

Nils Conrad¹, Meike Brandes¹, Doreen Gabriel², Udo Heimbach¹

Einfluss des Gelbschalentyps auf die Fangzahlen von Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) in Winterraps (*Brassica napus* L.)

Adults of Cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala* L.) in different types of yellow water traps in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.)

217

Zusammenfassung

Gelbschalen sind ein wichtiges Instrument zur Prognose der Abundanz des Rapserrdflohs, *Psylliodes chrysocephala*, in Winterraps. Deutschlandweit gibt es zwei weit verbreitete Typen von Gelbschalen: eckiger (26 x 33 cm) und runder Typ (22,4 cm Durchmesser). Um Beifänge von Bienen und Hummeln zu vermeiden wird empfohlen, Gelbschalen nur mit Gitter aufzustellen. Für den Rapserrdfloh hat sich in den meisten Gebieten Deutschlands ein einheitlicher Schwellenwert von 50 Käfern in drei Wochen etabliert. Ziel dieser Studie an 28 Standorten in Deutschland war es zu eruieren, inwieweit es Unterschiede in der Fängigkeit der beiden Gelbschalentypen (rund und eckig, mit und ohne Gitter) gibt und welchen Einfluss das Eingraben der Schale hat. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Fängigkeit der Gelbschalensysteme zum Teil signifikant voneinander unterscheidet, wobei aber die Fangzahlen quantitativ nicht so weit voneinander liegen, dass angesichts der hohen Variabilität der Aufstellung in der landwirtschaftlichen Praxis unterschiedliche Schwellenwerte für jeden Fallentyp notwendig werden.

Stichwörter: Gelbschale, Rapserrdfloh (*Psylliodes chrysocephala*), Prognose, Schwellenwert, Winterraps

Abstract

Yellow water traps are a decisive factor in the forecasting system for *Psylliodes chrysocephala*, the Cabbage stem flea beetle. In most parts of Germany a threshold of 50 imagines per yellow water trap within three weeks is established. In Germany two types of yellow water traps are widely used: an angular (26 x 33 cm) and a round type (22.4 cm diameter). The use of a grid at the top of the yellow water traps is recommended to prevent bees from drowning. The aim of this study carried out on 28 fields all over Germany was to investigate the effects of different types of yellow water traps on Cabbage stem flea beetle catches. Traps were used with and without grid and placed on the soil surface or dug into the soil. Beetle numbers differed significantly between some of the types of yellow water traps, but the difference in densities was in an acceptable range given the overall high variability induced by farmers.

Key words: Yellow water trap, cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*), forecasting system, damage threshold, winter oilseed rape

Institut

Julius Kühn-Institut, – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig¹

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig²

Kontaktanschrift

Nils Conrad, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-Mail: nils.conrad@julius-kuehn.de

Zur Veröffentlichung angenommen

4. Juli 2016

Einleitung

Der Rapserrfloh *Psylliodes chrysocephala* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) ist einer der ökonomisch bedeutendsten Herbstschädlinge in Winterraps (*Brassica napus* L.) (Cruciferae) (KAUFMANN, 1941; BONNEMAISON, 1965). Nach der Überdauerung des Sommers in Übersommerungslagern und einer vollendeten Ästivation migrieren die Imagines in die Rapsbestände. Der Hauptzuflug des Rapserrfloh erfolgt nach dem Auflaufen des Rapses ab Mitte bis Ende September. Nach der Besiedlung der Bestände führen die Käfer einen Reifungsfraß am jungen Raps durch, bevor sie mit der Eiablage beginnen (SCHULZ, 1983). In der Regel wird die Hauptschädigung durch die Larven des Rapserrfloh verursacht. Diese bohren sich in den Blattstängel ein und minieren im Gewebe der Pflanze, was zu einer Schwächung der Pflanze führt und somit hohe Auswinterungsverluste generieren kann (GODAN, 1950).

Um die Käferdichte im Bestand bestimmen zu können und somit eine Bekämpfungsmaßnahme richtig zu terminieren, haben sich Gelbschalen als eine wichtige Entscheidungshilfe bei der Bekämpfung des Rapserrfloh bewährt. Der Bekämpfungsrichtwert liegt in Norddeutschland bei 50 Käfern pro Gelbschale in drei Wochen (HOSSFELD, 1993). Da die Rapserrflöhe nicht wie andere Rapsschädlinge von der Farbe der Gelbschale angezogen werden, handelt es sich bei den Fängen um zufällige Fänge, welche stark von der Aktivität der Käfer im Bestand abhängen (NOLTE, 1953; HOSSFELD, 1993).

