



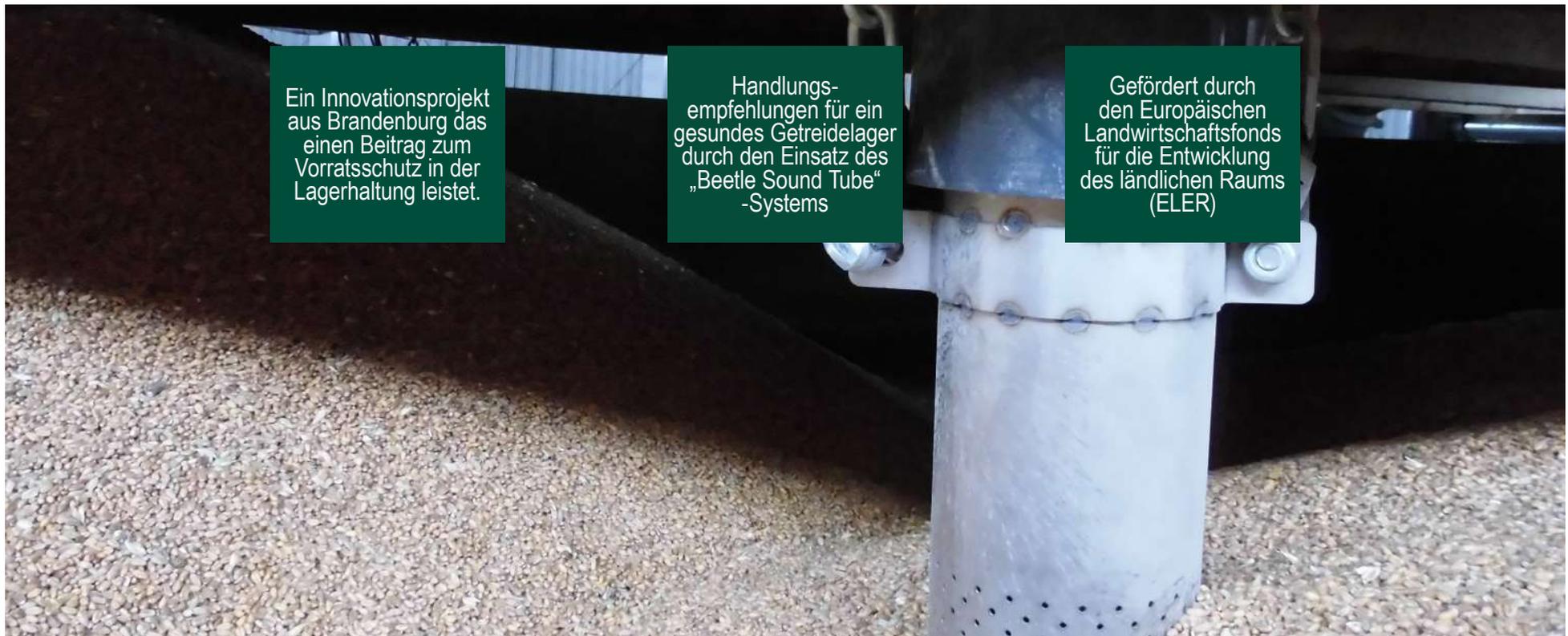
# BEETLE SOUND TUBE

AKUSTISCHE FRÜHERKENNUNG VON VORRATSSCHÄDLINGEN IN GETREIDESILO

Ein Innovationsprojekt aus Brandenburg das einen Beitrag zum Vorratsschutz in der Lagerhaltung leistet.

Handlungsempfehlungen für ein gesundes Getreidelager durch den Einsatz des „Beetle Sound Tube“-Systems

Gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)



## IMPRESSUM

Herausgeber: agrathaer GmbH, Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg  
Ansprechpartnerin: Isabell Szallies | isabell.szallies@agrathaer.de | Tel. +49 (0) 33432 82 299  
Autoren: Dr. Christina Müller-Blenkle, Ulrich Simon, Isabell Szallies

Ausgabe: 1. Auflage, November 2022

Auflage: 50 Stück in print, online verfügbar

Druck: DTP-Werbung | Gartenstraße 2B | 15374 Müncheberg

### Copyright

Die Praxisbroschüre ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Eine Verwendung von Texten und Bildern insbesondere für Vervielfältigen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme ist ohne Zustimmung des Herausgebers nicht gestattet.

Design: Designed by StockInDesign.com und agrathaer GmbH

Bildnachweise: Cover: Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 4 Verena Migaiski, JKI; S. 7 agrathaer GmbH; S. 10 agrathaer GmbH; S. 11 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 13; S.14/15: Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 16 li: Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI, S. 16, Mitte: Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 16, re: Isabell Szallies, arathaer GmbH; S. 17 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 19 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 20 +21 Ulrich Simon, Müller BBM; S. 23 Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 24/25 Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 26 Verena Migaiski, JKI; S. 27 Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 28 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 29 Sven Möller, agrathaer GmbH; S. 30/31 Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 32, 33 Verena Migaiski, JKI; S. 34 li + mitte Verena Migaiski, JKI; S. 34 re Tomasz Klejdysz. iStock; S. 35 li + mitte Verena Migaiski, JKI; S. 37 oben links Biologische Beratung GmbH; S. 37 oben rechts Verena Migaiski, JKI; S. 37 unten links Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S.37 unten rechts Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 38/39 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 40 Dr. Christina Müller-Blenkle, JKI; S. 41-43 Biologische Beratung GmbH; S. 44 oben li Nils Hildebrandt, JKI; S. 44 oben re + unten li Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 44 unten re RBB; S. 45 Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 47 oben Isabell Szallies, agrathaer GmbH; S. 47 unten rechts Katrin Focke; S. 47 unten links Isabell Szallies, agrathaer GmbH

Das Projekt Beetle Sound Tube wird im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) gefördert.

## INHALTSVERZEICHNIS

5	In Kürze: Was ist das „Beetle Sound Tube“ System?
6	Die Operationelle Gruppe: Die Denker und Macher des „Beetle Sound Tube“ Systems
11	Bestandteile des Beetle Sound Tube Systems, Variationen + Leistungsfähigkeit dessen
14	Vorstellung der Arbeit im Projekt
16	Vorstellung der Einsatzumgebung: Silos, Lager, Big Bags
17	Versuche des Julius Kühn-Instituts zur Fängigkeit der Röhren
18	Akustikversuche des Julius Kühn-Instituts und Müller BBM
20	Die Akustiksoftware: Befallsidentifikation, Käferidentifikation und Software
22	Handlungsempfehlungen zur Integration des Systems in den Betrieb für die Praxis
22	Nutzung des Beetle Sound Tube Systems
23	Erkenntnisse aus dem Projekt
24	Wie kann ich einen Befall vermeiden?
25	Was tue ich bei einem Befall?
27	Kosten und Nutzen des „Beetle Sound Tube“ Systems
28	Einsatzumgebung
	Welche Voraussetzungen müssen zum Einsatz des Beetle Sound Tubes erfüllt sein?
29	Grenzen des Systemeinsatzes
32	Kurzvorstellung der häufigsten Getreideschädlinge
36	Nützlingseinsatz: Tipps und Hinweise
40	Vorstellung der wichtigsten Nützlinge
40	Lagererzwespe
41	Getreideplattkäferwespchen
42	Lagerpirat
43	Mehlmottenschlupfwespe
46	Vertrieb, weitere Informationen

A close-up photograph of a grain beetle, likely a sawtooth beetle, on a piece of wood. The beetle is dark brown with a lighter, patterned back and is positioned on the right side of the frame. The wood is light brown and shows signs of being eaten, with a hole visible on the left side. The background is blurred, showing more wood.

Vorratsschädliche Insekten können in Getreidelagern große Schäden verursachen, die zu erheblichen finanziellen Einbußen führen. Früherkennung von Lagerschädlingen besitzt daher hohe Praxisrelevanz zur Verlustminimierung. Viele Landwirtschaftsbetriebe lagern Getreide, um eine höhere Flexibilität hinsichtlich des Verkaufszeitpunktes zu erreichen.

Tritt Insektenbefall auf, muss das Getreide behandelt werden oder erzielt als z. B. Tierfutter geringere Preise. Stärkerer Befall kann zur Bildung von Schimmel und Mykotoxinen führen, was die gesamte Getreidemenge als Lebensmittel oder Tierfutter unbrauchbar macht und zum Totalverlust der Ware führt.

In dem fünfjährigen EIP-Projekt wurde in vier Praxisbetrieben das „Beetle Sound Tube“-System installiert, getestet und weiterentwickelt. In einem Vorgängerprojekt wurde die akustische Identifizierung der Käfer untersucht. Die Konzeption des Systems mit Röhren, Mikrofon und Auffangbehälter standen am Anfang fest. Die Weiterentwicklung umfasste die Umset-

zung des Systems in die jeweilige Einsatzumgebung auf den Betrieben (Silo, Flachlager/Big Bag, 18 m hohes Silo), die Vereinfachung der Technik (Akustik, Datenaufnahme, Datenlogger) sowie die Entwicklung einer Auswertesoftware. Während der Projektlaufzeit wurden die gefangenen Käfer entnommen, gezählt und identifiziert.

