**Forschungsring des Deutschen Weinbaus**
**bei der DLG e.V.**

# JAHRESBERICHT 2009

(Kurzfassungen)

herausgegeben
von der DLG e.V.
Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft
Frankfurt am Main

Inhaltsverzeichnis Seite:

Vorworte 8

Mitglieder des Forschungsausschusses 10

Arbeitskreis: Bodenkunde und Rebenernährung

*Kristina Bachteler und Dr. Monika Riedel* 11
*Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Rebenernährung und Bodenkunde*
Einfluss der Kalium-, Magnesium- und Wasserversorgung sowie der Temperatur auf Traubenwelke

## Arbeitskreis: Rebenzüchtung

*Dr. Götz M. Reustle, Dr. Günther Buchholz, RLP AgroScience GmbH* 18
*AlPlanta - Institut für Pflanzenforschung*
Evaluierung der Virusresistenz gentechisch veränderter Unterlagsreben

*Florian Schwander, Rudolf Eibach, Eva Zyprian und Reinhard Töpfer,* 21
*Julius-Kühn-Institut, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen*
Entwicklung von molekularen Markern für Resistenzeigenschaften aus der asiatischen Wildrebe *Vitis amurensis* gegenüber dem Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola)*

*Oliver Bitz, Jürgen Fröhlich, Ernst Rühl* 25
*Forschungsanstalt Geisenheim, Von-Lade-Straße 1, D-65366 GEISENHEIM*
Die Anwendung der neu entwickelten nested SAPD-PCR Methode zum Nachweis der genetischen Variabilität von Rebensorten und Klonen sowie deren Qualitäts-bestimmenden Merkmale

*Friederike Rex, Ludger Hausmann und Reinhard Töpfer* 26
*Julius Kühn-Institut, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen*
Entwicklung eines Molekularen Markers für die Resistenz gegen die Schwarzfäule (Guignardia bidwellii) zum Einsatz in der Rebenzüchtung

## Arbeitskreis: Physiologie der Rebe und Rebenveredlung

*Dr. Susanne Böll, Peter Schwappach, Prof. Klaus Wahl,* 28
*Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Sachgebiet Rebschutz und Rebphysiologie, Herrnstr.8, 97209 Veitshöchheim*
Vergleichende morphologisch-anatomische Untersuchungen zur Wirkung der Wachstumsregulatoren Gibberellin GA3 und Prohexadione-Ca auf den Befruchtungsvorgang, die Samenentwicklung und die Differenzierung der Infloreszenzen bei unterschiedlich sensiblen Rebsorten

*Sack C. I.; Hey M.; Schultz H. R.* 32
*Institut für Oenologie und Getränkeforschung*
*Fachgebiet Weinanalytik und Getränketechnologie und Institut für Weinbau und Rebenzüchtung, Fachgebiet Weinbau, Forschungsanstalt Geisenheim, Postfach 1154; 65358 Geisenheim*
Einfluss weinbaulicher Maßnahmen auf sekundäre Pflanzenmetabolite in Trauben unter Berücksichtigung der Carotinoide und Traubenaromen

*Dipl. Geo. Mirjam Hahn, Dr. Manfred Stoll und Dr. Claus Dieter Patz,* 55
*Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau, Von-Lade-Strasse 1, 65366 Geisenheim*
Variabilität der Qualität von Keltertrauben im Weinberg

## Arbeitskreis: Pflanzenschutz

*Raphael Streit, Hanns-Heinz Kassemeyer, Michael Fischer* 62
*Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Abteilung Biologie*
Strategien zur Bekämpfung der Esca-Krankheit

*M. Stock, F.-W. Gerstengarbe, T. Kartschall, H. Österle, P. C. Werner, M. Wodinski* 64
*Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK), Telegrafenberg Potsdam*
Indikatoren der klimabezogenen Vulnerabilität des deutschen Weinbaus gegenüber Schaderregern im Zeitraum 2010-2050

[1] *Dr. Karl-Josef Schirra,* [1] *Claudia Huth,* [2] *Prof. Dr. A. Seitz*† 73
[1] *Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz – (DLR), 67435 Neustadt a. d. Weinstraße, Breitenweg 71, Abteilung Phytomedizin*
[2] Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Zoologie, Abteilung Ökologie, 55122 Mainz
Untersuchungen zur Lebensweise und zur Populationskontrolle des Gemeinen Ohrwurms *Forficula auricularia* L. (Insecta, Dermaptera) in Rebanlagen

[1]*Tobias Becker,* [1] *Dr. Friedrich Louis,* [2]*Prof. Dr. Moritz Knoche* 82
[1] *DLR Rheinpfalz, Abteilung Phytomedizin,*
[2]*Leibniz Universität Hannover, Institut für Biologische Produktionssysteme, Fachgebiet Obstbau*
Einfluss von Fruchtwachstum und Kutikulaentwicklung auf das Platzen von Weinbeeren als Grundlage für die Verringerung des Befalls durch Traubenfäulen

*Susanne Kögel & Dr. Christoph Hoffmann* 88
*Julius-Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau, Siebeldingen*
Grundlagen für ein Management des Asiatischen Marienkäfers *Harmonia axyridis* (PALLAS) (Coleoptera: Coccinellidae) im Weinbau und bei der Weinproduktion

## Arbeitskreis: Kellerwirtschaft und Weinbehandlung

*Prof. Dr. Jürgen J. Heinisch* 96
*Universität Hohenheim*
Entwicklung und Einsatz molekulargenetischer Werkzeuge für die Weinhefe
*Kloeckera apiculata (Hanseniaspora uvarum)*

*Dr. N. Christoph, H.-J. Köhler[1)], M. Müller, S. Seifert, P. Vogel[2)], Dr. H. Wachter* 97
*Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Würzburg*
*[1)] Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 97209 Veitshöchheim*
*[2)] Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinanalytik, 65366 Geisenheim*
Analytische und multivariate statistische Verfahren zum Nachweis einer Behandlung von Wein mit Eichenholzchips und Holzextrakten

# Ausschuss für Technik im Weinbau

*Hans Jürgen Köhler* 108
*Bayerische Landesanstalt für Weinbau,Veitshöchheim*
Weinsteinstabilisierung durch Zusatz von Inhibitoren

*Patrick Schreieck, Dr. Thomas Littek*
*Staatliches Weinbauinstitut, Freiburg i. B.*
Untersuchungen zu dem kleinräumig angewandten Hagelschutz-System 111
„Whailex“ der Firma Wagner, Ehrenkirchen/Baden, in verschieden strukturierten Weinbergen.

*Johann Seckler, Dr. Maximilian Freund, Dr. Rainer Jung*
*Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim*
Beeinflussung der Prozessschritte der Weinbereitung und qualitative Aspekte durch 114
eine vorausgegangene Mostpasteurisation

*Dr. Rainer Jung, Christoph Schüssler* 116
*Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim*
Untersuchung von alternativen Verpackungsformen für Wein

*Dr. Walter K. Kast* 117
*Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg*
Überprüfung der Praxistauglichkeit eines Modells zur Prognose des echten Rebenmehltaus Uncinula necator

*Dr. Gerhard Bäcker[1)], Bernhard Gaubatz[1)], Dr. Ulrich Rubenschuh[2)] und Werner Sturmfels[2)]* 119
*[1)] Fachgebiet Technik, FA Geisenheim*
*[2)] DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt*
Optimierung der Einstellung am Vollernter für eine Anlagen schonende Lese. Ermittlung von Biegekräften bzw. Biegemomenten an Weinbergpfählen beim Vollerntereinsatz

Peter Schwingenschlögl 120
*Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim*
Zusammenstellung und Bewertung der auf dem Markt befindlichen Spezialprogramme für die Weinwirtschaft
(Schlagkarteien, Weinwirtschaftsprogramme)

# 50 Jahre FDW

## Grußwort des 1. Vorsitzenden des Forschungsringes des Deutschen Weinbaus (FDW)

Seit nunmehr 50 Jahren prägt der Forschungsring des Deutschen Weinbaus (FDW) bei der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) die angewandte Forschung in der Weinwirtschaft. Herausragend ist die länderübergreifende Zusammenarbeit in der Forschungsfinanzierung der Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz. An den Vorgaben eines 1995 modifizierten Forschungsprogramms, das Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit, Marktorientierung und Qualitätssicherung interdisziplinär berücksichtigt, soll auch die künftige Ausrichtung der Weinbauforschung angelehnt sein.

Wie in kaum einem anderen Wirtschaftszweig konnten auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse so immense technologische Fortschritte realisiert werden wie im Weinbau. Erwähnenswert erscheinen mir insbesondere die Erfolge der Weinbaumechanisierung und in jüngster Zeit die Steillagenmechanisierung. Während den Anfang dieser fünf Jahrzehnte grundlegende technische Fragen aber auch Aspekte der Produktionssicherung prägen, kam es in den Folgejahren immer wieder zu Verschiebungen und zur Diversifizierung der Forschungsinhalte. Als beispielhaft sind die Weiterentwicklungen im Bereich Rebenzüchtung, Pflanzenschutz und Pflanzenernährung zu nennen. Dieser vorwiegend von Rationalisierung geprägten Phase folgte, auch aufgrund des steigenden Umweltbewusstseins der Bevölkerung eine Periode, die sich der Nachhaltigkeit des Weinbaus in ihren unterschiedlichen Facetten widmete. Mit fortschreitenden analytischen und sensorischen Möglichkeiten konnte – insbesondere in den letzten beiden Jahrzehnten – ein Antwortenspektrum auf viele wirtschaftlich bedeutende oenologische Fragen gefunden werden. Aus der jüngsten Vergangenheit sind hier Beispiele wie Gesundheit und Weinkonsum, Qualitätssicherung, Stressfaktoren und Weinqualität aber auch Säureproblematik hervorzuheben. Im Mittelpunkt der ökonomischen Fragestellungen standen von jeher die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit sowie die Zukunftsfähigkeit der Weinbaubetriebe. Seit Mitte der 90er Jahre rückt zunehmend die Untersuchung von Verbraucherverhalten aber auch die Nachfrageentwicklung mit dem Ziel der Existenzsicherung der deutschen Weinunternehmen in den Fokus der Betrachtung.

Der Wandel von der landwirtschaftlichen Urproduktion zum modernen Dienstleister – als die sich viele der kleinstrukturierten Unternehmen der deutschen Weinwirtschaft verstehen – wäre ohne eine praxisrelevante öffentliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit in Deutschland nicht möglich gewesen. Hier hat der Forschungsring in den unterschiedlichsten Facetten seiner Arbeit in der Vergangenheit richtungsweisende Impulse gegeben, die eindrucksvoll in der Rückschau der Arbeitskreise dokumentiert sind. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen ist es vor dem Hintergrund eines auch zukünftig wichtigen und interessanten Wirtschaftsbereiches – dem Weinbau in Deutschland – erforderlich, in die Zukunft zu blicken. Um auch weiterhin auf allen Ebenen der weinbaulichen Produktion und Vermarktung wettbewerbsfähig zu bleiben, möchte ich auf die Notwendigkeit der öffentlich finanzierten Weinbauforschung durch den Forschungsring aufmerksam machen.
Durch gezielte Projektförderung in den einzelnen Arbeitskreisen erlaubt diese Form der Forschungsorganisation den effizienten, flexiblen und zeitlich begrenzten Einsatz von Forschungsgeldern. Neben den für die Praxis wichtigen und schnell verwertbaren Erkenntnissen können zudem wissenschaftliche Nachwuchskräfte herangebildet werden. Diese erweitern nicht selten den Kreis der Wein- und Weinbauforscher und bleiben somit der Branche als Vordenker und Lösungsanbieter erhalten.

Die interessierte Öffentlichkeit steht stets im Mittelpunkt der Forschungsbemühungen. Durch jährliche Tagungen an wechselnden Forschungsstandorten innerhalb Deutschlands informieren die FDW-Arbeitskreise einen eher wissenschaftlichen Teilnehmerkreis. Durch Publikationen, Vorträge und Symposien wird die breitere Schicht der Praktiker erreicht. Dadurch gelingt der unmittelbare Transfer der Forschungsergebnisse in die Weinwirtschaft.

Auch im neuen Jahrtausend stellt sich der Forschungsring des Deutschen Weinbaus diesen Herausforderungen mit dem Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit und somit die Existenz der Branche zu sichern.

Mainz, 17. April 2002
Dr. Peter Fuchß
(1. Vorsitzender)

## Vorwort des 1. Jahresberichtes

Der Forschungsring des Deutschen Weinbaues bei der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft wurde am 15. Juni 1961 zu zeitlich nicht begrenzter Arbeit gegründet, und zwar in der Erkenntnis, daß Fortschritt und Rentabilität des Weinbaues von der wissenschaftlichen Forschung abhängig sind und die klimatisch bedingte Benachteiligung der deutschen Weinerzeugung gegenüber der Weinproduktion anderer Länder zu einer Vertiefung und Auswertung der wissenschaftlichen Weinbauforschung zwingt, um die Ertragssicherung zu erhöhen, die Qualität des Weines zu verbessern, die Erzeugungskosten zu senken und das bestehende Preisgefälle abzubauen.

Im Forschungsring des Deutschen Weinbaues (FDW) haben sich Wissenschaftler mit Vertretern staatlicher Einrichtungen innerhalb der Bundesrepublik zur gemeinsamen Arbeit zusammengeschlossen. Der FDW ist der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG) als übergebietlicher neutraler Institution angegliedert und organisatorisch verbunden.

Der FDW soll die weinbauliche Forschung auf dem Gesamtgebiet des Weinbaues und der Kellerwirtschaft intensivieren, rationalisieren und koordinieren sowie eine von staatlicher Lenkung freie wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit fördern, vordringliche Forschungsaufgaben finanzieren, deren Ergebnisse der Öffentlichkeit bekannt machen und für die Praxis auswerten, Fühlung mit den Forschungsgremien anderer verwandter Wissenschaften des In- und Auslandes aufnehmen und die Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungsgruppen im Hinblick auf die wirtschaftliche Vereinigung Westeuropas vorbereiten und ermöglichen.

Der FDW besteht aus dem Forschungsausschuß und den Arbeitskreisen. Die Arbeitskreise werden von Federführenden geleitet. Der Forschungsausschuß setzt sich aus den Federführenden, den Weinbaureferenten des Bundes und der Länder und dem Vorsitzenden des Ausschusses für Weinbau der DLG zusammen. Diese wählen den Vorsitzenden des Ausschusses. Die Geschäftsführung liegt bei der Abteilung für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der DLG. Die beim Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten von Rheinland-Pfalz bereits vor der Gründung bestehenden Arbeitskreise wurden 1962 übernommen und auf eine breitere Arbeitsgrundlage durch Aufnahme von Mitarbeitern aus Instituten und Lehranstalten der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Hessen gestellt. Die laufenden Forschungsarbeiten wurden weiter finanziert und neue hinzugenommen. Seit der Gründung wurden bis zum 31. Dezember außer kleineren Sitzungen folgende Arbeitstagungen durchgeführt:

am 30. August bis 01. September 1961 in Neustadt a.d.W.,
am 02. bis 04. Mai 1962 in Bad Kreuznach,
am 15. bis 17. Mai 1963 in Freiburg i.Br. und
am 04. Dezember 1962 eine öffentliche Vortragstagung in Mainz.

Auf den Arbeitstagungen wird jeweils über den Stand der Forschungsarbeiten und über wichtige Probleme berichtet und diskutiert. In der alle zwei Jahre stattfindenden öffentlichen Vortragstagung wird über einige abgeschlossene, die Allgemeinheit interessierende Forschungsthemen berichtet.

Im vorliegenden Heft werden die Zusammenfassungen der Jahresberichte mit Hinweisen über die Veröffentlichung der finanzierten Forschungsarbeiten aus dem Jahre 1963 bekanntgegeben und damit erstmals eine in Zukunft jährliche Veröffentlichung aufgenommen, um einen größeren Kreis über die Tätigkeit des Forschungsringes in Kenntnis zu setzen.

Frankfurt a.M., im Dezember 1964

Der Vorsitzende des Forschungsringes
gez. Dr. F. Renz †

## Mitglieder des Forschungsausschusses

| | |
|---|---|
| Fuchß, Dr. MD, Peter | Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Rheinland-Pfalz, Mainz |
| Fink, Peter | Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden |
| Schultz, Prof. Dr., Hans. R | Forschungsanstalt Geisenheim |
| Hoffmann, Prof. Dr., Dieter | Forschungsanstalt Geisenheim |
| Jung, Dr., Rainer | Forschungsanstalt Geisenheim |
| Köble, Min. Dirig., Otto | Ehrenvorsitzender, Saulheim |
| Löhnertz, Prof. Dr., Otmar | Forschungsanstalt für Weinbau, Gartenbau, Getränke-technologie und Landespflege, Geisenheim |
| Louis, Dr., Friedrich | Dienstleistungszentrum Rheinpfalz, Neustadt a. d. W. |
| Hübl, RD, Anton | Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München |
| Rauhut, Prof. Dr., Doris | Forschungsanstalt Geisenheim |
| Rühl, MR, Dr., Konrad | Ministerium für ländlichen Raum, Baden-Württemberg, Stuttgart |
| Töpfer, Dir.Prof. Dr., Reinhard | Institut für Rebenzüchtung, Geilweilerhof, Siebeldingen |
| Wilms, MR, Karl-Heinz | Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft in Bonn |
| Haupt, Dr., Dirk | Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Rheinland-Pfalz, Geschäftsführung, Mainz |
| Schonebeck, Heidy | DLG e.V., Geschäftsführung, Frankfurt am Main |

# Einfluss der Kalium-, Magnesium- und Wasserversorgung sowie der Temperatur auf Traubenwelke

Kristina Bachteler und Dr. Monika Riedel

*Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Rebenernährung und Bodenkunde*

## 1. Einleitung

Nachdem das Auftreten der Traubenwelke zunächst nur aus Österreich, Südtirol und der Schweiz gemeldet wurde, wurde diese Krankheit auch in Süddeutschland in den letzten Jahren häufiger beobachtet.

Bei dieser physiologischen Störung verlieren die Beeren ca. einen Monat vor der Lese ihre Turgeszenz und haben im Gegensatz zu gesunden, reifen Trauben weniger Zucker eingelagert und dementsprechend auch ein geringeres Mostgewicht. Erste Untersuchungen in Österreich zeigten Nährstoff-Missverhältnisse (v.a. Kaliummangel) im Boden sowie hohe Temperaturen (REDL, 2005) als mögliche Ursachen. Ebenso wurden bestimmte Sorten, Klone und Unterlagen als besonders anfällig diskutiert (SCHUMACHER ET AL., 2007), was auch später in Deutschland aufgegriffen wurde (STÜCKLIN, 2007). In Italien führten erste Untersuchungen zu etwas widersprüchlichen Hypothesen, dass Überhitzung oder intensive Stressphasen z.B. durch andauernde Regenperioden die Krankheit auslösen könnten (REIFER, ROSCHATT, 2001). In den USA wurde in den letzten Jahren die Hypothese geprüft, dass Traubenwelke durch eine Unterbrechung des Phloems und somit eine Störung des Nährstoff- und Wassertransports in die Beeren hervorgerufen werden könne (BONDADA UND KELLER, 2007). Die aktuellen Untersuchungen aus den USA liefern ausführliche Ergebnisse zu den Inhaltsstoffen welker Trauben im Vergleich zu gesunden (KRASNOW ET AL., 2009). Ein weiterer Artikel aus Österreich erklärte die Traubenwelke 2009 für bekämpfbar (REDL ET AL.). Als Maßnahmen wurden allgemeingültige Präventionsmaßnahmen wie „bedarfsangepasste Vorratsdüngung und ein sachgerechtes tiefgehendes Rigolen“, „gesundes und leistungsfähiges Pflanzgut“ sowie „eine verdichtungsarme und wenig bodenbelastende Bestandespflege“ genannt.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde nun im Jahr 2009 versucht, an Hand von Exaktdüngeversuchen in verschiedenen Regionen in Baden-Württemberg das Auftreten der Traubenwelke zu provozieren oder zu verhindern sowie anhand von anatomischen Untersuchungen die Vorgänge innerhalb der Pflanze zu erkennen.

## 2. Material und Methoden

*Flächen:*

Insgesamt wurden 19 Flächen in Baden-Württemberg im Jahr 2009 begutachtet, auf denen Traubenwelke in diesem oder vorherigen Jahren aufgetreten war, und die Bewirtschaftungsweise der Winzer durch Fragebögen aufgenommen. Soweit möglich wurden diese Flächen beprobt und bei Auftreten die Traubenwelke-Symptome bonitiert.

*Düngeversuch:*

Auf zwei Flächen in Weinstadt (bei Stuttgart) mit der Rebsorte Zweigelt und Ehrenkirchen (bei Freiburg) mit der Sorte Weißburgunder wurden Düngeversuche mit Magnesium und Kalium durchgeführt. Zunächst wurden die Flächen beprobt und die Bodenproben untersucht. Nach der Düngeempfehlung wurden folgende Düngestufen auf den Flächen ausgebracht:

In Ehrenkirchen lag die empfohlene Menge an $K_2O$ bei 34kg/ha sowie an MgO bei 39kg/ha. Hieraus ergaben sich die Menge für die fünf nachfolgenden Varianten

1) ohne $K_2O$-, MgO- Düngung
2) Düngung der empfohlenen Menge an $K_2O$ und MgO
3) Düngung der dreifachen Menge an empfohlenem $K_2O$ sowie Mg
4) Düngung der dreifachen Menge an empfohlenem MgO ohne $K_2O$-Düngung
5) Düngung der dreifachen Menge an empfohlenem $K_2O$ ohne MgO-Düngung

In Weinstadt lag die empfohlene Menge an $K_2O$ bei 49kg/ha sowie an MgO bei 26kg/ha. Hieraus ergaben sich die Menge für die drei nachfolgenden Varianten

1) ohne $K_2O$-, MgO- Düngung
2) Düngung der empfohlenen Menge an $K_2O$ und MgO
3) Düngung der dreifachen Menge an empfohlenem $K_2O$ sowie der einfachen Menge an empfohlenem MgO

*Bodenanalysen:*

Für die Bodenanalysen wurden im Frühjahr und nach Ende der Vegetationsperiode Bodenproben auf den Exaktversuchsflächen geholt. Die Proben wurden auf pH-Wert und pflanzenverfügbaren $P_2O_5$-, $K_20$-, Mg-, B- und Humus-Gehalt untersucht.

*Blattanalysen:*

An drei Terminen (Vollblüte, Weichwerden und 60° Oechsle) wurden auf allen Flächen jeweils mindestens 20 Blätter gesammelt. Nach Entfernung möglicher Verunreinigungen und Trocknung erfolgte die Nährstoffanalyse im Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ).

*Beerenanalysen:*

Nach Sichtbarwerden der Symptome wurden jeweils gesunde und befallene Traubenproben der einzelnen Flächen genommen, gepresst und mit Grapescan (Fa. Foss) auf Inhaltsstoffe analysiert.

*Untersuchungen des Phloems:*

Im Stielgerüst von befallenen und gesunden Trauben wurden Querschnitte des Phloems auf mögliche Verletzungen oder Verstopfungen untersucht. Außerdem wurden Stielgerüste geringelt, um eine Unterbrechung des Phloems auszulösen.

*Bonitur:*

Bei den Befallsbonituren wurden auf jeder Fläche ca. 300 Trauben bonitiert, indem durch Abtasten der prozentuale Anteil der befallenen Beeren ermittelt wurde. Die Anteile wurden nach REISENZEIN (2001) in die Befallsklassen 0%, <25%, 25%, >25% und 50% eingeteilt.

## 3. Ergebnisse

In allen untersuchten Weinbauregionen (Markgräflerland, Ortenau, Kaiserstuhl/Tuniberg, Weinstadt/Remstal) in Baden-Württemberg wurden sowohl niedrige, mittlere als auch hohe Befallshäufigkeiten ermittelt; keine Region fiel durch ausschließlich hohe oder ausschließlich niedrige Befallshäufigkeiten auf.

An beiden Standorten mit Düngeversuchen zeigte kein signifikanter Einfluss der Magnesium- und Kaliumdüngung auf die Traubenwelke-Befallshäufigkeit (Abb. 1). Die vermeintliche Tendenz zu steigender Befallshäufigkeit bei höheren Düngegaben auf der Versuchsfläche in Weinstadt konnte statistisch nicht als signifikant belegt werden.

Im Vergleich zum Vorjahr war die Befallshäufigkeit aber auf allen Flächen deutlich zurückgegangen.

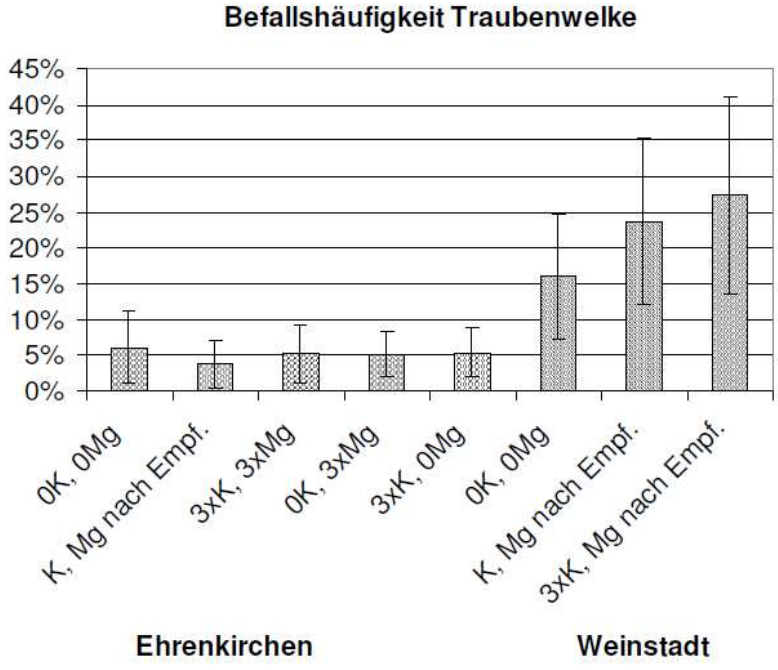



**Abb. 1: Traubenwelke-Befallshäufigkeit der verschiedenen Düngestufen der Exaktversuche 2009**

Bei den Blattanalysen ergab sich die gleiche Tendenz zwischen dem Kalium-Magnesium-Verhältnis und der Befallshäufigkeit wie schon 2008: Bei Flächen, auf denen verstärkt Traubenwelke zu beobachten war, wich das Verhältnis von dem nach FARDOSSI (2001) angestrebten Verhältnis von 3,5:1 bis 7,0:1 verstärkt ab.

Ringelversuche sollten eine Störung des Phloems bewirken. Trauben mit geringelten Stielgerüsten zeigten Traubenwelke-Symptome ( Abb. 2). Bei Querschnitten von Stielen von befallenen wie gesunden Trauben zeigten sich bei den bisherigen Untersuchungen keine auffälligen Unterschiede.

**Abb. 2: Vergleich am Stiel geringelter Traube (links) zu nicht geringelter (Mitte) und welker Traube (rechts) am selben Stock am 8.9.09, ca. 4 Wochen nach dem Ringeln. Fotos: Erhardt**

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

Traubenwelke trat im Jahr 2009 in ganz Baden-Württemberg im Gegensatz zum Vorjahr (bis auf die Versuchsfläche in Weinstadt) nur in sehr geringem Maß auf, was die Untersuchungen erschwerte. Die Flächen in Weinstadt, Bischoffingen und Zunzingen wiesen jedoch auch im Jahr 2009 Traubenwelke in nennenswertem Umfang auf. Bei den Düngeversuchen konnte die Krankheit nicht provoziert und auch nicht vollständig verhindert werden. Ein Missverhältnis der Nährstoffe Kalium und Magnesium im Boden konnte im Gegensatz zu einigen Untersuchungsergebnissen aus Österreich als direkter Auslöser der Traubenwelke auch bei den im Jahr 2009 untersuchten Rebflächen ausgeschlossen werden. Ein gestörtes K:Mg-Verhältnis im Blatt erscheint als Ursache oder Auswirkung möglich. Diese Hypothese soll 2010 weiterhin genauer mit Düngungsversuchen (v.a. Blattdüngungsversuchen) geprüft werden. Neben den Exaktversuchen mit Bodendüngern sollen 2010 auch zwei Exaktversuche mit Blattdüngern (Mg, K, Ca) an den gleichen Standorten durchgeführt werden.

Weiterhin sind mikroskopische Untersuchungen des Phloems geplant, wobei hier der Nährstoffffluss verfolgt und mögliche Störungen sichtbar gemacht werden sollen. Außerdem sollen Anfärbeversuche mit Eosin zu Xylemuntersuchungen im Gewächshaus und idealerweise auch im Freiland gemacht werden.

Ein weiterer Gewächshausversuch mit Topfreben soll extreme Witterungsbedingungen simulieren und Aufschluss über deren möglichen Zusammenhang mit der Traubenwelke geben.

## 5. Literatur

**BONDADA, B., KELLER, M. (2007)** Grape berry shrivel: Symptomatology, probable causes, and its effect on fruit quality. Vortrag bei GESCO-Tagung in Porec 6/2007

**FARDOSSI, A. (2001)** Aspekte der Rebernährung in Praxis, Beratung und Forschung. *Der Winzer, Klosterneuburg, Austria, 57 (6) 6-14*

**REDL, H. (2005)** Der Traubenwelke auf der Spur. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch, Verlag Eugen Ulmer, (56), 83-90*

**RAIFER, B., ROSCHATT, C (2001)** Welkekrankheit bei Weintrauben. *Obstbau Weinbau, 38 (5) 143-145*

**REISENZEIN, H., BERGER, N. (2001)** Untersuchungen zur Zweigeltkrankheit im österreichischen Weinbau. *Pflanzenschutzberichte, 59 (2) 67-78*

**SCHUMACHER, P. ET AL., (2007)** Traubenwelke - eine neue Hypothese. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 143 (20) 4-7*

**STÜCKLIN, H. (2007)** Traubenwelke - eine neue Krankheit. *Der Badische Winzer, (3), 22-24*

# Evaluierung der Virusresistenz gentechnisch veränderter Unterlagsreben

Dr. Götz M. Reustle, Dr. Günther Buchholz

*RLP AgroScience GmbH, AlPlanta, - Institut für Pflanzenforschung, Neustadt an der Weinstraße*

## 1. Zielsetzung des Projektes

Im Rahmen der Forschungsarbeit werden verschiedene Methoden zur Evaluierung der Virusresistenz gentechnisch veränderten Reben eingesetzt:

a) Dualkultur von Virus tragenden Nematoden (*Xiphinema index*) sowie anfälligen (nicht gentechnisch verändert) und gentechnisch veränderten Reben in der *in vitro* Kultur.

b) Überprüfung der Virusresistenz mit Hilfe eines GFP-Sensorkonstruktes.

c) Kultur von virus infizierten Reben, transgenen Linien und deren isogenen Unterlagssorten unter quasi Freilandbedingungen in mit Nematoden infizierten Containern im Saran-Gewächshaus.

## 2. Verlauf und Ergebnis der bisherigen Arbeiten.

### 2.1. Entwicklung weiterer transgener Linien

Durch Agrobakterium vermittelte Übertragung von ‚inverted-repeat-Konstrukten IR-GFLV, IR-Nepo) wurden weitere gentechnisch veränderte Linien verschiedener Unterlagsreben (SO4, 125 AA, 5BB, 110-Richter) hergestellt. In über 60 Regeneraten konnte die Transgenität mittels PCR nachgewiesen werden. Die Vollständigkeit der Integration des Transgens sowie die Kopienzahl der Transgene wurden mittels Southern Analyse überprüft.

### 2.2. *In vitro* Dualkultur

Die Dual-Kultur von Virus infizierten Nematoden und *in vitro* Reben zur Evaluierung der Virusresistenz transgener Reben in der *in vitro* Kultur wurde in 5 unabhängigen Experimenten durchgeführt.

Mit Hilfe der RT-PCR konnte in jedem Fall eine Virusinfektion in Blättern und Wurzeln der Virus positiven Kontrollreben nachgewiesen werden. In Blättern der transgenen Linien sowie der isogenen nicht-transgenen Kontrollen war nach der ca. 6-wöchigen Inkubationszeit kein Nachweis von GFLV möglich. Dagegen wurden mittels RT-PCR Virusinfektionen in Wurzeln der transgenen Linien und in den entsprechenden isogenen Unterlagen nachgewiesen. Ein Unterschied in der Häufigkeit des Befalls zwischen transgenen und nicht transgenen Reben war nicht festzustellen.

### 2.3. GFP-Sensorkonstrukt

Der Überprüfung der Virusresistenz mit Hilfe des GFP-Sensorkonstruktes sollte als Nachweis des Silencing Mechanismus gegen die virale RNA von GFLV dienen. Dabei ist eine hohe Infiltrations- und Transformationseffizienz notwendig, um evtl. vorhandenen Unterschiede zwischen transgenen und isogenen nicht transgenen Unterlagsreben feststellen zu können. Bei den bisher überprüften transgenen Linien waren diese Unterschiede nicht ausreichend, um eine Aussage über die Etablierung des Silencing Mechanismus bzw. der Virusresistenz in den transgenen Reben zu erlauben. Weitere transgene Reben werden bis zum Ende der Projektlaufzeit überprüft.

### 2.4. Saranhaus-Container-Kultur

Die in die Container eingebrachten, infektiöse *Xiphinema index* Populationen konnten sich sehr gut etablieren.

Am Ende der Vegetationsperiode des zweiten Pflanzjahr zeigten alle transgenen Linien sowie die entsprechenden isogenen Unterlagen eine Virusinfektion. Bei den transgenen Linien wurde lediglich eine etwas verzögerte Infektion gegenüber den Kontrollen festgestellt.

Im abgelaufenen Versuchsjahr wurden die getesteten transgenen Reben aus der Anlage entfernt und durch neue transgene Linien ersetzt. Insgesamt wurden 28 transgene Linien der Sorten SO4, 5BB, Richter 110 und 125 AA in die Anlage gepflanzt. Zum Ende der Vegetationsperiode 2009 waren weder bei den nicht transgenen Kontrollen noch bei den transgenen Linien Virusinfektionen festzustellen.

## 3. Fortführung der Arbeiten in 2010.

Bis zum Ende der Projektlaufzeit werden weitere transgene Linien mit Hilfe des GFP-Sensor-Konstruktes hinsichtlich Etablierung eines ‚Silencing' gegenüber Nepoviren überprüft. Die Überprüfung der Resistenz der transgenen Untelragen in der Container-Saranhaus-Kultur wird über die Projektlaufzeit hinaus erfolgen. Nach den bisherigen Erfahrungen ist ein erster Hinweis auf Resistenz frühestens zum Ende der Vegetationsperiode 2010 zu erwarten.

# Entwicklung von molekularen Markern für Resistenzeigenschaften aus der asiatischen Wildrebe *Vitis amurensis* gegenüber dem Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola)*

Florian Schwander, Rudolf Eibach, Eva Zyprian und Reinhard Töpfer

*Julius-Kühn-Institut, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen*

Das Krankheitsbild des Falschen Mehltaus wird bei der Rebe durch *Plasmopara viticola* verursacht. Dieser pilzartige Erreger (Oomycet) wurde 1878 aus Amerika nach Europa eingeschleppt und nur intensive Pflanzenschutzmaßnahmen können bei den europäischen Rebsorten der Art *Vitis vinifera* L. hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen verhindern. Um diesen Aufwand reduzieren zu können, wurden in Züchtungsprogrammen neue Rebsorten mit guten Resistenzeigenschaften gegenüber *P. viticola* entwickelt. Die *Plasmopara*-Resistenz ist bei den meisten neuen Sorten, wie beispielsweise bei `Regent´, auf das Einkreuzen von Resistenzfaktoren aus amerikanischen Wildarten zurückzuführen. In Untersuchungen einer `Regent´ x `Lemberger´ - Kreuzungspopulation konnte für diese spezifische *Plasmopara*-Resistenz bereits ein Haupt-QTL (quantitative trait locus) und mehrere resistenzkorrelierende Mikrosatelliten-Marker (SSR-Marker) identifiziert werden (Fischer et al., 2004; Zyprian et al., 2004; Welter et al., 2007).

Die Rebsorte `Solaris´ (`Merzling´ x Geisenheim 6493) weist hervorragende Resistenzeigenschaften auf, besitzt jedoch nicht die bekannten resistenzkorrelierenden molekularen Marker aus amerikanischer Abstammung. Hier sind offensichtlich andere Resistenzgene für die Abwehr von *P. viticola* verantwortlich, die auf das Einkreuzen der asiatischen Wildart *Vitis amurensis* Rupr. zurückzuführen sind. In der Literatur gibt es Hinweise darauf, dass `Solaris´ bei einem Kontakt mit dem Pathogen die Stomata (Spaltöffnungen) durch Callose-Ablagerungen verschließt und *P. viticola* somit am Eindringen hindert (Gindro et al., 2003). Außerdem ist beschrieben, dass die Infektion mit *P. viticola* in `Solaris´ zu einer schnellen Bildung der für diesen Schaderreger toxischen Stilbene ε- und δ-Viniferin führt (Pezet et al., 2004a; Pezet et al., 2004b).

Im vorliegenden Projekt sollen molekulare Marker für die aus *Vitis amurensis* stammenden Resistenzeigenschaften gegen *P. viticola* identifiziert und für die Züchtung nutzbar gemacht werden. Für die Untersuchungen dient eine Nachkommenschaft aus der Kreuzung Gf.Ga-52-42 x `Solaris´.
Der Zuchstamm Gf.Ga-52-42 (`Bacchus´ x `Villard blanc´) ist aus der Resistenzzüchtung des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof hervorgegangen und besitzt die bekannten resistenzkorrelierten *Plasmopara*-Resistenzmarker amerikanischer Wildarten, die auch die Sorte `Regent´ trägt.
Somit sind in der zu bearbeitenden Kreuzungspopulation sowohl auf asiatische als auch auf amerikanische Wildarten zurückzuführende Resistenzeigenschaften vorhanden. Von besonderem Interesse sind die Individuen der Kreuzungspopulation, die eine Kombination beider Resistenzen aufweisen und somit diesbezüglich pyramidisiert sind.

Bei dem im Jahr 2008 bearbeiteten Pflanzenmaterial kam es durch einen starken Schädlingsbefall zu hohen Verlusten. Als Verursacher konnte die Trauermückenlarve (*Bradysia paupera*) identifiziert werden. Die Larve kann Sämlinge und junge Pflanzen durch Fraß an den Wurzeln so sehr schädigen, dass diese Absterben. Die so entstandenen Verluste hatten die Anzahl der Individuen zu stark reduziert, um damit eine zuverlässige genetische Karte erstellen zu können. Deshalb wurden im Frühjahr 2009 neue Sämlinge der Kreuzungspopulation Gf.Ga-52-42 x `Solaris´ angezogen und für die weiteren Arbeiten verwendet. Entsprechend wurde von 295 neuen Genotypen DNA extrahiert.

Die Lokalisierung der Resistenzregionen in einer Kreuzungspopulation setzt gute phänotypische Daten der *Plasmopara*-Resistenz voraus. Blattscheibentests sind eine bewährte Methode, um die Stärke des *Plasmopara*-Befalls zu ermitteln. Im Jahr 2009 wurden die Individuen der Kreuzungspopulation an drei Terminen mittels Blattscheibentests mit je vier Blattscheiben pro Individuum auf ihre *Plasmopara*-Resistenz untersucht. Eine Klassifizierung der Ergebnisse zeigt, dass die Resistenzausprägung der Individuen eine Normalverteilung aufweist (Abbildung 1). Nach Fertigstellung der genetischen Karte können die Daten mit dieser verrechnet werden, um neue Genbereiche zu identifizieren, die bei der Resistenzbildung eine Rolle spielen. Um die Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Daten zu verifizieren und abzusichern, sind für 2010 weitere Blattscheibentests geplant.

