

**Untersuchungen zur latenten Infektion  
von Weintrauben  
durch *Botrytis cinerea***

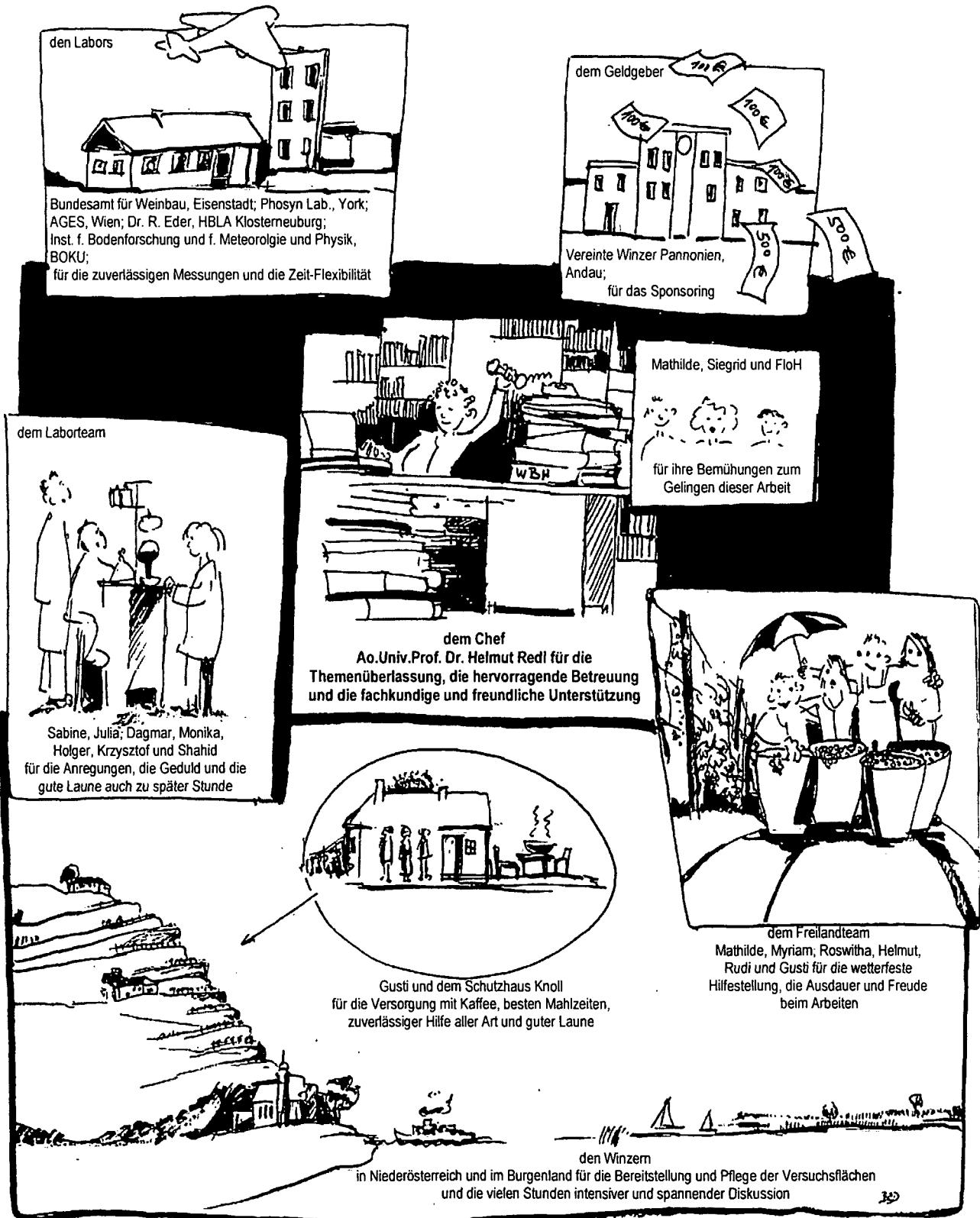
**Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades**

**vorgelegt von  
Ing. Dipl.-Ing. Doris Achleitner**

**Institut für Pflanzenschutz  
Universität für Bodenkultur**

**Wien, im März 2008**

# Meinen herzlichsten Dank



# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Biologie des Erregers	1
1.2	Bekämpfung	6
1.3	Probleme bei der Bekämpfung	8
<b>2</b>	<b>Problemstellung</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>12</b>
3.1	Standorte	12
3.2	Methoden für die Untersuchungen im Freiland	20
3.2.1	Bonitierung des Botrytisbefalls	20
3.2.2	Mostanalyse	21
3.2.3	Blattanalyse	22
3.2.4	Analyse der Bodenstickstoffgehaltes (Nmin)	23
3.2.5	Erfassung der Witterung	23
3.2.6	Untersuchungen zur standortspezifischen Nährstoffversorgung in Riesling-Rebanlagen	23
3.2.7	Untersuchungen an (markierten) Einzeltrauben	24
3.2.8	Untersuchungen von in der Rebanlage weiträumig verteilten Rheinriesling-Einzeltrauben	25
3.2.9	Botrytisanfälligkeit von Einzelstöcken mit außergewöhnlichem Befall	25
3.3	Witterung und Rebenphänologie	26
3.4	Freilandversuche zur latenten <i>Botrytis cinerea</i> -Infektion von Weintrauben	34
3.4.1	Versuchsbeschreibung	34
3.4.2	Sammlung sowie Anzucht der <i>Botrytis cinerea</i> -Individuen und Herstellung der Konidiensuspension	35
3.4.3	Bestimmung der Subspezies der als Sporensuspension eingesetzten <i>Botrytis-cinerea</i> -Isolate	36
3.4.4	Applikation der Sporensuspension	36
3.4.5	Versuchsauswertung	37
3.5	Molekularbiologische Untersuchungen	38

3.5.1	Probennahme	38
3.5.2	Probenvorbereitung	40
3.5.3	DNA-Extraktion	41
3.5.4	PCR-Analyse	41
3.5.5	Auswertung	44
3.6	Statistische Verfahren	44
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>45</b>
4.1	Einflüsse des Jahrganges auf die untersuchten Sorten	45
4.2	Einfluss der standortspezifischen Nährstoffversorgung bei Rheinriesling auf den Botrytisbefall	53
4.3	Einfluss der Reife, der Traubenarchitektur und der Position von markierten Einzeltrauben auf den Botrytisbefall	57
4.3.1	Einfluss der Triebstärke, der Insertion und der Position der Triebe am Rebstock auf die Traubenarchitektur	68
4.3.2	Beerensbotrytisbefall der markierten Einzeltrauben	71
4.3.3	Stielfäulebefall der markierten Einzeltrauben	84
4.3.4	Analyse der Mostparameter der markierten Einzeltrauben	86
4.3.5	Analyse von in der Rebanlage weiträumig verteilten Riesling-Einzeltrauben	89
4.4	Botrytisanfälligkeit von Einzelstöcken mit außergewöhnlichem Befall	92
4.4.1	Befall der Beeren	92
4.4.2	Bodentraubenaufreten an Rieslingstöcken	96
4.5	Etablieren der molekularbiologischen Methoden	98
4.5.1	Probenvorbereitung	98
4.5.2	Etablieren der Extraktion von genomischer DNA	100
4.5.3	PCR-Analyse	104
4.5.4	Optimales Konzept für die molekularbiologischen Nachweise	113
4.6	Untersuchungen zur latenten Botrytis cinerea-Infektion von Weintrauben	114
4.6.1	Versuchsauswertungen der Infektionsversuche im Freiland	114
4.6.2	Analyse der Resveratrol-Gehalte	117

4.6.3	Molekularbiologischer Nachweis der latenten <i>Botrytis cinerea</i> -Infektion von Weintrauben	118
4.7	Bestimmung der Subspezies von <i>Botrytis cinerea</i>	122
4.7.1	Bestimmung der Subspezies der gesammelten <i>Botrytis-cinerea</i> -Individuen aus Ertragsanlagen	122
4.7.2	Bestimmung der Subspezies in den latent infizierten Trauben	124
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>126</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>140</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>142</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>152</b>
<b>9</b>	<b>Abstract</b>	<b>186</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Biologie des Erregers

Der Pilz *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, Erreger der Graufäule, ist ein weitverbreiteter Fäulniserreger mit einem Wirtspflanzenspektrum von über 250 Pflanzenarten und tritt weltweit in Rebanlagen vieler Weinbaugebiete auf. Da seine sexuell gebildeten Apotheken in der freien Natur kaum vorkommen, ist der Name der Nebenfruchtform *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. besser bekannt (Abb. 1). Er ist ein typischer Wund- und Schwächeparasit, der sowohl saprophytisch als auch parasitisch leben kann (AGRIOS 1997, REDL et al. 1996).



Abbildung 1: Der Graufäuleerreger *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr.

Werden vollreifen Trauben sährereicher Weißweinsorten von *Botrytis cinerea* in Form der Edelfäule befallen, kann bei günstiger Witterung hochgradiges Lesematerial zur Produktion weltweit geschätzter Prädikatsweine gewonnen werden. Bei Rotweinen ist hingegen aufgrund der Zerstörung der Anthocyanine durch oxidierende Enzyme der Befall mit Edelfäule in der Regel unerwünscht (DITTRICH 1989).

Vornehmlich befällt *Botrytis cinerea* jedoch unreife Trauben in Gestalt der Sauer- oder Stielfäule und zählt damit zu den gefährlichsten Schaderregern im Weinbau (REDL und KOBLE 1991).

Allgemein wird die Schadsschwelle bei Weißweinen bei 15 bis 25 Prozent und bei Rotweinen bei 5 bis 10 Prozent sauerfäulebefallenen Beeren angesetzt (WEBER et al. 1978, REDL et al. 1996). In Zeiten verstärkten Qualitätsweinbaus wird heute jedoch gefordert, den botrytisbefallenen Leseanteil so gering wie möglich zu halten.

Der an der Rebe in Form von Sklerotien sowie als Myzel in einjährigen verholzten Trieben oder an Pflanzenresten am Boden überwinternde Pilz bildet im Frühjahr bei feuchtwarmer Witterung an den Befallsstellen zahlreichen Konidien auf baumartigen Trägern aus, die durch Regen und Wind verbreitet werden.

