

## „VitiMeteo Plasmopara“ – Prognosemodell zur Bekämpfung von *Plasmopara viticola* (Rebenperonospora) im Weinbau

Gottfried Bleyer · Hanns-Heinz Kassemeyer · Ronald Krause · Olivier Viret · Werner Siegfried

Eingegangen: 20 Juni 2008 / Angenommen: 9 Juli 2008 / Online veröffentlicht: 26 August 2008  
© Springer-Verlag 2008

**Zusammenfassung** Die Rebenperonospora (Erreger: *Plasmopara viticola*) ist die wirtschaftlich bedeutendste Reberkrankheit in humiden Weinanbaugebieten. Das computergestützte Modell „VitiMeteo Plasmopara“ berechnet mit Wetterdaten die wichtigsten Entwicklungsschritte im Lebenskreislauf der Rebenperonospora. Ein witterungsabhängiges Modell für den Blattzuwachs ergänzt das reine Prognosemodell für Rebenperonospora. „VitiMeteo Plasmopara“ wurde vom Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg gemeinsam mit den Schweizer Forschungsanstalten „Agroscope“ Wädenswil und Changins erstellt. Das System wird in der Schweiz und Baden-Württemberg seit 2003 auf breiter wissenschaftlicher Basis geprüft und in der Praxis angewendet. Mit „VitiMeteo Plasmopara“ werden die aktuellen Prognoseergebnisse im Internet zur Verfügung veröffentlicht. Derzeit wird die Prognose mit rund 100 Wetterstationen für ungefähr 42.000 ha Weinbau errechnet. Das Prognosemodell hat sich für Beratung und Praxis zu einem wertvollen Instrument entwickelt, um die großräumige Gefährdung besser einzuschätzen und

Behandlungen gegen die Rebenperonospora gezielter und sicherer durchzuführen.

„VitiMeteo Plasmopara“ wurde aufgrund der offenen Struktur der Datenbank „Agrometeo“ um die Experten-Softwaremodule „VitiMeteo Wachstum“, „VitiMeteo Insects“ und „VitiMeteo DataGraph“ erweitert. Die Module sind unter dem Begriff „VitiMeteo Suite“ zusammengefasst. Das offene System bietet die Möglichkeit, das Schema um weitere Krankheits- und Schädlingsmodelle oder ganz andere Modelle, wie beispielsweise Bewässerungsmodelle, zu erweitern.

**Schlüsselwörter** Rebenperonospora · *Plasmopara viticola* · „VitiMeteo Plasmopara“

**Forecasting model „VitiMeteo Plasmopara“ for downy mildew, caused by *Plasmopara viticola***

**Abstract** Downy mildew, caused by *Plasmopara viticola*, is the most important disease of European grapevine (*Vitis vinifera*) in humid climates. On the basis of weather data the forecasting model “VitiMeteoPlasmopara” calculates the most important steps of the life cycle of downy mildew. A growth model for the simulation of leaf development is integrated in the pure forecasting model for downy mildew. “VitiMeteoPlasmopara” was elaborated by the Swiss Research Station ACW, Changins-Wädenswil and the State Institute of Viticulture and Enology Freiburg in Germany. Since 2003 the system is scientifically tested in Switzerland and Baden-Württemberg and applied in practice. Once or twice a day, the actual results of the forecasting system are visualised on the Internet. “VitiMeteo Plasmopara” is used to forecast downy mildew in Switzerland and in the south of Germany (Baden Württemberg), comprising approx.

---

G. Bleyer (✉) · H.-H. Kassemeyer  
Staatliches Weinbauinstitut Freiburg,  
Merzhauserstr. 119, 79100 Freiburg, Germany  
E-Mail: gottfried.bleyer@wbi.bwl.de  
Tel.: +49-761-4016528

R. Krause  
Fa. Geosens,  
Gewerbestr. 17, 79285 Ebringen, Germany

O. Viret  
Agroscope RAC Changins,  
Postfach 1012, 1260 Nyon 1, Switzerland

W. Siegfried  
Agroscope FAW Wädenswil,  
Schloss, Postfach 185, 8820 Wädenswil, Switzerland

42,000 ha of grapevine (15,000 ha CH, 27,000 ha D), and about 100 weather stations located in the area. The forecasting system is widely used by both advisory service and growers. It has proven a very useful tool to estimate the epidemiological situation and it allows the definition of spray intervals in relation with the epidemics.

The open structure of the database allows the use and the integration of weather data into any other expert software moduls to forecast the development of other fungal diseases, pests or completely other models, for example irrigation models. “VitiMeteo Growth”, a vine growth model, “VitiMeteo Insects”, a model for pests and “VitiMeteo Data-Graph”, a software to analyze and present weather data, are already developed. The expert software moduls are summarized under designation “VitiMeteo Suite”.

**Keywords** Downy mildew · *Plasmopara viticola* · “VitiMeteo Plasmopara”

## Einleitung

Die Rebenperonospora (Erreger: *Plasmopara viticola*) ist eine der wirtschaftlich bedeutendsten Krankheiten der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) (Abb. 1, 2). Bei der Rebenperonospora wurden im Gegensatz zu anderen Krankheiten im Weinbau schon längere Zeit wichtige Witterungsparameter, die für die Entwicklung der Krankheit von Bedeutung sind, erarbeitet (Müller u. Sleumer 1934, Bläser 1978, Bläser u. Weltzien 1979). Mit diesen wissenschaftlichen Erkenntnissen wurden zwischen 1985 und 1990 erste Prognosemodelle entwickelt. Zuerst basierte die Prognose auf dem Einsatz von mechanischen Blattbenetzungsschreibern, danach wurden Kleinwetterstationen, wie beispielsweise der BIOMAT und HP 100 mit integrierter Software für die Prognose der Rebenperonospora entwickelt. Diese Kleinwetterstationen messen die Temperatur, relative Luftfeuchte, Niederschläge und Blattbenetzung. Die Wetterdaten werden im Gerät verrechnet und geben dann Auskunft über mögliche Infektionen, Sporulationen etc. Diese Informationen waren und sind eine wertvolle Hilfe bei der Terminierung von gezielten Behandlungen (Bleyer u. Huber 1996). Ein Nachteil dieser Systeme ist der relativ hohe Arbeitsaufwand bei der Betreuung der Wetterstationen. Ein gravierenderer Mangel ist die geringe Flexibilität dieser Stationen, d. h. die Software in diesen Kleinwetterstationen ist aus heutiger Sicht technisch überholt. Inzwischen ist die elektronische Erfassung von Wetterdaten und deren Verarbeitung mittels entsprechender Programme mit dem Personalcomputer zum Standard geworden. Gleichzeitig ist die Forschungsarbeit über die Biologie von *P. viticola*, wie auch die Arbeiten an besseren Bekämpfungsstrategien, in den vergangenen Jahren vorangeschritten. Um die Prognose der Rebenpe-



**Abb. 1** Massiver Traubenbefall und damit auch Ertragsverlust durch die Rebenperonospora



**Abb. 2** Blattsymptome in Form von Ölflecken

ronospora zu aktualisieren wurde ein vollständig neues Konzept erarbeitet, das es ermöglicht alle neuen, wichtigen Erkenntnisse der Beratung und Praxis schnell anzubieten.