## IN KÜRZE: WAS IST DAS „BEETLE SOUND TUBE“ SYSTEM?

---

Das „Beetle Sound Tube“ System ist ein dauerhaft installiertes akustisches Früherkennungssystem für vorratsschädliche Insekten im Getreidelager. Mit dem Früherkennungssystem sollen Verluste durch Schadinsekten vermindert werden. Das System ist während der Getreidelagerperiode dauerhaft im Silo, Flachlager oder Big Bag installiert und ermöglicht eine akustische Erkennung von Schädlingen im Getreide. Dies erleichtert die frühzeitige Behandlung des Befalls, z. B. durch den Einsatz von Nützlingen, bevor die Schädlinge sich stark vermehren und größere Teile des Getreides unbrauchbar machen.

Das System besteht aus mindestens einer Röhre, einem Auffangbecher mit Mikrophon und einer Computereinheit (siehe auch S. 11).

Der „Beetle Sound Tube“ wurde im Rahmen eines fünfjährigen EIP-Projekts, gefördert durch den ELER, durch eine 12-köpfige Projektgruppe (genannt Operationelle Gruppe) entwickelt. EIP steht für „Europäische Innovationspartnerschaften“. Für weitere Informationen zum Förderprogramm folgen Sie dem QR-Code.

Mit der vorliegenden Praxisbroschüre sollen die Ergebnisse des Beetle Sound Tube Projekts für Landwirte und Lagerhalter übersichtlich und nutzbringend dargestellt werden. Erkenntnisse des fünfjährigen Vorhabens zur Nutzung des „Beetle Sound Tube“-Systems sowie Erfahrungen und Handlungsempfehlungen für eine verbesserte Lagerhaltung werden hier dargestellt.



## DIE OPERATIONELLE GRUPPE: DIE DENKER UND MACHER DES „BEETLE SOUND TUBE“ SYSTEMS

---

Im Folgenden wird die zwölfteilige Projektgruppe, welche das “Beetle Sound Tube” System entwickelt und getestet hat, kurz vorgestellt.

**agrathaer**  
Management & Innovation

LEAD-PARTNER: AGRATHAER GMBH  
Isabell Szallies, Sven Möller, Daniela Lorenz

agrathaer ist ein 2011 gegründetes Unternehmen mit dem Ziel, Forschungsergebnisse für Politik, Praxis und Gesellschaft nutzbar zu machen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt im Transfer und der Kommunikation durch innovative Methoden und Veranstaltungsformate. Im Projekt verantwortete agrathaer die Projektleitung. Dies umfasst Öffentlichkeitsarbeit, die Koordination der gesamten Gruppe und die Sicherstellung der Zielerreichung.

WISS. KOORDINATION: JULIUS KÜHN-INSTITUT  
Dr. Christina Müller-Blenkle, Dr. Cornel Adler, Nils Hildebrandt

Das Julius Kühn-Institut (JKI) ist das Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen in Deutschland. Der in Berlin ansässige Arbeitsbereich Vorratsschutz erforscht umweltschonende Verfahren zur Vermeidung, Früherkennung und Bekämpfung vorratschädlicher Insekten. Im Projekt wurde die wissenschaftliche Auswertung, Entwicklung und Erprobung durch das JKI federführend durchgeführt.





*Die Operationelle Gruppe beim ersten Gruppentreffen am 10. Januar 2018 im Julius Kühn-Institut.*



#### PRAXISBETRIEB: BAYWA AG

Sebastian Schuster (bis 2019), Steve Wolter

Die BayWa AG ist ein weltweit tätiger Konzern mit u. a. den Kernsegmenten Energie und Agrar. Die Niederlassung in Hohenseefeld ist spezialisiert auf Lagerhaltung von Getreide. Während der Ernte bekommt das Lager von privaten Landwirten und Betrieben etwa 15.000 t Getreide angeliefert. Diese Ware wird innerhalb eines Jahres weiterverkauft mit einer durchschnittlichen Lagerdauer von sechs Monaten. Getreide wird u. a. in vier Silos von jeweils 300 t Fassungsvermögen gelagert.

Die BayWa nahm als Praxispartner teil und stellte ein Silo und Flachlager zur Erprobung zur Verfügung (siehe S. 16).

#### PRAXISBETRIEB: GUT SCHMERWITZ

Rita Neumann (bis 2018), Roland Wolters, Nicolas Kusenber

Das Gut Schmerwitz bewirtschaftet rund 1500 ha unter ökologischen Richtlinien (Bioland). Neben dem Ackerbau umfasst die landwirtschaftliche Tätigkeit eine Streuobstwiese, Mutterschafe und Legehennen. Auf dem Hof werden jährlich etwa 3000 t Getreide gelagert, Teile davon in sieben Silos, die je nach Getreideart 55–90 t fassen.

Als erster Betrieb, der das System installierte, entwickelte es dies aus seiner Praxis-Perspektive weiter und hat den fest installierten Prototyp (siehe S. 16) auf seinem Betrieb stehen.



#### BIOHOF STEINREICH

Johannes Alt

Der Biohof Steinreich bewirtschaftet 100 ha Ackerland, einen Freiland Schweinebetrieb sowie eine Imkerei unter den EG-Bio-Richtlinien. An zwei Standorten wird in mehreren Big Bags Getreide zum Verkauf und Eigenbedarf gelagert.

Der Biohof Steinreich nahm mit seinen Big Bags als landwirtschaftlicher Betrieb am Projekt teil. Für die 1 qm Big Bags wurde die kleinste Variante des Systems mit einer Länge von 1,5 m entwickelt.

#### BELZIGER KRAFTFUTTER GMBH

Bernd Moritz, Steffen Petzold

Die Belziger Kraftfutter GmbH stellt qualitativ hochwertige Futtermittel für Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Berlin her. An zwei Standorten werden bis zu 2100 Tonnen Getreide in sechs Silos und Flachlagern gelagert.

BKF stellte als Praxispartner seine Flachlager für die Erprobung zur Verfügung, entwickelte mit seinem Know-How als Lagerhalter das System weiter und nutzt weiterhin den mobilen Prototypen.



## MÜLLER-BBM

## MÜLLER BBM

Ulrich Simon, Thomas Goldammer

Müller-BBM ist eine der führenden Ingenieurgesellschaften für Beratungsleistungen, Gutachten, Messungen und Planungen in allen Bereichen der Akustik, der Bauphysik und des Umweltschutzes.

Die Müller BBM war federführend für die akustisch-technische Ausstattung und Entwicklung sowie für die Softwareentwicklung verantwortlich.

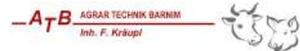
## BIOLOGISCHE BERATUNG GMBH

Sabine Prozell, Dr. Matthias Schöller

Das Unternehmen entwickelt insektizidfreie, integrierte Vorratsschutzprogramme für die Landwirtschaft, lebensmittelverarbeitende Industrie, Großlager, Mühlen und Einzelhandelsgeschäfte. Grundlage dieser Programme sind biologische Gegenspieler der vorratsschädigenden Insekten, die in den eigenen Labors gezüchtet werden. Die Biologische Beratung stellte sowohl ihre Nützlinge als auch ihr Know-How als Ergänzung zum „Beetle Sound Tube“ im Projekt zur Verfügung.



**BIOLOGISCHE  
BERATUNG**



## AGRAR TECHNIK BARNIM

Frank Kräupl

Seit mehr als 25 Jahren konzipiert der Inhaber Herr Kräupl mit seinem Team alles was für die Tierhaltung notwendig ist und setzt die Projekte selbst um. Dabei ist er immer an neuen Lösungen und Ansätzen interessiert.

Mit Hilfe seines Wissens und seiner Erfahrungen entwarf und etablierte er stabile und sichere Befestigungen für die fest installierten „Beetle Sound Tube“-System in den Silos.

## WEDA DAMMANN &amp; WESTERKAMP GMBH

Ralf Meyer

Die Firma WEDA ist führend im Bereich computergesteuerte Fütterungsanlagen für Schweine. Sie verfügt über hochmoderne Fertigungsanlagen und ist mit Innovationsfreude und Technikbegeisterung ein guter Ansprechpartner für Planung und Optimierung des „Beetle Sound Tube“-Systems.

Im Projekt stellte WEDA die Röhren her und unterstützte das Projekt in der wirtschaftlichen Weiterentwicklung des Systems.





### FÖRDERGEMEINSCHAFT ÖKOLOGISCHER LANDBAU BERLIN-BRANDENBURG E.V (FÖL)

Michael Wimmer

Die gemeinnützige Fördergemeinschaft, kurz FÖL, ist die zentrale Anlaufstelle in der Metropolregion für Verbraucherinformation, Öffentlichkeitsarbeit und Marktentwicklung rund um das Thema „Bio“. Gleichzeitig agiert der Verein als aktive Interessenvertretung für Erzeuger, Verarbeiter und Händler und ist das soziale Netzwerk der hiesigen Bio-Bewegung. In diesem Sinne hat die FÖL innerhalb des Projekts die Öffentlichkeitsarbeit sowie die inhaltliche Weiterentwicklung des „Beetle Sound Tube“-Systems entscheidend begleitet.



### KREISBAUERNVERBAND POTSDAM-MITTELMARK

Silvia Wernitz (bis Frühjahr 2022), Dr. Tino Erstling

Der KBV setzt sich für die Belange vielfältiger konventionell oder ökologisch wirtschaftender landwirtschaftlicher und gärtnerischer Unternehmen in Potsdam-Mittelmark ein. Er bietet Fortbildungen und Vernetzungsmöglichkeiten für Landwirte, organisiert öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen und ist über Abgeordnete in der Kommunalpolitik aktiv. Im Projekt nahm der KBV als Vertreter für die Praxis teil und unterstützte das Projekt in der Öffentlichkeitsarbeit und in der Kommunikation mit den Landwirten vor Ort.



