

Versuchsbericht Raps 2008



Claudia Daniel
26.08.2008

Inhaltsverzeichnis

1.	Fazit der Versuche / Zusammenfassung	2
2.	Überwachung der Rapsglanzkäfer auf 45 Feldern	5
3.	Gesteinsmehl zur Regulierung des Rapsglanzkäfers	17
4.	Knospenwelke am Raps	30
5.	Versuche im Labor	36
6.	Dank	40

1. Fazit der Versuche / Zusammenfassung

Obwohl der Flug der Rapsglanzkäfer im Jahr 2008 schon im Februar einsetzte, blieben die Käfer an den meisten Standorten unter der Schadschwelle. Die kühle Witterung bis Ende April bremste die Aktivität der Käfer. Ende April waren bereits die ersten Rapsblüten geöffnet, sodass die Rapsglanzkäfer kaum noch Schäden verursachen konnten. 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 bremsten.

Ziel der **Überwachung der Käfer** (siehe Kapitel 2) 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 45 Feldern im Fricktal, Reusstal und in der Region Frauenfeld/Weinfelden führte zu folgenden Ergebnissen:

- (1) Auf Feldern von IP-Suisse Produzenten wurden weniger Rapsglanzkäfer beobachtet als auf Feldern von Bio Suisse Produzenten.
- (2) Bei den IP-Suisse Feldern konnte ein Zusammenhang zwischen Käferbefall und Ertrag festgestellt werden, während auf den Bio Suisse Feldern anbautechnische Parameter und die Knospenwelke den Ertrag limitierten. Eine Ertragssteigerung auf Bio-Feldern sollte daher hauptsächlich über eine Verbesserung der Anbautechnik erreichbar sein. Auf den IP-Suisse Feldern ist das Anbausystem bereits soweit optimiert, dass die Käfer ertragslimitierend sind.
- (3) Der Ertrag auf den 13 untersuchten IP-Suisse Feldern lag zwischen 19 und 37 dt/ha. Die Düngung und der Entwicklungsstand der Pflanzen Anfang April hatten einen stärkeren Einfluss auf den Ertrag als der Käferbefall. Felder, die früher zur Blüte kamen brachten einen höheren Ertrag als Felder die später zur Blüte kamen. Anfang April wurden durchschnittlich 0.8 Käfer pro Pflanze beobachtet, die für einen Ertragsverlust von 2.3-5.5 dt/ha verantwortlich waren. Mit fortschreitender Blütenentwicklung nahm der Einfluss der Käfer ab: Die Anzahl Käfer Mitte April und Ende April war nicht ertragswirksam.
- (4) Von den 32 untersuchten Bio-Feldern wurden Felder mit kräftigeren Pflanzen (grösserer Wurzelhalsdurchmesser, höherer Deckungsgrad mit Raps, mehr Stickstoffdüngung) von den Rapsglanzkäfern bevorzugt angefliegen.
- (5) Der Anteil geschädigter Blüten (19-51%) 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 weniger Blüten eine Pflanze insgesamt ansetzte. Je mehr Seitentriebe eine Pflanze ansetzte, umso grösser war der prozentuale Anteil geschädigter Blüten. Offensichtlich wurden die Knospen an den Seitentrieben besonders stark durch die Käfer geschädigt.
- (6) Der Ertrag auf den Bio-Feldern lag zwischen 4 und 28 dt/ha. Keiner der untersuchten Schädlinge (Rapsglanzkäfer, Stängelrüssler, Schotenmücke) hatte einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. 90% der beobachteten Ertragsschwankungen können durch die erfassten anbautechnischen Parameter erklärt werden. Da das nasse, kühle Frühjahr jedoch eher ungewöhnlich war, können daraus noch keine allgemeingültigen Erkenntnisse für eine Verbesserung des Anbausystems für Bioraps gezogen werden.
- (7) Auf vielen Feldern wurden starke Knospenwelkesymptome beobachtet, die den Ertrag signifikant reduzierten. Die Unterscheidung zwischen Knospenwelke und Käferschaden ist extrem wichtig, um Fehlinterpretationen zu vermeiden (siehe Abbildung 1). Häufig werden die physiologisch bedingten Knospenwelkeschäden auch dem Rapsglanzkäfer zugeschrieben, was zu einer verzerrten Wahrnehmung der Schadwirkung der Käfer führt. Die Knospenwelke trat vor allem auf schweren, kühlen Böden und bei hoher Unkrautkonkurrenz verstärkt auf. Eine schwache Stickstoffdüngung im Herbst, sowie starke Stickstoffdüngung im Frühjahr verstärkte die Symptome. Diese Beobachtungen legen ein unaus-

gewogenes Nährstoffverhältnis (zuviel Stickstoff und zu wenig bzw. schlechte Aufnahme von Mikronährstoffen) als Ursache nahe. Daher wurden Blattproben entnommen und analysiert (siehe Kapitel 4). Die Blattanalysen liessen jedoch auch keinen eindeutigen Schluss auf einen spezifischen Mangel zu. Die kühle und feuchte Witterung in der kritischen Phase der Blütenentwicklung führte wahrscheinlich zu einer verminderten Aufnahme verschiedener Nährstoffe (Calcium, Bor) bei gleichzeitiger hoher Verfügbarkeit von Stickstoff.

- (8) 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.
- (9) Im Gegensatz zu den Versuchen 2007, war in diesem Jahr kein eindeutiger Einfluss des Abstands der Felder zum Waldrand (=Überwinterungsquartier der Rapsglanzkäfer) festzustellen.
- (10) Sobald ein Rapsfeld zur Blüte kommt, wandern die Käfer in benachbarte, später blühende Felder ab. Bei Sortenvergleichen innerhalb eines Feldes wechseln die Käfer sehr rasch zu den Sorten mit dem für sie optimalen Entwicklungsstadium (möglichst viele weit entwickelte Knospen bei möglichst wenig bereits geöffneten Blüten). Die Käfer sind dabei sehr mobil und in der Lage schnell und gezielt zu reagieren.
- (11) Wie in den Sortenversuchen beobachtet, wechseln die Käfer auch bei grossen Versuchspartzellen (120 Aren) rasch zwischen den verschiedenen Parzellen hin und her. Kleinparzellen sind daher grundsätzlich ungeeignet, um neue Mittel gegen den Rapsglanzkäfer aussagekräftig zu testen.
- (12) Gülleapplikationen auf die Pflanzen führten zu geringeren Käferdichten, sowie zu weniger Schäden. Der höhere Schotenansatz ist jedoch hauptsächlich auf die Düngerwirkung der Gülle und weniger auf die repellente Wirkung gegen den Käfer zurückzuführen.
- (13) Neben dem Rapsglanzkäfer wurden andere Schädlinge erfasst: Der Stängelrüssler trat sehr stark auf: 93% der untersuchten Pflanzen auf Bio-Feldern waren befallen. Wie beim Rapsglanzkäfer war der Befall auf kleineren, schmalen Feldern grösser als auf grossen, kompakten Parzellen. Von den befallenen Pflanzen bildeten jedoch nur 33% starke Symptome (geplatze, verkrümmte Stängel) aus. Bei lockeren Beständen mit kräftigeren Pflanzen (grösserer Wurzelhalsdurchmesser) und bei höherer Stickstoffdüngung im Frühjahr wurden stärkere Symptome beobachtet.
- (14) Mit 4% geschädigten Schoten trat die Schotenmücke nur in geringen, nicht ertragsrelevanten Dichten auf.

Grundsätzlich gelten die Beobachtungen nur für das Jahr 2008 mit seinem speziell nassen und kühlen Frühjahr. 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. Im Gegensatz zur Versuchsperiode 2008 war das Wetter 2007 im April sehr sonnig und warm. Auch unter diesen Bedingungen hatten die Rapsglanzkäfer keine ertragsrelevante Wirkung.

Auf 9 Feldern wurde der Einsatz von **Gesteinsmehl** gegen den Rapsglanzkäfer geprüft. Da aufgrund der hohen Mobilität der Käfer Kleinparzellenversuche keine aussagekräftigen Ergebnisse erwarten lassen, wurde eine Hälfte des Feldes behandelt, während die andere Hälfte unbehandelt blieb. So konnten ausserdem Erfahrungen zur Applikationstechnik gesammelt werden. Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (1) Das Stäuben von Klinofeed® (350, 520 und 750 kg/ha) führte zu einem staubig-puderigen Belag auf den Pflanzen, während die Spritzung mit Klinospray® (50 kg/ha + 1l Heliosol, 600l Wasser) einen filmartigen Überzug auf den Pflanzen hinterliess.
- (2) Die Behandlungen hatten nur einen geringen Einfluss auf die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze. Nur bei der höchsten Applikationsrate von 750 kg/ha (gestäubt) wurden einen Tag nach der Behandlung weniger Käfer pro Pflanze beobachtet. Drei Tage nach der Behandlung war dieser Effekt – auch bei niederschlagsfreiem Wetter – nicht mehr nachweisbar.

- (3) Die Käfer in den behandelten Parzellen waren von Gesteinsmehl bepudert und bewegten sich deutlich träger. Auch die Flugaktivität war reduziert. Dieser Effekt war nach der Stäubung von Klinofeed® (520 kg/ha) ausgeprägter als nach der Spritzung von Klinospray® (50kg/ha+1 IHeliosol). Da Klinospray® in einer deutlich niedrigeren Aufwandmenge als Klinofeed® eingesetzt wurde, sollten beide Mittel nochmals mit vergleichbaren Applikationsmengen verglichen werden.
- (4) Die reduzierte Mobilität der Käfer in den behandelten Parzellen resultierte offensichtlich in einer geringeren Frassleistung: Es wurden ein geringerer Anteil Blüten geschädigt. Die behandelten Parzellen blühten sichtbar stärker (Abbildung 11).
- (5) In der Folge war der Ansatz gesunder Schoten in den mit Klinofeed® (4x 520 kg/ha) gestäubten Parzellen 52% höher als in den unbehandelten Parzellen; in den Klinospray® 50kg/ha+ 1I Heliosol behandelten Parzellen wurden 13% mehr gesunde Schoten gezählt.
- (6) Die Applikationstechnik für die Gesteinsmehlprodukte erwies sich als schwierig: Scheibendüngerstreuer sind zur Ausbringung des leichten Gesteinsmehls ungeeignet. Gute Resultate wurden mit dem Vicon Pendelstreuer und mit Balkendüngerstreuern erzielt. Weitere Tests mit den handelsüblichen Balkenstreuern, sowie mit pneumatischen Streuern, sowie mit verschiedenen Gesteinsmehlen sind für genaue Praxisempfehlungen notwendig.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Gesteinsmehle keine oder nur eine extrem kurzzeitige Wirkung auf die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze haben. Die anwesenden Käfer werden jedoch durch den Gesteinsmehlbelag in ihrer Frassleistung gestört, was zu einer sichtbar stärkeren Blüte und in der Folge zu einem deutlich höheren Schotenansatz führt. Die Anzahl Käfer pro Pflanze ist daher eine ungeeignete Messgrösse, um die Wirkung von Gesteinsmehl zu beurteilen. Auszählungen des Schotenansatzes und Ertragserhebungen sind dafür besser geeignet. In weiteren Versuchen muss geklärt werden, ob die Frasshemmung auch mit niedrigeren Aufwandsmengen von Gesteinsmehl erreicht werden kann.

Ziel der **Laborversuche** war der Aufbau einer Zucht der Rapsglanzkäfer für spätere Versuche. Im Weiteren sollten Lockstoffe im Olfaktometer geprüft werden. Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (1) Die Rapsglanzkäfer lassen sich im Labor gut mit Rapspollen und Honig ernähren.
- (2) Sobald den Käfern Pflanzenmaterial angeboten wurde, bevorzugte sie dieses jedoch deutlich (sogar blütenlose Nicht-Wirtspflanzen, wie *Arabidopsis thaliana*, werden vor Rapspollen und Honig bevorzugt). Obwohl Pollen und Nektar als Hauptnahrungsquelle der Rapsglanzkäfer genannt werden, sind die Käfer offensichtlich zusätzlich auf grünes Pflanzenmaterial zur Ernährung angewiesen.
- (3) Aus diesem Grund würde eine Ablenk-Fütterung im Feld mit Pollen und Honig die Käfer kaum davon abhalten, die Knospen des Rapses aufzubeissen. Rapspollen ist daher als Köder eher ungeeignet.
- (4) Eine Zucht der Käfer im Labor war nur auf natürlichen Blüten möglich. Braunsenf scheint dafür geeignet zu sein und kann im Gewächshaus innert nützlicher Frist angezogen werden. Die Versuche zur Überwinterung der Käfer im Labor sind noch nicht abgeschlossen.
- (5) Das auffällige Verhalten der Käfer im Olfaktometer sich in Gruppen zusammenzutun, lässt auf ein Aggregationspheromon schliessen.
- (6) Die geprüften Olfaktometer-Typen sind wenig geeignet, um Lockstoffe für den Rapsglanzkäfer zu erforschen. Versuche im Windtunnel (wo Käfer fliegen können und müssen) mit Einzelindividuen bringen eventuell bessere Resultate. Solche Versuche wären jedoch sehr aufwändig.

Zusammenfassen kann man sagen, dass eine Zucht der Rapsglanzkäfer im Labor möglich ist und somit Insekten für weitere Versuche im Winter zur Verfügung stehen. Rapspollen und Honig sind als Köder grundsätzlich ungeeignet, da die Käfer Pflanzenmaterial bevorzugen. Eine Anlockung der Käfer im Feld ist daher am aussichtsreichsten, wenn möglichst attraktive Pflanzen (Rübsen, oder andere Arten) als Randstreifen angebaut werden. Versuche zur Lockwirkung verschiedener Pflanzen sind geplant.

2. Überwachung der Rapsglanzkäfer auf 45 Feldern

Der Rapsglanzkäfer ist 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 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. Insgesamt wurden die Rapsglanzkäfer auf 45 Feldern (32 Felder Bio Suisse, 13 Felder IP-Suisse, siehe Tabelle 1) regelmässig erfasst. Auf einigen Feldern wurden zusätzliche Versuche (Sortenvergleich, Düngungsversuch mit Gülle, Gesteinsmehlversuche) angelegt (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 ausgewertet: **Vorkultur; Pflugeinsatz** (ja/nein); weitere **Unkrautkuren** vor der Saat; **Saattermin; Sorte; Aussaatmenge; Saattiefe; Saatechnik** (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 wurde an mehreren Terminen erfasst. In den frühen Lagen (Fricktal und Reusstal) fand die erste Auszählung bereits **Mitte März** (18. & 19. 03.2008, BBCH < 50-50.5) statt. **Anfang April** (01.-03.04.2008, BBCH < 50-52, Sorte Cabriolet bis BBCH 59), **Mitte April** (14.-20.04.2008, BBCH 50-58; Sorte Cabriolet bis BBCH 62) und **Ende April** (28.-30.04.2008, BBCH 57-65) wurden die Käfer auf allen Feldern gezählt.

Im Zentrum der Felder (bzw. der Versuchspartellen bei zusätzlichen Versuchen) wurden dabei an 5 Punkten jeweils 5 Pflanzen angeschaut. An den ersten beiden Terminen wurden die Käfer pro Pflanze visuell gezählt. Mit zunehmender Pflanzengrösse und zu-

nehmender Käferanzahl wurden an den letzten beiden Terminen Klopfproben an den Pflanzen durchgeführt, um die Anzahl Käfer zu erfassen.

Bei der ersten Käferzählung wurde zusätzlich der Zustand der Felder und die Wuchskraft der Pflanzen erfasst (**Deckungsgrad mit Raps, Deckungsgrad mit Unkraut**, Vorhandensein von **Problemunkäutern, 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 Probenahme-punkt.

Tabelle 1: Versuchsbetriebe für die Überwachung der Rapsglanzkäfer.

Produzent, Ort	Bio/IP	Anzahl Felder	Besonderheiten
Region Fricktal			
R. Stefani, Full-Reuenthal	Bio	4 Felder	Versch. Vorkulturen, Gesteinsmehlversuche
P. Allemann, Frick	Bio	1 Feld	Gesteinsmehlversuche, Gelbfallenversuche
S. Schreiber, Wegenstetten	Bio	2 Felder	Gesteinsmehlversuche
U. Wendelspiess, Wegenstetten	Bio	3 Felder	Gesteinsmehlversuche
R. Rothacher, Zuzgen	Bio	1 Feld	
M. Hasler, Zuzgen	IP-Suisse	2 Felder	
T. Gisin, Zuzgen	IP-Suisse	1 Feld	
V. Schmid, Zuzgen	IP-Suisse	1 Feld	
E. Hilpert, Zuzgen	IP-Suisse	3 Felder	
E. Reinle, Zuzgen	IP-Suisse	1 Feld	
Region Reusstal			
A. Zobrist, Hendschiken	Bio	1 Feld	
G. Winterberg, Bettwil	Bio	1 Feld	
A. Kohler, Muri	Bio	1 Feld	
C. Villiger, Auw	Bio	1 Feld	
H. Stocker, Abtwil	Bio	1 Feld	
H. Schneebeili, Obfelden	Bio	1 Feld	Sortenvergleich
T. Weber, Ottenbach	Bio	1 Feld	Sortenvergleich
W. Huber, Jonen	Bio	1 Feld	Sortenvergleich
B. Huber, Jonen	Bio	1 Feld	
U. Kaufmann, Oberwil-Lieli	Bio	1 Feld	
D. Abbt, Hermetschwil	Bio	2 Felder	
Region Frauenfeld/Weinfelden			
H. Gerber, Kefikon	Bio	1 Feld	
L. Baur, Islikon	IP-Suisse	4 Felder	Rübseneinsaat
M. Knellwolf, Gachnang	IP-Suisse	1 Feld	
C. Meili, Pfyn	Bio	1 Feld	
K. Biser, Pfyn	Bio	1 Feld	
M. Ramser, Illhart	Bio	3 Felder	Versch. Saattermine
F. Schenk, Engwang	Bio	1 Feld	Düngerversuch Gülle
T. Buser, Altenklingen	Bio	2 Felder	Sortenvergleich

Nach Ende der Blüte (02.-13.06.2008) wurden in jedem Bio-Feld (bzw. in jeder Versuchsparzelle) 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 folgende Parameter erfasst: **Wurzelhalsdurchmesser** der Pflan-

zen; **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. Zusätzlich zu den oben aufgeführten Versuchsfeldern wurden diese Daten auch an den sechs Sorten im Sortenversuch vom auf dem Feld von M. Richartz, Hombrechtikon erhoben.