## Neuere Erkenntnisse zur Biologie von *P. viticola*

Bis Mitte der neunziger Jahre ist man davon ausgegangen, dass Primär- bzw. Bodeninfektionen nur in einem kurzen Zeitraum im Frühjahr stattfinden. An einigen Forschungsinstitutionen wurde intensiv über die Bedingungen für Bodeninfektionen und ihre Bedeutung für die Epidemie gearbeitet. Die Studien von Hill (1997, 2003), Loskill (2002, 2004) und Gessler et al. (2002) zeigten, dass Bodeninfektionen bei entsprechender Witterung vom Austrieb bis weit in den Sommer möglich sind. Bodeninfektionen können maßgeblich die Ausbreitung der Rebenperonospora

während der ganzen Saison bestimmen. Weiterhin deuteten Untersuchungen von Viret (2002) daraufhin, dass für Bodeninfektionen nicht nur die Niederschlagshöhe, sondern auch Niederschlagsintensität von Bedeutung sein kann. Loskill et al. (2007) entwickelten ein eigenes Primärinfektionsmodell, das derzeit validiert wird. Hill (1989) untersuchte die Sporulation und konnte einen Zusammenhang zwischen der Stärke der Sporulation und der Temperatur belegen. Untersuchungen von Kast (1999) ergaben, dass die Sporenlebensdauer länger ist, als bisher angenommen. Unger et al. (2007) erarbeiteten neue Erkenntnisse zur Besiedelung des Wirtsgewebes von verschiedenen Genotypen durch *P. viticola*. Keil (2007) setzte sich mit epidemiologischen Aspekten von Infektionen durch *P. viticola* auseinander.

### „VitiMeteo Plasmopara“

Das Prognosesystem „VitiMeteo Plasmopara“ wurde mit der Zielsetzung entwickelt, der Beratung und Praxis ein neues Werkzeug für einen fortschrittlichen Rebschutz zu Verfügung zu stellen. Das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg hat in Kooperation mit den schweizer Forschungsanstalten „Agroscope“ Wädenswil und Changins das computergestützte Expertenmodell „VitiMeteo Plasmopara“ in den Jahren 2002 und 2003 entwickelt. Von der Firma Geosens (Ebringen, Deutschland) wurde das neue Konzept in eine Software umgesetzt. Die Basis bildet das bisherige Prognosemodell (Bleyer u. Huber 1996), das anhand von Wetterdaten Sporulationen und Infektionen berechnet. Die Sporenabsterberate wurde anhand neuer Untersuchungen (Kast 1999) angepasst. Ebenso sind die Berechnung der Bodeninfektionen und die Sporulationsintensität neu hinzugekommen. Auch andere, wesentliche Aspekte neuer biologischer Erkenntnisse wurden bei der Programmierung der neuen Software berücksichtigt. „VitiMeteo Plasmopara“ verarbeitet alle relevanten Witterungsparameter und gibt die Zeiträume an, in denen Infektionen, Sporulationen möglich sind und zeigt den Verlauf der Inkubationszeit auf. Die Eigentümer der Computersoftware sind im Gegensatz zu bisherigen Prognosemodellen die drei Forschungsanstalten. Die Software wird in regelmäßigen Abständen überarbeitet. Bei Bedarf werden aktuelle Forschungsergebnisse in das Modell zeitnah eingearbeitet, Berechnungen überprüft, die Darstellung der Ergebnisse optimiert und die Verbesserungswünsche der Nutzer des Systems berücksichtigt.

Die Experten-Software „VitiMeteo Plasmopara“ ermöglicht es die Schwellenwerte für die wichtigsten biologischen Entwicklungsschritte wie beispielsweise Bodeninfektionen, Sporulation, Sekundärinfektionen zu ändern. Gleichfalls können biologische Parameter für frei wählbare Zeiträume und diverse Wetterstationen kalkuliert werden. Somit sind

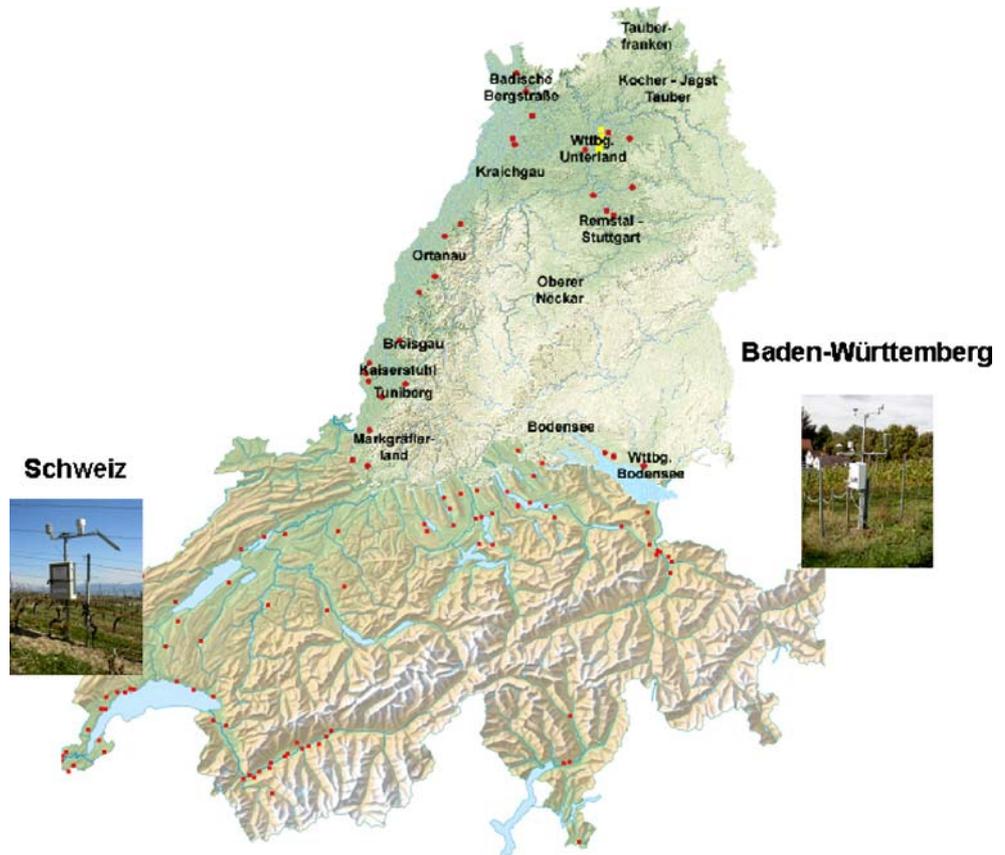
Modellrechnungen durchführbar, die es erlauben, die Prognose der Rebenperonospora permanent zu optimieren.

