

AUREOBASIDIUM PULLULANS –
EIN NEUER ANSATZ ZU EINER ERFOLGREICHEN BIOLOGISCHEN
BOTRYTISBEKÄMPFUNG IM WEINBAU?

MASTERARBEIT

eingereicht von
Katharina Tinnacher

betreut von
Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Redl

Durchgeführt am Institut für Pflanzenschutz
der Universität für Bodenkultur Wien
Wien, Jänner 2010

Danksagung

Ich bedanke mich bei Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Redl für die hervorragende Betreuung und die fachlich anregenden und spannenden Diskussionen.

Ich danke meinen Eltern für die Unterstützung und Josef Skergeth für die Hilfe bei der Versuchsdurchführung.

Danke an Martin für Hinweise und Korrekturen.

Katharina Tinnacher, Jänner 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	<i>Botrytis cinerea</i> bei der Weinrebe – Wissensstand und Spektrum der Bekämpfungsmaßnahmen	7
2.1	Biologie von <i>Botrytis cinerea</i>	7
2.2	Schadbild	8
2.3	Veränderungen der Beereninhaltsstoffe durch Botrytisbefall	10
2.4	Bekämpfungsmaßnahmen	11
2.4.1	Indirekte befallsvorbeugende Maßnahmen gegen <i>Botrytis cinerea</i>	11
2.4.1.1	Sorten- und Selektionswahl	12
2.4.1.2	Laubwandmanagement	13
2.4.1.3	Induzierung und Förderung der Lockerbeerigkeit	14
2.4.1.4	Traubenteilung und Traubenausdünnung	16
2.4.1.5	Bekämpfung des Sauerwurms und anderer Pathogene	17
2.4.1.6	Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von <i>Botrytis cinerea</i>	18
2.4.2	Direkte Botrytisbekämpfung durch den Einsatz chemischer und biologischer Mittel	19
2.4.2.1	Chemische Bekämpfung	19
2.4.2.2	Biologische Bekämpfung	26
3	Problemstellung	30
4	Material und Methode	31
4.1	Versuchsfläche	31
4.2	Witterung und Phänologie	32
4.3	Versuchsmittel	36
4.4	Versuchsauswertung	41
4.4.1	Traubenreifeverlauf	41
4.4.2	Bonitur des Botrytisbefalls der Trauben	41
4.4.3	Lese und Mikrovvinifikation von ausgewählten Varianten	42
4.4.4	Sensorische Beurteilung der mikrovvinifizierten Varianten	43
4.4.5	Wirtschaftlichkeit	45
4.4.6	Statistische Auswertung	46
5	Ergebnisse	47
5.1	Reifeparameter	47
5.2	Botrytisbonitur der Trauben	52
5.2.1	Vergleich der Versuchsvarianten	53
5.2.2	Prüfung des Einflusses von Variante, Präparat(-kombination) und Applikationszeitpunkt auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Trauben	55
5.2.3	Prüfung des Einflusses der Hangseite auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Trauben	55

5.2.4	Korrelationsanalysen	59
5.3	Traubenertrag und Mikrovinifikation	60
5.4	Sensorische Beurteilung der mikrovinifizierten Varianten	63
5.5	Wirtschaftlichkeit eines Botrytizid- und <i>Aureobasidium pullulans</i> -Einsatzes	69
6	Diskussion	71
7	Zusammenfassung	77
8	Literaturverzeichnis	78
9	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	83
10	Anhang	85

1 Einleitung

Botrytis cinerea, die Nebenfruchtform des Pilzes *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, ist in den letzten Jahren zu einem wirtschaftlich noch bedeutenderen Pathogen der Weinrebe geworden.

Die Gründe für das vermehrte Auftreten von *Botrytis cinerea* sind vielfältig. Die vergangenen warmen Jahre und die qualitätsorientierten Maßnahmen vieler Winzer haben deutlich geringere Säurewerte und höhere Zuckergrade in den Trauben hervorgebracht, wodurch sich Infektionen mit *Botrytis cinerea* schneller und häufiger einstellen (REDL 2004). ACHLEITNER (2008) erwähnt die Problematik der klimatischen Bedingungen und merkt an, dass die Auswirkung von Trockenperioden und Starkregenereignissen aufgrund des globalen Klimawandels, sowie der gestiegene Ozonbelastung auf die Fäulnis der Reben nicht ausgeschlossen werden kann. Laut HOFMANN (2003) spielt auch die zunehmende Intensivierung des Weinbaus eine Rolle. Dichtpflanzungen, starker Rebwuchs und dichter Traubenbehang bieten ideale Bedingungen für eine Infektion mit *Botrytis cinerea* und die Verbreitung des Pilzes. Den Zusammenhang erhöhter Erntemengen und erhöhter Stockbelastung mit dem verstärkten Befall durch *Botrytis cinerea* erkannte auch BARTMANN (1971). Weiters sind manche Anlagen in den letzten Jahren von mangelnder Laubarbeit, extensiven Erziehungsformen und unzureichenden Pflanzenschutzmittelapplikationen gekennzeichnet, was ebenso förderlich für die Traubenfäulnis ist.

Botrytis stellt vor allem im Intensiv- und Qualitätsweinbau ein großes Problem dar. REDL (2003a) verweist darauf, dass eine starke Qualitätsorientierung hohe Anforderungen an den Rebschutz stellt und dass viele qualitätsfördernde Maßnahmen im Weingarten den Krankheitsbefall der Trauben begünstigen. Solche Maßnahmen sind beispielsweise eine niedrige Einzelstockbelastung durch einen schwachen Rebschnitt, eine starke Traubenansatzkorrektur oder eine hohe Bestandesdichte und niedrige Erziehungshöhe.

Nach jüngstem Wissensstand bereiten vor allem latente Infektionen von *Botrytis cinerea* große Probleme. Die Infektionen entstehen bereits in der Blütezeit in den Gescheinen, brechen aber erst kurz vor der Lese aus, wodurch die reifen Trauben mit *Botrytis* überzogen werden (CREASY und CREASY 2009, ACHLEITNER 2008, REDL 2004, KELLER et al. 2003). HARTMAIR (1974), SCHMUCKENSCHLAGER (1972) und BARTMANN (1971) erwähnten diese Art der Botrytisinfektion bereits in den 70er Jahren, die enorme Bedeutung der latenten Infektionen wurde aber erst vor einigen Jahren erkannt.

Ziel im Qualitätsweinbau sind optimale, physiologisch reife und gesunde Trauben. Dies kann häufig nur durch einen späten Erntetermin erreicht werden. Bei starkem Befall der reifenden Trauben mit *Botrytis cinerea* kann oft nicht mehr mit der Lese gewartet werden, oder auf die Vorlese wird verzichtet, da ansonsten große Verluste entstehen. Diese frühere Ernte bringt dann Qualitätseinbußen mit sich (RUCKENBAUER und TRAXLER 1975). Werden gesunde und botrytisfreie Trauben gewünscht, müssen, während oder nach der Lese, die botrytisinfizierten Traubenteile entfernt werden. Dies führt nicht nur zu Mengeneinbußen und zusätzlichen Kosten, auch die Qualität leidet, da eine vollständige Entfernung der botrytisinfizierten Beeren kaum möglich ist. Bei vielen Sorten wird bei starkem Botrytisbefall auch das Stielgerüst der Beeren von grauem Pilzrasen überzogen. Sowohl bei der Ganztraubenpressung als auch bei vorhergehendem Reben der Trauben gelangen dadurch vermehrt unsaubere Trubteile in den Most. Pilzliche Aromaten sind die Folge, die oft aus den Mosten geschönt werden müssen.

Das Thema „Botrytisbekämpfung“ wird in der Fachwelt seit Jahrzehnten diskutiert und es gibt einige vielversprechende Ansätze, die Infektion der Reborgane durch den Pilz zu verhindern. Beispiele dafür sind optimale Erziehungsmethoden und fachgerechter Pflanzenschutzmitteleinsatz. Jedoch gibt es aufgrund der Komplexität des Erregers und des vielfältigen Auftretens auf der Wirtspflanze, in Verbindung mit dem Ziel Qualitätstrauben herzustellen, bisher keine Strategie, die auch in klimatisch ungünstigen Jahren erfolgversprechend ist. Gerade in Gebieten, die feuchte Witterung gepaart mit warmen Temperaturen aufweisen, sind die Bedingungen für den Pilz ideal. Solche Gebiete sind in Österreich zum Beispiel die Steiermark (KÖNIG 1971) oder die Wachau. Während die Steiermark ganzjährig durch erhöhte Niederschläge (Jahresniederschlagssumme durchschnittlich über 900 mm) gekennzeichnet ist (ZAMG 2010), sind es in der Wachau vor allem die feucht-nebeligen Herbsttage, die einen Botrytisbefall der Trauben fördern. Durch die reifebedingt späte Lese in diesem Gebiet erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines Befalls zusätzlich. Auch die Weingärten rund um den Neusiedlersee sind durch eine botrytisfördernde Witterung gekennzeichnet (RUCKENBAUER und TRAXLER 1975), wobei der See als Wasserfläche entscheidenden Einfluss auf die klimatischen Bedingungen des pannonischen Gebietes nimmt. Im Seewinkel und rund um Rust ist die Botrytis, sofern sie als Edelfäule auftritt, zur Vinifikation von Ausbruch, Beerenauslesen und Trockenbeerenauslesen durchaus sehr erwünscht. Das Segment der Prädikatsweine stellt jedoch eine Ausnahme dar. Die meisten Winzer bevorzugen physiologisch reife, gesunde und botrytisfreie Trauben und der Pilz wird daher aktiv bekämpft. Eine Bekämpfungsstrategie sollte wirkungsvoll, ökologisch und ökonomisch vertretbar sein (REDL 2004) und sowohl vorbeugende als auch direkte Maßnahmen zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* umfassen. CREASY und CREASY (2009) definieren die Ziele einer ganzheitlichen Strategie zur Minimierung des Risikos einer Botrytisinfektion wie folgt:

Potentielle Infektionsperioden von *Botrytis cinerea* müssen minimiert werden.

Dazu gehört eine aktive befallsmindernde Beeinflussung des Mikroklimas der Traube und Rebe, die durch Reberziehung, Laubwand- und Bodenmanagement erreicht werden kann.

Quellen von infektiösem Pilzsporen müssen verringert werden.

Nekrotisches Rebmaterial wie Blütenreste, alten Ranken, abgestorbene Blätter und Blattstiele, stark gefaulte Trauben oder altes Rebholz können Quellen für infektiöses Pilzmaterial darstellen. Ebenso zählen Trester von botrytisbefallenen Trauben und unbewirtschaftete Rebflächen in der Nähe des Weingartens zu Infektionsherden von *Botrytis cinerea*, die unbedingt verhindert werden müssen.

Eine hohe Traubengesundheit muss erreicht werden.

Gesunde Trauben mit einer intakten Kutikula stellen eine aktive Barriere gegen *Botrytis cinerea* dar. Die Traubengesundheit sollte deshalb im Fokus der Maßnahmen einer indirekten und direkten Botrytisbekämpfung stehen.

Das Wetter, der Weingarten und im speziellen die Rebstöcke müssen überwacht werden.

Nur durch ausreichende Kenntnisse des Weingartens und des Klimas kann man eine, individuell auf den Standort abgestimmte Strategie zur Botrytisbekämpfung ausarbeiten und zielführend anwenden.

CREASY und CREASY (2009) fassen in diesen vier Punkten zusammen, was seit Jahrzehnten immer wieder in der Literatur über *Botrytis* auftaucht. Folgende Themengebiete, die auch in dieser Arbeit näher diskutiert werden, stellen die wichtigsten vorbeugenden Maßnahmen zur *Botrytis*bekämpfung dar:

- Sorten- und Selektionswahl (MOHR 2005, MAIER 2005).
- Laubwandmanagement (REDL 2008, REDL 2008a, FOX 2007, MOHR 2005, RÜHLING 1999, HOFMANN et al. 1995, GOELDNER 1970, HARTMAIR 1974).
- Induzierung und Förderung der Lockerbeerigkeit (KÜHRER 2007, MAIER 2005).
- Traubenteilung und Traubenausdünnung (KÜHRER 2007, WALG 2006a, HOFMANN 2007, PETGEN 2005).
- Bekämpfung des Sauerwurms und anderer Pathogene (REDL 2008, HARMS 2007, MOHR 2005, KAUER und KIEFER 1995).
- Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von *Botrytis cinerea* wie sachgemäße Bodenpflege, Unkrautbekämpfung (RUCKENBAUER und TRAXLER 1975), fachgerechte Stickstoffdüngung (FOX 2007, MOHR 2005), schonender Einsatz von Maschinen im Weingarten (REDL 2004) und Vermeidung von infizierten Trestern in Weingartennähe (REDL 2003a).

Neben diesen vorbeugenden Maßnahmen gibt es auch die Möglichkeit eines Einsatzes von Bekämpfungsmitteln, die direkt gegen den Pilz wirken sollen. Zu den chemischen Mitteln gehören Kupferpräparate, einige synthetische Fungizide mit einem großen Breitengrad an Indikationen und spezielle Botrytizide. Biologische Alternativen gegen *Botrytis cinerea* sind Pflanzenstärkungsmittel und antagonistisch wirksame Mikroorganismen.

Die beschränktesten Möglichkeiten haben sicherlich Winzer, die ihre Rebflächen organisch (biologisch oder biodynamisch) bewirtschaften, da ihnen der Einsatz von speziellen Fungiziden gegen *Botrytis cinerea* untersagt ist. Im konventionellen oder integrierten Pflanzenschutz bietet sich die Möglichkeit eines Einsatzes von solchen Botrytiziden, jedoch ist die Wirkung dieser nicht Garant für das Ausbleiben einer Infektion. Gerade in der kritischen Phase kurz vor der Traubenlese bieten Botrytizide oft keinen ausreichenden Schutz mehr. Zusätzlich kennt man seit den 70er Jahren die Problematik der Resistenzbildung des Botrytis pilzes. Im Laufe der Jahrzehnte der aktiven Botrytisbekämpfung durch Fungizide und Botrytizide, kam es bei beinahe allen Wirkstoffen zu einer Resistenzbildung des Pilzes gegenüber diesen. Beispiele dafür sind Resistenzen gegen Wirkstoffe und Mittel aus der Klasse der Benzimidazole (NIEDER 1976, VOGT und GÖTZ 1977, BÖRNER et al. 2009), der Kombination aus Carbendazim und Diethofencarb (CLERJEAU 1994) und der Dicarboximide (VOGT und GÖTZ 1987, NIEDER 1988, BÖRNER et al. 2009). Weiters wurden resistente Botrytisstämme gegenüber den Wirkstoffen der neuen Generation der Botrytizide nachgewiesen, wie zum Beispiel Resistenzen gegenüber Cyprodinil (LEROUX et al. 1999), Fludioxonil (LEROUX et al. 1999) und Fenhexamid (REIß 2005, FILLINGER et al. 2008).

Botrytisbekämpfung ist daher nicht nur für den biologischen Weinbau ein wichtiges Thema. So geht HOFMANN (2003) sogar davon aus, dass *Botrytis cinerea* im konventionellen Weinbau Peronospora in der Bedeutung bereits abgelöst hat.

Immer mehr Winzer fordern daher neue Möglichkeiten, um mit einer, möglichst dem Standort angepassten, Bekämpfungsstrategie effektiv gegen *Botrytis cinerea* vorgehen zu können. Neben der Vorstellung neuer Wirkstoffe, wird auf mehreren Ebenen geforscht. Theoretisch könnten Resistenzen gegen *Botrytis cinerea* durch gentechnische Veränderungen in die Weinrebe „eingebaut“ werden (MAGNIN-ROBERT et al. 2007). Dieses Thema ist jedoch äußerst heikel, da gentechnisch verändertes Pflanzmaterial nicht nur enormer Kritik, sondern auch großer Ablehnung ausgesetzt ist. Induzierte Resistenzen und SAR (systemic acquired resistance) basieren darauf, dass Pflanzen gegen Pathogene „immunisiert“ werden können. Diese Resistenzen entwickeln sich lokal oder systemisch als Reaktion auf nekroseauslösende Pathogene. Bestimmte chemische Verbindungen können ebenfalls SAR induzieren. Beispiele dafür ist eine Behandlung der Reben mit Fosetyl-Aluminium. Dadurch wird die Resvatrol-Produktion angekurbelt, wenn es zu einer Infektion der Rebe kommt (CREASY und CREASY 2009). Versuche in diesem Bereich sind jedoch noch sehr experimentell.

Ein weiterer Ansatz ist die Installation von antagonistisch wirksamen Mikroorganismen, die gegen *Botrytis cinerea* direkt oder indirekt durch die Eroberung des Lebensraums des Pilzes wirken (ELAD und KAPAT 1999, HOFMANN 2003, HOFMANN 2007, REDL 2009). Versuche wurden unter anderem mit Präparaten wie *Trichoderma ssp.* durchgeführt, diese waren jedoch nicht immer erfolgreich.

Einen neuen Ansatz bietet nun ein ebensolches, biologisches Produkt, das auf dem Hefepilz *Aureobasidium pullulans* basiert. Es soll eine Alternative zu den Spezialbotrytiziden darstellen und in allen Produktionssystemen anwendbar sein. Da sich die Anwendung dieses Produkts noch mehr oder weniger im Versuchsstadium befindet und die effektive Wirksamkeit noch nicht endgültig feststeht, wurde das auf *Aureobasidium pullulans* basierende Produkt im Zuge dieser Arbeit in einem Freilandversuch in der Südsteiermark angewandt, mit dem Ziel seine Wirksamkeit mit der von Spezialbotrytiziden zu vergleichen.

2 *Botrytis cinerea* bei der Weinrebe – Wissensstand und Spektrum der Bekämpfungsmaßnahmen

Wie GEMMICH (2006) anführt, ist *Botrytis cinerea* ein Pilz mit zwei Gesichtern. Je nach Auftreten zeigt er sich entweder als ernst zu nehmendes Pathogen, das der Rebe und den Trauben enormen Schaden zufügen kann, oder er tritt bei günstigen Witterungsbedingungen in Form der durchaus auch erwünschten Edelfäule auf.

Botrytis cinerea gilt als einer der ist gefährlichsten Schaderreger der Rebenanzucht (NIEDER 1972), da er insbesondere während des Vortreibens das Holz befallen, die Kallusbildung verhindern und die jungen grünen Austriebe vernichten kann (REDL et al. 1996). Im Weingarten ist der Pilz ebenfalls in der Lage sämtliche vegetativen Organe des Rebstockes zu befallen. Wirtschaftliche Bedeutung erlangt *Botrytis cinerea* aber vor allem durch den Befall der generativen Organe. Dabei unterscheidet man Stiel- und Gescheinsbotrytis und den Befall der Beeren (Sauerfäule, Edelfäule):

Ab einem Zuckergehalt der Beeren von 25° Oechsle nimmt die pflanzeigene Abwehrkraft ab und die Infektionsgefahr durch *Botrytis cinerea* steigt an (HOFMANN et al. 1995). Enzyme des Pilzes greifen die Beerenhaut an und durchlöchern sie, bis die Beeren durch die austretende Feuchtigkeit verfaulen. Die, bei diesem Vorgang entstehende, Traubenfäulnis nennt man Sauerfäule.

Nach HARTMAIR (1974) kann ein Botrytisbefall ab einer Zuckergradation des Beerensaftes von 60 bis 80° Öchsle zu Edelfäule führen. Damit Edelfäule entsteht braucht es nebelige, leicht feuchte Morgenstunden, denen Sonnenschein folgt (JAEGER 2004). Durch Verdunstung der Feuchtigkeit aus den Beeren werden Inhaltsstoffe, wie Zucker, Säuren, Aromen und Geschmacksstoffe konzentriert und überreife, edelsüße Trauben können so gewonnen werden. Diese sind Grundlage für Prädikatsweine wie Ausbruch, Auslesen, Beerenauslesen oder Trockenbeerenauslesen.

Die Biologie des Pilzes, das auftretende Schadbild, die Veränderung der Beereninhaltsstoffe durch einen Befall und das Spektrum der indirekten und direkten Bekämpfungsmöglichkeiten werden in den folgenden Abschnitten dargestellt und diskutiert.

2.1 Biologie von *Botrytis cinerea*

Der Graufäule verursachende Pilz *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel lebt auf vielen Wild- und Kulturpflanzen und ist Hauptverursacher der Traubenfäulnis der Rebe. Da man die Apothecien der Hauptfruchtform *Botryotinia fuckeliana* nur äußerst selten findet, ist der Pilz vor allem unter dem Namen seiner Nebenfruchtform *Botrytis cinerea*, die sich als Sporenträger mit Konidien und Sklerotien zeigt, bekannt (MOHR 2005, REDL 2008). *Botrytis cinerea* kann über 235 verschiedene Wirtspflanzen befallen. Damit bildet sie gemeinsam mit *Botrytis fabae*, die die Pflanzengattungen *Vicia*, *Lens*, *Pisum* und *Phaseolus* der Familie der Fabaceae befallen kann, eine große Ausnahme unter den Arten der Gattung *Botrytis*, die im allgemeinen Spezialisten sind und nur eine oder wenige, verwandte Arten befallen und parasitieren können. Diese *Botrytis*-Arten können zwar in manchen Fällen auch an anderen Pflanzen primäre Infektionen auslösen, jedoch kommt es meist zu keiner weiteren Ausdehnung (STAATS et al. 2005).

Botrytis cinerea ist ein nekrotropher phytopathogener Pilz. Er wächst während einer ersten Infektionsphase phytopathogen biotroph, d.h. er ernährt sich von den Nährstoffen der noch lebenden Pflanzenzelle und tötet diese

erst in späteren Stadien der Infektion (KÜCK et al. 2009). Vorwiegend lebt *Botrytis* auf abgestorbenem Gewebe und überwintert als Mycel unter der Borke der Rebstöcke und an anderen Wirten und bildet dabei oft kleine, harte und wasserresistente Sklerotien, die auch am Boden auf abgestorbenen Blättern und Trieben überwintern können. Im Frühjahr reifen Konidiosporen, die den Pilz weiterverbreiten. Die Weiterverbreitung erfolgt passiv durch Wind, Regen und Insekten (KÖNIG et al. 2009). Bei Anwesenheit von Wasser kann eine Spore von *Botrytis cinerea* bereits bei knapp über 0°C keimen. Das Optimum für Keimung und Keimschlauchwachstum liegt bei 20-23°C, die Keimdauer beträgt dann fünf bis neun Stunden. Die Keimschläuche wachsen zu Hyphen und breiten sich auf den Organen der Rebe aus.

Der Befall der Rebe und der Traube mit dem Pilz nimmt oft schon zur Reblüte ihren Anfang. In den abgestorbenen Blütenresten von sich schlecht putzenden Gescheinen kann es zu einer unerkannten, latenten Infektion von *Botrytis cinerea* kommen (REDL 2004, HARTMAIR 1974). Im Laufe der Entwicklung und Vegetationsphase von Rebe und Trauben, breitet sich der Pilz vom Inneren der Trauben aus. Dies geschieht laut CREASY und CREASY (2009) zumeist kurz vor der Ernte. Gelangen die Hyphen von *Botrytis cinerea* zu den Beeren bilden sie dort Appressorien, eine Art Haftorgan, und dringen an bereits vorhandenen Schwachstellen, wie Mikrorissen der Kutikul, in die Beeren ein. Eine direkte Penetration der intakten Kutikula wurde nach RIBÉREAU-GAYON et al. (1980) niemals beobachtet. Das Gewebe der Beeren trägt, solange es in der aktiven Beerenwachstumsphase ist, zur Abwehr des Pilzes durch Ausscheidungen von pilzhemmenden Substanzen wie Phytoalexinen, Suberin, Stilbenen, Resveratrol und enzymhemmenden Phenolen bei. Der Pilz wird im Gewebe abgekapselt und stirbt mit dem infizierten Teil der Rebe ab. Diese Fähigkeit nimmt jedoch nach Reifebeginn rasch ab. Diffundiert nach Reifebeginn aus den Beeren zusätzlich Zucker, lässt dieser den Pilz saprophytisch erstarken wodurch sich die Fähigkeit zur Penetration weiter erhöht (ROMBOUGH und SWAIN 2002, MOHR 2005, HOFMANN 2003).

Hat der Pilz die Kutikula der Beere durchdrungen, wächst er durch die Epidermis hindurch und breitet sich in dem darunter liegenden Gewebe der Beere aus. Bei einem Temperaturoptimum von 20-23°C geschieht dies mit einer Geschwindigkeit von 0,3 bis 0,35 mm pro Stunde. Innerhalb des Wirtsgewebes geschieht die Ausbreitung durch die Auflösung der Mittellamellen zwischen den Zellen und die Auflösung der Zellwände selbst durch Pektin- und Zellulose-spaltende Enzyme des Pilzes. Auch töten die Hyphen des Pilzes die Pflanzenzellen durch Toxine ab, was als bräunliche Verfärbung erkennbar ist (MOHR 2005). Weiters bildet *Botrytis cinerea* unter natürlichen Bedingungen extrazelluläre Phenoloxidasen aus, die ins Medium abgegeben werden. Der Hauptvertreter dieser Enzymgruppe, die Laccase, ist nach der Lese verantwortlich für die unerwünschte Oxidation und damit das Braunwerden des Mosts (FISCHER et al. 2009).

2.2 Schadbild

Je nach Jahreszeit und Vegetationsverlauf kann *Botrytis cinerea* verschiedene Organe der Rebe befallen:

Im Frühjahr überzieht der Pilz bei feuchter und kühler Witterung die Knospen und jungen Triebe mit grauem Belag (HOFMANN et al. 1995). Laut MOHR (2005) geschieht dies jedoch verhältnismäßig selten. Werden im Frühsommer die Nodien der grünen Triebe befallen, verfärben sich diese braun und können vermorschen. Auch die Blätter können befallen werden, wobei sich frisch befallene Stellen grau-braun verfärben und rasch erschlaffen. Ältere Blätter zeigen oft nur rötliche Flecken. Bei länger anhaltender, feuchter Witterung, wird der typische graue Pilzrasen sichtbar, der aus Sporenträgern und Konidien besteht (MOHR 2005).

Bei dem Befall der Trauben kann man zwischen Stielfäule, Gescheinsbotrytis, Sauer- und Edelfäule unterscheiden. Bei der Stielfäule erfasst der Pilz das Stielgerüst der Trauben. Es kommt zu einer Verbräunung und Vermorschung wodurch jede weitere Traubenreife unterbrochen wird und die Trauben zu Boden fallen können. Die Gescheinsbotrytis entsteht knapp vor, während oder nach der Blüte. Einzelne Gescheinsästchen oder das ganze Geschein werden braun, der Pilz kann bei günstigen Bedingungen einen grauen Rasen bilden (REDL 1999). Teile des Gescheins werden feucht-schmierig und fallen schließlich ab (BARTMANN 1971). Befällt der Pilz unreife Beeren, bei denen die Zuckerbildung noch nicht begonnen hat oder die Beeren wenig Zucker eingelagert haben, spricht man von Sauerfäule. Diese tritt laut DITTRICH (1989) je nach Traubensorte ab 25 bis 50° Öchsle auf und wird in Rohfäule und Graufäule unterschieden. Während sich bei der Rohfäule die Beeren bräunlich bis rötlich verfärben jedoch noch kein Pilzrasen auf den Beeren sichtbar ist, bildet sich bei der gefürchteten Graufäule ein grauer Rasen auf den Beeren. Die ersten Symptome der Sauerfäule treten selten vor Anfang August auf, jedoch liegt die Ursache oft schon bei Infektionen in der Blütezeit. Besonders empfindlich sind die Sorten Müller-Thurgau, Neuburger, Weißer Burgunder und Portugieser. Haben die Beeren laut HARTMAIER (1974) mehr als 60° bis 80° Öchsle erreicht, kann es zur teilweise erwünschten Bildung von Edelfäule kommen. Die Wetterbedingungen müssen für diesen Fall trocken und warm sein, jedoch muss es auch feuchte Perioden, wie zum Beispiel nebelige Nächte oder Morgentau geben. In diesem Fall erscheinen massenhaft graue Sporenträger mit Konidien und überziehen die Beeren nach und nach vollständig. Die befallene Epidermis gibt bei trockener Witterung Wasser ab, wodurch sich die Beereninhaltsstoffe konzentrieren und die Beeren schrumpfen (HILLEBRAND 1978, HOFMANN et. al. 1995, MAIER 2005, MOHR 2005).

Ist es im Laufe des Jahres zu einem starken Botrytisbefall der Rebe gekommen, überwintert der Pilz saprophytisch am Rebstock und man findet im Winter an den Fruchtruten im Bereich der vorjährigen Traubenzone und an den Triebenden eine gelblich bis weiß verfärbte Borke und schwarze Sklerotien. Die Sklerotien sind die Dauerorgane des Pilzes und stellen ein verdichtetes Pilzmycel dar. Diese können sowohl rund als auch länglich sein. Bei einem starken Befall stirbt die Rute oberhalb der Befallsstelle ab. Da die Hyphen in die Knospen eindringen können, treiben diese im Frühjahr teilweise nicht aus oder die jungen Triebe vertrocknen nach dem Austrieb (HILLEBRAND 1978, MOHR 2005).

Trotz der vielen verschiedenen Möglichkeiten eines Auftretens von *Botrytis cinerea* sind laut REDL (2009) zumeist nur die Schäden durch Sauerfäule, insbesondere durch die Graufäule, wirtschaftlich relevant. Eine Ausnahme stellt die extrem stielfäuleempfindliche Sorte Riesling dar.

Besteht bei der Identifizierung des Pathogens die Gefahr einer Verwechslung von *Botrytis cinerea* mit anderen Schaderregern, empfiehlt MOHR (2005) die Installation einer „Feuchten Kammer“. Kommt es nach zwei bis drei Tagen zu einer Bildung von einem grauen Pilzrasen, kann man von einem Befall mit *Botrytis cinerea* ausgehen.

2.3 Veränderungen der Beereninhaltsstoffe durch Botrytisbefall

Der Befall mit Botrytis bewirkt verschiedene chemische Veränderungen in der Beere. Diese können je nach Auftreten des Pilzes unterschiedlich ausfallen. Negative Veränderungen im Wein, die praxisrelevant sind, können bei Weißwein ab einem Schwellenwert von mehr als 25% botrytis-sauerfaulen Beeren erwartet werden. Bei Rotwein liegt der Schwellenwert aufgrund der erhöhten Laccasegehalte bei ca. 5-10% befallenen Beeren (REDL 2002). Die schwerwiegendsten Auswirkungen eines Botrytisbefalls sind sicherlich die Zerstörung der Farbstoffe bei roten Traubensorten, der Verbrauch von lebensnotwendigen Stoffen für die Hefen und die Produktion von Laccase (GEMMRICH 2006).

Bei Rotweinsorten kommt es durch Botrytisbefall zur Zerstörung der Anthocyane. Diese liegen in der Beere überwiegend als Glucoside vor. Die Ursache des Farbverlustes ist die Glucosidspaltung des Pilzes, da Botrytis und andere Schimmelpilze große Glucosidase-Aktivitäten haben (DITTRICH und GROßMANN 2005). Weiters kommt es zur Bildung von Laccase, wodurch die oxidative Bräunung stark erhöht wird, da Laccase in Gegenwart von Sauerstoff Phenole, Phenolsäuren, Anthocyane, Catechine und Tannine oxidiert (GEMMRICH 2006). Auch bildet *Botrytis cinerea* ein pilzspezifisches Polysaccharid. Dieses 1,3:1,6- β -D-Glucan kommt laut WÜRDIG und WOLLER (1989) in Trockenbeerenauslesemosten mit 20-30 mg/l, in Ausnahmen auch bis 80 mg/l vor. Bereits 2 mg/l sollen die Filtrierfähigkeit eines Mostes drastisch vermindern können, wodurch auch normale Auslesemoste bereits eine schwere Filtrierbarkeit aufweisen können (WÜRDIG und WOLLER 1989).

Der Befall mit Botrytis bewirkt weiters eine starke Stickstoffabnahme, da Proteine und Aminosäuren vom Pilzmycel aufgenommen werden, das damit sein Zelleiweiß aufbaut. So kommt es laut DITTRICH und GROßMANN (2005) zu einer Abnahme der freien Aminosäuren im Most von 40%.

Auch die Hefe- und Bakterienzellzahl im Most ist in feucht-kühlen Gebieten vom Botrytisbefall abhängig. In Mosten aus „gesunden“ Beeren sind sie mindestens zehnmal niedriger als in Mosten aus faulen Beeren, die stärker verkeimt sind. Die folgende Tabelle 1 zeigt nach DITTRICH und GROSSMANN (2005) die Zellzahlen verschiedener Hefen, die in Mosten vorkommen. Der kleinere Wert zeigt den gesunden Most, der größere ein Beispiel für Most aus faulen Beeren

Tabelle 1: Hefe- und Bakterienzellzahlen von Most aus gesunden und faulen Beeren nach DITTRICH und GROSSMANN (2005)

Hefe- u. Bakteriengattung	Zellzahl pro mL
<i>Sacch. Cerevisiae</i>	10.000 bis 20.000
Apiculatushefen	50.000 bis 1.000.000
Rote Hefen	5.000 bis 100.000
Andere Hefen	10.000 bis 100.000
Essigsäurebakterien	10.000 bis 100.000
Milchsäurebakterien	1.000 bis 1.000

Nach DITTRICH und GROSSMANN (2005) weisen die Zellzahlen der Moste aus gesunden und faulen Beeren enorme Unterschiede auf. Vor allem die Zellzahl von *Sacch. Cerevisiae* ist relativ hoch angesetzt. Laut EDER et al. (2004) beträgt die Zahl der Hefezellen in unbehandelten Mosten 10^4 bis 10^6 KBE/ml, *Saccharomyces Cerevisiae* hat jedoch insgesamt nur 0,1-3% Anteil an der natürlichen Hefeflora.

Höhere Keimzahlen fauler Trauben erklären sich durch die erhöhte Konzentration des Beerensaftes und aus dem Einwachsen des Pilzes in die Beere. Damit wird auch für Hefen und Bakterien Zugang zum Traubensaft, in dem sie sich stark vermehren, geschafft.

Die Reifegrenze, bei der Edelfäule auftritt, ist abhängig vom Zucker-/Säureverhältnis, das von Sorte, Standort und Jahrgang beeinflusst wird. Sie kann nach DITTRICH (1989) zum Beispiel beim säurearmen Müller-Thurgau bei etwa 60° Öchsle, beim säurereicheren Riesling bei ca. 75° Öchsle liegen. Entsteht bei günstiger Witterung Edelfäule, kommt es zu einer Verdunstung des Wassers und die Zuckerkonzentration des Beerensaftes steigt (HARTMAIR 1974). Jedoch verbraucht *Botrytis cinerea* auch Zucker. Da der Pilz glucophil ist, verändert sich mit zunehmender Stoffwechselaktivität das Glucose/Fructose-Verhältnis des Saftes der Beeren. DITTRICH und GROßMANN (2005) beschreiben einen Versuch, bei dem das Glucose/Fructose-Verhältnis bei befallenen Beeren mit Mostgewichten von 74 bis 87° Öchsle zwischen dem Verhältnis von 1,007 und 0,930 lag und sich das Verhältnis in vergleichbaren Trockenbeerenauslesemosten von 208 bis 231° Öchsle auf 0,866 bis 0,716 zugunsten höherer Fructosegehalte veränderte.

Durch die Verdunstung des Wassers und die Konzentration der Inhaltsstoffe kommt es neben der Zuckerrückgang auch zu einer Veränderung der Säure. Obwohl der Pilz Gesamtsäure abbaut, steigt der Säuregehalt durch die Konzentrierung an (DITTRICH und GROßMANN 2005). Trotz der Säurezunahme steigt auch der pH-Wert des Mostes, was sich bei Weinen, die aus edelfaulen Trauben vinifiziert wurden, durch einen volleren und runden Geschmack sensorisch zeigt. Eine starke Zunahme des pH-Werts tritt nach REDL (2001) ab einem Botrytisbefall von 25% auf.

2.4 Bekämpfungsmaßnahmen

Die Bekämpfungsmaßnahmen werden in indirekte und direkte Maßnahmen zur Botrytisbekämpfung eingeteilt. Es handelt sich in beiden Fällen um prophylaktische Handlungen, da ein bereits vorhandener, sichtbarer Botrytisbefall eigentlich nur mehr durch direktes Entfernen des befallenen Pflanzenteils eingedämmt werden kann. Jedoch bezeichnet der Begriff „vorbeugende Maßnahmen“ in mancher Fachliteratur ausschließlich indirekte Maßnahmen. Zur besseren Verständlichkeit erfolgt die Gliederung in dieser Arbeit daher in die „Indirekte befallsvorbeugende Maßnahmen gegen *Botrytis cinerea*“ und in die „Direkte Botrytisbekämpfung durch den Einsatz chemischer und biologischer Mittel“. Einleitend muss noch darauf hingewiesen werden, dass die beschriebenen Maßnahmen vor allem hinsichtlich ihres Einflusses auf *Botrytis cinerea* diskutiert werden. Weitere Größen wie Vitalität, Gesundheitszustand und Leistungsfähigkeit des Stockes, Nährstoffgehalte, Traubenqualität oder einzelne Parameter der Traube wie Zucker, Säure, pH-Wert und ähnliches, können ebenfalls durch die folgenden Bekämpfungsmaßnahmen gegen *Botrytis cinerea* beeinflusst werden, sind aber nicht primärer Gegenstand dieser Arbeit und werden daher allenfalls kurz erwähnt.

