



Abb. 2. Verteilung der Wetterstationen und Beobachtungsstandorte.

Pflanzenschutzmitteleinsatzes zu leisten. Im Vordergrund stehen dabei Prognosen über das zeitliche Auftreten von Schadorganismen für ein optimales Timing von Überwachungs- und Bekämpfungsmassnahmen sowie Informationen über den allgemeinen Befallsdruck. Zur Abschätzung des spezifischen Befallsrisikos im einzelnen Betrieb werden robuste Überwachungsmethoden aufgezeigt. Empfehlungen für direkte Bekämpfungsmassnahmen werden der Situation angepasst und basieren vor allem darauf, dass sie ökologisch vertretbar sind und Resi-

stenzbildungen verhindern. Die sogenannten Pflanzenschutzmitteilungen wurden im Lauf der Zeit kontinuierlich ausgebaut, verbessert und den Bedürfnissen der Praxis angepasst. So werden zum Beispiel seit 1996 auch spezifische Empfehlungen für IP- und Bio-Produzierende abgegeben. Seit 1998 werden die Mitteilungen ausser über die traditionellen Verteilkanäle Post und Fax zudem auf dem Internet angeboten. Zurzeit beziehen mehr als 2000 Bäuerinnen und Bauern aus dem Obst- und Weinbau der Deutschschweiz die wöchentlichen Pflanzen-

schutzmitteilungen der FAW direkt oder über die Kantonalen Zentralstellen.

Warndienst heute

Der Erfolg des Pflanzenschutzwarndienstes beruht wesentlich auf einer engen und gut funktionierenden Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Partnern, die Daten und Informationen liefern und/oder beziehen (Abb. 1): Die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA), die Kantonalen Zentralstellen für Obst- und Weinbau, die Produzierenden, das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Abb. 3. Kleinwetterstation und Warngerät vom Typ Luft HP100.



und die Forschungsanstalt Wädenswil (FAW).

Die SMA liefert die Witterungsdaten von fünf automatischen Wetterstationen (ANETZ: Basel, Güttingen, Vaduz, Wädenswil und Zürich), die die wichtigsten klimatischen Regionen des Deutschschweizer Obst- und Weinbaus abdecken (Abb. 2). Die Messwerte werden in einem 24-Stunden-Rhythmus aktualisiert und mit 5-Tages-Wetterprognosen ergänzt. Basierend auf diesen Daten werden an der FAW für die wichtigsten Schädlinge Temperatursummen berechnet, die es erlauben, wichtige phänologische Ereignisse wie den Beginn des Falterfluges, der Eiablage oder des Larvenschlupfes vorherzusagen. Für

ausgewählte Schädlinge wie die Apfelsägewespe *Hoplocampa testudinea* (Graf *et al.* 1996) oder den Kleinen Fruchtwickler *Grapholita lobarzewskii* (Graf *et al.* 1999) wurden neuerdings Simulationsmodelle entwickelt, die eine kontinuierliche Prognose der verschiedenen Entwicklungsstadien ermöglichen.

Für die Prognose von Pilzkrankheiten wie Apfelschorf *Venturia inaequalis*, Falschen Rebenmehltau *Plasmopara viticola* oder Bakterienkrankheiten wie den Feuerbrand *Erwinia amylovora* sind lokale Witterungsdaten erforderlich, die durch das relativ grobe Netz der ANETZ-Stationen nicht erfasst werden. Die FAW hat deshalb teilweise in Zusammenarbeit mit Kanto-

nalen Zentralstellen und der Praxis zusätzlich ein Netz (Abb. 2) von rund 20 Kleinwetterstationen (Abb. 3) aufgebaut, die als Warngeräte ausgerüstet und über Funkmodems verbunden sind. An der FAW werden die Messdaten und Warnmeldungen der einzelnen Stationen täglich abgerufen und interpretiert.