Der Kern des Systems ist die zentrale Wetterdatenbank „Agrometeo“. Derzeit können Daten von verschiedensten Wetterstationstypen, wie HP-100 (Fa. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH, Fellbach, Deutschland), Opus 200 (Fa. Lufft), Campbell (Fa. Campbell), Adcon (Fa. Adcon Telemetry GmbH, Klosterneuburg, Österreich) und AME16 (Fa. Hoffmann, Rauenberg, Deutschland) in die „Agrometeo“ eingelesen werden. Zukünftig wird es ohne allzu großen Aufwand möglich sein, andere Wetterstationstypen in das Messnetz einzubinden. Das Modell bezieht aus der Datenbank die erforderlichen Werte und berechnet automatisch zweimal täglich die Ergebnisse. Sie stehen der Beratung und der Praxis erstmals um 08:00 h zur Verfügung; um ca. 14:00 h erfolgt eine Aktualisierung der Berechnungen. Die Modellergebnisse sind im Internet auf der Homepage des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg (<http://www.wbi-Freiburg.de> (siehe VitiMeteo)) und der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW (<http://www.agrometeo.ch/>) abrufbar (Abb. 3).

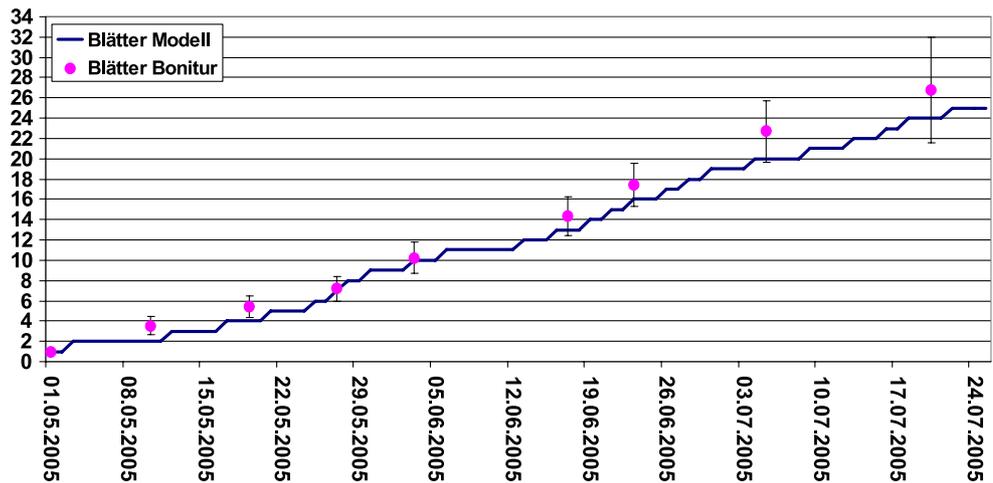
### Wachstumsmodelle in „VitiMeteo Plasmopara“

Daten über den Zeitraum der biologischen Wirksamkeit (Wirkungsdauer) von Fungiziden gegen Rebenperonospora sind für die Bestimmung von Behandlungsintervallen von entscheidender Bedeutung. Huber et al. (2002, 2003) haben zwischen den Jahren 1994 und 2002 umfangreiche Untersuchungen zum vorbeugenden (protektiven) Anteil der Wirkungsdauer eines Fungizides in Ertragsrebanlagen durchgeführt. Diese Studien zeigten, dass die Wirkungsdauer von Fungiziden in erster Linie durch den Zuwachs neuer, ungeschützter Blattfläche begrenzt ist. Deshalb wurde eine Methode benötigt, mit der sich das Wachstum der Rebe (Zuwachs) berechnen lässt. Damit kann indirekt die effektive Wirkungsdauer eines Fungizides in einer Rebanlage bestimmt werden. Bisher ging der Zuwachs als reiner Beobachtungswert in die Peronospora-Prognose ein. Bereits Anfang der neunziger Jahre beschrieb Schultz (1992) von der Forschungsanstalt Geisenheim ein Wachstumsmodell für die Rebsorte Riesling. Mit diesem Modell lassen sich Blattanzahl und Blattflächen je Haupttrieb anhand von Wetterdaten simulieren. Im Jahr 1999 wurde für die flächenmäßig bedeutenden Sorten Müller-Thurgau und Blauer Spätburgunder entsprechende Wachstumsmodelle erarbeitet (Schultz 2003). Die Modelle werden am Staatlichen Weinbauinstitut seit dem Jahr 2000 überprüft; sie zeigten eine gute Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Wachstum in der Rebanlage und erwiesen sich somit als brauchbares Werkzeug für den Rebschutz (Abb. 4). Mit Hilfe dieser Wachstumsmodelle wurden in

**Abb. 3** Rote und gelbe Punkte zeigen die Lage der Wetterstationen mit denen in der Schweiz und in Baden-Württemberg „VitiMeteo Plasmopara“ und „VitiMeteo Insects“ gerechnet wird



**Abb. 4** Validierung des Wachstumsmodells; Grafik mit Simulationsergebnissen; Freiburg, Rebsorte Müller-Thurgau, 2005



den Jahren 2000 bis 2003 so genannte „Zuwachsversuche“ durchgeführt. Die Resultate der Freilandversuche deuten daraufhin, dass auch bei hohem Infektionsdruck zwischen zwei Behandlungen ein Zuwachs von zwei bis drei Blättern bzw. 300 bis 400 cm<sup>2</sup> Blattfläche/Haupttrieb ohne Risiko toleriert werden kann (Bleyer et al. 2003). In Zusammenarbeit mit der Forschungsanstalt Geisenheim,

den schweizer Forschungsanstalten „Agroscope“ Wädenswil und Changins sowie dem Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg wurde das Wachstumsmodell „VitiMeteo Wachstum“ von der Firma Geosens als eigenständige Software programmiert. Die Ergebnisse der Wachstumssimulation sind als wichtige Information in „VitiMeteo Plasmopara“ integriert.



