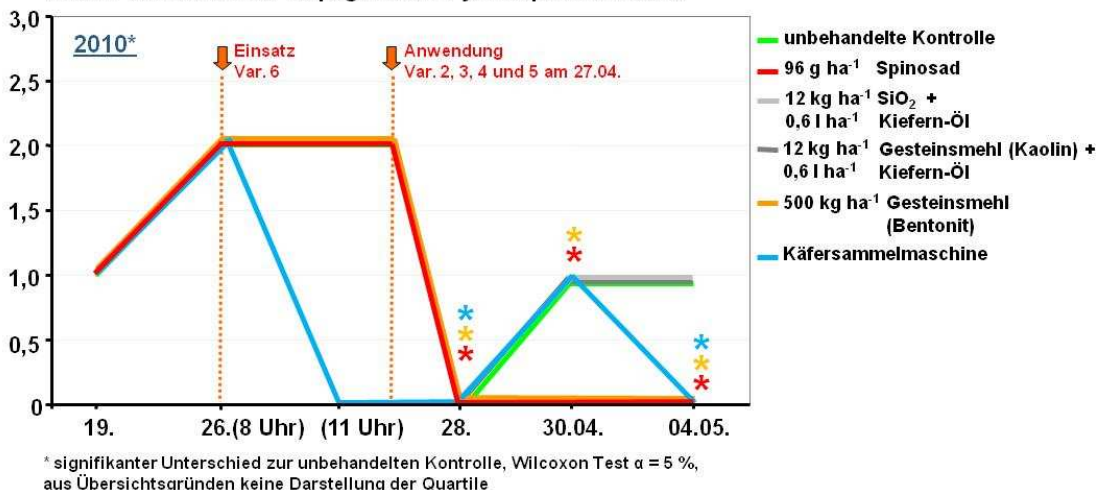


Abb. 27: Abundanzdynamik (Median) der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) bezogen auf den Knospenstand der Hauptinfloreszenz, differenziert nach Pflanzenschutzmittelvariante am Versuchsstandort Trenthorst (Blockanlage) im Versuchsjahr 2010.

6.2.3. Laborversuche zur Wirkung von Pflanzenschutzmitteln (JKI)

Für die Rapsglanzkäfer vom Standort Dahnsdorf konnte die mittlerweile weit verbreitete Resistenz gegenüber Pyrethroiden nachgewiesen werden. Auf SpinTor reagierten die Käfer nach 24 Stunden Kontakt bereits ab der 20-prozentigen Feldaufwandmenge von 0,2 l ha⁻¹ mit Mortalitätsraten von über 90 %. Im Gegensatz zu den Ergebnissen unter Feldbedingungen (Standort Dahnsdorf) konnte für die Stängelrüssler sowohl für das Pyrethroid als auch für SpinTor unter Laborbedingungen deutliche Mortalitätsraten von bis zu 100 % nach 24 Stunden Kontakt festgestellt werden (Abb. 28).

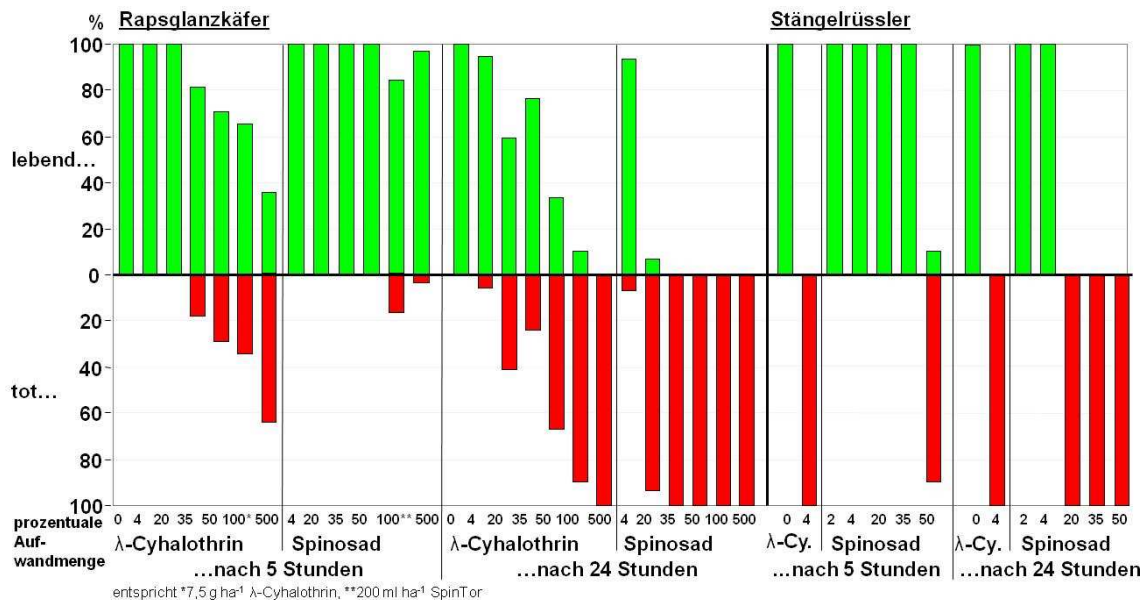


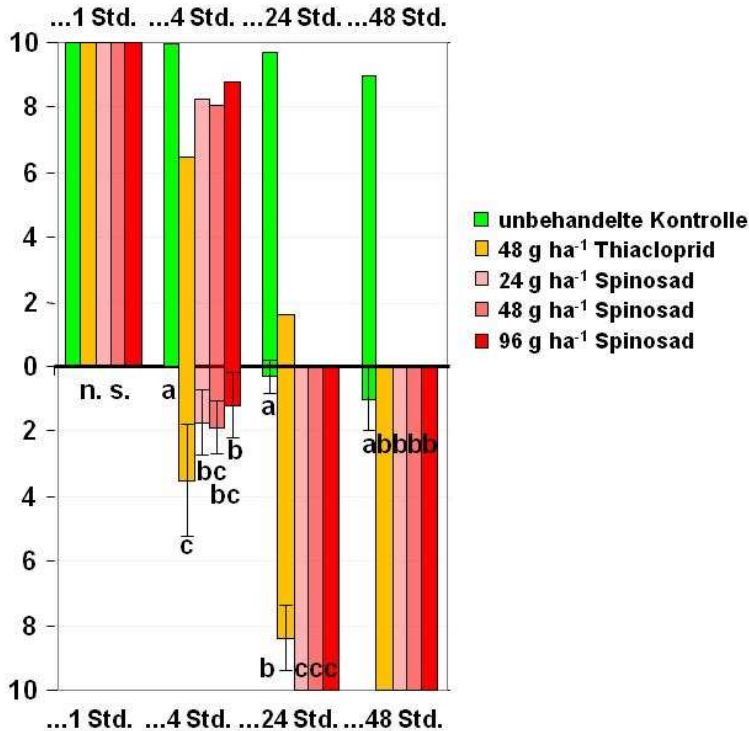
Abb. 28: Glasröhrchentest. Mortalität der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) und Stängelrüssler (*Ceutorhynchus* spp.) beim Glasröhrchenversuch in Abhängigkeit des Wirkstoffes, der Konzentration sowie der Zeit nach Exposition.

Am Standort Kleinmachnow wurde als Ergänzung zu den Glasröhrchentests ein sogenannter Knospenstandversuch entwickelt. Dieser sollte neben der insektiziden Wirkung auch den repellenten Wirkmechanismus des Gesteinsmehles nachweisen. Die im Glasröhrchentest nachgewiesene Mortalität von SpinTor konnte im Knospenstandversuch in zwei Versuchsdurchführungen reproduziert werden. Hervorzuheben ist die hohe Vitalität der Käfer in der unbehandelten Kontrolle. Somit scheint dieser Versuchsaufbau gut geeignet zu sein, Fragestellungen zur insektiziden Wirkungsweise von Pflanzenschutzmitteln gegenüber Rapsglanzkäfern nachzugehen. Der in diesem Versuchsaufbau durchgeführte Vergleich von dem im integrierten Rapsanbau eingesetzten Pflanzenschutzmittel Biscaya® mit verschiedenen SpinTor Aufwandmengen erbrachte für alle SpinTor Aufwandmengen vergleichbare Mortalitätsraten auf sehr hohem Niveau (Abb. 29). Das ebenfalls mit diesem Versuchsaufbau getestete Quassia Extrakt (Wirkstoff: Quassin) zeigte nur minimale Auswirkungen auf den Rapsglanzkäfer. Neben der insektiziden Wirkungsweise sollte durch den Knospenstandversuch auch der repellente Wirkmechanismus des Gesteinsmehles nachgewiesen werden. Dazu wurden mit 24 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl in Verbindung mit 15 l ha⁻¹ Rapsöl behandelte und unbehandelte Knospenstände dem Besatz von 10 Rapsglanzkäfern für fünf Tage ausgesetzt. Anschließend erfolgte unter dem Mikroskop die Auszählung der Fraßschäden an den Knospen. In zwei Versuchsdurchführungen konnten die Fraßschäden signifikant von 14 auf unter sechs bzw. von über sechs auf null reduziert werden (Abb. 30).

Zur Bestimmung der optimalen Formulierung einer Gesteinsmehlbrühe mit 24 kg ha⁻¹ Kaolin wurden im Labor in einer Applikationsanlage verschiedene Zugabemengen von Raps-Öl

getestet. Für das Erreichen einer bestmöglichen Benetzung der Pflanzen stellte sich eine Zugabemenge von 15 l ha⁻¹ Rapsöl heraus (Abb. 31). Das Ergebnis resultierte dann in der Anwendung dieser Formulierung unter Feldbedingungen am Standort Dahnsdorf im Jahr 2011.

**mittlere Anzahl lebender
Rapsglanzkäfer nach...**



**mittlere Anzahl toter
Rapsglanzkäfer nach...**

Chi-Quadrat Test, α = 5 %

Abb. 29: Dritter Knospenstandversuch. Mortalität der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) in Abhängigkeit der Pflanzenschutzmittelvariante und der Zeit nach Exposition. Chi² Test α = 5 %, n. s. = nicht signifikant, 4 Wiederholungen je Variante mit gesamt 40 Stichproben.

mittlere Anzahl der Fraßlöcher je Knospenstand

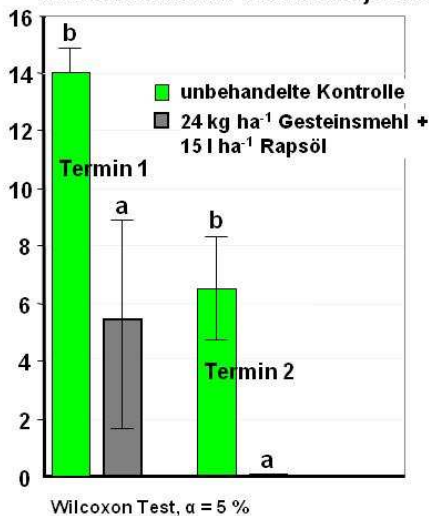


Abb. 30: Vierter Knospenstandversuch. Mittlere Anzahl der durch den Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus* F.) verursachten Fraßlöcher an den Rapsknospenständen nach 5 Tagen

Käferbesatz in Abhängigkeit der Pflanzenschutzmittelvariante. Wilcoxon Test $\alpha = 5\%$, 6 Wiederholungen je Variante.

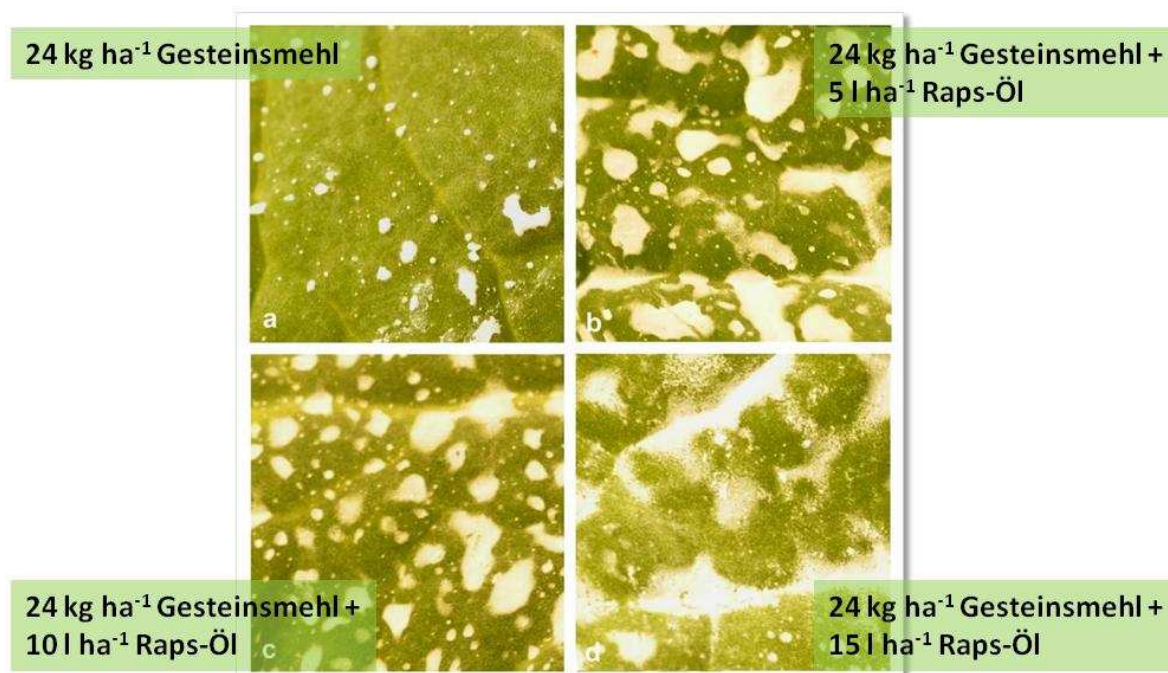


Abb. 31: Benetzungsversuch. Nahaufnahmen der Rapsblätter nach der Anwendung von 24 kg ha⁻¹ Gesteinsmehl (Kaolin) mit einem Zusatz von 0, 5, 10 und 15 l ha⁻¹ Rapsöl.

7. Untersuchungen zu Randstreifen und Mischsaatflächen auf den Schädlingsbefall in Praxisschlägen (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN), Universität Kassel)

7.1. Material und Methode

Die vom Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen (KÖN) durchgeführten Untersuchungen auf norddeutschen Praxisschlägen verfolgten im Wesentlichen die zwei Teilziele; a) Die Erprobung von Fangpflanzenrandstreifen mit Rübsen als Umrandung von Rapsreinsaaten und b) die Erprobung ganzflächiger Mischsaaten von Raps und Rübsen zum Nachweis der befallsreduzierenden Wirkungen auf die Hauptschaderreger.

Gleichzeitig konnten Mehraufwand und Nutzen abgewogen und Verbesserungsvorschläge zur Fangpflanzenstrategie direkt mit den eingebundenen Betriebsleitern erörtert werden. Von der ursprünglich angestrebten Zusammenführung des Fangpflanzenansatzes mit einer wirksamen Direktbekämpfungskomponente (Punkt 6.) wurde zunächst Abstand genommen. Zum Zeitpunkt der Versuchsdurchführung standen technische Hemmnisse bei der Herstellung/Ausbringung des Pflanzenschutzmittels und mentale Vorbehalte der Praxis sowie die zu erwartenden Wirkungsgrade einer aussichtsreichen Praxiseinführung entgegen.

Die Standorte mit den gemäß Versuchsplanung angelegten Varianten der Versuchsjahre 2010 und 2011 sind in Tabelle 2 dargestellt. Zu Beprobungsbeginn und -ende für den Rapsglanzkäferbefall ist dabei das jeweilige BBCH-Stadium für Raps und Rübsen festgehalten. Zusätzlich wurden Bodenproben zu 3 Terminen und Pflanzenproben zu Beginn der Vegetationsperiode, zum Ende der Blüte und zur Abreife genommen. Die Ergebnisse dazu sind im Punkt 8. zusammengefasst. Die 00-Winterrübsensorte Largo wurde sowohl für die Fangpflanzenumrandung und für die Mischsaat (5 % Rübsen, 95 % Winterraps) verwendet. Für die Winterrapshauptflächen kamen verschiedene, praxisübliche Winterrapssorten (Visby, Lagoda, Alkido u. a.) zur Aussaat.

Bei der Flächenwahl wurden solche Flächenpaare angestrebt, die eine möglichst benachbarte Reinsaatvariante im Vergleich zur Versuchsvariante vorhielten. Es konnten 2 Flächenpaare mit Fangpflanzenumrandung und Rapsfläche ohne Umrandung (Var. 3, 2010 und 6, 2011) sowie 2 Einzelflächen mit Umrandung (Var. 2 und 5, in 2010) mit Rübsenumrandung versus Kernfläche angelegt und beprobt werden. Zur flächigen Mischsaat wurde ein Flächenpaar Mischsaat versus Reinsaat (Var. 1, 2010) ausgewertet. In 2010 musste Fläche 3d ab BBCH 55 wegen der Schädwirkung einer organischen Düngung und lückigem Bestand vorzeitig aufgegeben werden sowie aufgrund von Auswinterungen Variante 4 und in 2011 Var. 7.

Der Schädlingsbefall wurde an mindestens vier Beprobungspunkten im Rübsenrandstreifen und in der umrandeten Rapskernfläche, in Raps-Rübsen-Mischsaaten und soweit vorhanden, in einem Referenzschlag ohne Rübsenumrandung bzw. Mischung erfasst. Abbildung 1 illustriert dazu die relative Lage der Flächen und deren Schlaggeometrie.

In Tabelle A6, Anhang II sind die Boniturparameter für die Einzelflächen und wo es die Flächenkonstellation zuließ, in Bezug auf die Referenzfläche ohne Maßnahme als Relativwert aufgeführt. In Tabelle 3 sind alle erhobenen Boniturparameter zu einem jahres- und standortübergreifenden Durchschnittswert und als Relativwert zur Referenz (= 1,0) zusammengefasst.

Die Erhebung und Auswertungen der Befallsdaten konzentrierte sich auf die relevanten Hauptschädlinge eines Standortes in einer Saison. Die Erfassungen folgten der beschriebenen Methodik in Punkt 3 Fangstreifenversuche. Für Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) wurden Klopfprobenwerte als Anzahl Käfer je Termin und die Fraßschäden als % Stielchen der Summe Schotenansätze von Hauttrieb und zweitem Nebetrieb erfasst. Für den Großen Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) und den Gefleckten Kohltriebrüssler (*Ceutorhynchus pallidactylus*) wurde die Larvenanzahl je Stängel erfasst; für

Kohlschotenrüssler (*Ceutorhynchus obstrictus*) die befallenen Schoten in % aus 200 Einzelschoten je Variante. Als Summeparameter für stängelminierende Käferlarven wurde zusätzlich die Fraßganglänge in den Stängelproben gemessen (Punkt 3 Fangstreifenversuche, zunächst probeweise für Fläche Variante 1c in 2010, dann für die Rapsvarianten 5 und 6 in 2011. Basierend auf den Rapsglanzkäfer-Klopfprobenwerten je Termin wurde die Fläche unter der Befallskurve je Saison und Variante errechnet (RUPPEL, 1983) und als Relativwert zur jeweiligen Kontrollvariante gesetzt, um eine bessere standortübergreifende Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Bei Schwachbefall bzw. methodischen Einschränkungen musste auf einige Boniturparameter verzichtet werden. So limitierte insbesondere die personelle Präsenzkapazität an den erntereifen Praxis schlägen (BBCH 81) die Erfassung von Schotenschäden durch Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler 2010, Variante 3a-d. Diese sind in Tab. A6 Anhang II als n.b. (nicht bestimmt) gekennzeichnet.

Da es sich bei den Praxisanwendungen um keine echten Wiederholungen handeln kann, entfällt eine herkömmliche statistische Auswertung. Die zusammengefassten Ergebnisse aus Tab. 2 sind rein empirischer Natur und können aufgrund der begrenzten Zahl der Anbaukonstellationen und Untersuchungsjahre lediglich Wirkungstendenzen aufzeigen.

Tab. 2: Aufstellung der norddeutschen Praxisflächen mit den jeweiligen Varianten, Kontrollflächen, Beprobungszeiträumen und Entwicklungsstadien (nach BBCH) in den Untersuchungsjahren 2010 und 2011.