In der Praxis stellt sich das Problem, dass sich die von der Industrie zur Verfügung gestellten Gelbschalen in ihrer Form oftmals stark unterscheiden. Auch gibt es keine klare Normung, ob sie mit oder ohne Bienenschutzgitter genutzt werden sollen. Des Weiteren können die Gelbschalen auf den Boden aufgestellt oder eingegraben werden. Meist wird jedoch unabhängig vom Typ der Schale nur ein einheitlicher Schwellenwert für die Gelbschalen angegeben. Aus diesen Gründen wurde in dieser Studie untersucht, welchen Einfluss der Gelbschalentyp (eckig vs. rund), die Verwendung eines Gitters (ohne vs. mit) und die Aufstellungsart (auf dem Boden vs. vergraben) auf die Anzahl der gefangenen Rapserrflöhe hat.

Material und Methoden

Im Herbst 2015 wurden zwei verschiedene jeweils ohne Altersveränderungen neu angelieferte Gelbschalentypen auf ihre Fängigkeit untersucht:

1. Eckiger Gelbschalentyp (gestellt von Syngenta) (26 x 33 cm; 7,5 cm Kantenhöhe)
2. Runder Gelbschalentyp (gestellt von BayerCropScience) (22,4 cm Durchmesser; 8 cm Kantenhöhe).

Des Weiteren wurde der Einfluss eines Kunststoffgitters (7 mm Maschenweite) getestet, welches meistens mit den Gelbschalen verteilt wird und den Beifang vor allem von Bienen und Hummeln mindern soll. Um auch den Einfluss der Aufstellungsart herauszustellen, wurde der runde Typ (ohne Gitter) sowohl auf den Boden gestellt als auch so im Boden eingegraben, dass der Rand noch max. 2 cm hoch herausstand. Die Gelbschalen wurden mit Wasser gefüllt, welchem 10% Natriumbenzoat und Entspannungsmittel zugesetzt wurde. Die Gelbschalen wurden mit einem Abstand von etwa fünf Metern zueinander aufgestellt. Die untersuchten Varianten sind in Abb. 1 dargestellt.

In einer Kooperation des Julius Kühn-Institutes (JKI) mit den amtlichen Pflanzenschutzdiensten und anderen wurden deutschlandweit in einem Ringversuch an 28 Standorten mit mindestens zwei und bis zu acht Wiederholungen der 5 Varianten aufgestellt. Insgesamt gab es 100 Wiederholungen. Gelbschalenleerungen fanden etwa wöchentlich statt. In die Auswertungen wurden nur alle in den Monaten September und Oktober gefangenen Rapserrflöhe, Bienen und Hummeln einbezogen, da nur in diesem Zeitraum alle Standorte fängig gehalten wurden. Am Versuchsstandort des JKI bei Hötzum (8 Wiederholungen, wöchentliche Leerung) wurde auch das Geschlecht der gefangenen Rapserrflöhe nach KAUFMANN (1941) anhand der Tarsen bestimmt und der Sexualindex (Weibchen : Männchen) berechnet. An diesem Standort wurde mehrfach auch die Käferdichte durch Photoelektronen (8 Wiederholungen je 0,25 m²; Aufstellung: 03.09. bis 11.11.15) erfasst, die einmal wöchentlich umgestellt



Abb. 1. Getestete Gelbschalentypen: Ea: Eckiger Typ auf den Boden gestellt ohne Gitter; Eag: Eckiger Typ auf den Boden gestellt mit Gitter; Ra: Runder Typ auf den Boden gestellt ohne Gitter; Rag: Runder Typ auf den Boden gestellt mit Gitter; Rv: Runder Typ vergraben ohne Gitter (max. 2 cm aus dem Boden herausstehend).

und geleert wurden. Nach dem 11.11. wurden aufgrund stürmischer Witterung keine Eklektoren mehr aufgestellt.

