

Schädlingsmonitoring des Traubenwicklers durch Auswertung einer Motten-Eiablage-Karte mittels Smartphone-Anwendung

Dennis Sprute¹, Anna Greif², Jürgen Gross³, Christoph Hoffmann², Margit Rid³,
Matthias König¹

Abstract: Zum Schädlingsmonitoring des Traubenwicklers dienen Motten-Eiablage-Karten, auf denen die Weibchen ihre Eier ablegen. Diese Karten wurden bisher manuell durch Begutachtung ausgewertet. Dieser Beitrag beschreibt ein neues automatisiertes Auswertungsverfahren der Karten mit Hilfe einer Smartphone-App. Sie benutzt die integrierte Kamera zur bildbasierten Zählung der Eier und den GPS-Empfänger zur Bestimmung des aktuellen Aufnahmeortes. Die gewonnenen Daten (Zeit, Standort und Eieranzahl) können dazu genutzt werden, den Schädling effektiv zu überwachen, und sie bieten Entscheidungshilfen für den gezielten Einsatz von Insektiziden.

Keywords: Schädlingsmonitoring, Traubenwickler, Bildverarbeitung, Smartphone-Anwendung

1 Einleitung und Stand der Technik

Der Einbindige Traubenwickler (*Eupoecilia ambiguella*) und der Bekreuzte Traubenwickler (*Lobesia botrana*) sind ernstzunehmende Schädlinge in europäischen Weingütern. Insbesondere deren Larven der zweiten Generation können die Trauben schädigen und Bakterien und Pilze übertragen, wie Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*), und somit zu massiven ökonomischen Schäden führen.

Zum effektiven Schädlingsmonitoring der Traubenwickler dient daher eine Motten-Eiablage-Karte (M-OVICARD) [Ri15], welche die Weibchen des Traubenwicklers für die Eiablage anlockt. Die Überwachung des zeitlichen Verlaufs und der Anzahl abgelegter Eier auf der Karte erlaubt eine optimale Schädlingsbekämpfung und eine Verringerung des Insektizideinsatzes in Weingütern.

Um die manuelle Inspektion der Karten zu vereinfachen, wird eine Smartphone-Anwendung zur bildbasierten Auswertung der Tafeln entwickelt. Mit der Smartphone-Anwendung kann ein Bild einer Karte mit entsprechenden Standortdaten aufgenommen werden. Ein aufgenommenes Bild wird automatisch mittels Bildverarbeitungsverfahren ausgewertet, um die Anzahl der auf der Karte abgelegten Eier zu bestimmen. Die erhobenen Daten (Zeit, Standort, Eieranzahl) werden in einer Datenbank abgelegt und dienen der weiteren Analyse zur Schädlingsüberwachung.

¹ FH Bielefeld, Campus Minden, Artilleriestr. 9, 32427 Minden, vorname.nachname@fh-bielefeld.de

² Julius Kühn-Institut, Geilweiler Hof, 76833 Siebeldingen, vorname.nachname@jki.bund.de

³ Julius Kühn-Institut, Schwabenheimer Str. 101, 69221 Dossenheim, vorname.nachname@jki.bund.de

2 Monitoringsystem

Die Abbildung 1 zeigt den generellen Aufbau des Bildverarbeitungsverfahrens, das aus einem Eingabebild mit einer Karte die Anzahl der Traubenwicklereier auf der Karte bestimmt. Die Karte hat eine Größe von 9.9 cm x 5.5 cm und ist grün (s. Abb. 2). Ein Traubenwicklerei hat eine Größe von max. 1 mm², ist kreisförmig und besitzt eine helle Farbe. Neben den Eiern kann sich auf den Karten auch Schmutz befinden, der vom Algorithmus als dieser erkannt und beim Zählen ignoriert wird.