• *Sporulation*

Im Jahr 2005 wurden an Ölflecken im Freiland die Sporulationen an 35 aufeinanderfolgenden Tagen bonitiert. Der Vergleich zwischen Modell und den Boniturergebnissen ergab eine zufriedenstellende Übereinstimmung.

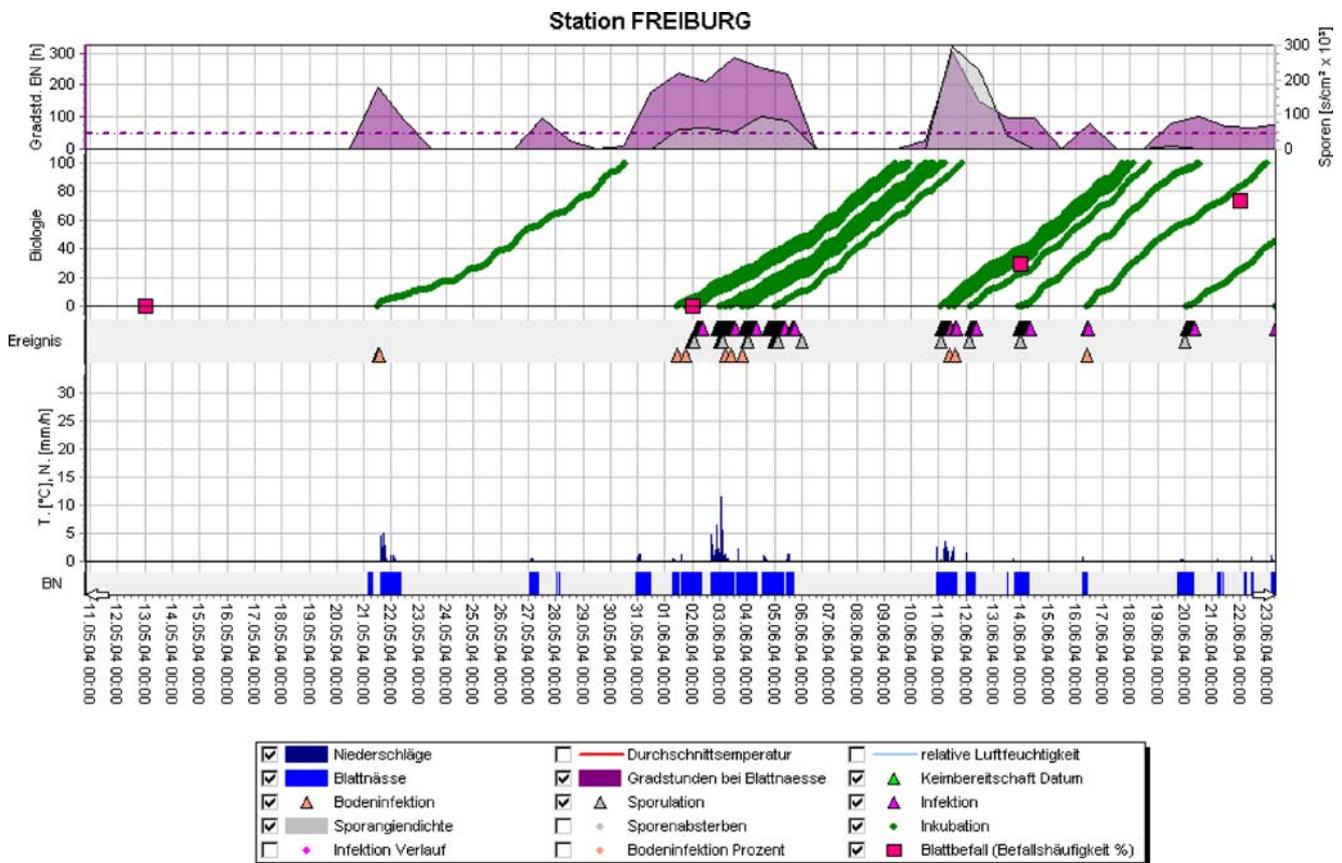
• *Infektion*

In Abb. 6 ist ein Vergleich zwischen der Ausbreitung der Rebenperonospora an Blättern in den unbehandelten Kontrollvarianten und den Modellberechnungen von „VitiMeteo Plasmopara“ dargestellt. Die Varianten wurden am 13. Mai 2004 künstlich infiziert, um einen gleichmäßigen Infektionsdruck zu erzeugen. Am 2. Juni waren außer den infizierten Blättern keine zusätzlichen Infektionen zu finden. Am 14. Juni stieg der Befall jedoch sprunghaft von 0 auf ca. 30% an, was auf die Regenfälle vom 2. bis 5. Juni zurückzuführen ist (Gobbin et al. 2007). Das Modell zeigte in dieser Phase permanent Infektionsbedingungen. Der nächste Befallsanstieg von ca. 30 auf ca. 80% ist mit den Niederschlägen am 11. und 12. Juni erklärbar; auch an diesen beiden Tagen berechnete das Modell permanent Infektionen. Die Boniturergebnisse belegen in diesem Zeitabschnitt eine gute Übereinstimmung zwischen

Modell und Wirklichkeit. In den Jahren 2005, 2006 und 2007 wurde die Ausbreitung der Rebenperonospora an den Blättern in den unbehandelten Kontrollparzellen mit den Modellberechnungen verglichen. In der Regel simulierte „VitiMeteo Plasmopara“ die epidemiologisch wichtigsten Infektionen sehr gut.