*Treffen der Operationellen  
Gruppe im Oktober 2018  
(li) sowie April 2022 (re).*

## BESTANDTEILE DES „BEETLE SOUND TUBE“-SYSTEMS

### RÖHREN

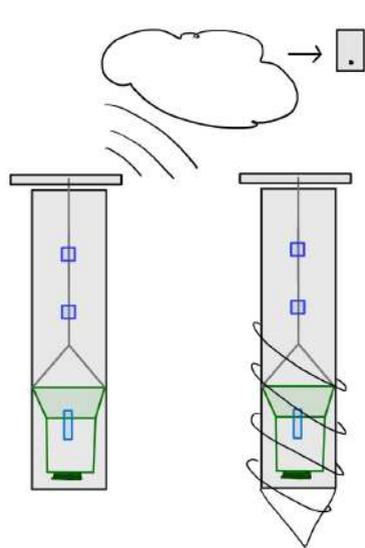
Metallröhren mit Perforation und Auffangbehälter dienen als Fallen, in denen Insekten gefangen werden. Die Röhren variieren in Länge und Durchmesser, je nach Einsatzumgebung (ob mobil oder fest verbaut).

Die Röhren der fest verbauten Systeme in den Silos sind unten offen, damit Staub und Getreide durchfallen können.

Die mobilen Röhren haben unten eine geschlossene Spitze und eine Schneckenwendel, die das Eindrehen ermöglichen. Sie können mit einer Schraubverbindung auf 3 m Länge erweitert werden. Staub und Getreidereste werden nach der Lagerperiode aus der Röhre entfernt.

## DIE TECHNISCHE AUSSTATTUNG

Datenlogger zur Überwachung der Temperaturen im Getreide und im Lager geben Hinweise auf Prozesse und sind wichtig für die Nützlingsausbringung. Das z. T. bereits in den Betrieben vorhandene Temperaturmonitoring sollte mit dem „Beetle Sound Tube“-System verschnitten werden. Sollten keine Temperatur- oder Feuchtesensoren vorhanden sein, können diese mit dem „Beetle Sound Tube“ zusammen installiert werden.



## AKUSTIKBEHÄLTER/-FALLE

Am unteren Ende der Röhre befindet sich ein Behälter, der die in die Röhre krabbelnden Käfer auffängt. Die Tiere verbleiben bis zur Entleerung in dieser Dose. In der Dose ist ein Mikrofon verbaut, welches die Erkennung eines Befalls ermöglicht. Der Auffangbehälter wird mit einer Schnur aus der Röhre gezogen. Die Aufnahmeelektronik ist unterhalb des Behälters befestigt und per Ethernet mit der zentralen Auswerteeinheit verbunden.

## ERKENNUNGSSOFTWARE

Die erhobenen Daten (Akustik, ggf. Temperatur) werden mit einer von Müller-BBM entwickelten Software ausgewertet. Diese Software gibt dem Nutzer via E-Mail eine Information über den aktuellen Stand des Systems. Die E-Mail enthält Informationen über eventuelle Insektengeräusche und Temperaturdaten. Bei Befall werden Handlungsempfehlungen gegeben. Hierfür ist die Koppelung des Systems mit dem Internet notwendig, z. B. über betriebseigenes WLAN. Alternativ kann das Modem mit dem Mobilfunknetz via SIM-Karte verbunden werden, was zusätzliche regelmäßige Kosten verursachen kann.

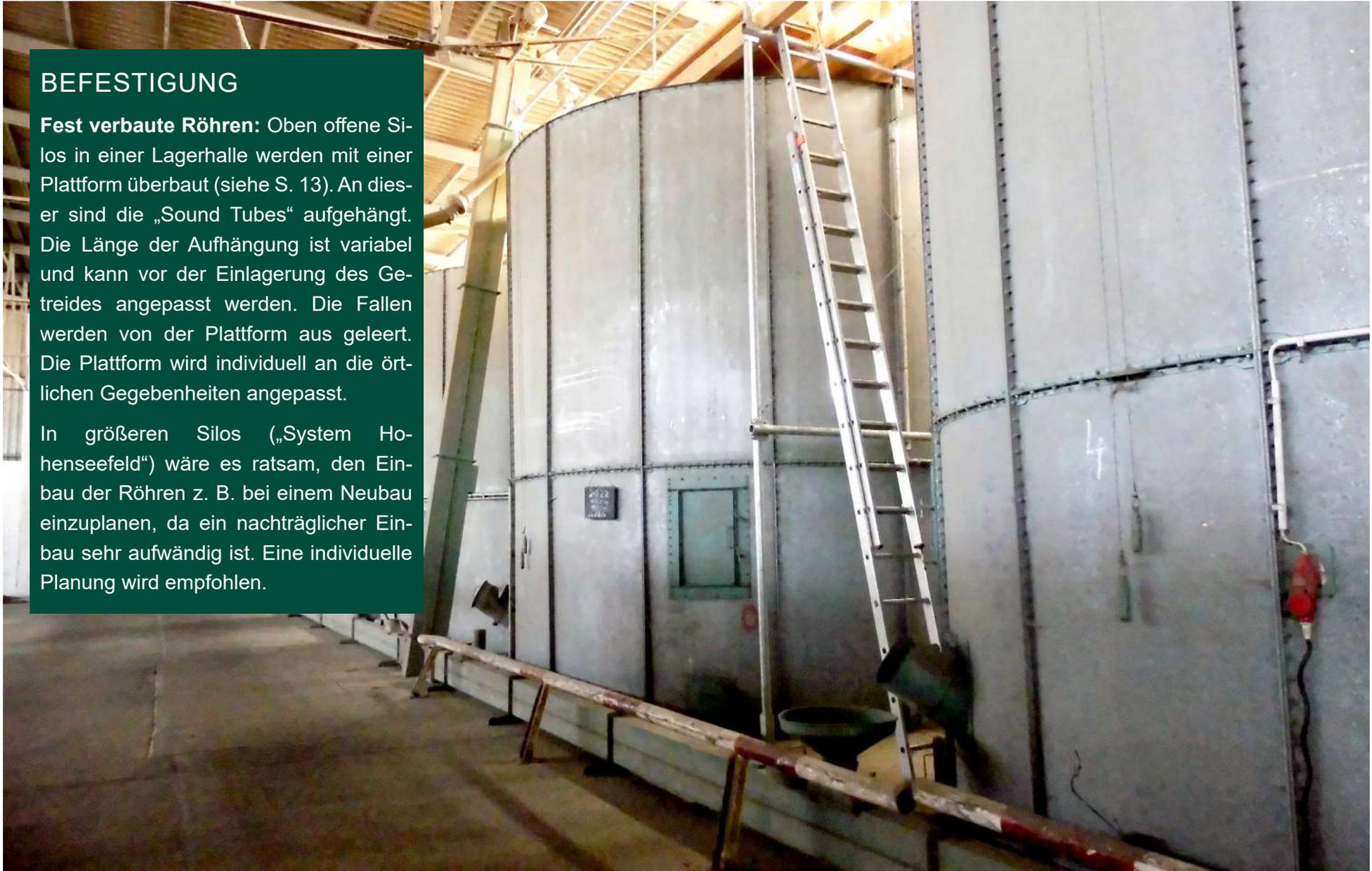
## BEFESTIGUNG

**Mobile Röhren:** Die Röhren für Flachlager und Big Bags werden nicht fest eingebaut, sondern nach Einlagerung des Getreides eingedreht. Hierfür sind die Röhren mit einer Schneckenspirale und Spitze am Ende eines Rohrs sowie einer aufsetzbaren Eindrehhilfe am oberen Ende ausgestattet. Bei der Entnahme des Getreides werden die Röhren freigelegt und können dann entnommen werden.

## BEFESTIGUNG

**Fest verbaute Röhren:** Oben offene Silos in einer Lagerhalle werden mit einer Plattform überbaut (siehe S. 13). An dieser sind die „Sound Tubes“ aufgehängt. Die Länge der Aufhängung ist variabel und kann vor der Einlagerung des Getreides angepasst werden. Die Fallen werden von der Plattform aus geleert. Die Plattform wird individuell an die örtlichen Gegebenheiten angepasst.

In größeren Silos („System Hohenseefeld“) wäre es ratsam, den Einbau der Röhren z. B. bei einem Neubau einzuplanen, da ein nachträglicher Einbau sehr aufwändig ist. Eine individuelle Planung wird empfohlen.





## VORSTELLUNG DER ARBEIT IM PROJEKT



## VORSTELLUNG DER EINSATZUMGEBUNG: SILOS, LAGER, BIG BAGS

### SYSTEM „SCHMERWITZ“

*Lagerungsart:* Silo

*Größe:* 70 t

*Länge der Röhren:* 3 m

*Befestigung der Röhren:* über eine Arbeitsplattform

*Beschreibung:* Ein Silo in einer Lagerhalle wird mit einer Plattform überbaut. Diese dient als Träger für die „Sound Tubes“. Die Röhren können in ihrer Tiefe verstellt werden und hängen in dem Getreide.



### SYSTEM „MOBIL“

*Lagerungsart:* Flachlager/ Big Bag

*Größe:* unterschiedlich

*Länge der Röhren:* modulare 1,5/3 m Stücke, erweiterbares Baukastensystem

*Befestigung der Röhren:* durch das Getreide

*Beschreibung:* In ein Flachlager oder Big Bag wird das 1,5 m lange Rohr mit Schneckenwendel eingedreht. Bei Flachlagern mit einer größeren Tiefe kann eine Verlängerung angeschraubt werden, sodass das Getreide in einer Tiefe von bis zu 3 m untersucht werden kann.



