

Akustische Früherkennung von Vorratsschädlingen in Getreide mit dem „Beetle Sound Tube“

Christina Müller-Blenkle^{1,*}, Matthias Schöller², Sabine Prozell²,
Isabell Szallies³ & Cornel S. Adler¹

¹ Julius Kühn-Institut

² Biologische Beratung GmbH

³ agrathaer GmbH

Abstract: Early detection of insect infestation in grain storage facilities is of great importance to avoid losses and massive pest spreading. Acoustics can be used to detect feeding and movement of insects. However, so far in cereals this only worked on close range due to the low level of insect sounds and the sound insulation effects of grain.

To improve the detection distance of insects in storage facilities the “Beetle Sound Tube“-System was developed to bundle sounds from the surroundings using large metal tubes embedded into grain. Aim of the permanently installed system is to record and analyse sounds and provide the storage keeper with information about infestation at a very early stage. Due to early detection a variety of treatments including the use of biological antagonists is possible and losses can be minimized.

The “Beetle Sound Tube“-system has been installed in a silo in 2018 and will be installed in three other storage facilities including horizontal storage and BigBags in summer 2019.

Key words: Insects, storage protection, acoustic detection, “Beetle Sound Tube”

* Christina Müller-Blenkle, Julius Kühn-Institut, Institut für Ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Königin-Luise-Straße 19, DE-14195 Berlin;
E-Mail: christina.mueller@julius-kuehn.de

Einleitung

Insektenbefall in Getreidelagern wird oft erst spät erkannt und kann durch kostenintensive Schädlingsbekämpfung und Qualitätsverlust zu großen finanziellen Einbußen führen. Häufig kommt es bei starkem Befall auch zu Schimmel- und Mykotoxinbildung was zum Totalverlust der Lagerware führen kann. Eine frühe Erkennung von Schädlingen ist zur Vermeidung von Schäden deshalb von großer Bedeutung, in großen Getreidemengen aber oft schwierig und zeitaufwändig. Ein Temperatur- und Feuchteanstieg wird erst sichtbar, wenn Insekten massenhaft aggregieren und ist lokal begrenzt, so dass Befall in einiger Entfernung vom Sensor nicht erkannt wird.

Eine weitere Methode der Erkennung ist die akustische Detektion der Fraß- und Bewegungsgeräusche von Insekten im Substrat. Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode ist, dass auch im Getreidekorn verborgene Larven gehört werden können (LEBLANC & al., 2009). Da die Geräusche sehr leise sind, können sie nur über kurze Distanzen von wenigen Zentimetern um das Mikrofon herum gemessen werden (HAGSTRUM & SUBRAMANYAM, 2006), so dass die Methode für große Getreidemengen bisher schlecht geeignet war.

Mit dem „Beetle Sound Tube“-System, welches aus perforierten Metallröhren, hochempfindlichen Mikrofonen sowie Temperatur-/Feuchtesensoren besteht, werden Insektengeräusche aus einem größeren Bereich des Lagers gebündelt und aufgezeichnet. Ziel ist eine artspezifische Erkennung des Befalls, die dem Lagerhalter die notwendigen Informationen für eine frühzeitige und angepasste Behandlung der Ware z. B. mit biologischen Gegenspielern liefert.

In Laborversuchen in bis zu 8 m³ Getreide konnte ein Insektenbefall mit einem ähnlichen System akustisch etwa 8 Wochen früher erkannt werden, als durch optische Überwachung der Getreideoberfläche und Temperaturmonitoring (MÜLLER-BLENKLE & al., 2018).

Das erste „Beetle Sound Tube“-System wurde im Sommer 2018 in einem Silo in der Praxis installiert, in dem von Juli bis Oktober durch Temperaturmessungen, Fallen und Akustik eine Befallsüberwachung stattfand.