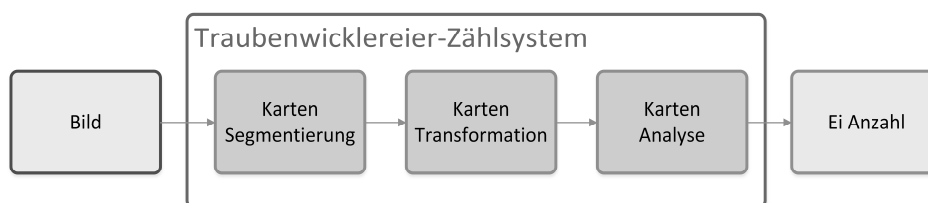


Abb. 1: Aufbau des Bildverarbeitungsverfahrens

Im ersten Schritt des Verfahrens wird die Karte vom Hintergrund des Bildes getrennt, um nur Objekte auf der Karte zu betrachten. Dies geschieht durch die Segmentierung der Farbe *Grün* im HSV-Farbraum und die Bestimmung des Seitenverhältnisses des größten auftretenden Objekts. Dieses muss mit dem Seitenverhältnis einer Motten-Eiablage-Karte übereinstimmen. Die Karte wird daraufhin mittels einer affinen Transformation aus dem aktuellen Bild „herausgeschnitten“ und entsprechend rotiert.

Um die Anzahl der Eier auf der Karte zu bestimmen, werden im nächsten Schritt die Eier von der Karte mittels eines adaptiven Schwellwertes auf dem *Rot*-Kanal des RGB-Bildes getrennt. Hierbei wird der Schwellwert $T(x, y)$ für jeden Pixel individuell anhand seiner N Nachbarn berechnet, um robust gegenüber unterschiedlichen Lichtverhältnissen auf der Karte zu sein:

$$T(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{u, v \in N} image(x+u, y+v) - C \quad (1)$$

Die Konstante C ist so gewählt, dass nur Pixel mit einem signifikant höheren Wert als der Mittelwert in der Nachbarschaft segmentiert werden. Dadurch werden u.a. die hellen Eier segmentiert. Zur Verbesserung des Segmentierungsergebnisses wird im Anschluss ein morphologisches Opening mit einem kreisförmigen Strukturelement durchgeführt, um Rauschen zu entfernen. Die Objekte werden anschließend durch Merkmale beschrieben, damit Eier von anderen Objekten, wie beispielsweise Schmutz, unterschieden werden können. Als Merkmale werden die Größe, die Kreisähnlichkeit sowie indirekt die Farbe der Objekte herangezogen. Objekte, die Eigenschaften von Eiern besitzen, werden als diese klassifiziert und entsprechend gezählt.

Dieses Bildverarbeitungsverfahren ist als Android-App implementiert und bestimmt automatisch die Anzahl der Traubenwicklereier auf einer Karte. Zusätzlich hat der Benutzer die Möglichkeit, die Anzahl der Eier im Falle von Ungenauigkeiten zu korrigieren. Der Aufnahmezeitpunkt, der Aufnahmeort sowie die Anzahl der Eier werden zu Monitoringzwecken persistent gespeichert.

3 Evaluierung

Zur Evaluierung des Bildverarbeitungsverfahrens wurde der Algorithmus auf einem LG Nexus 4 mit einer maximalen Bildauflösung von 8 MP implementiert. 12 Karten mit durchschnittlich 30 Eiern dienten als Ausgangsbilder für die Evaluierung. Die Bilder entstanden im Büro bei konstanter Beleuchtung, nachdem die Karten eine Woche in einem Käfig mit Traubenwicklern auslagen.

Zur Bewertung der Ergebnisse des Verfahrens werden zwei Maße verwendet. Der *Recall* gibt an, wie hoch der Anteil der richtigen Positiv-Klassifikationen (*TP*) an der Anzahl der tatsächlichen positiven Beobachtungen ($TP + FN$) ist, wobei *FN* für die Anzahl der fälschlicherweise Negativ-Klassifikationen steht. Formel 2 definiert den Recall:

$$\text{Recall} = TP / (TP + FN) \quad (2)$$

Die *Precision* ist ein Maß für die Genauigkeit des Verfahrens und ist als der Quotient aus der Anzahl der richtigen Positiv-Klassifikationen (*TP*) und der Anzahl positiven Klassifikationen ($TP + FP$) definiert. *FP* steht für die Anzahl falscher Positiv-Klassifikationen. Formel 3 definiert die Precision:

$$\text{Precision} = TP / (TP + FP) \quad (3)$$

Von insgesamt 360 Eiern wurden während der Auswertung 293 Eier richtig erkannt, was einem Recall von 81,4% entspricht. 44 Objekte wurden zusätzlich fälschlicherweise positiv klassifiziert, was zu einer Precision von 86,9% führt.