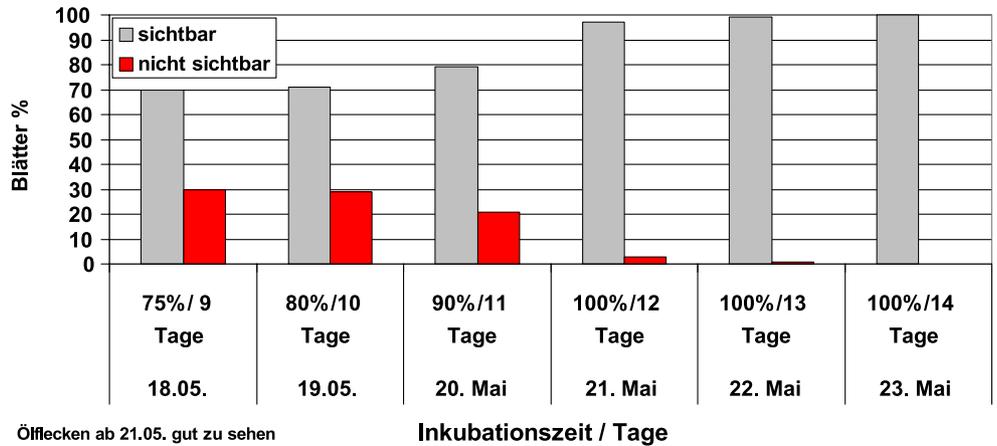
• *Inkubationszeit*

Im Jahr 2005 wurde die Berechnung der Inkubationszeit mit zwei Versuchen im Mai und im Juni mit drei bzw. zwei Rebsorten an Ertragsreben überprüft. Eine große Anzahl von Rebblättern wurde künstlich infiziert und gegen Inkubationsende auf Erscheinen der Symptome (Ölflecken) bonitiert. In den Abb. 7 und 8 sind einige Ergebnisse dieser Untersuchungen dargestellt. Die Resultate deuten daraufhin, dass sich die Symptome bei relativ langen Inkubationszeiten (> 10 Tage) und bei physiologisch jungen Blättern schon ab ca. 70% Inkubationszeit ausprägen (Abb. 7). Bei relativ kurzen Inkubationszeiten (< 7 Tage) und bei physiologisch alten Blättern sind die Symptome erst ab ca. 90% Inkubationszeit zu sehen (Abb. 8). Nach den vorliegenden Resultaten berechnet „VitiMeteo Plasmopara“ den Verlauf der Inkubationszeit sehr genau.

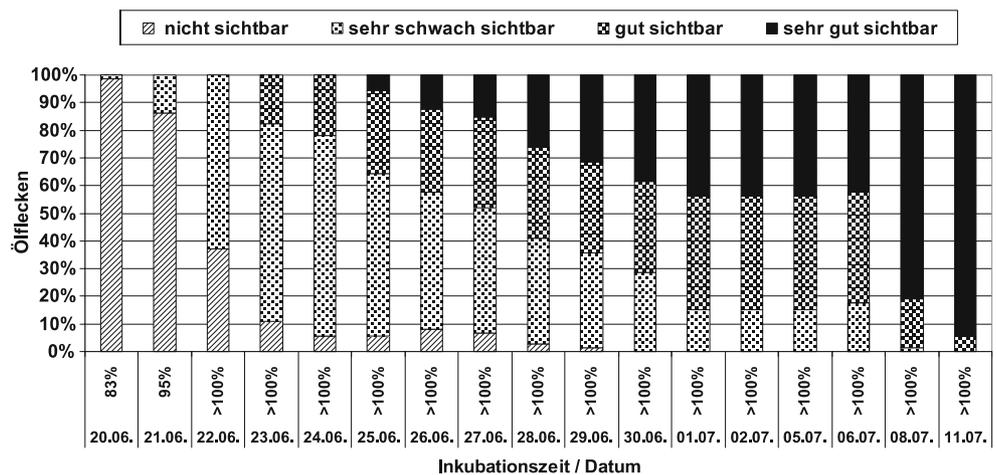


**Abb. 6** Validierung „VM Plasmopara“: Infektionen; Vergleich von Bonituren mit Simulationsergebnissen aus dem Jahr 2004

**Abb. 7** Validierung der Inkubationszeit mit „VM Plasmopara“; *Plasmopara viticola*: Inkubationszeit und Symptome (Ölflecken)  $n = 100$ ; Freiburg, Schlierberg, Blauer Spätburgunder, künstliche Infektion am 9. Mai 2005



**Abb. 8** Validierung der Inkubationszeit mit „VM Plasmopara“; *Plasmopara viticola*: Inkubationszeit und Symptome (Ölflecken)  $n = 73$ ; Freiburg, Lorettohöhe, Müller-Thurgau, künstliche Infektion 15. Juni 2005



„VitiMeteo Meteo“ wird seit der Vegetationsperiode 2007 auch in Obertalien von dem Südtiroler Beratungsring für Obst und Weinbau in Südtirol und von den Produktionsberatern der „Cantina Mezzocorona“ im Trentino und Sizilien validiert. „VitiMeteo Plasmopara“ wird dort als wertvolles Entscheidungs- und Beratungsinstrument angewandt (Unich u. Varner 2008).

**Fachliche Interpretation der Daten erforderlich**

Ab der Vegetationsperiode 2007 erfolgte die Zusammenstellung der wichtigsten erfassten Daten in der „Risikografik“ (Abb. 9). Die Wetterdaten sind im oberen Teil, das Infektionsrisiko im mittleren und das Rebwachstum im unteren Bereich dargestellt. In der Abb. 9 sind die Einzelheiten nochmals ausführlich erklärt. Die Grafik erlaubt eine fachliche Einschätzung der Gefährdung durch die Rebenperonospora. Das so genannte „PeroRisiko“, soll eine Maßzahl für die Infektionsstärke sein und wird