Auswertungen

Die Fänge von Rapserrflöhen, Bienen und Hummeln je Fallentyp wurden über alle Standorte aufsummiert und verglichen. Um eine bessere Aussagefähigkeit auch zum Einfluss des Standortes und der Wiederholungen zu erzielen und statistische Berechnungen zu ermöglichen, wurden nur Standorte mit mehr als 250 Rapserrflöhen als Gesamtfang genutzt. Der Einfluss des Gelbschalentyps (eckig vs. rund), die Verwendung eines Gitters (ohne vs. mit) und die Aufstellungsart (auf dem Boden vs. vergraben) auf die Anzahl der gefangenen Rapserrflöhe je Wiederholung wurde mit Hilfe von generalisierten linearen gemischten Modellen (*generalized linear mixed effect models* GLMM) analysiert. Die Kombination der oben genannten Varianten mit den Ausprägungsstufen Ea, Eag, Ra, Rag und Rv (s. Abb. 1) gingen als fixer Faktor und die Wiederholungen (2–8) genestet in Standort (1–23) als zufälliger Effekt in das Modell ein. Die für Zähl-daten häufig angenommene Poisson und negativ binomial-Verteilung wurde angepasst. Letztere zeigte den besseren Fit, da Überdispersion im Poisson GLMM auftrat (i.e. höhere Varianz gegenüber Erwartungswert).

Die Überprüfung der Modellannahmen erfolgte durch Plotten der Residuen gegen Erwartungswerte und Erklärungsvariablen. Die Interpretation der Effekte erfolgte anhand der durch die Modellkoeffizienten berechneten Erwartungswerte und Konfidenzintervalle.

Die Veranschaulichung der relativen Fangzahlen je Standort und Variante erfolgte mit einem Mosaikplot, bei dem die Größe der Rechtecke (Höhe und Breite) den beobachteten Häufigkeiten in den Standorten und Varianten und die Farbgebung den Freeman-Tukey Residuen entsprechen. Große Abweichungen (i.e. Residuen) wurden tief blau oder rot (> 4 , entspricht $\alpha = 0,0001$), mittlere Abweichungen hellblau oder hellrot (< 4 and > 2 , entspricht $\alpha < 0,05$) und kleine Abweichungen (< 2) weiß dargestellt (ZEILEIS et al., 2007).

Die statistische Auswertung erfolgte mit R (R CORE TEAM, 2016) und den Paketen *glmmADMB* (SKAUG et al., 2014), *vcd* (MEYER et al., 2015) und *ggplot2* (WICKHAM, 2009).

Ergebnisse

Betrachtet man die Gesamtsumme der gefangenen Käfer an 28 Standorten (Abb. 2) zeigt sich, dass der runde Gelbschalentyp bei gleicher Aufstellungsweise weniger fängt als der eckige Typ. Desweiteren lässt sich ein relativ geringer Einfluss des Gitters mit reduzierten Fangzahlen bei beiden Schalentypen erkennen. Das Vergraben der runden Schale (Rv) führt zu einem deutlichen Anstieg der Fangzahlen zur vergleichbaren aufgestellten Schale (Ra).

Bei Verrechnung der Standorteffekte und mit Berücksichtigung der Wiederholungen zeigen sich signifikante Unterschiede (Abb. 3, Tab. 1) nur jeweils zwischen den

beiden runden Gelbschalentypen (Ra, Rag) auf dem Boden aufgestellt zu der runden vergrabenen (Rv) und zwischen der runden aufgestellten mit Gitter (Rag) zu der eckigen ohne Gitter (Ea). Die modellierten Werte unterscheiden sich zwischen den Varianten ähnlich stark wie die Fangsummen in Abb. 2., während die Abweichungen zwischen den Medianwerten in Abb. 3 etwas geringer ausfallen.

Insgesamt ergab sich eine hohe Variabilität zwischen den 23 Standorten sowohl in der Anzahl gefangener Tiere (von 257 Käfern in Klein Leitzkau bis 3232 in Fahrrendorf) als auch in der Verteilung der Fänge auf die verschiedenen Gelbschalentypen (Abb. 4). Tendenziell werden an Standorten mit geringem Käferauftreten weniger in der Variante Rv und mehr in Ea gefangen als an Standorten mit hoher Käferdichte und umgekehrt auch tendenziell weniger in Rv als Ea bei hoher Dichte.