Variante Nr.	Ort	Schlag	Jahr	Sorte (Raps/Rübsen)	Fläche gesamt	Ertrag dt/ha	Variante	Datum/BBCH Kultur	14.4.10	15.4.10	18.4.10	20.4.10	21.4.10	23.04.10	26.04.10	27.04.10	29.04.10	04.05.10	06.05.10	10.05.10
1a	Ebergötzen	Lehmbreite	2010	Largo		22	5% Mischsaat	Rübsen		51			53	55	57/59		60	62/63	65	
1a	Ebergötzen	Lehmbreite	2010	Visby	2	22	95% Mischsaat	Raps		55			57	57	59		61	63	65/66	66
1b	Ebergötzen	Sandtal	2010	Visby	3,6	22	100% Kontrolle	Raps		55			57	57	59		61	63	65/66	66
2a	Stöckendrebber	Haidmühlenweg	2010	Largo		22	Umrandung	Rübsen	53		57		59		64		65	65-67		
2b	Stöckendrebber	Haidmühlenweg	2010	Lorenz	d	22	Kernfläche	Raps-Sorten	52		56,2		56,2		60		63	64,4		
3a	Belm	Katzehegge	2010	Largo		23	Umrandung	Rübsen	53			57/59		59-61		63	65		66	
3b	Belm	Katzehegge	2010	Ladoga	6,9	23	Kernfläche mit Umrandung	Raps	53			57/59		59		61	63		65	
3c	Belm	Katzehegge	2010	Ladoga	4,6	23	Kontrollfläche ohne Umrandung	Raps	53			57/59		59		61	63		65	
3d	Belm		2010	Ladoga	1,7		Kontrollfläche ohne Umrandung		53		55	Umbruch wegen schwachem Bestand								
4	Wiebrechtshausen	Hasenwinkel	2010	ALKido	6,4				Umbruch wegen Auswinterung											

Fortsetzung nächste Seite

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

Variante Nr.	Ort	Schlag	Jahr	Sorte (Raps/Rübsen)	Fläche gesamt	Ertrag dt/ha	Variante	Datum/BBCH Kultur	11.4.11	12.4.11	14.4.11	15.4.11	16.4.11	18.4.11	19.4.11	20.4.11	21.4.11	23.4.11	26.4.11	27.4.11
5a	Stöckendrebber	Mandelsloh	2011	Largo		20	Umrandung	Rübsen	52		55		57		62		63	65	67	
5b	Stöckendrebber	Mandelsloh	2011	Alkido	9,13	20	Kernfläche	Raps	51		54		55		59		59	63	64	
5c	Stöckendrebber	Brase	2011	Alkido	4,25	20	Kontrolle	Raps	50		53		55		57		57	61	64	
6a	Wiebrechtshausen	Mittlerer Hacken	2011	Largo		12,5	Umrandung	Rübsen		54		59		62		64		65		67
6b	Wiebrechtshausen	Mittlerer Hacken	2011	Alkido	11	12,5	Kernfläche	Raps		52		55		59		61		63		67
6c	Wiebrechtshausen	Schiefer Berg	2011	Alkido	4,6	12,5	Kontrolle	Raps		53		55		59		61		63		67
7	Belm	Am Hof	2011	Ladoga	2,5	0	Umrandung + Kernfläche		Umbruch wegen Auswinterung											

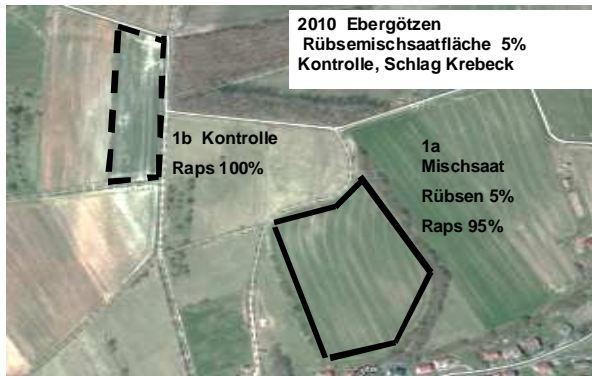
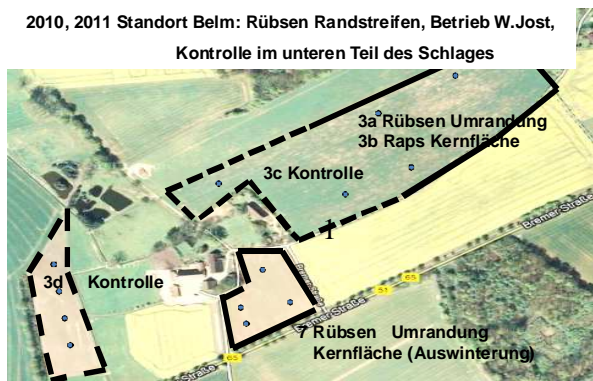
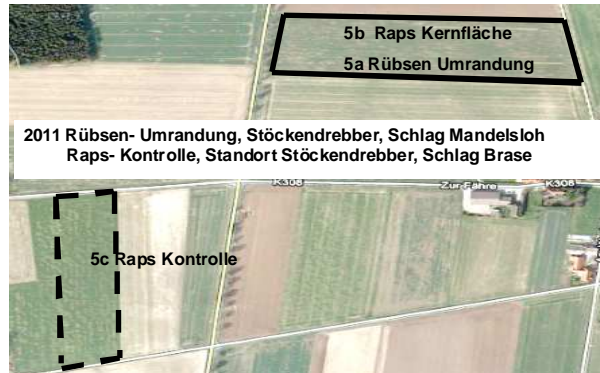
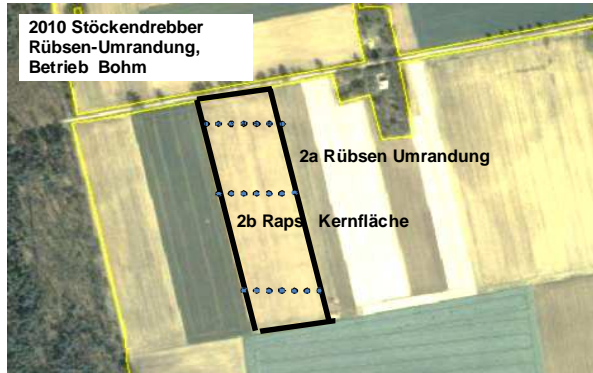


Abb. 32: Relative Lage und Schlaggeometrie der beprobten Praxisflächen in 2010 und 2011; (Erläuterungen zu den Varianten 1a-7 vergl. Tab. 1).

● = Beprobungspunkt



7.2. Ergebnisse

In der Mischsaatvariante bestätigte sich für die Klopfproben die höhere Attraktivität der Rübsenkomponente für Rapsglanzkäfer. Als Fläche unter der Befallskurve und in Relation zu Raps lagen die Besiedelungswerte in Rübsen ca. doppelt so hoch (Var. 1a Rübsen versus 1a Raps, Tab. 2). Gegenüber der Referenzfläche Rapsreinsaat (1b) war der Relativwert um den Faktor 1,2 höher. Der Schädigungsgrad durch Rapsglanzkäfer in Raps fiel in der Mischsaat um den Faktor 2,4 höher aus als in der Reinsaat (7 % Stielchen versus >17 % Stielchen sowohl in Raps als auch Rübsen, Anhang II Tab. A6). In der gegebenen Flächenkonstellation war der Kohlschotenrüsslerbefall in der Rapsreinsaat mehr als doppelt so hoch als in der Mischsaatfläche. Die Beimengung von Rübsen in Raps erbrachte bezüglich der Rapsglanzkäfer keine deutliche Befallsentlastung für die Hauptkomponente Raps. Für den Kohlschotenrüssler lag in dieser einen Flächenkonstellation ein höherer Befall in der Reinsaat vor, was aber durch weitere Praxiserhebungen zu verifizieren wäre (vgl. Punkt 5.).

Tab. 3: Zusammenfassung der Befallsergebnisse aus mehrortigen Praxisversuchen 2010-2011 bezüglich Blüten, Stängel- und Schotenschädlingen der Varianten Mischsaat und Fangpflanzenrandstreifen im Vergleich zur jeweiligen Kontrollfläche als absolute Werte und Relativwerte (Kontrolle = 1,0).

Variante Nr. (vergl. Tab 1)	Wdh.	Variante	Kultur	RGK Klopfproben Fläche unter Kurve	RGK Klopfproben rel. zur Kontrolle	RGK-Schaden % Stielchen	RGK-Schaden rel. zur Kontrolle	Variante Nr.	Anz. Larven Stängelrüssler	Anz. Stängelrüssler rel. Kontrolle	Fraßganglänge [cm] Stängelrüssler	rel. Fraßganglänge Stängelrüssler	Anz. Kohltreibrüssler	Anz. Kohltreibrüssler rel. Kontrolle	Anz. Kohlschotenrüssler	Anz. Kohlschotenrüssler rel. Kontrolle
1a	n=1	5 %	Rübsen	1637	2,5	18,3	2,5									
1b	n=1	95 %	Raps	789	1,2	17,3	1,2								2,1	0,4
1c	n=1	100 %	Raps	645	1,0	7,13	1,0				1,44				5,6	
2a, 3a, 5a, 6a	n=4	Rübsenrand	Rübsen	1824	1,1											
2b, 3b, 5b, 6b	n=4	Kernfläche umrandet	Raps	1184	0,7	22	1,3	5b, 6b	2,0	1,1	15,0	1,0	0,2	0,1		
3d, 5c, 6c	n=3	Kontrolle	Raps	1696	1,0	17		5c, 6c	1,9		14,4		1,7			

Auch für die Rübsenumrandungen konnten insgesamt höhere Rapsglanzkäferzahlen als in den Rapskernflächen nachgewiesen werden. Die Relativwerte zur Fläche unter der Befallskurve (Tab. 2) waren im Rübsenrand durchschnittlich 1,1 mal höher als in der umrandeten Rapskernfläche. Für die Einzelflächen betrug die Spanne des höheren Glanzkäferbefalls in den Randstreifen den Faktor 1,2–3,0 (Anhang II Tab. A6). Im Durchschnitt aller Flächen und Jahre ergab sich für umrandete Rapsflächen ein um den Faktor 0,7 geringerer Besiedelungswert als in den Kontrollflächen ohne Rübsenrand (Tab. 2). Die Rapsglanzkäfer Schädigung als Prozent Stielchen je Einzelfläche wies eine Spanne von 9 %–35 % auf (Var. 5c, bzw. 5b, vergl. Anhang II Tab. A6). Anders als für die RGK-Besiedelung (Faktor 0,7, s.o.) ergab der Durchschnittswert ein umgekehrtes Verhältnis mit ca. 1,3-fach höherem Stielchenanteil in den umrandeten Rapsflächen als in Raps ohne Umrandung (Tab. 2). Bezüglich der Rapsstängelrüssler und Fraßganglängen verhielt sich der Umrandungseffekt gegenüber der Rapskontrolle im Durchschnitt der Varianten 5 und 6 weitgehend befallsneutral. Bezüglich des Kohltreibrüsslers ergab sich in 2011 ein

wirtschaftlich unbedeutendes Befallsniveau. Rechnerisch lagen die Larvenzahlen im umrandeten Raps um den Faktor 0,1 niedriger als in der Referenzfläche (Anhang II Tab. A6, Tab. 2) .

7.3. Diskussion

Aufgrund der in verschiedenen Veröffentlichungen beschriebenen hohen Lockwirkung von Rübsenfangstreifen, insbesondere für den Rapsglanzkäfer, konnte auf ein hohes Anwendungspotential für die Anbaupraxis geschlossen werden (HOKKANEN ET AL., 1986; BÜCHI, 1995; COOK ET AL., 2004; BARARI ET AL., 2005; BÜCHS, 2009). Auch in dieser Untersuchung wurde unter Praxisbedingungen eine durchgehend höhere Attraktivität des Rübsens gegenüber Raps festgestellt. Allerdings wurden entgegen der Erwartung weder Schädlingsbesatz noch Schaden im Rapskernbestand durch den Rübsen-Fangstreifen wesentlich reduziert. Ebenso erbrachte die flächige Mischsaat von Raps mit Rübsen keine deutliche Entlastung für die Schadensausprägung in der Hauptkomponente Raps. Die an diesem Ergebnis ursächlich beteiligten Faktoren werden im Punkt 3 Diskussion der Fangstreifenversuche besprochen.

Auch wenn die wenigen beprobten Flächenkonstellationen der Jahre 2010 und 2011 nur einen Anhaltspunkt für Anwenderakzeptanz liefern können kann festgehalten werden, dass die Wirkungsgrade in der Anbaupraxis hinter den Erwartungen der Praxis zurückgeblieben sind und gegenwärtig die Mehraufwendungen den erwarteten Nutzen überwiegen.

8. Pflanzenbauliche Begleituntersuchungen vTI in Trenthorst

8.1. Material und Methode

Die pflanzenbaulichen Begleituntersuchungen wurden in den drei Projektjahren 2009 bis 2011 auf insgesamt 31 Schlägen durchgeführt. Die Probennahmen wurden durch das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau koordiniert und erfolgten durch den für den Standort verantwortlichen Projektpartner. Im Jahr 2009 wurden die beiden Standorte Liemehna (LI) und Trenthorst (TH), auf denen die Mischsaat-Großparzellenversuche angelegt wurden, und die Standorte Neu-Eichenberg (NEB) und Wiebrechtshausen (WB) mit den Fangstreifen-Großparzellenversuchen beprobt (Tab. 4).

Tab. 4: Charakterisierung der Standorte im Anbaujahr 2008/2009

Standort	Mischsaatversuche		Fangstreifenversuche	
	Trenthorst	Liemehna	Neu-Eichenberg	Wiebrechtshausen
Bundesland	Schleswig-Holstein	Sachsen	Hessen	Niedersachsen
Landschaftsraum	östliches Hügelland	Leipziger Tieflandbucht	nordhessisches Hügelland	Niedersächsisches Bergland
Höhe über NN (m)	10-43	140	280	162
Bodenpunkte	53	45	52	60
Bodenart	sL - tL	sL	tL	sL
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,7	8,8	7,9	7,5
Ø Jahres-Niederschlag (mm)	735	512	620	700

Tab. 5: Charakterisierung der zusätzlichen Standorte im Anbaujahr 2009/2010

Standort	Fangstreifen			Mischsaat
	Stöckendrebber	Belm	Wiebrechts- hausen	Reinsaat Ebergötzen
Bundesland	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen
Landschaftsraum	Neustädter Land Aller-Leinetal	Osnabrücker Land	Niedersächs. Bergland	Landkreis GÖ Untereichsfeld
Höhe über NN (m)	27	90	162	170
Bodenpunkte	39-42	k.A.	60	45-50
Bodenart	sL	IS	sL	sL
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,9	9,8	7,5	8,7
Ø Jahres-Niederschlag (mm)	671	856	700	645

Im zweiten Versuchsjahr wurden die Mischsaat-Großparzellenversuche erneut auf den Standorten Trenthorst und Liemehna durchgeführt (vgl. Tab. 4), die Fangstreifen-Großparzellenversuche zum einen wiederum am Standort Neu-Eichenberg (Tab. 4), zum anderen am Standort Ebergötzen (EG). Der letztgenannte Standort EG musste jedoch aufgrund seiner schlechten Entwicklung im Frühjahr aufgegeben werden. Zusätzlich wurden die vom KÖN betreuten Praxisversuche an den Standorten Stöckendrebber, Belm und Wiebrechtshausen als Raps mit Rübsen-Fangstreifen sowie auf zwei weiteren Schlägen am Standort Ebergötzen als Mischsaat und Reinsaat-Kontrolle angelegt (vgl. Tab. 5).

Im dritten Versuchsjahr konnte der Mischsaat-Großparzellenversuch nur am Standort Liemehna (Tab. 4) durchgeführt werden, da der Raps am Standort Trenthorst aufgrund zu feuchter Bodenverhältnisse und damit sehr später Aussaat fast vollständig auswinterter. Die Fangstreifen-Großparzellenversuche wurden im Anbaujahr 2010/11 an den Standorten Ebergötzen und Neu-Eichenberg (Tab. 4, 5) angelegt. Die Praxisversuche des KÖN wurden an den Standorten Stöckendrebber und Wiebrechtshausen mit je einem Fangstreifen- und einem Raps-Reinsaat-Schlag sowie am Standort Belm als Mischsaatvariante angelegt (Tab. 5). Der Standort in Belm wurde jedoch wegen starker Auswinterung im Frühjahr umgebrochen.

Ergänzend wurden im Anbaujahr 2010/11 zusätzliche weitere in Nord-Ostdeutschland gelegene Praxis schläge in die Untersuchungen einbezogen, um insbesondere die Frage der Nährstoffversorgung vertiefend betrachten zu können. Insgesamt wurden 12 Schläge auf 9 Betrieben untersucht (Tab. 6).

Tab. 6: Charakterisierung der Standorte zum Rapsanbau auf Praxis schlägen in Nord- und Ostdeutschland im Anbaujahr 2010/2011

Standort	Hameln	Kreiensen I +II	Bevensen	Mohrkirch
Bundesland	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Schlesig- Holstein
Landschaftsraum	Leinegraben	Leinebergland/ Harzvorland	Lüneburger Heide	Angeln
Höhe über NN (m)	65	104-150	40-60	35
Bodenpunkte	65	43-78	35	45
Bodenart	sL	L	IS-sL	sL
Ø Jahrestemperatur (°C)	9,5	8,8	8,7	8,2
Ø Jahres-Niederschlag (mm)	718	708	784	903

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

Standort	Langballig	Stahlbrode	Finkenthal I+II	Brook
Bundesland	Schlesig-Holstein	Mecklenburg-Vorpommern	Mecklenburg-Vorpommern	Mecklenburg-Vorpommern
Landschaftsraum	Flensburger Förde	Boddenküste am Strelasund	Rand der Mecklenburger Seenplatte	Klützer Winkel Ostsee
Höhe über NN (m)	30	10	21/60	15
Bodenpunkte	46	41	15-30/40-45	55-60
Bodenart	sL	sL	IS/sL	sL
Ø Jahrestemperatur (°C)	8,2	8,5	8,0	8,6
Ø Jahres-Niederschlag (mm)	903	556	544	641

Anzahl Pflanzen pro m²

Die Anzahl an Pflanzen pro m² wurde anhand von 3 Zählungen von jeweils einem Meter Drillreihe in den zuvor festgelegten Probenahmebereichen pro Schlag ermittelt. In den Großparzellenversuchen sowie den KÖN-Flächen wurden für die Vor- und Nachwinterzählung dieselben Abschnitte ausgezählt. Auf den zusätzlich in 2011 beprobten Praxisflächen erfolgten die Zählungen im Rahmen der Erntebeprobung.

Bestandesentwicklung

Es erfolgten Bonituren zum Aufgang als auch zur Bestandesentwicklung vor und nach dem Winter (Noten 1–9). Zu den jeweiligen Beprobungsterminen wurde die Bestandesentwicklung anhand der BBCH-Stadien nach STRAUß et al. (1994) ermittelt.

Zeiternten für Pflanzenaufwuchs

Zur genaueren Beschreibung der Pflanzen- und Bestandesentwicklung wurden in den Großparzellen- und KÖN-Praxisversuchen Pflanzenaufwuchsproben im Spätherbst zu Vegetationsende (vor Winter, Termin 1) und zu Vegetationsbeginn im zeitigen Frühjahr (nach Winter, Termin 2) als auch zum Zeitpunkt der Blüte (Termin 3, BBCH 61–65) genommen. Hierzu wurden in den 4 definierten Probenahmebereichen der Schläge jeweils 1,0 m² beerntet. Das gesamte Pflanzenmaterial wurde gewogen, anschließend die gesamte Probe oder eine Teilprobe bei 60 °C getrocknet und für weitere Analysen trocken gelagert.

Blattproben

Im Anbaujahr 2010/11 wurden für die Nährstoffanalyse zusätzlich Blattproben auf allen Untersuchungsflächen genommen. Diese wurden entsprechend der Vorgehensweise für Pflanzenanalysen (BREUER et al. 2003) zu den Stadien BBCH 51 (parallel mit 1. Käferzählung) und BBCH 61-65 (parallel zur Zeiternte) aus den 4 Probenahmebereichen entnommen. Hierzu wurden jeweils ~100 g FM an Blättern gesammelt, jeweils das letzte voll entwickelte, ca. handtellergroße Blatt. Das Material wurde bei 60 °C getrocknet und zur weiteren Analyse trocken gelagert.

Ertragsermittlung

Für die Ertragsermittlung wurden in der Abreife (Schoten noch platzfest), rechtzeitig vor der Druschernte der Betriebe, 1–2 m² als Garbenernte (Korn und Stroh) durchgeführt. Die Garbenproben wurden in großen, luftdurchlässigen Kunststoff-Gewebesäcken verwahrt, auf einer Flächentrocknung nachgetrocknet und bis zum Ausdreschen trocken gelagert. Das Ausdreschen der Proben erfolgte an einem Standdrescher (Allesdrescher K 35, Fa. Baumann, Waldenburg (DE)). Anschließend wurden die Kornproben mit dem Kleinprobenreiniger nach Schlingmann (Fa. Baumann, Waldenburg (DE)) nachgereinigt. Anschließend wurden die Korn- und Strohproben gewogen und eine TS-Bestimmung (Trocknung bei 105 °C für 48 h) durchgeführt.

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

C-,N- und S-Gehalte in Blatt-, Aufwuchs- und Ernteproben (Korn und Stroh)

Die Blatt-, Aufwuchs- und Strohproben wurden in einer Labormühle (Cyclotec 1093, Foss Tecator, Rellingen (DE)) mit einem 1 mm Sieb vermahlen und anschließend mittels eines CNS-Analysators (HEKATECH, Wegberg (DE)) nach der DUMAS-Methode auf den Stickstoff-, Schwefel- und Kohlenstoffgehalt analysiert. Die Strohproben wurden vor der Feinvermahlung mit einer Schneidmühle (SM 2000, Fa. Retsch, Haan (D)) mit einem 4 mm Sieb vorzerkleinert.

Die Kornproben wurden mittels einer Messermühle (Grindomix GM 200, Fa. Retsch, Haan (D)) fein vermahlen und anschließend für die Analyse eingewogen.

Ölgehalt

Die Bestimmung der Ölgehalte erfolgte mittels Aufnahme der NIR-Spektren am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab, Fa. Büchi, Essen (D)) im Spektralbereich von 1000–2500 nm mit einer Schrittweite von 1 nm in diffuser Reflexion vom ganzen Korn. Die Referenzanalytik zur Bestimmung des Ölgehaltes wurde mittels chemischer Analytik nach der VDLUFA-Verbandsmethode (VDLUFA, 1997a) durchgeführt.

Bodenbeprobungen

In den Großparzellenversuchen und den KÖN-Praxisversuchen erfolgten in den 4 repräsentativen Probenahmebereichen jeweils im Herbst zur Aussaat, im Frühjahr zu Vegetationsbeginn und zur bzw. nach der Druschernte Bodenprobenentnahmen mit einem Pürkhauer-Bohrstock (3-4 Einstiche) oder mittels eines Bodenprobenentnahmegerätes (Profi 90, Fa. Fritzmeier, Großhelfendorf (D), 2-3 Einstiche) in den Bodentiefen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm. Die Proben wurden sofort nach der Entnahme in Kühlboxen und anschließend in Gefriertruhen bei -18 °C bis zur Analyse gelagert.

Vor der Analyse wurden die Proben über Nacht im Kühlschrank schonend aufgetaut, anschließend mit Hilfe einer Bürstenmühle (Fa. Fritzmeier, Großhelfendorf (D)) homogenisiert, wobei Steine und Pflanzenmaterial aussortiert wurden.

Bodenanalysen

Die N_{\min} -Analyse wurde von eingefrorenen, für die Analyse aufgetauten und homogenisierten Proben nach VDLUFA (1997b) durchgeführt. Hierzu wurden 50 g Boden in 200 ml 0,0125 M $CaCl_2$ -Lösung für 1 h geschüttelt und anschließend filtriert. Die Filtrate wurden bis zur Analyse des Gehaltes an Nitrat- und Ammoniumstickstoff eingefroren und mit einem nach dem CFA-Prinzip (Continuous Flow Analysis) arbeitendem AutoAnalyzer (AA3, Fa. Seal, Norderstedt (D)) bestimmt (Nitrat nach Methode ISO/DIN 13395 und DIN 38405, Ammonium nach ISO/DIN 11732).

Zur Standortcharakterisierung wurde der pH-Wert (0,01 M $CaCl_2$), der Gesamt-Kohlenstoff- und Gesamt-Stickstoffgehalt mittels CNS-Analysator (HEKATECH, Wegberg (DE)) sowie die Mineralstoffgehalte Kalium und Magnesium mittels AAS (contrAA 300, Analytic Jena, Jena, (D)) sowie Phosphor kolorimetrisch nach VDLUFA (1997a) in den Bodenproben der oberen Bodenschicht (0-30 cm) untersucht.