2.4.1 Indirekte befallsvorbeugende Maßnahmen gegen *Botrytis cinerea*

Laut MOHR (2005) ist die Entstehung eines Botrytisbefalls vor allem von der Niederschlagsverteilung sowie den Kultur- und Pflanzenschutzmaßnahmen abhängig. Weiters geht Mohr mit MAIER (2005) konform in der Annahme, dass den vorbeugenden Maßnahmen große Bedeutung beigemessen werden muss. Zu solchen Maßnahmen gehören verschiedene Ansatzpunkte der Reberziehung und Instrumente wie z.B. die richtige

Sortenwahl, vernünftiges Laubwandmanagement, die Induzierung von Lockerbeerigkeit der Trauben, Traubenausdünnung und Traubenteilung und eine erfolgreiche Bekämpfung des Sauerwurms.

Diese vorbeugenden Maßnahmen dürfen natürlich nicht nur eindimensional aus der Sicht des Pflanzenschutzes und im Speziellen aus der Warte einer erfolgreichen Botrytisvermeidung betrachtet werden, sondern auch deren Kosten und der Aufwand sowie die erwartete Traubenqualität und der erwünschte Sortencharakter müssen in eine Überlegung bezüglich des Einsatzes von Maßnahmen im Weingarten mit einbezogen werden. Denn Traubenqualität definiert sich nicht nur durch weitestgehende Gesundheit des Erntematerials, das frei von Pflanzenschutzmittelrückständen und frei von Abbauprodukten der Fäulnispilze sein soll, sondern auch durch eine hohe physiologische Reife mit ausgeprägtem sortentypischen Aroma (REDL 2008). So führt zum Beispiel die Traubenteilung zu einer Entschärfung des Druckzentrums in der Mitte der Traube und die Trauben trocknen schneller ab, was der Infektion mit *Botrytis cinerea* entgegenwirkt (KÜHRER 2007). Jedoch verändert diese Maßnahme neben der Menge und Größe auch die Aromastruktur der Beeren und Trauben. Weiters ist die Durchführung mit einem großen Arbeitsaufwand verbunden. Dies sollte in Überlegungen bezüglich der Anwendung einer Traubenteilung mit einbezogen werden. Ein weiteres Beispiel ist laut REDL (2009) die starke Entblätterung der Traubenzone. Diese Maßnahme führt zu einer Reduzierung der Traubenfäule, jedoch sollte auch bedacht werden, dass sich dadurch die Trauben- und Weinqualität ändern kann. Auch die Sortenwahl darf nicht nur von einer möglichen Botrytisinfektionsgefahr beeinflusst sein. Ein erfolgreicher Winzer oder Traubenproduzent sollte alle Maßnahmen differenziert und unter Überlegung und Miteinbeziehung aller Faktoren beurteilen und gegebenenfalls in seinem Betrieb anwenden.

Die nähere Erläuterung der vorbeugenden Maßnahmen dient daher um die vielfältigen Möglichkeiten zur Botrytisbekämpfung darzustellen und um zu zeigen, dass das komplexe Thema der Botrytisvermeidung und -bekämpfung aus mehreren Blickwinkeln betrachtet werden muss. Anzumerken ist, dass diese Maßnahmen nicht nur selektiv der Bekämpfung von *Botrytis cinerea* dienen, sondern damit auch anderen Traubenfäulen wie z.B. Penicillium, Aspergillus, Alternaria, Trichothecium oder Essigfäule vorgebeugt werden kann.

2.4.1.1 Sorten- und Selektionswahl

Laut PARDATSCHER (1969) werden botrytisanfällige Sorten dem Winzer immer Sorgen bereiten.

Die Beschaffenheit der Beerenhaut, die Beerengröße oder die Kompaktheit der Trauben sind entscheidende sortentypische Eigenschaften. Je dünner die Beerenhaut ist, desto anfälliger sind die Beeren für Verletzungen und den damit verbundene Saftaustritt. Dieser dient als Nährboden für den Botrytispilz und fördert somit dessen Ausdehnung. Daher sollten nach MAIER (2005) dünnhäutige und damit besonders anfällige Rebsorten vermieden werden. Beispiele für solche Rebsorten sind Weissburgunder, Grauburgunder, Pinot Noir und Blauer Portugieser. Diese Empfehlung gilt vor allem für Lagen, die aufgrund der geographischen und kleinklimatischen Gegebenheiten gute Bedingungen für das Auftreten von *Botrytis cinerea* bieten.

Auch die Kompaktheit der Trauben spielt eine wesentliche Rolle. Diese ist oft individuell von der Selektion und dem Klon abhängig. Daher können auch eher günstige Sorten, wie zum Beispiel der Cabernet Sauvignon oder der Blaufränkisch durch Züchtung anfällig für Botrytis werden. Laut MOHR (2005) gibt es bei der Botrytis-Anfälligkeit selbst zwischen Klonen klassischer Sorten große Unterschiede. So sind zum Beispiel lockerbeerige Klone des Spätburgunders (M- und L-Klone) weniger anfällig für Botrytis als Klone mit kompakten Trauben, da

bei ersteren die Beeren nicht abquetschen. HOFMANN (2007) verweist darauf, dass auch die Wahl der Unterlage eine entscheidende Rolle spielt und empfiehlt auf stark wüchsigen Böden eine schwach wachsende Unterlage auszupflanzen. Forschungsergebnisse zu dieser Thematik konnten in der Literatur jedoch nicht gefunden werden.

Seit einigen Jahren spielen auch interspezifische bzw. pilzwiderstandsfähige Rebsorten, sogenannte PiWiS, eine größere Rolle. Bedingt durch das verstärkte Auftreten von Oidium und Peronospora in den frühen 20er Jahren des 20. Jahrhunderts erlebte die Erforschung dieser Sorten einen Aufschwung. Jedoch waren die Züchtungen dieser Zeit geschmacklich meist nicht zufriedenstellend. Erst in den 60er und 70er Jahren wurden die Resistenzzüchtungen wieder aufgenommen und einige daraus resultierende Sorten brachten auch ein positives und gutes Aromaspektrum mit sich (MAIER 2005). Vor allem im biologischen oder biologisch-dynamischen Weinbau kommen diese Sorten in den letzten Jahren vermehrt zum Einsatz.

Pilzwiderstandsfähige Rebsorten weisen aber selbstverständlich auch keine absolute Resistenz im Sinne einer Immunität auf. Im Optimum sind die Trauben und Reben gesund oder weisen nur wenig Befall auf bzw. der Befall ist tolerierbar. Jedoch ist die Anfälligkeit einer Sorte immer relativ und hängt auch vom Standort, Witterungsverlauf und anderen, den Rebstock beeinflussenden, Parametern ab. Anzumerken ist, dass es große Bestrebungen von Befürwortern der pilzwiderstandsfähigen Rebsorten gibt, die PiWi-Sorten in das Register der Qualitätsrebsorten aufzunehmen. Laut EU-Recht dürfen jedoch nur Sorten mit *Vitis Vinifera*-Eigenschaften verwendet werden (ANONYM 2004).

2.4.1.2 Laubwandmanagement

Da sich *Botrytis cinerea* bei erhöhter Feuchtigkeit stärker vermehrt, ist es wichtig, gut durchlüftete, lockere Laubwände zu haben, die nach Regen und Taunässe leicht abtrocknen können. Diese erzielt man durch geeignete Fahrgassen mit mindestens 1,80 m Breite, Stammhöhen von mehr als 50 cm, eine sachgerechte Entblätterung der Traubenzone und eine mäßige Stickstoffdüngung (MOHR 2005). Laut HOFMANN et al. (1995) stellt gerade die Laubarbeit einen wichtigen Faktor zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* dar: Laubverdichtungen und Laubglocken sollten verhindert werden, weiters ist das ineinander-Gerten von Fruchtruten zu vermeiden. Sauberes Ausbrechen, Entfernen von Doppel- und Kümmertrieben, zeitgerechtes Heften und das Ausgeizen bei stark zu Geiztrieben neigenden Rebsorten sind essentielle Punkte einer erfolgreichen Bekämpfungsstrategie. Laut REDL (2008) gilt es, nicht mehr als acht bis zwölf grüne Triebe pro Laufmeter Rebreihe ins Spalierdrahtgerüst einzustricken, um die Traubenfäule und die Ernteeinbußen nicht zu verstärken. Bei Weitraumanlagen und verstärktem Anschnitt der Augen muss demnach ein Teil der grünen Triebe im Fahrgassenbereich zur Ausrichtung kommen. Der Laubschnitt sollte laut FOX (2007) so spät wie möglich erfolgen, um das Beerenwachstum nicht unnötig zu fördern. Wie im Kapitel „2.4.1.3 Induzierung und Förderung der Lockerbeerigkeit“ erörtert wird, gibt es einen Zusammenhang zwischen Botrytisbefall und Beerengröße bzw. Beerendicht. Gerade unter wüchsigen Verhältnissen und bei Sorten mit kompakten Trauben kommt dem Zeitpunkt des Laubschneidens daher große Bedeutung zu.

Eine weitere Maßnahme zur Vermeidung von *Botrytis cinerea* ist die Entblätterung. Eine Teilentblätterung der Traubenzone führt zu einem verminderten Krankheitsbefall, da die Trauben durch die (teilweise) Freistellung der Traubenzone für Pflanzenschutzmaßnahmen zugänglicher sind und die Trauben besser belüftet und belichtet werden (RÜHLING 1999). Weiters erfahren die Beeren durch die Entblätterung eine Hautabhärtung bzw.

Verstärkung der Cuticula (REDL et al. 1996). Die Cuticula stellt eine Barriere für den Botrytispilz dar. Je dicker sie ist, desto widerstandsfähiger. Die manuelle Entblätterung ist sicherlich die genaueste, da gezielt einzelne Blätter entfernt werden können. Individuell können dadurch zum Beispiel eher Blätter aus dem Inneren der Laubwand entfernt werden. Aber auch die maschinelle, teilweise Entblätterung der Reben im basalen Triebbereich führt laut REDL (2008a) zu einer massiven Reduktion der Traubenfäule. Dies ist ebenso bedingt durch die raschere Abtrocknung der Trauben nach Regen oder Tau. Auch kommt es zu einer stärkeren Abhärtung der Beeren, eine bessere Pflanzenschutzmittelanlagerung ist möglich und gelegentlich werden die Trauben durch den Entlaubungsvorgang lockerbeeriger. Verschiedene Geräte mit unterschiedlichen Verfahren stehen dabei zur Verfügung. Grob kann man Entlauber in Geräte, die mit Druckluft, und solche, die mit Luftansaugung arbeiten, einteilen (WALG 2005). Auch gibt es die Möglichkeit, die Rebe durch Hitze mittels Infrarotstrahlung zu entlauben. Die Entblätterung oder das teilweise Entfernen der Blätter der Traubenzone kann allerdings auch negative Auswirkungen haben. Neben unerwünschten Blatt-Fruchtverhältnissen bei zu starker Entlaubung ist vor allem die Gefahr von Verbrennungserscheinungen an Blättern und Trauben, verursacht durch die Einwirkung der Sonne, gegeben (TINNACHER unveröffentlicht). Dieses Phänomen wird auch als Sonnenbrand bezeichnet und tritt aufgrund des Zusammenwirkens von starker Sonneneinstrahlung, hohen Lufttemperaturen und schwacher Luftbewegung ein. MOHR (2005) beschreibt das Schadbild an der Rebe wie folgt: Blätter zeigen diffuse, schwach vergilbte Flecken und Nekrosen, die vom Zentrum ausgehen. Bei starker Sonneneinstrahlung können Gescheine verrieseln, und auf den Beeren erscheinen ca. ein bis fünf Millimeter große, rundliche, schwach eingesunkene, bräunliche oder bläuliche Flecken. Nach Reifebeginn zeigt sich als weitere Form des Sonnenbrandes eine auffällige Bräunung der Beerenhaut. Es können sich auch feine, verschorfte Risse oder Korkflecken (Rostflecken) bilden. Folgen eines Sonnenbrands können Ertragsreduktion oder eine schlechtere Traubenqualität sein. Eine wichtige vorbeugende Maßnahme gegen Sonnenbrand ist das nur moderate Entblättern der Traubenzone ab den ersten Wochen nach der Blüte. Die Beeren sind dann abgehärtet und verfügen über eine dickere Beerenhaut und Cuticula. Dadurch sind sie weniger anfällig für Sonnenbrand (MOHR 2005).

2.4.1.3 Induzierung und Förderung der Lockerbeerigkeit

Seit Jahrzehnten werden Versuche über den Zusammenhang von Traubenfäulen und Lockerbeerigkeit durchgeführt. Nach KÜHRER (2007) ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Dichtbeerigkeit der Trauben und dem Ausmaß des Botrytisbefall feststellbar. Lockerbeerigkeit erlangt man laut MAIER (2005) durch die Vermeidung einer späten Stickstoffmobilisierung, durch spätes Gipfeln und Laubschneiden und, zur Vermeidung von Kompensation, durch ein spätes Ausdünnen (2. Augushälfte) der Trauben. Neben diesen Maßnahmen gibt es weitere manuelle, mechanische, konventionelle und biologische Maßnahmen zur Förderung der Lockerbeerigkeit und Auflockerung der Traubenstruktur:

Manuelle und mechanische Maßnahmen zur Lockerung der Traubenstruktur

Durch manuelles Abstreifen der Beeren an den Gescheinen kann die Traubendichte durch Auswahl des Bereiches der Auflockerung und durch die Intensität individuell angepasst werden (KÜHRER 2007). Dieses Verfahren ist jedoch sehr arbeits- und zeitintensiv und verlangt sicherlich Erfahrung mit dieser Methode und eine gute Einschulung des Personals. Mechanische Möglichkeiten zur Förderung der Lockerbeerigkeit sind

das Ausdünnen der Trauben mit einem Vollernter oder Entlauber. Dabei eignen sich Entlauber mit pneumatischem Druckluftgebläse. Der pulsierende Luftstrom erfasst dabei nicht nur die Blätter, sondern – wenn zu einem frühen Stadium angewandt (Blüte bis Schrotkorngröße) – auch die Gescheine und bläst dabei einige Beeren heraus (TINNACHER unveröffentlicht). Können durch den pulsierenden Luftstrom auch abgestorbene Blütenreste aus den Gescheinen entfernt werden, ergibt sich ein sehr interessanter Zusatznutzen: ACHLEITNER (2008) konnte nachweisen, dass Blütenresten, die im Traubengerüst von unbehandelten Trauben über eine mehr oder weniger langen Zeitraum hängenblieben, zu einem sehr hohen Anteil mit *Botrytis* infiziert waren. Es scheint daher wichtig, diese aus den Trauben möglichst bald zu entfernen bzw. chemisch zu bekämpfen, je niederschlagsreicher und befallsfördernder die Witterung kurz nach der Blüte ist.

Bioregulatoren

Eine weitere Möglichkeit zur Induzierung der Lockerbeerigkeit ist der Einsatz von Bioregulatoren. Diese können als Botenstoffe zwischen verschiedenen Organen innerhalb der Pflanze dienen und regulieren dabei Stoffwechselfvorgänge und jahreszeitliche Wachstumszyklen (PETGEN 2009). Seit Jahrzehnten gibt es Versuche zu dieser Thematik. 1978 veröffentlichten DÜRING et al. an der Versuchsanstalt Geilweilerhof/Sieboldingen in Deutschland Ergebnisse zu Versuchen zum Thema „Studies on hormonal control of ripening in grape berries“. REGNER et al. (2002) untersuchten in Klosterneuburg verschiedene Substanzen zur chemischen Ausdünnung von Beeren. Dabei stellte sich heraus, dass Wirkstoffe wie Schwefelkalkbrühe, Mineralöl, Harnstoff und die Phytohormone BAP und IAA keinerlei Wirkung zeigten. Jedoch zeigte die Anwendung von Gibberellin GA3 erfolgreiche Ergebnisse.

Gibberellin ist ein Pflanzenwuchsstoff, der natürlich in der Pflanze vorkommt und unter anderem für die Steuerung des Streckenwachstums, der Samenbildung und der Keimung verantwortlich ist (REGNER und KÜHRER 2004). Die Substanzgruppe der Gibberelline wurden bereits im Jahr 1926 vom japanischen Forscher Eiichi Kurosawa im Pilz *Gibberella fujikuroi* entdeckt. Mittlerweile sind mehr als 100 verschiedene Gibberelline bekannt. Erfahrungen mit Gibberellinen an Traubensorten zur Weingewinnung wurden bereits in den 60er Jahren am Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof gesammelt. Die Versuche wurden jedoch eingestellt, da die Mindererträge damals nicht akzeptiert wurden (PETGEN 2005a). In der Produktion von Tafeltrauben werden Gibberelline bereits seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts eingesetzt. Ziel dabei ist es wenige, jedoch große Beeren zu erhalten (REGNER und KÜHRER 2004). Dies geschieht, da die Gescheine der Trauben durch das Ausbringen von Gibberellin GA3 mit verstärkter Lockerbeerigkeit reagieren (WALG 2005). Die Zygotenbildung der Beere nimmt ab und folglich stirbt diese ab und vertrocknet. Die Wirkung ist jedoch nur in einem frühen Stadium der abgehenden Blüte erfolgreich. Das Ausmaß des Verrieselns ist dabei nicht gesichert prognostizierbar (REGNER und KÜHRER 2004).

Zahlreiche Versuche zum Thema Gibberellineinsatz werden in der Literatur angeführt. Im Versuch von PETGEN (2005a) führt die induzierte Lockerbeerigkeit durch GIBB3 bei Grauburgunder zu deutlich verringertem *Botrytis*- und Essigbefall. Die Befallshäufigkeit konnte in der Standardvariante (20 ppm GIBB3 Vollblüte) von 64% auf 8% reduziert werden. Jedoch weißt PETGEN (2005a) auch auf die negativen Spätfolgen eines Gibberellineinsatzes hin: In Versuchen bei der Rebsorte Riesling zeigte sich, dass die im Jahr zuvor mit GIBB3 behandelten Rebstöcke einen wesentlich verringerten Austrieb

verzeichneten. Weiters traten Fruchtbarkeitsstörungen auf. Die durchschnittliche Gescheinszahl pro Trieb verringerte sich von 2,2 auf 1,1. Ähnliche Beobachtungen wurden bei den Sorten Müller-Thurgau, Silvaner und Rieslaner gemacht.

Der Einsatz von Gibberellinen im Weinbau ist in Österreich nicht zugelassen (ANONYM 2010).

Auch der Wirkstoff Prohexadion-Calcium (Produkt: Regalis) kann eine Lockerbeerigkeit der Trauben hervorrufen. Er hemmt bestimmte Schritte in der Gibberellin-Biosynthese, wenn er während der Vollblüte eingesetzt wird. Dies kann zu einer Auflockerung der Traubenstruktur führen und würde damit das gegenseitige Abquetschen der Beeren und die damit verbundenem Verletzungen der Beerenhaut verhindern. Zugelassen ist Regalis in Österreich im Rahmen des Integrierten Pflanzenschutzes für die Sorten Riesling, St. Laurent und Sauvignon Blanc (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).

Vorteile des Einsatzes dieser Bioregulatoren ist der – im Vergleich zu manuellen oder mechanischen Maßnahmen – relativ geringe Kosten- und Arbeitsaufwand. Problematisch ist, dass die ertragsreduzierende Wirkung nicht exakt vorhersehbar ist und Folgewirkungen nicht ausgeschlossen werden können. Das Verlustrisiko ist somit nicht kalkulierbar (WALG 2005). REDL (2009) führt an, dass langjährige Ergebnisse zeigten, dass die grundsätzlich sortenspezifisch festgelegte Art der Traubenstruktur durch mehrjähriges entsprechendes Management in der Rebkultivierung auf natürlichem Weg zu eher lockerbeerigen Trauben verändert werden kann, weshalb der Einsatz von Bioregulatoren sehr genau abgewogen werden soll.

Laut MAIER (2005) wird im biologischen Weinbau Wasserglas (1,5-2 l pro 300 l Wasser) eingesetzt oder eine erhöhte Kupfermenge (ca. 500 g/ha) wird in der Vollblüte appliziert. Diese Methoden sollen laut MAIER (2005) dazu führen, dass eine Verrieselung der Beeren auftritt. KAST et al. (2008) weisen darauf hin, dass der Einsatz von Wasserglas gegen Traubenfäule unspezifisch wirkt, indem eine Abhärtung der Blätter und Früchte herbeigeführt wird. Die Ergebnisse zu Versuchen mit Wasserglas waren bislang extrem unterschiedlich und laut KAST et al. (2008) wirkt Wasserglas nur dann gut, wenn der Botrytispilz über die bei zunehmender Reife anfälligen Beerenschalen eindringt. Sind aber kompakte Trauben vorhanden und neigen die Beeren dazu sich am Stielansatz abzudrücken, ist die Wirkung im Allgemeinen schlecht.

ACHLEITNER (2008) fand bei Bonituren heraus, dass von Natur aus lockerbeerige Trauben, die sortenübergreifend meist an Schwachtrieben zu finden waren, anfänglich weniger faulten, im Stadium physiologischer Vollreife in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber *Botrytis cinerea* hingegen völlig zusammenbrachen. Das anfängliche Phänomen der geringeren Fäulnis hängt sicherlich mit der Beerendichte zusammen. Das darauffolgende „Zusammenbrechen“ der Trauben könnte sich durch die Tatsache erklären, dass Trauben an schwachen Trieben im Vergleich zu Trauben an starken Trieben nicht so gut mit Nährstoffen versorgt werden. Bis das Stadium der physiologischen Vollreife erreicht ist, dauert es meist länger, wodurch sich der Botrytispilz stärker ausbreiten kann.

2.4.1.4 Traubenteilung und Traubenausdünnung

Laut WALG (2006a) ist die Traubendichte ein Indikator für die natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Botrytisinfektionen. Die Dichte und Größe der Beeren ist durch ertragsregulierende Maßnahmen wie Traubenteilung und Traubenausdünnung beeinflussbar. Die Traubenteilung sollte zum Entwicklungsstadium

Schrotkorn bis Traubenschluss erfolgen. Dabei wird mit der Schere laut KÜHRER (2007) ca. 50-70% des Fruchtansatzes entfernt. Die Traubenteilung führt zu einer Veränderung der Traubenform, dabei wird das Druckzentrum in der Mitte der Traube entschärft. Die Beeren dieses Bereichs finden dadurch mehr Platz und die Gefahr, dass sich diese gegenseitig abdrücken wird dadurch minimiert. Auch trocknen die kürzeren Trauben schneller ab (KÜHRER 2007). Bei Burgundersorten (Weissburgunder, Spätburgunder, St. Laurent) sowie Zweigelt, Frühroter Veltliner, Grüner Veltliner und Riesling hat sich gezeigt, dass eine späte Traubenteilung zum Traubenschluss die besten Ergebnisse in der Lockerbeerigkeit und somit der Botrytisvorbeugung erzielt hat. Bei frühen Ausdünnverfahren kann es im Gegenzug zu Kompensation kommen. Es bilden sich die einzelnen Beeren stärker und dicker aus und der Packungsgrad der Trauben kann sich erhöhen, was zu entsprechend negativen Folgen führt (HOFMANN 2007, PETGEN 2005). Neben der manuellen Traubenteilung gibt es auch die Möglichkeit die Trauben mittels Entlauber zu teilen. Es eignen sich laut WALG (2006) Saugluftgeräte, die zum Abweisen der Trauben mit Gittern ausgestattet sind. Bei einer frühzeitigen Entblätterung (Entwicklungsstadium Nachblüte) sind die Trauben noch sehr klein und neigen sich noch nicht nach unten, so dass sie teilweise durch die Gitterstäbe des Entlaubers geraten und von den Messern abgeschnitten werden. Nach WALG (2005) führt das Ausdünnen der Trauben zu Reifebeginn zu einer erhöhten Fäulnisgefahr, da die Traube dies durch Dickenwachstum der Beeren kompensiert (WALG 2005). Dieses Risiko ist wird von vielen Winzern jedoch im Sinne einer optimalen Traubenqualität bei vielen Rebsorten und Anlagen eingegangen. Nach WALG (2005a) kann die Ausdünnung der Trauben auch mit dem Vollernter erfolgen. Während bei manuellen Verfahren die Beerengröße zunimmt, bleiben die Beeren beim Ausdünnen mit dem Vollernter klein und bekommen eine dickere Beerenhaut. WALG nimmt an, dass dies auf eine Emboliebildung in den Xylembahnen aufgrund der Schüttelwirkung des Vollernters zurückzuführen ist. Es bilden sich Luftblasen, die zumindest teilweise die Wasserversorgung der Beeren unterbrechen. Die Trauben reagieren mit Bildung einer dickeren Beerenhaut, kleineren Beeren und vermehrter Phenoleinlagerung. Diese Traubeneigenschaften verringern das Botrytisrisiko.

2.4.1.5 Bekämpfung des Sauerwurms und anderer Pathogene

Wichtig ist die Bekämpfung von Pathogenen, die einen Botrytisbefall fördern oder begünstigen. So locken die von Vögeln verursachten Verletzungen der Beeren nicht nur Wespen und Essigfliegen an, sondern bilden auch Eintrittspforten für Sekundärparasiten wie *Penicillium* oder eben Botrytis (MOHR 2005, REDL 2008). Auch die Bekämpfung anderer Pilze ist erforderlich. Bereits leichter Befall durch *Oidium* verursacht Wunden in der Beerenhaut wodurch dem Botrytispilz die Eintrittsstellen zur Infektion geöffnet werden. Eine konsequente *Oidium*bekämpfung leistet deshalb einen essentiellen Beitrag zur Wundvermeidung (HARMS 2007).

Vor allem der Sauerwurm muss in Überlegungen, bezüglich einer vernetzten Strategie zur Botrytisbekämpfung, mit einbezogen werden. Als Sauerwurm bezeichnet man die zweite Larvengeneration des bekreuzten und des einbindigen Traubenwicklers (*Lobesia botrana* bzw. *Eupoecilia ambiguella*). Diese Larven schädigen die unreifen Trauben, indem sich die Jungraupe kurz nach dem Schlupf in die Beere einbohrt. Während ihrer weiteren Entwicklung verspinnt die Raupe einzelne Beeren miteinander und kann sie sogar leer fressen. Die von den Larven befallenen, noch unreifen Beeren können von *Botrytis cinerea*, aber auch von anderen Pilzen und Bakterien infiziert werden (MOHR 2005, KAUER und KIEFER 1995). Da die Fraßtätigkeit der Raupen eng mit einem möglichem Botrytisbefall korreliert, kann selbst bei Weißweinsorten nur ein Befall von 5% geduldet werden (KAUER und KIEFER 1995). Zur erfolgreichen Traubenwickler- und Sauerwurmbekämpfung gibt es

sowohl in der integriert-kontrollierten Produktion als auch im ökologischen Weinbau mehrere Verfahren. Die Mittel wirken entweder ovizid auf die Traubenwicklereier, wodurch eine Weiterentwicklung der Eier und Raupen verhindert werden soll oder die Wirkung ist larvizid auf die frischgeschlüpfte Raupen (ÖSTERREICHISCHE WEINBAUVERBAND 2009).

Zur biologischen Bekämpfung sind unter anderem Produkte zugelassen, die Mikroorganismen (z.B.: *Bacillus thuringensis*) enthalten, die gegen die Traubenwicklerarten wirken. Die biotechnische Bekämpfung erfolgt durch Pheromone. Auch Insektizide, die sich hauptsächlich gegen die Larvenstadien richten, können ausgebracht werden. In Österreich ist im Rahmen der integrierten Produktion im Jahr 2009 der ovizid wirksame Wirkstoff Fenoxycarb zugelassen. Zugelassene raupentötende Wirkstoffe sind *Bacillus thuringensis*, Tebufenozide, Methoxyfenodize, Spinosad, Chlorpyrifosmethyl und Indoxacarb (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).

2.4.1.6 Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von *Botrytis cinerea*

Da die Bildung von pflanzeneigenen Abwehrstoffen gegen *Botrytis cinerea* sehr stark von der Wuchskraft und der allgemeinen Vitalität des Stockes abhängt, empfiehlt HOFMANN (2003) in erster Linie eine optimale Nährstoffversorgung durch Zufuhr organischer Dünger und Kompost sowie ein angepasstes Stickstoff- und Bodenmanagement. Auch laut FOX (2007) lässt sich ein harmonisches Wachstum am ehesten durch eine angepasste Bodenpflege erreichen. Wenn die Weingärten nicht dauerbegrünt sind, sollte in den offen gehaltenen Fahrgassen ab etwa Mitte Juli jegliche intensive Bearbeitung unterlassen werden, um bei nachfolgenden Niederschlägen nicht zusätzlich Nährstoffschübe zu verursachen. Auch bei einer Winterbegrünungseinsaat ist die Bearbeitungstiefe auf wenige Zentimeter zu begrenzen. Bei einer Weingartenbegrünung sollte bedacht werden, dass *Botrytis cinerea* neben der Rebe auch andere Pflanzen, wie zum Beispiel Unkräuter befallen kann. (RUCKENBAUER und TRAXLER 1975). Weiters sollte der Streifen unter den Reben von zu hohem Bewuchs freigehalten werden. Auch ein gutes Stickstoffmanagement ist von Bedeutung. Bei überhöhter Stickstoffdüngung nimmt die Neigung zur Verrieselung und Stiehlähme zu, die Trauben werden kompakter und das Gewebe aller Reborgane wird weich, was sie besonders anfällig für *Botrytis* macht (MOHR 2005). Gerade bei Sorten mit kompakten Trauben ist hohe N-Düngung mit starkem Wuchs extrem förderlich für *Botrytis* und Essigfäule. Anlagen, die wiederholt ertragsreduziert wurden, sind wegen der zunehmenden Rebvitalität besonders zurückhaltend zu düngen (FOX 2007).

Durch die maschinelle Weingartenbewirtschaftung kann es zu mechanischen Schädigungen der Trauben kommen. Da es im Zuge einer erfolgreichen *Botrytis*bekämpfung wichtig ist, Verletzungen der Beerenhaut zu vermeiden, sollte auch dieser Punkt bei dem Einsatz von Geräten im Weingarten beachtet werden (REDL 2004). Ist es bereits zu einem Befall mit *Botrytis cinerea* oder anderen Fäulnisserregern gekommen, wäre es wichtig, stark fäulniskontaminierte Trauben nicht in Weingärten zu belassen, die noch nicht abgeerntet sind. Diese Maßnahme ist jedoch aufgrund des Arbeitsaufwandes oft nur schwer durchzuführen. Auch sollten Trester von fäulniskontaminierten Trauben nicht im, oder neben einem Weingarten ausgebracht werden, da diese als großer Infektionsherd wirken können (REDL 2003a).

2.4.2 Direkte Botrytisbekämpfung durch den Einsatz chemischer und biologischer Mittel

Die direkte Bekämpfung des Pilzes kann durch den Einsatz chemischer oder biologischer Mittel erfolgen. Die folgenden Erläuterungen sollen einen Überblick über die verwendeten chemischen und biologischen Wirkstoffe und den Einsatzzeitpunkt dieser geben. Zusätzlich wird das Problem der Resistenzbildung des Pilzes gegenüber Spezialbotrytiziden erörtert.

2.4.2.1 Chemische Bekämpfung

Die chemische Bekämpfung von Botrytis geschieht vorbeugend. Mehr oder weniger wirksam gegen Botrytis sind Kupferpräparate, einige Fungizide mit einem großen Breitengrad an Indikationen und spezielle Botrytizide. Kupferpräparate haben eine begrenzt abhärtende Wirkung, deren Effekt jedoch hauptsächlich auf einer Reifeverzögerung beruhen dürfte (MOHR 2005). RUCKENBAUER und TRAXLER (1975) weisen darauf hin, dass kupferhaltige Mittel wachstumshemmend sind. Auch HENNER (1970) verweist darauf, dass die Botrytiswirkung von Kupferpräparaten hauptsächlich der abhärtenden Wirkung auf das Pflanzengewebe zuzuschreiben ist, wodurch dem Eindringen des Pilzes größerer Widerstand geboten wird. Laut REDL (2004) bringt der Einsatz von rebenabhärtenden Pflanzenschutzmitteln wie zum Beispiel Kupfer im Bezug auf die Bekämpfung von *Botrytis cinerea* keine wünschenswerten Ergebnisse.

Neben Kupferpräparaten spricht man auch den Wirkstoffen Folpet und Tolyfluanid (in Österreich nicht mehr im Weinbau zugelassen) bei durchgehenden Spritzungen neben der direkten fungiziden Wirkung einen gewissen abhärtenden Effekt zu. Allerdings sind diese Effekte in den letzten Jahren nicht mehr bestätigt worden (MOHR 2005). Wirksam gegen Botrytis sind einige Fungizide mit einem großen Breitengrad an Indikationen. Diese Mittel werden hauptsächlich zur Peronosporabekämpfung eingesetzt und zeichnen sich durch eine Zusatzwirkung gegen Botrytis aus (REDL 2004). Laut REDL (2008) lassen sich mit diesen Mitteln jedoch nur dann zufriedenstellende Ergebnisse erzielen, wenn der Fäulnisdruck und die Rebsortenanfälligkeit nicht allzu groß sind. Die Präparate mit Zusatzwirkung gegen Botrytis werden in folgende Gruppen eingeteilt (REDL 2004):

Sulfenamide

Dazu gehören die Mittel Folicur EM oder Euparen M WG, jedoch sind diese Fungizide heute nicht mehr in Österreich registriert und somit nicht zur Verwendung zugelassen.

Strobilurine

Zu den in Österreich im Rahmen der Integrierten Produktion zugelassenen Strobilurinen gehören zum Beispiel die Präparate Quadris, Discus, Flint und Universalis (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009). Laut REDL (2004) haben die Strobilurine in Österreich keine ausgewiesene Anerkennung für eine Zusatzwirkung gegen Botrytis, Erfahrungen haben aber gezeigt, dass es einen eindeutig fäulnishemmenden Effekt durch den Einsatz dieser Mittel gibt.

Phthalamide

Dazu gehört der Wirkstoff Folpet, der zum Beispiel in den Fungiziden Curifol WG, Ortho-Phaltan flüssig oder Universalis enthalten ist (REDL 2004, ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009). Wegen

der unterschiedlichen Wirkstoffmengen von Folpet in den verschiedenen Handelspräparaten ist laut REDL (2008) unbedingt die Beziehung zwischen Dosis und Wirkung zu beachten.

Zusätzlich zu den Mitteln, die sich in die oben genannten Gruppen einteilen lassen, ist im Rahmen des Integrierten Pflanzenschutzes in Österreich auch das Mittel Provin zugelassen. Dieses Belagsfungizid beruht auf dem Wirkstoff Chlorothalonil (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).

Die derzeit wirksamsten synthetischen Fungizide, die in Österreich im Rahmen der integrierten Produktion zugelassen sind, sind Spezialbotrytizide und enthalten die Wirkstoffe Cyprodinil, Pyrimethanil, Mepanipyrim, Fludioxonil, Fenhexamid oder Boscalid.

