

Versuchsbericht Raps 2009



Claudia Daniel
08.09.2009

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	2
2. Überwachung der Rapsglanzkäfer 2008 und 2009	5
3. Regulierung des Rapsglanzkäfers mit Gesteinsmehl	14
4. <i>B. bassiana</i> zur Regulierung des Rapsglanzkäfers	22
5. Düngungsversuch mit Spurenelementen	28
6. Dank	31
7. Anhang	32

1. Zusammenfassung

1.1 Überwachung der Rapsglanzkäfer 2008 und 2009

Die Jahre 2008 und 2009 waren bezüglich der Aktivität der Rapsglanzkäfer sehr verschieden: Im milden Winter im Jahr 2008 setzte der Flug der Rapsglanzkäfer schon recht früh (Februar) ein, blieb aber dann aufgrund des regnerischen, kühlen Frühjahr bis zu Blühbeginn sehr niedrig. Zu kritischen Situationen kam es in nur warmen Lagen mit schwerem, kühlen Boden (Fricktal): Die warmen Temperaturen sorgten für eine starke Käferaktivität, während die kühlen Böden das Pflanzenwachstum und die Blütenentwicklung bremsen.

Im kalten, schneereichen Winter im Jahr 2009 setzte die Aktivität der Käfer erst sehr spät ein. Mit dem abrupten Temperaturanstieg Anfang April fand jedoch ein starker Masseneinflug der Käfer in die Felder statt. Im Fricktal traten dabei wiederum die meisten Käfer auf. Mit bis zu 10 Käfern pro Pflanze zu Beginn der Blütenentwicklung Anfang April war die Schadschwelle um das fünffache überschritten.

Ziel der Überwachung der Käfer auf möglichst vielen Rapsfeldern war einerseits eine genauere Einschätzung der Befallssituation. Andererseits sollte das Verständnis von Biologie und Wanderbewegungen der Käfer im zeitigen Frühjahr verbessert werden, um die Befallsprognose zu verbessern, und die bisher sehr niedrigen, für den konventionellen Anbau ausgelegten Schadschwellen für Biobedingungen anzupassen. Die Überwachung der Rapsglanzkäfer auf 93 Feldern (2008: 45 Felder; 2009: 48 Felder) im Fricktal, Reusstal und in der Region Frauenfeld/Weinfeldern führte zu folgenden Ergebnissen:

- (1) Auf kleineren Feldern wurden mehr Rapsglanzkäfer beobachtet als auf grösseren Feldern. Je länger und schmaler ein Feld war, umso mehr Käfer wurden beobachtet. Da die Käfer vom Feldrand einwandern, können mit grossen, kompakten Feldern hohe Käferdichten vermieden werden.
- (2) Je weiter die Knospenentwicklung Anfang April fortgeschritten war, umso mehr Käfer traten auf. Ende April kehrte sich diese Beobachtung um: auf weiter entwickelten Feldern wurden weniger Käfer beobachtet. Da die Käfer sehr mobil sind, sind sie offensichtlich in der Lage, Felder mit Knospen im optimalen Stadium (=möglichst viele möglichst grosse Knospen, keine offenen Blüten) gezielt auszuwählen und anzufliegen.
- (3) Auf Feldern in Waldnähe (=Überwinterungsort der Käfer) traten mehr Käfer auf. Bei Biofeldern mit der spätblühenden Sorte Robust war dieser Effekt wegen des verzögerten Einflugs der Käfer jedoch weniger ausgeprägt als auf IP-SUISSE-Feldern. Von den Biofeldern wurden Bestände mit kräftigeren Pflanzen von den Rapsglanzkäfern bevorzugt angefliegen.
- (4) Der Schotenansatz wurde insgesamt an mehr als 1400 Pflanzen erfasst. Der Schotenansatz auf Biofeldern schwankte mit 13 und 247 Schoten pro Pflanze (Mittelwert: 79 Schoten pro Pflanze) sehr stark und war in den meisten Fällen niedriger, als der Schotenansatz auf IP-SUISSE-Feldern (105-260 Schoten / Pflanze, Mittelwert 178).
- (5) Der Schotenansatz auf Biofeldern war umso höher, je kräftiger die Bestände waren. Insbesondere Felder nach der Vorkultur Kunstwiese und mit zusätzlichen Düngergaben im Herbst hatten einen höheren Schotenansatz. Im Fricktal war der Schotenansatz schlechter als in den anderen Regionen, was nicht allein mit der höheren Käferaktivität erklärt werden kann. Der Käferbefall Anfang April hatte einen negativen Einfluss auf den Schotenansatz. Mit fortschreitender Blütenentwicklung nahm der Einfluss der Käfer ab: Die Anzahl Käfer Ende April hatte keinen Einfluss auf den Schotenansatz.
- (6) Der Anteil geschädigter Blüten (19-66%) auf den Bio-Feldern war umso grösser, je mehr Käfer Anfang April auf den Feldern beobachtet wurden, je weniger weit die Blütenentwicklung zu diesem Zeitpunkt fortgeschritten war und je schwächer die Pflanzen entwickelt waren. Auch die Knospen an den Seitentrieben wurden stark durch die Käfer geschädigt.
- (7) Auf vielen Feldern wurden Knospenwelkesymptome beobachtet. Die Unterscheidung zwischen Knospenwelke und Käferschaden ist extrem wichtig, um Fehlinterpretationen zu

vermeiden. Die Knospenwelke trat vor allem in schwachen Beständen und bei hohem Stängelrüsslerbefall auf.

- (8) Der Ertrag in den Jahren 2008 und 2009 lag auf IP-SUISSE-Feldern zwischen 19 und 44 dt / ha (Mittelwert: 34 dt / ha). Die Biofelder brachten 4 bis 29 dt Ertrag pro Hektar (Mittelwert 15 dt / ha).
- (9) Über beide Jahre betrachtet, konnte auf den Feldern der IP-SUISSE Feldern kein Zusammenhang zwischen Käferbefall und Ertrag festgestellt werden. Obwohl nach den Insektizidbehandlungen durchschnittlich 40% weniger Käfer auf den behandelten Feldern zu finden waren, hatte die Anzahl Insektizidbehandlungen auch keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf den Ertrag, was aber möglicherweise auf die zu geringe Anzahl untersuchter Felder zurückzuführen ist. Für einen kostendeckenden Einsatz müssten nach Insektizidspritzung ca. 10 dt / ha mehr Ertrag erzielt werden.
- (10) Die Wirkung der Käfer auf den Ertrag von Biofeldern war im Vergleich zum Einfluss anderer Anbauparameter vernachlässigbar. Ertragsrelevante Faktoren waren die Feldform (je grösser und kompakter umso besser), die Düngung (je mehr kg N umso besser; vor allem Düngergaben im Herbst wirkten ertragssteigernd), das Anbausystem (Reihensaat besser als Breitsaat), die Aussaatmenge (tendenziell je höher umso besser).
- (11) Neben dem Rapsglanzkäfer wurden andere Schädlinge erfasst: Der Stängelrüssler trat sehr stark auf: 94% der Pflanzen auf Bio-Feldern und 76% der Pflanzen auf IP-SUISSE-Feldern waren befallen. Der Befall war auch bei diesem Schädling auf kleinen, schmalen Feldern höher als auf grossen kompakten Parzellen. Die Stängelrüssler bevorzugten eher kräftige Pflanzen mit weiterem Pflanzabstand. Von den befallenen Pflanzen bildeten jedoch nur 20 (IP-SUISSE) bzw. 33% (Bio) der Pflanzen starke Symptome (geplatze, verkrümmte Stängel) aus.
- (12) Mit 1% (IP-SUISSE) bis 3% (Biofelder) geschädigten Schoten trat die Schotenmücke nur in geringen, nicht ertragsrelevanten Dichten auf.
- (13) Keiner der untersuchten Schädlinge (Rapsglanzkäfer, Stängelrüssler, Schotenmücke) hatte einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag.

Die Versuche sollen fortgeführt werden, um mit Daten aus mehreren Jahren allgemein gültige Aussagen treffen zu können. Bei ersten Versuchen im Jahr 2007 wurden die Käfer auf 18 Bio-Feldern überwacht. Auch da hatten die Rapsglanzkäfer keine ertragsrelevante Wirkung.

1.2 Regulierung des Rapsglanzkäfers mit Gesteinsmehl

In einem Feldversuch mit grossen Versuchsparzellen (0.5 ha) wurde Gesteinsmehl (Klinofeed) mit einem Kastendüngersteuer in einer Aufwandmenge von 300 kg / ha im April zweimal gestäubt. Die Gesteinsmehlbehandlungen reduzierten die Anzahl Käfer pro Pflanze um 73% (einen Tag nach der Behandlung) bis 78% (9 Tage nach Behandlung). Diese Reduktion hatte einen höheren Schotenansatz zur Folge: am Haupttrieb wurden 46% mehr Schoten gebildet. Obwohl die Pflanzen in der Kontrolle den Schaden teilweise durch die Bildung von Nebentrieben ausglich, war der Schotenansatz an der gesamten Pflanze im Steinmehlverfahren noch 34% höher als in der Kontrolle. Neben der unbehandelten Kontrolle wurde als Vergleich eine Parzelle mit zusätzlicher Güllegabe (40 m³) im Versuch integriert. Diese Güllegabe hatte einen vergleichbar guten Effekt auf den Schotenansatz am Haupttrieb, wie die zweimalige Gesteinsmehlapplikation. Bezogen auf die Schoten an der gesamten Pflanze (inkl. aller Nebentriebe) hatte die Gülle sogar einen leicht besseren Effekt als die Gesteinsmehlbehandlungen. Diese Beobachtung zeigt, dass der Rapsglanzkäfer unter Biobedingungen nicht der ertragsbegrenzende Faktor ist, sondern dass zusätzliche Düngergaben nötig wären. Trotz der starken Reduktion der Käfer und trotz des höheren Schotenansatzes in den Gesteinsmehlparzellen waren bei der Ernte keine Ertragsunterschiede messbar: in den Gesteinsmehlparzellen lag der Ertrag bei 11.3 dt / ha, in der Kontrolle bei 11.5 dt / ha. Die Gülle-Parzelle wurde nicht separat geerntet. Für einen kostendeckenden Einsatz des Gesteinsmehls nach

einer zweimaligen Behandlung mit je 300 kg Gesteinsmehl pro Hektar mindestens 2.2 dt / ha mehr Ertrag erwirtschaftet werden.

1.3 *B. bassiana* zur Regulierung des Rapsglanzkäfers

In Feldversuchen auf vier Feldern (Sorten Robust und Rémy) mit 7 Wiederholungen und jeweils 0.18 ha grossen Versuchspartzen wurde der Einsatz des insektenpathogenen Pilzes *Beauveria bassiana* in einer öligen Formulierung gegen den Rapsglanzkäfer geprüft. Im April, im Stadium 51 BBCH und 57 BBCH (Rémy) wurden zwei Behandlungen ausgebracht. Die Witterungsbedingungen während des Versuchszeitraumes waren für eine Pilzinfektion vorteilhaft: milde Temperaturen, hohe Luftfeuchte, kein Regen. Die Versuche zeigten jedoch, dass *B. bassiana* kaum eine Wirkung auf die Rapsglanzkäfer hat: die Anzahl Käfer pro Pflanze wurde nicht reduziert, die Sterblichkeit der Käfer war nicht erhöht, nur ein minimaler Prozentsatz der Käfer war vom Pilz infiziert, der Schaden am Raps wurde nicht begrenzt. Auf eine parzellenweise Ernte wurde daher verzichtet. In allen im Versuch erfassten Parametern unterschieden sich die beiden Sorten Rémy und Robust deutlich.

1.4 Blattdüngung mit Spurenelementen

Zur Vorbeugung von Knospenwelkesymptomen wurden während der Knospenentwicklung (Stadium <50 bis 57 BBCH) drei Applikationen von verschiedenen Spurenelemente (Bor, Mangan, Kupfer, Kobalt, Zink) als Blattdüngung appliziert. Kurz vor Blühbeginn (Stadium 58-59 BBCH) wurde Pflanzenproben entnommen und im Labor untersucht. Die Behandlung hatte dabei keinen signifikanten Einfluss auf die erfassten Parameter. Der Anteil von Knospen mit Knospenwelkesymptomen wurde nur geringfügig um 13 % (Sorte Robust) bzw. 30% (Sorte Rémy) reduziert. Die ungenügende Wirkung ist möglicherweise auf die wachsige Oberfläche der Rapsblätter zurückzuführen: die Tropfen rollten nach der Behandlung auf den Blättern sehr schnell ab. Zwischen den Sorten wurden signifikante Unterschiede gefunden: Pflanzen der Sorte Rémy waren höher, schwerer, hatten einen grösseren Wurzelhalsdurchmesser, mehr Seitentriebe und mehr gesunde Knospen.

2. Überwachung der Rapsglanzkäfer 2008 und 2009

Die Rapsglanzkäfer sind sehr mobil. Bei sonnigem Wetter können die Käfer bis zu 3 km am Tag fliegen und sind somit in der Lage auch grössere Distanzen rasch zu überbrücken. Trotzdem ist der Befall in einem Gebiet meist nicht homogen: einige Felder werden stärker angefliegen, andere dagegen kaum.

Die Überwachung der Käfer auf möglichst vielen Rapsfeldern im Jahr 2008 und 2009 soll einerseits eine genauere Einschätzung der Befallssituation ermöglichen. Andererseits soll das Verständnis für die Biologie und Wanderbewegungen der Käfer im zeitigen Frühjahr verbessert werden. Erst mit diesen Angaben lässt sich die Befallsprognose verbessern und die bisher sehr niedrigen, für den konventionellen Anbau ausgelegten Schadschwellen für Biobedingungen anpassen.

2.1 Material und Methoden

2.1.1 Versuchsfelder

Um möglichst unterschiedliche Boden- und Klimaverhältnisse in die Untersuchung einzubeziehen, wurden Felder in drei Regionen (Fricktal, Reusstal und Frauenfeld/Weinfeldern) ausgewählt. Im Jahr 2008 wurden die Rapsglanzkäfer auf 45 Feldern (32 Felder Bio Suisse, 13 Felder IP-SUISSE, siehe Tabelle 1) regelmässig erfasst, im Jahr 2009 auf 48 Feldern (27 Felder Bio Suisse, 21 Felder IP-SUISSE, siehe Tabelle 1). Auf einigen Feldern wurden zusätzliche Versuche (Sortenvergleich, Düngungsversuch, Gesteinsmehlversuche) ausgewertet (Tabelle 1). Für diese Versuche wurden die Auszählungen für die jeweiligen Versuchspartellen separat durchgeführt.

Lage, Grösse und **Umfang** aller Felder wurde mittels GPS eingemessen. Der **Abstand der Felder zum nächsten Waldrand** (= Überwinterungsort der Rapsglanzkäfer) wurde nach der Digitalisierung der Daten im Programm Arc/Gis berechnet.

Die agronomischen Kenngrössen der Felder wurden von den Produzenten erfragt. Folgende Angaben wurden erfasst und in ihrer Wirkung auf den Rapsglanzkäfer und Ertrag ausgewertet: **Vorkultur; Pflugeinsatz** (ja/nein); weitere **Unkrautkuren** vor der Saat; **Saattermin; Sorte; Aussaatmenge; Saattiefe; Saattechnik** (Enge Reihe<25cm, Weite Reihe>25cm, Breitsaat); **Unkrautregulierung: Anzahl Striegel- und Hackdurchgänge, Herbizideinsatz**; Düngung: **kg N / ha im Herbst und im Frühjahr, Anzahl Düngergaben im Herbst und im Frühjahr, Einsatz von Hofdünger** (ja/nein) und **Handelsdünger** (ja/nein); **Ertrag** (dt / ha).

2.1.2 Erhebungen auf den Feldern und im Labor

Die **Anzahl Käfer pro Pflanze** sowie das **Entwicklungsstadium (BBCH)** der Pflanzen wurden zweimal erfasst: **Anfang April** (2008: 01.-03.04. BBCH <50-52; 2009: 06.-08.04. BBCH <50-54) und **Ende April** (2008: 28.-30.04. BBCH 57-65; 2009: 20.-21.04. BBCH 56-67).

Im Zentrum der Felder (bzw. der Versuchspartellen bei zusätzlichen Versuchen) wurden dabei an 5 Punkten jeweils 5 Pflanzen angeschaut. Am ersten Termin wurden die Käfer pro Pflanze visuell gezählt. Mit zunehmender Pflanzengrösse und zunehmender Käferanzahl konnten beim zweiten Termin Klopfproben an den Pflanzen durchgeführt werden, um die Anzahl Käfer zu erfassen.