Fragebogen zum Anbaumanagement

Mit Hilfe eines Fragebogens wurden die wesentlichen Anbaudaten zum Rapsanbau als auch zum Betrieb gemeinsam mit dem Landwirt zusammengetragen und dokumentiert. Die langjährigen Klimadaten wurden soweit vorhanden von den Versuchsstandorten übernommen oder im Internet recherchiert, wobei sich die Daten auf die zum Standort nächstgelegene Wetterstation beziehen. Ergänzend wurde die Lage der Schläge und deren Randstrukturen beschrieben. Dies erfolgte direkt auf den Betriebschlägen und wurde mit Hilfe von Google-Maps-Recherchen geprüft und ergänzt.

8.2. Ergebnisse und Diskussion der Begleituntersuchungen (vTI)

Anbaumanagement von Raps

Die Bewirtschaftungsmaßnahmen und das Anbaumanagement sind in den Anhangstabellen A1-A3 **ANHANG II** zusammengestellt. Auf den untersuchten Standorten wurde der Raps in sehr unterschiedlicher Weise angebaut. Dies betrifft die Art der Vorfrucht, die Bodenbearbeitung, die Düngung, die Sortenwahl, der Reihenabstand und Unkrautregulierung bis zur Aussaatstärke. Als Vorfrucht zu Raps war oftmals Getreide aber genauso Leguminosen, d.h. entweder Futterleguminosen oder Körnerleguminosen, diese als Reinsaat oder aber im Gemenge mit Getreide anzutreffen. Die Bodenbearbeitung wurde in der Regel mit dem Pflug durchgeführt. Nur in zwei Fällen wurde der Raps mittels Mulchsaat etabliert, wobei einmal mit sehr gutem Erfolg (Tab. A1, **ANHANG II**), zum Anderen jedoch aufgrund starker Verunkrautung mit nur mäßigem Erfolg (Tab. A4, **ANHANG II**). Ökologisch erzeugtes Saatgut war in den letzten Jahren nur selten am Markt verfügbar. Die angebauten Sorten richten sich zum Teil nach dem Abnehmer bzw. Verarbeiter. Anzutreffen waren vor allem die Hybridsorten (H) Visby und Alkido sowie die High Olic Liniensorte (L) V 140 OL. Andere Sorten wie Robust (L) (seit 2010 nicht mehr am Markt) oder Lorenz (L), Ladoga (L), Express (L), Vision (L), NK Petrol (H) waren ebenso anzutreffen. Insbesondere Visby, aber auch andere der angebauten Sorten haben in Sortenversuchen (BÖHM et al., 2011, VÖLKE & MEYERCORDT 2008) gut abgeschnitten.

Der Reihenabstand variierte zwischen 11,0 und 37,5 cm, wobei ca. 50 % der Betriebe eine intensivere Unkrautregulierung in Form von mehrmaligem Hacken durchführten und somit die weiteren Reihenabstände von 25,0 bis 37,5 cm bevorzugten. Die Unkrautregulierung erfolgte in der Regel das erste Mal im Herbst, gefolgt von einer oder zwei weiteren Maßnahmen im Frühjahr.

Eine Düngung erfolgte auf zwei Dritteln der untersuchten Schläge, entweder im Herbst und/oder im Frühjahr, wobei je nach Verfügbarkeit Wirtschaftsdünger wie Rinder- oder Hühnergülle, Stallmist, Hühnertrockenkot (HTK), Biogassubstrat usw. mit einer Düngermenge in Höhe von 50 bis 160 kg Gesamtstickstoff pro Hektar eingesetzt wurden. In einigen Fällen kam auch Vinasse oder Getreideschlempe zum Einsatz. Ergänzend wurden zum Teil auch die im Ökologischen Landbau zugelassenen, mineralischen Kalium-, Rohphosphat- und Schwefeldünger eingesetzt. Die Nährstoffversorgung mit den Grundnährstoffen war auf fast allen Projektbetrieben gut, d.h. überwiegend in der Gehaltsklasse C (gut versorgt, Einstufung nach Schema der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NIEDERSACHSEN, 2010) und nur in Ausnahmefällen lag die Grundnährstoffversorgung in der Gehaltsklasse A (Tab. 7).

Tab. 7: Bodenkenngrößen der Standorte in den Versuchsjahren 2009-2011

Jahr	Standort		C _t (% TS)	N _t (% TS)	pH	GK	P	GK	K	GK	Mg	GK
2009	Trenthorst	RS	1,04	0,13	5,9	B	6	C	13	C	12	D
2009	Trenthorst	MS	1,07	0,13	6,0	B	7	C	14	C	12	D
2010	Trenthorst	RS	1,28	0,13	6,7	C	10	D	18	D	18	D
2010	Trenthorst	MS	1,31	0,13	6,5	C	10	D	15	C	16	D
2009	Liemehna	RS	1,04	0,11	6,0	B	8	C	11	C	3	A
2009	Liemehna	MS	1,10	0,11	6,1	B	8	C	9	B	3	A
2010	Liemehna	RS	1,14	0,11	6,4	C	10	D	9	B	4	B
2010	Liemehna	MS	1,14	0,11	6,4	C	11	D	11	C	4	B
2011	Liemehna	RS	1,25	0,11	6,5	C	10	D	12	C	5	B
2011	Liemehna	MS	1,33	0,12	6,6	C	9	C	10	B	5	B
2009	Wiebrechtsh.	RS	1,01	0,11	6,5	C	6	C	12	C	6	C
2010	Wiebrechtsh.	FS	1,56	0,12	7,4	D	4	B	12	C	4	B
2011	Wiebrechtsh.	FS	1,33	0,14	6,9	C	6	C	20	D	6	C
2011	Wiebrechtsh.	RS	1,13	0,12	6,7	C	5	C	14	C	6	C
2010	Ebergötzen	FS	1,11	0,13	7,0	C	9	C	10	B	9	C
2010	Ebergötzen	MS	0,54	0,07	6,4	C	4	B	7	B	13	D
2010	Ebergötzen	RS	0,95	0,12	6,7	C	2	A	9	B	11	D
2011	Ebergötzen	FS	0,85	0,11	6,2	B	5	C	11	C	6	C
2010	Stöckendrebber	FS	0,92	0,09	6,3	C	6	C	9	B	5	B
2011	Stöckendrebber	FS	1,15	0,11	6,1	B	8	C	12	C	4	C
2011	Stöckendrebber	RS	1,26	0,13	6,6	C	11	D	26	D	6	C
2011	Reinshof	SO	1,70	0,17	6,7	C	6	C	14	C	10	D
2010	Belm	FS	1,14	0,11	6,5	C	7	C	11	C	5	C
2011	Belm	FS	1,27	0,12	6,2	C	10	D	9	C	4	C
2009	Neu-Eichenberg	RS	1,02	0,13	5,9	B	2	A	4	A	14	D
2010	Neu-Eichenberg	FS	1,36	0,15	6,5	C	3	B	7	A	15	D
2011	Neu-Eichenberg	FS	1,42	0,14	6,4	C	3	B	6	A	15	D
2011	Neu-Eichenberg	SO	1,12	0,14	6,1	B	14	D	19	C	14	D

Angaben für P, K und Mg in mg/100g Boden, Einstufung der Nährstoffe und pH-Werte in Gehaltssklassen (GK) nach Angaben der LWK NIEDERSACHSEN (2010).

Zunehmende Aufmerksamkeit erlangte während der Projektzeit aufgrund neuerer Untersuchungsergebnisse im Bereich des Klee gras- und Rapsanbaus (BECKER et al., 2011; FISCHINGER et al. 2011) die Schwefelversorgung. Entsprechend hat ein Teil der Landwirte die Rapsbestände mit Schwefel gedüngt, wobei unterschiedliche Dünger zum Einsatz kamen (Tab. A1-3, **ANHANG II**).

N_{min}-Gehalte

Die *N_{min}*-Gehalte wurden auf den untersuchten Standorten im Herbst zur Aussaat, im Frühjahr zu Vegetationsbeginn und im Sommer/Herbst nach der Ernte in der Tiefe von 0-90 cm, getrennt in 3 Kompartimenten untersucht. Die *N_{min}*-Werte zeigten auf den untersuchten Standorten und den 3 Untersuchungsjahren recht deutliche Unterschiede, die zum Teil von der Vorfrucht, stärker aber durch die Düngung beeinflusst wurden. Im ersten Versuchsjahr 2008/2009 zeigten die Standorte Liemehna und Neu-Eichenberg mit *N_{min}*-Gehalten von 90 bis 100 kg *N_{min}*/ha eine gute Ausgangssituation für eine gute Vorwinterentwicklung, während die Situation auf den Standorten Trenthorst und Wiebrechtshausen mit *N_{min}*-Werten von ca. 50 kg/ha nur als mäßig einzustufen ist (Abb. 33). Die Unterschiede waren recht ausgeprägt, obwohl alle Standorte eine N-Düngung von 50-75 kg N/ha über Wirtschaftsdünger erhielten und in Trenthorst sogar Klee gras als Vorfrucht stand. Zur Frühjahrsbeprobung waren die *N_{min}*-Gehalte deutlich niedriger und nur noch auf dem Standort Liemehna mit 60 kg/ha auf einem ansprechenden Niveau.

Für das Anbaujahr 2009/10 zeigte wiederum der Standort Liemehna eine sehr gute *N_{min}*-Ausgangssituation zur Aussaat mit 110 bis 120 kg/ha, während die Standorte Trenthorst und Neu-Eichenberg mit *N_{min}*-Werten von 60-80 kg/ha auf einem mittleren Niveau lagen (Abb. 34). Der Standort Ebergötzen wies mit unter 40 kg/ha *N_{min}* ein sehr niedriges Niveau auf. Aufgrund seiner insgesamt schlechten Entwicklung wurde der Bestand im Frühjahr umgebrochen. Von den Praxisstandorten zeigte ein weiterer Standort (Wiebrechtshausen) sehr geringe *N_{min}*-Werte im Herbst 2009 (Abb. 35). Zusätzlich winterete der Bestand stark aus, so dass auch dieser Standort aufgegeben wurde. Die übrigen Praxisstandorte zeigten im Herbst recht geringe *N_{min}*-Werte, die aber zum Frühjahr aufgrund von Düngungsmaßnahmen deutlich anstiegen und somit eine gute Entwicklung der Bestände ermöglichte.

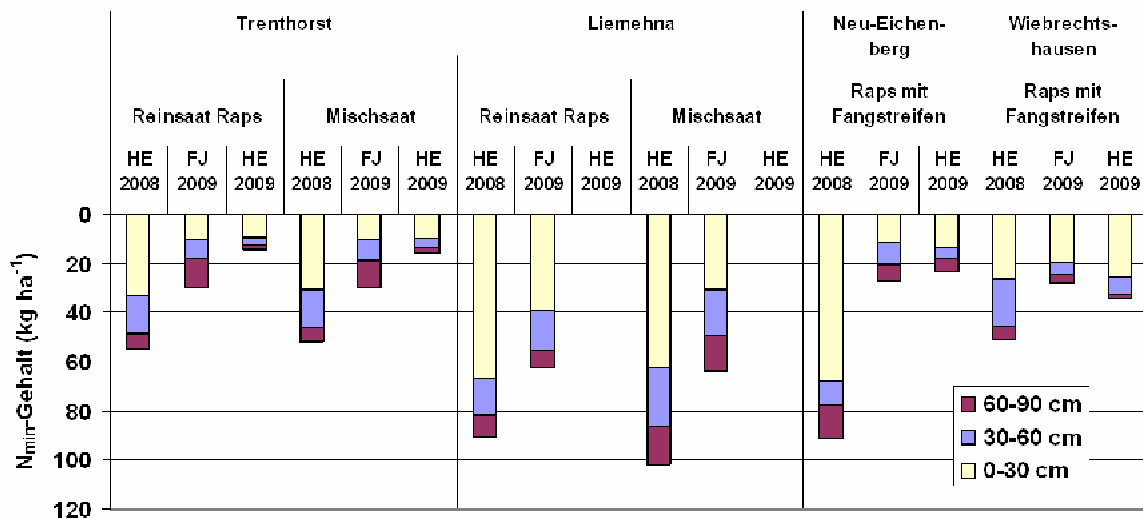


Abb. 33: *N_{min}*-Gehalte im Anbaujahr 2008/2009 zu den Terminen Herbst 2008 (HE 2008), Frühjahr 2009 (FJ 2009) und Herbst 2009 (HE 2009) auf den Standorten der Großparzellenversuche Trenthorst, Liemehna (jeweils Raps in Reinsaat und in Mischsaat mit Rübsen), Neu-Eichenberg und Wiebrechtshausen (jeweils Raps mit Fangstreifen).

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

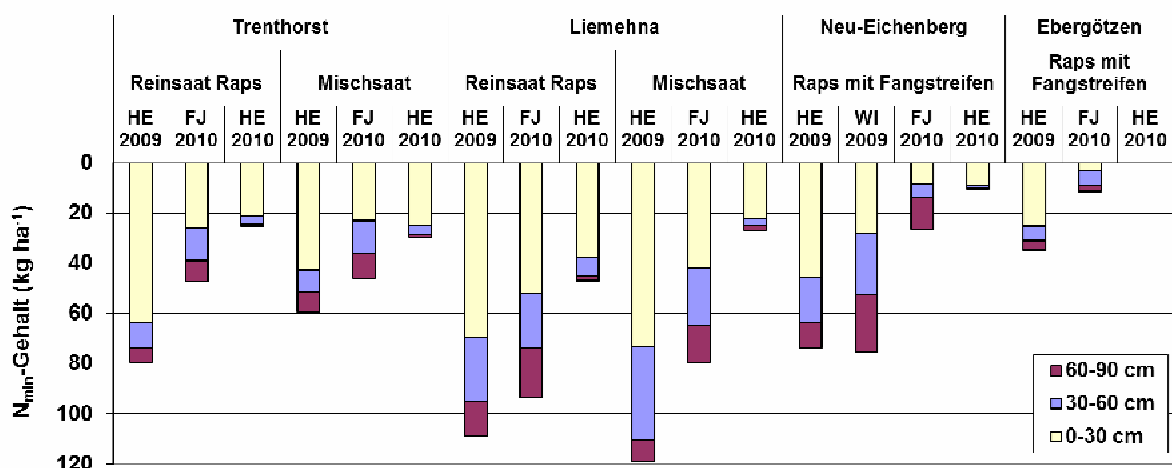


Abb. 34: N_{min}-Gehalte im Anbaujahr 2009/2010 zu den Terminen Herbst 2009 (HE 2009), Frühjahr 2010 (FJ 2010) und Herbst 2010 (HE 2010) auf den Standorten der Großparzellenversuche Trenthorst, Liemehna (jeweils Raps in Reinsaat und in Mischsaat mit Rüben), Neu-Eichenberg und Wiebrechtshausen (jeweils Raps mit Fangstreifen).

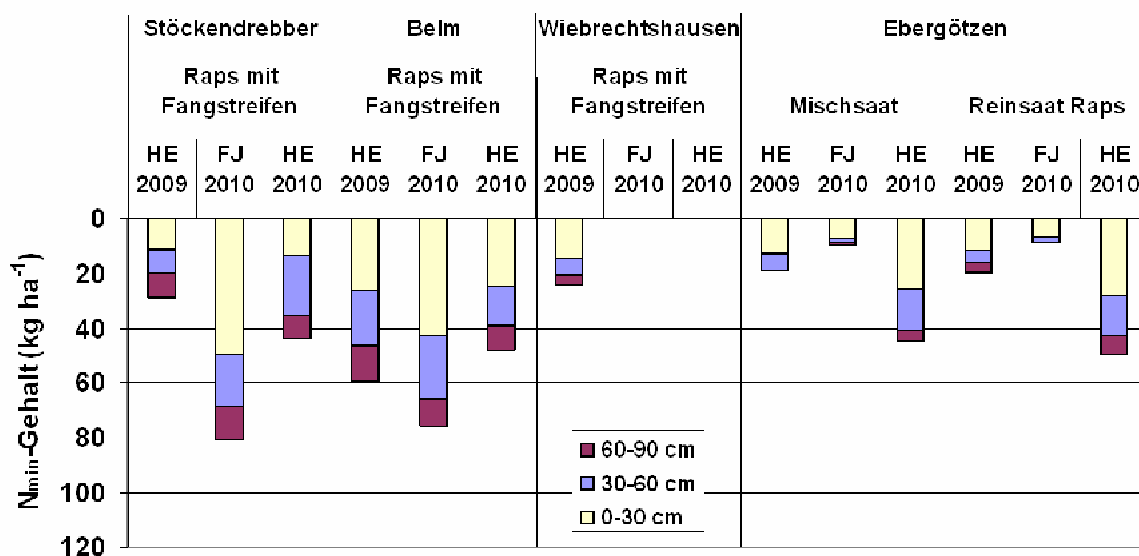


Abb. 35: N_{min}-Gehalte im Anbaujahr 2009/2010 zu den Terminen Herbst 2009 (HE 2009), Frühjahr 2010 (FJ 2010) und Herbst 2010 (HE 2010) auf den Praxisstandorten Stöckendrebber, Belm, Wiebrechtshausen (jeweils Raps mit Fangstreifen Rüben) und Ebergötzen (Raps in Mischsaat mit Rüben und Reinsaat Raps).

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

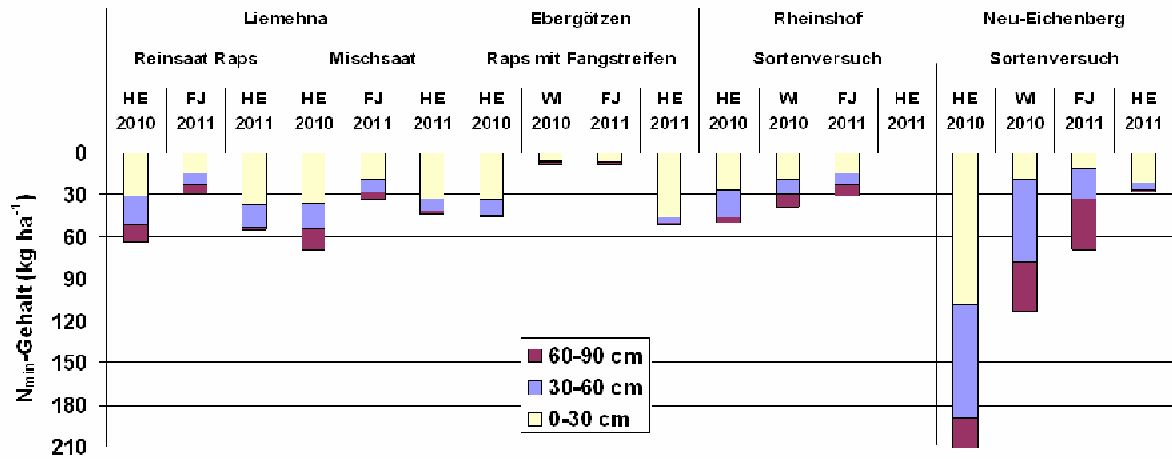


Abb. 36: N_{\min} -Gehalte im Anbaujahr 2010/2011 zu den Terminen Herbst 2010 (HE 2010), Winter 2010 (WI 2010), Frühjahr 2011 (FJ 2011) und Herbst 2011 (HE 2011) auf den Standorten der Großparzellenversuche Liemehna (Raps in Reinsaat und Mischsaat) und Ebergötzen (Raps mit Fangstreifen) sowie den Parzellen-Sortenversuchen Rheinshof und Neu-Eichenberg.

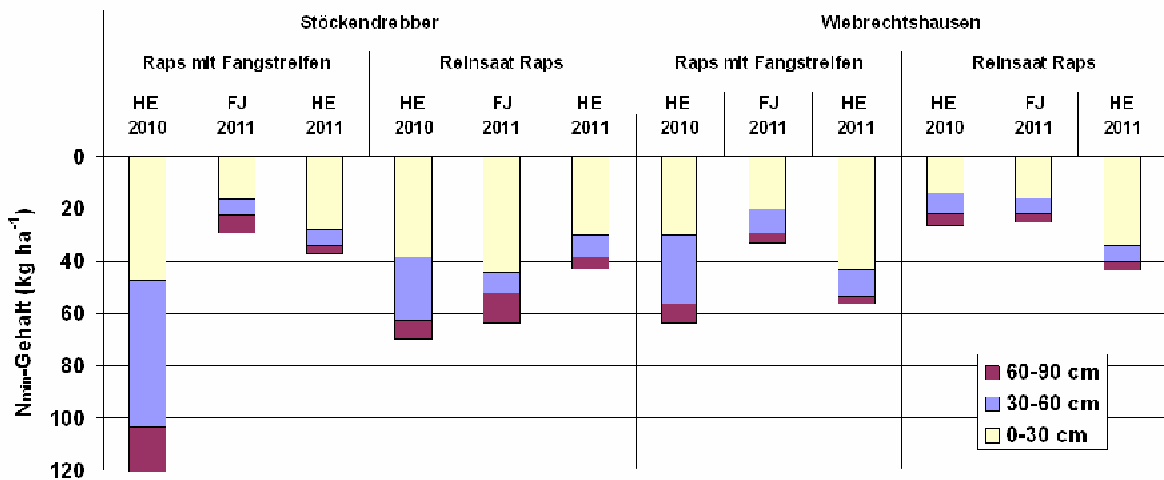


Abb. 37: N_{\min} -Gehalte im Anbaujahr 2010/2011 zu den Terminen Herbst 2010 (HE 2010), Frühjahr 2011 (FJ 2011) und Herbst 2011 (HE 2011) auf den Praxisstandorten Stöckendrebber und Wiebrechtshausen (jeweils Raps mit Fangstreifen und in Reinsaat).

Im Anbaujahr 2010/11 konnte der Raps am Standort Trenthorst aufgrund der feuchten Bodenverhältnisse erst sehr spät gesät werden. Die geringe Vorwinterentwicklung kombiniert mit einer hohen Auswinterungsrate führte zum Umbruch des Bestandes im Frühjahr. Zusätzlich wurden in diesem Jahr die Sortenversuche an den Standorten Rheinshof und Neu-Eichenberg beprobt. Mit Ausnahme des Standortes Neu-Eichenberg, der sehr intensiv mit organischen Düngern versorgt wurde, zeigten die Standorte Liemehna, Ebergötzen und Rheinshof sehr niedrige N_{\min} -Werte sowohl bei der Herbst- als auch bei der Frühjahrsbeprobung (Abb. 36). Die in Abb. 37 dargestellten Ergebnisse für die untersuchten Praxisströme zeigen für den Raps mit Fangstreifen am Standort Stöckendrebber einen hohen N_{\min} -Status, wohingegen die Raps-Reinsaat am gleichen

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

Standort durch einen ansprechend hohen N_{\min} -Wert im Frühjahr auffiel. Der Standort Wiebrechtshausen zeigte für die Untersuchungstermine mittlere bis niedrige N_{\min} -Werte.

