



Schädlinge im Korn

Neue Methoden im Vorrats- und Nachernteschutz

Eine Studie der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) von 2011 schätzt die Nachernteverluste für Getreide in Mitteleuropa auf vier Prozent pro Jahr. Die Getreideernte in Deutschland einschließlich Mais lag 2012 laut Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bei ca. 45 Millionen Tonnen. Legt man nun vier Prozent Verlust und einen Getreidepreis von 250 Euro pro Tonne zugrunde, ergibt sich ein Masseverlust im Wert von 414 Millionen Euro. Hinzu kommen Verluste durch eine verminderte Qualität befallenen Getreides und damit geringere Verkaufserlöse sowie die Kosten für die Schädlingsbekämpfung. Ebenfalls nicht einbezogen sind Verluste in der getreideverarbeitenden Industrie, beim Transport, bei Im- und Export, Kosten für Rückrufaktionen und Versicherungen im Handel und Verluste bis hin zum Endverbrau-

cher. Insgesamt ist allein bei Getreide mit einem Milliardenverlust zu rechnen. Zusätzlich gibt es Nüsse und Kakao, Kräuter, Arzneipflanzen und Gewürze, Sämereien, Bohnen, Trockenobst, Tabak und die daraus erzeugten Lebens- und Genussmittel. Lohnt sich da nicht die Forschung für einen besseren Schutz gelagerter Pflanzenerzeugnisse? Eine Wissenschaftlerin und ein Wissenschaftler am Julius Kühn-Institut (JKI) erforschen Schädlinge und Strategien zu ihrer Bekämpfung.

Schaderreger pflanzlicher Vorräte

Je nach Wassergehalt unterscheiden wir verderbliche Produkte, wie Obst und Gemüse, von lagerfähigen Produkten mit niedrigem Wassergehalt, wie Getreide, Gewürze oder Bohnen (Abb. 1). Während erstgenannte eher von Mikroorganismen angegriffen werden, können lagerfähige Pflanzenerzeugnisse oft jahrelang aufbewahrt wer-

den. Schaderreger sind hier eher zweier-, vier-, sechs- und achtbeinige Tiere.

In lagerfähigen Vorräten sind an trockene Bedingungen angepasste Insekten die Hauptschädlinge. Dies sind etwa 60 Käferarten, 20 Mottenarten und gut 10 Staublausarten, die oft auf bestimmte Pflanzengruppen spezialisiert sind. Sie können geeignete Pflanzenprodukte u. a. nach dem Geruch aufspüren. Durch Atmung produzieren diese Insekten zusätzliche Feuchte, wobei mit Hilfe des Luftsauerstoffs Kohlenhydrate aufgespalten werden und Wasser, Kohlendioxid und Energie entstehen. Deshalb werden befallene Vorratsgüter feucht und warm.

In den letzten Jahren sind große Anstrengungen unternommen worden, neue Methoden für den integrierten Vorratsschutz zu entwickeln. Am Julius Kühn-Institut wird nach Methoden geforscht, die rückstandsfrei und möglichst risikoarm sind oder ganz ohne Pflanzenschutzmittel auskommen.

Insektendichtes Lagern und Verpacken

Eine Methode der Schädlingsvermeidung ist die Lagerung trockener Ernteprodukte in hermetisch abgeschlossenen Räumen oder Gebinden. Hierzu sind mehrlagige Säcke für afrikanische Kleinbauern Thema eines EU-Projektantrags. Seit Ende 2012 wird in einem deutschen Forschungsprojekt untersucht, zu welchen Kosten herkömmliche Langzeitlager für Getreide gasdicht abzudichten sind. Dies ist ein Paradigmenwechsel. Bisher wurde in Mitteleuropa Getreide immer so gelagert, dass der Wind



Abbildung 1: Bohnen und andere Körnerfrüchte sind Beispiele für lagerfähige Vorratsgüter, sobald ausreichend gute Lagerungsbedingungen sichergestellt sind.

das Lagergut durchlüften konnte. In Australien wurde bereits ein Standard entwickelt, nach dem landwirtschaftliche Getreidesilozellen gasdicht sein müssen. Wir versuchen herauszufinden, welchen Einfluss die gasdichte Lagerung auf die Getreidequalität bei unterschiedlichen Lagerzeiten hat. Zusätzlich wird das gasdichte Einpacken von Weizen unterschiedlicher Feuchte, die Lagerung unter Sauerstoffmangel und unter Vakuum untersucht.