### SYSTEM „HOHENSEEFELD“

*Lagerungsart:* Silo

*Größe:* 300 t

*Länge der Röhren:* 18 m

*Befestigung der Röhren:* Standfuß, Verstreben

*Beschreibung:* In einem freistehenden Silo von 18 m Höhe wurde ein Röhrensystem eingebaut und mit einem Standfuß befestigt. In der Projektlaufzeit zeigte sich, dass dieses System verbesserungsfähig ist. Im Projekt wurde der Fokus auf die anderen beiden Varianten gelegt.



## VERSUCHE DES JULIUS KÜHN-INSTITUTS ZUR FÄNGIGKEIT DER RÖHREN

Während der Projektarbeit zeigte sich, dass die Röhren hervorragend als Fallen funktionieren und somit die gefangenen Käfer keinen weiteren Schaden am Getreide verursachen können. Um ein besseres Verständnis für das gefangene Artenspektrum zu erhalten, wurde ein Versuch zur Fängigkeit unterschiedlicher Käfer gemacht.

### DER VERSUCH

Für diesen Versuch wurden im Labor des JKI Plexiglaszylinder mit jeweils einer kleinen Version eines „Beetle Sound Tubes“ mit zwei unterschiedlichen Durchmessern bestückt und der Bereich um die „Sound Tubes“ mit 16 bzw. 17,5 kg Getreide gefüllt. In das Getreide wurden je 100 Tiere von 6 häufigen Vorratsschädlichen Insekten gegeben und über einen Zeitraum von einem Monat die Anzahl der in die Fallen gegangenen Tiere ausgezählt.

### DIE ERGEBNISSE

Das JKI hat Laborversuche durchgeführt, die zeigen, dass verschiedene Vorratsschädlinge unterschiedlich häufig in die Fallen gehen. Von den Kornkäfern und Getreidekapuzinern, die sich innerhalb von Körnern entwickeln, wurden über einen Zeitraum von einem Monat nur etwa 5 % der vorhandenen Tiere in der Falle gefunden. Bei anderen Arten (Getreideplattkäfer, Leistenkopflattkäfer, Reismehlkäfer) waren es zwischen knapp 50 und mehr als 90 % der Tiere. Das Ergebnis zeigt, dass die Fallenfunde nicht direkt auf den Befall im Getreide schließen lassen und weniger mobile Arten in den Fallen unterrepräsentiert sein können.



*A) Röhrenfallen in den fast leeren und B) mit Weizen gefüllten Plexiglaszylindern. Jeweils im Vordergrund befindet sich der Versuchsaufbau mit der 80 mm Röhre B.*

## AKUSTIKVERSUCHE DES JULIUS KÜHN-INSTITUTS UND MÜLLER BBM

---

Zielstellung des Vorhabens war es, die Vorratsschädlinge/ Käfer durch akustische Aufnahmen zu erkennen und zu identifizieren. Im Praxiseinsatz zeigte sich, dass die leisen Insektengeräusche häufig durch eingestreute elektromagnetische Störungen überlagert werden (z. B. durch die einer Solaranlage) und im Praxisalltag viele Störgeräusche auftreten.

Während in einem Vorgängerprojekt der Kornkäfer akustisch gut erkannt werden konnte, machten in den Praxisversuchen kleinere Arten den wesentlichen Teil der gefangenen Käfer aus. Die häufigste Art war der Getreideplattkäfer, der sich durch kleinste Lücken zwischen den Getreidekörnern hin-

durchbewegen kann, ohne dabei hörbare Geräusche zu produzieren. Somit können diese Tiere im Getreide durch Fraß- oder Bewegungsgeräusche nicht gehört werden. Aus diesem Grund wurde ein spezieller akustischer Auffangbehälter mit eingebauten Mikrofon entwickelt, mit dem die Geräusche, die die Käfer im Auffangbehälter machen, aufgezeichnet werden.

Das JKI und Müller BBM haben zusätzlich Laborversuche durchgeführt, um die Schallpegelabnahme im Getreide zu untersuchen. Eine Abnahme kann z. B. durch Dämpfung im Getreide erfolgen.

Im Lauf des Projektes wurde die Erkennungssoftware weiterentwickelt. Sie erkennt akustische Ereignisse, die von Käfern verursacht werden und zählt diese. Auf diese Weise kann eine Aussage zum Befall getroffen werden.

Herausforderungen für die Software und die akustische Erkennung waren:

- Die Größe der Datenmengen, die erhoben und verarbeitet werden
- Die geringe Lautstärke der Käfergeräusche, die von Störungen (Handys, Solaranlagen, Wind, Mäuse) überdeckt werden .
- Eine Arterkennung durch Unterscheidung verschiedener Käfergeräusche scheint derzeit nicht realistisch, da die Erkennung in der Praxis hierfür nicht spezifisch genug ist.



*Versuchsaufbau für die  
Akustikversuche*

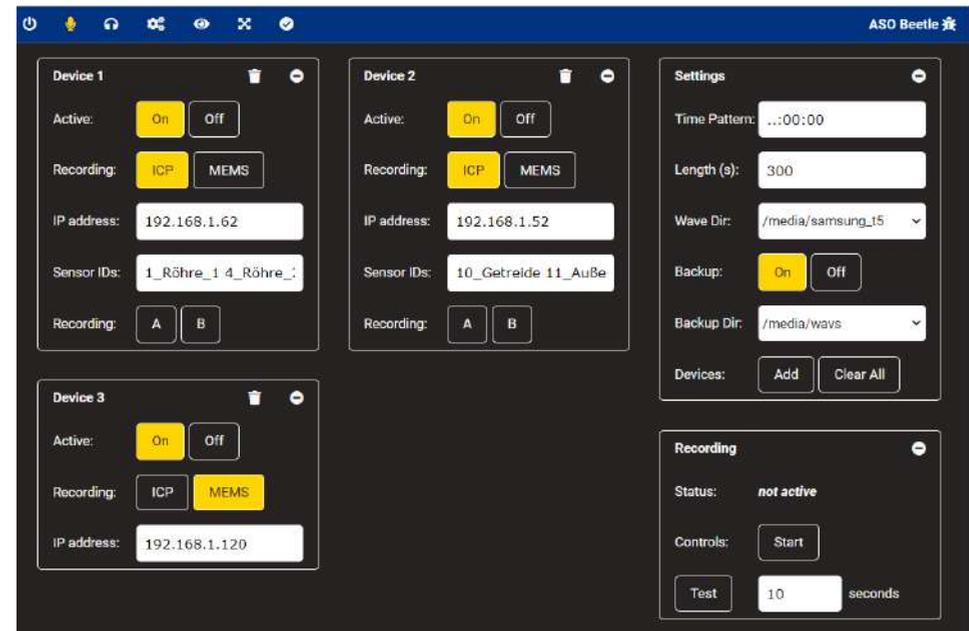


## DIE AKUSTIKSOFTWARE

### AUSSEHEN DER SOFTWARE

Die Software ermöglicht es dem Nutzer per Web-Server das System zu konfigurieren. Sie ist auf einer zentralen Computing-Einheit (Raspberry) implementiert. Neben der Systemkonfiguration können Mikrofon-Aufnahmen angehört und Klimadaten eingesehen werden.

Die Software wertet die Audio-Aufnahmen aus, indem Events erkannt werden. Eine Zusammenfassung dieser Audio-Aufnahmen wird via Mail an den Lagerhalter überstellt.



*Screenshot der Software. Auf dieser Seite können die Aufnahmeeinheiten verwaltet und die Aufnahmemodalitäten eingestellt werden.*

The screenshot shows the ASO Beetle software interface. On the left, there is a 'Select Day' panel with a calendar for November 2022, where the 11th is selected. The main area is titled 'Recording' and shows 'Metadata' for a recording on 22.11.2022 at 15:00:00. Below this is a table of 'Clima Sensors' with columns for 'Id', 'Temperature', and 'Humidity'. The 'Audio Files' section shows a file named '120'. At the bottom, there is an audio waveform and a progress bar.

Id	Temperature	Humidity
10_Getreide	3.51 °C	51.99 %
11_Außen	1.83 °C	86.20 %
1_Röhre_1	22.96 °C	22.05 %
4_Röhre_2	17.38 °C	30.17 %
7_Röhre_3	18.41 °C	30.84 %

Screenshot der Software. Datum (li) und aufgenommene Daten wie Akustik, Temperatur, Feuchte(re) werden angezeigt.

The screenshot shows the ASO Beetle software interface with various configuration panels. The 'Storage' panel shows a mounted disk 'edbl - Samsung\_T5' with 'exfat' filesystem and 347.1Gb free space. The 'Mount points' panel shows a 'New mount point' section with a path field and a 'Create mount point' button. The 'Tools' panel shows 'Wave dir.' and 'New file format' options, with a status message 'Found 4708 wave files and 3324 clima files.' and buttons for 'Create clima file' and 'Remove all files'. The 'Emails' panel shows an email address 'chef@betrieb.de;assis' and a period of '3' days. The 'Signal event thresholds' panel shows 'Low' set to 5 and 'High' set to 20.

Screenshot der Software. Die zu informierende E-Mailadresse, die Häufigkeit der Benachrichtigung und die Grenzen für die Eventerkennung ("Signal event thresholds") können eingestellt werden.

