

Verfahren zur akustischen Detektion von Schadinsekten bei der Getreide- und Saatgutlagerung

Uwe LIESKE¹, Frank DUCKHORN¹, Constanze TSCHÖPE¹, Paul HARIG²,
Matthias PALLMER², Olaf RÖDER³, Elisabeth RÖDER³

¹ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden

² WTK-Elektronik GmbH, Neustadt

³ EVONTA-Service GmbH, Radeberg

Kontakt E-Mail: uwe.lieske@ikts.fraunhofer.de

Kurzfassung

Getreide bildet eine der wichtigsten Grundlagen für die menschliche und tierische Ernährung. Wie jedes andere pflanzliche Produkt, so ist jedoch Getreide auch Nahrungsquelle für zahlreiche Insekten, die während des Pflanzenwachstums und der Lagerung das Korn befallen können. Jährlich werden etwa 10 % der weltweiten Getreideernte durch Schadinsekten vernichtet.

In der Praxis wird der Befall mit Schadinsekten im Rahmen von Stichproben durch visuelle Inspektion, Sieben oder Aufschwemmen der Getreidekörner dokumentiert. Es werden auch einfache Handgeräte mit Mikrophon und Verstärker eingesetzt, um Schädlingsbefall durch Fressgeräusche manuell zu erkennen.

Eine frühzeitige Diagnose des Auftretens von Vorratsschädlingen ist für die Einleitung von Gegenmaßnahmen und die Begrenzung des Schadens von großer Bedeutung.

Das hier vorgestellte Verfahren bietet die Möglichkeit, die auftretenden Geräusche automatisiert zu analysieren, und ermöglicht so eine schnelle und zuverlässige Erkennung von Schadinsekten.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden die auftretenden Geräusche von Schadinsekten in den verschiedenen Entwicklungsstadien analysiert und eine geeignete Signalerfassungshardware für den Feldeinsatz entwickelt. Mit den implementierten Signalverarbeitungsalgorithmen der akustischen Mustererkennung erfolgt die automatisierte Auswertung und Klassifizierung der Schädlingsgeräusche.

Das Verfahren, die Hardware und die Messergebnisse werden vorgestellt.



VERFAHREN ZUR AKUSTISCHEN DETEKTION VON SCHADINSEKTEN BEI DER GETREIDE- UND SAATGUTLAGERUNG

Uwe Lieske¹, Frank Duckhorn¹, Constanze Tschöpe¹, Paul Harig², Matthias Pallmer², Olaf Röder³, Elisabeth Röder³

¹ Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS; ² WTK Elektronik GmbH; ³ EVONTA-Service GmbH

PROJEKTIHALT

Getreide bildet eine der wichtigsten Grundlagen für die menschliche und tierische Ernährung. Wie jedes andere pflanzliche Produkt, so ist jedoch Getreide auch Nahrungsquelle für zahlreiche Insekten, die während des Pflanzenwachstums und der Lagerung das Korn befallen können. Jährlich werden etwa 10 % der weltweiten Getreideernte durch Schadinsekten vernichtet. In der Praxis wird der Befall mit Schadinsekten im Rahmen von Stichproben durch visuelle Prüfung, Sieben oder Aufschwimmen der Getreidekörner dokumentiert. Es werden auch einfache Handgeräte mit Mikrofon und Verstärker eingesetzt, um Schädlingsbefall durch Fressgeräusche manuell zu erkennen. Eine frühzeitige Diagnose des Auftretens von Vorratsschädlingen ist für die Einleitung von Gegenmaßnahmen und die Begrenzung des Schadens von großer Bedeutung.

Das hier vorgestellte Verfahren bietet die Möglichkeit, die auftretenden Geräusche automatisiert zu analysieren, und ermöglicht so eine schnelle und zuverlässige Erkennung von Schadinsekten. Im Rahmen der Untersuchungen werden die auftretenden Geräusche von Schadinsekten in den verschiedenen Entwicklungsstadien analysiert und eine geeignete Signalerfassungshardware für den Feldeinsatz entwickelt. Mit den implementierten Signalverarbeitungsalgorithmen der akustischen Musterkennung erfolgt die automatisierte Auswertung und Klassifizierung der Schädlingsgeräusche.

