

# Himbeerrutengallmücke: Die Prognose des Eiablagezeitpunkts – Voraussetzung für eine erfolgreiche Bekämpfung

Die Himbeerrutengallmücke, deren Larven die Himbeerruten schädigen und Sekundärpilzen eine Eintrittspforte bieten, ist eigentlich mit den zugelassenen Pflanzenschutzmitteln gut zu bekämpfen. Das Problem ist der richtige Bekämpfungszeitpunkt. Bisher wurde die Höhe der Jungruten als Entscheidungskriterium gewählt, doch kann der Schlupf der Mücken aus dem Boden im Frühjahr je nach Witterung und Lage sehr variieren. Im Rahmen des EU-Projektes RACER wurde ein Prognosemodell getestet, das den Schlupf und somit den Bekämpfungszeitpunkt der Himbeerrutengallmücke anhand von Bodentemperaturen vorhersagt. Nach dreijähriger Erfahrung kann nun dieses Modell für die Pflanzenschutzmittelteilungen verwendet werden.

KARIN SCHMID, HEINRICH HÖHN, BENNO GRAF  
UND HANS ULRICH HÖPLI,  
EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WÄDENSWIL

Das zweijährige EU-Projekt, in dessen Rahmen das Prognosemodell getestet wurde, trägt die englische Abkürzung RACER («Reduced Application of Chemicals in European Raspberry Production»), was auf deutsch soviel bedeutet wie «Verminderter Pesticideinsatz im europäischen Himbeeranbau». Neben der Himbeerrutengallmücke waren noch andere Himbeerschädlinge wie zum Beispiel Himbeerkäfer und Spinnmilben Gegenstand von Untersuchungen. In diesem EU-Projekt waren neben Forschungsinstituten in Schottland, Finnland, Italien und der Schweiz auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Schottland, Finnland, Italien, Griechenland, Portugal, Frankreich und der Schweiz daran beteiligt. Bei den KMU handelte es sich um Produktionsorganisationen (Genossenschaften) mit Ausnahme der Schweiz, wo die Stiftung Behindertenbetriebe im Kanton Schwyz (BSZ) als Leimfallenhersteller beteiligt war. Das Projekt dauerte von Februar 1998 bis Januar 2000 und wurde in der Schweiz über das Bundesamt für Bildung und Wissenschaft (BBW) finanziert.

Das Modell zur Vorhersage des Bekämpfungszeitpunktes der Himbeerrutengallmücke wurde Ende der achtziger Jahre entwickelt (Gordon et al. 1989) und in den Neunzigern mit gutem Erfolg in der Praxis in Schottland getestet. Im Rahmen des Projekts wurde es nun auch in Finnland, Italien, Schottland, Frankreich und der Schweiz überprüft und gegebenenfalls angepasst. In allen beteiligten Ländern ist die Prognose mit Hilfe des Modells möglich.

## Biologie der Himbeerrutengallmücke

Die 1,5 bis 2 mm grosse Himbeerrutengallmücke *Resseliella theobaldi* schlüpft im Frühjahr, je nach



Abb. 1: Larven (verschiedene Stadien) der Himbeerrutengallmücke an einer Himbeerrute.

Temperatur ab Anfang Mai. Die Gallmücken legen ihre Eier nur in Rindenrisse junger Himbeerruten, die durch mechanische Verletzungen oder je nach Sorte natürlich entstanden sind. An intakten Ruten ist eine Eiablage in der Regel nicht möglich. Nach einer Woche schlüpfen die orangenen Larven und fressen unter der Rinde (Abb. 1). Das geschädigte Gewebe verfärbt sich anschliessend braun bis schwarz. Die ausgewachsenen Larven lassen sich zu Boden fallen und verpuppen sich im Boden in der Nähe der Himbeerruten (Gordon et al. 1997). Je nach Witterung und Standort folgen weitere Generationen (3 bis 4, im Wallis sogar 5) (Antonin et al. 1998 a) während des Sommers und frühen Herbstes. Die Larven der letzten Generation überwintern in ihren Kokons im Boden und verpuppen sich im Frühjahr.