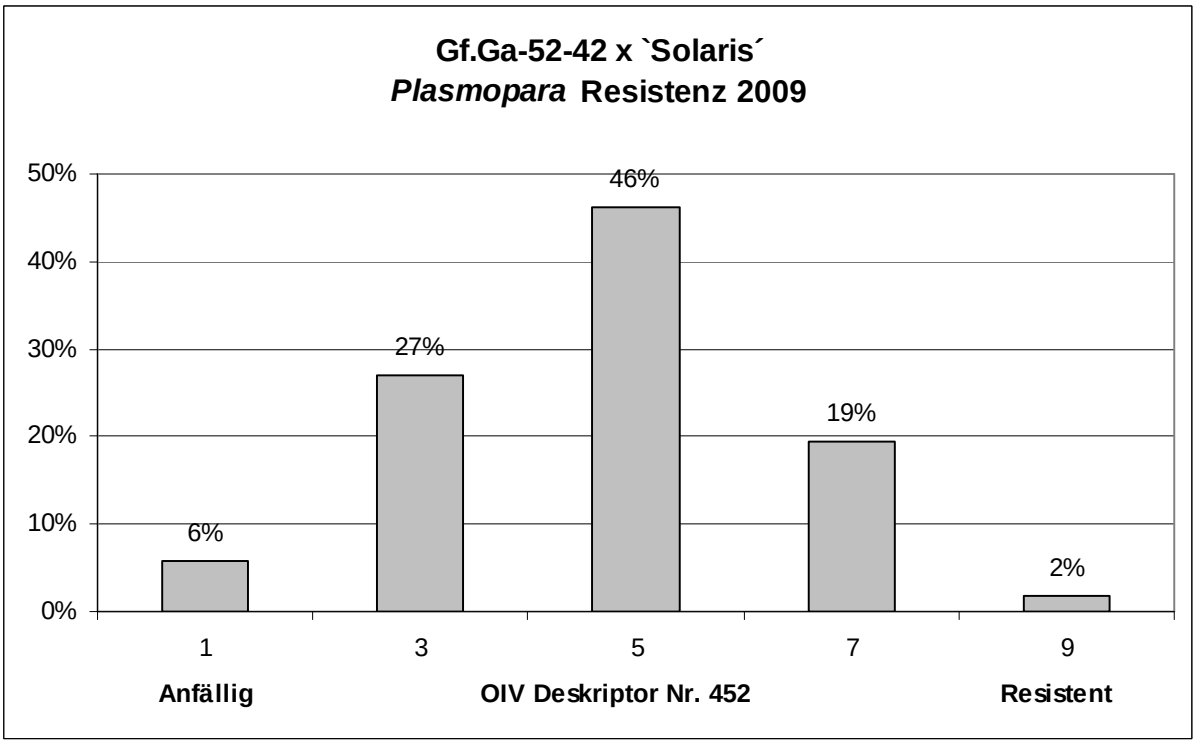



**Abbildung 1: Einteilung der Kreuzungspopulation Gf.Ga-52-42 x `Solaris´ in die Klassen 1 (Anfällig) bis 9 (Resistent) nach dem OIV Deskriptor Nr. 452. Die Daten beruhen auf dem Mittelwert aus drei Bonituren mit je vier Blattscheiben während der Vegetationsperiode 2009 an 295 Individuen.**

Die Stilbene Resveratrol, Pterostilben, ε- und δ-Viniferin wirken auf *P. viticola* zum Teil bereits bei niederen Konzentrationen toxisch (Pezet et al., 2004a). Bei Infektionsversuchen mit Solaris war ein schneller Anstieg der Konzentrationen von Resveratrol, ε- und δ-Viniferin beobachtet worden. Innerhalb von 48 bzw. 72 hpi wurden dabei Werte erreicht, die weit über der Toxizitätsgrenze liegen (Pezet et al., 2004b).
Durch die Möglichkeit die Analyse an dem am Agroscope Changins-Wädenswill (Schweiz) etablierten System durchzuführen, konnten im November 2009 in einen zweiwöchigen Aufenthalt 280 Proben aus der Kreuzungspopulation aufbereitet und mittels HPLC analysiert werden. Bei der Analyse wurden die Konzentration in µmol pro mg Frischgewicht der Stilbene Piceid, Resveratrol, Pterostilben, ε- und δ-Viniferin in der trans- als auch in der cis-Konformation bestimmt.
Diese Daten können ebenfalls, wie die Boniturdaten, mit der genetischen Karte verrechnet werden, um eventuelle QTL zu ermitteln.
In ersten Korrelationsberechnungen konnte jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen den erhobenen Boniturdaten und der Stoffmenge der individuellen Stilbene bzw. der Summe aller Stilbene festgestellt werden (siehe Arbeitskreis Rebenzüchtung Abbildung 2).

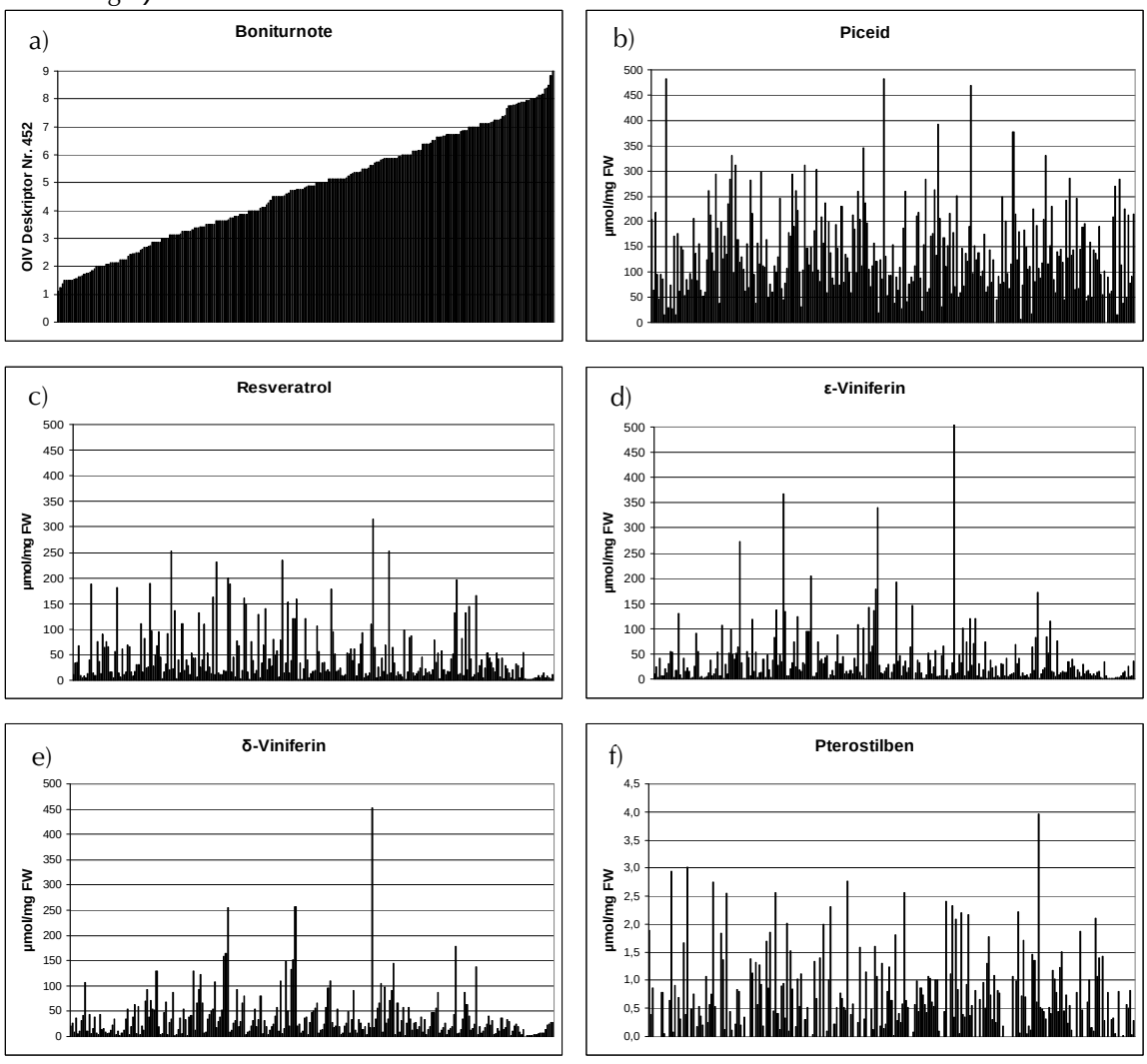


**Abbildung 2: Ergebnisse der Stilbenanalyse. Auf der Abszisse sind die Individuen der Kreuzungspopulation als Datenpunkte verzeichnet, während die Ordinate im Fall (a) die Boniturnote von 1 (Anfällig) bis 9 (Resistent) und im Fall der Stilbene (b-f) die Stoffmenge in µmol/mg Frischgewicht angibt. Die Individuen sind aufsteigend nach der Boniturnote geordnet.**

Während der Vegetationsperiode 2009 konnte eine breite Basis an phänotypischen Daten aufgenommen werden. Der Datensatz aus den drei Blattscheibentests erlaubt eine gute Einordnung zwischen Anfälligkeit und Resistenz der Individuen. Des Weiteren liegen die Datensätze der fünf Stilbene Piceid, Resveratrol, Pterostilben, ε- und δ-Viniferin vor.
Derzeit liegt der Arbeitsschwerpunkt auf der Erstellung der genetischen Karte der Kreuzungspopulation Gf.Ga-52-42 x `Solaris´. Dafür werden SSR-Markeranalysen im Multiplexverfahren durchgeführt und ausgewertet. Bei einer ausreichenden Dichte mit etwa 5 SSR-Markern pro Kopplungsgruppe kann eine erste Karte erstellt werden. Bislang wurden 30% der dafür benötigten SSR-Marker auf die Population angewandt, ausgewertet und für die Kartierungsarbeiten codiert. Mit der ersten Karte kann bis Mitte des zweiten Quartals 2010 gerechnet werden.
Die Verrechnung der Karte mit den vorhandenen Datensätzen wird zeigen, auf welchen Chromosomen QTL zu identifizieren sind. Anschließend kann die Karte in diesen QTL-Bereichen weiter gezielt verdichtet werden, um in einer Feinkartierung resistenzkorrelierende SSR-Marker zu ermitteln.

**Literatur**

*Fischer,B.M., Salakhutdinov,I., Akkurt,M., Eibach,R., Edwards,K.J., Töpfer,R., and Zyprian,E.M. (2004). Quantitative trait locus analysis of fungal disease resistance factors on a molecular map of grapevine. Theoretical and Applied Genetics 108, 501-515.*

*Gindro,K., Pezet,R., and Viret,O. (2003). Histological study of the responses of two Vitis vinifera cultivars (resistant and susceptible) to Plasmopara viticola infections. Plant Physiology and Biochemistry 41, 846-853.*

*Pezet,R., Gindro,K., Viret,O., and Richter,H. (2004a). Effects of resveratrol, viniferins and pterostilbene on Plasmopara viticola zoospore mobility and disease development. Vitis 43, 145-148.*

*Pezet,R., Gindro,K., Viret,O., and Spring,J.L. (2004b). Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. Physiological and Molecular Plant Pathology 65, 297-303.*

*Welter,L.J., Gokturk-Baydar,N., Akkurt,M., Maul,E., Eibach,R., Töpfer,R., and Zyprian,E.M. (2007). Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (Vitis vinifera L). Molecular Breeding 20, 359-374.*

*Zyprian,E.M., Eibach,R., and Töpfer,R. (2004). Die genetische Karte von "REGENT". Deutsches Weinbau Jahrbuch 2004 150-157.*

# Die Anwendung der neu entwickelten nested SAPD-PCR Methode zum Nachweis der genetischen Variabilität von Rebensorten und Klonen sowie deren Qualitäts-bestimmenden Merkmale

Oliver Bitz, Jürgen Fröhlich, Ernst Rühl

*Forschungsanstalt Geisenheim, Von-Lade-Straße 1, D-65366 GEISENHEIM*

Alle bisher angewandten Verfahren (z.B. RFLP, RAPD) zur Bestimmung der Identität und der Verwandtschaft ist es gemeinsam, dass sie zum Teil keine zuverlässigen Aussagen zu Verwandtschaftsgraden und Abstammungen von Individuen mit geringer genetischer Distanz, z.B. innerhalb der Burgundergruppe, erlauben oder sehr arbeitsaufwendig sind. Die neu entwickelte Specific Amplified Polymorphic DNA-PCR (nested SAPD-PCR) ist als Spezies-unabhängige Methode mit hoher Auflösung entwickelt worden. Es wäre somit möglich die Verwandtschaftsverhältnisse selbst sehr naheverwandter Rebsorten aufzuklären. Bisher erfolgreich angewandt wurde die Methode bei Bakterien, Hefen, Mäusen und Menschen.

In dieser Arbeit soll SAPD-PCR Methode einem praktischen Anwendungsbereich zugeführt werden, der die Klärung von Synonymen bestimmter alter, autochthoner Rebsorten, die Analyse der genetischen Stabilität der Sorte Müller-Thurgau, unter Berücksichtigung der Eltern Riesling bzw. Madeleine Royale, die Klonunterscheidungen von Unterlagen und Edelreissorten sowie den Nachweis Qualitäts-bestimmender Merkmale beinhaltet. Darüber hinaus soll ein Vergleich der Methode mit bereits bestehenden, etablierten Techniken (AFLP, S-SAP) anhand von verschiedenen Klonen durchgeführt werden.

Es wurde aus 54 verschiedenen weißen Riesling-Klonen sowie aus rotem Riesling (Klon 3, 4, 23, 28) DNA isoliert. Bei der Sorte Müller-Thurgau wurde aus dem Nachfahren der Urrebe Nr. 58, sowie aus verschiedenen Klonen und Subklonen von unterschiedlichen Standorten als auch aus der Elternsorte Madeleine Royale DNA isoliert. Mit Hilfe der SAPD-Methode wurden verschiedene Primer-Kombinationen getestet. Es hat sich herausgestellt, dass nicht alle Primer gleich gut geeignet sind. Der Primer „G-Not-T“ hat sich sowohl beim blauen Spätburgunder als auch beim weißen Riesling am günstigsten und zuverlässigsten erwiesen. Aber auch der Primer „A-Not-G“ ergibt bei Rieslingen ein polymorphes Bandenmuster. Zum Vergleich der unterschiedlichen Methoden (AFLP, S-SAP und SAPD) wurde in Zusammenarbeit mit dem INRA in Colmar eine S-SAP-Analyse mit Riesling-Klonen durchgeführt.

# Entwicklung eines Molekularen Markers für die Resistenz gegen die Schwarzfäule (Guignardia bidwellii) zum Einsatz in der Rebenzüchtung

Friederike Rex, Ludger Hausmann und Reinhard Töpfer
Julius Kühn-Institut

*Julius Kühn-Institut, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen*

Mit der Bearbeitung des Projektes wurde am 3. August 2009 begonnen. Zunächst wurde die relevante Literatur intensiv studiert, um zum einen fundierte Kenntnisse über den Erreger der Schwarzfäule *Guignardia bidwellii* und zum anderem Kenntnisse über die bereits veröffentlichte genetische Karte von V3125 x 'Börner' (Zhang *et al.* 2009) zu erlangen. Auf dieser Grundlage wurde die Kultivierung und Lagerung des Pilzes am Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof etabliert und eine ständige Produktion an Sporen konnte aufgebaut werden. Mit diesen konnten trotz der fortgeschrittenen Jahreszeit Reben infiziert werden und erste Tests zur Bestimmung der Resistenz bei einem Teil der Kreuzungspopulation durchgeführt werden. Die Methoden der Inokulation, Inkubation und Bonitur haben sich bewährt und erste Daten führten bei einer Berechnung mit der bereits veröffentlichten Karte von V3125 x 'Börner' zu einem bzw. mehreren QTL (quantitative trait loci), die durch die nachfolgenden Versuche noch zu bestätigen sind.

An den jeweiligen Loci wird die vorhandene Karte durch die Erhöhung der Markerdichte verfeinert. Dazu wurden neue SSR-Marker unter Nutzung der *Vitis* – Genomsequenz (Jaillon *et al.* 2007; Velasco *et al.* 2007) zu Erhöhung der Markerdichte entwickelt, deren Anwendbarkeit aktuell überprüft wird. Zur Kartierung mit SSR-Markern erfolgt eine Polymerasekettenreaktion, die Bestimmung der Größe der Amplifikationsprodukte mit einem automatischen Fragmentanalysegerät und die Auswertung der Daten mit der entsprechenden Software (Genemapper 4.0, JoinMap 4.0 und MapQTL 5.0).

Die Planungen für die kommende Versuchssaison sind fertig gestellt und die Vorbereitungen getroffen. Für das Jahr 2010 sind drei Großversuche geplant, um die Phänotypisierung der Resistenz zu testen. Zuerst werden die Bedingungen durch einen Vorversuch optimiert und an die Räumlichkeiten angepasst. Bei einem zweiten Test werden alle Genotypen der Population V3125 x 'Börner' und einige für die Züchtung interessante Sorten charakterisiert und die Ergebnisse in einem weiteren

Versuch verifiziert. Jeder Genotyp wird in drei Wiederholungen infiziert, die zu einer Betrachtung von insgesamt etwa 800 Individuen führen. Die Bonituren erfolgen nach 14 und 21 Tagen. Festgehalten werden die Befallsstärke in Prozent der Blattfläche, die Anzahl der befallenen Blätter, sowie der Infektionsverlauf.

Zunächst erfolgt durch die Versuche an Topfreben eine Bestätigung der vorläufigen QTL. Dann schreitet die Erhöhung der Markerdichte in den fraglichen Regionen fort. Diese führt zu einer Eingrenzung der Loci, die für die Resistenz gegen die Schwarzfäule verantwortlich sind und letztendlich zu einem Marker, der für moderne Selektionsverfahren in der Rebenzüchtung eingesetzt werden kann.

Literatur

Jaillon,O., Aury,J.M., Noel,B., Policriti,A., Clepet,C., Casagrande,A., Choisne,N., Aubourg,S., Vitulo,N., Jubin,C., Vezzi,A., Legeai,F., Hugueney,P., Dasilva,C., Horner,D., Mica,E., Jublot,D., Poulain,J., Bruyere,C., Billault,A., Segurens,B., Gouyvenoux,M., Ugarte,E., Cattonaro,F., Anthouard,V., Vico,V., Del Fabbro,C., Alaux,M., Di Gaspero,G., Dumas,V., Felice,N., Paillard,S., Juman,I., Moroldo,M., Scalabrin,S., Canaguier,A., Le Clainche,I., Malacrida,G., Durand,E., Pesole,G., Laucou,V., Chatelet,P., Merdinoglu,D., Delledonne,M., Pezzotti,M., Lecharny,A., Scarpelli,C., Artiguenave,F., Valle,G., Morgante,M., Caboche,M., dam-Blondon,A.F., Weissenbach,J., Quetier,F. & Wincker,P. (2007). The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. *Nature* **449**(7161):463-475.

Velasco,R., Zharkikh,A., Troggio,M., Cartwright,D.A., Cestaro,A., Pruss,D., Pindo,M., FitzGerald,L.M., Vezzulli,S., Reid,J., Malacarne,G., Iliev,D., Coppola,G., Wardell,B., Micheletti,D., Macalma,T., Facci,M., Mitchell,J.T., Perazzolli,M., Eldredge,G., Gatto,P., Oyzerski,R., Moretto,M., Gutin,N., Stefanini,M., Chen,Y., Segala,C., Davenport,C., Dematte,L., Mraz,A., Battilana,J., Stormo,K., Costa,F., Tao,Q.S., Bhatnagar,S.K., Fontana,P., Gutin,A., Van de Peer,Y., Salamini,F. & Viola,R. A High Quality Draft Consensus Sequence of the Genome of a Heterozygous Grapevine Variety. 2007. **PLos ONE**. (GENERIC)
Ref Type: Generic

Zhang,J.K., Hausmann,L., Eibach,R., Welter,L.J., Töpfer,R. & Zyprian,E.M. (2009). A framework map from grapevine V3125 (*Vitis vinifera* 'Schiava grossa' x 'Riesling') x rootstock cultivar 'Börner' (*Vitis riparia* x *Vitis cinerea*) to localize genetic determinants of phylloxera root resistance. *Theoretical and Applied Genetics* **119**(6):1039-1051.

# Vergleichende morphologisch-anatomische Untersuchungen zur Wirkung der Wachstumsregulatoren Gibberellin GA3 und Prohexadione-Ca auf den Befruchtungsvorgang, die Samenentwicklung und die Differenzierung der Infloreszenzen bei unterschiedlich sensiblen Rebsorten

Dr. Susanne Böll, Peter Schwappach, Prof. Klaus Wahl

*Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau*
*Sachgebiet Rebschutz und Rebphysiologie, Herrnstr.8, 97209 Veitshöchheim*

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde die präventive Wirkung der beiden Wachstumsregulatoren Gibberellin $GA_3$ (Gibb3®) und Prohexadione-Calcium (Regalis®) auf Botrytis und andere Fäulniserreger untersucht. Neben Untersuchungen zur Traubenstruktur, Botrytisbefall und Ertragsparametern sowie Reifeverlauf und Sensorik, die im Wesentlichen die bekannten Sortenunterschiede bestätigten, standen insbesondere die Ursachen für die starken sortenspezifischen Reaktionsunterschiede auf die beiden Wachstumsregulatoren im Mittelpunkt dieser Untersuchungen. Als Modell-Rebsorten dienten der auf $GA_3$ sehr sensibel reagierende Silvaner im Vergleich zum wesentlich robusteren Grauburgunder. In dem 3-jährigen Projekt wurden bei den verschiedenen Varianten mikroskopisch-anatomische Untersuchungen zur Pollenschlauch- und Samenentwicklung an verrieselten und nicht-verrieselten Fruchtknoten durchgeführt. Begleitend wurde der hormon-physiologische Gibberellin-Status der Kontrolle und Regalis®-Variante bis zum Beginn des Traubenschlusses (BBCH 77) bestimmt. Darüber hinaus wurden die einzelnen Varianten auf Nebenwirkungen der einzelnen Wachstumsregulatoren, insbesondere auf den Austrieb und den Gescheinsansatz untersucht.
Die sortenspezifischen Reaktionen auf die Wachstumsregulatoren gehen mit unterschiedlichen endogenen GA-Konzentrationen und -Umsätzen einher. Sie lagen beim Grauburgunder um ein Vielfaches höher als beim Silvaner, so dass exogene $GA_3$-Applikationen hier wesentlich geringfügiger in den Hormonhaushalt eingreifen dürften. Die unterschiedlichen pflanzeneigenen GA-Konzentrationen der beiden Rebsorten korrespondierten mit den sortenspezifischen Unterschieden in der Anzahl einwachsender Pollenschläuche, die beim Grauburgunder wiederum wesentlich höher ist. Die Ergebnisse vergleichender Pollenschlauchuntersuchungen eines breiten Spektrums weiterer Rebsorten belegen, dass $GA_3$-sensible Sorten insgesamt eine deutlich geringere Anzahl einwachsender Pollenschläuche zeigen als robustere Sorten, so dass möglicherweise einfache mikroskopische Pollenschlauchanalysen Hinweise auf die GA-Sensitivität einer bisher nicht getesteten Rebsorte geben können.

Die genannten Ergebnisse stehen im Einklang mit den histologischen Untersuchungen, die bei der Entwicklung der Samenanlagen ebenfalls starke sortenspezifische Unterschiede ergaben. Der Silvaner hatte mit im Schnitt knapp 2 befruchteten Samenanlagen pro Fruchtknoten bei den am Rappen wachsenden Beerchen bei allen Varianten eine deutlich geringere Befruchtungsrate als der Grauburgunder mit 3-4 befruchtete Samenanlagen/ Fruchtknoten, die im Zusammenhang mit der Anzahl einwachsender Pollenschläuche stehen könnte; ein Teil der am Rappen befindlichen Fruchtknoten wies beim Silvaner sogar völlig unbefruchtete Samenanlagen auf, während beim Grauburgunder kein einziger derartiger Fall beobachtet wurde. Auffallend war, dass sich beim Silvaner alle befruchteten Samenanlagen zu Kernen weiterentwickelten, während beim Grauburgunder bei fast der Hälfte der Samenanlagen ein Abbruch der Entwicklung befruchteter Samenanlagen stattfand, so dass zur Reife im Schnitt nicht mehr Kerne/ Beere gebildet wurden als beim Silvaner. Auch bei den verrieselten Fruchtknoten waren ähnlich sortentypische Unterschiede wie bei den untersuchten Fruchtknoten am Rappen zu beobachten: der Prozentsatz unbefruchteter Samenanlagen pro verrieselten Fruchtknoten war beim Silvaner deutlich höher als beim Grauburgunder. Der Anteil gänzlich unbefruchteter Fruchtknoten dominierte beim Silvaner und lag mit 60% wesentlich höher als beim Grauburgunder.

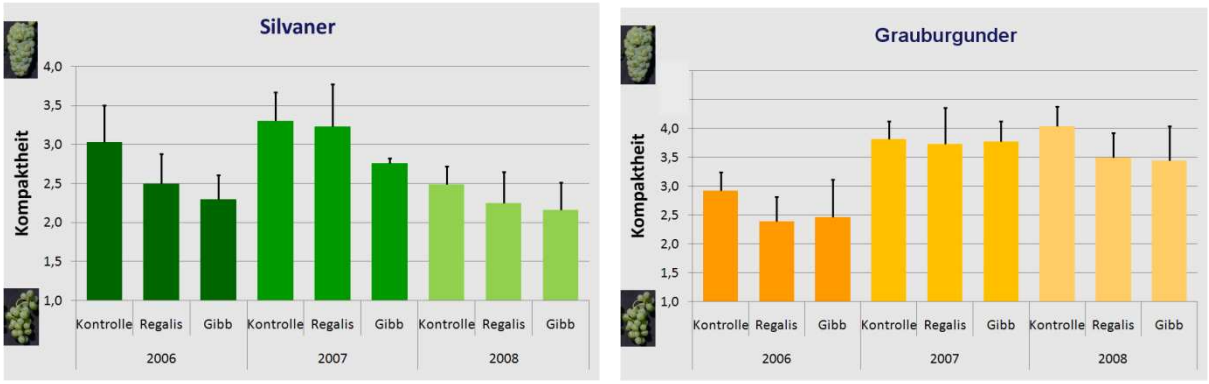



Abb.1: Lockerbeerigkeitsbonituren (100x4 Trauben/ Variante), 2006-2008.

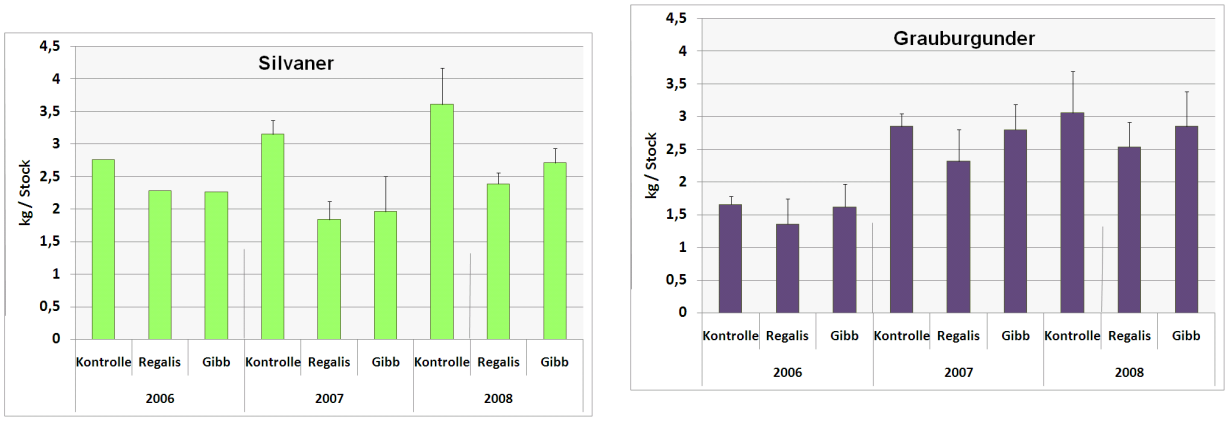



Abb.2: Stockerträge der durchgängig behandelten Varianten der Rebsorten Silvaner und Grauburgunder, 2006-2008.

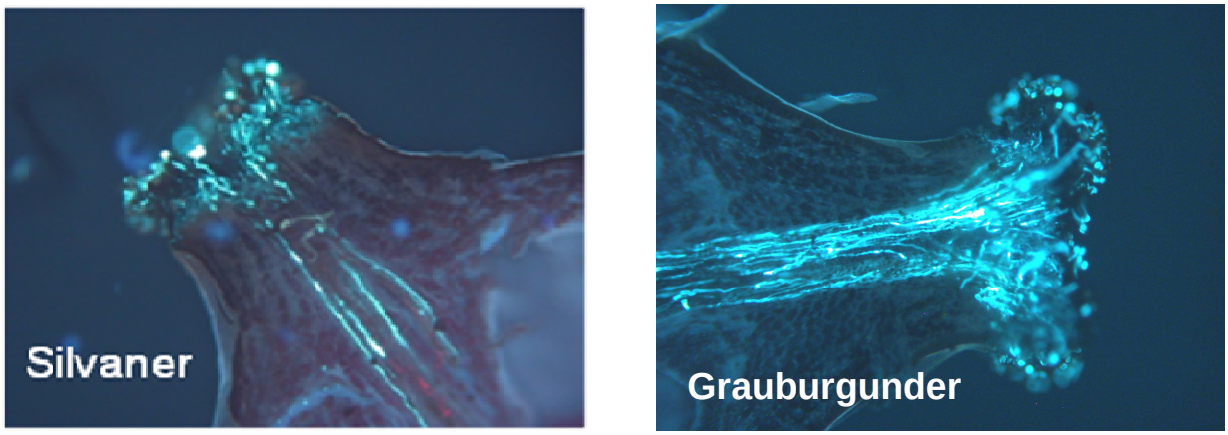
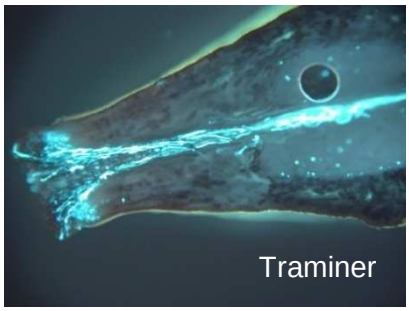
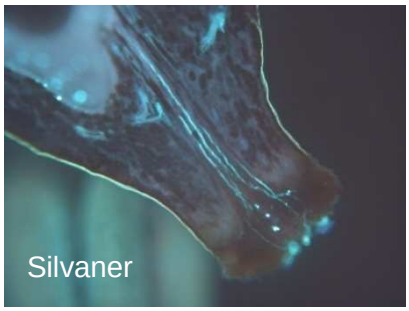
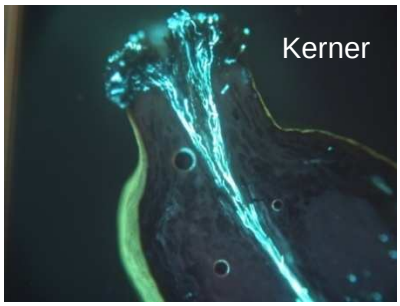
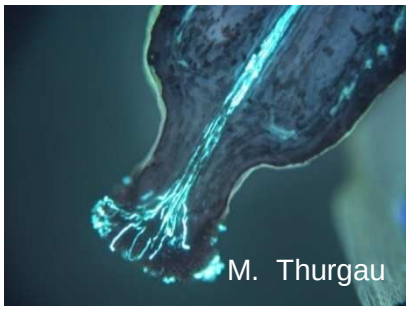


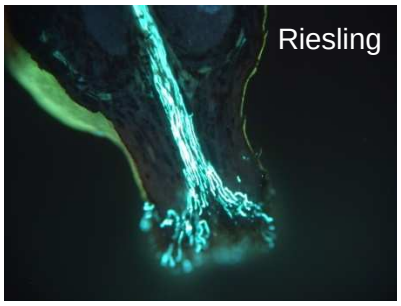

Abb.3: Pollenschläuche in längs halbierten Fruchtknoten bei den Rebsorten Silvaner und Grauburgunder während der Nachblüte. Pollenkörner und Pollenschläuche fluoreszieren nach Anilinfärbung türkis.

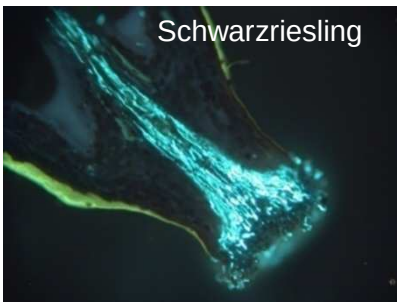


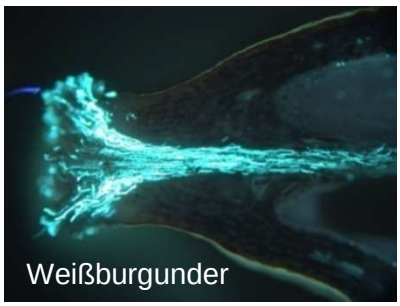





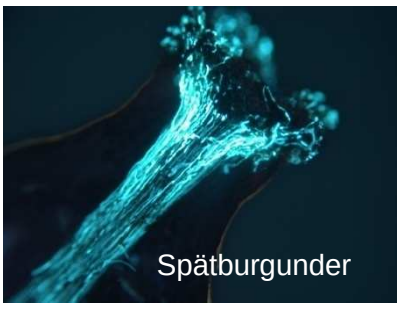



Abb.4: Pollenschlauchabundanz verschiedener Rebsorten mit bekannter Gibberellin-Sensitivität

# Einfluss weinbaulicher Maßnahmen auf sekundäre Pflanzenmetabolite in Trauben unter Berücksichtigung der Carotinoide und Traubenaromen

Sack C. I.; Hey M.; Schultz H. R.

*Institut für Oenologie und Getränkeforschung Fachgebiet Weinanalytik und Getränketechnologie und Institut für Weinbau und Rebenzüchtung Fachgebiet Weinbau, Forschungsanstalt Geisenheim, Postfach 1154; 65358 Geisenheim*

## 1. Einleitung und Ziel der Untersuchung

Weinbauliche Maßnahmen beeinflussen die Inhaltsstoffe und damit die Aromatik von Beeren und den daraus hergestellten Weinen.

Wichtige Inhaltsstoffe sind die in der Beerenhaut vorkommenden Carotinoide. Diese werden ausschließlich in Pflanzen synthetisiert und gehören zur Verbindungsklasse der Lipide. In der Pflanze fungieren sie als Begleitpigment des Chlorophylls bei der Photosynthese und als Schutzpigment vor hohen Lichtintensitäten. Da Carotinoide instabil sind, können sie durch Einwirkung von Temperatur, Licht und Sauerstoff in aromatische Komponenten abgebaut werden und sind somit wichtige Aromavorstufen (Enzell, 1985). Beispielsweise erfolgt die Bildung der Norisoprenoide durch enzymatische Oxidation der Carotinoide (Wüst und Mosandl, 2002), wodurch ein direkter Zusammenhang zwischen diesen beiden Verbindungsklassen besteht.

C13–Norisoprenoide sind wichtige Aromabestandteile vieler Rebsorten. Da ihre sensorischen Schwellenwerte sehr niedrig sind, haben sie schon in geringen Konzentrationen großen Einfluss auf das Aroma von Trauben und Wein (Ebeler et al., 2007). Durch gezielte Beeinflussung entscheidender Parameter im Weinberg, d.h. durch weinbauliche Maßnahmen soll deren Einfluss auf die Substanzgruppe der Carotinoide und der daraus entstehenden C13–Norisoprenoide in Beeren und den daraus ausgebauten Weinen untersucht werden. Zudem soll der Zusammenhang zwischen Aromastoffbildung und Carotinoidabbau erforscht werden.

## 2. Untersuchung der Abhängigkeit von der Weinbergslage

Um den Einfluss der Weinbergslage und somit des Wasserhaushaltes, des Nährstoffstatus und des Bodenmanagements zu untersuchen, wurden drei verschiedene Riesling – Weinberge in Geisenheim miteinander verglichen. Der Weinberg Fuchsberg 5b (F5b) wurde in den letzten zehn Jahren gezielt an Stickstoff verarmt und zudem wurde keine Bodenbearbeitung durchgeführt. Der Weinberg Fuchsberg 4 (F4) wurde standardmäßig bewirtschaftet. Der Weinberg Mäuerchen 1 (M1) ist für die Erzeugung eines Ersten Gewächses klassifiziert.

### 2.1. Ergebnisse der Untersuchung zu den Weinbergslagen in den Jahrgängen 2008 und 2009

#### 2.1.1 Einfluß der Weinbergslage auf die Carotinoide

Wie in Proben des Jahres 2007 konnte auch in Beeren der Jahrgänge 2008 und 2009 gezeigt werden, daß *all–trans*–Lutein, *all–trans*–Zeaxanthin und *all–trans*–ß–Carotin die Hauptbestandteile der in Traubenbeeren der Sorte Riesling vorkommenden Carotinoide ausmachen. Als Minorkomponenten mit prozentualen Anteilen von 1–7% am Gesamtcarotinoidgehalt wurden all–*trans*–Zeinoxanthin, all–*trans*–a–Carotin, all–*trans*–ß–Cryptoxanthin, all–*trans*–Neoxanthin und all–*trans*–Violaxanthin identifiziert. Diese acht *trans*-Carotinoide stellten 64–75% am Gesamtcarotinoidgehalt. Wie in Tabelle 1 dargestellt konnten bei keinem der Carotinoide nennenswerte Unterschiede im prozentualen Anteil zwischen den drei Weinbergen nachgewiesen werden.

**Tab. 1: Prozentualer Anteil der *trans*–Carotinoide in Beerenproben verschiedener Anbauvarianten der Sorte Riesling in Geisenheimer Weinbergen in den Jahren 2008 und 2009.**

| Weinberg / Variante | F5b | | F4 | | M1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahrgang | 2008 | 2009 | 2008 | 2009 | 2008 | 2009 |
| all–*trans*–Lutein | 29.3 – 39.3 | 37.4 – 41.4 | 27.5 – 39.8 | 35.2 – 40.2 | 26.0 – 43.7 | 34.8 – 38.0 |
| all–*trans*–Zeaxanthin | 4.5 – 12.1 | 7.6 – 13.7 | 5.8 – 16.9 | 9.0 – 17.3 | 5.8 – 12.5 | 5.4 – 16.3 |
| all–*trans*–ß–Carotin | 6.5 – 21.2 | 10.7 – 18.2 | 6.4 – 20.9 | 11.0 – 20.0 | 7.7 – 20.5 | 10.7 – 19.8 |
| all–*trans*–Zeinoxanthin | 2.1 – 6.0 | 1.3 – 2.1 | 2.4 – 6.3 | 1.7 – 2.3 | 1.5 – 6.8 | 1.9 – 2.8 |
| all–*trans*–a–Carotin | 1.5 – 2.0 | 1.2 – 1.3 | 1.4 – 1.7 | 1.1 – 1.4 | 1.3 – 1.7 | 1.2 – 1.5 |
| all–*trans*–ß–Cryptoxanthin | 1.2 – 1.9 | 0.7 – 1.2 | 1.2 – 1.5 | 0.6 – 1.3 | 1.2 – 1.7 | 0.9 – 1.3 |
| all–*trans*–Neoxanthin | 1.4 – 2.4 | 1.3 – 1.6 | 1.4 – 2.1 | 1.2 – 1.5 | 1.4 –1.8 | 1.2 – 1.6 |
| all–*trans*–Violaxanthin | 1.3 – 2.5 | 0.9 – 1.7 | 1.4 – 2.0 | 0.7 – 1.7 | 1.4 – 1.7 | 1.1 – 1.6 |

Bei keinem der Hauptcarotinoide war ein Einfluss der Stressituation, der unterschiedlichen Bewirtschaftung oder der Weinbergslage zu erkennen.

Unterschiede in den absoluten *all–trans*–Lutein–Gehalten zwischen den beiden benachbarten Parzellen 4 und 5b des Weinbergs „Fuchsberg“ konnten nicht belegt werden. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Weinbergen und dem etwa 100 Meter entfernt liegenden Weinberg M1 waren nicht sehr groß und zeigten keine eindeutige Tendenz. Die Weinbergslage bzw. das unterschiedliche Bodenmanagement in den Weinbergen verursachte keinen Einfluss.

Auffallend war, dass der Gehalt an *all–trans*–Lutein in den Beeren des Jahrgangs 2008 niedriger war als in Beeren des Jahrgangs 2009 (Abb. 1). Eine Erklärung dafür könnten die im Jahr 2008 durchschnittlich niedrigeren Temperaturen sein. Die *all–trans*–Lutein–Gehalte aller Weinberge und beider Jahrgänge näherten sich zum Ende des Reifeverlaufs an und betrugen bei 80 – 90 °Oechsle 0,8 – 1,5 mg / kg Beeren.

