



# SOPRA: SCHÄDLINGSPROGNOSE IN ZEITEN DES KLIMAWANDELS

SOPRA ist ein nützliches Werkzeug für den Schweizer Obstbau zur optimierten Schädlingsüberwachung und -bekämpfung. Um die Prognose fit für die Zukunft zu machen, startete im vergangenen Jahr ein neues Projekt zur Weiterentwicklung von SOPRA.

Die Temperatur ist für Insekten von entscheidender Bedeutung, da sie ihre Entwicklung, ihr Verhalten und ihren Stoffwechsel beeinflusst. Insekten können ihre Körpertemperatur nur begrenzt regulieren und beginnen mit ihrer Entwicklung, wenn die Körpertemperatur einen artspezifischen Schwellenwert überschreitet. Die Entwicklung läuft schneller ab, wenn die Temperaturen weiter ansteigen, bis sie bei zu hohen Temperaturen zum Stillstand kommt. SOPRA nutzt die von der Temperatur abhängige Entwicklungsrate als Grundlage für die Modellierung der Schädlingsphänologie. In aufwendigen Laborexpe-

perimenten wurde die Entwicklungszeit für jedes relevante Stadium im Lebenszyklus der Schädlinge ermittelt. Die Modelle berücksichtigen auch die Habitatwahl der Insekten, da die Einbeziehung des Mikroklimas die Genauigkeit der Modelle verbessert. Beispielsweise wird die Oberflächentemperatur von Apfelbaumstämmen für die Entwicklung der überwinternden Apfelwicklerlarven simuliert. Es gibt aber auch Schädlinge wie der Kleine Fruchtwickler, die sich zur Überwinterung ins Holz bohren, weshalb die Stamminnentemperatur ebenfalls im Modell berücksichtigt wird (Samietz et al. 2008).

So werden Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung und Bodentemperatur genutzt, um die Altersstruktur und das saisonale Auftreten der verschiedenen Schädlingsstadien in unterschiedlichen Obstanbaugebieten in der Schweiz zu simulieren.

## EIN NÜTZLICHES WERKZEUG

Im modernen Pflanzenschutz sind Entscheidungshilfen und Prognosemodelle wie SOPRA unverzichtbar. Eine erfolgreiche Strategie erfordert eine gezielte Überwachung, um Handlungsbedarf anhand von

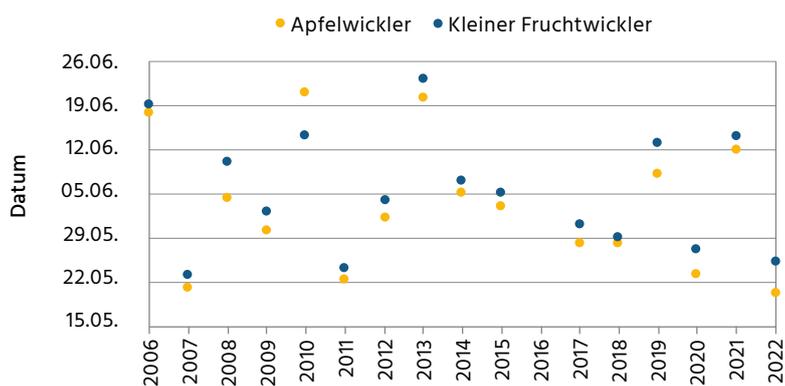


Abb. 1: Jährliche Variabilität im Schlupf von Wicklern. Dargestellt ist der Schlupfbeginn (5%) des Apfelwicklers und des Kleinen Fruchtwicklers in Wädenswil von 2006–2022, berechnet mit SOPRA.

Schadsschwellen zu ermitteln sowie den richtigen Zeitpunkt von Pflanzenschutzmassnahmen zur Minimierung von Schäden und Ertragsausfällen zu bestimmen. Der Beginn des Schlupfs von Wicklern auf Apfelbäumen beispielsweise variiert von Jahr zu Jahr stark (Abb. 1). In warmen Jahren wie 2022 können die ersten Apfelwicklerlarven bereits in der

zweiten Maihälfte erscheinen. In der Regel folgt der Kleine Fruchtwickler in günstigen Lagen einige Tage später. In kühleren Jahren verzögert sich der Schlupfbeginn beider Falter, manchmal bis in die zweite Junihälfte. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass Behandlungen immer an die aktuellen Bedingungen angepasst werden müssen. Durch die Klima-

erwärmung beginnt der Flug der Falter im Durchschnitt immer früher im Jahr (Stöckli et al. 2012), weshalb langfristige Erfahrungswerte allein nicht ausreichen. SOPRA kann das frühe Auftreten von Wicklern bereits heute vorhersagen.