Wärmebehandlung für leere Räume

Temperaturen von mehr als 50 Grad Celsius können genutzt werden, um Silozellen, Mühlen oder Bäckereien ungiftig gegen Schädlinge zu behandeln. Laborversuche zeigten, dass bei 55 Grad Celsius alle getesteten Arten in weniger als einer Stunde abgetötet wurden (Tab. 1). In Praxisver-

Tabelle 1: Einwirkzeiten in Minuten, die in Laborversuchen mit verschiedenen Temperaturen zur Abtötung aller Stadien einer Insektenart benötigt wurden.*

Temperatur	45 °C	50 °C	55 °C
Mehlmotte (<i>Ephesia kuehniella</i>)	660	27	7
Kornkäfer (<i>Sitophilus granarius</i>)	540	40	30
Maiskäfer (<i>Sitophilus zeamais</i>)	660	45	30
Kleiner Leistenkopflattkäfer (<i>Cryptolestes pusillus</i>)	1200	65	20
Rotbrauner Reismehlkäfer (<i>Tribolium castaneum</i>)	1800	35	20
Tabakkäfer (<i>Lasioderma serricorne</i>)	2400	370	45
Getreidekapuziner (<i>Rhizopertha dominica</i>)	6000	370	45

*Tests wurden in 10 Milliliter Substrat in vorgewärmten (in ein Wasserbad eingetauchten) Reagenzgläsern durchgeführt, 100 % Mortalität wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm grafisch durch eine extrapolierte Log Trend-Kurve ermittelt.

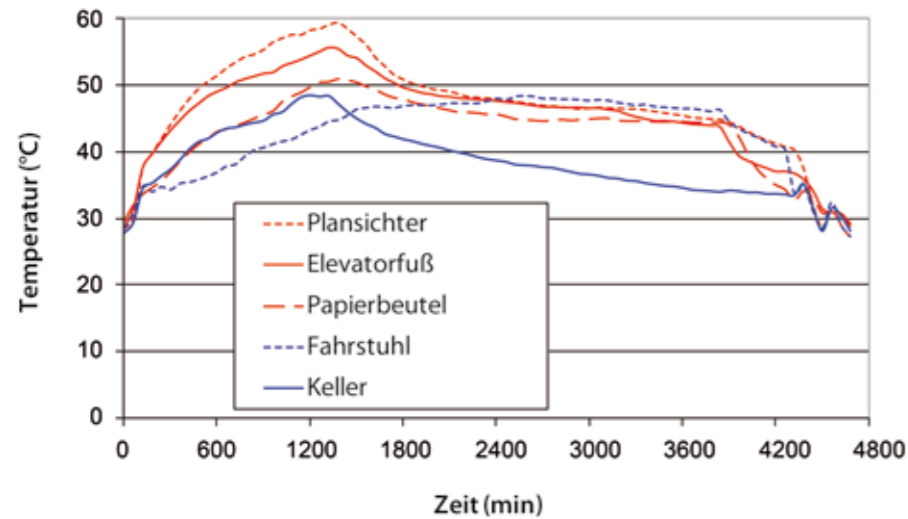


Abbildung 2: Temperaturen in Probebeuteln mit allen Stadien des wärmetoleranten Getreidekapuziners (*Rhyzopertha dominica*) während einer kommerziellen Heißluftentwesung; rote Linien: vollständige Abtötung, blaue Linien: Überlebende in Probebeuteln