Die Betrachtung der Fänge in verschiedenen Gelbschalentypen in Abb. 2 zeigt einen ähnlichen Trend wie die in Abb. 5 dargestellten durchschnittlichen Fänge am Standort Hötzum. Jedoch werden an diesem Standort durch die eingegrabene Variante (Rv) deutlich höhere Fangzahlen mit mindestens doppelt so hohen Fängen wie in den nicht eingegrabenen runden Schalen (Rag und Ra) generiert (siehe auch Abb. 4, Hötzum). Die durch die Eklektoren gemessene Anzahl der Käfer pro m^2 (Dichte) erreicht den Höhepunkt mit 31 Käfern/ m^2 bei der Leerung am 11. November. Die höchsten Fangzahlen in den Gelbschalen wurden bei Temperaturen um und über $15^\circ C$ gemacht.

Der in Abb. 6 dargestellte Sexualindex lässt keinen eindeutigen Trend zwischen den Varianten erkennen. Tendenziell werden in den eckigen Schalen mehr Weibchen als in den runden gefangen. Der Sexualindex für die Fänge in den Eklektoren entsprach dagegen 1,1 ($n = 436$) und ist somit annähernd ausgeglichen.

In Tab. 2 ist der Einfluss des Gitters auf die Beifänge von Bienen und Hummeln dargestellt. Die Anzahl der gefangenen Bienen und Hummeln wird jeweils durch den Einsatz eines Gitters stark reduziert. Bei den Bienen wird die Fangzahl mit Schutzgitter bei Aufstellung auf dem Boden um den Faktor 3,2 und bei den Hummeln um den Faktor 7,2 reduziert.

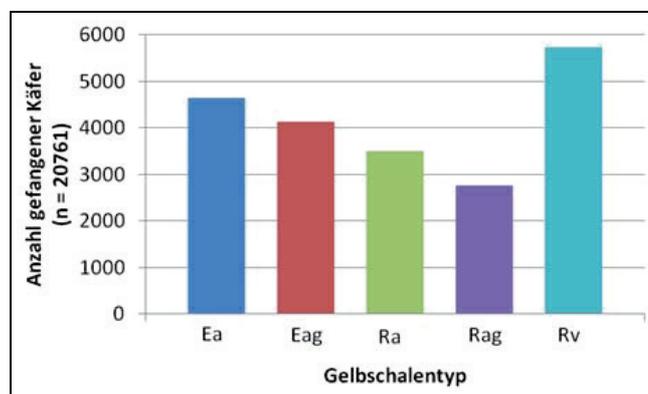


Abb. 2. Gesamtsumme ($n = 20761$) der in den verschiedenen Gelbschalentypen gefangenen Rapserrflöhen an 28 Standorten in den Monaten September und Oktober (Legende s. Abb. 1).