In der Literatur liegen nur wenige Ergebnisse zur N-Versorgung von ökologisch angebautem Raps und zu N_{\min} -Gehalten im Boden vor. Eine Untersuchung von STUMM et al. (2009) wies im Bodenraum 0-90 cm Nitrat-N-Gehalte von 44-58 kg/ha für unterschiedliche Anbausysteme auf einem Standort bei der Vorwinterbeprobung und bei der Beprobung zu Vegetationsbeginn 14-19 kg/ha aus.

Bestandesetablierung

Die Aussaatstärken waren in Abhängigkeit der Standorte sehr unterschiedlich und lagen zwischen 50 und 130 Körnern pro m². Die Pflanzenzählungen vor und nach dem Winter zeigten, dass die Etablierungsrate sehr stark variierte, aber meistens deutlich unter der gewählten Aussaatstärke lag (Tab. A5, **ANHANG II**). Hinzu kommt die Auswinterungsrate, die im Winter 2009/2010 viele der untersuchten Standorte betraf. Auf den beiden Standorten Trenthorst und Liemehna lag die Auswinterungsrate in diesem Winter bei über 50 %. Im Durchschnitt der Betriebe lag die Anzahl Pflanzen pro m² bei 44, der niedrigste Wert lag bei 22 und der höchste bei 114 Pflanzen pro m². Aufgrund der starken Anpassungsfähigkeit (GEISLER 1988) des Rapses ermöglichen jedoch alle Pflanzendichten die Entwicklung eines guten Rapsbestandes.

Die Etablierung des Rübens war mit der des Rapses vergleichbar. Die angestrebten Anteile von 10 % wurden in der Regel erreicht.

Stickstoffversorgung der Pflanzenbestände

Während der Vegetationsperiode wurden zu Vegetationsende (Herbst), zu Beginn der Vegetationsperiode im zeitigen Frühjahr (Frühj.), zum Zeitpunkt der Blüte (Mai) sowie zur Ernte Pflanzen bzw. Korn- und Strohproben durchgeführt, um einerseits die N- und S-Gehalte in den Pflanzenbeständen zu bestimmen und im Folgenden ebenfalls die Stickstoffaufnahme der oberirdischen Biomasse zu errechnen. In den Tab. 7-9 sind die N-Gehalte der untersuchten Bestände der Jahre 2008/09 bis 2010/11 aufgeführt.

Die N-Gehalte in der oberirdischen Biomasse wiesen zu den Beprobungen im Herbst bzw. im darauffolgenden Frühjahr zu Vegetationsbeginn bei den gut mit Stickstoff versorgten Beständen Werte von > 4 % auf, wohingegen die schlechter mit Stickstoff versorgten Bestände Werte von < 3 % zeigten. Damit korrespondieren die N-Gehalte im oberirdischen Pflanzenaufwuchs recht gut mit den im Boden gemessenen N_{\min} -Gehalten. Eine gute Übereinstimmung konnte hier für die N_{\min} -Gehalte im Herbst und die N_t -Gehalte der Beprobung zu Vegetationsende festgestellt werden ($r = 0,8206$). N-Gehalte zum Zeitpunkt des Knospenstadiums werden in der Literatur für den konventionellen Rapsanbau mit 3,9-4,6 % in der TS (BERGMANN & NEUBERT, 1976) angegeben, so dass die Bestände mit Gehalten von < 3 %, die gleichzeitig auch geringe N_{\min} -Werte im Boden aufwiesen nach diesen Richtwerten als nicht ausreichend mit Stickstoff versorgt eingestuft werden können.

Auffallend sind die deutlichen Abnahmen bei den N-Gehalten zu dem späteren Entwicklungsstadium (BBCH 65-69), die in allen Untersuchungsjahren und Standorten unter 3 % und oftmals sogar nur bei 1,2 bis 2,5 % lagen. Für den Zeitpunkt der Vollblüte werden in der Literatur Bereiche für konventionell angebaute Rapsbestände von 2,4-3,1 % in der TS angegeben (BERGMANN & NEUBERT, 1976), so dass auch hier deutlich wird, dass die ökologisch angebauten Rapsbestände nach diesen Richtwerten oftmals nicht ausreichend mit Stickstoff versorgt sind.

Die N-Analysen der Pflanzenbestände spiegeln dennoch die N-Versorgung gut und nachvollziehbar wider. Am Beispiel des Standortes Stöckendrebber 2009/2010 (Raps mit Fangstreifen, Tab. 8) zeigt der relativ geringe N-Gehalt von 2,96 % im Herbst 2009 aufgrund nicht durchgeführter Düngungsmaßnahmen eine N-Unterversorgung an. Der N-Gehalt nimmt dann aufgrund der im Frühjahr applizierten Düngung (85 kg/ha N als

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

Gärsubstrat) auf 4,25 % zu, fällt dann aber zur Vollblüte wieder stark auf 1,5 % ab, was wiederum auf eine nicht ausreichende N-Versorgung hinweist.

Im Rapsstroh variierten die N-Gehalte über die Jahre und Standorte zwischen 0,31 und 0,86 % in der TS (Tab. 8-10) und lagen durchschnittlich bei 0,56 % in der TS und damit leicht unterhalb des Richtwertes, der für Rapsstroh im konventionellen Anbau (0,55 % bei 86 % TS bez. 0,64 in der TS) zugrunde gelegt wird (MLUR Brandenburg, 2000). Die N-Gehalte im Korn wiesen durchschnittlich 3,0 % (2,4-4,0 %) auf und lagen damit unterhalb des Richtwertes für den konventionellen Anbau (3,6 %, MLUR Brandenburg, 2000). PAULSEN & SCHOCHOW (2007), die die Inhaltsstoffe von Rapskörnern und -stroh, angebaut in Rein- und Mischfruchtanbau von 4 Standorten in Nord-, Ost- und Süddeutschland über 2 Jahre, untersuchten, fanden N-Gehalte im Korn, die mit einer Ausnahme unter dem konventionellem Richtwert von 3,6 % N in der TS lagen. Die N-Gehalte im Stroh befanden sich in dem für die vorliegenden Untersuchungen nachgewiesenen Bereich.

Der Ölgehalt lag mit durchschnittlich 48,86 % (43,7-51,5 % in der TS) im normalen Bereich, wobei im Jahr 2009 ein niedrigerer Gehalt vorlag als 2010 und 2011. In anderen Untersuchungen zum Öko-Rapsanbau wurde diese Spannweite ebenfalls vorgefunden. Neben dem Jahreseffekt ist der Ölgehalt zudem stark von der Sorte abhängig (BÖHM et al., 2011; MEYERCORDT & MÜCKE, 2007; VÖLKEL & MEYERCORDT, 2008).

Tab. 8: Stickstoffgehalte (N_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn sowie der Ölgehalt (in % TM) auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) und Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS) im Anbaujahr 2008/2009.

		Herbst 08	Frühj. 09	Mai 09	Stroh	Korn	Ölgehalt
Trenthorst	Raps-RS	4,54	4,10	1,61	0,48	3,18	43,7
	Raps-MS	4,45	4,15	1,68	0,51	3,26	43,9
	Rübsen-MS	4,06	3,90	1,71	0,68	n.a.	n.a.
Liemehna	Raps-RS	4,02	4,19	1,65	0,86	2,95	46,1
	Raps-MS	4,06	4,27	1,28	0,84	2,85	46,0
	Rübsen-MS	3,92	n.a.	1,43	1,30	n.a.	n.a.
Wiebrechtshausen	Raps-FS	2,53	4,35	2,55	0,72	3,14	44,1
Neu-Eichenberg	Raps-FS	4,69	4,00	1,96	0,46	2,59	48,5

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

Tab. 9: Stickstoffgehalte (N_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn sowie der Ölgehalt (in % TM) auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS) sowie Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) im Anbaujahr 2009/2010.

		Herbst 09	Frühj. 10	Mai 10	Stroh	Korn 10	Ölgehalt
Trenthorst	Raps-RS	4,55	5,03	2,55	0,33	2,77	50,53
	Raps-MS	4,20	5,27	2,43	0,35	2,70	50,65
	Rübsen-MS	4,03	4,85	2,44	0,46	3,24	(46,42)
Liemejna	Raps-RS	5,67	4,64	2,64	0,57	3,66	47,26
	Raps-MS	5,67	4,15	2,61	0,65	3,49	47,43
	Rübsen-MS	5,43	n.a.	2,20	0,82	4,04	(44,09)
Ebergötzen	Raps-FS	4,06	4,23	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Neu-Eichenb.	Raps-FS	4,62	3,63	1,77	0,49	3,20	48,73
Stöckendrebber	Raps-FS	2,96	4,19	1,51	0,31	2,41	51,47
Belm	Raps-FS	3,63	4,21	1,86	0,43	2,62	50,58
Ebergötzen	Raps-MS	2,79	4,65	1,62	0,34	2,36	51,29
	Rübsen-MS	2,56	4,62	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Ebergötzen	Raps-RS	2,76	3,78	2,24	n.b.	n.b.	n.b.
Wiebrechtsh.	Raps-FS	2,59	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = nicht bestimmt aufgrund von Umbruch des Rapsbestandes,

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

Werte in Klammern: Bestimmung des N- bzw. Ölgehaltes erfolgte mit der NIRS-Raps-Kalibration

Tab. 10: Stickstoffgehalte (N_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn sowie der Ölgehalt (in % TM) auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS), Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) sowie in Raps-Sortenversuchen (Raps-SO) im Anbaujahr 2010/2011.

		Herbst 10	Frühj. 11	Mai 11	Stroh	Korn	Ölgehalt
Liemezna	Raps-RS	5,69	4,05	1,45	0,76	2,95	50,07
	Raps-MS	5,70	4,13	1,47	0,84	3,17	49,77
	Rübsen-MS	5,61	4,21	1,24	n.a.	n.a.	n.a.
Ebergötzen	Raps-FS	2,34	4,22	1,94	0,47	2,94	51,50
Neu-Eichenb.	Raps-FS	5,40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Stöckendrebber	Raps-FS	5,19	4,47	1,44	0,62	2,85	50,55
Stöckendrebber	Raps-RS	4,85	4,65	2,33	0,59	3,11	49,10
Wiebrechtsh.	Raps-FS	3,48	3,58	1,57	0,55	2,88	50,66
Wiebrechtsh.	Raps-RS	2,93	3,18	1,69	0,63	2,95	50,11
Belm	Raps-FS	4,52	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Neu-Eichenb.	Raps-SO	6,15	4,51	2,70	-	-	-
Reinshof	Raps-SO	5,42	4,32	2,36	-	-	-

n.b. = nicht bestimmt aufgrund von Umbruch des Rapsbestandes,

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

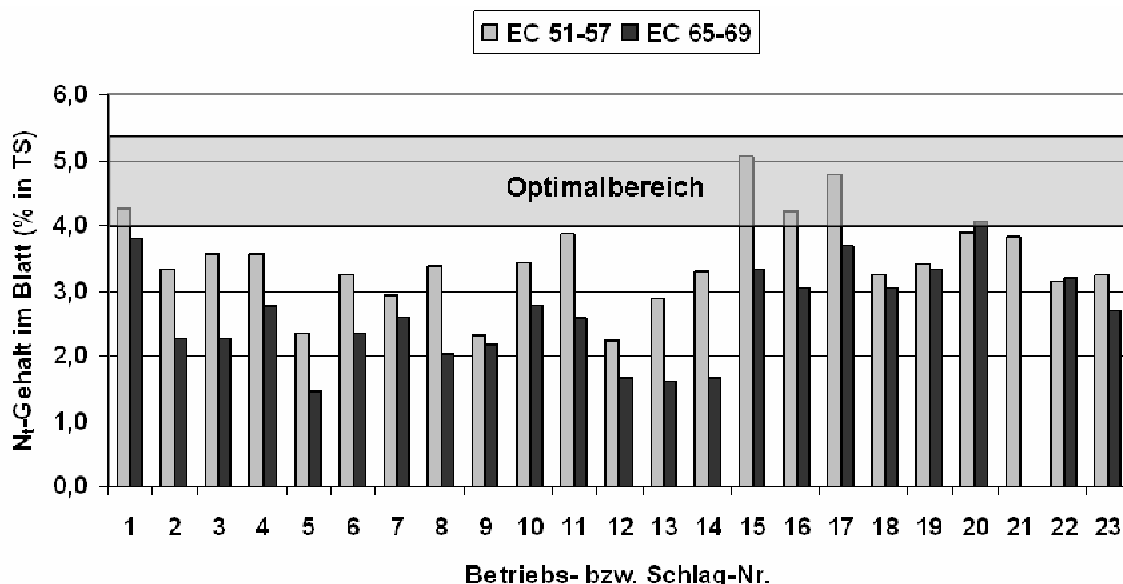


Abb. 38: N_t -Gehalte in Rapsblättern verschiedener Betriebsflächen im Anbaujahr 2010/2011.

Im Anbaujahr 2011 wurden zusätzlich Blattproben für die Blattanalyse auf den untersuchten Standorten entnommen und auf ihren Stickstoff- und Schwefelgehalt untersucht. Die in Abb. 38 dargestellten Ergebnisse dokumentieren, dass nur in wenigen Fällen der aus der Pflanzenanalyse (BREUER et al., 2003) empfohlene Optimalbereich von 4,1-5,5 % im Knospenstadium BBCH 55-57 bzw. 4,0-5,4 % zu Blühbeginn (BBCH 62) bzw. 3,9-5,3 % zur Blüte (BBCH 64) erreicht wird. Dies verdeutlicht, dass die N-Versorgung der Öko-Rapsbestände – gemessen an diesen aus dem konventionellen Anbau abgeleiteten Werten - in der Regel nicht ausreichend ist und ein solches Niveau nur auf den Standorten erreicht wurde, die eine hohe Düngungsintensität aufwiesen (140 bis 200 kg/ha N_t aus Wirtschaftsdüngern, gesplittet in eine Herbst- und eine Frühjahrsgabe) oder den Raps nach Vorfrucht Klee gras kombiniert mit einer Wirtschaftsdüngergabe im Frühjahr in Höhe von 70-80 kg/ha N_t angebaut haben.

Die Untersuchungen zum Öko-Rapsanbau von BECKER & FISCHINGER (2011, pers. Mitteilung) zeigten N-Gehalte, die auch in der ungedüngten Variante (angebaut nach zweijährigen Luzerne-Klee gras gemenge zur Futternutzung) von über 4 %. Dagegen zeigten die Untersuchungen von MEYERCORDT & MÜCKE (2007), dass die N-Gehalte der Blattanalyse in der ungedüngten Kontrolle mit 3,29 % deutlich unter dem empfohlenen Optimalbereich lagen. Mit einer N-Düngung in Höhe von 70 kg/ha N als Agrobiosol bzw. Hühner trockenkot konnten die N-Gehalte zwar auf 3,5 bzw. 3,8 % gesteigert werden, diese lagen damit aber immer noch unterhalb des Optimalbereiches von 4,1-5,5 % N (BREUER et al., 2003).

Schwefelversorgung

Zur Kennzeichnung der Schwefelversorgung wurde zu den Beprobungsterminen Herbst (Ende der Vorwinterentwicklung), Frühjahr (Beginn der Vegetationsperiode), Mai (Blüte) die S-Gehalte in der oberirdischen Biomasse als auch zur Ernte im Korn und Stroh (Tab. 11-13) bestimmt.

Die Gehalte lagen im Herbst bei durchschnittlich 0,61 %, im Frühjahr bei 0,65 % und zur Blüte bei 0,41 % S in der TS und befanden sich damit über dem von BERGMANN & NEUBERT, 1976 für Futterraps definierten S-Mangelbereich von 0,4 % und zu den beiden ersten Beprobungsterminen in dem von ihm mit 0,65 % angegebenen Grenzwertbereich. Damit ist von einer überwiegend guten S-Versorgung auszugehen. Die S-Gehalte im Stroh betragen durchschnittlich 0,31 % und im Korn 0,40 % S in der TS und lagen damit auf einem vergleichbaren Niveau zu den Untersuchungen von PAULSEN & SCHOCHOW (2007). Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL, 2000) gibt als S-Richtwerte für Korn einen Bereich von 0,46-0,55 % und für Stroh von 0,14-0,46 % S in der TS an. Somit liegen die Schwefelgehalte des Strohs für die vorliegenden Untersuchungen weitestgehend in diesem Bereich, die S-Gehalte der Körner erreichen diesen Bereich nur in 30 % der untersuchten Fälle und befanden sich zudem mit 0,46-0,49 % S in der TS allesamt im unteren Bereich.

Tab. 11: Schwefelgehalte (S_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS) sowie von Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) im Anbaujahr 2008/2009.

		Herbst 08	Frühj. 09	Mai 09	Stroh	Korn
Trenthorst	Raps-RS	0,74	0,66	0,25	0,28	0,42
	Raps-MS	0,67	0,62	0,24	0,29	0,43
	Rübsen-MS	0,56	0,56	0,23	0,28	n.a.
Liemehna	Raps-RS	0,48	0,59	0,46	0,25	0,38
	Raps-MS	0,51	0,61	0,36	0,33	0,38
	Rübsen-MS	0,43	n.a.	0,48	0,33	n.a.
Wiebrechtshausen	Raps-FS	0,59	0,80	0,58	0,53	0,46
Neu-Eichenberg	Raps-FS	0,66	0,51	0,32	0,35	0,31

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

Tab. 12: Schwefelgehalte (S_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS) sowie Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) im Anbaujahr 2009/2010.

		Herbst 09	Frühj. 10	Mai 10	Stroh	Korn
Trenthorst	Raps-RS	0,46	0,73	0,33	0,13	0,32
	Raps-MS	0,41	0,77	0,33	0,12	0,32
	Rübsen-MS	0,44	0,79	0,31	0,14	0,30
Liemehna	Raps-RS	0,74	0,65	0,61	0,57	0,49
	Raps-MS	0,71	0,63	0,59	0,56	0,47
	Rübsen-MS	0,57	n.a.	0,40	0,25	0,46
Ebergötzen	Raps-FS	0,77	0,63	n.b.	n.b.	n.b.
Neu-Eichenberg	Raps-FS	0,66	0,54	0,41	0,31	0,46
Stöckendrebber	Raps-FS	0,57	0,69	0,35	0,23	0,31
Belm	Raps-FS	0,71	0,66	0,39	0,35	0,36
Ebergötzen	Raps-MS	0,54	0,94	0,51	0,50	0,27
	Rübsen-MS	0,44	0,94	n.a.	n.a.	n.a.
Ebergötzen	Raps-RS	0,51	0,65	0,61	n.b.	n.b.
Wiebrechtshausen	Raps-FS	0,52	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = nicht bestimmt aufgrund von Umbruch des Rapsbestandes,

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

Tab. 13: Schwefelgehalte (S_t in % TM) im Pflanzenaufwuchs zu verschiedenen Beprobungsterminen, im Stroh und im Korn auf den Projektstandorten mit Raps in Reinsaat (Raps-RS), Mischsaat von Raps und Rübsen (Raps-MS, Rübsen-MS), Raps mit Fangstreifen (Raps-FS) sowie in Raps-Sportenversuchen (Raps-SO) im Anbaujahr 2010/2011.

		Herbst 10	Frühj. 11	Mai 11	Stroh	Korn
Liemezna	Raps-RS	0,74	0,49	0,40	0,23	0,52
	Raps-MS	0,73	0,51	0,37	0,18	0,44
	Rübsen-MS	0,65	0,50	0,27	n.a.	n.a.
Ebergötzen	Raps-FS	0,60	0,71	0,56	0,33	0,39
Neu-Eichenb.	Raps-FS	0,75	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Stöckendrebber	Raps-FS	0,56	0,59	0,53	0,31	0,39
Stöckendrebber	Raps-RS	0,74	0,74	0,71	0,54	0,46
Wiebrechtshausen	Raps-FS	0,63	0,58	0,40	0,24	0,40
Wiebrechtshausen	Raps-RS	0,56	0,66	0,51	0,34	0,44
Belm	Raps-FS	0,61	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Neu-Eichenberg	Raps-SO	0,78	0,66	0,65	-	-
Reinshof	Raps-SO	0,85	0,62	0,65	-	-

n.b. = nicht bestimmt aufgrund von Umbruch des Rapsbestandes,

n.a. = nicht analysiert aufgrund nicht möglicher Differenzierung von Raps und Rübsen

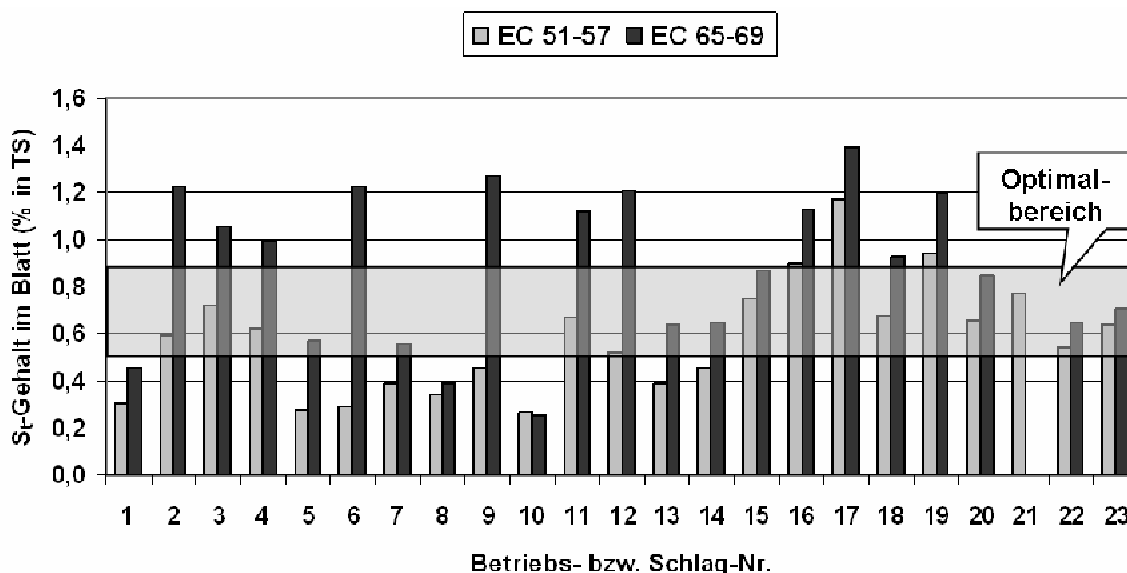


Abb. 39: S_t -Gehalte in Rapsblättern verschiedener Betriebsflächen im Anbaujahr 2010/2011.