Der Schaden der Mückenlarven ist nur oberflächlich, von erheblich grösserer Bedeutung ist das Eindringen von Sekundärpilzen wie zum Beispiel der Rutenkrankheit *Didymella applanata* in die Befallsstellen (Grünwald und Seemüller 1979). Dies kann nach

strengen Wintern zum Absterben der Ruten führen (Neuweiler et al. 1998).

### Der Beginn der Eiablage

Bisherige Pflanzenschutzempfehlungen in der Schweiz rieten die Bekämpfung der Himbeerrutengallmücke ab Mitte April, wenn die Jungruten eine Höhe von 30 bis 40 cm erreicht haben (Neuweiler et al. 1998). Während des Projekts wurde die Eiablage wöchentlich überprüft, indem zehn markierte Jung-ruten künstlich verletzt und nach einer Woche im Labor auf mögliche Eier untersucht wurden. Die Resultate zeigten, dass die Eiablage in den untersuchten Anlagen frühestens Anfang/Mitte Mai beginnt und dann je nach Lage bis Ende Mai abgeschlossen ist. Die jungen Ruten der Himbeere haben in dieser Zeit eine Höhe von 20 bis 30 cm. Eine Empfehlung sowohl zur Bekämpfung der schlüpfenden Gallmücke im Boden als auch eine Bekämpfung der Eier und Larven an den Jung-ruten ist demnach Mitte April zu früh. Auch wenn die Eiablage in allen untersuchten Anlagen im Mai stattfand, gab es doch zwischen den Anlagen zum Teil Unterschiede bis zu drei Wochen. Das zeigt, dass eine Pflanzenschutzempfehlung nach dem Kalender hier nicht zweckmässig ist.

### Zeitpunktprognosen anhand von Bodentemperaturen

Eine sehr genaue Bestimmung des Bekämpfungszeitpunkts hingegen liefert das im Projekt getestete Prognosemodell, das auf Bodentemperaturen basiert. In verschiedenen Himbeeranlagen in den Kantonen Thurgau, Zürich, Luzern, Graubünden, Bern und Wallis wurden im Rahmen des Projektes kleine Wetterstationen installiert (Datalogger Hotdog DT2 von Elprog). Diese messen zum einen die Bodentemperatur jeweils unter offenem Boden in 10 cm Tiefe ausserhalb der Reihen und zum anderen die Lufttemperatur (Gordon et al. 1989) (Abb. 3). In der Regel begannen



Abb. 3: Eine lokale Wetterstation (Datalogger Hotdog, weisses Kästchen) misst sowohl die Luft- als auch die Bodentemperatur unter offenem Boden ausserhalb der Himbeeranlage.

die Wetteraufzeichnungen am 1. Februar und endeten zwei Wochen nach der ersten Eiablage. Zur Berechnung des Eiablagetermins wurde die in den Anlagen unter offenem Boden gemessene Bodentemperatur ( $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ab 1. Februar aufsummiert. Im Vergleich zu Schottland, wo dieser Termin bei einer Temperatursumme von 339 Gradtagen (GT) erreicht ist (Gordon et al. 1989), war in der Schweiz die erste Eiablage 3 bis 5 Tage später. Anhand der Resultate (Bodentemperatur und Eiablagetermin) wurde der Termin auf rund 360 GT festgelegt. Die erste Eiablage konnte somit bis auf fünf Tage genau bestimmt werden (Abb. 2). Da die Jungruten wöchentlich kontrolliert wurden, kann der Zeitpunkt der Eiablage nicht als Termin, sondern nur als Zeitspanne angegeben werden. Bei mittlerem bis hohem Befall der Himbeerrutengallmücke konnte die Eiablage mit Hilfe von zehn Jungruten sehr gut nachgewiesen werden. Bei geringem Befall wie zum Beispiel in Windlach 1999 war der Stichprobenumfang zu gering und so wurden erst 13 Tage nach dem vorhergesagten Datum erste Eier in den Wunden der Jungruten gefunden. Mit Hilfe der gelben Leimfallen konnten jedoch erste adulte Mücken vor dem Termin der Eiablage gefunden werden, was das Prognosemodell wiederum bestätigt. 1998 waren die Himbeerreihen der Anlage in Steinebrunn mit Stroh gemulcht, was eine Verzögerung der Eiablage gegenüber dem vorhergesagten Termin von 14 Tagen zur Folge hatte. Der Boden unter dem Strohmulch hatte sich langsamer erwärmt als der offene Boden (siehe unten), in dem die Temperatur für die Prognose gemessen wurde.