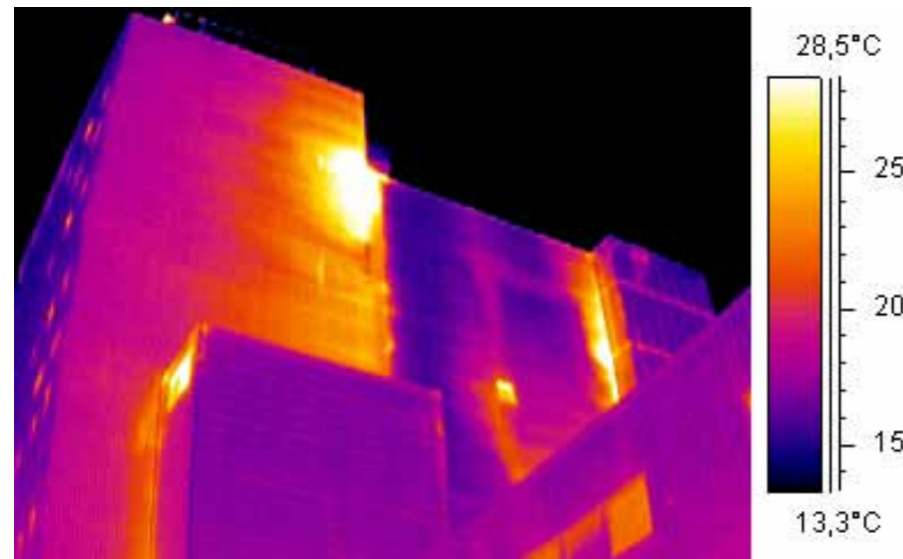


Abbildung 3: Infrarot-Aufnahme einer Mühle macht fehlende Isolierungen und Fenster als Kältebrücken sichtbar. Sind diese Stellen bekannt, können die Insekten in andere Regionen getrieben werden, wo sie sicher abzutöten sind.

suchen in Mühlen wurden diese Ergebnisse mit Tierproben bestätigt (Abb. 2). Dabei lohnt es sich auch, während der Wärmebehandlung den Betrieb zu begehen. So sieht man, wo Insekten auswandern und in Zukunft intensivere Hygiene erforderlich ist, um Vorratsschädlinge in Schach zu halten. Damit die Wärmebehandlung funktioniert, müssen die Insekten den Temperaturen ausgesetzt sein. Größere Mengen Getreide, Staub oder Packungsmaterial wirken isolierend. Daher müssen Räume leer und besenrein sein (Abb. 3). In warmen Regionen könnten schwarze Bleche in der Sonne die Luft so weit aufheizen, dass sich mit ihr Lagerhallen und Gebäude entwesen lassen.

menten sein. Deshalb werden Aspekte der Lebensmittelqualität und Anwendersicherheit mit untersucht.

Pflanzenextrakte für den Massenfang

Eine der erstaunlichen Fähigkeiten vorratsschädlicher Insekten ist ihr Orientierungsvermögen nach Geruch. Die Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella*) wurde beispielsweise dabei beobachtet, wie sie ihre Eier genau auf die Perforationsnaht einer Futtermittelpackung ablegt.

Pflanzenextrakte zur Abwehr von Vorratsschädlingen

In vielen Teilen der Welt schützen sich Kleinbauern gegen Vorratsschädlinge, indem sie Gewürzpflanzenteile zwischen ihre Ernte legen. Eine Weiterentwicklung dieser traditionellen Methoden kann eine kostengünstige und nachhaltige Alternative sein. Untersuchungen haben gezeigt, dass viele etherische Öle in den Gewürzpflanzen auch eine insektizide Wirkung haben.

Das Öl des Niembaums enthält den nicht flüchtigen Hauptwirkstoff Azadirachtin und ist in vielen tropischen Ländern verfügbar. Wir untersuchen derzeit den Einfluss verschiedener Zubereitungsverfahren auf den Gehalt an Azadirachtin und die Wirksamkeit der Erzeugnisse zum Schutz gelagerter Mais- und Bohnenvorräte (Abb. 4).

Reinsubstanzen mit besonders hoher Wirksamkeit sind z. B. Anethol, 4-Allyl-Anisol, Kampfer, 1,8-Cineol und Eugenol, Zimtaldehyd und das Fraßgift Azadirachtin.

Repellierende oder insektizide Pflanzeninhaltsstoffe können auch den Geschmack oder Geruch gelagerter Vorräte verändern und sogar gefährlich für die Gesundheit der Konsumenten sein.