Ende März wurde der Zustand der Felder und die Wuchskraft der Pflanzen erfasst (**Deckungsgrad mit Raps, Deckungsgrad mit Unkraut**, Vorhandensein von **Problemunkräutern, Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen**). Die Erhebungen erfolgten an je 5 Punkten im Zentrum des Feldes (bzw. der Versuchsparzelle) auf einer Fläche von 60x60 cm bzw. an 5 Pflanzen pro Probenahmepunkt.

Tabelle 1: Versuchsbetriebe für die Überwachung der Rapsglanzkäfer.

Produzent, Ort	Bio/IP	Anzahl Felder		Besonderheiten 2009
		2008	2009	
Region Fricktal				
P. Allemann, Frick	Bio	1 Feld	-	
D. Baumgartner, Mönthal	Bio	-	1 Feld	
T. Gisin, Zuzgen	IP-SUISSE	1 Feld	5 Felder	
M. Hasler, Zuzgen	IP-SUISSE	2 Felder	2 Felder	
H. Herzog, Hellikon	Bio	-	2 Felder	
E. Hilpert, Zuzgen	IP-SUISSE	3 Felder	7 Felder	
E. Reinle, Zuzgen	IP-SUISSE	1 Feld	2 Felder	
R. Rothacher, Zuzgen	Bio	1 Feld	-	
V. Schmid, Zuzgen	IP-SUISSE	1 Feld	1 Feld	
S. Schreiber, Wegenstetten	Bio	2 Felder	1 Feld	Gesteinsmehlversuch
R. Stefani, Full-Reuenthal	Bio	4 Felder	5 Felder	Sortenvergleich, B. bassiana Versuch, Düngungsversuch
U. Wendelspiess, Wegenstetten	Bio	3 Felder	2 Felder	Gesteinsmehlversuch
Region Reusstal				
D. Abbt, Hermetschwil	Bio	2 Felder	1 Feld	
K. Härry, Oberwil-Lieli	Bio	-	1 Feld	
B. Huber, Jonen	Bio	1 Feld	-	
W. Huber, Jonen	Bio	1 Feld	-	
U. Kaufmann, Oberwil-Lieli	Bio	1 Feld	2 Felder	
A. Kohler, Muri	Bio	1 Feld	1 Feld	
H. Schneebeili, Obfelden	Bio	1 Feld	1 Feld	Sortenvergleich
H. Stocker, Abtwil	Bio	1 Feld	-	
C. Villiger, Auw	Bio	1 Feld	1 Feld	
T. Weber, Ottenbach	Bio	1 Feld	1 Feld	
A. Widler, Jonen	Bio	-	1 Feld	
M. Widler, Jonen	Bio	-	1 Feld	
G. Winterberg, Bettwil	Bio	1 Feld	-	
A. Zobrist, Hendschiken	Bio	1 Feld	-	
Region Frauenfeld/Weinfelden				
G. Bachofner, Pfyn	Bio	-	1 Feld	
L. Baur, Islikon	IP-SUISSE	4 Felder	3 Felder	Gesteinsmehl
K. Biser, Pfn	Bio	1 Feld	-	
T. Buser, Altenklingen	Bio	2 Felder	-	
H. Gerber, Kefikon	Bio	1 Feld	1 Feld	
O. Hascher, Eschikofen	Bio	-	1 Feld	
M. Knellwolf, Gachnang	IP-SUISSE	1 Feld	1 Feld	
C. Meili, Pfn	Bio	1 Feld	1 Feld	Gesteinsmehl
M. Ramser, Illhart	Bio	3 Felder	1 Feld	
F. Schenk, Engwang	Bio	1 Feld	1 Feld	

Nach Ende der Blüte (2008: 02.-13.06.; 2009: 26.05.-19.06.) wurden in jedem Feld (bzw. in jeder Versuchparzelle) die **Anzahl Rapspflanzen**, sowie die **Höhe der Pflanzen** an 5 Punkten im Zentrum des Feldes auf 60x60 cm erfasst. Zudem wurden an jedem der 5 Probenahmepunkte drei Pflanzen abgeschnitten und im Labor untersucht (15 Pflanzen pro Feld). Dabei wurden im Labor folgende Parameter erfasst: **Wurzelhalsdurchmesser** der Pflanzen; **Gewicht** pro Pflanze; **Stängelrüsslerbefall** (Larve im Inneren der Stängel: ja /nein); **äusserliche Symptome** des Stängelrüsslerbefalls (gekrümmte, geplatze Stängel: ja/nein); **Haupttrieb gestaucht / tot** (ja/nein); **Anzahl Seitentriebe**; **Anzahl gesunde Schoten**; **Anzahl Rapsglanzkäferschäden** (=Anzahl kräftiger Schotenstiele ohne Schotenansatz); Anzahl durch **Knospenwelke** zerstörte Blüten (=Anzahl vertrockneter Schotenstiele ohne Schote); Anzahl durch **Schotenmücke** befallene Schoten.

2.1.3 Auswertung

Die Anzahl Käfer pro Pflanze, der Anteil geschädigter Knospen und der Ertrag wurden mit einem statistischen Modell (stepwise backward regression, siehe Anhang) in Bezug zu den oben aufgezählten (fett gedruckten) Parametern gesetzt.

2.2 Ergebnisse und Diskussion

2.2.1 Klimatische Bedingungen und Flugzeitraum des Rapsglanzkäfers

Die klimatischen Bedingungen im Untersuchungszeitraum sind in Abbildung 1 dargestellt.

Im Jahr 2008 begann der Flug der Rapsglanzkäfer bereits während der kurzen, warmen Periode Ende Februar. Das folgende kühle Wetter bremste den Käfereinflug jedoch wieder. Mitte März 2008 wurden nur in den warmen Lagen im Fricktal nennenswerte Käferzahlen an den Pflanzen beobachtet. Die Schadschwelle von 1-2 Käfern pro Pflanze (Stadium BBCH 51) wurde Anfang April nur auf wenigen Parzellen im Fricktal überschritten. Ab Entwicklungsstadium BBCH 52-53 werden 4 Käfer pro Pflanze als Schadschwelle angegeben, später (BBCH 55-57) können 5-6 Käfer pro Pflanze toleriert werden. Diese Schwellen wurde Mitte April nur auf vereinzelt Parzellen im Fricktal und in der Region Frauenfeld/Weinfeldern überschritten. Ende April waren auf den meisten Feldern bereits die ersten Blüten geöffnet, sodass keine weiteren Schäden zu erwarten waren. An den meisten Terminen waren auf den IP-SUISSE-Feldern weniger Käfer zu beobachten als auf den Biofeldern (Tabelle 2).

Die Situation im Jahr 2009 unterschied sich extrem von der Situation im Jahr 2008: der lange Winter mit häufigen Schneefällen verhinderte eine zeitige Aktivität der Käfer. Mit dem starken Temperaturanstieg Anfang April fand dann ein plötzlicher starker Einflug der Käfer statt. Dabei wurden besonders die IP-SUISSE schnell und stark besiedelt. Durch die wärmeren Temperaturen im Fricktal wurden Anfang April hier deutlich mehr Käfer gefangen als in der Region Frauenfeld/Weinfeldern. Auf einigen IP-SUISSE Parzellen im Fricktal wurden Anfang April bis zu 10 Käfer pro Pflanze gezählt. Die Schadschwelle war also um das fünffache überschritten, was die meisten IP-SUISSE-Produzenten im Fricktal dazu bewog, Insektizide einzusetzen. Auf den Biofeldern, wo im Jahr 2009 hauptsächlich die spätblühende Sorte Robust angebaut wurde, waren Anfang April häufig noch keine Knospen vorhanden. Die Besiedlung der Biofelder verlief daher langsamer (Tabelle 2).

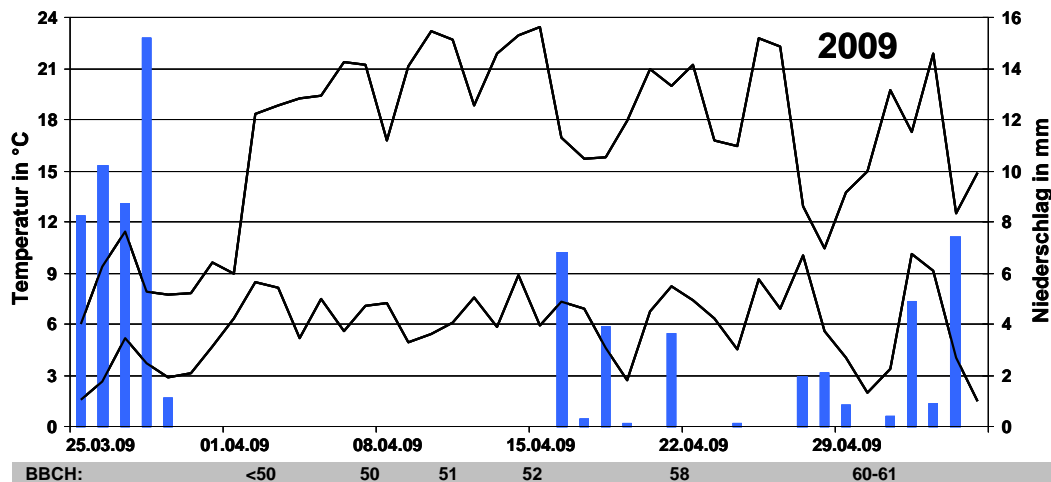
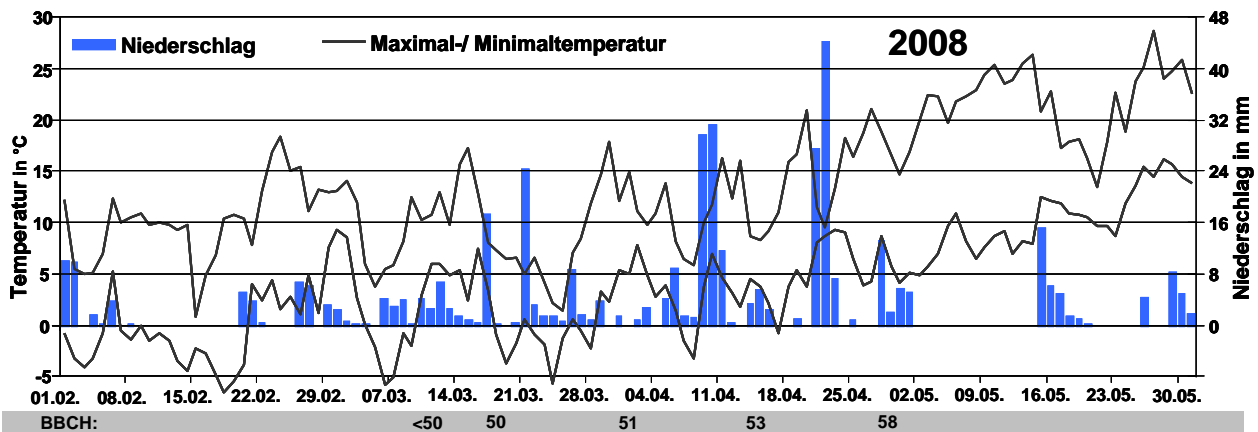


Abbildung 1: Wetterbedingungen (gemessen in Frick) während der Knospen- und Blütenentwicklung des Rapses in den Jahren 2008 und 2009.

Tabelle 2: Durchschnittliche Anzahl Käfer pro Pflanze auf IP-SUISSE und Bio-Rapsfeldern in den Regionen Fricktal, Reusstal und Frauenfeld/Weinfeld in den Jahren 2008 und 2009 (*nach Insektizidbehandlungen).

Region	Mitte März 2008, BBCH <50-50.5		Anfang April 2008, BBCH <50-52		Ende April 2008, BBCH 57-65	
	IP	Bio	IP	Bio	IP	Bio
Fricktal	0.07	0.3	0.6	1.5	2.7	6.1
Reusstal	-	0.09	-	0.8	-	3.2
Frauenfeld/Weinfeld	-	-	1.1	1.6	5.9	3.5
Region	Mitte März 2009, BBCH <50		Anfang April 2009, BBCH <50-54		Ende April 2009, BBCH 56-67	
	IP	Bio	IP	Bio	IP	Bio
Fricktal	0	0	5.2	2.6	2.9*	4.7
Reusstal	-	0	-	2.4	-	4.2
Frauenfeld/Weinfeld	0	0	2.9	1.5	5.1	4.8

2.2.2 Ergebnisse der Rapsglanzkäferüberwachung auf IP-SUISSE Feldern

Die IP-SUISSE Felder waren recht homogen (ähnlich dichte Bestände, vergleichbare Anbautechnik, Düngergaben, Vorkulturen). Daher wurden nur wenige Anbauparameter in die Auswertung mit einbezogen.

Die **Käferzahlen** pro Pflanze Anfang April waren im Jahr 2008 niedriger als im Jahr 2009 (Statistik: siehe Anhang, Statistik IP1). Über beide Jahre betrachtet beeinflussten die Feldform und der Feldumfang die Käferzahlen: Auf kompakteren Feldern waren weniger Käfer zu finden als langen schmalen Feldern. Je geringer der Feldumfang war, umso geringer war die Anzahl Käfer. Grosse kompakte Parzellen sind daher besser als kleine, lange und schmale Felder. Je weiter ein Feld vom Wald entfernt war, umso weniger Käfer wurden beobachtet. Da die Käfer am Waldrand überwintern, werden im Frühjahr zuerst die Felder in Waldnähe besiedelt. Je höher der Deckungsgrad mit Raps war, umso weniger Käfer traten pro Pflanze auf. Wahrscheinlich ist dieser Zusammenhang auf eine dichteabhängige Funktion zurückzuführen: bei mehr Pflanzen pro m² verteilen sich die Käfer besser als bei weniger Pflanzen pro m². Je weiter die Pflanzen entwickelt waren, umso mehr Käfer traten auf. Diese Beobachtung zeigt, dass die Käfer gezielt Felder mit weiter entwickelten, für die Eiablage optimalen Knospen aufsuchen.

Beim Termin Ende April hatten wiederum das Jahr, die Feldform und der Abstand zum Wald einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Käfer (Statistik: siehe Anhang, Statistik IP2). Die Insektizidbehandlung reduzierte die Anzahl Käfer zudem signifikant: auf den behandelten Flächen wurden 40% weniger Käfer (2.9 Käfer/ Pflanze) gezählt als auf den unbehandelten Flächen (4.6 Käfer / Pflanze).

Der **Ertrag** auf den untersuchten IP-SUISSE Rapsfeldern lag im Jahr 2008 zwischen 19 und 37 dt / ha; 2009 wurden 19 bis 44 dt / ha geerntet. Keiner der erfassten Faktoren (Anzahl Käfer Anfang April, die Feldgrösse, Düngermenge, Insektizidbehandlung) hatte signifikante Auswirkungen auf den Ertrag, was jedoch auf die geringe Anzahl beprobter Felder zurückzuführen sein kann. Dass die Düngermenge (kg N/ha) keinen Einfluss auf den Ertrag hatte, ist möglicherweise auf die geringen Unterschiede zwischen den Betrieben zurückzuführen. Mit Ausnahme von zwei Feldern (110 kg N / ha, und 190 kg N / ha) lag die Summe der Stickstoffgaben im Herbst und im Frühjahr bei allen Feldern zwischen 140 und 155 kg N / ha. Die Anzahl Käfer pro Pflanze, wie auch die Anzahl ausgebrachter Insektizidspritzungen hatten keine statistisch absicherbare Auswirkung auf den Ertrag, was ebenfalls auf die zu geringe Anzahl untersuchter Felder zurückzuführen sein kann.

Von den sieben untersuchten IP-SUISSE Betrieben brachten die 5 Betriebe im Fricktal Insektizide aus, während die zwei Betriebe in der Region Frauenfeld/Weinfeldern auf eine Behandlung verzichteten. Käferzahlen, Erträge und Anzahl Insektizidbehandlungen sind in Abbildung 2 dargestellt. Obwohl der hohe Befallsdruck mit Käfern im Fricktal Insektizidbehandlungen rechtfertigen mag, ist es fraglich, ob die Applikationen auch wirtschaftlich waren. Durch den Verlust des Extensobeitrags und der höheren IP-SUISSE Prämie sowie den zusätzlichen Kosten für die Behandlungen, müssten auf den behandelten Parzellen etwa 10 dt / ha mehr geerntet werden als auf den unbehandelten Parzellen (siehe Kostenrechnung im Anhang).