Die Ergebnisse der im Jahr 2011 auf Schwefel untersuchten Blattproben zeigen, dass der aus der Pflanzenanalyse empfohlene Optimalbereich von 0,5-0,9 % in der TS (BBCH 57-64) nach BREUER et al. (2003) von über der Hälfte der Rapsbestände erreicht wurde bzw. bei dem zweiten Beprobungstermin (BBCH 65-69, Vollblüte bis Ende der Blüte) nur in 3 Fällen der Optimalbereich nicht erzielt wurde (Abb. 39). Auffallend ist auf vielen Standorten eine deutliche Zunahme der S-Gehalte vom ersten zum zweiten Beprobungstermin. Nach den Bewirtschaftungsdaten (Tab. A1-4, **ANHANG II**) liegt dies in den meisten Fällen an der relativ späten S-Düngung im Zeitraum von Anfang bis Mitte April, so dass die Pflanzen den Schwefel zum ersten Beprobungstermin (Ende April) noch nicht aufgenommen hatten, dies aber zum zweiten Beprobungstermin (2. Maidekade) der Fall war. Insgesamt stellt sich die Situation bei der S-Versorgung jedoch deutlich besser dar als bei der N-Versorgung. Beim Vergleich der S-Werte mit den Bewirtschaftungsdaten fällt auf, dass zwar alle Betriebe, die Schwefel gedüngt haben, eine gute S-Versorgung aufwiesen, dass andererseits aber auch viele Betriebe, die keine S-Düngung durchgeführt haben, eine ausreichende S-Versorgung zeigten. Somit muss sehr betriebsindividuell mittels Pflanzen- oder Bodenanalysen geprüft werden, ob eine Schwefelunterversorgung vorliegt und eine S-Düngung notwendig erscheint.

Auch die Ergebnisse von MEYERCORDT & MÜCKE (2007) zeigen, dass die S-Gehalte in der ungedüngten Kontrollvariante bereits 0,60 % erreichten, dieser Wert jedoch mit Hilfe einer S-Düngung bis auf 0,95 % gesteigert werden konnte. Der Ertrag konnte in den Untersuchungen von MEYERCORDT & MÜCKE (2007) durch die S-Düngung nicht erhöht werden, dieser wurde nur durch eine entsprechende N-Düngung positiv beeinflusst. Dagegen lag der S-Gehalt bei den Untersuchungen von BECKER & FISCHINGER (2011, pers. Mitteilung) in der ungedüngten Kontrolle lediglich bei 0,4 % und damit unterhalb des Optimalbereiches. In Abhängigkeit von Schwefel-Düngerart und Düngungshöhe konnte der S-Gehalt auf Werte von 0,5 bis über 0,8 % gesteigert werden. In diesen Untersuchungen zeigte sich auch eine deutlich positive Reaktion auf die Ertragshöhe (BECKER & FISCHINGER, 2011). Dies verdeutlicht, dass die S-Versorgung sehr stark vom Standort abhängig ist, was auch in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen dieser Praxiserhebung steht.

Erträge

Das Ertragsniveau lag im Durchschnitt aller untersuchten Betriebsflächen bei 22,5 dt/ha (bez. auf abs. TS), wies jedoch sehr starke Schwankungen von 3 bis 42 dt/ha auf. Damit wird deutlich, dass ein erfolgreicher Rapsanbau von vielen Faktoren wie N- und S-Versorgung, Unkrautregulierung und Krankheits- und Schädlingsbefall abhängig ist. So zeigten auch die insgesamt als niedrig einzustufenden Erträge von PAULSEN & SCHOCHOW (2007) eine große Spannweite von 1,9 bis 11,8 dt/ha. Ebenso war das Ertragsniveau der am Standort Trenthorst gemeinsam mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein durchgeführten Sortenversuche in den Jahren von 2004 bis 2011 stark schwankend zwischen 8 und 18,5 dt/ha (BÖHM, 2012, pers. Mitteilung) und aufgrund der starken Streuungen innerhalb der Feldwiederholungen nur selten auswertbar (BÖHM et al., 2011). Ebenso wurden von BÖHM (2007) sehr stark jahresspezifisch unterschiedlich hohe Erträge in den Jahren 2004-2006 in Abhängigkeit unterschiedlicher Vorfrüchte festgestellt. Hier lagen die Erträge im Mittel aller Varianten zwischen 5,8 und 16,6 dt/ha, wobei sich der höchste Ertrag im Jahr 2005 mit 24 dt/ha nach gemulchtem Klee gras zeigte. Andere Ergebnisse aus Sortenversuchen wie von VÖLKE & MEYERCORDT (2008) wiesen ebenfalls ein relativ geringes Ertragsniveau von 17-21 dt/ha im Versuchsmittel bei oftmals hohen Grenzdifferenzen auf, was eine Auswertung der Sortenversuche stark einschränkte. Ein Düngungsversuch der LfL Sachsen (TRAPP & SCHUSTER 2007) im Jahr 2007 ergab für die ungedüngte Kontrolle einen Ertrag in Höhe von 19,4 dt/ha (91 % TS), der in Abhängigkeit unterschiedlicher organischer Dünger und Düngungsintensität auf

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

21,4 bis 27,1 dt/ha gesteigert werden konnte. Selten werden wie in den Untersuchungen von STUMM & KÖPKE (2010) Erträge von über 30 dt/ha erzielt. Für einen wirtschaftlich erfolgreichen Rapsanbau ist bei den heute zu erzielenden Marktpreisen auch im Vergleich zu anderen Marktfrüchten mindestens ein Ertrag von 20 dt/ha notwendig (WOLTER, 2008).

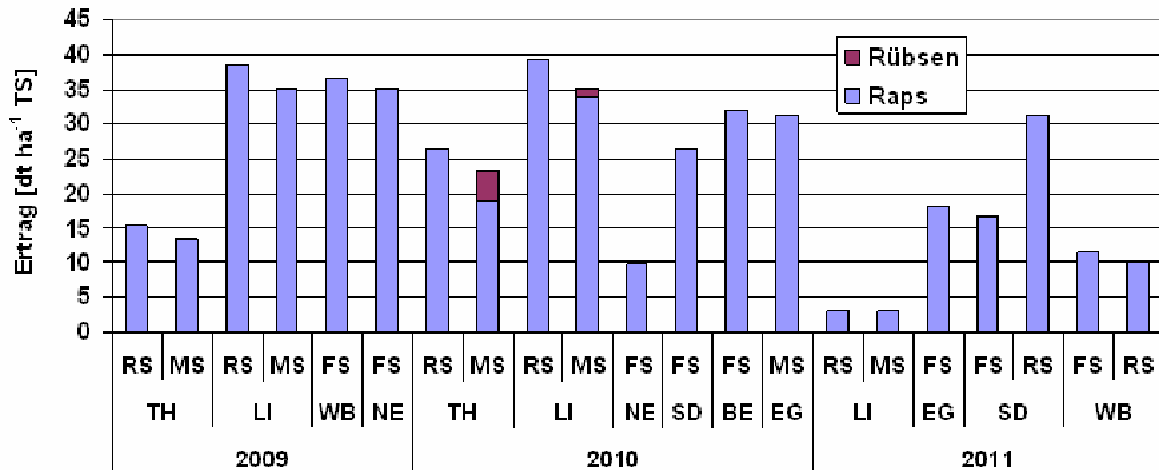


Abb. 40: Erträge der Großparzellenversuche und der Praxisflächen von Raps in Reinsaat (RS), in Mischsaat mit Rübsen (MS) und Raps mit Rübsen-Fangstreifen (FS) in den Jahren 2009 – 2011 (TH = Trenthorst, LI = Liemehna, WB = Wiebrechtshausen, NE = Neu-Eichenberg, SD = Stöckendrebber, BE = Belm, EG = Ebergötzen).

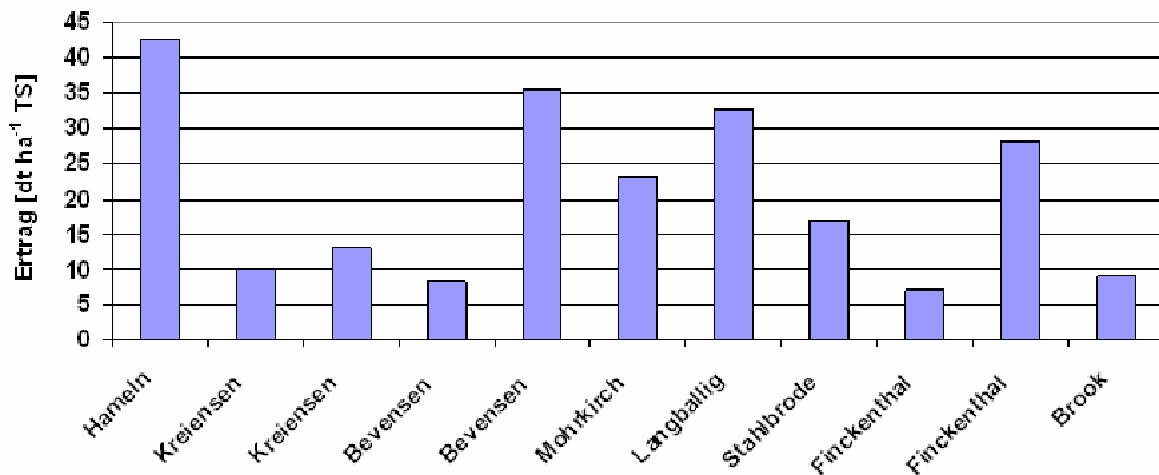


Abb. 41: Raps-Erträge von Praxisflächen in Nord- und Ostdeutschland im Anbaujahr 2010/2011.

Hinzu kommt die Beobachtung, dass die Beerntung mittels Parzellenmähdrescher oder mittels Quadratmeterschnitten - wie im vorliegenden Projekt durchgeführt - oftmals stark von den Erträgen, die die Landwirte ermittelt haben, abweichen. In vielen Fällen liegen

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

diese deutlich unterhalb der Versuchsbeerntungen. Dies könnte auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden: Zum Einen ist der vom Landwirt ermittelte Ertrag auf die Gesamtfläche bezogen, d.h. einbezogen sind auch Vorgewende oder andere Ackerbereiche mit einem geringeren Ertrag. Zum Anderen wird die Versuchsbeerntung relativ frühzeitig durchgeführt, so dass Ertragsverluste durch Ausfallraps aufgrund zu stark abgereifter Bestände nur sehr selten auftreten bzw. das Ausdreschen der Proben unter optimalen Bedingungen erfolgt, während der Landwirt eventuell durch Siebverluste auch höhere Ertragsverluste erleidet. In den Tab. A1-4, **ANHANG II** sind daher - soweit verfügbar - beide Erträge angegeben. Für die nachfolgend dargestellten N-Entzüge wurde mit den Ergebnissen der Versuchsbeerntungen kalkuliert.

N-Entzüge

Für ein Ertragsniveau von 30 dt/ha wird in der konventionellen Beratung ein N-Sollwert in Höhe von 140 kg N pro Hektar empfohlen (LWK Schleswig-Holstein, 2009), für 20 bzw. 25 dt/ha ergeben sich daraus N-Sollwerte von 95 bzw. 120 kg N/ha. Für den konventionellen Anbau bedeutet dies, dass sich die Höhe der Düngung aus dem N-Sollwert nach Abzug des N_{\min} -Wertes der Frühjahrsbeprobung und den Zu- oder Abschlägen der Standortfaktoren errechnet. Bei Raps wird inzwischen ein erweitertes System zur N-Sollwertberechnung eingesetzt, bei dem die N-Aufnahme im Herbst zusätzlich berücksichtigt wird. Hat ein Rapsbestand bis zum Vegetationsende (Vorwinterentwicklung) bereits mehr als 50 kg N aufgenommen, so wird dieser zusätzlich über 50 kg N/ha aufgenommene Stickstoff zu 70 % auf den N-Sollwert angerechnet. Die im Projekt untersuchten 22 Rapschläge wiesen im Durchschnitt eine N-Aufnahme vor Winter in Höhe von 48 kg N/ha auf, wobei 8 Schläge mehr als 50 kg N/ha aufgenommen hatten und der Höchstwert bei 96 kg N/ha lag (Abb. 42-44).

Zur Phase der Vollblüte betrug der durchschnittliche N-Entzug 69 kg N/ha, wobei dieser je nach Entwicklung der Bestände zwischen 20 und 170 kg N/ha variierte. Bei STUMM & KÖPKE lagen in Abhängigkeit der Jahre bzw. Standorte und der Düngungsintensität zum Zeitpunkt BBCH 60-65 N-Entzüge zwischen 65 und 126 kg N/ha vor, wobei die N-Entzüge durch die Düngungsmaßnahme (80 kg N/ha PPL im Frühjahr) um durchschnittlich 27,5 kg/ha erhöht wurden.

Die Gesamt-N-Entzüge über Stroh und Korn zum Zeitpunkt der Ernte lagen im Mittel der Jahre und Betriebsschläge (Abb. 10-12, Tab. 14) bei durchschnittlich 22 dt/ha Korn- und 56 dt/ha Strohertrag bei insgesamt 96,5 kg N/ha (Korn: 64,9 kg N/ha; Stroh: 31,6 kg N/ha). Damit stehen diese Werte in guter Übereinstimmung mit Werten aus der Literatur, in der für einen Kornenertrag von 20 dt/ha 70 kg N/ha und dem dazugehörigen Strohertrag in Höhe von 40 dt/ha Stroh 25 kg N/ha, d.h. in der Summe 95 kg N/ha angegeben werden (DEBRUCK, 2005).

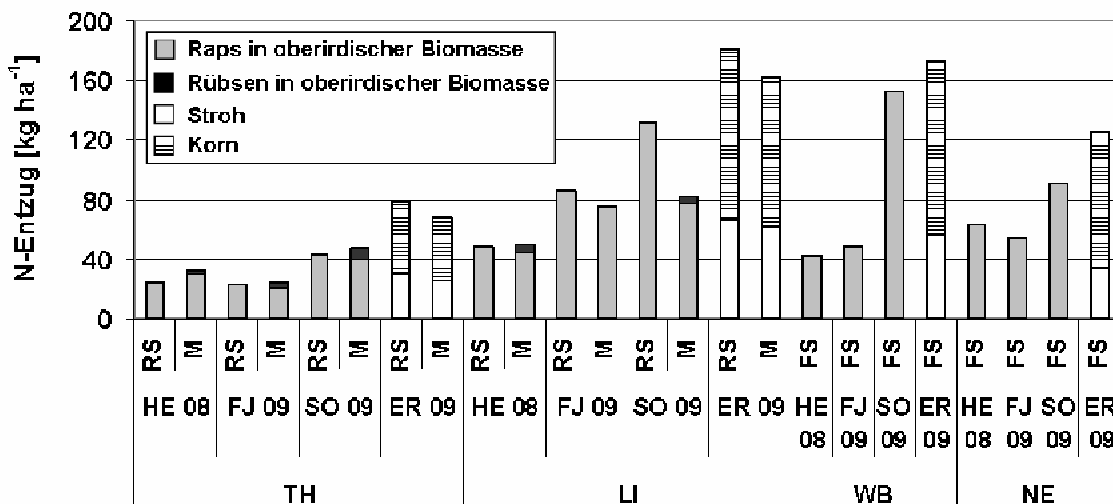


Abb. 42: N-Entzüge der untersuchten Bestände in den Großparzellenversuchen mit Raps in Reinsaat (RS), in Mischsaat mit Rübsen (MS) und Raps mit Rübsen-Fangstreifen (FS) im Anbaujahr 2008/2009 (TH = Trenthorst, LI = Liemehna, WB = Wiebrechtshausen, NE = Neu-Eichenberg, HE 08 = Herbst 2008, FJ 09 = Frühjahr 2009, SO 09 = Sommer 2009, ER 09 = Ernte 2009).

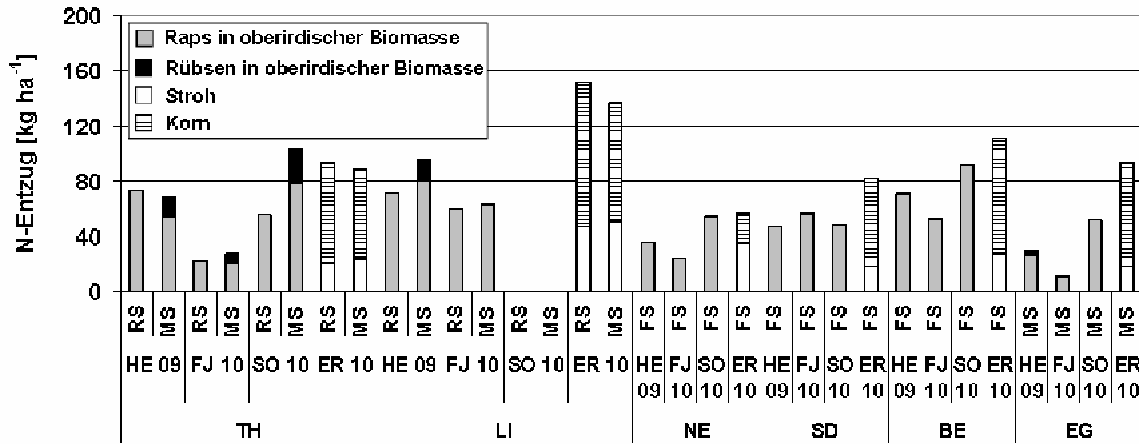


Abb. 43: N-Entzüge der untersuchten Bestände in den Großparzellenversuchen sowie den Praxisschlägen mit Raps in Reinsaat (RS), in Mischsaat mit Rübsen (MS) und Raps mit Rübsen-Fangstreifen (FS) im Anbaujahr 2009/2010 (TH = Trenthorst, LI = Liemehna, WB = Wiebrechtshausen, NE = Neu-Eichenberg, SD = Stöckendrebber, BE = Belm, EG = Ebergötzen, HE 09 = Herbst 2009, FJ 10 = Frühjahr 2010, SO 10 = Sommer 2010, ER 10 = Ernte 2010).

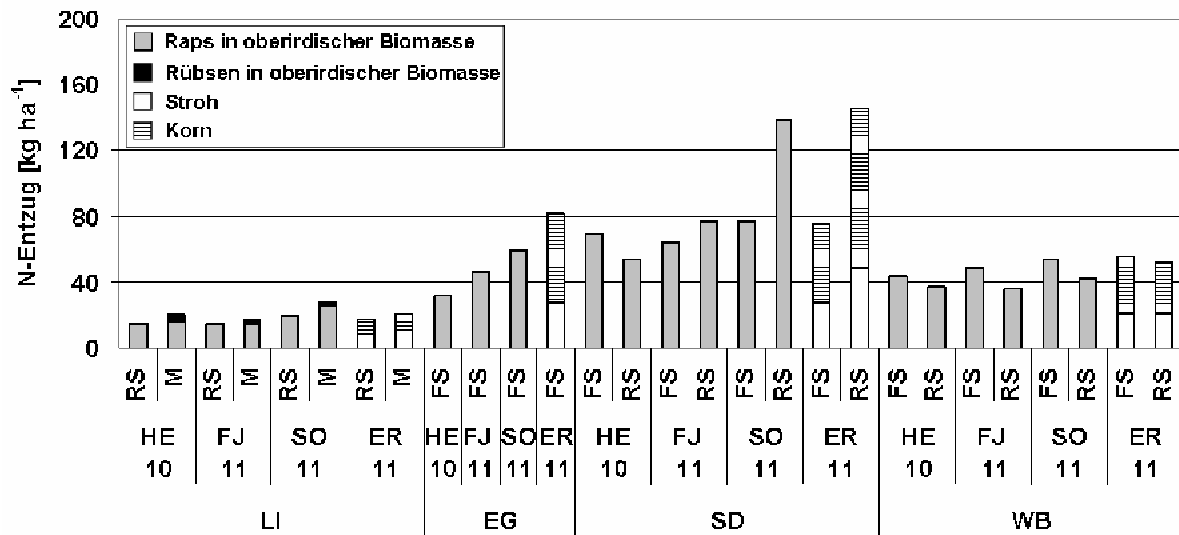


Abb. 44: N-Entzüge der untersuchten Bestände in den Großparzellenversuchen sowie den Praxisschlägen mit Raps in Reinsaat (RS), in Mischsaat mit Rübsen (MS) und Raps mit Rübsen-Fangstreifen (FS) im Anbaujahr 2010/2011 (LI = Liemehna, EG = Ebergötzen, SD = Stöckendrebber, WB = Wiebrechtshausen, HE 10 = Herbst 2010, FJ 11 = Frühjahr 2011, SO 11 = Sommer 2011, ER 11 = Ernte 2011).

Tab. 14: N-Entzüge der oberirdischen Biomasse zum Zeitpunkt der Blüte und zur Ernte getrennt nach Korn, Stroh sowie der Gesamtentzug der in 2011 beprobten Praxisflächen in Nord- und Ostdeutschland.