Ermöglicht eine Schwachstelle (Stomata, Lentizellen) oder eine Verletzung (durch abiotische oder biotische Faktoren) dem Keimschlauch durch die epikutikuläre Wachssschicht und die Beerenkutikula einzudringen, muss sich die Hyphe des Schaderregers gegenüber den natürlichen Abwehrmechanismen der Rebe (Phytoalexine bzw. Stilbene) durchsetzen. Um an die Nährstoffe des Wirtsgewebes heranzukommen werden nachfolgend mithilfe selbsterzeugter Enzyme die Zellwände degradiert. (GÄRTEL 1968, NAIR und HILL 1992, JEANDET et al. 1995a). Mit zunehmendem Befall mazeriert das Gewebe, durch botrytisbürtige Toxinausscheidungen sterben die Zellen ab, die Befallsstelle färbt sich braun und verliert an Festigkeit (LORENZ 1988).

JERMINI et al. (1986), PEZET und PONT (1986), REDL et al. (1996), WOLF et al. (1997) und Van KAN (2005) benennen die Rebblüte als wesentliche kritische Phase des Befallsrisikos. Wenn zur Blüteentwicklung gute Infektionsbedingungen herrschen, kann es nicht nur zur Gescheinsbotrytis kommen, sondern auch zu latenten Infektionen. Wurde bereits das Geschein kurz vor Beginn der Rebblüte infiziert, so trat der

Graufäuleerreger meist als Gescheinsbotrytis in Erscheinung (PEZET et al. 1986). Die betroffenen Blüten oder Gescheinstile nekrotisierten und wurden abgeworfen.

Entsprechend der Literatur kommen zwei Wege, die zur latenten Infektion führen, in Betracht:

- indirekte Infektion

Einerseits kann *B. cinerea* die nach verschlepptem Blühverlauf im Stielgerüst hängengebliebenen Blütenreste (GÄRTEL 1968) bei feuchter Witterung als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle saprophytisch nützen (NAIR und HILL 1992). Schafft es dadurch der Schadpilz mithilfe dieser Nahrungsquelle ein Mycel auszubilden, bleibt er vorerst inaktiv und symptomlos (latent) in den abgestorbenen Blüteresten verborgen und tritt erst später bei günstigen Ausbruchsbedingungen als (Roh- oder) Sauerfäule oder als Stielfäule in Erscheinung (REDL 1985 und 2002, LORENZ 1988, NAIR und HILL 1992). Auf diesem Weg wird das intakte Wirtsgewebe vorerst nicht infiziert, erst wenn die reifenden Trauben ein günstiges Milieu bieten, greift der Pilz auf die lebenden Zellen des Wirtsgewebes (Beeren, Beerenstiele und Traubengerüst) über.

- direkte Infektion

Andererseits ist es *Botrytis cinerea* möglich, in der abgehenden Rebblüte durch Eintrittsschleusen das intakte Rebgewebe direkt zu infizieren (McCLELLAN und HEWITT 1973, KELLER et al. 2003, HOLZ et al. 2003 und VIRET et al. 2004): Die am Narbensekret der Rebblüte klebenbleibenden Konidien keimen aus und wachsen aktiv oder passiv mit dem Keimschlauch des Pollens durch Narbe und Griffel zu den Ovarien (McCLELLAN und HEWITT 1973). An der Abrissstelle der Kalyptra am Blütenbodenrand (Abszissinsäurezone) entsteht eine Wunde, wodurch sich der Konidienkeimschlauch in die Interzellulare einnistet kann und in diesem Bereich der Blüte seine latente Phase verbringt (HOLZ et al. 2003, KELLER et al. 2003). Zwischen Fruchtknoten und Blütenboden, an der Beerenansatzstelle, besteht ein natürlicher Spalt, von wo aus die Mycelhyphen bzw. Konidien geschützt vor Botrytizid-Belag und in feuchter Atmosphäre in die Interzellulare des umliegenden Gewebes eindringen können (VIRET et al. 2004).

Erst bei Entstehung eines günstigen Milieus brechen die latenten Infektionen nach Reifebeginn aus, verbreiten sich im Fruchtgewebe und werden visuell erkennbar (REDL et al. 1996).

Bis zum Traubenschluss liegen anschließend für den Botrytis-Pilz erschwerende Infektions- und Entwicklungsbedingungen vor (HILL et al. 1981). Einer bedeutende Rolle kommen dabei sowohl morphologischen als auch physiologischen Faktoren des Abwehrsystems der Rebe zu. Einen mechanischen Schutz gegen das Eindringen des Keimschlauches bildet die geschlossene Kutikula von unreifen, unverletzten Beeren (GÄRTEL 1968, NAIR und HILL 1992, REDL et al. 1996). Die junge, epikutikuläre Wachsschicht besitzt hydrophoben Charakter, sodass Wasser fast rückstandsfrei abrinnen kann, und enthält einen hohen Gehalt an Gerbstoffen. Auch wenn die Beerenhaut Verletzungen aufweist (Hagelschäden, Fraßschäden durch Traubenwickler, Wespen u.a.m.), ist der Säuregehalt und die Fähigkeit zur Bildung von Abwehrstoffen hoch, sodass kaum ein nennenswertes Befallsausmaß zustande kommt (HILL et al. 1981, NAIR und HILL 1992, JEANDET et al. 1995b, REDL et al. 1996, PEZET et al. 2003).

Durch die beginnende Zuckereinlagerung und den Säureabbau entstehen mit dem Weichwerden der Beeren optimale Infektionsbedingungen. Der Penetrationswiderstand der Beerenhaut lässt seneszenzbedingt nach, die Wachsauflage degeneriert und die fortschreitende Reife bedingt eine Abnahme der fungistatisch wirkenden Beereninhaltsstoffe (HILL et al. 1981, BLAICH et al. 1984, REDL et al. 1996). Eine Voraussetzung für die Infektion ist die Anwesenheit von flüssigem Wasser für mind. zwei Stunden, worin die Konidien in einem Temperaturbereich von 3 bis 30 °C quellen können. Zur Ausbildung des infektiösen Keimschlauches ist anschließend nur mehr genügend hohe Luftfeuchte nötig (COERTZE et al. 2001). Nach lediglich 5 bis 9 Stunden können die Konidien im Temperaturoptimum zwischen 20 und 23 °C auskeimen (GÄRTEL 1981, REDL und KOBLER 1991).

Werden die Traubenstiele von *B. cinerea* befallen, mazeriert das Gewebe und die Wasserzufuhr zu den Beeren wird unterbrochen, betroffene Beeren bleiben dabei meist in ihrer Reife zurück. Oft vermorschen und vertrocknen die Stiele und reissen durch das Traubengewicht oder durch Windbewegungen ab. So entstehende Bodentrauben können zu quantitativen Ertragsverlusten von bis zu 40 Prozent führen (BEETZ 1969).

Während der Beerenreifephase steigt das Risiko eines Botrytis-Befalls zusätzlich durch plötzlich einsetzende Regenfälle nach längeren Trockenperioden. Aufgrund gesteigerter Wasseraufnahme laufen vor allem dünnsschalige, dichtbeerige Rebsorten Gefahr, dass einzelne Beeren durch abrupt, intensives Wachstum von ihrem Stielen abgedrückt

werden und so im Inneren der Traube Infektionsherde entstehen (CLAUS 1968, HILL et al. 1981, BAMBERGER 1999, HOFMANN 2000).

Eine Besiedelung der Botrytis-Befallsstellen mit Sekundärpathogenen kann zudem zusätzlich zu teils nicht behebbaren, sensorischen Verschlechterungen der Weinqualität führen, eine gesundheitlich bedenkliche Mykotoxin-Belastung ist dabei nicht auszuschließen (ALTMAYER 1983, BISIACH et al. 1986, HOFMANN 2000, GRAVOT et al. 2001, LORENZ 2001).

)

## 1.2 Bekämpfung

Den weinbaulichen Maßnahmen kommt bei der Bekämpfung der Botrytis angesichts der beträchtlichen Schwierigkeiten bei der chemischen Befallsreduzierung eine zentrale Bedeutung zu (KIEFER 1968, STELLWAAG-KITTNER 1968, REDL 1985 und 2000, LORENZ 1988, SCHIEFER 2000, FOX 2002).

Das Konzept des integrierten Rebschutzes (IP) sieht vor, zuerst die natürlichen Begrenzungsfaktoren durch Kulturmaßnahmen soweit wie möglich auszunutzen. Wichtige Vorkehrungen, um den steigenden Befall Einhalt zu gewähren, stellen dabei vor allem eine den Bedürfnissen der Rebe angepasste, verhaltene Stickstoffdüngung und ein in Richtung lockerer Stockaufbau gestalteter Rebschnitt, mit gut verteiltem Fruchtholz und günstiger Triebstellung, dar (REDL et al. 1996). Um eine optimale Anlagerung der Rebschutzmittel an die Trauben zu gewährleisten, ist eine gezielte Laubarbeit, die durch zeitgerechtes Triebbeinkürzen und maßvolle Teilentblätterung der Traubenzone eine gut durchlüftete, schnell abtrocknende Laubwand ermöglicht, notwendig (HOFMANN 2000, FOX 2002).

In den letzten Jahren versucht die weinbauliche Praxis verstärkt Kulturmaßnahmen zu etablieren, die dazu beitragen, die Lockerbeerigkeit der Trauben in den Weingärten zu fördern. Lockerbeerige Trauben reduzieren das Befallsrisiko in mehrerer Hinsicht: das Abdrücken der Einzelbeeren durch Volumenzunahme nach starker Wasseraufnahme wird verhindert, das gründlichere Abfallen der Blütenreste (Putzen) von den abgeblühten Gescheinen, die Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln auch bei Applikation nach Traubenschluss sowie das Abtrocknen des Traubeninneren nach Regen und Tau wird verbessert (REDL et al. 1996, PRIOR 2003). Durch den maschinellen Einsatz von Entlaubungs- bzw. Ausdünnungsgeräten während der Rebblüte wird im modernen Weinbau versucht ein künstliches Verrieseln und ein verbessertes Putzen der Gescheine zu erzielen. Zudem wird der Einsatz von Phytohormonen, wie Gibberellinsäure, welche den Fruchtansatz chemisch reduziert, diskutiert.

Wenn die biologische Regelung der Rebenkultivierungsmaßnahmen nicht mehr ausreicht und ein wirtschaftlich nicht mehr tolerierbarer Schaden zu entstehen droht, sind direkte, chemische Bekämpfungsmaßnahmen zu ergreifen (REDL et al. 1996).