2.1.3 Auswertung

Die Anzahl Käfer pro Pflanze, der prozentuale Anteil geschädigter Knospen und der Ertrag wurden mit einem statistischen Modell (multiple Regression) 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 7 dargestellt. An den Gelbfallen am Standort Frick waren die ersten Rapsglanzkäfer bereits während der kurzen, warmen Periode Ende Februar zu beobachten. Das folgende kühle Wetter bremste den Käfereinflug jedoch wieder.

Mitte März wurden nur in den warmen Lagen im Fricktal, insbesondere auf den Feldern von R. Stefani, nennenswerte Käferzahlen an den Pflanzen beobachtet (Tabelle 2). Die Schadschwelle von 1-2 Käfern pro Pflanze (Stadium BBCH 51) wurde Anfang April nur auf den Parzellen von R. Stefani 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 (R. Stefani, S. Schreiber) und in der Region Frauenfeld/Weinfeldern (M. Knellwolf) 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. Die Daten der Käferzählung wurden für die IP-Suisse- und für die Biofelder separat analysiert.

Tabelle 2: Durchschnittliche Anzahl Käfer pro Pflanze auf IP-Suisse und Bio-Rapsfeldern in den Regionen Fricktal, Reusstal und Frauenfeld/Weinfeldern (*Käferzahlen auf den Parzellen von R. Stefani, nicht im Mittelwert).

Region	Mitte März BBCH <50-50.5		Anfang April BBCH <50-52		Mitte April BBCH 50-58		Ende April BBCH 57-65	
	IP	Bio	IP	Bio	IP	Bio	IP	Bio
Fricktal	0.07	0.3 (* 1.6)	0.6	1.5 (*4.2)	1.7	2.8 (*8.8)	2.7	6.1 (*10)
Reusstal	-	0.09	-	0.8	-	1.5	-	3.2
Frauenfeld/Weinfeldern	-	-	1.1	1.6	2.9	3.2	5.9	3.5

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 wurden nur von der Feldgrösse und dem Umfang des Feldes beeinflusst (Statistik: multiple Regression; Grösse: $F_{1,9}=27.5$, $p<0.001$; Umfang: $F_{1,9}=33.4$, $p<0.001$). Auf grösseren Feldern waren weniger Käfer zu finden als auf kleineren. Je geringer der Feldumfang war, umso geringer war die Anzahl Käfer. Der gleiche Zusammenhang wurde bei der Probenahme Mitte April beobachtet (Statistik: multiple Regression; Grösse: $F_{1,9}=9.5$, $p=0.01$; Umfang: $F_{1,9}=5.7$, $p=0.04$). Grosse kompakte Parzellen sind daher besser als kleine, lange und schmale Felder.

Beim Probenahmetermin Ende April hatten die Region (Statistik: multiple Regression; Region: $F_{1,5}=12.5$, $p=0.02$), der Entwicklungsstand der Pflanzen ($F_{1,5}=9.4$, $p=0.03$) und der Abstand des Feldes zum Wald ($F_{1,5}=14.9$, $p=0.01$) einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Käfer pro Pflanze. In der Region Frauenfeld/Weinfeldern waren signifikant mehr Käfer pro Pflanze zu finden als im Fricktal. Mit zunehmender Blütenentwicklung waren weniger Käfer an den Pflanzen zu finden. Offen blühende Rapsblüten sind für die Käfer zur Eiablage ungeeignet und deshalb verlassen die Käfer die Felder je weniger geschlossene Knospen sie finden. Je weiter ein Feld vom Waldrand entfernt war, umso weniger Käfer waren zu beobachten. Grösse ($F_{1,5}=3.5$, $p=0.12$) und Umfang ($F_{1,5}=1.5$, $p=0.27$) des Feldes, sowie der Hofdüngereinsatz ($F_{1,5}=6.4$, $p=0.05$) hatten keinen Einfluss.

Der **Ertrag** auf den untersuchten IP-Suisse Rapsfeldern lag zwischen 19 und 37 dt/ha. 86% dieser Ertragsschwankungen (Statistik: multiple Regression; $R^2=0.859$) können durch die Faktoren Hofdüngereinsatz ($F_{1,5}=7.5$, $p=0.04$), Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze Anfang April ($F_{1,5}=6.1$, $p=0.06$), Entwicklungsstadium der Pflanzen Anfang April ($F_{1,5}=5.7$, $p=0.06$), Feldgrösse ($F_{1,5}=5.7$, $p=0.06$), Umfang des Feldes ($F_{1,5}=5.4$, $p=0.07$) und Anbauregion ($F_{1,5}=3.3$, $p=0.13$) erklärt werden. Betriebe, die Hofdünger einsetzten, hatten einen niedrigeren Ertrag (26.3 ± 1.1 dt/ha), als Betriebe die nur mineralisch düngten (35.5 ± 2.3 dt/ha). Die Düngermenge (kg N/ha) hatte keinen Einfluss auf den Ertrag, was möglicherweise auf die geringen Unterschiede zwischen den Betrieben zurückzuführen ist. Die Summe der Stickstoffgaben im Herbst und im Frühjahr lag bei allen Feldern zwischen 140 und 155 kg N/ha. Die anderen Faktoren hatten keinen statistisch signifikanten Einfluss ($p>0.05$) auf den Ertrag, was jedoch auf die geringe Anzahl beprobter Felder zurückzuführen sein kann. Setzt man $p=0.1$ als Signifikanzgrenze ein, ergibt sich ein signifikanter Einfluss der Anzahl Käfer pro Pflanze Anfang April: Je mehr Rapsglanzkäfer Anfang April pro Pflanze zu finden waren, umso niedriger war der Ertrag. Jeder zusätzliche Käfer pro Pflanze verursachte einen Ertragsverlust von 4.9 ± 2.0 dt/ha. Bei einer durchschnittlichen Anzahl von 0.8 Käfern pro Pflanze verursachten die Käfer Ertragsverluste von 3.9 ± 1.6 dt/ha. Der Einfluss der Käfer war damit deutlich geringer als der Einfluss der Düngung. Darüber hinaus beeinflusste der Entwicklungsstand der Pflanzen den Ertrag: Je weiter die Blütenentwicklung Anfang April fortgeschritten war, umso höher war der Ertrag. Offensichtlich konnten die weiter entwickelten Pflanzen, den Entwicklungsvorsprung direkt in einen höheren Ertrag umsetzen.

2.2.3 Ergebnisse der Rapsglanzkäferüberwachung auf Bio Suisse Feldern

Im Gegensatz zu den IP-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 gravierende Unterschiede. Da die Anbautechnik durchaus den Befall mit Rapsglanzkäfern beeinflussen kann, wurden diese Parameter in die Analyse mit einbezogen.

Die **Käferzahlen pro Pflanze Anfang April** wurden von der Region beeinflusst (Statistik: multiple Regression; Region $F_{2,17}=11.0$, $p<0.001$): im Reusstal wurden signifikant weniger Käfer beobachtet als im Fricktal und in der Region Frauenfeld/Weinfelden. Verschiedene Anbauparameter hatten einen signifikanten Einfluss auf die Käfer. Die Käferzahlen Anfang April waren höher:

- auf Parzellen, wo neben Hofdünger auch Handelsdünger eingesetzt wurde ($F_{1,17}=1.7$, $p=0.03$),
- auf Parzellen, wo Düngergaben ($F_{3,17}=7.1$, $p=0.003$), insbesondere Gülle ($F_{1,17}=11.2$, $p=0.004$), schon im Herbst gegeben wurden (wobei geringere Stickstoffmengen höhere Käferzahlen zur Folge hatten: $F_{1,17}=7.8$, $p=0.01$)
- je mehr Stickstoff (kg N/ha: $F_{1,17}=13.3$, $p=0.002$; Anzahl Gaben: $F_{3,17}=4.3$, $p=0.02$) im Frühjahr gegeben wurde
- je öfter gehackt ($F_{2,17}=7.9$, $p=0.004$) oder gestriegelt ($F_{2,17}=10.1$, $p=0.001$) wurde.

Je grösser der Wurzelhalsdurchmesser der Pflanzen beim Auswintern war, umso mehr Käfer wurden Anfang April pro Pflanze ($F_{1,17}=24.4$, $p<0.001$) beobachtet. Aus dieser Beobachtung, wie auch aus dem Einfluss der Anbauparameter kann man schlussfolgern, dass die Käfer kräftigere Pflanzen bevorzugten. Je kleiner die Feldgrösse, umso mehr Käfer wurden beobachtet ($F_{1,17}=7.5$, $p=0.01$). Diese Beobachtung ist nicht überraschend, da die Käfer vom Feldrand her einwandern und die Probenahmepunkte im Zentrum des Feldes bei kleinen Feldern schneller erreichen. Der Abstand zum Wald hatte kaum einen Einfluss auf die Anzahl Käfer ($F_{1,17}=3.4$, $p=0.08$): Tendenziell traten in der Nähe des Waldes mehr Käfer auf.

Bei der Erhebung der **Käferzahlen pro Pflanze Ende April** war der Einfluss der Region immer noch nachweisbar (Statistik: multiple Regression; Region $F_{2,18}=11.6$, $p<0.001$). Im Fricktal traten signifikant mehr Käfer auf als im Reusstal und in der Region Frauenfeld/Weinfelden. Von den Anbauparametern beeinflusste die Düngung die Anzahl Käfer am deutlichsten: höhere Stickstoffmengen (kg N/ha) ($F_{1,18}=14.1$, $p=0.002$) in wenigen Gaben ($F_{2,18}=29.5$, $p<0.001$) und der Einsatz von Gülle ($F_{1,18}=23.5$, $p<0.001$) im Herbst, sowie zusätzliche Stickstoffgaben im Frühjahr ($F_{1,18}=29.7$, $p<0.001$) führten zu höheren Käferzahlen. Je höher der Deckungsgrad mit Raps beim Auswintern war, umso mehr Käfer wurden pro Pflanze beobachtet ($F_{1,18}=6.6$, $p=0.02$). Wie schon bei der Käferzählung Anfang April deuten diese Beobachtungen darauf hin, dass die Käfer starke Bestände bevorzugen. Das Entwicklungsstadium der Rapspflanzen Ende April hatte einen signifikanten Einfluss auf die Käferzahlen pro Pflanze ($F_{1,18}=95.1$, $p<0.001$). Mit zunehmender Blütenentwicklung waren weniger Käfer an den Pflanzen zu finden. Auch der Saattermin hatte einen signifikanten Einfluss ($F_{1,18}=5.9$, $p=0.03$): je später ein Feld gesät wurde, umso mehr Käfer waren an den Pflanzen zu finden. Später gesäte und weniger weit entwickelte Bestände kamen eher später zur Blüte und waren daher für die Käfer länger attraktiv. 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 beobach-

ten ($F_{1,18}=26.0$, $p<0.001$). Dieser Einfluss war jedoch deutlich schwächer, als der Einfluss des Entwicklungsstadiums.

Der prozentuale Anteil der **Rapsglanzkäferschäden** (=Anzahl kräftiger Schotenstiele ohne Schotenansatz im Verhältnis zu Stielen mit Schotenansatz) lag auf den untersuchten Feldern zwischen 19 und 51% und war signifikant höher,

- je mehr Käfer Anfang April pro Pflanze zu finden waren (Statistik: %-Daten transformiert [$\arcsin\sqrt{(x/100)}$]; multiple Regression; $F_{1,24}=8.1$, $p=0.009$),
- je weniger weit die Pflanzen Anfang April entwickelt waren (BBCH: $F_{1,24}=13.4$, $p=0.001$,
- je weniger Schoten insgesamt an den Pflanzen zu finden waren ($F_{1,24}=10.2$, $p=0.004$) und
- je mehr Seitentriebe ($F_{1,24}=10.1$, $p=0.004$) die Pflanzen hatte.

Bei der Berechnung des statistischen Modells mit den Käferzahlen von Ende April, wurden die gleichen Zusammenhänge gefunden, wobei Ende April kein Einfluss des Entwicklungsstadiums mehr nachweisbar war. 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 die Knospen an den Seitentrieben besonders stark durch die Käfer geschädigt. Die agronomischen Kenngrössen, die erfassten Pflanzenparameter, sowie der Befall mit anderen Schädlingen (Stängelrüssler) hatten keinen Einfluss auf die Höhe der Rapsglanzkäferschäden.

Der **Ertrag** auf den untersuchten Feldern lag zwischen 4 und 28 dt/ha (Mittelwert: 14.3 dt/ha). Einige Felder, die vor der Ernte untergepflügt wurden, wurden von der Analyse ausgeschlossen, um die Daten nicht zu verzerren.

Der Ertrag wurde hauptsächlich von anbautechnischen Parametern beeinflusst (Statistik: multiple Regression), während der Schädlingsbefall keine Auswirkungen hatte. Saattermin ($F_{1,12}=28.8$, $p<0.001$) und Saatechnik ($F_{2,12}=21.1$, $p<0.001$) hatten einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag: je später gesät wurde, umso höher war der Ertrag und der Anbau in enger Reihe (<25cm) brachte höhere Erträge als Breitsaat oder der Anbau in weiter Reihe. Diese beiden Feststellungen widersprechen den momentanen Empfehlungen für den Biorapsanbau. Sie gelten jedoch nur für die Saison 07/08, wo späte Aussaaten von einem warmen Herbst profitierten und frühe Aussaaten in eine Schlechtwetterperiode fielen. Aus langjährigen Erfahrungen ist bekannt, dass der Anbau in weiter Reihe unter Biobedingungen die besseren Erträge bringt. Durch nasse und kühle Wetter im Frühjahr 2008 war es den Produzenten jedoch oft nicht möglich zu hacken, sodass besonders beim Anbau in weiter Reihe starke Unkrautprobleme auftraten.

Weiterhin hatte die Düngung einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag: Je mehr Düngergaben (0 bis 2) im Herbst gegeben wurden, umso höher war der Ertrag ($F_{2,12}=17.2$, $p<0.001$). Die Düngermenge (0 bis 96 kg N/ha) im Herbst hatte hingegen keinen signifikanten Einfluss. Bezogen auf die Düngung im Frühjahr, stieg der Ertrag sowohl mit der Düngermenge (0 bis 96 kg N/ha; $F_{1,12}=13.3$, $p=0.003$), wie auch mit der Anzahl Düngergaben (0-3 Gaben; $F_{3,12}=18.9$, $p<0.001$).

Keiner der erfassten Schädlinge hatte einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. Weder der prozentuale Schaden durch den Rapsglanzkäfer (%-Daten transformiert [$\arcsin\sqrt{(x/100)}$]; $F_{1,12}=1.8$, $p=0.21$), noch der prozentuale Anteil der Pflanzen mit starken

Symptomen von Stängelrüsslerbefall (%-Daten transformiert [$\arcsine\sqrt{(x/100)}$]); $F_{1,12}=2.5$, $p=0.14$) oder die Anzahl durch die Kohlschotenmücke geschädigter Schoten ($F_{1,12}=0.8$, $p=0.38$) waren ertragswirksam. Die Knospenwelke hingegen hatte einen signifikant negativen Einfluss auf den Ertrag (%-Daten transformiert [$\arcsine\sqrt{(x/100)}$]); $F_{1,12}=7.3$, $p=0.02$): je mehr Knospen durch die Knospenwelke geschädigt waren, umso geringer war der Ertrag.

2.2.4 Weitere Beobachtungen zum Rapsglanzkäfer

Auf einigen der untersuchten Parzellen standen verschiedene **Sorten im Vergleich**. Bei H. Schneebeli, T. Weber und W. Huber wurden die Sorte Cabriolet und die Sorte Rémy im Vergleich auf jeweils einem Drittel oder der Hälfte der Parzelle angebaut. Durch die schnellere Blütenentwicklung der Sorte Cabriolet im Frühjahr, sollte diese Sorte eigentlich weniger vom Rapsglanzkäfer geschädigt werden, da sich die Blüten öffnen, bevor die Käfer in grossem Ausmass ins Feld einwandern. Die Anzahl Käfer pro Pflanze und der Anteil geschädigter Blüten ist in Tabelle 3 dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Käferzahlen bis Mitte April kontinuierlich anstiegen, wobei bei der Sorte Cabriolet immer mehr Käfer beobachtet wurden als bei der Sorte Rémy. Ende April hingegen war ein Rückgang der Käfer bei der Sorte Cabriolet und ein starker Anstieg der Käfer bei der Sorte Rémy zu beobachten. Die Sorte Cabriolet befand sich zu diesem Zeitpunkt bereits in der Vollblüte, während die Sorte Rémy erst zu blühen begann. Die Rapsglanzkäfer sind in der Lage, das für sie optimale Entwicklungsstadium der Blüten zu erkennen: für die Eibablage brauchen sie möglichst viele weit entwickelte Knospen bei möglichst wenigen bereits geöffneten Blüten. Daher wird am Anfang der Saison die weiter entwickelte Sorte Cabriolet von den Käfern bevorzugt, wohingegen am Ende die Sorte Rémy attraktiver war. An beiden Sorten wurden etwa gleich starke Schäden durch den Rapsglanzkäfer beobachtet (Tabelle 3).

