

Risikopotentials von Pflanzenschutzmitteln für die Umwelt ermöglicht (GUTSCHE, 1995; GUTSCHE und ROSSBERG, im Druck). Eine spätere Zusammenführung des Nutzen- und des Risikoteils ist geplant.

### Literatur

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), 1992: Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Zulassungsverfahren. Bearb. von der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der BBA. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem **284**, 141 S.  
 DUDEN – Deutsches Universal-Wörterbuch, 1989: 2. völl. neu bearb. und

stark veränd. Aufl., Hrsg. Ltg. G. DROSDOWSKI, Dudenverlag: Mannheim, Wien, Zürich.

GUTSCHE, V., 1995: The influence of pesticides and pest management strategies on wildlife, BCPC Symposium and Proceedings **63**, 469–480.

GUTSCHE, V., D. ROSSBERG: SYNOPSIS 1.1 – a model to assess and to compare the environmental risk potential of active ingredients in plant protection products (im Druck).

*Kontaktanschrift: Dr. Mario Wick, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 Kleinmachnow*

Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzdz., **48** (11), S. 245–252, 1996, ISSN 0027-7479.  
 © Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart

## Erfahrungen mit der Feuerbrandprognose nach verschiedenen Prognosemodellen 1994–1996 in Baden-Württemberg

Experiences with fire blight prediction after different prediction systems in 1994–1996 in Baden-Württemberg

Von Esther Moltmann

### Zusammenfassung

Seit 1994 ist im Erwerbsobstbau die Verwendung von Plantomycin (Streptomycinsulfat) zur Abwehr von Blüteninfektionen durch den Feuerbrand nach Aufruf durch den Pflanzenschutzdienst erlaubt. Das Mittel muß unmittelbar vor oder an einem Infektionstag ausgebracht werden. Die beiden Feuerbrandprognosemodelle nach Billing (Billing's Revised System, 1992) und Steiner (Maryblyt™, 1990), die sich in der Berechnung der Infektionsgefahr deutlich unterscheiden und von denen sich andere Prognosemodelle ableiten, wurden in ein Computerprogramm umgesetzt. Es wurden Behandlungsempfehlungen gegeben, wenn beide Modelle Infektionsgefahr angaben. Der Bekämpfungserfolg in Mittelprüfungsversuchen lag 1994 und 1995 mit über 95 % Wirkungsgrad sehr hoch. Auch die Praxis war sehr zufrieden. 1996 lag von der Witterung her eine Grenzsituation vor, in der Infektionsgefahr nicht ausgeschlossen werden konnte. Es wurde gewarnt. Blüteninfektionen blieben jedoch aus.

Das Modell Billing's Revised System gibt zu viele potentielle Infektionstage an. Die Berechnungen des Modells Maryblyt™ entsprechen mehr dem tatsächlichen Infektionsgeschehen, obwohl es auch hier trotz Angabe von Infektionsgefahr vereinzelt nicht zu Infektionen kam. Zwischenzeitlich wurde das Billing's Revised System durch das Billing's Integrated System 95 (1996) abgelöst, das sich in den Bedingungen für Infektionen an das Modell Maryblyt™ angleicht. Die Infektionsgefahr wird in Grenzsituationen durch das Modell Maryblyt™ deutlicher angezeigt, wenn die Temperatursumme nicht ab Blühbeginn einer Anlage, sondern einer einzelnen Blüte berechnet wird. Die Länge der Inkubationsperioden des Modells Maryblyt™ entsprach beim Apfel dem beobachteten Sym-

ptomauftreten. Bei der Birne traten Symptome wesentlich früher auf. Die Inkubationsperioden wurden von Billing's Integrated System 95 zutreffend berechnet. Die Berücksichtigung der lokalen Befallslage (Vorjahresbefall, Cankerbeobachtungen) oder Untersuchungen von Blüten auf epiphytische Feuerbranderreger erwiesen sich für die Entscheidung einer Bekämpfungsempfehlung nur eingeschränkt als brauchbar.

**Stichwörter:** *Erwinia amylovora*, Maryblyt™, Billing's Revised System, Billing's Integrated System 95, Bekämpfung, Streptomycinsulfat

### Abstract

Since 1994, Plantomycin (Streptomycin sulfate) is allowed to be applied during bloom according to prediction systems. Applications have to be done before or at an infection risk day. Billing's Revised System (1992) and the Maryblyt™ model (STEINER, 1990) transformed into a computer program were used by the Plant Protection Service for timing of the applications. Spraying was recommended, when both systems indicated infection risk days. In 1994 and 1995, the efficiency of the treatments in experiments was high (> 95 %). In 1996, there was a critical situation where infection risk couldn't be excluded. Spraying was recommended, but no infections took place.

Billing's Revised System indicated too much infection risk days. The Maryblyt™ model was more realistic, although in some years infection risk was indicated and no infections were found. In the meantime, Billing's Revised System was exchanged for Billing's Integrated System 95 (1996) which is similar to the Maryblyt™ model concerning the infection risk conditions. The critical situation in 1996 as time with no infection risk is indicated by the Maryblyt™ model more clearly, if the cumulated degree hours are not calculated from beginning of bloom of the orchard but of a single blossom. Sym-

ptoms in apple appeared, when predicted by the Maryblyt™ model, whereas the symptoms of pear were observed earlier. Billing's Integrated System 95 indicated realistic incubation periods for pears. Observations on local incidence of the disease in the previous or present season or testing blossom samples for epiphytic fire blight bacteria were only limited useful for the decision for spraying.

**Keywords:** *Erwinia amylovora*, Maryblyt™, Billing's Revised System, Billing's Integrated System 95, control, streptomycine sulfate

1993 richtete der Feuerbrand in Baden-Württemberg und anderen südlichen Bundesländern verheerende Schäden vor allem an Apfelbäumen an. Nach Schätzungen mußten 1993 in Baden-Württemberg ca. 200 ha Kernobstfläche gerodet werden. Dabei hatte sich der Feuerbrand damals noch nicht in das Obstanbaugebiet des Bodensees ausgebreitet, das ca. 60% der Kernobstfläche Baden-Württembergs ausmacht. Grund für das Schadausmaß war das witterungsbedingt großflächige Auftreten von starken Blüteninfektionen. Solche Blüteninfektionen ziehen große Schäden nach sich, da die Blüten aufgrund ihrer hohen Anfälligkeit meist zu einem hohen Anteil infiziert werden und der Baum dann zahlreiche Infektionsstellen aufweist, die zum Absterben von Zweigen, Astpartien und ganzen Bäumen führen können. Außerdem bildet sich frühzeitig im Jahr reichlich Inokulum, das Folgeschäden wie Triebinfektionen, Unterlagenbefall sowie Befall nach Hagel begünstigt. 1994 wurde daher erstmalig die Anwendung des Bakterizids „Plantomycin“ (Wirkstoff: 21,2% Streptomycinsulfat) zur Abwehr von Blüteninfektionen im Erwerbsobstbau im Rahmen einer Vertriebsgenehmigung durch die BBA erlaubt. 1995 und 1996 wurde die Erlaubnis erneut erteilt. Die betroffenen Bundesländer erließen eine Allgemeinverfügung, in der neben anderen Auflagen vorgesehen ist, daß die erste Anwendung des Mittels nur nach Aufruf durch den Pflanzenschutzdienst erfolgen darf. Da Plantomycin ausschließlich protektiv wirksam ist, muß es unmittelbar vor oder an einem potentiellen Infektionstag eingesetzt werden. Für die termingerechte Empfehlung ist daher ein zuverlässiges Prognosesystem unentbehrliche Voraussetzung.

Als Ende 1993 die Erlaubnis für eine Plantomycinanwendung in Aussicht stand, fanden sich in der Literatur für die Abschätzung der Blüteninfektionsgefahr 2 verschiedene, praxisgeprüfte Prognosemodelle:

1. Das Risikoeinschätzungsmodell nach BILLING (Billing's Revised System BRS, 1992), entwickelt in Großbritannien für Feuerbrandwirts-pflanzen allgemein.
2. Das Vorhersagesystem nach STEINER mit dem Namen „Maryblyt™“ (1990) entwickelt in USA für Apfel und Birne.