Im ÖPUL (Sonderrichtlinie für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft) darf, bei maximal zweimaliger Anwendung eines Spezialmittels gegen *B. cinerea*, (ANONYM 2007), jedes zugelassene Spezial-Botrytizid (Teldor, Switch, Scala, Cantus und Frupica) zur Resistenzminderung nur einmal jährlich ausgebracht werden. Sind weitere Behandlungen gegen Botrytis notwendig, ist auf Peronospora-Fungizide mit Botrytis-Nebenwirkung zurückzugreifen (ANONYM 2007).

Abhängig von der Empfindlichkeit der Rebsorte und dem Witterungsverlauf werden folgende Einsatztermine für die gezielte chemische Bekämpfung empfohlen (REDL 1999 und 2002):

- Die Spritzung in die abgehende Blüte dient der Bekämpfung einer möglichen latenten Infektion, wobei hier der Einsatz von Peronosporamitteln mit Botrytis-Zusatzwirkung empfohlen wird (REDL 1999).
- Vor Traubenschluss ist der Einsatz von (ausnahmslos prophylaktisch wirkenden) Spezial-Botrytiziden vor allem zur Bekämpfung der Stielfäule ein wichtiger Behandlungstermin (REDL 1999).
- Die Applikation zu Beerenreifebeginn ist hingegen besonders erfolgreich gegen den Beerenbotrytis-Befall der heranreifenden Trauben während langandauernden Nässeperioden. Dieser Einsatzzeitpunkt wird auch zum besonderen Schutz der Beerenschale bei Rotweinsorten empfohlen (REDL 2002).
- Die Spätbehandlung bei weit fortgeschrittener Traubenreife ist wegen des Risikos von Rückstandsanreicherung und negativen Geschmackseinflüssen auf die Weinqualität als kritisch zu beurteilen. Aufgrund der Wartefristen stellt zudem die nicht vorhandene Möglichkeit, die Lese bei ungünstige Witterung vorziehen zu können, einen weiteren Nachteil dieses Einsatztermines dar (REDL 2002).

### 1.3 Probleme bei der Bekämpfung

Trotz der intensiven wissenschaftlichen Tätigkeit zur Erforschung der Lebensweise des Schaderregers und der Entwicklung spezifisch wirkender chemischer Bekämpfungsmittel wird vielerorts über zunehmende Schäden im europäischen Weinbau geklagt.

Als mögliche Ursachen bewerten REDL und KOBLER (1991) die Rationalisierungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte, die Einführung extensiver Reberziehungsformen und die Vernachlässigung der Laubarbeit, sowie die daraus folgenden Probleme bei der Rebschutzmittel-Applikation. Auch der Trend zur Mechanisierung der Kultivierungsmaßnahmen im Weinbau durch maschinellen Rebschnitt und Entblätterungs-, Traubenausdünnungsgeräten bzw. den Vollernter können durch rebstockunspezifische Bearbeitung und unsachgemäße Anwendung negativen Einfluss auf den Fäulnisgrad des Lesegutes ausüben (WALG 2005).

Des Weiteren kann die Auswirkung von häufigeren Auftreten von Spätfrost, Hagel, Sturm, Trockenperioden und Starkregenereignisse aufgrund des globalen Klimawandels, sowie der gestiegene Ozonbelastung auf die Fäulnis der Reben nicht ausgeschlossen werden.

Zudem steigt die Nachfrage von Konsumenten nach Rotweinen und zu Weinen höherer Qualitätsstufen in den letzten Jahren kontinuierlich. Der damit verbundene Trend zu einer späteren Lese bedingt ein erhöhtes Fäulnisbefalls- und Qualitätsrisiko. Die Nachfrage nach Weinen aus teils botrytisanfälligeren Sorten und die Konsumentenwünsche nach makeloser Qualität ohne geschmacklichen Fehlern und Pflanzenschutzmittelrückständen fordern die Winzer, durch innovative Kulturführung und konsequentes Ausnützen der indirekten Bekämpfungsmaßnahmen den Fäulnisbefall auf ein tolerierbares Maß zu beschränken und gleichzeitig eine ausgezeichnete Trauben- bzw. Weinqualität zu produzieren (SCHNEIDER 2001, REDL et al. 2008).

Neue Trends im Weinbau erhöhen desweiteren das Fäulnisrisiko. Befallsfördernd wirken die von Beratern propagierten engen Anlageformen mit niedriger Erziehungshöhe und hoher Laubwand: die daraus resultierende extrem geringe

Einzelstockbelastung fördert zum einen zu üppigen Triebwuchs, zum anderen verhindert die Dichtpflanzung die Ventilation und damit ein schnelles Abtrocknen der Weingärten (REDL et al. 2008). Andererseits führt die verstärkte Produktion von Sektgrundwein durch frühzeitiges Auslesen möglicherweise zu einer zu hohen Ertragsbelastung der Rebstöcke in einem frühen phänologischen Entwicklungsstadium. Die intensive Bodenbearbeitung, die durch Unkrautvernichtung gegen das Auftreten von Rebenphytoplasmosen empfohlen wird, könnte zudem zu massiven Bodenverdichtungen und zu verminderten Nährstoffaufnahmevermögen der Rebe führen (ANONYM 2007 und REDL et al. 2008).

Zusätzlich stellen die Resistenzbildungen verschiedener Botrytisstämme gegenüber spezifischen Botrytiziden einen wesentlichen Faktor dar (LEROUX 1995). Seit Jahren muss im Freiland zur Kenntnis genommen werden, dass Spezialmittel gegen Botrytis (Botrytizide) offenbar immer weniger zufriedenstellende Wirkungsgrade aufweisen, wobei sich die Anzeichen für eine resistenzbedingte Minderwirkung dieser spezifisch wirkenden Präparate augenscheinlich immer mehr verstärken.

Aufgrund wissenschaftlicher Arbeiten, durch die im Labortests Resistenzen bestimmter Botrytis-Stämme gegenüber botrytizider Wirkstoffe festgestellt werden konnten (BOURQUIN und HOLZ 1983, HILBER und LANGENEGGER 1994, LEROUX 1995, ZIOGAS und KALAMARAKIS 2001), lag in den letzten Jahren der Fokus von wissenschaftlichen Studien auf der Populationsdynamik von *Botrytis cinerea*, die an zahlreichen Pflanzen im Labor, Gewächshaus und Freiland untersucht wurde. *Botrytis cinerea* zeigte dabei große phänologische Variabilität und hohe genetische Diversität, sodass Eigenschaften wie Wirtsspezifität, Aggressivität und Resistenzbildung gegenüber Spezialbotrytiziden verschiedener Subspezies (Formae specialis) meist nicht signifikant erfasst werden konnten (GIRAUD et al. 1997 und 1999, ALFONSO et al. 2000, BARALDI et al. 2002, MUÑOZ et al. 2002, MARTINEZ et al. 2003, PAPLOMATAS et al. 2004, TOPOLOVEC-PINTARIC et al. 2004 und MA und MICHAILIDES 2005). Zur Unterscheidung der Subspezies *Transposa* und *Vacuma* wurden in *Botrytis cinerea* Boty ein 6-kb gypsy-ähnliches Retrotransposon (DIOLEZ et al. 1994) und Flipper, ein 1872-bp Klasse II Element (LEVIS et al. 1997) identifiziert.

*Transposa* enthält die Sequenzen von Boty und Flipper in der genomischen DNA, *Vacuma* enthält diese nicht. Zudem wurden Stämme gefunden, die nur Boty (*Boty*) bzw. nur Flipper (*Flipper*) aufweisen.

## 2 Problemstellung

Aufgrund der beschriebenen Problematik, möglichst qualitativ hochwertiges Lesematerial zu produzieren, sind grundlegende Untersuchungen für eine Verbesserung der Bekämpfung von Graufäule notwendig.

Spezial-Botrytizide, die in Österreich meist kurz vor Traubenschluss und zu Beerenreifebeginn eingesetzt werden, weisen in den klassischen „Traubenfäule-Gebieten“ (Wachau, Steiermark) mit fast jährlich starken Befall immer häufiger nur eine unbefriedigende Wirkung auf. Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass neben einer möglichen Sensitivitätsverschiebung auch eine latente *Botrytis cinerea*-Infektion bereits im phänologischen Stadium der abgehenden Rebblüte sogar in Trockengebieten eine Rolle spielt.

Da im Freiland die Traubenfäule meist in äußerst heterogenem Ausmaß auftritt, erschien es von Vorteil, die Untersuchungen an markierten Einzeltrauben durchzuführen, um die Lage- und Rebstockeinflüsse möglichst zu kompensieren.

Zunächst erschien es notwendig abzuklären, inwieweit die Traubenarchitektur, der Reifestatus, die (durchmesserbezogene) Triebstärke und die Traubenposition am Stock auf den Botrytisbefall der Beeren bzw. auf die Stielfäule Einfluss nehmen. Durch Vergleiche verschiedener Ertragsrebanlagen sowie von Einzelstöcken mit auffällig starkem und geringen Befall an Hand des Nährstoffgehaltes der Blattspreiten und bestimmter Parameter des Traubenmostes sollten heterogenitätsbezogene Erkenntnisse gewonnen werden.

In einem zweiten Arbeitsschritt war es angebracht zu untersuchen, inwieweit unter den österreichischen Weinbaubedingungen eine latente Infektion durch *B. cinerea* möglich bzw. gegebenenfalls mit einem Botrytizid chemisch bekämpfbar ist. Dazu wurden repräsentativ verteilte Einzeltrauben in mehreren Weingärten ausgesucht, markiert und teils mit einer Botrytis-Konidiensuspension, teils mit einem Botrytizid während der abgehenden Blüte behandelt. Als Vergleich sollten unbehandelte Fruchtansätze dienen. Da der tatsächliche Anteil der latent infizierten Jungtrauben durch visuelle Bonitur nicht exakt zu ermitteln ist, bedurfte es eines molekularbiologischen Nachweises mittels PCR (Polymerase Chain Reaction). Weil keine spezifische Methode für die

molekularbiologische Detektion einer latenten *Botrytis cinerea*-Infektion im Rebgewebe bislang international verfügbar war, bestand die Notwendigkeit, eine solche zu etablieren.