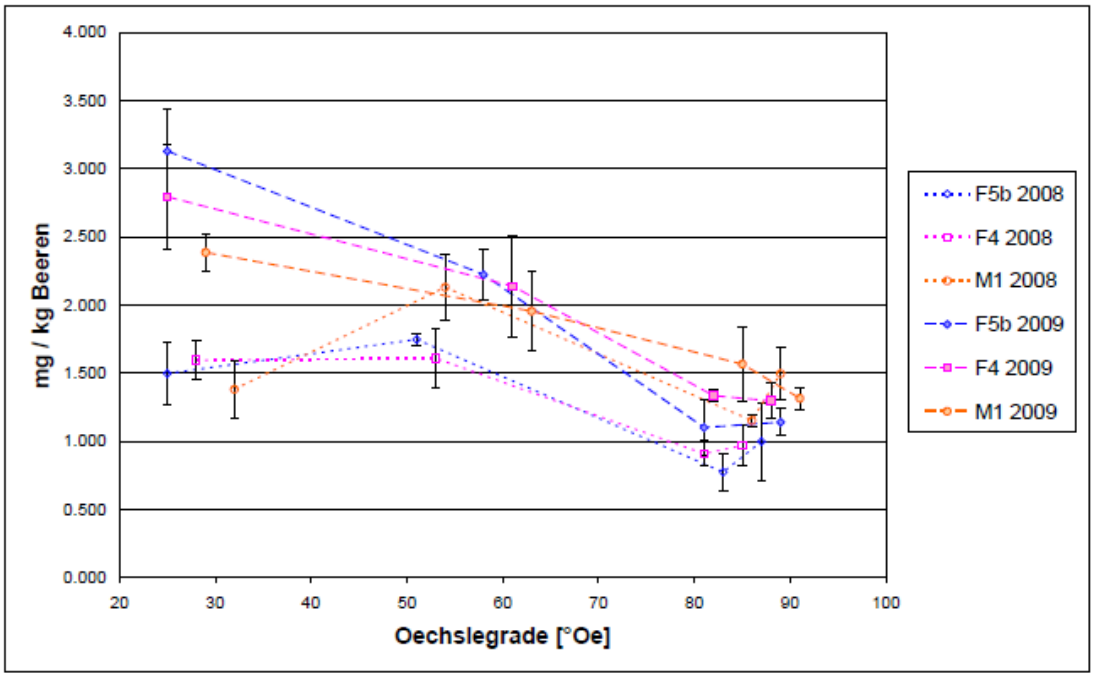



**Abb. 1: Gehalt an *all–trans*–Lutein in Rieslingbeeren verschiedener Weinbergslagen in Geisenheim im Verlauf der Traubenreife in den Jahrgängen 2008 und 2009.**

Dass die jahrgangsbedingten Klimaeinflüsse größer waren als der Einfluß des Bodenmanagements oder der Weinbergslage zeigte sich bei allen Carotinoiden. Ein Beispiel dafür waren die *all–trans*–ß–Carotin–Gehalte, die während des gesamten Reifeverlaufs in Proben des Jahres 2008 um 30 % geringer waren als in Beeren des Jahrgangs 2009 (Abb. 2).

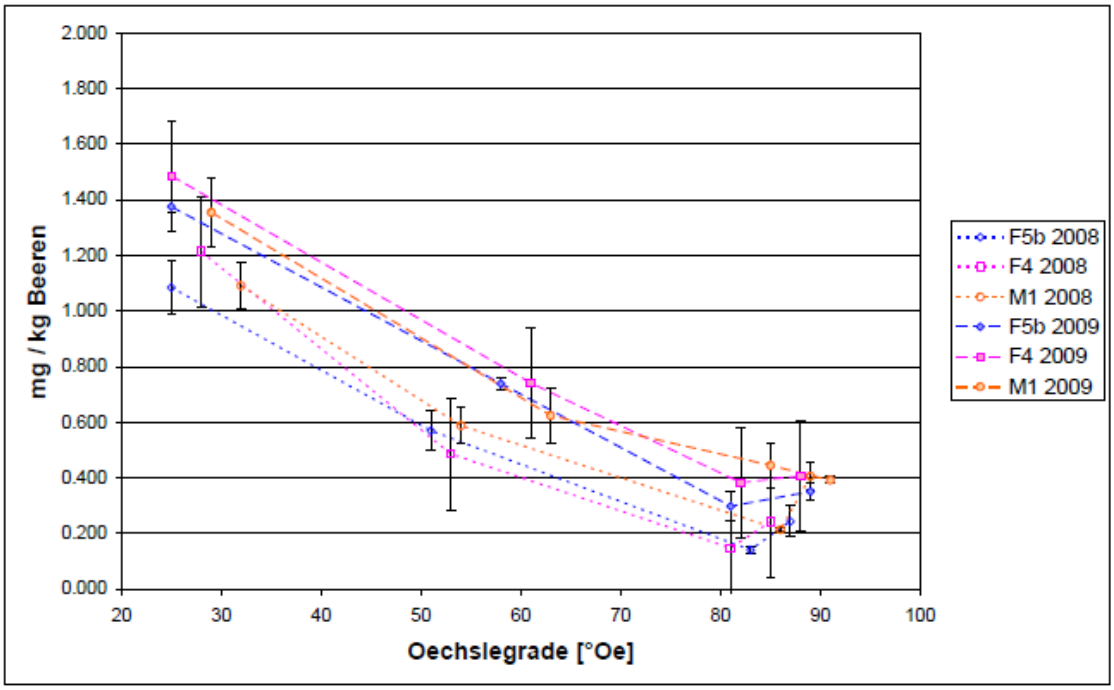



**Abb. 2: Gehalt an *all–trans*–ß–Carotin in Rieslingbeeren verschiedener Weinbergslagen in Geisenheim im Verlauf der Traubenreife in den Jahrgängen 2008 und 2009.**

Wie Abbildung 3 verdeutlicht verlief die Abnahme des Gesamtcarotinoidgehalts in Proben der Weinberge F4 und F5b in beiden Jahren nahezu identisch. In Beeren des Weinbergs M1 war der Gesamtcarotinoidgehalt zu Beginn der Beerenreife niedriger und im späteren Reifeverlauf höher als in Beeren der Weinberge F4 und F5b.

Auch beim Gesamtcarotinoidgehalt waren die Jahrgangsunterschiede deutlicher als die Unterschiede zwischen den Weinbergen. Die Ähnlichkeiten im Kurvenverlauf des *all–trans*–Lutein und der Gesamtcarotinoide war auf den mit 26 – 44% hohen Anteil des *all–trans*–Lutein an den Gesamtcarotinoiden zurückzuführen (Tab.1).

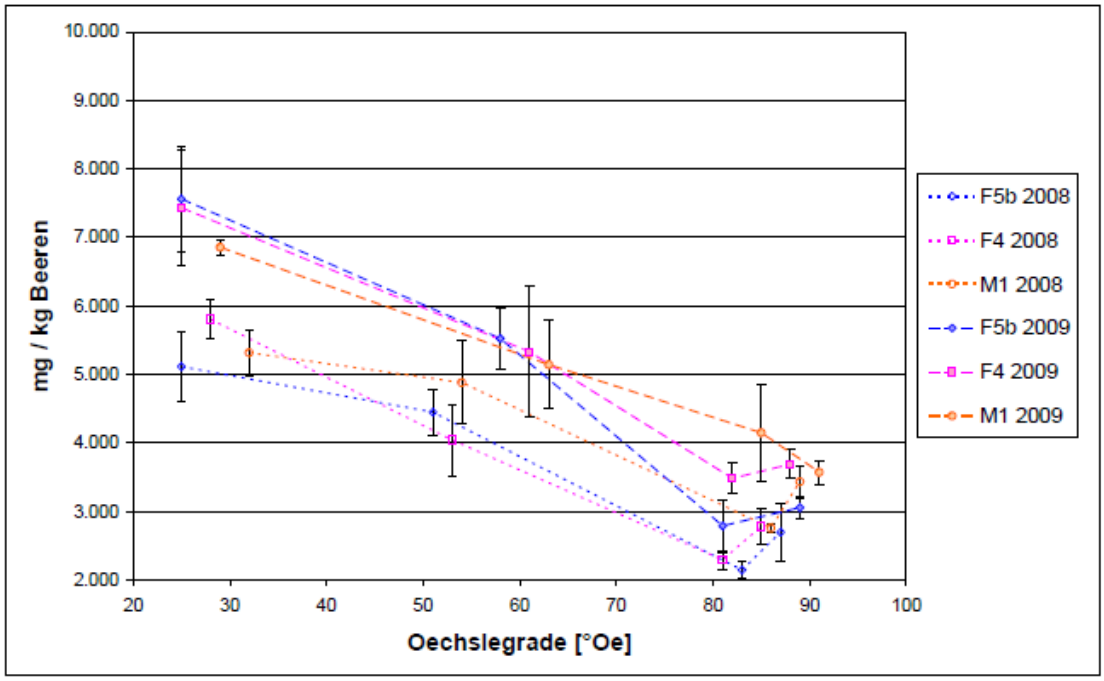



**Abb. 3: Gesamtcarotinoidgehalt in Rieslingbeeren verschiedener Weinbergslagen im Verlauf der Traubenreife in den Jahrgängen 2008 und 2009.**

### 2.1.2 Einfluß der Weinbergslage auf die C13 – Norisoprenoide in Beeren

Der Gesamtnorisoprenoidgehalt stieg bei allen drei Weinbergen im Verlauf der Beerenreife von 20 µg / kg Beeren auf 200 µg / kg Beeren (Abb. 4). Es war kein Unterschied im Gesamtnorisoprenoidgehalt zwischen den unterschiedlich bewirtschafteten Weinbergen oder Weinbergslagen nachweisbar. Ebenso verhielt es sich bei einzelnen C13 – Norisoprenoiden, z.B. Vitispiran A (Abb. 5a) und TDN (Abb. 5b). Jahrgangsunterschiede waren bei den C13 – Norisoprenoiden nicht vorhanden.

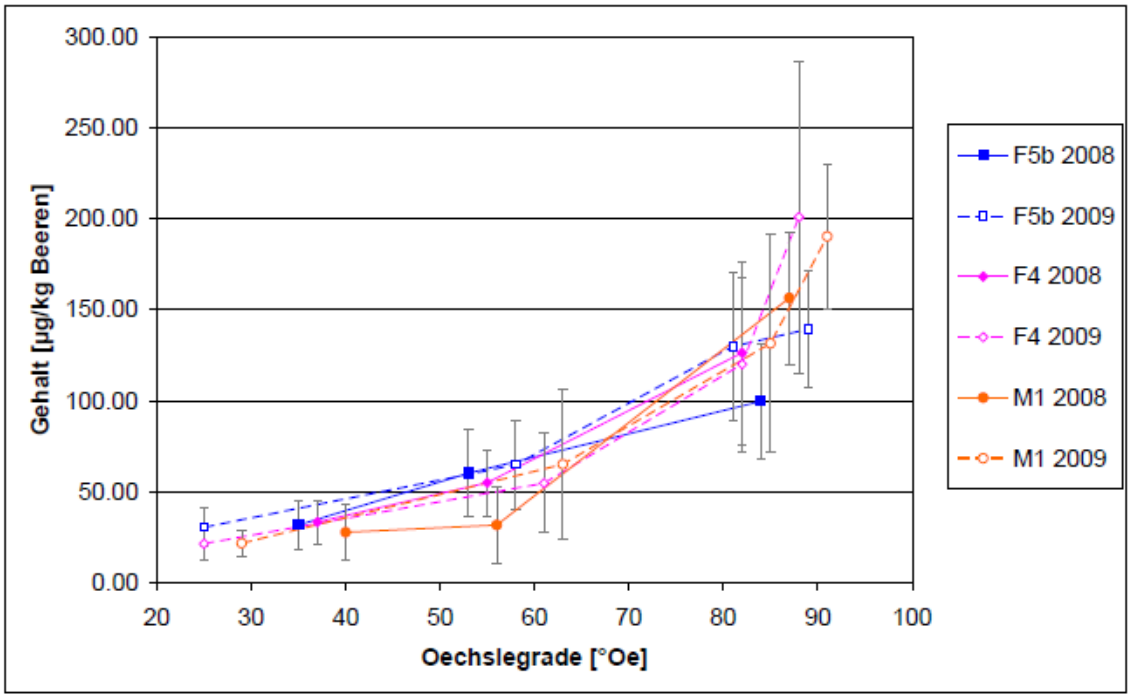



**Abb. 4: Gesamtnorisoprenoidgehalt in Beerenproben der Sorte Riesling der Jahrgänge 2008 und 2009 aus verschiedenen Weinbergen in Geisenheim.**

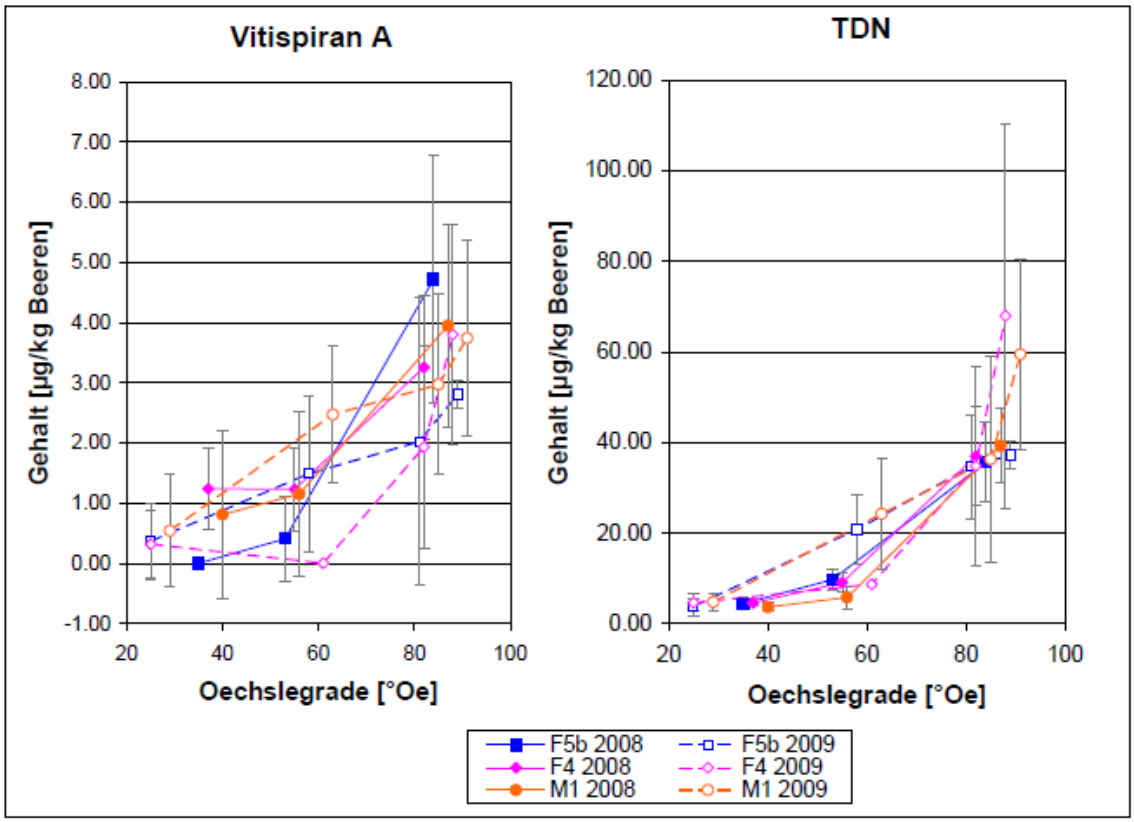



**Abb. 5: Gehalt an Vitispiran A (a) und TDN (b) in Beerenproben der Sorte Riesling der Jahrgänge 2008 und 2009 aus verschiedenen Weinbergen in Geisenheim.**

### 2.1.3 Einfluß der Weinbergslage auf die C13–Norisoprenoide in Weinen der Jahrgänge 2007 und 2008

In Rieslingweinen konnten mittels Festphasenextraktion 45 Aromastoffe nachgewiesen werden, davon 15 C13-Norisoprenoide. Als Hauptkomponenten der Klasse der C13–Norisoprenoide konnten Vitispiran A und Vitispiran B, TDN, ß–Damascenon und 3–α–oxo–Ionol identifiziert werden.

Analysen der 2007er Weine 50 Tage nach deren Füllung ergaben keine eindeutigen Unterschiede zwischen den verschiedenen Weinbergen (Abb. 6). Da die Gesamtnorisoprenoidgehalte des Weinbergs F4 und des 100 Meter entfernten Weinbergs M1 keine Unterschiede zeigten, konnte kein Einfluß der Weinbergslage nachgewiesen werden. Ein Einfluß des unterschiedlichen Bodenmanagements in den benachbarten Parzellen 4 und 5b des Weinbergs „Fuchsberg“ war in beiden Jahrgängen mit einem bis zu 50µg/L niedrigerem Gesamtnorisoprenoidgehalt in Weinen der Parzelle 5b erkennbar.

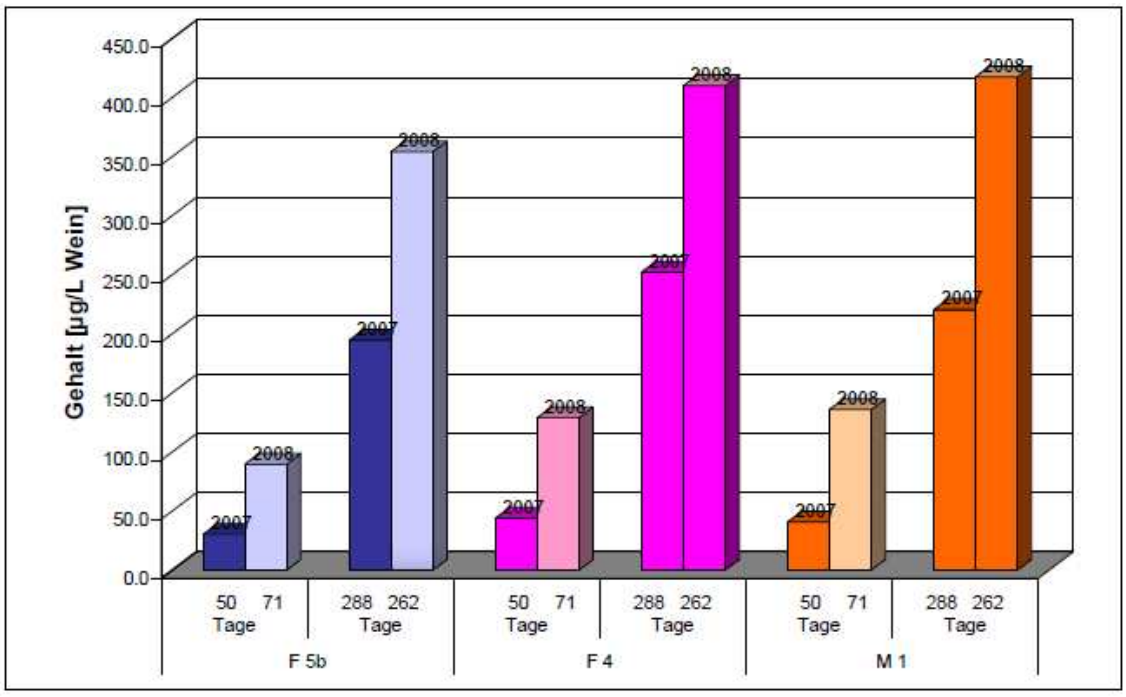



**Abb. 6: Gesamtnorisoprenoidgehalt in Rieslingweinen der Jahrgänge 2008 und 2009 aus verschiedenen Weinbergen in Geisenheim zu verschiedenen Lagerzeitpunkten (Tage nach der Füllung).**

Der Einfluß der Weinbergslage und der Bewirtschaftung wirkten sich auf die einzelnen C13–Norisoprenoide zum Teil sehr unterschiedlich aus, so dass sich keine einheitliche Tendenz abzeichnete. Nur etwa der Hälfte der nachgewiesenen C13–Norisoprenoide, darunter Vitispiran A, Vitispiran B und TDN zeigte übereinstimmend keinen Unterschied zwischen den beiden standardbewirtschafteten Weinbergen F4 und M1, jedoch einen Einfluß der Stressituation des Weinbergs F5b.
Bemerkenswert war der mit 37 – 42% sehr hohe Anteil des, für den Petrolton bei Weißem Riesling verantwortlichen, TDN am Gesamtnorisoprenoidgehalt in den Weinen der drei Weinberge. Auf jedes der anderen identifizierten C13–Norisoprenoide entfiel ein Anteil von ca. 4% am Gesamtnorisoprenoidgehalt.

### 2.1.4 Einfluß der Lagerdauer und des Erntezeitpunktes auf die C13–Norisoprenoide in Weinen der Jahrgänge 2007 und 2008

Wie Abbildlung 6 zeigt, betrug der Gesamtnorisoprenoidgehalt in Weinen des Jahres 2007 nach 50 Tagen 30 – 44 µg/L und in 2008er Weinen nach 70 Tagen 90 – 136 µg/L. Dieser jahresbedingte Einfluß war auch nach 260 bzw. 290 Tagen noch sehr deutlich, da die Weine des Jahres 2007 Gesamtnorisoprenoidgehalte von 195 – 250 µg/L Wein aufwiesen, während die Gehalte der Weine des Jahres 2008 zwischen 355 – 420 µg/L Wein lagen.

Der Einfluß des Erntezeitpunkts und damit der Reife der Trauben veränderte sich im Verlauf der Lagerung. Weine des Jahres 2007, die mit 82 – 84 °Oe geerntet wurden, wiesen nach 50 Tagen Lagerung einen 2 – 3 fach höheren Gesamtnorisoprenoidgehalt auf als Weine mit 96 – 100 °Oe, die einige Tage später geerntet wurden (Abb. 7). Nach 643 Tagen Lagerung zeigten jedoch die Weine mit dem höheren Oechslegraden um 30% höhere

Gesamtcarotinoidgehalte. Ebenso verhielt es sich bei einzelnen C13 –Norisoprenoiden wie TDN, Vitispiran A, ß –Damascenon und 3-α-oxo-Ionol. Dieses Ergebnis könnte auf den höheren Zuckergehalt in den reiferen Beeren zurückzuführen sein. Ein höherer Zuckeranteil bedingt einen höheren Anteil an glykosidisch– gebundenen Aromastoffen und Aromavorstufen, wie z.B. Carotinoiden, die im Verlauf der Reife freigesetzt und umgewandelt werden.

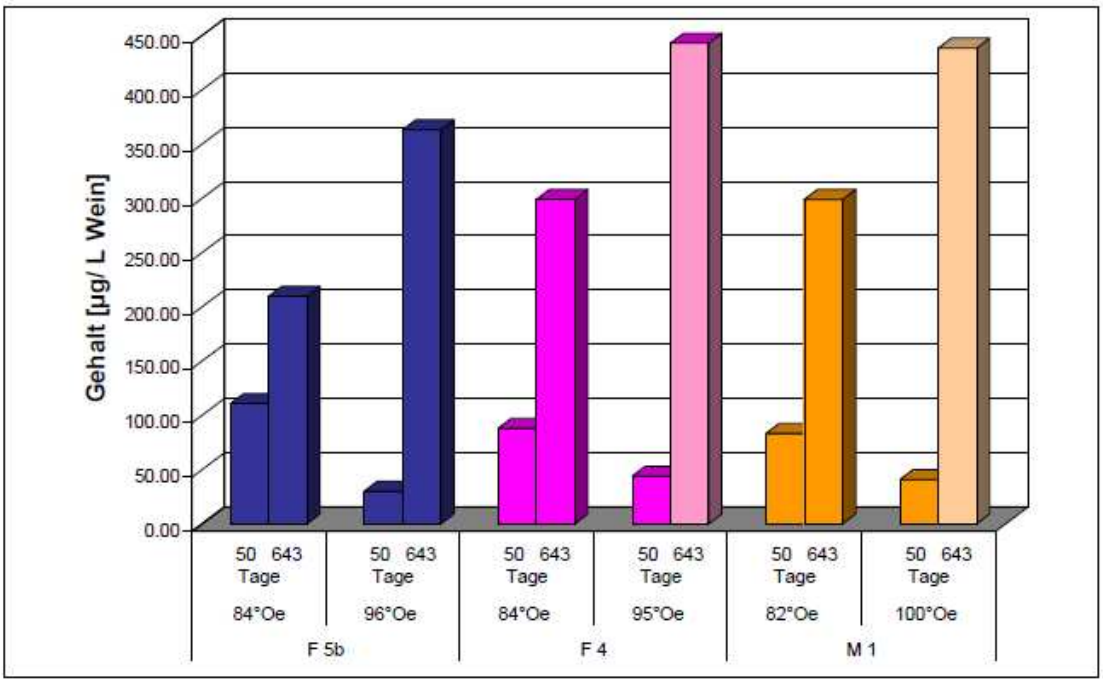



**Abb. 7: Gesamtnorisoprenoidgehalt in Rieslingweinen unterschiedlicher Erntetermine des Jahrgangs 2007 aus verschiedene Geisenheimer Weinbergen nach kurzer und länger er Lagerdauer (Tage nach der Füllung).**

### 2.1.5 Einfluß der Weinbergslage auf die Sensorik der Weine des Jahrgangs 2007 und 2008

Die Weine des Jahrgangs 2007 wurden am 28. Mai 2009 nach 16 Monaten Lagerung nochmals verkostet.

Die sensorischen Unterschiede zwischen den Weinen der drei unterschiedlich bewirtschafteten Weinberge waren beim ersten Erntetermin (11.09.2007) gering. Die Panelteilnehmer bewerteten die Ausprägung eines Fehltons im Wein des stickstoffarmen und stressanfälligen Weinbergs F5b stärker sowie dessen Typizität schwächer, als bei der benachbarten Parzelle F4. Die Note „exotische Früchte“ wurden im Wein des Weinbergs F5b schwächer beurteilt als im Wein des Weinbergs M1. Die Weine des zweiten und dritten Erntetermins wurden von den Panelteilnehmern als nicht unterschiedlich bewertet.

Die Weine des Jahrgangs 2008 wurden am 17. Februar 2009 gefüllt und am 6. November 2009 erstmals verkostet. Die sensorischen Unterschiede zwischen den Weinen aller drei unterschiedlich bewirtschafteten Weinberge wurden von den Panelteilnehmer als gering bewertet.

Die Weine des Jahrgangs 2008 wurden am 17. Februar 2009 gefüllt und am 6. November 2009 erstmals verkostet. Die sensorischen Unterschiede zwischen den Weinen aller drei unterschiedlich bewirtschafteten Weinberge wurden von den Panelteilnehmer als gering bewertet.

### 3. Einfluss des Mikroklimas

Im Rahmen der Untersuchungen zum Einfluss des Mikroklimas wurden die Parameter Lichtintensität, Lichtspektrum und Temperatur berücksichtigt. Innerhalb dieses Bereiches sollte die Bedeutung der basalen Blätter für die Entstehung von Carotinoiden und C13–Norisoprenoiden in den Trauben untersucht werden.

Die Bedeutung der basalen Blätter wurde durch Vergleiche nicht entblätterter Reben und entblätterter Reben untersucht. Für diesen Zweck wurden zu Beginn der Veraison in zehn Zeilen des Weinbergs M1 die basalen Blätter entfernt. Bei einem Teil der entblätterten Variante wurde die Traubenzone mit einem grünen Netz abgehängt, um ähnliche mikroklimatische Bedingungen wie bei der nicht entblätterten Variante zu simulieren. Durch den Vergleich dieser drei Varianten konnte die Bedeutung der basalen Blätter sowie die Bedeutung der Temperatur im Vergleich zur Lichtintensität untersucht werden. Ferner sollte der Einfluss von Lichtintensität, Lichtspektrum und Temperatur auf die Carotinoide und C13–Norisoprenoide bestimmt werden.

## 3.1 Ergebnisse der Untersuchung des Mikroklimas in den Jahren 2008 und 2009

### 3.1.1 Einfluß des Mikroklimas in den Jahren 2008 und 2009 auf die Carotinoide in Beeren

In den Beeren der entblätterten und mit grünen Netzen beschatteten Rebstöcken traten *all–trans*–Lutein, *all–trans*–Zeaxanthin und *all–trans*–ß–Carotin ebenfalls als Hauptcarotinoide auf (Tab. 2). Zusammen mit den Minorkomponenten ergaben die acht *trans*–Carotinoide 66 – 77% des Gesamtcarotinoidgehalts.

**Tab. 2: Prozentualer Anteil der *trans*–Carotinoide in Beerenproben der Sorte Riesling verschiedener Anbauvarianten der Jahrgänge 2008 und 2009.**

| Weinberg / Variante | M1 | | M1 entblättert | | M1 Netz | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahrgang | 2008 | 2009 | 2008 | 2009 | 2008 | 2009 |
| all–*trans*–Lutein | 26.0 – 43.7 | 34.8 – 38.0 | 33.5 – 43.2 | 27.6 – 38.1 | 35.1 – 48.5 | 41.3 – 48.8 |
| all–*trans*–Zeaxanthin | 5.8 – 12.5 | 5.4 – 16.3 | 7.9 – 19.5 | 12.2 – 27.2 | 2.4 – 4.3 | 2.5 – 5.5 |
| all–*trans*–ß–Carotin | 7.7 – 20.5 | 10.7 – 19.8 | 5.9 – 19.1 | 8.2 – 17.5 | 9.0 – 19.1 | 13.4 – 19.3 |
| all–*trans*–Zeinoxanthin | 1.5 – 6.8 | 1.9 – 2.8 | 1.9 – 3.6 | 2.0 – 3.3 | 1.1 – 3.9 | 1.0 – 1.3 |
| all–*trans*–a–Carotin | 1.3 – 1.7 | 1.2 – 1.5 | 1.3 – 1.5 | 1.1 – 1.4 | 1.5 – 1.8 | 1.0 – 1.6 |
| all–*trans*–ß–Cryptoxanthin | 1.2 – 1.7 | 0.9 – 1.3 | 1.0 – 1.4 | 0.6 – 1.4 | 0.9 – 1.3 | 0.6 – 1.1 |
| all–*trans*–Neoxanthin | 1.4 –1.8 | 1.2 – 1.6 | 1.3 – 1.9 | 1.2 – 1.7 | 1.7 – 2.0 | 1.2 – 1.5 |
| all–*trans*–Violaxanthin | 1.4 – 1.7 | 1.1 – 1.6 | 1.1 – 1.8 | 0.9 – 1.7 | 1.3 –1.7 | 0.9 – 1.3 |

Wie Abbildung 8 verdeutlicht, zeigten die Beeren der entblätterten Rebstöcke während des gesamten Reifeverlaufs die niedrigsten prozentualen Anteile an *all–trans*–Lutein und *all–trans*–ß–Carotin und die höchsten Werte an *all–trans*–Zeaxanthin. In Beeren der beschatteten Rebstöcke hingegen waren im Reifeverlauf durchgehend niedrigere prozentuale Anteile an *all–trans*–Zeaxanthin nachweisbar. Desweiteren hatte die Beschattung der entblätterten Rebstöcke höhere Anteile an *all–trans*–Lutein und *all–trans*–ß–Carotin zur Folge. Daß die Werte der Kontrollvariante zwischen den Werten der beiden anderen Varianten lagen kann darin begründet sein, daß bei der Kontrollvariante die basalen Blätter einen natürlichen Schutz vor starker Sonneneinstrahlung bilden und die Bildungs – und Umlagerungsprozesse im Gleichgewicht standen und nicht zu einem Extrem verschoben waren.

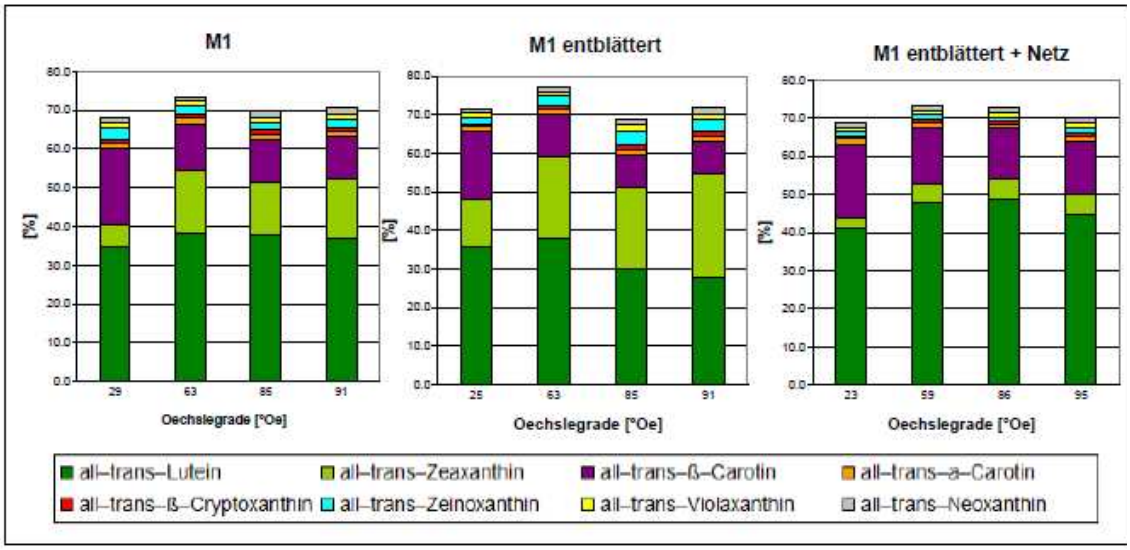



**Abb. 8: Prozentualer Anteil der acht all–*trans*–Carotinoide in Rieslingbeeren verschiedener Anbauvarianten des Jahrgangs 2008 (M1 = Kontrollvariante).**

Unterschiede im Gesamtcarotinoidgehalt waren bei den Entblätterungs – und Beschattungsvarianten nicht festzustellen. Die Kontrollvariante wies in beiden Jahrgängen jeweils höhere Gesamtcarotinoidgehalte auf als die beiden Belichtungsvarianten.

Die a*ll–trans*–Zeaxanthin–Gehalte beider Jahrgänge waren in Beeren, der mit Netzen beschatteten Rebstöcke, im Reifeverlauf durchgehend am niedrigsten (Abb. 9). Im Gegensatz dazu führte die Entblätterung der Rebstöcke zu deutlich höheren *all–trans*–Zeaxanthin–Gehalten im Vergleich zur jeweiligen Kontrollvariante. Dies kann dadurch begründet sein, dass beim engmaschigen Netz kein Sonnenlicht durchtreten konnte, was dazu führte, dass *all–trans*–Zeaxanthin aufgrund anderer Temperaturen und Lichtintensitäten nicht gebildet werden konnte oder stärker abgebaut wurde.

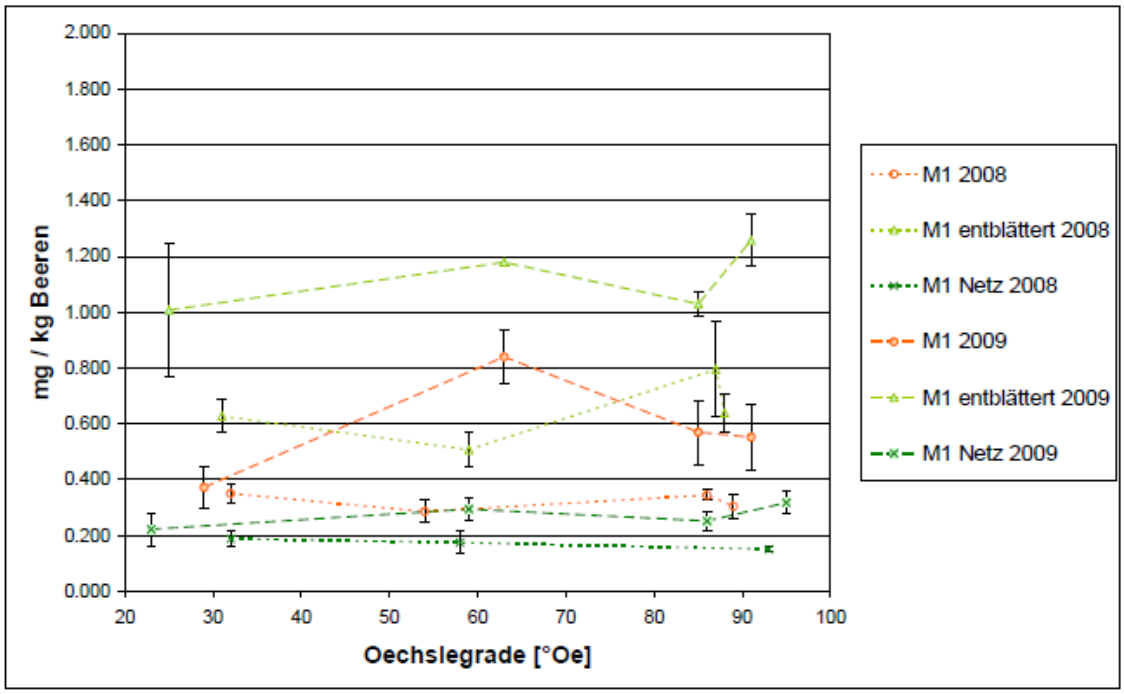



**Abb. 9: Gehalt an *all–trans*–Zeaxanthin in Rieslingbeeren verschiedener Anbauvarianten der Jahrgänge 2008 und 2009 im Verlauf der Traubenreife.**

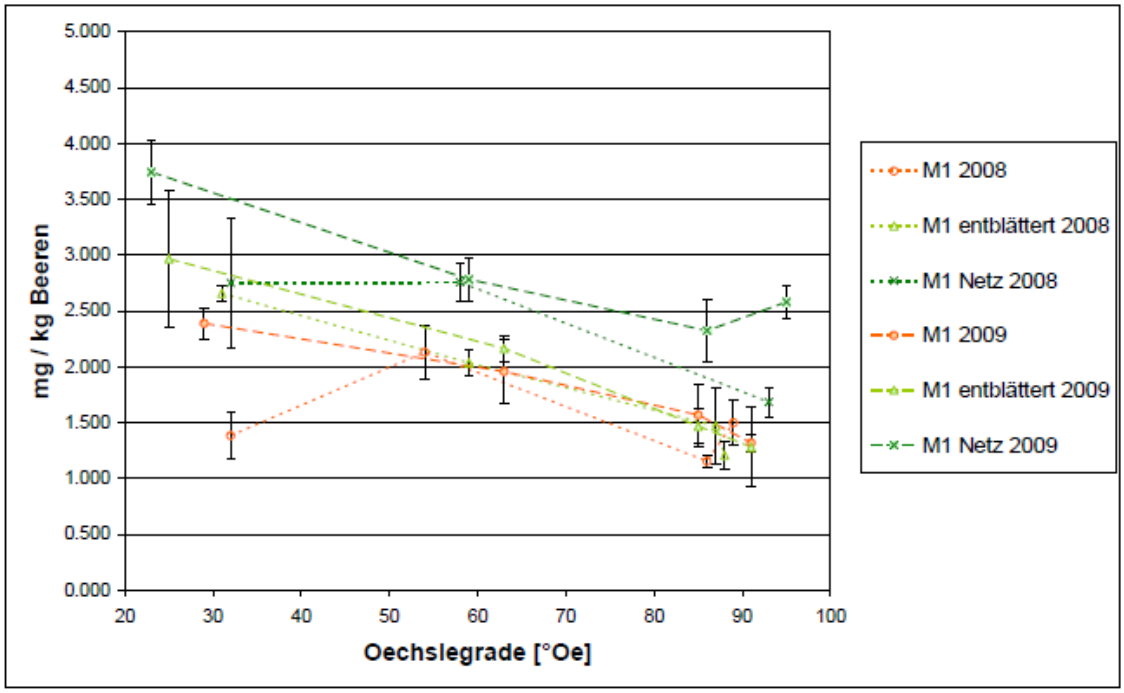



**Abb. 10: Gehalt an *all–trans*– Lutein in Rieslingbeeren verschiedener Anbauvarianten der Jahrgänge 2008 und 2009 im Verlauf der Traubenreife.**

Die mit Netzen beschatteten Beeren wiesen im gesamten Reifeverlauf die höchsten Gehalte an *all–trans*–Lutein (Abb. 10) und *all–trans*–ß–Carotin (Abb. 11 a und Abb. 11 b) auf. Die zu Beginn der Reife etwas höheren Gehalte der entblätterten Rebstöcke glichen sich im Reifeverlauf denen der Kontrollvariante an (Ausnahme *all–trans*–ß–Carotin im Jahr 2009). Die *all–trans*–Lutein– und *all–trans*–ß–Carotin–Gehalte der jeweiligen Variante des Jahres 2008 lagen jeweils unter denen des Jahres 2009.