Standort	N-Entzug zur Blüte [kg ha⁻¹]	N-Entzug über Korn [kg ha⁻¹]	N-Entzug über Stroh [kg ha⁻¹]	N-Entzug gesamt zur Ernte [kg ha⁻¹]
Hake	169,65	141,77	46,10	187,87
Kreiensen I	35,15	27,97	13,55	41,52
Kreiensen II	52,57	37,60	22,28	59,88
Bevensen I	43,33	25,89	17,77	43,66
Bevensen II	88,86	96,57	24,76	121,33
Mohrkirch	47,60	74,11	31,53	105,64
Langballig	94,39	96,42	44,39	140,81
Stahlbrode	59,59	51,74	22,95	74,69
Finckenthal I	42,14	27,78	38,47	66,24
Finckenthal II	96,12	97,99	54,84	152,83
Brook	28,32	24,70	11,17	35,87

9. Literatur

- ALJMLI F (2007): Classification of oilseed rape visiting insects in relation to the sulphur supply, Dissertation Universität Braunschweig
- BARARI H, COOK SM, CLARK SJ & WILLIAMS IH (2005): Effect of a turnip rape (*Brassica rapa*) trap crop on stem-mining pests and their parasitoids in winter oilseed rape (*Brassica napus*), *Biocontrol*, 50, 69-86
- BARARI H, COOK SM, CLARK SJ & WILLIAMS IH (2005): Effect of a turnip rape (*Brassica rapa*) trap crop on stem-mining pests and their parasitoids in winter oilseed rape (*Brassica napus*), *Biocontrol*, 50, 69-86
- BERGMANN, W. & NEUBERT, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag.
- BECKER, K.; FISCHINGER, ST. A.; LEITHOLD, G. (2011) Einfluss von Schwefel- und Stickstoffdüngung auf den Kornertrag von Winterraps in ökologischem Anbau. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 310-311.
- BÖHM, H. (2007): Integration von Raps in Fruchtfolgen des Ökologischen Landbaus. In: Herrmann, A. & Taube, F. (eds). 50. Jahrestagung vom 18. bis 20. September 2007 in Bonn. Mitt.Ges.Pflanzenbauwiss. 19, 298-299. Kiel: Verlag Schmidt & Klaunig KG.
- BÖHM, H.; AULRICH, K.; SAUERMAN, W.; ALPERS, G. (2011): Sortenwahl und Schädlingsdruck im ökologischen Rapsanbau. In: Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1: Boden – Pflanze – Umwelt, Lebensmittel und Produktqualität: 312-315.
- BREUER, J.; KÖNIG, V.; MERKEL, D.; OLFS, H.-W.; STEINGROBE, B.; STIMPFL, E.; WISSEMEIER A.H.; ZORN, W. (2003): Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. AgriMedia, Bergen/Dumme.
- BÜCHI R (1995): Combination of trap plants (*Brassica rapa var. vestris*) and insecticide use to control rape pests, *IOBC/wprs Bull.* 18, 102-119
- BÜCHI R (1995): Combination of trap plants (*Brassica rapa var. vestris*) and insecticide use to control rape pests, *IOBC/wprs Bull.* 18, 102-119
- BÜCHS W (2009): Fangpflanzen (trap crop) als Methode zur Kontrolle tierischer Schädlinge im ökologischen Rapsanbau, *Mitt. Dt. Ges. Allg. Angew. Entomol.*, 17, 241-246
- BÜCHS W (2009): Fangpflanzen (trap crop) als Methode zur Kontrolle tierischer Schädlinge im ökologischen Rapsanbau, *Mitt. Dt. Ges. Allg. Angew. Entomol.*, 17, 241-246
- BUHL C (1957): Beitrag zur Frage der biologischen Abhängigkeit der Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae* Winn.) von dem Kohlschotenrüßler (*Ceuthorrhynchus assimilis* Payk.), *Z. Pflanzenk. (Pflanzenpath.) Pflanzens.*, 64, 562-568
- BUNTIN GD (1998): Cabbage seedpod weevil (*Ceutorhynchus assimilis*, Paykull) management by trap cropping and its effect on parasitism by *Trichomalus perfectus* (Walker) in oilseed rape, *Crop Prot.*, 17, 299-305
- CARCAMO HA, DUNN R, DOSDALL LM & OLFERT O (2007): Managing cabbage seedpod weevil in canola using a trap crop - A commercial field scale study in western Canada, *Crop Prot.*, 26, 1325-1334
- COOK SM, SKELLERN MP, SMITH MJ & WILLIAMS IH (2006): Response of pollen beetles (*Meligethes aeneus*) to petal colour, *IOBC/wprs Bull.*, 29, 151-158

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

- COOK SM, SMART LE, POTTING RJP, BARTLET E, MARTIN JL, MURRAY DA, WATTS NP & WILLIAMS I (2002): Turnip rape (*Brassica rapa*) as a trap crop to protect oilseed rape (*Brassica napus*) from infestation by insect pests: potential and mechanisms of action, The BCPC Conference: Pests & Diseases 2002, 2, 569-574
- COOK SM, WATTS NP, HUNTER F, SMART LE & WILLIAMS IH (2004): Effects of a turnip rape trap crop on the spatial distribution of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* in oilseed rape, IOBC/wprs Bull., 27, 199-206
- COOK SM, WATTS NP, HUNTER F, SMART LE & WILLIAMS IH (2004): Effects of a turnip rape trap crop on the spatial distribution of *Meligethes aeneus* and *Ceutorhynchus assimilis* in oilseed rape, IOBC/wprs Bull., 27, 199-206
- DEBRUCK, J. (2005): Bioraps für Könner. Sächsische Bauernzeitung, Berlin, 32/2005: 22-24.
- DÖRING A (2012): Effect of plant characteristics on host plant selection and larval performance of specialist insect pests on Brassicaceae, Dissertation Georg-August-University of Göttingen
- EICKERMANN M, ULBER B & VIDAL S (2010): Resynthesized lines and cultivars of *Brassica napus* L. provide sources of resistance to the cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsh.)). Bull. Entomol. Res., 110, 1-8
- FISCHINGER, ST. A.; BECKER, K.; LEITHOLD, G. (2011): Auswirkungen unterschiedlicher S Versorgungszustände auf den N Flächenertrag eines Luzerne-Kleegrassbestandes. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, 183-184.
- FREARSON DJT, FERGUSON AW, CAMPBELL JM & WILLIAMS IH (2005) The spatial dynamics of pollen beetles in relation to inflorescence growth stage of oilseed rape: implications for trap crop strategies, Entomol. Exp. Appl., 116, 21-29
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Techniken der Pflanzenproduktion. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg 1980, 2. neubearbeitete u. erweiterte Aufl. 1988.
- HANNUNNEN S (2005): Modelling the interplay between pest movement and the physical design of trap crop systems, Agric. For. Entomol., 7, 11-20
- HOKKANEN H, GRANLUND H, HUSBERG GB & MARKKULA M (1986): Trap crops used successfully to control *Meligethes aeneus* (Col, Nitidulidae), the rape blossom beetle, Ann. Entomol. Fenn., 52, 115-120
- HOKKANEN H, GRANLUND H, HUSBERG GB & MARKKULA M (1986): Trap crops used successfully to control *Meligethes aeneus* (Col, Nitidulidae), the rape blossom beetle, Ann. Entomol. Fenn., 52, 115-120
- LARSEN L, J. NIELSEN, A. PLÖGER & H. SORENSEN (1985): Response of some beetle species to varieties of oilseed rape and to pure glucosinolates, Vol. 11: World crops: Production, Utilization, Description (ed. by H Sorensen) Martinus Nijhoff Publishers, 230-244
- LWK NIEDERSACHSEN (2010): Richtwerte für die Düngung in Niedersachsen.
- MEYERCORDT, A. & MÜCKE, M. (2007): Versuchsbericht - Versuche im ökologischen Winterrapsanbau - Versuchsjahr 2007 [online]. zu finden in <<http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/6/nav/346/article/10427.html>>, pp 1-16.
- MLUR BRANDENBURG (2000): Rahmenempfehlungen zur Düngung 2000 im Land Brandenburg. [online] <http://lwf.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/Rahmenempfehlungen%20zur%20D%C3%BCngung%202000.pdf> [abgerufen am 05.03.2012].
- NILSSON C (2004): Trap plants to avoid insecticide application against pollen beetles in oilseed rape, IOBC/wprs Bull., 27, 215-221

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

- PAULSEN, H.M. & SCHOCHOW, M. (2007): Nährstoffgehalte und Nährstoffentzüge von Pflanzen in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im Ökologischen Landbau. *Landbauforschung Völkenrode SH 309*:47-59.
- RUPPEL R. F. (1983): Cumulative Insect-days as a index of crop protection. *J. Econ. Entomol.* 76. 375-377
- STRAUB, R.; BLEIHOLDER, H; VAN DEN BOOM, T.; BUHR, L.; HACK, H.; HEß, M.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. (1994): Einheitliche Codierung der phänologischen Entwicklungsstadien mono- und dikotyle Pflanzen.
- STUMM, C. & KÖPKE, U. (2010): Winterraps (*Brassica napus* L.) im Ökologischen Landbau - Anbau und Düngung. *Mitt Ges Pflanzenbauwiss (22)*:91-92.
- STUMM, C.; BERG, M; KÖPKE, U. (2009): Anbau und Düngung von Winterraps (*Brassica napus* L.) im Ökologischen Landbau. In: Beiträge zur 10. Wiss.-Tagung Ökologischer Landbau, Band 1. Berlin : Verlag Dr. Köster, pp 193-196.
- TANSEY JA, DOSDALL LM, KEDDIE A, FLETCHER RS & KOTT LS (2010): Antixenosis and antibiosis resistance to *Ceutorhynchus obstrictus* in novel germplasm derived from *Sinapis alba* x *Brassica napus*, *Can. Entomol.*, 142, 212-221
- TLL (1999): Merkblatt Schwefelgehalte in landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und organischen Düngestoffen. [online] <http://www.tll.de/ainfo/pdf/sgeh0699.pdf> [abgerufen am 05.03.2012].
- TRAPP & SCHUSTER (2007): N-Düngung zu Winterraps nach der Vorfrucht Getreide im Ökologischen Landbau. Versuchsführer der LfL Sachsen.
- VDLUFA (1997a): Methodenbuch Band III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA (1997b): Methodenbuch Band I: Die Untersuchung von Böden. 2. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag (ed). Darmstadt.
- VÖLKEL, G. & MEYERCORDT, A. (2008): Rapsanbau – eine Alternative im Ökologischen Landbau. Abruf unter www.lwk-niedersachsen.de/.../345,da33483f-ae48-009e-75064f1f7e7433ec~pdf.html.
- WILLIAMS IH & COOK SM (2010): Crop location by oilseed rape pests and host location by their parasitoids: Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests, (ed. by IH Williams) Springer Science+Business Media B. V., Dordrecht Heidelberg London New York
- WILLIAMS IH, FERGUSON AW, KRUUS M, VEROMANN E & WARNER DJ (2010): Ground beetles as predators of oilseed rape pests: incidence, spatio-temporal distributions and feeding: Biocontrol-based integrated management of oilseed rape pests, (ed. by IH Williams) Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, Heidelberg, London, New York
- WOLTER, M. (2007): Raps für Könner. *Bioland* 4/2007: 9-11.
- WOLTER, M. (2008): So rechnet sich Bio-Raps. *Bioland* 11/2008: 8.

Anhang I

Punkt 2. und 3. Sorten- und Fangstreifenversuche zur Attraktivität von Raps und Rüben gegenüber Rapsschädlingen (Universität Göttingen, Universität Kassel)



Abb. 1: Luftbildaufnahme des Schlages für den Fangstreifenversuch der Universität Göttingen in Wiebrechtshausen 2008/09

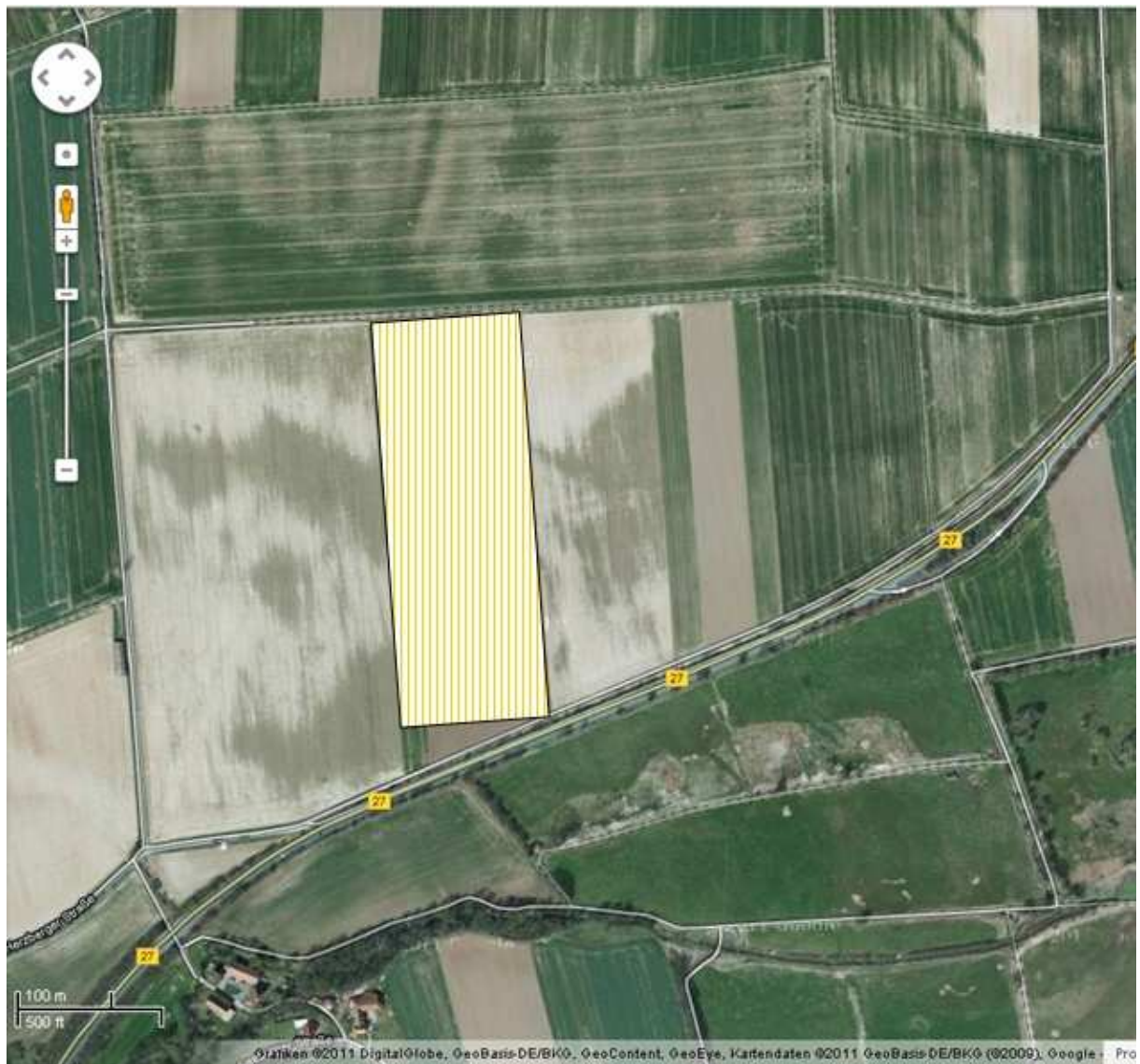


Abb. 2: Luftbildaufnahme des Schlages für den Fangstreifenversuch der Universität Göttingen in Ebergötzen 2009/10

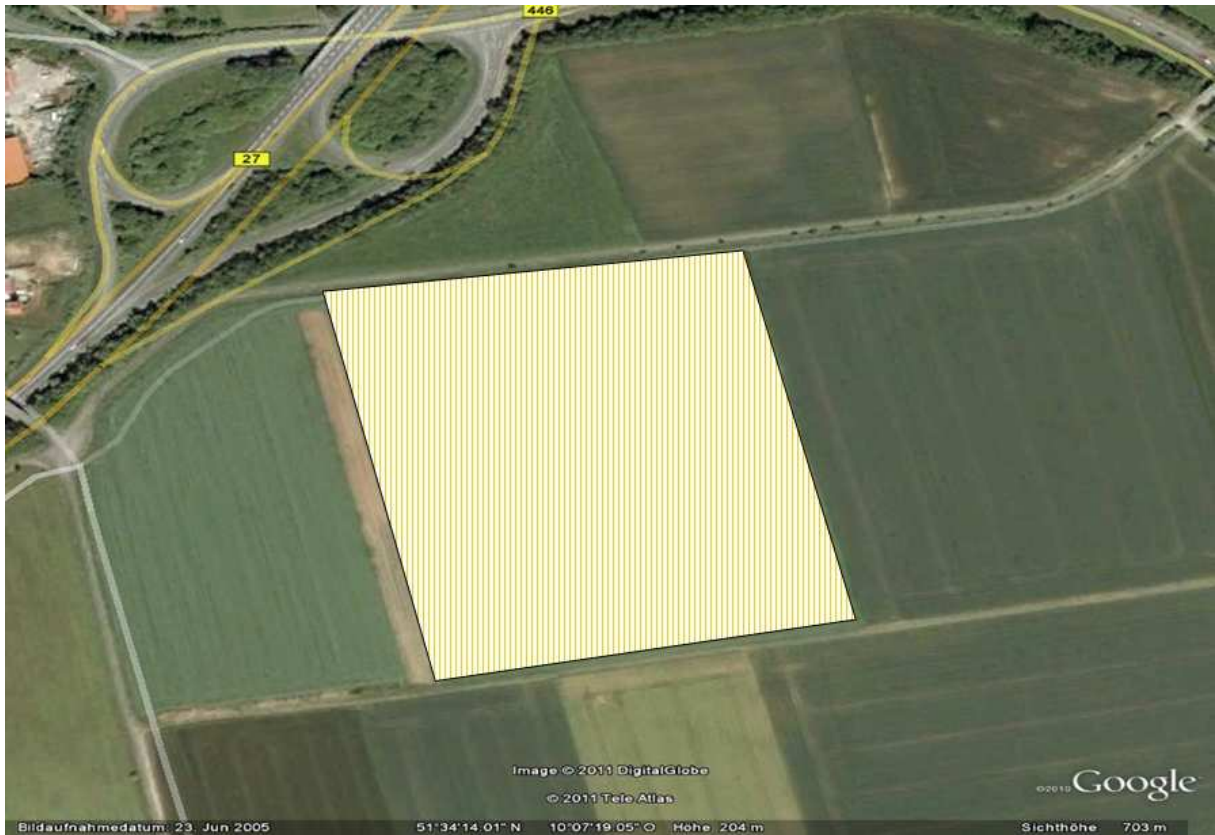


Abb. 3: Luftbildaufnahme des Schlages für den Fangstreifenversuch der Universität Göttingen in Ebergötzen 2010/11



Abb. 4: Luftbildaufnahme der Schläge für die Fangstreifenversuche der Universität Kassel in Neu-Eichenberg 2008 bis 2011



Abb. 5: Luftbildaufnahme der Schläge für die Sorten- und Mischssatversuche der Universität Göttingen auf dem Klostergut Reinshof 2008 bis 2011



Abb. 6: Luftbildaufnahme der Schläge für die Sorten- und Mischsatversuche der Universität Kassel auf dem Versuchsgut in Neu-Eichenberg 2008 bis 2011

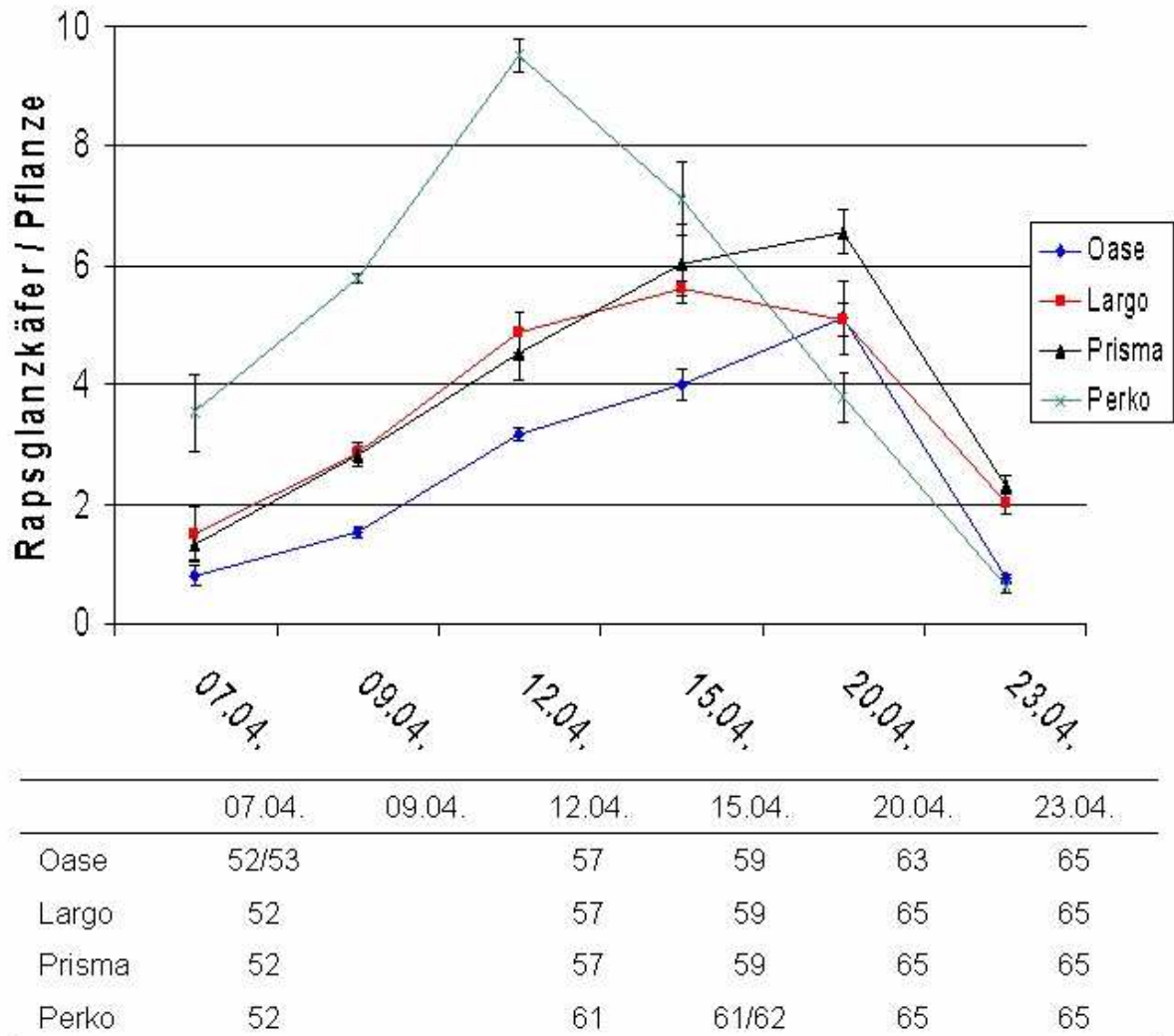


Abb. 7: Rapsglänzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Neu-Eichenberg 2009