#### REGELMÄSSIGE ÜBERPRÜFUNG

Die Modelle in SOPRA wurden von Anfang an mit Feldbeobachtungen validiert und werden auch heute noch regelmässig mit der Realität im Feld verglichen. Jährlich werden die durchschnittlichen Fallenzahlen der Deutschschweiz mit der Vorhersage für Wädenswil verglichen, die als guter Durchschnitt für die Region gilt (Graf et al. 2018). Das Beispiel des Apfelwicklers zeigt, dass die Prognose auch noch nach zwanzig Jahren standhält (Abb. 2). Insbesondere der Flugbeginn der ersten Generation und die Stärke einer möglichen zweiten Generation werden zuverlässig vorhergesagt. Im Kanton Wallis hingegen wird beobachtet, dass der Flug des Apfelwicklers später beginnt als von SOPRA prognostiziert. Da das Wallis eines der grössten Apfelanbaugebiete der Schweiz umfasst,

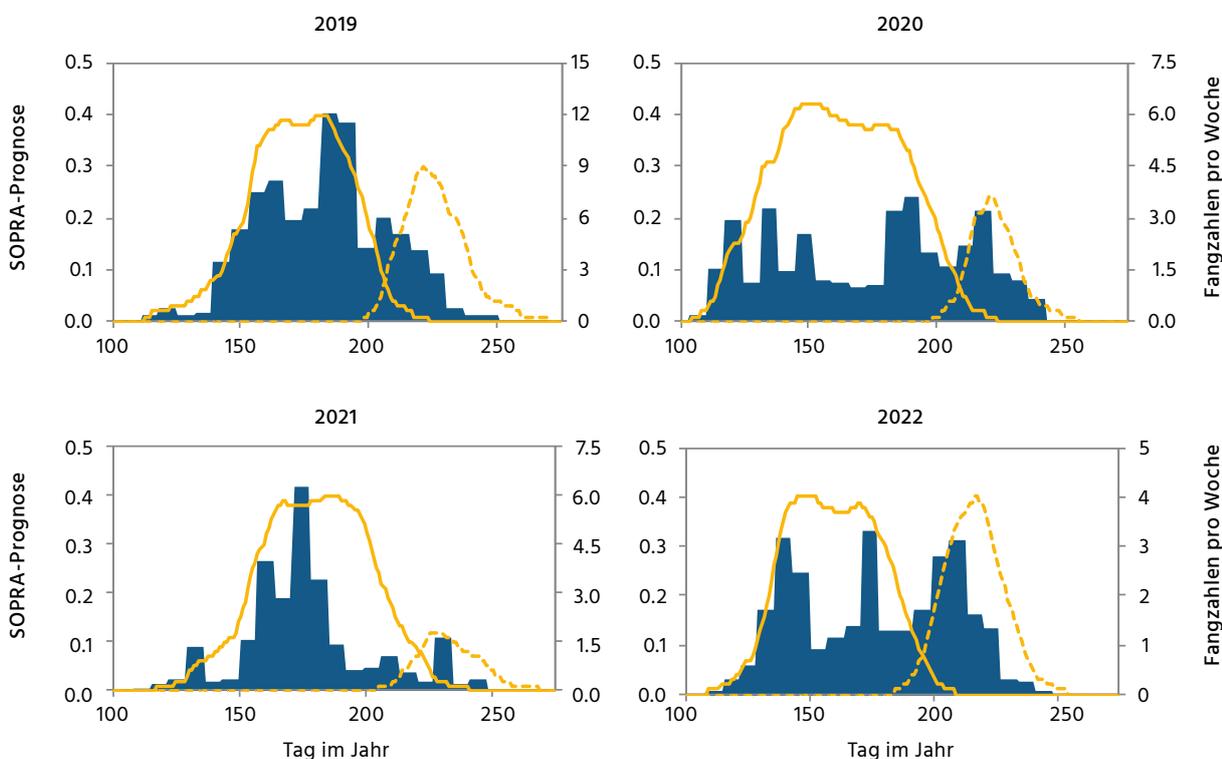


Abb. 2: Grafische Validierung der Apfelwickler-Prognose (gelbe Linie: 1. Generation durchgezogen, 2. Generation gestrichelt) in Wädenswil von 2019–2022, verglichen mit den durchschnittlichen Fangzahlen der Deutschschweiz (blaue Fläche).