Die Abbildung 2 zeigt ein exemplarisches Ergebnis einer Karte. Runde Formen um Objekte bedeuten, dass der Algorithmus das Objekt richtig als Ei klassifiziert hat. Diese werden dem Anwender zusätzlich zur Anzahl der Eier angezeigt. Die Dreiecke sind Fehlklassifikationen, wobei gleichseitige Dreiecke für falsche Positiv-Klassifikationen und rechtwinklige Dreiecke für falsche Negativ-Klassifikationen stehen. Im konkreten Fall werden von den 36 Eiern auf der Karte 3 nicht erkannt. Des Weiteren wird ein Objekt fälschlicherweise positiv klassifiziert (rechtwinkliges Dreieck).

Fehlklassifikationen entstehen beispielsweise durch ein unscharfes Bild oder Schmutz, der Eiern sehr stark ähnelt.

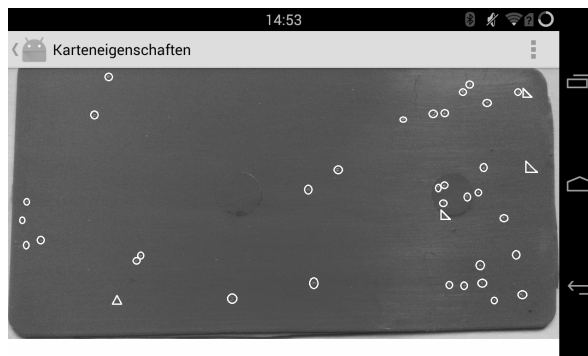


Abb. 2: Beispielergebnis

4 Fazit und Ausblick

Das entwickelte System ermöglicht die vereinfachte Auswertung von Motten-Eiablage-Karten zu Monitoringzwecken. Anstelle einer Auswertung durch Begutachtung eines Experten wie bisher, wird ein Smartphone mit integrierter Kamera benötigt, um Bilder der Karten zu machen. Die eigentliche Zählung der Eier auf der Karte ist vollständig auf dem Smartphone implementiert und liefert ein Bild der Karte mit eingezeichneten Eiern. Durch zusätzliche Erfassung des Aufnahmeortes durch GPS-Lokalisierung bietet das System eine präzise und komfortable Möglichkeit des Traubenwicklermonitorings.

Mit einem Recall von 81,4% und einer Precision von 86,9% liefert das Bildverarbeitungsverfahren gute Ergebnisse. Die Hauptursachen für Fehlklassifikationen sind Ei-ähnlicher Schmutz und der Fokusmodus der Kamera. So sind einzelne Eier auf einem Bild nicht sichtbar und können auch von einem Experten nicht identifiziert werden. Ungenauigkeiten können durch minimalen Aufwand durch den Benutzer der Anwendung korrigiert werden.

Zurzeit werden die Karten mit den Eiern in einem Innenraum mit konstanten Lichtverhältnissen fotografiert und ausgewertet. In einem nächsten Schritt soll das System in einem Feldversuch getestet werden, sodass die Auswertung der Karten direkt im Freien stattfindet. Hierbei liegt ein zusätzliches Augenmerk auf der Robustheit gegenüber schwankenden Lichtverhältnissen.

Literaturverzeichnis

- [Ri15] Rid, M.; Greif, A.; Hoffmann, C.; Gross, J.: M-OVICARD: Analyzing chemical cues for grapevine moth oviposition for the development of a Decision Support System. In (Schmitt, T., Blank, S.M., Köhler, A., Kramp, K., Weyer, J., Hrsg.): Entomologentagung: Programm u. Abstracts; 02.–05.03.2015 Frankfurt/M., S.93, 2015