- Cyprodinil ist eine Verbindung aus der Gruppe der Anilinopyrimidine. Es handelt sich um ein Kontaktfungizid, das in die Aminosäuresynthese des Pilzes eingreift, indem es die Methionin-Synthese hemmt und damit das Mycelwachstum des Pilzes eingestellt wird. Ein zweiter Mechanismus ist die Hemmung der Proteasesekretion. Dadurch kann der Pilz die Zellwand der Pflanze nicht mehr auflösen und die Penetration in die Pflanze wird erschwert. Cyprodinil hat ein relativ breites Wirkungsspektrum. Die Einsatzgebiete liegen z.B. im Getreidebau gegen Halmbruch an Weizen, im Obstbau gegen Apfelschorf und im Weinbau in Mischung mit Fludioxonil gegen Botrytis an Weinreben (BÖRNER et al. 2009, HEITEFUSS 2000, REDL 1999). Das derzeit in Österreich im Rahmen der Integrierten Produktion zugelassene Botrytizid, das Cyprodinil enthält, ist Switch (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).
- Pyrimethanil gehört zu der Gruppe der Anilinopyrimidine. Das Kontaktfungizid verhindert das Keimschlauchwachstum und es hemmt die Sekretion von Enzymen (Cutinasen, Pectinasen, Laccase), die an der Auflösung der Zellwand der Pflanze beteiligt sind (SALADIN et al. 2003). Bis zum 31.5.2009 war das, auf dem Wirkstoff Pyrimethanil zugelassene Botrytizid Scala im Rahmen der Integrierten Produktion in Österreich zugelassen (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009). Mit 9.6.2009 wurde das neue Fungizid Pyrus, das auf dem Wirkstoff Pyrimethanil basiert, zugelassen und in das Österreichische Pflanzenschutzmittelregister aufgenommen (ANONYM 2010).
- Mepanipyrim ist ein protektives, nichtsystemisches Mittel mit guten Kontakt- und translaminaren Eigenschaften. Der auf die Pflanze ausgebrachte Wirkstoff wird durch die Pilzzellen aufgenommen und verhindert das Eindringen der Keimschläuche in das Wirtsgewebe. Die Anilinopyrimidin-Fungizide beeinflussen die Biosynthese der Aminosäure Methionin im Stoffwechsel des Pilzes wahrscheinlich durch Hemmung des Enzyms Cystathion- β -Lyase (BÖRNER et al. 2009). Das derzeit in Österreich im Rahmen der Integrierten Produktion zugelassene, Mepanipyrim enthaltende Botrytizid ist Frupica (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).
- Fludioxonil stammt aus der Gruppe der Phenylpyrrole und ist ein überwiegend belagsbildendes Fungizid. Die fungizide Eigenschaft basiert auf einer Beeinflussung der Signaltransduktion in pflanzenpathogenen Pilzen. Die Folge ist, dass die Konidiosporen der Pilze auf der Pflanzenoberfläche zwar noch auskeimen, die nachfolgende Entstehung der Infektionsstrukturen (Appressorien) jedoch unterbleibt, weil geeignete, diese

Vorgänge auslösende Signale nicht weitergeleitet werden. Der Pilz kann nicht in das Gewebe der Pflanze eindringen, die Hyphen wachsen weiter bis der Nährstoffvorrat der Konidiosporen erschöpft ist. Sporadisch trat Resistenz gegenüber Fludioxonil auf. Die Ursachen sind noch nicht bekannt, wahrscheinlich handelt es sich dabei um Veränderungen am Wirkungsort. Nach Einschätzungen des Fungicide Resistance Action Committee (FRAC) ist das Resistenzrisiko gering bis mittel (BÖRNER et al. 2009). Fludioxonil ist, in Kombination mit Cyprodinil, im Produkt Switch enthalten (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).

- Fenhexamid ist ein Fungizid aus der chemischen Klasse der Hydroxyanilide. Es hemmt das Keimschlauchwachstum des Pilzes und verhindert dadurch das Eindringen in die Wirtspflanze (BÖRNER et al. 2009, REDL 1999, ROßLENBROICH 1999).

Nach HÄNBLE und PONTZEN (1999) wird unter *in vivo*-Bedingungen durch eine protektive Behandlung mit Fenhexamid das Eindringen in die Wirtspflanze unterbunden. Die Konidien keimen auf der Blattoberfläche und bilden einen Keimschlauch aus, der das Zwei- bis Dreifache des Konidiendurchmessers erreicht. In diesem Entwicklungszustand kollabieren die Keimschläuche und die Konidien jedoch, wodurch eine Infektion unterbleibt. Im Gegensatz dazu bilden die Konidien auf unbehandelten Blättern nach einer Trockeninfektion einen kurzen Keimschlauch aus und dringen in das Blattgewebe ein.

Laut BÖRNER et al. (2009) konnten bereits mehrere Stämme von *Botrytis cinerea* nachgewiesen werden, die unterschiedliche Resistenzmechanismen gegenüber Fenhexamid aufwiesen. Das in Österreich im Rahmen der Integrierten Produktion zugelassene Präparat mit dem Wirkstoff Fenhexamid ist Teldor (ÖSTERREICHISCHER WEINBAUVERBAND 2009).

- Boscalid gehört zur Gruppe der Carboxyanilide und findet in dem Mittel Cantus Anwendung. Es wirkt, indem es die Sporenkeimung des Pilzes verhindert und die Keimschlauchausbildung, das Myzelwachstum und die Sporulation hemmt. Boscalid wird über das Blatt aufgenommen und in der Pflanze systemisch akropetal verlagert (ANONYM 2010a).

Entgegen der landläufigen Meinung haben laut MOHR (2005) die Spezialbotrytizide keine reiferverzögernde Wirkung, allerdings können unbehandelte Trauben höhere Zuckergehalte aufweisen, wenn die Botrytisbefallenen Beeren eintrocknen. Auch REDL (2001) führt eventuelle geringere Mostgewichte in, mit Botrytiziden behandelten, Rebflächen auf die wirkungsvolle Botrytisbekämpfung zurück, da sich das Mostgewicht mit zunehmendem Infektionsgrad der Beeren erhöht.

Bei dem Einsatz von Botrytiziden ist auf eine gute Applikationstechnik zu achten. Folgende Termine zur Ausbringung von Fungiziden und Botrytiziden sind laut BAUER (1982), CLERJEAU (1994), REDL (1999), REDL (2002), HARMS (2007) möglich:

Abgehende Blüte (BBCH ES 68)

In Jahren mit feucht-kühler Witterung während der Blüte können Blütenrückstände, die sich in den Gescheinen verfangen, vermehrt durch Botrytis besiedelt werden. Dadurch entstehen später Infektionen im Inneren der Trauben, die durch eine frühe Anwendung von Spezialbotrytiziden eventuell minimiert werden kann.

Vor dem Traubenschluss / Beginn des Traubenschlusses (BBCH ES 75-77)

Die Behandlung ermöglicht das letzte Mal die Benetzung des Traubengerüsts mit einem Fungizidbelag bevor sich die Trauben schließen und wirkt so der frühzeitigen Entwicklung von Botrytis im Inneren der Trauben entgegen.

Reifebeginn der Beeren (BBCH ES 81)

Zu Reifebeginn kann die letzte Behandlung mit einem Botrytizid erfolgen. Dies soll eine möglichst lange Gesunderhaltung der Trauben unterstützen.

Spätbehandlung

Je nach Karenzzeit des eingesetzten Mittels bis zu drei bis vier Wochen vor der Ernte.

Im Laufe der Jahre haben sich die empfohlenen Anwendungstermine der Botrytisbekämpfungsmitteln etwas verschoben:

PARDATSCHER (1969) sieht den Zeitpunkt für Spritzungen mit den Mitteln Ortho-Palthan, Orto-Phaltan Kombi, Euparen oder Basfungin nach der Blüte und vor dem Schließen der Beeren. Weiters sind ab dem Weichwerden der Beeren mehrere Spritzungen durchzuführen. KÖNIG (1971) nennt bei einem Versuch mit dem systemischen Fungizid Benlate (Wirkstoff: Benomyl) in der Steiermark in der Saison 1970 den entscheidenden Behandlungstermin um das phänologische Stadium der Reblüte. SCHMUCKENSCHLAGER (1972) empfiehlt die Botrytisbehandlung in die abgehende Blüte, unmittelbar vor dem Schließen der Trauben und bei der Abschlussbehandlung. REDL (1999) nennt, als die damals neuen Mittel Botrylon, Switch und Teldor aufkommen, die wichtigsten Behandlungstermine zur abgehenden Reblüte, kurz vor Traubenschluss und bei Beerenreifebeginn.

Die richtigen Anwendungszeitpunkte sind auch heute umstritten: Der ÖSTERREICHISCHE WEINBAUVERBAND (2009) empfiehlt als Herausgeber der „Empfehlungen für die Weinbaumaßnahmen ÖPUL 2007 für 2009“ den Einsatz von speziellen Botrytiziden knapp vor Traubenschluss und bei fäulnisanfälligen Sorten (alle Rotweinsorten bzw. anfällige Weißweinsorten) eine Behandlung bei Weichwerden der Beeren. REDL (2006) rät von Spätbehandlungen auf bereits reifenden Trauben ab. Es würden dadurch nämlich die bereits vorhandenen Resistenzerscheinungen weiter verstärkt und es könnte zu einer erhöhten Rückstandsbelastung im Erntegut kommen. Auch KAST und SCHIEFER (2002) gehen mit Redl konform und weisen in ihrem Artikel „Botrytisbekämpfung – Spritzen Ende August?“ darauf hin, dass eine Anwendung von Spezialbotrytiziden im August und September die Wirkung dieser, auch bei später Lese, nicht oder nur unwesentlich verbessert. Die Theorie, dass durch die späte Anwendung von Botrytiziden zwar das späte Auftreten von Fäulnis verzögert werden kann, jedoch die Gefahr des Auftretens von Schimmelpilzen und

Essigfäule steigt wurde von KAST und SCHIEFER (2001) bereits 2001 veröffentlicht: Fäulniserreger wie Penicillium, Hefen und Bakterien würden durch eine späte Botrytizidanwendung nicht erfasst. Dadurch, dass diese Trauben dann später gelesen werden können, erhöht sich bei geeigneten Witterungsbedingungen die Belastung des Leseguts mit diesen geschmacksschädlichen Mikroorganismen. Weiters deuten Versuchsergebnisse darauf hin, dass späte Anwendungen von Botrytiziden möglicherweise wegen des Ausschaltens der Konkurrenz das Auftreten von Penicilliumarten begünstigen. Gegen eine spät auftretende Botrytis helfe daher nur eine optimale Kulturtechnik und rechtzeitige Lese (KAST und SCHIEFER 2001). REDL (2002) berichtet von Versuchen in den Jahren 2000 und 2001, bei denen es aufgrund einer späten Botrytizidbehandlung zu einem mehr oder weniger starken Befall der Trauben mit Penicilliumarten und anderen Mikroorganismen, die den Geruch und Geschmack der Trauben und des Weines negativ beeinflussenden, kam. RÜTTGER et al. (2006) verweisen auf eine eventuell hefetoxische Wirkung der Botrytizide und einen daraus resultierende negative Beeinflussung der Gärung der Moste. Diese Ansicht stützt sich auf einen Versuch zum Wachstum der Hefen nach einem Fungizidzusatz auf ein Nährmedium und auf Gärversuche, deren Ergebnisse den Wirkstoffen Folpet und auch – in geringerem Ausmaß – dem Wirkstoff Fenhexamid eine Hemmung der Hefen zuspricht.

Resistenzbildungen von *Botrytis cinerea* gegenüber speziellen Fungiziden

Das Risiko der Resistenzbildung von *Botrytis cinerea* gegenüber speziellen Fungiziden ist aufgrund der biologischen Eigenschaften des Botrytispilzes sehr hoch. *Botrytis cinerea* zeichnet sich durch eine hohe Vermehrungsrate, kurze Generationszeiten, hohe genetische Variabilität und ein weit verbreitetes Vorkommen aus (BAUER 1982, REDL 1999). Hinzu kommt, dass die Wirkungsweise der Botrytizide sehr spezifisch ist und diese oft nur durch eine Wirkungsart charakterisiert sind (BAUER 1982, CLERJEAU 1994). Aufgrund dieser Eigenschaften kann der Pilz bei häufiger Anwendung von Spezialbotrytiziden gegen diese relativ rasch mehr oder weniger resistente Stämme bilden. Die Entwicklung von Botrytisbekämpfungsmitteln im Laufe der Jahre ist begleitet von nachfolgenden Resistenzerscheinungen, die der Pilz gegen die Wirkstoffe zeigte.

CLERJEAU wies 1994 darauf hin, dass während der letzten 20 Jahre der Weinbau immer stärker mit den Problemen der Resistenzbildung konfrontiert wurde. Im Laufe der Jahre zeigten nur wenige Fungizide den erwünschten Effekt im Einsatz gegen Botrytis. Dies erklärt, warum diese Wirkstoffe so erfolgreich waren und beinahe im Übermaß eingesetzt wurden. Dazu gehören die Benzimidazole („BCM“) in den 70ern, die Dicarboximide in den 80ern und die Kombination aus Carbendazim und Diethofencarb Ende der 80er (CLERJEAU 1994). Die „neuen“ Botrytizide (Switch, Teldor...) wurden ab 1995 in Österreich im Versuch erprobt, die Zulassung erfolgte Ende der 90er. Die Konzentration auf wenige Wirkstoffe, also die eng begrenzte spezifische Wirkung gegen *Botrytis cinerea*, führte dementsprechend schnell zur Bildung von resistenten Stämmen (HARTMAIR 1974, CLERJEAU 1994):

– Benzimidazole (BCM)

HARTMAIR (1974) berichtet von Fällen aus Weinsberg und dem Kaiserstuhl (Deutschland) bei denen trotz sachgemäßer Anwendung von Benzimidazolcarbamaten ein beachtlicher Botrytisbefall auftrat. Die daraufhin durchgeführten Analysen der „Botrytisherkünfte von Holzproben“ zeigten dass ein Großteil der untersuchten Pilzstämme resistent gegenüber systemischen Fungiziden war. Verschiedene systemische

Präparate zeigten bei nachfolgenden Untersuchungen keine Unterschiede hinsichtlich der Wirkung, was darauf zurückgeführt wurde, dass trotz unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung der im Wasser gebildete Wirkstoff bei allen Mitteln Methyl-2-benzimidazolcarbamat war. 1976 wies NIEDER darauf hin, dass die Resistenzerscheinungen von *Botrytis cinerea* gegenüber systemischen Benzimidazolen neben Deutschland auch in Österreich aktuell geworden sind. Er nennt dabei die Benzimidazolcarbamate Benlate, Cercobin M, Derosal und Fundazol. Laut NIEDER (1976) wurden auch in Anlagen, die niemals mit einem systemischen Präparat behandelt wurden, resistente Stämme von *Botrytis cinerea* gefunden. Kommt es zu einem Einsatz von systemischen Fungiziden gegen Botrytis, werden nur die sensiblen Stämme erfasst und die resistenten Sporen überleben. Durch diesen Effekt verschiebt sich das Verhältnis von resistenten zu sensiblen Sporen zugunsten der resistenten Botrytisstämme, wodurch sich bei günstigen Bedingungen verstärkt diese Stämme vermehren. Dies erklärt laut NIEDER (1976), warum Misserfolge mit systemischen Fungiziden, die auf Resistenzerscheinungen zurückzuführen sind, hauptsächlich aus der Steiermark berichtet wurden, wo diese in größerem Umfang als in Niederösterreich angewandt wurden. Auch VOGT und GÖTZ (1977) führen an, dass für wenige Jahre mit Präparaten der Benzimidazol-Gruppe sehr gute Erfolge gegen Botrytis erzielt werden konnten. Schnell konnten jedoch resistente Botrytisstämme überhand nehmen, sodass der Einsatz der Benzimidazole wirkungslos war.

– Dicarboximide

KATSCHNER (1977) erhoffte sich von den neu auf den Markt kommenden Mitteln Bayer 8920, Ronilan und Rovral eine deutliche Verbesserung in der Botrytisbekämpfung. Auch VOGT und GÖTZ (1977) empfahlen die Ausbringung von den Dicarboximiden Ronilan (Wirkstoff Vinclozolin) und Rovral (Wirkstoff: Glycophen). Laut NIEDER (1988) konnten jedoch bereits 1978 an der Mosel resistente Botrytisstämme gegenüber diesen Mitteln gefunden werden. Durch den spezifischen Wirkungsbereich der Dicarboximide auf das Zellwandwachstum des Pilzes, ist nach NIEDER die Möglichkeit einer resistenzbildenden Mutation im Erbmateriale eines Botrytis-Stammes umso höher. Erwähnt wird auch, dass es zu einer Tendenz der Resensibilisierung von resistenten Stämmen kommen kann, wenn das Intervall zwischen den Spritzungen groß ist und die Anzahl der Anwendungen gering (NIEDER 1988).

Ende der 80er berichteten auch VOGT und GÖTZ (1987) von bereits vorhandenen Resistenzerscheinungen des Pilzes gegenüber den Dicarboximiden Ronilan, Rovral und Sumisclex in Österreich. Sie verwiesen auch darauf, dass die Resistenzerscheinungen im Regelfall mit der Zahl der jährlichen Anwendungen zunehmen. Dies beruht laut VOGT und GÖTZ (1987) auf einer Gewöhnung des Pilzes an die miteinander verwandten Wirkstoffe.

– „neue“ Botrytizide

1999 wurden in Österreich erstmals die neuen spezifischen Botrytizide Botrytilon, Switch und Teldor zugelassen (REDL 1999). Die Wirkstoffe dieser Botrytizide waren Carbendaxim und Diethofencarb (Botrylon), Cyprodinil und Fludioxonil (Switch) und Fenhexamid (Teldor). Mit der Einführung dieser neuen Botrytizide erhoffte man sich nicht nur hochwirksamen Schutz vor Botrytis, sondern durch die Erweiterung der Wirkstoffpalette auch mehr Spielraum bei der Mittelauswahl. Dadurch sollte einer etwaigen neuen Resistenzbildung vorgebeugt werden. REDL (1999) wies jedoch schon 1999 darauf hin, dass auch bei den

neuen Botrytiziden die Gefahr der Bildung resistenter Pilzstämmen sehr hoch einzuschätzen ist, weshalb die Anwendung der Wirkstoffe im Zeichen vorbeugender Antiresistenz-Strategien erfolgen müsse. Berichte aus anderen Ländern gaben ihm Recht: Nach COUDERCHET (2003) wurden die Wirkstoffe Diethofencarb und Carbendaxim in der Champagne bereits in den 70ern zur Botrytisbekämpfung zugelassen. Durch eine umfangreiche Nutzung der Wirkstoffe entwickelte *Botrytis cinerea* schnell resistente Stämme. Nach einem Höhepunkt im Jahr 1991, als 58% der Botrytisstämmen Resistenzen aufwiesen, kam es durch eine starke Reduzierung der Anwendungen zu einem Rückgang der resistenten Stämme. Trotzdem wiesen 2001 noch elf Prozent der Botrytisstämmen in der Champagne Resistenzen gegenüber Diethofencarb und Carbendaxim auf. LEROUX et al. (1999) isolierten bereits zwischen 1993 und 1997 von Weingartenflächen im Elsass, Armagnac, Bordeaux, Champagne und Loire Tal Botrytis-Stämme, die gegen Fludioxonil oder Cyprodinil Resistenzen aufwiesen.

FILLINGER et al. (2008) isolierten in 2005 und 2006 in französischen und deutschen Weingärten *Botrytis cinerea* Stämme, die eine Resistenz gegenüber Fenhexamid aufwiesen. BÖRNER et al. (2009) erwähnen Resistenzen gegenüber Anilinopyrimidinen, Auch REDL (2004) verweist darauf, dass Botrytizide aufgrund ihrer Wirkungsweise und wegen der biologischen Eigenheiten des Botrytispilzes hochgradig resistenzgefährdet sind. Anzeichen für weniger sensible oder bereits resistente Botrytisstämmen gibt es bereits an mehreren Standorten, unter anderem auch in Österreich.

Neben resistenten Stämmen von *Botrytis cinerea* gibt es auch andere Botrytis-Arten, die resistent gegen Fungizide sein können. Zum Beispiel ist *Botrytis pseudocinerea* ein Biotyp der vorwiegend auf Trauben adaptiert ist und eine natürliche Resistenz gegenüber dem Wirkstoff Fenhexamid aufweist. In vitro-Untersuchungen dieser Stämme mit den Wirkstoffen Fludioxonil und Cyprodinil zeigten jedoch, dass das Mycelwachstum aller Stämme sehr gut hemmen ist (REIB 2005).

Strategien gegen Resistenzen

Da es fast keine effektiven Methoden gibt, um eine mögliche Infektion mit *Botrytis cinerea* vorherzusagen (REDL 1999), findet die Bekämpfung des Pilzes mit Botrytiziden zumeist zu den – oben erwähnten – phänologischen Stadien der Nachblüte, Traubenschluss und Weichwerden der Beeren statt.

BROOME et al. (1995) entwickelten ein Modell, das die Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit *Botrytis cinerea* auf Basis der Interaktion zwischen Temperatur und Feuchtigkeit kalkuliert. Dazu wurden Beeren in eine *Botrytis cinerea*-Sporensuspension getaucht und für 4, 8, 12, 16 oder 20 Stunden bei feuchtem Milieu und bei Temperaturen zwischen 12 und 30°C inkubiert. Bei allen getesteten Temperaturen waren die Beeren nach bereits vier Stunden infiziert und die Stärke der Infektion variierte von 9% (bei 12°C) bis 37% (bei 20°C). Nach einer Inkubationszeit von 24 Stunden in feuchtem Milieu wurde ein maximaler Befall von 54% bis über 90% gemessen. Durch ein Multi-Regressions-Modell wurde daraufhin die Funktion der Interaktion von Feuchtigkeitsdauer, Temperatur und Botrytisinfektion beschrieben. Das Berechnungsmodell wurde auf ein Computerprogramm und eine Messstation im Freiland übertragen, mit der alle 15 Minuten Temperatur, Feuchtigkeitsdauer, Niederschlag und die relative Luftfeuchtigkeit gemessen wurde und die stündlich die durchschnittlichen Werte berechnete. Sobald an den Blättern der Reben Feuchtigkeit detektiert wurde, wurde die Berechnung eines möglichen Botrytisbefalls in die Wege geleitet. Um das relative Risiko einer Infektionsperiode

festzustellen wurden die zuvor gemessenen Werte mit denen des Multi-Regressions-Modells verglichen. Sobald ein mittleres oder hohes Infektionsrisiko berechnet wurde, wurde der Einsatz eines Pflanzenschutzmittels empfohlen. Die Kalkulation wurde gestoppt, sobald eine länger als vier Stunden andauernde Trockenperiode registriert wurde. Kam es zu einer erneuten Feuchteperiode innerhalb weniger als vier Stunden, wurde diese Periode mit der letzten summiert. Das Modell wurde in Weingärten, bepflanzt mit der Tafeltraube Thompson Seedless, in Chile in den Vegetationsperioden 1991-1992 und 1992-1993 angewandt. Verglichen wurde der Einsatz von den Fungiziden Captan (3,2 kg/ha) und Vinclozolin (1 kg/ha) nach der Empfehlung des Computerprogramms, basierend auf den Messungen der Wetterstation und des Berechnungsmodells und der Einsatz von Fungiziden zu dem Stadium der Blüte, zur Traubenausdünnung, zum Weichwerden der Trauben, kurz vor der Ernte und zusätzlich nach starkem Regen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Häufigkeit und Stärke des Botrytis Befalls bei beiden Verfahren ähnlich waren. Das Standard-Programm umfasste sechs bis neun Fungizidausbringungen in den Jahren 1991-1992 und vier bis fünf in den Jahren 1992-1993. Beim Botrytis-Berechnungs-Modell wurden zwei bis vier Anwendungen in den Jahren 1991-1992 vorgenommen und null bis fünf in den Jahren 1992-1993. In manchen Weinbergen, war die Fäulnis deutlich geringer beim Einsatz der Fungizide nach der Berechnung des Botrytis-Modell-Systems als im Vergleich zu dem Standard-Programm für die Fungizidausbringung.

Dieses Modell zeigt, dass eine Berechnung zwar möglich ist, jedoch ist der Aufwand enorm. Hinzu kommt, dass es sich bei dem Versuch um Tafeltrauben handelt, bei denen der übliche Fungizideinsatz wesentlich höher angenommen wurde, als es bei der Produktion von Trauben für die Weinbereitung in europäischen Breiten üblich ist. Zwei bis vier bzw. null bis fünf, vom Modell empfohlene Anwendungen entsprechen in Österreich im Schnitt auch den Anwendungen eines Botrytizid- bzw. Fungizideinsatzes nach phänologischen Terminen. Natürlich könnte man das Modell auf Keltertrauben adaptieren, jedoch haben die zur Verfügung stehenden Fungizide gegen Botrytis keine kurative sondern nur eine vorbeugende Wirkung. Das Einsatzfenster wäre sehr gering. Hinzu kommt, dass das spezifische Mikroklima von Weingärten zu Weingärten stark variieren kann, weshalb jeweils eine individuelle Messung der Wetterdaten erfolgen müsste.

Laut CLERJEAU (1994) ist die einzig erfolgreiche Strategie gegen Resistenzbildungen von *Botrytis cinerea* gegenüber Fungiziden die Reduzierung des Mitteleinsatzes. Ein Einsatz nach vorheriger Abschätzung der Befallssituation ist aber aufgrund der oben genannten Argumente auch mit einem Modell dieser Art nicht wirklich möglich. Antiresistenz-Strategien beim Einsatz von Botrytiziden sollten jedoch unbedingt auf andere Art erfolgen. Dazu gehören folgende Punkte (REDL 1999):

- keine Unterdosierung des Wirkstoffes
- abwechselnder Einsatz der Wirkstoffe
- gezielte Applikation in die Traubenzone, gute Benetzung der Trauben und Beeren
- je Wirkstoff bzw. Wirkstoffgruppe nur eine Behandlung pro Jahr

2.4.2.2 Biologische Bekämpfung

Im ökologischen Weinbau setzt man zusätzlich zu den wuchsvermindernden, vorbeugenden Maßnahmen auf Pflanzenstärkungsmittel, die die Widerstandskraft der Rebe durch Abhärtung erhöhen. Verwendet werden siliziumhaltige Präparate, in Form von Pflanzenextrakten und Wasserglas sowie Algen- und Kompostextrakte (KAUER und KIEFER 1995).

Wasserglas

Laut KAST et al. (2008) ist Wasserglas in bestimmten Fällen ein geeignetes Mittel zur Verminderung der Traubenfäulnis. Spritzt man eine Wasserglassuspension auf die Trauben, kristallisiert diese beim Abtrocknen aus und bildet einen harten Überzug auf der Beerenschale. Wasserglas wirkt in dann gut, wenn der Botrytispilz über die, bei zunehmender Reife anfälliger Beerenschale eindringt. Eine unzureichende Wirkung zeigt sich hingegen, wenn die Trauben zu kompakt werden und sich die Beeren gegenseitig am Stilansatz abdrücken. KAST et al. (2008) empfehlen daher bei dichten Sorten Maßnahmen gegen die Kompaktheit, wie z.B. gezielte Steuerung des Wachstums, frühes Entblättern, spätes Gipfeln oder den Einsatz von Gibberellinen. Weiters sieht KAST in der Anwendung von Wasserglas keine Alternative zur Behandlung der Rebe mit Fungiziden.

Algenextrakt

Laut ZIEGLER (2009) wird aus Rot- und Braunalgen durch Auspressen ein Extrakt gewonnen, der neben höheren Gehalten an Spurenelementen auch pflanzliche Hormone, Aminosäuren und Vitamine enthält. ZIEGLER (2009) beschreibt, dass mehrere Blattdüngungsversuche mit dem Einsatz dieser Algenextrakte einen verminderten Botrytisbefall an den Trauben aufwiesen. Die Mittel wurden mehrmals vor und nach der Reblüte eingesetzt. Damit scheinen sich die positiven Ergebnisse von Algenanwendungen an anderen Kulturen auch an Reben zu bestätigen. Nach den bisherigen Beobachtungen ist laut ZIEGLER (2009) der Einsatz von Algenextrakten besonders bei Applikationen vor und kurz nach der Reblüte erfolgversprechend.

weitere silikathaltige Mittel

Laut HOFMANN (2007) belegen Versuche die pflanzenstärkende Wirkung von silikathaltigen Pflegemitteln (Milsana, Oikomb) zur Verhinderung eines Botrytisbefalls. Er empfiehlt die Verwendung dieser, besonders bei einem Hagelschlag, zur Pflanzenstärkung und Botrytisabwehr.

Ein weiterer Ansatz zur biologischen Botrytisbekämpfung ist der Einsatz von Mikroorganismen gegen Botrytis. Diese Mittel zur biologischen Kontrolle (BCA) sollen als natürliche Gegenspieler in Form von Hyperparasiten oder Nahrungskonkurrenten gegen Botrytis wirken (HOFMANN 2007).

Die Mikroorganismen werden dabei vorbeugend zum Zeitpunkt der Blüte, Traubenschluss und Weichwerden auf die Traube ausgebracht und sollen dort als natürliche Gegenspieler gegen Botrytis wirken. Auskeimende Botrytissporen werden dabei vom Pilz parasitiert und abgetötet (HOFMANN 2007). Laut GULLINO (1992) entsteht die primäre Konkurrenz zwischen den Mikroorganismen und *Botrytis cinerea* vor allem während der Besiedelung der Blütenrückstände. Aus diesem Grund empfiehlt auch er eine Behandlung der Rebe mit dem Antagonisten am Ende der Blüteperiode.

Laut HOFMANN (2003, 2007) wird die Anwendung von Mikroorganismen wie z.B. *Bacillus Brevis*, *Bacillus subtilis* und *Trichoderma*-Präparaten aktuell in Versuchen erprobt. Auch STEINBÜCHEL und OPPERMANN-SANIO (2003) verweisen darauf, dass einige Stämme von *Bacillus subtilis* das cyclische Lipopeptid Iturin A produzieren, welches in der Landwirtschaft gegen den Befall von Pflanzen mit den Pilzen *Botrytis cinerea* und

Rhizoctonia solani eingesetzt wird. Laut HOFMANN (2003, 2007) lassen die ersten Versuchsergebnisse optimistisch in die Zukunft blicken. Er sieht jedoch offene Fragen wenn es um die Herstellung, Formulierung und Anwendung dieser Präparate geht. Nach REDL (2009) waren die Ergebnisse mit antagonistischen Organismen (*Bacillus subtilis*, *Trichoderma sp.* u. a.) bei den Prüfungen im österreichischen Weinbau bislang völlig unbefriedigend.

Trichoderma ssp.

Laut ELAD und STEWART (2004) wurden bereits 1951 erste Versuche zur biologischen Kontrolle von Botrytis mit Mikroorganismen durchgeführt. Seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde vermehrt mit dem Einsatz von *Trichoderma ssp.* gegen Botrytis bei Blüten der grünen Bohne, Erdbeeren, Gewächshaus-Pflanzen und auch gegen Botrytis der Traube experimentiert.

GULLINO (1992) führt die antagonistische Aktivität von Arten der Gattung *Trichoderma* auf verschiedene, auch spontan auftretende Mechanismen zurück. Diese sind Konkurrenz, Antibiose oder direkt parasitisches Auftreten des Antagonisten gegen Botrytis. Im Fall von *Botrytis cinerea* auf der Traube kommt es zu Konkurrenz um den Lebensraum und zum Parasitieren des Pilzes durch *Trichoderma ssp.*. Durch Ausbringung von *Trichoderma ssp.* am Ende der Blüteperiode kann es zu einer Vermeidung der Ausbreitung von *Botrytis cinerea* in den Blütenresten kommen, da der Lebensraum bereits von *Trichoderma* besetzt ist. Der Antagonist agiert dabei quasi als Pionier. GULLINO (1992) verweist dabei auf eine Publikation von Dubos aus dem Jahre 1982, wobei aufgeführt wird, dass Isolationen von Blütenkämpchen zu 61% mit *Botrytis cinerea* befallen waren. Hingegen zeigten nur 12% der Kämpchen, die zuvor mit *Trichoderma* behandelt wurden, einen Befall mit *Botrytis cinerea*.

Probleme beim Einsatz von *Trichoderma* ergeben sich laut GULLINO (1992) durch die Empfindlichkeit des Antagonisten gegenüber Temperatur. Nur wenige Stämme zeigen gute antagonistische Wirkungen bei Temperaturen unter 15 und über 20° Celsius, wobei bei feuchten Bedingungen die besten Ergebnisse erzielt wurden. Schwierig ist laut GULLINO (1992) auch der Ausbringungszeitpunkt. Dieser erfolgte bei Freilandversuchen oft zu heißen, trockenen Perioden, wodurch die Wirksamkeit verringert wird.

Nach SHTIENBERG (2004) wurde zwischen 1988 und 1994 weltweit eine Serie von 133 Experimenten durchgeführt, um die Wirksamkeit von *Trichoderma harzianum* T39 mit der von chemischen Behandlungen in voller Aufwandmenge zu vergleichen. Die Experimente beinhalteten auch Versuche, in denen *Trichoderma harzianum* gemeinsam mit einer reduzierten Menge an Fungiziden der Dicarboximide, Benzimidazole und Anilinopyrimidine alternierend ausgebracht wurde. Dies wurde mit einer Variante, bei denen auch weniger Fungizide (zu demselben Termin und zu gleicher Menge wie die Fungizidausbringung in der alternierenden Variante), jedoch kein *Trichoderma harzianum*, ausgebracht wurden, verglichen. Die Versuche zeigten, dass die volle Aufwandmenge die besten Ergebnisse im Kampf gegen *Botrytis cinerea* aufwies. Die Variante der ausschließlichen *Trichoderma harzianum* T39 – Ausbringung und die Variante der alleinigen Verwendung von Fungiziden in einer reduzierten Aufwandmenge zeigten deutlich schlechtere Ergebnisse. Einzig die Variante der alternierenden Kombination von *Trichoderma harzianum* und Fungiziden in verringerter

Aufwandmenge zeigten ähnliche Resultate wie die Varianten, die ausschließlich mit der vollen Fungizidmenge behandelt wurden. Auch laut TRONSMO und HJELJORD (1998) zeigte der Einsatz von *Trichoderma harzianum* erfolgreiche Ergebnisse in Italien, Frankreich, Israel und den USA. Jedoch verweisen auch sie darauf, dass die beste Anwendung eine Kombination aus *Trichoderma ssp.* mit einem reduzierten Fungizideinsatz ist. Nach SHTIENBERG (2004) ergibt sich die Möglichkeit den Aufwand von Fungiziden durch den Einsatz von *Trichoderma ssp.* zu verringern und die Gefahr der chemischen Rückstände im Erntegut zu minimieren. Weiters kann dadurch auch die Gefahr der Resistenzbildung zurückgehen, da die Häufigkeit des Einsatzes der Wirkstoffe verringert wird.

Zu den antagonistischen Organismen zählt auch der Hefepilz *Aureobasidium pullulans*, der in dem Versuch 2008, der dieser Arbeit zugrunde liegt, angewandt wurde. Eine genaue Beschreibung dieses Präparats erfolgt im Kapitel 4.3 Versuchsmittel.

3 Problemstellung

Winzer und Traubenproduzenten möchten hochwertiges, gesundes Lesegut, das sich durch optimale Reife auszeichnet und möglichst frei von *Botrytis* und anderer Fäulnis ist. Dazu sind grundsätzlich befallsvorbeugende Maßnahmen zur Bekämpfung von *Botrytis cinerea* erforderlich, zumal im Bereich der direkten Bekämpfungsmöglichkeiten die Produktpalette beschränkt ist.

Ein besonderes Problem ist die Biologie des Botrytispilzes. Seine Anpassungsfähigkeit, rasche Vermehrungsrate und sein vielfältiges Auftreten kommen einer Resistenzbildung gegenüber Fungiziden sehr entgegen. Die historische Entwicklung der Botrytizide war immer von nachfolgenden Resistenzerscheinungen des Pilzes begleitet, und auch gegenüber den sogenannten „Botrytiziden der neuen Generation“ wurden bereits resistente Botrytisstämmen gefunden. Daher wird die Wirksamkeit der Botrytizide gerade von Praktikern bereits öfters als nicht zufriedenstellend beurteilt. Die effektive Wirkung der Botrytizide gegen latente Botrytisinfektionen, die bereits in der Blütephase entstehen und dann bei Traubenreife ausbrechen, ist überhaupt fraglich. Auch muss die Wirtschaftlichkeit eines Botrytizideinsatzes beachtet werden. Da die Botrytizide teuer sind, wird ihr Einsatz oft genau abgewogen. Zusätzlich überdenken viele Produzenten auch aufgrund der Rückstandsproblematik der fungiziden Wirkstoffe im Wein den Einsatz von Botrytiziden.

Biologische Mittel und der Einsatz von biotechnischen Bekämpfungsmaßnahmen waren bislang vor allem in Gebieten mit befallsfördernder Witterung völlig unbefriedigend.

Aufgrund dieser Problematik sind neue Lösungsansätze gefordert. Unterstützt durch die zunehmende „Bio-Welle“ reagiert die Industrie mit der Lancierung von neuen „Bio-Wundermitteln“. Ein solches vielversprechendes Produkt ist der antagonistisch wirkende Hefepilz *Aureobasidium pullulans*, der in Form des Pflanzenstärkungsmittels „Botector“ von der Firma bio-ferm GmbH (Tulln) angeboten wird. Dieses Produkt soll als Konkurrent um den gemeinsamen Lebensraum die Ausbreitung von *Botrytis cinerea* verhindern und so effektiv zur Gesundheitshaltung der Trauben beitragen.