Abb. 3: Methode zur Validierung des Larvenschlupfs der Apfelsägewespe. Links: Ei der Apfelsägewespe im Blütenboden. Rechts: Geschlüpfte Larve der Apfelsägewespe. (© J. Kambor)

ist es wichtig, die Situation genauer zu untersuchen und das SOPRA-Modell für den Apfelwickler im Wallis zu korrigieren. Die Ursache für diese Diskrepanz ist derzeit noch unklar. Es gibt jedoch Hypothesen wie Unterschiede in der Populationsgenetik oder geografische Faktoren. Agroscope untersucht derzeit diese Hypothesen, um das Problem besser verstehen und lösen zu können.

#### GRENZEN DER PROGNOSEMODELLE

Auch Larvenstadien werden punktuell durch visuelle Kontrollen im Feld validiert. Im Jahr 2022 wurde zum Beispiel der Larvenschlupf der Apfelsägewespe überprüft. Zu diesem Zweck wurden in einer stark befallenen Anlage im Kanton Zürich regelmässig Blüten mit Eiern entnommen und seziiert (Abb. 3). Die Vorhersage des Larvenschlupfs war in

dieser Anlage um acht bis zehn Tage verspätet. Während zu Beginn der 90er-Jahre die Prognose noch sehr gut stimmte (Graf et al. 1996), hat sich die Flugvorhersage der Apfelsägewespe in den letzten Jahren im Durchschnitt verzögert. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass SOPRA den Einfluss der milden Winter der letzten Jahre auf den Schlupf der Apfelsägewespe nicht korrekt modellieren kann. Um diese Hypothese zu überprüfen, muss das Modell mathematisch überarbeitet werden, was im Rahmen eines neuen Projekts angegangen wird. Die restlichen SOPRA-Modelle stimmten meist gut mit den Feldbeobachtungen überein. Diskrepanzen können allerdings auftreten, wenn das Mikroklima an einem Standort stark von dem der nächstgelegenen Wetterstation abweicht. SOPRA sollte daher nicht als alleinige Entscheidungshilfe verwendet werden.

#### PROGNOSE IM WANDEL

Der Apfelwickler kommt heute nördlich der Alpen mit ein bis zwei Generationen vor, in der Südschweiz sind es immer zwei Generationen. In Zukunft muss aufgrund des zunehmend früheren Flugbeginns und der wärmeren Temperaturen im Sommer mit einer zusätzlichen Generation gerechnet werden (Stöckli et al. 2012). In der Deutschschweiz könnten dann in warmen Jahren sogar drei Apfelwicklergenerationen Schäden verursachen. Dasselbe gilt für Pflaumen- und Schalenwickler, die in Südeuropa bereits drei oder sogar vier Generationen durchlaufen. Wenn man die Flugkurve des Pflaumenwicklers im Kanton Wallis im Jahr 2022 betrachtet, gibt es Anzeichen, dass der Klimawandel bereits jetzt einen realen Einfluss auf die Schädlingsphänologie hat (Abb. 4). Auf das prognostizierte Maximum der zweiten Generation Ende Juni folgte ein weiteres, deutlich höheres Flugmaximum Mitte August. Zur gleichen Zeit traten in einer Zwetschgenanlage grosse Schäden auf. Es wird vermutet, dass in der Saison 2022 zum ersten Mal eine ausgeprägte dritte Generation des Pflaumenwicklers im Kanton Wallis Schäden verursachte. Nördlich der Alpen wurden vereinzelt auch späte Fänge verzeichnet, jedoch nicht in einem so starken Ausmass wie im Wallis.

#### WEITERENTWICKLUNG DER MODELLE

Die biologischen Grundlagen der Prognosemodelle werden seit den 1990er-Jahren von Agroscope erarbeitet. Bereits 2003 ging die erste Version von SOPRA online und enthielt Modelle für die Mehligle Apfelblattlaus, die Apfelsägewespe, den Apfelwickler und den Kleinen Fruchtwickler. Im Laufe der Jahre wurden weitere Modelle hinzugefügt und im