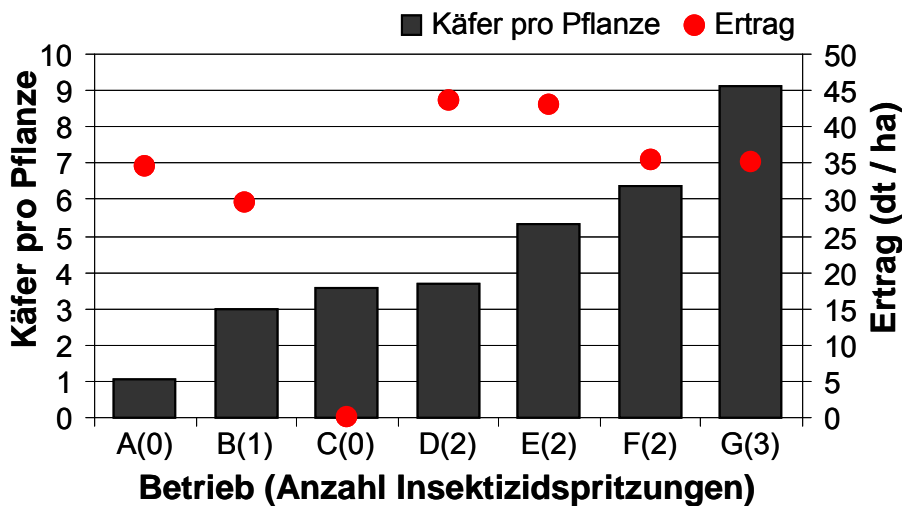


Abbildung 2: Anzahl Käfer pro Pflanze Anfang April, Ernteerträge in dt / ha (Betrieb C: vor der Ernte untergepflügt) auf den untersuchten IP-SUISSE Betrieben.

2.2.3 Ergebnisse der Rapsglanzkäferüberwachung auf Bio Suisse Feldern

Im Gegensatz zu den IP-SUISSE Feldern war der Zustand der Biofelder recht inhomogen. Teilweise waren die Pflanzenbestände sehr stark und dicht, teilweise waren sie sehr lückig. Auch bezüglich der verschiedenen Anbauparameter gab es starke Unterschiede zwischen den Bioparzellen.

Im Jahr 2009 waren **Käferzahlen pro Pflanze Anfang April** höher als im Jahr 2008 (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio1). Auf kleineren Parzellen wurden mehr Käfer beobachtet als auf grösseren Parzellen, insbesondere bei kleinen und schmalen Feldern. Diese Beobachtung ist nicht überraschend, da die Käfer vom Feldrand her einwandern und die Probenahmepunkte im Zentrum des Feldes bei kleinen Feldern schneller erreichen. Bei niedrigerem Deckungsgrad mit Raps, wurden tendenziell mehr Käfer beobachtet. Je weiter die Pflanzen entwickelt waren (BBCH Stadium im Frühjahr), umso mehr Käfer wurden beobachtet. Bei früher blühenden Sorten (Billy) wurden mehr Käfer beobachtet als bei spät blühenden Sorten (Robust). Wie schon oben erwähnt, zeigen diese Beobachtungen, dass die Käfer gezielt Felder mit weiter entwickelten, für die Eiablage optimalen Knospen aufsuchen. Auf Feldern, die bereits im Herbst Gülle erhalten hatte, wurde mehr Käfer beobachtet, als auf anderen Feldern. Daraus kann man schlussfolgern, dass die Käfer kräftigere Pflanzen bevorzugten. Der Abstand zum Wald hatte keinen Einfluss auf die Anzahl Käfer. Da bei der spätblühenden Sorte Robust die Knospen erst sehr spät erschienen, hatten die Käfer vorher offenbar schon genügend Zeit, sich in der Landschaft zu verteilen. Über beide Jahre betrachtet traten im Fricktal mehr Käfer auf als im Reusstal, während die Region Frauenfeld/Weinfelder eine Zwischenstellung einnahm.

Bei der Erhebung der **Käferzahlen pro Pflanze Ende April** war der Einfluss der Region immer noch nachweisbar (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio2). Auf schmalen Feldern wurden mehr Käfer beobachtet als auf kompakten Parzellen. Auf Feldern mit kräftigeren Pflanzen (grösserer Wurzelhalsdurchmesser im März) traten mehr Käfer auf als auf Feldern mit schwächeren Pflanzen. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Käfer starke Bestände bevorzugten. Das Entwicklungsstadium der Rapspflanzen Ende April hatte einen signifikanten Einfluss auf die Käferzahlen pro Pflanze. Mit zunehmender Blütenentwicklung waren weniger Käfer an den Pflanzen zu finden. Offen blühende

Rapsblüten sind für die Käfer zur Eiablage ungeeignet, sodass die Käfer die Felder verlassen je weniger geschlossene Knospen sie finden. Je weiter ein Feld vom Wald entfernt war, umso mehr Käfer waren zu beobachten. Dieser Einfluss war jedoch deutlich schwächer, als der Einfluss des Entwicklungsstadiums.

Der prozentuale Anteil der **Rapsglankkäferschäden** (=Anzahl kräftiger Schotenstiele ohne Schotenansatz im Verhältnis zu Stielen mit Schotenansatz) lag auf den untersuchten Feldern zwischen 19 und 66% und war signifikant höher (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio3),

- je mehr Käfer Anfang April pro Pflanze zu finden waren.
- je weniger weit die Pflanzen Anfang April entwickelt waren.
- je weniger Schoten insgesamt an den Pflanzen zu finden waren.
- je mehr Seitentriebe die Pflanzen hatte.
- in der Region Fricktal als in den anderen Regionen.

Bei der Berechnung des statistischen Modells mit den Käferzahlen von Ende April, war kein Einfluss der Käfer mehr nachweisbar. Diese Beobachtung zeigt, dass besonders der frühe Befall mit Käfern für den Schaden relevant ist. Die Feststellung, dass mehr Käfer mehr Schaden machen und der Schaden umso grösser ist, je weniger weit die Blütenentwicklung und je geringer der Gesamtblütenansatz (=weniger Schoten) ist, ist nicht überraschend. Dass eine grössere Anzahl Seitentriebe jedoch zu prozentual höheren Schäden führt ist erstaunlich. Diese Beobachtung widerlegt die generelle Annahme, dass die Pflanzen durch die Bildung von Seitentrieben die Glanzkäferschäden kompensieren könnten. Offensichtlich wurden auch die Knospen an den Seitentrieben durch die Käfer geschädigt. Die agronomischen Kenngrössen, die erfassten Pflanzenparameter, sowie der Befall mit anderen Schädlingen (Stängelrüssler) hatten keinen Einfluss auf die Höhe der Rapsglankkäferschäden.

Der **Schotenansatz** lag im Mittelwert bei 79 Schoten pro Pflanze gebildet, wobei jedoch starke Unterschiede zwischen den Feldern auftraten (13 bis 247 Schoten pro Pflanze). Der Schotenansatz war umso höher (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio4),

- je grösser der Abstand zum Wald war.
- je nach Vorkultur: nach Kunstwiese bildeten die Pflanzen durchschnittlich 17 Schoten mehr als nach Getreide.
- in der Region Frauenfeld/Weinfeldern höher als in der Region Fricktal.
- je höher der Deckungsgrad mit Raps beim Auswintern war.
- je mehr Düngergaben im Herbst gegeben wurden. Jede zusätzliche Düngergabe im Herbst erhöhte den Schotenansatz um durchschnittlich 9 Schoten pro Pflanze.
- je mehr Stickstoff (kg N) die Pflanzen im Frühjahr erhielten.
- je weiter die Pflanzen Anfang April entwickelt waren.
- je höher und schwerer die Pflanzen nach der Blüte waren.
- je grösser der Wurzelhalsdurchmesser der Pflanzen nach der Blüte war.
- je weniger Käfer Anfang April auftraten. Pro Käfer, der Anfang April auf den Pflanzen zu finden war, reduzierte sich der Schotenansatz um 6 Schoten pro Pflanze.
- je geringer der Stängelrüsslerbefall war, wobei die Ausprägung von Symptomen keinen negativen Einfluss auf den Schotenansatz hatte.
- je grösser die Anzahl vom Käfer geschädigter Knospen war.

Die an den Pflanzen erfassten Parameter zeigen, dass kräftigere Pflanzen mehr Schoten ansetzen. Dass an Pflanzen mit stärkeren Käferschäden trotzdem auch mehr Schoten ausgebildet werden, mag daran liegen, dass die Käfer bevorzugt starke Pflanzen befallen. Diese starken Pflanzen bilden dann trotz hoher Schäden noch viele Schoten.

Teilweise ist auch eine Überkompensation bei geschädigten Pflanzen möglich. Diesen Beobachtungen zeigen, dass der Befall mit Rapsglanzkäfern nur einer unter vielen Faktoren ist, die den Schotenansatz beeinflussen. Insbesondere die Vorkultur und die Düngung hatten einen starken Einfluss. Die Käferzahlen Ende April hatten keinen Einfluss auf den Schotenansatz.

Neben den Käferschäden können die Knospen durch **Knospenwelke** zerstört werden. Der prozentuale Anteil von Knospen mit Knospenwelke war umso höher (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio5),

- je niedriger der Deckungsgrad mit Raps im zeitigen Frühjahr war.
- je weniger weit die Pflanzen Anfang April entwickelt waren.
- je geringer der Wurzelhalsdurchmesser nach der Blüte war.
- je höher der Stängelrüsslerbefall war.
- nach Vorkultur Getreide als nach Vorkultur Kunstwiese.
- im Jahr 2008 als im Jahr 2009.

Obwohl im Jahr 2008 die Knospenwelke auch starke Bestände schwer schädigte, deuten diese Beobachtungen darauf hin, dass das Phänomen Knospenwelke normalerweise eher bei schwachen Beständen auftritt und durch den Befall mit Stängelrüsslern verstärkt wird.

Der **Ertrag** auf den untersuchten Feldern lag zwischen 4 und 29 dt/ha (Mittelwert: 14.9 dt/ha). Einige Felder, die vor der Ernte untergepflügt wurden, wurden von der Analyse ausgeschlossen, um die Daten nicht zu verzerren. Je höher der Schotenansatz war, umso höher war der Ertrag, wobei jedoch nur 29% der beobachteten Ertragsschwankungen durch den Schotenansatz erklärt werden können (Statistik: lineare Regression $R^2=0.29$, $F_{1,47}=20.5$, $p<0.0001$). Die Anzahl Käfer Anfang April hatten zwar auch einen Einfluss auf den Ertrag, wobei jedoch nur 6% der beobachteten Ertragsschwankungen mit dem Käferbefall begründet werden konnten (Statistik: lineare Regression $R^2=0.06$, $F_{1,47}=4.1$, $p=0.05$). In einem komplexeren statistischen Modell, welches weitere anbautechnische Parameter mit in Betracht zieht, wird die Wirkung der Käfer von anderen Faktoren überlagert und ist nicht mehr nachweisbar. Insgesamt war der Ertrag umso höher (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio6),

- je kompakter das Feld war. Lange, schmale Felder brachten weniger Ertrag.
- je höher der Deckungsgrad mit Raps und der Wurzelhalsdurchmesser der Pflanzen im März waren.
- je weiter die Pflanzen Anfang April entwickelt waren.
- je höher die Aussaatmenge war.
- je mehr Düngergaben im Herbst und im Frühjahr gegeben worden, wobei die Düngergaben im Herbst tendenziell die stärkere Wirkung hatten.
- auf Parzellen, die in Reihen gesät wurden (enge Reihe und weite Reihe) als auf Parzellen mit Breitsaat.
- auf Parzellen Reusstal als auf Parzellen im Fricktal.

Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass starke Pflanzen (und anbautechnische Parameter, die starke Pflanzen fördern) einen stärkeren Einfluss auf den Ertrag haben als der Schädlingsbefall.

Neben dem Rapsglanzkäfer wurden bei den Versuchen andere Schädlinge mit erfasst: Mit 3% geschädigten Schoten trat die **Schotenmücke** nur in geringen, nicht ertragsrelevanten Dichten auf.

Der **Stängelrüssler** trat sehr stark auf: 94% der Pflanzen auf Bio-Feldern waren befallen. Der Befall mit Stängelrüsslern war in der Region Frauenfeld/Weinfeldern höher als

in anderen Gebieten (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio7). Der Befall auf kleinen, schmalen Feldern war höher als auf grossen kompakten Parzellen. Auch dieser Schädling wandert von Rand her in die Felder ein. Auf Feldern mit niedrigerer Aussaatmenge und höherer Stickstoffdüngung im Herbst und höherem Deckungsgrad mit Raps im zeitigen Frühjahr, waren mehr Pflanzen befallen. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass die Stängelrüssler eher kräftige Pflanzen mit weiterem Pflanzabstand bevorzugen. Von den befallenen Pflanzen bildeten nur 33% der Pflanzen starke Symptome (geplatze, verkrümmte Stängel) aus. Die meisten Symptomausprägung war in der Region Frauenfeld/Weinfeldern am höchsten und wurde durch kleine Feldgrössen, tiefere Aussaattiefe, geringen Deckungsgrad mit Raps im Frühjahr und höherer Düngergaben im Herbst und im Frühjahr verstärkt (Statistik: siehe Anhang, Statistik Bio8).

In einigen Rapsanbaugesellschaften wird empfohlen, den Raps im zeitigen Frühjahr zu hacken, um durch das Anhäufeln von Erde an die Stängelbasis den Stängelrüssler bei der Eiablage zu stören. In einem kleinen Versuch auf dem Feld von S. Schreiber, Wegensätten, wurden Pflanzenproben aus einer gehackten Parzelle mit Proben aus einer unmittelbar benachbarten, ungehackten Stelle im Feld verglichen. Der Hackdurchgang fand am 09.04.2009, kurz nach Aktivitätsbeginn der Stängelrüssler statt. Mit 86% befallenen Pflanzen war jedoch der Befall im ungehackten Bereich niedriger als der Befall im gehackten Bereich (100%). Der Hackdurchgang konnte also den Befall nicht reduzieren.

2.3 Fazit

Auswirkungen auf den Schotenansatz hat vor allem der frühe Befall (Stadium 50-54 BBCH) mit Rapsglanzkäfern. Eine allfällige Bekämpfung sollte sich daher auf diesen Zeitraum konzentrieren. Rapsglanzkäfer, die nach dem Stadium 56 BBCH an den Pflanzen auftreten, machen kaum noch Schäden. Zudem hat die Form & Grösse der Rapsfelder einen starken Einfluss auf den Befall und die verursachten Schäden: grosse, kompakte Parzellen werden weniger stark geschädigt als kleine, schmale Felder. Wie schon im guten Rapsjahr 2007, verursachten die Rapsglanzkäfer in den Jahren 2008 und 2009 auf den Biorapsfeldern keine ertragsrelevanten Schäden. Ertragslimitierender Faktor sind zumeist schwache Pflanzen aufgrund anbautechnischer Probleme, insbesondere aufgrund ungenügender Stickstoffversorgung. Daher wären zusätzliche Düngergaben sinnvoller als eine Bekämpfung der Rapsglanzkäfer. Zudem scheint Kunstwiese die bessere Vorkultur als Getreide zu sein.

Die Auswirkungen der Rapsglanzkäfer auf den Ertrag von IP-SUISSE Feldern konnte nicht beurteilt werden, da die meisten Produzenten beim starken Einflug der Käfer Anfang April 2009 Insektizide einsetzten und somit eine vergleichbare Kontrolle fehlt. Grundsätzlich erzielten jedoch Betriebe, die mehrmals Insektizid einsetzten, nicht unbedingt bessere Erträge als Betriebe, die keine Insektizide einsetzten. Eine Kostenrechnung zeigt, dass nach der Behandlung etwa 10 dt / ha mehr Ertrag erzielt werden muss, um alle Kosten und Beitragsausfälle zu decken.

3. Regulierung des Rapsglanzkäfers mit Gesteinsmehl

Da gemäss Bio Suisse-Richtlinien keine Insektizide in Feldkulturen eingesetzt werden dürfen, wird der Rapsglanzkäfer als grosses Problem für den Biorapsanbau wahrgenommen. Darüber hinaus entwickelt sich der Rapsglanzkäfer aufgrund seiner zunehmenden Resistenz gegen Pyrethroide auch in konventionellen Anbau zu einem Problemschädling. Alternative Lösungsansätze sind also gefragt. Gesteinsmehl, eingesetzt zur Pflanzenstärkung, könnte durch seine repellente, frasshemmende Wirkung den Schädlingsbefall vermindern.

Ziel der Versuche war es, die in den letztjährigen Versuchen beobachtete Wirkung von Gesteinsmehl zu bestätigen und die Auswirkung auf den Ertrag zu erfassen.