Dieser Versuch lässt weitere Schlussfolgerungen zu:

- (1) Die Rapsglanzkäfer sind im Feld sehr mobil und wechseln selbst bei grossen Versuchsparzellen (30 -120 Are) rasch in die angrenzenden Verfahren.
- (2) Streifenversuche in einem Feld sind ungeeignet um die Anfälligkeit der Sorten für Schädlinge zu vergleichen.

Tabelle 3: Anzahl Käfer pro Pflanze (\pm se), Entwicklungsstadium der Pflanze (BBCH) und prozentualer Anteil durch den Rapsglanzkäfer geschädigter Blüten bei den Sorten Rémy und Cabriolet.

Sorte	Anzahl Käfer				% geschädigte Blüten
	Mitte März	Anfang April	Mitte April	Ende April	
Rémy	0.09 \pm 0.04 (BBCH 50)	0.5 \pm 0.3 (BBCH 52)	1.3 \pm 0.6 (BBCH 56)	3.3 \pm 1.2 (BBCH 62)	24.4 \pm 1.8
Cabriolet	0.13 \pm 0.09 (BBCH 51)	1.7 \pm 0.6 (BBCH 56)	2.0 \pm 0.2 (BBCH 60)	0.6 \pm 0.1 (BBCH 65)	25.3 \pm 4.7

Bei T. Buser wurden die Sorten Rémy, Vision, Viking und Cabriolet in einem Streifenversuch verglichen. Dabei wurde ein ähnliches Verhalten der Käfer beobachtet. In dieser Parzelle wurde die Sorte Rémy am stärksten von den Rapsglanzkäfern geschädigt (39% geschädigte Blüten), was aber hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass diese Sorte als Mantelsaat am Rand um die anderen Sorten herum stand. Da die Käfer immer vom Rand her in die Felder einwandern, wurde die Sorte Rémy in diesem Fall am stärksten geschädigt. Bei den anderen Sorten lag der Schaden zwischen 25% (Cabriolet, Viking) und 34% (Vision).

In einem weiteren Streifenversuch bei M. Richartz wurden die Sorten Viking, Cabriolet, Expert, Oase, Rémy, und Robust angebaut. Die Anzahl Käfer pro Pflanze wurde in dieser Parzelle nicht erhoben. Nach der Blüte wurde jedoch der Schaden erfasst: mit 25% geschädigter Blüten war die Sorte Cabriolet am stärksten betroffen, gefolgt von den Sorten Robust (20%, Feldrand!), Viking (17%), Rémy (15%), Expert (14%) und Oase (9%).

Auf dem Feld von F. Schenk wurde der Einsatz von **Gülle zur Vertreibung der Rapsglanzkäfer** getestet: bei den zwei Gülleapplikationen im Frühjahr blieb eine Ecke des Feldes unbehandelt. Im unbehandelten Bereich des Feldes wurden an allen Terminen mehr Käfer pro Pflanze beobachtet als in den mit Gülle behandelten Bereichen. Der Anteil geschädigter Blüten war mit 30% im unbehandelten Teil höher als im behandelten Teil (21%). Die starken Unterschiede in der Anzahl gesunder Schoten pro Pflanze sind jedoch hauptsächlich auf die Düngerwirkung der Gülle und weniger auf die Frassaktivität der Käfer zurückzuführen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Auswirkung von Gülleapplikationen auf den Rapsglanzkäfer, den Anteil geschädigter Blüten und den Ertrag.

	Anzahl Käfer			% geschädigte Blüten	Anzahl gesunde Schoten
	Anfang April	Mitte April	Ende April		
unbehandelt	0.64 (BBCH 51)	3.7 (BBCH 55)	3.22 (BBCH 59)	30%	36.9
Gülle	0.46 (BBCH 51)	0.8 (BBCH 55)	3.04 (BBCH 60)	21%	148.5

Auf 9 Feldern wurde der Einsatz von **Gesteinsmehl** gegen den Rapsglanzkäfer geprüft. Diese Versuche sind im nächsten Kapitel beschrieben.

2.2.5 Knospenwelke

Auf vielen Rapsfeldern trat in diesem Jahr die Knospenwelke stark auf: Nach einer anfänglich normalen Entwicklung der Pflanzen im zeitigen Frühjahr wurden die Knospen kurz vor der Blüte plötzlich braun, trockneten ein und fielen schliesslich ab. Häufig werden diese Schäden von vielen Produzenten, wie auch von einigen Beratern dem Rapsglanzkäfer zugeschrieben. Untersuchungen der vertrockneten Knospen zeigten jedoch, dass diese keine Frassspuren aufwiesen. Somit konnte ein Schaden durch den Rapsglanzkäfer ausgeschlossen werden.

Abbildung 1 zeigt den Unterschied zwischen Knospenwelke und Käferschaden. Bei einem Käferschaden entwickeln sich die Schotenstiele ohne Fruchtansatz weiter und sind beinahe so kräftig wie die Schotenstiele, die eine gesunde Schote tragen, während bei der Knospenwelke die Schotenstiele in ihrer Entwicklung zurückbleiben, eintrocknen und schliesslich abfallen. Für die genaue Beurteilung der Rapsglanzkäferschäden ist diese Unterscheidung extrem wichtig. Häufig werden Knospenwelkesymptome dem Käfer zugeschrieben, was zu einer verzerrten Einschätzung der Schadwirkung der Käfer führt. Bei der Nachernteerhebung der Käferschäden wurde daher auch der Anteil von Knospenwelke geschädigter Knospen mit erfasst. Wie in Kapitel 2.2.3. beschrieben, hatte der Anteil durch Knospenwelke geschädigter Blüten eine signifikant ertragsreduzierende Wirkung, während die Käferschäden keinen Einfluss auf den Ertrag hatten.



Abbildung 1: Bei der Knospenwelke (weisser Punkt) trocknen Knospen und Schotenstiele ein, bei einem Rapsglanzkäferschaden (schwarzer Punkt) bleiben kräftige Schotenstiele stehen.

Die Knospenwelke wird physiologischen Ursachen zugeschrieben: Die Pflanzen bringen nur so viele Blüten zur Entwicklung, wie sie tragen können. Die restlichen Blüten werden abgestossen. Insbesondere beim Anbau auf Böden mit unzureichender Wasser- und Nährstoffversorgung während des Wachstums im Frühjahr oder wenn im Frühjahr nach langen kühlen Witterungsperioden plötzlich grössere Wärme mit Niederschlagsdefiziten einsetzt, können diese Symptome beobachtet werden. Zwar trat in diesem Jahr eine längere, sehr kühle Periode im Frühjahr auf, von Niederschlagsdefiziten konnte jedoch kaum die Rede sein (Abbildung 7).

Da auch starke, gesunde Bestände von den Symptomen betroffen waren, wurde mit den vorliegenden Datensätzen eine weitere statistische Analyse (%-Daten transformiert [$\arcsine\sqrt{(x/100)}$]; multiple Regression) durchgeführt, um mögliche Einflussfaktoren der Anbauparameter auf die Knospenwelke zu erkennen.

Die Anbauregion hatte einen starken Einfluss ($F_{2,7}=58.1$, $p<0.001$). Im Fricktal (kühle, schwere Böden) waren viele Felder so stark geschädigt, dass sie noch während der Blüte untergepflügt wurden. Im Reusstal (leichte, schnell erwärmbare Böden) wurden signifikant weniger Schäden beobachtet als in der Region Frauenfeld/Weinfeld. Je kleiner die Felder waren, umso stärker waren die Symptome ($F_{1,7}=19.8$, $p=0.003$). Viele der anbautechnischen Parameter beeinflussten das Auftreten der Knospenwelke signifikant: Später gesäte Bestände hatten weniger Schäden als früher gesäte ($F_{1,7}=110.4$, $p<0.001$). Diese Feststellung gilt jedoch nur für die Saison 07/08, wo späte Aussaaten von einem warmen Herbst profitierten und frühe Aussaaten in eine Schlechtwetterperiode fielen. Je geringer die Saatmenge, umso grösser waren die Schäden ($F_{1,7}=58.5$, $p<0.001$). Beim Anbau in Breitsaat traten signifikant weniger Schäden auf als beim Anbau in enger Reihe oder weiter Reihe ($F_{2,7}=50.9$, $p<0.001$). Diese Feststellung gilt ebenso nur für die Saison 07/08. Aus langjährigen Erfahrungen ist bekannt, dass der Anbau in weiter Reihe unter Biobedingungen die besseren Erträge

bringt. Durch das nasse und kühle Wetter im Frühjahr 2008 war es den Produzenten jedoch oft nicht möglich zu hacken, sodass besonders beim Anbau in weiter Reihe starke Unkrautprobleme auftraten. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Besatz (Deckungsgrad) mit Unkraut im zeitigen Frühjahr und den Schäden durch Knospenwelke nachgewiesen werden ($F_{1,7}=34.3$, $p<0.001$): Ein dichter Unkrautbesatz führte zu stärkerer Knospenwelke. Diese Beobachtung mag auf die verstärkte Nährstoffkonkurrenz durch die Unkräuter zurückzuführen sein.

Weiterhin hatte die Düngung einen signifikanten Einfluss auf die Knospenwelke: je weniger Stickstoff (kg N/ha: $F_{1,7}=57.8$, $p<0.001$; Anzahl Düngergaben: $F_{2,7}=85.4$, $p<0.001$) im Herbst gegeben wurde, umso stärker waren die Symptome. Der Einsatz von Gülle im Herbst verstärkte die Symptome ($F_{1,7}=71.4$, $p<0.001$). Je mehr Stickstoff (kg N/ha: $F_{1,7}=26.4$, $p=0.001$; Anzahl Düngergaben: $F_{2,7}=125.1$, $p<0.001$) im Frühjahr eingesetzt wurde, umso stärker waren die Symptome. Dass die höhere Stickstoffdüngung im Frühjahr die Symptome verstärkt, deutet auf ein unausgewogenes Verhältnis zwischen Stickstoff und anderen Nährstoffen hin. Um diesen Verdacht zu klären wurden von den stark betroffenen Parzellen, wie auch von gesunden Vergleichsparzellen Blattproben entnommen und auf ihren Nährstoffgehalt untersucht. Die detaillierten Analyseergebnisse der Blattproben sind in Kapitel 4 dargestellt.

2.2.6 Andere Schädlinge: Stängelrüssler und Schotenmücke

Der **Stängelrüssler** trat in diesem Jahr sehr stark auf. Durchschnittlich 93% der untersuchten Pflanzen wiesen Larven des Stängelrüsslers im Inneren ihres Stängels auf, wobei jedoch nur 33% der Pflanzen die typischen Symptome (geplatzter, gekrümmter Stängel) zeigten.

Der prozentuale Befall mit Stängelrüsslern wurde dabei hauptsächlich von der Anbau-region (%-Daten transformiert [$\arcsine\sqrt{(x/100)}$]; multiple Regression; Region: $F_{2,22}=10.8$, $p<0.001$; stärkster Befall in der Region Frauenfeld/Weinfeld), der Form des Feldes (Grösse: $F_{1,22}=19.1$, $p<0.001$; Umfang: $F_{1,22}=15.7$, $p<0.001$), dem Deckungsgrad mit Raps ($F_{1,22}=10.3$, $p=0.004$) und der Saatmenge ($F_{1,22}=6.9$, $p=0.02$) beeinflusst. Je kleiner das Feld und je grösser der Umfang, umso stärker war der Befall. Lange schmale Felder sind demzufolge ungünstiger als nahezu quadratische. Ein höherer Deckungsgrad mit Raps im zeitigen Frühjahr führte zu stärkerem Befall.

Erst wenn die Stängel platzen und sich die Pflanze krümmt, werden wirklich grosse Schäden verursacht. Ein latenter Befall bei äusserlich gesunden Stängeln kann den Ertrag zwar reduzieren, führt jedoch kaum zum Totalausfall. Daher wurden die Einflussfaktoren, die zu einer stärkeren Symptomausprägung führen, untersucht. Der Anteil Pflanzen, der bei Befall starke Symptome ausprägte (%-Daten transformiert [$\arcsine\sqrt{(x/100)}$]; multiple Regression) war grösser,

- je niedriger der Deckungsgrad mit Raps war ($F_{1,19}=26.6$, $p<0.001$),
- beim Anbau in weiter Reihe ($F_{2,19}=4.8$, $p=0.02$),
- je grösser die Aussaatmenge war ($F_{1,19}=7.3$, $p=0.01$),
- je früher der Saattermin war ($F_{1,19}=25.9$, $p<0.001$),
- je grösser der Wurzelhalsdurchmesser im Frühjahr war ($F_{1,19}=20.4$, $p<0.001$),
- beim Einsatz von Gülle im Herbst ($F_{1,19}=6.9$, $p=0.02$),
- je mehr Stickstoff im Frühjahr gedüngt wurde (kg N/ha: $F_{1,19}=24.5$, $p<0.001$; Anzahl Gaben: $F_{3,19}=8.6$, $p<0.001$),
- im Fricktal als in der Region Frauenfeld/Weinfeld ($F_{2,19}=13.4$, $p<0.001$).

Diese Resultate deuten darauf hin, dass die bei weniger dichten Beständen und bei einem grösseren Wurzelhalsdurchmesser stärkere Symptome auftreten. Eine starke

Stickstoffdüngung, die ein starkes Wachstum der Pflanzen auslöste, führt ebenfalls zur Verschlimmerung der Symptome.

Vereinzelt wurden Schäden durch die **Schotenmücke** beobachtet. Durchschnittlich wurden 4% der Schoten durch die Schotenmücke geschädigt. Für eine statistische Auswertung war dieser Befall zu niedrig.

2.3 Fazit

Obwohl der Flug der Rapsglanzkäfer im Jahr 2008 schon im Februar einsetzte, blieben die Käfer an den meisten Standorten unter der Schadschwelle. Die kühle Witterung bis Ende April bremste die Aktivität der Käfer. Ende April waren bereits die ersten Rapsblüten geöffnet, sodass die Rapsglanzkäfer kaum noch Schäden verursachen konnten. 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 bremsten.

Die Überwachung der Käfer auf 45 Feldern im Fricktal, Reusstal und in der Region Frauenfeld/Weinfeldern führte zu folgenden Ergebnissen:

- (1) Auf Feldern von IP-Suisse Produzenten wurden weniger Rapsglanzkäfer beobachtet als auf Feldern von Bio Suisse Produzenten.
- (2) Bei den IP-Suisse Feldern konnte ein Zusammenhang zwischen Käferbefall und Ertrag festgestellt werden, während auf den Bio Suisse Feldern anbautechnische Parameter und die Knospenwelke den Ertrag limitierten. Eine Ertragssteigerung auf Bio-Feldern sollte daher hauptsächlich über eine Verbesserung der Anbautechnik erreichbar sein. Auf den IP-Suisse Feldern ist das Anbausystem bereits soweit optimiert, dass die Käfer ertragslimitierend sind.
- (3) Der Ertrag auf den 13 untersuchten IP-Suisse Feldern lag zwischen 19 und 37 dt/ha. Die Düngung und der Entwicklungsstand der Pflanzen Anfang April hatten einen stärkeren Einfluss auf den Ertrag als der Käferbefall. Felder, die früher zur Blüte kamen brachten einen höheren Ertrag als Felder die später zur Blüte kamen. Anfang April wurden durchschnittlich 0.8 Käfer pro Pflanze beobachtet, die für einen Ertragsverlust von 2.3-5.5 dt/ha verantwortlich waren. Mit fortschreitender Blütenentwicklung nahm der Einfluss der Käfer ab: Die Anzahl Käfer Mitte April und Ende April war nicht ertragswirksam.
- (4) Von den 32 untersuchten Bio-Feldern wurden Felder mit kräftigeren Pflanzen (grösserer Wurzelhalsdurchmesser, höherer Deckungsgrad mit Raps, mehr Stickstoffdüngung) von den Rapsglanzkäfern bevorzugt angefliegen.
- (5) Der Anteil geschädigter Blüten (19-51%) 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 weniger Blüten eine Pflanze insgesamt ansetzte. Je mehr Seitentriebe eine Pflanze ansetzte, umso grösser war der prozentuale Anteil geschädigter Blüten. Offensichtlich wurden die Knospen an den Seitentrieben besonders stark durch die Käfer geschädigt.
- (6) Der Ertrag auf den Bio-Feldern lag zwischen 4 und 28 dt/ha. Keiner der untersuchten Schädlinge (Rapsglanzkäfer, Stängelrüssler, Schotenmücke) hatte einen signifikanten Einfluss auf den Ertrag. 90% der beobachteten Ertragsschwankungen können durch die erfassten anbautechnischen Parameter erklärt werden. Da das nasse, kühle Frühjahr jedoch eher ungewöhnlich war, können daraus noch keine

allgemeingültigen Erkenntnisse für eine Verbesserung des Anbausystems für Bio-raps gezogen werden.