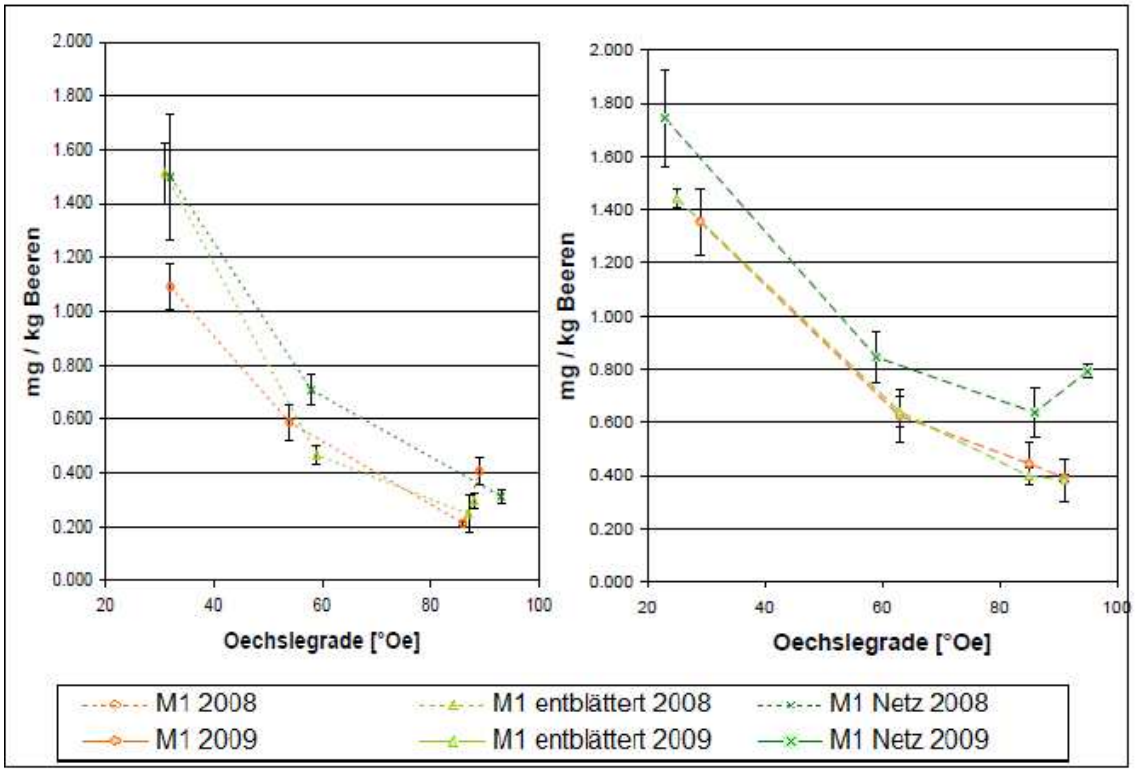



**Abb. 11: Gehalt an *all–trans*–ß–Carotin in Rieslingbeeren verschiedener Anbauvarianten der Jahrgänge 2008 und 2009 im Verlauf der Traubenreife.**

### 3.1.2 Einfluß des Mikroklimas auf die C13–Noirsoprenoide in Beeren in den Jahrgängen 2008 und 2009

Wie Abbildung 12 verdeutlicht, wiesen die Beerenproben der entblätterten Rebstöcke höhere Gesamtnorisoprenoidgehalte auf, als die Beeren der Kontrollvariante. Die Beeren, der mit Netzen beschatteten und zuvor entblätterten Rebstöcke, wiesen niedrigere Gesamtnorisoprenoidgehalte auf als die der Kontrolle.

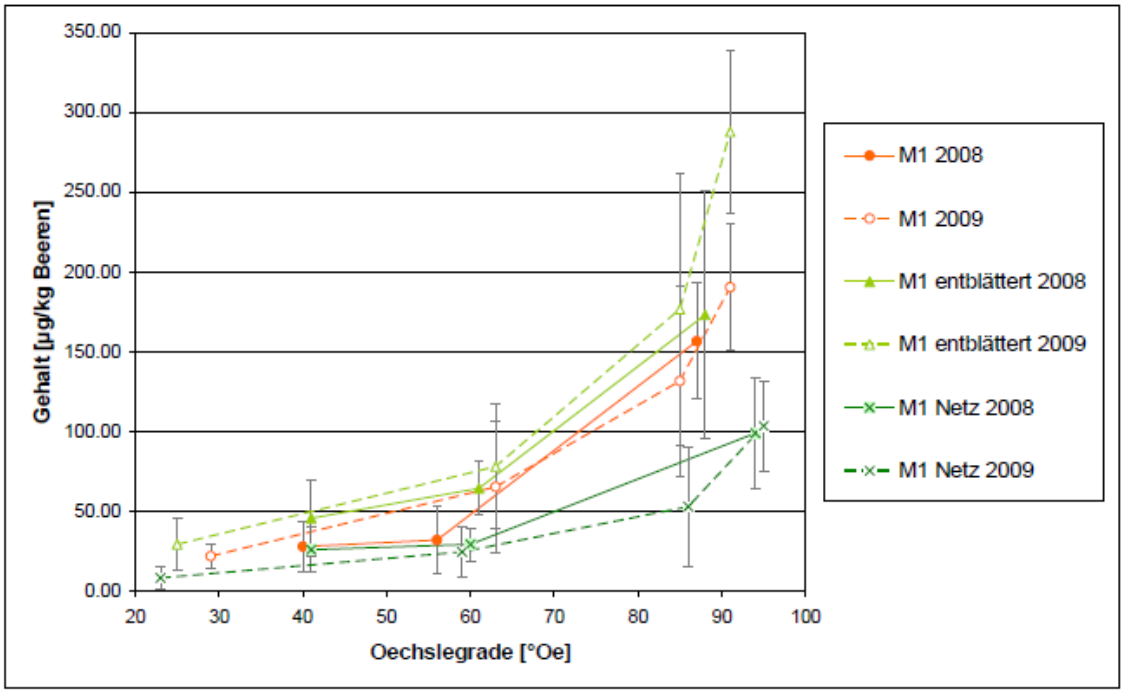



**Abb. 12: Gesamtnorisoprenoidgehalt in Beerenproben der Sorte Riesling der Jahrgänge 2008 und 2009 verschiedener Anbauvarianten.**

Der Einfluß von Entblätterung und Beschattung hatte auf einzelne C13–Norisoprenoide den gleichen Einfluß wie auf den Gesamtnorisprenoidgehalt. Bei Vitispiran A (Abb. 13a) und TDN (Abb. 13b) wiesen die Beeren der entblätterten Rebstöcke höhere Gehalte auf als die Beeren der Kontrollvariante. Eine Ausnahme sind die Vitispiran A – und TDN–Gehalte der ersten beiden Erntetermine im Jahr 2008, bei der die Gehalte unter denen der Kontrollvariante lagen. Die Beschattung der entblätterten Rebstöcke führte zu niedrigeren Vitispiran A – und TDN – Gehalten in den Beeren beider Jahrgänge.

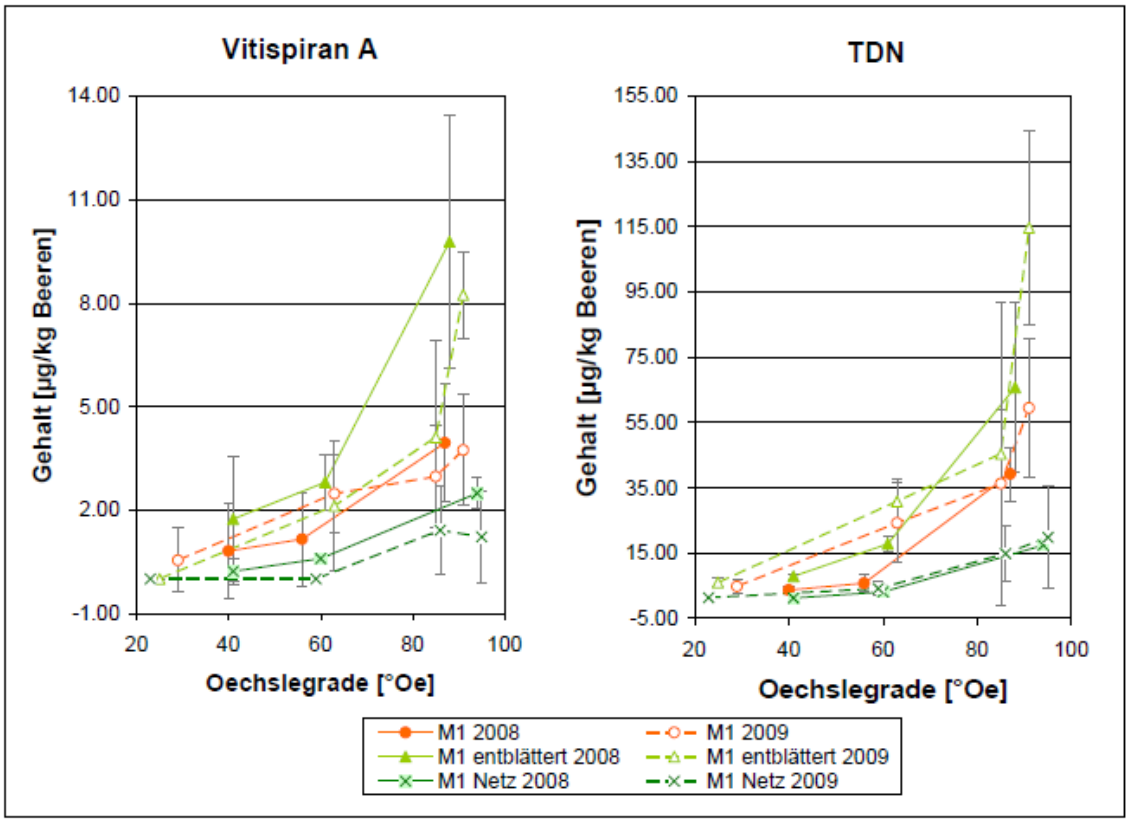



**Abb. 13: Gehalt an Vitispiran a (a) und TDN (b) in Riesling – Beerenproben der Jahrgänge 2008 und 2009 verschiedener Anbauvarianten.**

### 3.1.3 Einfluß des Mikroklimas auf die C13–Norisoprenoide in Weinen der Jahrgänge 2007 und 2008

Der Gesamtnorisoprenoidgehalt war in beiden Jahrgängen in Weinen entblätterter Rebstöcke höher als in Weinen der nichtentblätterten Kontrolle (Abb.14). Die Beschattung mit Netzen, der zuvor entblätterten Rebstöcke, führte zu einem niedrigeren Gesamtgehalt an C13–Norisoprenoiden. Diese Unterschiede wurden im Verlauf der Lagerung deutlicher. Der Gesamtnorisoprenoidgehalt in den Weinen des Jahrgangs 2007 lag zu Beginn (50 Tage nach der Füllung) zwischen 40 – 50 µg/L. Nach 290 Tagen Lagerung war der Gehalt 5-fach höher und betrug 190 – 220 µg/L. Die Weine des Jahrgangs 2008 hatten 70 Tage nach der Füllung einen Gesamtnorisoprenoidgehalt von 110 – 210 µg/L. Dieser stieg innerhalb eines halben Jahres (190 Tage) auf 210 – 520 µg/L an.

Bei den C13–Norisoprenoiden TDN, Vitispiran A, Vitispiran B und fünf weiteren C13 – Norisoprenoiden, hatten die Weine der Beschattungsvariante ebenfalls in beiden Jahrgängen die höchsten Gehalte und die der Entblätterungsvariante die niedrigsten Gehalte.

Der Anteil des TDN lag in Weinen der entblätterten Rebstöcke bei 40 % und unterschied sich damit nicht wesentlich vom prozentualen Anteil der Kontrolle (37%). Der prozentuale Anteil des TDN in Weinen der beschatteten Rebstöcke lag mit 27% niedriger als bei der Kontrolle und der entblätterten Variante.

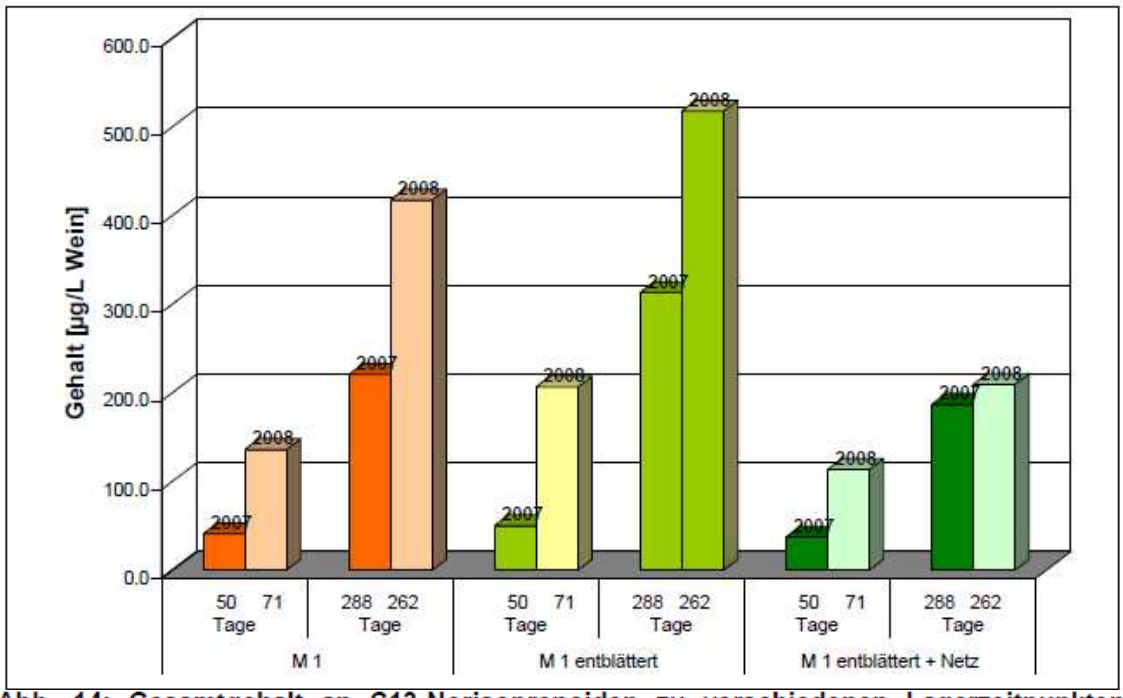



**Abb. 14: Gesamtgehalt an C13-Norisoprenoiden zu verschiedenen Lagerzeitpunkten (Tage nach der Füllung) in Rieslingweinen unterschiedlicher Anbauvarianten der Jahrgänge 2007 und 2008.**

Der Gehalt an Megastigmandiol (Abb. 15) war in Weinen der mit Netzen beschatteten Variante am höchsten und in Weinen der entblätterten Rebstöcke am niedrigsten. Der ß–Damascenongehalt (Abb. 16) war ebenfalls in Weinen der Beschattungsvariante am höchsten und in der Kontrollvariante (keine Entblätterung, keine Beschattung) am niedrigsten.

Der Einfluß von Temperatur und Lichtintensität durch Entblätterung und Beschattung wirkte sich auf die C13–Norisoprenoide unterschiedlich aus. Eine Ursache dafür könnte in unterschiedlichen Precursoren zu finden sein

(Lee, 2007). Während all–*trans*–Neoxanthin als Vorstufe für ß-Damascenon dient, wird Megastigmandiol aus all-trans-Lutein gebildet (Baumes, 2002).

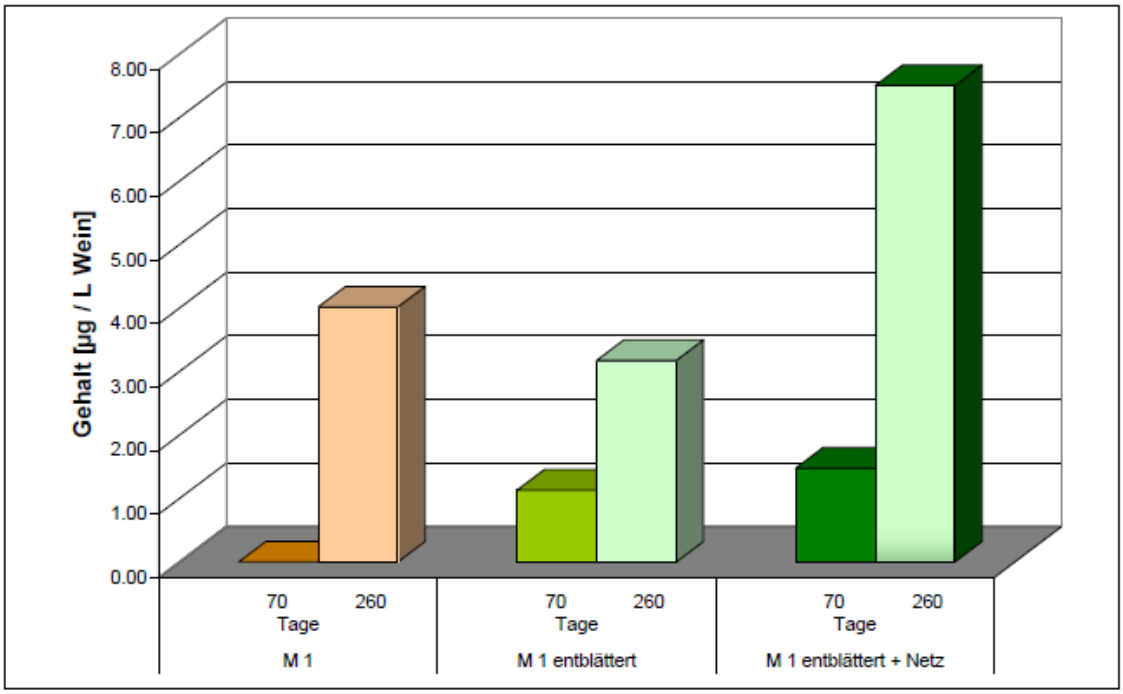



**Abb. 15: Megastigmandiolgehalt in Rieslingweinen unterschiedlicher Anbauvarianten des Jahrgangs 2008 zu verschiedenen Lagerzeitpunkten (Tage nach der Füllung).**

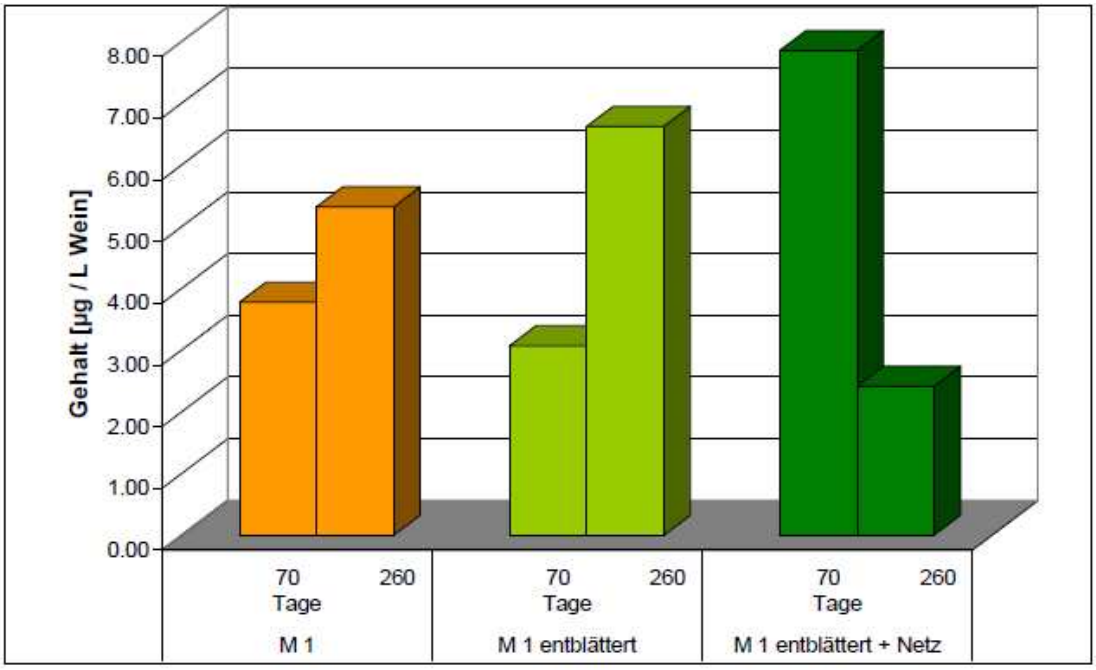



**Abb. 16: ß-Damascenongehalt in Rieslingweinen unterschiedlicher Anbauvarianten des Jahrgangs 2008 zu verschiedenen Lagerzeitpunkten (Tage nach der Füllung).**

### 3.1.4 Einfluß des Mikroklimas auf die Sensorik der Weine der Jahrgänge 2007 und 2008

Sowohl die Weine des Jahrgangs 2007 als auch die des Jahrgangs 2008 wurden von den Panelteilnehmer als nicht sensorisch unterscheidbar eingestuft. Lediglich der Wein der entblätterten und mit Netzten beschatteten Variante des Jahrgangs 2007 wurde nach 16 Monaten Lagerung leicht saurer beurteilt als die Weine der Kontrolle und der Entblätterungsvariante.

Obwohl zwischen den Belichtungsvarianten Unterschiede in den Gehalten der als negeativ zu bewertenden C13–Norisoprenoide (TDN, Vitispiran A und Vitispiran B) festzustellen waren, wurden die Weine bei den negativen Attributen Fehlton, Petrolton und krautig gleich bewertet.

## 4. Herkunft der Aromastoffe

Um den Bildungsort der Carotinoide und dessen Einfluss auf das Carotinoidprofil aufzuklären, sollte eine Grünveredelung durchgeführt werden. Reben unterschiedlicher Sorten sollten entlang der horizontalen Triebachse auf andere Rebsorten grünveredelt werden.
Durch den Vergleich dieser gepfropften Reben mit ungepfropften Riesling–Reben sollte untersucht werden, welche Rolle der Transport von Carotinoiden oder deren Vorstufen aus den Blättern auf die C13–Norisoprenoidbildung in Trauben hat. Bei diesen Versuchen wurde eine beschattete Variante sowie eine Lichtvariante verwendet.

Im Jahr 2009 konnte keine Grünveredelung durchgeführt werden, da die Topfreben nach dem Winter 2008 / 2009 keine Gescheine ausbildeten. Stattdessen wurden Standordveredelungen durchgeführt. Bei diesen wurden Spätburgunder-Edelreiser mittels Omega-Schnitt auf Rieslingreben veredelt. Auch diese Veredelungen bleiben erfolglos, da die Spätburgunder–Edelreiser erst sehr spät im Jahr vereinzelte Blätter ausbildeten und zu diesem Zeitpunkt der Carotinoidgehalt in den Trauben bereits abnahm.

## Literaturverzeichnis

Baumes, R., Wirth, J., Bureau, S., Gunata, Y., Razungles, A.; Biogeneration of $C_{13}$-norisoprenoid compounds: experiments supportive for an apo-carotenoid pathway in grapevines, Anal. Chim. Acta. (2002); 458, 3 – 14.

Enzell, C.; Biodegradation of carotenoids – an important route to aroma compounds. Pure and Appl. Chem. (1985); 57, 693 – 700.

Gholami, M., Hayasaka, Y., Coombe, B.G., Jackson, J.F., Robinson, S.P., Williams, P.J.; Biosynthesis of flavour compounds in Muscat Gordo Blanco grape berries. Aust. J. Grape and Wine Res. (1995); 1, 19 – 24.

Lee, S. H., Seo, M.- J., Riu, M., Cotta, J. P., Block, D. E., Dokoozlian, N. K., Ebeler, S. E.; Vine Microclimate and Norisoprenoid Concentration in Cabernet Sauvignon Grapes and Wines, Am. J. Enol. Vitic. (2007); 3, 291 – 301.

Razungles, A., Bayonove, C.L., Cordonnier, R.E., Sapis, J.C.; Grape Carotenoids: Changes during the maturation period and localization in mature berries. Am. J. Enol. Vitic. (1988); 39, 44 – 48.

# Variabilität der Qualität von Keltertrauben im Weinberg

Dipl. Geo. Mirjam Hahn, Dr. Manfred Stoll und Dr. Claus Dieter Patz

*Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinbau, Von-Lade-Strasse 1, 65366 Geisenheim*

## 1 Einleitung

Die aktuelle Entwicklung der Betriebsstrukturen von Weingütern zeigt Tendenzen zu größeren Betrieben. Aufgrund dieser Begebenheiten kann den kleinräumigen Unterschieden innerhalb einer Fläche nicht mehr Rechnung getragen werden und die teils sehr heterogenen Weinberge werden ggf. unangepasst einheitlich bewirtschaftet.

Ziel des Projekts ist, durch multispektrale Fernerkundungsdaten Aussagen bezüglich der Qualitäten des Erntegutes vor der Lese abzuleiten. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich qualitativ hochwertiges Erntegut durch gesunde Beeren auszeichnet. Auf den Befund räumlich heterogener Traubenqualität im Weinberg kann der Winzer gezielt reagieren. Zum einen können Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Steigerung der Qualität eingesetzt werden, zum anderen können die Trauben nach unterschiedlicher Güte differenziert gelesen und ausgebaut werden.

Die Vitalität der Laubwand kann auf Grundlage der multispektralen Aufnahmen über Vegetationsindizes pixelweise abgeleitet und quantifiziert werden. Daher ist es wichtig, einen Zusammenhang zwischen den Punktdaten der Beerenqualitäten mit den Bilddaten der Pflanzengesundheit herzustellen. Das Projekt lässt sich in die Bearbeitung dreier übergeordneter Arbeitspakete gliedern: Beerenanalyse, Bilddatenerfassung und -analyse der Nah- und Fernerkundung sowie schließlich deren Zusammenhang.

Dieser erste Projektkurzbericht stellt Ergebnisse, basierend auf der Analyse und Auswertung der Qualitätsdaten der Beerenbeprobung, vor.

### Beerenproben

Zur Probennahme wurden zwei Riesling-Weinberge mit annähernd gleichem Standraum sowie Saplererziehung ausgewählt (Tabelle 1). Die Lese des Geisenheimer Fuchsbergs, der zunächst als relativ homogene Fläche eingestuft wird, erfolgte in den Jahrgängen 2007 – 2009 als Einzelstocklese.

**Tab. 1: Charakterisierung der Weinberge**

| **Lage** | *Geisenheimer Fuchsberg* [F6] | *Eibinger Magdalenenkreuz* [E2\|3] |
|---|---|---|
| **nördliche Breite**<br>**westliche Länge** | 49° 59' 15.92<br>7°56' 38.51 | 49°59'20''<br>7° 55'56'' |
| **Pflanzjahr** | 1995 | 2007 |
| **Rebsorte** | Riesling<br>Klon 239-17 | Riesling<br>Klon 198-25 |
| **Unterlage** | SO4 | SO4 Gm 47 |

Hingegen impliziert der Weinberg *Eibinger Magdalenenkreuz* durch die drei verschiedenen Zeilenorientierungen (Nord\|Süd; Ost\|West; Süd-West\|Nord-Ost] innerhalb eines Weinberges deutlich unterschiedliche Intensitäten der Besonnungsdauer.

### Beereninhaltsstoffe erfasst durch FTIR

Bei der FTIR-Methode (Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie) wird das Transmissionsspektrum der Moste, das durch die Elementkonzentrationen der Inhaltsstoffe geprägt ist, bei Belichtung erfasst. Von den spektralen Charakteristika der Probe werden die Extinktionen bestimmter Stoffe abgeleitet und mittels Kalibrierung Konzentrationswerte der einzelnen Inhaltsstoffe errechnet (PATZ *et al.*, 1999).

Für die spektroskopischen Untersuchungen standen zwei Geräte der Firma Foss® zur Verfügung: WineScan™ FT120 Basic [Probenvolumen 20 mL] und OenoFoss™ [Analyse von Einzelbeeren (ca. 300 µL)]. Für das OenoFoss™ steht bislang keine entsprechende Kalibrierung zur Verfügung. Zur Kalibrierung wurden Referenzwerte nasschemisch erhoben. Die Daten wurden mittels einer Hauptkomponentenanalyse anhand von Referenzdaten der Jahre 2007-2009 kalibriert. Hinsichtlich der Verlässlichkeit der Bestimmung mit dem WineScan™ FT120 Basic konstatieren DIETRICH UND PATZ (2007) für die meisten organischen Verbindungen, die in einer Konzentration größer ein Gramm pro Liter (1 g $L^{-1}$) im Most vorlägen, hinreichende Genauigkeit. Abbildung 1 zeigt eine Gegenüberstellung für Mostgewichtsdaten ermittelt über unterschiedliche Analysemethoden. Die Mostgewichte des WineScan, des Oenofoss und des Biegeschwingers wurden von Dichtewerten abgeleitet.

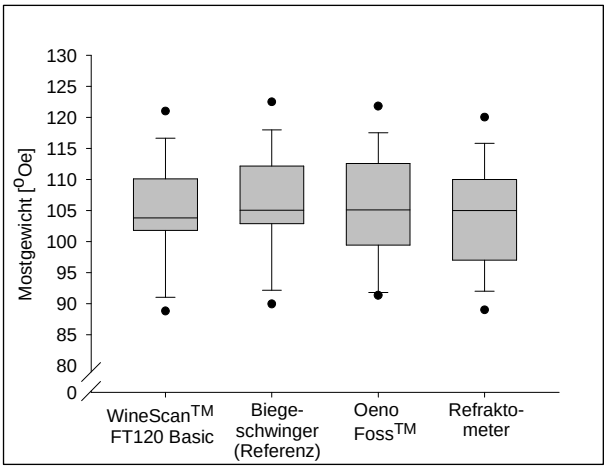



**Abb. 1:**

**Vergleich unterschiedlicher Analyse-methoden für Mostgewichtsdaten der Einzelstocklese (Eibinger Magdalenen-kreuz, Riesling Kl Gm 198, n=15).**

Die Vergleichsprobenzahl mit lediglich 15 Proben ist hierbei sehr gering und eine größere Anzahl an Proben lässt belastbarere Ergebnisse erwarten. Der Unterschied der Daten des Biegeschwingers zu denen des Refraktometers beträgt 1,6 °Oe. Ursachen hierfür können insbesondere in der unterschiedlichen Skalengenauigkeit liegen. Die Daten des OenoFoss und des WineScan sind sehr ähnlich. Beide unterschätzen den Referenzwert leicht und weichen um 0,2 bzw. 1,4°Oe von dessen Mittel ab. In die Bewertung muss einbezogen werden, dass die FTIR-Daten gerade durch die Anpassung an den Referenzwert diesem angenähert wurden.

### Vergleich generativer und vegetativer Parameter

Der Vergleich der beiden Parameter auf der Fläche *Geisenheimer Fuchsberg* zeigte eine deutliche Reduktion des Traubenertrages über die drei Versuchsjahre, während die Menge an Schnittholz nahezu gleich blieb (Abb. 2).

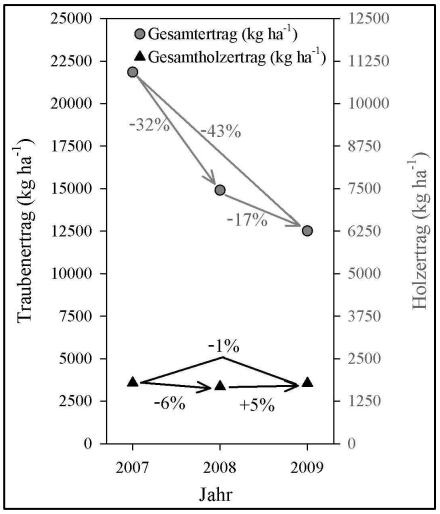



**Abb. 2: Traubenerträge (kg ha$^{-1}$; [netto: ohne Korrektur möglicher Stockausfälle]) der drei Erntejahre der Versuchsfläche F6 im Vergleich mit den Holzerträgen (kg ha$^{-1}$) (Geisenheimer Fuchsberg, Riesling Kl. Gm 239, n=391).**

In keinem der Versuchsjahre wurde eine gezielte Ertragsregulierung vorgenommen. Obwohl das Verhältnis aus Ertrag zu Holzgewicht sich von 8,1 (2007) auf 5,9 (2008) um 27,5% und von 2007 auf 2009 (Verhältnis Ertrag zu Holzgewicht: 4,7) um fast 43% reduzierte, variierte das durchschnittliche Mostgewicht nur um ca. 5 °Oe und lag zwischen 92 °Oe (2007), 87 °Oe (2008) und 90 °Oe (2009).

Betrachtet man die Ergebnisse in der räumlichen Auflösung (Abb. 3), so zeichnet sich der Jahrgang 2009 durch eine geringere Variabilität der Mostgewichte aus. Dies entspricht einer gestauchten Häufigkeitsverteilung, dessen mittlere Klassen dominieren und ist in dieser Darstellung an der Intensität des Grauwerteeindrucks verdeutlicht. Die Variabilität der Graustufen in den Jahren 2007 und 2008 erscheint deutlich höher. Zwischen den drei Jahren lassen sich keine interannuellen, räumlichen Muster im Bestand identifizieren. Dies bestätigt die Erfahrungswerte über diese Anlage und deutet auf eine relative Homogenität dieser Versuchsfläche hin.

Im Vergleich dazu wurden auf der Versuchsfläche Eibinger Magdalenenkreuz signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeilenorientierung bei gleicher Bewirtschaftung und Anlagengeometrie festgestellt. Die Variation liegt insgesamt zwischen 78–95 °Oe, und auch die Streuung der Daten ist relativ gering. Mit 83-84 °Oe im Mittel und ebenso recht geringer Streuung der Daten um 5 °Oe sind auch die Mostgewichte bei diagonaler Zeilenanlage recht gering.

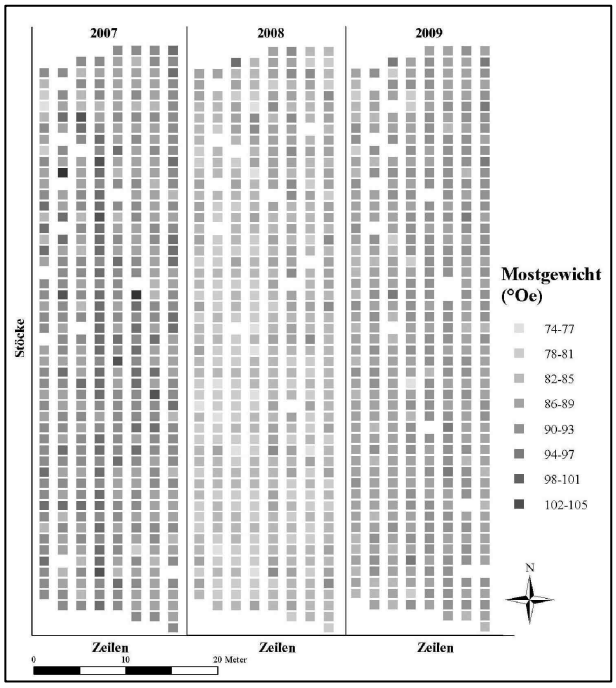



**Abb. 3:**

**Räumliche Differenzierung der Mostgewichte (°Oe) der drei Erntejahre der Versuchsfläche F6**

**(Geisenheimer Fuchsberg, Riesling Kl Gm 239, n=391).**

Zeilenanlage recht gering. Die höchsten Mostgewichte >95 °Oe und vergleichsweise größerer Streuung >5 °Oe sind bei ost-westlicher Zeilenanlage zu konstatieren.

Pro Zeilenorientierung wurden fünf Stöcke beidseitig mit 90 Beeren randomisiert beprobt, von denen je 10 Beeren einzeln untersucht wurden. Die Konfidenzintervalle zeigen den Mittelwert der 50 Einzelbeeren und enthalten 95% der Messwerte. Vergleichsweise werden in Abbildung 4 die Parameter Mostgewicht und Gewicht dargestellt.

Die Mostgewichte zeigen differenziert nach der Position der Beeren innerhalb der jeweiligen Zeilenorientierung diffuse Unterschiede. Diese treten in der ost-westlich angelegten Zeilung am deutlichsten zutage. Hier weisen die Beeren, die sich nach Süden orientieren, eine größere Streuung auf.

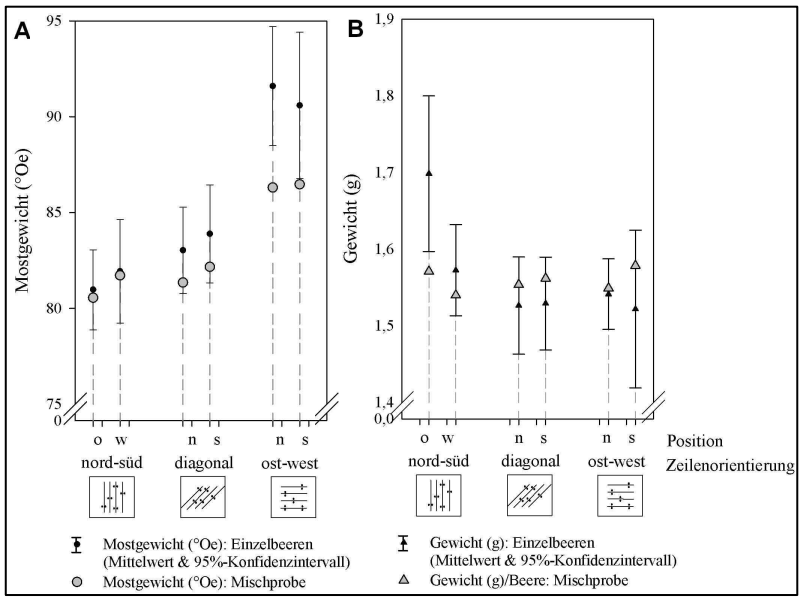



**Abb. 4: Einfluss der Zeilenorientierung auf A: Mostgewicht (°Oe) und B: Beerengewicht (g) (Eibinger Magdalenenkreuz, Riesling Kl Gm 198, randomisierte Probennahme von 90 Beeren)**

Das Gewicht der Beeren variiert zwischen 1,4-1,8 g. Für die ost-westlich und die diagonale Zeilenorientierung liegen die mittleren Beerengewichte zwischen 1,55-1,6 g. Dies trifft ebenso für die westliche Position der nord-südlich angelegten Zeilen zu. Lediglich die Beeren mit östlicher Position aus der nord-südlichen Zeilenanlage weisen mit rd. 1,7 g ein leicht erhöhtes Beerengewicht auf. Diese einzelnen Beeren besitzen, wie auch die Beeren südlicher Position bei ost-westlicher Zeilung, mit ca. 0,2 g auch vergleichsweise große Streuungen. Ansonsten liegt die Streuung der Daten insgesamt bei ca. 0,1 g.

**Bilddatenanalyse der Nah- und Fernerkundung**

An die Auswertung der Beerendaten wurde mit dem Arbeitspaket der Datenprozessierung und Analyse der Bilddaten aus Nah- und Fernerkundung begonnen. Ziel ist es, quantitative Daten des Pflanzenwachstums zu gewinnen und diese mit den Daten der Beerenanalyse zu korrelieren.

Für alle Bilddaten wird folgende Vorgehensweise gewählt. Aus den unterschiedlichen spektralen Kanälen wird pixelweise ein Vegetationsindex (NDVI: Normalized Differenced Vegetation Index), ein quantitativer Repräsentant der Vitalität der Vegetation, errechnet. Dieser Index nutzt das charakteristische Reflexionsmuster grüner Vegetation aus, das durch das Absorptionsverhalten des Chlorophylls und der Carotinoide verursacht wird. Chlorophyll absorbiert rotes und blaues Licht sehr stark und grünes Licht nur schwach, sodass das reflektierte Licht über einen hohen Grünanteil verfügt. Da der NDVI den typischen Unterschied spektraler Reflexion grüner Vegetation ausnutzt, resultiert dementsprechend Chlorophyllsensitivität. Durch die Normierung liegt der Wert immer im Schwankungsbereich von -1 und 1, wobei positive Werte hohe und geringe Werte niedrige Biomassekonzentration anzeigen. Abbildung 5 zeigt beispielhaft eine Bildberechnung. Links ist eine Nahinfrarotaufnahme des Weinbergs Eibinger Magdalenenkreuz (E2|3) zum Blütezeitpunkt zu sehen. Für den rechten Bildteil wurde beispielhaft der NDVI errechnet.

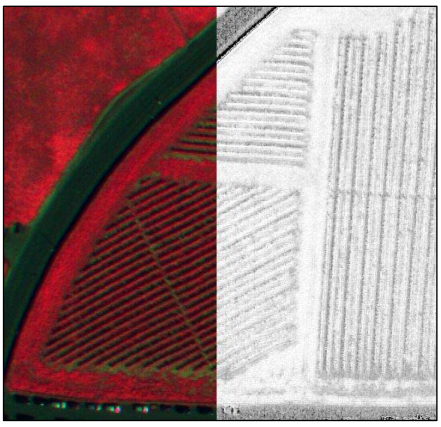


**Abb. 5:**

**Luftbild aus Befliegung (13.06.2009): Nahinfrarotaufnahme (links) und NDVI-Bild (rechts) der Versuchsfläche E2|3 (Eibinger Magdalenenkreuz, Riesling Kl Gm 198); (FAG, 2009).**

Die aktive Vegetation, Weinstöcke und Vegetation außerhalb der Zeilen erscheinen mit relativ hohen NDVI-Werten hell. Mit geringen NDVI-Werten sind die Zeilenzwischenräume, in diesem Weinberg frei von Unterwuchs gehalten, sowie die Straße dunkel abgebildet.

Eine herausfordernde Aufgabe wird die Klassifizierung der Weinstöcke, also deren spektrale Abgrenzung von umgebenden Störpixeln sein. Wie in Abbildung 5 deutlich wird, ist die Laubwand der Zeilen schmal, und entlang der Abgrenzung der Zeilen zu den Zeilenzwischenräumen sind viele falsche Mischpixel, die spektrale Weinlaub- und Bodensignaturen enthalten, zu erwarten. Diese gilt es von der Analyse auszuschließen. Für die Daten der Naherkundung (ab Vegetationsperiode 2010) gestaltet sich die Auswahl der Vegetationspixel einfacher. Durch die Aufnahme der Laubwand wird zum einen ein flächigerer Vegetationsbereich abgebildet. Zum anderen ist die Auflösung der Bilder durch die geringe Aufnahmeentfernung höher und Störpixel von ‚richtigen' Pixeln leicht differenzierbar.

## Ausblick

Sind Pixel- und Punktdaten ihrer Lage entsprechend richtig zugeordnet, was der genauen räumlichen Verortung der Weinstöcke bedarf, werden die NDVI-Werte in die Datenbank der Beerendaten integriert und mit multivariaten Methoden analysiert.