3.1 Material & Methoden

Versuchstandorte

Die Versuche wurden auf 3 Feldern bei S. Schreiber (Gründelematt, 4317 Wegenstetten; 1 Feld) und bei U. Wendelspiess (Birkenhof 367, 4317 Wegenstetten, 2 Felder) durchgeführt. Die agronomischen Angaben der Parzelle sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Wegen der verspäteten ersten Düngergabe (16.04.2009) und dem hohen Unkrautdruck, befanden sich die Felder von U. Wendelspiess in sehr schlechtem Zustand. Der Versuch wurde daher auf diesen Feldern nach der ersten Applikation von Gesteinsmehl abgebrochen und nicht ausgewertet.

Tabelle 3: Agronomische Daten

Produzent	Vorkultur	Saat-termin	Saat-menge	Sorte	Reihen-abstand	Düngung: kg N im Herbst	Düngung: kg N im Frühjahr
S. Schreiber	Getreide	28.08.08	4.5 kg/ha	Robust	36 / 48 cm	70	40
U. Wendelspiess	Getreide	30.08.08	4.8 kg/ha	Robust	Breitsaat	0	60

Versuchsdesign, geprüfte Mittel, Aufwandmengen & Applikationstermine

Da die Käfer besonders bei sonnigem Wetter sehr mobil sind, wurden auf dem Feld von S. Schreiber vier Wiederholungen in grossen Versuchsparzellen von 0.5 ha angelegt (Abbildung 3). Gesteinsmehl (Klinofeed zum Stäuben) wurde mit einem pferdegezogenen Amazone-Kastendüngerstreuer und mit einer Aufwandmenge von 300 kg / ha appliziert.

Der Einflug der Käfer in die Felder begann mit den steigenden Temperaturen am 03.04.2009. Die spätblühende Sorte Robust hatte zu diesem Zeitpunkt noch keine Knospen angelegt. Daher wurde mit der ersten Behandlung noch gewartet, bis die Pflanzen das Stadium 51 BBCH (Blütenknospe von oben sichtbar) erreicht hatten, da erst ab diesem Stadium das Gesteinsmehl direkt auf die Knospen ausgebracht werden konnte. Die erste Behandlung fand am 15.04.2009 im Stadium 51-52 BBCH statt. Um den Neuzuwachs der Pflanzen ebenfalls mit Gesteinsmehl zu bedecken und um die Abwaschungen durch den Regen zu kompensieren, wurde eine zweite Applikation am 25.04.2009 im Stadium 58 BBCH ausgebracht.

Neben der unbehandelten Kontrolle wurde als weiterer Vergleich in einer kleinen Parzelle eine zusätzliche Güllegabe von 40m³ / ha im zeitigen Frühjahr ausgebracht, um zu

prüfen, ob eine zusätzliche Düngergabe einen vergleichbaren Effekt auf den Schotenansatz hat wie Gesteinsmehlapplikationen.

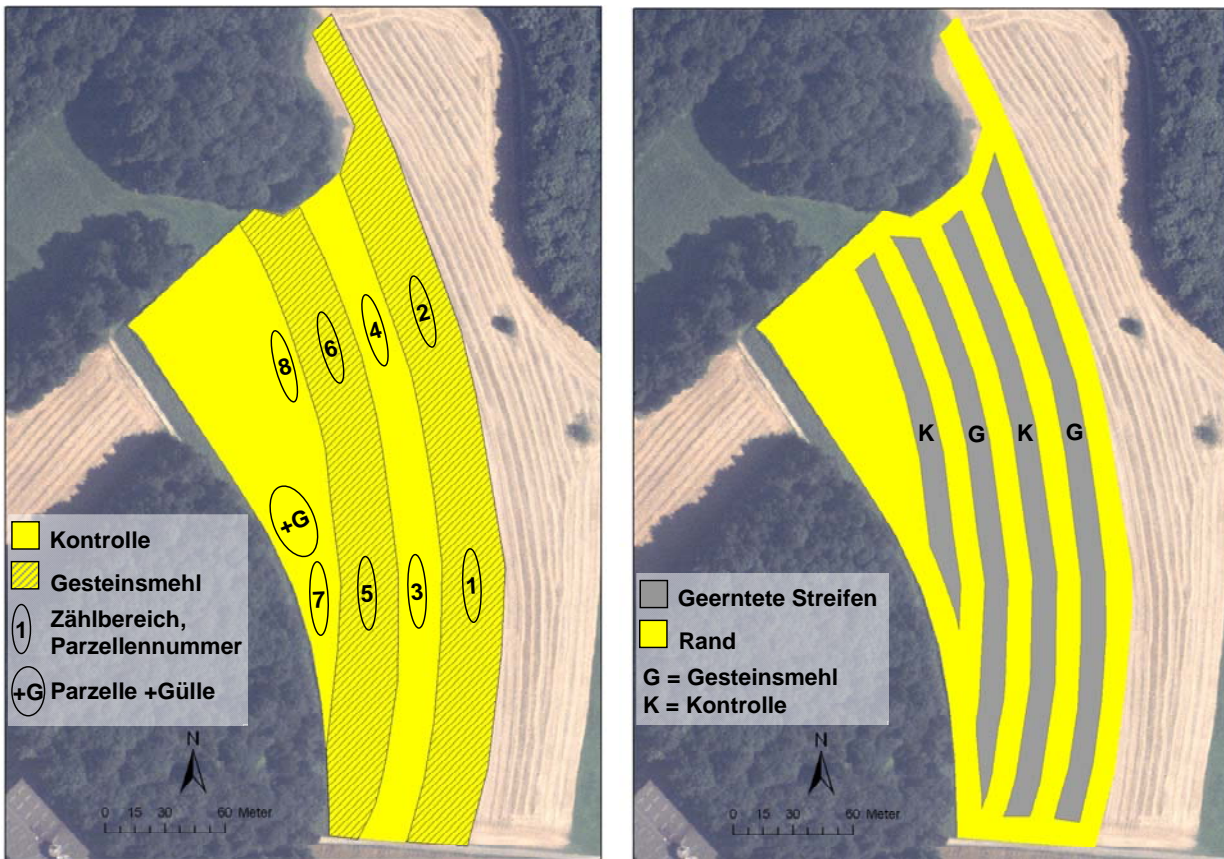


Abbildung 3: Plan des Versuchsfelds bei S. Schreiber. Linke Abbildung: mit Gesteinsmehl behandelte Parzellen (schraffiert) und Kontrollparzellen (gelb) mit Zählbereichen der Käfererhebungen und Schotenauszahlungen. Rechte Abbildung: Ertragserhebung nach Ernte der Parzellen in Streifen (grau; Randflächen = gelb).

Auswertungen

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Campbell CR10X Wetterstation am Standort Frick aufgezeichnet.

Am 03.04.09 wurde der **Zustand der Versuchsfelder** erfasst. Der Deckungsgrad mit Rapspflanzen und Unkraut wurde an 5 Stellen im Feld geschätzt. Die Leitunkrautarten wurden bestimmt. Der Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen wurde an 25 Pflanzen erfasst.

Die **Anzahl Käfer** vor Versuchsbeginn, am 03. (BBCH <50) und 08.04.2009 (BBCH 50-51), wurde mit Hilfe von Auszahlungen an 50 Pflanzen erfasst. Einen Tag (16.04.2009, BBCH 52), sowie neun Tage (24.04.2009, BBCH 58) nach der ersten Behandlung wurde die Anzahl Käfer pro Pflanze mit einer Klopfprobe an 25 Pflanzen pro Parzelle und Verfahren erfasst. Die Auszahlungen wurden jeweils am späten Vormittag durchgeführt.

Um die **Auswirkungen der Gesteinsmehlapplikation auf die Pflanzen** zu erfassen, wurde der Entwicklungsstand der Pflanzen bei jeder Klopfprobe erfasst. Bei einer Vorernteprobe (09.06.2009) wurden die Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und die Pflanzenhöhe erfasst. Zudem wurden 15 Pflanzen pro Versuchsparzelle entnommen, an de-

nen das Gewicht pro Pflanze, der Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe bestimmt wurden.

Um den **vom Rapsglanzkäfer verursachten Schaden** zu bestimmen, wurde bei den Vorernteproben der **Schotenansatz** sowie die Anzahl Stiele ohne Schoten (=vom Käfer geschädigte Blüten) an jeder Pflanze erfasst. Der Befall mit Stängelrüssler, Schotenmücke und die Symptome der Knospenwelke wurden ebenfalls mit erfasst.

Bei der **Ernte** wurde der **Ertrag** erhoben. Die Ernte wurde mit einem normalen Mähdrehscher (Balkenbreite 6 m) durchgeführt. Zuerst wurde am Feldrand 12 m breiter Randstreifen entfernt. Im Zentrum der Versuchspartellen wurden dann jeweils 12 m breite Streifen geerntet und in Bigbags geleert und gewogen. Anfang- und Endpunkte der geernteten Partellen wurden mit GPS eingemessen, die Flächen wurden im Programm ArcGis dargestellt (Abbildung 3), Flächengröße und Ertrag pro Hektar wurden berechnet.

3.2 Resultate & Diskussion

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum, sowie die Anzahl Käfer pro Pflanze in den unbehandelten Partellen sind in Abbildung 4 dargestellt. Mit dem abrupten Temperaturanstieg Anfang April begann der Einflug der Rapsglanzkäfer in die Felder. Da die spätblühende Sorte Robust zu diesem Zeitpunkt noch keine Knospen hatte, fand die Besiedlung der Biofelder deutlich langsamer statt als die Besiedlung der umgebenden IP-SUISSE Felder. Durchschnittlich 0.2 Käfer pro Pflanze waren am 03.04.2009 (Stadium <50 BBCH) im Versuchsfeld zu beobachten. Am 08.04.2009 (50-51 BBCH) traten 0.8 Käfer / Pflanze auf.

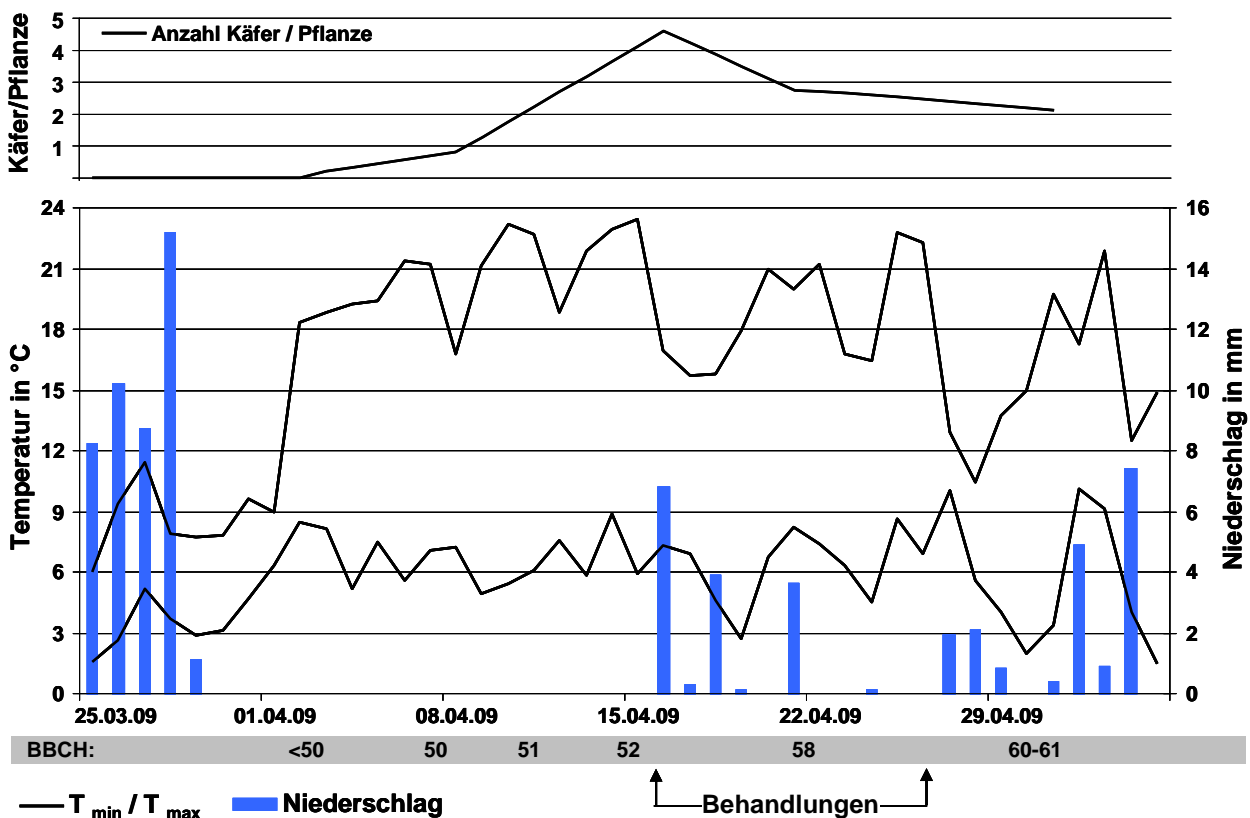


Abbildung 4: Wetterbedingungen während der Versuche (Standort Frick) und Anzahl Käfer pro Pflanze in den Kontrollpartellen des Versuchs bei S. Schreiber.

Vor Versuchsbeginn wurde der **Zustand des Feldes** erfasst. Die Pflanzen waren eher schwach entwickelt. Der Deckungsgrad mit Raps lag am 03.04.09 bei 28%. Die Pflanzen wiesen einen Wurzelhalsdurchmesser von durchschnittlich 5.9 mm auf. Der Deckungsgrad mit Unkraut lag bei 24%. Leitunkrautarten waren Veronica und im hinteren Feldteil Windhalm.

Die Auswirkung der Gesteinsmehlbehandlungen auf die **Anzahl Käfer pro Pflanze** wurde mit Klopfproben überwacht. In den behandelten Parzellen wurden am 16.04.08 (BBCH 52; einen Tag nach Behandlung mit 300 kg Gesteinsmehl pro ha) 73% weniger Käfer gefangen als in der Kontrolle (Statistik: one way Anova: $F_{1,6}=13.4$; $p=0.01$; Abbildung 5). Im Gegensatz zu den letztjährigen Versuchen unter extrem regnerischen Bedingungen, wo drei Tage nach der Behandlung kein Effekt mehr nachweisbar war, war in diesem Jahr auch 9 Tage nach der Behandlung (BBCH 58) noch eine deutliche Reduktion (-78%) der Käfer sichtbar (Statistik: one way Anova: $F_{1,6}=35.97$; $p=0.001$; Abbildung 5).

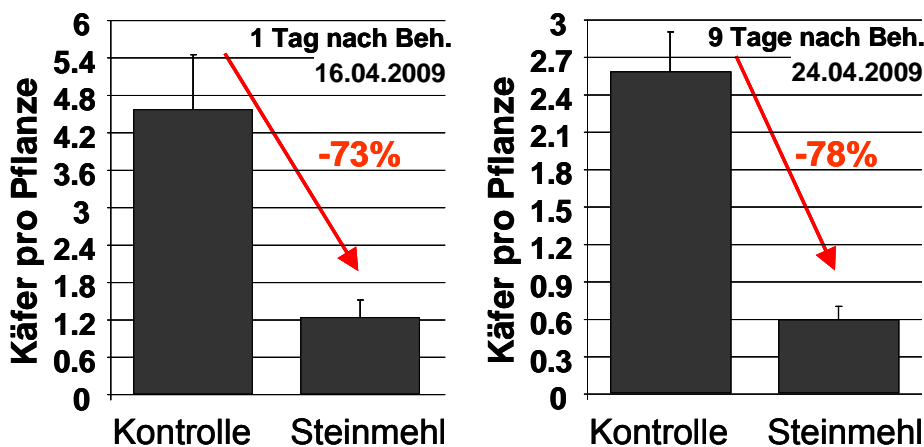


Abbildung 5: Auswirkung der Gesteinsmehl-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze einen und neun Tage nach der Behandlung auf der Parzelle von S. Schreiber.