Methoden auf molekularbiologischer Basis waren im Weiteren auch erforderlich, um die zur Lese gesammelten Isolate auf ihre Zugehörigkeit zu den Subspezies von *B. cinerea* zu prüfen. Um einen klimatischen Einfluss auf die Populationszusammensetzung evaluieren zu können, bot sich an, *B. cinerea*-Isolate aus dem niederschlagsarmen Burgenland, dem witterungsmäßig sehr unterschiedlichen Niederösterreich sowie aus der niederschlagsreichen Steiermark heranzuziehen. Auch die latent infizierten Traubenteile aus dem Freilandversuch wurden dieser Analyse unterzogen.

Für die Untersuchungen erschien es sinnvoll, die Rebsorten so auszuwählen, dass Grüner Veltliner als wichtigste österreichische Weißweinsorte, Zweigelt als österreichweit meistangebaute Rotweinsorte sowie der besonders stielfäuleempfindliche Rheinriesling und der kompakttraubige Blauburgunder den überwiegenden Anteil in den Studien bildeten.

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Standorte**

Die Untersuchungen und Versuche erfolgten an insgesamt 18 Standorten in den Weinbaugebieten Wachau, Kremstal, Neusiedlersee und Neusiedlersee-Hügelland (Tab.1).

Tabelle 1: Rebsorten und Kurzbezeichnung der Versuchsflächen.

Standort	Rebsorte	Kurzbezeichnung
Weinbaugebiet Wachau		
Spitz/Vießling	Rheinriesling	Vieß/RR
Spitz/Axpoint	Grüner Veltliner	Axpo/GV
Spitz/Singerriedel	Rheinriesling	Singer/RR
Dürnstein/Frauenweingärten	Rheinriesling	Frau/RR
Dürnstein/Kellerberg	Rheinriesling	Keller/RR
Loiben/Höhreck	Rheinriesling	Höher/RR
Loiben/Breitl	Rheinriesling	Breit/RR
Loiben/Hochstrasser	Rheinriesling	Hoch/RR
Loiben/Kreutles	Grüner Veltliner	Kreut/GV
Loiben/Kreutles	Rheinriesling	Kreut/RR
Loiben/Burgstall	Gelber Muskateller	Burg/GM
Weinbaugebiet Kremstal		
Krems/Pfaffenberg	Rheinriesling	Pfaff/RR
Krems/Holzgasse	Grüner Veltliner	Holz/GV
Weinbaugebiet Neusiedlersee-Hügelland		
Rust/Satz	Zweigelt	Satz/ZW
Rust/Hochbaumgartner	Blauburgunder	Baum/BB
Weinbaugebiet Neusiedlersee		
Illmitz/Strassenacker	Zweigelt	Strass/ZW
Mönchhof/Kurzberg	Zweigelt	Kurz/ZW
Mönchhof/Kurzberg	Blauburgunder	Kurz/BB
Illmitz/Lüss	Zweigelt	Lüss/ZW
Andau/Stübringacker	St.Laurent	Stüb/SL

Die Mehrzahl der Standorte wurden integriert bewirtschaftet, die meisten davon nach den Österreichischen Richtlinien der kontrollierten integrierten Produktion (ÖPUL) im Weinbau, die Standorte Mönchhof/Kurzberg und Rust/Hochbaumgartner nach biologischen Richtlinien. Die weinbaulichen Kulturmaßnahmen (Rebschnitt, Laubarbeit, Bodenpflege, Rebschutz) erfolgte betriebsspezifisch, an einigen Standorten war eine Tropfbewässerung vorhanden.

### **Weinbaugebiet Wachau (Niederösterreich)**

Die Wachau erstreckt sich zwischen Melk und Krems entlang der Donau. Die Hauptsorten Grüner Veltliner und Rheinriesling werden teils am Berg in Terrassen auf Urgesteinsverwitterungsböden gepflanzt, teils befinden sich die Rebflächen in der Ebene im ehemaligen Schwemmbereich der Donau auf lehmig, sandigen Grund.

#### ***Spitz/Vießling, Rheinriesling* (Vieß/RR)**

Die nordwestlichste untersuchte Versuchsfläche liegt etwa 3 km nördlich des Donaustromes unmittelbar im Übergang zum rauen Waldviertelklima auf einer extrem steilen Terrassenlage, die Rebstockreihen weisen von SO nach NW. Die Rieslingreben stehen auf lehmigen Sand, sind in mittelweiten Anlageform gepflanzt und als hohe Kopferziehung mit zwei Bögen und schmaler Laubwand formiert. Die Bodenpflege erfolgte extensiv offen.

#### ***Spitz/Axpoint, Grüner Veltliner* (Axpo/GV)**

Die tropfbewässerte, nach Südwesten schwach abfallende Hanglage mit NO-SW-Zeilung in Spitz besteht im Unterboden aus Urgesteinsgeröll, der von einem tiefgründigen, tonhaltigen Oberboden überlagert ist. Die mittelhoch erzogenen Reben wurden auf 2 Bögen angeschnitten, der Boden extensiv offen gehalten.

#### ***Spitz/Singerriedel, Rheinriesling* (Singer/RR)**

Nordöstlich über der Axpoint erstreckt sich steil ansteigend eine Terrassenlage mit NW-SO-Auszeilung. Über dem Unterboden aus altem Paragneis befindet sich ein schmaler Horizont aus verwitterter, silikatreicher Braunerde. Die mittelweit gepflanzten niedrig erzogenen Reben wurden auf 2 Bögen angeschnitten und tropfbewässert

### **Dürnstein/Frauenweingärten, *Rheinriesling* (Frau/RR)**

In Donaunähe sind auf fast ebenem, lehmig, sandigem Boden der Rheinriesling mit Reihenausrichtung von Norden nach Süden gepflanzt, mittelhoch erzogen und stets auf zwei lange Fruchtbögen angeschnitten, wobei in der Regel die Bogenden überlappten. Die Laubwand der starkwüchsigen Reben wurde durch Einstricken aller Triebe hoch und schmal gestaltet. Der Zwischenzeilenbereich wurde extensiv offen gehalten.

### **Dürnstein/Kellerberg, *Rheinriesling*,**

mit den Subvarianten

**unbewässert** (Keller O/RR)

**tropfbewässert** (Keller OB/RR)

Die extreme Steillage in Reihen mit SSW-NNO-Orientierung ist mit Riesling bestockt, mittelweit gepflanzt und als Hochkultur in Form einer Kopferziehung mit zwei Bögen formiert. Der silikatische Rigolboden wurde jede zweite Gasse offen gehalten, eine Tropfbewässerungsanlage war vorhanden.

### **Loiben/Höhreck, *Rheinriesling* (Höher/RR)**

Auf silikatischen, offen gehaltenen Boden an einem nach Süden ausgerichteten Hang sind hier die Rieslingreben in mittelweiter Anlageform in Ost-West ausgelegten Reihen gepflanzt, mittelhoch erzogen und auf zwei Bögen geschnitten. Bei Bedarf erfolgte eine Tropfbewässerung.

### **Loiben/Breitl, *Rheinriesling* (Breit/RR)**

Der Rheinriesling wurde hier auf kalkhaltigem, sandigem Lockersediment in N-S-Auszeilung mittelweit gepflanzt und als hohe Sylvoz-Erziehung formiert. Der flache Südhang am Fuße des Loibenberges geht im vorderen Drittel in eine Ebene über, wobei im Übergangsbereich etwas feuchtere Verhältnisse auftraten. Eine Tropfbewässerung war vorhanden, der flachere, vordere Bereich wurde nur in jeder zweiten Reihe beregnet, der Boden jeder zweiten Fahrgasse offen gehalten.

### **Loiben/Hochstrasser, *Rheinriesling* (Hoch/RR)**

Etwa 200 m östlich der Breitl befindet sich am selben Hang in N-S Auszeilung am oberen, steilen Hangteil der Rheinriesling als hohe Sylvoz-Erziehung mit zwei Bögen in einer mittelweiten Anlage. Die Fahrgassen wurden alternierend extensiv offen gehalten, eine Tropfbewässerung war vorhanden.

## **Loiben/Kreutles**

mit den Subvarianten

***Rheinriesling*** (Kreut/RR)

***Grüner Veltliner*** (Kreut/GV)

Etwa 100 m östlich des Standortes Hochstrasser befindet sich eine in Fallrichtung gepflanzte, mittelweite Anlage in hoher Halbbogen-Erziehung mit zwei Bögen. Im flachen Hangfuß steht Rheinriesling, im oberen, steileren Hangteil Grüner Veltliner. Die N-S-gezeilten Rebreihen wurden bei Bedarf tropfbewässert.

## **Loiben/Burgstall, *Gelber Muskateller* (Burg/GM)**

Auf sandigem, kalkhaltigem Schwemmboden ist in hoher Halbbogenerziehung mit 2 Bögen der Gelbe Muskateller in ebener Lage kultiviert. Die N-S-ausgezeilte Anlage war in jeder 2. Fahrgasse begrünt und besitzt eine Tropfbewässerung.

## **Weinbaugebiet Kremstal (Niederösterreich)**

Das Weinbaugebiet Kremstal schließt östlich unmittelbar an die Wachau an und umfasst die Stadt Krems und das Tal des Kremsflusses sowie die südlich der Donau gelegenen Lagen der Gemeinden Furth/Göttweig, Hollenburg und Paudorf. Die Hänge und Terrassen sind auf Rankern, Braunerden bzw. Löss-, Schotter- oder Sandböden hauptsächlich mit Grünem Veltliner und Rheinriesling bepflanzt.

## **Krems/Pfaffenberg, *Rheinriesling* (Pfaff/RR)**

Die mit Rheinriesling bepflanzte, sehr steile Terrassenlage auf Urgesteinsverwitterungsboden ist nach Südwesten ausgerichtet. Die Reben waren bewässert und als mittelhohe Kopferziehung mit zwei Bögen formiert, engräumig bzw. mittelweit gepflanzt. Zwischen den Zeilen wurde der Boden extensiv offen gehalten.

## **Krems/Holzgasse, *Grüner Veltliner* (Holz/GV)**

Der Grüne Veltliner steht teils auf Löss, teils auf Sand in einer N-S ausgezeilten weiträumigen Anlageform, die Reben wurden mittelhoch erzogen und auf zwei Halbbögen angeschnitten, die Rebgasse extensiv offen gehalten.

## Weinbaugebiet Neusiedlersee (Burgenland)

Nördlich und östlich des Neusiedlersees entstanden auf ebenem, einheitlichen Seewinkler Schotter teils Tschernoseme, teils sandige und grobskelettreiche Oberböden, die vor allem mit Rotweinsorten bestockt sind.