## Literatur

Dietrich, H. and Patz, C.-D. (2007). Qualitätskontrolle von Säften: Infrarotspektroskopie ermöglicht sichere Analyse. **GTM** 3, 62-63.
Patz, C.-D., David, A., Thente, K., Kürbel, P. and Dietrich, H. (1999). Wine analysis with FTIR spectrometry. **Vitic. Enol. Sci.** 54, 80-87.

# Strategien zur Bekämpfung der Esca-Krankheit

Raphael Streit, Hanns-Heinz Kassemeyer, Michael Fischer

*Staatliches Weinbauinstitut Freiburg, Abteilung Biologie*

Die Esca-Krankheit der Weinrebe hat im Verlauf der letzten Jahren in den deutschen Weinbaugebieten ein bisher nicht bekanntes Ausmaß erreicht. Von der Krankheit sind nicht nur alte Bestände, sondern auch jüngere Rebanlagen und teilweise sogar Neuanlagen betroffen. Verursacht wird die Krankheit durch holzbewohnende Pilze, in Mitteleuropa sind dies der Weißfäule-Erreger *Fomitiporia mediterranea* (*Fmed*) sowie die endophytischen Pilze *Phaeomoniella chlamydospora* (*Pch*) und *Phaeoacremonium aleophilum* (*Pal*), letztere oft verbunden mit spezifischen dunklen Verfärbungen und verwandten Symptomen wie z.B. Gummosis. Die Lebensweise von *Pch* und *Pal* sowie die von ihnen verursachte Symptomatik lassen sich als typische Tracheomykose ansprechen. Die Pilze besiedeln dabei nur die Xylem-Bereiche des Wirtes; die Ausbreitung erfolgt über die Wasserleitbahnen (Tracheen). Das Phloem bleibt offensichtlich durchwegs unberührt. Eine Bekämpfung der Erreger mit Fungiziden ist überaus schwierig, da sie ausschließlich das Innere des Rebstamms besiedeln, wo sie mit den gängigen Fungiziden nicht erreicht werden. Ein Ansatz, Infektionen durch die Erreger der Esca-Krankheit zu vermeiden, ist die Behandlung der Eintrittspforten der Erreger am Rebstamm durch gezielte Fungizidapplikation. Die Schwerpunkte der Arbeiten im Berichtszeitraum lagen in erster Linie auf Fragen zur Ausbreitung und Lebensstrategie der Erreger und zur Rolle von Verwundungen für das Infektionsgeschehen. Einige Indizien deuten daraufhin, dass Verwundungen nicht nur Eintrittspforten für die Erreger darstellen, sondern dass mechanischer Stress auch den Ausbruch der Symptome fördert.
Daher sollen biomechanische und ökophysiologische Untersuchungen an der Weinrebe klären, welchen Einfluss mechanischer Stress auf die Pflanze ausübt. Die spezifische Wasserleitfähigkeit von Sprossachsen der Weinrebe wurde an symptomatischen und symptomfreien Pflanze untersucht. Hierzu wurde eine Wassersäule eingesetzt, die zu Beginn der Messung 8923 Pa entsprach und am Ende der Messung noch 6177 Pa betrug. Für die Berechnung der spezifischen Leitfähigkeit wurde der Mittelwert von 7550 Pa benutzt. Für die biomechanischen Untersuchungen wurde mittels Vierpunktbiegung an Sprossachsen von *V. vinifera* die Biegesteifigkeit und das Elastizitätsmodul von Sprossachsen der Weinrebe bestimmt. Die biomechanischen Untersuchungen konzentrieren sich auf mögliche Korrelationen zwischen der Biegung des zweijährigen Bogens und der Ausprägung von Escasymptomen an Beeren und Blättern.

Zur Lokalisierung der Erreger wurden mikroskopische Analysen von Holzquerschnitten inokulierter Pflanzen durchgeführt. Myzel von *Fomitiporia mediterranea* (*Fmed*) und *Phaeomoniella chlamydospora* (*Pch*) wurde ausschließlich im Xylem, bevorzugt in den Holzfaserzellen und den Tracheen gefunden. Ein Teilaspekt dieser Arbeit besteht in der Beobachtung und Dokumentation der ersten Besiedelungsschritten von *V. vinifera* durch *Pch*. Zu diesem Zweck wird ein transgener Stamm des Erregers hergestellt. Dieser Stamm wird mit einem konstitutiv exprimierten Fluoreszenzmarker (GFP bzw. red-shifted GFP und YFP) transformiert, der eine mikroskopische Analyse der frühen Besiedlungsstadien ermöglicht. Nach erfolgter Transformation von *Pch* mit dem beschriebenen Reporter-Gen sollen anhand mikroskopischer Untersuchungen die frühen Infektionsstadien bzw. die Ausbreitung von *Pch* im natürlichen Substrat dokumentiert werden. Parallel dazu sind quantitative Analysen der Befallsstärke durch qPCR geplant. Um dies zu erreichen sind Verbesserungen im Bereich der Reproduzierbarkeit und Sensitivität des PCR basierten Nachweises entwickelt worden.
Die im vorliegenden Projekt gewonnenen Daten zum Infektionsgeschehen und zur Ausbreitung von *Fmed* und *Pch* sind Grundlage für Freilandversuche mit Fungiziden gegen die Esca-Krankheit. In Junganlagen wurde zu verschiedenen Zeitpunkten nach dem Rebschnitt Behandlungen mit fungiziden Wirkstoffen durchgeführt. Wegen der längeren Inkubationszeit sind erste Ergebnisse Ende diesen Jahres zu erwarten.

# Indikatoren der klimabezogenen Vulnerabilität des deutschen Weinbaus gegenüber Schaderregern im Zeitraum 2010-2050

M. Stock, F.-W. Gerstengarbe, T. Kartschall, H. Österle, P. C. Werner, M. Wodinski

*Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK), Telegrafenberg / PF 60 12 03, D-14412 Potsdam*

## 1 Einleitung

Das vorliegende Vorhaben untersucht die klimabezogene Vulnerabilität des deutschen Weinbaus gegenüber Schaderregern im Zeitraum 2010 bis 2050. Es baut auf den Ergebnissen des vom FDW im Zeitraum bis 2006 geförderten Projektes KLIMA 2050 auf. Dazu sollte an den beteiligten Einrichtungen unter Verwendung der in KLIMA 2050 erarbeiteten Methode der Generierung und Auswertung von Klimaszenarien eine Risikobewertung durch die Integration des weinbaulichen, klimatologischen und phytopathologischen Wissens erfolgen. In der zweiten Projektphase stehen die Modellierungsarbeiten zur Dynamik von Schaderregerpopulationen im Mittelpunkt. Daneben werden detaillierte Untersuchungen zu einzelnen Standorten und Weinbauregionen durchgeführt.

## 2 Durchführung

Die durch das Klimaszenarienmodell STAR II berechneten flächendeckenden Datensätze für Deutschland enthalten seit Ende 2008 homogene Datensätze von 265 meteorologischen Hauptstationen und 2072 Nebenstationen für den Basiszeitraum 1951-2006 bzw. Szenarien für den Zeitraum 2007-2060. Im Verlaufe des Bearbeitungszeitraumes 2009 erfolgten alle Impaktstudien für diese erweiterten Zeiträume. Es wurden erstmals über das IPCC-Szenario A1B hinausgehende Szenarien mit verschieden Erwärmungstrends bis 2100 verwendet.

## 2.1 Zukunftsszenarien

Die auf dem o.g. Basisszenarium aufsetzenden Zukunftsszenarien für den Zeitraum 2007 bis 2060 sind seit Ende 2008 verfügbar. Mit dem statistisch basierten regionalen Klimamodell STAR II wurden neben Berechnungen für das A1B-Szenario für Vergleichstudien auch verschiedene Temperaturtrends (mit 0.0K bis 3.0K Erwärmung) für die wichtigsten 11 meteorologischen Tagesgrößen an allen 2337 Stationen für die Jahre 2007 bis 2060 berechnet.

## 2.2 Modellentwicklung und Anwendung (*V. vinifera*)

Die Berechnungen mit den verbesserten Basis- und Zukunftsszenarien von STAR II (A1B und die genannten 0.5K Abstufungen) wurden im Laufe des Jahres 2009 für Deutschland weitergeführt. Aus Anlaß des 125-jährigen Bestehens der Außenstelle des DWDs erfolgte eine erweiterte und detaillierte Studie zu den erwarteten Änderungen wichtiger weinbaulicher Größen für den Standort Geisenheim. Eine analoge Untersuchung wurde als Beitrag einer umfassenden Studie für den im Weinbaugebiet Saale-Unstrut gelegenen Standort Bad Kösen bzw. Artern realisiert.

## 2.3 Modellübertragung (*E. ambiguella, L. botrana*)

Mitte 2009 wurde die ursprünglich ab Ende 2008 geplante Übertragung des Traubenwicklermodells TWICKLER von Turbo-Pascal zu Visual-FORTRAN 6.0 begonnen.

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Zukunftsszenarien

Als Ergebnis der bisherigen Arbeiten stehen seit Anfang 2008 für alle Weinbaugebiete Deutschlands Klimaszenarien für den Basiszeitraum 1951 bis 2006 und seit Ende 2008 ein erweitertes Spektrum für den Zukunftszeitraum 2007 bis 2060 zur Verfügung. Die verfügbaren Zukunftsszenarien beinhalten neben dem Standardszenarium A1B des IPCC auch systematische Szenarien mit Erwärmungstrends von 0.0K, bis 3.0K in 0.5K-Stufen bis zum Jahre 2100.

## 3.2 Modellentwicklung und Anwendung (*V. vinifera*)

Eine detaillierte Auswertung der modellgestützten Ergebnisse zur phänologischen Entwicklung und zu weinbaulich relevanten Klimagrößen erfolgte für den Referenzstandort Bad Kösen (Anbaugebiet Saale-Unstrut). Der Huglin-Index zeigt für alle vier verwendeten Szenarien einen Anstieg seit den 1950er Jahren. Seit den 1990er Jahren ist dabei ein thermisches Niveau erreicht worden, das zunehmend den Anbau anspruchsvollerer Sorten erlaubt.

***Tab.1: Huglin-Indizes für wichtige Sorten***

| Huglin-Index H | Farbcode | Ausgewählte anbauwürdige Rebsorten |
|---|---|---|
| H = 1500 | | kein Anbau empfohlen |
| 1500 < H = 1600 | | Müller-Thurgau |
| 1600 < H = 1700 | | Pinot blanc, Gamay noir |
| 1700 < H = 1800 | | Riesling, Chardonnay, Sylvaner, Sauvignon blanc, Pinot noir |
| 1800 < H = 1900 | | Cabernet franc |
| 1900 < H = 2000 | | Chinon blanc, Cabernet sauvignon, Merlot |
| 2000 < H = 2100 | | Ugni blanc |
| 2100 < H = 2200 | | Grenache, Syrah |
| 2200 < H = 2300 | | Carignan |
| 2300 < H = 2400 | | Aramon |

Dieser Trend setzt sich auch in allen vier Zukunftsszenarien fort

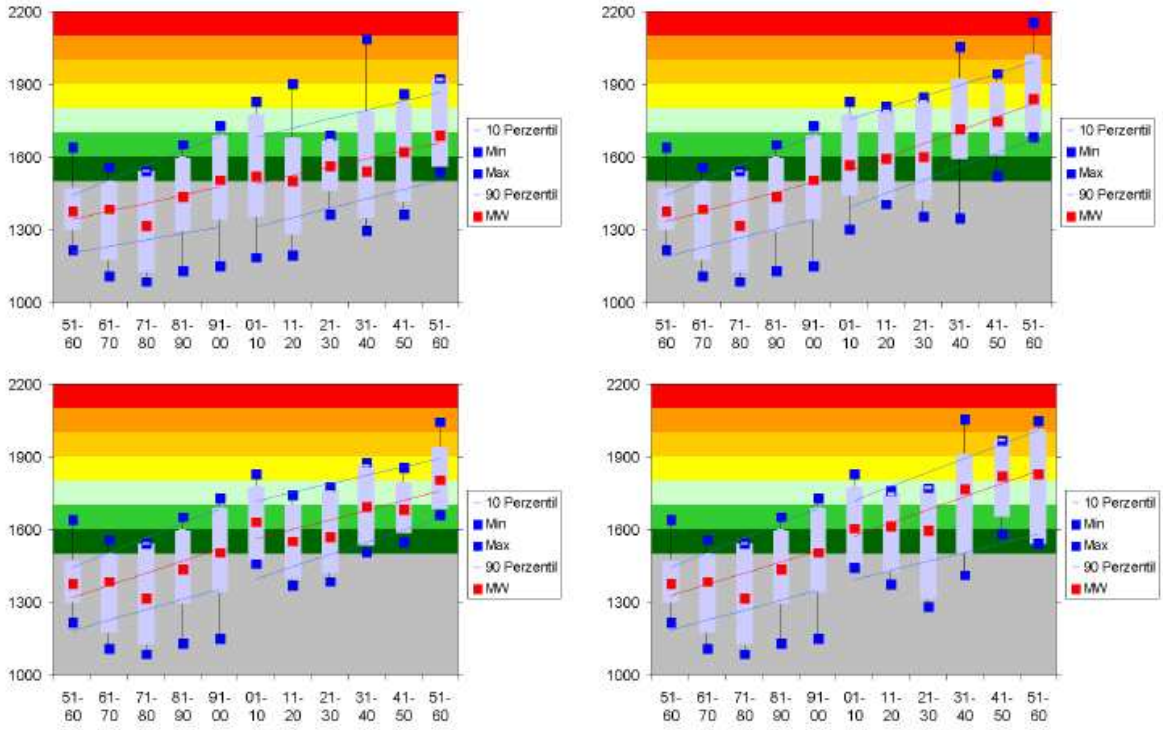



Abb. 1 Entwicklung des Huglin-Index am Standort Artern im Zeitraum 1951-2060 für die Szenarien mit einer Erwärmung um 1,0K (o. li.), 1,5K (u. li.) bzw. 2,0K (o. re.) und für das Szenario A1B (u. re.).

In den nächsten Jahrzehnten werden sich damit die thermischen Bedingungen für den Anbau in der Vegetationsperiode weiter verbessern. So können (ab etwa 2020-2030) beispielsweise Riesling, Sauvignon blanc, Spätburgunder, in besonders günstigen Lagen eventuell auch Cabernet-Sorten eine wachsende Bedeutung gewinnen. Es können jedoch aus dem Huglin-Index keine Aussagen zu den thermischen Bedingungen außerhalb der Vegetationsperiode (z.B. Schadfrost) und zu detaillierten, weinbaulich relevanten meteorologischen Abläufen abgeleitet werden. Viele dieser Kenngrößen sind phänologie- und somit sortenabhängig, weshalb hier auf die umfassende Analyse im Teil zu den thermischen Wachstumsbedingungen verwiesen wird.

## Zeitlicher Ablauf der phänologischen Entwicklung

Alle wichtigen Phasen der phänologischen Entwicklung zeigen seit den 1950er Jahren eine Verfrühung.

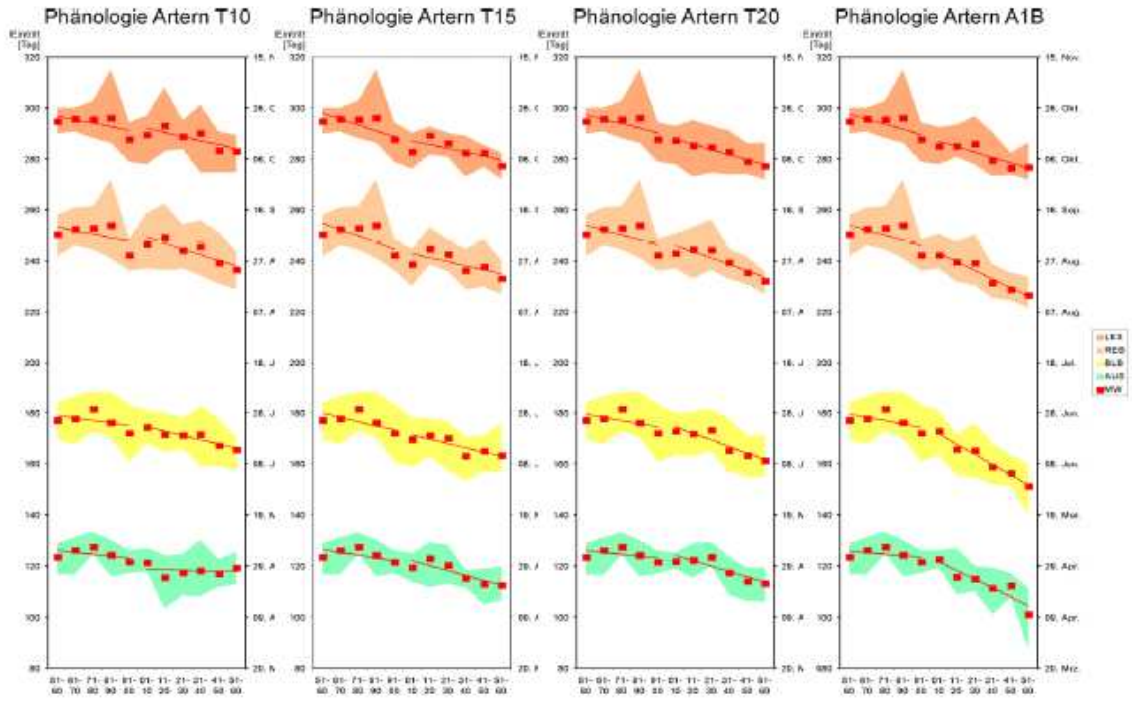



Abb. 2 Entwicklung des zeitlichen Ablaufes der phänologischen Phasen Austrieb (AUS), Blühbeginn (BLB), Reifebeginn (REB) und Lesereife (LES) für Vitis vinifera L. cv Riesling am Standort Artern im Zeitraum 1951-2060 für die Szenarien mit einer Erwärmung um 1,0K, 1,5K bzw. 2,0K und für das Szenario A1B (v. l. n. r.).

Diese Tendenz setzt sich auch in allen vier Szenarien fort. Nur für die unwahrscheinliche 1.0K-Erwärmung ist eine Stabilisierung des Austriebstermins auf dem Niveau der 1990er Jahre zu erwarten. Alle anderen Szenarien zeigen eine starke Verfrühung aller Phasen, bis hin zu Austriebsterminen ab Ende der ersten bis Mitte der zweiten Aprildekade. Auch die Reifung wird in Zukunft immer früher im Jahresverlauf stattfinden.

### Dauer der Vegetationsperiode

Trotz unterschiedlicher Tendenzen (sowohl geringe Verlängerung als auch Verkürzung) zeigt sich, dass die Dauer der Vegetationsperiode (von Austrieb bis Lesereife) in allen Szenarien in einem Bereich liegt, der für den Anbau der recht anspruchsvollen und spätreifenden Sorte Riesling notwendig ist. Damit kann in Zukunft für diese und alle früher reifenden Sorten von einer genügend langen Vegetationsperiode ausgegangen werden.

### Spätfröste

Die Spätfröste (definiert durch $T_{min}$ < 0°C nach Austrieb) zeigen seit den 1950er Jahren bis zur Gegenwart eine deutliche Tendenz zur Abnahme. In den nächsten Jahrzehnten besteht jedoch weiterhin das Risiko für Spätfröste.

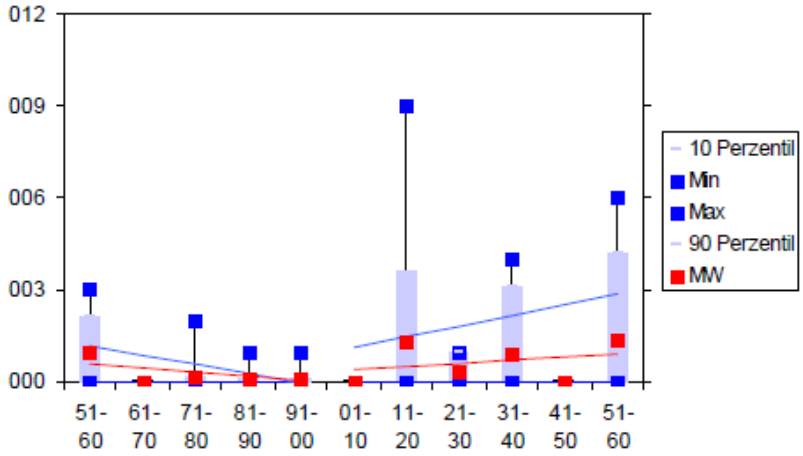



Abb. 3 Entwicklung der Häufigkeit des Auftretens von Spätfrösten am Standort Artern im Zeitraum 1951-2060 für das Szenario A1B.

Insbesondere wegen des zunehmend früheren Austriebs kann sich die Anzahl der Spätfröste wieder erhöhen. Dieses Ergebnis verdeutlicht exemplarisch die Komplexität der Abschätzung von Klimawirkungen für den Weinbau in Sachsen-Anhalt und geht damit über einfache, nicht mit einem dynamischen Phänologiemodell gestützte Abschätzungen hinaus.

### Thermische Entwicklungsbedingungen

Die thermischen Entwicklungsbedingungen wurden getrennt für die Hauptwachstums- und die Reifephase untersucht. Die thermischen Bedingungen während der Hauptwachstums- und Reifephase werden sich in den nächsten Jahrzehnten im Allgemeinen verbessern. Insbesondere das Auftreten ungünstiger Bedingungen für Wachstum und Reife durch zu geringe Werte der täglichen Minimal- und Maximaltemperaturen geht deutlich zurück, gleichzeitig nimmt die Anzahl der Tage im und um den optimalen Bereich zu.

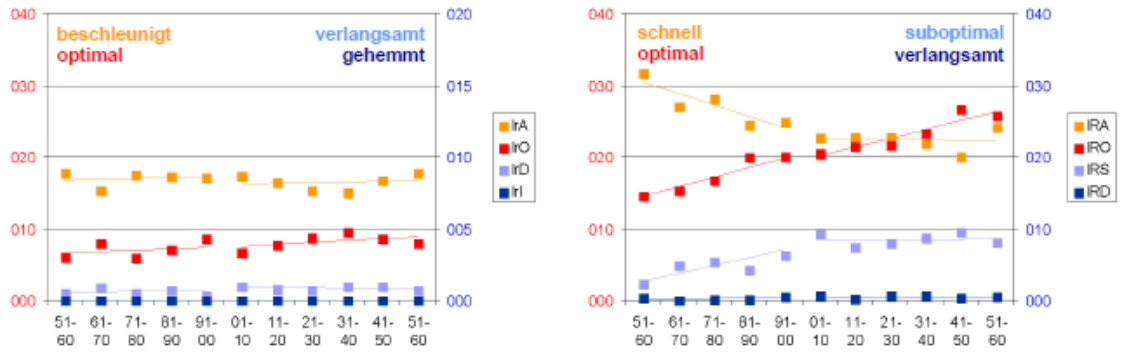



Abb. 4 Thermische Wachstumsbedingungen der Phasen Austrieb-Blüte und Blüte-Reife. Die Grafiken zeigen die thermischen Wachstumsbedingungen (Tmax) für die Phase Austrieb bis Blüte (links) und Blüte bis Reifebeginn (rechts) am Standort Artern im Zeitraum 1951-2060 für das Szenario A1B.

Zu hohe Temperaturen, die sich negativ auswirken, treten im Szenario nicht auf, da die erwarteten Temperaturerhöhungen dafür zu gering ausfallen. Im Gegensatz zu südlicher gelegenen Weinbauregionen in Deutschland, die zunehmend unter zu hohen Nachttemperaturen leiden werden, konnten insbesondere keine für die Reifung ungünstigen Tropennächte für die Weinbaugebiete in Sachsen-Anhalt detektiert werden. Diese Bedingungen können sich positiv auf die angestrebte Weinqualität und den typischen Charakter der Saale-Unstrut-Weine auswirken.

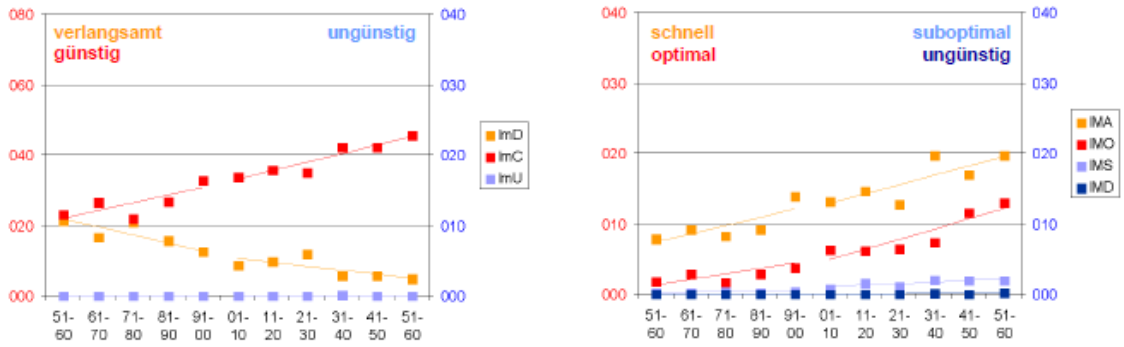



Abb. 5 Thermische Bedingungen während der Reifephase. Die Grafiken zeigen die thermischen Bedingungen als Tmin (links) und Tmax (rechts) am Standort Artern im Zeitraum 1951-2060 für das Szenario A1B.

## 3.3 Modellübertragung (*E. ambiguella, L. botrana*)

Bis zum Jahresende 2009 konnten die Kernteile des Modells TWICKLER (Leslie-Algorithmus) von Turbo-Pascal auf Visual-FORTRAN 6.0 übertragen werden. Weitere Arbeiten waren in diesem Zeitraum finanziell nicht abgesichert und müssen daher im Bearbeitungsjahr 2010 abgeschlossen werden.

# 4 Ausblick

Die Arbeiten zur Schaderregermodellierung werden 2010 fortgesetzt. Die für 2009 geplante extern zu erfolgende Umprogrammierung der Modellversion zur Beschreibung der Entwicklung von einbindigem und bekreuztem Traubenwickler konnte wegen der gekürzten Mittelzuwendung 2009 nicht abgeschlossen werden. Dieser Abschluss und erste Anwendungsstudien sind nunmehr für das Jahr 2010 geplant. Daneben ist eine Teilstudie zu den Potenzen und den regional spezifischen Risiken eines möglichen Weinbaues im Norden und Osten Deutschlands (mit einem Schwerpunkt Lausitz) geplant.

# Untersuchungen zur Lebensweise und zur Populationskontrolle des Gemeinen Ohrwurms *Forficula auricularia* L. (Insecta, Dermaptera) in Rebanlagen

[1] Dr. Karl-Josef Schirra, [1] Claudia Huth, [2]Prof. Dr. A. Seitz†

[1] *Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz – (DLR), 67435 Neustadt a. d. Weinstraße, Breitenweg 71, Abteilung Phytomedizin*
[2]*Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Zoologie, Abteilung Ökologie, 55122 Mainz*

## 1. Einleitung

Freilanuntersuchungen zur Befallsregulation des Gemeinen Ohrwurms im Boden- und Laubwandbereich bildeten auch im letzten Versuchsjahr 2009 den Projektschwerpunkt.
Im Bodenbereich sollte durch das Tiefengrubbern mit Begrünungsumbruch die Brut- und Überwinterungsphase der Insekten im Boden gestört und dadurch die Befallsdichten während der Vegetationsperiode im Laubwandbereich der Rebstöcke reduziert werden. Das Ausbringen von Strohmulch im unbegrünten Gassenbereich der Rebanlage sollte den Ohrwürmern ein Ersatzhabitat schaffen, wodurch die massive Aufwanderung der Insekten in den Laubwandbereich unterbunden werden sollte.
Mit mechanischen und chemischen Maßnahmen im Rebstamm- und Laubwandbereich sollten einerseits die Aufwanderung der $L_4$-Larven ab Juni minimiert werden und andererseits die Befallsdichten der Adulten im Laubwandbereich während der Traubenreife reduziert werden. Dabei wurden das Tonmineral Kaolin und Leimringe als Aufwanderungsbarrieren am Rebstamm getestet. Die Wirkung des Insektizids SpinTor wurde erneut unter Freilandbedingungen überprüft, um die Ergebnisse des Vorjahres zu bestätigen und bei Genehmigung des Produktes den Einsatz in der weinbaulichen Praxis zu ermöglichen. Zusätzlich zu SpinTor wurde das Insektizid Steward® im Freiland auf eine befallsregulierende Wirkung gegen *Forficula auricularia* getestet. Ergänzend zu den Freilandversuchen mit Leimringen und Insektiziden wurden Laborversuche angelegt, um die Wirkung dieser Präparate auf den Ohrwurm besser beschreiben zu können.

Das Dauermonitoring in den 2007 angelegten Versuchsanlagen wurde 2009 fortgeführt. Aufgrund der kontinuierlichen Erfassung der Individuenzahlen im Verlauf der Vegetationsperioden 2007, 2008 und 2009 konnte die Populationsentwicklung über drei Jahre verfolgt und hinsichtlich des Klimas, der Bodenarten und der Bewirtschaftungsformen mit den Begrünungsarten vergleichend beurteilt werden.

Im Versuchsjahr 2009 wurden weiterhin Versuche zur Pathogenübertragung und Fraßversuche mit *F. auricularia* unter Labor- und Freilandbedingungen durchgeführt.

Die weinanalytischen Versuche und Untersuchungen zur potenziellen Fehltonentstehung in Weinen durch das chinonhaltige Abwehrsekret von *F. auricularia* wurden im Januar 2010 abgeschlossen. Sie waren zum Zeitpunkt der Berichterstattung noch nicht abgeschlossen und werden entsprechend im Abschlussbericht beschrieben und diskutiert.

## 2. Methoden

Im Versuchsjahr 2009 wurde das Dauermonitoring in sieben Rebanlagen weitergeführt.
Freilanduntersuchungen zur Reduzierung der Populationsdichte des Ohrwurms durch mechanische, chemische und biologische Maßnahmen im Oberboden- und Laubwandbereich der Rebanlagen bildeten auch 2009 einen wichtigen Untersuchungsschwerpunkt. Es wurde überprüft, inwieweit methodisch verschiedene Eingriffe in die Habitatstruktur des Bodenbereiches die Überwinterungs- und Entwicklungsphase von *F. auricularia* stören und damit eine Befallsregulation schon vor der Vegetationsperiode zu erreichen ist. Durch den Einsatz von mechanischen, chemischen und biologischen Maßnahmen im Rebstamm- und Laubwandbereich sollte einerseits die Aufwanderung der $L_4$-Larven ab Juni minimiert und andererseits die Befallsdichten der Adulten im Laubwandbereich während der Traubenreife reduziert werden.
Zusätzlich zu den im Freiland durchgeführten Insektizid- und Leimringversuchen wurden Laborversuche angelegt, um die Wirkung der Präparate auf *F. auricularia* zu beschreiben.
In Anlehnung an die bereits 2008 durchgeführten Versuche zur Pathogenübertragung wurde auch im Jahr 2009 ein weiteren Labor- und Freilandversuch angelegt, um zu überprüfen, in welchem Umfang die Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*) durch dauerhaft in der Traube siedelnde Ohrwürmer übertragen werden kann.
Mit einem Fraßversuch, der im September 2009 im Labor stattfand, sollte getestet werden, ob Ohrwürmer intakte dünnhäutige Spätburgunder-Beeren eher anfressen als intakte dickhäutige Riesling-Beeren, wenn den Insekten keine andere Nahrungs- und Wasserquelle zur Verfügung steht.

# 3. Ergebnisse und Diskussion

## 3.1 Dauermonitoring

Durch die dauerhafte Erfassung der Ohrwurmbefallsdichten von Mai bis September in den Versuchsjahren 2007 bis 2009 wurde festgestellt, dass die Befallsdichten nicht jedes Jahr gleich stark waren, sondern Schwankungen unterlagen (Abbildung 1).

Die Schwankungen können unter anderem mit den Niederschlagsmengen während der Sommermonate August und September zusammenhängen. Das Jahr 2008 war im Vergleich zu den Jahren 2007 und 2009 im August und September sehr regnerisch, so dass sich die Ohrwürmer vom durchnässten Laubwandbereich in trockenere Bereiche der unteren Schichten des Oberbodens zurückgezogen haben. Während der Regenphase wurden sehr wenige Ohrwürmer im Rebstock erfasst und dementsprechend der durchschnittliche Ohrwurmbefall pro Jahr in der jeweiligen Rebsorte verrindert.

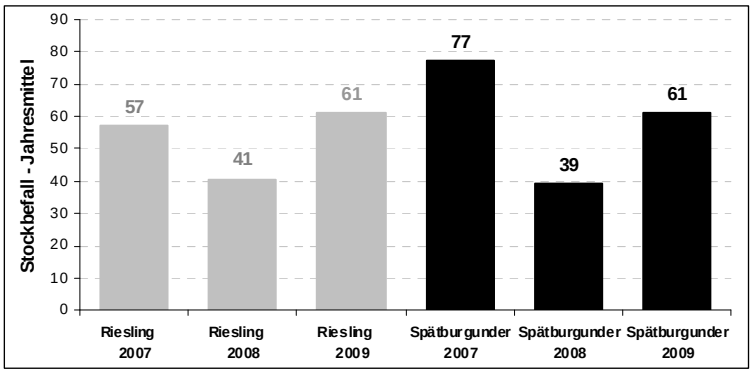



**Abbildung 1**: *Forficula auricularia:* Rebstockbefall im Jahresmittel an Riesling und Spätburgunder, 2007 bis 2009, Neustadt-Mußbach.

Die innerartliche Konkurrenz kommt als ein weiterer Faktor für die jährlichen Populationsschwankungen in Frage. So könnte einer Massenvermehrung mit sich aufbauendem Nahrungs- und Raummangel im Jahr 2007 eine Bestandsregulation ohne Nahrungs- und Raummangel im Jahr 2008 gefolgt sein. Daraus resultierte eine erneute starke Vermehrung mit Nahrungs- und Raummangel im Folgejahr 2009.

## 3.2 Befallsregulation im Bodenbereich

### 3.2.1 Tiefengrubbern mit Umbrechen der Begrünung

Im Bodenbereich wurden geringe, nicht signifikante Unterschiede zwischen den Individuenzahlen der Bodenpflegeparzellen und der Kontrolle ermittelt. Aufgrund der geringen Individuenzahlen in allen Versuchsplots ab dem zweiten Fangintervall können jedoch keine abgesicherten Aussagen über einen möglichen reduzierenden Effekt der Bodenbearbeitung und des Begrünungsumbruchs auf die Populationsdichte getroffen werden. Im Laubwandbereich wurden in den Bodenpflegeparzellen von 5. Juni bis 13. Juli geringere Befallszahlen als die Kontrollparzelle ermittelt. Jedoch waren diese Unterschiede nicht signifikant. Nur im zweiten Fangintervall (22. bis 29.06.09) wurden in der Parzelle „1 x Grubbern“ signifikant weniger Individuen gegenüber der Kontrolle erfasst. Tendenziell zeigen die Ergebnisse, dass nach einer Bodenbearbeitung mit einhergehendem Begrünungsumbruch während der Überwinterungs- und Brutphase von *F. auricularia* die Befallszahlen im Laubwandbereich insbesondere im Juni schwach reduziert werden können. Dieser Effekt könnte vermutlich verstärkt werden, wenn die Bodenbearbeitung jährlich über mehrere Jahre erfolgt. Dadurch erhöht sich die Störung im Oberboden und der Anteil an dauerbegrünter Fläche wird verringert.

### 3.2.2 Strohmulchauflage in unbegrünter Gasse

Um zu verfolgen, wie viele Individuen von der Strohgasse bzw. von der dauerbegrünten Gasse in den Boden- und Laubwandbereich der angrenzenden Rebzeilen einwandern, wurden Barber- und Bambusfallen in den Rebzeilen installiert. Im Bodenbereich wurden während des Fangzeitraums sehr wenige Individuen erfasst, wodurch die Daten nicht aussagekräftig sind. Zwischen der Anzahl an Individuen, die von der Strohmulchgasse in den Laubwandbereich der angrenzenden Rebstöcke eingewandert sind und den Tieren, die aus der dauerbegrünten Gasse aufwanderten, bestand kein signifikanter Unterschied.

## 3.3 Befallsregulation im Laubwandbereich

### 3.3.1 Insektizidversuche 2009

Insektizidversuch I mit SpinTor in einer Regent-Anlage

Eine Woche nach der Tagapplikation (08.07.09) wurden im Laubwandbereich der SpinTor-Parzelle signifikant weniger Individuen gegenüber der Kontrolle erfasst. Der Wirkungsgrad betrug 51 %. Bereits fünf Wochen nach der Behandlung (05.08.09) nahm der befallsreduzierende Effekt von SpinTor deutlich ab und der Wirkungsgrad sank auf 23 %. Am 17. August wurde eine zweite Tagapplikation durchgeführt, um auszuschließen, dass die starke Abnahme der Wirkungsgrade auf die Stark- und Dauerregenereignisse im Juli zurückzuführen war. Da nach der zweiten Applikation keine weiteren Stark- und Dauerregenphasen auftraten und die Wirkung von SpinTor dennoch gering blieb, sind die geringen Wirkungsgrade höchstwahrscheinlich auf die Applikation bei Tag zurückzuführen.

Insektizidversuch II mit SpinTor in einer Portugieser-Anlage

Eine Woche (07.08.09) nach der ersten Nachtapplikation wurden in beiden SpinTor-Parzellen signifikant weniger Individuen gegenüber der Kontrolle erfasst. In der SpinTor-B1-Parzelle wurde ein Wirkungsgrad von 53 % und in der SpinTor-B2-Parzelle ein Wirkungsgrad von 63 % erzielt. Trotz dieser akzeptablen Wirkungsgrade wurde im Vorfeld des Versuches mit höheren Wirkungsgraden gerechnet. 2008 wurden durch Nachtapplikationen Wirkungsgrade von über 90 % erreicht. Jedoch wiesen die Rebstämme der damaligen Versuchsanlagen nicht mehrere Borkenschichten auf wie in der Portugieser-Anlage in 2009. Aus diesem Grund wurde in der SpinTor-B2-Parzelle am 13. August eine zweite Nachtapplikation im gesamten Laubwandbereich durchgeführt. Eine Woche nach Behandlung wies dieser Plot 93 % weniger Ohrwürmer als die Kontrolle auf.

In der Portugieser-Anlage wurde ein weiterer Teilversuch mit einer Traubenzonen- und Laubwandbehandlung durchgeführt. Die Individuenzahlen wurden sowohl durch eine Komplettspritzung der gesamten Laubwand als auch durch eine Teilspritzung der Traubenzone signifikant gegenüber der Kontrolle verringert. Mit einer Komplettbehandlung wurde eine Woche nach der Applikation (21.08.09) ein Wirkungsgrad von 93 % erzielt, der bis zum Versuchende (03.09.09) nur unwesentlich abfiel. Die Teilbehandlung der Traubenzone war mit 86 % Wirkungsgrad annähernd so effektiv wie die Komplettbehandlung und zeigte auch vor Lesebeginn (03.09.09) noch einen sehr praxisrelevanten Wirkungsgrad von 69 %.

Insektizidversuch III mit SpinTor und Steward® in einer Riesling-Anlage

Der dritte Insektizidversuch wurde mit SpinTor und Steward® durchgeführt, um die Wirkung beider Mittel nach einer Tagapplikation auf *F. auricularia* zu vergleichen. Das Insektizid Steward® reduzierte die Individuenzahlen über den gesamten Fangzeitraum am stärksten. Der Ohrwurm-Befall war in der Steward®-Parzelle über drei Fangintervalle hinweg signifikant geringer als in der SpinTor-Variante sowie der Kontrolle. Entsprechend wurden für das Insektizid Steward® über den gesamten Versuchszeitraum auch wesentlich höhere Wirkungsgrade berechnet. Eine Woche nach der Tagapplikation (29.07.09) erzielte Steward® einen sehr hohen Wirkungsgrad von 95 %. Mit SpinTor wurden Wirkungsgrade von über 90 % in den bisherigen Versuchen nur durch Nachtapplikationen erzielt. Der Student-t-Test ($\alpha = 0,05$) zwischen den ermittelten Wirkungsgraden beider Insektizide ergab, dass nach einer Tagapplikation die Wirkungsgrade von SpinTor auf *F. auricularia* signifikant geringer waren als die von Steward®. Ähnliche Ergebnisse wurden nach Mittelprüfungen in Dossenheimer Apfelanlagen erzielt (VOGT et al. 2008). Hier wurde durch eine Tagapplikation mit Steward® der Ohrwurm-Befall am stärksten reduziert.

Insektizidversuch IV mit Steward® in einer Dornfelder-Anlage

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass eine Tagapplikation mit Steward® ausreicht, um die Individuenzahlen in der Laubwand über den gesamten Versuchszeitraum hinweg im Vergleich zur Kontrolle signifikant zu senken. Der Wirkungsgrad (67 %) blieb über alle Erfassungszeiträume hinweg annähernd gleich auf einem praxisrelevanten Niveau.