Beiden Modellen ist gemeinsam, daß sie in erster Linie auf Witterungsdaten basieren, aber die Blütezeit der Obstanlagen berücksichtigen. Sie berechnen zwei verschiedene Arten von Terminen:

1. Potentielle Infektionstage, an denen Behandlungen zweckmäßig sind.
2. Dauer von Inkubationsperioden, nach deren Ablauf mit dem Auftreten erster Symptome zu rechnen ist und Kontrollen der Anlagen erfolgen sollten.

Die Angabe potentieller Infektionstage ist die maßgebende Information, da hier die Entscheidung für oder gegen eine Behandlung fällt, die für die spätere Befallsentwicklung in der Anlage ausschlaggebend sein kann. Zudem sind Angaben über das Ende von Inkubationsperioden von der Berechnung der potentiellen Infektionstage abhängig, da Inkubationsperioden an potentiellen Infektionstagen beginnen.

Deutliche Unterschiede bestehen zwischen den beiden Modellen in der Berechnung der Infektionsgefahr. Nach BILLING (1992) sind Tage mit mittleren Temperaturen und Niederschlag potentielle Infektionstage. Der Niederschlag kann fehlende Wärme bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Jedoch besteht auch an sehr warmen Tagen ohne Niederschlag Infektionsgefahr (Tab. 1, I). Nach STEINER

**Tab. 1. Vergleich der Infektionsbedingungen der beiden Prognosemodelle nach Billing: BRS (1992), Steiner: Maryblyt™ (1990), ergänzt um die Angaben des „Billing's Integrated System“: BIS 95 (1996)**

I. Billing (1992): Billing's Revised System: BRS Wetterbedingtes Infektionsrisiko (WIR): WIR-Wert, wenn Niederschlag >=						
PD-Wert* am Regentag oder Vortag (Bsp.: TMin/TMax)	0	Blatt- nässe	1,0	2,5	10	20mm
< 5,0 (6/17)				1	1	1
5,0–6,9 (7/19)			1	2	3	4
7,0–8,9 (7/22)			1	3	4	5
9,0–10,9 (9/24)		1	2	4	5	6
>=11,0 (9/26)	2	2	3	5	6	7

\*PD = Potentielle tägliche Verdoppelungsrate des Erregers nach Schouten (1987)  
Blüteninfektionsgefahr besteht, wenn der WIR-Wert >= 2

#### II. Steiner (1990): Maryblyt™

Für Blüteninfektionen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. **offene Blüten**
2. **Summe von Stundengraden >= 18,3 °C (CDH 18)** seit erster offener Blüte hat den Wert von mind. 110 erreicht.  
Reduktion bei Folge von kalten Tagen:  
CDH wird auf 0 gesetzt, wenn T<sub>min</sub> <= 0 °C  
wird um 1/3 reduziert, wenn an 1 Tag T<sub>max</sub> < 18,3 °C,  
wird um 1/2 reduziert, wenn 2 Tage T<sub>max</sub> < 18,3 °C,  
wird auf 0 gesetzt, wenn 3 Tage T<sub>max</sub> < 18,3 °C.  
Keine Reduktion mehr, wenn CDH >= 300.
3. **Niederschlag >= 0,25 mm oder Tau** oder am Vortag >= 2,5 mm Niederschlag
4. **Tagesdurchschnittstemperatur >= 15,6 °C**

Erfüllung von 3 Bedingungen: Risiko **hoch (h)**, Erfüllung aller 4 Bedingungen: **Infektion möglich (I)**

#### III. Billing (1996): Billing's Integrated System: BIS 95

1. **Aufsummierte Tagesgrade T<sub>max</sub> über 18 °C seit Blühbeginn >= 17**, Reduktion auf 0, wenn 2 Tage T<sub>max</sub> < 16–17 °C oder 1 Tag < 15 °C.
2. **Niederschlag/Tau, der die Blüten benetzt** oder:  
**T<sub>max</sub> >= 27 °C** oder **Durchschnittstemp. >= 20 °C ohne Nässeereignis**
3. **Tagesdurchschnittstemperatur >= 15 °C**

(1990) dagegen müssen sich zunächst über mehrere Tage hinweg Wärmegrade auf eine bestimmte Höhe aufsummieren. Darauf muß ein Niederschlag oder Tauereignis bei einer relativ hohen Tagesdurchschnittstemperatur folgen, damit Infektionsgefahr angezeigt wird (Tab. 1, II).

Andere in der Literatur unter eigenem Namen zu findende Modelle basieren hinsichtlich der Berechnung potentieller Infektionstage auf den Bedingungen der Grundmodelle BILLING (1992) oder STEINER (1990). Das französische Modell „Firescreens“ (JACQUART-ROMON und PAULIN, 1991) und das in Deutschland erstellte Modell nach BERGER/ZELLER (BERGER et al., 1996) stützen sich auf Billing (1992). Ein anderes aus den USA stammendes Modell „Cougar-blight“ (SMITH 1996, pers. Mitt.) lehnt sich an Steiner an.

#### Material und Methoden

Die beiden Modelle BILLING (1992) und STEINER (1990) wurden in ein Computerprogramm umgesetzt, das seit 1994 in der Praxis des Pflanzenschutzdienstes von Baden-Württemberg für die Bekämpfungsempfehlung verwendet wird. In einem 3spaltigen Ergebnisaus-

Tab. 2. Wetterdaten 1994 des Standorts Karlsruhe-Augustenberg während der Apfel- und Birnenblüte und Auswertung nach Billing's Revised System und dem Maryblyt™-Modell. Ergebnis eines Mittelprüfungsversuchs (Plantomycin 0,06 %).

EC: E2: Ballonstadium, F: Blüte; T\_min bzw. T\_max: Tagesminimum- bzw. Tagesmaximumtemperatur; Nie: Niederschlag in mm; B: J: Blattnässe, die länger als 1 Stunde anhält, N: keine Blattnässe; RLF: Tagesminimumwert der relativen Luftfeuchte; SPD: potentielle tägliche Verdoppelungsrate nach Schouten; R: Niederschlagsbewertung; WIR: Wetterbedingtes Infektionsrisiko; Risk: Risikobewertung abhängig von Anzahl der abgelaufenen Inkubationsperioden und WIR-Wert-Höhe; Period: Inkubationsperiode, \* = Beginn, - = Ende; CA: Durchschnittstemperatur = (Tmin + Tmax) : 2; CDH 18: aufsummierte Stundengrade > 18,3 °C seit E2; Risk: niedriges (n), mittleres (m), hohes (h) Infektionsrisiko, Infektion möglich (I); Period: Inkubationsperiode, senkrecht zu lesen. Ziffer × 10 gibt an, welcher prozentuale Anteil der Inkubationsperiode abgelaufen ist.