Bei den in der Vorerntprobe erfassten Pflanzenparametern konnten keine direkten **Auswirkungen der Gesteinsmehlapplikation auf die Pflanzen** beobachtet werden. Die Gesteinsmehlapplikationen hatten keinen Einfluss auf die Wuchshöhe der Pflanzen, das Gewicht der Pflanzen, den Wurzelhalsdurchmesser oder die Anzahl Seitentriebe. In der Vergleichsparzelle, die im zeitigen Frühjahr 40 m³ Gülle zusätzlich erhalten hatte, waren jedoch deutliche Auswirkungen auf die Pflanzen messbar: mit 1.7 m Höhe waren die Pflanzen 30 cm höher als im Rest des Feldes. Mit einer Frischmasse von 172.5 g / Pflanze wurde ein höheres Gewicht erreicht als im Rest des Feldes (109.4 g / Pflanze). Mit der leicht höheren Bestandesdichte in der Gülleparzelle (44.4 Pflanzen / m²; Rest des Feldes: 42.0 Pflanzen / m²) ergab sich eine um 65% höhere Raps-Grünmasse auf der Gülleparzelle (Grünmasse Gülle: 7.6 kg / m²; Rest des Feldes 4.6 kg / m²). Der Wurzelhalsdurchmesser (Gülle 11.6 cm; Rest: 11.4 cm) und die Anzahl Seitentriebe (Gülle: 7.0 Seitentriebe / Pflanze; Rest: 6.8 Seitentriebe / Pflanze) wurden durch die Güllegabe hingegen kaum erhöht.

Vergleicht man die Anzahl kräftiger Schotenstiele ohne Schoten (**vom Rapsglanzkäfer verursachte Schäden**) und die Anzahl Schoten pro Pflanze sieht man, dass am Haupttrieb in den unbehandelten Kontrollen 46% der Blüten durch den Rapsglanzkäfer geschädigt wurden (Abbildung 6). An der gesamten Pflanze (inkl. Nebentriebe) wurden in

den Kontrollen durchschnittlich 38% der Knospen geschädigt. Durch die Behandlung mit Gesteinsmehl konnte der Anteil geschädigter Blüten am Haupttrieb, wie auch an der gesamten Pflanze signifikant auf 29% gesenkt werden (Statistik Haupttrieb: one way Anova: $F_{1,6} = 5.8$; $p = 0.05$; gesamte Pflanze: one way Anova: $F_{1,6} = 4.2$; $p = 0.09$; Abbildung 6). Das entspricht einem Wirkungsgrad von 37% (Haupttrieb) bzw. 23% (gesamte Pflanze) entspricht. Dieser Wirkungsgrad ist vergleichbar mit dem Wirkungsgrad (26%, gesamte Pflanze) der letztjährigen Versuche.

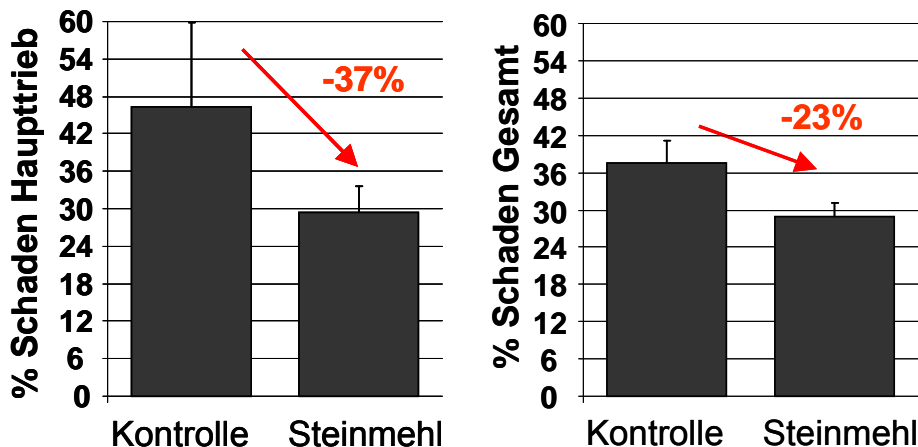


Abbildung 6: Prozentualer Anteil von kräftigen Schotenstielen ohne Schote (=vom Käfer geschädigte Knospen) der zweimaligen Behandlung Gesteinsmehl im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

Trotz der guten Wirkung gegen die Käfer und trotz des signifikant geringeren Anteils geschädigter Blüten, konnte kein signifikanter Einfluss der Gesteinsmehlapplikation auf den **Schotenansatz** festgestellt werden, was möglicherweise auf die zu geringe Anzahl Wiederholungen nach dem Ausfall der Versuchsfelder von U. Wendelspiess zurückzuführen ist. Tendenziell lag der Schotenansatz am Haupttrieb der Pflanzen in den Gesteinsmehl behandelten Parzellen 46% höher als in den Kontrollparzellen (Statistik: one way Anova: $F_{1,6} = 3.5$ $p = 0.1$; Abbildung 7). Bezogen auf die gesamte Pflanze (inkl. aller Nebentriebe) wurde der Schotenansatz durch die Gesteinsmehlbehandlung um 34% erhöht (Statistik: one way Anova: $F_{1,6} = 1.08$ $p = 0.34$; Abbildung 7). Damit war der Effekt von Gesteinsmehl etwas weniger ausgeprägt als in den letztjährigen Versuchen, wo nach einer dreimaligen Applikation von je 520 kg Gesteinsmehl pro Hektar der Schotenansatz an der gesamten Pflanze 52% höher war als in der unbehandelten Kontrolle.

Die zusätzliche Güllegabe erhöhte die Anzahl Schoten am Haupttrieb um 39% an der gesamten Pflanze um 44% und war somit gleich wirksam wie die Gesteinsmehlbehandlungen (Abbildung 7).

Trotz der guten Wirkung gegen die Käfer und trotz des besseren Schotenansatzes in den Gesteinsmehlparzellen wurden bei den **Ernteproben** keine Unterschiede gefunden (Abbildung 8). Mit einem durchschnittlichen Ertrag von 11.3 dt / ha war der Ertrag in den Gesteinsmehlparzellen gleich hoch wie in der Kontrolle (11.5 dt / ha). Die Vergleichparzellen mit der zusätzlichen Gülledüngung im Frühjahr konnte nicht separat geerntet werden.

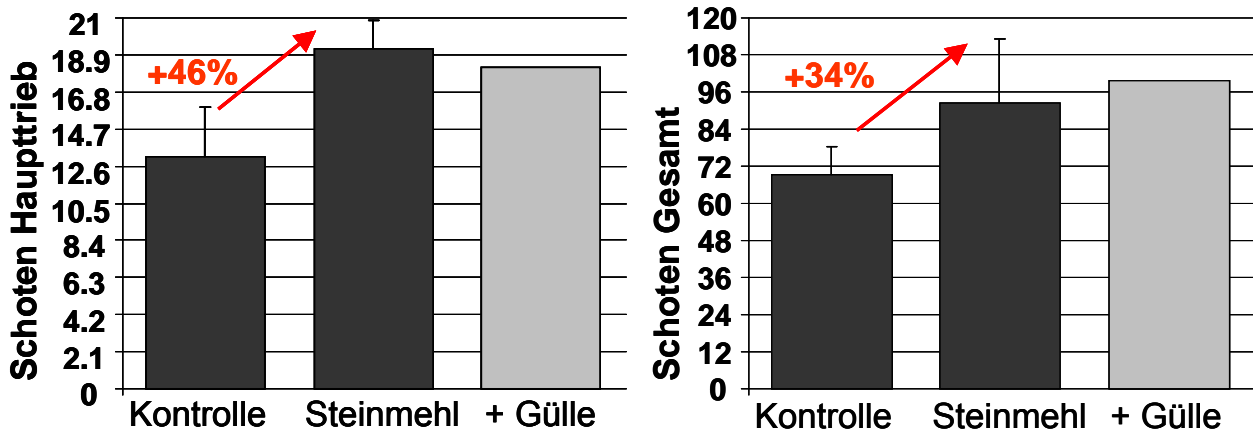


Abbildung 7: Anzahl gesunder Schoten pro Pflanze nach der zweimaligen Gesteinsmehlbehandlung im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle und zu einer Variante mit zusätzlicher Güllegabe (40m³) im zeitigen Frühjahr.

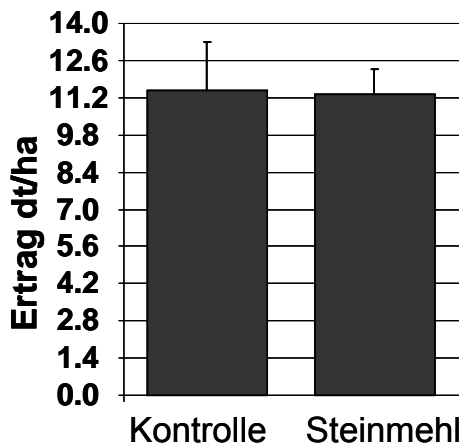


Abbildung 8: Ertrag (dt / ha) in den Gesteinsmehlparzellen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

3.3 Weitere Praxisversuche mit Gesteinsmehl

Auf dem Feld von C. Meili, Pfyen wurde am 21.04.2009 (BBCH 58) Gesteinsmehl großflächig ausgebracht. Am Feldrand blieb eine kleine unbehandelte Parzelle. Einen Tag nach der Behandlung wurden in der unbehandelten Kontrolle 4.9 Käfer pro Pflanze gezählt, während in der Gesteinsmehlparzelle nur halb so viele Käfer (2.4 Käfer pro Pflanze) auftraten. Die prozentuale Anzahl geschädigter Knospen wurde dadurch jedoch nur minimal verringert (Kontrolle 52% Schaden; Gesteinsmehl 45%). Für eine bessere Wirksamkeit sollten Gesteinsmehlapplikationen nicht erst gegen Ende der Knospenentwicklung ausgebracht werden.

In einem weiteren Praxisversuch bei L. Baur, Islikon wurde das Gesteinsmehl KLINOSPRAY in einer Aufwandmenge von 9 kg / ha am 08.04.2009 (BBCH 51 -52) mit einer Feldspritze auf drei Feldern gespritzt. Bei der Käferzählung am 21.04.2009 waren keine Gesteinsmehlsuren auf den Pflanzen mehr sichtbar und keine Effekte auf die Anzahl Käfer pro Pflanze mehr nachweisbar. Am 21.04.2009, bevor die Felder untergepflügt wurden, wurden Pflanzenproben entnommen. Die Gesteinsmehlapplikation hatte keinen

Einfluss auf den Käferschaden: in der Kontrolle wurden durchschnittlich 21.3 Knospen pro Haupttrieb geschädigt, im Gesteinsmehlverfahren 26.8 Knospen. Für eine bessere Wirksamkeit wären wiederholte Behandlungen, eine höhere Aufwandmenge (25 kg / ha) und der Zusatz eines Haftmittels (z.B. 2 l Heliosol / ha) nötig.

3.4 Fazit Gesteinsmehlversuche

Zusammenfassend kann man sagen, dass Gesteinsmehl unter trockenen Bedingungen eine lang anhaltende Wirkung auf die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze hat. Während unter den regnerischen Bedingungen im letzten Jahr nur ein sehr kurzzeitiger Effekt von Gesteinsmehl auf die Anzahl Käfer pro Pflanze nachweisbar war, konnte in diesem Jahr eine sehr lang anhaltende Wirkung beobachtet werden. Neun Tage nach der Behandlung waren immer noch 78% weniger Käfer in den behandelten Parzellen zu finden. Wie schon im letzten Jahr wurde beobachtet, dass die Käfer in den behandelten Parzellen von Gesteinsmehl bepudert waren und sich deutlich träger bewegten und weniger flogen, als die Käfer in den unbehandelten Parzellen. Die reduzierte Anzahl Käfer und die reduzierte Mobilität der verbleibenden Tiere resultierte offensichtlich in einer geringeren Frassleistung: sie schädigten einen geringeren Anteil der Blüten. Bezogen auf die Anzahl geschädigter Blüten lag der Wirkungsgrad von Gesteinsmehl mit 23% in einem ähnlichen Bereich wie bei den letztjährigen Versuchen (26%). Der Ansatz gesunder Schoten war in den Gesteinsmehlparzellen 34% höher als in den unbehandelten Parzellen. Eine vergleichbare Erhöhung der Anzahl Schoten pro Pflanze konnte jedoch auch durch eine zusätzliche Güllegabe im zeitigen Frühjahr erreicht werden. Der Belag mit Gesteinsmehl hatte keinen negativen oder positiven Einfluss auf die Pflanzenentwicklung: die zeitliche Blütenentwicklung, Pflanzenhöhe, Anzahl Seitentriebe, Frischmasse und Wurzelhalsdurchmesser waren in den behandelten und unbehandelten Parzellen vergleichbar. Trotz der starken und anhaltenden Reduktion der Käfer konnte der Ertrag durch die Gesteinsmehlbehandlung nicht erhöht werden und lag mit 11.3 dt / ha gleich hoch wie in der Kontrolle (11.5 dt / ha).

Diese Beobachtung zeigt, dass der Rapsglanzkäfer unter Biobedingungen nicht der ertragsbegrenzende Faktor ist und dass die Anzahl Käfer pro Pflanze eine ungeeignete Messgrösse ist, um die Wirkung von Bekämpfungsmassnahmen zu beurteilen. Für einen kostendeckenden Einsatz des Gesteinsmehls nach einer zweimaligen Behandlung mit je 300 kg Gesteinsmehl pro Hektar mindestens 2.2 dt / ha mehr Ertrag erwirtschaftet werden (Siehe Anhang, Kostenrechnung).

3.5 Praxisanwendung Gesteinsmehl

Für den Bioanbau gelten die Extenso-Richtlinien. Das heisst, es sind keine Insektizide erlaubt. Auch stäubende Produkte (Silico-Sec, Surround), sowie Ölprodukte (bei einer Aufwandmenge von über 5l/ha), die vom BLW als Insektizid zugelassen sind, dürfen **nicht** angewendet werden.

Gesteinsmehle, die nicht als Insektizide registriert sind, dürfen ausgebracht werden. Die Applikation kann stäubend oder spritzend erfolgen und muss nach Regen oder bei starkem Zuwachs der Pflanzen wiederholt werden. **Stäuben** kann man eigentlich alle Gesteinsmehle, wobei Versuchsergebnisse gegen den Rapsglanzkäfer nur mit Klinofeed (Unipoint AG) und Napfsteinmehl (Ulrich & Partner GmbH) vorliegen. Das Stäuben von Gesteinsmehl mit Aufwandmengen von 200 bis 500 kg/ ha ist mit alten Kastendüngerstreuern oder mit Pendeldüngerstreuern (Vicon) möglich. Nachteil beim Stäuben ist die geringe Arbeitsbreite und die hohe Windanfälligkeit. Zum **Spritzen** mit Aufwandmengen

von 20-50 kg / ha eignen sich nur sehr fein vermahlene Gesteinsmehle, z.B. Klinospray (Unipoint AG) oder Diabas Lavamehl Ultrafein (Niederhäuser AG). Beim Ansetzen der Spritzbrühe ist darauf zu achten, dass sich das Mittel gut löst (erst Wasser in Tank, Pumpe laufen lassen, dann Gesteinsmehl langsam zugeben). Der Zusatz von Netzmittel kann die Haftfähigkeit verbessern. Als Netzmittel im Raps sind Heliosol (maximal 2 l / ha) oder Rapsölprodukte (Telmion oder Genolplant mit maximal 5 l / ha) erlaubt. Details zu den Kosten der verschiedenen Behandlungsstrategien sind in der Kostenrechnung im Anhang zu finden.

4. *B. bassiana* zur Regulierung des Rapsglanzkäfers

Neben Gesteinsmehl könnten Biocontrol-Organismen eine Möglichkeit zur Regulierung der Rapsglanzkäfer darstellen. Der insektenpathogene Pilz *Beauveria bassiana* kann verschiedene Insektenarten befallen und abtöten. Aus Freilanduntersuchungen (Pilz & Keller 2006) ist bekannt, dass unter natürlichen Bedingungen gelegentlich *B. bassiana* infizierte Käfer auftreten. Die natürlichen Befallsintensitäten reichen jedoch nicht aus, um die Rapsglanzkäfer unter der Schadschwelle zu halten. In diesem Versuch sollte daher geprüft werden, ob die Rapsglanzkäfer durch wiederholte Applikationen von *B. bassiana* Pilzsporen infiziert, abgetötet und unter der Schadschwelle gehalten werden können.

4.1 Material & Methoden

Versuchsstandort

Die Versuche wurden auf 4 Feldern bei R. Stefani (Strickhof 339, 5324 Reuenthal) durchgeführt. Die agronomischen Angaben der Parzellen sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Aufgrund des schlechten Zustandes des Feldes wurde Feld 1 zum grossen Teil vor der Ernte untergepflügt.