### 3.3.2 Stammapplikation mit Kaolin

Der Kaolin-Versuch wurde mit zwei unterschiedlichen Versuchsansätzen in einer Regent-Anlage durchgeführt: Einmal in Form einer Surround®-Stammapplikation und zum anderen mit behandelten Lebendfallen. Die Rebstöcke mit Surround®-Stammbelag wiesen in der Laubwand die gleichen Befallszahlen auf wie die unbehandelten Rebstöcke. Demnach hatte das Kaolin-Präparat Surround® keine Barrierewirkung auf $L_4$-Larven und Adulte von *F. auricularia*. Auch In den Bambusfallen, die innen und außen mit Surround® besprüht wurden, siedelten sich im Vergleich zu den unbehandelten Fallen deutlich mehr Ohrwürmer an.

### 3.3.3 Leimringmontage am Rebstamm

Der Freilandversuch mit Leimringen wurde in einer Regent-Anlage durchgeführt. Im Laubwandbereich wurden die Befallsdichten durch das Anbringen von Leimringen in allen Fangintervallen signifikant reduziert. Die Rebstöcke mit den Leimringen wiesen im Vergleich zu den Kontrollstöcken zwischen 70 und 90 % weniger Individuen im Laubwandbereich über den gesamten Versuchszeitraum auf. Auch DAHLBENDER & HENSEL (2006) konnten durch das Anbringen von Leimringen an Pfirsichbäumen die Einwanderung von *F. auricularia* in den Fruchtbereich fast völlig unterbinden.

## 2.4 Laborversuche zur Befallsregulation

Tanglefood-Leim

In Laborversuchen mit Leimringen flogen Ohrwürmer auch bei völligem Wasser- und Nahrungsentzug nicht über den Leimring, um an die darüberliegenden Ressourcen zu gelangen. Nur ein Individuum hat versucht die Leimbarriere laufend zu durchqueren, um die über dem Leimring montierte Nahrungsquelle zu erreichen. Bei diesem Versuch ist das Insekt kleben geblieben und starb nach zwei Tagen. Die restlichen 39 Ohrwürmer, die sich ohne Nahrung und Wasser am Gefäßboden in Bambusfallen aufhielten, begannen sich bereits eine Woche nach Versuchsbeginn anzufressen.

Insektizide SpinTor und Steward®

Die Laborversuche haben eindeutig nachgewiesen, dass eine Insektizidaufnahme über Körperkontakt, Nahrungsaufnahme und über eine behandelte Oberfläche möglich ist und in allen Fällen zu einer deutlichen Dezimierung der Versuchstiere führte. Die Befallsregulation ergibt sich durch das Absterben von Individuen und durch den Verlust arttypischer Verhaltensmerkmale. Durch die Veränderung der Verhaltensweisen nach der Insektizidbehandlung ergeben sich für die weinbauliche Praxis gewisse Vorteile. Die Ohrwürmer verlassen ihre Tagesrefugien, wie z.B. das Traubeninnere und eingerollte Rebblätter. Durch die zunehmende Aggression zwischen den Ohrwürmern werden die Familienverbände in den Tagesrefugien aufgelöst und so die Befallsdichten reduziert. Des Weiteren können sich die Insekten aufgrund der motorischen Störungen nicht mehr in den Tagesverstecken halten, fallen zu Boden und verursachen dadurch in der Laubwand keine Schäden mehr. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass durch eine Insektizidapplikation während der Fortpflanzungsphase das Sozialverhalten so stark gestört wird, dass eine Paarung ausbleibt.

### 3.5 Versuche zur Pathogenübertragung

#### 3.5.1 Laborversuche

In den Kontrollansätzen ohne Ohrwürmer trat häufiger Grauschimmelbefall auf als in den Ansätzen mit Ohrwürmern, die zu Versuchbeginn mit Grauschimmel-Sporenträgern infiziert wurden. Mögliche Begründungen für die minimale *Botrytis*-Traubeninfektion durch den Ohrwurm sind im Fress- und Putzverhalten zu suchen. In den Behältern stand den Versuchstieren mit Ausnahme der Beeren keine weitere Nahrung zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass die Pilzsporen als Nahrungsressource genutzt wurden, weil intakte Beeren nicht angefressen werden können. Bereits BEIER (1959) weist darauf hin, dass Pilzsporen zum Nahrungssprektrum von *F. auricularia* zählen und auch im Mageninhalt dieser Art nachgewiesen wurden. Ein weiterer Grund für das Ausbleiben des Pilzbefalls könnte das ausgeprägte Putzverhalten sein, wodurch die Pilzsporen von sämtlichen Körperteilen entfernt und vertilgt wurden.

#### 3.5.2 Freilandversuch

Die Freilanduntersuchung hat ergeben, dass *F. auricularia* am Körper und an den Extremitäten haftende *Botrytis*-Konidienträger auf Trauben übertragen kann und dadurch eine Beereninfektion mit Grauschimmel möglich ist. Jede Traube, die mit pilzinfizierten Ohrwürmern eingenetzt war, wies nach 12 Tagen eine *Botrytis*-Beereninfektion auf. Zum Teil waren bis zu 48 % der Beeren einer Traube mit einem Pilzrasen bedeckt.

### 3.6 Fraßversuch

21 Tage nach Versuchsbeginn waren weder intakte dickhäutige Riesling-Beeren noch intakte dünnhäutige Spätburgunder-Beeren von *F. auricularia* angefressen worden. Nur Beeren, deren Haut durch Fäulnis- und Eintrocknungsprozesse vorgeschädigt beziehungsweise eingerissen waren, wiesen Fraßspuren auf. Von diesen geschädigten Stellen aus begannen die Insekten das zuckerhaltige Beerenfleisch anzufressen. Diese Ergebnisse zeigen, dass *F. auricularia* aufgrund seiner Mandibelform eine intakte Beerenhaut nicht öffnen kann und beim Fehlen geeigneter Futterquellen auch Artgenossen in das Beuteschema fallen.

## 4. Literatur

ABBOTT, W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.

BEIER, M. (1959): Ohrwürmer und Tarsenspinner. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

DAHLBENDER, W. & G. HENSEL (2006): Regulierung des Ohrwurms. Mitteilungen DLR Rheinpfalz Kompetenzzentrum Gartenbau Juniausgabe: 1-6.

DANIEL, C. & E. WYSS (2006): Vorblütebehandlungen mit Kaolin gegen den Gemeinen Birnenblattsauger (*Cacopsylla pyri*). Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 15: 263-268.

GLENN, D.M., PUTERKA, G., VENDERZWET, T., BYERS, R.E. & C. FELDHAKE (1999): Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. Journal of Economic Entomology 92: 759-771.

GLENN, D.M., PRADO, E., EREZ, A. & G.J. PUTERKA (2002): A reflective, proessed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. Journal of the American Society for Horticultural Science 127: 188-193.

TAHER, M. (2009): Der Gemeine Ohrwurm, *Forficula auricularia* L. (Dermaptera, Forficulidae) als Vektor phytopathogener Pilze der Weinrebe? Diplomarbeit, Universität Hohenheim.

VOGT, H., J. JUST & A. GRUTZMACHER (2009): Field test of the impact of four insecticides on European earwig, *Forficula auricularia*, in an apple orchard. DGaaE-Nachrichten 23 (1): 31.

# Einfluss von Fruchtwachstum und Kutikulaentwicklung auf das Platzen von Weinbeeren als Grundlage für die Verringerung des Befalls durch Traubenfäulen

[1]Tobias Becker, [1] Dr. Friedrich Louis, [2]Prof. Dr. Moritz Knoche

*[1] DLR Rheinpfalz, Abteilung Phytomedizin,*
*[2]Leibniz Universität Hannover, Institut für Biologische Produktionssysteme, Fachgebiet Obstbau*

## 1 Einleitung

Das durch Regen verursachte Aufplatzen von Früchten ist im Weinbau ein weltweit bekanntes Phänomen, das in den letzten Jahren in Deutschland stark zugenommen hat (Harms, 2007). Die dadurch verursachten Beschädigungen an den Früchten dienen Fäulniserregern wie *Botrytis cinerea* als Eintrittspforte, von der aus sie auf die komplette Traube übergreifen können (Blaich et al., 1984).
Als Ursache für das Aufplatzen der Weinbeeren wird in erster Linie die Aufnahme von Wasser in die Frucht angenommen, wodurch sich Masse, Volumen und Turgor der Beere soweit erhöhen, dass die Beerenhaut reißt (Lang und Thorpe, 1989). Ziel des Projektes ist es, die mechanistischen Zusammenhänge aufzuklären, die zum Platzen der Beeren führen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Pflanzenmaterial

Als Untersuchungsobjekte dienten Trauben der Sorten Riesling, Müller-Thurgau und Chardonnay, da diese Sorten als unterschiedlich platzanfällig gelten. Alle Trauben stammten aus konventionell bewirtschafteten Ertragsanlagen aus dem Anbaugebiet Pfalz im Umkreis von 30 km um Neustadt an der Weinstraße.

### 2.2 Platztests

Mittels konventioneller Platztests wurde untersucht, ob sich durch eine Auflockerung der Traubenstruktur die Platzanfälligkeit der Beeren verringern lässt. Dazu wurden Reben der Sorten Riesling, Müller-Thurgau und Chardonnay zum Zeitpunkt der Vollblüte mit Regalis® behandelt, unbehandelte Reben dienten als Kontrolle. Bei Chardonnay wurde in einer zusätzlichen Variante ein Gibberelin A3 Präparat appliziert. Zu zwei Zeitpunkten (kurz vor und zur Lesereife) wurden pro Variante je 5 unbeschädigte Trauben für 72 Stunden in destilliertem Wasser inkubiert. Das Stielende ragte über die Wasseroberfläche heraus und trug nicht zur Wasseraufnahme bei. Anschließend wurden die Trauben in ihre Einzelbeeren zerlegt und nach Größe (< 10 vs. > 10 mm Durchmesser) und Integrität (geplatzt vs. nicht geplatzt) sortiert. Von diesen Fraktionen wurde jeweils das Gewicht und die Anzahl der Beeren bestimmt und der prozentuale Anteil geplatzter Beeren berechnet.

## 2.3 Wassertransportexperimente

Die Versuche zum Wassertransport durch die Frucht- und Stieloberflächen wurden an Einzelbeeren durchgeführt. Sofern nicht anders erwähnt, wurde bei den Beeren der Stiel mit einer Rasierklinge bündig abgeschnitten und der verbleibende Stielansatz mit Silikon abgeklebt. Dadurch wurde der Wassertransport auf die Fruchthaut begrenzt. Der Wassertransport wurde gravimetrisch quantifiziert. Für die Messungen der Wasseraufnahme wurden die Früchte in destilliertem Wasser inkubiert, bei der Transpiration dagegen mit Silikagel so überschichtet, dass ein Kontakt des Silikagels mit der Fruchthaut ausgeschlossen war. Sofern technisch möglich, wurden Wasseraufnahme und Transpiration an denselben Beeren bestimmt. Nach wiederholten Wägungen wurden aus den Masseänderungen der Früchte die Wasseraufnahmeraten (F, g $h^{-1}$) beziehungsweise die Transpirationsraten (F, g $h^{-1}$) ermittelt.
Das Wasserpotential der Weinbeere ($\Psi_{fruit}$, MPa) ist die treibende Kraft des Wassertransportes und wurde entwicklungsabhängig bei Riesling, Müller-Thurgau und Chardonnay bestimmt. Dazu wurden die Beeren in unterschiedlich konzentrierten Polyethylenglykol(PEG 6000)-Lösungen inkubiert.
Die Temperaturabhängigkeit der Wasseraufnahme wurde bei 5, 10, 15, 24 und 35 °C an den Sorten Riesling und Müller-Thurgau bestimmt.
Ob für den Wassertransport über die Fruchthaut neben der Diffusion auch polare Wege, die einen schnellen Massefluss ermöglichen, existieren, wurde mit folgenden Versuchen getestet (vgl. Weichert und Knoche, 2006):

a) Inkubation in Lösungen von Osmotika verschiedener Molekülgröße
b) Inkubation in verschieden konzentrierten Gummi-Arabicum Lösungen (Variation der Viskosität)
c) Inkubation in deionisiertem Wasser und anschließend in unterschiedlich konzentrierten Salzlösungen von KCl, NaCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $FeCl_3$ und $AlCl_3$.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Platztests

Die Auflockerung der Trauben mit Regalis® (Riesling, Müller Thurgau, Chardonnay) und $GA_3$ (nur Chardonnay) reduzierte die Platzneigung bei der Sorte Müller-Thurgau und tendenziell bei Riesling (statistisch nicht signifikant), aber nicht bei Chardonnay (Tabelle 1).

**Tabelle 1. Vergleich der Platzanfälligkeit reifer Weinbeeren der Sorten Chardonnay, Müller-Thurgau und Riesling nach Behandlung mit Regalis® (in die Blüte).bzw. ohne besondere Behandlung. Pro Sorte wurden jeweils 5 Trauben ausgewertet, die zuvor für 72 Stunden in deionisiertem Wasser inkubiert worden waren.**

| | | Cracked Berries (%) | | |
|---|---|---|---|---|
| Cultivar | DAFB | Control | Regalis® | Gibberelin A3 |
| Chardonnay | 91 | 9.5 (± 5.4) | 9.3 (± 2.6) | 10.8 (± 1.8) |
| Chardonnay | 105 | 17.6 (± 2.1) | 21.1 (± 3.5) | 20.1 (± 4.5) |
| $mean_{chard.}$ | | 13.5 (± 3.0) a | 15.2 (± 2.9) a | 15.4 (± 2.8) a |
| Müller-Thurgau | 83 | 31.5 (± 7.8) | 22.6 (± 4.5) | - |
| Müller-Thurgau | 97 | 47.4 (± 5.1) | 24.1 (± 4.9) | - |
| $mean_{MüTh.}$ | | 39.5 (± 5.1) a | 23.3 (± 3.1) b | - |
| Riesling | 97 | 37.5 (± 7.2) | 17.6 (± 4.6) | - |
| Riesling | 111 | 49.3 (± 7.9) | 42.7 (± 4.9) | - |
| $mean_{Ries.}$ | | 42.4 (± 5.5) a | 30.1 (± 5.2) a | - |

**Hauptwirkung Behandlung bei Chardonnay mit P = 0.8 und bei Riesling mit P = 0.07 nicht signifikant, bei Müller-Thurgau mit P = 0.01 signifikant. Mittelwerttrennungen innerhalb der Sorten mittels Tukey's-Studentized-Range-Test (P = 0.05).**
**(cracked = geplatzt, berries = Beeren, cultivar = Sorte, DAFB = Days after full bloom = Tage nach Vollblüte, control = Kontrolle, mean = Mittelwert, treat = treatment = Behandlung)**

### 3.2 Wassertransportexperimente

Der Wassertransport durch die Fruchthaut ist ein physikalischer Prozess.
Wasseraufnahme und der Transpiration nahm bei den drei getesteten Sorten Chardonnay, Müller-Thurgau und Riesling linear mit der Zeit zu. Die Sorte Riesling hatte im Vergleich zu Chardonnay und Müller-Thurgau die geringste Wassertransportrate.
Die Anteile von Stiel und Haut an der Wasseraufnahme blieben im Verlauf der Fruchtentwicklung annähernd konstant. 70% der Aufnahme erfolgte über den Stiel, 30% über die Fruchthaut. Die Transpirationsraten über die Haut und den Stiel unterschieden sich statistisch dagegen erst ab dem Beginn der zweiten Wachstumsphase voneinander. Hier trug die Haut zu über 70% zum Wassertransport bei. Die Stielkomponente belief sich dagegen lediglich auf unter 30%. Zwischen den Sorten bestanden keine signifikanten Unterschiede in der relativen Bedeutung der verschiedenen Wege.
Höhere PEG Konzentrationen erniedrigten die Wasseraufnahmerate bis hin zu einer negativen Aufnahme, d.h. einer Abgabe von Wasser aus der Beere an die Lösung (Abbildung 1a). Die aus diesen Experimenten errechneten Wasserpotentiale blieben bis 76 Tage nach Vollblüte konstant und nahmen danach stetig ab. Die Abnahme wurde verursacht durch eine Abnahme des osmotischen Potentials, während der Turgor zunahm (Abbildung 1b, Tabelle 2).

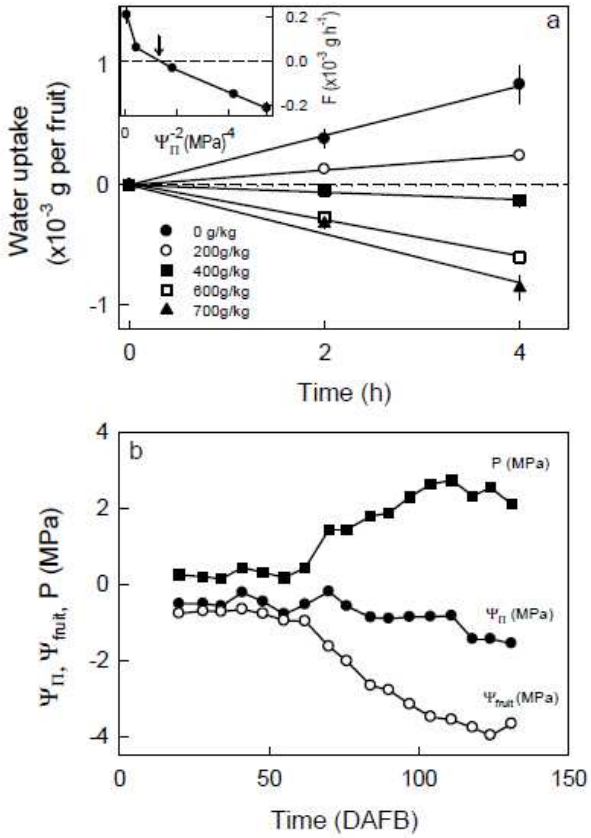



**Abbildung 1: (a) Zeitreihen der Wasseraufnahme in unterschiedlich hoch konzentrierten PEG 6000 Lösungen. Einschub: Beziehung zwischen Wasseraufnahmerate und osmotischem Potential der Lösung, der Pfeil kennzeichnet das Wasserpotential ($\Psi_{fruit}$) der Beere.**

**(b) Änderungen im Wasserpotential ($\Psi_{fruit}$), osmotischem Potential des Fruchtsaftes ($\Psi_{\Pi}$) und Turgor (P) von Rieslingbeeren im Verlauf der Fruchtentwicklung.**
**(water uptake = Wasseraufnahme, time = Zeit, fruit = Frucht)**

**Tabelle 2. Änderungen im Wasserpotential der Frucht ($\Psi_{fruit}$), Osmotischen Potential des Fruchtsaftes ($\Psi_{\Pi}$) und Turgor (P) von Chardonnay, Müller Thurgau und Riesling Beeren im Verlauf der Fruchtentwicklung.**

| Cultivar | Time (DAFB) | $\Psi_{fruit}$ (MPa) | $\Psi_{\Pi}$ (MPa) | P (MPa) |
|---|---|---|---|---|
| Chardonnay | 43 | -0.31 | -0.66 | 0.35 |
| | 66 | -0.35 | -1.45 | 1.10 |
| | 101 | -1.66 | -3.93 | 2.27 |
| Müller-Thurgau | 37 | -0.32 | -0.87 | 0.54 |
| | 70 | -1.16 | -2.28 | 1.12 |
| | 98 | -2.27 | -3.48 | 1.21 |
| Riesling | 41 | -0.22 | -0.66 | 0.44 |
| | 70 | -0.19 | -1.64 | 1.45 |
| | 97 | -0.86 | -3.16 | 2.30 |

**(cultivar = Sorte, time = Zeit, DAFB = Days after full bloom = Tage nach Vollblüte)**

Mit steigender Temperatur nahm die Wasseraufnahmerate zu.
Polare Transportwege in der Fruchhaut von Weinbeeren waren nicht nachweisbar:

a) Die Wasseraufnahmeraten über die Fruchthaut nahmen mit steigender Konzentration aller Osmotika ab. Es bestand keine konsistente Beziehung zwischen dem Molekulargewicht der jeweiligen Osmotika und dem ermittelten Wasserpotential der Weinbeeren
b) Die Viskosität der Lösung hatte nur einen geringen Einfluss auf die Wasseraufnahme.
c) Die Wasseraufnahmerate änderte sich durch Inkubation in unterschiedlich hoch konzentrierten Eisensalzlösungen nicht signifikant.

### 3.3 Ausblick

Für die Vegetationsperiode 2010 sind antragsgemäß folgende Versuche geplant:

a) Isolierung und Auswertung der gesammelten Kutikulaproben aus 2009 zur Bestimmung von Flächengewicht und Dehnungszustand
b) Auswertung der Bilddaten zur Fruchtentwicklung von Einzelbeeren (Wachstumskurve)
c) Auswertung und gegebenenfalls weitere Experimente zum Vorhandensein von Microcracks auf der Fruchthaut.
d) Test der Induzierbarkeit von Microcracks durch Wasser mittels der von Knoche und Peschel (2006) entwickelten Unterlegscheibenmethode.

## 4 Literaturverzeichnis

Blaich, R., U. Stein und R. Wind, 1984. Perforationen in der Cuticula von Weinbeeren als morphologischer Faktor der Botrytisresistenz. Vitis 23: 242–256.

Harms, M., 2007. Fäulnis - Erfolg nur im Gesamtkonzept. Der Deutsche Weinbau 7/07: 66–71.

Lang, A. und M. R. Thorpe, 1989. Xylem, phloem and transpiration flows in a grape: Application of a technique for measuring the volume of attached fruits to high-resolution using Archimedes' principle. J Exp Bot 40: 1069–1078.

Weichert, H. und M. Knoche, 2006. Studies on water transport through the sweet cherry fruit surface. 10. Evidence for polar pathways across the exocarp. J Agric Food Chem 54: 3951–3958.

# Grundlagen für ein Management des Asiatischen Marienkäfers *Harmonia axyridis* (PALLAS) (Coleoptera: Coccinellidae) im Weinbau und bei der Weinproduktion

Susanne Kögel & Dr. Christoph Hoffmann

*Julius-Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz im Obst- und Weinbau, Siebeldingen*

## 1. Einleitung

Als Nützling zur biologischen Schädlingsbekämpfung von Blattläusen in Nordamerika und Mitteleuropa (1982 in Frankreich) eingeführt [1], breitet sich der Asiatische Marienkäfer immer weiter aus. Inzwischen ist er nahezu in ganz Europa zu finden und auch in Deutschland werden seit dem Jahr 2002 Massenvermehrungen aus den deutschen Städten gemeldet. Im Jahr 2007 kam es erstmals auch innerhalb von Weinbaugebieten zu massenhaften Vermehrungen des Käfers. Da der Käfer im Herbst Trauben als Nahrung aufnimmt, stellt er ein Gefahrenpotenzial für den Weinbau dar. Mit der Lese kann er ins Traubengut und durch die in seinen Hämolymphen enthaltenen Schrecksubstanz, den Weingeschmack verderben.

Im September 2009 konnte erstmals in Deutschland ein starker Befall in den Weinreben auf dem Geilweilerhof in Siebeldingen beobachtet werden. Dort wurden vor allem die ungespritzten, beschädigten Trauben angeflogen und angefressen, nachdem der Käfer zuvor in Obstanlagen an Pfirsichen, Zwetschgen und Äpfeln gefressen hatte. Auch hier ist eine Rolle als Schädling nicht mehr auszuschließen

In den ersten Monaten des Projektes wurde versucht, die Problematik, die sich durch die Käfer bei der Weinbereitung ergibt, zu konkretisieren. Vor allem Schadschwellen sollten unter Berücksichtigung verschiedener Anbau-, Ernte- und Verarbeitungskonstellationen, gekennzeichnet werden. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass ab einer bestimmten Käferanzahl pro Kg Trauben der Weingeschmack hinsichtlich der Geschmacksrichtung „grünes Gemüse" verändert wird. [2] Als ausschlaggebende Substanzklasse hierfür gelten die Pyrazine, welche sich in der Hämolympe der Käfer befinden und so in den Most gelangen. Vor allem zu nennen ist dabei das 2-Isopropyl-3-Methoxypyrazin (IPMP). [2]

## 2. Bisherige Versuche

### 2.1. Auswirkungen des Pressdrucks auf die Mortalität der Käfer

Die zugrunde gelegte Theorie dieses Versuches ist, dass die Käfer mehr Hämolymphe abgeben, wenn der Thorax komplett zerquetscht wird. Ein reines Stressbluten von lebenden Tieren ist bei der Geschmacksbeeinflussung des Weins offenbar weniger relevant. [4]

Eine weitere, ebenfalls interessante Fragestellung war auch, ob die Mortalität der Käfer von der Beschaffenheit der Trauben beziehungsweise von der Größe und Anzahl der Hohlräume im Lesegut abhängt. Folglich wurde bei dem Versuch zwischen abgebeerten und nicht abgebeerten Trauben unterschieden.

Material und Methoden

Für diese, sowie die weiteren Ausbauversuche, war es nötig, Versuchstiere aus dem Freiland zu entnehmen. Deshalb wurden Mitte September in etwa 2000 Tiere aus dem Weinberg rund um den Geilweilerhof, Siebeldingen mit Hilfe der Klopf- sowie Handsammelmethode lebend abgesammelt.

Dem Lesegut wurde vor dem Pressen jeweils eine definierte Menge an lebenden Käfern zugegeben. In diesem Versuch jeweils 3 Käfer pro Kg Trauben, also 9 Käfer insgesamt. Der Druck war per Hand von 1 bis 5 bar einstellbar und die verwendete Traubensorte Müller-Thurgau. Alle Varianten wurden jeweils mit abgebeerten und nicht abgebeerten Trauben durchgeführt. Die Mortalitätskontrolle geschah durch Handauslese der Käfer aus der Maische.

## Ergebnisse

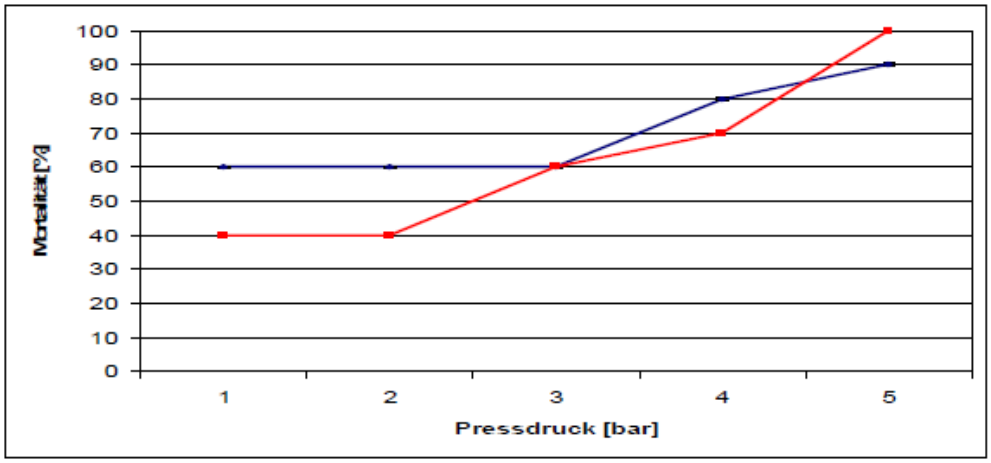



Abbildung 1: Mortalität der Käfer in % bei verschiedenen Pressdrücken von 1 bis 5 bar; rot = nicht abgebeerte Trauben; blau = abgebeerte Trauben

In Abbildung 1 wird die Mortalität der Käfer in Abhängigkeit vom Pressdruck und der Traubenform, dargestellt. Hierbei muss jedoch beachtet werden, dass die Pressdauer wesentlich geringer war als in der Praxis üblich. Deshalb werden weitere Untersuchungen folgen.

### 2.2 Weinausbauversuch mit Zugabe von lebenden Käfern zum Lesegut

Die Weinausbauversuche sollen Ergebnisse unter realistischen Bedingungen liefern, ab welcher Käferanzahl pro Kg Lesegut, der Wein sensorisch belastet ist. Da Pyrazine löslich in Ethanol sind, müssen die verschiedenen Gärungstypen (Maischerhitzung versus Maischegärung), Maischestandzeiten sowie Traubensorten (rot oder weiß) in die Analyse mit einbezogen werden.

Material und Methode

Es wurden jeweils Versuche mit der weißen Rebsorte Riesling und der roten Rebsorte Spätburgunder im Herbst 2009 im Versuchskeller des Geilweilerhofs in Siebeldingen durchgeführt. Ins Lesegut wurden definierte Mengen an lebenden Käfern zugegeben. Beim Weißwein wurden die Tiere direkt mitgepresst und anschließend zur Mortalitätskontrolle wieder aus der Maische per Haus ausgesammelt. Der Most wurde schließlich zu Wein ausgebaut. Bei der roten Traubensorte wurden zwei Methoden des Rotweinausbaus verglichen. Zum einen die Maischegärung mit einer Gärdauer von 6 Tagen und zum anderen die Maischeerhitzung mit der Erhitzung im Wasserbad bei 60°C für 3 Stunden.

Alle Weine werden derzeit stabil gehalten und demnächst einer sensorischen Prüfung unterzogen.

Ergebnisse

Definierte Ergebnisse werden erst im Februar 2010 vorliegen. Doch schon nach ersten sensorischen Geruchsproben durch Fachleute, war eine Geruchsbelastung der käferbelasteten Weine festzustellen, hierbei insbesondere die höher belasteten „Käferweine“. Außerdem ist die Tendenz zu erkennen, dass der Rotwein bei gleicher Käferkonzentration stärker Pyrazine erkennen lässt als der Weißwein und die Weine mit Maischegärung stärker nach Pyrazinen riechen als die maischeerhitzten Weine.

Diese Ergebnisse müssen jedoch erst in einer Weinprobe Ende Februar abgesichert werden.

Beim Auszählen der Käfer aus der Maische der weißen Trauben wurden nur sehr wenige lebende Käfer gefunden (<10%).

### 2.3 Weinprobe mit künstlich zugesetzten Pyrazinmengen

Zur Unterstützung der Weinausbauversuche und der Grenzwertermittlung zur Schadschwelle wurde eine Weinprobe angesetzt, bei der Pyrazine in Reinform dem Wein in definierter Menge zugegeben wurde.

Material und Methode

Als Grundwein wurde wie bei den Ausbauversuchen Riesling und Portugieser gewählt. Für den Riesling wurden 1, 2, 11, 50 und 100ng/L 2-Isopropyl-3-Methoxypyrazine und für den Portugieser 1, 3, 11, 50 und 100ng/L 2-Isopropyl-3-Methoxypyrazine jeweils 60 Minuten vor der Weinprobe künstlich zugesetzt.

Als Weinprobe wurde der Dreieckstest durchgeführt. Bei diesem Test werden zwei identische Kontrollwein-Proben mit einer dritten Probe verglichen. Als dritte, abweichende Probe diente der Pyrazinwein, welcher erkannt werden musste.

Ergebnisse

Die sensorische Schwelle lag beim Rotwein, dem Portugieser, niedriger als bei der Weißweinsorte Riesling, wie in Abbildung 2 erkannt werden kann.

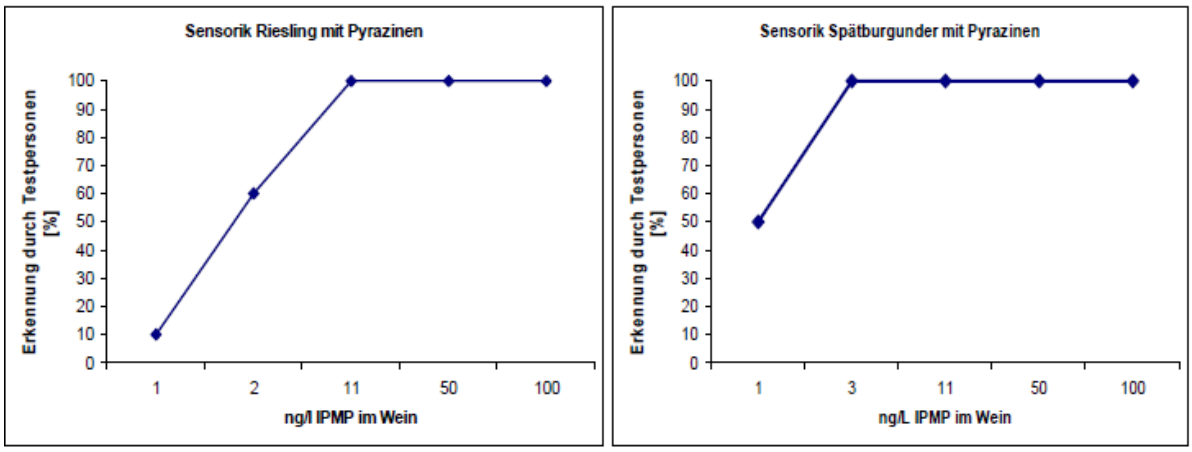



Abbildung 2: Sensorische Erkennung unterschiedlicher Pyrazinmengen im Weißwein Riesling sowie Rotwein Portugieser durch die Testpersonen in %

## 2.4 Analyse von Pyrazingehalten im Wein mittels SPME/GC-MS

Material und Methode

Für eine genaue Bestimmung der Pyrazingehalte im Wein, wurde mit Hilfe der Festphasenmikroextraktion (SPME) angereichert und anschließend mit Gaschromatografie in Kombination mit einem Massenspektrometer (GC-MS) analysiert.

Ergebnisse

Die Chromatogramme bei der genannten Methode wiesen eindeutige und klare Peaks der gesuchten Pyrazinverbindungen auf (vgl. Abbildung 3) und konnten mit Hilfe der Database des ChemStation Programmes eindeutig identifiziert werden. Eine Quantifizierung war derzeit noch nicht möglich.

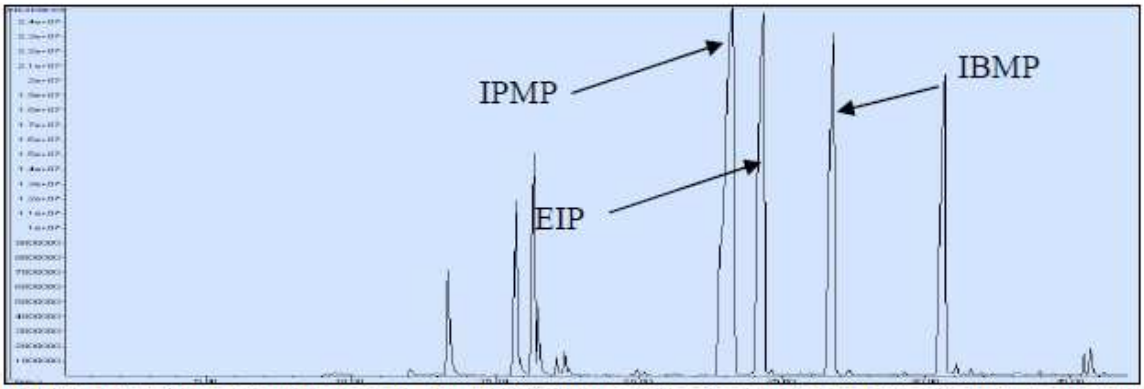



Abbildung 3: Chromatogramm von einer Weinprobe (Riesling) mit den Pyrazinen 2-Isopropyl-3-Methoxypyrazine (IPMP), 2-Isobutyl-3-Methoxypyrazin (IBMP) und 2-Ethoxy-3-Isopropylpyrazin (EIP)

## 3. Ausblick

Quantifizierung der Pyrazingehalte mittels SPME/GC-MS

Die Grundlagen für die Detektion der Pyrazine in Wein mit Hilfe von GC-MS sind gelegt. Die Substanzen werden gaschromatographisch sauber getrennt. Da aber auch eine Quantifizierung notwendig ist, um detaillierte Aussagen zu Belastungen treffen zu können, wird derzeit daran gearbeitet eine Kalibrierungskurve zu erstellen. So kann über das Verhältnis der gesuchten Verbindungen zum internen Standard quantifiziert werden.

Sobald dies gelingt, können die fertigen Weine aus den Ausbauversuchen, aber auch eingefrorene Mostproben sowie die gepressten Käfer auf ihren Pyrazingehalt untersucht werden.

Populationsuntersuchungen im Freiland

Ein Hauptaspekt des kommenden Projektjahres, soll aber vor allem die Freilandarbeit darstellen. Die Biologie und Ökologie der Art zu kennen, erleichtert es, Lockstoffe zu finden und geeignete Zeitpunkte und Maßnahmen zu ermitteln, zu denen Abwehrmaßnahmen im Weinbau nötig sind. Insofern müssen geeignete Methoden gefunden werden, um die Migration der Käfer erfassen zu können, sowie um Populationsgrößenschätzungen vornehmen zu können.

Geplant ist das Testen verschiedener bekannter Fallentypen (Lichtfalle, Gelbtafeln, Fensterfalle, Malaisefalle, etc.) und je nach Fangerfolg anschließend eine Weiterentwicklung der Fallen vorzunehmen. Ziel ist es, die bestmögliche Methode zu finden, welche die Fängigkeit der Art gewährleistet.

Des Weiteren werden auf einer Transektlinie zwischen Siebeldingen und Dossenheim schließlich die Populationsschwankungen innerhalb verschiedener Habitate sowie die Migrationsbewegung der Käfer beispielhaft ermittelt werden. Innerhalb dieser Transektlinie sollen mehrere Habitatstypen (Wiese, Wald, Weinberg, Gemüseanbau, Obstanbau, Urbane Strukturen) untersucht werden. Bei dem Nachweis der Migration kommen indirekte und direkte Methoden in Frage: als Methode ist, falls möglich, Fang-Wiederfang vorgesehen oder aber die Messung von Populationsdichten innerhalb des Jahres mit Fallenfang und weiteren Fangmethoden. Diese Ergebnisse werden unter anderem mit Geographischen Informationssystemen (GIS) dargestellt.

Im Herbst 2010 werden außerdem weitere Ausbauversuche und Weinproben folgen.

## Literatur:

[1] BROWN, P.M.J., ADRIAENS, T., BATHON, H., CUPPEN, J., GOLDARAZENA, A., HÄGG, T., KENIS, M., KLAUSNITZER, B.E.M., KOVÁŘ, I., LOOMANS, A.J.M., MAJERUS, M.E.N., NEDVED, O., PEDERSEN, J., RABITSCH, W., ROY, H.E., TERNOIS, V., ZAKHAROV, I.A., ROY, D.B. (2008): Harmonia axyridis in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. BioControl, 53 (1). 5-21.

[2] PICKERING, G., LIN, J., REYNOLDS, A., SOLEAS, G., RIESEN, R., BRINDLE, I. (2005): The influence of Harmonia axyridis on wine composition and aging. Journal of Food Science 70, 128-135

[3] PICKERING, G., KER, K., SOLEAS, G. (2007): Determination of the critical stages of processing and tolerance limits for Harmonia axyridis for "ladybug taint" in wine. Vitis 46 (2), 85-90

# Entwicklung und Einsatz molekulargenetischer Werkzeuge für die Weinhefe *Kloeckera apiculata (Hanseniaspora uvarum)*

Prof. Dr. Jürgen J. Heinisch

*Universität Hohenheim*

In der dritten Antragsperiode wurde ein Großteil des Genoms der Hefe *Kloeckera apiculata (Hanseniaspora uvarum*; aus dem Typstamm DSM2768) sequenziert und mit der Analyse der Daten begonnen. Parallel dazu wurden einzelne Gene mit Hilfe der PCR-Technik kloniert und in entsprechenden Mutanten von Laborstämmen der Weinhefe *Saccharomyces cerevisiae* auf ihre Funktion getestet. Diese beiden Projektteile sind im Folgenden kurz dargestellt.

1. Erstellung und Analyse der Genomsequenz von *K. apiculata*

Aus dem Typstamm DSM2768 wurde mit Hilfe der in vorangegangenen Antragperioden etablierten Technik genomische DNA in größeren Mengen isoliert und mit Hilfe der neuartigen Pyrosequenziertechnik mit einer etwa 20-fachen Abdeckung sequenziert. Durch Sequenzüberlappungen konnten größere Bereiche zu kontinuierlichen DNA-Fragmenten (sogenannten "Contigs") zusammengefügt werden. Aus einem Vergleich mit anderen sequenzierten Hefegenomen läßt sich ableiten, dass die erhaltenen Sequenzen etwa 80% des *Koeckera*-Genoms abdecken. Wir konnten damit bereits Hunderte von Genen identifizieren.

2. Analyse der Funktion der zu den Phosphofructokinase-Genen von *S. cerevisiae* homologen Gene *KaPFK1* und *KaPFK2*

Zwei der Gene wurden näher untersucht, die mit Ka*PFK1* und Ka*PFK2* bezeichnet wurden. Sie kodieren für die Untereinheiten der Phosphofructokinase, einem für die alkoholische Gärung sehr wichtigen Enzym. Da uns aus früheren Arbeiten *pfk1 pfk2*-Doppeldeletionsmutanten in *S. cerevisiae* vorlagen, die nicht mehr auf Glucose wachsen können, konnten die *Kloeckera*-Gene in diese Stämme eingebracht werden. Wie auch in *S. cerevisiae*, genügt eines der beiden Gene um wieder ein Wachstum auf Glucose zu erlauben. Darüber hinaus konnten wir mit Hilfe Pfk-spezifischer Antikörper auch die gebildeten Proteine in *S. cerevisiae* nachweisen.