Das „Beetle Sound Tube“-Projekt wird durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raumes (ELER) und das Land Brandenburg im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP-AGRI) gefördert. Eingebunden sind zwölf Projektpartner aus Landwirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Industrie, deren Arbeit von der agrathaer GmbH geleitet wird.

Material und Methoden

Im Juni 2018 wurden die ersten drei „Beetle Sound Tubes“ in einem Silo von 4,8 m Durchmesser und 5 m Höhe installiert. Bei den Tubes handelt es sich um 3 m lange, perforierte Edelstahlrohre, die von oben in das Silo eingehängt wurden. Nach Befüllung des Silos mit 74,5 t Winterweizen der Sorte Elixer aus der Ernte 2018 wurden die Röhren mit Mikrofonen und Datenloggern bestückt. Jede Röhre enthielt ein PCB-378B02 Mikrofon (PCB Synotech GmbH) und drei EE071 Temperatur- und Feuchtesensoren (E + E Elektronik GmbH), die in drei unterschiedlichen Höhen in der Röhre installiert waren. Im unteren Bereich der Röhre befand sich ein Auffangbehälter für die Insekten, die durch die Perforationen in die Röhre gelangten und nach unten fielen. Die Auffangbehälter wurden von Mitte Juli 2018 bis Mitte Oktober 2018 im 14-tägigen Intervall geleert und deren Inhalt bestimmt.

Temperatur- und Feuchtedaten wurden 4-mal täglich aufgezeichnet und aus den Daten ein täglicher Mittelwert errechnet. Akustische Aufnahmen erfolgten in den ersten drei Minuten jeder Stunde.

Im Silo wurden Ende August weiterhin vier WB-Probe Traps, (45 cm lange perforierte Kunststoffinsektenfallen, die in die obere Getreideschicht gedrückt werden) ausgebracht, die im gleichen Rhythmus wie die Auffangbehälter in den Sound Tubes geleert wurden, um die beiden Fallentypen miteinander vergleichen zu können. Weiterhin wurden an drei Terminen Stechproben von zweimal etwa 250 g Gewicht aus den oberen 1,5 m der Getreidemenge an zwei Punkten entnommen, die etwa drei Meter voneinander und 0,5 bis 1 m vom Silorand entfernt waren und im Labor auf Befall hin kontrolliert.

Im Labor wurde nach Ende des Siloversuchs eine 50 cm-Version des „Beetle Sound Tubes“ in einen Zylinder mit Getreide eingebracht und je 100 Individuen folgender Arten freigelassen: Rotbrauner Reismehlkäfer *Tribolium castaneum*, Amerikanischer Reismehlkäfer *Tribolium confusum*, Rotbrauner Leistenkopflattkäfer *Cryptolestes ferrugineus*, Getreideplattkäfer *Oryzaephilus surinamensis*, Getreidekapuziner *Rhyzopertha dominica* und Reiskäfer *Sitophilus oryzae*. Über einen Zeitraum von mehreren Wochen wurde die Anzahl der in den Auffangbehälter gefallenen Arten bestimmt und die Artenverteilung im Auffangbehälter mit der Artenverteilung im umgebenden Getreide verglichen.

Ergebnisse

Das Jahr 2018 zeichnete sich im Land Brandenburg durch überdurchschnittlich hohe Temperaturen und extrem geringe Niederschläge aus. Im Versuchszeitraum von Mitte Juli bis Mitte Oktober (96 Tage) lag die durchschnittliche Außentemperatur in der Nähe des Silos an 75 Tagen bei oberhalb von 15 °C, während die Tagesdurchschnittstemperatur nur an 8 Tagen unterhalb von 10 °C blieb.

Der Ende Juni geerntete, für mehrere Tage belüftete Weizen wurde Anfang Juli in das Silo eingelagert. Den hohen Außentemperaturen entsprechend war er warm und bot günstige Lebensbedingungen für vorratsschädliche Insekten. Bereits sechs Tage nach der Einlagerung konnten vorratsschädliche Insekten in den „Beetle Sound Tubes“ nachgewiesen werden, wohingegen Stech- und Siebproben erst zu einem späteren Zeitpunkt Befall zeigten. Temperatur- und relative Feuchtemessungen wiesen bis zum Ende des Versuches im Oktober nicht auf einen Befall hin.