Tabelle 4: Agronomische Daten

Feld	Vorkultur	Saat-termin	Saatmen-ge	Sorte	Reihen-abstand	Düngung: kg N im Herbst	Düngung: kg N im Frühjahr
Feld 1	Getreide	09.09.08	3.7 kg / ha	Rémy	Breitsaat/ Kleeun- tersaat	20	70
Feld 2	Kunstwiese	09.09.08	3.7 kg / ha	Rémy	50 cm	20	70
Feld 3	Getreide	09.09.08	3.7 kg / ha	Rémy	50 cm	20	70
Feld 4	Getreide	09.09.08	3.7 kg / ha	Robust	50 cm	20	70

Versuchsdesign, Applikationstermine, Aufwandmengen & Applikationstechnik

Da die Käfer besonders bei sonnigem Wetter sehr mobil sind, wurden grosse Versuchspartellen angelegt: die behandelten Parzellen waren jeweils 0.18 ha gross. Als Puffer zu benachbarten Flächen wurde überall ein 15 m breiter, behandelter Rand angelegt. Die Probenahmen und Auszählungen erfolgten daher im Zentrum der behandelten Parzellen. Auf drei Feldern wurden zwei Wiederholungen (2 behandelte Parzellen, 2 unbehandelte Kontrollparzellen) angelegt, auf dem vierten Feld konnte wegen der geringeren Feldgrösse nur eine Wiederholung angelegt werden (Abbildung 9).

Der Einflug der Rapsglanzkäfer begann mit den steigenden Temperaturen Anfang April. Die erste Behandlung erfolgte am 07.04.2009 (Sorte Rémy: Stadium 51 BBCH; Sorte Robust < 50 BBCH). Eine zweite Behandlung erfolgte am 14.04.2009 (Rémy: 57 BBCH; Robust: 52-53 BBCH).

B. bassiana wurden als formuliertes Produkt in einer Aufwandmenge von 4.6×10^{10} Sporen pro Hektar mit 600 l Wasser pro Hektar behandelt. Die Spritzungen erfolgten jeweils kurz vor Mittag.

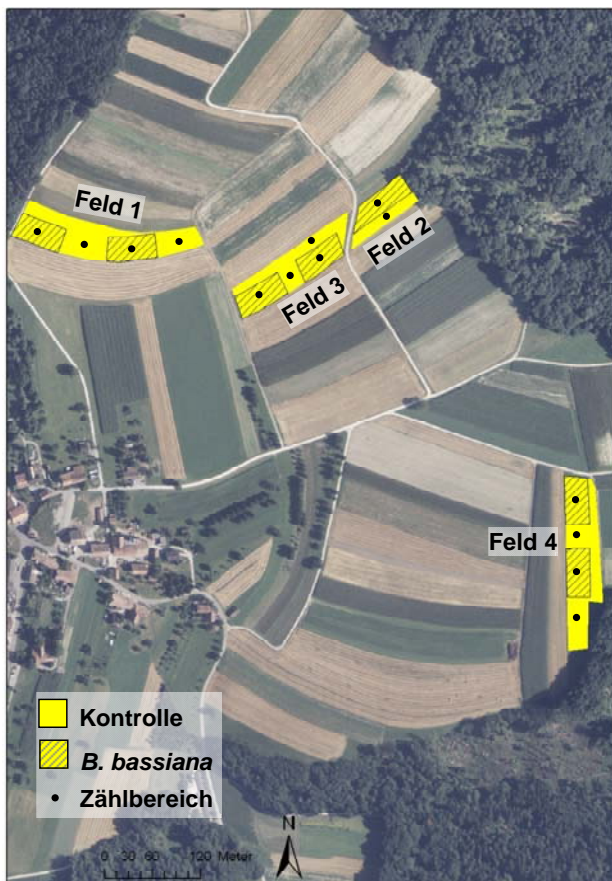


Abbildung 9: Plan der Versuchsfelder bei R. Stefani; mit *B. bassiana* behandelte Parzellen (schraffiert) und Kontrollparzellen (gelb) mit Zählbereichen der Käfererhebungen und Schotenauszahlungen.

Auswertungen

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Campbell CR10X Wetterstation am Standort Frick aufgezeichnet.

Am 06.04.09 wurde der **Zustand der Versuchsfelder** erfasst. Der Deckungsgrad mit Rapspflanzen und Unkraut wurde an 5 Stellen pro Feld geschätzt. Die Leitunkrautarten wurden bestimmt. Der Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen wurde an 25 Pflanzen je Feld erfasst.

Die **Anzahl Käfer** vor Versuchsbeginn, am 06.04.2009 (Sorte Rémy: Stadium 51 BBCH; Sorte Robust < 50 BBCH), wurde mit Hilfe von Auszählungen an 50 Pflanzen pro Feld erfasst. Am 15.04.2009, acht Tage nach der ersten Behandlung bzw. einen Tag nach der zweiten Behandlung wurde die Anzahl Käfer pro Pflanze mit einer Klopfprobe an 25 Pflanzen pro Parzelle und Verfahren erfasst. Die Auszählungen wurden jeweils am späten Vormittag durchgeführt.

Bei der Auszählung am 15.04.2009 wurden pro Verfahren und Feld 120 bis 230 Käfer gefangen und ins Labor gebracht, wo die **Mortalitätsrate** und der **Infektion mit Pilzen** bestimmt wurde. Im Labor wurden die Käfer in runden Plexiglaskäfigen mit Wasser, Honig und Rapspollen gehalten. Am 08.05.2009 wurden tote und lebende Individuen gezählt. Tote Tiere wurden oberflächlich mit Alkohol sterilisiert und auf feuchten Torf gelegt, um eine Pilzinfektion durch Auswachsen des Myzels nachzuweisen. Die Käfer wurden regelmässig kontrolliert. Am 16.06.2009 wurde die Laborauswertung beendet. Um die **Auswirkungen der Applikationen auf die Pflanzen** zu erfassen, wurde der Entwicklungsstand der Pflanzen bei jeder Klopfprobe erfasst. Bei einer Vorernteprobe (19.06.2009) wurden die Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter und die Pflanzenhöhe erfasst. Zudem wurden 15 Pflanzen pro Versuchsparzelle entnommen, an denen das

Gewicht pro Pflanze, der Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe bestimmt wurden.

Um den **vom Rapsglanzkäfer verursachten Schaden** zu bestimmen, wurde bei den Vorernteproben der **Schotenansatz** sowie die Anzahl Stiele ohne Schoten (=vom Käfer geschädigte Blüten) an jeder Pflanze erfasst. Der Befall mit Stängelrüssler, Schotenmücke und die Symptome der Knospenwelke wurden ebenfalls mit erfasst.

Aufgrund der geringen Unterschiede bei den Schotenansätzen wurde auf **Ernteproben** verzichtet.

4.2 Resultate & Diskussion

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum, sowie die Anzahl Käfer pro Pflanze sind in Abbildung 10 dargestellt. Der Einflug der Käfer begann mit dem Temperaturanstieg Anfang April. Am 06.04.2009 waren bereits durchschnittlich 2.2 Käfer pro Pflanze zu finden. Die Sorte Rémy hatte zu diesem Zeitpunkt bereits das Stadium 51 BBCH (Blütenknospen von oben sichtbar) erreicht, während bei der Sorte Robust noch keine Blütenknospen vorhanden waren (BBCH <50). Die erste Behandlung wurde daraufhin am 07.04.2009 durchgeführt, eine weitere Applikation folgte eine Woche später am 14.04.2009. Die Behandlungen erfolgten jeweils kurz vor Mittag, um gleichzeitig von der höheren Luftfeuchtigkeit des Morgens und den wärmeren Tagestemperaturen zu profitieren.

Im Bekämpfungszeitraum (07.04. bis 21.04.2009) lag die an der Wetterstation in Frick erfasste relative Luftfeuchte im Mittel bei 71.5% (max. 100%, min. 27%). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Luftfeuchte im Rapsbestand um einiges höher war. Die Luftfeuchte lag damit in einem für die Pilzentwicklung optimalen Bereich. Die durchschnittliche Temperatur im Untersuchungszeitraum bei 13°C (max. 23°C, min. 5°C). Mit diesen Temperaturen war der April 2009 aussergewöhnlich mild, was eine gute Wirkung der Pilze eigentlich begünstigen sollte. In normalen Jahren liegt die Temperatur während des Flugzeitraums der Rapsglanzkäfer wahrscheinlich um einiges niedriger.

Vor Versuchsbeginn (06.04.2009) wurde der **Zustand der Felder** erfasst. Die Sorte Rémy war mit einer Wurzelhalsdurchmesser von 9.8 cm (Feld 2) bis 11.0 cm (Feld 1; Feld 3: 10.4 cm) kräftiger entwickelt als die Sorte Robust (6.1 cm, Feld 4). Der Deckungsgrad mit Raps lag bei 76% (Feld 1), 64% (Feld 2) und 48 % (Feld 3 und 4). Der Deckungsgrad mit Unkraut lag auf allen Feldern bei etwa 10%. Leitunkrautarten waren Rote Taubnessel, Vogelmiere, Kornblume und Kamille, sowie auf Feld 1 Klettenlabkraut. Auf Feld 1 kam durch die Weissklee-Untersaat ausserdem ein Deckungsgrad von 3% mit Kleepflanzen hinzu.

Die Auswirkung der Applikationen auf die **Käfer** wurde am 15.04.2009 erfasst. Dieser Termin, acht Tage nach der ersten Behandlung und einen Tag nach der zweiten Behandlung, wurde gewählt um sowohl die kurzfristigen Effekte wie auch die langfristigen Effekte beurteilen zu können. Als kurzfristige Effekte wäre ein Einfluss der Formulierungshilfsstoffe auf die Käfer denkbar: Im verwendeten Produkt liegen die Pilzsporen in einer öligen Formulierung vor und aus anderen Versuchen (Humphrys & Jossi 2009) ist bekannt, dass Ölbehandlungen den Besatz mit Rapsglanzkäfern reduzieren können. Eine solche Wirkung sollte in einer Reduktion der Anzahl Käfer einen Tag nach der Behandlung messbar sein. Langfristige Effekte wären bei einer Wirkung der Pilze auf die Käfer zu erwarten: Nach der Behandlung müssen die Pilzsporen auf den Käfern zuerst keimen und die Tiere infizieren, bevor sie zum Tod führen. Um eine Pilzinfektion nachzuweisen wurden daher auf jedem Feld Käfer gesammelt und im Labor auf Verpilzung untersucht.

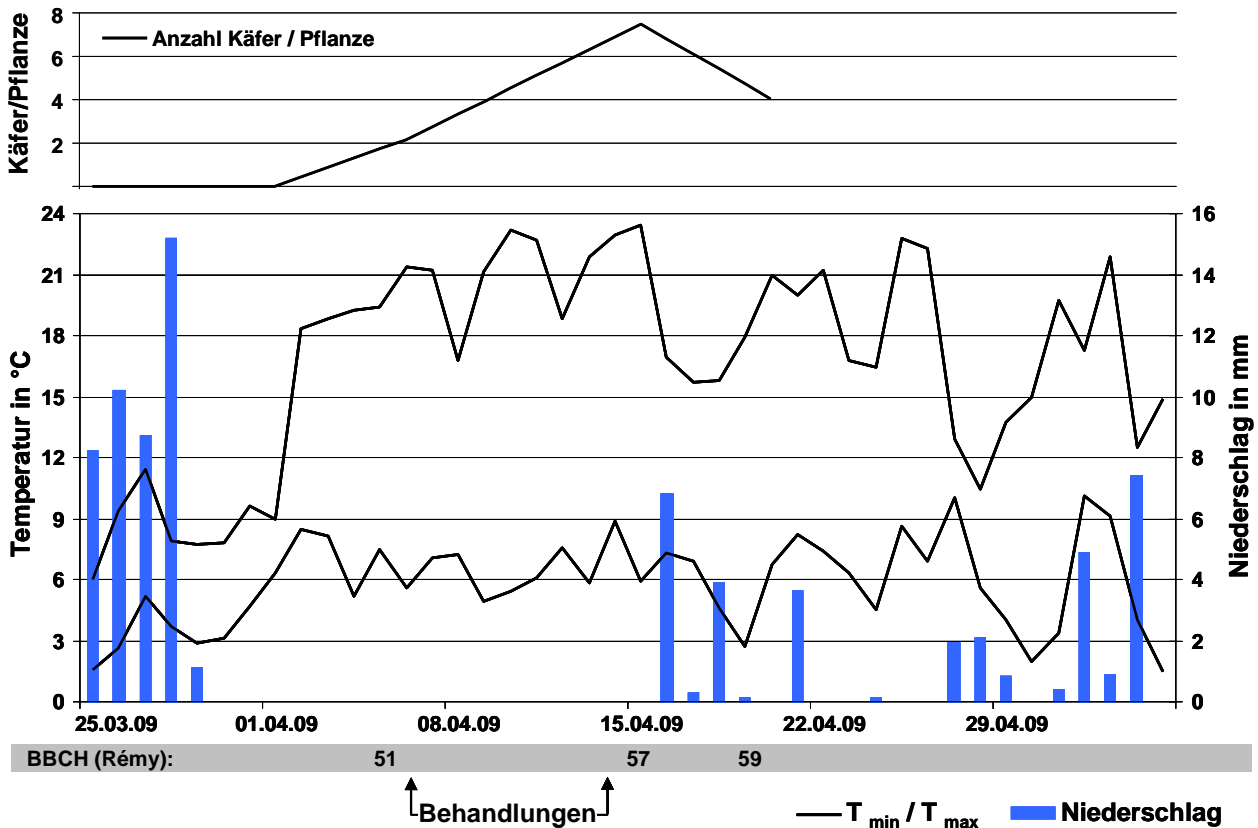


Abbildung 10: Wetterbedingungen während der Versuche (Standort Frick) und Anzahl Käfer pro Pflanze in den Versuchsfeldern bei R. Stefani.

Die **Anzahl Käfer pro Pflanze** war nach der zweimaligen Behandlung nicht reduziert. (Statistik: two way ANOVA; Verfahren $F_{1,13}=0.55$, $p=0.47$; Sorte $F_{1,13}=11.56$, $p=0.005$; Abbildung 11). In der angewendeten Konzentration von 2 l mit 600 l Wasser pro Hektar hatte also das Öl in der Produktformulierung keinen Einfluss auf die Käfer. An der Sorte Robust wurden signifikant weniger Käfer beobachtet als an der Sorte Rémy. Diese Unterschiede sind wahrscheinlich auf die unterschiedlichen Entwicklungsstadien zurückzuführen: Rémy war am 15.04.2009 bereits im Stadium 57 BBCH, während Robust erst im Stadium 52-53 BBCH war.

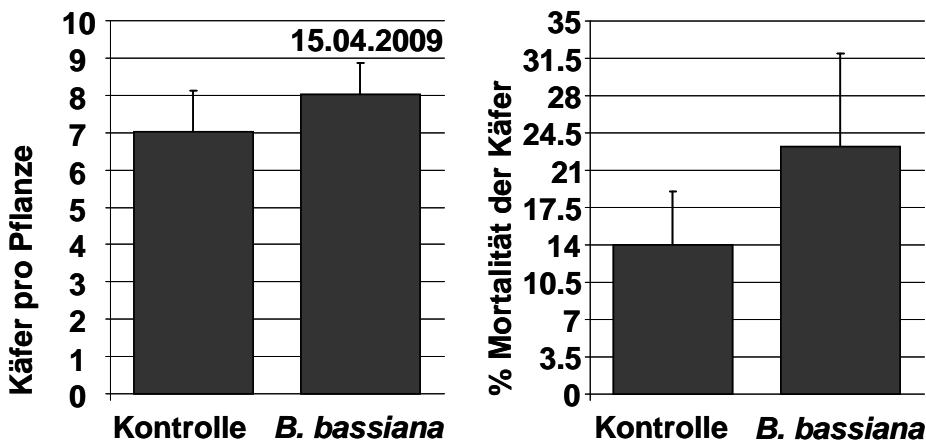


Abbildung 11: Auswirkung der Applikation von *B. bassiana* in öliger Produktformulierung auf die Anzahl Käfer pro Pflanze am 15.04.2009 (linke Abbildung) und Mortalitätsrate der Käfer (%) im Labor.

Die **Mortalitätsrate der Käfer** im Labor war nur geringfügig erhöht. Drei Wochen nach der Käfersammlung im Feld waren in der Kontrolle 14% der Käfer gestorben, im pilzbehandelten Verfahren 23% (Abbildung 11). Diese Unterschiede waren nicht signifikant (Statistik: one way ANOVA $F_{1,6}=0.85$, $p=0.39$) und nur einer der insgesamt 279 toten Käfer wies Pilzwachstum auf. Durch die Behandlung wurden also nur wenige Käfer infiziert. Mit dem Probenahmetermin 8 Tage nach der ersten Behandlung und einen Tag nach der zweiten Behandlung wären in den Laborproben eigentlich zwei Höhepunkte in der Mortalität zu erwarten gewesen. Da die Käfer kontinuierlich und nur in geringer Anzahl starben, kann davon ausgegangen werden, dass keine der beiden Behandlungen zu einer nennenswerten Infektion der Tiere führte.