Modell:	WETTER						BILLING					MARYBLYT				Datum	
Datum	EC	T_min	T_max	NIE	B	RLF	SPD	R	WIR	RISK	PERIOD	CA	CDH18	RISK	PERIOD	Datum	
01.04	C	5.8	18.3	13	J	49	5.3	1.0	3	0.0	*	12.0	0.0			01.04	
02.04	E2	2.8	10.2	4	J	54	1.2	1.0	2	0.0	I*	6.5	0.0		Blüte	02.04	
03.04	F	1.0	9.3	1	J	57	0.8	0.5		0.0	II	5.2	0.0	m		03.04	
04.04	F	-0.5	10.0	3	J	64	1.0	1.0	1	0.0	II	4.8	0.0	m	B	04.04	
05.04	F	2.0	10.8	0	J	47	1.4	0.5		0.0	II	6.4	0.0	m	i	05.04	
06.04	F	1.5	11.7	0	J	57	1.7	0.5		0.0	II	6.6	0.0	m	r	06.04	
07.04	F	0.5	12.5	0	N	45	2.0	0.0		0.0	II	6.5	0.0	n	n	07.04	
08.04	F	3.0	10.8	3	J	66	1.5	1.0	1	0.0	II	6.9	0.0	m	e	08.04	
09.04	F	0.5	10.2	7	J	52	1.1	1.0	1	0.0	II	5.3	0.0	m		09.04	
10.04	F	0.8	12.7	1	J	49	2.0	0.5		0.0	II	6.8	0.0	m		10.04	
11.04	F	2.0	7.3	2	J	69	0.5	0.5		0.0	II	4.7	0.0	m		11.04	
12.04	F	3.5	9.3	11	J	80	1.1	1.0	1	0.0	II	6.4	0.0	m		12.04	
13.04	F	5.5	7.8	32	J	85	1.1	1.0	1	0.0	II	6.7	0.0	m		13.04	
14.04	F	1.8	9.3	0	J	56	0.9	0.5		0.0	II	5.6	0.0	m		14.04	
15.04	F	1.0	11.0	0	N	58	1.3	0.0		0.0	II	6.0	0.0	n		15.04	
16.04	F	2.5	15.5	0	N	61	3.6	0.0		0.0	II	9.0	0.0	n		16.04	
17.04	F	5.5	8.8	8	J	90	1.3	1.0	1	0.0	II	7.2	0.0	m		17.04	
18.04	F	1.3	11.3	0	J	50	1.3	0.5		0.0	II	6.3	0.0	m		18.04	
19.04	F	-1.5	15.2	0	N	38	2.7	0.0		0.0	II	6.8	0.0	n		19.04	
20.04	F	1.3	19.8	0	N	40	5.4	0.0		0.0	II	10.5	9.0	n	A	20.04	
21.04	F	6.0	19.0	0	N	46	5.9	0.0		0.0	II	12.5	13.2	n	p	21.04	
22.04	F	5.5	22.2	0	N	42	7.9	0.0		0.0	II	13.9	36.6	n	f	22.04	
23.04	F	6.5	24.0	6	J	34	9.5	1.0	4	1.5	-I*	15.3	70.8	m	e	23.04	
24.04	F	7.5	20.8	1	J	54	7.8	0.5	2	1.5	-I*	14.1	85.8	m	l	24.04	
25.04	F	9.5	18.3	7	J	68	6.5	1.0	3	0.0	II*	13.9	57.2	m		25.04 ←1. Beh.	
26.04	F	8.3	19.0	0	J	44	6.5	0.5		1.0	-II	13.6	61.4	m		26.04	
27.04	F	7.0	18.5	0	N	64	6.2	0.0		0.0	II	12.8	62.6	n		27.04	
28.04	F	11.5	25.3	0	N	44	12.2	0.5	2	0.0	* II	18.4	105.8	m	Voll-	28.04	
29.04	F	8.8	27.0	0	N	38	12.1	0.5	2	3.5	I*-I	17.9	158.0	h	*	blüte	29.04 ←2. Beh.
30.04	F	9.3	27.0	0	N	35	12.1	0.5	2	3.5	II*-	18.1	210.2	h	1*		30.04
01.05	F	6.5	19.0	0	N	37	6.2	0.0		0.0	III	12.8	214.4	m	10		01.05
02.05	F	3.3	19.2	0	N	33	5.2	0.0		0.0	III	11.3	219.8	m	10		02.05
03.05	F	4.8	25.5	0	N	30	10.1	0.0	1	0.0	III	15.1	263.0	m	21		03.05
04.05	F	10.2	14.5	2	J	69	4.7	0.5	2	0.0	III*	12.4	175.3	h	21		04.05
05.05	F	7.8	15.5	0	J	44	4.7	0.5		0.0	IIII	11.6	87.7	m	21		05.05 ←3. Beh.
06.05	F	7.8	16.5	0	J	63	5.2	0.5		0.0	IIII	12.1	0.0	m	21		06.05
07.05	F	8.0	23.8	0	J	35	9.9	0.5	1	0.5	-III	15.9	33.0	h	32		07.05
08.05	F	11.7	24.0	19	J	45	11.5	1.0	6	6.0	---*	17.9	67.2	h	43		08.05
09.05	F	10.2	11.7	8	J	95	3.2	1.0	5	0.0	* I	10.9	44.8	m	43		09.05
10.05	F	8.8	16.0	0	J	77	4.9	0.5		0.0	I I	12.4	22.4	m	43		10.05
11.05	F	6.3	21.0	0	J	41	7.2	0.5		0.0	I I	13.6	38.6	m	54		11.05
12.05	F	6.8	21.5	0	N	54	8.2	0.0		0.0	I I	14.1	57.8	n	54		12.05
13.05		10.0	22.8	1	J	53	9.9	0.5	2	0.0	I* I	16.4	84.8		65		13.05
14.05		11.5	19.0	0	N	67	7.9	0.0		0.0	II I	15.3	89.0		76		14.05
15.05		9.5	24.7	0	N	37	11.3	0.0		0.0	II I	17.1	127.4		76		15.05
16.05		9.5	26.3	0	N	43	11.9	0.0		0.0	II I	17.9	175.4		97		16.05
17.05		12.5	25.8	0	N	45	13.2	0.0		0.5	II -	19.1	230.6		-9		17.05
18.05		11.5	17.5	4	J	74	7.2	1.0	5	0.0	II*	14.5	153.7		9		18.05
19.05		9.8	14.5	19	J	82	4.7	1.0	4	5.0	-I*	12.1	76.9		9		19.05
20.05		7.3	17.0	2	J	69	5.0	0.5	1	0.0	II	12.1	0.0		9		20.05
21.05		7.8	22.2	0	J	66	8.5	0.5		0.0	II	15.0	23.4		-		21.05
22.05		9.0	27.2	0	J	40	12.1	0.5	2	3.5	-I*	18.1	76.8				22.05 ←1. Sympt.
23.05		11.5	21.7	5	J	58	10.0	1.0	5	6.0	* -I	16.6	97.2				23.05
24.05		10.0	25.8	7	J	54	11.9	1.0	5	0.0	I* I	17.9	142.2				24.05

Sorte Karmijn de Sonnaville auf M9, 4 Jahre alt  
 unbehandelt 18,3 % infizierte Blütenbüschel (25/Baum)  
 behandelt 0,6 % infizierte Blütenbüschel  
 Wirkungsgrad 97 %

druck werden die verwendeten Wetterdaten sowie die Berechnungen nach Billing und Steiner auf einen Blick erfasst (Tab. 2–5). Durch technische Störungen verursachte unplausible Wetterdaten fallen so sofort ins Auge. Außerdem lassen sich nur knapp verfehlt potentielle Infektionstage gut erkennen. Blattnässe (Wert > 80 der Schorfwarnstation des Typs „HP 100“), die länger als eine Stunde anhält, wurde als Tau oder Niederschlag unter 1 mm gewertet (in Spalte B mit Ja oder Nein gekennzeichnet). Die im Ausdruck aufgeführte relative Luftfeuchte ging nicht in die Berechnung ein.

Das Programm wertete die täglich aktuell über Telefonleitungen abgerufenen Wetterdaten aus, die von anfänglich 22, jetzt 34 Schorfwarnstationen des Landes erfasst werden. Die Stationen sind in den Obstanlagen verteilt in ganz Baden-Württemberg aufgestellt. Das Programm wurde zentral bei der Landesanstalt für Pflanzenschutz in Stuttgart und vor Ort bei den Ämtern für Landwirtschaft Ludwigs-

burg, Überlingen, Freiburg, Offenburg und Karlsruhe installiert. Damit rechtzeitig, d. h. möglichst vor einem potentiellen Infektionstag gewarnt werden kann, ist in dem Programm die Möglichkeit eingerichtet, Daten der Wettervorhersage einzugeben und so die Infektionsgefahr der kommenden Tage zu simulieren. Die Freigabe des Plantomycins für den ersten Behandlungstermin erfolgte gemäß der Allgemeinverfügung durch die Landesanstalt. Weitere Behandlungstermine wurden von der Landesanstalt in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Landwirtschaft festgelegt und über den telefonischen Auskunftgeber der Praxis bekannt gemacht. Falls notwendig wurden die Ansagen täglich aktualisiert.