Der Zeitpunkt des Auftretens von Schadorganismen hängt im Wesentlichen von Witterungsparametern wie Temperatur und Niederschlag ab. Zeitpunktsprognosen können deshalb für einheitliche Klimazonen, das heisst für grössere Gebiete gemacht werden. Da der Befallsdruck aber durch zusätzliche Grössen wie zum Beispiel die Ausgangspopulation bestimmt wird, sind Befallsprognosen räumlich nur sehr beschränkt gültig. Im Lauf der Zeit wurde deshalb in Zusammenarbeit mit den Kantonalen Zentralstellen und einzelnen Praktikerinnen und Praktikern ein umfangreiches Beobachtungsnetz (Abb. 2) aufgebaut, wo die Entwicklung von Kulturpflanzen, Krankheiten und Schädlingen regelmässig verfolgt wird. Während der Winterruhe werden auf rund 130 Betrieben Astproben (Höhn *et al.* 1993) geschnitten, um die Überwinterungspopulationen und damit das Befallspotenzial wichtiger Arten abzuschätzen. Während der Vegetationsperiode werden Schadorganismen mit visuellen Kontrollen (Galli und Höhn 1992) überwacht und die Phänologie der Kulturpflanzen festgehalten. Zudem kommen für einen umfangreichen Schädlingskomplex Farb- und Pheromonfallen zum Einsatz. Für Apfelschorf und Rotbrenner wurde an der FAW eine spezielle Sporenfalle entwickelt (Siegfried *et al.* 1996), die an ausgewählten Standorten (Wädenswil, Güttingen, Lindau, Morges) Zeitpunkt und Intensität des Sporenfluges festhält (Abb. 4).

Sämtliche Informationen von Wetterstationen, Simulationsmodellen, elektronischen Warngeräten und Feldbeobachtungen werden während der Vegetationszeit einmal wöchentlich an der FAW aufgearbeitet und interpretiert. Es entsteht ein Situationsbericht über den Entwicklungsstand der Kulturen und der Schadorganismen sowie deren aktuellen Befallsdruck. Zudem wird auf allfällige Kontroll- und Überwachungsmaßnahmen hingewiesen und mögliche Bekämpfungsmassnahmen aufgelistet. Bei der Wahl der Pflanzenschutzmittel wird besonders auf die ökologische Vertretbarkeit und die Verhinderung der Resistenzbildung sowie die offiziellen Richtlinien für den integrierten und den Biologischen Obst- und Weinbau geachtet. Das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau FiBL ergänzt die Empfehlungen für die biologische Produktion. Das auf diese Weise entstandene Bulletin, die sogenannte Pflanzenschutzmitteilung, wird per Post, Fax oder über die Internetseite der FAW (<http://www.admin.ch/sar/faw>) den Abonnentinnen und Abonnenten zugestellt. Spätestens 48 Stunden nach der letzten Feldbeobachtung steht der Praxis die aktuelle Empfehlung zur Verfügung.

Warndienst morgen

Obwohl und weil der Warndienst der FAW laut einer aktuellen Umfrage (April 2000) in der Praxis breite Zustimmung und Wertschätzung genießt, werden weitere Verbesserungen angestrebt.

Die Prognosen für verschiedene Schadorganismen wie Apfelwickler, Mehliges Apfelblattlaus, Traubenwickler, Falscher Rebenmehltau oder Schwarzfleckenkrankheit beruhen zurzeit noch auf empirischen Grundlagen, die einer wissenschaftlichen Überprüfung bedürfen. Zu-

sätzliche Forschung im Bereich der Entwicklungsbiologie und der Epidemiologie wird es erlauben, wichtige Wissenslücken zu schliessen und solide Parameter für neue Prognosemodelle zu etablieren. Ausserdem ist die Verknüpfung verschiedener Modelle zu einem einheitlichen Prognosewerkzeug geplant, um den Dateninput und -output zu rationalisieren und die Benutzung zu vereinfachen. Einzelne, besonders an die Phänologie der Schadorganismen gebundene Empfehlungen können über die Modelle automatisiert werden, was eine häufigere Aktualisierung und somit eine feinere zeitliche Auflösung der Prognosen ermöglicht. Dies wäre in erster Linie für Schadorganismen anzustreben, deren Befallsrisiken sich kurzfristig verändern, wie

zum Beispiel Schorf oder Feuerbrand.

Die Verlässlichkeit der Krankheits- und Schädlingsprognosen hängt wesentlich von der Genauigkeit der verwendeten Wetterdaten ab. Da der deutschschweizer Obst- und Weinbau verhältnismässig kleinräumig strukturiert ist, müssen sehr unterschiedliche Witterungsbedingungen berücksichtigt werden. Im Interesse einer feineren räumlichen Auflösung der Prognosen sollte deshalb das Netz der Kleinwetterstationen in Zukunft noch weiter ausgebaut werden.