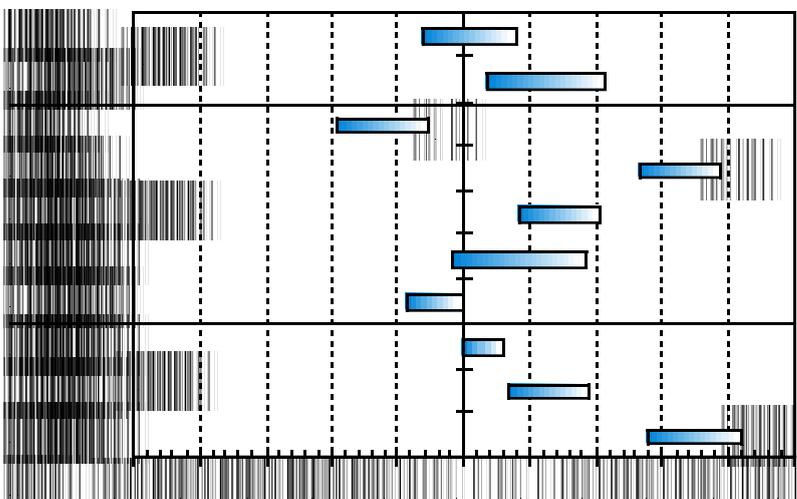


Abb. 2: Abweichung der Eiablage in den einzelnen Anlagen vom vorhergesagten Termin (Temperaturmessung von lokaler Wetterstation). Grössere Abweichungen sind bedingt durch:  
 \* Bodentemperaturmessung in 5 cm Tiefe unter Gras, \*\* spätes Entdecken der Eier aufgrund niedriger Population, \*\*\* Verwendung von Strohmulch.

Um eine Beziehung zwischen Bodentemperaturen verschiedener Messpunkte herstellen zu können, wurde in einer Wädenswiler Anlage eine Wetterstation mit zweimal vier verschiedenen Messpunkten eingerichtet: ausserhalb der Reihen wurde die Bodentemperatur im offenen Boden (gemäss Projektvorschrift) und unter Gras (wie in offiziellen Wetterstationen) gemessen, innerhalb der Himbeerreihe wurde unter Strohmulch und unter einer offenen Reihe gemessen. Die Temperaturen wurden über zwei Jahre aufgezeichnet. Der Temperaturverlauf war in beiden Jahren ähnlich. Abb. 4 zeigt, dass der Temperaturverlauf ausserhalb der Reihe unter Gras und innerhalb einer nicht gemulchten Himbeerreihe praktisch identisch ist. Offener Boden hingegen erwärmt sich etwas schneller, die Temperatursumme ( $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) von 360 GT wurde an den Messpunkten ausserhalb der Reihen unter offenem Boden 3 Tage (im Jahr 2000) beziehungsweise 4 Tage (im Jahr 1999) früher erreicht als an den Messpunkten unter Gras. Boden unter einer Strohmulchschicht erwärmt sich deutlich langsamer. Die Temperatursumme ( $> 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) von 360 GT wurde an dem Messpunkt innerhalb der Reihe unter Strohmulch 10 beziehungsweise 12 Tage später erreicht als unter offenem Boden, womit auch die Verzögerung in Steinebrunn 1998 begründet werden kann. Mit Hilfe dieser Beziehung ist auch für gemulchte Anlagen eine Vorhersage möglich. Für die Bestimmung des Bekämpfungszeitpunktes bedeutet dies, dass sowohl mit Hilfe von Bodentemperaturmessungen unter offenem Boden als auch unter Gras Vorhersagen zur ersten Eiablage in gemulchten Anlagen gemacht werden können.