Das Zutreffen der berechneten potentiellen Infektionstermine und der Zeitpunkt des ersten Symptomauftritts wurde anhand der Ergebnisse von Mittelprüfungsversuchen und durch Erfahrungsberichte aus der Praxis überprüft.

**Tab. 3. Wetterdaten 1995 des Standorts Karlsruhe-Augustenberg während der Birnenblüte und Auswertung nach Billing's Revised System und dem Maryblyt™-Modell. Ergebnis eines Mittelprüfungsversuchs (0,06 % Plantomycin)**

Modell:		WETTER					BILLING					MARYBLYT				Datum
Datum	EC	T_min	T_max	NIE	B	RLF	SPD	R	WIR	RISK	PERIOD	CA	CDH18	RISK	PERIOD	Datum
01.04	C	2.5	9.5	3	J	87	1.2	1.0	1	0.0		6.0	0.0			01.04
02.04		9.5	18.0	0	N	63	6.5	0.0		0.0		13.8	0.0			02.04
03.04	E2	7.0	22.5	0	N	37	8.9	0.0		0.0		14.8	25.2		Blüte	03.04
04.04	F	7.8	20.3	0	N	52	7.1	0.0		0.0		14.0	37.2	n		04.04
05.04	F	3.5	23.0	0	N	36	8.0	0.0		0.0		13.3	65.4	n		05.04
06.04	F	9.3	16.5	0	N	60	5.5	0.0		0.0		12.9	43.6	n		06.04
07.04	F	10.0	17.5	0	N	59	6.5	0.0		0.0		13.8	21.8	n	B	07.04
08.04	F	4.3	11.5	0	N	42	2.0	0.0		0.0		7.9	0.0	n	i	08.04
09.04	F	-0.3	12.3	0	N	40	1.6	0.0		0.0		6.0	0.0	n	r	09.04
10.04	F	1.0	6.8	1	J	78	0.5	0.5		0.0		3.9	0.0	m	n	10.04
11.04	F	4.5	15.0	0	N	59	3.4	0.0		0.0		9.8	0.0	n	e	11.04
12.04	F	0.8	14.5	0	J	56	2.8	0.5		0.0		7.7	0.0	m		12.04
13.04	F	5.0	13.8	0	J	55	3.0	0.5		0.0		9.4	0.0	m		13.04
14.04	F	0.3	14.5	0	N	38	2.7	0.0		0.0		7.4	0.0	n		14.04
15.04	F	2.8	13.8	0	N	52	2.6	0.0		0.0		8.3	0.0	n		15.04
16.04	F	5.3	10.8	7	J	68	1.8	1.0	1	0.0		8.1	0.0	m		16.04
17.04	F	5.0	9.5	1	N	78	1.5	0.5		0.0		7.3	0.0	m		17.04
18.04	F	7.3	11.0	13	J	80	2.1	1.0	1	0.0		9.1	0.0	m		18.04
19.04	F	4.3	13.8	10	J	70	2.8	1.0	1	0.0		9.1	0.0	m		19.04
20.04	F	3.5	13.0	0	N	52	2.4	0.0		0.0		8.3	0.0	m		20.04
21.04	F	2.5	18.5	0	N	59	5.2	0.0		0.0		10.5	1.2	n		21.04
22.04	F	6.3	18.0	0	N	65	5.3	0.0		0.0		12.1	0.8	n		22.04
23.04	F	6.8	24.5	0	N	55	10.2	0.0	1	0.0		15.6	38.0	m		23.04
24.04	F	10.5	26.5	0	N	40	12.9	0.5	2	0.0	*	18.5	89.6	m		24.04
25.04	F	9.5	23.3	0	J	49	9.9	0.5	2	0.0	I*	16.4	119.6	I *		25.04 ← 1. Beh.
26.04	F	9.5	13.0	4	J	84	3.7	1.0	4	0.0	II*	11.3	79.7	m 0		26.04
27.04	F	9.3	11.3	13	J	92	2.6	1.0	1	0.0	III	10.3	39.9	m 0		27.04
28.04	F	6.5	15.8	0	J	69	4.4	0.5		1.0	-II	11.1	0.0	m 0		28.04
29.04	F	4.5	23.0	0	N	53	8.2	0.0		0.0	II	13.8	28.2	n 2		29.04
30.04	F	10.5	18.3	9	J	70	6.8	1.0	3	6.0	-I*	14.4	18.8	m 3		30.04
01.05	F	9.8	21.0	1	J	67	8.5	0.5	1	0.0	II	15.4	35.0	m 5		01.05
02.05	F	8.0	21.7	0	N	43	8.5	0.0		0.0	II	14.9	55.4	n 7		02.05
03.05		4.5	24.5	0	N	21	9.5	0.0		0.0	II	14.5	92.6	-		03.05
04.05		6.3	27.2	0	N	20	11.0	0.0		0.0	II	16.8	146.0		Nachblüte	04.05
05.05		6.5	29.7	0	N	23	12.5	0.0		0.5	-I	18.1	214.4			05.05 ← 2. Beh.
06.05		8.0	29.7	0	N	24	12.9	0.0		0.0	I	18.9	289.4			06.05
07.05		9.8	28.0	0	N	35	13.0	0.0		0.0	I	18.9	354.8			07.05
08.05		11.3	23.5	3	J	48	11.0	1.0	5	0.0	I*	17.4	354.8			08.05 ← 1. Sympt.
09.05		9.3	18.8	0	N	43	6.8	0.0		0.0	II	14.0	354.8			09.05 im fortge-
10.05		5.0	18.8	0	N	47	5.6	0.0		0.0	II	11.9	354.8			10.05 schrittenen
11.05		3.3	20.3	0	N	40	5.8	0.0		0.0	II	11.8	354.8			11.05 Stadium
12.05		9.0	17.7	0	N	58	6.1	0.0		0.0	II	13.4	354.8			12.05
13.05		6.8	11.5	19	J	76	2.5	1.0	3	0.0	* II	9.1	354.8			13.05
14.05		4.0	12.3	0	N	47	2.0	0.0		0.0	I II	8.1	354.8			14.05
15.05		1.0	19.0	0	N	37	4.8	0.0		0.0	I II	10.0	354.8			15.05

Sorte Packham's Triumph auf Quitte A Unterlage, 23 Jahre alt  
 unbehandelt 20 % infizierte Blütenbüschel (40/Baum)  
 behandelt 0,2% infizierte Blütenbüschel  
 Wirkungsgrad 99%

## Ergebnisse

Der technische Ablauf der Programmauswertung und Weitergabe der Information an die Obstbauern verlief problemlos. Als günstig erwies sich dabei, daß 2 Stellen, die Landesanstalt zentral und die Ämter vor Ort, die Berechnung durchführten. Einzelne Ausfälle im Computersystem oder in der Datenübertragung hatten so keine Versäumnisse bei der Warnung zur Folge.

1994 wurden landesweit während der Birnenblüte von keinem Modell potentielle Infektionstage angegeben (Tab. 2), so daß auch keine Behandlungsempfehlung gegeben wurde. Daß diese Einschätzung richtig war, zeigte sich daran, daß Blüteninfektionen an Birne ausblieben. Während der Apfelblüte vieler Sorten dagegen wurde von beiden Modellen landesweit an 3 Terminen Infektionsgefahr gemeldet. Behandlungen wurden unmittelbar vor oder zum Infektionstermin empfohlen. Im Mittelprüfungsversuch am Standort Karlsruhe

zeigten diese Behandlungen einen Wirkungsgrad von 97%. Auch in der Praxis blieben Blüteninfektionen in behandelten Beständen weitgehend aus. In unbehandelten Anlagen kam es dagegen zu teilweise schweren Schäden, so daß ca. 100 ha Apfelanlage gerodet werden mußten. Die 2. Behandlung war offenbar die entscheidende, wie das Befallsauftreten in nur zum ersten Termin behandelten Anlagen bzw. das Ausbleiben von Infektionen in zum 3. Termin nicht behandelten, aber zum 1. und 2. Termin behandelten Anlagen in der unmittelbaren Umgebung zeigte.