- (7) Auf vielen Feldern wurden starke Knospenwelkesymptome beobachtet, die den Ertrag signifikant reduzierten. Die Unterscheidung zwischen Knospenwelke und Käferschaden ist extrem wichtig, um Fehlinterpretationen zu vermeiden (siehe Abbildung 1). Häufig werden die physiologisch bedingten Knospenwelkeschäden auch dem Rapsglanzkäfer zugeschrieben, was zu einer verzerrten Wahrnehmung der Schadwirkung der Käfer führt. Die Knospenwelke trat vor allem auf schweren, kühlen Böden und bei hoher Unkrautkonkurrenz verstärkt auf. Eine schwache Stickstoffdüngung im Herbst, sowie starke Stickstoffdüngung im Frühjahr verstärkte die Symptome. Diese Beobachtungen legen ein unausgewogenes Nährstoffverhältnis (zuviel Stickstoff und zu wenig bzw. schlechte Aufnahme von Mikronährstoffen) als Ursache nahe. Daher wurden Blattproben entnommen und analysiert (siehe Kapitel 4).
- (8) 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.
- (9) Im Gegensatz zu den Versuchen 2007, war in diesem Jahr kein eindeutiger Einfluss des Abstands der Felder zum Waldrand (=Überwinterungsquartier der Rapsglanzkäfer) festzustellen.
- (10) Sobald ein Rapsfeld zur Blüte kommt, wandern die Käfer in benachbarte, später blühende Felder ab. Bei Sortenvergleichen innerhalb eines Feldes wechseln die Käfer sehr rasch zu den Sorten mit dem für sie optimalen Entwicklungsstadium (möglichst viele weit entwickelte Knospen bei möglichst wenig bereits geöffneten Blüten). Die Käfer sind dabei sehr mobil und in der Lage schnell und gezielt zu reagieren.
- (11) Wie in den Sortenversuchen beobachtet, wechseln die Käfer auch bei grossen Versuchspartzen (120 Aren) rasch zwischen den verschiedenen Partzen hin und her. Kleinpartzen sind daher grundsätzlich ungeeignet, um neue Mittel gegen den Rapsglanzkäfer aussagekräftig zu testen.
- (12) Gülleapplikationen auf die Pflanzen führten zu geringeren Käferdichten, sowie zu weniger Schäden. Der höhere Schotenansatz ist jedoch hauptsächlich auf die Düngewirkung der Gülle und weniger auf die repellente Wirkung gegen den Käfer zurückzuführen.
- (13) Neben dem Rapsglanzkäfer wurden andere Schädlinge erfasst: Der Stängelrüssler trat sehr stark auf: 93% der untersuchten Pflanzen auf Bio-Feldern waren befallen. Wie beim Rapsglanzkäfer war der Befall auf kleineren, schmaleren Feldern grösser als auf grossen, kompakten Partzen. Von den befallenen Pflanzen bildeten jedoch nur 33% starke Symptome (geplatze, verkrümmte Stängel) aus. Bei lockeren Beständen mit kräftigeren Pflanzen (grösserer Wurzelhalsdurchmesser) und bei höherer Stickstoffdüngung im Frühjahr wurden stärkere Symptome beobachtet.
- (14) Mit 4% geschädigten Schoten trat die Schotenmücke nur in geringen, nicht ertragsrelevanten Dichten auf.

Grundsätzlich gelten die Beobachtungen nur für das Jahr 2008 mit seinem speziell nasen und kühlen Frühjahr. 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. Im Gegensatz zur Versuchsperiode 2008 war das Wetter 2007 im April sehr sonnig und warm. Auch unter diesen Bedingungen hatten die Rapsglanzkäfer keine ertragsrelevante Wirkung.

3. Gesteinsmehl zur Regulierung des Rapsglanzkäfers

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 Wirkung von Gesteinsmehl unter praxisnahen Bedingungen zu erfassen und Erfahrungen zur Applikation von Gesteinsmehl zu sammeln.

3.1 Applikationstechnik

Auf den drei Versuchsbetrieben wurden Abdreh- und Streuversuche mit Klinofeed® durchgeführt. Aus Erfahrungen mit leichten, pulverförmigen Biodüngern und nach Auskünften der Düngerstreuerhersteller (Rauch und Amazone) wurde eine Streubreite von 6-8 m mit Schleuderstreuern erwartet. Problematisch bei der Ausbringung von Gesteinsmehlen ist die feine Körnung und das relativ geringe Teilchengewicht. Klinofeed® ist noch feiner und leichter als Urgesteinsmehle, die oft verwendet werden. Die durchschnittliche Teilchengrösse ist 40 µm, bei einem Schüttgewicht von 0.7 kg/l.

Folgende Streuer-Typen wurden getestet: **Vicon Pendeldüngerstreuer** und **Rauch MDS 65** (Abbildung 2).

Die **Abdrehversuche** wurden mit einer Zapfwellendrehzahl von 540 U/min durchgeführt. Beim Vicon Pendeldüngerstreuer mit Rührkrone verlief das Abdrehen unproblematisch, es wurden kaum Brückenbildungen (d.h. Hohlräume in die das Streugut nicht nachrutscht) beobachtet. Beim Rauch MDS, war kein zusätzliches Rührwerk vorhanden, dafür fallen die Wände steiler ab. Das Schutzgitter musste entfernt werden, da dieses das Nachrutschen des Steinmehls behinderte. Für beiden Typen konnte nach der Abdrehprobe eine Streutabelle erstellt werden.

Weniger erfolgreich verliefen die **Streuversuche**. Mit dem Vicon- Pendelstreuer (Abbildung 2, rechts) konnte bei Windstille eine Verteilbreite von 6 m erreicht werden (Abbildung 3). In der Praxisanwendung mit leichtem Wind wurden normalerweise 4-5 m Streubreite erreicht. Ohne Windeinfluss bleibt die Staubeentwicklung relativ gering. Die Staubschicht entwickelt sich nicht höher als 1 m über Boden. Der Rauch MDS Düngerstreuer (Abbildung 2, links) erreichte in der Praxisanwendung nur eine Streubreite von 2-3 m. Wahrscheinlich wird durch die deutlich grössere Geschwindigkeit, die die Gesteinsteilchen erhalten, die Windanfälligkeit erhöht. Scheibendüngerstreuer können daher für das leichte Gesteinsmehl nicht empfohlen werden.

Das Ausbringen mit alten Balkenstreuern (Abbildung 5) verlief relativ unproblematisch, Die Flächenleistung ist natürlich relativ gering. Im Handel sind Geräte von einer Breite bis 3 m anzutreffen (z.B. Balkenstreuer von Fiona). Früher waren Geräte mit einer Breite bis zu 6 m im Einsatz. Grundsätzlich dürfte eine Ausbringung auch mit pneumatischen Streuern möglich sein, diese Geräte sind aber teuer und nur auf wenigen Betrieben vorhanden.



Abbildung 2: Mit dem Düngestreuer Rauch MDS 65 (links) konnten nur 2-3 m Streubreite erreicht werden. Die Streuwolke entwickelt sich dabei hoch. Der Vicon-Pendelstreuer (rechts) weist nur eine relative flache Streuwolke auf. Ohne Windschutz ist das Streubild unsymmetrisch 4-6 m breit.

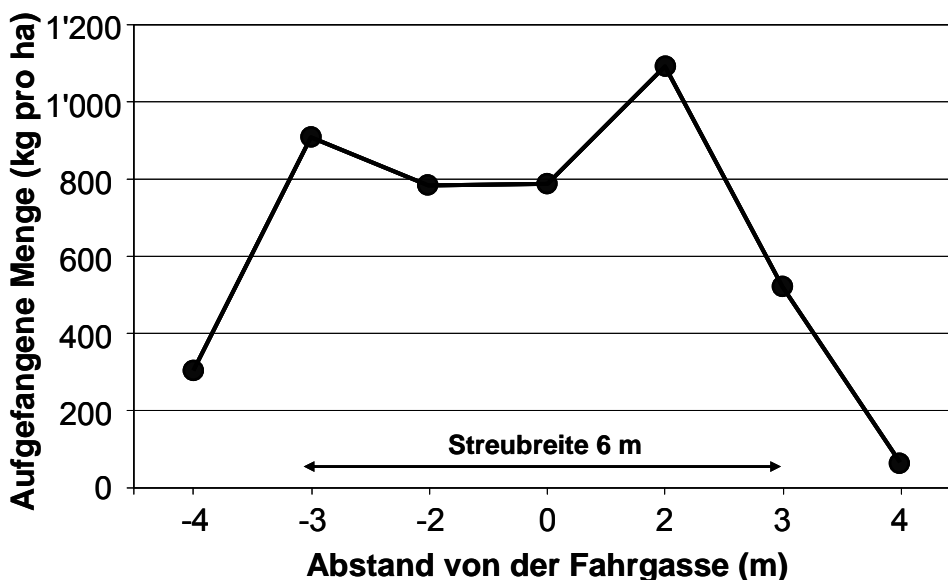


Abbildung 3: Streubild des Vicon Pendelstreuers bei leichtem Seitenwind (540 U/min, 1.5 km/h). Für Gesteinsmehl ausreichende Streubreite auf 6 m.

3.2 Material & Methoden

Versuchstandorte

Die Versuche sollten auf neun Feldern durchgeführt werden, wobei zwei Felder schon kurz vor bzw. kurz nach Versuchsbeginn aufgrund ihres schlechten Zustandes aus dem Versuch genommen wurden. Bei folgenden Produzenten wurden Versuche durchgeführt:

- R. Stefani, Strickhof 339, 5324 Reuenthal (2 Felder)
- S. Schreiber, Gründlematt, 4317 Wegenstetten (2 Felder)
- U. Wendelspiess, Birkenhof 367, 4317 Wegenstetten (3 Felder, Behandlung durch S. Schreiber)

Tabelle 5: Agronomische Daten

Produzent	Vorkultur	Saat-termin	Saat-menge	Sorte	Reihen-abstand	Düngung: kg N im Herbst	Düngung: kg N im Frühjahr
R. Stefani	Winterweizen	06.09.07	2.9 kg/ha	Rémy	50 cm	15	75
S. Schreiber	Wintergerste	28.08.07	4.8 kg/ha	Rémy	36 cm	25	55
U. Wendelspiess	Dinkel	15.09.07	4.8 kg/ha	Expert	15 cm	50	0

Versuchsdesign und geprüfte Mittel

Da die Käfer besonders bei sonnigem Wetter sehr mobil sind, wurden grosse Versuchspartellen angelegt: das heisst, jeweils eine Hälfte des Feldes wurde behandelt, die andere Hälfte blieb als Kontrolle unbehandelt (Abbildung 4). Bei den grossen Feldern von R. Stefani konnten pro Feld zwei Wiederholungen angelegt werden (Abbildung 4).

Auf 6 der 7 Felder wurde Klinofeed® mittels Düngerstreuer gestäubt. Auf einem Feld bei R. Stefani wurde Klinospray® gespritzt.

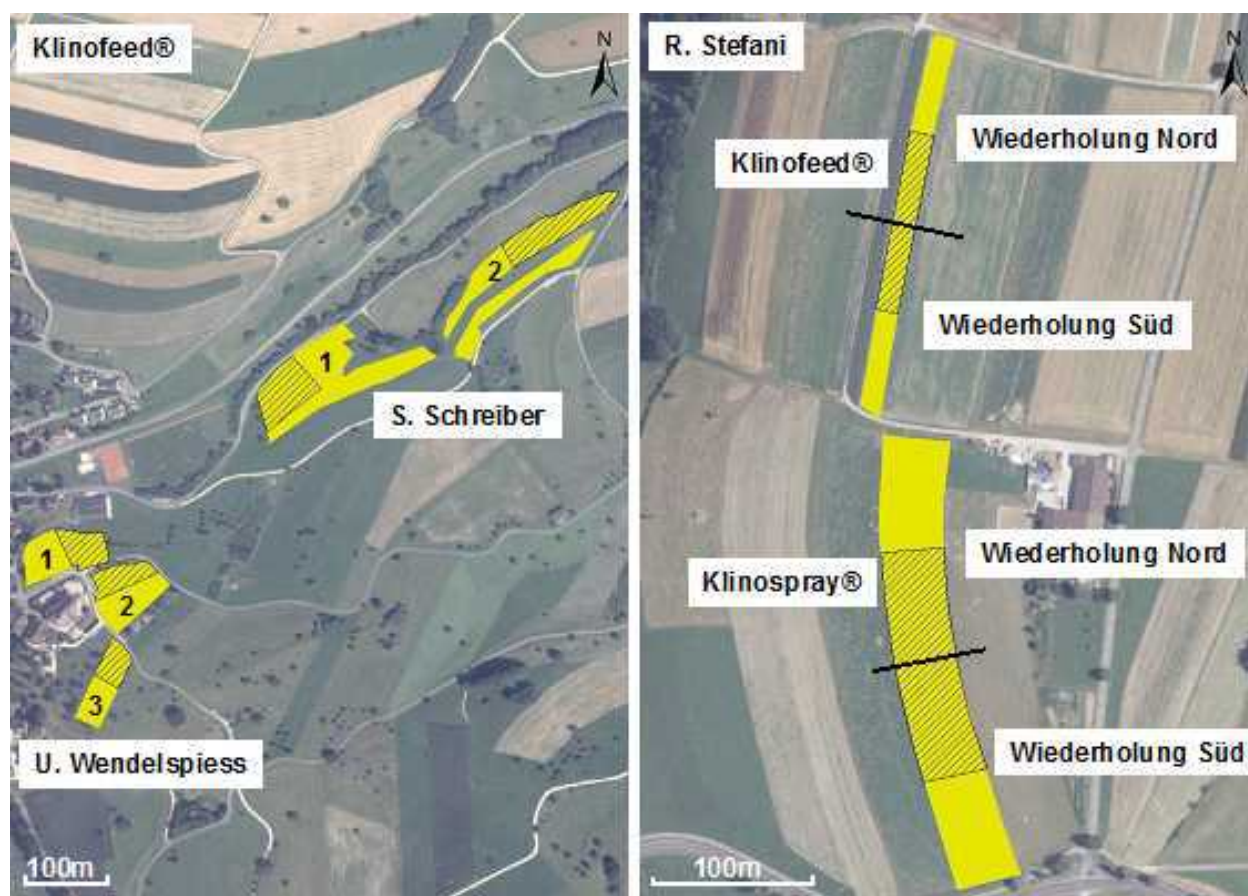


Abbildung 4: Plan der Versuchsfelder bei S. Schreiber & U. Wendelspiess (rechts) sowie bei R. Stefani (links); gelb=Rapsfeld, schraffiert=behandelte Parzellen.

Applikationstermine, Aufwandmengen & Applikationstechnik

An den gelben Leimfallen am Standort Frick wurden schon im Februar die ersten Rapsglanzkäfer gefangen. Da zu diesem Zeitpunkt die Rapspflanzen noch keine Knospen hatten, wurden die Behandlungstermine dem Entwicklungsstand der Pflanzen ange-

passt: als Behandlungsbeginn wurde das Stadium 51 BBCH (Blütenknospe von oben sichtbar) gewählt, da erst ab diesem Stadium das Gesteinsmehl direkt auf die Knospen ausgebracht werden konnte. Da die Käfer im Frühjahr über eine längere Periode nach und nach in die Felder einwandern und da der Regen das Gesteinsmehl häufig von den Pflanzen abwusch, waren wiederholte Behandlungen nötig. Die Behandlungen erfolgten durch die Produzenten mit der betriebsüblichen Technik.

Bei **S. Schreiber** wurde die erste Behandlung von 300 kg Klinofeed® pro Hektar am 17.04.08 (52-54 BBCH) mit einem Vicon Pendeldüngerstreuer (540 U/min, 5.5 km/h) ausgebracht. Durch den leichten Wind wurde nur eine Applikationsbreite von etwa 4-5 m erreicht. Nach den ergiebigen Niederschläge während der folgenden Woche, waren die starken vernässten Böden nicht befahrbar. Die zweite Behandlung wurde daher am 25.04.08 (56-59 BBCH) mit Hilfe eines pferdegezogenen Amazone-Kastendüngerstreuers appliziert (Abbildung 5). Bei dieser Behandlung wurden 750 kg Klinofeed® pro Hektar ausgebracht. Die dritte Behandlung (350 kg Klinofeed® /ha) erfolgte am 02.05.08 (60-62 BBCH) ebenfalls mit Pferd und Kastendüngerstreuer.

Durch den späteren Saattermin waren die Pflanzen bei **U. Wendelspiess** in der Entwicklung etwas langsamer als die Pflanzen von S. Schreiber. Daher wurde am 17.04.08 (50 BBCH) noch keine Behandlung durchgeführt. Die weiteren Behandlungen erfolgten gleichzeitig (25.04.08, 53-54 BBCH; 02.05.08, 56-58 BBCH) und mit der gleichen Technik und Aufwandmenge wie die Behandlungen von S. Schreiber (Abbildung 6).

Bei **R. Stefani** wurde auf der einen Parzelle ebenfalls Klinofeed® gestäubt. Die Behandlungen erfolgten mit einem Vicon Pendeldüngerstreuer (540 U/min, 6.7 km/h) und einer Aufwandmenge von 520 kg/ha am 08.04. (51-52 BBCH), 15.04. (52-53 BBCH), 18.04. (53-54 BBCH) und am 26.04. (57-62 BBCH). Auf der zweiten Parzelle wurde Klinospray® mit einer Aufwandmenge von 50 kg/ha und dem Zusatz von 2 l Heliosol pro Hektar (600 l Wasser / ha) am 05.04. (50-52 BBCH), 17.04. (53-54 BBCH) und 26.04.08 (57-62 BBCH) mit einer gängigen Feldspritze gespritzt.



Abbildung 5: Gesteinsmehlabplikation bei U. Wendelspiess und S. Schreiber am 25.04.2008: mit pferdegezogenem Amazone-Kastendüngerstreuer



Abbildung 6: Sichtbarer Gesteinsmehlbelag auf den Feldern von U. Wendelspiess am 25.04.2008

Auswertungen

Die **klimatischen Bedingungen** im Untersuchungszeitraum wurden mit einer Campbell CR10X Wetterstation am Standort Frick aufgezeichnet. Die erste Flugaktivität der Rapsglanzkäfer im zeitigen Frühjahr wurde mit Gelbfallen in einem Rapsfeld am Standort Frick überwacht.

Am 18.03.08 wurde der **Zustand der Versuchsfelder** erfasst. Der Deckungsgrad mit Rapspflanzen und Unkraut wurde an 8 Stellen pro Feld (bei R. Stefani: 8 Stellen pro Feldhälfte) geschätzt. Die Leitunkrautarten wurden bestimmt. Der Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen wurde an 40 Pflanzen je Feld (bei R. Stefani: je 40 Pflanzen pro Feldhälfte) erfasst.