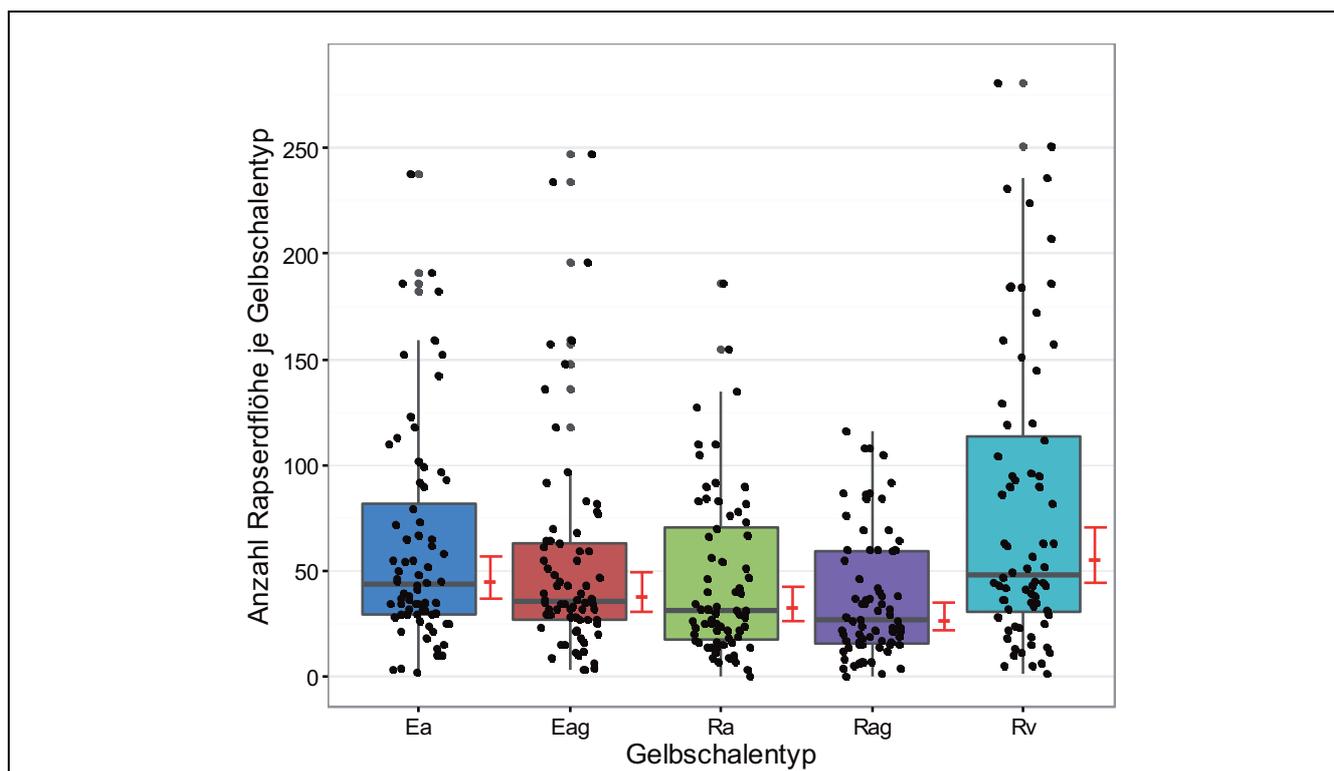


Abb. 3. Jittered Boxplot der Rapserrflohfangsummen je Gelbschalentyp und Wiederholung von 23 Standorten mit mindestens 250 Käfern Gesamtfang je Woche im September und Oktober 2015 mit Angabe des Medians, 25% und 75% Quantil in den Boxen, den Rohdaten als Punkte sowie den modellierten mittleren Käferzahlen (rot) mit Angabe der Konfidenzintervalle (Legende s. Abb. 1, $n = 360$ Einzelschalen).

Tab. 1. Vergleich von beobachteten und modellierten Rapserrflohfangsummen je Gelbschalentyp von 23 Standorten mit mindestens 250 Käfern Gesamtfang je Woche im September und Oktober 2015 mit Angabe der Konfidenzintervalle und signifikanten Unterschiede (Legende s. Abb. 1)

Variante	Mittelwert \pm SD	n	Median, Minimum, Maximum	Erwartungswert mit Konfidenzintervall	
Ea	61,5 \pm 50,3	72	43,5 (2 – 238)	45,8 (37,0 – 56,6)	bc
Eag	53,5 \pm 50,1	72	35,5 (3 – 247)	38,7 (30,6 – 49)	abc
Ra	46,2 \pm 39,1	72	31,0 (0 – 186)	33,4 (26,4 – 42,3)	ab
Rag	37,3 \pm 29,8	72	26,5 (0 – 116)	27,3 (21,5 – 34,7)	a
Rv	79,3 \pm 69,8	72	48 (1 – 281)	55,9 (44,2 – 70,7)	c

Diskussion

Die Studie zeigt, dass es Unterschiede in der Fängigkeit zwischen den Gelbschalentypen gibt. Unsere Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen von ERICHSEN und STECK (1991), die ebenfalls Untersuchungen zur Fängigkeit von Gelbschalen durchgeführt haben und bei allerdings nur relativ kleiner Fangzahl feststellten, dass eine vergleichbare größere eckige Schale fängiger war als eine kleinere runde. Die Verhältnisse der Fangzahlen des eckigen und des runden Typs sind jedoch im Vergleich der Verhältnisse des Größenunterschieds der Gelbschalen

2,1: 1 (858 cm² vs. 394 cm²) bzw. der Kantenlänge 1,7: 1 (118 cm vs. 70,4 cm) nicht so stark ausgeprägt. Beim runden Schalentyp werden mehr Käfer pro cm² gefangen als bei der eckigen Variante. Insgesamt fangen sich im eckigen Typ bei Aufstellung auf dem Boden knapp 1,4 mal so viele Käfer wie im runden Typ, was bedeutet, dass eher die Kantenlänge Bedeutung hat für die Fänge als die Fläche der Fallen.