### Regionale Pflanzenschutzempfehlung

Damit dieses Prognosemodell für eine regionale Pflanzenschutzempfehlung verwendet werden kann, muss die Vorhersage auch mit Wetterdaten der offiziellen Wetterstationen der SMA (Anetz) möglich sein. Bodentemperaturen werden in den offiziellen Wetterstationen unter Gras gemessen und nicht unter offenem Boden, wie es die Projektvorschrift vorsah. Der Vergleich der offiziellen Referenzstationen mit der jeweiligen Wetterstation in der Anlage (Tabelle) zeigt, dass das Erreichen der entscheidenden Temperatursumme auf 0 bis 3 Tage genau übereinstimmt (Hinweis: im Mai beträgt die tägliche Temperatursummenzunahme zirka  $10\text{ bis }15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Dieser starke Zusammenhang zwischen Referenzstationen und lokaler Wetterstationen wird auch statistisch durch die Regressionen bestätigt ( $R^2=0,997\text{ bis }1, p<0,0001$ )

### Übersicht über die lokalen Wetterstationen und die dazugehörigen offiziellen Referenzwetterstationen (SMA).

Lokale Wetterstation	Referenzstation (SMA)
Steinebrunn	Güttingen
Wädenswil	Wädenswil
Windlach	Wädenswil
Hildisrieden	Wädenswil
Landquart	Vaduz

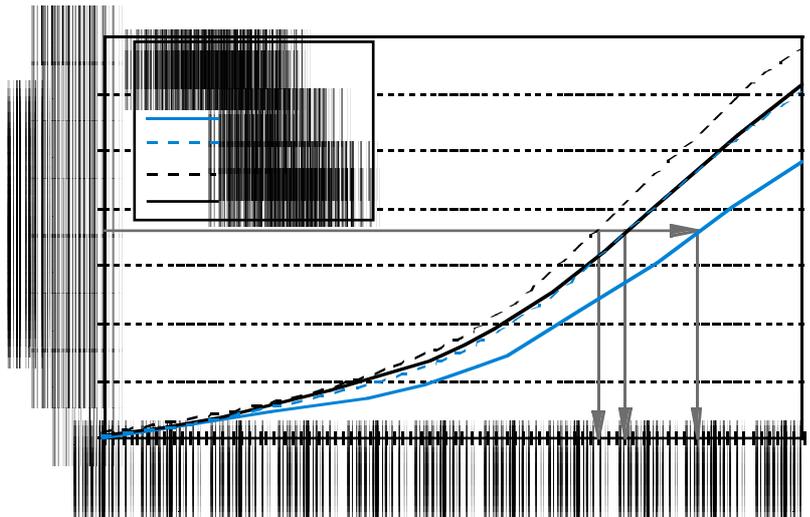


Abb. 4: Erreichen der kritischen Bodentemperatursumme von 360 Gradtagen (GT) an verschiedenen Messpunkten, Wädenswil 2000.