Die **Anzahl Käfer** an 50 Pflanzen pro Parzelle wurde mit Hilfe von Auszählungen an den Pflanzen (bei Proben vor Mitte April wegen geringer Pflanzengrösse) oder mit Klopfproben (bei grösseren Pflanzen, nach Mitte April) erfasst. Die Auszählungen wurden jeweils am späten Vormittag durchgeführt. Der Einflug der Käfer in die Felder wurde schon vor der ersten Behandlung am 18.03.08 und 01.04.08 überwacht.

Einen Tag, sowie drei Tage nach der Behandlung mit Klinofeed® wurde auf den Parzellen von S. Schreiber und U. Wendelspiess die Anzahl Käfer pro Pflanze mit einer Klopfprobe an 50 Pflanzen pro Feld und Verfahren erfasst (1 Tag nach Behandlung: 26.04.08, sowie 03.05.08; drei Tage nach Behandlung: 28.04.08, sowie 05.05.08). Bei R. Stefani wurden am 14.04.08 (6 bzw. 9 Tage nach Behandlung) und am 27.04.08 (einen Tag nach der Behandlung) Klopfproben durchgeführt.

Um die **Auswirkungen der Gesteinsmehlapplikation auf die Pflanzen** zu erfassen, wurde der Entwicklungsstand der Pflanzen bei jeder Klopfprobe erfasst. Zudem wurden bei einer Vorernteprobe (Probenahme 12.06.08 bei R. Stefani; 10.05.08 bei S. Schreiber und U. Wendelspiess) 25 Pflanzen pro Versuchsparzelle entnommen: Die Höhe der Pflanzen, Gewicht pro Pflanze, Wurzelhalsdurchmesser, sowie die Anzahl Seitentriebe wurden erfasst.

Um den **vom Rapsglanzkäfer verursachten Schaden** zu bestimmen, wurde bei den Vorernteproben (nur Parzellen von R. Stefani) der **Schotenansatz** sowie die Anzahl Stiele ohne Schoten (=vom Käfer geschädigte Blüten) an jeder Pflanze erfasst.

3.3 Resultate & Diskussion Gesteinsmehl

Die *klimatischen Bedingungen* im Untersuchungszeitraum, sowie die Flugaktivität der Rapsglanzkäfer im zeitigen Frühjahr in Frick sind in Abbildung 7 dargestellt.

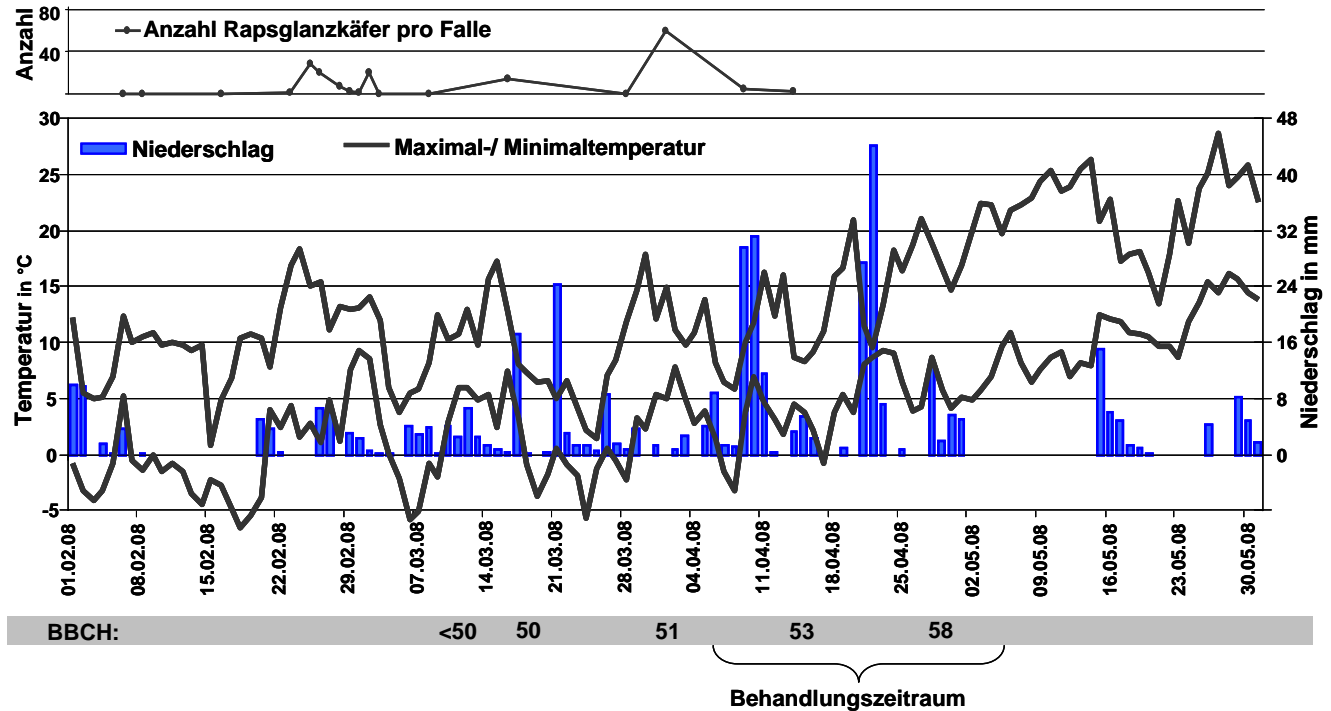


Abbildung 7: Wetterbedingungen während der Versuche (Standort Frick) und Flugaktivität der Rapsglanzkäfer an Gelbfallen am Standort Frick.

Vor Versuchsbeginn wurde der *Zustand der Felder* erfasst. Am 18.03.08 wurde der Deckungsgrad mit Raps & Unkräutern, der Wurzelhalsdurchmesser der Pflanzen, sowie Anzahl Käfer pro Pflanze erhoben. Durch den späten Saattermin bei U. Wendelspiess waren die Pflanzen auf diesen Parzellen etwas schwächer als auf den anderen Parzellen (Tabelle 6). Bei S. Schreiber & R. Stefani hatten die Pflanzen zu diesem Zeitpunkt meist schon Blütenknospenanlagen entwickelt, während bei U. Wendelspiess ein Grossteil der Pflanzen noch keine Blütenknospenanlagen hatte. Die ersten Käfer waren bereits in den Feldern zu beobachten. Am 01.04.08 wurden die Anzahl Käfer zum zweiten Mal vor Versuchsbeginn erfasst (Tabelle 6). An beiden Terminen war zu erkennen, dass mit fortgeschrittenerem Entwicklungsstadium der Pflanzen mehr Käfer pro Pflanze zu finden waren. Da die Versuchsfelder recht nah beieinander lagen, lässt diese Beobachtung auf eine Präferenz der Käfer für weiter entwickelte Knospen schliessen.

Tabelle 6: Zustand der Felder im Frühjahr vor Versuchsbeginn (Deckungsgrad mit Raps, Unkraut, sowie Leitunkrautarten, Wurzelhalsdurchmesser der Rapspflanzen und Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze am 18.03.08; sowie Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze am 01.04.08)

Parzelle	% Deckungsgrad Raps	Wurzelhals-Durchmesser Raps (cm)	% Deckungsgrad Unkraut	Leitunkräuter	BBCH am 18.03.08	Rapsglanzkäfer pro Pflanze 18.03.08	BBCH am 01.04.08	Rapsglanzkäfer pro Pflanze 01.04.08
R. Stefani 1 (Klinofeed®)	44.1%	1.05	5.6%	Vogelmiere	50-51	1.43	(51)-52	5.07
R. Stefani 2 (Klinospray®)	28.4%	1.10	33.4%	Taubnessel, Vogelmiere, Kamille	50	0.64	(51)-52	2.47
S. Schreiber 1 (Klinofeed®)	63.1%	1.50	0.25%	Vogelmiere	50	0.40	51-(52)	2.39
S. Schreiber 2 (Klinofeed®)	48.8 %	1.35	17.1%	Vogelmiere, Veronica, Gräser	50	0.86	50-(51)	2.19
U. Wendelspiess 1 (Klinofeed®)	32.5%	0.95	3.1%	Vogelmiere, Gräser	< 50	0.20	< 50	1.36
U. Wendelspiess 2 (Klinofeed®)	25.0%	0.50	2.3%	Vogelmiere, Gräser	< 50	0.13	< 50	0.85
U. Wendelspiess 3 (Klinofeed®)	36.3%	0.60	3.0%	Vogelmiere, Gräser	< 50	0.60	< 50	1.48

Die Auswirkung der Gesteinsmehlbehandlungen auf die **Anzahl Käfer pro Pflanze** wurde mit Klopfproben überwacht. In den behandelten Parzellen von S. Schreiber und U. Wendelspiess wurden am 26.04.08 – einen Tag nach Behandlung mit 750 kg Klinofeed® pro ha – signifikant weniger Käfer gefangen als in der Kontrolle (Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren $F_{1,4}=122.14$, $p<0.001$; Feld: $F_{4,4}=40.99$, $p=0.002$; Abbildung 8). Drei Tage nach der Behandlung (28.04.08) war dieser Effekt jedoch nicht mehr nachweisbar (Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren $F_{1,4}=0.07$, $p=0.81$; Feld: $F_{4,4}=22.97$, $p=0.005$).

Bei der Applikation von 350 kg Klinofeed® pro Hektar konnten einen Tag nach der Behandlung (03.05.08) keine Unterschiede festgestellt werden, in den behandelten Parzellen waren sogar mehr Käfer zu beobachten als in der unbehandelten Kontrolle (Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren $F_{1,4}=9.10$, $p=0.04$; Feld: $F_{4,4}=17.49$, $p=0.009$). Drei Tage nach der Applikation war ebenfalls kein Effekt messbar (Statistik: two-way-ANOVA, Verfahren $F_{1,4}=0.14$, $p=0.73$; Feld: $F_{4,4}=2.05$, $p=0.25$, Abbildung 8).

Beide Applikationen (750 kg/ha und 350 kg/ha) wurden mit dem gleichen Amazone-Kastendüngerstreuer ausgebracht. Die schlechtere Wirkung der zweiten Applikation kann neben der geringeren Dosierung eventuell auch auf die zunehmende Grösse der Pflanzen zurückzuführen sein: bei der Behandlung mit 750 kg/ha befanden sich die Pflanzen im Stadium 53-59 BBCH. Beim Überfahren der Bestände wurden die Pflanzen leicht nach unten gebogen und sprangen hinter der Maschine wieder hoch (Abbildung 5), was zu einer guten Verwirbelung des Gesteinsmehls und zu einem dichten, deutlich sichtbaren Belag auf den Knospen führte. Bei der Applikation von 350 kg/ha befanden sich die Pflanzen im Stadium 56-62 BBCH und waren deutlich grösser. Der Belag mit Gesteinsmehl auf den Knospen war weniger dicht als nach der ersten Behandlung.

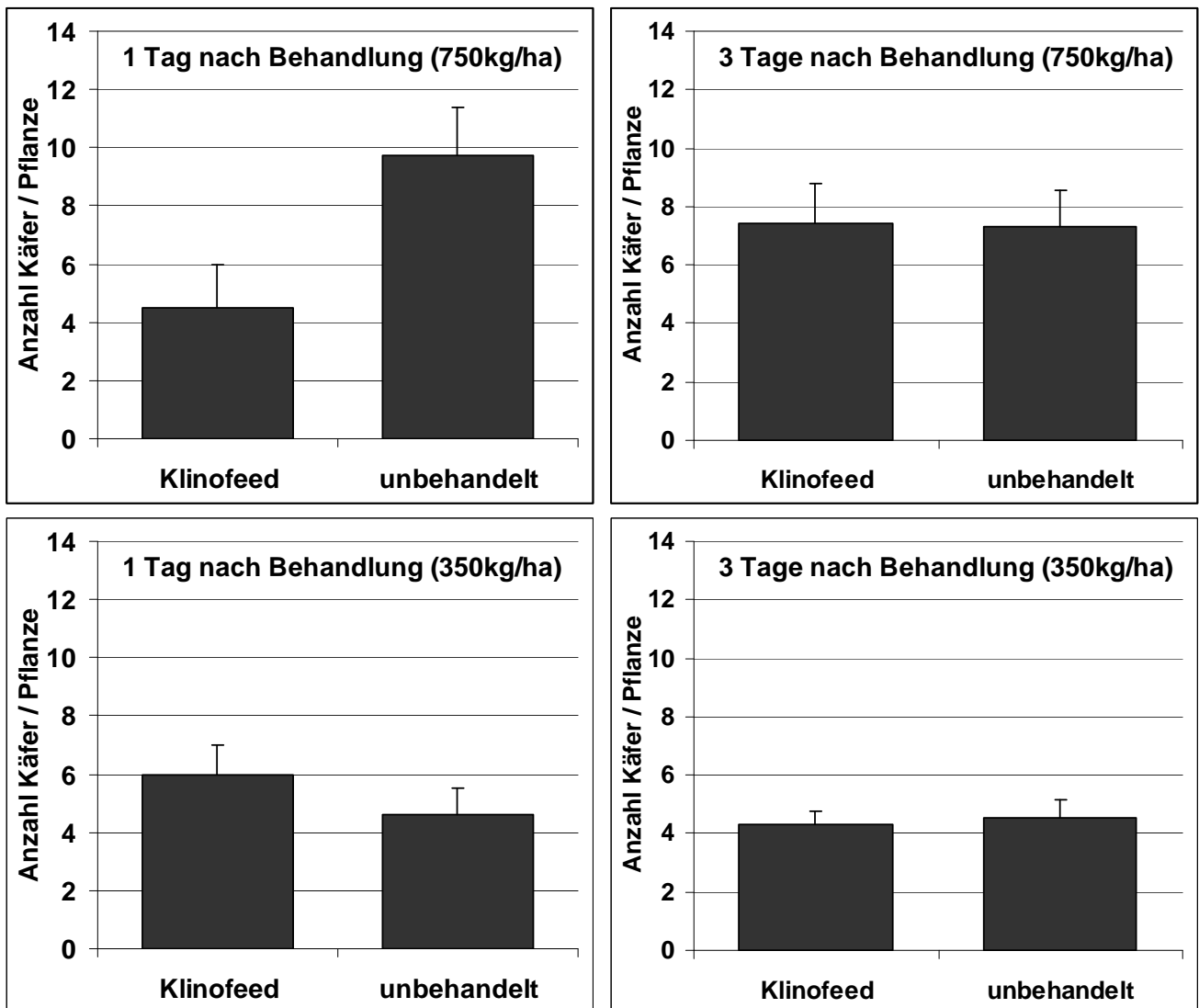


Abbildung 8: Auswirkung der Klinofeed®-Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze einen und drei Tage nach der Behandlung mit 750 kg / ha und 350 kg / ha auf den Parzellen von S. Schreiber und U. Wendelspiess.

Auf einer Parzelle von R. Stefani wurde Klinofeed® gestäubt (520 kg/ha) und auf einer weiteren Parzelle wurde Klinospray® mit dem Zusatz von 2l Heliosol/ha gespritzt. Da bei diesen Parzellen keine echten Wiederholungen angelegt waren, können diese Daten nicht statistisch ausgewertet werden.

Am 14.04.08 nach leichtem Niederschlag waren die Pflanzen in den Klinospray® behandelten Parzellen (9 Tage nach der Behandlung) und immer noch von einem weisslichen Gesteinsmehl-Film überzogen, während auf den Pflanzen in den Klinofeed® behandelten Parzellen (6 Tage nach der Behandlung) kein Gesteinsmehl mehr zu erkennen war. Bei der Anzahl Käfer konnte zu diesem Zeitpunkt kein Unterschied zwischen den behandelten und unbehandelten Parzellen gefunden werden (Anzahl Käfer pro Pflanze: Klinofeed® 6.60 ± 0.30 , unbehandelt 6.97 ± 1.92 ; Klinospray® 5.47 ± 0.37 , unbehandelt 5.24 ± 0.09).

Am 27.04.08 (einen Tag nach der Behandlung) wurde eine weitere Klopfprobe durchgeführt, um die Anzahl Käfer pro Pflanze zu bestimmen. Die Applikation von Klinofeed® konnten den Besatz mit Käfern leicht senken, während die Spritzung von Klinospray® keine Wirkung hatte (Abbildung 9). Bei der Beobachtung der Käfer in den Klinofeed®

behandelten Parzellen fiel auf, dass die Käfer von einer feinen Schicht Gesteinsmehl überzogen waren und sich deutlich träger bewegten als die Käfer in den unbehandelten Parzellen, die an diesem sonnigen, warmen Tag sehr mobil waren. In den mit Klinospray® behandelten Parzellen war der Gesteinsmehl-Film auf den Pflanzen zwar deutlich zu erkennen, der Belag war jedoch weniger staubig als in den Klinofeed behandelten Parzellen (Abbildung 10). Die Käfer in den Klinospray®-Parzellen waren weniger mit Gesteinsmehl bepodert und weniger in ihrer Mobilität eingeschränkt als die Käfer in den Klinofeed®-Parzellen.