### **Andau/Stübringacker, St. Laurent (Stüb/SL)**

Auf Tschernosem steht hier die Rebsorte St. Laurent in Doppelstockpflanzung als Weitraumanlage mit hohem Sylvoz-System. Die Bodenpflege erfolgte extensiv offen und wurde tropfbewässert.

### **Illmitz/Strassenacker, Zweigelt (Strasse/ZW)**

Die weit gepflanzte Anlage mit hoch erzogenen, auf 2 Bögen angeschnittenen Zweigelt-Reben mit O-W-Auszeilung steht auf Tschernosem über Lockermaterial, der Boden wurde intensiv offen gehalten und tropfbewässert.

### **Illmitz/Lüss, Zweigelt (Lüss/ZW)**

Die ebene, weiträumige auf tiefgründigen Tschernosem über feinem Lockermaterial stehende Rebanlage ist mit hoch erzogenem, auf 2 Bögen angeschnittenem Zweigelt bestockt und bewässert. Wegen der starken Vogelfraßgefährdung musste im Herbst die Anlage in der Traubenzone eingenetzt werden.

### **Mönchhof/Kurzberg**

mit den Subvarianten

#### **Zweigelt (Kurz/ZW)**

#### **Blauburgunder (Kurz/BB)**

Am Abhang der Parndorfer Platte befindet sich diese N-S-ausgezeilte, sehr niedrig erzogene und sehr enge Rebanlage auf trockener Schwarzerde. Der Boden wurde offen gehalten, der westliche Teil ist mit Zweigelt, der östliche mit Blauburgunder bestockt.

## **Weinbaugebiet Neusiedlersee-Hügelland (Burgenland)**

Das zwischen des West-Ufer des Neusiedlersees und dem Leithagebirge liegende Weinbaugebiet zeichnet sich durch stark heterogene Böden (silikatisch bis sehr kalkreich, teils Rendsinen und Ranker, teils Lössböden bzw. auch schwerer Tschernosem) und klimatische Bedingungen (Leithagebirge, Seenähe, pannonicisches Klima) aus.

### **Rust/ Hochbaumgartner, Blauburgunder (Baum/BB)**

Die in hoher Erziehungsform formierte in O-W Richtung ausgezeilte, weiträumige Rebanlage war auf 2 Bögen geschnitten und in der Bodenpflege extensiv offen gehalten.

### **Rust/Satz, Zweigelt (Satz/ZW)**

In mittelbarer Seenähe befindet sich in O-W-Auszeilung die auf einen Bogen angeschnittene, mittelhoch erzogene, wüchsige, weiträumige Zweigelt-Anlage. Sie verfügte über keine Bewässerung, der Boden wurde extensiv offen gehalten, die Trauben waren stark von Wespen frequentiert.

Tabelle 2 zeigt die Anlageform der Versuchsstandorte.

Tabelle 2: Anlageform der Versuchsflächen.

Standort (Kurzbezeichnung)	Reihenabstand (m)	Stockabstand in Reihe (m)	Standraum (m <sup>2</sup> /Stock)	Stöcke pro ha (Stöcke/ha)
Weinbaugebiet Wachau				
Vieß/RR	2,3	1,1	2,5	3953
Singer/RR	1,9	1,2	2,4	4210
Axpo/GV	2,9	1,1	3,1	3284
Frau/RR	2,6	1,1	2,9	3497
Keller/RR	2,3	1,0	2,3	4348
Höher/RR	1,8	1,1	2,0	5051
Breit/RR	2,6	1,2	3,1	3205
Hoch/RR	2,9	0,9	2,6	3831
Kreut/RR	2,6	1,1	2,9	3497
Kreut/GV	2,6	1,1	2,9	3497
Burg/GM	2,9	1,0	2,9	3448
Weinbaugebiet Kremstal				
Pfaff/RR	1,8	0,9	1,6	6173
Holz/GV	3,0	1,2	3,6	2778
Weinbaugebiet Neusiedlersee-Hügelland				
Satz/ZW	2,8	1,1	3,1	3247
Baum/BB	3,0	1,1	3,3	3030
Weinbaugebiet Neusiedlersee				
Lüss/ZW	2,6	0,8	2,1	4807
Strasse/ZW	2,6	1,0	2,6	3846
Kurz/ZW	1,8	0,8	1,4	6944
Kurz/BB	1,8	0,8	1,4	6944
Stüb/SL	2,8	1,5	2,1	4762

## Geographische Lage der Versuchsstandorte

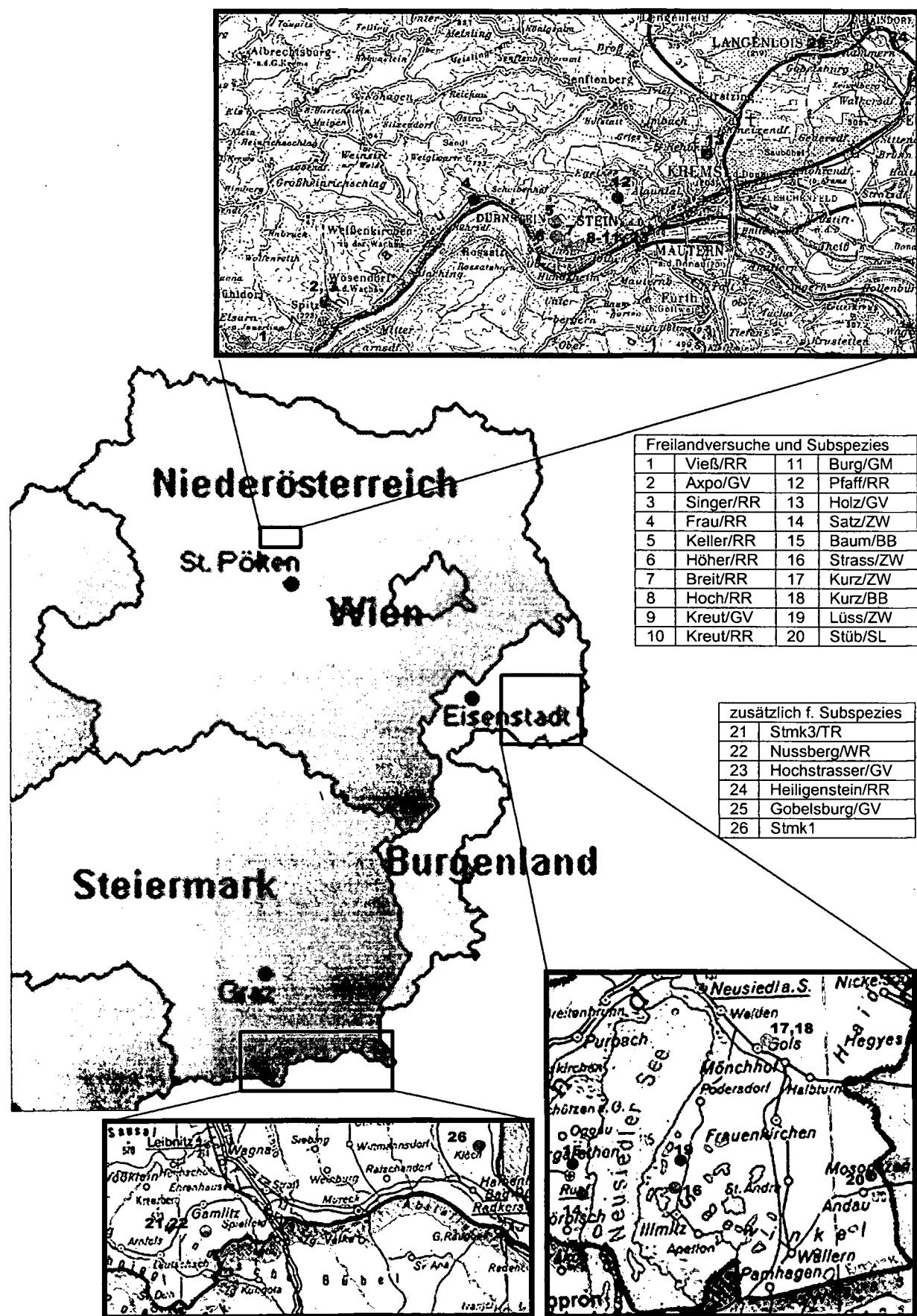


Abbildung 1: Lageplan der Versuchsstandorte

## 3.2 Methoden für die Untersuchungen im Freiland

### 3.2.1 Bonitierung des Botrytisbefalls

Der Botrytis-Befall der Trauben wurde mittels visueller Bonitur durch Erfassung des Befalls der Beeren, des Stielgerüstes und der Anzahl der Bodentrauben an mindestens 200 Trauben pro Versuchs-Variante in wöchentlichen Abständen bzw. kurz vor dem betriebsüblichen Lesetermin ermittelt. Die Befallserhebung erfolgte nach zwei Kriterien zur Beschreibung des Befallsausmaßes: die Befallshäufigkeit (BH) gibt den prozentuellen Anteil der befallenen Trauben an, die Befallsstärke (BS) charakterisiert das Ausmaß des Befalls an den erkrankten Trauben.

#### Befallshäufigkeit

Die Befallshäufigkeit wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Befallshäufigkeit (BH) in \%} = \frac{\text{Anzahl der befallenen Trauben}}{\text{Grundgesamtheit}} \times 100 \quad \text{Formel (1)}$$

Zur Ermittlung der Botrytis-Befallshäufigkeit werden sinnvoller Weise auch die Bodentrauben mitberücksichtigt. In Tabelle 3 sind die zur Berechnung der Befallshäufigkeiten nach Formel (1) eingehenden Boniturergebnisse näher dargestellt.

Tabelle 3: Verschiedene Arten der erhobenen Botrytis-Befallshäufigkeit

Befallshäufigkeit	Kurzbezeichnung	Befall durch Botrytis an	Grundgesamtheit
Beerenbotrytis	BBBH	Beere	Trauben am Stock
Stielfäule	STFBH	Gerüst	Trauben am Stock
Botrytisgesamtbefall	BGESBH	Beere und Gerüst	Trauben am Stock
Stielfäulebefall inkl. Bodentrauben	STFBHBoTr	Gerüst und Bodentraube	Trauben am Stock und Bodentrauben
Botrytisgesamtbefall	BGESBHBoTr	Beere, Gerüst und Bodentraube	Trauben am Stock und Bodentrauben

## Befallsstärke

Die Beerenbotrytisbefallsstärke (BBBS) gibt an, wie stark die erkrankten Trauben (d.h. Beeren einer Traube) befallen sind und wird nach Formel (2) berechnet:

$$\text{Befallsstärke (BS) in \%} = \frac{(5 \times N_1 + 10 \times N_2 + 25 \times N_3 + 50 \times N_4 + 100 \times N_5)}{\text{Anzahl aller befallenen Trauben}} \quad \text{Formel (2)}$$

Die Bonitur der Trauben erfolgt nach einer Klassifizierung (Tab. 4), die Bodentrauben werden nicht mitberücksichtigt.