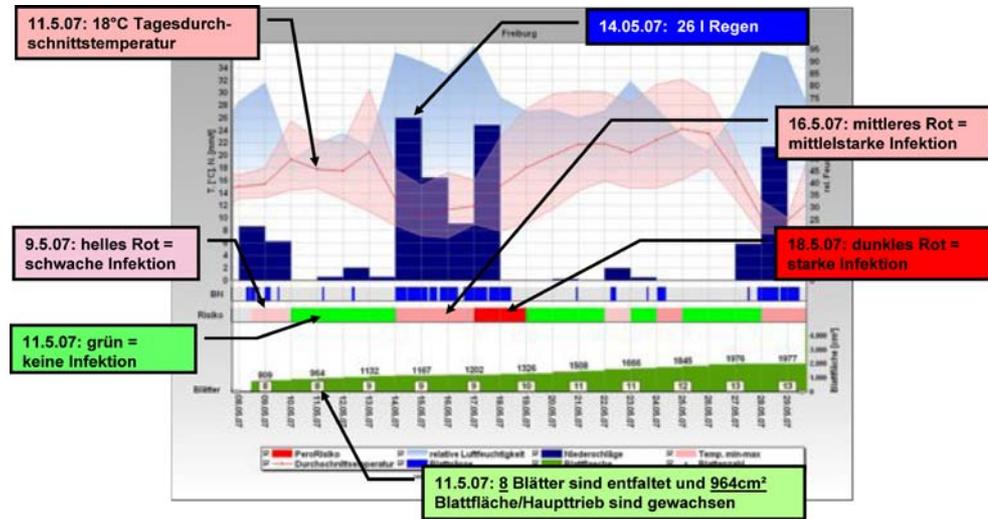
derzeit in Abhängigkeit von den Werten „Gradstunden bei Blattnässe“ in drei Farbskalen angegeben:

1. helles Rot – schwache Infektion = Werte zwischen 50 bis 100,
2. mittleres Rot – mittlere Infektion = Werte zwischen 100 bis 200,
3. dunkles Rot – starke Infektion = Werte größer 200.

Diese Einteilung basiert auf Versuchsergebnissen (Keil 2007) und langjährigen Erfahrungen; sie soll eine Hilfestellung zur Beurteilung der Situation geben.

Bekanntermaßen spielt neben der Blattbenetzungsdauer die Niederschlagshöhe und -intensität für die Infektionsstärke eine große Rolle. In den vergangenen Jahren wurde die Infektionsstärke eingehender untersucht. Die bisherigen Ergebnisse lassen jedoch noch keine eindeutigen Schlüsse hinsichtlich der Bedeutung der Niederschlagshöhe und -intensität zu (Keil 2007). Es ist weiterhin sehr wichtig die Erfahrungen aus der Beratung und Praxis mit den Forschungseinrichtungen auszutauschen. Beispielsweise verursachten im Jahr 2007 in einer Region Badens sehr

**Abb. 9** Risikografik – Rebenperonospora: Wetterdaten, Infektionsrisiko und Rebwachstum (Tageswerte)



**Abb. 10** Prognose der Rebenperonospora in detaillierter Übersichtstabelle

Station: Freiburg, 01.01.2007 - 31.08.2007  
Erstellt: 07.01.2008 10:23:34  
Wetterdaten bis: 31.08.2007 16:20

Kernbereitschaft: 16.04.2007  
Austrieb: 17.04.2007

Wachstum angegeben für: Mueller-Thurgau pro Haupttrieb (ohne Geiztriebe)

| Datum | Sporangien-dichte | Inkubation % Ende | Temperatur °C |      |      | Niederschlag mm | Blattnässe Gradstunden bei Zahl | Wachstum Blattfläche cm² | Bemerkungen |
|-------|-------------------|-------------------|---------------|------|------|-----------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
|       |                   |                   | Min           | Ø    | Max  |                 |                                 |                          |             |
| 24.05 | x 300             | 100% 31.05        | 14,7          | 22,4 | 31,3 | 6               | 101                             | 12 1766                  |             |
| 25.05 |                   |                   | 16,2          | 24,3 | 32,1 |                 |                                 | 12 1845                  |             |
|       |                   |                   | 18,3          | 23,5 | 29,7 |                 |                                 | 13 1939                  |             |
|       |                   |                   | 13,0          | 17,3 | 21,1 | 5,8             | 5                               | 50 13 1976               |             |
|       | x 83              | 100% 05.06        | 7,5           | 10,1 | 12,8 | 21,3            | 22                              | 189 13 1977              |             |
|       |                   | 100% 06.06        | 7,4           | 9,5  | 10,1 | 2,5             | 11                              | 156 13 1977              |             |
|       |                   |                   | 5,3           | 13,4 | 21,9 |                 |                                 | 13 1995                  |             |
|       |                   | 100% 06.06        | 9,5           | 15,5 | 24,3 | 5,8             | 8                               | 58 13 2027               |             |
| 01.06 | x 77              | 100% 07.06        | 10,6          | 12,9 | 16,3 | 12,4            | 22                              | 250 13 2043              |             |
| 02.06 | x 18              | 100% 08.06        | 11,9          | 14,8 | 22,6 | 1,0             | 24                              | 424 14 2094              |             |
| 03.06 | x 96              | 100% 08.06        | 9,8           | 17,4 | 25,1 |                 | 11                              | 553 14 2129              |             |

**Am 16.04. Oosporen keimbereit am 16.04. Temperatursumme > 8° C = 160°. Austrieb: Stad. 11 (BBCH) = Start Rebenwachstumsmodell**

**Am 1.6. waren die Blätter 22 Std. nass. Die Blattnässe-Gradstunden betragen 250. Infektionsbedingungen sind erfüllt bei Gradstunden > 50° Std.**

**Sporulationsbedingung am 24.5. erfüllt. Ölflecken sporulieren mit einer Dichte von 300 000 Sporangien/cm² (angegebene Zahl x 1000) Max. = 300 000 Sporangien/cm²**

**Am 1.6. starke Sekundärinfektion = III Die Inkubationszeit ist am 7.6. abgeschlossen**

**Wenn Blätter über die Tagesgrenzen nass sind, werden die Gradstunden über die Tagesgrenze aufsummiert**

**Am 3.6. sind 14 Blätter entfaltet und 2129 cm² Blattfläche pro Haupttrieb sind gewachsen**

hohe Niederschläge, teilweise verbunden mit Hagelschlag, massive Infektionen. Anhand der „Risikografik“ war die gefährliche Situation Anfang Juni 2007 (ca. 50 mm Regen) sehr gut zu erkennen. Mit dem richtigen Einsatz von kurativen Fungiziden wurden größere Schäden vermieden. Die Anwendung von vorbeugenden Präparaten hatte sich in diesem Fall als falsch erwiesen. Dieses Beispiel, aber auch die praktische Nutzung der Modelle im Allgemeinen zeigen, dass die Ergebnisse fundiert interpretiert werden müssen.