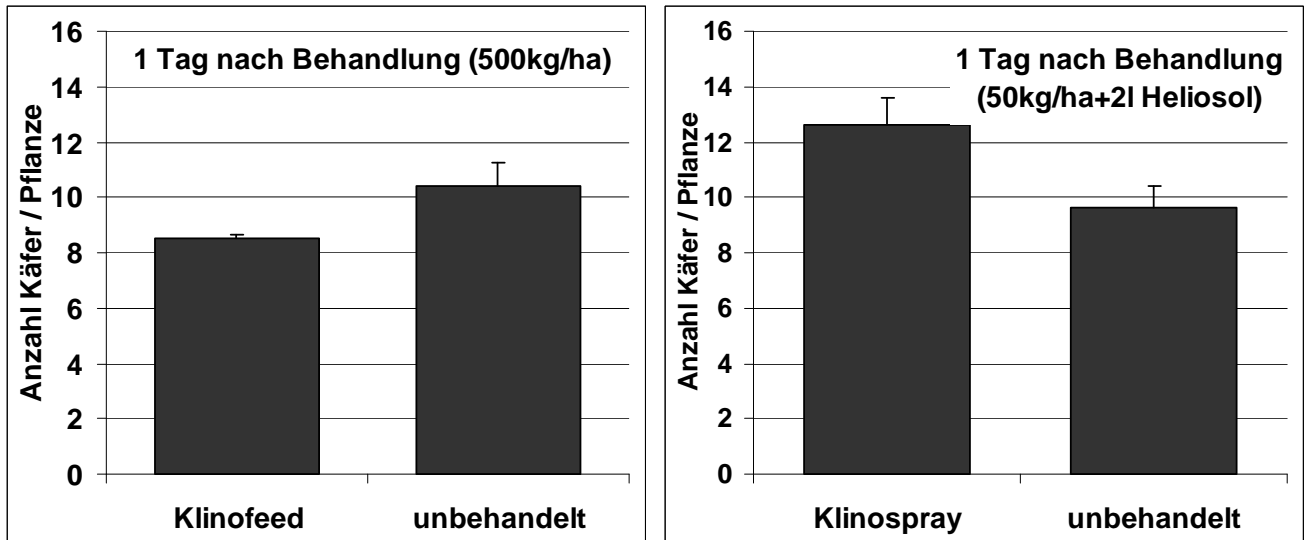


Abbildung 9: Auswirkung der Klinofeed® und Klinospray® Applikation auf die Anzahl Käfer pro Pflanze einen Tag nach der Behandlung auf den Parzellen von R. Stefani.



Abbildung 10: Belag mit Klinofeed® (rechts) und Klinospray® (links) auf den Rapspflanzen am 27.04.08.

Bei den in der Vorernteprobe erfassten Pflanzenparametern konnten keine direkten **Auswirkungen der Gesteinsmehlapplikation auf die Pflanzen** beobachtet werden. Die Gesteinsmehlapplikationen hatten keinen Einfluss auf die Wuchshöhe der Pflanzen (Statistik: two-way-ANOVA: Verfahren: $F_{1,6}=0.28$, $p=0.61$; Feld $F_{6,6}=10.65$, $p=0.006$), das Gewicht der Pflanzen (Statistik: two-way-ANOVA: Verfahren: $F_{1,6}=0.04$, $p=0.85$; Feld $F_{6,6}=7.99$, $p=0.01$), den Wurzelhalsdurchmesser (Statistik: two-way-ANOVA: Verfahren: $F_{1,6}=0.62$, $p=0.46$; Feld $F_{6,6}=3.50$, $p=0.08$) oder die Anzahl Seitentriebe (Statistik: two-way-ANOVA: Verfahren: $F_{1,6}=1.89$, $p=0.22$; Feld $F_{6,6}=8.33$, $p=0.01$). Zwischen den verschiedenen Feldern traten jedoch starke Unterschiede auf: die Pflanzen bei U. Wendelspiess waren kleiner und schwächer als auf den anderen Feldern. In den behandelten, wie in den unbehandelten Parzellen eines Feldes entwickelten sich die Pflanzen synchron. Der Blütezeitpunkt wurde nicht verzögert oder verfrüht. Bei R. Stefani fiel jedoch auf, dass die Pflanzen im mit Klinofeed® behandelten Teil des Feldes deutlich stärker blühten als die Pflanzen im unbehandelten Bereich des Feldes (Abbildung 11). Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass die Rapsglanzkäfer im Gesteinsmehl behandelten teil des Feldes weniger Blüten schädigen konnten, als im unbehandelten teil.



Abbildung 11: Versuchsfeld bei R. Stefani: linkes Bild: Der Gesteinsmehlbelag im hinteren Teil des Feldes ist am 30.04.08 deutlich zu erkennen; rechtes Bild: am 07.05.08 blühen die Pflanzen im behandelten Teil des Feldes deutlich stärker als im unbehandelten, vorderen Teil.

Aufgrund der kühlen, feuchten Witterung während der Knospenentwicklung traten starke Knospenwelkesymptome an den Pflanzen auf: die Knospen wurden kurz vorm Aufblühen plötzlich braun, trockneten ein und fielen schliesslich ab. Ein Schaden durch den Rapsglanzkäfer konnte ausgeschlossen werden, da die geschädigten Knospen keine Frassspuren aufwiesen. Die Parzellen von S. Schreiber und U. Wendelspiess wurden

so stark geschädigt, dass sie Mitte Mai untergepflügt werden mussten. Daher konnten keine weiteren Erhebungen auf diesen Feldern durchgeführt werden.

Der **Schotenansatz** konnte nur auf den beiden Parzellen von R. Stefani ausgezählt werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 12 dargestellt: die Pflanzen in den mit Klinofeed® behandelten Parzellen wiesen einen um 52.3% höheren Schotenansatz auf, als die Pflanzen in den unbehandelten Kontrollen. Die Behandlungen mit Klinospray® konnten den Schotenansatz nur um 13.1% steigern. Vergleicht man die kräftigen Schotenstiele ohne Schoten (**vom Rapsglanzkäfer verursachte Schäden**) und die Anzahl Schoten pro Pflanze sieht man, dass in den unbehandelten Kontrollen 42-51% der Blüten durch den Rapsglanzkäfer geschädigt wurden (Abbildung 13). Durch die Behandlung mit Klinospray® und Klinofeed® konnte der Anteil geschädigter Blüten auf 34% bzw. 37% gesenkt werden, was einem Wirkungsgrad von 20.2% (Klinospray®) und 26.3% (Klinofeed®) entspricht.

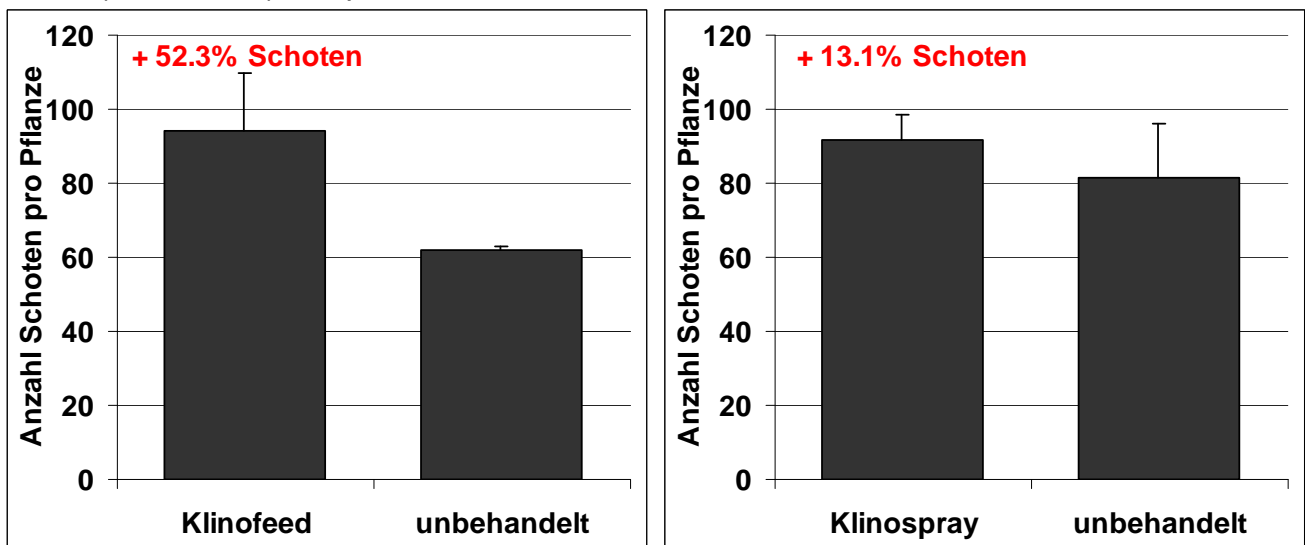


Abbildung 12: Anzahl gesunder Schoten pro Pflanze auf den Parzellen von R. Stefani nach der mehrmaligen Behandlung mit Klinofeed® und Klinospray® im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

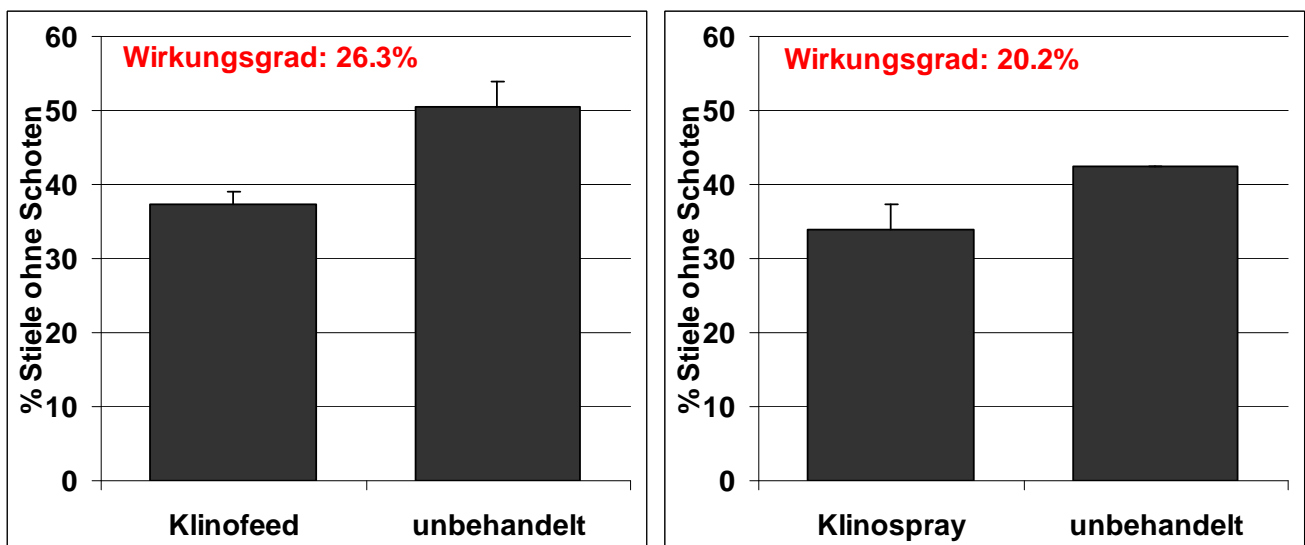


Abbildung 13: Prozentualer Anteil von kräftigen Schotenstielen ohne Schote (=vom Käfer geschädigte Knospen) auf den Parzellen von R. Stefani nach der mehrmaligen Behandlung mit Klinofeed® und Klinospray®.

Entgegen der ursprünglichen Planung wurden **keine Ernteproben** zur Erfassung des Ertrags durchgeführt, da (1) nur zwei der ursprünglich neun Versuchsfelder bis zur Ernte kamen und somit eine statistische Auswertung ohnehin nicht möglich gewesen wäre und (2) da beide verbleibenden Parzellen stark vom Stängelrüssler geschädigt waren. Auf beiden Parzellen wurden bei 100% der Pflanzen Larven des Stängelrüsslers im Inneren der Stängel gefunden. Bei 74% bis 90% der Pflanzen wurden deutliche Befalls-symptome, wie geplatze und verdrehte Stängel, beobachtet. Die Gesteinsmehlapplika-tion hatte keinen Einfluss auf die Befallsstärke mit Stängelrüssler und die Symptomaus-prägung. Da aber bei einer derartig starken Schädigung der Stängel die Versorgung der Schoten beeinträchtigt sein kann, war davon auszugehen, dass die Ernteproben keine repräsentativen Schlussfolgerungen auf die Wirkung des Gesteinsmehls mehr zulassen würden. Daher wurde auf die arbeitstechnisch recht anspruchsvolle Parzellenernte ver-zichtet.

3.4 Fazit Gesteinsmehlversuche

Die Behandlung mit Gesteinsmehl (Klinofeed®, gestäubt) hatte nur einen geringen Ein-fluss auf die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze. Bei einer niedrigen Applikationsrate von 350 kg/ha waren keine Effekte nachweisbar, bei Applikationsraten von 520 kg/ha und 750 kg/ha konnten einen Tag nach der Behandlung Unterschiede in der Anzahl Käfer nachgewiesen werden, drei Tage nach der Behandlung war – auch bei nieder-schlagsfreiem Wetter – kein Effekt mehr nachweisbar.

Beobachtungen im Feld ergaben, dass die Käfer in den behandelten Parzellen von Ge-steinsmehl bepudert waren und sich deutlich träger bewegten und weniger flogen, als die Käfer in den unbehandelten Parzellen. Dieser Effekt war nach der Stäubung von Klinofeed® (520 kg/ha) ausgeprägter als nach der Spritzung von Klinospray® mit Helio-sol (50kg/ha+1 Heliosol). Die Behandlung mit stäubendem Klinofeed® führte zu einem staubig-puderigen Belag auf den Pflanzen. Beim Aufenthalt auf den gestäubten Pflan-zen bepuderten sich die Käfer besser mit dem Gesteinsmehl, als beim Aufenthalt auf den mit Klinospray®-Film überzogenen Pflanzen. Da Klinospray® in einer deutlich nied-rigeren Aufwandmenge als Klinofeed® eingesetzt wurde, sollten beide Mittel nochmals mit vergleichbaren Applikationsmengen verglichen werden.

Die reduzierte Mobilität der Käfer in den behandelten Parzellen resultierte offensichtlich in einer geringeren Frassleistung: sie schädigten einen geringeren Anteil der Blüten. Bezogen auf die Anzahl geschädigter Blüten lag der Wirkungsgrad von Klinofeed® mit 26% etwas höher als der Wirkungsgrad von Klinospray (20%). Die behandelten Parzel-len blühten sichtbar stärker (Abbildung 11). In der Folge war der Ansatz gesunder Scho-ten war in den mit Klinofeed® (4x 520 kg/ha) gestäubten Parzellen 52% höher als in den unbehandelten Parzellen (Klinospray 50kg/ha+ 1l Heliosol: 13% mehr Schoten). Der Belag mit Gesteinsmehl hatte keinen negativen oder positiven Einfluss auf die Pflanzenentwicklung: die zeitliche Blütenentwicklung, Pflanzenhöhe, Anzahl Seitentrie-be, Frischmasse und Wurzelhalsdurchmesser waren in den behandelten und unbehan-delten Parzellen vergleichbar.

Als grösstes Problem während des Versuches erwies sich die Applikationstechnik und das Wetter: der häufige Regen wusch den Gesteinsmehlbelaag ab. Nach dem Regen waren die Felder oft nicht befahrbar, sodass der Belag nicht sofort erneuert werden konnte. Diese „Lücken“ konnten möglicherweise von den Käfern genutzt werden. Wei-terhin führte das kühle, feuchte Wetter während der Knospenentwicklung zu starker

Knospenwelke an den Pflanzen. Sieben der neun Versuchsfelder mussten deswegen vorzeitig untergepflügt werden. Daher wurden keine Ertragserhebungen durchgeführt. Um verbesserte Empfehlungen zur Applikationstechnik geben zu können, wären weitere Tests mit den handelsüblichen Balkenstreuern, sowie mit pneumatischen Streuern, mit verschiedenen Gesteinsmehlen notwendig. Für den Pendelstreuer Vicon existierte früher ein bis zu 6m Meter breiter Windschutz. Nach Auskunft der Firma Bucher Landtechnik AG, wird der Schutz infolge Nachfragemangel nicht mehr hergestellt. Mit dieser Vorrichtung wäre dieser Streuertyp wohl am besten geeignet. Durch besser angepasste Streurohre wäre eventuell eine weitere Verbesserung zu erreichen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Gesteinsmehl keine oder nur eine extrem kurzzeitige Wirkung auf die Anzahl Rapsglanzkäfer pro Pflanze hat. Die anwesenden Käfer werden jedoch durch den Gesteinsmehlbelag in ihrer Frassleistung gestört, was zu einer sichtbar stärkeren Blüte und in der Folge zu einem deutlich höheren Schotenansatz führt. Die Anzahl Käfer pro Pflanze ist daher eine ungeeignete Messgröße, um die Wirkung von Gesteinsmehl zu beurteilen. Auszählungen des Schotenansatzes und Ertragserhebungen sind besser geeignet. In weiteren Versuchen muss geklärt werden, ob die Frasshemmung auch mit niedrigeren Aufwandsmengen von Gesteinsmehl erreicht werden kann.

4. Knospenwelke am Raps

Auf vielen Rapsfeldern trat in diesem Jahr die Knospenwelke stark auf: Nach einer anfänglich normalen Entwicklung der Pflanzen im zeitigen Frühjahr wurden die Knospen kurz vor der Blüte plötzlich braun, trockneten ein und fielen schliesslich ab. Ein Schaden durch den Rapsglanzkäfer konnte ausgeschlossen werden, da die geschädigten Knospen keine Frassspuren aufwiesen. Häufig blieb der Haupttrieb gestaucht. Die Seitentriebe blieben in den Achseln sitzen und entwickelten sich nicht weiter (siehe Abbildung 14). Dieses Phänomen trat bei kräftigen, gesunden Pflanzen, wie auch bei eher schwachen Pflanzen auf. In leichter Ausprägung konnten diese Symptome eigentlich auf allen Biorapsfeldern beobachtet werden. Auf einigen Feldern kam es zum Totalausfall der Blüten. Bei konventionellen Rapsfeldern schien das Problem seltener aufzutreten, jedoch konnten auch hier stark geschädigte Felder beobachtet werden. Die Erhebung der agronomischen Kenngrössen auf den betroffenen Feldern (siehe Kapitel 2.2.5.) liess keine klare Ursache erkennen. Daher wurden Blattproben entnommen und auf Nährstoffmangel untersucht.