Die höhere Fängigkeit des eingegrabenen Typs könnte darauf zurück geführt werden, dass die Käfer sich nicht nur springend durch den Bestand bewegen, sondern auch über den Boden laufen. Laufende oder weniger aktive

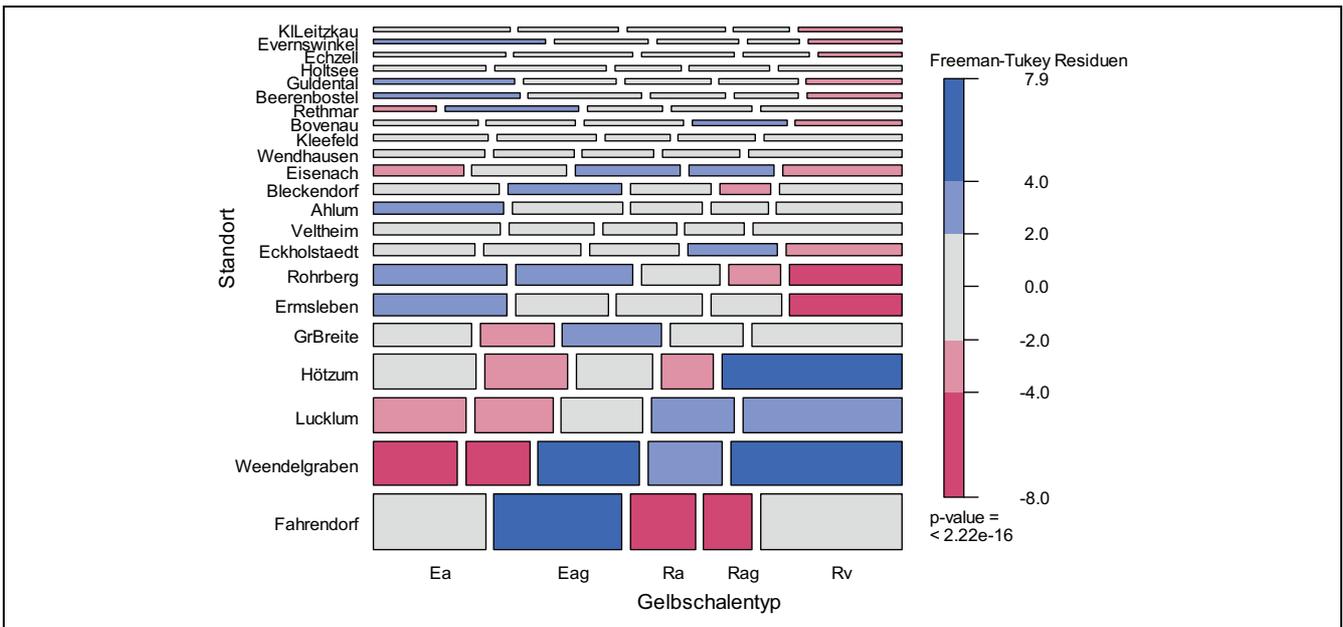


Abb. 4. Mosaikplot zur relativen Häufigkeit der Rapserrflohfangsummen von 23 Standorten mit mindestens 250 Käfern Gesamtumfang je Woche im September und Oktober 2015 in verschiedenen Gelbschalentypen und Standorten. Die Größe der Rechtecke (Höhe und Breite) korrespondiert mit den beobachteten Häufigkeiten in den Standorten und Varianten und die Farbgebung entspricht der Größe der Freeman-Tukey Residuen (Legende s. Abb. 1).