Die Abb. 10 fasst die Informationen zu einem bestimmten Standort sehr detailliert in Form einer Übersichtstabelle zusammen. Außer den Angaben zu den Witterungsbedingungen (Temperatur, Niederschläge, Blattbenetzungsdauer) findet man Informationen zu den Infektionszeitpunkten, den Inkubationsverläufen und den Sporulationen. In den

beiden Spalten ganz rechts ist die Anzahl gebildeter Blätter und die durchschnittliche Blattfläche in cm<sup>2</sup> eines Rebentriebs dargestellt. Die Tabelle kann als PDF-file ausgedruckt und für innerbetriebliche Aufzeichnungen genutzt werden.

Wichtige ergänzende Kriterien für gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen sind neben der aktuellen Einschätzung der Befallssituation vor Ort, die langjährige Erfahrung hinsichtlich des Gefährdungspotentials von bestimmten Reblagen, eine möglichst sichere Wetterprognose und optimale Bekämpfungsstrategien (Bleyer et al. 2003).

Es sind zwar Fortschritte in der Prognose erzielt worden, jedoch gibt es noch immer Wissenslücken in der Lebensweise der Rebenperonospora. Besonders der Reifeverlauf, das Potential der gebildeten Wintersporen und deren Auswirkung auf die erste Bodeninfektion, ist noch zu we-

nig erforscht. Auch ist der Kenntnisstand hinsichtlich Infektionsstärke bei Weitem nicht zufriedenstellend. Bisher ist im Detail nicht klar, welche Witterungsbedingungen schwache, mittlere und starke Infektionen verursachen. Eine genauere Einschätzung der Infektionsstärke würde einen gezielteren Einsatz von Fungiziden ermöglichen und in manchen Fällen auch Behandlungen einsparen.

**Erweiterungsmöglichkeiten – „VitiMeteo Suite“**

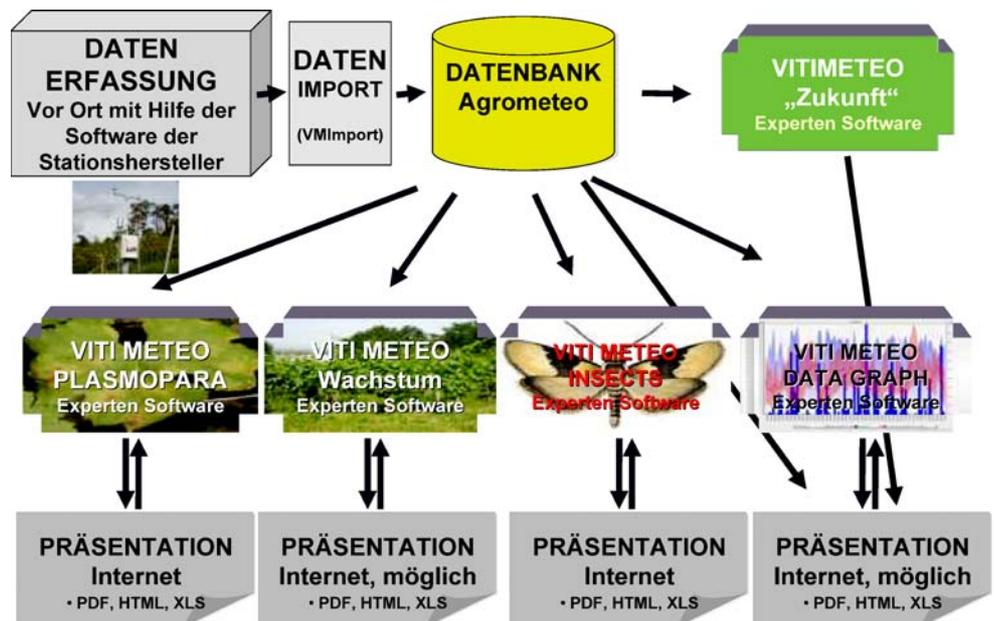
Die Vorzüge des neuen Konzeptes sind vielfältig. Ein sehr wichtiger Aspekt besteht darin, dass die Weiterentwicklung der verfügbaren Modelle und die Umsetzung in Software in den Händen der drei Forschungsinstitute liegt und nicht von den Herstellern der Wetterstationen abhängt. Abbildung 11 präsentiert das Schema, wie es in Freiburg und in der Schweiz realisiert ist. Der Kern des offenen Systems ist die Datenbank „Agrometeo“. Aus dieser Datenbank beziehen die Modelle die Wetterdaten. Bisher sind die Experten-Softwaremodule, „VitiMeteo Plasmopara“, „VitiMeteo Wachstum“, „VitiMeteo Insects“ und „VitiMeteo DataGraph“ bereits programmiert. „VitiMeteo Insects“ ist ein Computerprogramm, das die Simulation der Entwicklung von Insekten und anderen tierischen Schaderregern ermöglicht. Mit dem Programm „VitiMeteo Insects“ werden mit den Witterungsdaten aus der Datenbank einerseits Expertenberechnungen durchgeführt und andererseits bestimmte Ergebnisse via Internet veröffentlicht: [www.wbi-Freiburg.de](http://www.wbi-Freiburg.de) VitiMeteo, VitiMeteo Insects anklicken. Die erste praktische Anwendung des Programms ist die Berechnung des Flugbeginns der Traubenwickler.

In Baden-Württemberg wird zur Bekämpfung der beiden Traubenwicklerarten auf derzeit ca. 54% der Rebfläche das nützlichsschonende Verwirrverfahren (Konfusionsverfahren) angewandt. Für eine erfolgreiche Bekämpfung müssen vor Beginn des Mottenfluges die Kapseln (Dispenser) mit den artspezifischen Duftstoffen (Pheromonen) in den Weinbergen ausgebracht werden. „VitiMeteo DataGraph“ ist eine umfangreiche Software um Wetterdaten zu präsentieren, zu verwalten und zu kontrollieren.