Die natürlichen Befallsbedingungen der Steiermark bieten gute Möglichkeiten, um die Wirksamkeit von *Aureobasidium pullulans* zu erforschen. Um neue Erkenntnisse über den optimalen Einsatzzeitpunkt, eine mögliche Wechselwirkung mit Botrytiziden und die Auswirkungen des Einsatzes für die Trauben und der daraus resultierenden Weine zu erlangen, wurde in der Vegetationsperiode 2008 ein Freilandversuch in der Südsteiermark durchgeführt. Auf einer Weingartenfläche in Steinbach bei Gamlitz, die mit der Sorte Morillon bepflanzt ist, wurde ein umfassender Spritzversuch angelegt, wobei sämtliche praxisrelevanten Varianten der Botrytizid- und *Aureobasidium pullulans*-Ausbringung angewandt wurden. Ziel war es, nicht nur die Wirksamkeit zu überprüfen, sondern auch eine Variante zu finden, die möglichst gesunde, botrytisfreie Trauben mit einer optimalen Reifegradation und Weinqualität aufweist. Aufbauend auf den Ergebnissen des Feldversuches, der Botrytisbonitur, dem Traubenreifeverlauf, der Mikrovinifikation ausgewählter Varianten und der analytischen und sensorischen Prüfung der Versuchsweine werden die Fragestellungen teils statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse sollen Grundlage für die Diskussion über eine positive oder negative Bewertung des Einsatzes von *Aureobasidium pullulans* gegen *Botrytis cinerea* bieten und dazu dienen, eine Empfehlung über den Einsatz des Hefepilzes *Aureobasidium pullulans* abgeben zu können. Weiters soll die wirtschaftliche Komponente eines Einsatzes von Botrytiziden oder *Aureobasidium pullulans* erörtert werden.

4 Material und Methode

Bei der Anlage eines derartigen Versuches, war es von besonderer Bedeutung, möglichst homogene Bedingungen für die verschiedenen Varianten in einer Praxisfläche vorzufinden. Als Versuchsfläche wurde ein Weingartenstück ausgewählt, dessen Eigenschaften und spezifischen Besonderheiten gut bekannt waren.

4.1 Versuchsfläche

Die insgesamt elf Versuchsvarianten wurden auf einer Ertragsfläche in Steinbach bei Gamlitz in der Südsteiermark mit der Rebsorte Morillon (Syn. Chardonnay) geprüft. Es handelt sich bei um eine nach Westen ausgerichtete Fläche mit leichter Hanglage, deren Oberboden aus lehmigem Sand (ca. 40cm) und deren Unterboden aus Opok (Mergel) besteht. Die Morillon-Anlage wurde im Jahr 2000 gepflanzt und sie zeichnet sich durch einen sehr homogenen Zustand der Stöcke aus. Die Erziehungsart ist eine Kopferziehung (Kordondraht auf 85 cm Höhe) bei der die Stöcke mittels jeweils einem Flach- und einem Halbbogen auf ca. 15 Augen pro Stock geschnitten wurden (~5 Augen pro m²). Die Laubwandhöhe lag 2008 bei ca. 120 cm. Die Bodenbedeckung ist eine naturgelenkte Dauerbegrünung, die fünf Mal im Jahr maschinell gemulcht wurde. Der Unterstockbereich wurde freigespritzt (Clinic). Folgende Abbildung 1 gibt einen kurzen Überblick über die Anlage:

Bezeichnung	Morillon Hausweingarten
Sorte	Morillon (Chardonnay)
Lage	Steinbach bei Gamlitz
Flächengröße	0,5 ha
Ausrichtung	West
Hangneigung	35%
Boden	lehmiger Sand
Unterlage	SO4
Pflanzjahr	2000
Zeilenbreite	2,60 m
Stockabstand	1,1 m

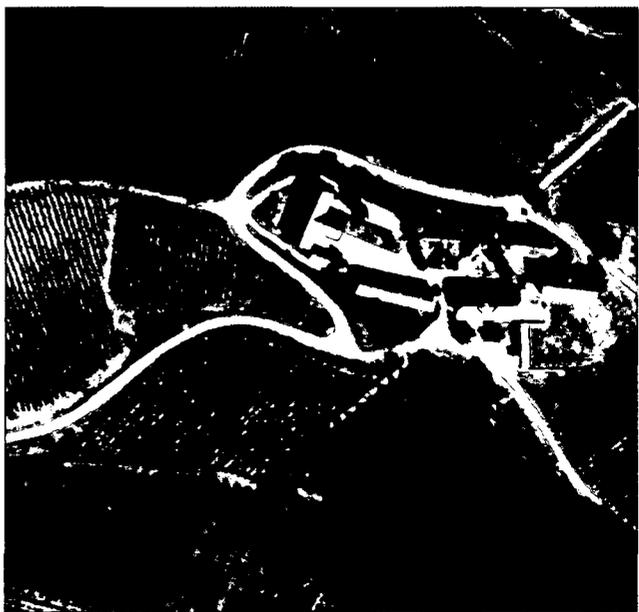


Abbildung 1: Wichtige Kenndaten und Abbildung der Versuchsfläche

In der Versuchsfläche wurden Rebschnitt, Stock-, Bodenbearbeitung und – bis auf die Botrytisbekämpfungsmittel – auch die Pflanzenschutzmaßnahmen entsprechend den Voraussetzungen eines Laborversuchs durchgeführt und es wurde versucht, die Ceteris-paribus-Klausel anzuwenden.

Der manuelle Rebschnitt erfolgte Ende Februar, das Fruchtholz wurde aufgebunden, dann gleichmäßig gejätet und die Triebe wurden händisch eingestriekt. Auf weitere Laubarbeitsmaßnahmen wurde, abgesehen von maschinellem Wipfeln, verzichtet. Die Pflanzenschutzmittelausbringung erfolgte betriebsüblich und nach den

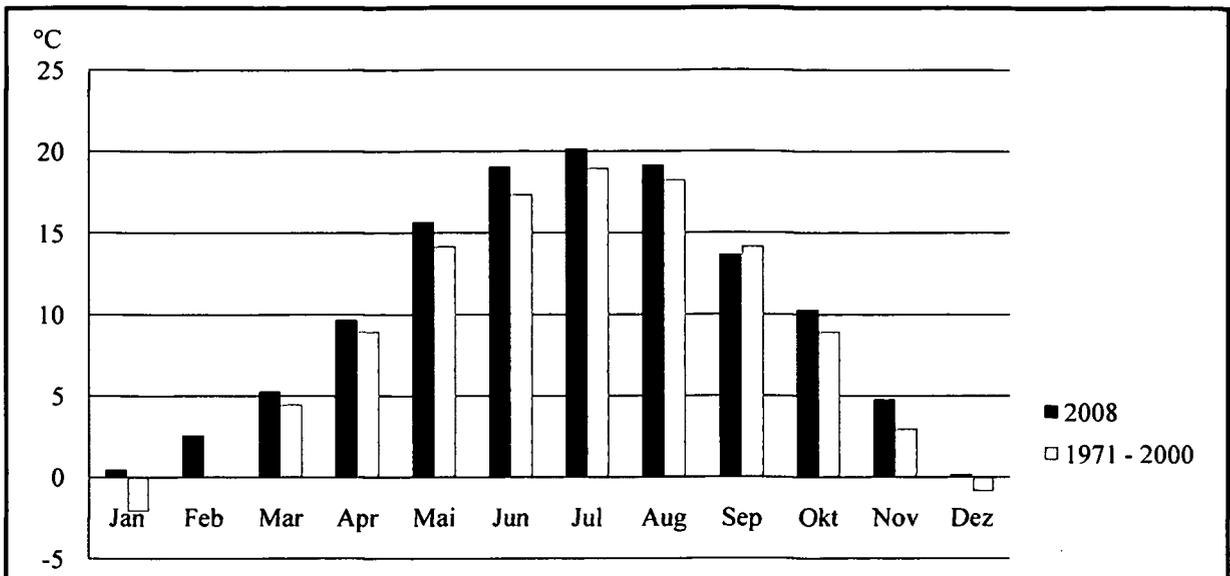


Abbildung 2: Vergleich der Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) 2008 zum langjährigen Mittel, Station Wagna/Leibnitz

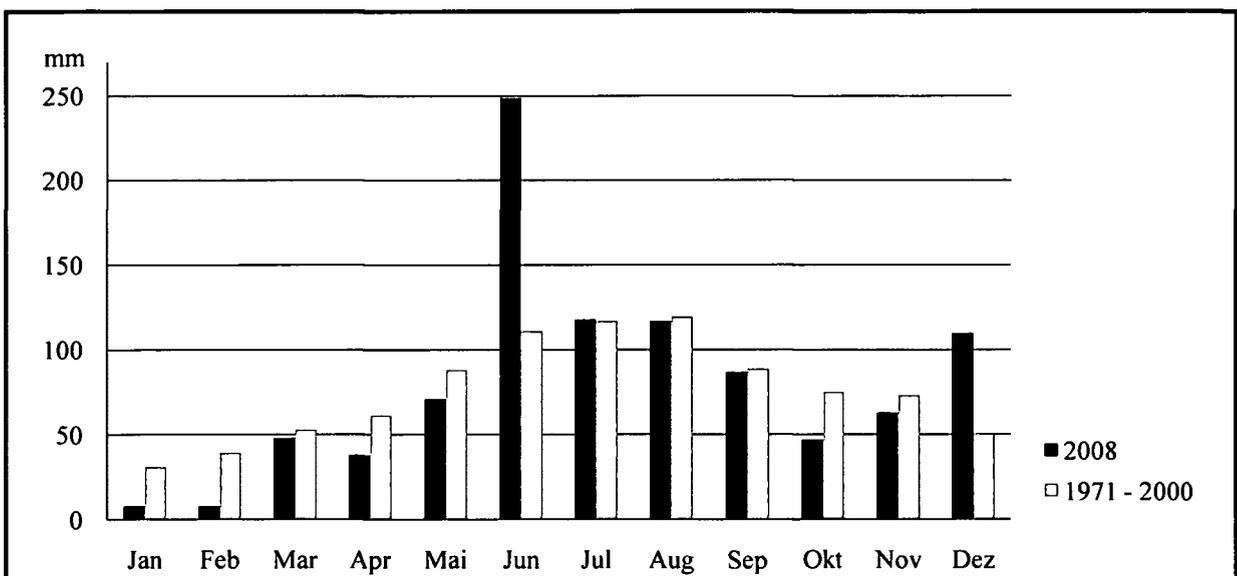


Abbildung 3: Vergleich der Monatsmittelwerte des Niederschlags (mm) zum langjährigen Mittel, Station Wagna/Leibnitz

Wie aus Abbildung 2 ersichtlich, sind die monatlichen Temperaturen des Jahres 2008 im Vergleich zum Mittel von 1971-2000 leicht erhöht. Das Frühjahr war warm, mild und trocken. Die Sommermonate zeichneten sich durch warme, jedoch auch relativ feuchte Bedingungen aus. Im Bereich der monatlichen Niederschlagssummen war vor allem der Juni 2008 im Vergleich zum langjährigen Mittel durch doppelt so starke Niederschläge gekennzeichnet.

Um eine genaue Übersicht der Niederschlags- und Temperaturverteilung des Monats Juni zu bekommen, wurden Daten der Wetterstation „Strauß Karl (Steinbach)“, die sich ca. 500m von der Versuchsfläche entfernt befindet, herangezogen (Abbildung 4). Der Niederschlagsverlauf (mm) ist durch schwarze Balken dargestellt, die

dazugehörige Skala befindet sich auf der rechten Seite des Diagramms. Die drei farbigen Kurven zeigen den Temperaturdurchschnitt sowie das Temperaturmaximum und -minimum (°C), die korrespondierende °Celsius-Skala befindet sich auf der linken Seite des Diagrammes.

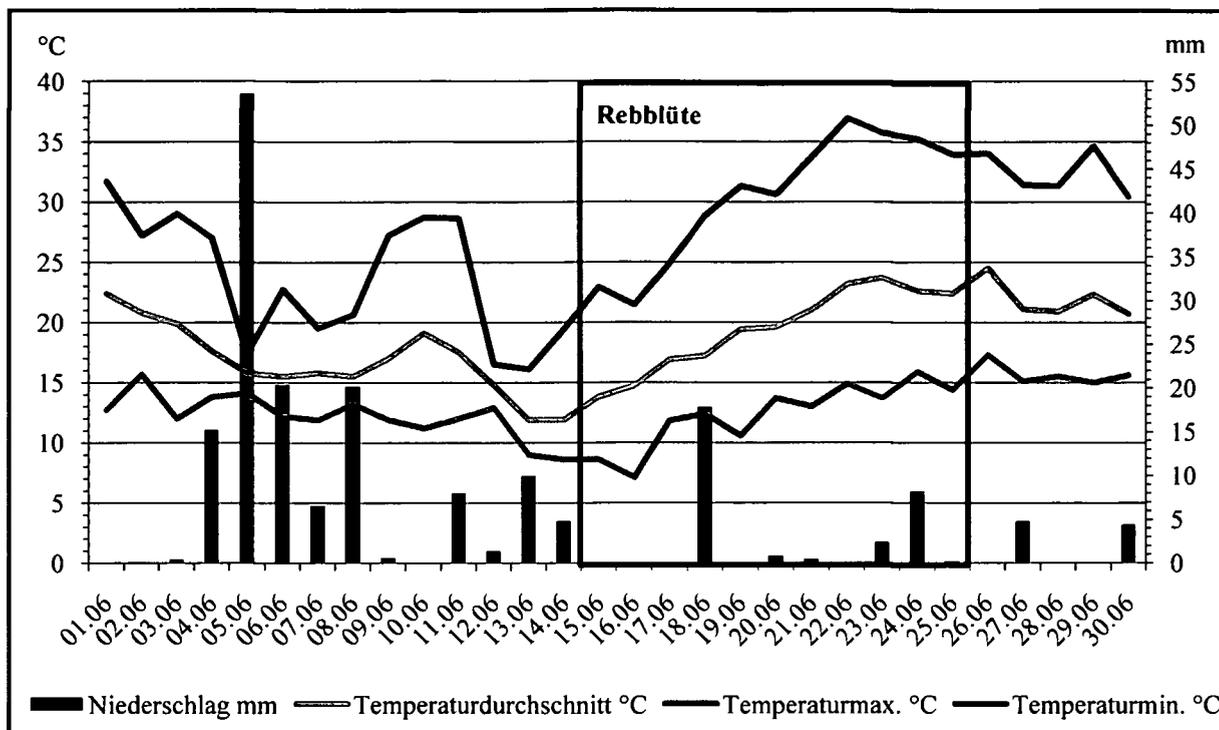


Abbildung 4: Darstellung Niederschlag (mm), Durchschnittstemperatur (°C), Temperaturmaximum (°C) und Temperaturminimum (°C) des Monats Juni 2008, Station Strauß Karl (Steinbach)

Wie aus Abbildung 4 ersichtlich, war vor allem die erste Junihälfte von starken Niederschlägen gekennzeichnet. Allein zwischen 3.-14. Juni wurden insgesamt 141mm Niederschlag gemessen, was, verglichen mit dem langjährigen Mittel, bereits den durchschnittlichen Monatsmittelwert des Niederschlags des Monats Juni überschreiten würde. Diese erste Regenperiode wurde nur durch einen niederschlagsfreien Tag (10.06.) unterbrochen. In der zweiten Monatshälfte kam es zu weiteren vereinzelt Niederschlägen. Die Kurve der Durchschnittstemperatur zeigt, über den Monat verteilt, generell hohe Durchschnittstemperaturen zwischen 12 und 25 °C. Die Tageshöchsttemperaturen waren Anfang des Monats stark schwankend, an Regentagen lagen diese zumeist zwischen 16 und 28 °C. Ab dem 18.06. wurden kontinuierlich Tageshöchsttemperaturen von über 30 °C gemessen. Die Temperaturminima lagen zwischen 7 und 17 °C.

Am 2. August kam es zu einem Hagelschlag. Der Schaden betrug 15-20%. Ein weiterer Hagelschlag wurde am 12. September verzeichnet. Im warmen September kam es zu starken Niederschlägen (Abbildung 5), der Oktober war verhältnismäßig trocken. Folgendes Diagramm (Abbildung 5) zeigt den Witterungsverlauf des September 2008 der Wetterstation „Strauß Karl (Steinbach)“:

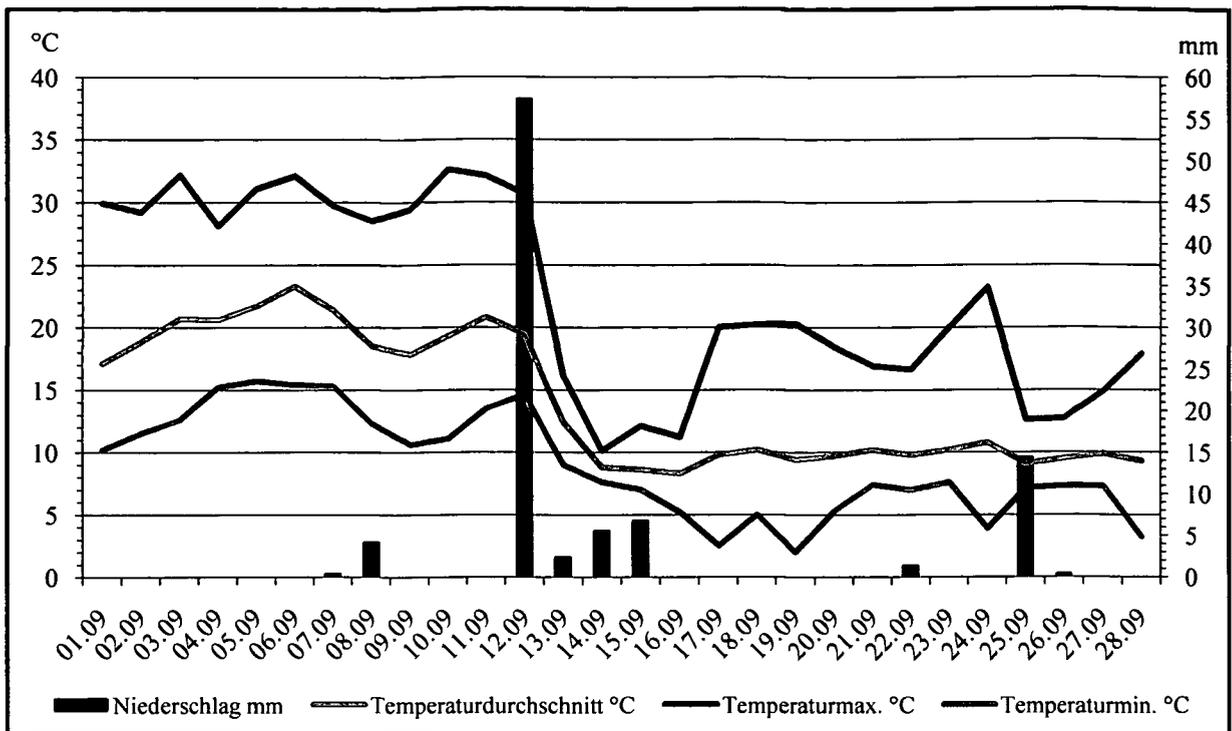


Abbildung 5: Darstellung Niederschlag (mm), Durchschnittstemperatur (°C), Temperaturmaximum (°C) und Temperaturminimum (°C) des Monats September 2008, Station Strauß Karl (Steinbach)

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich, waren die Daten der Wetterstation von 1.-28. September verfügbar. Das erste Drittel des Monats war gekennzeichnet durch sehr warme Temperaturen mit Tageshöchsttemperaturen zwischen 28 und 32,8°C und Durchschnittstemperaturen zwischen 17 und 23°C. Am 12. September kam es zu starken Niederschlägen (57mm) und Hagelschlag und an den darauffolgenden, regnerischen Tagen sanken die Temperaturen deutlich ab. Ab Monatsmitte wurden Durchschnittstemperaturen um 10°C gemessen, die Tageshöchsttemperaturen lagen zwischen 11 und 23°C. Am 25. September kam es zu einem Niederschlag von 15mm.

Die phänologische Entwicklung der Rebe ist durch folgende Daten gekennzeichnet: Die Blüte erfolgte Mitte bis Ende Juni. Die abgehende Blüte wurde um den 25. Juni beobachtet. Der Traubenschluss fand um den 10.-15. Juli statt und das Weichwerden der Beeren erfolgte um den 20. August.

4.3 Versuchsmittel

Aureobasidium pullulans

Aureobasidium pullulans (de Bary) Arnaud gehört zur Gattung *Aureobasidium*, die den Ascomyceten zugeordnet wird. Der Pilz ist auch unter der Trivialbezeichnung „schwarze Hefe“ bekannt, da sich sein Mycel im Alter durch Melanineinlagerung dunkel verfärbt (HOLZAPFEL et al. 2004). Das Temperaturoptimum von *Aureobasidium pullulans* liegt bei 25°C. Bei Temperaturen zwischen 2 und 35°C wächst der Pilz fädig und bildet ein Mycel. Bei Verschlechterung des Ökosystems bilden sich jedoch Sprosszellen (Hefen), die bei Austrocknung durch Wind verfrachtet werden können. *Aureobasidium pullulans* kommt weltweit in Böden, auf Pflanzenteilen, Getreiden und Tapeten bzw. Gebrauchsgegenständen vor (HOLZAPFEL et al. 2004, SCHENA et al. 2002). Erste Experimente mit *Aureobasidium pullulans* als Pflanzenschutzmittel wurden im Zuge der Nacherntetechnologie gegen Lagerfäulnis bei Äpfeln angewandt. Laut CASTORIA et al. (2001) wurde der *Aureobasidium pullulans* - Stamm LS-30 im Jahr 1993 von Annurca-Äpfeln isoliert und die antagonistische Aktivität des Stammes wurde an verwundeten Äpfeln (Sorte Royal Gala, ein Monat alt) und an Tafeltrauben (Sorte Italia, handelsreif) getestet. Die Ergebnisse von CASTORIA et al. zeigten, dass die Oberflächen der mit *Aureobasidium pullulans* behandelten Äpfel und Trauben wesentlich geringere Infektionen mit *Botrytis cinerea* aufwiesen. Weiters wurde belegt, dass *Aureobasidium pullulans* keine antibiotischen Substanzen bildet und dass es auch zu keiner direkten Interaktion der Zellen mit dem Pilz kommt. Vielmehr beruht die Wirksamkeit des Pilzes auf der Nährstoff- und Lebensraumkonkurrenz zu *Botrytis cinerea*.

SCHENA et al. (1999) erwähnen in ihrem Artikel "Genetic diversity and biocontrol activity of *Aureobasidium pullulans* isolates against postharvest rots", dass die Verwendung des *Aureobasidium pullulans* Stammes L47 ein effektives Mittel zur Kontrolle von Fäulnissen der Trauben sein könnte, da der Pilz eine hohe biologische Effizienz aufweist und auch unter verschiedensten Feldbedingungen überleben kann.

Für die Versuchsdurchführung wurde eine Granulat-Formulierung der aus der Natur isolierte Hefestämme von *Aureobasidium pullulans* DSM 14940 und DSM 14941 der Firma bio-ferm GmbH. (Tulln) geprüft. Während der Versuchsdurchführung 2008 befand sich das Produkt noch im Versuchsstadium, mittlerweile ist das Präparat unter dem Namen Botector erhältlich und für die biologische und integrierte Produktion in Österreich zugelassen. Laut dem Hersteller bio-ferm entfaltet *Aureobasidium pullulans* durch Konkurrenz mit dem Schaderreger um Nahrung und Lebensraum seine Wirkung. Die empfohlene Aufwandmenge beträgt laut Hersteller 400 g/ha in 300-500 Liter Wasser (ANONYM 2010b).

Switch 62,5 WG

Switch 62,5 WG ist ein wasserdispergierbares Granulat der Firma Syngenta-Agro, Es besteht aus den zwei Wirkstoffen Fludioxonil (250 g/kg) und Cyprodinil (375 g/kg), die sich in ihrer Wirkung ergänzen. Laut Hersteller zeichnet sich Switch durch eine nachhaltige und lange Wirkungsdauer aus (ANONYM 2010c). Die maximale Aufwandmenge beträgt laut Österreichischem Pflanzenschutzmittelregister 0,1% bzw. 1 kg/ha bei einer Wasseraufwandmenge von 1000 Liter/ha (Berechnungsbasis).

Frupica

Laut Produktblatt des Herstellers Kwizda Agro enthält Frupica den Wirkstoff Mepanipyrim (500 g/kg) aus der Wirkstoffgruppe der Anilinopyrimidine (AP-Fungizid). Mepanipyrim ist ein protektives, nichtsystemisches Mittel mit guten Kontakt- und translaminaren Eigenschaften. Der auf die Pflanze ausgebrachte Wirkstoff wird durch die Pilzzellen aufgenommen und verhindert das Eindringen der Keimschläuche in das Wirtsgewebe. Die AP-Fungizide beeinflussen die Biosynthese der Aminosäure Methionin im Stoffwechsel des Pilzes wahrscheinlich durch Hemmung des Enzyms Cystathion- β -Lyase (BÖRNER et al. 2009). Frupica wirkt laut Hersteller 3-fach: Die Kontakt- und translaminare Wirkung wird durch eine Dampfphase wesentlich verstärkt, wodurch auch die schwer erreichbaren Beeren im Inneren der Trauben und das Stielgerüst besser geschützt werden. Der vorbeugend applizierte Spritzbelag verhindert das Eindringen der Keimschläuche der Pilzsporen in das Pflanzengewebe (ANONYM 2010d).

Die maximale Aufwandmenge von Frupica beträgt laut Österreichischem Pflanzenschutzmittelregister 0,12% bzw. 1,2 kg/ha bei einer Wasseraufwandmenge von 1000 Liter/ha (Berechnungsbasis).

Im Versuch 2008 wurden insgesamt 11 verschiedene Versuchsvarianten definiert (Tabelle 3), wobei die oben beschriebenen Mittel in verschiedenen Kombinationen ausgebracht wurden. Bei der unbehandelten Kontrollvariante (UK) erfolgte keinerlei *A. pullulans*- oder Botrytizid-Ausbringung.

Die Ausbringung der Botrytizide und *Aureobasidium pullulans* erfolgte in Anlehnung an REDL (2009) in den Entwicklungsstadien „Abgehende Blüte“ (24.6.08), „Traubenschluss“ (10.7.08) und „Weichwerden der Beeren“ (19.08.08). Die Ausbringung des Mittels Switch 62,5 WG erfolgte mit einer Konzentration von 0,1%, Frupica wurde mit einer Konzentration von 0,12% angewandt und *Aureobasidium pullulans* (Botector) mit einer Konzentration von 0,1%. Die Spritzbrühen wurden mit einem Lochmann Umkehraxialgebläsesprüher, aufmontiert auf einem Holder 774-Traktor, ausgebracht. Zwei Albus-Düsen wurden zu Mittelapplikation auf die Traubenzone ausgerichtet. Der maximale Spritzdruck lag bei 9 bar, die Fahrgeschwindigkeit betrug 4 km/h.

Die folgende Tabelle 3 zeigt die 11 Varianten des Versuches 2008.

Tabelle 3: Versuchsvarianten

Variante	Kurzbezeichnung	Präparatausbringung		
		Abgehende Blüte	Traubenschluss	Weichwerden
V1	UK			
V2	AP (AB+TS)	<i>A. pullulans</i>	<i>A. pullulans</i>	
V3	AP (AB+WW)	<i>A. pullulans</i>		<i>A. pullulans</i>
V4	AP (TS+WW)		<i>A. pullulans</i>	<i>A. pullulans</i>
V5	AP (AB+TS+WW)	<i>A. pullulans</i>	<i>A. pullulans</i>	<i>A. pullulans</i>
V6	Sw (AB) + AP (TS)	Switch	<i>A. pullulans</i>	
V7	Sw (AB) + AP (WW)	Switch		<i>A. pullulans</i>
V8	Sw (TS) + AP (WW)		Switch	<i>A. pullulans</i>
V9	Sw (AB) + Fr (TS)	Switch	Frupica	
V10	Sw (AB) + Fr (WW)	Switch		Frupica
V11	Sw (TS) + Fr (WW)		Switch	Frupica

Die Varianten sind von eins bis elf durchnummeriert. Der Zeitpunkt und das jeweilig ausgebrachte Mittel sind unter dem Punkt „Präparatausbringung“ aufgelistet. Zur vereinfachten Zuordnung der Varianten in den folgenden Darstellungen sind diese zusätzlich mit einer Kurzbezeichnung versehen. AP steht für *Aureobasidium pullulans*, Sw für Switch und Fr für Frupica. Die Kurzbezeichnungen in den Klammern geben den Applikationszeitpunkt wider (AB = abgehende Blüte, TS = Traubenschluss, WW = Weichwerden der Beeren). Die elf Varianten wurden auf einen Versuchsplan aufgeteilt, wobei jede Variante zweimal wiederholt wurde und somit jede Versuchsvariante dreimal ausgebracht wurde.

Folgendes Schema in Abb. 6 zeigt den Anlageplan des Versuchs in der Rebfläche und die Unterteilung der Fläche für die Versuchsdurchführung:

		Hangoberseite										
HS	Q	Reihen										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	...
1 Hangoberseite	Q6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2 Hangunterseite	Q6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Q1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	...
Hangunterseite												

Die Buchstaben (A-J...) symbolisieren die Reihen. Die Punkte stellen die einzelnen Stöcke innerhalb der Reihen dar. Jeweils vier Stöcke stehen zwischen zwei Stehern und bilden ein Quartier (Q1-Q6).

Zur Einteilung der Rebfläche für den Versuch wurde die Anlage gedanklich in die Hangoberseite (1) und Hangunterseite (2) geteilt. Jede Variante der Mittelausbringung (V1-V11) wurde drei Mal auf der Versuchsfläche wiederholt. Die Mittel wurden pro Wiederholung jeweils auf einer halben Reihe mit 6 Quartieren und 24 Stöcken ausgebracht.

Die Wiederholungen der Varianten können daher jeweils einer halben Zeile zugeordnet werden, die als Kodierung eine 1 für Hangoberseite oder eine 2 für Hangunterseite trägt. Bei einer statistischen Auswertung der Botrytisboniturergebnisse kann so die Lage bzw. Hangseite der Wiederholung berücksichtigt werden.

Die Einteilung der Zeilen in Quartiere erfolgte, um zu zeigen, welche Rebstöcke zur Botrytisbonitur herangezogen wurden. Jeweils die Quartiere Q3 und Q4, die sich in der Mitte der halben Zeilen befinden, wurden bonitiert. Dies geschah um einen eventuellen Einfluss durch Anfahrfehler mit dem Traktor oder eine Beeinflussung durch Abdrift und Überlagerung der Spritzmittel auf die Bonitur zu verhindern.

Zur besseren Verständnis folgendes Beispiel: Das grau unterlegte Feld trägt die Bezeichnung B1 und steht für Zeile B, Hangoberseite. Es beinhaltet die ersten 24 Stöcke der zweiten Zeile des Weingartens.

Abbildung 6: Schema Versuchsanlage

Die 11 definierten Versuchsvarianten wurden wie folgt auf den Versuchsplan aufgeteilt (Tabelle 4):

Tabelle 4: Bezeichnung der Varianten gemäß ihrer Verteilung im Feld

Zeile	Variante	Kurzbezeichnung
A1	V3	AP (AB+WW)
A2	V8	Sw (TS) + AP (WW)
B1	V1	UK
B2	V2	AP (AB+TS)
C1	V10	Sw (AB) +Fr (WW)
C2	V9	Sw (AB) + Fr (TS)
D1	V6	Sw (AB) + AP (TS)
D2	V4	AP (TS+WW)
E1	V5	AP (AB+TS+WW)
E2	V7	Sw (AB) + AP (WW)
F1	V11	Sw (TS) + Fr (WW)
F2	V1	UK
G1	V4	AP (TS+WW)
G2	V8	Sw (TS) + AP (WW)
H1	V9	Sw (AB) + Fr (TS)
H2	V3	AP (AB+WW)
I1	V2	AP (AB+TS)
I2	V6	Sw (AB) + AP (TS)
J1	V11	Sw (TS) + Fr (WW)
J2	V10	Sw (AB) +Fr (WW)
K1	V7	Sw (AB) + AP (WW)
K2	V4	AP (TS+WW)
L1	V1	UK
L2	V5	AP (AB+TS+WW)
M1	V3	AP (AB+WW)
M2	V11	Sw (TS) + Fr (WW)
N1	V10	Sw (AB) +Fr (WW)
N2	V7	Sw (AB) + AP (WW)
O1	V6	Sw (AB) + AP (TS)
O2	V9	Sw (AB) + Fr (TS)
P1	V8	Sw (TS) + AP (WW)
P2	V2	AP (AB+TS)
Q1	V5	AP (AB+TS+WW)

Die Zeilen (A1 bis Q1) können dem Anlageplan des Versuchs in der Rebfläche (Abbildung 6) zugeordnet werden.

Beispiel: Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass auf der oben erwähnten Beispielzeile (grau unterlegtes Feld in Abbildung 6) mit der Bezeichnung B1 (Zeile B, Hangoberseite) die unbehandelte Kontrollvariante V1 angewandt wurde.

4.4 Versuchsauswertung

Die Versuchsauswertung erfolgte in Form der Ermittlung des Traubenreifeverlaufs, durch eine Bonitur des Botrytisbefalls der Trauben (statistische Auswertung mit SPSS), weiters wurde der Traubenertrag ermittelt, der Gärverlauf dokumentiert, eine Mikrovinifikation durchgeführt, es erfolgte eine analytische und sensorische Weinbewertung ausgewählter Varianten und die Wirtschaftlichkeit eines Einsatzes von Botrytiziden und *Aureobasidium pullulans* wurde berechnet.

4.4.1 Traubenreifeverlauf

Pro Versuchsvariante wurden im Verlauf der Traubenreife am 9., 22. und 29. September 2008 Beerenproben gezogen. Die Reifebestimmung der fünf mikrovinifizierten Varianten erfolgte zusätzlich am 16. Oktober. Insgesamt 150 gesunde, botrytisfreie Beeren pro Variante wurden in einem Frischhaltebeutel gesammelt. Die Probenziehung erfolgte um sechs Uhr morgens. Anschließend wurden die Beutel verschlossen und an das Bundesamt für Weinbau in Eisenstadt gesandt. Dort wurden die Trauben zu Most gepresst und es erfolgte die Analyse mittels Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR).

Mit einem FTIR-Gerät können mehrere zuvor geeichte Parameter mit einer einzigen Messung bestimmt werden. Der Infrarotspektrometer misst die Durchlässigkeit einer Probe für Infrarotstrahlung. Die Infrarot-Strahlung wird dabei auf zwei ungleich langen Wegen durch die Probe zum Detektor geführt, wobei ein Interferogramm (Wellenmuster) entsteht. Dieses enthält die gesamte Information des Infrarotspektrums und wird anschließend über das mathematische Verfahren der Fourier-Transformation aus dem Interferogramm berechnet. Ist die Probe ein Substanzgemisch (z.B. Most), enthält das resultierende IR-Spektrum die qualitative und quantitative Überlagerung der Spektren aller vorhandenen Einzelkomponenten. Informationen über das Vorhandensein einzelner Stoffe und deren Konzentration lassen sich daher nur mittels Eichung und statistischer Methoden gewinnen. Die einzelnen Inhaltsstoffe lassen sich umso besser analysieren, je stärker ihr Gehalt das IR-Spektrum beeinflusst (BAUMGARTNER et al. 2001, AMANN 2004). Folgende Substanzen wurden analysiert: Dichte, Glucose, Fructose, Säure gesamt, Weinsäure, Äpfelsäure, pH, Milchsäure, flüchtige Säure, Gluconsäure, Alkohol, Glycerin, FernN, FAN, Ammonium, Kalium, Laccase und Anthocyane.

4.4.2 Bonitur des Botrytisbefalls der Trauben

Die Bonitur des Botrytisbefalls erfolgte am 4. Oktober 2008 und wurde nach folgendem Schema durchgeführt (Tabelle 5):

Tabelle 5: Skala zur Bewertung des Botrytisbefalls an *Vitis Vinifera*

Art des Botrytisbefalls	Anteil der Beeren	Klasse
Keine Beschädigung bzw. Verletzung erkennbar	0%	0
1-2 Beeren zeigen Verletzungen	0-5%	1
10-20 Beeren zeigen Verletzungen	10-19%	2
Ca. 1/3 der Beeren zeigen Verletzungen	20-34%	3
Mehr als die Hälfte der Beeren sind gesund	35-49%	4
Mindestens die Hälfte der Beeren pro Traube sind mit Botrytis befallen	>50%	5

Um ein möglichst aufschlussreiches und realitätsnahes Ergebnis zu bekommen, wurden jeweils zwei Quartiere pro Zeile jeder Versuchsvariante bonitiert. Da jede Variante auf drei Zeilen angewandt wurde, wurden in Summe pro Variante alle Trauben von sechs Quartieren bewertet. Die Beurteilung des Befalls erfolgte nach den Kriterien Befallshäufigkeit und Befallsstärke und wurde nach folgendem Schema berechnet:

Tabelle 6: Berechnung der Botrytisbonitur

Berechnungsart	Methodik
Befallshäufigkeit %	Anzahl der erkrankten Trauben *100 / Anzahl aller Trauben
Befallsstärke %	$5 \cdot (n_{K1} + 2n_{K2} + 5n_{K3} + 10n_{K4} + 20n_{K5}) / \text{Anzahl aller Trauben}$
n = Zahl der Trauben in der entsprechenden Befallskategorie (K)	

Die Befallshäufigkeit gibt an, wie viele Trauben einer Gesamtmenge prozentuell mit Botrytis befallen sind. Die Befallsstärke drückt aus, wie stark die einzelnen Beeren einer Traube an Botrytis erkrankt sind.