1995 gaben beide Modelle zur Vollblüte der Birne im nördlichen Landesteil Infektionsgefahr an. Es kam verbreitet zu Blüteninfektionen. Betroffen waren vor allem die großen landschaftsprägenden Streuobstbirnbäume. Im Mittelprüfungsversuch verhinderten Plantomycinspritzungen am Infektionstag die Infektionen zu 99% (Tab. 3).

**Tab. 4. Wetterdaten 1995 des Standorts Lauffen während der Apfelblüte und Auswertung nach Billing's Revised System und dem Maryblyt™-Modell. Ergebnis eines Mittelprüfungsversuchs (0,06% Plantomycin)**

Modell:		WETTER					BILLING					MARYBLYT				Datum
Datum	EC	T_min	T_max	NIE	B	RLF	SPD	R	WIR	RISK	PERIOD	CA	CDH18	RISK	PERIOD	Datum
20.04		2.8	11.5	0	N	51	1.9	0.0		0.0		7.2	0.0			20.04
21.04		2.8	17.7	0	N	58	4.6	0.0		0.0		10.3	0.0			21.04
22.04		6.3	17.0	0	N	66	4.7	0.0		0.0		11.6	0.0			22.04
23.04		5.5	25.3	0	N	41	9.9	0.0		0.0		15.4	0.0			23.04
24.04	E2	9.0	26.3	0	N	25	11.5	0.0		0.0		17.6	48.0		Blüte	24.04
25.04	F	9.8	20.5	0	N	53	8.5	0.0		0.0		15.1	61.2	n		25.04
26.04	F	9.8	15.8	1	J	74	5.3	0.5	1	0.0		12.8	40.8	m		26.04
27.04	F	9.3	10.8	10	J	85	2.6	1.0	3	0.0	*	10.1	20.4	m	A	27.04
28.04	F	6.0	14.2	0	J	71	3.2	0.5		0.0	I	10.1	0.0	m	p	28.04
29.04	F	4.3	20.5	0	J	59	6.7	0.5		0.0	I	12.4	13.2	m	f	29.04
30.04	F	9.0	17.7	0	N	65	6.1	0.0		0.0	I	13.4	8.8	n	e	30.04
01.05	F	8.3	21.0	0	N	61	7.8	0.0		0.0	I	14.6	25.0	n	l	01.05
02.05	F	5.0	20.3	0	N	41	6.3	0.0		0.0	I	12.6	37.0	n		02.05
03.05	F	4.0	24.2	0	N	27	8.6	0.0		0.0	I	14.1	72.4	n		03.05
04.05	F	4.5	25.3	0	N	27	9.5	0.0		0.0	I	14.9	114.4	m		03.05
05.05	F	6.5	27.0	0	N	27	11.4	0.5	2	0.0	I*	16.8	166.6	h	95%	05.05 ← 1. Beh.
06.05	F	8.3	28.8	0	N	31	12.6	0.5	2	0.0	II*	18.5	232.6	h	offene	06.05
07.05	F	9.5	26.7	0	N	41	12.5	0.5	2	0.0	III*	18.1	283.0	h	Blüten	07.05
08.05	F	13.5	23.5	3	J	47	12.4	1.0	5	6.0	--II*	18.5	316.6	I	*	08.05
09.05	F	7.5	16.0	0	J	47	4.7	0.5	2	3.5	*-II	11.8	316.6	h	0	09.05
10.05	F	3.5	15.8	0	N	44	3.7	0.0		0.0	I II	9.6	316.6	m	0	10.05
11.05	F	2.3	19.0	0	N	42	5.0	0.0		0.0	I II	10.6	316.6	m	0	11.05
12.05	F	6.8	17.0	0	N	61	5.0	0.0		0.0	I II	11.9	316.6	m	0	12.05
13.05	F	6.5	10.0	23	J	77	1.8	1.0	4	0.0	I* II	8.3	316.6	h	0	13.05
14.05		3.5	11.0	0	N	51	1.7	0.0		0.0	II II	7.3	211.1	0		14.05
15.05		1.0	18.8	0	N	28	4.8	0.0		0.0	II II	9.9	214.1	1		15.05
16.05		4.8	17.0	5	J	65	4.5	1.0	1	0.0	II II	10.9	142.7	1		16.05
17.05		10.2	17.5	9	J	62	6.5	1.0	2	4.0	II*-I	13.9	71.4	1		17.05
18.05		6.8	15.2	8	J	72	3.9	1.0	2	0.0	I* I	11.0	0.0	1		18.05
19.05		4.5	13.5	1	J	66	3.0	0.5		0.0	IIII	9.0	0.0	1		19.05
20.05		2.3	18.5	0	N	44	5.0	0.0		0.0	IIII	10.4	1.2	1		20.05
21.05		3.8	19.2	0	N	47	5.4	0.0		0.0	IIII	11.5	6.6	2		21.05
22.05		3.3	22.5	0	N	38	7.7	0.0		0.0	IIII	12.9	31.8	2		22.05
23.05		4.3	26.7	0	N	38	10.4	0.0		0.0	IIII-	15.5	82.2	3		23.05
24.05		9.3	28.8	0	N	34	13.0	0.0		0.0	IIII	19.0	154.2	4		24.05
25.05		15.0	30.5	0	N	37	15.8	0.0		0.0	-III	22.8	280.8	6		25.05
26.05		13.8	20.5	14	J	71	10.2	1.0	6	4.0	-II*	17.1	294.0	7		26.05
27.05		12.3	19.2	4	J	75	7.9	1.0	4	4.0	*-II	15.8	299.4	8		27.05
28.05		10.8	29.0	0	N	42	13.8	0.0		0.0	I II	19.9	382.8	9		28.05
29.05		12.0	22.2	0	J	67	10.0	0.5	2	3.5	I*--	17.1	382.8	-		29.05
30.05		12.5	17.3	12	J	81	7.0	1.0	5	6.0	-I*	14.9	382.8			30.05
31.05		12.0	15.0	0	J	82	5.3	0.5		0.0	II	13.5	382.8			31.05
01.06		9.8	12.3	15	J	92	3.2	1.0	3	0.0	II*	11.1	382.8			01.06
02.06		9.0	19.2	1	J	59	6.8	0.5	1	1.0	-II	14.1	382.8			02.06 ← 1. Sympt.
03.06		10.2	22.8	1	J	48	9.9	0.5	2	0.0	II*	16.5	382.8			03.06
04.06		11.5	19.5	5	J	68	8.6	1.0	4	6.0	*-II	15.5	382.8			04.06

Sorte Melrose auf M9, 10 Jahre alt  
 unbehandelt 6% infizierte Blütenbüschel (10/Baum)  
 behandelt 0,2% infizierte Blütenbüschel  
 Wirkungsgrad 97%



**Tab. 5. Wetterdaten von 1996 des Standorts Karlsruhe-Augustenberg während der Birnen- und Apfelblüte und Auswertung nach Billing's Revised System und dem Maryblyt™-Modell. Ergebnis eines Mittelprüfungsversuchs (Plantomycin 0,06%)**