Im noch verbleibenden Antragszeitraum sollen die enzymatischen Parameter ($k_m$-Werte für Substrate, sowie die allosterische Regulation) der *Kloeckera*-Pfk noch näher untersucht und das Genom soweit wie möglich annotiert werden.

# Analytische und multivariate statistische Verfahren zum Nachweis einer Behandlung von Wein mit Eichenholzchips und Holzextrakten

N. Christoph, H.-J. Köhler[1)], M. Müller, S. Seifert, P. Vogel[2)], H. Wachter

*Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, 97082 Würzburg*

*[1)] Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 97209 Veitshöchheim*

*[2)] Forschungsanstalt Geisenheim, Fachgebiet Weinanalytik, 65366 Geisenheim*

## Einleitung

In der EU ist seit 2006 der Einsatz von Eichenholzchips zur Weinbereitung als önologisches Verfahren entsprechend der Verordnung (EG) Nr. 606/2009 Anhang IA zugelassen. Eine Kennzeichnung von Weinen, die mit Eichenholzchips behandelt werden, ist nicht vorgeschrieben, es dürfen aber solche Weine gemäß Art. 66 VO (EG) Nr. 607/2009 nicht mit Angaben wie „im Holz- bzw. Barriquefass gereift“ oder ähnliche Hinweisen ausgestattet werden. Bei der Umsetzung der EU-VO in nationales Recht haben die einzelnen Mitgliedstaaten zudem strengere Bestimmungen einer Zulassung der Eichenholzchips erlassen. So dürfen in Deutschland keine Prädikatsweine, in Italien keine DOC- und DOCG-Weine sowie in Frankreich keine AOC-Weine mit Eichenholzchips behandelt werden. Die Verwendung von Eichenholzchips ist wesentlich kostengünstiger als eine Barriquefasslagerung, so dass an einem sicheren analytischen Nachweis der Verwendung von Eichenholzchips bzw. einer Abgrenzung von im Barriquefass gelagerten Weinen im Hinblick auf den Schutz des Verbrauchers vor Täuschungen ein erhebliches Interesse besteht. Entsprechende analytische Methodenentwicklungen können zudem auch für andere analytische Fragestellungen im Bereich der Wein- und Lebensmittelsicherheit eingesetzt werden.

In dem am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Dienststelle Würzburg durchgeführten Projekt werden analytische und multivariate statistische Methoden zum Nachweis einer Behandlung von Wein mit Eichenholzchips bzw. einer Differenzierung und Authentizitätsprüfung von im Barrique bzw. Holzfass gelagertem Wein entwickelt. Im Berichtsjahr wurden auch eine Masterarbeit (Dipl. Ing. (FH) Peter Vogel von der Justus Liebig Universität Giessen, Referent Prof. Dietrich, FA Geisenheim), zwei wissenschaftliche Praktika mit Studenten der Universität Würzburg (Betreuung Frau Müller) sowie Proben aus einer

Diplomarbeit (Frau Sagasser, FA Geisenheim, Referent Herr Dipl. Ing. (FH) Pfeifer) in das Projekt eingebunden.
Im Mittelpunkt der Arbeiten des Berichtjahres standen neben der Anwendung und Untersuchungen mit der bereits entwickelten GC-MS Analytik flüchtiger Stoffe, die Entwicklung weiterer Analysenverfahren („Module“) zur Differenzierung Barrique und Eichenholzchips mittels HPLC und Kernresonanzspektroskopie ($^1$H-NMR).

## Material und Methoden

### *Materialien*

Zur Untersuchung gelangten Weiß- und Rotweine die in kellerwirtschaftlichen Versuchsserien mit Eichenholzchips behandelt oder im Holz- oder Barriquefass gelagert wurden. Es wurden auch Varianten „Chips im Barrique“ sowie „Vergärung im Barrique“ untersucht. Diese Weine wurden als authentische Proben angesehen und dienen als Grundlage der statistischen Modelle für spätere Prüfungen und Zuordnungen unbekannter Proben. Weiterhin wurden Handelsproben untersucht, welche mit Eichenholzchips und/oder Barriquefasslagerung ausgebaut wurden. In einem speziellen Block wurden holzfassgelagerte Spirituosen (Whiskey, Weinbrand) sowie erste kommerziell erhältliche Holzextrakte untersucht.

### *Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) Analytik flüchtiger Stoffe*

28 flüchtige Stoffe, die aus Eichenholz stammen bzw. durch Toastung des Eichenholzes gebildet werden und in Chips- bzw. Barriqueweinen nachweisbar sind, werden mit Festphasenextraktion (SPE) isoliert und angereichert, und mittels GC-MS qualitativ und quantitativ bestimmt.

### *Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) – Analytik schwerflüchtiger Stoffe*

26 holzbürtige Substanzen werden mittels Festphasenextraktion (SPE) isoliert, angereichert und mit HPLC-DAD quantitativ bestimmt. Die Methode wurde im Rahmen der Masterarbeit an der Dienststelle Würzburg entwickelt.

### *Protonen ($^1$H)-Kernresonanzspektroskopie ($^1$H-NMR)*

Mit dieser Methode können die $^1$H-Resonanzsignale von Inhaltsstoffen, die typisch für Eichenholz sind (z.B. höhermolekulare und polyphenolische Komponenten) qualitativ und quantitativ erfasst werden. Die Stoffe werden aus einer mit Puffer und einer NMR-Referenz

versetzten Weinprobe durch Festphasenextraktion isoliert und angereichert. Die mit deuteriertem Methanol eluierten Stoffe werden in einem 5 mm-NMR Röhrchen mit einem $^{1}H/^{13}C$-NMR-Gradientenshimkopf gemessen, wobei eine optimale Wasserunterdrückung und Temperaturkonstanz von ± 0,1 K Voraussetzung für eine ausreichende Empfindlichkeit und Reproduzierbarkeit ist. Die so gewonnenen $^{1}H$-NMR-Spektren werden zunächst auf signifikante Unterschiede der Resonanzsignale (Profile) von Barriqueweinen und mit Eichenholzchips behandelten Weinen geprüft.

### *Sonstige Methoden*

Als zusätzliche Analysenverfahren wurde eine Farbintensitätsbestimmung mittels UV-VIS nach der Methode der nun aufgehobenen VO (EWG) Nr. 2676/90 sowie die Messung der Absorption im mittleren Infrarotbereich mittels FOSS Winescan FT120 durchgeführt parallel zu den HPLC-Messungen durchgeführt.

### *Multivariate Auswertungen*

Von den Daten der GC-MS und HPLC-Analysen wurden verschiedene statistische Berechnungen (Faktoren-, Hauptkomponentenanalysen) mit der Software SPSS und Winstat für Excel durchgeführt. Die für die $^{1}H$-NMR verfügbare spezielle Software (AMIX®) wurde genutzt, um die Spektren mittels eines Mustererkennungsverfahrens statistisch auszuwerten.

## Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die derzeit verfügbaren analytischen Methoden zur Unterscheidung der Verwendung von Eichenholzchips und Barriquefass. Die 3 Module, GC-MS, HPLC-DAD in Verbindung mit UV-VIS/FTIR sowie $^{1}H$-NMR ermöglichen, eine Vielzahl charakteristischer Komponenten und Profile (Fingerprints) aus einem mit Eichenholz in Kontakt gekommenen Wein qualitativ und quantitativ zu erfassen.

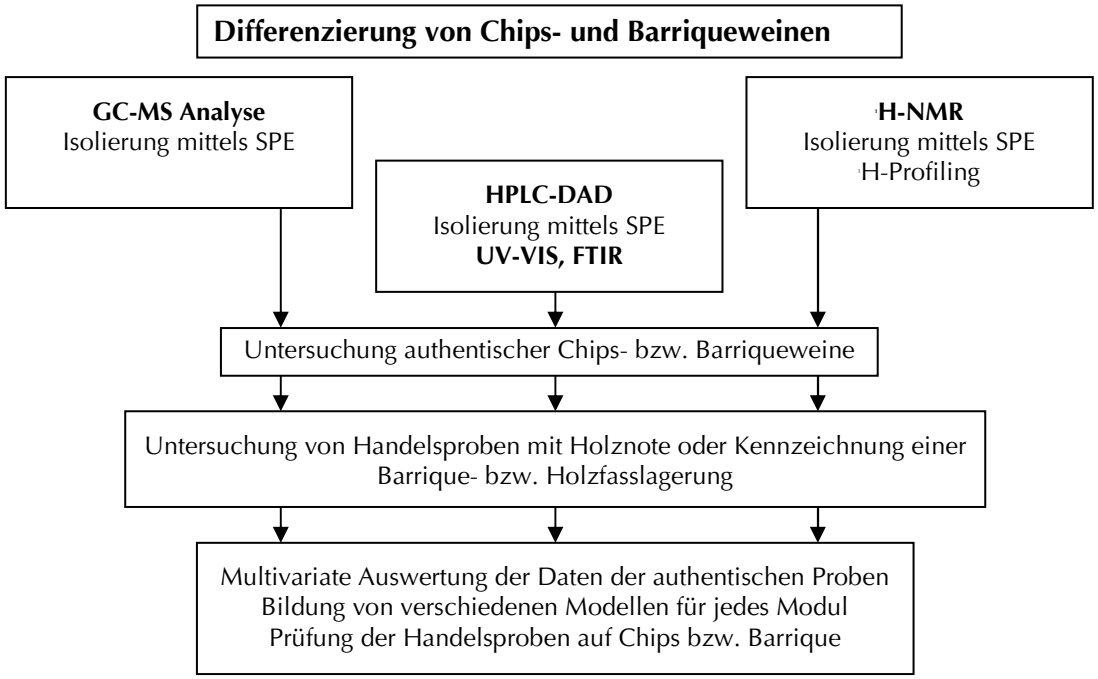



**Abbildung 3:** Die drei analytischen Module zur Differenzierung von Chips- bzw. Barriqueweinen

## *GC-MS flüchtiger Stoffe*

Tabelle 1 zeigt die wichtigsten zur Differenzierung von Chips und Barrique zu bestimmenden flüchtigen Stoffe.

**Tabelle 1:** GC-MS-Analytik flüchtiger Stoffe aus getoastetem Eichenholz

| | |
|---|---|
| Furfural | 2,6-Dimethoxyphenol |
| Furfurylalkohol | Eugenol |
| 5-Methylfurfural | 4-Propylguaiacol |
| Guaiacol | β- Damascenon |
| 4-Ethylphenol | Vanillin |
| 4-Methylguaiacol | Isoeugenol |
| 5-Hydroxymethylfurfural | Acetovanillon |
| 4-Ethylguaiacol | 4-Hydroxy-3-methylacetophenon |
| cis-Whiskeylacton | 1-(4-Hydroxy-3-methylphenyl)-2-propanon |
| 5-Acetoxymethyl-2-furaldehyd | Ethylvanillat |
| 4-Vinylguaiacol | 2,6-Dimethoxy-4-(2-propenyl)-phenol |
| trans-Whiskeylacton | Syringaaldehyd |

Im Rahmen spezieller Untersuchungen wurden als weitere Komponenten aus getoastetem Eichenholz 2-Furylmethylketon, Ethyl-2-furoat, Coniferylaldehyd, Desaspidinol, Acetosyringon, Sinapaldehyd, Homovanillinsäure und Ethylhomovanillat identifiziert.

Spezielle Untersuchungen fokussierten sich auf Fragen zur Isolierung und Anreicherung der flüchtigen Stoffe, insbesondere inwieweit sich z. B. bei Anwendung der Flüssig-Flüssig-Extraktion (nach Kutscher-Steudel) Artefakte bilden können. So konnte festgestellt werden, dass aus Furfural offensichtlich unter der Wärmeeinwirkung das dimere Furoin gebildet wird. Insgesamt zeigten die Untersuchungen, dass bei der Anreicherung der Holzaromastoffe mit der Flüssig-Flüssig-Extraktion mehr Artefakte gebildet werden. Es wurden auch Untersuchungen zu Unterschieden der Profile und Konzentrationsverhältnisse charakteristischer flüchtiger Komponenten im Hinblick auf eine Differenzierung der geographischen Herkunft bzw. Toastungsgrad durchgeführt. So konnten über verschiedene Daten auch eine Zuordnung der Herkunft der verschiedenen Chips überprüft und bestätigt werden. In Tabelle 2 sind beispielhaft die sehr unterschiedlichen Verhältnisse der Konzentrationen der zwei Isomeren des Whiskylactons in Eichenholzchipsproben verschiedener geographischen Herkünfte angegeben.

**Tabelle 2:** Verhältnis von *cis*-Whiskylacton zu *trans*-Whiskylacton in Proben, die mit getoasteten Eichenholzchips aus deutscher Eiche (DM), französischer Eiche (FM) und amerikanischer Eiche (AM) behandelt wurden

| Whiskylactonverhältnis | **DM** | **FM** | **AM** |
|---|---|---|---|
| $\frac{\text{c (cis – Whiskylacton)}}{\text{c (trans – Whiskylacton)}}$ | 1,2 | 4,3 | 6,0 |

Mit den bereits entwickelten multivariaten statistischen Auswertungen authentischer Chips- und Barriqueweine wurden verschiedene Handelsproben aber auch Proben mit bekanntem kellerwirtschaftlichen Ausbau mittels GC-MS untersucht und darauf geprüft, ob über die entwickelten Lernmodelle auch Weine mit bekannter Herstellung korrekt den jeweiligen Gruppen zugeordnet werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine solche Trennung für Versuchsweine, die im Rahmen einer Diplomarbeit an der FA Geisenheim im Weingut Affaltrach hergestellt wurden. Während die Chips- und Barriqueweine den entsprechenden Gruppen der authentischen Weine korrekt zugeordnet werden, ist die Zuordnung der zwei 2 Proben, bei denen Chips und Barrique gleichzeitig eingesetzt wurde, nicht eindeutig. Ein Wein liegt mehr im Bereich Barrique, der andere im „Grenzbereich“ zwischen den beiden Gruppen, d.h. es sind bereits Indizien gegeben, dass dieser kein authentischer Barriquewein ist. Insbesondere auch im Hinblick auf einen Nachweis solcher durchaus praxisrelevanter Varianten wie Chips + Barrique, ist die Entwicklung weiterer analytischer Verfahren wichtig.

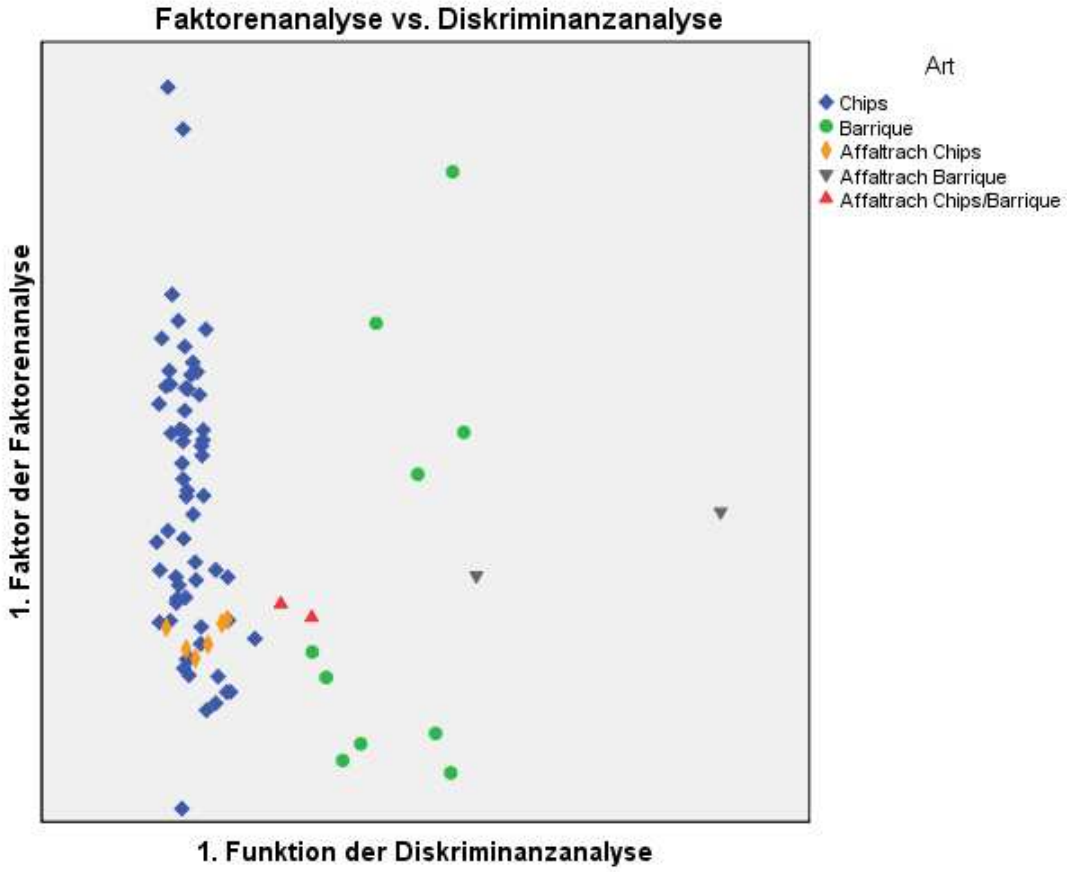



**Abbildung 4:** Differenzierung Chips von Barrique über flüchtige Stoffe. Prüfung auf korrekte Zuordnung kellerwirtschaftlicher Versuchsweine mit einem multivariaten statistischen Modell, in welchem die erste Funktion der Diskriminanzanalyse gegen den ersten Faktor der Faktorenanalyse aufgetragen ist.

### *HPLC-Analytik, Farbmessung, FTIR*

Ziele der im Projekt eingebundenen Masterarbeit waren:

- Entwicklung einer Methode zum Nachweis charakteristischer phenolischer Inhaltsstoffe in Weinen mittels HPCL-DAD (Hochleistungsflüssigchromatographie mit Diodenarray Detector)
- Analyse von Modellweinen, Weinen bekannter Herstellung und Handelsproben mit dieser HPLC-Methode sowie Farb- und FTIR-Messung
- Multivariate statistische Auswertung der Ergebnisse zur Fragestellungen wie Verwendung von Chips ja/nein? oder Verwendung von Chips und Barrique?

In die HPLC-Analytik wurden insgesamt 26 phenolische und polyphenolische Verbindungen aus Wein bzw. Eichenholz einbezogen. In der Tabelle 3 sind diese auszugsweise aufgeführt.

Nach Optimierung der methodischen Parameter der Isolierung und Anreicherung mittels SPE sowie der HPLC-Trennung und Detektion, zeigte die Methode bei den Validierungen eine sehr gute Reproduzierbarkeit, Empfindlichkeit und Trennleistung.

**Tabelle 3:** Komponenten (auszugsweise), die mit HPLC-DAD in Wein bestimmt werden

| | |
|---|---|
| Gallussäure | (+)-Catechin |
| Protocatechusäure | Sinapinaldehyd |
| Protocatechualdehyd | Resveratrol |
| p-Hydroxybenzaldehyd | Phloridzin |
| Vanillinsäure | Scopoletin |
| Kaffeesäure | Phloretin |
| Vanillin | Rutin Trihydrat |
| Ferulasäure | Kaempferol |
| 4-Hydroxyzimtsäure | 4-Hydroxybenzoesäure |
| 3-Hydroxybenzoesäure | Tryptophol |
| Syringasäure | Tyrosol |

Danach wurden mit der Methode 150 Weinproben, darunter bereits mittels GC-MS untersuchte authentische Proben, Handelsproben und kellerwirtschaftliche Versuchsweine analysiert. Die ersten bereits vorliegenden Auswertungen zeigen, dass eine Differenzierung Chips und Barrique gut möglich ist. Zwar ergeben sich wie bei den flüchtigen Stoffen weitgehend identische qualitative Muster der phenolischen Stoffe bei Barrique und Chips, bei verschiedenen Komponenten sind jedoch signifikante quantitative Unterschiede zu erkennen. Mittels multivariater Statistik werden daher entsprechend der Auswertung der flüchtigen Stoffe Lernmodelle erstellt, mit denen zum einen Differenzierungen ermöglicht, zum anderen auf Authentizität zu prüfende Weine einer der beiden Gruppen zugeordnet werden können. In Abbildung 3 ist beispielhaft die Trennung der authentischen mit Chips und Barrique behandelten bzw. unbehandelten Weine mit der Fragestellung nach der Verwendung von Chips dargestellt.

Die Modelle werden noch optimiert und an den untersuchten Handelsproben getestet.

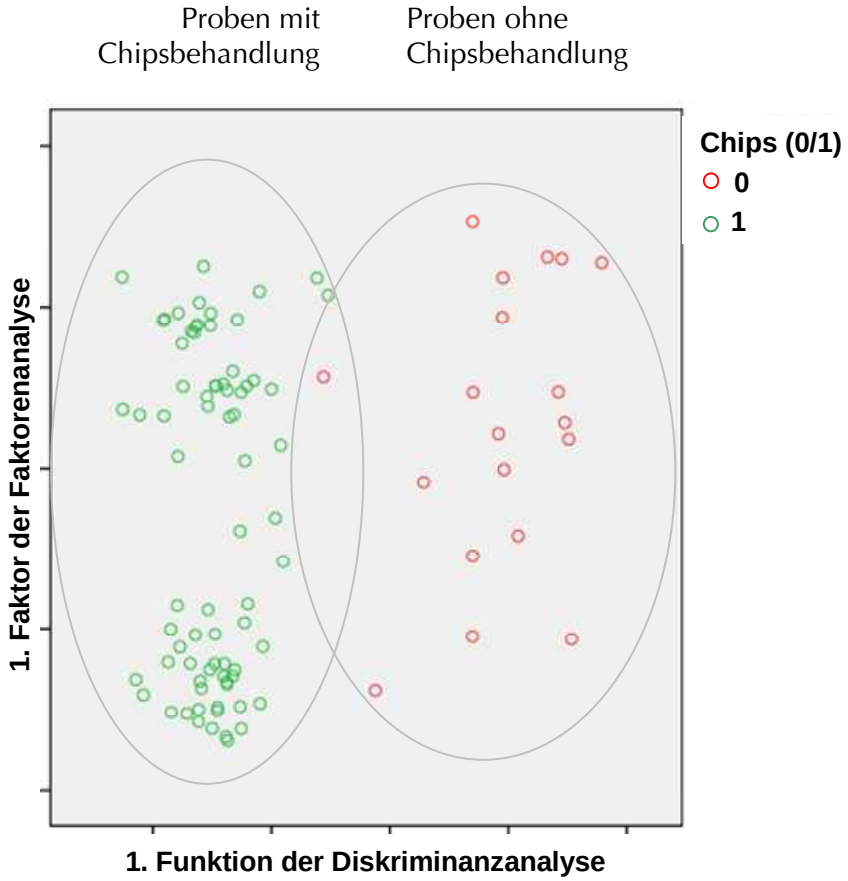



**Abbildung 5:** Differenzierung von Proben mit Chipsbehandlung (Gruppencode 1, in der linken Elipse) von Proben ohne Chipsbehandlung (Gruppencode 0; mit Barrique und ohne, in der rechten Elipse) über Daten der HPLC-, UV-Vis- und FTIR-Messungen. Multivariates statistisches Modell, in dem die erste Funktion der Diskriminanzanalyse gegen den ersten Faktor der Faktorenanalyse aufgetragen ist.

*NMR-Analytik*

Die instrumentellen Voraussetzungen zur Durchführung der $^{1}$H-NMR Messungen mit anschließender Mustererkennung (Profiling) sind ein $^{1}$H/$^{13}$C Gradientenshim Inverskopf mit exakt einstellbarer Temperatureinheit. Dieses System stand erst Herbst 2009 zur Verfügung. Die Methodenentwicklung mit der Optimierung und Wiederholbarkeit der SPE Anreicherung, der Prüfung auf Stabilität der SPE-Eluate sowie der Optimierung der für die Messung unabdingbaren Wasserunterdrückung und Temperaturkonstanz konnten abgeschlossen werden. Am Beispiel der ersten mit dieser Analytik gemessenen Proben soll das Prinzip und die Leistungsfähigkeit der Methode dargestellt werden. Die Inhaltsstoffe eines Weines haben spezifische $^{1}$H-Resonanzfrequenzen, so dass für jeden Wein ein spezielles $^{1}$H-Profil resultiert.

Ein Kontakt mit getoastetem Eichenholz führt zu Änderungen des $^{1}$H-Profils wobei Unterschiede zwischen Barrique und Chips allein durch die unterschiedliche Kontaktzeiten, Intensitäten etc. resultieren sollten. Da mit $^{1}$H-NMR auch bereits sehr geringen qualitativen als auch quantitativen Unterschiede erkannt und durch spezielle Auswertungen herausgefiltert und identifiziert werden können, ist auch mit dieser Methode eine Differenzierung zu erwarten. Ohne diese Unterschiede zunächst zu identifizieren ist somit ein Vergleich der Spektren der beiden verschiedenen kellerwirtschaftlicher Varianten möglich, welcher dann über multivariate statistische Auswertung zu Differenzierungsmodellen führen. In Abbildung 4 sind drei Spektren aus Vorversuchen abgebildet, die einen Barriquewein, einen Chipswein und den Wein ohne Holzkontakt zeigen.

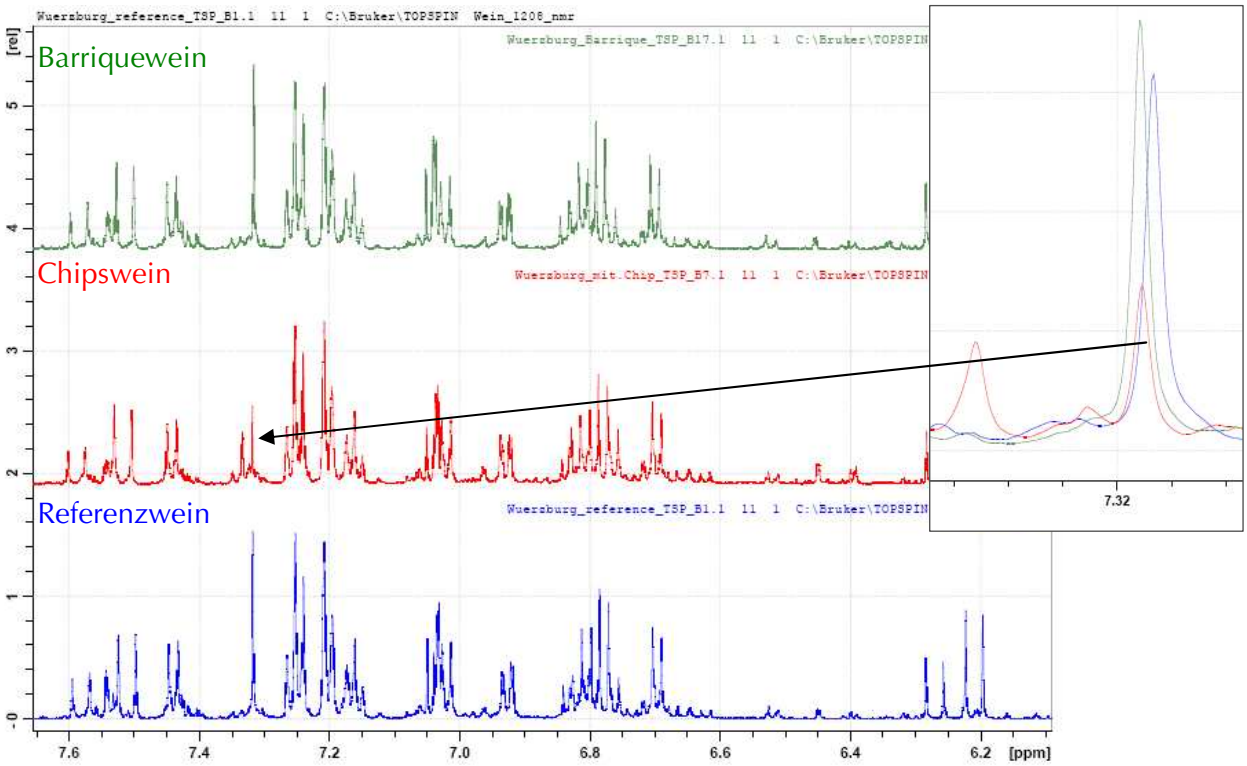



**Abbildung 6:** Ausschnitt aus dem Protonen-Kernresonanzspektrum eines Barriqueweines, eines mit Chips behandelten Wein und des Referenzweins ohne Holzkontakt.

Auch wenn die Protonenspektren zunächst fast identisch zu sein scheinen, zeigen sich doch in bestimmten Bereichen der $^{1}$H-Spektren minimale Unterschiede. Inwieweit diese zur Diskriminierung von Chips und Barrique verwendet werden können bzw. signifikant sind, kann nur über die Messung möglichst vieler authentischer Vergleichsproben verifiziert werden. Die statistische Auswertung dieser Unterschiede über den gesamten Bereich eines $^{1}$H-Spektrums basiert auf einem Mustererkennungsverfahren.

Hierbei werden die Spektren der einzelnen Messungen in Abschnitte eingeteilt, welche anschließend rein mathematisch betrachtet werden und das Programm sich selbstständig die Regionen auswählt, die in der Mustererkennung signifikant sind. Aufbauend auf diese Unterschiede werden nun verschiedene multivariate statistische Auswertungen vorgenommen.

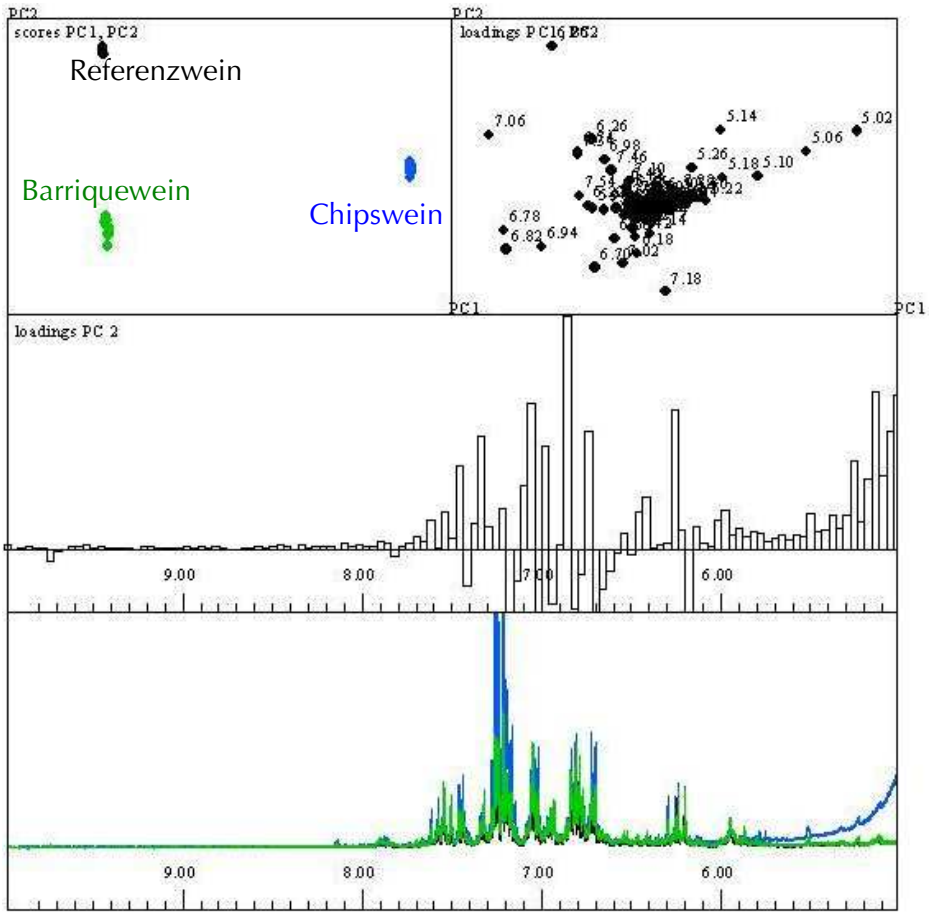



**Abbildung 7:** Hauptkomponentenanalyse (Feld oben links) auf der Basis der Signale spezifischer Spektrenabschnitte eines Barriqueweines (grün), eines mit Chipsweines (blau) und des Weines ohne Holzkontakt (schwarz).

In Abbildung 5 ist beispielhaft eine Hauptkomponentenanalyse der fünffach wiederholten Analysen von 3 kellerwirtschaftlichen Varianten auf Grundlage der vorher aufgenommenen Protonenspektren dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass auf Basis der Mustererkennung der Spektren im Bereich der chemischen Verschiebungen zwischen 5 und 9 ppm eine Unterscheidung der mit Barrique, Chips und ohne Holz untersuchten Varianten reproduzierbar möglich ist. In entsprechend Weise können nun Handelsproben sowie verfügbare Proben aus kellerwirtschaftlichen Versuchsreihen untersucht werden, um zu prüfen, ob sich entsprechende signifikante Unterschiede zwischen Barrique und Chips allgemein bestätigen lassen.

## Zusammenfassung und Ausblick

Zum Nachweis einer Behandlung von Wein mit Eichenholzchips bzw. der Differenzierung zu Weinen die im Barriqefass ausgebaut wurden, sind im Berichtsjahr 2009 drei verschiedene Analysenverfahren eingesetzt bzw. entwickelt worden.

- Mit der bereits zu Beginn des Projektes eingesetzten GC-MS Analytik flüchtiger Stoffe wurden weitere Untersuchungen, auch an Holzextrakten und holzfassgelagerten Spirituosen durchgeführt. An Handelsproben und kellerwirtschaftlichen Versuchsweinen konnte gezeigt werden, dass die GC-MS-Methode bereits sehr gut zum Nachweis von Chips bzw. der analytischen Differenzierung der beiden kellerwirtschaftlichen Verfahren einsetzbar ist.
- Im Rahmen einer Masterarbeit wurde eine HPLC-Methode entwickelt, mit der 26 phenolische und polyphenolische Verbindungen im Wein bestimmt werden können. Auch mit dieser Analytik können zusammen mit der angewandten Farb- und FTIR-Messung „gechipste“ Weine von Weinen mit Barriquefasslagerung erfolgreich getrennt werden.
- Die bereits 2008 begonnenen vorbereitenden Arbeiten zur Entwicklung einer Methode mittels Protonen-Kernresonanzspektroskopie ($^{1}$H-NMR), wurden nach Inbetriebnahme des hierfür benötigten $^{1}$H/$^{13}$C-Gradientenshim-Messkopfes sowie der Validierung der Probenvorbereitung und Messung abgeschlossen.
- 2010 werden nun Weine, u. a. auch kellerwirtschaftliche Versuchsreihen mit dieser $^{1}$H-NMR-Methode untersucht, um über spezielle Auswertetechniken zu prüfen, ob sich die bereits in Abb.4 und 5 zu erkennenden Unterschiede in den $^{1}$H-Profilen von Chips- und Barriqueweinen als signifikant bestätigen lassen. Parallel werden auch die GC-MS- und HPLC-Analytik mit den jeweiligen statistischen Modellen in der Praxis der Weinüberwachung sowie bei Untersuchungen weiterer kellerwirtschaftlichen Versuchsweinen eingesetzt und getestet.

# Weinsteinstabilisierung durch Zusatz von Inhibitoren

Hans Jürgen Köhler

*Bayerische Landesanstalt für Weinbau, Veitshöchheim*

Der Wein enthält Salze, die zur Kristallbildung befähigt sind. Voraussetzung dafür ist, dass diese Verbindungen in Mengen im Wein vorkommen, die größer als die jeweiligen Löslichkeitsprodukte sind. Die „übersättigten" Lösungen gehen je nach Übersättigungsgrad bzw. Einwirkung anderer Weininhaltsstoffe mehr oder weniger rasch in die Kristallform über. Weineigene oder zugesetzte kolloidale Verbindungen können die Entstehung oder das Wachstum zumindest von Weinsteinkristallen verzögern oder verhindern. Der Zusatz von Inhibitoren ist vor allem in kleineren Weinbaubetrieben die einzige Möglichkeit zur Vorbeugung gegen Weinstein.

Das ATW-Forschungsvorhaben „Die Weinstein Stabilisierung in kleineren und mittleren Weinkellereien durch Zusatz von Inhibitoren“ greift diese Thematik auf. Im Bereich der EU ist neben Metaweinsäure (100 mg/l), CMC (100 mg/l) auch Hefe-Mannoprotein (ohne Mengenbegrenzung) zur Weinsteinstabilisierung zugelassen. Im Forschungsvorhaben erfolgt eine vergleichende Prüfung dieser Inhibitoren, ergänzt durch die Gegenüberstellung mit Gummi arabicum und mit einer Kältestabilisierung. Folgende Aspekte sind zu prüfen:

- Wirksamkeit des Zusatzes unter Berücksichtigung von Rebsorte, Lagerdauer und Lagertemperatur. Da in den Vorjahren neben Metaweinsäure nur CMC einen effektiven Schutz geboten hatte, lag der Schwerpunkt im Versuchsjahr 2009 auf der Ermittlung der zur Stabilisierung erforderlichen Menge an CMC.
- Geschmackliche Neutralität des Zusatzes
- Technologische Auswirkungen, wie etwa der Einfluss auf das Filtrationsverhalten bei der Abfüllung oder die Adsorption an Filtermaterialien
- Anwendungskosten in Abhängigkeit der Aufwandmenge
- Die Förderung begann 2008 und ist für drei Jahre beantragt. Inzwischen liegen mehrere Ergebnisse vor.

**Verfahren zur Prüfung der Stabilisierungswirkung**

Nachdem das Forschungsvorhaben auf kleinere und mittlere Betriebe zugeschnitten ist, sollten auch die Prüfverfahren zur Stabilisierungswirkung auf diese Bedingungen abgestimmt sein. Ein Schwerpunkt war daher die visuelle Kontrolle gekühlter Weine. Diese Beobachtungen wurden ergänzt durch die Leitfähigkeitsmessung, durch Analysen von Weinsäure, Kalium und Calcium sowie durch das Minikontaktverfahren. Es kamen Proben mit und ohne Sterilfiltration zum Einsatz.

**Verfahren zur Prüfung des Filtrationsvershalten**

In Kooperation mit einem Praxisbetrieb wurde ein geschönter Wein über einen CF-Filter geklärt und noch im Lagerkeller mit Metaweinsäure bzw. CMC stabilisiert. Eine unbehandelte Variante diente als Vergleich. Anhand dieser Weine wurde untersucht, ob

- Die Zusätze das Verhalten bei einer nachfolgenden Filtration über EK-Schichten beeinflussen.
- Die Stabilisierungswirkung durch die EK-Filtration über Schichten beeinträchtigt wird.
- Sich das Filtrationsverhalten dieser und weiterer Weine über 0,45 oder 0,65 µm Membranen unterscheidet. Die Prüfung erfolgte mit Hilfe eines Filtrationsindexmessgeräts (Fa. Begerow, Langenlonsheim).

**Ergebnisse nach unterschiedlich hohen Zusätzen an CMC**

- Die Lagerung zweier kurz zuvor abgefüllter Weine über die Dauer von drei Wochen bei ca. 1℃ zeigte, dass bereits die Gabe von 25 mg /l CMC (Walocel CRT 30 GA, Fa. Dow Wolff) eine ausreichende Schutzwirkung aufbauen konnte. Nach einem halben Jahr Lagerung, bei der die Temperatur im Flaschenlager aufgrund von Sanierungsarbeiten kurzzeitig auf ca. 18℃ anstieg, war diese schwach behandelte Variante sogar dem mit Metaweinsäure versetzten Wein überlegen. Die Zusätze von Mannoprotein und von Gummi arabicum brachten nicht die erhoffte Wirkung, wenngleich die Kristallbildung verzögert war.
- Der durch einen Zusatz von 1 g/l Weinsäure bedingte Weinsteinüberschuss konnte von 50 mg/l CMC stabilisiert werden (3 Wochen, ca. 1℃). Bei 25 mg/l CMC zeigten sich einzelne Kristalle.
- Der Zusatz von 150 mg/l Calcium in Form von CaCO3 konnte durch CMC nicht ausreichend stabilisiert werden. Jedoch war nach der Gabe von 75 bzw. 100 mg/l CMC erkennbar, dass ein höherer Anteil Ca-Tartrat gelöst blieb. Unter den gegebenen Bedingungen traten bei Metaweinsäure keine Kristalle auf. In einem Parallelversuch erwies sich diese Wirkung aber als sehr kurzfristig.