4.4.3 Lese und Mikrovinifikation von ausgewählten Varianten

Durch die hohen Niederschlagsmengen kurz vor der Lese und die darauf folgenden warmen Tage, war der Anteil der botrytisfaulen Trauben sehr hoch. Da die Versuchsfläche auch betrieblich für Qualitätswein genutzt wird, musste eine betriebliche Vorlese durchgeführt werden. Diese erfolgte am 6. Oktober. Um zumindest einem Teil der Trauben eine hohe physiologische Reife zu ermöglichen, wurden bei dieser Vorlese sämtliche Trauben, die einen sichtbaren Botrytisbefall aufwiesen, ausgelesen. Ausschließlich gesunde Trauben blieben am Stock.

Ein Teil dieser gesunden Trauben wurde dann zur Vinifikation von Versuchsweinen hergezogen. Fünf Varianten wurden ausgewählt (Tabelle 7), die Lese der Trauben erfolgte am 16. Oktober.

Tabelle 7: Varianten für die Mikrovinifikation

Variante	Kurzbezeichnung	Mittelausbringung		
		Abgehende Blüte	Traubenschluss	Weichwerden
V1	UK			
V2	AP (AB+TS)	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	
V6	Sw (AB) + AP (TS)	Switch	<i>Aureobasidium pullulans</i>	
V9	Sw (AB) + Fr (TS)	Switch	Frupica	
V11	Sw (TS) + Fr (WW)	Switch		Frupica

Die Auswahl der mikrovinifizierten Varianten erfolgte nach verschiedenen Kriterien. Da es ein betriebswirtschaftliches und nachhaltiges Ziel ist, möglichst wenige Spritzvorgänge durchzuführen, wurden Varianten gewählt, bei denen maximal zweimal ein Mittel ausgebracht wurde. Weiters wurden die früheren Ausbringungsarten bevorzugt, weil es einerseits betriebsübliche Vorgehensweise ist und diese Ausbringungszeitpunkte auch neuerdings primär empfohlen werden. Die Variante 11 Sw (TS) + Fr (WW)

entspricht den früheren Empfehlungen eines späten Applikationstermins und wurde zum Vergleich ebenfalls ausgewählt.

Für die Mikrovinifikation wurden die Trauben der einzelnen Quartiere per Hand in Lesebehälter geerntet und nach Varianten sortiert in Butten geleert. Um feststellen zu können welche Menge an gesunden Trauben nach der Vorlese am Stock geblieben ist und wie das Verhältnis von gesunden zu gefaulten oder botrytisinfizierten Trauben ist, wurden pro Wiederholung drei Unterquartiere mit jeweils vier Stöcken gelesen. Jeweils ca. 45 kg Trauben pro Versuchsvariante wurden geerntet. Anschließend wurden die Trauben nacheinander verarbeitet. Jede Charge wurde manuell mit einer Leseschere in gesunde, botrytisinfizierte und Trauben, die Stiehlähme aufwiesen, selektiert. Die Kategorien wurden einzeln gewogen. Dies sollte Aufschluss darüber geben, ob nach der betrieblich durchgeführten Vorlese bei einzelnen Varianten Botrytis wieder verstärkt hervortrat.

Anschließend wurden ausschließlich die gesunden Trauben weiterverarbeitet. Die Trauben wurden in einer flachen Wanne mit der Hand kurz angequetscht und anschließend in eine 150 Liter Hydropresse von Speidl geleert. Die Presse ist ein vertikaler Zylinder, der in der Mitte einen Balg hat, der hydraulisch aufgepumpt wird. Weiters verfügt die Presse über einen Druckregler, sodass ein gleichmäßiger Pressdruck garantiert werden kann. Nachdem die Trauben in der Presse waren, wurden sie bis zu einem Druck von zwei bar gepresst. Anschließend wurden die Trauben manuell gescheitert und erneut bis zu einem Druck von zwei bar gepresst. Die Gesamtpressdauer betrug ca. eine halbe Stunde, der gewonnene Most wurde in 25 Liter Glasballons aufgefangen. Um Böckser vorzubeugen, wurde bewusst auf eine Schwefelung der Trauben und Moste verzichtet. Dieses Verfahren wurde bei allen fünf Varianten durchgeführt und anschließend wurden die Moste in einem kühlen Raum zur Klärung gelagert. Nach ca. 20 Stunden wurde der geklärte Most vom Trub abgezogen und das Gewicht der Moste wurden bestimmt, um die Hefemenge berechnen zu können. Um einen raschen Gärstart herbeizuführen wurden den Mosten die Reinzuchtheife Lalvin Bourgo blanc CY3079 zugesetzt. Dabei wurden jeweils 0,25 Liter Most in einem Wasserbad auf 35 Grad Celsius erwärmt und die berechnete Hefemenge (Aufwandmenge 25 g/hl) darin aufgequollen. Anschließend wurde die gequollene Hefe wieder dem jeweiligen Most zugesetzt und die Glasballons wurden in einen warmen Raum mit einer Temperatur um die 20°C gebracht. Um den Gärverlauf nachvollziehen zu können, wurden die Moste täglich mittels Biegeschwinger auf ihre Dichte überprüft. Nach der Gärung wurden die Weine zur Lagerung in einen 15 Liter Glasballon gezogen. Nach einer Woche wurde den Weinen eine einmalige Schwefelgabe verabreicht. Im Mai 2009 wurden die Weine gefüllt.

4.4.4 Sensorische Beurteilung der mikrovinifizierten Varianten

Die Verkostung der Versuchsweine erfolgte am 25. Juni 2009. Verkostungsteilnehmer waren 14 Studenten der Fachrichtung Weinbau, Önologie und Weinwirtschaft an der Universität für Bodenkultur. Den Verkostern wurden die Versuchsweine der fünf Varianten verdeckt eingeschenkt, jedoch wurde auf die Rebsorte „Morillon“ und die Herkunft „Südsteiermark“ hingewiesen. Nähere Details über die Unterschiede der Weine und den Versuch, der den Weinen zugrunde lag, wurden erst nach Beendigung der Verkostung bekannt gegeben. Den Teilnehmern wurde ein Beurteilungsbogen ausgehändigt, der spezifisch für die Verkostung erstellt wurde. Die Beurteilungskriterien setzen sich aus einer Beschreibung der Weine (Tabelle 8) und einer Punktbewertung (Tabelle 9) zusammen. Tabelle 8 zeigt die Themen und Antwortmöglichkeiten, die bei der Weinbeschreibung

behandelt wurden. Die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten waren zum ankreuzen, jedoch hatten die Verkoster auch die Möglichkeit den einzelnen Themen zusätzliche Kommentare und Verkostungsnotizen beizufügen.

Tabelle 8: Themen und Antwortmöglichkeiten zur Beschreibung der Weine

Thema	Antwortmöglichkeiten
Reintönigkeit	sauber – klar, dumpf, muffig, unsauber, fehlerhaft
Tiefe und Intensität	voll – tief, konzentriert, ausgeprägt, aufdringlich, oberflächlich, dezent, zart –verhalten, müde
Aroma	fruchtig, blumig, pflanzlich, würzig, mineralisch, erdig, holzig-rauchig, mikrobiologisch
Komplexität	monoton, einfach, rustikal, derb, solide, elegant, komplex
Säure	mild, gut eingebunden, erfrischend, rassig, spitz, aggressiv
Bitterkeit	angenehm, grün, grasig, rau, bitter, grob
Mineralik	mineralisch, salzig, keine Mineralik
Körper	dünn, schlank, mittel, kräftig, voluminös, üppig
Textur	wässrig, weich, cremig, kernig, grob
Verkehrsfähigkeit	Ja, Nein
Sortentypizität	Ja, Nein
Qualitätswein	Ja, Nein

Zusätzlich zu der Weinbeschreibung gab es für die Verkoster die Möglichkeit eine Punktebewertung vorzunehmen. Dies geschah nach folgendem Schema (Tabelle 9):

Tabelle 9: Schema für Punktebewertung

Punkte	Beschreibung
0-10 Punkte	sehr schlechter Wein, Wein mit Fehlern
11-12 Punkte	einfacher Wein
13-14 Punkte	guter Wein
15-16 Punkte	sehr guter Wein
17-18 Punkte	ausgezeichneter Wein
19-20 Punkte	absoluter Spitzenwein

Bei der Auswertung des Fragebogens (multiple choice) wurde jedem Verkoster pro Frage eine Stimme zugeteilt. Falls ein Verkoster mehrere Antwortmöglichkeiten wählte, wurde seine Stimme auf die Antworten aufgeteilt. Tabelle 10 zeigt ein Beispiel für die Berechnung der Stimmen für ein Merkmal:

Tabelle 10: Beispiel für Berechnung von beschreibenden Merkmal

Ergebnis der Frage „Bitte beurteilen Sie das Aroma des Weines X.“		
Verkoster 1	Verkoster 2	Verkoster 3
fruchtig	fruchtig mineralisch	blumig mineralisch würzig
Auswertung der Frage:		
Attribut	Stimmen	Ergebnis in % (Stimmen/Anzahl Verkoster)
fruchtig	1 + 0,5 = 1,5	50%
mineralisch	0,5 + 0,33 = 0,833	28%
blumig	0,333	11%
würzig	0,333	11%

4.4.5 Wirtschaftlichkeit

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit eines Botrytizid- und Aureobasidium pullulans-Einsatzes wurden Preisvergleiche von Botrytiziden und dem Mittel Botector (*Aureobasidium pullulans*) durchgeführt. Die Preise der Botrytizide wurden der Preisliste 2009 des „Lagerhauses Ehrenhausen“ (Südsteiermark) entnommen. Um den Preisgestaltungsspielraum aufzuzeigen, werden zum Vergleich die Preise der Frühbezugspreisliste für Topkunden 2009 der Firma „Pflanzenschutz und Saatgut Ing. Ernest Wiesinger“ (Melk, Niederösterreich) angeführt. Der Endverbraucherpreis für das Mittel Botector wurde beim Hersteller angefragt.

Die Preisliste des Lagerhauses wurde weiters für die Ermittlung der Preise der Präparate pro Hektar herangezogen. Die Berechnung des Mittelaufwandes der Botrytizide erfolgte nach empfohlener Konzentration, wobei jeweils eine Berechnung für 400 l Brühe/ha und für 600 l Brühe/ha durchgeführt wurde. Zusätzlich wurde die Preisberechnung nach ha-Aufwand durchgeführt. Die Preisberechnung des Mittels Botector erfolgte nach der Aufwandsempfehlung des Herstellers.

Zur Berechnung der Maschinenkosten (Traktor, Gebläsespritze) wurden Daten des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) verwendet. Zusätzlich erfolgte eine Berechnung der Traktorstundenkosten des – im Versuch 2008 eingesetzten – Holders 774 mittels Online-Berechnungsmöglichkeit des ÖKL (ANONYM 2010e). Die Maschinenselbstkosten laut ÖKL berechnet in €/h inkludieren den Fixkostenanteil, die Reparaturkosten und die Kosten für Treibstoffe und Schmiermittel in Euro pro Betriebsstunde. Die Gesamtkosten stellen reine Nettowerte dar, nicht mit einberechnet sind Wegzeiten, Arbeiterschwerenisse oder Lohnkosten für Bedienungspersonal.

4.4.6 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows Version 15.0.1. Zur Anwendung kamen Mittelwertvergleiche, Tests auf Varianzhomogenität, univariate Varianzanalysen und Korrelationsanalysen. Folgende Signifikanzniveaus wurden angenommen:

- n.s. nicht signifikant $p > 0,05$
- * signifikant $p \leq 0,05$
- ** hoch signifikant $p \leq 0,01$
- *** sicher $p \leq 0,001$

5 Ergebnisse

Zum besseren Verständnis sind in Tabelle 11 nochmals die Kurzbezeichnungen der Versuchsvarianten aufgeführt:

Tabelle 11: Kurzbezeichnung der Versuchsvarianten

V1 UK	V2 AP (AB+TS)	V6 Sw (AB) + AP (TS)	V9 Sw (AB) + Fr (TS)
	V3 AP (AB+WW)	V7 Sw (AB) + AP (WW)	V10 Sw (AB) + Fr (WW)
	V4 AP (TS+WW)	V8 Sw (TS) + AP (WW)	V11 Sw (TS) + Fr (WW)
	V5 AP (AB+TS+WW)		

5.1 Reifeparameter

Abbildung 7 zeigt die Zunahme des Mostgewichts der Versuchsvarianten im Zuge der drei Analysetermine im September 2008. Die Variante V3 weist bei der Analyse am 9. September bereits eine außergewöhnlich hohe Öchsle-Gradation (78,9 °Ö) auf. Der hohe Wert des ersten Analyseterms erklärt sich wahrscheinlich durch einen Fehler in der Probenziehung (möglicherweise Botrytisbeeren in Probe), da aufgrund der Ergebnisse der anderen Messtermine – im Vergleich zu den anderen Varianten – plausible Werte vorliegen. Dieser Fehler tritt auch bei den anderen Ergebnissen der Reifeparameteranalyse auf.

Die Varianten weisen durchwegs sehr ähnliche Gradationen auf: Abgesehen von Variante V3 lagen die Mostgewichte der Versuchsvarianten zum ersten Analysetermin (09.09.) zwischen 67 und 70 °Öchsle, am 22.09. streuten sie zwischen 74,4 und 77 °Öchsle und zum dritten Termin (29.09.) lag die Bandbreite zwischen 78 und 80,2 °Öchsle. Auch die Varianten mit ausschließlicher Botrytizidausbringung V9, V10 und V11 zeigen im Vergleich zu den anderen keine niedrigeren Öchsle-Werte (Abbildung 7).

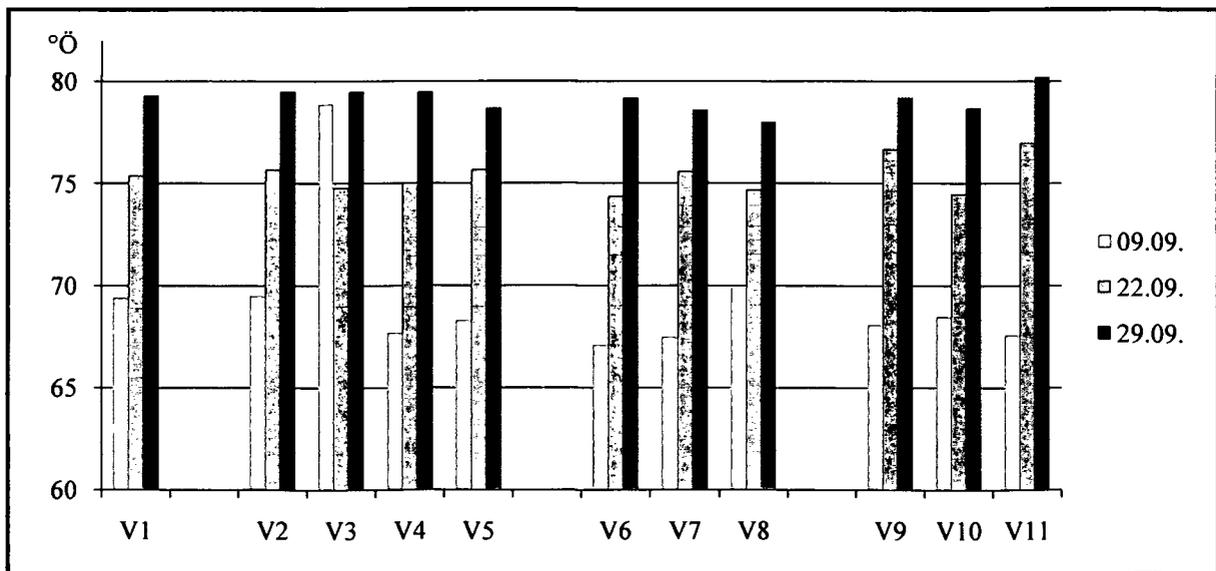


Abbildung 7: Zunahme des Mostgewichts (°Öchsle) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Die folgende Abbildung 8 zeigt die Zunahme der relativen Fructosegehalte in % des jeweils korrespondierenden Glucosegehalts (=100%) der Varianten V1-V11. Das Diagramm zeigt, dass es im Zuge des Reifeverlaufs bei allen Versuchsvarianten zu einer deutlichen Steigung des relativen Fructosegehalts gekommen ist. In Tabelle 12 sind die relativen Fructosegehalte nach absteigender Reihenfolge sortiert. Beim ersten Analysetermin lag der relative Fructosegehalt (abgesehen von Variante V3) zwischen 94 und 96% des Glucosegehalts der jeweiligen Variante. Die absoluten Werte der Glucose lagen an diesem Termin zwischen 78,5 und 83 g/l, die der Fructose zwischen 75 und 78 g/l. In den folgenden Tagen kam es zu einer erhöhten Zunahme der Fructosewerte: Am 22. September wurden absolute Werte von 84 bis 88,6 g/l Fructose bei 86 bis 90 g/l Glucose gemessen. Wie aus Tabelle 12 ersichtlich, entsprachen die relativen Fructosewerte zu diesem Zeitpunkt 97 bis 98% der Glucosewerte. Am 29.9. entsprachen die Fructosewerte bei allen Varianten 100 bis 101% der Glucosewerte. Die absoluten Fructosegehalte lagen zwischen 90 und 93 g/l.

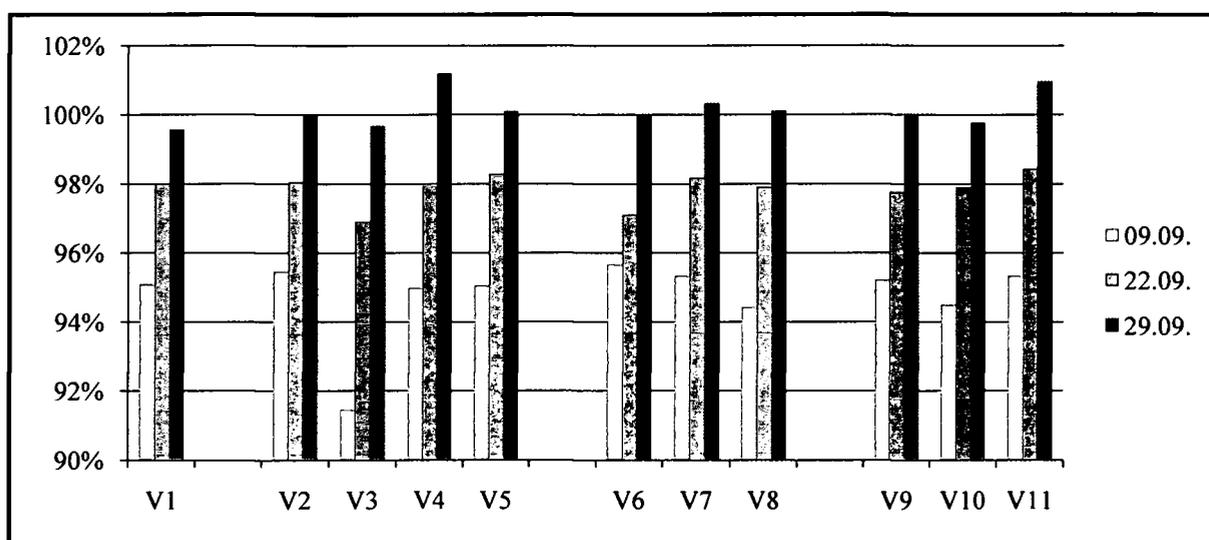


Abbildung 8: Zunahme der Fructosegehalte (%) in Relation zur Glucose der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Tabelle 12: Relative Fructosegehalte (% von Glucose) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008, sortiert nach Rang

	9. 9.		22. 9.		29. 9.
V6	Sw (AB) + AP (TS)	96%	V11	Sw (TS) + Fr (WW)	98%
V2	AP (AB+TS)	95%	V5	AP (AB+TS+WW)	98%
V7	Sw (AB) + AP (WW)	95%	V7	Sw (AB) + AP (WW)	98%
V11	Sw (TS) + Fr (WW)	95%	V2	AP (AB+TS)	98%
V9	Sw (AB) + Fr (TS)	95%	V1	UK	98%
V1	UK	95%	V4	AP (TS+WW)	98%
V5	AP (AB+TS+WW)	95%	V10	Sw (AB)+Fr (WW)	98%
V4	AP (TS+WW)	95%	V8	Sw (TS) + AP (WW)	98%
V10	Sw (AB)+Fr (WW)	95%	V9	Sw (AB) + Fr (TS)	98%
V8	Sw (TS) + AP (WW)	94%	V6	Sw (AB) + AP (TS)	100%
V3	AP (AB+WW)	91%	V3	AP (AB+WW)	97%
			V3	AP (AB+WW)	97%
			V4	AP (TS+WW)	101%
			V11	Sw (TS) + Fr (WW)	101%
			V7	Sw (AB) + AP (WW)	100%
			V8	Sw (TS) + AP (WW)	100%
			V5	AP (AB+TS+WW)	100%
			V2	AP (AB+TS)	100%
			V9	Sw (AB) + Fr (TS)	100%
			V10	Sw (AB)+Fr (WW)	100%
			V3	AP (AB+WW)	100%
			V1	UK	100%

Die folgende Abbildung 9 zeigt die Gehalte der titrierbaren Säure (g/l) der Versuchsvarianten im Zuge der Traubenreife. Die titrierbare Säure lag am ersten Analysetermin bei allen Varianten zwischen 11,5 und 11,9 g/l. Am zweiten Messtermin schwanken die Werte deutlich stärker (10-11 g/l), was auf unterschiedliche Reifeverläufe hindeuten kann. Zum dritten Messtermin weist die Varianten V4 mit 9,6 g/l den niedrigsten Säurewert auf. Den höchsten Wert mit 10 g/l zeigen die Varianten V1 und V10 (Abbildung 9).

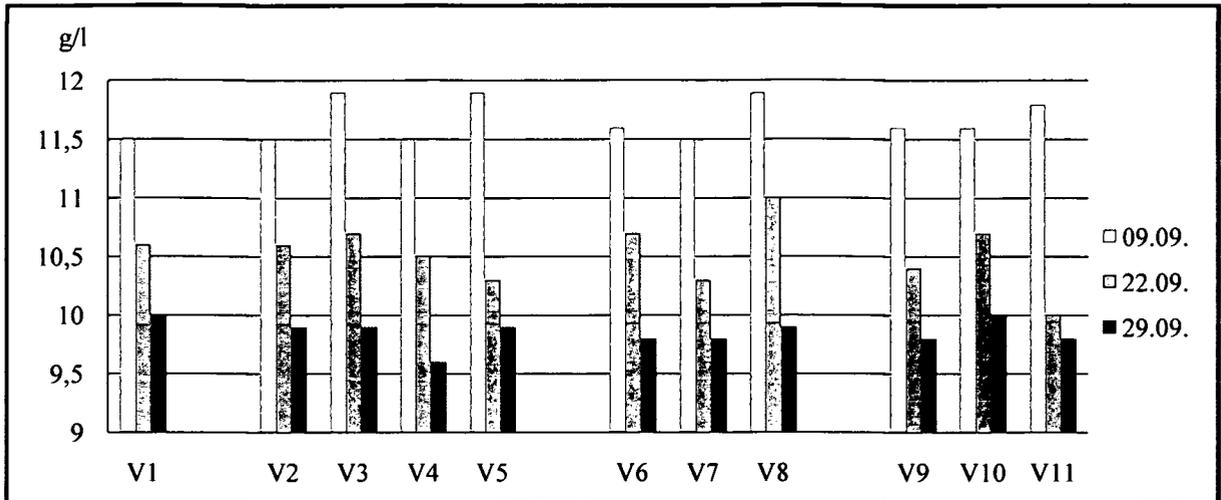


Abbildung 9: Abnahme der titrierbaren Säure (g/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Die folgende Abbildung 10 zeigt das Verhältnis der Äpfelsäure zur Weinsäure. Der Kurvenverlauf der relativen Werte der Äpfelsäure in % von der Weinsäure (=100%) ist sehr einheitlich. Die absoluten Weinsäuregehalte streuen (abgesehen von Variante V3) zum 9. September zwischen 6,1 und 6,4 g/l, die Äpfelsäuregehalte liegen zwischen 6,5 und 6,9 g/l. Dies entspricht relativen Äpfelsäurewerten von 102 bis 110% der korrespondierenden Weinsäuregehalte. Zum zweiten Termin ist ein Rückgang der Äpfelsäure auf bis zu 90% des Weinsäuregehalts zu erkennen, dann steigt der ÄS-Gehalt bei den meisten Varianten wieder auf bis zu 105%. Eine Ausnahme bilden die Varianten V3 und V4. Der ÄS-Wert dieser Varianten sinkt vom zweiten auf den dritten Messtermin (Abbildung 10). Die absoluten Weinsäuregehalte lagen am 29. September zwischen 5,6 und 5,7 g/l, die Äpfelsäuregehalte zwischen 5,2 und 6 g/l.

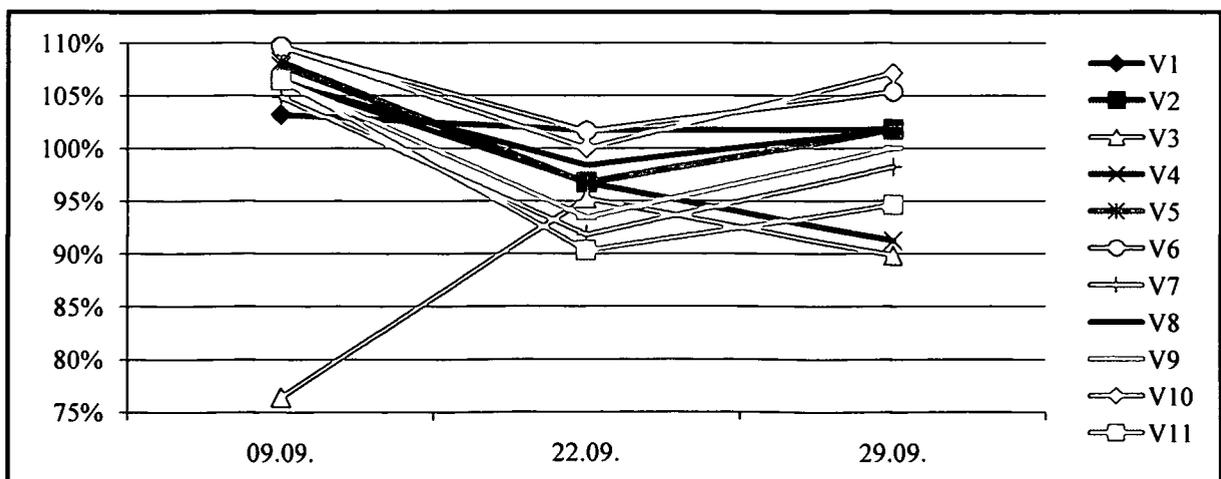


Abbildung 10: Verhältnis der Äpfelsäure (%) zur Weinsäure der Versuchsvarianten (V1-V11)

Die pH-Werte der Versuchsvarianten lagen (abgesehen von Variante V3) zum ersten Messtermin am 9. September zwischen 3,11 und 3,17. Im Zuge des Reifeverlaufs kam es bei allen Varianten zu einer Zunahme des pH-Werts. Diese lagen dann zum Analysetermin Ende September zwischen 3,24 und 3,3.

Die Variante V3 wies am 9. September einen niedrigen pH-Wert von 3,04 auf. Dies würde der Annahme, dass sich Botrytisbeeren in der Probe befanden, widersprechen (Abbildung 11).

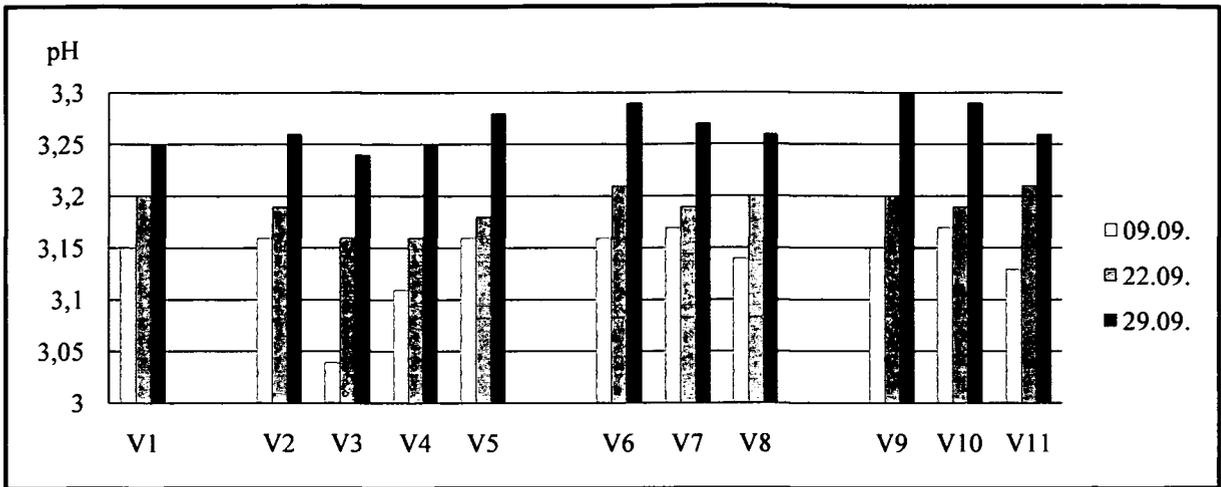


Abbildung 11: Zunahme des pH-Werts der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Die folgenden Abbildung 12 zeigt die FAN-Werte (Free Amino-Nitrogen-Wert, mg/l) der Versuchsvarianten im Reifeverlauf der Trauben. Dies entspricht dem Gehalt des frei verfügbaren α -Amino-Stickstoffs. Die FAN-Werte liegen (abgesehen von Variante V3) zum ersten Analysetermin zwischen 179 und 232 mg/l, am 29. September streuen sie zwischen 190 und 244 mg/l. Die Kurven zeigen deutlich, dass sich die Varianten stark voneinander unterscheiden, jedoch ist keine Gruppierung der Varianten möglich. Die unbehandelte Kontrollvariante V1 befindet sich im Vergleich zu den anderen Varianten im unteren Mittelfeld (Abbildung 12).

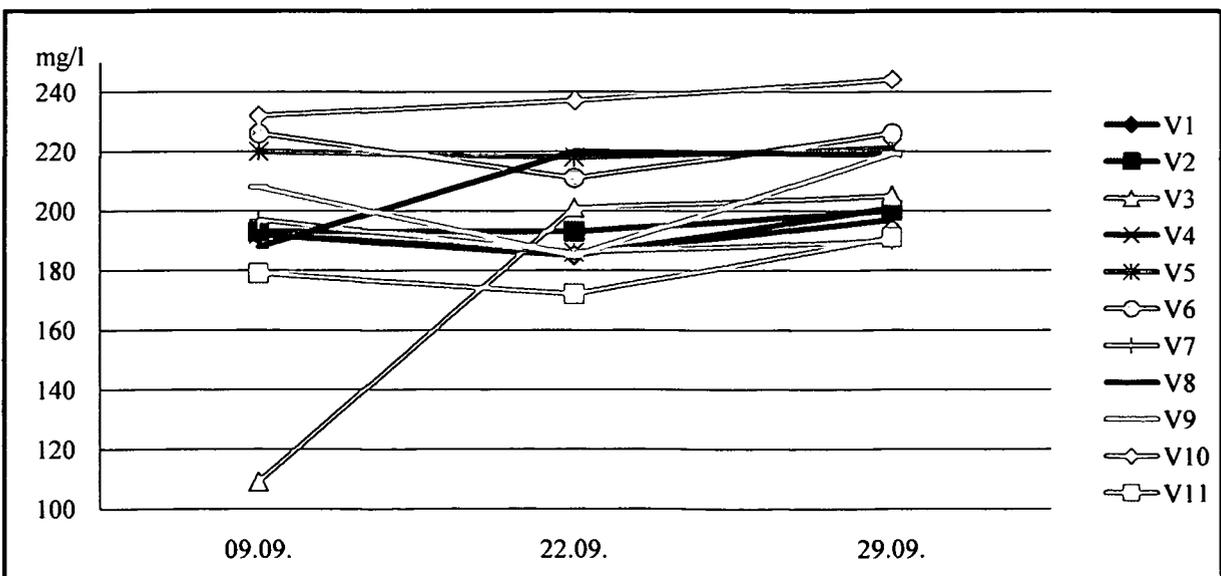


Abbildung 12: FAN-Werte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Ähnlich wie die FAN-Werte, streuen auch die Ammoniumgehalte der Versuchsvarianten stark, ein einheitlicher Kurvenverlauf der Varianten ist nicht vorhanden. Die Werte liegen zum ersten Analysetermin (abgesehen von Variante V3) zwischen 81 und 104 mg/l, am 22. September zwischen 59 und 93 mg/l und am 29. September zwischen 68 und 90 mg/l (Abbildung 13).

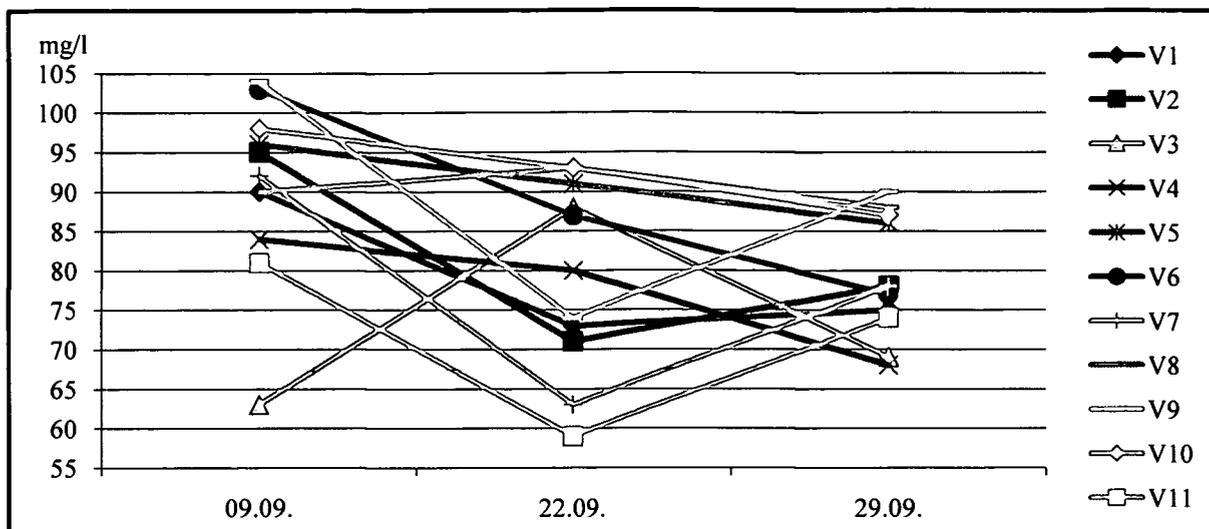


Abbildung 13: Ammoniumgehalte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

Abbildung 14 zeigt die Laccase-Gehalte der Varianten im Reifeverlauf. Bei beinahe allen Varianten kam es zu einer Zunahme der Laccase-Werte. Am 9. September lagen diese (abgesehen von Variante V3) zwischen 31 und 57 mg/l, am 29. September wiesen die Varianten Laccasewerte zwischen 60 und 91 mg/l auf. Besonders deutlich ist der Anstieg bei den Varianten V9 und V4. Eine Überprüfung der Laccasewerte auf Korrelation mit den Ergebnissen der Botrytisbonitur ergab kein positives Ergebnis.