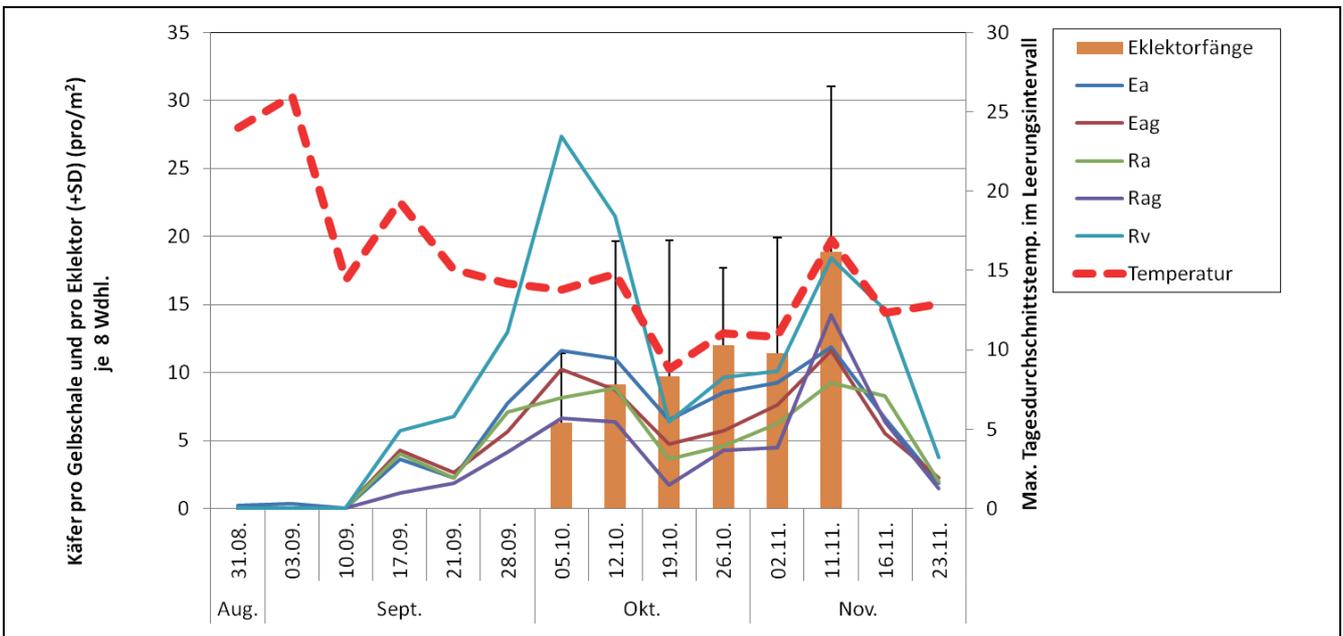


Abb. 5. Zeitliche Verteilung der Gelbschalen- (Aktivität) und Eklektorenfänge (Dichte) von Rapserrflogen in den Monaten August bis November 2015 (gemittelt über 8 Wdhl.) am Standort Hötzum (Legende s. Abb. 1).

Käfer werden somit häufiger durch den eingegrabenen Gelbschalentyp gefangen, da der Gelbschalenrand nicht so hoch ist.

Der von HOSSFELD (1993) ermittelte Schwellenwert von 50 Käfern in 3 Wochen gilt für den eckigen Gelbschalentyp ohne Gitter bei Aufstellung auf dem Boden. Die vor-

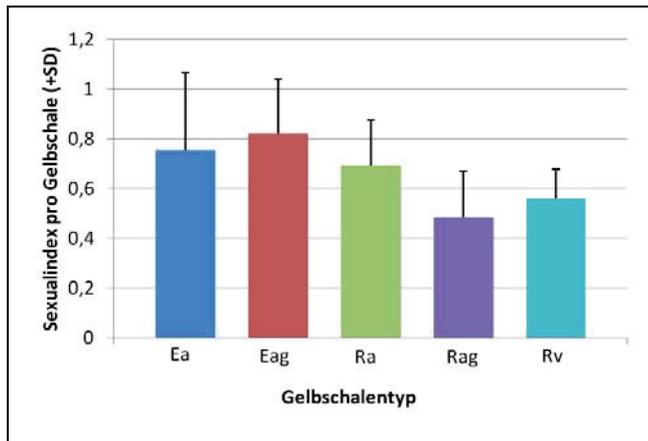


Abb. 6. Durchschnittlicher Sexualindex (+SD) je Gelbschale in den Monaten August bis November am Standort Hötzum, 8 Wdh., Ea: n = 652; Eag: n = 552; Ra: n = 515; Rag: n = 422; Rv: n = 1098 (Legende s. Abb. 1).