Tabelle 4: Klasseneinteilung für die Beerenbotrytisbefallsstärke (BBBS).

<b>Klasse N<sub>0</sub></b>	befallsfrei
<b>Klasse N<sub>1</sub></b>	1 - 5 % der Beeren befallen
<b>Klasse N<sub>2</sub></b>	6 - 10 % der Beeren befallen
<b>Klasse N<sub>3</sub></b>	11 - 25 % der Beeren befallen
<b>Klasse N<sub>4</sub></b>	26 - 50 % der Beeren befallen
<b>Klasse N<sub>5</sub></b>	51 - 100 % der Beeren befallen

### 3.2.2 Mostanalyse

Ab Reifebeginn der Trauben wurden in wöchentlichem Abstand (soweit es die Witterung erlaubte) Beerenproben ausnahmslos von symptomfreien Beeren (anfänglich etwa 200, später etwa 100 Beeren) gezogen und gekühlt rasch zur Messung der Inhaltsstoffe ins Labor (Bundesamt für Weinbau, Eisenstadt) zur Analyse gebracht.

Über einen Fruchtsaft wurde daraus standardisiert Most gewonnen, dieser durch Zentrifugation und Filtration geklärt und sogleich der Analyse mithilfe der Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR-Spektralphotometer "Wine-scan" der Firma FOSS) und der Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) unterzogen (Tab.5).

Tabelle 5: Analyseparameter der FTIR-Spektroskopie und AAS

FTIR		AAS	
Meßwert	Einheit	Meßwert	Einheit
Mostgradation	°Oe	Calzium	mg.L <sup>-1</sup>
Titrierbare Gesamtsäure	g.L <sup>-1</sup>	Kalium	mg.L <sup>-1</sup>
pH	1	Magnesium	mg.L <sup>-1</sup>
Weinsäure	g.L <sup>-1</sup>		
Äpfelsäure	g.L <sup>-1</sup>		
Hefeverwertbarer Stickstoff (HVS)	mg.L <sup>-1</sup>		

### 3.2.3 Blattanalyse

Aus jeder Versuchsparzelle wurden zum Termin der abgehenden Blüte sowie zu Beerenreifebeginn etwa 20-25 den basalen Trauben gegenüberstehende symptomfreie Blätter entnommen, die Stiele sorgfältig abgetrennt, die Blattspreiten möglichst luftfrei und dicht verpackt und auf dem Postweg zu den Phosyn-Laboratorien nach Großbritannien zur Nährstoffanalyse transferiert. Ausnahmsweise wurden bei Blattanalysen für die Untersuchung des Einflusses der Traubenarchitektur auf den Botrytis-Befall die Blätter gegenüber der markierten lockerbeerigen bzw. kompakten Trauben analysiert. In einigen Fällen wurden auch Beeren untersucht.

Die gemessenen Parameter finden sich in Tabelle 6.

Tabelle 6: Analyseparameter der Blatt-Nährstoffmessung

Makronährstoffe	Einheit*	Mikronährstoffe	Einheit*
Stickstoff (N)	% (TS)	Mangan (Mn)	ppm (TS)
Phosphor (P)	% (TS)	Kupfer (Cu)**	ppm (TS)
Kalium (K)	% (TS)	Zink (Zn)	ppm (TS)
Calzium (Ca)	% (TS)	Bor (B)	ppm (TS)
Magnesium (Mg)	% (TS)	Eisen (Fe)	ppm (TS)
Schwefel (S)**	% (TS)	Molybdän (Mo)	ppm (TS)

\* Alle Messdaten sind ohne Berücksichtigung ihrer Bindungsform und Ladung Absolutgehalte und beziehen sich auf die Trockensubstanz.

\*\*Auf Schwefel und Kupfer wurde aufgrund der möglichen Verfälschung durch den Eintrag von Pflanzenschutzmitteln nicht eingegangen, Analyseergebnisse wurden aber ergänzend angeführt.

### **3.2.4 Analyse des Bodenstickstoffgehaltes (Nmin)**

Zu den Terminen der abgehenden Blüte und zu Beerenreifebeginn wurden mittels zahlreicher Einstiche mit dem Bodenbohrer auch Bodenproben (bis 50 cm Tiefe) für die Analyse des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs gezogen. Die Analyse von Nitrat und Ammonium der gekühlten Proben übernahm die AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien).

### **3.2.5 Erfassung der Witterung**

Zur großräumigen Charakterisierung der Jahreswitterung in den Versuchsgebieten wurden die Wetterdaten der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien) herangezogen. Für die Untersuchung des kleinräumigen Klimas an den Versuchsstandorten wurde größtenteils auf die Aufzeichnungen von bestehende ADCON-Anlagen, die sich in unmittelbarer Umgebung der Versuchsanlagen befanden, zurückgegriffen, die teils von WBS Krems (Weinbauschule Krems, Ing. K. Bauer) zur Verfügung gestellt, teils im Zuge des burgenländischen Traubenwelkeprojektes aufgestellt wurden. Die viertelstündlich aufgezeichneten Daten wurden mittes SQL-Datenbank zusammengefasst, fehlende Daten durch institutseigene Wetterstationen und Privataufzeichnungen von hilfsbereiten Winzern ergänzt.

### **3.2.6 Untersuchungen zur standortspezifischen Nährstoffversorgung in Riesling-Rebanlagen**

Zur Klärung der Abhängigkeit des Botrytisaufretens von der standortspezifischen Nährstoffsituation wurden in den Jahren 2004 bis 2006 betriebsüblich geführte Teilflächen von 12 Rheinriesling-Ertragsanlagen jährlich zum Termin der abgehenden Blüte und zu Reifebeginn durch Blattproben analysiert, der Nmin-Gehalte des Bodens bestimmt und zur Lese auf Beerenbotrytis und Stielfäule bonitiert.

### 3.2.7 Untersuchungen an (markierten) Einzeltrauben

2005 und 2006 wurden zur Untersuchung des Einflusses der Mostgradation, der Traubenarchitektur, der Position der Traube am Stock, sowie der (durchmesserbezogenen) Triebstärke auf den Befall durch *Botrytis cinerea* auf eine Versuchsanordnung zurückgegriffen, die sich schon bei der Untersuchung der Traubenwelke etabliert hatte (REDL et al. 2007).

In acht Reben-Ertragsanlagen (zwei *Grüne Veltliner*: Axp0/GV, Kreut/GV, zwei *Riesling*: Frau/RR bzw. Kreut/RR, Hoch/RR, drei *Zweigelt*: Lüss/ZW bzw. Satz/ZW, Kurz/ZW, Strass/ZW und ein *Blauburgunder*: Kurz/BB) wurden jedes Jahr in einer eng begrenzten, möglichst homogenen Teilfläche - um den Effekt der natürlichen Standortbedingungen (Boden und Mikroklima) zu minimieren – 3 bis 5 Rebstöcke ausgewählt, die sich durch gleichmäßigen Wuchs, Vitalität und Erziehung auszeichneten und optisch symptomfrei hinsichtlich Virenbefall und Blattverfärbungen waren. Da 2006 die Standorte Frau/RR und Lüss/ZW nicht genutzt werden konnten, wurden die Rebanlagen Kreut/RR und Satz/ZW zur Untersuchung herangezogen.

Pro Standort wurden im Stadium der Erbsengröße der Beeren jeweils 50 Trauben mittels Anbringung nummerierter Bindeetiketten um den Traubenstiel zufällig markiert und die Lokalisation der Traube am Stock (Triebposition und Insertionshöhe) festgehalten.

Im Reifestadium von etwa 50°Oe erfolgte eine Beurteilung der relativen, standortabhängigen Triebstärke in Form einer Durchmesserabschätzung des 2. basalen Internodiums (stark oder schwach) sowie der Traubenarchitektur (lockerbeerig oder kompakt).

An jeder markierten Traube erfolgte ab Reifebeginn (etwa 25-30°Oe) wöchentlich die Bestimmung der Mostgradation anhand von je einer repräsentativen symptomlosen Beere der Schulterpartie (Stockaußenseite bzw. Sonnenseite) sowie aus dem Bereich der Traubenspitze (Stockinnenseite bzw. Schattenseite) mittels Hand-Refraktometer.

An jedem Untersuchungstermin wurde der Befall der einzelnen Trauben durch Beerenbotrytis, Stielfäule sowie gegebenenfalls durch Traubenwelke, Stiellähme, Grün- und Essigfäule qualitativ bonitiert. 2005 erfolgte an den Zweigelt-Versuchsstandorten aus Zeitgründen keine Bonitur der Beerenbotrytis-Befallsstärke. Insgesamt wurden

somit während der Reifephase der beiden Versuchsjahre an 5.450 Trauben jeweils der Beeren- bzw. Stielfäulebefall, sowie die Mostgradation ermittelt.

Zur Lese kamen an einigen Standorten die Moste (jeweils aus symptomlosen Beeren) getrennt nach symptomlosen und botrytisbefallenen Trauben zur Mostanalyse.

### **3.2.8 Untersuchungen von in der Rebanlage weiträumig verteilten Rheinriesling-Einzeltrauben**

In den Jahren 2005 und 2006 wurden in 6 homogenen Teilflächen von Rheinriesling-Ertragsanlagen (Pfaff/RR mit den Varianten keine, einmalige und zweimalige Botrytizidanwendung, Singer/RR, Breit/RR, Hoch/RR) zur Erbsengröße der Beeren an verschiedenen für die jeweilige Anlage typisch gewachsenen Stöcken jeweils mindestens 20 lockerbeerige und 20 kompakte Trauben pro Standort, regelmäßig auf Insertion und Triebposition verteilt, markiert. Im selben Jahr wurden getrennt Blattproben sowie Mostproben gezogen und vor der Lese bonitiert.