SYSTEMKONZEPT

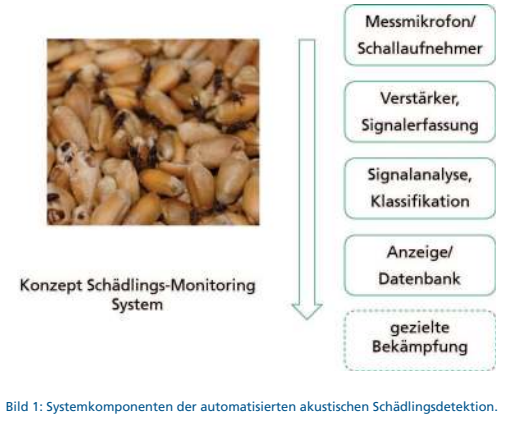


Bild 1: Systemkomponenten der automatisierten akustischen Schädlingsdetektion.

SENSOREINHEIT

An einem Labormessplatz wurden Untersuchungen zu Schallausbreitung in Kornschüttungen durchgeführt und verschiedene Sensortypen für die Erfassung der Fressgeräusche untersucht. Verglichen wurden die Eignung und Empfindlichkeit von Messmikrofonen, Beschleunigungsaufnehmern und piezoelektrischen Wandler-elementen bei einer breitbandigen Schall- bzw. Körperschallanregung von 100 Hz - 30 kHz. Ausgehend von den Ergebnissen wurden geeignete Sensorgehäuse realisiert. Bei den Messungen mit Mikrofon zeigte sich eine deutlich Dämpfung höherer Frequenzen mit zunehmendem Abstand zwischen Sender und Empfänger. Die Übertragung von Körperschall (Sensoren 1 & 2) zeigt dagegen eine geringere frequenzabhängige Dämpfung.

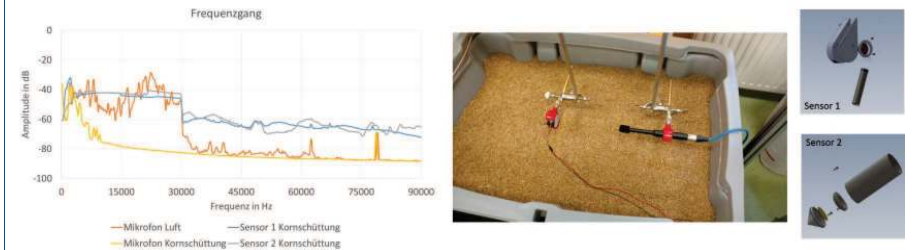


Bild 2: Frequenzspektrum verschiedener Sensoren; Laboranordnung für Sensorentwicklung; Explosionsansicht verschiedener Sensorbaugruppen.

IMPLEMENTIERUNG

Für die Signalanalyse wurde eine Softwarebibliothek für die automatische Extraktion von Signalparametern und zur Datenreduktion auf einem Mikrocontroller implementiert. Als Plattform kommt ein Cortex M4 Prozessor von STMicroelectronics zum Einsatz. Die Datenerfassung erfolgt mit einem 2 Kanal 24bit ADC (PCM3052A, Texas Instruments). Die erfassten Daten werden im Anschluss der Signalanalyse unterzogen und ein reduzierter Datensatz für die Klassifikation des Messsignals bereitgestellt.

Die Signalanalyse erfolgt durch die Segmentierung der erfassten Messsignale in kurze überlappende Signalabschnitte. In den Signalabschnitten wird der Betrag der diskreten Fourier-Transformation berechnet. Im Anschluss erfolgt die Bestimmung der Signallänge, in welcher die absolute Amplitude deren Mittelwert um einen Kalibrierungsfaktor überschreitet. Aus den reduzierten Datensätzen werden dynamische Merkmale für die Klassifizierung abgeleitet, beispielsweise die Häufigkeit der Ereignisse bei einer bestimmten Frequenz des erfassten Messsignals.