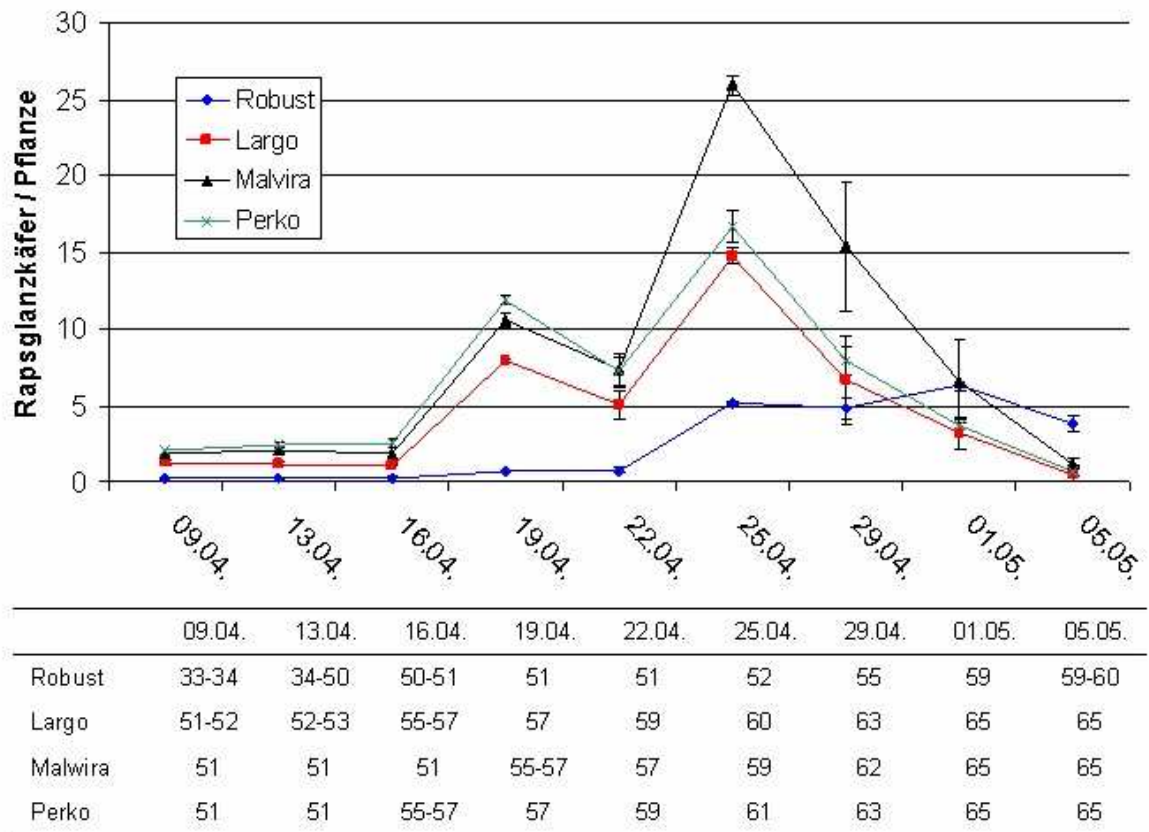


Abb. 8: Rapsglanzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Neu-Eichenberg 2010

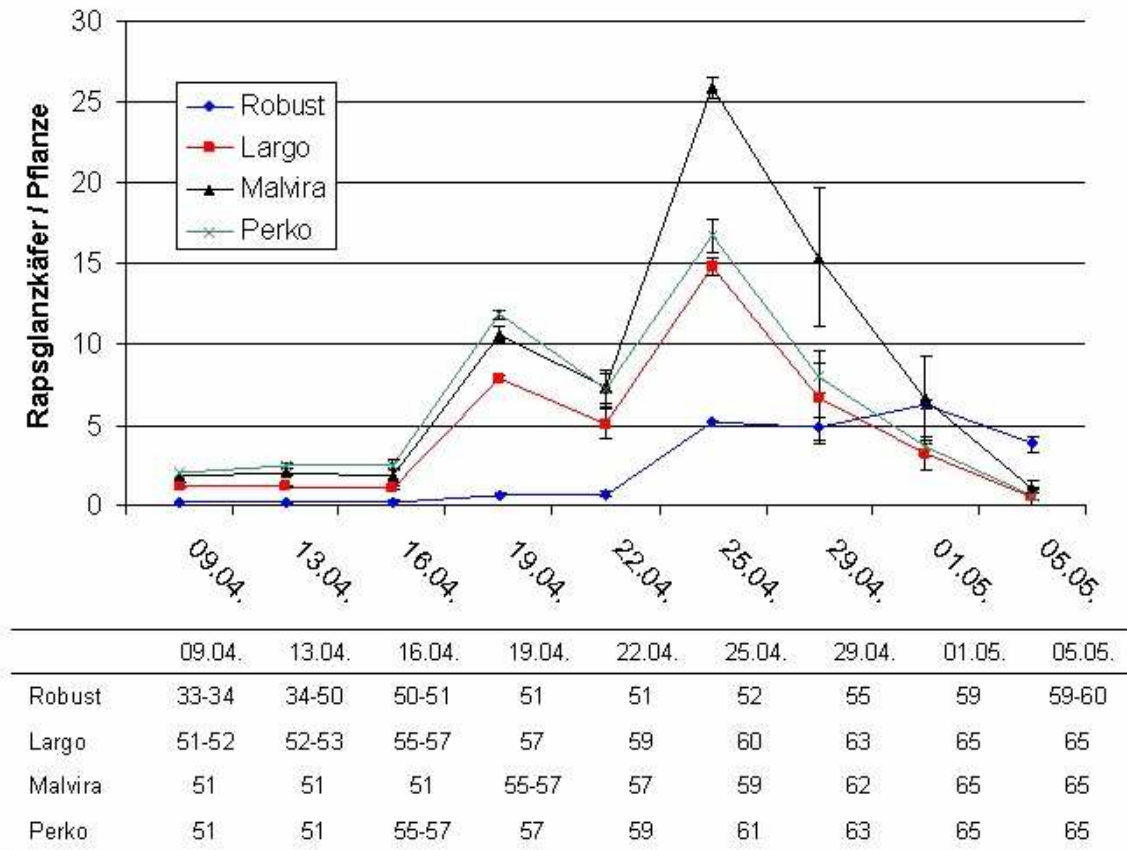


Abb. 9: Rapsglanzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Reinshof 2011

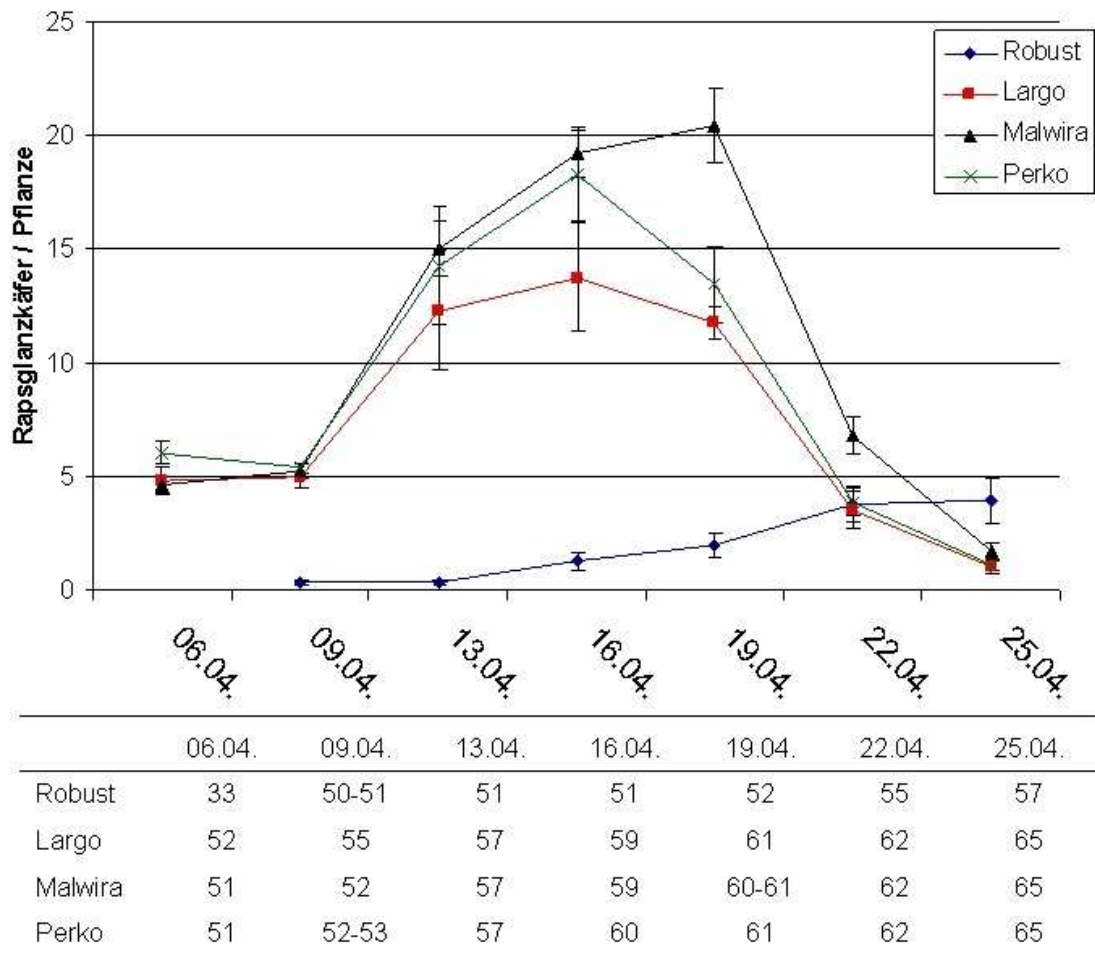


Abb. 10: Rapsglanzkäferbefall pro Haupttrieb (Mittelwerte \pm Standardfehler) und BBCH-Stadium von Raps und Rüben am Standort Neu-Eichenberg 2011

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“ – ANHANG I

Tab. 1: Pflanzenbauliche Maßnahmen in den Sortenversuchen

2008/09		
	Uni Kassel	Uni Göttingen
Standort	Neu-Eichenberg	Klostergut Reinshof
Aussaattermin	31.08.08	29.08.08
Saatstärke	ca. 80 Korn/m ²	53 Kö/m ²
Reihenabstand	30 cm	30 cm
Vorfrucht	Ackerbohnen	
Bodenbearbeitung	Pflug 31.08.08 Kreiselegge 31.08.08	Pflug August 2008 Kreiselegge 29.08.08
Unkrautkontrolle	Hacken 21.10.08 Hacken 26.03.09	Hackmaschine 31.03.09
Düngung	Phytopellets 100 kg/ha 18.03.09	Gärs substrat (39kg N/ha) 08.2008 Phytopellets (102 kg/ha) 20.03.08
2009/10		
Standort	Neu-Eichenberg	Klostergut Reinshof
Aussaattermin	31.08.09	31.08.09
Saatstärke	ca. 80 Korn/m ²	53 kf Kö/m ²
Reihenabstand	30 cm	30 cm
Vorfrucht	1jährig Klee gras	Körnererbsen
Bodenbearbeitung	Weichelt Kombination 24.08.09 Pflug 28.08.09 Kreiselegge 28.08 und 30.08.09	Pflug Kreiselegge 31.08.09
Unkrautkontrolle	Hacken 22.09.09 Hacken 08.04.10	Hackmaschine 24.09.09 Hackmaschine 09.04.10
Düngung	Phytopellets (30 kg N/ha) 18.03.10	Phytopellets (23kg N/ha) 18.03.10
2010/11		
Standort	Neu-Eichenberg	Klostergut Reinshof
Aussaattermin	05.09.10	08.09.10
Saatstärke	ca. 80 Korn/m ²	53 Kö/m ²
Reihenabstand	30 cm	30 cm
Vorfrucht	Brache	Winterroggen
Bodenbearbeitung	Tiefenlockerung 25.07.10 Kultivator 05.08.10 Pflug 03.09.10 Kreiselegge 05.09.10	Grubber Pflug Kreiselegge 08.09.2010
Unkrautkontrolle	Hacken 08.10.10 Hacken 24.03.11	Hackmaschine 12.10.10 Hackmaschine 17.03.11
Düngung	Rohphosphat 300 kg/ha 31.01.11 Kalimagnesia 300 kg/ha 07.03.11 Haarmehlpellets 50 kg N/ha 07.03.11	Rindergülle (57kg N/ha) 24.08.10 Kalimagnesia (36kg S/ha) 06.10.10 Haarmehlpellets (59kg N/ha) 06.10.10 Haarmehlpellets (59kg N/ha) 07.03.11

Tab. 2: Pflanzenbauliche Maßnahmen in den Fangstreifenversuchen

	2008/09	Uni Kassel	Uni Göttingen
Standort		Neu-Eichenberg	Wiebrechtshausen
Sorte		Oase	Robust
Aussaattermin		29.08.08	15.08.08
Saatstärke		2,8kg/ha	60 kf Kö/m ²
Reihenabstand		30 cm	45cm
Vorfrucht		Winterweizen	Wintergerste
Bodenbearbeitung		Pflug 28.08.08 Kreiselegge 29.08.08	Pflug 14.08.08 Kreiselegge 15.08.08
Unkrautkontrolle		Hacken 14.10. 08 Hacken 27.03.09	Keine
Düngung		Hühnermist 12m ³ 25.08.08	HTK (50kg N/ha) Herbst 2008 HTK (70kg N/ha) 23.03.09
Erntetermin		28.07.09	20.07.09
2009/10			
Standort		Neu-Eichenberg	Ebergötzen
Sorte		Robust	Alkido
Aussaattermin		31.08.09	31.08.09
Saatstärke		3,7kg/ha	70 Kö/m ²
Reihenabstand		30 cm	12cm
Vorfrucht		Roggen-Wintererbsen-emenge	Winterweizen
Bodenbearbeitung		Spatenrollegge 24.08.09 Pflug 26.08.09 Kreiselegge 28.08.09	Scheibenegge 07.08.09 Grubber 11.08.+19.08.09 Pflug 29.08.09 Kreiselegge 31.08.09
Unkrautkontrolle		Hacken 09.10.09 Hacken 18.04.10	keine
Düngung		keine	Hühnergülle (56kg N/ha) 22.10.09 Hühnergülle (83kg N/ha) 17.03.10
Erntetermin		04.08.10	Umbruch nach Winter
2010/11			
Standort		Neu-Eichenberg	Ebergötzen
Sorte		Robust	King 10, Kadore, Alkido, Sherlock
Aussaattermin		05.09.10	19.08.10
Saatstärke		3,7 kg/ha	100 Kö/m ²
Reihenabstand		30 cm	12cm
Vorfrucht		1jährig Klee gras	Wintertriticale
Bodenbearbeitung		Spatenrollegge 10.08.10 Pflug 1.09.10 Kreiselegge 05.09.10	Scheibenegge 06.08.10 Grubber 12.08.+17.08.10 Pflug 19.08.10 Kreiselegge 19.08.10
Unkrautkontrolle		Hacken 13.10.10	keine
Düngung		Rohphosphat 300 kg/ha 31.01.11 Kalimagnesia 288 kg/ha 24.03.11	Hühnergülle (98kg N/ha + 1,5 kg elementar S/ha) 16.08.09 Hühnergülle (98kg N/ha + 1,5 kg elementar S/ha) 07.03.10
Erntetermin		Umbruch nach Winter	22.08.11

Anhang II**Punkt 8. Pflanzenbauliche Begleituntersuchungen****Tab. A 1:** Standortcharakterisierung und Anbaumanagement für die Großparzellenversuche im Anbaujahr 2008/2009

Versuch	Mischsaat		Raps mit Fangstreifen	
Standort	Trenthorst	Liemehna	Neu-Eichenberg	Wiebrechtshausen
Bundesland	Schleswig-Holstein	Sachsen	Hessen	Niedersachsen
Bodenpunkte	53	45	52	60
Bodenart	sL	sL	tL	sL
Gehaltsklasse Grundnährstoffe (P,K,Mg,pH)	C, C, D, B	C, C, A, B	A, A, D, B	C, C, C, C
Vor-Vor-Vorfrucht	Öllein / Ackerbohne	k.A.	So-Erbesen	Kleegras
Vor-Vorfrucht	Triticale	Wi-Weizen	Kleegras	Kartoffeln
Vorfrucht	Kleegras	Hafer	Wi-Weizen	Wi-Gerste
Bodenbearbeitung (Tiefe in cm)	Pflug (27) Kreiselegge (7)	Pflug Grubber	Pflug Kreiselegge	Mulchsaat
Rapsorte (Kö/m ²)	Robust (70)	Express+ Vision (130)	Oase	Robust (60)
Ausaattermin	04.09.2008	29.08.2008	29.08.2008	15.08.2008
Reihenabstand (cm)	37,5	14	30	45
Unkrautregulierung	3 x Hacken 25.10.2008 21.03./07.04.2009	keine	2 x Hacken 14.10.2008 27.03.2009	keine
Düngung Herbst:	zum KG-Umbruch	07.08.2008	28.08.2008	Herbst 2008
Düngerart und Nährstoffmenge (kg /ha)	Rindergülle (60 N)	Festmist (75 N)	Hühnermist (60 N)	HTK (50 N)
Düngung Frühjahr	20.03.2009	02.03.2009	-	23.03.2009
Düngerart und Nährstoffmenge (kg /ha)	Rindergülle (55 N)	Getreideschlempe (33 N)	-	HTK (70 N)
Ertrag (dt/ha) [Angabe Betrieb]	15 (RS) / 14 (MS)	25	20	31
Ernte-Datum Betrieb	06.08.2009	14.07.2009	28.07.2009	20.07.2009
Ertrag (dt/ha) [m ² -Beprobung]	15	36	35	36
Ernte-Datum [m ² -Beprobung]	15.07.2009	12.07.2009	03.07.2009	03.07.2009
Lage des Schläges	Wald im NO, Knicks in SO und SW	freies Feld, wenige Randstrukturen	Baumstrukturen in S und N, sonst freies Feld	freies Feld, geringe Randstrukturen in weiterer Entfernung

Tab. A 2: Standortcharakterisierung und Anbaumanagement für die Großparzellenversuche im Anbaujahr 2009/2010

	Großparzellenversuche					Praxisthechnische				
	Mischsaat	Fangstreifen		Fangstreifen		Fangstreifen		Mischsaat	Reinosaat	
Standort	Trenthorst	Liemehna	Neu-Eichenberg	Ebergrößen	Stöckendrabber	Belim	Ebergrößen	Ebergrößen	Reinosaat	
Bundesland	Schleswig-Holstein	Sachsen	Hessen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Ebergrößen	
Landschaftsraum	östliches Hügelland	Leipziger Tieflandsbucht	nordhessisches Hügelland	Kreis Göttingen	Nauadörfen Land	Osnabrücker Land	Landkreis Göttingen	Landkreis Göttingen	Landkreis Göttingen	
Bedenpunkte	53	45	52	75	38-42	45	45	50	50	
Bodenart	sL	sL	ll	sL	sL	IS	sL	sL	sL	
Gehaltsklasse Grundnährstoffe (P, K, Mg, pH)	D, C, D, C	C, C, A, B	B, A, D, C	C, B, C, C	C, B, B, C	C, C, C, C	B, B, D, C	A, B, D, C	A, B, D, C	
Vor-Vorfrucht	Kleegras	Wf-Weizen	Klee	Wf-Weizen	Körnermais	Weizen	Ackerbohne	Ackerbohne	Ackerbohne	
Vorfrucht	So-Gerste	Wf-Weizen	Weizen	Kartoffeln	Dinkel+US	Dinkel	Halter	Halter	Halter	
Vorfrucht	So-Erbse/Gerste	Triticale	Wf-Erbse/Rogggen	Wf-Weizen	Untersaat	Triticale	Triticale	Triticale	Triticale	
Bodenbearbeitung (Tiefe in cm)	Pflug (27) Grubber (10) Kreisellegge (5)	Pflug	Pflug (25) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	Pflug (20) Kreisellegge	
Rapsarte (Kötm ²)	Robust (70)	Express+Vision (130)	Robust (70)	Aldo (70)	Lorenz	Ladoga	Vicky (70)+Largo (5)	Vicky (70)	Vicky (70)	
Aussaattermin	20.08.2009	28.08.2009	31.08.2009	31.08.2009	Fangstreifen: Largo	Fangstreifen: Largo	28.08.2009	28.08.2009	28.08.2009	
Reihenabstand [cm]	37,5	14	30	12	11	12,5	12,5	12,5	12,5	
Unkrautregulierung	3 x Hacken 24.08.2009 06.04./08.04.2010	keine	1 x Hacken 08.10.2009 18.04.2010	keine	keine	Striegel	keine	keine	keine	
Düngung Herbst:	17.08.2009	04.08.2009	keine	22.10.2009	keine	keine	keine	keine	keine	
Düngerart und Nährstoffmenge (kg/ha)	Rindergülle (50 N)	Festmist (150 N)	-	Hühnergülle (58 N)	-	-	-	-	-	
Düngung Frühjahr	07.04.2010	19.04.2010	keine	17.03.2010	05.03.2010	Feb 10	20.03.2010	30.03.2010	30.03.2010	
Düngerart und Nährstoffmenge (kg/ha)	Rindergülle (40 N)	Vertdünger (2 S + Akre)	-	Hühnergülle (84 N)	Gärsaatrat (85 N, 20 P, 80 K)	Jungheuenmist (40 N, 15 P, 20 K)	Hühnergülle+ ZR-Vinasse (10 N + 20 S)	Hühnergülle+ ZR-Vinasse (10 N + 20 S)	Hühnergülle+ ZR-Vinasse (10 N + 20 S)	
Ertrag (t/ha)	21	23 (MS) / 33 (RS)	12	Umbruch	22	23	22	22	22	
Erntedatum (Betrieb)	21.07.2010	Ende August	04.08.2010	-	-	-	-	-	-	
Ertrag (t/ha)	25	36	10	Umbruch	26	32	31	keine	keine	
[m ² -Beprobung]	19.07.2010	20.07.2010	26.07.2010	-	08.07.2010	02.07.2010	12.07.2010	-	-	
Lage des Schlags	Wald in NO und N	Hedenstrukturen an einer Seite des Schlags in NO	Hedenstrukturen in S, W und N, sonst freies Feld	freies Feld ohne Randstrukturen	freies Feld ohne Randstrukturen	Wald in NO und NW, nicht angrenzend an den Schlag	in W, S und O Heden und Randstrukturen	Wald in O, sonst freies Feld	Wald in O, sonst freies Feld	

Tab. A 3: Standortcharakterisierung und Anbaumanagement für die Großparzellenversuche im Anbaujahr 2010/2011