### **3.2.9 Botrytisanfälligkeit von Einzelstöcken mit außergewöhnlichem Befall**

2004 und 2005 konnten in der Wachau an den Standorten Kreut/GV, Holz/GV, Frau/RR und Brei/RR zur Lesebonitur Rebstöcke gefunden werden, die sich unmittelbar vor der Lese (im Vergleich zum durchschnittlichen Botrytis-Befall in der Anlage) durch außergewöhnlich stark unterschiedlichen Beerenbotrytis-Befall bei vergleichbarem Wuchs und Ertrag auszeichneten. In jeder Versuchsfläche wurden jährlich mindestens acht (im Vergleich zu ihrer unmittelbarer Umgebung) besonders schwach bzw. stark botrytisbefallene, benachbarte, vergleichbare Einzelstöcke selektiert, im Folgejahr während der Vegetationsperiode getrennt beprobt und zum Lesetermin erneut auf Botrytisbefall bonitiert.

2005 wurden zudem in einer traditionell stark Bodentrauben-gefährdeten Riesling-Rebanlage je etwa 20 Stöcke mit besonders zahlreichen bzw. wenigen Bodentrauben ausgewählt, bonitiert, im Folgejahr getrennt beprobt und zum Lesezeitpunkt erneut einer Bonitur unterzogen.

### 3.3 Witterung und Rebenphänologie

#### 2004

Bei durchschnittlichen, aber stark unterschiedlichen Niederschlagsmengen war das Jahr 2004 in Summe normal bis leicht übernormal temperiert und im Mittel um ca. 0,5°C kühler als 2003.

Während der Jänner in den niederösterreichischen und burgenländischen Versuchsgebieten von der Witterung normal verlief, war der Februar merklich zu warm und zu niederschlagsreich. Dem zu feuchtem März folgte ein übertemperierter und eher zu trockener April während des Rebaustriebes im Burgenland. In Niederösterreich zur Zeit des Rebaustriebs fiel der Mai zu trocken aus, im Nordburgenland zeichnete er sich durch unterdurchschnittliche Temperaturen aus, sodass hier das Triebwachstum verzögerte wurde.

Der Juni war im Mittel normal temperiert, aber überdurchschnittlich niederschlagsreich. Dies führte zu einer relativ späten Rebblüte, bei Zweigelt im Burgenland zwischen dem 17. und 21. Juni, bei Rheinriesling und Grüner Veltliner in der Wachau um den 27. bis 30. Juni. Die Witterung im Juli gestaltete sich zu trocken und leicht übertemperiert.

Die Reife begann im Burgenland in der ersten, in Niederösterreich in der zweiten Augusthälfte. Dieser Monat war an den Versuchsstandorten stark übertemperiert, die Niederschläge jedoch zu gering. Indem sich der September warm und trocken zeigte, konnte mit der Lese im Burgenland bis Ende September/Anfang Oktober zugewartet werden.

In der Wachau verzögerte sich die Lese abrupt durch den frühzeitigen Blattfall aufgrund einiger frostigen Nächte in der ersten Oktoberwoche, durch permanente Windstille blieben die abgefrorenen Blätter meist auf den Trauben liegen und verursachten tagsüber nach langanhaltendem Nebel massive Fäulnis durch Botrytis und zahlreichen anderen Sekundärerregern. Die Lese erfolgte in den niederösterreichischen Versuchsstandorten meist erst im November.

## 2005

Im Jahresmittel der Lufttemperatur entsprach das Jahr 2005 trotz stark unterschiedlicher Witterungsperioden annähernd dem langjährigen Durchschnitt. Die Monate Februar und März waren deutlich kälter als in den letzten Jahren, Temperaturen unter  $-20^{\circ}\text{C}$  wurden teilweise gemessen. Kurz vor Rebenaustrieb gab es im Burgenland um den 20. April noch Morgenfrost. Gegen Ende April bis Anfang Mai trat ein merklicher Wetterumschwung mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen ein, wodurch die Rebenphänologie zügig voranschreiten konnte, jedoch stellte sich um den 10. Mai erneut eine kühltemperierte Periode ein. Trotz einer regnerisch kühlen Phase zu Juni-Beginn lagen die durchschnittlichen Temperaturen des Monats deutlich über dem langjährigen Mittel.

Die Niederschläge waren im Jänner und März in den Versuchsgebieten unter, im Februar etwas über dem Mittel. April und Mai verhielten sich ebenfalls durchschnittlich. Der Juni war in Summe trocken, bei teilweise nur bis zu 50% der erwarteten Niederschlägen.

Die Rebblüte begann im Burgenland in der kühleren Phase Anfang Juni, wodurch die Blüte länger andauerte, die Vollblüte vollzog sich bei Zweigelt um dem 13. Juni und war damit ca. eine Woche früher als 2004.

Im Kremstal und in der östlichen Wachau erfolgte die ungewöhnlich kurze Rebblüte (Blütebeginn bis Blühende) während einer warmen, niederschlagsarmen Wetterperiode bei Riesling zwischen 18. und 22. Juni und bei Grüner Veltliner zwischen 18. und 25. Juni, an den Standorten in der westlichen Wachau von Riesling und Grüner Veltliner zwischen 23. und 29. Juni.

Der Juli war im Vergleich zum langjährigen Mittel im gesamten Gebiet leicht übertemperierte, jedoch fielen bereits im Juli überdurchschnittliche Niederschläge. Die Jahreshöchstwerte der Temperatur (um die  $35^{\circ}\text{C}$ ) traten Ende Juli auf.

In den burgenländischen Versuchsflächen begann die Reife bei Zweigelt Ende Juli/Anfang August, bei Blauem Burgunder eine Woche später. Wie bei der Blüte lag auch hier der Termin ca. 8 - 10 Tage vor jenem des Vorjahres. Im Kremstal und in der Wachau begann die Reifephase bei Grüner Veltliner zwischen 12. und 16. August, bei Riesling etwas später zwischen 16. und 24. August.

Die gewaltigen Niederschläge im unternormal temperierten August erreichten einigerorts Rekordniveau, im Durchschnitt lagen sie zwischen 175-225% des Erwartungswertes. Die Schlechtwetterperiode traf die Zweigelt-Trauben im Burgenland kurz nach Reifebeginn, wodurch der Reifeverlauf einerseits deutlich verlangsamt wurde, andererseits die Beeren sich derart voll aufsättigten, dass sie häufig platzen und es in der Folge rasch zu einer enormen Fäulnis der Trauben kam, sodass frühzeitig gelesen werden musste, Zweigelt wurde im Durchschnitt mit knapp über 80 °Oe Mostgewicht eingefahren.

In der Wachau waren die Trauben noch relativ unreif als die überaus ergiebige Niederschlagsperiode einsetzte. Danach schritt bei den beiden untersuchten Sorten die Reife aber sehr zügig voran, sodass bei Grüner Veltliner um den 20. September und bei Riesling ca. eine Woche später bereits um die 80° Oe erreicht wurden. Durch den trocken-warmen Oktober konnten bei der Lese Mitte oder Ende Oktober Mostgradationen von bis zu 93 ° Oe erreicht werden.

## 2006

Mit Ausnahme des Monats August zeichnete sich 2006 durch meist unterdurchschnittliche Niederschlagsverhältnisse und durch normal bis deutlich überhöhten Temperaturen aus.

Das Jahr 2006 zeigte zu Beginn unterdurchschnittliche Temperaturen in den Monaten Jänner bis März mit teils strengem Frost. Die mittleren Temperaturen lagen im Jänner und Februar 1,5 bis mehr als 2,5 °C unter dem langjährigen Durchschnitt, auch im März herrschte in den ersten 3 Wochen noch teils strenger Frost, bei Temperaturen, die 0,5 bis 1,5 Grad im Burgenland und sogar 1,5 bis 2,5 Grad in Niederösterreich unter dem langjährigen Mittel lagen. Erst Ende März waren warme Tage festzustellen und der folgende April war überdurchschnittlich temperiert. Die höchsten Werte wurden um den 25. April mit ca. 26°C gemessen, in diese warme Periode fiel auch der Rebaustrieb des Zweigelts im Burgenland. Der Rebenaustrieb in den niederösterreichischen Weinbaugebieten bei Rheinriesling und Grüner Veltliner folgte etwa eine Woche später bei ebenfalls überdurchschnittlichen Temperaturen.

Die Niederschläge in den ersten Monaten waren durchschnittlich bis überdurchschnittlich, die höheren Regenmengen taten vor allem in Norden des Landes in den Monaten Jänner, März und April auf.

Der Mai folgte mit etwa normalen Temperaturen bei ebenfalls durchschnittlichen Niederschlagsmengen, allerdings stellte sich gegen Ende des Monats ein Kaltlufteinbruch ein, der von Ende Mai bis Anfang Juni eine stark untertemperierte Periode einleitete, die das Rebenwachstum beeinträchtigte. Erst nach dem ersten Junidrittel konnte eine deutlichen Erwärmung beobachtet werden. In diese Zeit (ca. 12./13. Juni) fiel zugleich auch der Beginn der Rebblüte bei Zweigelt im Burgenland. Etwa eine Woche später blühten die ersten Reben bei Rheinriesling und Grüner Veltliner in den niederösterreichischen Versuchsanlagen.

Durch die anhaltend überdurchschnittlichen Temperaturen, die bis Ende Juni herrschten ging die Blüte auf allen Versuchsflächen sehr zügig voran, sodass bis zum Monatsende die Rebblüte überall abgeschlossen war. Die Sorte Grüner Veltliner reagierte jedoch auf die extremen Tageshöchsttemperaturen von über 30°C während der abgehenden Blüte mit teils massiver Verrieselung. Die Juni-Niederschläge lagen vor allem im Norden meist etwas über dem Mittel, und waren stark durch das Auftreten von lokalen Gewitterregen vor allem Ende des Monats geprägt, die in der Wachau die abgehende Blüte von Grüner Veltliner und Rheinriesling trafen.

In Summe war der Juni im Osten Österreichs trotz der kalten Tage zu Beginn überdurchschnittlich temperiert. Auch der Fruchtansatz und die beginnende Beerenentwicklung schritt durch die überaus warme und trockene Witterung bis Anfang Juli generell rasch voran.

Der Juli war außergewöhnlich heiß, und vielerorts der wärmste seit Beginn der Messreihen mit Durchschnittstemperaturen um 3,5 bis 4,5° C über dem langjährigen Mittel. Begleitet waren die hohen Temperaturen von geringen Niederschlägen, die stellenweise unter 25% des Durchschnittswertes lagen.