Tab. 2. Einfluss des Gitters auf die Beifänge von Bienen und Hummeln an 28 Standorten im Zeitraum September und Oktober 2015 (Legende s. Abb. 1)

Gelbschalentyp	Ea	Eag	Ra	Rag	Rv
Bienen	233	87	199	48	129
Hummeln	48	6	9	2	18

liegende Forschungsarbeit verdeutlicht, dass zwischen den verschiedenen Gelbschalentypen im Bezug auf den Schwellenwert nicht immer extrapoliert werden kann und dass es eine hohe Variabilität zwischen den Standorten gibt.

Die Betrachtung des Sexualindex und die daraus hervorgehenden höheren Fangzahlen von Männchen deuten an, dass diese eine höhere Aktivität als Weibchen haben und somit häufiger in Gelbschalen gefangen werden.

Bei der zeitlichen Betrachtung der Gelbschalenfänge zeichnet sich ein ähnlicher Trend in der Fängigkeit der Gelbschalentypen ab. Die höchsten Fänge wurden bei Temperaturen um 15°C gemacht, was mit den Ergebnissen von HOSSFELD (1993) übereinstimmt. Die höheren Fangzahlen bei diesen Temperaturen sind vermutlich nicht nur auf einen höheren Zuflug zurückzuführen, sondern auch auf eine höhere Aktivität bei diesen Temperaturen (SCHULZ, 1983).

Der Einsatz eines Gitters stellte sich in der Studie als sehr effizient für die Verhinderung von Bienen- und Hummelfängen heraus. Die Fangzahlen bei den Erdflöhen wurden deutlich weniger durch das Gitter beeinflusst als die der Bienen und Hummeln. Um den unnötigen Beifang von Bienen zu verhindern, sollte der Einsatz eines Gitters von der Beratung empfohlen werden.

Die teils signifikanten Unterschiede zwischen den Gelbschalen verdeutlichen, dass ein einheitlicher Schwellenwert kritisch betrachtet werden sollte, da es ansonsten zu einem unnötigen Einsatz von Insektiziden kommt. Im Ringversuch war bei insgesamt hoher Variabilität allerdings nur der eingegrabene Typ klar fängiger und hier sollten höhere Schwellenwerte angesetzt werden, was z.B. in Bayern, wo das Eingraben empfohlen wird, durch die Beratung berücksichtigt wird.

Danksagung

Dank gilt der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) für die Finanzierung des Projektes. Desweiteren ist den amtlichen Pflanzenschutzdiensten, der Norddeutschen Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG (NPZ) und der Universität Göttingen (B. ULBER) für die gewissenhafte Mitarbeit im Ringversuch zu danken.

Literatur

- BONNEMAISON, L., 1965: Insect Pests of Crucifers and their Control. Annual Revue of Entomology **10**, 233-256.
- GODAN, D., 1950: Über die Wirkung des Rapserrflohlarven-Befalls auf die Rapspflanze. Mitteilungen aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem **69**, 35 S.
- ERICHSEN, E., U. STECK, 1991: Die verwirrende Welt bei den Gelbschalen. Gesunde Pflanzen **43**, 306-307.
- HOSSFELD, R., 1993: Die Gelbschale als Entscheidungshilfe bei der Bekämpfung des Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.). Gesunde Pflanzen **45**, 291-295.
- KAUFMANN, O., 1941: Zur Biologie des Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.). Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz **51**, 305-324.
- MEYER, D., A. ZEILEIS, K. HORNIK, 2015: vcd: Visualizing Categorical Data. R package version 1.4-1.
- NOLTE, H.W., 1953: Beiträge zur Epidemiologie und Prognose des Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.). Beiträge zur Entomologie **3**, 518-529.
- R CORE TEAM, 2016: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SCHULZ, R.-R., 1983: Zur Biologie, Ökologie und Schadwirkung des Rapserrfloh (*Psylliodes chrysocephala* L.) am Winterraps (*Brassica napus* L. var. oleifera Metzg.). Dissertation Universität Rostock, 147 S.
- SKAUG, H., D. FOURNIER, B. BOLKER, A. MAGNUSSON, A. NIELSEN, 2014: Generalized Linear Mixed Models using AD Model Builder. Rpackage version 0.8.0.
- WICKHAM, H., 2009: ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. New York, Springer-Verlag, 2009.
- ZEILEIS, A., D. MEYER, K. HORNIK, 2007: Residual-based Shadings for Visualizing (Conditional) Independence. Journal of Computational and Graphical Statistics **16**, 507-525.