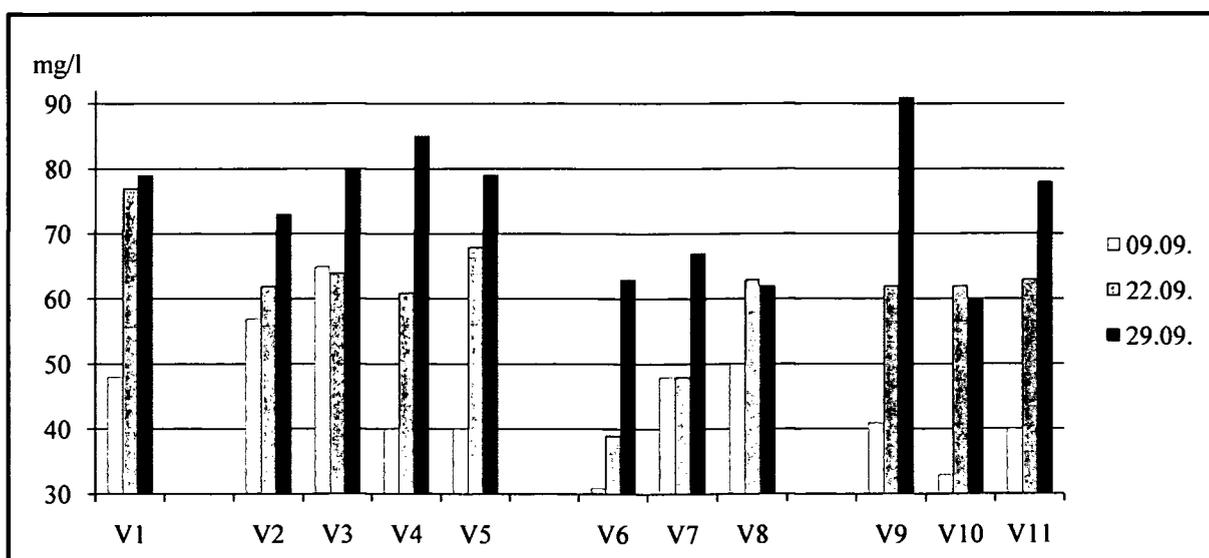


Abbildung 14: Laccase-Gehalte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008

5.2 Botrytisbonitur der Trauben

Tabelle 13: Ergebnisse der Botrytisbonitur der Trauben (%) in Abhängigkeit der Parzellenanordnung

V1	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke	V6	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke
	B1	94	24,5		D1	82,2	18,7
	B1	90,2	25,8		D1	85,4	16,5
	F2	87,1	18,7		I2	72,9	18,6
	F2	79,1	15,1		I2	73,1	16,9
	L1	89,7	23,1		O1	93,2	45,2
	L1	75	18,5		O1	90,9	35,4
V2	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke	V7	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke
	B2	83,2	25		E2	86	23,5
	B2	87,3	17,3		E2	89,5	27,7
	I1	90,2	27,1		K1	91,4	24
	I1	89,7	21		K1	84,2	29,5
	P2	80,4	22,2		N2	71,3	19,6
	P2	81,6	22,3		N2	80,7	19,3
V3	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke	V8	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke
	A1	77,4	27,3		A2	85,3	20
	A1	70,8	15,8		A2	82,4	15,7
	H2	85,3	14,3		G2	84,4	14,9
	H2	74,4	14,7		G2	83	19,2
	M1	81,1	23,6		P1	91,8	25,3
	M1	79,4	21,9		P1	82,5	27,1
V4	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke	V9	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke
	D2	92,5	23,9		C2	75,3	24,3
	D2	89	17,3		C2	87,1	29,6
	G1	83,7	17,6		H1	89,7	22,8
	G1	78,4	22,3		H1	82,9	20,2
	K2	68,4	11,9		O2	73	16,4
	K2	78,6	15,5		O2	79,8	21,3
V5	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke	V10	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke
	E1	87,4	15,3		C1	93,1	36,4
	E1	81,4	19,7		C1	90,1	24,5
	L2	83,3	21,7		J2	68,1	14,5
	L2	85,4	35,4		J2	76,3	14,4
	Q1	92	40,3		N1	88,2	44,6
	Q1	83	26		N1	87,3	26,6
V 11	Zeile	Befallshäufigkeit	Befallsstärke				
	F1	82,4	16,5		F1	71,6	15,4
	F1	71,6	15,4		J1	80,4	22,4
	J1	80,4	22,4		J1	79,3	20,9
	J1	79,3	20,9		M2	70,5	15,2
	M2	70,5	15,2		M2	81,6	22,4
	M2	81,6	22,4				

Tabelle 14: Kurzbezeichnung der Variantenverteilung

V1 UK	V2 AP (AB+TS)	V6 Sw (AB) + AP (TS)	V9 Sw (AB) + Fr (TS)
	V3 AP (AB+WW)	V7 Sw (AB) + AP (WW)	V10 Sw (AB) + Fr (WW)
	V4 AP (TS+WW)	V8 Sw (TS) + AP (WW)	V11 Sw (TS) + Fr (WW)

5.2.1 Vergleich der Versuchsvarianten

Die folgende Tabelle 15 zeigt die variantenspezifische Mittelwerte und Streuung im Bezug auf die Befallshäufigkeit. Die Mittelwerte der Befallshäufigkeit liegen zwischen 81,3 (Variante V9) und 85,8% (unbehandelte Kontrollvariante V1).

Tabelle 15: Variantenspezifische Mittelwerte und Streuung der Befallshäufigkeit der Trauben

	N	Mittelwert (%)	Standard- abweichung	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Min.	Max.
					Untergrenze	Obergrenze		
V1	6	85,8	7,2803	2,9722	78,210	93,490	75,0	94,0
V2	6	85,4	4,2289	1,7265	80,962	89,838	80,4	90,2
V3	6	78,0	5,0989	2,0816	72,716	83,418	70,8	85,3
V4	6	81,7	8,6173	3,5180	72,723	90,810	68,4	92,5
V5	6	85,4	3,8400	1,5677	81,387	89,447	81,4	92,0
V6	6	82,9	8,6355	3,5254	73,888	92,012	72,9	93,2
V7	6	83,8	7,2263	2,9501	76,266	91,434	71,3	91,4
V8	6	84,9	3,5676	1,4565	81,156	88,644	82,4	91,8
V9	6	81,3	6,5406	2,6702	74,436	88,164	73,0	89,7
V10	6	83,8	9,5970	3,9180	73,779	93,921	68,1	93,1
V11	6	77,6	5,2187	2,1305	72,157	83,110	70,5	82,4

Die einfaktorielle Anova zeigt, dass sich die mittlere Befallshäufigkeit in den elf verschiedenen Varianten voneinander nicht signifikant unterscheidet. Eine signifikante Unterscheidung der einzelnen Varianten ist daher im Bezug auf die Befallshäufigkeit statistisch nicht zulässig. Der Levene-Test der Homogenität der Varianzen zeigt, dass sich die Fallgruppen nicht signifikant bezüglich der Varianz unterscheiden. Die Nullhypothese H0: „Alle Varianzen sind gleich.“ kann nicht abgelehnt werden (Tabelle 16).

Tabelle 16: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	491,763	10	49,176	1,110	,372
Innerhalb der Gruppen	2437,628	55	44,321		
Gesamt	2929,392	65			

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
1,564	10	55	,142

Tabelle 17 zeigt die Mittelwerte und Streuung der Varianten im Bezug auf die Befallsstärke. Die Mittelwerte liegen zwischen 18 (V4) und 26,8% (V10).

Tabelle 17: Variantenspezifische Mittelwerte und Streuung der Befallsstärke der Trauben

	N	Mittelwert (%)	Standard- abweichung	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Min.	Max.
					Untergrenze	Obergrenze		
V1	6	20,9	4,1481	1,6935	16,597	25,303	15,1	25,8
V2	6	22,4	3,3713	1,3763	18,945	26,021	17,3	27,1
V3	6	19,6	5,4244	2,2145	13,907	25,293	14,3	27,3
V4	6	18,0	4,4129	1,8016	13,452	22,714	11,9	23,9
V5	6	26,4	9,6391	3,9351	16,284	36,516	15,3	40,3
V6	6	25,2	12,1196	4,9478	12,498	37,935	16,5	45,2
V7	6	23,9	4,1380	1,6893	19,591	28,276	19,3	29,5
V8	6	20,3	4,9565	2,0235	15,165	25,568	14,9	27,1
V9	6	22,4	4,4194	1,8042	17,796	27,071	16,4	29,6
V10	6	26,8	11,9948	4,8968	14,246	39,421	14,4	44,6
V11	6	18,8	3,4681	1,4159	15,160	22,440	15,2	22,4

Die einfaktorielle Anova zeigt, dass sich die mittlere Befallshäufigkeit in den elf verschiedenen Varianten voneinander nicht signifikant unterscheidet. Eine Reihung nach Mittelwerten der einzelnen Varianten ist daher auch im Bezug auf die Befallsstärke statistisch nicht zulässig. Der Levene-Test der Homogenität der Varianzen zeigt, dass sich die Fallgruppen signifikant bezüglich der Varianz unterscheiden. Die Nullhypothese H_0 „Alle Varianzen sind gleich“ wird abgelehnt (Tabelle 18).

Tabelle 18: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	548,785	10	54,878	1,130	,358
Innerhalb der Gruppen	2671,953	55	48,581		
Gesamt	3220,738	65			

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
3,734	10	55	,001

5.2.2 Prüfung des Einflusses von Variante, Präparat(-kombination) und Applikationszeitpunkt auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Trauben

Mittels der univariaten Varianzanalyse soll ein eventueller Einfluss der Variante, Präparat(-kombination) oder des Applikationszeitpunkts auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke überprüft werden. Die Variable „Variante“ unterteilt die Befallshäufigkeit und Befallsstärke in die elf Varianten V1 bis V11. Der Faktor „Präparat(-kombination)“ unterscheidet die Boniturergebnisse in vier Spritzmittelklassen und der Faktor „Applikationszeitpunkt“ teilt die Werte in fünf verschiedenen Kombinationen der Applikationszeitpunkte. Diese Zwischensubjektfaktoren sind in der Tabelle 19 genau angeführt. Die Faktoren, die mittels univariater Varianzanalyse auf Ihre Wirkung auf Befallshäufigkeit und Befallsstärke überprüft wurden, werden aufgezählt und das Signifikanzniveau wird angeführt. Die jeweils dazugehörige Varianzanalyse befindet sich im Anhang (Anhang 1 – Anhang 6). Im Wissen, dass durch das Ergebnis des Tests der Homogenität der Varianzen die univariate Varianzanalyse der Befallshäufigkeit nicht zulässig ist, wird diese der Übersicht halber dennoch dargestellt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Univ. Varianzanalysen im Bezug auf Variante, Präparat, Applikationszeitpunkt

Faktor	Zwischensubjektfaktoren	Signifikanz im Bezug auf	
		Befallshäufigkeit	Befallsstärke
Variante	1-11 = V1-V11	,372	,358
Präparat(-Kombination)	1 = UK 2 = nur AP 3 = AP & Botrytizide 4 = nur Botrytizide	,379	,865
Applikationszeitpunkt	1 = keine Ausbringung, UK 2 = AB + TS 3 = AB + WW 4 = TS + WW 5 = AB + TS + WW	,525	,137

Die Signifikanzwerte im Bezug auf die Befallshäufigkeit und die Befallsstärke schließen einen Einfluss von Variante, Präparat(-kombination) oder Applikationszeitpunkt auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke aus.

5.2.3 Prüfung des Einflusses der Hangseite auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke der Trauben

Neben den obigen Varianzanalysen wurde auch eine Varianzanalyse im Bezug auf die Hangseite durchgeführt. Durch den Faktor „Hangseite“ wurden die Boniturergebnisse nach Lage der Quartiere in Hangoberseite (1) und Hangunterseite (2) unterteilt (Tabelle 20). Folgende univariaten Varianzanalysen zeigen die Ergebnisse im Bezug auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke (Tabelle 21, Tabelle 22):

Tabelle 20: Zwischensubjektfaktoren, Univariate Varianzanalyse Hangseite

	Wertelabel	N
Hangseite	1 Oberseite	34
	2 Unterseite	32

Tabelle 21: Univariate Varianzanalyse Hangseite, Abhängige Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	334,282(a)	1	334,282	8,244	,006
Konstanter Term	451507,070	1	451507,070	11134,964	,000
Hangseite	334,282	1	334,282	8,244	,006
Fehler	2595,110	64	40,549		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,114 (korrigiertes R-Quadrat = ,100)

Tabelle 22: Univariate Varianzanalyse Hangseite, Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	430,256(a)	1	430,256	9,868	,003
Konstanter Term	32510,489	1	32510,489	745,631	,000
Hangseite	430,256	1	430,256	9,868	,003
Fehler	2790,482	64	43,601		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,134 (korrigiertes R-Quadrat = ,120)

Die univariaten Varianzanalysen zeigen, dass der Parameter „Hangseite“ Einfluss auf die Befallshäufigkeit und Befallsstärke nimmt. Die Hangseite weist im Bezug auf die Befallshäufigkeit ein Signifikanzniveau von 0,006 auf und der Zusammenhang von Hangseite und Befallshäufigkeit kann hoch signifikant angenommen werden. Der Zusammenhang von Hangseite und Befallsstärke hat ein Signifikanzniveau von 0,003 und ist somit ebenso hoch signifikant. Der Einfluss der Hangseite auf die Befallshäufigkeit und die Befallsstärke gilt nur generell über alle Varianten hinweg. Varianzanalysen mit Faktorkombinationen wurden durchgeführt, jedoch konnte kein signifikanter Einfluss der Faktorkombinationen auf die Befallshäufigkeit oder die Befallsstärke ermittelt werden. Folgende univariaten Varianzanalysen wurden durchgeführt:

- Hangseite* Variante (Anhang 7, Anhang 8)
- Hangseite* Präparat(-kombination) (Anhang 9, Anhang 10)
- Hangseite* Applikationszeitpunkt (Anhang 11, Anhang 12)

Tabelle 23 stellt die Ergebnisse der Analysen sowie die Zwischensubjektfaktoren dar:

Tabelle 23: Univariate Varianzanalysen Faktorkombinationen

Faktor	Zwischensubjektfaktoren	Signifikanz im Bezug auf	
		Befallshäufigkeit	Befallsstärke
Hangseite* Variante	Hangseite: 1 = Oberseite, 2 = Unterseite Variante: 1-11 = V1-V11	0,174	,258
Hangseite* Präparat(-kombination)	Hangseite: 1 = Oberseite, 2 = Unterseite Präparat(-kombination): 1 = UK 2 = nur AP 3 = AP & Botrytizide 4 = nur Botrytizide	,216	,686
Hangseite* Applikationszeitpunkt	Hangseite: 1 = Oberseite, 2 = Unterseite 1 = keine Ausbringung, UK 2 = AB + TS 3 = AB + WW 4 = TS + WW 5 = AB + TS + WW	,330	,392

Die folgende Tabelle 24 zeigt die Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben. Die Mittelwerte der Befallshäufigkeit liegen zwischen 80,4% (Hangunterseite) und 85% (Hangoberseite), die Hangunterseite hat durchschnittlich eine geringere Befallshäufigkeit als die Hangoberseite.

Tabelle 24: Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben

	N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Min.	Max.
					Untergrenze	Obergrenze		
Oberseite	34	85	6,2279	1,0681	82,827	87,173	70,8	94,0
Unterseite	32	80,4	6,5134	1,1514	78,149	82,845	68,1	92,5

Die einfaktorielle Anova der Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben zeigt, dass sich die mittlere Befallshäufigkeit in den verschiedenen Hangseiten voneinander signifikant unterscheidet. Der Levene-Test der Homogenität der Varianzen zeigt, dass sich die Fallgruppen nicht signifikant bezüglich der Varianz unterscheiden. Die Nullhypothese H0 „Alle Varianzen sind gleich.“ kann nicht abgelehnt werden (Tabelle 25).

Tabelle 25: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen, Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	334,282	1	334,282	8,244	,006
Innerhalb der Gruppen	2595,110	64	40,549		
Gesamt	2929,392	65			

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
,016	1	64	,899

Tabelle 26 zeigt die Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallsstärke der Trauben. Die Mittelwerte der Befallsstärke liegen zwischen 19,6% (Hangunterseite) und 24,7% (Hangoberseite), die Hangunterseite hat durchschnittlich eine geringere Befallsstärke der Trauben als die Hangoberseite (Tabelle 26).

Tabelle 26: Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallsstärke der Trauben

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Min.	Max.
					Untergrenze	Obergrenze		
Oberseite	34	24,7	7,7316	1,3260	22,061	27,457	15,3	45,2
Unterseite	32	19,6	5,1362	,9080	17,798	21,502	11,9	35,4

Die einfaktorielle Anova zeigt, dass sich die mittlere Befallshäufigkeit in den verschiedenen Hangseiten voneinander signifikant unterscheidet. Der Levene-Test der Homogenität der Varianzen zeigt, dass sich die Fallgruppen nicht signifikant bezüglich der Varianz unterscheiden. Die Nullhypothese H0 „Alle Varianzen sind gleich.“ kann nicht abgelehnt werden (Tabelle 27).

Tabelle 27: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen, Hangseite im Bezug auf die Befallsstärke der Trauben

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	430,256	1	430,256	9,868	,003
Innerhalb der Gruppen	2790,482	64	43,601		
Gesamt	3220,738	65			

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
2,156	1	64	,147

5.2.4 Korrelationsanalysen

Die aus der Botrytisbonitur berechneten Werte Befallshäufigkeit und Befallsstärke korrelieren miteinander auf dem Niveau von 0,01 hoch signifikant (r -Wert = 0,596). Je höher die prozentuelle Befallshäufigkeit pro Quartier, desto höher ist auch die Stärke des Botrytisbefalls der Trauben (Tabelle 28).

Tabelle 28: Korrelation Häufigkeit vs. Stärke

			Häufigkeit	Stärke
Spearman-Rho	Häufigkeit	Korrelationskoeffizient r	1,000	,596(**)
		Sig. (2-seitig)	.	,000
		N	66	66
	Stärke	Korrelationskoeffizient r	,596(**)	1,000
		Sig. (2-seitig)	,000	.
		N	66	66

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Die Korrelation nach Spearman-Rho der Hangseite vs. Befallshäufigkeit und der Hangseite vs. Befallsstärke zeigt sowohl zwischen Hangseite und Befallshäufigkeit als auch zwischen Hangseite und Befallsstärke eine negative Korrelation mit einem Signifikanzniveau von 0,01 (hoch signifikant). Daraus ergibt sich, dass auf der Hangoberseite ein größerer und stärkerer Botrytisbefall als auf der Hangunterseite war (Tabelle 29).

Tabelle 29: Korrelation Hangseite x Befallshäufigkeit, Hangseite vs. Befallsstärke

			Hangseite	Häufigkeit	Stärke
Spearman-Rho	Hangseite	Korrelationskoeffizient r	1,000	-,329(**)	-,395(**)
		Sig. (2-seitig)	.	,007	,001
		N	66	66	66
	Häufigkeit	Korrelationskoeffizient r	-,329(**)	1,000	,596(**)
		Sig. (2-seitig)	,007	.	,000
		N	66	66	66
	Stärke	Korrelationskoeffizient r	-,395(**)	,596(**)	1,000
		Sig. (2-seitig)	,001	,000	.
		N	66	66	66

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

5.3 Traubenertrag und Mikrovinifikation

Die Erntemenge der Trauben wird in Tabelle 30 dargestellt. Basierend auf den absoluten Werten wurde das Verhältnis der Messwerte „gesund“, „Botrytis“ und „Stiellähme“ zum Gesamtgewicht der jeweiligen Varianten berechnet. Das Gesamtgewicht jeder Variante stellt dabei 100% dar. Die unbehandelte Kontrollvariante V1 zeigt im Vergleich zu den anderen Varianten die meisten gesunden Traubenteile, der Anteil des botrytisinfizierten Traubenmaterials ist mit ca. 19% der höchste, jedoch ist der Anteil an Trauben mit Stillähme mit ~4 % relativ gering. Die Varianten V9 und V11, die mit Botrytiziden behandelt wurden, weisen ebenso wie V1 sehr gute Werte bei dem Anteil an gesunden Trauben auf und zeichnen sich zusätzlich durch einen niedrigeren Anteil an botrytisinfizierten Trauben aus. Betreffend den Anteil an gesunden Traubenteilen und den Anteil an Trauben mit Stiellähme schneiden die Varianten V2 AP (AB+TS) und V6 Sw (AB) + AP (TS) am schlechtesten ab. Ihr Anteil an botrytisinfizierten Trauben liegt im Mittelfeld.

Tabelle 30: Absolute und relative Erntemengen der Trauben der mikrovifizierten Varianten

	Variante	Kurzbezeichnung	Gewicht (in kg)			
			gesamt	gesund	Botrytis	Stiellähme
absolut	V1	UK	49,08	37,78	9,35	1,95
	V2	AP (AB+TS)	49,63	36,68	8,56	4,39
	V6	Sw (AB) + AP (TS)	44,66	32,76	7,6	4,3
	V9	Sw (AB) + Fr (TS)	55,7	42,61	9,31	3,78
	V11	Sw (TS) + Fr (WW)	64,55	48,91	9,94	5,7
			Gewicht relativ (%)			
relativ	V1	UK	100	76,98	19,05	3,97
	V2	AP (AB+TS)	100	73,91	17,25	8,85
	V6	Sw (AB) + AP (TS)	100	73,35	17,02	9,63
	V9	Sw (AB) + Fr (TS)	100	76,50	16,71	6,79
	V11	Sw (TS) + Fr (WW)	100	75,77	15,40	8,83

Die folgende Abbildung 15 zeigt die Ergebnisse der Mostanalyse. Im Bezug auf Öchslegrade, Glucose, Fructose, Säure und pH-Wert gibt es keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Deutliche Unterschiede zeigen sich bei den FAN-Werten und bei den Ammoniumgehalten. Auch die Laccasewerte der Varianten V1 und V2 mit 92 bzw. 94 mg/l unterscheiden sich deutlich von den Varianten V6 und V9 (77 bzw. 74 mg/l). Alkohol war bereits bei allen Varianten vorhanden, was auf einen Gärstart der Moste während des Transports hinweist (Abbildung 15).

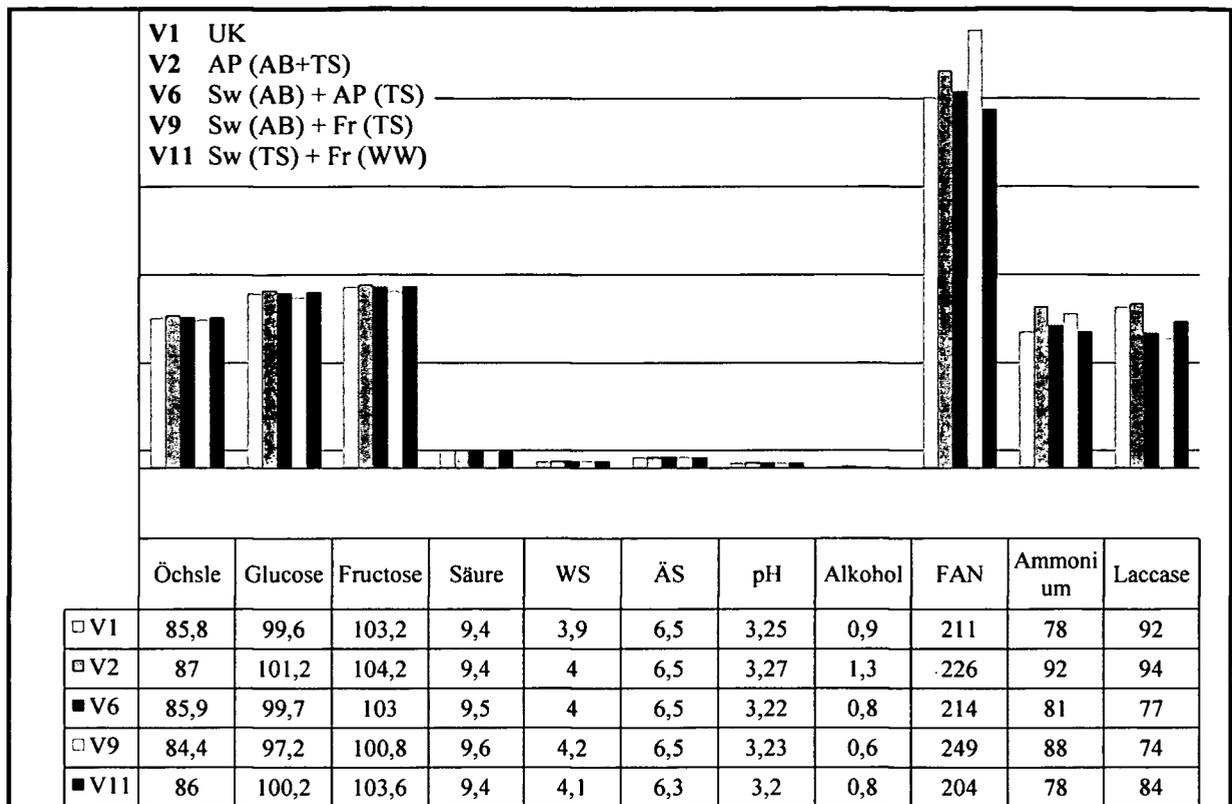


Abbildung 15: Mostanalyse der mikrovinierten Varianten

Für die Darstellung des Gärverlaufs wurde aus den Dichtewerten der Biegeschwingermessung die relativen Öchslegradationen in% (Ausgangswert = 100%) berechnet. Basierend auf den berechneten Daten, wurde der Gärverlauf der Weine graphisch aufbereitet. Der Gärverlauf verlief bei allen Varianten ähnlich und war ca. nach 10-12 Tagen abgeschlossen. Unterschiede zwischen den Varianten können nicht ausgemacht werden (Abbildung 16).

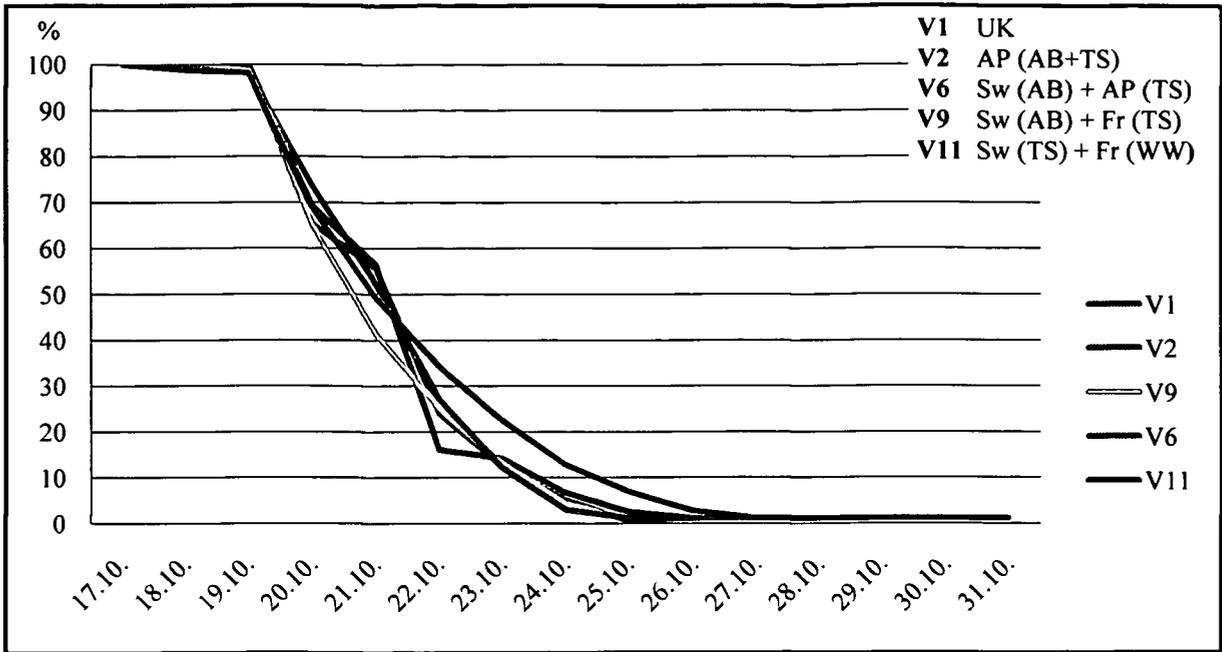


Abbildung 16: Gärverlauf (%) in Abhängigkeit der mikrovinifizierten Varianten

Nachfolgendes Diagramm zeigt die Ergebnisse der Weinanalyse. Die exakten Analysewerte der einzelnen Parameter sind unterhalb der dazugehörigen Säulen angegeben. Die Dichtewerte sind sehr ähnlich, jedoch sticht der Wein V6 durch einen untypischen Wert hervor. Bei der Messung des Gärverlaufs mittels Biegeschwinger wurden am Ende der Gärung bei dieser Variante Dichtewerte um 0,993 gemessen. Die anderen Analysewerte der Varianten sind, bis auf kleine Ausnahmen, sehr ähnlich (Abbildung 17).

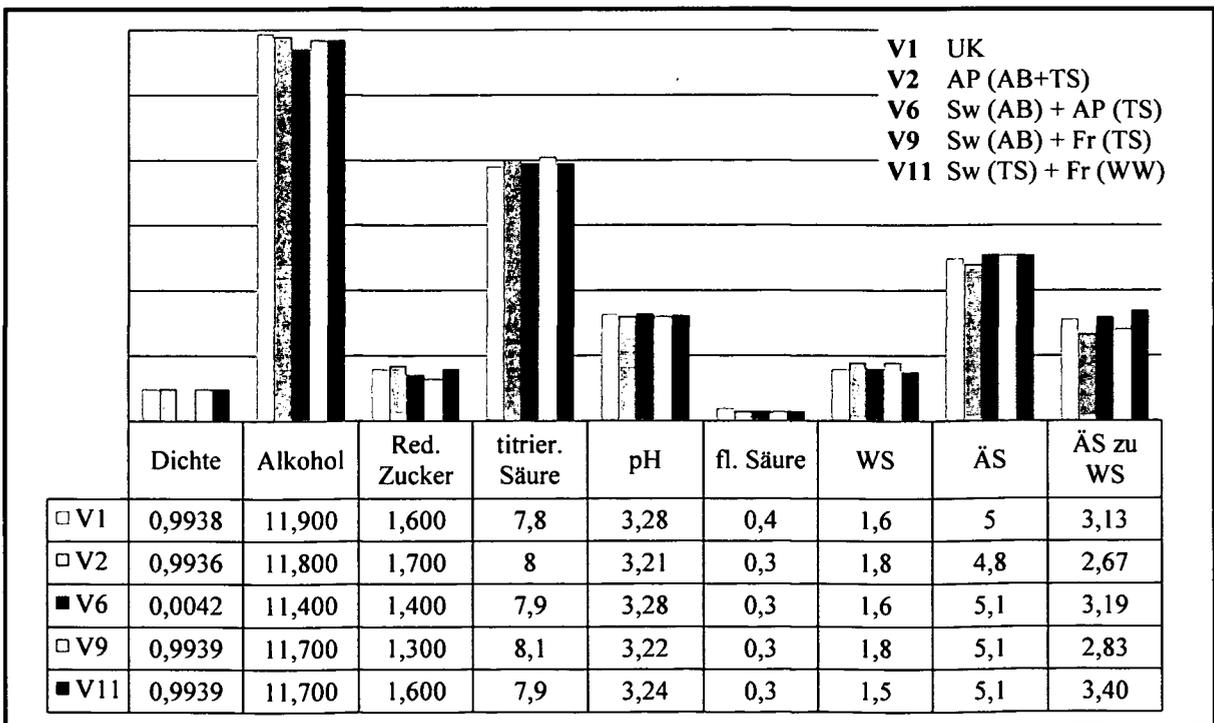


Abbildung 17: Weinanalyse der mikrovinifizierten Varianten

5.4 Sensorische Beurteilung der mikrovinierten Varianten

Folgend werden die Ergebnisse der Verkostung tabellarisch oder in Diagrammform aufgelistet. Da nicht jede Frage von allen 14 Verkostern behandelt wurde, ist die Anzahl der Verkoster, die die Thematik beantworteten neben der Fragestellung angeführt.

Die Reintönigkeit der Weine wurde bei alle Varianten von der Mehrheit der Verkostungsteilnehmer als sauber und klar beurteilt. Bis auf Wein V11, wurde kein Wein von einem Teilnehmer als „fehlerhaft“ deklariert. In Summe am besten bewertet wurden die Weine V1, V2 und V6 (Tabelle 31).

Tabelle 31: Reintönigkeit der beurteilten 5 Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11	V1	UK
sauber, klar	82%	79%	96%	71%	71%	V2	AP (AB+TS)
dumpf	7%	21%		14%	7%	V6	Sw (AB) + AP (TS)
muffig	11%			7%		V9	Sw (AB) + Fr (TS)
unsauber			4%	7%	11%	V11	Sw (TS) + Fr (WW)
fehlerhaft					4%		
keine Antwort					7%		

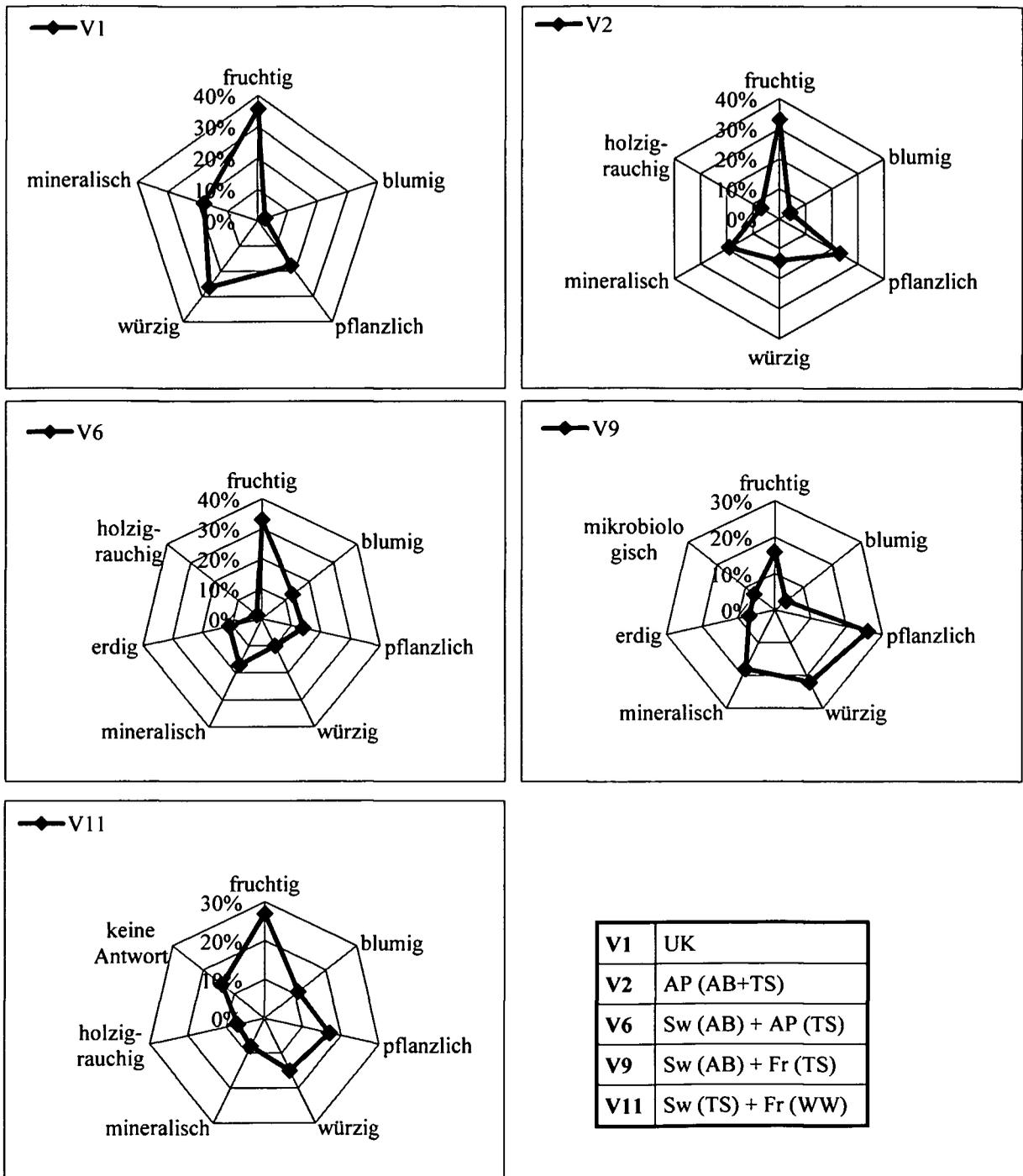
Bezüglich der Tiefe und Intensität der Weine gab es von den Verkostern bei keinem Wein eine klare Entscheidung. So beurteilten die meisten Verkoster die Weine V1 und V2 mit „ausgeprägt“, jedoch kreuzten in Summe beinahe ebenso viel die Attribute „dezent“ und „zart, verhalten“ an. Bei den Weinen V6 und V9 kreuzte die Mehrzahl der Verkoster „ausgeprägt“, „oberflächlich“ oder „dezent“ an. Der Wein V11 wurde von 29% als „dezent“ und von 18% als „voll, tief“ beurteilt (Tabelle 32).

Tabelle 32: Tiefe und Intensität der beurteilten 5 Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
voll, tief			4%	4%	18%
konzentriert			6%	7%	10%
aufdringlich	7%	7%		11%	2%
ausgeprägt	43%	36%	21%	32%	13%
oberflächlich	7%	7%	29%	21%	7%
dezent	21%	29%	24%	11%	29%
zart, verhalten	21%	21%	17%	7%	7%
müde				7%	7%
keine Antwort					7%

14/14 Teilnehmer, Stimmen in %, gerundet

Das Aroma der Weine V1, V2, V6 und V11 wurden von den meisten Verkostern mit „fruchtig“ angegeben. Der Wein V9, der zweimal mit Botrytiziden behandelt wurde, bekam von den meisten Verkostern die Attribute „pflanzlich“, „würzig“ und mineralisch zugeschrieben (Abbildung 18).