**Einfluss der Zusätze auf das Filtrationsverhalten**

- Der Zusatz von CMC (50 mg/l) und der von Metaweinsäure (100 mg/l) beeinflussten das Filtrationsverhalten bei EK-Schichten nicht, wobei der Ausgangswein in diesem Fall zuvor geschönt und CF-filtriert worden war. Pro Quadratmeter Filterfläche wurden über 2500 Liter Wein filtriert, ohne dass sich ein Belegen der Schichten andeutete. Andererseits hatte der Filtrationsvorgang keinerlei Auswirkungen auf die stabilisierende Wirkung der Zusätze, wobei die Probenahme zu Beginn und bei Ende der Schichtenfiltration erfolgt war.
- Bei diesem Wein ergab die Ermittlung des Filtrationsindex über 0,45 sowie 0,65 µm-Membranen für CMC eine schlechtere Filtrierbarkeit als für Metaweinsäure. Nachfolgende Versuche zeigten, dass das Filtrationsverhalten über Membranen erheblich vom Ausgangswein abhängt. Daher kam es innerhalb der Testserien zu abweichenden Ergebnissen. Bei einer Serie waren die Varianten mit CMC-Zusatz (25 bis 100 mg/l) etwas besser filtrierbar als die Metaweinsäure-Variante, meistens war das Gegenteil der Fall. Gummi arabicum sowie Mannoprotein C brachten stets den stärksten negativen Einfluss auf den Filtratfluss.

- Die Wirksamkeit von CMC wurde auch durch die Membranfiltration nicht vermindert.
- Es zeigte sich, dass der Zusatz von CMC bei manchen Weinen zur Eintrübung führt. Neben einem unvollständigen Lösungs- und Verteilungsprozess könnte darin die Ursache für Unterschiede im Filtrationsverhalten liegen.

**Einfluss auf die sensorische Bewertung**

Die Weine des Jahrgangs 2008 wurden bisher erst an einem Termin verkostet. Wie in den Vorjahren traten keine durchgängigen, signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsvarianten auf. Die Verkostungen werden fortgesetzt.

**Zukünftige Untersuchungen**

- Anhand der Weine des Jahrgangs 2009 sollen bisherige Ergebnisse verifiziert werden. Nachdem CMC zwischenzeitlich weinrechtlich zulässig ist, hat sich das Angebot verfügbarer Präparate deutlich erhöht. Ein Schwerpunkt der Untersuchung wird sein, ob sich diese Präparate in ihrer Wirksamkeit unterscheiden.
- Eine Gegenüberstellung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Zusätze wird nach Abschluss der technischen Versuche vorgenommen.

# Untersuchungen zu dem kleinräumig angewandten Hagelschutz-System „Whailex“ der Firma Wagner, Ehrenkirchen/Baden, in verschieden strukturierten Weinbergen.

Patrick Schreieck, Dr. Thomas Littek

*Staatliches Weinbauinstitut, Freiburg i. B.*

Schäden durch Hagelschlag haben in den letzten Jahren zugenommen und können unter Umständen die Existenz von Weinbaubetrieben gefährden. Hagelschutzversicherungen können Schäden durch Hagelschlag nicht vermeiden, sondern nur durch das Versicherungssystem den Wert der Weine durch Geld ersetzen. Folgekosten der Betriebe (z.B. durch Verluste von Marktanteilen) sind nicht versicherbar.

Das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg (WBI) untersucht die von der Firma Wagner, Ehrenkirchen/Baden, entwickelte, kleinräumig angewandte Schutznetztechnik „Whailex“, welche einen tatsächlichen nachhaltigen Schutz vor unmittelbaren Schäden (wie z.B. Ertrags- und Qualitätsverluste) und indirekten bzw. längerfristigen Nachteilen (Schäden am Rebholz, ungünstige Wirkung auf das Kundenverhalten) zum Ziel hat.

Die Whailex-Schutznetztechnik wird einmalig im Weinberg installiert und bleibt dauerhaft in der Anlage. Die Installationen wurden von der Firma Wagner in Praxisbetrieben verschiedener Anbaugebiete aber auch bei Forschungsanstalten vorgenommen. Für die Untersuchungen und Auswertungen des WBI dienen in erster Linie Weinbergsanlagen in Praxisbetrieben, bei denen die Schutznetztechnik mit einer nicht eingenetzten Kontrolle innerhalb derselben Anlage verglichen werden können.

Ergänzend zu den Untersuchungen des Jahres 2008 wurden im Vegetationsjahr 2009 für das Projekt folgende Arbeiten durchgeführt:

- Untersuchungen zu Rebholzgewicht, Internodienlänge und -durchmesser sowie zum Holz-Mark-Verhältnis bei verschiedenen Anlagen
- Arbeitzeitstudien
- Beurteilung von Weinen verschiedener Rebsorten des Jahrgangs 2008
- Test von Gipfelgeräten und Abweisersystemen für Laubschneidegeräte
- Untersuchungen zu verschiedenen Erziehungsformen und Drahtrahmengestaltungen
- Untersuchungen auf die Wirksamkeit des Systems gegenüber Vogel- und Wespenfraßschäden
- Untersuchung zur vegetativen Entwicklung (Austrieb, Blüte, Reifebeginn)
- Auswertung von Klimamessdaten in verschiedenen Anlagen bei verschiedenen Netzstellungen
- Erhebung der Ertragsstruktur

- Untersuchungen zur Winddurchdringung beim Einsatz von Sprühgeräten
- Erste Untersuchungen zur Anlagerungsqualität bei Rebschutzbehandlungen
- Ermittlungen zu Botrytis- und Peronosporabefall
- Beobachtung der Reifeentwicklung und der Mostinhaltsstoffe
- Ausbau von Weinen verschiedener Rebsorten des Jahrgangs 2009

Eingehende Untersuchungen auf Wachstumsparameter (Internodienlänge, Internodiendicke, Holz/Mark-Verhältnis und Rebholzgewicht) ergaben im Frühjahr 2009 nur unbedeutende Unterschiede.

Bei den arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen zeigte sich wieder eine starke Reduktion bei den Heftarbeiten, da die Triebe bei abgerollten Netzen von selbst in den Drahtrahmen hineinwachsen. Dieser Effekt war bei allen untersuchten Erziehungsformen (Flachbogen-, Halbbogen und Flachbogenkordon) zu beobachten, wobei Flachbogenerziehungen am besten für die Anwendung der Schutznetztechnik geeignet scheinen.

Unterschiedliche Drahtanordnungen in Kombination mit der Schutznetztechnik ergaben bei den untersuchten Sorten (Riesling und Weißburgunder), dass am oberen Pfahlende einfache Rankdrähte oder Rankdrahtpaare ausreichen. Zwischen den Netzen wird bei Flachbogenerziehungen ein Draht benötigt, um ein Kippen der Laubwand zu verhindern. Durch rechtzeitiges, einmaliges Hochrollen sollten die durchgewachsenen, aber noch unverholzten Ranken vom Netz gelöst werden. Beim Rebschnitt und beim Herausziehen des abgeschnittenen Rebholzes konnte dann kein wesentlicher Einfluss der Schutznetztechnik auf den Arbeitszeitaufwand festgestellt werden.

Bei der maschinellen Erledigung der Weinbergsarbeiten sind nach derzeitigem Stand nahezu alle in Weinbaubetrieben üblicherweise verwendeten Maschinen und Geräte einsetzbar. Im Vegetationsjahr 2008 musste jedoch festgestellt werden, dass durch Überzeilen-Laubschneidegeräte das Netz auch bei vorsichtiger Fahrweise beschädigt werden kann. Testfahrten mit Schutzblechen, die an die vertikalen Laubschneidebalken montiert werden, zeigten aber, dass die Netze auf diese Weise gut vor Beschädigungen geschützt sind. Zwei Herstellerfirmen haben inzwischen spezielle Gipfelgeräte zur Verfügung gestellt, mit denen erste Erfahrungen gesammelt wurden. Da aufgrund des Netzes keine seitlichen Triebe zu schneiden sind, reicht ein einfaches Gipfeln aus.

Bisher konnten durch die Netzanwendung keine Nachteile auf die Pflanzengesundheit festgestellt werden. Versuche zur Winddurchdringung beim Einsatz von Sprühgeräten und erste Tastversuche in Vergleichsanlagen bezüglich der Applikationsqualität wurden durchgeführt. Eine intensivere Betrachtung dieses Aspektes soll im Jahr 2010 erfolgen.

Das Netz bietet bei geringem und mittlerem Befallsdruck einen sehr wirksamen Schutz vor Vogelfraß. Bei sehr starkem Befallsdruck und zur Erzeugung von Eiswein sollte das Netz jedoch hermetisch verschlossen werden. 2009 war wiederum kein Jahr mit nennenswerten Problemen durch Sonnenbrand an den Beeren. Es gibt jedoch Hinweise, dass Sonnenbrandschäden durch die Netztechnik etwas reduziert werden.

Bei den im Jahr 2008 stattfindenden, regelmäßigen Reifeermittlungen konnten bei gleichem Ertragsniveau bisher keine deutlichen Abweichungen bei den Mostinhaltsstoffen festgestellt werden. Die Auswirkungen des Netzsystems auf die Weinqualität innerhalb der Vergleichsanlagen wurden durch vergleichende Blindverkostungen geprüft. Danach sind bislang keinerlei netzbedingten Fehltöne aufgetreten. Aus dem Jahrgang 2009 wurden weitere Vergleichsvarianten unterschiedlichster Rebsorten im Versuchskeller ausgebaut, so dass eine im Abschlussbericht veröffentlichte Bewertung der Weinqualität auf einer Vielzahl von Weinen und Prüferurteilen basieren wird.

Durch die dezentralen Installationen konnten Auswirkungen von Hagelereignissen erfasst werden. Bei leichteren Hagelschlägen konnten bislang gute Wirkungsgrade erreicht werden. Die Zahl der bonitierbaren Hagelereignisse in Anlagen, bei denen nur ein Teil der Fläche mit dem System ausgestattet wurde, ist noch relativ gering. Bei den verheerenden Hagelschäden am Bodensee am 26. Mai 2009 mit Windgeschwindigkeiten von 140 bis 160 km/h konnte bei den mit der Netztechnik ausgestatteten, extrem windexponierten Demorebzeilen eine Reduktion der Schadwirkung festgestellt werden, es zeigte sich aber auch, dass bei derart extremen Windgeschwindigkeiten die Schutznetze im unteren Teil fixiert werden sollten, um ein Hochschlagen der Netze zu vermeiden.

Zur Ermittlung wichtiger ökophysiologischer oder klimatischer Parameter (Strahlung, Blattnässe, Lufttemperatur und Luftfeuchte) wurden Präzisions-Messgeräte mit Datenloggern in zwei verschiedenen Anlagen jeweils in Rebzeilen mit und ohne Netz installiert. Die ersten Auswertungen aus dem Vegetationsjahr 2009 liegen vor.

# Beeinflussung der Prozessschritte der Weinbereitung und qualitative Aspekte durch eine vorausgegangene Mostpasteurisation

Johann Seckler, Dr. Maximilian Freund, Dr. Rainer Jung

*Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim*

Die zu beobachtende Klimaveränderung nimmt auf weinbauliche und somit mittelbar über den Rohstoff Traube auch auf die kellerwirtschaftlichen Rahmenbedingungen Einfluss. In den zurückliegenden Jahren 2005 und vor allem in 2006 kam es durch die klimatischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Traubenreife zu frühzeitig hohem Reifegrad. In Verbindung mit hohen Niederschlägen und Temperaturen kam es zum verstärkten Befall mit *Botrytis cinerea* und entsprechenden Begleitpilzen wie *Penicilinum expansum* oder *Tricothecium roseum*. Des weiteren führten Sekundärinfektionen durch wilde Hefen, Bakterien und weiteren Schimmelpilzen in Abhängigkeit von Rebsorte und Weinanbaugebiet nicht nur zu Ernteverlusten sondern auch zur negativen Beeinflussung der Weinqualität. Hier ist vor allem die Bildung Flüchtiger Säure im Weinberg zu nennen. Auch führen die Oxidationsprodukte der botrytiseigenen Diphenoloxidase Laccase zu einer Überlagerung der fruchteigenen Aromastoffe und zu beschleunigten Alterungserscheinungen. Dieses Enzym lässt sich im Gegensatz zu der in gesunden Trauben vorkommenden Tyrosinase durch übliche kellerwirtschaftliche Maßnahmen – $S0_2$-Gabe, Bentonit – nur unwesentlich beeinflussen. Während die Aktivität von Tyrosinase nach der alkoholischen Gärung meist nicht mehr vorhanden ist, kann Laccaseaktivität noch im abgefüllten Wein nachgewiesen werden. Neben phytosanitären Rahmenbedingungen kommt es auch zu einer von Standort und Rebsorte beeinflussten veränderten Zusammensetzung der reifer geernteten Trauben. Niedrigere Säurewerte führen hier zu einer Anhebung des pH-Wertes. Dadurch wird die biostatische Wirkung der schwefeligen Säure gemindert. Bestärkt durch die vorstehenden phytosanitären Probleme und der Tatsache, dass die mikrobiologische Wirksamkeit der schwefeligen Säure mit steigendem pH-Wert abnimmt, gewinnt die Pasteurisation an Bedeutung.
Die Mostpasteurisation ist ein physikalisches Verfahren, welches angewandt werden kann, um den Most mikrobiologisch zu stabilisieren. Im gleichen Arbeitsschritt kann eine Inaktivierung des Enzymsystems erreicht werden.

Im Herbst 2009 wurden folgende Untersuchungen durchgeführt bzw. abgesichert:

- Beeinflussung der späteren Weinqualität durch eine vorausgegangene Mostpasteurisation
- Unterschiedliche Erhitzungstemperaturen und Heißhaltezeiten zur Überprüfung der Inaktivierung von Mikroorganismen und Enzymen

Zur Prüfung werden Moste verschiedener Rebsorten verwendet. Hierbei sollen folgende Parameter geprüft werden:

- Beeinflussung der Mostvorklärung – TE/F-Werte und Schleudertrubgehalte -
- Inaktivierung des Oxidationsenzymes Laccase – Photometrik -
- Einflussnahme auf Gärverlauf – Temperaturerfassung und Zuckerabnahme -
- Absetzverhalten nach der Gärung – TE/F-Werte -
- Oxidationsneigung – Rahnprobe – Extinktion 420 nm -
- Filtrierbarkeit – Filterindex -
- Lagerverhalten – Sensorik; SO2-Abbau -

Über die vorstehenden Untersuchungsergebnisse wird berichtet.

# Untersuchung von alternativen Verpackungsformen für Wein

Dr. Rainer Jung, Christoph Schüssler

*Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim*

In der durchgeführten Arbeit werden die wichtigsten, momentan im Weinbereich verwendeten Verpackungsalternativen einander gegenübergestellt und vergleichend untersucht. Im Einzelnen sind dies:

1. Glasflaschen
2. PET-Flaschen
3. Bag-in-Box-Verpackungen

Mit den aufgeführten Verpackungen wurden bereits im Jahr 2007 und 2008 Lagerversuche angelegt, die im Verlauf des Projektes ausgewertet werden. Insbesondere geht es dabei um die Prüfung der Neutralität der Verpackungen gegenüber dem Füllgut Wein, insbesondere aber auch die Sauerstoffdurchlässigkeit unterschiedlicher Systeme im Verlauf der Lagerzeit. Um den unterschiedlichen Praxisanforderungen gerecht zu werden, wurden die Lagerproben für eine definierte Zeit unter unterschiedlichen Konditionen (Temperaturen) gelagert.
Zunächst wurde **Wein in PET-Flaschen** unterschiedlicher Herstellungsarten bzw. Gasdichtigkeit in zwei Versuchsserien abgefüllt, gelagert und nach unterschiedlicher Lagerzeit analytisch und sensorisch bewertet.
Neben verschiedenen sauerstoffabsorbierenden Materialien (Scavengern) werden bei PET zur Verbesserung der Gasdichtigkeit unterschiedliche Aufbauten bzw. Beschichtungen bei den Kunststoffflaschen eingesetzt.
Im bisherigen Beobachtungszeitraum wurde deutlich, dass sich die eingesetzten PET-Flaschen gut für die Weinlagerung eigneten. Analytisch war nur teilweise erkennbar, dass die PET-Varianten sauerstoffdurchlässiger als Glas waren. Je nach Aufbau konnten die PET-Varianten aber auch eine mit Glas vergleichbar gute Abdichtung aufweisen. Sensorisch konnten im Wein im Rahmen der bisherigen Untersuchungen keine signifikanten Differenzen zwischen den unterschiedlichen Flaschenvarianten nachgewiesen werden.
Die Sauerstoffdurchlässigkeit (OTR) der unterschiedlichen Behältervarianten wurde auch in leeren, mit Stickstoff gespülten Flaschen, die mit sauerstoffsensitiven Messspots (PreSens) ausgestattet waren gemessen.
Weitere Untersuchungen zur alternativen Weinlagerung in sog. **Bag-in-Box-Verpackungen** verdeutlichten ebenfalls die generelle Eignung solcher Systeme zur Weinlagerung. Auch hier wurden in Geisenheim unterschiedliche Verpackungsvarianten in mehreren Versuchen über unterschiedliche Lagerzeiträume untersucht.
Dabei konnte insbesondere festgestellt werden, dass sich die Bag-in-Box Verpackung sehr gut als „Anbruchgebinde“ eignet, d. h. dass sich auch bei geöffnetem Behälter durch das „Immer-Voll-System“ eine gleich bleibende Weinqualität über einen längeren Lagerzeitraum erhalten lässt. Dies ist aufgrund der Packungsgrößen 3, 5 oder 10 und mehr Liter ein interessanter Aspekt für Privatverbraucher und insbesondere die Verwendung in der Gastronomie.

# Überprüfung der Praxistauglichkeit eines Modells zur Prognose des echten Rebenmehltaus Uncinula necator

Dr. Walter K. Kast

*Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg*

Für die Planungen der Spritzungen gegen den echten Rebenmehltau benötigt ein Winzer zwei wichtige Informationen:

- den Termin der ersten Behandlung
- in der Folge dann die maximale Zeitspanne bis zur Notwendigkeit der nächsten Behandlung.

Das System OiDiag 2.2 besteht aus zwei Tools, welche diese Terminierungen unterstützen. Für die Terminierung der ersten Behandlung wurden aus langjährigen Datensammlungen Trends abgeleitet, die ausgehend vom Dreiblattstadium einen Vorschlag für deren Terminierung machen. Nach milden Wintern und bei hohem Vorjahresbefall werden Spritzungen ab dem Dreiblattstadium vorgeschlagen. War kein Vorjahresbefall vorhanden und die vorangegangenen Winter sehr streng, so wird der Beginn der Behandlungen um bis zu 5 Wochen später festgelegt.

Für die Planung der darauf folgenden Spritzabstände wird ein Indexwert berechnet, der sowohl die ontogenetische Resistenz als auch einen Einfluss der Witterungsfaktoren (Temperatur, Luftfeuchte, Regenmenge und Blattbenetzung) berücksichtigt. Für den Teil-Index „Temperatur“ wurden die in der Literatur gefundenen Ergebnisse verwendet. Die Luftfeuchte wird wie im Vorgängermodell OiDiag 1.0 berechnet. Diese ursprünglich sehr umstrittene Berücksichtigung der Luftfeuchte wurde mittlerweile wissenschaftlich bestätigt. Zum Einfluss von Regenfällen liegen keine wissenschaftlichen Erkenntnisse vor. Im Programm OiDiag werden Tagesregenmenge von unter 2,5 mm ignoriert und Regenfälle über 10 mm besonders stark negativ bewertet.

Die Besiedlung der Trauben erfolgt fast ausschließlich in einer kurzen Phase (Mehltaufenster), die circa eine Woche vor der Blüte beginnt mit erreichen Schrotkorngröße in der Regel endet. Diese Zusammenhänge werden in einem Teil-Index „ontogenetische Resistenz“ berücksichtigt.

Der Tagesindexwert wird aus Temperatur und Luftfeuchte und ontogenetischer Resistenz multiplikativ zusammengesetzt. Die Einflüsse starker Regenfälle werden vom Tagesindexwert abgezogen. Jeweils über den Zeitraum einer Woche werden aus Einzelwerten gleitende Mittelwerte errechnet, die dann die Indexwerte zwischen 0 und 100 ergeben.

Mit Hilfe der Indexwerte können aus einer Tabelle die maximal möglichen Spritzabstände für die aktuelle Situation entnommen werden. Diese Tabelle gliedert die vorhandenen Mehltaumittel in Gruppen mit unterschiedlicher vorbeugender Potenz. Die Zuordnung zu diesen Gruppen wurde auf der Basis eigener Versuchsergebnisse sowie publizierter Daten erstellt und mit den vertreibenden Firmen diskutiert. Sehr gute Informationen lieferten die Aussagen von Industrievertretern über die Konkurrenzprodukte. Je nach Fungizid und Indexwert werden Spritzabstände von 6-23 Tagen vorgeschlagen

Im Jahr 2009 wurde das ursprünglich als Excel -sheet angelegte Auswertungsprogramm in das Vitimeteosystem implementiert und kann dadurch auf breiter Basis genutzt werden. Wie im ursprünglich als Excel Sie angelegten Programm wurde die ontogenetische Resistenz der Trauben unabhängig von Temperaturen als fixer Faktor nur von der Zahl der Tage ab dem Dreiblattstadium berechnet. Da diese Funktion nur in Baden-Württemberg ausreichend genaue Ergebnisse lieferte, wurde im Jahr 2009 die Berechnung auf Basis des Geisenheimer Wachstumsmodells umgestellt. Das höchste Risiko wird in der Originalversion zu Beginn der Blüte angenommen. In der jetzigen Version im Rahmen des Vitimeteosystems (OiDiag 2.3) können vom User längere Perioden hoher Anfälligkeit eingegeben werden. Um damit längere Anfälligkeitsperioden bei speziellen Sorten wie Portugieser berücksichtigen.

Für das Jahr 2009 wurden im Anbaugebiet Württemberg 12 Weingüter mit insgesamt 41 verschiedenen Rebflächen für einen Anwendungs-Test gewonnenen. Diese sollten die Ergebnisse der OiDiag-Systems aus den Daten der nächstliegenden Wetterstation für ihre Entscheidungen praxisgerecht nutzen, soweit dies unter praktischen Gesichtspunkten möglich war. Auf 34 dieser Rebflächen wurden die Vorgaben des OiDiag-Programms eingehalten. In keiner dieser Rebflächen wurde ein Befall durch den echten Rebenmehltaus festgestellt. Auf sieben Rebflächen wurden die Vorgaben in die Systems nicht eingehalten. Vier davon wiesen einen allerdings sehr geringen Mehltaubefall (Befallstärke maximal 2,4%) auf. Ein Weingut hatte deutlich später mit den Spritzungen begonnen als das OiDiag Programm vorschlug. Dieses Weingut hatte einen geringen Befall bei der anfälligen Sorte Trollinger (Befallstärke = 0,5%). Da der Mehltaubefallsdruck im Jahr 2009 im Weinbaugebiet Württemberg sehr gering war, sind diese Ergebnisse jedoch nicht aussagekräftig.

Die praktische Anwendung soll im Jahr 2010 auch in anderen Weinbaugebieten überprüft werden.

# Optimierung der Einstellung am Vollernter für eine Anlagen schonende Lese. Ermittlung von Biegekräften bzw. Biegemomenten an Weinbergpfählen beim Vollerntereinsatz

Dr. Gerhard Bäcker[1)], Bernhard Gaubatz[1)], Dr. Ulrich Rubenschuh[2)] und Werner Sturmfels[2)]

*[1)] Fachgebiet Technik, FA Geisenheim*
*[2)] DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt*

In einer ersten Vorversuchsreihe zur Lese 2007 wurden Kraftmessungen mit drei Vollerntern bei unterschiedlichen Einstellungen durchgeführt. Aus diesen Erkenntnissen aufbauend wurden zur Lese 2008 mit drei Vollernter-Modellen weitere Messungen durchgeführt.

In einer ersten Messreihe musste jede Maschine die gleiche Zeile insgesamt dreimal hintereinander durchfahren, um die Auswirkungen der Belaubung und des Traubenbehanges festzustellen.

In einer zweiten Messreihe mussten die Maschinen in unterschiedlicher Reihenfolge (Über-Kreuz-Test) die Zeilen durchfahren, um einen Vergleich der verschiedenen Systeme aufzuzeigen. Die Startreihenfolge war so festgelegt, dass jede Maschine je einmal die erste, die zweite und die dritte Überfahrt zu absolvieren hatte.

Die Maschinen wurden in Messreihe 1 und 2 von den Firmenvertretern so eingestellt, dass ein optimales Leseergebnis erreicht wird.

In einer dritten Messreihe sollte die einzustellende Schüttelfrequenz um 10% erhöht werden, um die Folgen der Frequenzerhöhung zu ermitteln. Die Zeile wurde vergleichbar wie in Messreihe 1 jeweils zweimal hintereinander durchfahren.

In den Versuchen von 2008 traten bei optimaler Einstellung zwischen den Maschinen keine deutlichen Unterschiede in den erzeugten Kräften auf (Messreihe 1 und 2). Die Frequenzerhöhung um 10% führte zu einem Anstieg der Biegekräfte und Biegemomente (Messreihe 1 verglichen mit Messreihe 3) und bestätigte damit die Ergebnisse von 2007. Systembedingt ist der Fahrer offensichtlich nicht in der Lage, in jeder Zeile exakt die gleiche Schüttelfrequenz einzustellen. Unterschiedliche Messergebnisse innerhalb einer Zeile deuten darauf hin, dass die Pfahlstellung und die Bodenverankerung einen Einfluss (z.B. durch Fehlstellung und Bodenlockerung) auf die resultierenden Kräfte haben.

Folgeversuche in 2010 sollen Hinweise auf den Einfluss der Bodenlockerung und der Schüttelfrequenz geben. Dabei werden in Laborversuchen unter definierten Bedingungen die Beeinflussung der wirkenden Kräfte durch Bodenlockerung und Schüttelfrequenz untersucht.

# Zusammenstellung und Bewertung der auf dem Markt befindlichen Spezialprogramme für die Weinwirtschaft (Schlagkarteien, Weinwirtschaftsprogramme)

Peter Schwingenschlögl

*Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau Veitshöchheim*

Elektronische Datenverarbeitung wird in den Weinbaubetrieben immer mehr eingesetzt. Vielerlei Aufzeichnungen und Auswertungen lassen sich damit schnell erledigen. So führen aber auch gesetzliche Vorgaben in Naturschutz, EU-Richtlinien im Nahrungsmittelbereich aber auch der Wunsch der Erfasser und Verarbeiter landwirtschaftlicher Produkte zu einer Zunahme der Aufzeichnungs- und Qualitätssicherungsauflagen. Rückverfolgbarkeit der Produktion wird zunehmend zur Handels- und Verarbeitungsvoraussetzung im internationalen Nahrungsmittelhandel. Davon wird auch der Weinbau nicht verschont.

## 1) Schlagkarteien für Weinbaubetriebe

Auch in der Traubenerzeugung muss die Rückverfolgung gewährleistet sein. Um lückenlos zu dokumentieren, was auf der jeweiligen Fläche passiert ist, sind Aufzeichnungen notwendig. Diese Aufzeichnungen können sowohl von Hand als auch, im Zeitalter des PCs, mit EDV-gestützten Systemen gemacht werden. Dafür bieten sich für den Weinbau EDV-gestützte Schlagkarteien an.

Schlagkarteien für den Weinbau gibt es mittlerweile für jeden Geldbeutel. Je nach Preis sind sie mit mehr oder weniger unterschiedlichen Modulen ausgestattet. So kann man über Adressdatenbanken detaillierte Personendaten verwalten und e-Mail oder Serienbriefe versenden. Der Maschinenpark des Betriebes kann ebenso verwaltet, wie die Maschinenkosten berechnet werden können, die später für eine Kostenrechnung benötigt werden. Alle Programme haben eingepflegte Listen zu Pflanzenschutz- und Düngemitteln, zu Rebsorten und Unterlagen sowie zu den Entwicklungsstadien der Reben. Die Parzellendaten sind das Kernstück eines jeden Programms, die bei manchen Anbietern in Form der EU-Weinbaukartei von der zuständigen Behörde importiert werden können. Zusatzmodule bieten bei einigen Karteien eine grafische Flächenverwaltung auf der Basis von Luftbildern oder Geodaten an. Die Programme ermöglichen auch eine Nährstoff- bzw. Hoftorbilanz. Bei vielen ist auch das Herbstbuch integriert, das nach Ausdruck rechtsverbindlichen Charakter hat. Alle Hersteller bieten vielfache Rechenmöglichkeiten und die Erstellung von Statistiken an. Betriebszweigabrechnung bzw. eine Vollkostenrechnung ist bei einigen Programmen möglich. Eine ortsungebundene digitale Datenerfassung ermöglichen sog. Digitale Assistenten (PDA). Die Daten können dann später in das Programm eingepflegt werden. Zusätzliches mehr wie z. B. die Einhaltung von EurepGap QS-Richtlinien oder Kellerbuchführung ist bei einigen Herstellern zu bekommen. Viele Programme haben auch eine digitale Schnittstelle zu Warenwirtschaftsprogrammen, in denen die Daten dann weiterverarbeitet werden.

Wer seine Daten nicht zu Hause am eigenen PC verwalten möchte, für den bieten sich Schlagkarteien im Internet an. Diese haben den Vorteil dass keine Installation am PC notwendig ist und auf die Daten von jedem Internetzugang zugegriffen werden kann. Die Gefahr eines Datenverlustes ist geringer, als bei der Nutzung am eigenen PC. Der Nutzer hat bei diesen Programmen außerdem immer die aktuellste Programmversion. Alle diese Programme erfüllen auch die amtlichen Dokumentationsanforderungen.

## 2) Warenwirtschaftssysteme für Weinbaubetriebe

Ein Warenwirtschaftssystem besitzt in der Regel ein umfangreiches Dokumentenmanagement und Möglichkeiten individuelle Angebote, Aufträge, Lieferscheine und Rechnungen zu erstellen. Auch Kundendaten und Kundeninformationen müssen eingegeben, gepflegt und schnell abgefragt werden können. Die Fakturierung – die Übergabe der Rechnungsausgangsbuchung in die Buchhaltung – schließt in der Regel den Verkaufsprozess eines Warenwirtschaftssystems ab. Über die Buchhaltung muss der Zahlungsverkehr zum Kunden und zu Lieferanten überwacht werden können und automatisch auf Terminüberschreitungen hingewiesen werden. Daraufhin kann entweder automatisch oder manuell eine Mahnung erstellt und versandt werden. Auch eine Überwachung des Lagerbestandes, das Abrufen von Bewegungsdaten und die Ermittlung von Lagerkennzahlen wie Mindestbestand, Meldebestand und Höchstbestand gehören zu den Aufgaben eines modernen Warenwirtschaftssystems. Weiter mögliche Komponenten eines Warenwirtschaftssystems können je nach Anforderungen eines Unternehmens sein:

Z. B. eine Abrechnung der Provision für Verkäufer, eine Zeiterfassung für Mitarbeiter, Zeit- und Terminverwaltung für Projekte oder statistische Auswertungen für das Controlling. Auch der Datenaustausch zu weiteren E-Commerce-Anwendungen durch standardisierte Schnittstellen wie EDIFACT (internationaler Standard zur Datenübertragung im Geschäftsverkehr), DATANORM (Dateiformat für Datenaustausch), DATEV (Buchstelle) usw. gehört heute zu den wichtigsten Anforderungen an ein leistungsfähiges Warenwirtschaftssystem. Der Aufbau der Software wird durch eine Datenbank realisiert, die die Stammdaten und Bewegungsdaten verwaltet. Zu den Stammdaten gehören die in den Datensätzen verwalteten Objekte wie Kunden-, Lieferanten- und Artikeldaten oder Stücklisten. Unter Bewegungsdaten werden hingegen die durch Aufträge in der Auftragsbearbeitung verwalteten wirtschaftlichen Transaktionsdaten in Form von Geld und Waren in eigenen Datensätzen erfasst. Auch für den Weinbau gibt es mittlerweile viele branchenspezifische Warenwirtschaftssysteme, die alle modular aufgebaut und vom Grundaufbau her ähnlich sind. Der Preis für diese Programme richtet sich daher nach der Anzahl der Module, die ein Betrieb benötigt. Pauschal kann gesagt werden, dass die Preise etwa bei 800 Euro bis 1.000 Euro beginnen und nach oben kaum Grenzen gesetzt sind. Jeder Betrieb hat, abhängig von seinen betrieblichen Abläufen unterschiedliche Anforderungen an die EDV. Weil eben die Programme nicht gerade billig sind, ist es daher zwingend notwendig, die Abläufe im Betrieb genau zu kennen. Daher muss ein Pflichtenheft aufgestellt werden anhand dessen die Programmauswahl erfolgen kann. Es muss geklärt sein, welche Bereiche im Betrieb abgedeckt werden sollen, wie der technische Support durch den Anbieter aussieht und welche Kosten (einmalig und laufend) auf den Betrieb zukommen.

## 3) Zusammenfassung

EDV-Programme für den Weinbaubetrieb gibt es mittlerweile in ausreichender Anzahl und in allen Preislagen. Aufzeichnungen von Hand könnten damit eigentlich der Vergangenheit angehören. Die angebotenen Programme sind ausgereift und problemlos einsetzbar. Für die Auswahl eines Programms dürften daher neben den betrieblichen Anforderungen in erster Linie der Preis und der Support eine Rolle spielen.

**Übersicht 1:Schlagkarteiprogramme für Weinbau im Überblick**

| Produkt | Anbieter/Vertrieb | Preis € (zzgl. MwSt.) (ohne Gewähr) | Besonderheiten |
|---|---|---|---|
| WSK 8.0 | Rolf Maurer<br>RMC-Computer und Dienstleistungen<br>79331 Teningen<br>Tel: 07663-940329<br>FAX: 07663-940224<br>Mail: info@rolf-maurer.de | Schlagkartei 99,00<br>Pocket ASK 49,00 | |
| Elsa-Wein 3.0 | **IBYKUS Software GmbH & CO.KG**<br>Herman-Hollerith-Straße 1<br>99099 Erfurt<br>Tel: 01803 / 42 95 87<br>Fax: 0361 / 441 0-410<br>Internet:www.ibykus.de | Schlagkartei 99.00<br>im Abo. 89,00<br>Zusatzmodul (Elsa Pocket) 40,00<br>Feldbuch 15,00<br>Schulung (einmalig) 199,00 | Kooperation mit VINOpro |
| MR Dokuplant | Örtliche Maschinenringe<br>Oder<br>Tel.: 08431/5388234<br>Fax: 08431/5388290<br>Mail: kbmev@maschinenringe.de<br>Internet: www.MR-DokuPlant.de | MR Dokuplant LT 239,00<br>MR Dokuplant Professional 386,00<br>MR Dokuplant GIS (Zusatzmodul) 178.00 | Datenaus-wertung über Maschinenring möglich. Grafische Flächen-verwaltung |
| eLMID Wein (Isagri) | **COBERA-Land GmbH**<br>Fredersdorfer Straße 20d<br>15370 Vogelsdorf<br>Tel.: 033439 / 527927 -<br>Fax: 033439 / 527929<br>Mail: info@elmid.de | Basisversion 500,00 | Grafische Flächen-verwaltung |
| Schlagkartei 21 plus | Horst Fertig<br>Kaiser-Wilhelm-Straße16<br>55543 Bad Kreuznach<br>Tel. : 0671/7966804 | Basisversion 380,00<br>Vollversion 480,00<br>Netzwerklizenz 67,00<br>Mehrbetriebs-fähigkeit 167,00<br>Wartung 67,00 /100,00 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Fax: 0671/7966805<br>Mail: hf@sk-21plus.de<br>Internet: www.schlagkartei21plus.de | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ASAjAgrar | Martin Keppler<br>Finkenweg 9<br>74245 Löwenstein<br>Tel. : 07130/450463<br>Fax : 07130/450464<br>Mail : appletree@t-online.de | Easy 400,00<br>Smart 800,00<br>Professional 1.200,00<br>+ Wartung 80,00 /Jahr | Stark betriebs-wirtschaftlich orientiert |
| Wein 2000 | MemoTech e. K.<br>Postfach 2311<br>76829 Landau<br>Tel: 06341/898770<br>Mail: post@memotech.de<br>Internet: www.memotech.de | Schlagkartei 300,00<br>Weinbuchführung 300,00<br>Rund ums Büro 300,00 | Wein-wirtschafts-programm |
| ProVino | Software-Entwicklung Körner<br>Hauptstraße 5<br>65345 Eltville-Rauental<br>Tel.: 06123/990666<br>Mail: Info@provino.de<br>Internet : www.provino.de | Schlagkartei 290,00<br>Weinbuch 395,00<br>Office 695,00<br>Blend 65,00 | Wein-wirtschafts-programm |
| Magnum Schlag | Magnum GmbH<br>Martin-Luther-Str.69<br>67433 Neustadt an der | Schlagkartei 149,00 | Wein-wirtschafts- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Weinstraße<br>Tel.: 06731/ 9474912<br>E-Mail: info@magnum-gmbh.de<br>Internet: http://www.magnum-gmbh.de | | programm |
| Oenowin | PGSOFT<br>Mangstraße 1<br>97199 Ochsenfurt<br>Tel: 09331/980995<br>E-Mail : mailto:info@pgsoft.de<br>Internet: www.pgsoft.de | Flächenmodul 449,00<br>Gesamtpaket 749,00 | Wein-wirtschafts-programm |
| BASF- Schlagkartei | www.basf-schlagkartei.de | Basic mit Palm 299,00 / J<br>Basic ohne Palm 169,00 / J<br>Professional 499,00 / J<br>Premium 1.490,00 / J | Internet-Schlagkartei |
| MyFarm 24 | www.myfarm24.de | Premium 149,00 / J<br>Globe 300,00 / J | Internet-Schlagkartei |

**Übersicht 2: Warenwirtschaftssysteme für Weinbau im Überblick**

| **Produkt** | **Anbieter/Vertrieb** |
|---|---|
| APyS | Soppe & Partner GmbH<br>**Fi**scheräcker 7<br>74223 Flein<br>Tel.: 07131/589060<br>E-Mail: info@soppe-partner.de<br>Internet: www.soppe-online.de |
| BS Weinwirtschaft | Werner Weinmann GmbH<br>Karlsruherstraße 3<br>79108 Freiburg<br>Tel.: 0761/592620<br>E-Mail: werner.weinmann@www-gmbh.de<br>Internet: www.ww-gmbh.de |
| BüroWARE Wein | GJS EDV-Lösungen<br>Humboldtstraße 7<br>74076 Heilbronn<br>Tel.: 07131/6497644<br>E-Mail: info@gjs-edv.de |

| | |
|---|---|
| | Internet: www.gjs-edv.de |
| Magnum Office | Magnum GmbH<br>Martin-Luther-Str.69<br>67433 Neustadt an der Weinstraße<br>Tel.: 06731/ 9474912<br>E-Mail: info@magnum-gmbh.de<br>Internet: http://www.magnum-gmbh.de |
| Wein 2000 | MemoTech OHG<br>Postfach 2311<br>76829 Landau<br>Tel.: 06341/898770<br>E-Mail: post@memotech.de<br>Internet: www.memotech.de |
| Weinwirtschaft Basis Microsoft Dynamics NAV | Kisling Consulting GmbH<br>Gottlieb-Daimler-Straße 9<br>74076 Heilbronn<br>Tel.: 07131/39040<br>E-Mail: info@kisling.consulting.de<br>Internet: www.kisling-consulting.de |
| Oenovin Professional | PGSOFT<br>Mangstraße 1<br>97199 Ochsenfurt<br>Tel: 09331/980995<br>E-Mail : mailto:info@pgsoft.de<br>Internet: www.pgsoft.de |

| | |
|---|---|
| OGSid | OGS Gesellschaft für Datenverarbeitung<br>Hohenfelderstraße 17-19<br>56068 Koblenz<br>Tel.:0261/915950<br>E-Mail: info@ogs.de<br>Internet: www.ogs.de |
| ProVino | Körner Software-Entwicklung<br>Hauptstraße 5<br>65345 Eltville-Rauenthal<br>Tel.: 06123/990666<br>E-Mail: info@provino.de<br>Internet: www.provino.de |
| VINOpro | Rolf Maurer<br>Kaiserstuhlstr. 35 |

| | |
|---|---|
| | 79331 Teningen<br>Tel: 07663/940329<br>E-Mail: info@maurer.biz<br>Internet: www.rolf-maurer.de |
| WEGA Weinwirtschaft | KMK Software AG<br>Englerstr. 24<br>76275 Ettlingen<br>Tel.: 07243 / 5310<br>E-Mail: info@kmk.de<br>Internet: www.kmk.de |
| WEINHELP | Ingenieurbüro Günther<br>Robert-Touzet-Str. 13<br>55543 Bad Kreuznach<br>Tel.: 06751/950 911<br>E-Mail: rg@weinhelp.de<br>Internet: www.weinhelp.de |
| Winitas | Landvolk Verlag EDV-Service<br>Karl-Tesche-Str. 3a<br>56073 Koblenz<br>Tel.: 0261/98851102<br>E-Mail: info@winitas.de<br>Internet: www.winitas.de |
| WISPremium | Commendo IT<br>Lachenerstraße 112<br>67433 Neustadt an der Weinstraße<br>Tel.: 06321/8900980<br>E-Mail: info@commendo-it.de<br>Internet: www.commendo-it.de |