Abbildung 14: Mangelssymptome (Knospenwelke) am Raps (oben links: gesunder Blütenstand; unten rechts: starke Schäden).

4.1 Material & Methoden

Auf den stark betroffenen Parzellen wurden Proben der jüngsten, voll entwickelten Blätter entnommen. Dabei wurde je eine Probe von Pflanzen mit starken Symptomen und eine weitere Probe von vergleichsweise gesunden Pflanzen entnommen. Zudem wurden auf einer weiteren, gesunden Parzelle, wie auch in einem konventionellen Rapsfeld eine Referenzprobe entnommen (siehe Tabelle 7).

Diese Blätter wurden sofort gekühlt und bis zur weiteren Aufbereitung bei 4°C gelagert. Um Staub und andere Verunreinigungen von den Blattoberflächen zu entfernen, wurden die Blätter im Labor gewaschen (7l Wasser + 5g Zitronensäure) und anschliessend zweimal mit klarem Wasser gespült. Bei der Probe von S. Schreiber wurde dafür versehentlich enthärtetes Wasser, statt demineralisiertes Wasser verwendet. Um den möglichen Einfluss der Wasserqualität zu klären wurde die Referenzprobe von T. Weber geteilt: die Hälfte wurde mit demineralisiertem Wasser gewaschen, die andere Hälfte mit enthärtetem Wasser.

Die Frischmasse der Blätter wurde bestimmt und anschliessend wurden die Blätter im Trockenschrank bei 60°C für 48h getrocknet. Nach der Bestimmung des Trockengewichtes wurden die Blätter mit einer Schlagkreuzmühle fein vermahlen (0.75 mm) und zur Analyse an das Labor Zeeuws-Vlaanderen, Grauw, NL geschickt.

Tabelle 7: Herkunft der Blattproben

Parzelle	Datum Probenahme	Symptome	Aufbereitung im Labor: Wasser
S. Schreiber, Wegenstetten	09.05.2008	Totaler Verlust der Blüten (Mangelprobe) Schwache Mangelsymptome („gesunde“ Probe)	enthärtet enthärtet
F. Elmiger, Gelfingen	19.05.2008	Gestauchter Haupttrieb (Mangelprobe) Gestreckter Haupttrieb („gesunde“ Probe)	demineralisiert demineralisiert
T. Schädeli, Uettlingen	21.05.2008	Schwache Mangelsymptome	demineralisiert
IP-Vergleich, Uettlingen	21.05.2008	Gesunde Pflanzen (IP-Referenz)	demineralisiert
T. Weber, Ottenbach	03.06.2008	Gesunde Pflanzen (Referenzprobe)	enthärtet (Probe 1) demineralisiert (Probe2)

4.2 Resultate & Diskussion

Bei den geschädigten Pflanzen waren die Blätter eher kleiner und kompakter, was sich in einem höheren Trockensubstanzgehalt ausdrückte (Abbildung 15). Daher wurden alle Auswertungen sowohl für den Gehalt bezogen auf die Trockensubstanz (TS), wie auch bezogen auf die Frischsubstanz (FS) durchgeführt. Die Ergebnisse der Blattproben für die einzelnen Elemente sind in Abbildung 16 (TS) und Abbildung 17 (FS) dargestellt. Folgende Beobachtungen fallen auf:

- Die unterschiedlichen Wasserqualitäten hatten nur einen geringen Einfluss auf die Analyseergebnisse. Bei den meisten Elementen zeigten die mit enthärtetem Wasser gewaschenen Proben nur leicht höhere Gehalte als die mit demineralisiertem Wasser gewaschenen Proben (Vergleich: Weber Probe 1 und Probe 2, Abbildung 16). Nur bezüglich des Kupfergehaltes waren deutliche Unterschiede sichtbar.
- Zwischen den Proben mit Mangel (starker Knospenwelke) und den „gesunden“ Vergleichsproben von der gleichen Parzelle, waren die Unterschiede nur minimal. Wahrscheinlich wiesen auch die „gesunden“ Proben einen latenten Mangel auf. Insbeson-

dere auf dem Feld von S. Schreiber, war es auch schwierig, wirklich gesunde Pflanzen als Vergleich zu finden, da fast alle Pflanzen mehr oder weniger ausgeprägte Symptome zeigten.

- Die gesunde IP-Referenzprobe lag meist im Mittelfeld der untersuchten Proben. Auffällig ist allerdings, dass sich die gesunde IP-Referenzprobe in mehreren Fällen stark von der gesunden Bio-Referenzprobe (Weber Probe 2) unterscheidet: die IP-Probe wies einen höheren Gehalt an N, P, K und S in der Trockensubstanz auf. Bezogen auf die Frischsubstanz waren die Unterschiede bei den Makronährstoffen etwas weniger ausgeprägt. Die Gehalte an Mg, Ca, B und Mo waren in der IP-Referenz niedriger als in der Bio-Referenz. Diese Unterschiede können allerdings sortenbedingt sein: während es sich bei allen Bio-Proben um die Sorte Rémy handelt, wurde auf der IP-Parzelle eine Hybrid-Sorte angebaut. Daher wird im Folgenden immer die Bio-Referenzprobe zum Vergleich herangezogen.
- Der eher geringe N-Gehalt in der Bio-Referenzprobe von T. Weber, ist erstaunlich, da die Pflanzen sehr kräftig waren und ein starkes vegetatives Wachstum aufwiesen. Im Verhältnis zum N-Gehalt wiesen die Pflanzen jedoch recht hohe Gehalte an Mg, Ca, Mo und B auf.
- In den Proben von S. Schreiber, wo die stärksten Schäden an den Pflanzen sichtbar waren, fallen die hohen Gehalte an N, P, K, Mg und S auf, während die Gehalte an Ca und Mo vergleichsweise niedrig waren (Vergleich mit Bio-Referenz: Weber, Probe 1).
- Diese Beobachtungen deuten auf ein gestörtes Ca / K und Ca / N - Verhältnis hin (Abbildung 18). Ein zu geringer Ca-Gehalt (im Verhältnis zu N und K), führt zu einer „Aufweichung“ der Zellwände. Obwohl in bei vielen Pflanzenarten ein Calciummangel zum Absterben der Terminalknospe führen kann, treffen die für Raps beschriebenen Symptome (Stängelweiche, herabhängende Blütenstandsenden) nicht genau auf die beobachteten Symptome im Feld zu. Möglicherweise war die Aufnahme von Ca durch die kalten vernässten Böden, wie auch durch die hohe Luftfeuchte im Frühjahr vermindert. Es ist jedoch erstaunlich, dass die Bio-Rapsbestände im Fricktal (Jurakalk!) stärker geschädigt wurden als die Bestände im Reusstal.
- Durch die ungünstigen Witterungsbedingungen wurde wahrscheinlich auch die Aufnahme anderer Nährstoffe (B, Mo) beeinträchtigt (Abbildung 18), sodass die im Feld beobachteten Symptome auf mehrere Ursachen zurückgehen.

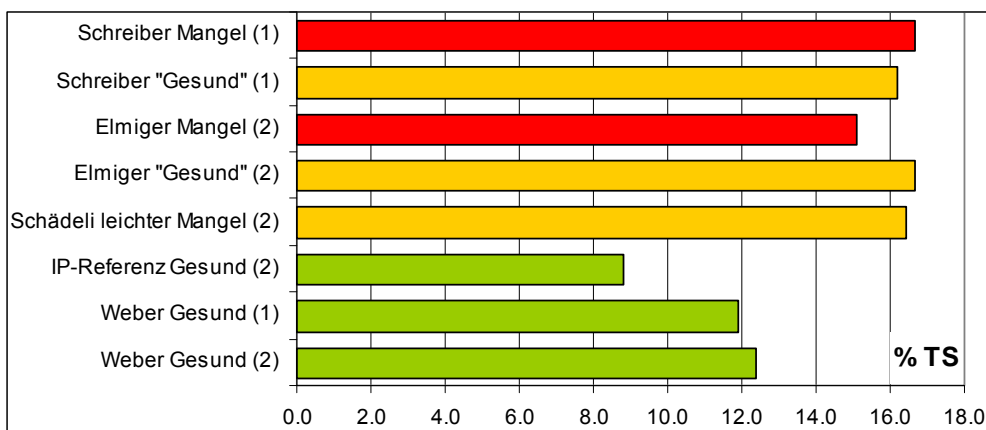


Abbildung 15: Trockensubstanzgehalt der verschiedenen Proben
 [Beschriftung: Betrieb Pflanzenzustand (Wasserqualität: 1=enthärtetes, 2= demineral. Wasser)]
 [rote Balken: starke Mangelsymptome; gelbe Balken: schwache Mangelsymptome; grüne Balken: gesunde Referenzproben].

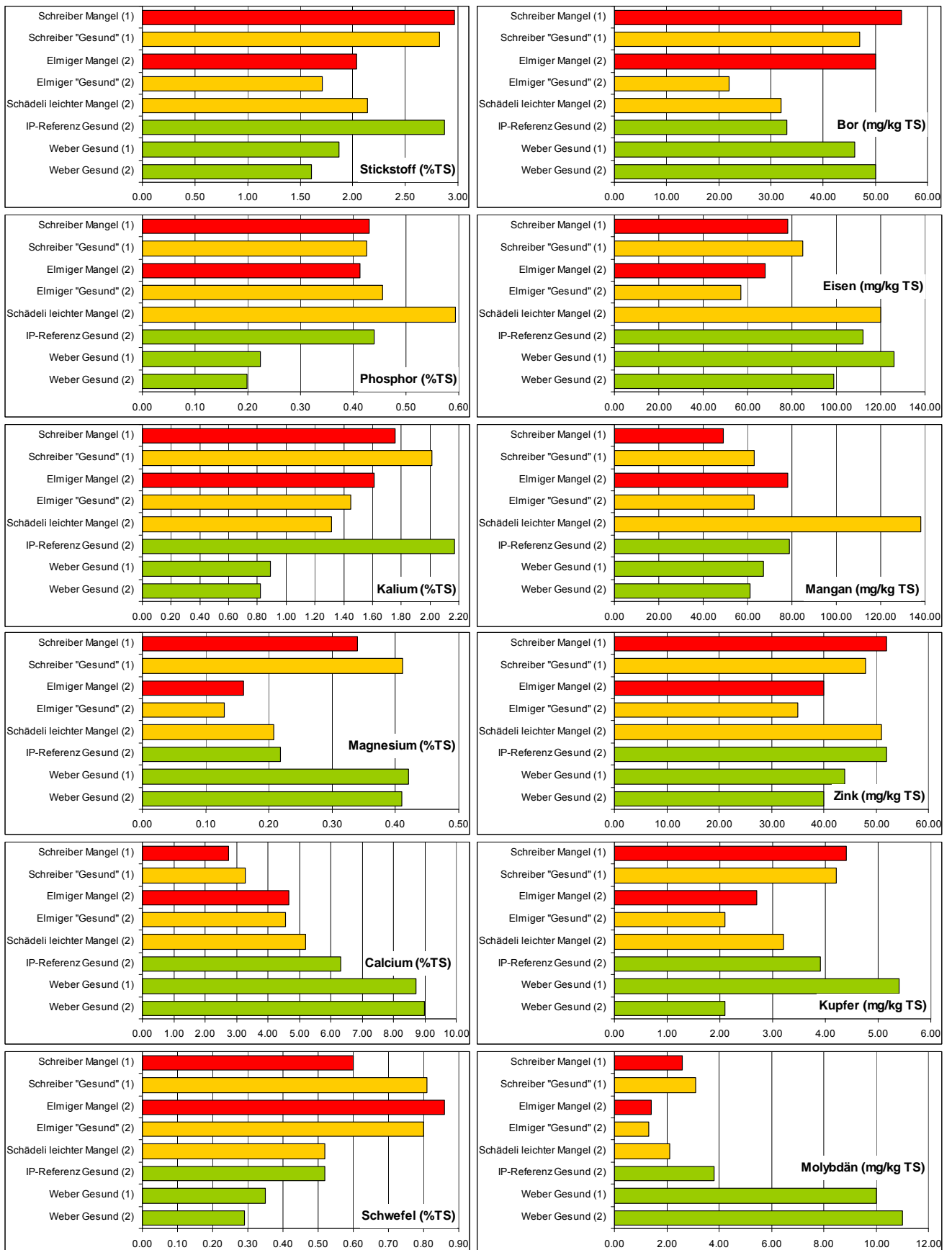


Abbildung 16: Ergebnisse der Blattprobenanalyse (Gehalte in % TS).

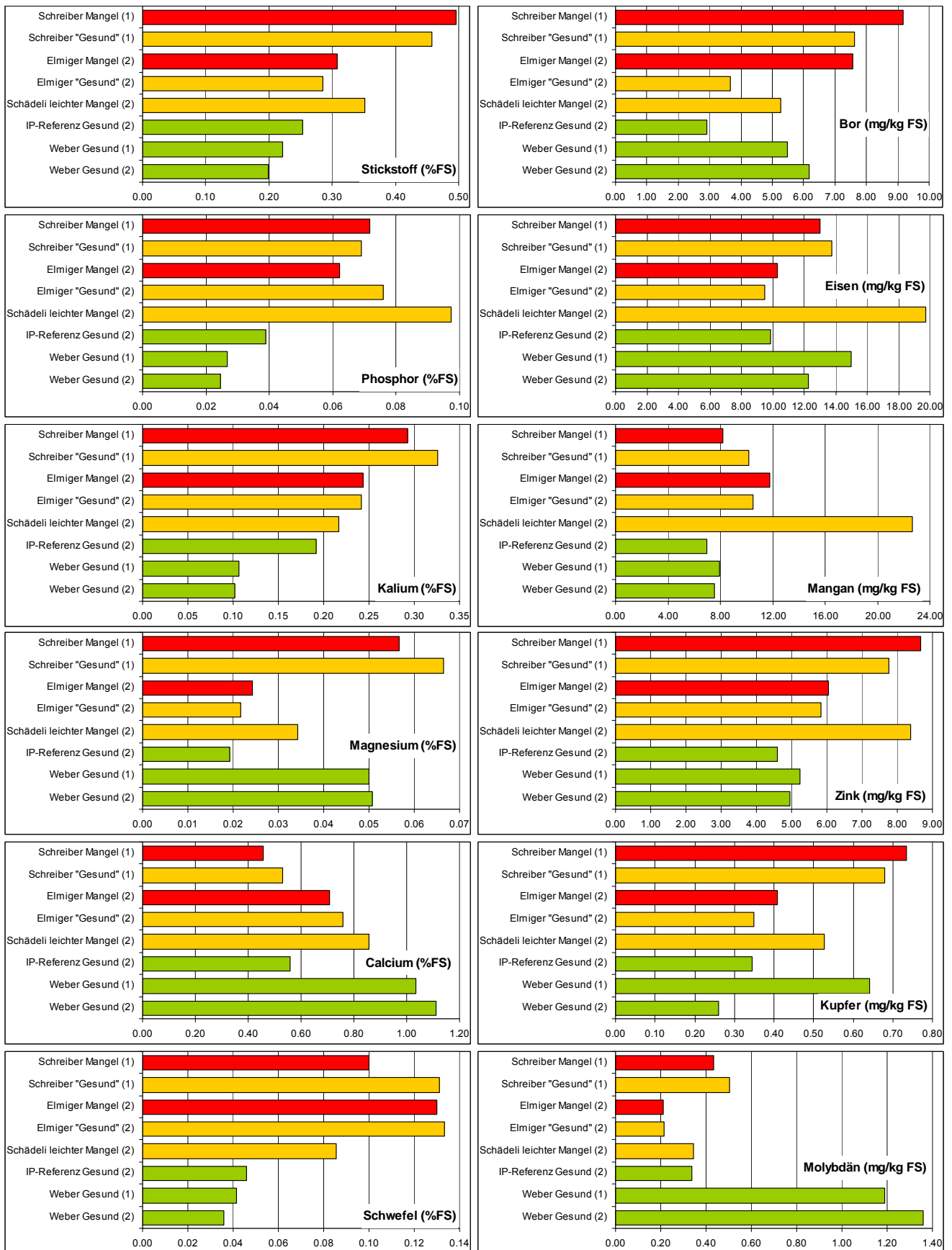


Abbildung 17: Ergebnisse der Blattprobenanalyse (Gehalte in % FS).

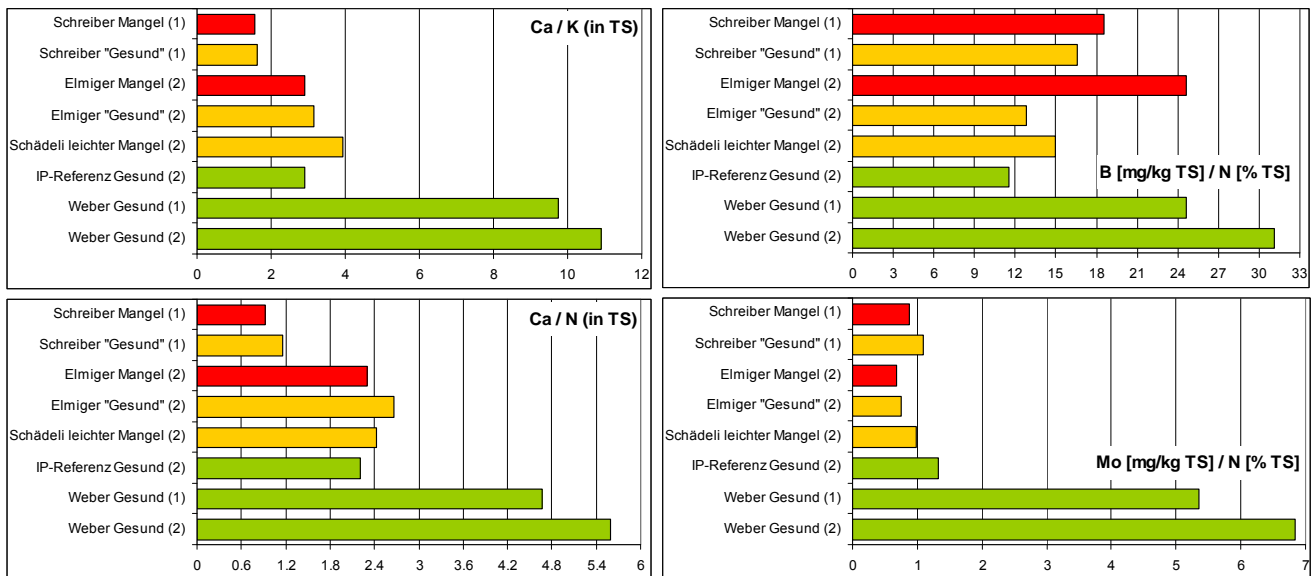


Abbildung 18: Calcium/Kalium-Verhältnis und Calcium/Stickstoff-Verhältnis in der Trockensubstanz (links), sowie Bor/Stickstoff-Verhältnis und Molybdän/Stickstoff-Verhältnis in der Trockensubstanz (rechts).