Die Vorteile des neuen, offenen Konzeptes liegen auf der Hand:

- Bedarf der Nutzer der Systeme z. B. Wissenschaftler, Berater und Praxis lässt sich durch entsprechende Kommunikation berücksichtigen.
- Andere Modelle (z. B. Krankheiten, Schädlinge, Bestandsführung) sowie neue biologische Erkenntnisse (z. B. Rebenperonospora), die auf Witterungsdaten basieren, lassen sich integrieren.
- Kontinuität für die Beratung ist gewährleistet.
- Einbindung von Wetterstationen verschiedener Hersteller ist möglich.
- Nutzung anderweitig erfasster Wetterdaten ist möglich.
- Nutzerkreis durch diverse moderne Verteilmechanismen ist erweiterungsfähig (Internet, Intranet, LAN, WAN, E-Mail, ...).
- Weiterentwicklung von Modellen und die Umsetzung in Software ist nicht vom kommerziellen Erfolg (z. B. Verkauf von Wetterstationen) abhängig.
- Im wissenschaftlichen Betrieb lassen sich „Was-Wäre-Wenn“-Szenarien für die Optimierung der Modelle rechnen.

**Abb. 11** VitiMeteo Suite: „VitiMeteo Plasmopara“, „VitiMeteo Wachstum“, „VitiMeteo Insects“ und „VitiMeteo Data Graph“. Schema, wie Wetterdaten erfasst, verarbeitet und dann dem Nutzer als berechnete Modelle bereitgestellt werden



Das Prognosesystem „VitiMeteoSuite“ ist in hohem Maße zukunfts-fähig, da Forschungsergebnisse und Praxisanforderungen zeitnah umgesetzt werden können.

**Danksagung** Herrn Prof. H.-R. Schultz danken wir für seinen Beitrag mit dem Wachstumsmodell „VitiMeteo Wachstum“. Dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg, insbesondere Herrn G. Maier danken wir für die Bereitstellung von Wetterdaten.

## Literatur

- Bläser M (1978) Untersuchung zur Epidemiologie des Falschen Mehltaus an Weinreben, *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt. ex de Bary) Berl. & de Toni. Dissertation. Universität Bonn
- Bläser M, Weltzien HC (1979) Epidemiologische Studien an *Plasmopara viticola* zur Verbesserung der Spritzterminbestimmung. Z Pflkran Pflschutz 86(8):489–498
- Bleyer G, Huber B (1996) Bekämpfung der Peronospora nach dem Freiburger Prognosemodell. Deutsch Weinbau-Jahrb 47:101–112
- Bleyer G, Huber B, Steinmetz V, Kassemeyer H-H (2003) Growth models, a tool to define spray intervals against downy mildew (*Plasmopara viticola*). IOBC/wprs Bull 26(8):7–12
- Gessler C, Rombou A, Jermini M, Gobbin D (2002) Oosporic infections versus asexual reproduction in *Plasmopara viticola* epidemics: practical consequences. Proceedings of the 4th International Workshop on Powdery and Downy Mildew in Grapevine, Napa, California, 30.9.–4.10.2002, S 16
- Gobbin D, Bleyer G, Keil S, Kassemeyer H-H, Gessler C (2007) Evidence for sporangial dispersal leading to a single infection event and a sudden high incidence of grapevine downy mildew. Plant Path 56:843–847
- Keil S (2007) Epidemiologische Aspekte der Falschen Mehltauinfektion durch *Plasmopara viticola* an *Vitis*. Dissertation. Universität Hohenheim
- Hill GK (1989) Effect of temperature on sporulation efficiency of oilspots caused by *Plasmopara viticola* Berk. & Curt. ex de Bary, Berl. & de Toni in vineyards. Wein-Wissensch 44:86–90
- Hill GK (1997) Peronospora: Dem Rätsel der Primärinfektion auf der Spur. Deutsch Weinbau-Jahrb 48:123–131
- Hill GK (2003) Peronospora: Wer schlägt zu? Winter- oder Sommer-sporen? Dtsch Weinm 12:11–15
- Huber B, Bleyer G, Kassemeyer H-H, Büche C (2002) Studies on the effective period of protective fungicides against downy mildew (*P. viticola*). Proceedings of the 4th International Workshop on Powdery and Downy Mildew in Grapevine, Napa, California, 30.9.–4.10.2002, S 29–30
- Huber B, Bleyer G, Gesiot M (2003) Neue Entwicklungen bei der Bekämpfung des Falschen Rebenmehltaus. Schweiz Z Obst-Weinbau 9:6–10
- Kast WK, Stark-Urnau M (1999) Survival of sporangia from *Plasmopara viticola*, the downy mildew of grapevine. Vitis 38(4):185–186
- Loskill B, Hoppmann D, Berkelmann-Löhnertz B (2002) Epidemiological studies on soilborne infections of downy mildew. Proceedings of the 4th International Workshop on Powdery and Downy Mildew in Grapevine, Napa, California, 30.9.–4.10.2002, S 9
- Loskill B (2004) Untersuchungen zur Epidemiologie von *Plasmopara viticola* (Berk.& Curt.) Berl. & De Toni auf der Basis serologischer und genetischer Studien. Dissertation. Universität Göttingen
- Loskill B, Kuczera A, Wittich KP, Braden H, Frühauf C, Gollmer KU, Forster M, Berkelmann-Löhnertz B (2007) Neue Wege bei der Peronospora-Prognose – Mehr Licht in das Dunkel der Primärinfektion. Deutsch Weinbau-Jahrb 58:76–81
- Müller K, Sleumer M (1934): Biologische Untersuchungen über die Peronosporakrankheit des Weinstockes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bekämpfung nach Inkubationszeitmethode. Landwirtschaftl Jahrb 79:502–573
- Schultz HR (1992) An empirical model for the simulation of leaf appearance and leaf development of primary shoots of several grapevine (*Vitis vinifera* L.) canopy-systems. Scientia Hort 52:179–200
- Schultz HR (2003) Wachstumsmodell der Rebe: Jetzt wächst die Rebe am Bildschirm. Dtsch Weinm 10:28–31
- Siegfried W, Viret O, Sacchelli M (2007) Die Kaskaden des Falschen Rebenmehltaus. Schweiz Z Obst-Weinbau 8
- Unger S, Büche C, Boso S, Kassemeyer H-H (2007) The course of colonization of two different genotypes by *Plasmopara viticola* indicates compatible and incompatible host-pathogen-interactions. Phytopath 97:780–786
- Unich M, Varner M (2008) Mündliche Mitteilungen
- Viret O, Bloesch B (2002) Observation on germination of oospores and primary infection of *Plasmopara viticola* (Berk & Curt.) Berl. & De Toni under field conditions in Switzerland. Proceedings of the 4th International Workshop on Powdery and Downy Mildew in Grapevine, Napa, California, 30.9.–4.10.2002, S 10