V1	UK
V2	AP (AB+TS)
V6	Sw (AB) + AP (TS)
V9	Sw (AB) + Fr (TS)
V11	Sw (TS) + Fr (WW)

Abbildung 18: Aromaräder der beurteilten 5 Versuchsweine, 14/14 Teilnehmer, Stimmen in %, gerundet

Abbildung 19 zeigt, dass jeweils 28% der Verkoster die den Wein V11 als komplex bzw. solide beurteilen. Auch der Wein der Variante V9 wurde im Vergleich zu den anderen Weinen relativ gut bewertet. Im Mittelfeld liegen die Weine V1 und V6. Der Wein V2 wurde von den meisten Verkostern mit einfach bewertet und hat keine einzige Stimme für das Attribut „komplex“ erhalten. Die Verteilung der Stimmen zeigt deutlich, dass es bei den meisten Weinen keine klare Tendenz oder einhellige Meinung der Verkoster gab (Abbildung 19).

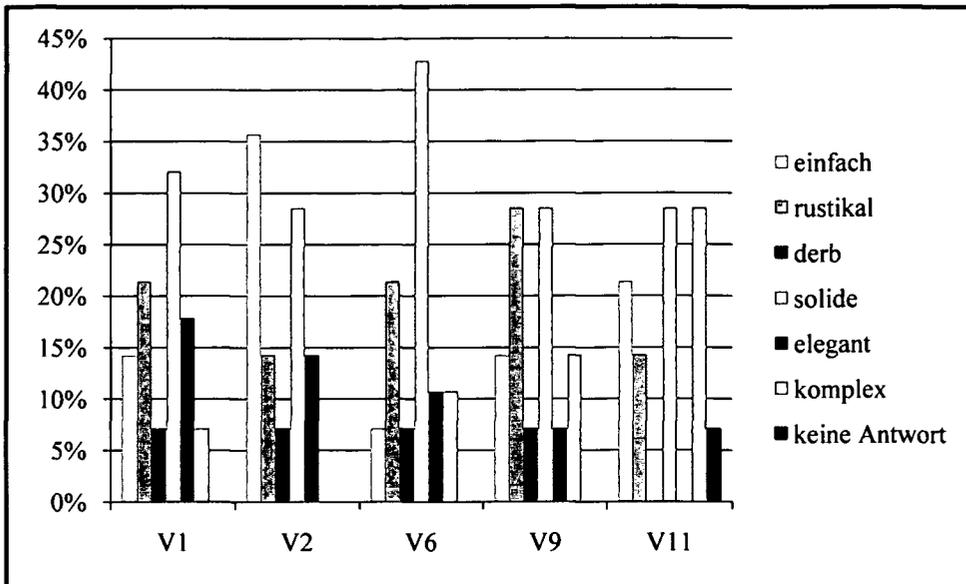


Abbildung 19: Komplexität der beurteilten Versuchsweine, Stimmen in % gerundet, 14/14 Teilnehmer

Folgende Tabelle 33 zeigt die Säure der mikrovinifizierten Weine. 36% der Verkoster beurteilten die Säure des Weines V1 mit „gut eingebunden“, 29% mit „rassig“. Wein V2 wurde von der Mehrheit der Verkoster mit „rassig“ und „spitz“ bewertet. Die Säure der Weine V6 und V9 wird eher als „gut eingebunden“ und „erfrischend“ beschrieben. Die „mildeste“ Säure weist der Wein V11 auf.

Tabelle 33: Säure der beurteilten Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
mild					14%
gut eingebunden	36%	14%	43%	21%	32%
erfrischend	14%	14%	32%	36%	25%
rassig	29%	43%	11%	18%	
spitz	21%	29%	7%	18%	7%
aggressiv			7%	7%	7%
keine Antwort					14%

Stimmen in %, gerundet 14/14 Verkoster

Im Bezug auf die Bitterkeit wurden von der Mehrheit der Verkoster die Weine V11 und V6 als angenehmsten beurteilt. Die Weine V1 und V9 liegen im Mittelfeld. Der Wein V2 hat im Bezug auf die Säure zwar auch die meisten Stimmen für das Attribut „angenehm“, jedoch bewerten auch 25% der Verkoster den Wein als „grasig“ und 18% der Verkoster als „grün“ (Tabelle 34).

Tabelle 34: Bitterkeit der beurteilten Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
angenehm	54%	36%	61%	54%	71%
grün	11%	18%	11%	14%	14%
grasig	11%	25%	14%	21%	
rau	21%	7%			
bitter	4%	14%	14%	4%	
grob				7%	
keine Antwort					14%

Stimmen in %, gerundet, 14/14 Verkoster

Eine Benennung der Mineralik kann aufgrund der Stimmenverteilung nicht erfolgen (Tabelle 39).

Tabelle 35: Mineralik der beurteilten Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
mineralisch	35%	31%	38%	38%	46%
salzig	35%	38%	31%	38%	35%
keine Mineralik	31%	31%	23%	23%	19%
keine Antwort			8%		

Stimmen in %, gerundet, 13/14 Verkoster

Der Körper der Weine V1 und V2 wurde von den meisten Verkostern als „mittel“ oder „schlank“ beschrieben. Die Weine V6 und V9 weisen einen mittleren Körper auf, während der Körper des Weines V11 von jeweils 43% der Verkoster als „mittel“ oder „kräftig“ bewertet wurde (Tabelle 36).

Tabelle 36: Körper der beurteilten Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
dünn				7%	
schlank	36%	36%	7%	11%	7%
mittel	43%	57%	68%	68%	43%
kräftig	18%	7%	25%	14%	43%
voluminös	4%				
üppig					7%

Stimmen in %, gerundet 14/14 Verkoster

Die Art der Textur kann den einzelnen Weinen aufgrund der inhomogenen Stimmenverteilung nicht zugeordnet werden (Tabelle 37).

Tabelle 37: Textur der beurteilten Versuchsweine

	V1	V2	V6	V9	V11
wässrig	8%			8%	
weich	13%	33%	33%	8%	38%
cremig	38%		33%	25%	21%
kernig	33%	58%	25%	42%	42%
grob	8%	8%	8%	17%	

Stimmen in %, gerundet, 12/14 Verkoster

Der Abgang aller Weine wurde mehrheitlich als „mittel“ bewertet. Für die meisten Verkoster war der Wein V11 der Wein mit dem längsten Abgang, jedoch beurteilten auch 28% der Verkoster den Abgang des Weines als „kurz“ (Abbildung 20).

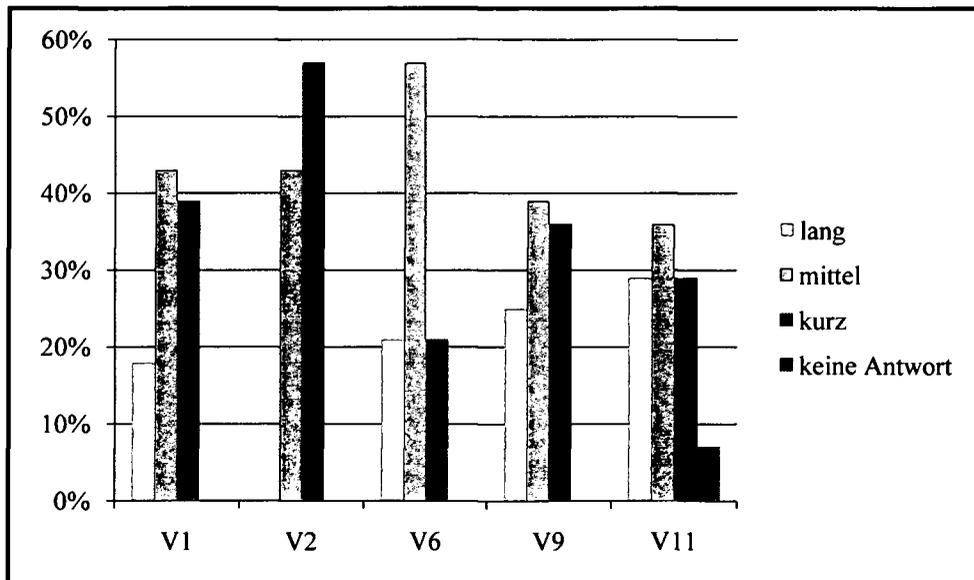


Abbildung 20: Abgang der beurteilten Versuchsweine, 14/14 Verkoster, Stimmen in %, gerundet

Die Frage nach der Verkehrsfähigkeit der Weine beantworteten alle Verkostungsteilnehmer bei allen Weinen mit Ja. Auf die Frage, ob die Weine sortentypisch sind, antworteten alle Teilnehmer bis auf einen mit Ja. Dieser befand die Varianten V9 Sw (AB) + Fr (TS) und V11 Sw (TS) + Fr (WW) als nicht sortentypisch und stuft sie dementsprechend auch nicht als Qualitätswein ein.

Die Beurteilung der mikrovinierten Versuchsweine anhand des Schemas zur Punktebewertung wurde von elf aus 14 Verkostungsteilnehmern vorgenommen. Die Punkte wurden je Wein addiert und durch die Anzahl der beurteilenden Verkoster dividiert. Die Weine wurden aus den daraus resultierenden Durchschnittswerten von 1 (bester Wein) bis 5 (schlechtester Wein) gereiht (Tabelle 38):

Tabelle 38: Beurteilung der mikrovinierten Versuchsweine anhand des Schemas zur Punktebewertung

Platz	Punktwert	Wein
1	13,59	V11 Sw (TS) + Fr (WW)
2	13,41	V9 Sw (AB) + Fr (TS)
3	13,36	V6 Sw (AB) + AP (TS)
4	13	V1 UK
5	12,36	V2 AP (AB+TS)

11/14 Teilnehmer

Am besten wurde die Variante V11 Sw (TS) + Fr (WW) beurteilt. Die durchschnittliche Beurteilung war bei allen Weinen außer bei der Variante V2 AP (AB+TS) zwischen 13 und 13,59 Punkten. Diese Weine wurden von allen Verkostern durchschnittlich als „gut“ bewertet. Am schlechtesten schnitten die Weine der Variante V2 und der Kontrollvariante V1 ab. Der Wein V2 wurde laut Schema mit durchschnittlich 12,36 Punkten als „einfacher Wein“ beurteilt. Geht man von der Annahme aus, dass der beste und der schlechteste Wein Ausreißer sind und berechnet den Durchschnittswert der verblieben drei Weine kommt man auf eine Durchschnittsqualität von 13,26. Vergleicht man nun die „Ausreißerwerte“ mit dem Durchschnittswert kommt man auf folgendes Ergebnis. Die Variante V2 AP (AB+TS) weicht mit 12,36 Punkten deutlicher von dem Durchschnittswert 13,26 ab, als die beste Variante V11 Sw (TS) + Fr (WW) mit 13,59 Punkten. Die Variante V2 könnte damit als auffallend schlechter als die anderen Varianten beschrieben werden. Generell kann man sagen, dass es, bis auf die Variante V2, keine starken Abweichungen in der durchschnittlichen Punktebeurteilung gab (Tabelle 38).

5.5 Wirtschaftlichkeit eines Botrytizid- und *Aureobasidium pullulans*-Einsatzes

Folgende Tabelle 39 zeigt die Bruttopreise, die Gebindegröße sowie die empfohlene Aufwandmenge der Präparate. Der Preis für 1 kg Botector ist mit € 190,- wesentlich höher als die Preise für die Botrytizide. So kostet das teuerste Botrytizid „Switch 62,5 WG“ im Lagerhaus ca. 140 € pro kg. Das günstigste Botrytizid „Scala“ liegt bei ca. 47 € (Tabelle 39).

Tabelle 39: Preisvergleich der Botrytizide vs. Botector (*Aureobasidium pullulans*)

Präparat	empfohlene Aufwandmeng		Gebinde	Preis inkl. MwSt.	
	Konz.	ha-Aufwand		Lagerhaus	Wiesinger
Frupica	0,12%	1,2 kg/ha bei 1000 l Brühe	1 kg	€ 113,66	€ 101,62
Switch 62,5 WG	0,1%	1 kg/ha bei 1000 l Brühe	1 kg	€ 139,63	€ 123,38
Cantus	0,12 %	1,2 kg/ha bei 1000 l Brühe	1 kg	€ 112,89	€ 100,34
Scala	0,125 %	1,25 – 2 l/ha bei 1000 l Brühe	1 l	€ 46,54	€ 42,02
Teldor	0,16 %	1,6 kg/ha bei 1000 l Brühe	1 kg	€ 76,79	€ 68,56
Botector	0,1 %	0,4 kg/ha bei 300-500 l Brühe	1,2 kg	€ 228,- (1kg ~ € 190,-)	

Tabelle 40 zeigt die Preise/ha der Präparate, berechnet laut Preisliste Lagerhaus. Die Aufwandsempfehlung für Botector liegt bei 0,4 kg/ha bei ca. 400 l Brühe, daraus ergeben sich Mittelkosten von € 76,- pro ha Weingarten.

Die Mittelkosten/ha der Botrytizide hängen von der Berechnungsmethode ab: Berechnet man z.B. den Mitteleinsatz von Switch 62,5 WG nach Konzentration und geht davon aus, dass man für eine gezielte Applikation des Mittels mit zwei Düsen in die Traubenzone, bei einer Anlage von 2,5m Reihenabstand bei 1m Stockabstand, ca. 400 l Brühe benötigt, beträgt der Mittelaufwand 0,4 kg (=Konzentration von 0,1%). Die Mittelkosten pro ha betragen dann € 55,85 (Preis Lagerhaus). Berechnet man eine Traubenwaschung mit einem Aufwand von 600 l Brühe pro Hektar, benötigt man 0,6 kg Switch (=Konzentration von 0,1%). Die Mittelkosten belaufen sich in diesem Fall auf € 83,78 pro Hektar. Berechnet man den Mitteleinsatz von Switch jedoch nach ha-Aufwand beträgt dieser 1kg/ha, der Preis für ein ha liegt dann bei € 139,62.

Der Preis für ein günstiges Botrytizid, wie zum Beispiel Teldor, liegt pro ha berechnet nach Konzentration (1,6%) für 400 l/ha bei € 49,15, für 600 l/ha beträgt der Preis € 73,72. Der Preis berechnet nach ha-Aufwand liegt bei € 122,86 (Tabelle 40).

Tabelle 40: Preis/ha Botector (*Aureobasidium pullulans*) vs. Botrytizide berechnet nach Konzentration (Brühe: 400 l/ha, 600 l/ha) und ha-Aufwand

Präparat	empf. Aufwandmenge		Preis/kg bzw. Preis/ l	Preis pro ha inkl. MwSt. berechnet nach		
	Konz.	ha-Aufw.		Konzentration 400 l/ha	Konzentration 600 l/ha	ha-Aufwand
Frupica	0,12%	1,2 kg/ha	€ 113,66	€ 54,56	€ 81,84	€ 136,39
Switch 62,5 WG	0,10%	1 kg/ha	€ 139,63	€ 55,85	€ 83,78	€ 139,63
Cantus	0,12%	1,2 kg/ha	€ 112,89	€ 54,19	€ 81,28	€ 135,47
Scala	0,125%	1,25 – 2 l/ha	€ 46,54	€ 23,27	€ 34,91	€ 58,18 - € 93,-
Teldor	0,16%	1,6 kg/ha	€ 76,79	€ 49,15	€ 73,72	€ 122,86
Botector		0,4 kg/ha	€ 190,-	€ 76,- bei 400l Brühe/ha		

Die folgende Tabelle 41 zeigt die Maschinenselbstkosten laut dem Österreichischen Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL). Die Stundenkosten verstehen sich inklusive Reparatur- und Treibstoffkosten.

Tabelle 41: Maschinenkosten laut ÖKL-Richtwert

Maschine	Kosten/h
Spezialtraktor Weinbau 55 kW, Allradantrieb, Auslastung: 150 h/J (Neuwert € 35.000,-)	~ € 43,-
Gebläsespritzen Anbau 20 000 m³/h - 500 l	~ € 12,-
Summe	€ 55,-

Die Maschinenkosten für Traktor (Allrad) und Sprüherät betragen in Summe ca. 55,- €. Berechnet man die Kosten für den – im Versuch eingesetzten Traktor Holder 774 (74 PS, Allradantrieb, Auslastung: ca. 250 h/Jahr, Neuwert ca. € 65.000,-) betragen allein die Traktorselbstkosten € ~ 53,- pro Stunde.

6 Diskussion

Botrytisbonitur

Die Botrytisbonitur vom 4. Oktober 2008 zeigt im Allgemeinen relativ hohe Befallshäufigkeiten (68-94%) bei mittleren bis starken Befallsstärken (11-45%). Optimal für eine gesunde Traubenqualität sind wenig botrytisinfizierte Trauben (niedrige Befallshäufigkeit) und eine niedrige Befallsstärke (die befallenen Trauben zeigen nur wenige botrytisinfizierte Beeren). Welchem Parameter mehr Beachtung geschenkt werden muss, hängt von der individuellen Philosophie des Winzers oder des Traubenproduzenten ab. Gilt es, nur gesundes Traubenmaterial zu ernten und müssen die botrytisinfizierten Trauben bei der Ernte ausgelesen werden, ist es vorteilhaft möglichst wenige Trauben mit Botrytis zu haben, d.h. die Befallshäufigkeit sollte niedrig sein. Die Befallsstärke der Trauben ist in diesem Fall eher zweitrangig, da die infizierten Trauben unabhängig von der Stärke der Infizierung exakt ausgelesen werden müssen. Wenn aber z.B. 10% Botrytisbefall der Trauben toleriert werden, ist die Befallshäufigkeit nebensächlich, solange die Befallsstärke niedrig ist.

Die hohen Befallshäufigkeiten und starken Befallsstärken der Trauben im Versuche 2008 lassen sich auf folgende Ursachen zurückführen:

– Niederschlag- und Temperaturverlauf

Ein Grund für das extrem starke Auftreten von Botrytis könnten die hohen Niederschläge und warmen Temperaturen des Monats Juni sein. KAST et al. (2004) führten eine statistische Korrelations- und Regressionsanalyse zwischen langjährigen Datenreihen über das Auftreten von Krankheiten an der Rebe und Temperatur- und Niederschlagsdaten durch. Monatliche Niederschlagssummen und Temperaturmittelwerte eines Messpunktes der LVWO Weinsberg in Deutschland aus den Jahren 1953 bis 2002 wurden mit Sauerfäule-Bewertungen aus denselben Jahren verglichen. Weinbaufachleute bewerteten dazu jeweils im Oktober des Bezugsjahres das Auftreten von Botrytis auf der Gemarkung Weinsberg. Es konnte eine signifikante Korrelation gefunden werden: Die Niederschlagssumme im Juni ist positiv mit dem Befall durch Sauerfäule korreliert ($r=0,40^*$). KAST et al. (2004) führen dies auf latenten Infektionen der abgestorbenen Blütenteile mit *Botrytis cinerea* zurück. Diese Infektionen werden zunächst abgewehrt, kommen aber bei reifen Trauben und feuchter Witterung wieder zum Ausbruch. Hohe Niederschläge im Juni fördern vermutlich latente Infektionen oder vergrößern die Botrytisgefahr über das verstärkte Wachstum der Beeren, wodurch diese anfälliger für den Befall mit Botrytis werden. Im Verlauf des Monats Juni 2008 kam es immer wieder zu starken Niederschlägen gepaart mit hohen Temperaturen. Beispielsweise verzeichnete die Wetterstation Karl Strauss (Steinbach) am 18.06. einen Tagesniederschlag von 17,8 mm bei einem Temperaturmaximum von 28,8° C und einer Durchschnittstemperatur von 17,8°C. Diese feucht-warmen Bedingungen sind ideal für latente Infektionen mit *Botrytis cinerea*.

Der September 2008 war gekennzeichnet durch eine Niederschlagsperiode (12.-15.09.) und vereinzelte Regentage (z.B. 25.09. – 15mm Niederschlag). Gegen Ende September gab es in den Morgenstunden oft feuchten Nebel. Die Temperaturen waren anfangs sehr warm, ab Monatsmitte wurden Durchschnittstemperaturen um 10°C gemessen, die Tageshöchsttemperaturen lagen zwischen 11 und 23°C. Unter diesen Bedingungen ist die Wahrscheinlichkeit für einen Ausbruchs von latenten Infektionen und einer starke Vermehrung der Botrytis sehr groß.

– Hagel

Eine weitere befallsfördernde Wirkung könnten die Hagelschläger vom 2. August und 12. September 2008 gehabt haben. REISENZEIN et al. (2008) verweisen darauf, dass nach einem Hagelschaden massiver Botrytisbefall auftreten kann. Laut REDL (2003) sind die Bedingungen nach einem Hagelschlag meist feucht und warm und der Rebstock zeigt zahlreichen Wunden, wodurch die Voraussetzungen für Infektionen verschiedener Schadpilze, wie Botrytis, günstig sind. Laut CREASY und CREASY (2009) sind mechanische Verletzungen der Beerenhaut, zum Beispiel durch Hagel hervorgerufen, die häufigste Ursache für die Infektion der Traube mit *Botrytis cinera*. Der Schaden der Hagelschläge wurde mit 15-20% bewertet, dies könnte den starken Botrytisbefall der Beeren der Versuchsanlage zumindest gefördert haben.

– Unwirksamkeit der Präparate

Der hohe Befallsrate könnte bei den Varianten der Botrytizidausbringung aufgrund einer Resistenzbildung der Botrytisstämmen gegenüber den Botrytiziden aufgetreten sein. Im Bezug auf *Aureobasidium pullulans* könnte eine unwirksame Formulierung des Präparats zu dem starken Befall geführt haben. Versuche, die in den Vegetationsperioden 2007 und 2008 von bio-ferm in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur durchgeführt wurden, zeigten im Bereich des Botrytisbefalls (Befallshäufigkeit und Befallsstärke) deutliche Ergebnisse und auch die Wirksamkeit des Hefepilzes *Aureobasidium pullulans* scheint eindeutig. Der Einsatz von „Botector“ bei verschiedenen Rebsorten zeigte im Jahr 2007 geringere Befallshäufigkeiten als die unbehandelte Variante „Untreated“. Im Jahr 2008 waren die mit Botector behandelten Varianten in ihren Befallshäufigkeiten auch wesentlich geringer als die mit Botrytiziden behandelten Varianten. Bei der Befallsstärke zeigten sich die Botector-Varianten bei allen Sorten, außer Chardonnay, besser als die unbehandelten Varianten (ANONYM 2010f). Diese Ergebnisse zeigen, dass prinzipiell eine Wirksamkeit des Hefepilzes *Aureobasidium pullulans* besteht. Die Annahme, die Wirksamkeit von *Aureobasidium pullulans* gegen *Botrytis cinerea* sei generell nicht vorhanden, ist daher nicht zulässig. Es könnte jedoch sein, dass der Hefepilz *Aureobasidium pullulans* durch mikroklimatische Bedingungen kein optimales Milieu vorfand und sich nicht ausreichend etablieren konnte. Eine Wechselwirkung des Hefepilzes mit anderen Spritzmitteln kann auch nicht ausgeschlossen werden.

Betrachtet man die statistischen Auswertungen der Botrytisbonitur (univariate Varianzanalysen), fällt in erster Linie auf, dass die Variante, die Einteilung der Präparate in Gruppen und die Einteilung der Boniturwerte nach dem Applikationszeitpunkt keinen Einfluss auf die Häufigkeit und die Stärke des Botrytisbefalls hatten. Daraus lässt sich folgern, dass es keine statistisch nachweisbaren Auswirkungen der Mittelausbringung auf den Botrytisbefall gab. Fehler in der Versuchsanlegung, die zu diesem Ergebnis geführt haben, könnten unbewusst passiert sein. Jedoch wurden die ausgebrachten Präparate sorgfältig, nach Gebrauchsanweisung, gelagert und angewandt. Die Ausbringung erfolgte an allen drei Terminen mit demselben Traktor, derselben Spritze und auch durch dieselbe Person. Die Ausbringung der Mittel erfolgte jeweils innerhalb von ca. zwei Stunden bei trockenem und sonnigem Wetter. Zwar kam es am zweiten Ausbringungstermin eine Stunde nach der Applikation zu einem leichten Tröpfeln, aber die Regentropfen fielen eher sporadisch und hörten nach ungefähr einer Minute wieder auf, weshalb eine Beeinträchtigung der Spritzung (die ausschließlich auf die Traubenzone

erfolgte) ausgeschlossen werden kann. Die Wetterstation Karl Strauss (Steinbach), die sich 500 m von der Versuchsfläche entfernt befindet, zeichnete an diesem Tag keinen Niederschlag auf.

Die Botrytisbonitur erfolgte an Stöcken, die sich in der Mitte der Versuchsreihe befanden und wurde nur von der Autorin durchgeführt. Eine Beeinflussung der Boniturergebnisse durch Abdrift oder durch verschiedene Personen, die unterschiedliche Ansichten bezüglich der Bonitur haben, kann daher ebenso ausgeschlossen werden.

Weitere Ursachen für die nicht vorhandenen Beeinflussungen der Mittel auf den Botrytisbefall könnten Ereignisse sein, die den Botrytisbefall in so starkem Maß beeinflussen, dass der Effekt der Mittel nicht mehr wahrnehmbar ist. So könnte es ein, dass sich die befallsfördernden Witterungsbedingungen auf die Traubenfäule so stark ausgewirkt haben, dass die Wirkungen der Botrytizide und *Aureobasidium Pullulans* nicht mehr in Erscheinung traten.

Unabhängig von den möglichen Ursachen des nicht vorhandenen Einflusses der Variante oder der Präparat(-kombination) auf den Botrytisbefall, sind die Konsequenzen der univariaten Varianzanalysen weitreichend. Sie sagen aus, dass eine statistisch abgesicherte Beurteilung der *Aureobasidium pullulans*-Ausbringung nicht erfolgen kann. Es zeigte sich jedoch durch die statistische Aufbereitung der Botrytisbonitur ein anderer Aspekt, der auf den ersten Blick nicht eindeutig erkennbar war: Die Hangseite weist im Bezug auf die Befallshäufigkeit ein Signifikanzniveau von 0,001 und im Bezug auf die Befallsstärke ein Signifikanzniveau von 0,003 auf. Auch eine Varianzanalyse ergab einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Lage und Befallshäufigkeit bzw. Befallsstärke. Der Unterschied zwischen Hangoberseite und Hangunterseite könnte durch folgende Parameter begründet sein:

- Der Hagelschlag könnte den oberen Teil der Anlage stärker beeinflusst haben als den unteren. Visuell konnte diesbezüglich jedoch kein Unterschied festgestellt werden.
- Durch günstige Bedingungen auf der Hangunterseite könnte sich der Pilz besser verbreitet haben und „effizienter“ tätig sein. Solche Bedingungen können das Mikroklima betreffend Feuchtigkeit, Niederschlag, Sonneneinstrahlung, Wind und Abtrocknung sein. Jedoch müsste in diesem Fall der Befall der Hangoberseite schwächer sein, da zum Beispiel Nebel und feuchte Luft den Hang herabfließen und eventuelle Winde die exponierteren, weiter oben gelegenen Reben rascher abtrocknen. Auch ist die Sonneneinstrahlung auf der Hangoberseite im Allgemeinen größer als auf der Hangunterseite. Ins Gewicht fallende Niederschlagsunterschiede können aufgrund der kleinen Dimension der Anlage eher ausgeschlossen werden.
- Hangunterschiede können sich auch durch den Boden ergeben. Ein lockerer und sauerstoffreicherer Boden auf der Hangoberseite könnte zu vermehrtem Wuchs und einem stärkeren Auftreten von Botrytis führen. Bei Anlagenbegehungen konnte auf der Hangunterseite an zwei Zeilen Moos entdeckt werden. Moos ist ein pH-Wert Anzeiger für eher saureren Boden. Weiters weist Moos auf verdichtete und eher nährstoffarme Böden hin. Auch erscheint die Bodenbegrünung auf der Hangoberseite etwas dichter und üppiger, was auf eine bessere Versorgung hinweisen könnte.

Traubenreife und Gärverlauf

Die Analysen der Traubenreifeparameter zeigen ein sehr inhomogenes Bild. Beinahe bei allen Parametern (Säure, pH-Wert, Zucker,...) änderte sich die Rangreihenfolge der Versuchsvarianten im Zuge der Analysetermine. Einige Werte lassen sich auf Fehler in der Probenziehung zurückführen, jedoch lassen die Ergebnisse, ebenso wie die statistische Auswertung der Botrytisbonitur, erkennen, dass es anscheinend keinen Einfluss der Mittelausbringung auf die Trauben gab.

Die Analyse der Moste zeigt, dass bereits zum Zeitpunkt der Pobenanalyse bei allen Varianten Alkohol vorhanden war. Dies weist auf einen Gärstart der Moste während des Transports hin und lässt den Schluss zu, dass von Natur aus ausreichende Hefe für einen Gärstart vorhanden war.

Die Vinifikation der Versuchsweine zeigte dann, dass die Gärung, trotz stark unterschiedlicher Ammonium und FAN-Werte der Trauben und Moste, bei allen fünf Varianten gleichmäßig verlief. Inwiefern die Gärung von diesen Parametern wirklich beeinflusst wird, hängt daher sicherlich auch stark von anderen Faktoren, wie zum Beispiel Hefe, Gärungstemperatur und pH-Wert ab.

Sensorische Beurteilung der mikrovinifizierten Weine

Bei der Verkostung wurden die Weine generell von den Verkostern einmal mit „einfach“ und überwiegend mit „gut“ beurteilt. Bei Versuchsweinen ist das eine positive Ausnahme und spricht für ein gutes Ausgangsmaterial und eine dementsprechend gute Vinifikation aller Varianten. Bei der Punktebewertung wurde die Variante V11 Sw (TS) + Fr (WW) am besten beurteilt, am schlechtesten schnitten die Weine der Variante V2 AP (AB+TS) und der unbehandelten Kontrollvariante V1 ab. Die anderen Verkostungsfragen geben einen Einblick in die Beurteilung der Details wie Aromaspektrum, Körper, Bitterkeit, Mineralik, Textur etc., jedoch zeigt die Stimmenverteilung bei der Beantwortung der einzelnen Fragen deutlich, dass die Beurteilung sehr uneinheitlich erfolgte. Unter Umständen waren die Verkoster mit der Summe an Fragestellungen überfordert. Relativ eindeutige Ergebnisse gab es bei der Frage nach der Reintönigkeit, die Rückschlüsse auf die Sauberkeit des Weines ermöglicht. Da alle Varianten von der Mehrheit der Verkostungsteilnehmer als sauber und klar beurteilt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass alle Weine frei von Beeinträchtigungen des Geruchs und Geschmacks sind. Die Frage nach der Aromatik sollte erörtern, ob sich für die verschiedenen Varianten bestimmte Geschmacksbilder herauskristallisieren. Da sich im Wein tausende Aromakomponenten befinden können, ist eine pointierte Identifizierung dieser schwierig. Weiters ist es nur möglich spezifische Aromen zu erkennen, die einem vertraut sind. Eine Einteilung der Komponenten in größere Kategorien vereinfacht die Zuordnung (SEVENICH 2005). Unter Berücksichtigung dieser Argumente wurden die Kategorien für das Aroma des Weines daher nur sehr allgemein gewählt (fruchtig, blumig, etc.). Die Aromatik der Weine wurde von den Verkostern teils sehr unterschiedlich beurteilt, es kann aber aus den Ergebnissen eine gewisse Tendenz herausgelesen werden. Wein V9, der zweimal mit Botrytiziden behandelt wurde, bekam von den meisten Verkostern die Attribute „pflanzlich“ und „würzig“, während die anderen Weine überwiegend mit „fruchtig“ beurteilt wurden. Diese Beschreibung der Aromatik lässt sich durch den relativ frühen Lesetermin und den frischen Zustand der Trauben erklären. Die Verarbeitung der Weine war allerdings relativ oxidativ und die Weine wurden mit warmer Temperatur vergoren, was eine „fruchtige“ Aromatik tendenziell nicht fördert.

Die Beurteilung der Säure der Weine, lässt Rückschlüsse auf die Endbewertung der Weine zu. Laut STAUDT (2005) bringt Säure Spannkraft in die Weine und verleiht ihnen das wichtige Rückgrat. Gerade aber bei der

Säure kommt es auf das richtige Maß an. Zu viel Säure kann den Wein hart, kantig und scharf machen, bei zu wenig Säure kann der Wein flach, schal oder breit schmecken. Der richtige oder passende Säurewert für einen Wein lässt sich analytisch nicht festmachen, da die Wahrnehmung von Säure stark von der Wirkung von anderen Weinhaltstoffen wie Alkohol oder Zucker abhängig ist. Die „mildeste“ Säurestruktur wurde dem Wein V11 Sw (TS) + Fr (WW) zugeordnet, der auch bei der Punktebewertung am besten abgeschnitten hat.

Vergleich der Wirtschaftlichkeit eines Botrytizid- und *Aureobasidium pullulans*-Einsatzes

Im Allgemeinen kann man sagen, dass ein Einsatz von *Aureobasidium pullulans* (Botector) weder bedeutend günstiger noch wesentlich teurer als ein Einsatz von Botrytiziden ist. Es hängt stark davon ab, welches Botrytizid eingesetzt wird, zu welchem Preis man dieses einkauft, wie oft man es einsetzt und vor allem, wie man die Aufwandmenge berechnet. Setzt man beispielsweise Botrytizide gezielt mit 400 l Brühe pro ha in die Traubenzone ein und berechnet den eingesetzten Mittelaufwand nach Konzentration, so betragen die Kosten pro Hektar je nach Botrytizid zwischen 23,- und 60,- € (Preisliste Lagerhaus). Dies wäre pro Einsatz wesentlich günstiger als ein Einsatz von Botector (€ 76,- bei 400l Brühe/ha). Möchte man eine große Menge an Brühe in die Traubenzone einbringen und berechnet eine Traubenwaschung mit 600 l Brühe pro Hektar liegen die Kosten zwischen € 35,- (Scala) und € 84,- (Switch 62,5 WG), was sich preislich im Bereich von *Aureobasidium pullulans* bewegt. Möchte man zum Beispiel aus Gründen der Arbeitszeiterparnis Botrytizide mit anderen Präparaten mischen und diese auf die ganze Laubwand applizieren, kann man die Brühe mit 1000l/ha berechnen und den maximalen Hektaraufwand des Botrytizids anwenden. In diesem Fall lägen die Kosten des Botrytizideinsatzes ca. zwischen € 58,- und € 140,- pro Hektar. Ein direkter Vergleich der Präparate ist daher nur schwer möglich und hängt von der spezifischen Situation des Einsatzes ab.

Vergleicht man generell den Einsatz von Präparaten (Botrytizide oder Botector) mit der Variante, keine Behandlung durchzuführen, muss man die Mittelkosten/ha mit den Maschinenkosten summieren. Laut den ÖKL-Richtwerten für die Maschinenselbstkosten betragen die Kosten für Traktor (55 KW, Allrad), Aufsattelgerät und Gebläsesprüher ca. € 55,- pro Stunde (Fahrzeit pro ha ~ 1 Stunde). Zusätzlich müssten noch die Personalkosten mit eingerechnet werden. Ein einmaliger Einsatz von *Aureobasidium pullulans* in Form von Botector kann in Summe mit 131,- € pro Hektar (Selbstkostenpreis) berechnet werden, der Einsatz von Botrytiziden kostet in Summe (je nach Mittel, Anwendung, etc.) zwischen 78,- und 200,- € pro Hektar (Selbstkostenpreis).

Eine Anwendung von Botrytiziden oder *Aureobasidium pullulans* kann als wirtschaftlich bezeichnet werden, wenn der Einsatz aus phytosanitärer Sicht erfolgreich ist und die Kosten im Verhältnis zum Nutzen stehen. Die Überlegung, Botrytis direkt mit Präparaten zu bekämpfen, sollte daher unter Miteinbeziehung folgender Punkte, erfolgen:

- Welches Traubenmaterial wird gewünscht?
- Wie hoch wird der Wert der Trauben eingestuft?
- Welcher Weintyp ist gewünscht (rückstandsfreier Wein, Prädikatsweine,...)?
- Welche Erfahrungen wurden in der Anlage bisher mit Botrytiziden oder alternativen Botrytisbekämpfungsmitteln gemacht (Befallsdruck in Anlage, Resistenzerscheinungen, Wirksamkeit etc.)?
- In welcher Relation stehen die Einsatzkosten (Präparat, Maschine, Personal) zu einem möglichen Ergebnis?

Conclusio

Der Versuch zeigte deutlich, dass die Auswirkungen von Lagenunterschieden (Mikroklima, Boden, etc.) und des Wetters in manchen Jahren enorm sein können. Der Einfluss kann so stark sein, dass andere Unterschiede zwischen den Varianten (z.B. Mittelausbringung) nicht mehr ins Gewicht fallen.