Ein wichtiger Bestandteil des Warndienstes ist der Austausch von Daten und Informationen. Während Feldbeobachtun-



Abb. 4. An der FAW entwickelte Falle (Myco-trap) zur Quantifizierung des Sporenfluges wichtiger Apfel- und Rebenkrankheiten.

gen und Wetterdaten heute schon vorwiegend per Fax beziehungsweise elektronisch übermittelt werden, bezieht die Mehrheit der Abonnierten die Pflanzenschutzempfehlungen noch per Post. Mit den modernen Kommunikationsmitteln Internet und e-mail öffnen sich neue Möglichkeiten für einen beschleunigten Informationsfluss und interaktive Systeme, bei denen die Benutzerinnen und Benutzer nicht nur Informationen beziehen sondern auch eingeben können. Es wäre zum Beispiel denkbar, dass die Produzentinnen und Produzenten in Zukunft Wetterdaten, Resultate von visuellen Kontrollen oder Fallenfänge ins System einspeisen, um eine individuelle, für ihre Kultur spezifische Prognose für Krankheiten und Schädlinge zu generieren. Ein weiterer Vorteil des Internets ist die Möglichkeit der Links zu weiteren themenverwandten Webseiten. Auf diese Weise lässt

sich der Pflanzenschutz-Warn-dienst zu einem umfassenden Infor-mationssystem für die Bewirt-schaftung von Obst- und Rebkul-turen ausweiten.

Verbesserungen im Bereich der Ökologie und der Ökonomie sind wichtige Ziele der aktuellen Landwirtschaftspolitik. Genau in diese Richtung zielt ein mo-derner Pflanzenschutz-Warn-dienst, indem er wesentlich zur Optimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in der Pra-xis beiträgt. Aus dieser Perspek-tive betrachtet müssen der Wei-terentwicklung und dem Ausbau dieser Dienstleistung hohe Prio-rität eingeräumt werden.

Literatur

■ Galli P. und Höhn H., 1992. Visu-elle Kontrollen im Apfelanbau. IOBC/OILB, 4. Auflage, 104 S.

■ Graf B., Höhn H. and Höpli H.U., 1996. The apple sawfly, *Hoplocam-pa testudinea*: A temperature driven model for spring emergence of adults. *Entomol. exp. applic.* **78**, 301-307.

■ Graf B., Höpli H.U. and Höhn H., 1999. The smaller fruit tortrix, *Grapholita lobarzewskii*: Predicting the phenology of adult emergence. *Entomol. exp. applic.* **93**, 299-304.

■ Höhn H., Höpli H.U. und Graf B., 1993. Astprobenuntersuchungen im Obstbau. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* **129**, 62-71.

■ Siegfried W., Holliger E. und Meier H., 1996. Prognose des Rotbrenners und des Falschen Rebemehltaus. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* **132**, 373-374.

RÉSUMÉ

Etat actuel et développement d'un système d'avertissement sur les maladies et les ravageurs des cultures fruitières pérennes

Depuis plus de 40 ans, la station fédérale de recherches de Wädenswil (FAW) gère un service d'avertissement pour les ravageurs et les maladies des cultures fruitières pérennes afin d'aider les cultivateurs à employer des méthodes de culture plus écologiques. La fonction de ce service est d'offrir une assistance pour la prise de décisions. Il est organisé en collaboration étroite avec l'Institut suisse de météorologie (ISM), l'Institut de recherche en agriculture biologique (FiBL), les services cantonaux de vulgarisation et les producteurs. Basé sur des modèles de simulation, il utilise les données de cinq stations météorologiques automatisées et un réseau de 20 appareils d'avertissement qui prédisent le développement des maladies et la phénologie des ravageurs. En plus, les ravageurs et les maladies sont contrôlés dans environ 100 sites différents, par échantillonnage de branches, comptage visuel et différents types de pièges.

Chaque semaine, les informations sont traitées à la FAW et des recommandations distribuées par courrier, par fax et plus récemment par Internet.

A l'avenir, de nouveaux instruments de prévision et de communication seront introduits, qui permettront d'améliorer la précision spatiale et temporelle de ces prévisions.

SUMMARY

Current state and future development of a decision support system for pests and diseases in perennial fruit crops

For more than forty years the Swiss Federal Research Station in Wädenswil (FAW) has operated a warning service for pests and diseases in perennial fruit crops in order to support the endeavours of growers towards a more ecological production. Designed as a decision support system, it is based on a close collaboration between FAW, the Swiss Meteorological Institute (SMA), the Research Institute of Organic Agriculture, the Cantonal Extension Services and the growers. It employs data from five automatic weather stations and a network of twenty warning computers to drive simulation models and to predict local pest phenology and disease epidemiology. In addition pests and diseases are monitored at roughly 100 different sites by means of twig sampling, visual counts and various types of traps. Information is compiled weekly at the FAW and recommendations distributed by mail, fax and more recently on the world-wide-web. In future new forecasting and communication tools will be implemented with the objective of improving accuracy as well as the spatial and temporal resolution.

Key words: pest and disease forecasting, decision support system, viticulture, fruit-growing