	Mischsaat	Fangstreifen	Fangstreifen	ReinSaat	Fangstreifen	ReinSaat	Fangstreifen	ReinSaat
Standort	Lüneburg	Eberglitzen	Stöckendreeber I	Stöckendreeber II	Wiedersachsen I	Wiedersachsen II	Wiedersachsen I	Wiedersachsen II
Bundesland	Sachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen
Bodengründe	46	48-58	84	84	86-90	86-90	86-90	86-90
Bodenart	Lehmi		sL	sL	sL	sL	sL	sL
Gehaltsklasse Grundnährstoffe (P, K, Mg, pH)	C, C, B, C	C, C, C, B	C, C, C, B	D, D, C, C	C, D, C, C	C, D, C, C	C, D, C, C	C, C, C, C
Vor-Vorfrucht	K.A.	Möhren	Dinkel	Dinkel	Kleesgras	Kleesgras	Kleesgras	Kleesgras
Vor-Vorfrucht	Erbsen	Winterweizen	Dinkel	Dinkel	WV-Weizen	WV-Weizen	WV-Weizen	WV-Weizen
Vorfrucht	Weizen	Wintertriticale	Kleesgras	Kleesgras	WV-Gerste	WV-Gerste	WV-Gerste	WV-Gerste
Bodenbearbeitung (Tiefe in cm)	Pflug (ca. 25)	Pflug (25)	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug	Pflug
Repsorte (kg/m²)	Express+Vision (ca. 100)	King 10, Kadore, Alkido, Sherlock (100)	Kreiseloge	Kreiseloge	Kreiseloge	Kreiseloge	Kreiseloge	Kreiseloge
Aussetztermin	14.09.2010	19.08.2010	04.09.2010	04.09.2010	04.09.2010	04.09.2010	04.09.2010	04.09.2010
Reihenabstand (cm)	14	12	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Unkrautregulierung	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Düngung Herbst:	12.10.2010	10.08.2010	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Düngerart und Nährstoffmenge (kg/ha)	100 dt Schlempe (66 N, 28 P, 91 K, 10 S) Blattdünger Akra Kombi	Hühnergülle+1,5kg S/m²; (66 N, 21 S)	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Düngung Frühjahr	keine	07.03.2011	24.02.2011	24.02.2011	23.04.2011	23.04.2011	23.04.2011	23.04.2011
Düngerart und Nährstoffmenge (kg/ha)	-	Hühnergülle+1,5kg S/m²; (66 N, 21 S)	17 m³ Garsubstrat (68 N, 26 P, 83 K) 1,4 dt Kieserit (31 S, 38 Mg)	17 m³ Garsubstrat (68 N, 26 P, 83 K) 1,4 dt Kieserit (31 S, 38 Mg)	Flüssigmist (60 N, 3 P, 90 K)	Flüssigmist (60 N, 3 P, 90 K)	Flüssigmist (60 N, 3 P, 90 K)	Flüssigmist (60 N, 3 P, 90 K)
Ertrag (dt/ha) [Angabe Betrieb]	< 5	14	16	16	13	13	13	13
Erntedatum Betrieb	15.08.2011	22.08.2011	20.07.2011	20.07.2011	20.07.2011	20.07.2011	20.07.2011	20.07.2011
Ertrag (dt/ha) [m²-Beprobung]	3	18	17	31	12	10	10	10
Erntedatum [m²-Beprobung]	12.07.2011	04.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	07.07.2011	07.07.2011	07.07.2011	07.07.2011
Lage des Schläges	ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Kriech oder Weid	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen
Lage des Schläges	ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Kriech oder Weid	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen	freie Feld ohne Randstrukturen

Tab. A 4: Standortcharakterisierung und Anbaumanagement für die Großparzellenversuche im Anbaujahr 2010/2011

	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat
Standort	Hameln	Kreienstein II	Kreienstein I	Bovenstein	Bovenstein II	Mohrdörich	Langbellig	Steinbrode	Finckenthal I	Finckenthal II	Reinsaat	Reinsaat	Reinsaat	Brook	
Bundesland	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Sachsen-Anhalt	Sachsen-Anhalt	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen	Niedersachsen
Bodenart	65	43-78	35	45	45	45	45	41	15-30	40-55	40-55	40-55	40-55	69	
Bodenart	eL	L	IS	eL	eL	eL	eL	eL	IS	eL	eL	eL	eL	eL	
Gefälle	C, C, C, C	A, B, C, C	C, E, C, D	A, B, C, B	k.A.	k.A.	D, C, C, B	k.A.	-	-	-	-	-	B, B, B, C	
Nährstoffgehalt (P, K, NO ₃)	Dinkel	Winterweizen	Kartoffeln	S Gerste	S Gerste	Kleegras	Dinkel	W. Weizen	Kartoffel + Zfr. Senf	Hafer	Hafer	Hafer	Hafer	Sommerweizen	
Vor-/Vorfrucht	Weizen	Trifolium	Trifolium	S Gerste	W. Roggen	Dinkel	Kleegras	So. Gerste	W. Weizen + Zfr. A.B.S.	Trifolium	Trifolium	Trifolium	Trifolium	Rohrweizen	
Vorfrucht	Weizen	Ackerbohnen	Erbse	W. Roggen	W. Roggen	Dinkel	Kleegras	Gras	So. Raps (gemulcht)	W. Gerste	W. Gerste	W. Gerste	W. Gerste	Rohrweizen	
Bodenbearbeitung	Pflug (30)	Horsch-Terrano (20)	Horsch-Terrano (20)	Pflug (30)	Pflug (25)	Pflug (15)	Pflug (25)	Pflug (25)	Grubber (10)	Schleppmulde (20)	Pflug (25)	Pflug (25)	Pflug (25)	Pflug (25)	
(Tiefe in cm)	Kreisellegge (10)	Kreiselgraben	Kreiselgraben	Kreisellegge	Kreisellegge (10)	Kreisellegge	2x Kreisellegge (4x2)	Kreisellegge	Grubber (20)	Grubber (20)	Grubber (20)	Grubber (20)	Grubber (20)	Federzinkenlegge	
Rassante (Körner)	Visby (60)	NK Patrol	Visby (60)	Visby (60)	Visby (60)	Visby (60)	V 140 OL (-70)	Albedo (75)	Albedo (75)	Albedo (75)	Albedo (75)	Albedo (75)	Albedo (75)	V 140 OL (70)	
Aussaattermin	04.09.2010	25.08.2010	09.08.2010	25.08.2010	25.08.2010	21.08.2010	14.08.2010	25.08.2010	25.08.2010	22.08.2010	22.08.2010	22.08.2010	22.08.2010	22.08.2010	
Reifezustand (ent)	12,0	12,0	20	20	20	37,0	12,0	30	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	20	
Unkrautmanagement	keine	keine	keine	keine	keine	2x Hacken	keine	08.10.10 / 20.04.11	01.02.10: Hacke 06.10.10: Hacke 17.10.10: Spritz 08.04.11: Hacke	01.02.10: Spritz 24.08.10: Hacke 06.10.10: Hacke	01.02.10: Hacke 06.10.10: Hacke 17.10.10: Spritz 08.04.11: Hacke	01.02.10: Hacke 06.10.10: Hacke 17.10.10: Spritz 08.04.11: Hacke	01.02.10: Hacke 06.10.10: Hacke 17.10.10: Spritz 08.04.11: Hacke	01.02.10: Hacke 06.10.10: Hacke 17.10.10: Spritz 08.04.11: Hacke	2 x Hacken 08.10.10 / 20.04.11
Düngung Herbst:	18.10.2010	22.10.2010	30.08.10	30.08.2010	30.08.2010	08.09.2010	vor Umbau: 18.08.2010 22.07.2010 27.07.2010	-	08.09.2010	08.09.2010	08.09.2010	08.09.2010	08.09.2010	08.09.2010	08.09.2010
Düngung und Nährstoffmenge (kg/ha)	BioGülle (55 N, 18 P, 50 K)	Schwedokal II (4 S)	Bio-HTK (165 N, 150 P)	Bio-HTK (80 N, 81 P)	Bio-HTK (80 N, 81 P)	kohlensaurer Kalk	Rindgülle (77 N) Rindgülle (70 N) Rindphosphat (64 P)	-	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)	Bio-HTK (45 N, 25 P, 20 K)
Düngung Frühjahr	09.02.2011	20.02.2011	(Beregnung, 30 mm) (20.04.11)	(Beregnung, 30 mm) (20.04.11)	(Beregnung, 30 mm) (20.04.11)	-	-	7/8.02.2011 05.04.2011	17.02.2011	24.02.2011	24.02.2011	24.02.2011	24.02.2011	14.4.-18.4.	
Düngung und Nährstoffmenge (kg/ha)	BioGülle (55 N, 18 P, 50 K)	Schwefel (40 S)	Schwefel (40 S)	Schwefel (40 S)	Schwefel (40 S)	-	-	Rindmisch (100 N) Patentkali (80 K, 10 Mg, 43 S)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	BioGülle (65 N, 10 P, 50 K)	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	25	15	4	11	11	12	18	11	0-3	10	10	10	10	3	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	28.07.2011	06.07.2011	20.07.2011	20.07.2011	20.07.2011	04.08.2011	01.08.2011	02.08.2011	04.08.2011	04.08.2011	04.08.2011	04.08.2011	04.08.2011	04.08.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	28.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	19.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	
Ertrag (t/ha) (Anbau)	11.07.2011	10.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2011	11.07.2									

Tab. A 5: Bestandesdichten von Raps und Rübsen vor und nach dem Winter an den untersuchten Standorten in den Jahren 2009–2011

			vor Winter		nach Winter		
			Raps	Rübsen	Raps	Rübsen	
2009	Trenthorst	RS	40		40		
	Trenthorst	MS	33	3	35	4	
	Liemejna	RS	91		102		
	Liemejna	MS	89	6	114	8	
	Wiebrechthausen	FS	36		33		
	Neu-Eichenberg	FS	46		49		
2010	Trenthorst	RS	41		21		
	Trenthorst	MS	46	8	28	5	
	Liemejna	RS	72		24		
	Liemejna	MS	52	10	17	6	
	Ebergötzen	FS	45		32		
	Neu-Eichenberg	FS	53		41		
	Stöckendrebber	FS	43		40		
	Belm	FS	60		48		
	Ebergötzen	MS	60	7	48	5	
	Ebergötzen	RS	43		40		
	Liemejna	RS	67		47		
	Liemejna	MS	69	7	52	5	
	Ebergötzen	FS	96		71		
	Neu-Eichenberg	FS	k.A.		33		
	2011	Hamel	RS	n.b.		41	
		Kreiensen I	RS	n.b.		22	
Kreiensen II		RS	n.b.		47		
Bevensen I		RS	n.b.		48		
Bevensen II		RS	n.b.		47		
Mohrkirch		RS	n.b.		50		
Langballig		RS	n.b.		56		
Stahlbrode		RS	n.b.		40		
Finckenthal I		RS	n.b.		28		
Finckenthal II		RS	n.b.		33		
Brook		RS	n.b.		27		

RS = Raps-Reinsaat, MS = Mischsaat Raps mit Rübsen, FS = Raps mit Fangstreifen Rübsen

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“ – ANHANG II

Tab. A6: Befallswerte bezüglich Rapsglanzkäfer (RGK), Rapsstängel-, Koltrieb- und Kohlschotenrüssler, sowie Fraßganglängen der Winterraps-Praxisschläge mit Rübsenumrandung, bzw. flächiger Rübsenmischsaat und den Vergleichsvarianten in 2010 und 2011.

Variante Nr.	Ort	Jahr	Variante	Kultur	RGK Klopffproben Fläche unter Kurve	RGK Klopffproben rel. zur Kontrolle	RGK-Schaden % Stielchen	% Stielchen Stabw +/-	RGK-Schaden rel. zur Kontrolle	Anzahl Larven Stängelrüssler	Stabw +/-	Fraßganglänge [cm] Stängelrüssler	Stabw +/-	Anzahl Kohltriebrüssler (N=20 Stängel)	Stabw +/-	Kohlschotenrüssler % befallene Schoten	Stabw +/-	
1a	Ebergötzen	2010	5 % Mischsaat	Rübsen	1637	2,5	18,3	1,8	2,6								n.b.	n.b.
1a	Ebergötzen	2010	95 % Mischsaat	Raps	789	1,2	17,3	4,1	2,4								2,13	1,7
1b	Ebergötzen	2010	100 % Kontrolle	Raps	645	1,0	7,13	1,1	1,0			1,44	0,6				5,63	1,5
2a	Stöckendrebber	2010	Umrandung	Rübsen	1235	1,2			n.b.									
2b	Stöckendrebber	2010	Kernfläche	Raps-Sorten	1023	1,0	13,2	3,2										
3a	Belm	2010	Umrandung	Rübsen	2124	1,6												n.b.
3b	Belm	2010	Kernfläche mit Umrandung	Raps	1306	0,99	25,7	3,0										n.b.
3c	Belm	2010	Kontrolle Raps ohne Umrandung	Raps	1323	1,0	-	n.b.										n.b.
3d	Belm	2010	Kontrolle Raps	Umbruch ab BBCH 55	2936	2,2	-	-										
4	Wiebrechtshausen	2010	Kernfläche mit Umrandung	Umbruch wegen Auswinterung														
5a	Stöckendrebber	2011	Umrandung	Rübsen	2538	1,5												
5b	Stöckendrebber	2011	Kernfläche	Raps	1654	1,0	34,6	3,7	3,8	2,7	1	21,6	6,9	0,1	0,2		n.b.	
5c	Stöckendrebber	2011	Kontrolle	Raps	2057	1,2	9,0	2,9		3,0	0	25,1	3,6	2,9	1,2		n.b.	
6a	Wiebrechtshausen	2011	Umrandung	Rübsen	1397	3,0												
6b	Wiebrechtshausen	2011	Kernfläche	Raps	755	1,6	15,8	6,3	0,6	1,3	2	8,4	9,5	0,3	0,3		n.b.	
6c	Wiebrechtshausen	2011	Kontrolle	Raps	468	1,0	24,5	2,8		0,8	1	3,7	2,2	0,5	0,3		n.b.	
7	Belm	2011	Kernfläche mit Umrandung	Umbruch wegen Auswinterung														

ANHANG III

Mischsaat- und Pflanzenschutzmittelversuche im JKI

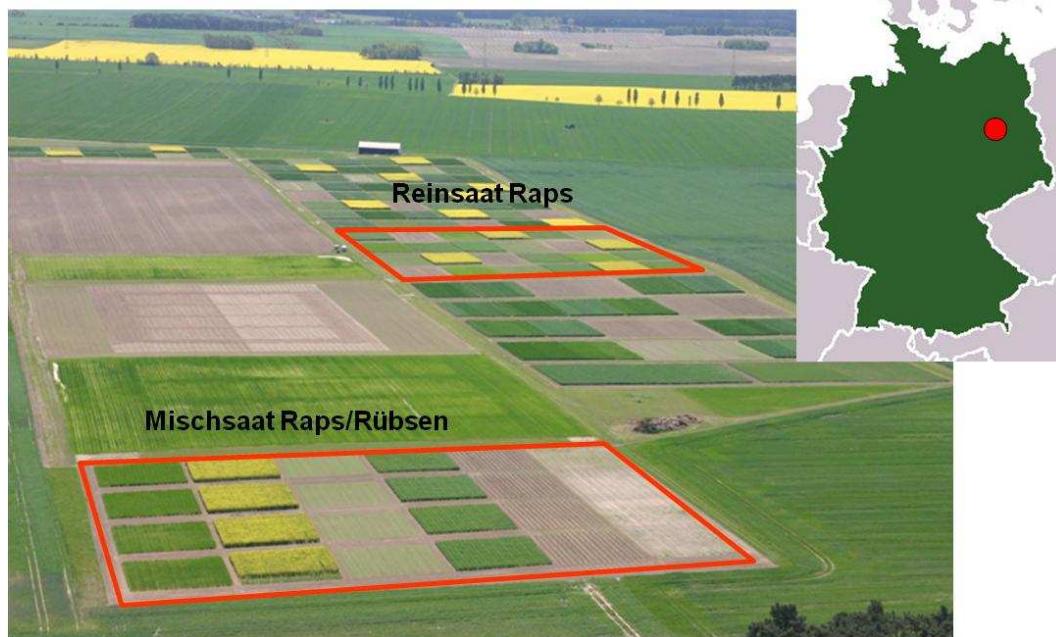


Abb. 11: Luftbildaufnahme der Schläge für die Mischsaat- und Pflanzenschutzmittelversuche im JKI in Dahnsdorf 2008-2011

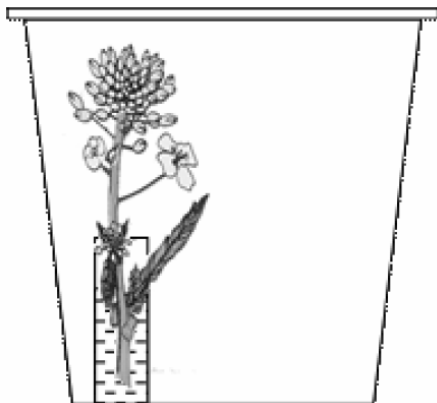


Abb. 12: Schematischer Aufbau des Knospenstandversuches, Labor Kleinmachnow.



Abb. 13: Versuchsaufbau des Wahlversuches, Labor Kleinmachnow (Foto: KÜHNE). PSM = Pflanzenschutzmittelanwendung, u. K. = unbehandelte Kontrolle.

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“



Abb. 14: Versuchsaufbau des Glasröhrchentestes, Labor Julius Kühn-Institut Braunschweig (Foto: MÜLLER).

ANHANG IV

Übersicht der Publikationen im Projektzeitraum

DÖRING A (2009) Schädlingsregulierung mit Rübsen-Fangpflanzen im Ökologischen Rapsanbau. Öko – Raps-Feldtag auf dem Kloostergut Wiebrechtshausen, 12. Mai 2009, Veranstalter: KWS SAAT AG und Naturland.

DÖRING A, WEDEMEYER R, ULBER B, SAUKE H (2010) Rübsen-Fangstreifen als Maßnahme zur Regulierung des Schädlingsbefalls in Winterraps. DPG-Projektgruppe Raps 2010, 23./24.02.2010.

DÖRING A, WEDEMEYER R, ULBER B, SAUKE H (2010) Rübsen-Fangstreifen als Maßnahme zur Regulierung des Schädlingsbefalls von Winterraps. Julius-Kühn-Archiv 428, 282-283, 2010.

DÖRING A, WEDEMEYER R, SAUCKE H und ULBER B (2011) Rübsen (*Brassica rapa* var. *silvestris*) als Fangpflanze zur Kontrolle von Schadinsekten in Winterraps. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen 15.-18.03.2011, G. Leithold, K. Becker et al. (Hrsg.), Band 1, 304-305.

DÖRING A, WEDEMEYER R, SAUCKE H & ULBER B (2011) Rübsen-Fangstreifen zur Regulierung von Schädlingen im Winterraps. Öko – Raps-Feldtag Kloostergut Wiebrechtshausen, 24. Mai 2011, Veranstalter: KWS SAAT AG und Naturland.

DÖRING A, ULBER B (2011) Host plant quality of various brassicaceous species for the larvae of cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L.). Abstract Book of the 12th International Rapeseed Congress, Prague, June 5 – 9, 2011, 140.

DÖRING A, WEDEMEYER R, SAUCKE H & ULBER B (2011) Control of insect herbivores on winter oilseed rape by turnip rape trap crops. Book of Abstracts, Entomologentagung Berlin, 21.-24. März 2011.

DÖRING A & ULBER B (2011) Adult feeding preference and larval performance of cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L.) on brassicaceous host plants. Book of Abstracts, Entomologentagung Berlin, 21.-24. März 2011.

DÖRING A, ULBER B (2012) Kohlschotenmücken in Winterraps - Ein perfektes Befallsjahr. DLG-Mitteilungen 3/2012, 54-57.

DÖRING A, WEDEMEYER R, SAUCKE H & ULBER B (2012) Attraktivität verschiedener Rübsensorten als Fangpflanzen für Schadinsekten an Winterraps. DPG- Arbeitskreis Integrierter Pflanzenschutz - Projektgruppe Raps, Braunschweig 28./29.02.2012

Abschlussbericht „Schädlingsregulierung im ökologischen Winterrapsanbau“

DÖRING A (2012) Effect of plant characteristics on host plant selection and larval performance of specialist insect pests on Brassicaceae. Dissertation Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen.

KÜHNE S, LUDWIG T, BÖHM H, IVENS B, ULBER B, DÖRING A, SAUKE H, WEDEMEYER R, EBERT U (2010) Käfer mit Rübsen anlocken. Bioland 05/2010, 12.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., KÜHNE S. & BÖHM H. (2010): Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Misanbau mit Rübsen (*Brassica rapa*). Bioland, Heft 5/2010.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., KÜHNE S. & BÖHM H. (2010): Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Misanbau mit Rübsen (*Brassica rapa*) Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin, 6.–9. September.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., MAYER J., KÜHNE S. & BÖHM H. (2010): Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Misanbau mit Rübsen (*Brassica rapa*). Berichte aus dem Julius Kühn-Institut 157.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., MAYER J., KÜHNE S. & BÖHM H. (2011): Organic Control of Oilseed Rape Pests through Natural Pesticides and Mixed Cultivation with Turnip Rape. <http://precedings.nature.com/documents/5741/version/1>.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., MAYER J., KÜHNE S. & BÖHM H. (2011): Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Misanbau mit Rübsen. In: Leibold G., Becker K., Brock C., Fischinger S., Spiegel A.K., Spory K., Wilbois K.P., Williges U. (Hrsg.). Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer landbau, Gießen, 16. –18. März 2011, Band 1 Boden-Pflanze-Umwelt, Lebensmittel und Produktqualität. Verlag Dr. Köster, Berlin.

LUDWIG T., JANSEN E., TROST B., MAYER J., KÜHNE S. & BÖHM H. (2011): Organic Control of Oilseed Rape Pests through Natural Pesticides and Mixed Cultivation with Turnip Rape. In Neuhoff D., Halberg N., Rasmussen I. A., Hermansen J., Ssekyewa & Sohn S. M. (Eds.). Organic is life – knowledge for tomorrow. Proceedings of the third scientific conference of ISOFAR. Vol. 1: Organic crop production. S. 591–594.

LUDWIG T., KÜHNE S. & BÖHM H (2011). Pest control in organic winter rapeseed - Turnip rape as a trap crop and the application of natural pesticides. Programme and Abstracts. IOBC Working Group on Integrated Control in Oilseed Crops (ICOC), 4. –6. Oktober 2011, Göttingen. <http://wwwuser.gwdg.de/~iobc/download/2011-abstracts-IOBC-WG-ICOC.pdf>