Die Klassifikation erfolgt derzeit an einem Host PC der eine Datenbank mit Trainingsdaten für verschiedene Schädlingspopulationen und Entwicklungsstadien bereithält. Die Trainingsdaten werden projektbegleitend durch periodische Referenzmessungen an Schädlingspopulationen während des gesamten Entwicklungsprozess von der Eiablage, Larvenstadium bis zum Käferstadium erfasst. Im Rahmen des Projekts werden Messungen an Kornkäfer (*Sitophilus granarius*), Getreidekapuziner (*Rhizopertha dominica*) und Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella*) durchgeführt. Parallel dazu erfolgen durch den Projektpartner EVONTA-Service GmbH Untersuchungen zur Bekämpfung der Schädlinge durch Beschuss mit niederenergetisch beschleunigten Elektronen. Die Technologie wird derzeit zur Saatgutbeizung eingesetzt. Spezielle Prozessbedingungen ermöglichen nun auch die Bekämpfung von Vorratsschädlingen sowie deren Larven und Eier am und im Korn.

Die entwickelte Systemplattform soll nach Durchführung verschiedener Feldversuche für permanente Monitoringaufgaben im Getreidelager weiterentwickelt werden. Die Klassifikation der Signale soll durch geeignete Implementierung direkt auf dem Messgerät erfolgen.

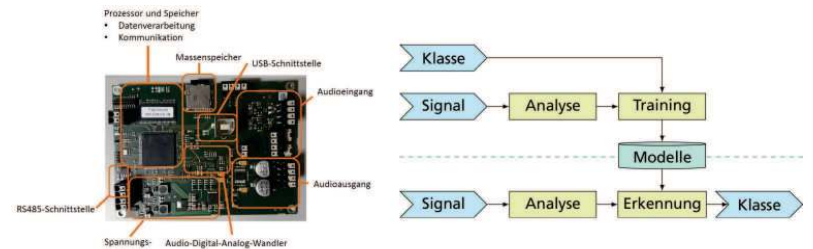


Bild 3: Funktionsmuster der realisierten Datenerfassungs- und -verarbeitungsplattform (links), Prinzip der Modellbildung und Klassifikation (rechts)

ERGEBNISSE

Mit den musterbaulich realisierten Funktionskomponenten wurden erste Versuche zur Signalerfassung und Parameterextraktion durchgeführt. Dabei wurden die Ergebnisse der Signalverarbeitung und Datenreduktion zwischen PC-Software und der Softwarebibliothek auf der Mikrocontroller Plattform verglichen. Im Rahmen der Berechnungsgenauigkeit ergibt sich ein vergleichbares Ergebnis des reduzierten Datensatzes.

Ausgehend von der realisierten Systemplattform werden im weiteren Projektverlauf musterbauliche Demonstratoren für verschiedene Anwendungsszenarien bereitgestellt. Der Fokus liegt dabei auf Laboranalysegeräten und Messlanzen für den mobilen Einsatz im Getreide- und Saatgutlager. Weitere Verwertungsperspektiven ergeben sich durch stationäre Lösungen für die permanente Siloüberwachung.

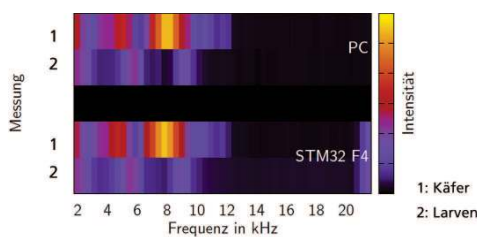


Bild 4: Vergleich der Berechnung des reduzierten Datensatzes der PC-Lösung und dem Mikrocontroller basierten Funktionsmuster.

DANKSAGUNG

Die Arbeiten wurden mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Verbundprojekt "SafeGrain" zusammen mit den Verbundpartnern WTK Elektronik GmbH und EVONTA-Service GmbH durchgeführt.

Förderkennzeichen: 100218316, SAB Sächsische AufbauBank