The screenshot shows an email interface for 'BST-04'. The email is from 'asobeetlejki@gmail.com' and is dated 'Mi 23.11.2022 15:49'. The subject is 'Zusammenfassung Ergebnisse Beetle Sound Tube System'. The email content includes a date 'Datum: 22.11.2022' and a table of sensor data. Below the table is a bar chart showing the 'Anzahl der Käfersignale pro 5 min' for each hour of the day on 22.11.2022. The chart shows a significant peak at 14:00.

Sensor	Temperatur [°C]		Feuchte [%]	
	min	max	min	max
10_Getreide	3.4	3.8	51.7	52.3
11_Außen	0.9	1.9	86.0	89.6
1_Röhre_1	23.0	23.0	21.9	22.1
4_Röhre_2	17.3	17.4	30.1	30.3
7_Röhre_3	18.4	18.4	30.8	30.9

Legend for the bar chart:

- unter 5 Signale (Green)
- unter 60 Signale (Yellow)
- 60 oder mehr Signale (Red)
- keine Messungen vorhanden (Purple)

Die ausgewerteten Daten werden via E-Mail an die Nutzer weitergeleitet. So sieht diese E-Mail dann aus.

## HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR INTEGRATION DES SYSTEMS IN DEN BETRIEB FÜR DIE PRAXIS

---

Die vorliegenden Handlungsempfehlungen sind allgemein an Lagerhalter und Landwirte gerichtet, als auch an jene, die ein „Beetle Sound Tube“-System in Ihrem Betrieb nutzen (möchten).

### NUTZUNG DES „BEETLE SOUND TUBE“-SYSTEMS

Der Einsatz des „Beetle Sound Tube“-Systems ermöglicht eine frühzeitige Erkennung von Befall, welches weitere Handlungsmöglichkeiten eröffnet. Hierbei kann die Projektgruppe nur Empfehlungen aussprechen – die tatsächliche Entscheidung ist eine Abwägung diverser Faktoren und durch den Lagerhalter zu treffen. Das System zeigt durch

die akustische Auswertung und via E-Mail Befallstendenzen auf. Die Röhren fangen Käfer und entnehmen sie so dem Getreide. Der Auffangbehälter gibt dem Lagerhalter die Möglichkeit, eine genauere Bestimmung der Schädlingsart vorzunehmen. Weitere Handlungsempfehlungen sind in dieser Praxisbroschüre genannt.

## ERKENNTNISSE AUS DEM PROJEKT

- Eine prophylaktische Behandlung des Lagers mit Nützlingen und ein reinliches, modernes Lager können vielen Problemen vorbeugen.
- Da die Mikrofone durch Staub beschädigt werden könnten, wird eine Entnahme des Akustikbeckers vor größeren Getreidebewegungen im entsprechenden Silo/ Lager empfohlen.
- Die Wärmeentwicklung in den Silos und damit die Bewegung der Käfer im Getreide sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Außensilos sind u. a. durch Sonnenbestrahlung und durch Tag-Nacht-Unterschiede größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt, die zu Kondenswasserbildung und damit Feuchte im Getreide führen können. Dafür wird das Getreide im Winter kälter als in Innensilos, was die Insektenvermehrung verhindert. Die Temperatur- und Feuchteunterschiede im Getreide haben Einfluss auf die Aktivität, Entwicklung und die Verteilung der Käfer, so dass keine allgemeingültigen Aussagen zur Verteilung/ Bewegung der Insekten im Getreide getroffen werden können.
- Bei Flachlagern sollten Spundwände gezogen werden, so dass das Getreide nicht an den Außenwänden liegt. Zwischen Spundwand und Außenwand sollte ausreichend Platz vorhanden sein, um den Zwischenraum gründlich reinigen zu können.





*Die Vermeidung eines Befalls durch Reinigung des Lagers und Getreides sind von besonderer Wichtigkeit!*

## WIE KANN ICH EINEN BEFALL VERMEIDEN?

Befall kann aus unterschiedlichen Gründen auch zu Beginn der Lagerperiode auftreten. Deshalb ist Vorbeugung wichtig.

- Vermeiden der Vermischung von Beständen (Alt – und Neugetreide) sollte vermieden werden.
- Gründliche Reinigung des Getreides vor der Einlagerung. Staub und Fehlbesatz durch z. B. Unkrautsamen können zu Feuchte-/ Wärmequellen im Getreide führen und eine Belüftung/ Kühlung des Getreides behindern.
- Gründliche Reinigung der Lagergebäude, der Erntemaschinen und Transportschnecken.
- Abdichten der Lagergebäude (gegen Insekten, Vögel, Nagetiere).
- Eine Leerraumbehandlung des gereinigten Lagers mit Nützlingen zwei Wochen vor der Einlagerung bekämpft die eventuell noch in Ritzen vorhandene Tiere.
- Eine kühle und trockene Lagerung.



## WAS TUE ICH BEI EINEM BEFALL?

Ein Befall kann auf diverse Arten festgestellt werden: Entnahme von Proben, Temperaturanstieg oder das „Beetle Sound Tube“-System.

Nach der Feststellung eines Befalls kann das Getreide gereinigt, genutzt oder behandelt werden. Je nach Anbauform (ökologisch/ konventionell) können diese Methoden variieren.

- Ein früh erkannter Befall kann mit Nützlingen bekämpft werden. Bei großem Befall können

die Nützlinge die große Zahl von Schädlingen nicht mehr eindämmen. Für den Nützlingseinsatz ist eine Artbestimmung vorteilhaft. Es kann über den Handel auch eine „universelle Bekämpfung“ bezogen werden (siehe S. 36). Nicht für alle Schädlingsarten sind Nützlinge kommerziell verfügbar.

- Insekten haben einen Temperaturbereich in dem sie sich entwickeln können. Bei Umgebungstemperaturen unterhalb von 10 °C ist eine Entwicklung nicht mehr möglich und unter 14 °C entwickeln sich nur sehr wenige Tiere.

*Allgemein gilt: je eher der Befall festgestellt wird, desto mehr Handlungsoptionen gibt es und so geringer ist die Gefahr auf einen schlimmen Befall.*



*Da es schwer ist, die tiefen Temperaturen  
im Lager zu halten, gilt:  
**Jedes Grad weniger hilft!***

Bei Befall ist es daher sinnvoll, das Getreide gründlich zu reinigen und danach so kühl wie möglich zu lagern, um eine weitere Insektenentwicklung zu verhindern.

- Bei Hitzeentwesung werden Insekten durch hohe Temperaturen abgetötet. Sie ist nur im Leerraum möglich, da das Getreide nicht auf hohe Temperaturen gebracht werden kann ohne es zu schädigen. Hitzeentwesung braucht viel Energie, bis ausreichend Hitze in alle Winkel vorgedrungen ist. Für außenliegende Silos und sehr undichte Gebäude ist sie nicht geeignet.
- In Prallmühlen wird das Getreide stark beschleunigt und an die Außenwand der Prallmühle geschlagen. Dabei werden Insekten und ihre Entwicklungsstadien abgetötet. Das gilt auch für Larven von z. B. Kornkäfer, die sich im Korn befinden. Nach der Prallung wird das Get-

reide gründlich gereinigt und danach kühl gelagert.

- Kieselgur ist ein Präparat aus gemahlene Kieselalgenschalen, was als Puder ins Getreide gegeben wird und Insekten, die sich frei im Getreide bewegen, abtötet. Somit können Larven, die sich im Getreidekorn befinden, erst nach dem Schlupf mit Kieselgur in Berührung kommen und absterben (z. B. Kornkäfer, Getreidekapuziner). Die Wirkung tritt also zeitlich verzögert auf. Kieselgur ist auch für Ökolandbaubetriebe geeignet. Allerdings verändert es die Fließeigenschaft des Getreides und behandeltes Getreide wird von einigen Mühlen nicht gerne angenommen.
- Für die konventionelle Landwirtschaft kommt auch eine chemische Bekämpfung des Befalls z. B. mit Phosphorwasserstoff in Frage. Die Behandlung muss durch einen Fachbetrieb durchgeführt werden.

## KOSTEN UND NUTZEN DES “BEETLE SOUND TUBE” SYSTEMS



Die Rentabilität des Systems kann nach aktuellem Stand nur geschätzt werden. Sie ist abhängig von dem installierten System, der Lagergröße und ob ökologischer/konventioneller Anbau.

### KOSTEN

Da der Prototyp zum Projektende zwar funktionsfähig, aber noch nicht marktfähig ist, kann nur eine Abschätzung der Kostenpositionen erfolgen.

### Aufbau

- *Fest installiertes System*, einmaliger Aufbau: Kosten für die Befestigung (standortabhängig), für die Röhren (empfohlen werden 3 Stück) und für die Technik (Akustikbecher, Software, PC-Einheit) belaufen sich auf ca. 6.600 €

- *Mobiles System*, jährlicher Aufbau notwendig: Kosten für den Aufbau, Röhre und Technik belaufen sich pro Röhre auf ca. 1.400 €. Wir empfehlen je Big Bag eine Röhre und für ein Flachlager abhängig zur Lagergröße eine Positionierung im Abstand von 1,5-2,5 m .

### Inbetriebnahme des Systems

- Laufende Kosten für die Technik, wie Internetprovider/ WLAN und Strom.
- Kontrolle des Systems durch den Betrieb: nach Bedarf.

### Wartung des Systems

- Konnte im Projektverlauf nicht beziffert werden. Schätzung: im Schnitt monatlich ca. 200 €.