Da das Feld 1 aufgrund des schlechten Zustands grösstenteils untergepflügt wurde, stützen sich die weiteren Auswertungen auf die Felder 2 bis 4. Bei den in der Vorernteprobe erfassten Pflanzenparametern konnten keine direkten **Auswirkungen der Applikationen auf die Pflanzen** beobachtet werden. Die Behandlungen hatten keinen Einfluss auf die Wuchshöhe der Pflanzen, das Gewicht der Pflanzen, den Wurzelhalsdurchmesser oder die Anzahl Seitentriebe. Es konnte jedoch ein signifikanter Sorteneinfluss beobachtet werden: Die Sorte Robust war zum Probenahmezeitpunkt im Schnitt 20 cm kleiner als die Sorte Rémy, die Pflanzen waren 0.3 kg pro Pflanze leichter, hatten einen um 3.1 cm geringeren Wurzelhalsdurchmesser und wiesen durchschnittlich 2.3 Seitentriebe weniger auf. Ob diese Unterschiede allein auf die langsamere Frühjahrsentwicklung der Sorte Robust zurückzuführen sind und sich eventuell im Laufe des Sommers auswachsen, wurde nicht geprüft.

Vergleicht man die Anzahl kräftiger Schotenstiele ohne Schoten (**vom Rapsglanzkäfer verursachte Schäden**) und die Anzahl Schoten pro Pflanze so ist kein Verfahrensunterschied feststellbar. An der gesamten Pflanze (inkl. Nebentriebe) wurden in den Kontrollen durchschnittlich 61.8% der Knospen geschädigt, in den behandelten Parzellen war der Schaden mit 60.5% geschädigten Knospen ähnlich hoch (Statistik: two way ANOVA, Verfahren $F_{1,8}=4.44$, $p=0.07$, Sorte $F_{1,8}=72.70$, $p<0.0001$). Bezogen auf die Knospen am Haupttrieb waren die Schäden noch grösser: an den Haupttrieben der Kontrolle wurden 95.3% der Knospen geschädigt, im behandelten Verfahren 92.8% der Knospen (Statistik: two way ANOVA, Verfahren $F_{1,8}=0.57$, $p=0.47$, Sorte $F_{1,8}=0.14$, $p=0.71$). Während es bezüglich der Schäden am Haupttrieb kaum Sortenunterschiede gab (Robust 93.3% geschädigte Knospen; Rémy 94.7% geschädigte Knospen) wurden bezüglich der Schäden an der gesamten Pflanze signifikante Sortenunterschiede beobachtet: mit 65.8% geschädigten Knospen wurde die Sorte Robust stärker geschädigt als die Sorte Rémy (58.6%).

Die Behandlungen hatten keinen Einfluss auf den **Schotenansatz** der Pflanzen. Der Schotenansatz am Haupttrieb war im behandelten Verfahren (1.6 Schoten pro Haupttrieb) wie auch in der Kontrolle (0.95 Schoten pro Haupttrieb) extrem niedrig (Abbildung 12). Die Unterschiede waren nicht signifikant (Statistik: two way ANOVA, Verfahren $F_{1,8}=0.58$, $p=0.47$; Sorte $F_{1,8}=1.17$, $p=0.32$). An der gesamten Pflanze wurden durchschnittlich 66.9 (behandelt) und 68.7 (Kontrolle) Schoten gebildet, wobei die Sorte Rémy mit durchschnittlich 91.3 Schoten pro Pflanze deutlich mehr Schoten auswies als die Sorte Robust (26.8 Schoten / Pflanze; Statistik: two way ANOVA, Verfahren $F_{1,8}=0.04$, $p=0.84$; Sorte $F_{1,8}=24.91$, $p=0.001$).

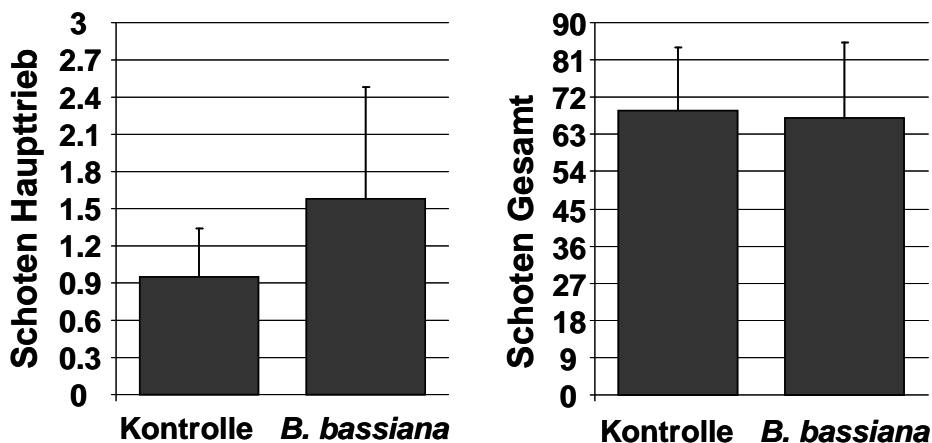


Abbildung 12: Anzahl gesunder Schoten pro Pflanze nach der zweimaligen Behandlung mit entomopathogenen Pilzen im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

Da ausgehend von diesen Resultaten keine **Ertrags**unterschiede zwischen den Verfahren zu erwarten waren, wurde auf eine parzellenweise Ernte verzichtet.

4.3 Fazit:

Trotz der für eine Pilzinfektion optimalen Witterungsbedingungen wurden kaum pilzinfizierte Käfer gefunden. In Jahren mit weniger warmen Temperaturen während der Flugperiode der Rapsglanzkäfer sind eher noch schlechtere Ergebnisse zu erwarten. Die Anzahl Käfer pro Pflanze und der Schaden wurden nicht reduziert. Die Wirksamkeit von Sporen von *Beauveria bassiana* gegen den Rapsglanzkäfer ist somit gering. Der Einsatz in der Praxis lohnt sich kaum.

4.4 Literaturquellen:

Pilz C, Keller S (2006): Pilzkrankheiten bei adulten Rapsglanzkäfern. Agrarforschung 13: 353-355.

Humphrys C, Jossi W. (2009): Control of pollen beetle in organic farming with plant protecting agents. In: Mayer J et al.: Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11.-13. Februar 2009, Zürich: 312-313

5. Düngungsversuch mit Spurenelementen

Nachdem im letzten Jahr auf vielen Feldern starke Schäden durch die Knospenwelke beobachtet wurden, sollte in diesem Jahr geprüft werden, ob sich die Symptome durch wiederholte Blattdüngung mit Spurenelementen verhindern lassen. Sulfate von Kupfer, Mangan, Zink und Bor wurden während der Knospenentwicklung dreimal mit der Rückenspritze appliziert.

5.1 Material & Methoden

Die Versuche wurden auf dem Betrieb von R. Stefani (Full-Reuenthal) durchgeführt. Angaben zu den Versuchsfeldern siehe Teil 4. Auf einem Feld mit der Sorte Rémy (Feld 2) und auf einem Feld mit der Sorte Robust (Feld 4) wurden jeweils vier behandelte Parzellen und vier unbehandelte Kontrollen in einem completely randomized block design angelegt. Die 8 m langen und 3 m (= 6 Reihen) breiten Versuchspartzellen wurden mit der Rückenspritze auf Tropfnässe behandelt. Dabei wurden bei jeder Behandlung pro Hektar 1000 l Wasser mit 200g Borsäure (entspricht 35 g Bor), 20g Kobaltsulfat (entspricht 4.25 g Kobalt), 700 g Kupfersulfat (entspricht 279 g Kupfer), 1200 g Mangansulfat (entspricht 378 g Mangan) und 1100 g Zinksulfat (entspricht 445.5 g Zink) ausgebracht. Behandlungstermine, Entwicklungsstadien des Rapses und die Wetterbedingungen während der Applikation sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Da der Produzent die Felder aufgrund des schlechten Zustandes schon vor der Blüte unterpflügen wollte, wurden die Pflanzenproben schon am 24.04.2009 (BBCH 58-59) genommen. Pro Parzelle wurden dabei 25 Pflanzen abgeschnitten. Die Grünmasse wurde im Labor durch Wiegen bestimmt. An 15 Pflanzen wurden im Labor der Wurzelhalsdurchmesser, die Pflanzenhöhe und die Anzahl Seitentriebe erfasst. Der Anteil gesunder Blütenknospen, der Anteil vom Rapsglanzkäfer geschädigter Knospen und der Anteil Knospen mit Symptomen der Knospenwelke wurde prozentual geschätzt. Zudem wurden die Pflanzen auf Einstiche von Stängelrüsslern untersucht. Die Schadsymptome wurden für den Gefleckten Kohltriebrüssler *Ceutorhynchus pallidactylus* und den grossen Rapsstängelrüssler *C. napi* separat erfasst.

Tabelle 5: Behandlungstermine, Entwicklungsstadien des Rapses und die Witterungsbedingungen während der Applikation.

Termin	BBCH	Wetter
01.04.2009	< 50	bewölkt, Bise, 10°C
09.04.2009	Rémy: 52-53; Robust: 51	sonnig, 10-17°C
15.04.2009	Rémy: 57; Robust: 52	sonnig, 10-13°C

5.2 Resultate & Diskussion

Bei allen gemessenen Parametern wurde ein signifikanter Sorteneinfluss beobachtet. Es waren jedoch keine Unterschiede zwischen den behandelten und unbehandelten Parzellen statistisch nachweisbar. Die mit Spurenelementen gedüngten Pflanzen waren tendenziell etwas schwerer, als die unbehandelten Pflanzen (Abbildung 13 A; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13}=2.52$, $p=0.14$; Sorte: $F_{1,13}=155.58$, $p<0.001$), wobei die Behandlung jedoch keinen Einfluss auf den Wurzelhalsdurchmesser (Abbildung 13 B; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13}=2.79$, $p=0.12$; Sorte: $F_{1,13}=96.20$,

$p < 0.001$) oder die Wuchshöhe der Pflanzen (Abbildung 13 C; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13} = 0.30$, $p = 0.59$; Sorte: $F_{1,13} = 210.29$, $p < 0.001$) hatte.

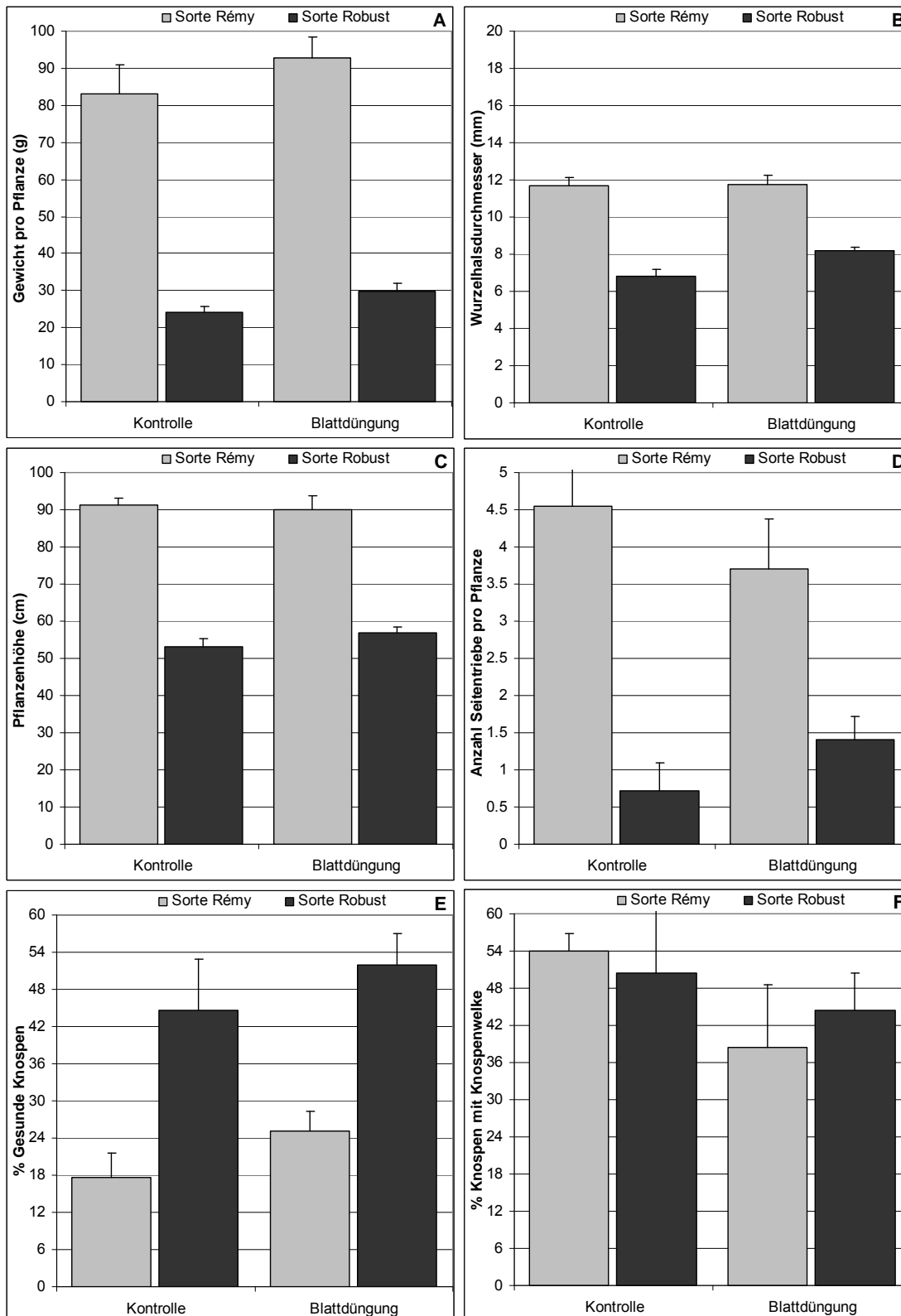


Abbildung 13: Auswirkung der Blattdüngung mit Spurenelementen auf Gewicht pro Pflanze, Wurzelhalsdurchmesser, Pflanzenhöhe, Anzahl Seitentriebe, % gesunde Knospen und % geschädigte Knospen bei den Sorten Rémy und Robust.

Während die Sorte Robust in den behandelten Parzellen etwas mehr Seitentriebe bildete als in den unbehandelten Parzellen, wurden bei der Sorte Rémy in den behandelten Parzellen etwas weniger Seitentriebe als in den unbehandelten Parzellen gezählt (Abbildung 13 D; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13}=0.03$, $p=0.87$; Sorte: $F_{1,13}=35.91$, $p<0.001$). Der Anteil gesunder Blütenknospen war in den behandelten Parzellen etwas grösser als in den unbehandelten Parzellen (+16% bis +40% gesunde Knospen; Abbildung 13 E; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13}=1.96$, $p=0.18$; Sorte: $F_{1,13}=26.12$, $p<0.001$). Der Anteil durch Knospenwelke geschädigter Knospen war dementsprechend geringer (-13 bis -30%; Abbildung 13 F; Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren: $F_{1,13}=2.001$, $p=0.18$; Sorte: $F_{1,13}=0.02$, $p=0.88$). Insgesamt war die Wirkung sehr gering. Möglicherweise ist diese ungenügende Wirkung auf die Oberflächenbeschaffenheit der Rapsblätter zurückzuführen. Durch den für Kohlgewächse typischen Wachsbelag auf den Blättern rollen die Tropfen nach der Behandlung recht schnell ab, sodass nur wenige Mittel auf den Blättern verbleibt (Abbildung 14). Der Zusatz eines Netzmittels (z.B. Heliosol) könnte dieses Problem eventuell entschärfen.



Abbildung 14: Abrollende Tropfen nach der Behandlung am 15.04.2009.

5.3 Fazit

Insgesamt ist die Wirkung zu gering. Der Anteil durch Knospenwelke geschädigter Blütenknospen wurde kaum verringert. Vor einem Praxiseinsatz von Blattdüngern mit Spurenelementen sind weitere Versuche notwendig.

6. Dank

Mein Dank geht an die Bio Suisse, IP-SUISSE, sowie an die Firmen Unipoint, Intrachem Bio Italia S.P.A. und Andermatt Biocontrol für die finanzielle Unterstützung der Versuche.