Modell:		WETTER					BILLING					MARYBLYT				Datum
Datum	EC	T_min	T_max	NIE	B	RLF	SPD	R	WIR	RISK	PERIOD	CA	CDH18	RISK	PERIOD	Datum
10.04	C	1.6	16.7	0	N	50	3.9	0.0		0.0		9.2	0.0			10.04
11.04		7.5	12.8	2	J	75	3.2	0.5		0.0		10.1	0.0			11.04
12.04		1.5	7.9	3	J	85	0.7	1.0	1	0.0		4.7	0.0			12.04
13.04		1.3	11.0	0	N	45	1.3	0.0		0.0		6.2	0.0			13.04
14.04		-1.1	13.3	0	N	42	1.9	0.0		0.0		6.1	0.0			14.04
15.04		-1.7	16.6	0	N	26	3.6	0.0		0.0		7.5	0.0			15.04
16.04		-0.7	19.5	0	N	12	5.2	0.0		0.0		9.4	0.0			16.04
17.04		4.4	21.4	0	N	16	6.7	0.0		0.0		12.9	0.0			17.04
18.04		8.0	18.7	0	N	39	6.5	0.0		0.0		13.4	0.0			18.04
19.04		5.8	23.5	0	N	38	9.2	0.0		0.0		14.6	0.0			19.04
20.04	E2	6.1	27.6	0	N	22	11.5	0.0		0.0		16.9	55.8		Blüte	20.04
21.04	F	7.4	28.1	0	N	11	11.8	0.5	2	0.0	*	17.8	114.6	h	B -	21.04
22.04	F	9.7	27.6	0	N	18	13.0	0.5	2	0.0	I*	18.6	174.6	h	i A	22.04
23.04	F	11.9	21.5	0	J	42	10.0	0.5	2	0.0	II*	16.7	193.8	l *	r p	23.04 ←1. Beh.
24.04	F	8.3	17.4	1	J	59	5.2	0.5	2	6.0	-II*	12.9	129.2	h 0	n f	24.04
25.04	F	3.8	19.2	0	J	39	5.4	0.5		0.0	III	11.5	134.6	h 2	e e	25.04
26.04	F	3.7	22.3	0	J	30	7.3	0.5		0.0	III	13.0	158.6	h 3	l	26.04
27.04	F	3.8	22.6	0	J	31	8.0	0.5		1.0	-II	13.2	184.4	h 5		27.04
28.04	F	9.5	15.9	2	J	74	5.3	0.5	1	0.0	II	12.7	122.9	h 6		28.04
29.04	F	7.4	20.0	0	J	48	6.8	0.5		0.0	II	13.7	133.1	h 7		29.04 ←2. Beh.
30.04	F	7.8	18.4	0	N	51	5.8	0.0		0.0	II	13.1	133.7	m 8		30.04
01.05	F	5.6	21.2	19	J	46	7.2	1.0	4	5.0	--*	13.4	151.1	h -		01.05
02.05	F	8.1	19.9	12	J	54	7.1	1.0	4	0.0	* I	14.0	160.7	h		02.05
03.05	F	6.6	17.4	2	J	50	5.0	0.5	1	0.0	I I	12.0	107.2	m		03.05 ←3. Beh.
04.05	F	4.3	12.5	0	J	62	2.4	0.5		0.0	I I	8.4	53.6	m		04.05
05.05	F	1.8	17.5	0	N	48	4.4	0.0		0.0	I I	9.6	0.0	n		05.05
06.05	F	3.0	21.8	0	N	46	7.1	0.0		0.0	I I	12.4	21.0	n		06.05
07.05	F	7.8	22.5	0	N	51	9.2	0.0		0.0	I I	15.1	46.2	n		07.05
08.05	F	7.8	11.4	0	N	87	2.3	0.0		0.0	I I	9.6	30.8	n		08.05
09.05	F	5.9	8.7	0	N	80	1.3	0.0		0.0	I I	7.3	15.4	n		09.05
10.05	F	5.3	9.1	0	N	75	1.2	0.0		0.0	I I	7.2	0.0	n		10.05
11.05	F	7.1	13.9	0	N	71	3.4	0.0		0.0	I I	10.5	0.0	n		11.05
12.05	F	9.3	14.3	0	N	74	3.9	0.0		0.0	I I	11.8	0.0	n	----	12.05
13.05		8.8	10.8	1	J	83	2.6	0.5		0.0	I I	9.8	0.0			13.05
14.05		8.8	14.2	1	J	84	3.9	0.5		0.0	I I	11.5	0.0			14.05
15.05		7.1	13.0	4	J	95	2.9	1.0	1	0.0	I I	10.1	0.0			15.05
16.05		7.0	17.6	0	J	75	5.6	0.5		0.0	I I	12.3	0.0			16.05
17.05		10.5	26.7	6	J	48	12.9	1.0	5	0.0	I* I	18.6	54.0			17.05
18.05		10.8	17.7	18	J	81	6.8	1.0	6	1.5	II* -	14.3	36.0			18.05
19.05		9.8	22.5	23	J	67	9.9	1.0	6	1.5	-II*	16.1	61.2			19.05
20.05		7.8	21.0	0	J	44	7.8	0.5	1	1.0	-II	14.4	77.4			20.05
21.05		5.0	19.8	2	J	58	6.3	0.5	1	1.0	-I	12.4	86.4			21.05
22.05		6.5	18.5	0	J	53	6.2	0.5		0.0	I	12.5	87.6			22.05

Keine Blüteninfektionen

Gegen Blühende vieler Apfelsorten kam es erneut landesweit zu Infektionsgefahr. Behandlungen wurden für den 5./6. Mai empfohlen. Nur für spät blühende Anlagen, in denen seit der letzten Behandlung noch viele neue Blüten aufgegangen waren, wurde zusätzlich noch einmal am 9. Mai gewarnt. Die Behandlung am 5./6. Mai war die entscheidende, wie das Ergebnis des Versuchs, in dem nur an diesem Termin behandelt worden war, mit 97 % Wirkungsgrad zeigt. Anlagen, die ausschließlich am 9. Mai behandelt worden waren, wiesen starken Befall auf (Tab. 4).

In beiden Jahren waren die Obstbauern mit dem Ergebnis der Behandlung und der Terminierung durch den amtlichen Pflanzenschutzdienst sehr zufrieden.

1996 gaben in Nord- und Südbaden sowie Nordwürttemberg beide Modelle zu Blühbeginn früher Birnensorten (und sehr früher Apfelsorten) Infektionsgefahr an (Tab. 5). Es wurde gewarnt. Blüteninfektionen bei Birne blieben jedoch weitgehend aus. Während der Apfelblüte zeigte das Modell Billing am 1. und 2. Mai Infektionsgefahr mit einem WIR-Wert von 4 an. Beim Modell Maryblyt™

hatte die Temperatursumme den Schwellenwert überschritten. Die Durchschnittstemperatur näherte sich mit 13–14 °C der kritischen Grenze von 15,6 °C für die Möglichkeit von Infektionen („I“). Damit lag eine Grenzsituation vor, in der eine Infektion nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden konnte. Es wurden daher an 2 Terminen Behandlungen empfohlen. Blüteninfektionen beim Apfel blieben jedoch aus.

Anders sahen die Wetterverhältnisse am Bodensee aus (Daten nicht dargestellt). Dort blühten die Bäume später. Die Temperaturen lagen aufgrund von Föhnwetterlagen höher, so daß die Modelle eindeutig Infektionsgefahr angaben und an 3 Terminen während der Birnen- bzw. Apfelblüte gewarnt wurde. Es kam lokal zu Blüteninfektionen, insbesondere an Birnen.

Der Zeitpunkt des Sichtbarwerdens erster Symptome nach Maryblyt™ stimmte beim Apfel in den beiden Befallsjahren gut mit der Berechnung überein (Tab. 2 und 4). Die Symptome an Birne 1995 dagegen traten sehr viel früher auf als für Apfel berechnet (Tab. 3).