Abbildung 4: Gewinnung von Öl aus unterschiedlich getrockneten Niemsamen. Der ausgepresste Rückstand der Samen (Expeller) enthält noch insektizide Eigenschaften und wurde erfolgreich gegen den Befall von Kartoffelpflanzen mit dem Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) eingesetzt. Ein Azadirachtin-Produkt ist unter dem Namen Neem-Azal auch zur Bekämpfung dieses Schädlings in Deutschland zugelassen.

Welche Duftstoffe aus Trockenfrüchten und Nüssen können durch *P. interpunctella* wahrgenommen werden? Hoch attraktive Futterlockstoffe könnten in Zukunft die für die Vermehrung im Vorratslager wichtigen Weibchen anlocken und so zur Schädlingsbekämpfung genutzt werden. Zur Identifizierung werden die flüchtigen Pflanzeninhaltsstoffe gaschromatografisch getrennt und die Reinkomponenten anhand ihres Massenspektrums bestimmt. Kombiniert man die Gaschromatografie mit einem Elektroantennografen, kann man mit etwas Glück erkennen, welche Duftstoffe von der Insektenantenne (dem Fühler) wahrgenommen werden (Abb. 5). Dies kann übrigens je nach Geschlecht und Alter des Testinsekts schwanken. Außerdem unterscheiden sich jungfräuliche von verpaarten Individuen. Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, dass eine Vielzahl von Substanzen aus getrocknetem Apfel auf der Antenne der Dörrobstmotte physiologisch aktiv ist. Außerdem

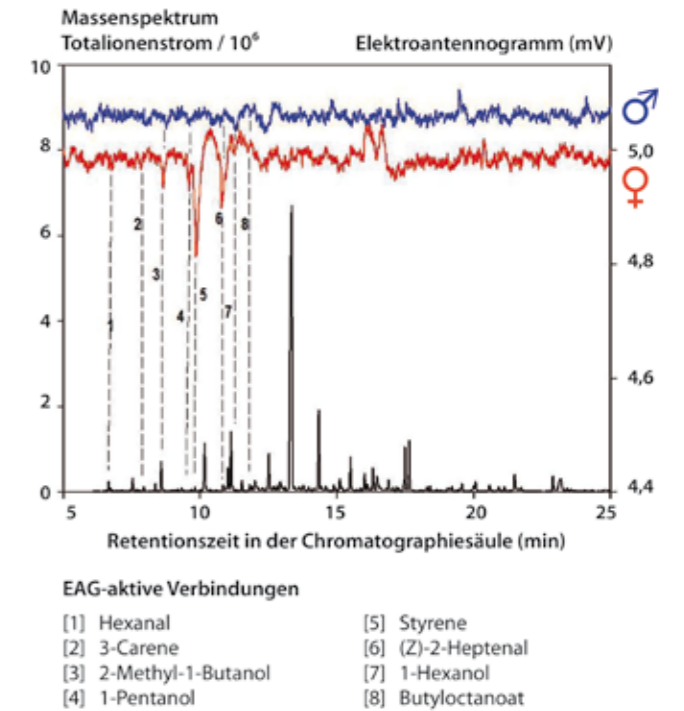


Abbildung 5: Flüchtige Inhaltsstoffe aus getrocknetem Apfel, die physiologisch aktiv auf der Antenne der weiblichen (rot) bzw. männlichen Dörrobstmotte *Plodia interpunctella* (blau) sind.

wurde eine Abhängigkeit der Reaktion je nach Dosierungen der Reinsubstanz festgestellt. Nun sollen Verhaltensversuche klären, ob eine Reinsubstanz eher attraktiv oder abstoßend (repellierend) wirkt.

Die hier genannten Methoden sollen zeigen, dass der Vorratsschutz auch nach vielen tausend Jahren Lagerhaltung noch eine Herausforderung ist, wenn der Mensch den Großteil seiner Ernte selbst nutzen möchte. Neue Techniken und Anforderungen des Marktes, globale Handelswege, veränderte Gebindetypen und Lagerstrukturen, aber auch neue Erkenntnisse über unsere Nahrungskonkurrenten machen dieses Gebiet der angewandten Zoologie zu einem interessanten und lohnenden Arbeitsfeld.



Dr. Cornel Adler

Julius Kühn-Institut,
Institut für Ökologische Chemie,
Pflanzenanalytik und Vorratsschutz, Berlin

E-Mail: cornel.adler@jki.bund.de