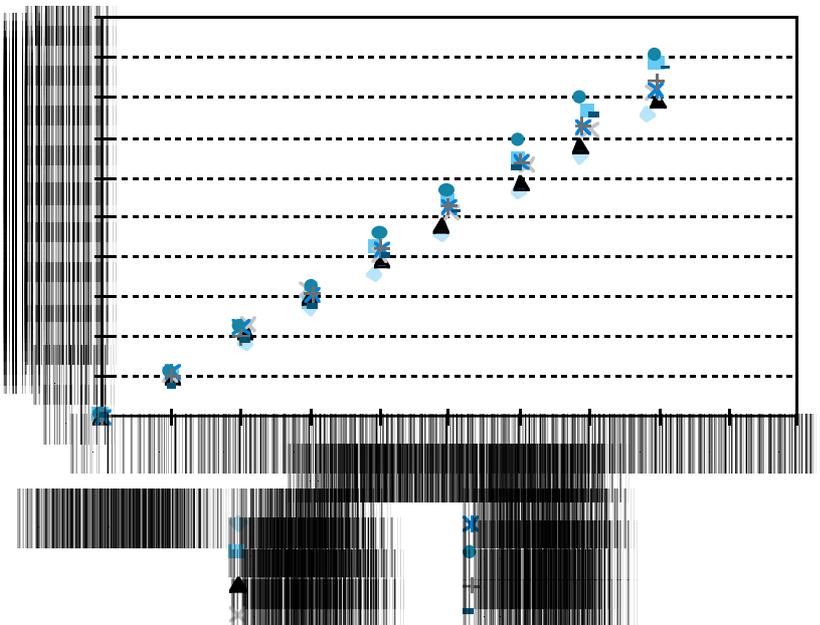


Abb. 5: Beziehung zwischen der Referenzstation (Bodentemperatur unter Gras) und der jeweiligen lokalen Wetterstation (Bodentemperatur unter offenem Boden) ( $R^2=0,997\text{ bis }1, p<0,0001$ ).

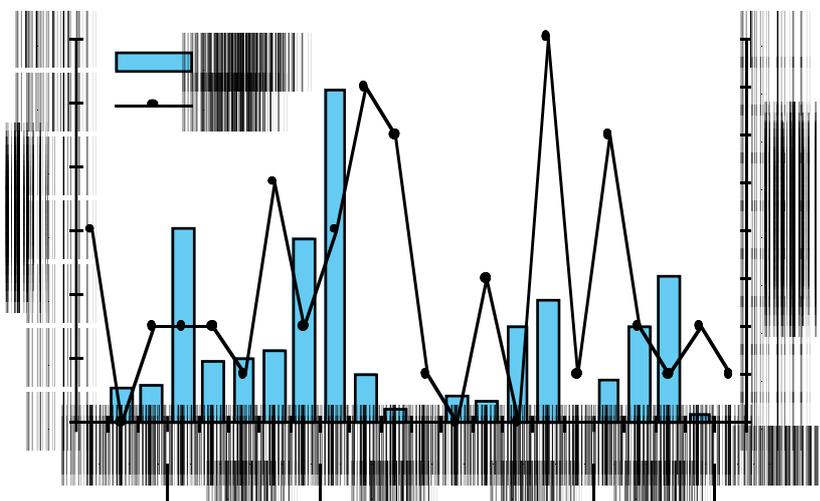


Abb. 6: Vergleich Eier pro Rute und Adulte (Summe zweier Gelbfallen) in Hildisrieden, Sommer 1998.

(Abb. 5). Die Referenzstation ist entweder die zur Anlage nächstliegende Wetterstation oder eine in einer klimatisch vergleichbaren Region. Dass die Messungen der Bodentemperatur unter Gras einerseits in einer offiziellen Station und andererseits in einer Himbeeranlage relativ genau übereinstimmen, zeigt der Vergleich in Wädenswil. Die Übereinstimmung war hier bis auf einen Tag genau.

Neben der Methode zur Bestimmung der ersten Eiablage ist es auch möglich, mit Gelbfällen das Auftreten der erwachsenen Gallmücken festzustellen (Antonin et al. 1998 a, b). Der Vergleich beider Methoden zeigte jedoch nur eine geringe Übereinstimmung zwischen Adulten und Eiern. Abbildung 6 zeigt das zeitliche Auftreten von Adulten und Eiern in einer Anlage in Hildisrieden während eines Sommers. Das Auftreten und die Anzahl der Eier sollte, wenn auch zeitlich etwas verschoben, mit dem Verlauf der adulten Mücken übereinstimmen. Dies war nur selten der Fall und wurde auch in anderen Anlagen beobachtet. Obwohl zwischen beiden Methoden nur ein schwacher Zusammenhang besteht, kann trotzdem der Einsatz von Gelbfällen hilfreich sein, wenn zum Beispiel bei einer niedrigen Population die Eier erst spät entdeckt werden (Beispiel Windlach 1999, siehe oben).

## Hilfe für den Produzenten

Wie wird nun dieses Prognosemodell in der Praxis umgesetzt und was sind die Aufgaben des Himbeeranbauers?