## Diskussion

In den Jahren 1994 und 1995 gaben an den entscheidenden Infektionsterminen sowohl das Billing's Revised System als auch das Modell Maryblyt<sup>TM</sup> deutlich Infektionsgefahr an (Tab 2, 3, 4). Das BRS berechnete darüber hinaus noch einige weitere Infektionstermine mit WIR-Werten von 3 am 30. 4. 1995 während der Birnenblüte und am 27. 4. 1995 während der Apfelblüte. An diesen Terminen kam es offensichtlich nicht zu Infektionen, da nicht durchgeführte Behandlungen keinen Befall zur Folge hatten. Auch 1996 wurden vom BRS am 1. und 2. Mai potentielle Infektionstage mit dem WIR-Wert von 4 angegeben, an denen es nicht zu Blüteninfektionen kam. Wie diese Beobachtungen zeigen, sind Tage mit Höchsttemperaturen von 20–22 °C mit starken Niederschlägen keine Blüteninfektionstage, wenn keine Wärmeperiode unmittelbar vorangegangen war. Die zahlreichen potentiellen Infektionstage nach dem Billing's Revised System (1992) können demnach dadurch eingegrenzt werden, daß nur dann gewarnt wird, wenn das Modell Maryblyt<sup>TM</sup> Infektionsgefahr angibt.

Nach Analyse vieler neuer Fallgeschichten von Feuerbrandblüteninfektionen kommt auch BILLING zu dieser Ansicht und erstellt ein neues Modell, das Billing's Integrated System 1995 (BIS 95, 1996), das das alte BRS ablöst. Die Witterungsbedingungen für Blüteninfektionen entsprechen in diesem Modell weitgehend denen von STEINER (Tab. 1, III). Über Steiners Modell hinausgehend sind jedoch auch sehr warme Tage mit  $T^{\max} > 27$  °C oder mit der Durchschnittstemperatur von 20 °C und mehr ohne einen Niederschlag oder Tau potentielle Infektionstage. Tage mit mittleren Temperaturen und hohen Niederschlägen sind nach BILLING (1996) nur dann Infektionstage, wenn reichlich Inokulum in der Umgebung vorhanden ist. Während der Blüte ist das in der Regel nicht der Fall, sondern erst nach der Blütezeit, wenn Befallsstellen vorhanden sind, die große Mengen infektiöser Bakterien in Form von Schleim abgeben. Die Unterschiede zwischen den beiden Grundmodellen sind damit zugunsten des Modells Maryblyt<sup>TM</sup> aufgehoben. Entsprechendes gilt für die vom BRS (1992) abgeleiteten Modelle (siehe Einleitung). Die Auswertung nach dem BRS (2. Spalte) wird daher durch die Auswertung nach dem BIS 95 in unserem Prognoseprogramm ersetzt werden.

Mit folgender Modellvorstellung erklärt das Modell Maryblyt<sup>TM</sup> die für eine Infektion notwendigen Witterungsabläufe. Von ihrem Überwinterungsort werden einzelne Feuerbranderreger im Frühjahr durch Wind, Regen oder Insekten auf die Blütenoberflächen gebracht. Folgen einige warme Tage mit Höchsttemperaturen von > 18 °C, vermehren sich die Erreger zunächst epiphytisch in der Blüte, speziell auf der auch bei Trockenheit ständig feuchten Narbenoberfläche, auf eine bestimmte Dichte. Der Anstieg der Wärmesumme spiegelt direkt den Anstieg der epiphytischen Bakterien-dichte wider. Gleichzeitig werden die Bakterienzellen durch blütenbesuchende Insekten bei warmem Wetter systematisch von Blüte zu Blüte verbreitet. Auf diese Wärmeperiode müssen dann Niederschläge folgen, die die Blüten benetzen. Ein nächtlicher Tau kann dafür schon ausreichen. Durch die Feuchtigkeit werden die hohen Bakterienpopulationen an die Nektarien am Blütenboden geschwemmt oder sie schwimmen im Wasserfilm aktiv dorthin. Dort dringen sie in das Blütengewebe ein, und die Infektion ist gesetzt (THOMSON, 1986).

Entscheidend für das Infektionsgeschehen während der Blüte ist also die Wärme. Die Feuchtigkeit ist zu dieser Jahreszeit in der Regel nicht der begrenzende Faktor. Im Gegensatz zu der kleinräumig oft sehr unterschiedlichen Niederschlagsverteilung sind die Wärmeverhältnisse für ein großes Gebiet relativ einheitlich. Daher ist auch bei einer begrenzten Anzahl von Wetterstationen eine Aussage für ein größeres Gebiet möglich.

1996 waren nach dem Modell Maryblyt<sup>TM</sup> die Bedingungen für eine Infektion knapp erreicht. Blüteninfektionen blieben jedoch aus.

Eine Möglichkeit, solche Witterungsbedingungen im Grenzbereich von Infektionsgefahr durch das Prognoseprogramm deutlicher als Zeiten ohne Infektionsgefahr bewerten zu lassen, besteht in einer veränderten Berechnung der Wärmesumme. Bislang wurde die ursprüngliche Maryblyt<sup>TM</sup>-Version (1990) für die Auswertung verwendet, in der die Wärmesumme ab Blühbeginn der gesamten Anlage gerechnet wird. In einer neuen Version (ab Version 4.2, 1994) wird die Wärmesumme nur während der Blühdauer einer einzelnen Blüte aufsummiert. Die Blühdauer einer einzelnen Blüte hängt wiederum von der Temperatur und der Pflanzenart ab. In der Praxis der Berechnung bedeutet das, daß die Wärmesumme innerhalb von ca. 3–4 Tagen erreicht sein muß. Wird diese Art der Berechnung für das Jahr 1996 angewendet, reduziert sich die Temperatursumme während der Apfelblüte deutlich und die Nichterfüllung der Infektionsbedingungen wird deutlicher (Abb. 1). An den Auswertungen der vergangenen Jahre ändert sich durch diese Form der Berechnung nichts. Sie wird daher in unseres Prognoseprogramm aufgenommen werden. Auch im Modell von SMITH (1996) muß sich eine Temperatursumme innerhalb der letzten 4 Tage vor einem Niederschlagsereignis erfüllt haben. Das BIS 95 (1996) allerdings rechnet die Temperatursumme ab Blühbeginn der gesamten Anlage.

Ein Maß für die zu erwartende Infektionsstärke ist nach VAN DER ZWET et al. (1994), SMITH (1996), BILLING (1996) und STEINER (1996) die Höhe der bei der Infektion erreichten Temperatursumme. Das entspricht der Tendenz nach auch unseren Erfahrungen. Betrag die Temperatursumme bei der Infektion 300 und mehr breitete sich der Feuerbrand besonders stark in bisher noch befallsfreie Gebiete aus (1993 landesweit, 1995 während der Apfelblüte im Bodenseegebiet). Aber auch wenn die Temperatursumme die Schwelle von 110 überschritt, kam es z. B. 1995 während der Birnenblüte zu mas-

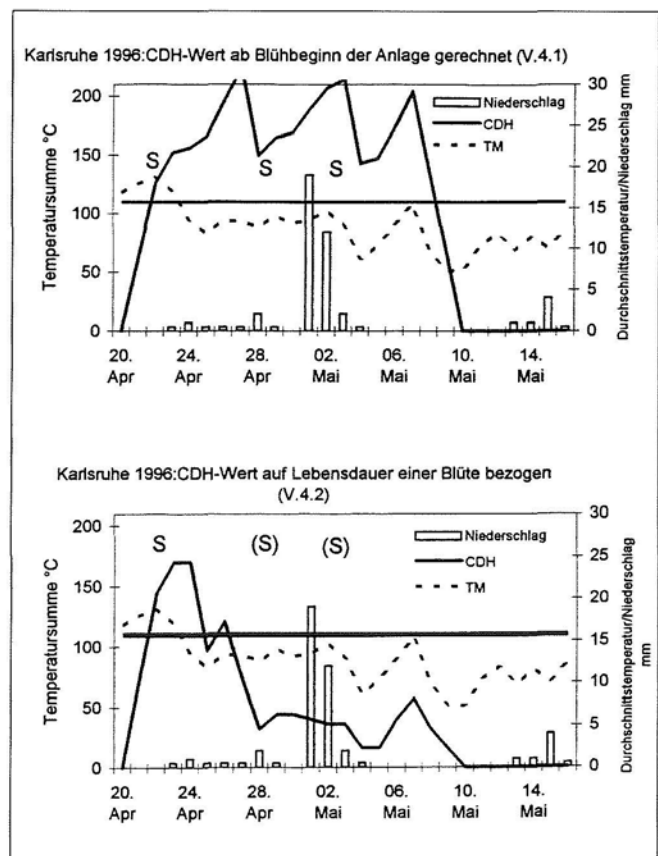


Abb. 1. Graphische Darstellung der Auswertung nach dem Maryblyt<sup>TM</sup>-Modell Version 4.1 und Version 4.2 des Standorts Karlsruhe 1996 während der Apfelblüte. CDH = aufsummierte Stundengrade über 18,3 °C, TM = Tagesdurchschnittstemperatur:  $(T^{\max} + T^{\min}) : 2$ .

siven Blüteninfektionen. Daher ist in jedem Fall eine Behandlung ab Überschreiten dieses Schwellenwerts zu empfehlen.