Die Temperaturen etwa 2,5 m im Getreide innerhalb der „Beetle Sound Tubes“ lagen über die gesamte Versuchszeit bei relativ konstant 25 °C, und ähnlich im oberen Bereich der Röhre im Mittel bei etwa 24,5 °C. Bedingt durch die Außentemperaturen schwankten diese um bis zu 8 °C. Direkt über dem Getreide lagen die Temperaturen im Durchschnitt bei 18 °C mit Werten im Bereich zwischen 7 und 29 °C. Bei der relativen Feuchte wurden durchschnittlich etwa 50% gemessen, wobei auch hier die Schwankungen im unteren Teil der Röhre deutlich geringer waren als nahe der Oberfläche. Oberhalb des Silos wurden Werte zwischen 34 und 74% r.F. gemessen, wobei auch hier der Mittelwert bei 50% lag.

Das nachgewiesene Artenspektrum umfasste 10 Käfer- und eine Mottenart, einige Vertreter anderer Gruppen sowie natürliche Gegenspieler von Vorratsschädlingen (Abbildung 1). Am häufigsten traten Reismehlkäfer, Rotbraune Leistenkopflattkäfer, Getreideplattkäfer, Getreidekapuziner und Reiskäfer auf.

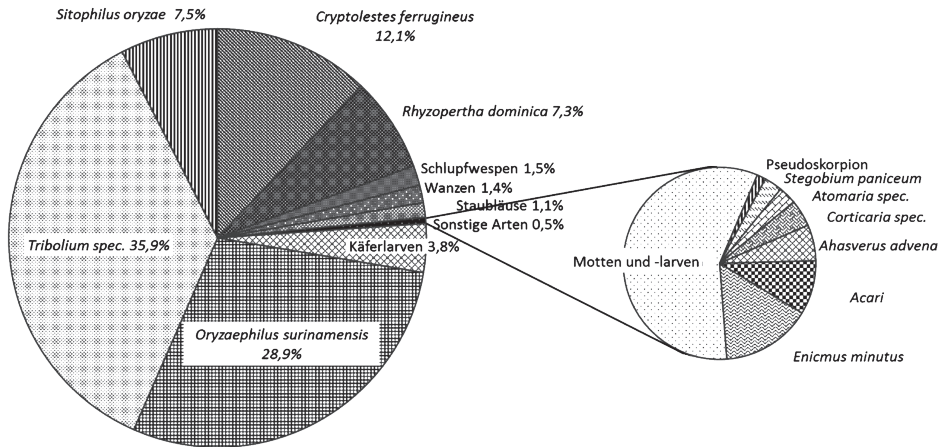


Abb. 1: Artenspektrum in den „Beetle Sound Tubes“ im Versuchszeitraum 2018.

Auffällig war, dass *T. castaneum* in vielen Proben die häufigste Art war, obwohl die Art als sekundärer Vorratsschädling eher in Folge eines Befalls von z.B. Reiskäfern auftritt. Ein Versuch im Labor mit den häufigen Arten zeigte, dass bei einem gleichmäßigen Befall (100 Tiere pro Art in einer Getreidesäule) *Tribolium*-Arten zu einem deutlich höheren Anteil in den Auffangbehälter fielen als die anderen Arten. Reismehlkäfer können an senkrechten Flächen nicht nach oben laufen, vielleicht rutschten sie daher auch schneller ab und fielen in das Auffanggefäß im Sound Tube, während andere Arten wieder durch die Löcher im Rohr ins Getreide entkommen. Somit kann aus der Anzahl der Tiere im Sound Tube nicht auf die Abundanz einzelner Arten im Getreide geschlossen werden.