### NUTZEN

Der Nutzen für den Betrieb ergibt sich aus der frühzeitigen Information über einen Befall und den damit erweiterten Handlungsoptionen. Im Vergleich zu bisherigen Standardmethoden (Siebmethode, Temperatur-/ Feuchtemessung, teilweise Probe Traps) zeigte das System einen Befall früher an, teilweise auch unter der Nachweisgrenze. So kann das Getreide gereinigt, mit Nützlingen behandelt oder bevorzugt verbraucht werden, um einen weiteren Schaden zu verhindern. Aufgrund dieser vielfältigen Faktoren (Getreidepreis, Zertifizierungsgrad, Lagergröße, Schädlingsart, Schädlingsintensität, Behandlungsmöglichkeit) ist eine Berechnung des finanziellen Nutzens erschwert.



## EINSATZUMGEBUNG

Welche Voraussetzungen müssen zum Einsatz des „Beetle Sound Tubes“ erfüllt sein?

Um den Beetle Sound Tube (ob mobil oder fest installiert) nutzen zu können, bedarf es folgender Voraussetzungen in der Lagerhalle:

- Die technische Kontrolleinheit des „Beetle Sound Tube“ Systems muss an einem trockenen, staubgeschützten Ort mit Stromanschluss stehen.
- Zur Kommunikation des Systems mit dem Nutzer ist eine Einbindung in ein LAN, WLAN oder Mobilfunknetz notwendig.

Falls das System in Gebäuden installiert ist, in

denen das Mobilfunknetz oder das WLAN abgeschirmt werden (z. B. wenn das Gebäude vorwiegend aus Metall oder Blech konstruiert ist), muss eine Antenne außerhalb des Gebäudes installiert werden. Über diese Fernabfrage kann das System einen Befehl melden und auch eine technische Wartung erfolgen.

Das System konnte in sehr unterschiedlichen Getreidelägern eingesetzt werden. Die fest installierten Systeme in Silos erfordern Anpassungen am Silo. Beim kleinen, oben offenen Innen-

silos ist dieser Aufwand überschaubar und das System ist stabil (siehe System „Schmerwitz“).

Die mobile Version für Big Bags und Flachlager hat sich bewährt. Die Eindrehvorrichtung erleichtert die Installation ins Getreide. Bei teilweiser Getreideentnahme müssen die Röhren nicht entfernt werden. Selbst wenn sie nur noch 75 cm im Getreide stecken, bleiben sie fest in Position. Sie können bei niedrigem Getreidestand ohne Hilfsmittel aus dem Getreide gekippt werden.



## GRENZEN DES SYSTEMEINSATZES

Vielfach wurde im Projekt die Frage nach der Kennzahl vom Befall '„Beetle Sound Tube“ zu Silo' geäußert. Wie viel Prozent des Befalls landen in den Sound Tubes? Lassen sich Befallsstufen definieren? Da der Befall im Lager nicht gleichmäßig verteilt ist, ist diese Frage nicht einfach zu beantworten. Die Verteilung ist u. a. abhängig von Temperatur und Feuchte. Ebenso ist es schwierig, ein allgemeingültiges Verhältnis zu ermitteln, da die Anzahl der Käfer in der Röhre stark davon abhängig ist, ob sich ein Käfernest in der Nähe oder weiter entfernt entwickelt. Je nach Fängigkeit fallen auch die Ergebnisse des „Beetle Sound Tube“-Systems aus.

Zu Projektbeginn gab es die Frage, ob der „Beetle Sound Tube“ durch seine Perforation den Nützlingen eine verbesserte Möglichkeit der Befallsbekämpfung gibt. Eine solche Verbesserung konnte im Projekt nicht belegt werden.

Nachträgliche Einbauten in bestehende größere Silos sind sehr aufwändig und können vom Getreide bei der Ein- und Auslagerung beschädigt werden (siehe S. 16).

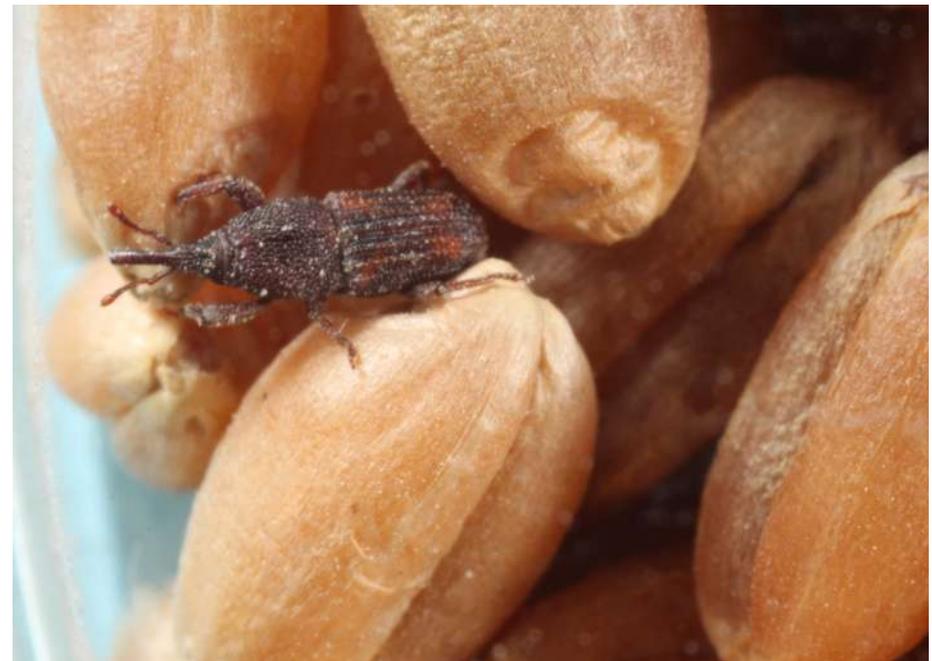




## KURZVORSTELLUNG DER HÄUFIGSTEN GETREIDESCHÄDLINGE

---

Es gibt eine Reihe von vorratsschädlichen Insekten und Spinnentieren, die im Getreidelager vorkommen können. Hier sollen nur wenige häufige Arten vorgestellt werden. Mehr Informationen bietet u. a. das Buch „Vorräte richtig schützen und lagern in Landwirtschaft, Verarbeitung und Handel“, von Adler, Kühne, Preißel, Prozell und Schöller, erschienen im Ulmer Verlag, aus dem die folgenden Informationen zusammengefasst sind. Drei der fünf Autoren des Buches waren Projektpartner bei „Beetle Sound Tube“.



### KORNKÄFER (*SITOPHILUS GRANARIUS*) / REISKÄFER (*SITOPHILUS ORYZAE*)

Die Käfer legen ihre Eier in Getreidekörner ab, in denen sich die Larven komplett entwickeln. Erst der fertige Käfer schlüpft aus dem Korn und ist bei der Kontrolle sichtbar.

- Der Kornkäfer (Bild unten) ist dunkelbraun, 3-5 mm lang, der Kopf hat einen langen Rüssel, die Fühler sind angewinkelt. Der Kornkäfer kann nicht fliegen.
- Kann sich bei mindestens 9 % Kornfeuchte zwischen 15 und 38 °C entwickeln.
- Der Reiskäfer (Bild links) ist mit 2,3 bis 3,5 cm etwas kleiner, hat vier braunrote undeutliche Flecken auf den Flügeldecken und kann fliegen. Er benötigt etwas höhere Temperaturen als der Kornkäfer.

Nützling: Die Lager-Erzwespe legt ihre Eier direkt ins befallene Korn an die Larven von Korn-/Reiskäfer.



### GETREIDEKAPUZINER (*RHYZOPERTHA DOMINICA*)

- Auch der Getreidekapuziner legt seine Eier innerhalb des Kornes ab und die Larven entwickeln sich versteckt im Inneren des Kornes bis der fertige Käfer schlüpft.
- Die Käfer sind 3-4 mm lang, dunkel rotbraun bis schwarzbraun gefärbt, das Halsschild ist wie eine Kapuze über den Kopf gezogen. Die Käfer sind flugfähig.
- Getreidekapuziner benötigen für die Entwicklung höhere Temperaturen über 18 °C und eine Kornfeuchte von mindestens 9 %.

Nützling: Lagerpirat oder Elegante Fühler-Erzwespe (*Theocolax elegans*)

### GETREIDEPLATTKÄFER (*ORYZAEPHILUS SURINAMENSIS*)

- Sehr schlanker Mahagonibraun bis schwarzer Käfer von 2,5 bis 3 mm Länge mit langen Fühlern. Auffällig sind die Zähne am Seitenrand des Halsschildes, die den Getreideplattkäfer von den ähnlichen Leistenkopflattkäfern unterscheiden. Die Käfer sind flugfähig und treten häufig in großer Zahl auf.
- Sie benötigen für die Entwicklung höhere Temperaturen zwischen 18 und 37 °C.

Nützling: Getreideplattkäfer-Wespchen und Lagerpirat.



### REISMEHLKÄFER (*TRIBOLIUM SPEC.*)

- Amerikanischer Reismehlkäfer (*Tribolium confusum*) und Rotbrauner Reismehlkäfer (*T. castaneum*) sind mit bloßem Auge nicht zu unterscheiden. Da sie in ihrer Lebensweise ähnlich sind, werden sie hier gemeinsam betrachtet.
- Die Käfer sind 3-4 mm lang und rotbraun mit verdickten Fühlerenden. Sie entwickeln sich sowohl in beschädigtem Getreide als auch in gemahlene Produkten. Die Larven können sich in beschädigte Körner einbohren oder sie bewegen sich frei durch das Mahlgut. Reismehlkäfer benötigen zur Entwicklung höhere Temperaturen zwischen 20 und 40 °C.