Auch wenn die Modelle eindeutig Blüteninfektionsgefahr anzeigen, können Blüteninfektionen ausbleiben, wie in Baden-Württemberg zur frühen Birnenblüte 1996 und in einzelnen Obstanlagen in den Jahren 1993–1995. Ähnliche Beobachtungen machen auch andere Autoren. (JONES, 1992; VAN DER ZWET et al; 1994). Um dieses Ausbleiben von Infektionen trotz günstiger Bedingungen erklären zu können, sind noch umfassendere Kenntnisse über die Epidemiologie des Feuerbrands notwendig. In Anbetracht des Schadpotentials der Feuerbrandkrankheit ist es für die Brauchbarkeit der Modelle jedoch wichtig, daß bisher niemals eine tatsächlich eingetretene massive Blüteninfektion von den Modellen nicht angezeigt worden wäre.

Die nach dem Modell Maryblyt<sup>TM</sup> berechnete Inkubationsperiode stimmte mit dem Auftreten erster Symptome in den Anlagen beim Apfel gut überein. Die Blüteninfektionen bei Birne dagegen wiesen eine deutlich kürzere Inkubationsperiode auf. Im Modell Billing (BIS, 1996) müssen nach Birnenblüteninfektionen die aufsummierten Tagesgrade über 13 °C (Durchschnittstemperatur) den Wert von 17 erreicht haben, beim Apfel dagegen 47. Wird in unserem Programm der Wert von 18 für die Berechnung der Inkubationsperiode der Birne eingefügt, stimmt die Berechnung mit der Beobachtung gut überein (Tab. 3).

Zusätzlich zu den Witterungsdaten wird in einigen Modellen versucht, das vorhandene Inokulumpotential bei der Bewertung der Infektionsgefahr zu berücksichtigen. In den Modellen „Firescreens“ (JACQUART-ROMON und PAULIN, 1991) und „Cougarblight“ (SMITH, 1996) werden der Vorjahresbefall in der Gegend bzw. Nachbarschaft oder Cankerbeobachtungen aus dem laufenden Jahr erfaßt und in die Berechnung der Infektionsgefahr miteinbezogen. Nach unseren Erfahrungen im Jahr 1995 sind solche Beobachtungen von begrenztem Wert für die Entscheidung, da es kaum möglich ist, versteckte Befallsherde visuell zu entdecken. Während der sehr günstigen Infektionsperiode 1995 in der Apfelblüte breitete sich der Feuerbrand im Bodenseegebiet unvorhersehbar in einzelne Anlagen aus, die noch als befallsfrei angesehen wurden, und verursachte große Schäden.

Eine andere Möglichkeit, das vorhandene Inokulum abzuschätzen, besteht darin, aus Anlagen Blütenproben zu entnehmen und sie auf epiphytischen Feuerbranderregerbesatz zu untersuchen. Dazu eignen sich klassische mikrobiologische Ausplattierungsverfahren oder molekularbiologische Schnelltests wie die PCR (BERGER et al., 1995). Abgesehen vom hohen Arbeitsaufwand und der Unmöglichkeit, landesweit alle in Frage kommenden Anlagen zu beproben, zeigte sich in unseren Untersuchungen, daß der Erreger erst dann nachweisbar war, wenn die Temperatursumme den Wert 300 überschritt. In Jahren, in denen nur der Schwellenwert von 110 überschritten war und es auch zu starken Infektionen kam (1994 während

der Apfelblüte und 1995 während der Birnenblüte), waren keine Erreger nachweisbar. Auch wenn Erreger gefunden wurden (1995 während der Apfelblüte), kam das Ergebnis bei wöchentlicher Probenahme selbst mit dem molekularbiologischen Schnelltest für eine Bekämpfungsentscheidung zu spät. Es bestätigte lediglich im Nachhinein die getroffene Entscheidung (MOLTMANN, 1995).

Das Prognoseprogramm wurde von Herrn M. MONGER, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart geschrieben. Die Mittelprüfungsversuche wurden von Herrn H.-G. MICHEL, Landesanstalt für Pflanzenschutz Stuttgart bzw. Herrn A. FRIED, Regierungspräsidium Karlsruhe durchgeführt.

## Literatur

- BERGER, F., S. BERESWILL, K. GEIDER und W. ZELLER, 1995: Diagnose des Feuerbrandregers (*Erwinia amylovora*) mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (PCR) und erste Ergebnisse zum Monitoring. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **47** (5), 105–108.
- BERGER, F., W. ZELLER, V. GUTSCHE und D. ROSSBERG, 1996: A new fire blight forecasting system with first results in Southwest Germany. Acta Horticulturae **411**, 155–161.
- BILLING, E., 1996: BIS 95, an improved approach to fire blight risk assessment. Acta Horticulturae **411**, 121–126.
- BILLING, E., 1992: Billing's revised system (BRS) for fireblight risk assessment. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin **22**, 1–102.
- JACQUART-ROMON, C. und J. P. PAULIN, 1991: A computerized warning system for fire blight control. Agronomie **11**, 511–519.
- JONES, A. L., 1992: Evaluation of the computer model Maryblyt for predicting fire blight blossom infection on apple in Michigan. Plant Dis. **76**, 344–347.
- MOLTMANN, E., 1996: Erfahrungen mit der Bekämpfung des Feuerbrands nach verschiedenen Prognosemodellen. Mitteilungen der Deutschen Phyto-medizinischen Gesellschaft **26** (1), 69.
- SCHOUTEN, H. J., 1987: A revision of Billing's Potential doublings table for fire blight prediction. Neth. J. Plant Pathology **93**, 55–60.
- SMITH, T. J., 1996: A risk assessment model for fire blight of apple and pear. Acta Horticulturae **411**, 97–104.
- STEINER, P. W., 1990: Predicting apple blossom infections by *Erwinia amylovora* using the Maryblyt model. Acta Horticulturae **273**, 139–148.
- STEINER, P. W., 1990: Predicting canker, shoot and trauma blight phases of apple fire blight epidemics using the Maryblyt model. Acta Horticulturae **273**, 149–158.
- STEINER, P. W. und G. W. LIGHTNER, 1996: Maryblyt<sup>TM</sup> 4.3 A predictive program for forecasting fire blight disease in apples and pears. Gempler's, Inc., Mt. Hebron, Wisconsin 53572, USA.
- THOMSON, S. V., 1986: The role of the stigma in fire blight infections. Phytopathology **76**, 476–482.
- VAN DER ZWET, T., A. R. BIGGS, R. HEFLEBOWER und G. W. LIGHTNER, 1994: Evaluation of the Maryblyt Computer model for predicting blossom blight on apple in West Virginia and Maryland. Plant Dis. **78**, 225–230.

Kontaktanschrift: Dr. Esther Moltmann, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Reinsburgstraße 107, D-70197 Stuttgart