4.3 Fazit

Die beobachteten Symptome, wie auch die Blattanalysen lassen keinen eindeutigen Schluss auf einen spezifischen Mangel zu. Die kühle und feuchte Witterung in der kritischen Phase der Blütenentwicklung führte wahrscheinlich zu einer verminderten Aufnahme verschiedener Mikronährstoffe bei gleichzeitiger hoher Verfügbarkeit von Stickstoff.

5. Versuche im Labor

Ein Ziel der Laborversuche war der Aufbau einer Zucht der Rapsglanzkäfer für spätere Versuche. Zweites Ziel war die Prüfung von Lockstoffen im Olfaktometer. Alle Versuche wurden mit im Feld gesammelten Rapsglanzkäfern durchgeführt. In einem ersten Schritt wurde die Futterpräferenz der adulten Käfer getestet, um einerseits Erkenntnisse für die Zucht zu gewinnen, andererseits um Erkenntnisse über mögliche Lockstoffe zu erhalten.

5.1 Futterwahlversuche mit adulten Käfern

Die Futterpräferenz der adulten Käfer wurde in einem Wahlversuch geprüft. In einem Käfig mit 50 Käfern wurde folgende Auswahl an Futter angeboten:

- 1.) verdünnter Honig
- 2.) Rapspollen (80% Raps, 20% anderer Pollen)
- 3.) gemischter Pollen (geringer Rapsanteil)
- 4.) Blütrieb von Braunsenf (*Brassica juncea*)
- 5.) Blütrieb von Rucola (*Eruca sativa*).

Die Anzahl Käfer pro Futterquelle wurde während 6 Tagen dreimal täglich erfasst. Bei diesen Auszählungen hielten sich die Käfer ausschliesslich an den Pflanzen auf. Am Honig und am Pollen wurden keine Käfer beobachtet. Die Rucola-Pflanzen waren attraktiver als die Braunsenf-Pflanzen, möglicherweise produzierten die grösseren Rucola-Blüten mehr Pollen und Nektar. Selbst nach einigen Tagen, als die Blüten vollständig verblüht waren, blieben die Käfer an den Pflanzen und benagten die Blütenstiele statt zum Pollen zu wechseln.

Um zu sehen, wie die Käfer reagieren, wenn keine Pflanze zur Verfügung steht, wurde ein weiterer Versuch mit folgenden Futterwahlmöglichkeiten angelegt:

- 1.) verdünnter Honig
- 2.) Rapspollen
- 3.) gemischter Pollen
- 4.) Futtermischung aus hydrolysiertes Bierhefe, Zucker, getrocknetem Eigelb.

Dabei wurden durchschnittlich 20% der Käfer am Honig beobachtet, weitere 20% am Rapspollen und 12% am gemischten Pollen. Keine Käfer wurden an der Futtermischung beobachtet.

Um zu prüfen, ob grünes Pflanzenmaterial als Futter wirklich attraktiver ist, als Pollen und Honig, wurde den Käfern nach fünf Tagen eine *Arabidopsis thaliana* Pflanze (ohne Blüten) in den Käfig gestellt. In der Folge hielten sich die meisten Käfer (30-40% eine genaue Zählung war schwierig) in der Pflanze auf und frassen an den Blättern. Es wurden keine Käfer mehr am gemischten Pollen beobachtet und auch die Zahl der Käfer am Rapspollen ging auf durchschnittlich 12% zurück. Am Honig wurden weiterhin 20% der Käfer beobachtet.



Abbildung 19: Linkes Bild: Versuchsaufbau Futterwahlversuch: mit Futtermischung, gemischtem Pollen, Wasserspender, Rapsknochen, verdünntem Honig (von links) und Arabidopsis-Pflanze. Rechtes Bild: deutliche Fraßspuren an den Blättern der Arabidopsis.

Fazit: Obwohl Pollen und Nektar als Hauptnahrungsquelle der Rapsglanzkäfer genannt werden, sind die Käfer offensichtlich zusätzlich auf grünes Pflanzenmaterial zur Ernährung angewiesen. Wenn keine Pflanzen verfügbar sind, lassen sich die Käfer gut mit Pollen und Honig ernähren, sobald Pflanzenmaterial angeboten wurde, wurde dieses von den Käfern jedoch deutlich bevorzugt. Zwar handelt es sich bei *Arabidopsis thaliana* auch um Pflanzen aus der Familie der Brassicaceae, jedoch zählt diese Art nicht zu den typischen Wirtspflanzen des Rapsglanzkäfers. Zudem wiesen die Pflanzen keine Blüten oder Knospen auf. Daher ist es erstaunlich, dass die Käfer diese Pflanzen vor Rapsknochen und Honig bevorzugten. Eine Ablenk-Fütterung mit Pollen und Honig im Feld würde daher die Käfer wahrscheinlich nicht davon abhalten, die Knospen des Rapses aufzubeissen.

5.2 Zucht der Käfer

Die Käfer konnten nicht zur Eiablage in unbelebte Objekte (Agarkugeln mit gefriergetrockneten Rapsblättern, Pollen und Honig) bewegt werden. Daher wurden den Käfern für die Eiablage Blütenstände mit Knospen von Braunsenf (*Brassica juncea*, Sorte ISCI-20 und ISCI-99) und Rucola (*Eruca sativa*, Sorte Nemat) angeboten. Obwohl sich die Käfer deutlich öfter und länger auf den Rucolatrieben aufhielten, wurden in den Blüten keine Eier und Larven gefunden. Häufig wurden Eier aussen auf den Knospen gefunden, wo sie jedoch recht schnell vertrockneten. Offensichtlich waren die Käfer nicht in der Lage, die Eier in die Rucolablüten abzulegen. In den Knospen und Blüten vom Braunsenf wurden häufig Eier und Larven gefunden. Die Larven entwickelten sich normal.

Ein Teil der jungen Larven wurden aus den Blüten entfernt und versucht auf künstlichem Medium weiter zu züchten. Auf keiner der geprüften Mischungen (Pollen / Honig / pürierte Rapsblätter in verschiedenen Mischungen mit Agar oder Kartoffelstock als Trägersubstanz) war eine vollständige Entwicklung der Larven möglich, was hauptsächlich

auf die schnelle Verderblichkeit des Mediums zurückzuführen war. Die Zugabe von Methyl-4-hydroxybenzoate als Konservierungsmittel führte zu einer besseren Haltbarkeit der Medien, die Larven entwickelten sich jedoch trotzdem nicht bis zur Puppe. Daher wurden für die weiteren Zuchtversuche Raps- und Braunsenblüten verwendet. 15 Tage nach der Eiablage wurden die Blüten über eine Torfschicht gestellt, wo sich die Larven verpuppen konnten. Die Mortalität im Puppenstadium war gering (<5%). Momentan befinden sich die neu geschlüpften Käfer zur Brechung der Diapause im Kühlschrank.

Fazit: Eine Zucht der Käfer im Labor war nur auf natürlichen Blüten möglich. Braunsen scheint dafür geeignet zu sein und kann im Gewächshaus in nützlicher Frist angezogen werden. Die Versuche zur Überwinterung der Käfer sind noch nicht abgeschlossen.

5.3 Lockstoffe

Da bei den Futterwahlversuchen Pflanzenmaterial deutlich attraktiver war als Pollen oder Honig, wurden die Versuche im Olfaktometer mit Knospen, Blüten und Blättern der Rucola- und Braunsenpflanzen durchgeführt. Ziel der Versuche war es, eine Labormethode für grössere Testreihen von verschiedenen Lockstoffen zu entwickeln. Verschiedene Typen von Olfaktometern wurden verglichen (Abbildung 20).

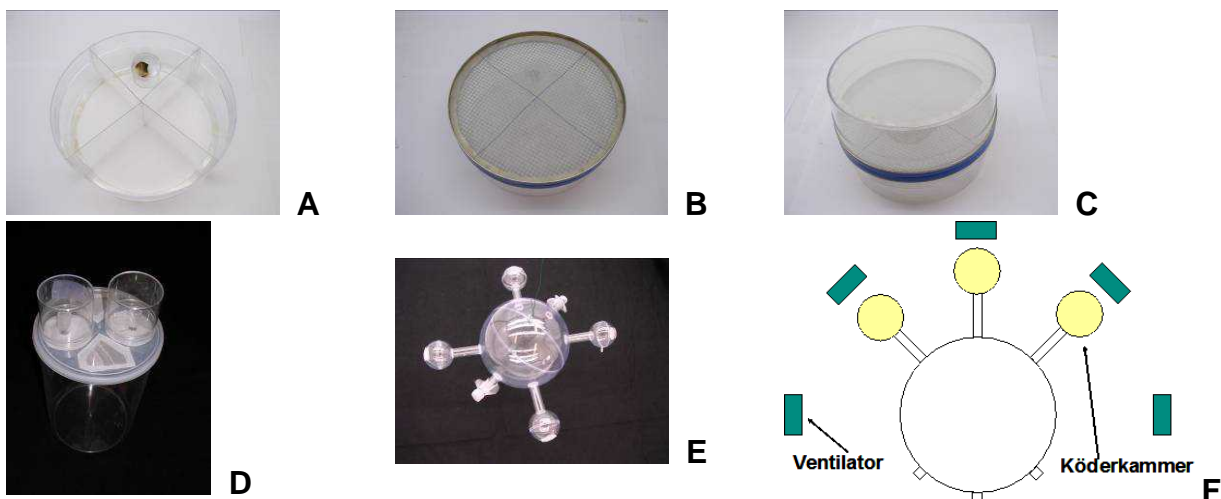


Abbildung 20: Olfaktometer-Typen: A-C: Olfaktometer nach Steidle & Schöller (1997); D: Respond cage; E, F: Kugelolfaktometer

In dem von Steidle & Schöller (1997) beschriebenen Olfaktometertyp wird eine Duftquelle in den unteren Teil gesetzt (Abbildung 20A), darüber kommt eine Abdeckung aus engmaschigem Netz (Abbildung 20B). Die Testinsekten kommen in den oberen Teil des Olfaktometers (Abbildung 20C) und sollten im Laufe des Versuches ein typisches Suchverhalten über dem mit Duftstoff bestückten Viertel des Olfaktometers zeigen, was jedoch bei den Rapsglanzkäfern nicht der Fall war. Daher wurde unter dem Olfaktometer ein Ventilator angebracht, um einen sanften Luftstrom von unten nach oben zu erzeugen, was an den Ergebnissen allerdings nichts änderte. Die Käfer blieben meist bewegungslos am oberen Deckel des Olfaktometers. Mit einer ähnlichen Versuchsanordnung führten Mauchline et al. (2005) ihre Versuche mit dem Rapsglanzkäfer durch. Auch bei diesen Versuchen zeigte nur ein geringer Teil der Käfer eine Reaktion.

Da sich die Käfer meist am Deckel des Olfaktometers aufhielten, wurde ein weiterer Olfaktometertyp (Abbildung 20D) geprüft, bei dem der Lockstoff in eine der beiden am oberen Deckel angebrachten Kammern gegeben wird. Nach einer Weile sollten sich die Käfer in dieser Kammer sammeln. Auch in diesem Olfaktometertyp reagierten die Käfer kaum. Zudem schwitzte das Pflanzenmaterial in den unbelüfteten Lockstoffkammern recht stark.

Daher wurde ein weiterer Olfaktometertyp getestet (Abbildung 20E). Bei diesem Kugelfaktometer werden 25 Käfer in die mittlere, grosse Kugel gegeben und können zwischen den Lockstoffen in den vier peripheren, kleinen Kugeln (Köderkammern) wählen. In diesem Olfaktometer waren die Käfer sehr mobil und gingen recht schnell in die kleinen Kugeln, wo sie jeweils nach 30, 60 und 90 Minuten gezählt wurden. Allerdings wurde bei den Versuchen in der Klimakammer und im Labor beobachtet, dass schon geringe, ungerichtete Luftbewegungen die Ergebnisse beeinflussen. Nach einer Drehung des Olfaktometers waren die Ergebnisse nicht mehr reproduzierbar. Daher wurde der Versuchsaufbau leicht umgestellt und mittels Ventilatoren ein gerichteter Luftstrom erzeugt (Abbildung 20F). Der Durchgang der Luftströmung durch das Olfaktometer wurde mit Hilfe eines Dräger-Stömungsprüfer-Sets (weisser Schwefelsäure-Aerosol-Rauch) sichtbar gemacht und eingestellt. Trotzdem konnten keine aussagekräftigen Ergebnisse erzielt werden. Oft sammelten sich die Käfer in einer Köderkammer, während die anderen Köderkammern kaum besucht wurden. Diese Ansammlung war nicht von der Ausrichtung des Olfaktometers oder des verwendeten Pflanzenmaterial-Köders abhängig. Teilweise sammelten sich die Käfer auch in Kammern ohne Köder. Diese Beobachtung deutet darauf hin, dass es beim Rapsglanzkäfer ein Aggregationspheromon geben könnte (Duftstoff der von den Käfern abgegeben wird, um sich zu versammeln). Aussagekräftige Untersuchungen zu Pheromonen und zur chemischen Kommunikation der Rapsglanzkäfer liegen bisher kaum vor. Beobachtungen im Feld unterstützen jedoch die These eines Aggregationspheromones: Teilweise sind im Rapsfeld an einer Pflanze recht viele Käfer zu beobachten während die Nachbarpflanze kaum Käfer aufweist, wobei dieses Phänomen jedoch auch auf Eigenschaften (Entwicklungsstatus) der Rapspflanzen zurückzuführen sein kann. Das gleiche Phänomen wird jedoch auch im Sommer, beim Schlupf der Käfer der neuen Generation beobachtet: die Individuen sammeln sich in Blütenköpfen von blühenden Pflanzen, bevor sie ihre Winterverstecke aufsuchen.

Um bei der Prüfung von Köderstoffen diesen Wechselwirkungen zu entgehen, müssten Olfaktometer-Versuche mit Einzelindividuen durchgeführt werden, was jedoch sehr zeit- und materialintensiv wäre. Zudem ist nicht klar, ob die geruchliche Orientierung der Käfer beim Laufen und beim Fliegen dieselbe ist. Die geprüften Olfaktometer veranlassen die Käfer meist zu einer laufenden Fortbewegung, während im Freiland oft ein „Schwirrflug“ über den Pflanzen beobachtet wird, bevor sich die Käfer niederlassen.

Fazit: Die geprüften Olfaktometer-Typen sind wenig geeignet, um Lockstoffe zu erforschen. Versuche im Windtunnel (wo Käfer fliegen können und müssen) mit Einzelindividuen bringen eventuell bessere Resultate. Solche Versuche wären jedoch sehr aufwändig. Das Verhalten der Käfer im Olfaktometer lässt auf ein Aggregationspheromon schliessen.

Literatur:

MAUCHLINE, A. L., OSBORNE, J. L., MARTIN, A. P., POPPY, G. M. & POWELL, W. (2005). The effects of non-host plant essential oil volatiles on the behaviour of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. — *Entomologia Experimentalis Et Applicata* 114, 181-188.

STEIDLE, J. L. M. & SCHÖLLER, M. (1997). Olfactory host location and learning in the granary weevil parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera : Pteromalidae). — *Journal of Insect Behavior* 10, 331-342.

6. Dank

Mein Dank geht an die Bio Suisse, IP-Suisse, sowie an die Firma Unipoint für die finanzielle Unterstützung der Versuche.

Für die Bereitstellung der Rapsfelder für die Gesteinsmehlversuche danken ich R. Stefani (Full-Reuenthal), S. Schreiber (Wegenstetten), U. Wendelspiess (Wegenstetten) und P. Allemann (Frick). Ein besonderes Dankeschön geht an R. Stefani und S. Schreiber für ihre Bemühungen bei der Gesteinsmehlapplikation. 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.

Vielen Dank an Prof. S. Haneklaus und Prof. E. Schnugg (Julius-Kühn-Institut Braunschweig) für die hilfreichen Tipps bei der Analyse & Auswertung der Blattproben.

Allen weiteren Beteiligten im Biorapsprojekt, Niklaus Messerli (LBBZ Liebegg AG), Jakob Rohrer (LBBZ Arenenberg TG), Urs Siegentaler (Inforama Rütli BE), Christian Bovigny (Prométerre), Hans Ramseier (SHL Zollikofen), Clay Humphrys (Agroscope ART Reckenholz), Vincent Michel (Agroscope ACW Changins), Franziska Schärer (Biofarm), Martin Koller (FiBL), Maurice Clerc (FiBL), Hansueli Dierauer (FiBL) und Robi Obrist (FiBL) vielen Dank für die gute Zusammenarbeit und die anregenden fachlichen Diskussionen.