Nützlich: Lagerpirat



### LEISTENKOPFPLATTKÄFER (*CRYPTOLESTES SPEC.*)

Es gibt mehrere Arten von Leistenkopflattkäfern, die aber nur von Spezialisten unterschieden werden können. Die Käfer sind etwa 2 mm lang und rotbraun und haben mit ihrer verengten Taille Ähnlichkeit mit Ameisen. Sie können sich auch in niedrigen Temperaturen entwickeln, brauchen aber eine rel. Luftfeuchte von mehr als 50 %. Temperaturen unterhalb von 10° beugen einem Befall vor.

Nützlich: Leistenkopflattkäfer-Wespchen  
*Cephalonomia waterstoni*

### MILBEN

Milben gehören zu den Spinnentieren und sind mit einer Größe von 0,3 bis 0,7 mm mit bloßem Auge kaum sichtbar. Bei warmen Temperaturen kommt es leicht zu Massenbefall. Sie verunreinigen das Getreide durch Kot und Larvenhäute, können Gifte produzieren und Allergien auslösen.

Gute Trocknung und sehr kalte Temperaturen beugen einem Befall vor



## MOTTEN

Motten werden vom Geruch der Lagergüter angelockt und können von außen in Lager einfliegen. Die Weibchen legen ihre Eier auf die Oberfläche der Lagergüter, von wo aus sie in tiefere Schichten rieseln. Die Falter nehmen keine Nahrung auf. Die Larven ernähren sich vom Vorratsgut. Auffällig ist ein Befall durch große Mengen von Gespinnst an der Oberfläche und dadurch entstehende Verklumpungen des Getreides. Das letzte Mottenstadium wandert aus dem Substrat aus (Wanderlarve) und sucht sich einen geeigneten Ort für die Verpuppung.

### SPEICHERMOTTE (*EPHESTIA ELUTELLA*)

Die Speichermotte ist 8 bis 10 mm lang und hat braungraue bis blaugraue Flügel mit einem inneren hellen Flügelbereich. Am Flügelende sitzt in kurzer Fransensaum. Sie sind vorwiegend von Mai bis September Nachts und in der Dämmerung aktiv. Sie können sich bei Temperaturen zwischen 15 und 35 °C und 30 bis 70% relative Luftfeuchte entwickeln.

Nützlinge: Mehlmotten-Schlupfwespe und Mehlmotten-Ichmeumon als Larvenparasit, Zwergwespe als Eiparasit.



### DÖRROBSTMOTTE (*PLODIA INTERPUNCTELLA*)

Die 8-11 mm langen Dörrobstmotten sind aufgrund ihrer auffälligen Färbung in beige-kupferrot leicht zu erkennen. Die Larven entwickeln sich bei Temperaturen zwischen 18 und 33 °C und rel. Luftfeuchte zwischen 25 und 95 %, können bei geringeren Temperaturen in eine Diapause gehen, d. h. sie entwickeln sich erst weiter, wenn die Temperaturen wieder wärmer werden.

Nützlinge: Mehlmotten-Schlupfwespe und Mehlmotten-Ichmeumon als Larvenparasit, Zwergwespe als Eiparasit.



### STAUBLÄUSE PSOCOPTERA

Die sehr kleinen Insekten 0,8-1,4 mm entwickeln sich besonders in feuchtem Getreide und wenn Schimmel vorhanden ist. Sie verursachen am Getreide keinen nennenswerten Schaden, aber ihr Kot kann allergische Reaktionen auslösen. Es gibt mehrere Arten von Staubläusen mit und ohne Flügel. Die Geflügelten werden oft für kleine Fliegen gehalten.

Trocken gelagertes Getreide beugt einem Befall vor.

## NÜTZLINGSEINSATZ: TIPPS UND HINWEISE

---

### WAS SIND NÜTZLINGE UND WIE „FUNKTIONIEREN“ SIE?

Nützlinge sind lebende Organismen, die gegen Schädlinge eingesetzt werden. Im Vorratsschutz sind dies vor allem Insekten, und zwar verschiedene Schlupfwespen und Raubwanzen. Die Nützlinge sind gegen die Jugendstadien der Schädlinge wirksam, d. h. Eier, Larven und Puppen.

### WANN WERDEN NÜTZLINGE AUSGEBRACHT?

Der Einsatz von Schlupfwespen und Raubwanzen ist besonders in einem frühen Stadium des Schädlingsbefalls wirksam. Er wirkt dann vorbeugend dem Aufbau der Schädlingspopulationen entgegen.

Während vorratsschädliche Käfer mit dem Beetle Soundtube frühzeitig erkannt werden, geben Fänge mit Pheromon-Lockstofffallen das Startsignal für den Einsatz der Schlupfwespen gegen vorratsschädliche Motten.

Die richtige Temperatur im Lager ist die wichtigste Voraussetzung für den erfolgreichen Nützlichseinsatz: sie sollte im Bereich 18°C bis 30 °C liegen. Einzelne Nützlinge sind auch bei niedrigeren bzw. höheren Temperaturen wirksam. In warmen Lägern entwickeln sich die Schlupfwespen ganzjährig, in ungeheizten Lägern können sie als Puppen und ausgewachsene Wespen überwintern und sich so dauerhaft etablieren. Sicherer ist aber eine erneute Ausbringung im Frühjahr.





*Nützlinge können einen anfänglichen Befall reduzieren oder an der Ausbreitung hindern.*

#### WELCHE NÜTZLINGE SIND DIE RICHTIGEN?

Wenn die Schädlingsart unbekannt ist, bietet sich eine Kombination aus Lagererzwespen, Getreideplattkäferwespen und Lagerpiraten an. Damit werden zunächst alle wichtigen Getreideschädlinge abgedeckt. Wenn die Vorratschädlinge sicher bestimmt sind, können zielgerichtet Nützlinge eingesetzt bzw. integrierte Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden.

#### ANWENDUNG DER NÜTZLINGE

Die Nützlinge werden im Silo und im Flachlager direkt in das geschüttete Getreide gegeben. Nicht zu vergessen sind die Reinigung, Förder-technik oder andere technische Anlagen, wenn sie sich im Lagergebäude befinden.



#### WIE WERDEN DIE NÜTZLINGE FREIGELASSEN?

Lagererzwespen und Plattkäferwespen gegen Kornkäfer bzw. Getreideplattkäfer und Mehlmottenschlupfwespen gegen Speicher- und Dörrobstmotte: Die Kunststoffröhre wird über dem Getreide bzw. in dem betroffenen Lagerbereich geöffnet, durch vorsichtiges Schnippen gegen die Röhre werden die Schlupfwespen freigelassen.

Lagerpiraten gegen Reismehlkäfer und andere Käferarten: Die Kunststoffröhre wird über dem Getreide bzw. in dem betroffenen Lagerbereich geöffnet, die Nützlinge befinden sich auf Papierstreifen, mit deren Hilfe sie im Raum verteilt werden können.

Im Folgenden werden die vier wichtigsten Nützlinge und Ihre Einsatzmöglichkeiten vorgestellt.

## LAGERERZWESPE

*Lariophagus distinguendus*



Die Lagererzwespe.

Die flugfähige Lagererzwespe ist 1,5–3,3 mm lang und glänzend schwarz.

### BIOLOGIE

Das Weibchen parasitiert Larven und frühe Puppen verschiedener Käfer im Innern von Getreidekörnern oder Verpuppungs-Kokons. Die Käferlarven werden mit einem Stich des Legebohrers gelähmt. Anschließend legt das Wespenweibchen ihr eigenes Ei neben die Käferlarve ab. Die frisch geschlüpfte Jungwespe nagt ein Loch in das Getreidekorn bzw. den Wirtskokon und verlässt diesen. Im Fall von Getreide ist dieses Loch kleiner als

das, welches der Wirtskäfer beim Schlupf nagt.

Parasitiert werden: Rüsselkäfer (Kornkäfer, Reiskäfer, Maiskäfer), Nagekäfer (Brotkäfer, Tabakkäfer), Bohrkäfer (Getreidekapuziner), Diebkäfer (Kräuterdieb), Samenkäfer (Speisebohnenkäfer, tropische Bohnenkäfer).

### ANWENDUNG

- prophylaktischer Einsatz 4 Wochen nach Einlagerung des Getreides
- je nach Witterung: im Herbst im monatlichen Abstand weitere Freilassungen; im Frühjahr er-

neut wenn die Temperaturen wieder 15–18 °C betragen.

- Dringt in das geschüttete Getreide mind. 4 m tief ein, auch die horizontale Ausbreitung beträgt mindestens 4 m.

Weitere Einsatzbereiche:

- Leerraumbehandlung, bei verpackten Waren, an Reinigungsschwachpunkten. (Lagererzwespe kann in Verpackungen wie Jutesäcke und eventuell in Big-Bags eindringen, nicht aber in Papiersäcke).
- Temperaturansprüche: Parasitierung bei 12–35 °C,

Zur Vorbeugung im Ansiedlungsverfahren:

- 30 Wespen je 15 Tonnen Getreide bauen die Population im Lager langsam auf und die nachfolgenden Generationen kontrollieren langfristig die Schädlinge. Da sich die adulten Tiere außerhalb des Kornes aufhalten, werden sie mit normalen Reinigungsverfahren problemlos aus den Produkten entfernt.