Für die Bereitstellung der Rapsfelder für Versuche danken ich R. Stefani (Full-Reuenthal), S. Schreiber (Wegenstetten), und U. Wendelspiess (Wegenstetten). Ein besonderes Dankeschön geht an R. Stefani und S. Schreiber für ihre Bemühungen bei der Gesteinsmehl- und Pilz-Applikation. Urs Müller (Mumpf) danke ich für die parzellenweise Ernte des Gesteinsmehlversuches bei Stefan Schreiber. Den in Tabelle 1 aufgezählten Produzenten danke ich für die Bereitschaft ihre Felder für die Erfassung der Rapsglanzkäfer zur Verfügung zu stellen, die gute Zusammenarbeit, die lebhaften Diskussionen, sowie die Einladungen zum Kaffee.

Allen weiteren Beteiligten im Biorapsprojekt, Niklaus Messerli (LBBZ Liebegg AG/ Inforama Rütli BE), Jakob Rohrer (LBBZ Arenenberg TG), Christian Bovigny (Prométerre), Hans Ramseier (SHL Zollikofen), Clay Humphrys & Stefan Kuske (Agroscope ART Reckenholz), Franziska Schärer (Biofarm), Maurice Clerc (FiBL), Hansueli Dierauer (FiBL) Robi Obrist (FiBL), Wolfgang Büchs (JKI Braunschweig), Stefan Kühne & Tobias Ludwig (JKI Kleinmachnow), Bernd Ulber & Alexander Döring (Universität Göttingen) und Helmut Saucke (Universität Kassel) vielen Dank für die gute Zusammenarbeit und die anregenden fachlichen Diskussionen.

7. Anhang

7.1 Anhang: Kostenrechnung

Tabelle I: Erträge, Produzentenpreise und Anbaubeiträge (Annahme: IP-SUISSE-Prämie = konventioneller Preis + 10CHF).

	Konventionell	IP-SUISSE	Bio
Ertrag	35 dt/ha	35 dt/ha	25 dt/ha
Produzentenpreis	90 CHF/dt	100 CHF/dt	200 CHF /dt
Extenso-Beitrag		400 CHF/ha	400 CHF/ha
Einnahmen	3150 CHF/ha	3900 CHF/ha	5400 CHF/ha

Tabelle II: Kosten der verschiedenen Behandlungen

Behandlung	Pyrethroid		Spinosad	Gesteinsmehl				Siliziumoxid	<i>Beauveria bassiana</i>	
				Gespritzt		Gestäubt				
Produkt	Karate Zeon ¹	Talstar ²	Audienz ³	Diabas Lavamehl + Genolplant ⁴	Klinospray + Heliosol ⁵	Klinospray ⁵	Napfsteinmehl ⁷	Silico-Sec + Genolplant ⁸	Naturalis ⁹	Naturalis ⁹
Anzahl Applikationen	1x behandelt	1xbehandelt	1x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt	3x behandelt,	3x behandelt,
Aufwandmenge pro ha	0.075 l	0.15 l	0.2 l	je 20 kg + 5 l	je 50 kg + 2 l	je 200 kg	je 200 kg	je 20 kg + 5 l	je 0.625 l	je 1.25 l
Preis Produkt pro ha	17.20 CHF	31.60 CHF	114 CHF	407.40 CHF	558 CHF	354 CHF	144 CHF	355.8 CHF	182.80 CHF	365.65 CHF
Arbeits- & Maschinenkosten pro ha*	45 CHF	46 CHF	47 CHF	3x45=135 CHF	3x45=135 CHF	3x40 =120 CHF	3x40 =120 CHF	3x45=135 CHF	3x45=135 CHF	3x45=135 CHF
Kosten pro ha	62.20 CHF	76.60 CHF	161.00 CHF	542.40 CHF	693.00 CHF	474.00 CHF	264.00 CHF	490.80 CHF	317.80 CHF	500.65 CHF

Anmerkungen:

- 1: Karate Zeon, Preis bei der Landi: 229.10 CHF / l.
- 2: Talstar, Preis bei Stähler: 210.9 CHF / l.
- 3: Audienz, Preis bei Omya: 570 CHF / l, maximal eine Behandlung pro Jahr.
- 4: Diabas Lavamehl Ultrafein, Preis bei Niederhäuser AG: 90 CHF / 20 kg; Genolplant, Preis bei Andermatt Biocontrol: 49.80 CHF / 5 l; Behandlung mit 600 l Wasser / ha
- 5: Klinospray (zum Spritzen), Preis bei Unipoint AG: 75 CHF / 25 kg; Heliosol, Preis bei Omya: 18 CHF / l
- 6: Klinofeed (zum Stäuben), Preis bei Unipoint AG: 590 CHF / t (abgesackt)
- 7: Napfsteinmehl, Preis Ulrich&Partner GmbH: 24 CHF / 100 kg abgesackt (18 CHF / 100 kg im Bigpack)
- 8: Silico-Sec, Preis bei Andermatt: 229.5 CHF / 15 kg; Genolplant, Preis bei Andermatt Biocontrol: 49.80 CHF / 5 l
- 9: Naturalis, Preis bei Andermatt Biocontrol: 97.50 CHF / l; Anwendung mit 500 l Wasser / ha.

Der Berechnung der Arbeits- & Maschinenkosten liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Einsatzkosten Feldspritze (12 m): 33 CHF / ha
- Einsatzkosten Düngerstreuer: 15 CHF / ha
- Maschinenkosten für Traktor: 34 CHF / Stunde
- Lohn für Maschinenführer: 30 CHF / Stunde
- Arbeitszeit: berechnet für etwa 100x100 m grosses Feld:
 - Spritze (12 m, Fahrgeschwindigkeit 8 km / h): ca. 0.2 h
 - Düngerstreuer (6 m, Fahrgeschwindigkeit 5.5 km / h): ca. 0.4 h

Bei einem Produzentenpreis für Bioraps von 200 dt / ha und Behandlungskosten von 270 bis 500 CHF / ha müssen die Behandlungen einen Ertragszuwachs von 1.4 bis 2.5 dt bringen, um wirtschaftlich zu sein.

Wenn man davon ausgeht, dass der IP-SUISSE-Produzentenpreis 10 CHF / dt über dem konventionellen Preis liegt, verdient der konventionelle Bauer bei einer Behandlung mit Spinosad 911 CHF weniger als der IP-SUISSE Bauer ($35 \text{ dt/ha}[\text{Ertrag}] \cdot 10 \text{ CHF} + 400 \text{ CHF} [\text{Extenso-Beitrag}] + 161 \text{ CHF} [\text{Spritzkosten}] = 911 \text{ CHF}$). Bei einer zweimaligen Pyrethroidbehandlung (1x Talstar, 1x Karate) verdient der konventionelle Bauer 888.8 CHF weniger als der IP-SUISSE Bauer. Für das gleiche Einkommen muss der konventionelle Bauer also mindestens 10.1 dt bzw. 9.9 dt. mehr Ertrag pro ha erwirtschaften.

7.2 Anhang: Details der statistischen Analysen

Modell IP1; Anzahl Käfer pro Pflanze Anfang April

R ² adjusted = 0.85; df error = 15	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	-122.52	26.76	-4.58	0.0004			
Jahr[2008]	-0.81	0.29	-2.83	0.0128	1	7.98	0.0128
Feldform	-0.14	0.05	-2.92	0.0106	1	8.52	0.0106
Umfang	0.00	0.00	1.75	0.1014	1	3.05	0.1014
Abstand Wald	0.00	0.00	-1.74	0.103	1	3.01	0.1030
DG Raps	-0.05	0.02	-2.92	0.0106	1	8.50	0.0106
BBCH A April	2.55	0.53	4.84	0.0002	1	23.44	0.0002
Jahr[2008]*(BBCH A April-51.0217)	-1.92	0.54	-3.55	0.0029	1	12.62	0.0029

Modell IP2; Anzahl Käfer pro Pflanze Ende April

R ² adjusted = 0.56; df error = 12	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	4.26	2.67	1.6	0.1357			
Jahr[2008]	-0.91	0.46	-2.01	0.0678	1	4.027	0.0678
Feldform (>=kompakter)	-0.23	0.05	-4.56	0.0007	1	20.79	0.0007
Anzahl Insektizid[0]	1.04	0.46	2.24	0.0449	1	5.011	0.0449
Abstand Wald	-0.01	0.00	-3.1	0.0092	1	9.597	0.0092
Durchmesser März	0.32	0.16	1.98	0.0706	1	3.936	0.0706
kg N Frühjahr	0.02	0.02	1.22	0.2473	1	1.479	0.2473

Modell Bio1; Anzahl Käfer pro Pflanze Anfang April

R ² adjusted =0.63; df error = 50	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	-37.182	7.422	-5.01	<.0001			
Jahr[2008]	-0.458	0.198	-2.32	0.0247	1	5.363	0.0247
Feldgrösse	0.00008	0.00004	-1.97	0.0538	1	3.9	0.0538
Umfang	0.003	0.002	1.66	0.1025	1	2.767	0.1025
DG Raps	-0.015	0.008	-1.87	0.0668	1	3.51	0.0668
BBCH A April	0.780	0.145	5.38	<.0001	1	28.96	<.0001
Gülle herbst[0]	-0.361	0.164	-2.2	0.0325	1	4.836	0.0325
Jahr[2008]*(BBCH A April-50.9765)	-0.474	0.146	-3.25	0.0021	1	10.55	0.0021
Region[3]	-0.584	0.249	-2.34	0.0233	2	4.048	0.0235
Region[4]	-0.045	0.263	-0.17	0.8653			
Sorte[Beluga]	-0.123	0.707	-0.17	0.8624	8	2.69	0.0153
Sorte[Billy]	2.583	0.702	3.68	0.0006			
Sorte[Cabriolet]	-0.649	1.074	-0.6	0.5482			
Sorte[Expert]	-1.041	0.818	-1.27	0.2094			
Sorte[Gemisch]	-0.891	1.148	-0.78	0.4411			
Sorte[Oase]	-0.644	0.674	-0.96	0.3441			
Sorte[Remy]	-0.391	0.302	-1.3	0.2007			
Sorte[Robust]	-0.679	0.427	-1.59	0.1178			

Modell Bio2; Anzahl Käfer pro Pflanze Ende April

R ² adjusted =0.34; df error =63	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	33.750	7.111	4.75	<.0001			
Umfang	0.004	0.002	2.06	0.0432	1	4.259	0.0432
Abstand Wald	0.003	0.001	1.86	0.0669	1	3.476	0.0669
Durchmesser März	0.341	0.097	3.51	0.0008	1	12.33	0.0008
BBCH E April	-0.593	0.128	-4.64	<.0001	1	21.53	<.0001
Region[3]	-0.919	0.336	-2.74	0.0081	2	5.353	0.0071
Region[4]	-0.190	0.393	-0.48	0.6311			

Modell Bio3; % Käferschaden

R ² adjusted =0.81; df error =47	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	1.480	0.264	5.6	<.0001			
BBCH A April	-0.025	0.005	-4.72	<.0001	1	22.32	<.0001
Käfer A April	0.033	0.007	5.04	<.0001	1	25.45	<.0001
Anz Schoten	-0.0013	0.0002	-5.81	<.0001	1	33.76	<.0001
Seitentriebe	0.035	0.005	6.61	<.0001	1	43.73	<.0001
Region[3]	-0.027	0.011	-2.56	0.0139	2	11.50	<.0001
Region[4]	-0.041	0.011	-3.66	0.0006			

Modell Bio4; Anzahl Schoten

R ² adjusted =0.81; df error =32	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	85.8293	88.9186	-0.97	0.3417			
Abstand Wald	0.02589	0.01229	2.11	0.043	1	4.441	0.043
DG Raps	0.34982	0.16818	2.08	0.0456	1	4.327	0.0456
BBCH A April	3.87023	1.72296	2.25	0.0317	1	5.046	0.0317
Käfer A April	-6.0243	2.51345	-2.4	0.0226	1	5.745	0.0226
Höhe Pflanzen	31.5415	15.5375	2.03	0.0507	1	4.121	0.0507
Gewicht/ Pflanze	0.44631	0.07759	5.75	<.0001	1	33.08	<.0001
Durchmesser 2	44.3566	16.3955	-2.71	0.0108	1	7.319	0.0108
%Stängelrüsslerbefall	133.747	38.1314	-3.51	0.0014	1	12.3	0.0014
%Symptom Rüssler	28.3202	10.0272	2.82	0.0081	1	7.977	0.0081
Anz. Käfer	0.4806	0.09789	4.91	<.0001	1	24.11	<.0001
Gaben herbst	8.83506	4.17452	2.12	0.0422	1	4.479	0.0422
kg N Frühjahr	0.2156	0.08908	2.42	0.0214	1	5.859	0.0214
Region[3]	3.30838	3.74034	0.88	0.383	2	9.636	0.0005
Region[4]	14.3628	3.896	3.69	0.0008			
Vorkultur[Andere]	14.3964	10.8324	1.33	0.1932	2	7.226	0.0026
Vorkultur[Getreide]	17.0494	5.51612	-3.09	0.0041			

Modell Bio5; %Knospenwelke

R ² adjusted =0.64; df error =43	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	1.245	0.499	2.5	0.0165			
Jahr[2008]	0.059	0.022	2.73	0.0091	1	7.463	0.0091
DG Raps	-0.004	0.001	-4.58	<.0001	1	20.97	<.0001
BBCH A April	-0.018	0.009	-1.98	0.0543	1	3.915	0.0543
Durchmesser 2	-0.332	0.069	-4.84	<.0001	1	23.39	<.0001
Seitentriebe	0.029	0.013	2.27	0.0285	1	5.141	0.0285
%Stängelrüsslerbefall	0.429	0.204	2.11	0.041	1	4.439	0.041
Saattechnik[B]	0.061	0.026	2.37	0.0222	2	2.984	0.0612
Saattechnik[ER]	-0.036	0.019	-1.93	0.0598			
Vorkultur[Andere]	-0.106	0.061	-1.74	0.0884	2	4.002	0.0255
Vorkultur[Getreide]	0.088	0.033	2.67	0.0106			

Modell Bio6; Ertrag

R ² adjusted =0.67; df error =31	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	47.045	20.201	2.33	0.0266			
Umfang	-0.014	0.005	-2.88	0.0071	1	8.314	0.0071
DG Raps	0.099	0.038	2.62	0.0136	1	6.849	0.0136
Durchmesser März	0.404	0.210	1.92	0.0636	1	3.702	0.0636
BBCH A April	-1.036	0.417	-2.48	0.0186	1	6.168	0.0186
Saatmenge	1.782	0.442	4.03	0.0003	1	16.28	0.0003
Gaben herbst	2.937	0.992	2.96	0.0059	1	8.758	0.0059
Gaben Frühjahr	1.520	0.819	1.86	0.073	1	3.443	0.073
Feldform (>=kompakter)	0.196	0.082	2.4	0.0228	1	5.737	0.0228
Saattechnik[B]	-4.138	0.962	-4.3	0.0002	2	9.546	0.0006
Saattechnik[ER]	1.161	0.736	1.58	0.1251			
Region[3]	1.961	0.931	2.11	0.0435	2	6.973	0.0032
Region[4]	1.964	0.984	1.99	0.0549			

Modell Bio7; % Befall mit Stängelrüssler; Daten transformiert arcsine($\sqrt{x}/100$)

R ² adjusted =0.38; df error =46	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	1.20657	0.17467	6.91	<.0001			
	-						
Feldgrösse	0.00002	0.00001	-3.07	0.0036	1	9.413	0.0036
Umfang	0.00078	0.00028	2.81	0.0073	1	7.889	0.0073
DG Raps	0.00459	0.00156	2.95	0.005	1	8.696	0.005
	-						
Saatmenge	0.05981	0.01997	-2.99	0.0044	1	8.965	0.0044
kg N herbst	0.00105	0.00057	1.84	0.0718	1	3.395	0.0718
	-						
Region[3]	0.02231	0.03875	-0.58	0.5676	2	9.287	0.0004
Region[4]	0.17426	0.04201	4.15	0.0001			

Modell Bio8; % Symptome Stängelrüssler; Daten transformiert arcsine($\sqrt{x}/100$)

R ² adjusted =0.45; df error =40	Std				df	F	p
	Estimate	Error	t	p			
Intercept	0.050	0.277	0.18	0.8566			
DG Raps	-0.007	0.003	-2.51	0.0163	1	6.287	0.0163
Pflug[0]	-0.283	0.104	-2.73	0.0094	1	7.454	0.0094
Saattiefe	0.154	0.060	2.56	0.0142	1	6.576	0.0142
Gaben herbst	0.251	0.108	2.33	0.0249	1	5.43	0.0249
Feldform (>=kompakter)	-0.017	0.007	-2.53	0.0154	1	6.411	0.0154
kg N Frühjahr	0.007	0.002	4.37	<.0001	1	19.13	<.0001
Region[3]	-0.230	0.066	-3.46	0.0013	2	12.42	<.0001
Region[4]	0.419	0.087	4.83	<.0001			