Freilandversuche sollten daher in Zukunft stärker unter Miteinbeziehung dieser Aspekte durchgeführt werden. Die Lage und die Bodengegebenheiten sind noch genauer zu unterscheiden. Eine sorgfältige Analyse des Bodens mit dem Wissen, dass es auch auf einer sehr kleinen Fläche große Unterschiede geben kann, ist anzuraten. Durch eine Erweiterung der Versuchsanlage auf verschiedene Flächen und verschiedene Gebiete steigt zwar die Inhomogenität der Böden, Lagen und Mikroklimata, jedoch können durch die Zunahme der Stichproben diese Effekte auch stärker in den Hintergrund treten. Bei einer erneuten Versuchsdurchführung wäre es von Vorteil, nach erfolgter Applikation der Botrytizide und des Hefepilzes *Aureobasidium pullulans*, durch einen mikrobiologischen Nachweis zu klären, ob sich der Hefepilz auf der Oberfläche der Beeren etabliert hat. So könnten Unsicherheiten bezüglich der grundsätzlichen Ausbreitung auf dem Milieu beseitigt werden. Bei einer erfolgreichen Etablierung auf unbehandelten Trauben und einer schlechten Ausbreitung auf Trauben, die zuvor mit Botrytiziden behandelt wurden, könnten so zum Beispiel auch erste Schlüsse auf etwaige Wechselwirkungen mit Botrytiziden gezogen werden.

Der Versuch zeigte, dass es keine Beeinflussung von *Aureobasidium pullulans* auf den Botrytisbefall gab, jedoch war auch der Einfluss der Botrytizide nicht signifikant. Daher kann weder eine positive noch eine negative Empfehlung für den Einsatz von *Aureobasidium pullulans* abgegeben werden. Betrachtet man allerdings die klimatischen Ereignisse und die Hangunterschiede, sollte das Augenmerk der Winzer und Traubenproduzenten eher vermehrt auf die vorbeugenden Maßnahmen zur Botrytisbekämpfung gelegt werden. Durch solche Maßnahmen, wie Sorten- und Selektionswahl, gutes Laubwandmanagement, eine Induzierung und Förderung der Lockerbeerigkeit, Traubenteilung und Traubenausdünnung, die Bekämpfung des Sauerwurms und anderer Pathogene, usw. könnte man die Bedeutung der direkten Bekämpfungsmittel für die Gesundheit der Trauben verschieben und das Risiko, dass eine Unwirksamkeit dieser Mittel zu einem starken Befall mit Botrytis führt, wäre geringer.

Hat man als Winzer oder Traubenproduzent Kenntnis über die individuellen Bodeneigenschaften der Lagen, kann durch richtiges Bodenmanagement und sachgerechte Bodenpflege sowie durch angepasste Stickstoffdüngungen auf den Wuchs der Reben (und somit indirekt auf die Wahrscheinlichkeit eines Botrytisbefalls) Einfluss genommen werden. Wie dieser Versuch deutlich zeigte, gilt es dabei nicht nur den Weingarten oder die Lage als Gesamtheit zu betrachten, sondern kleine Unterschiede bewusst wahrzunehmen.

Inwiefern sich das Wissen über die Inhomogenität einer Lage arbeitstechnisch umsetzen lässt, hängt sicherlich von Aufwand, Kosten, Zeit, Personal und anderen betrieblichen Faktoren ab. Je qualitativ hochwertiger das Traubenmaterial sein soll, desto mehr Aufmerksamkeit muss den Details gewidmet werden. Dieser Grundsatz sollte unbedingt in die Überlegungen bezüglich einer individuellen Bearbeitungsstrategie mit einbezogen werden.

Ein einjähriger Versuch, der unter dem Einfluss von bestimmten Lagen-, Boden-, Mikroklima- und Versuchsbedingungen stattfindet ist immer nur bedingt aussagekräftig. Nur aus einer Vielzahl an Ergebnissen können Schlüsse gezogen und Empfehlungen für Winzer und Traubenproduzenten abgegeben werden. Weitere, langjährige Versuche mit dem Hefepilz *Aureobasidium pullulans* werden daher empfohlen.

7 Zusammenfassung

Im Jahr 2008 wurde auf einer Weingartenfläche in Steinbach/Gamlitz in der Südsteiermark der Pilz „*Aureobasidium pullulans*“ in Form eines Hefegranulats im Vergleich zu konventionellen Botrytiziden in die Traubenzone appliziert. Insgesamt wurden elf Versuchsvarianten mit verschiedenen *Aureobasidium pullulans*- und Botrytizidausbringungen zu verschiedenen Ausbringungszeitpunkten (Abgehende Blüte, Traubenschluss, Weichwerden der Beeren) definiert. Diese Varianten wurden jeweils zweimal wiederholt und mit einer unbehandelten Kontrollvariante verglichen. Ziel war es, die Wirksamkeit des Hefepilzes *Aureobasidium pullulans* im Vergleich zur unbehandelten Variante und zu den Botrytizidausbringungen zu überprüfen.

Zur Analyse und Auswertung des Feldversuches wurde der Beerenreifeverlauf anhand von Reifeparametern wie Zucker, Säure, pH-Wert etc. analysiert. Der Botrytisbefall wurde pro Variante an sechs Quartieren bonitiert. Aus fünf Varianten wurden Versuchsweine gemacht und im Zuge der Lese und Mikrovinifikation wurden die Ertragsmengen erhoben, Mostanalysen durchgeführt und der Gärverlauf der Moste wurde dokumentiert. Weiters wurden die Versuchsweine analytisch und sensorisch bewertet.

Die Ergebnisse der Botrytisbonitur zeigten relativ hohe Befallshäufigkeiten (68-94%) bei mittleren bis starken Befallsstärken (11-45%) der verschiedenen Varianten. Bei einer statistischen Überprüfung der Ergebnisse wurde festgestellt, dass ein Einfluss der Varianten, der Präparat(-kombination), des Ausbringungszeitpunktes und Kombinationen dieser Faktoren ausgeschlossen werden kann. Dies könnte auf extrem befallsfördernde Witterungsbedingungen, Hagelschläge oder eine eventuelle Unwirksamkeit der eingesetzten Präparate (falsche Formulierung, Resistenzerscheinungen von *Botrytis cinerea* gegenüber den Botrytiziden) zurückzuführen sein. Fehler in der Versuchsdurchführung werden eher ausgeschlossen, da dieser sehr exakt durchgeführt wurde. Der Faktor Lage, im Speziellen die Unterscheidung zwischen Hangoberseite und Hangunterseite zeigte eine hoch signifikante Beeinflussung der Befallshäufigkeit und Befallsstärke. Auf der Hangoberseite war der Botrytisbefall, unabhängig von der Variante, häufiger und stärker als auf der Hangunterseite. Dies könnte am ehesten durch Bodenunterschiede der Lage erklärbar sein.

Die Analyse der Traubenreife zeigte, dass sich bei beinahe allen Parametern die Rangreihenfolge der Versuchsvarianten im Zuge des Reifeverlaufs änderte, was auf die Unwirksamkeit der Präparate zurückzuführen ist. Der Gärverlauf verlief, trotz unterschiedlicher Ammonium und FAN-Werte der Trauben und Moste, bei allen fünf Varianten gleichmäßig. Bei der Verkostung wurden die Weine der ausschließlichen *Aureobasidium pullulans*-Ausbringung und die unbehandelte Kontrollvariante am schlechtesten beurteilt. Die Variante der Botrytizidausbringung wurde am besten bewertet, die Benotung der einzelnen Verkostungsparameter (Aromatik, Komplexität,...) war bei vielen Fragen im Bezug auf die Stimmenverteilung der Verkoster sehr uneinheitlich.

Zusammenfassend offenbarte sich, dass der Botrytisbefall einer Anlage durch viele Faktoren beeinflusst wird. Weder eine positive noch eine negative Empfehlung für den Einsatz von *Aureobasidium pullulans* kann abgegeben werden, jedoch wird empfohlen, den vorbeugenden Maßnahmen zur Botrytisbekämpfung mehr Beachtung zu schenken. Bei einer starken Beeinflussung der Wirkung von Pflanzenschutzmitteln durch witterungsbedingte Ereignisse könnte man die Bedeutung der direkten Bekämpfungsmittel für die Gesundheit der Trauben minimieren und das Risiko, dass eine Unwirksamkeit dieser Mittel zu einem starken Befall mit Botrytis führt, wäre geringer. Auch sollte bei Kenntnis der genauen Bodeneigenschaften eines Weingartens oder einer Lage, eine individuelle Bearbeitungsstrategie (Bodenmanagement, Düngung etc.), zur Sicherung bestmöglicher Traubenqualitäten, überdacht werden.

8 Literaturverzeichnis

- Anonym (2004): Verein „Piwi“ fordert: Mehr pilzwiderstandsfähige Sorten ins Qualitätsrebsortenregister. *Der Winzer* 60 (5), 17
- Anonym (2010): Pflanzenschutzmittelregister Österreich – Registerauszug
<http://www.psm.ages.at>, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010a): BASF, Produktblatt Cantus®
http://www.agrar.basf.de/de/deploy/media/de/productfiles/labels/Cantus_081107.pdf, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010b): Botector – Gebrauchsanleitung.
<http://www.bio-ferm.com/produkte/botector/gebrauchsanleitung>, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010c): Syngenta Agro, Produktblatt Switch®
http://www.syngenta-agro.ch/ratgeber/pdf/merkblaetter/de/switch_d.pdf, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010d): Kiwizda Agro, Produktblatt Frupica®
<http://www.kwizda-agro.at/download/labels/Frupica.pdf>, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010e): ÖKL - Richtwerte Maschinenstundenkosten
<http://richtwerte.oekl.at>, Stand 18.01.2010
- Anonym (2010f): Botector – Wirksamkeit
<http://www.bio-ferm.com/produkte/botector/wirksamkeit>, Stand 18.01.2010
- Achleitner, D. (2008): Untersuchungen zur latenten Infektion von Weintrauben durch *Botrytis cinerea*. Wien: Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien
- Amann, R. (2004): Trauben-, Most- und Wein-Analyse per FTIR. *Der Badische Winzer* (8), 21-23
- Bartmann, J. (1971): Botrytis – gefährlichste Rebkrankheit? *Der Winzer*, 71 (4), 89-91
- Bauer, K. (1982): Probleme bei der Bekämpfung mit Botrytis? *Der Winzer* 38 (6), 8-12
- Baumgartner, D., Bill, R., Roth, I. (2001): Traubenmostanalyse mit Hilfe der FTIR-Spektroskopie. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 137 (2), 46-48
- Börner, H., Schlütter, K., Aumann, J. (2009): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 8. Ausgabe. Berlin: Springer
- Broome, J. C., English, J. T., Marois, J. J., Latorre, B. A., Aviles, J.C. (1995): Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grape based on wetness duration and temperature. *Phytopathology* 85, 97-102
- Castoria, R., De Curtis, F., Lima, G., Caputo, L., Pacifico, S., De Cicco, V. (2001): Aureobasidium pullulans (LS-30) an antagonist of postharvest pathogens of fruits: study on its modes of action. *Postharvest Biology and Technology* 22 (1), 7-17
- Clerjeau, M. (1994): Strategies for managing resistance to fungicides in practice in viticulture. In: Fungicide resistance. BCPC Monograph No 60. (Hrsg: Heaney, S., Slawson, D., Hollomon, D. W., Smith, M., Russel, P. E., Parry, D. W.) Farnham: British Crop Protection Council, 365-369
- Couderchet, M. (2003): Benefits and problems of fungicide control of *Botrytis cinerea* in vineyards of Champagne. *Vitis* 42 (4), 165-171
- Creasy, G. L., Creasy, L. L. (2009): Grapes. Oxfordshire: Cabi
- Dittrich, H. H., Großmann, M. (2005): Mikrobiologie des Weines, 3. Auflage. Stuttgart: Ulmer

- Dittrich, H.H. (1989): Die Veränderungen der Beereninhaltsstoffe und der Weinqualität durch *Botrytis cinerea* - Übersichtsreferat. Die Wein-Wissenschaft. Viticultural and Anological Sciences 44, 105-131
- Düring, H., Alleweldt, G., Koch, R. (1978): Studies on hormonal control of ripening in grape berries. Acta Hort 80, 293-405
- Eder, R., Berger, S., Schober, V., D'Ambrosio, L., Jung, R. (2004): Weinanalyse im eigenen Betrieb: Qualitätsparameter. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag
- Elad, Y., Kapat, A. (1999): The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*. European Journal of Plant Pathology 105, 177-189
- Elad, Y., Stewart, A. (2004): Microbial Control of *Botrytis spp.*. In: Botrytis: Biology, Pathology and Control (Hrsg: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N.) Dordrecht: Kluwer, 223-241
- Fillinger, S., Leroux, P., Auclair, C., Barreau, C., Al Hajj, C., Debieu, D. (2008): Genetic Analysis of Fenhexamid-Resistant Field Isolates of the Phytopathogenic Fungus *Botrytis cinerea*. Antimicrobial Agents and Chemotherapy 52 (11), 3933-3940
- Fischer, M., Kassemeyer, H.-H., Wosnitza, A., Freye-Minks, C., Loewe, R. (2009): Botrytis-Tests bei der Traubenannahme. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 145 (6), 9-12
- Fox, R. (2007): Botrytis und Essigfäule - neue Herausforderung? Der Deutsche Weinbau (12), 34-33
- Gemrich, A. R. (2006): Qualitätsmanagement – Diagnoseverfahren für Botrytis. Deutsches Weinbau Jahrbuch 57, 80-86
- Goeldner, H. (1970): Botrytisbekämpfung im Weinbau. Der Winzer 26 (6), 138-140
- Gullino, M. L. (1992): Control of botrytis rot of grapes and vegetables with *Trichoderma spp.*. In: Biological Control of Plant Diseases. Progress and Challenges for the Future. (Hrsg: Tjamos, E.C., Papavizas, G. C., Cook, R. J.), New York: Springer, 125-138
- Hänßler, G., Pontzen, R. (1999): Effect of fenhexamid on the development of *Botrytis cinerea*. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 52 (2), 158-176
- Hartmair, V. (1974): Das Botrytisproblem im Weinbau. Der Winzer 30 (5), 122-123
- Harms, M. (2007): Fäulnis – Erfolg nur im Gesamtkonzept. Der Deutsche Weinbau (7), 66-71
- Heitefuss, R. (2000): Pflanzenschutz: Grundlagen der praktischen Phytomedizin, 3. Ausgabe. Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Henner, J. (1970): Der Grauschimmel, weiterhin Rebfeind Nummer 1 der Traubenbeeren. Der Winzer 26 (7), 154-155
- Hillebrand, W. (1978): Rebschutz-Taschenbuch. 5. Auflage. Wiesbaden: Dr. Blitz & Dr. Fraud
- Hofmann, U., Köpfer, P., Werner, A. (1995): Ökologischer Weinbau. Stuttgart: Ulmer
- Hofmann, U. (2003): Botrytis: Herausforderung für den ökologischen Weinbau. Der Winzer 59 (7), 16-19
- Hofmann, U. (2007): *Botrytis cinerea* – eine Herausforderung auch für den biologischen Weinbau. Deutsches Weinbau Jahrbuch 58, 67-75
- Holzappel, W. (Hrsg.), Baumgart, J., Heeschen, W., v. Rheinbaben, F., Zschaler, R. (2004): Lexikon Lebensmittel-Mikrobiologie und -Hygiene, 3. Ausgabe. Hamburg: Behr's Verlag
- Jaeger, H. (2004): In Weinberg und Keller. Zeit der Reife. In: Wein. (Hrsg: Dominé, A.) h.f.ullmann, Tandem

- Kast, W. K., Fox, R., Bleyer, K. (2008): Wasserglas gegen Traubenfäulen? Der Deutsche Weinbau (12), 38-41
- Kast, W. K., Schiefer, H.-C. (2002): Botrytisbekämpfung: Spritzen Ende August? Der Deutsche Weinbau (16), 14-16
- Kast, W. K., Schiefer, H.-C. (2001): Qualitätssicherung durch Botrytisbekämpfung. Der Deutsche Weinbau (14), 16-19
- Kast, W. K., Rupp, D., Schiefer H.-C., Tränkle, L. (2004): Statistische Beziehungen zwischen Witterungsdaten und dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen im Weinbaugebiet Württemberg/Deutschlang. Mitteilungen Klosterneuburg 54, 239-248
- Katschner, E. (1977): Die Botrytisbekämpfung im Weinbau. Der Winzer 33 (5), 7-10
- Kauer, R., Kiefer, W. (1995): Umweltschonender und ökologischer Weinbau. KTBL Schrift 367. Darmstadt: KTBL
- Keller, M., Viret, O., Cole, F. M. (2003): *Botrytis cinerea* infection in grape flowers: Defense reaction, latency, and disease expression. Phytopathology 93, 316-322
- König, F. (1971): Erfahrungen mit dem Mittel „Benlate“. Der Winzer 27 (3), 51
- König, H., Uden, G., Fröhlich, J. (2009): Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine. Heidelberg: Springer
- Kück, U., Nowrousian, M., Hoff, B., Engh, I. (2009): Schimmelpilze: Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung. 3. Auflage. Berlin: Springer
- Kührer, E. (2007): Traubenausdünnung mittels alternativer Methoden. Der Winzer 63 (4), 16-19
- Leroux, P., Chapeland, F., Desbrosses, D., Gredt, M. (1999): Patterns of cross-resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from French vineyards. Crop Protection 18, 687-697
- Magnin-Robert, M., Trotel-Aziz, P., Quantinet, D., Biagiatti, S. (2007): Biological control of *Botrytis cinerea* by selected grapevine-associated bacteria and stimulation of chitinase and b-1,3 glucanase activities under field conditions. European Journal of Plant Pathology 118, 43-57
- Maier, I. (2005): Praxisbuch Bioweinbau. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.
- Mehofer, M. (2009): Laubarbeit, Entblätterung und Sonnenbrand. Erfahrungen beim Riesling. Der Winzer 65 (6), 16-18
- Mohr, H. D. (2005): Farbatlas Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe. Stuttgart: Ulmer
- Nieder, G. (1972): Zur Botrytisbekämpfung in der Rebschule. Der Winzer 28 (2), 33-35
- Nieder, G. (1976): Bekämpfung von Pilzkrankheiten im Weinbau. Der Winzer 32 (3), 9-14
- Nieder, G. (1988): Hinweise zur Botrytisbekämpfung im Weinbau. Der Winzer 44 (7), 6-8
- Österreichischer Weinbauverband (Hrsg.) (2009): Empfehlungen für die Weinbaumassnahmen ÖPUL 2007 für 2009. Wien: Österreichischer Weinbauverband
- Pardatscher, G. (1969): Erfahrungen und Richtlinien für eine wirksame Botrytisbekämpfung. Der Winzer 25 (3), 51-52
- Petgen, M. (2005): Möglichkeiten und Grenzen der Ertragsregulierung. Der Winzer 61 (5), 13-15
- Petgen, M. (2005a): Gibberellin-Einsatz zur Qualitätsregulierung. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 141 (7), 6-9

- Petgen, M. (2009): Mittel Regalis am Prüfstand: Einsatz von Wachstumsregulatoren. *Der Winzer* 65 (5), 12f
- Redl, H. (1999): Neue Fungizide gegen die Botrytis-Fäule der Trauben. *Der Winzer* 55 (8), 15-21
- REDL, H. (2001): Most- und Weinhaltstoffe in Abhängigkeit von den eingesetzten Fungiziden und der Intensität des Traubenbefalls durch Oidium und Botrytis. *Der Winzer* 57 (8): 11-18
- Redl, H. (2002): Änderungen in der Bekämpfung der Botrytis erforderlich? *Der Winzer* 58 (7), 6-12
- Redl, H. (2003): Hagel & Weinbauliche Maßnahmen: Reaktionen der Rebe auf Hagel kurz nach der Blüte. *Der Winzer* 59 (5), 18-21
- Redl, H. (2003a): Hochwertiges Lesegut: Keine faulen und welken Trauben. *Der Winzer* 59 (6), 6-10
- Redl, H. (2004): Botrytis: Frühzeitige Bekämpfung immer notwendiger. *Der Winzer* 60 (5), 18-21
- Redl, H. (2006): Rebschutzstrategie 2006. *Der Winzer* 62 (4), 11-15
- Redl, H. (2008): Scharfe Vorgaben erfordern Gegenmaßnahmen: Traubenfäule-Bekämpfung zielorientiert und frühzeitig. *Der Winzer* 64 (5), 15-19
- Redl, H. (2008a): Teilweise Entblätterung im basalen Triebbereich. *Der Winzer* 64 (6), 18-21
- Redl, H. (2009): Optimierung der Rebschutzstrategie 2009. *Der Winzer* 65 (3), 8-13
- Redl, H., Ruckenbauer, W., Taxler, H. (1996). *Weinbau Heute*. 3. Auflage. Graz: Leopold Stocker Verlag
- Regner, F., Eisenheld, C., Stadlbauer, A. (2002): Versuche zur chemischen Beerenausdünnung bei Rebe. *Mitteilungen Klosterneuburg* 52, 3-9
- Regner, F., Kühner, E. (2004): Gibberelline: Traubenausdünnung der Zukunft?. *Der Winzer* 60 (4), 12-14
- Reiß, K. (2005): Fäuleerreger rechtzeitig bekämpfen. *Der Deutsche Weinbau* (13), 24-24
- Reisenzein, H., Polesny, F., Höbaus, E. (2008): *Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Weinbau*. Wien: Österreichischer Agrarverlag
- Ribéreau-Gayon, J., Ribéreau-Gayon, P., Seguin, G. (1980): *Botrytis cinerea* in Enology. In: *The Biology of Botrytis* (Hrsg. Coley-Smith, J.R., Vernhoeff, K., Jarvis, W. R.). London: Academic Press Inc.
- Rombough, L., Swain, R. (2002): *The grape grower: a guide to organic viticulture*. Vermont: Chelsea Green Publishing
- Roßlenbroich, H.-J. (1999): Efficacy of fenhexamid (KBR 2738) against *Botrytis cinerea* and related fungal pathogens. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 52 (2), 127-144
- Ruckenbauer, W., Traxler, H. (1975): *Weinbau Heute*. 1. Auflage. Graz: Leopold Stocker Verlag
- Rühling, W. (1999): Maschinelles Entblättern. ATW-Bericht 105. Darmstadt: KTBL
- Rüttger, R., Mantler, T., Schildberger, B., Mandl, K., Brandes, W. (2006): Gärbeeinflussung untersucht: Hefetoxische Wirkung von Fungiziden? *Der Winzer* 62 (7), 10-11
- Saladin, G., Magné, C., Clément, C. (2003): Effects of fludioxonil and pyrimethanil, two fungicides used against *Botrytis cinerea*, on carbohydrate physiology in *Vitis vinifera* L. *Pest Management Science* 59, 1083–1092
- Schena, L., Ippolito, A., Zahavi, T., Cohen, L., Nigro, F., Droby, S. (1999): Genetic diversity and biocontrol activity of *Aureobasidium pullulans* isolates against postharvest rots. *Postharvest Biology and Technology* 17 (3), 189–199

- Schmuckenschlager, J. (1972): Versuche zur Bekämpfung der Traubenfäule. *Der Winzer* 28 (6), 141-142
- Sevenich, J. (2005): *Weinsensorik: Verkosten – Vergleichen – Beurteilen*. Wien: avBUCH
- Shtienberg, D. (2004): Rational Management of Botrytis-incited diseases: Integration of control measures and use of warning systems. In: *Botrytis: Biology, Pathology and Control* (Hrsg: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N.) Dordrecht: Kluwer, 335-347
- Siegfried, W., Temperli, T. (2008): PIWI-Reben im Vergleich – ein Zwischenbericht. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 144 (17), 6-9
- Staats, M., van Baarlen, P., van Kan, J. A. L. (2005): Molecular Phylogeny of the Plant Pathogenic Genus *Botrytis* and the Evolution of Host Specificity. *Molecular Biology and Evolution* 22 (2), 333-345
- Staudt, W. (2005): *50 einfache Dinge, die Sie über Wein wissen sollten*. Frankfurt/Main: Westend
- Steinbüchel, A., Oppermann-Sanio F. B. (2003): *Mikrobiologisches Praktikum: Versuche und Theorie*. Berlin: Springer
- Tinnacher, K. (unveröffentlicht): Die phytosanitären Auswirkungen von maschineller Entblätterung am Beispiel von Sauvignon Blanc und Morillon in der Südsteiermark. Bakkalaureatsarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien
- Tronsmo, A., Hjeljord, L. G. (1998): Biological Control with *Trichoderma* Species. In: *Plant-microbe interactions and biological control*. (Hrsg: Boland, G. J. und Kuykendall, L. D.). New York: Marcel Dekker, 111-126
- Vogt, E., Götz, B. (1977): *Weinbau*. Fünfte Auflage. Stuttgart: Ulmer
- Vogt, E., Götz, B. (1987): *Weinbau*. Siebte Auflage. Stuttgart: Ulmer
- Walg, O. (2005): Ertrag regulieren und Trauben gesund erhalten mit neuen Verfahren – Chance oder Risiko. *Deutsches Weinbau Jahrbuch* 56, 39-56
- Walg, O. (2005a): Ausdünnen mit dem Traubenvollernter. *Der Winzer* 61 (6), 12-16
- Walg, O. (2006): Qualitätsoptimierung durch maschinelle Entblätterung. *Deutsches Weinbau Jahrbuch* 57, 61-70
- Walg, O. (2006a): Ertragsregulierung im Vergleich. *Der Winzer* 62 (6), 10-15
- Würdig, G., Woller, R. (1989): *Chemie des Weines*. Stuttgart: Ulmer
- ZAMG (2010): Temperaturdaten Leibnitz
http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm,
 Stand 18.01.2010
- Ziegler, B. (2009): Blattdüngung – wann bringt sie etwas? *Der Deutsche Weinbau* (11), 30-33

9 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Hefe- und Bakterienzellen von Most aus gesunden und faulen Beeren nach DITTRICH und GROSSMANN (2005)	10
Tabelle 2: Pflanzenschutzmitteleinsatz	32
Tabelle 3: Versuchsvarianten	38
Tabelle 4: Bezeichnung der Varianten gemäß ihrer Verteilung im Feld	40
Tabelle 5: Skala zur Bewertung des Botrytisbefalls an <i>Vitis Vinifera</i>	41
Tabelle 6: Berechnung der Botrytisbonitur	42
Tabelle 7: Varianten für die Mikrovinifikation	42
Tabelle 8: Themen und Antwortmöglichkeiten zur Beschreibung der Weine	44
Tabelle 9: Schema für Punktebewertung	44
Tabelle 10: Beispiel für Berechnung von beschreibenden Merkmal	45
Tabelle 11: Kurzbezeichnung der Versuchsvarianten	47
Tabelle 12: Relative Fructosegehalte (% von Glucose) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008, sortiert nach Rang	48
Tabelle 13: Ergebnisse der Botrytisbonitur der Trauben (%) in Abhängigkeit der Parzellenanordnung	52
Tabelle 14: Kurzbezeichnung der Variantenverteilung	52
Tabelle 15: Variantenspezifische Mittelwerte und Streuung der Befallshäufigkeit der Trauben	53
Tabelle 16: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen	53
Tabelle 17: Variantenspezifische Mittelwerte und Streuung der Befallsstärke der Trauben	54
Tabelle 18: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen	54
Tabelle 19: Univ. Varianzanalysen im Bezug auf Variante, Präparat, Applikationszeitpunkt	55
Tabelle 20: Zwischensubjekt Faktoren, Univariate Varianzanalyse Hangseite	56
Tabelle 21: Univariate Varianzanalyse Hangseite, Abhängige Variable: Häufigkeit	56
Tabelle 22: Univariate Varianzanalyse Hangseite, Abhängige Variable: Stärke	56
Tabelle 23: Univariate Varianzanalysen Faktorkombinationen	57
Tabelle 24: Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben	57
Tabelle 25: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen, Hangseite im Bezug auf die Befallshäufigkeit der Trauben	58
Tabelle 26: Mittelwerte und Streuung der Hangseite im Bezug auf die Befallsstärke der Trauben	58
Tabelle 27: Einfaktorielle Anova und Test der Homogenität der Varianzen, Hangseite im Bezug auf die Befallsstärke der Trauben	58
Tabelle 28: Korrelation Häufigkeit x Stärke	59
Tabelle 29: Korrelation Hangseite x Befallshäufigkeit, Hangseite x Befallsstärke	59
Tabelle 30: Absolute und relative Erntemengen der Trauben der mikrovinifizierten Varianten	60
Tabelle 31: Reintönigkeit der beurteilten 5 Versuchsweine	63
Tabelle 32: Tiefe und Intensität der beurteilten 5 Versuchsweine	63
Tabelle 33: Säure der beurteilten Versuchsweine	65
Tabelle 34: Bitterkeit der beurteilten Versuchsweine	66
Tabelle 35: Mineralik der beurteilten Versuchsweine	66
Tabelle 36: Körper der beurteilten Versuchsweine	66
Tabelle 37: Textur der beurteilten Versuchsweine	67
Tabelle 38: Beurteilung der mikrovinifizierten Versuchsweine anhand des Schemas zur Punktebewertung	68
Tabelle 39: Preisvergleich der Botrytizide vs. Botector (<i>Aureobasidium pullulans</i>)	69
Tabelle 40: Preis/ha Botector (<i>Aureobasidium pullulans</i>) vs. Botrytizide berechnet nach Konzentration (Brühe: 400 l/ha, 600 l/ha) und ha-Aufwand	70
Tabelle 41: Maschinenkosten laut ÖKL-Richtwert	70

Abbildung 1: Wichtige Kenndaten und Abbildung der Versuchsfläche	31
Abbildung 2: Vergleich der Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) 2008 zum langjährigen Mittel, Station Wagna/Leibnitz	33
Abbildung 3: Vergleich der Monatsmittelwerte des Niederschlags (mm) zum langjährigen Mittel, Station Wagna/Leibnitz	33
Abbildung 4: Darstellung Niederschlag (mm), Durchschnittstemperatur (°C), Temperaturmaximum (°C) und Temperaturminimum (°C) des Monats Juni 2008, Station Strauß Karl (Steinbach).....	34
Abbildung 5: Darstellung Niederschlag (mm), Durchschnittstemperatur (°C), Temperaturmaximum (°C) und Temperaturminimum (°C) des Monats September 2008, Station Strauß Karl (Steinbach)	35
Abbildung 6: Schema Versuchsanlage.....	39
Abbildung 7: Zunahme des Mostgewichts (°Öchsle) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008	47
Abbildung 8: Zunahme der Fructosegehalte (%) in Relation zur Glucose der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008	48
Abbildung 9: Abnahme der titrierbaren Säure (g/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008	49
Abbildung 10: Verhältnis der Äpelsäure (%) zur Weinsäure der Versuchsvarianten (V1-V11).....	49
Abbildung 11: Zunahme des pH-Werts der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008	50
Abbildung 12: FAN-Werte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008	50
Abbildung 13: Ammoniumgehalte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008.....	51
Abbildung 14: Laccase-Gehalte (mg/l) der Versuchsvarianten (V1-V11) im September 2008.....	51
Abbildung 15: Mostanalyse der mikroviniifizierten Varianten.....	61
Abbildung 16: Gärverlauf (%) in Abhängigkeit der mikroviniifizierten Varianten	62
Abbildung 17: Weinanalyse der mikroviniifizierten Varianten	62
Abbildung 18: Aromaräder der beurteilten 5 Versuchsweine	64
Abbildung 19: Komplexität der beurteilten Versuchsweine	65
Abbildung 20: Abgang der beurteilten Versuchsweine.....	67

10 Anhang

Anhang 1: Univariate Varianzanalyse Variante, Abhängige Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	491,763(a)	10	49,176	1,110	,372
Konstanter Term	452667,618	1	452667,618	10213,501	,000
Variante	491,763	10	49,176	1,110	,372
Fehler	2437,628	55	44,321		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,168 (korrigiertes R-Quadrat = ,017)

Anhang 2: Univariate Varianzanalyse Variante, Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	548,785(a)	10	54,878	1,130	,358
Konstanter Term	32767,642	1	32767,642	674,495	,000
Variante	548,785	10	54,878	1,130	,358
Fehler	2671,953	55	48,581		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,170 (korrigiertes R-Quadrat = ,020)

Anhang 3: Univariate Varianzanalyse Präparat(-Kombination), Abhängige Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	141,124(a)	3	47,041	1,046	,379
Konstanter Term	347840,580	1	347840,580	7734,594	,000
Präparat(-kombination)	141,124	3	47,041	1,046	,379
Fehler	2788,267	62	44,972		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,048 (korrigiertes R-Quadrat = ,002)

Anhang 4: Univariate Varianzanalyse Präparat(-Kombination), Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	37,731(a)	3	12,577	,245	,865
Konstanter Term	24492,190	1	24492,190	477,070	,000
Präparat(-kombination)	37,731	3	12,577	,245	,865
Fehler	3183,007	62	51,339		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,012 (korrigiertes R-Quadrat = -,036)

Anhang 5: Univariate Varianzanalyse Applikationszeitpunkt, Abhängige Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	147,492(a)	4	36,873	,809	,525
Konstanter Term	349178,674	1	349178,674	7656,603	,000
Applikationszeitpunkt	147,492	4	36,873	,809	,525
Fehler	2781,899	61	45,605		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,050 (korrigiertes R-Quadrat = -,012)

Anhang 6: Univariate Varianzanalyse Applikationszeitpunkt, Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	342,963(a)	4	85,741	1,817	,137
Konstanter Term	25658,676	1	25658,676	543,885	,000
Applikationszeitpunkt	342,963	4	85,741	1,817	,137
Fehler	2877,776	61	47,177		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,106 (korrigiertes R-Quadrat = ,048)

Anhang 7: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Variante, Abhängige Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	1439,744(a)	21	68,559	2,025	,024
Konstanter Term	400125,426	1	400125,426	11818,580	,000
Hangseite	441,835	1	441,835	13,051	,001
Variante	509,841	10	50,984	1,506	,170
Hangseite * Variante	506,146	10	50,615	1,495	,174
Fehler	1489,648	44	33,856		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,491 (korrigiertes R-Quadrat = ,249)

Anhang 8: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Variante, Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	1463,498(a)	21	69,690	1,745	,060
Konstanter Term	28201,397	1	28201,397	706,142	,000
Hangseite	393,818	1	393,818	9,861	,003
Variante	409,883	10	40,988	1,026	,438
Hangseite * Variante	520,895	10	52,090	1,304	,258
Fehler	1757,240	44	39,937		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,454 (korrigiertes R-Quadrat = ,194)

Anhang 9: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Präparat(-Kombination), Abh. Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	659,949(a)	7	94,278	2,409	,031
Konstanter Term	323747,162	1	323747,162	8273,985	,000
Hangseite	276,167	1	276,167	7,058	,010
Präparat(-kombination)	164,261	3	54,754	1,399	,252
Hangseite * Präparat(-kombination)	179,690	3	59,897	1,531	,216
Fehler	2269,443	58	39,128		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,225 (korrigiertes R-Quadrat = ,132)

Anhang 10: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Präparat(-Kombination), Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	562,307(a)	7	80,330	1,753	,115
Konstanter Term	22460,640	1	22460,640	490,032	,000
Hangseite	372,020	1	372,020	8,116	,006
Präparat(-kombination)	71,455	3	23,818	,520	,670
Hangseite * Präparat(-kombination)	68,304	3	22,768	,497	,686
Fehler	2658,432	58	45,835		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,175 (korrigiertes R-Quadrat = ,075)

Anhang 11: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Applikationszeitpunkt, Abh. Variable: Häufigkeit

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	634,153(a)	9	70,461	1,719	,106
Konstanter Term	319874,474	1	319874,474	7804,406	,000
Hangseite	173,441	1	173,441	4,232	,044
Applikationszeitpunkt	131,823	4	32,956	,804	,528
Hangseite * Applikationszeitpunkt	193,300	4	48,325	1,179	,330
Fehler	2295,238	56	40,986		
Gesamt	455597,010	66			
Korrigierte Gesamtvariation	2929,392	65			

a R-Quadrat = ,216 (korrigiertes R-Quadrat = ,091)

Anhang 12: Univariate Varianzanalyse Hangseite * Applikationszeitpunkt, Abhängige Variable: Stärke

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Korrigiertes Modell	898,076(a)	9	99,786	2,406	,022
Konstanter Term	23371,132	1	23371,132	563,484	,000
Hangseite	176,265	1	176,265	4,250	,044
Applikationszeitpunkt	346,184	4	86,546	2,087	,095
Hangseite * Applikationszeitpunkt	173,345	4	43,336	1,045	,392
Fehler	2322,663	56	41,476		
Gesamt	35988,380	66			
Korrigierte Gesamtvariation	3220,738	65			

a R-Quadrat = ,279 (korrigiertes R-Quadrat = ,163)