Im Leerraum beträgt der Aktionsradius 10 Quadratmeter um den Freilassungspunkt, empfohlen werden 30 Wespen auf diese Fläche.



## GETREIDEPLATTKÄFERWESPCHEN

*Cephalonomia tarsalis*

*Cephalonomia beim Parasitieren einer Larve.*

Das flugfähige Getreideplattkäferwespenchen ist 2–3 mm lang und fällt durch die schlanke Gestalt, die transparenten Flügel ohne erkennbare Äderung und die glänzend schwarze Färbung auf.

### BIOLOGIE

Die Getreideplattkäferlarven werden anhand ihres Geruchs aufgespürt, überwältigt, angestochen und gelähmt. Dadurch werden Weiterentwicklung und Fraßaktivität sofort unterbrochen. Mehrere Eier werden außen an die Wirtslarven abgelegt.

Die höchste Vermehrungsrate wird

bei 27° C erreicht, der Lebenszyklus vom Ei zur ausgewachsenen Wespe dauert bei dieser Temperatur etwa 13 Tage, bei 21 °C 26 Tage. Insgesamt legt ein Weibchen 50–115 Eier. Bei 25–30 °C leben die Weibchen etwa 40 Tage.

### ANWENDUNG

- parasitieren Getreideplattkäferlarven
- empfohlener prophylaktischer Einsatz: 4 Wochen nach Einlagerung
- je nach Witterung: im Herbst im monatlichen Abstand weitere Freilassungen; im Frühjahr

erneut, wenn die Temperaturen wieder 18 °C betragen.

Weitere Einsatzbereiche:

- Leerraumbehandlung, bei verpackten Waren, an Reinigungsschwachpunkten außerhalb des Produkts wie z. B. Getreiderückstände.
- Das Getreideplattkäferwespenchen kann in Verpackungen wie Jutesäcke und eventuell in BigBags eindringen, nicht aber in Papiersäcke.

Parasitierung bei 18–35 °C.

Zur Vorbeugung im Ansiedlungsverfahren:

- 30 Wespen je 15 Tonnen Getreide bauen die Population im Lager langsam auf und die nachfolgenden Generationen kontrollieren langfristig die Schädlinge. Da sich alles Stadien außerhalb des Kornes aufhalten, werden sie mit normalen Reinigungsverfahren problemlos aus den Produkten entfernt.

Im Leerraum beträgt der Aktionsradius 10 Quadratmeter um den Freilassungspunkt, empfohlen werden 30 Wespen auf diese Fläche.

# LAGERPIRAT

*Xylocoris flavipes*

Die Larve der Lagererzwespe



Die 2–3 Millimeter langen Lagerpiraten sind als erwachsene Tiere dunkelbraun. Die Jugendstadien ähneln den ausgewachsenen Wanzen bis auf ihre gelbliche bis rote Färbung und das Fehlen der Flügel. Die Raubwanzen haben relativ lange Fühler und lange stechend-saugende Mundwerkzeuge.

## BIOLOGIE

Der Lagerpirat ist eine weit verbreitete räuberische Blumenwanze, die ein breites Spektrum an vorratschädlichen Käfern, Motten sowie Milben und Staubläusen angreift. Mit ihren Mundwerkzeugen injizie-

ren sie dann ein tödliches Gift und saugen die Beute aus. Durch diese Technik sind die kleinen Raubwanzen in der Lage, Insekten zu erbeuten, die deutlich größer sind als sie selbst. Sie bevorzugen junge Entwicklungsstadien als Beute und saugen auch Eier aus.

## ANWENDUNG

Als Beute des Lagerpiraten sind unter anderem folgende Arten bekannt:

- Reismehlkäfer (Rotbrauner, Amerikanischer), Getreide- und Erdnussplattkäfer, Speisebohnenkäfer, Getreidekapuziner,

Wollkrautblütenkäfer, Pelzkäfer (Schwarzer, Brauner), Dörrobstmotte.

- besonders wirkungsvoll in der Kontrolle von kleinen Schädlingen, die sich frei in Produktresten oder im Lagergut bewegen (also nicht im Korn). Ausgewachsene Käfer werden seltener angegriffen.

Einsatztemperatur: 18–38 °C

## AUSBRINGUNG

- Pro 10 Quadratmeter werden etwa 30 Lagerpiraten zur Prophylaxe bzw. zur Bekämpfung von Schädlingen an Reini-

gungsschwachpunkten eingesetzt. Es wird eine Mischung von Larven und erwachsenen Lagerpiraten ausgebracht. Da keine Vermehrung im Lager stattfindet, wird eine wiederholte Freilassung monatlich empfohlen.

- Kombination mit der Lagererzwespe möglich, wenn sowohl primäre als auch sekundäre Vorratsschädlinge bekämpft werden sollen, z. B. Kornkäfer und Reismehlkäfer.



Die Mehlmottenschlupfwespe

## MEHLMOTTENSCHLUPFWESPE

*Habrobracon hebetor*

Die flugfähige Mehlmottenschlupfwespe ist 3–4 mm lang und fällt durch ihre schwarz-gelbe Färbung, den breiten Kopf und die wenig ausgeprägte Wespentaille auf.

### BIOLOGIE

Die Wirtsraupen werden anhand des Geruchs ihrer Gespinste aufgespürt, angestochen und gelähmt. Mehrere Eier werden außen an die Wirtsraupen abgelegt. Die höchste Vermehrungsrate wird bei 30° C erreicht. An einer großen Züslerraupe entwickeln sich circa fünf Parasitoide. Insgesamt legt ein Weibchen in seinem circa dreiwöchigen Leben

60–80 Eier. Der Lebenszyklus vom Ei zur ausgewachsenen Wespe dauert bei 30° C etwa zehn Tage, bei gemäßigteren Temperaturen länger.

### ANWENDUNG

- parasitiert Mottenlarven, insbesondere von Züslern (Dörrobst-, Mehl-, Speicher-, Tropische Speichermotte), aber auch andere Mottenlarven, Wachsmotten.
- Einsatzbereiche: Leerraumbehandlung, bei verpackten Waren und im Schüttgut.
- Eindringtiefe in Getreideschüt-

tungen bei mind. 30 cm (Roggen) bzw. 14 cm (Reis), aber nur selten in Verpackungen wie Jutesäcke (im Gegensatz zu Erzwespen) und nicht in Papiersäcke.

### Kombination mit

- Kontaktinsektizide gegen Motenfalter (Vernebelung) wenn zeitlich versetzt, z. B. letzte Vernebelung im August und Einsatz der Mehlmottenschlupfwespe im Oktober.
- dem Eiparasitoid *Trichogramma evanescens* zur beschleunigten biologischen Bekämpfung.

Der maximale Aktionsradius beträgt 20 qm, empfohlen werden 30 Wespen pro Quadratmeter. Temperaturbereich 12–32 °C.

Zur Vorbeugung im Ansiedlungsverfahren:

1 Wespe je 4 Schädlinglarven, bauen Population im Lager langsam auf und die nachfolgenden Generationen kontrollieren langfristig die Schädlinge. Bei kühlen Temperaturen werden erwachsene Mehlmottenschlupfwespen ausgebracht, ab 20 °C können auch Puppen ausgebracht werden, so dass die Nützlinge erst vor Ort schlüpfen.





## VERTRIEB UND WEITERE INFORMATIONEN

---

Weitere Informationen zum System sind an folgenden Stellen zu finden:

- Projektwebseite des Projekts,
- bei den OG-Partnern (siehe S. 6-10), darunter:
  - Biologische Beratung GmbH für Nützlingle
  - Julius Kühn-Institut für Getreideschädlinge und Vorratsschutz allgemein
- im Abschlussbericht des Projekts.

Weitere Informationen zum Vorratsschutz allgemein können unter

[www.netzwerk-vorratsschutz.de](http://www.netzwerk-vorratsschutz.de)

eingesehen werden.

Veröffentlichungen zum System sind u. a. folgende:

MÜLLER-BLENKLE, CHRISTINA; SIMON, ULRICH; SZALLIES, ISABELL; PROZELL, SABINE; SCHÖLLER, MATTHIAS; ADLER, CORNEL (2022): Large-scale trapping and acoustic detection of beetles in grain storage using the “Beetle Sound Tube”-system. Working Group Integrated Protection of Stored Products : Preceedings of the 13th Meeting at Barcelona (Spain), 03-06 October, 2022. (IOBC WPRS bulletin = Bulletin OILB SROP 157). Darmstadt, Germany. 12-17.

MÜLLER-BLENKLE, CHRISTINA; FEUERBACH, NADINE; FÜRSTENAU, BENJAMIN; ADLER, CORNEL (2022): Integrierter Vorratsschutz. Mühle + Mischfutter. 159 (12), 16-17.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ist ein Vertrieb des Systems noch nicht gesichert. Dies wird durch den Lead-Partner agrathaer nach Projektende angestrebt. Falls Sie Fragen oder Interesse am System haben, melden Sie sich gerne unter:

[Isabell.szallies@agrathaer.de](mailto:Isabell.szallies@agrathaer.de)





# BEE TLE SOUND TUBE

AKUSTISCHE FRÜHERKENNUNG VON VORRATSSCHÄDLINGEN IN GETREIDESILO



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Landwirtschaftsfonds  
für die Entwicklung des  
ländlichen Raums

Gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)