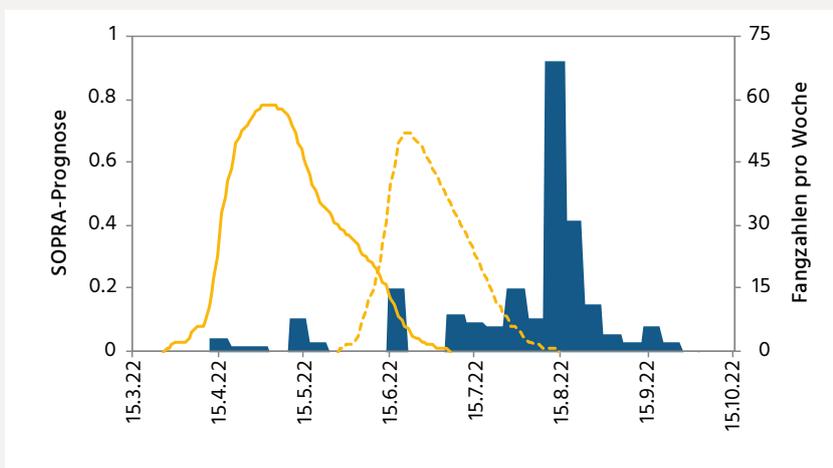


Abb. 4: Grafische Validierung der Pflaumenwicklerprognose (gelbe Linie: 1. Generation durchgezogen, 2. Generation gestrichelt) in Sion 2022 verglichen mit den Fangzahlen in einer Zwetschgenanlage im Kanton Wallis (blaue Fläche).

Jahr 2014 die aktuelle Version für den Einsatz in der Obstbaupraxis bereitgestellt.

Um SOPRA zukunftsfähig zu machen, müssen die Modelle an biologische und technologische Veränderungen angepasst werden. Eine geplante Übersetzung von SOPRA in eine moderne Programmiersprache soll die Integration neuer Modelle ermöglichen, was derzeit technisch nicht machbar ist. Zudem sollen die Modelle mathematisch überarbeitet werden, um beispielsweise nachfolgende Wicklergenerationen vorhersagen zu können. Des Weiteren werden Versuche durchgeführt, um die Unterschiede zwischen geografisch getrennten Schädlingspopulationen zu untersuchen. SOPRA soll in die zukünftige Warndienstplattform Agrometeo+ (Schöneberg et al. 2023) integriert werden, damit das nützliche Instrument der Obstbaupraxis auch in Zukunft zur Verfügung steht.

#### DANK

Herzlichen Dank an alle Meldebetriebe, die regelmässig Daten zum Schädlingsflug erheben sowie an die kantonalen Fachstellen Obstbau für die gute Zusammenarbeit bei der Überwachung von Obstbauschädlingen. 🍷



**Julien Kambor**

Agroscope, Wädenswil

julien.kambor-prieur@agroscope.admin.ch

Co-Autorin und -Autor: Diana la Forgia und Matthieu Wilhelm, Agroscope, Changins

#### Literatur

- Graf B., Höhn H. und Höpli H.U., 1996: Apfelsägewespe: Korrekte Überwachung verhindert Fehlentscheide. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 132 (7), 177–179.
- Graf B., Höhn H., Höpli H.U. and Kuske S., 2018: Predicting the phenology of codling moth, *Cydia pomonella*, for sustainable pest management in Swiss apple orchards. Entomologia Experimentalis et Applicata 166, 618–627.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L. und Höpli H.U., 2008: Schädlingsprognose für den Obstbau. Agrarforschung 15 (5), 208–2013.
- Schöneberg A., Mackie-Haas K. und Dubuis P.-H., 2023: Agrometeo – Eine 20-jährige Erfolgsgeschichte. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 159 (6), S. 6.
- Stöckli S., Samietz J., Hirschi M., Spirig C., Rotach M. und Calanca P., 2012: Einfluss der Klimaänderung auf den Apfelwickler. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 148 (19), 7–10.

#### ANZEIGE

**frutop**  
smart protection systems

**We protect your fruit farm.**

Von der ersten Planung bis zur schlüsselfertigen Ausführung: Unser Schutz kommt aus erster Hand.

**frutop**  
Enzenbergweg 14  
39018 Terlan – Südtirol – Italien  
Tel.+39 0471 06 88 88  
frutop.com – info@frutop.com

**Madex/Capex**  
Gegen Apfel- und Schalenwickler

- Bewährte und nachhaltige Wirkung
- Keine Rückstände
- In der Schweiz hergestellt

**Andermatt**  
Biocontrol Suisse

Tel. 062 917 50 05  
sales@biocontrol.ch  
www.biocontrol.ch