In den WB-Probe-Traps wurden sechs Käferarten gefangen, wobei es sich bis auf ein Tier um die fünf auch in den Sound Tubes häufigen Arten handelt. Weiterhin machten Bücherläuse (*Liposcelis spec.*) in den Probe-Traps etwa 25% der gefundenen Tiere aus.

Mit den Stechfallen ließ sich im Juli kein Befall nachweisen. Ende August wurden wenige *Tribolium*-Larven und ein Getreideplattkäfer gefunden, Mitte Oktober, zum Ende des Versuchs, fanden sich in den Stechproben insgesamt drei Getreidekapuziner, eine Schlupfwespe und eine Staublaus.

Nach dem Fund von vorratsschädlichen Insekten wurden zu mehreren Zeitpunkten biologische Gegenspieler der Arten ausgebracht. Diese konnten auch in den Fallen nachgewiesen werden. Zusätzlich zu den ausgebrachten Nützlingen Getreideplattkäferwespen (*Cephalonomia tarsalis*), Lagererzwespe (*Lariophagus distinguendus*), Maiskäfererzwespe (*Anisopteromalus calandreae*) und dem zu den Blumenwanzen gehörenden Lagerpirat (*Xylocoris flavipes*) wurden jedoch auch zahlreiche Individuen der Schlupfwespenart (*Cephalonomia waterstoni*) gefunden, die somit zum Artenspektrum des Silos gehört und (*C. ferrugineus*) parasitiert.

Diskussion

Die hier vorgestellten Ergebnisse stammen aus dem ersten Versuch des Projektes „Beetle Sound Tube“, welches noch über einen Zeitraum von fünf Jahren in vier Betrieben durchgeführt wird. Ziel des Projektes ist es, einen Insektenbefall frühzeitig akustisch zu erkennen, die Geräusche artspezifisch zuzuordnen,

dem Landwirt/Lagerhalter qualifizierte Information zum Befall zu geben und mögliche Bekämpfungsarten aufzuzeigen.

Der Befall trat in der ersten Lagerperiode 2018 sehr schnell auf. Da in den ersten Tagen des Versuchs ein technisches Problem akustische Aufzeichnungen verhinderte, wurde der Befall sechs Tage nach Versuchsbeginn zeitgleich akustisch und in den Auffangbehältern der „Beetle Sound Tubes“ nachgewiesen.

Damit war ein Befall mit dem Röhrensystem und der Akustik erheblich früher erkennbar als mit konventionellen Methoden. Mit den Temperatur- und Feuchtedaten war auch am Ende des Versuches kein Befall erkennbar, die Ergebnisse der Stechproben zeigten bei der zweiten Probennahme Ende August einzelne Tiere, die Anzahl der in den „Sound Tubes“ gefangenen Insekten nahm im Laufe des Versuches deutlich zu.

Der schnelle Befall des eingelagerten Getreides war so nicht erwartet worden und deutet darauf hin, dass eine Befallsquelle existierte, von der aus Schädlinge gleich mit ins Silo eingelagert wurden. Dafür spricht auch, dass bei der ersten Leerung der Auffangbehälter in allen drei Röhren Vorratsschädlinge mehrerer Arten vorhanden waren, was auf eine Verteilung der Tiere im Lagergut hindeutet und nicht auf Zuwanderung einzelner Tiere. Weiterhin befanden sich in der direkten Umgebung auch andere zugängliche Getreidepartien, die nicht befallen wurden, was auch darauf hindeutet, dass kein Zuflug im größeren Umfang erfolgte.