Der Entscheid über eine allfällige Behandlung richtet sich wie bisher nach dem Vorjahreswert (> 10% befallene Ruten). Zusätzlich wird von der Eidgenössische Forschungsanstalt Wädenswil (FAW) mit Hilfe der Bodentemperaturen aus den Referenzstationen im Frühjahr fortlaufend die für den Schlupf der Himbeerrutengallmücke entscheidende Temperatursumme errechnet. Nähert sich die Summe dem kritischen Wert, wird dies in den wöchentlich erscheinenden Pflanzenschutzmitteilungen für Obst- und Rebbaue erwähnt (abrufbar auch unter [www.admin.ch/sar/faw](http://www.admin.ch/sar/faw)). Himbeeranlagen, die im vorherigen Jahr Probleme mit der Rutengallmücke hatten, müssen nun auf Risse an den Jungruten untersucht werden, denn nur dort besteht die Möglichkeit der Eiablage. Werden Risse gefunden, ist nun der Zeitpunkt, die Ruten mit einem zugelassenen Insektizid gegen die Himbeerrutengallmücke zu behandeln.

## Dank

Unser Dank gilt allen Betriebsleitern in der Schweiz, die uns ihre Himbeeranlagen für Versuche zur Verfügung gestellt haben. Weiterhin danken wir unseren Kollegen an der Forschungsanstalt Changins Christian Linder, Roland Terrettaz, Christoph Carlen und André Ançay für ihre Mithilfe.

## Literatur

- Antonin P., Baillod M., Boureille J., Linder C. et Mitfaz C.: La cécidomyie de l'écorce du framboisier *Resseliella theobaldi* (Barnes). I. Contrôle du vol et des populations larvaires. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30, 195–200, 1998 (a).
- Antonin P., Baillod M., Boureille J., Linder C. et Mitfaz, C.: La cécidomyie de l'écorce du framboisier *Resseliella theobaldi* (Barnes). II. Aménagement de la lutte. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 30, 389–393, 1998 (b).
- Gordon S.C., Barrie I.A. and Woodford J.A.T.: Predicting spring oviposition by raspberry cane midge from accumulated derived soil temperatures. *Annals of Applied Biology* 114, 419–427, 1989.
- Gordon S.C., Woodford J.A.T. and Birch, A.N.E.: Athropod pests of Rubus in Europe: Pest status, current and future control strategies. *Journal of Horticultural Science* 72, 831–862, 1997.
- Grünwald J. und Seemüller E.: Zerstörung der Resistenzeigenschaften des Himbeerrutenperiderms als Folge des Abbaus von Suberin und Zellwandpolysacchariden durch die Himbeerrutengallmücke *Thomasiana theobaldi* Barnes (Dipt., Cecidomyiidae). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 86, 305–314, 1979.
- Neuweiler R., Terrettaz R. und Mariéthoz J.: *Handbuch Beeren*. Schweiz. Obstverband, Eidg. Forschungsanstalten Wädenswil und Changins, Forschungsinstitut für biologischen Landbau, 124 S., Ausgabe 1998.

## RÉSUMÉ

### La cécidomyie de l'écorce du framboisier: importance du pronostic de la ponte des œufs pour une lutte efficace

*Ce qui pose problème dans la lutte contre la cécidomyie de l'écorce du framboisier, c'est le «timing» du traitement susceptible de donner les meilleurs résultats. En effet, l'éclosion des œufs au printemps peut varier considérablement selon les conditions climatiques et l'exposition, des aides de décision seront donc nécessaires pour déterminer le bon moment d'intervention. Dans le cadre du projet communautaire RACER, un modèle de pronostic capable de déterminer le début de la première ponte d'œufs à cinq jours près a été testé. Le modèle repose sur la mesure des températures du sol (recensées sous sol ouvert) dont la somme, à partir du 1er février, doit être de l'ordre de 360 degrés-jours. Dans sept plantations de framboises de Suisse, le pronostic a été comparé pendant trois ans avec les premiers œufs repérés sur l'écorce. Le modèle a pu être adapté et appliqué avec succès dans tous les pays ayant participé au projet. Les comparaisons effectuées sur trois ans ont en outre montré que les stations météorologiques officielles suisses (SMS) pouvaient aussi servir de référence pour les recommandations de mesures phytosanitaires. Les bulletins hebdomadaires sur les mesures phytosanitaires publiés par la Station fédérale de recherches en arboriculture et viticulture à Wädenswil (FAW) communiquent le moment le plus favorable d'un traitement au printemps le cas échéant.*