Offensichtlichen Befallsquellen konnten nicht gefunden werden. Da das Jahr 2018 extrem trocken und warm war, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Befall bereits mit den Mähdreschern eingeschleppt wurde, wo sich in versteckten Ecken, die bei der Reinigung nicht erreicht werden Insekten halten können. Weiterhin könnte sich innerhalb der Fördereinrichtungen hin zur Siloanlage eine versteckte Befallsquelle befunden haben. Die zunehmend milden Winter in der Region tragen wahrscheinlich dazu bei, dass vorratsschädliche Insektenarten überwintern und die neue Ernte frühzeitig befallen können. Da auch der Winter 2018/19 relativ mild war, ist davon auszugehen, dass ein versteckter Befallsherd auch diesen Winter überstanden haben könnte. Daher ist bei steigenden Außentemperaturen im Jahr 2019 eine intensive Befallsquellensuche geplant.

Nach persönlicher Kommunikation von PROZELL & SCHÖLLER (2018) fand sich auch auf anderen Höfen in 2018 ungewöhnlich häufig Insektenbefall, der behandelt werden musste.

Das häufige Auftreten von Reiskäfer und Getreidekapuziner, die als wärmeliebende Arten gelten, deutet darauf hin, dass sich die Tiere unterdessen auch in Brandenburg etabliert haben und sich das Artenspektrum der Vorratsschädlinge in der Norddeutschen Tiefebene erweitert.

Nützlinge wurden im Rahmen der Versuche direkt über die Röhren in das Getreide ausgebracht. So sollte den Nützlingen der Zugang zum Befall erleichtert werden. Während die Ausbringung von Schlupfwespen über die Röhren gut funktionierte und die Tiere nur in kleiner Anzahl im Ausbringbehälter oder in der Falle wieder aufgefunden wurden, stellte die glatte Oberfläche der „Sound Tubes“ für den Lagerpiraten *X. flavipes* ein Hindernis dar und muss für weitere Versuche angepasst werden. Durch den unerwartet schnellen Befall des Getreides und versuchsbedingte Verzögerungen bei der Ausbringung der Nützlinge konnte der schnell ansteigende Käferbestand durch die Nützlinge nicht mehr eingedämmt werden. Daher wurde der Versuch im Oktober beendet, um eine Behandlung des Getreides mit Kieselgur zu ermöglichen. In den ab der Lagerperiode 2019 stattfindenden Versuchen soll hier schneller reagiert und der Nützlingseinsatz möglichst noch effektiver gestaltet werden.

Die für 2019 geplanten Versuche werden in drei weiteren Betrieben durchgeführt, wo ein 300 t-Silo, ein Flachlager und BigBags mit dem „Beetle Sound Tube“-System ausgestattet werden. So kann das System in verschiedenen Lagertypen getestet und für die Praxis optimiert werden.

Literatur

- HAGSTRUM, D. W. & SUBRAMANYAM, B. (2006): Fundamentals of Stored-Product Entomology, St. Paul, Minnesota, USA, – AACC International. 323 pp.
- LEBLANC, M.P., GAUNT, D. & FLEURAT-LESSARD, F. (2009): Experimental study of acoustic equipment for real-time insect detection in grain bins - Assessment of their potential for infestation risk prediction during long term storage periods. – IOBC/OILB Conference Integrated protection of stored products. 29.06. – 02.07.2009, Campobasso, Italy: 79-88.
- MÜLLER-BLENKLE, C., KIRCHNER, S., SZALLIES, I. & ADLER, C. (2018): A new approach to acoustic insect detection in grain storage. – In: ADLER, C.S., OPIT, G., FÜRSTENAU, B., MÜLLER-BLENKLE, C., KERN, P., ARTHUR, F.H., ATHANASSIOU, C.G., BARTOSIK, R., CAMPBELL, J., CARVALHO, M.O., CHAYAPRASERT, W., FIELDS, P., LI, Z., MAIER, D., NAYAK, M., NUKENINE, E., OBENG-OFORI, D., PHILLIPS, T., RIUDAVETS, J., THRONE, J., SCHÖLLER, M., STEJSKAL, V., TALWANA, H., TIMLICK, B. & TREMATERRA, P. (eds.): Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection, October 07 – 11, 2018 Berlin, Germany. – Quedlinburg: 328-337.