Durch die große Anzahl an Sonnenstunden ging die Beerenentwicklung schnell voran, sodass ca. am 1. August Reifebeginn bei Zweigelt im Burgenland und Mitte August Reifebeginn in der Wachau bei Grüner Veltliner und Riesling beobachtet wurde.

Der August und September 2006 verhielten sich gegensätzlich. Der August war im Durchschnitt zu kühl und windig, die Regenmengen lagen vor allem in den nördlichen Landesteilen über dem langjährigen Mittel, dennoch konnte im allgemeinen ein guter Reifefortschritt beobachtet werden. Vorallem im Burgenland trafen die August-Niederschläge die heranreifenden Zweigelt-Trauben in einer besonders sensiblen Phase und initiierten eine Botrytis-Fäule, die bis zur Lese teils beträchtliche Ausmaße annahm. Der September und Oktober zeichnete sich hingegen durch sehr warme, sonnenreiche und trockene Witterung aus, wodurch die Reife stark begünstigt wurde. Vorallem die spätreifenden Sorten Grüner Veltliner und Rheinriesling konnten die guten Wetterbedingungen nutzen und reagierten mit außergewöhnlichem Reifeanstieg. Auffällig verhielt sich dabei der Grüne Veltliner in der Wachau: neben der erwähnten starken Verrieselung wurde der Ertrag und die Qualität vielerorts durch ein unerwartet hohes Stiellähmeauftreten weiter stark reduziert.

Die Zeit der Hauptlese spannte sich im Burgenland von der dritten Septemberwoche bis ins letzte Oktoberdrittel in den niederösterreichischen Anbaugebieten und verlief meist unter günstigen Witterungsbedingungen.

Die folgenden Abbildungen (Abb. 2, 3, 4) zeigen die Dekadenwerte des Tagesmittels der Temperatur sowie die monatlichen Niederschlagssummen im Vergleich zum langjährigen Mittelwert in den Versuchsgebieten. Weiters ist die mittlere relative Luftfeuchte als Dekadenwert sowie die Monatsdurchschnittswindgeschwindigkeit an den Stationen im Vergleich zum langjährigen Mittel dargestellt (ZAMG).

Im Vergleich der Vegetationsperioden (Mai bis Oktober) findet sich somit 2006 als wärmstes, 2004 als kühlestes sowie windärmstes und 2005 als niederschlags- und windreichstes Versuchsjahr mit der höchsten durchschnittlichen (relativen) Luftfeuchte.

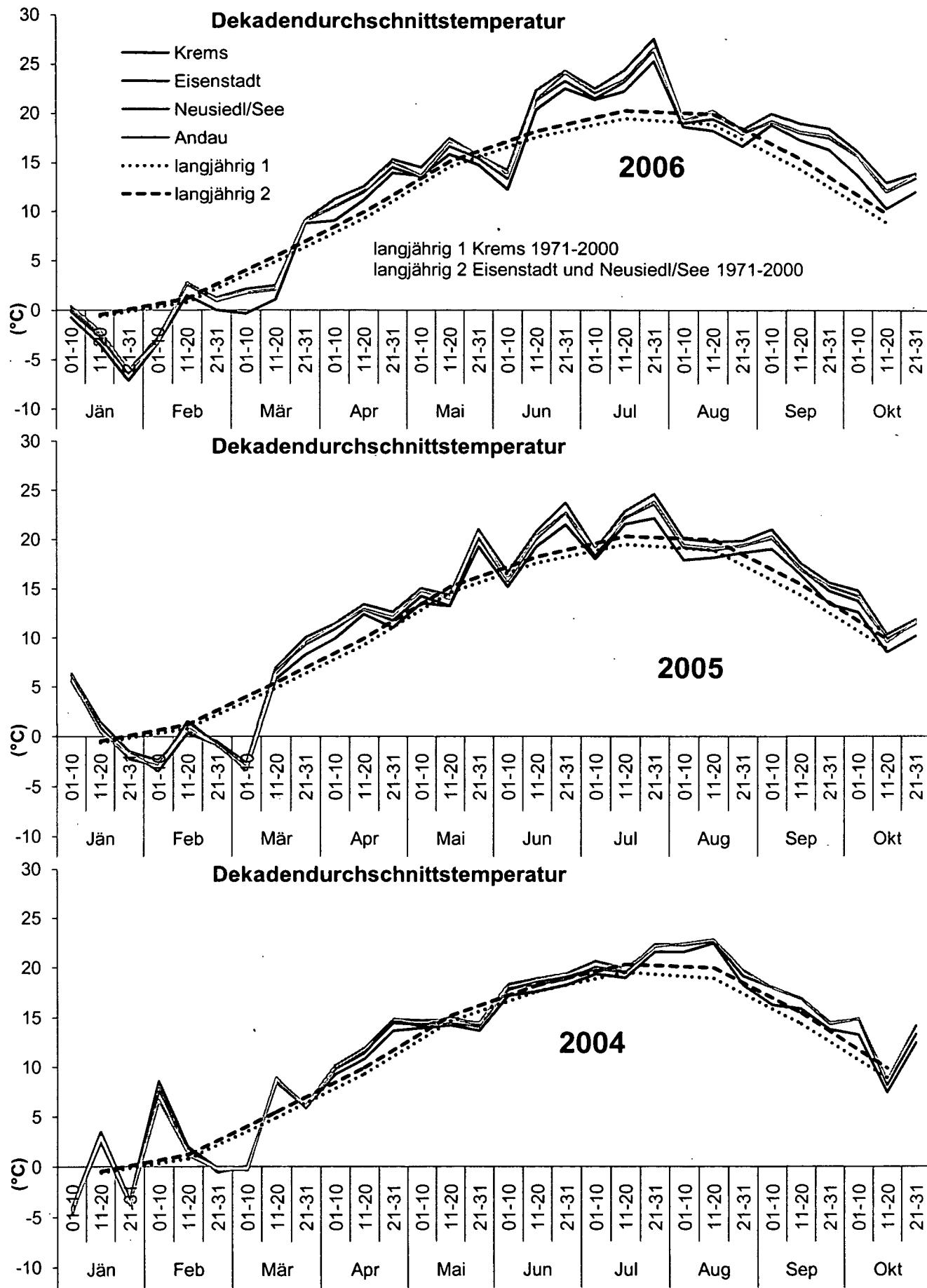


Abbildung 2: Dekadendurchschnittstemperaturen (°C) während der Vegetationsperioden 2004, 2005 und 2006, sowie das langjährige Mittel (1971-2000), ZAMG.

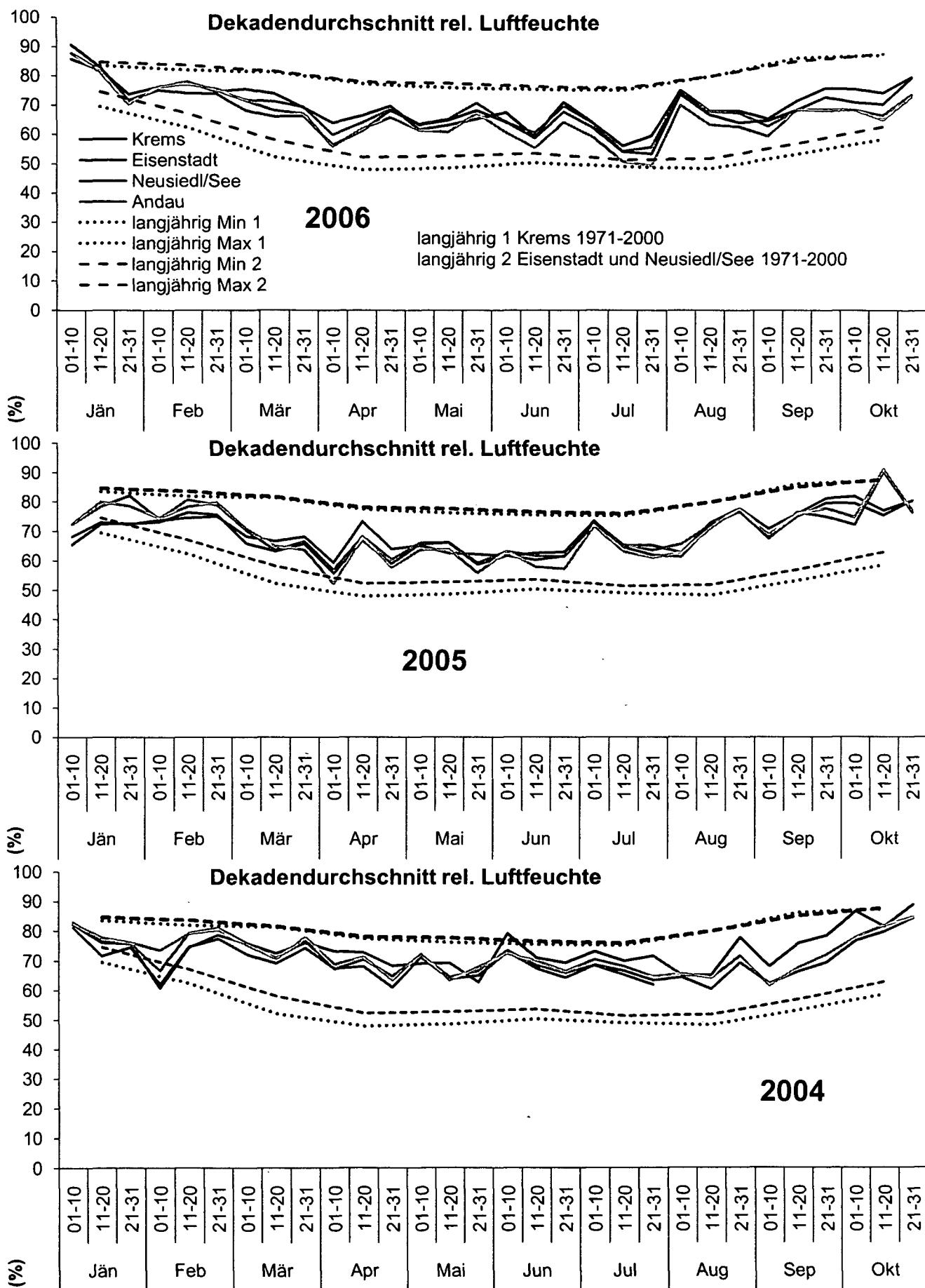


Abbildung 3: Dekadendurchschnitt d. rel. Luftfeuchte (%) während der Vegetationsperioden 2004, 2005 und 2006, sowie das langjährige Mittel (1971-2000), ZAMG.

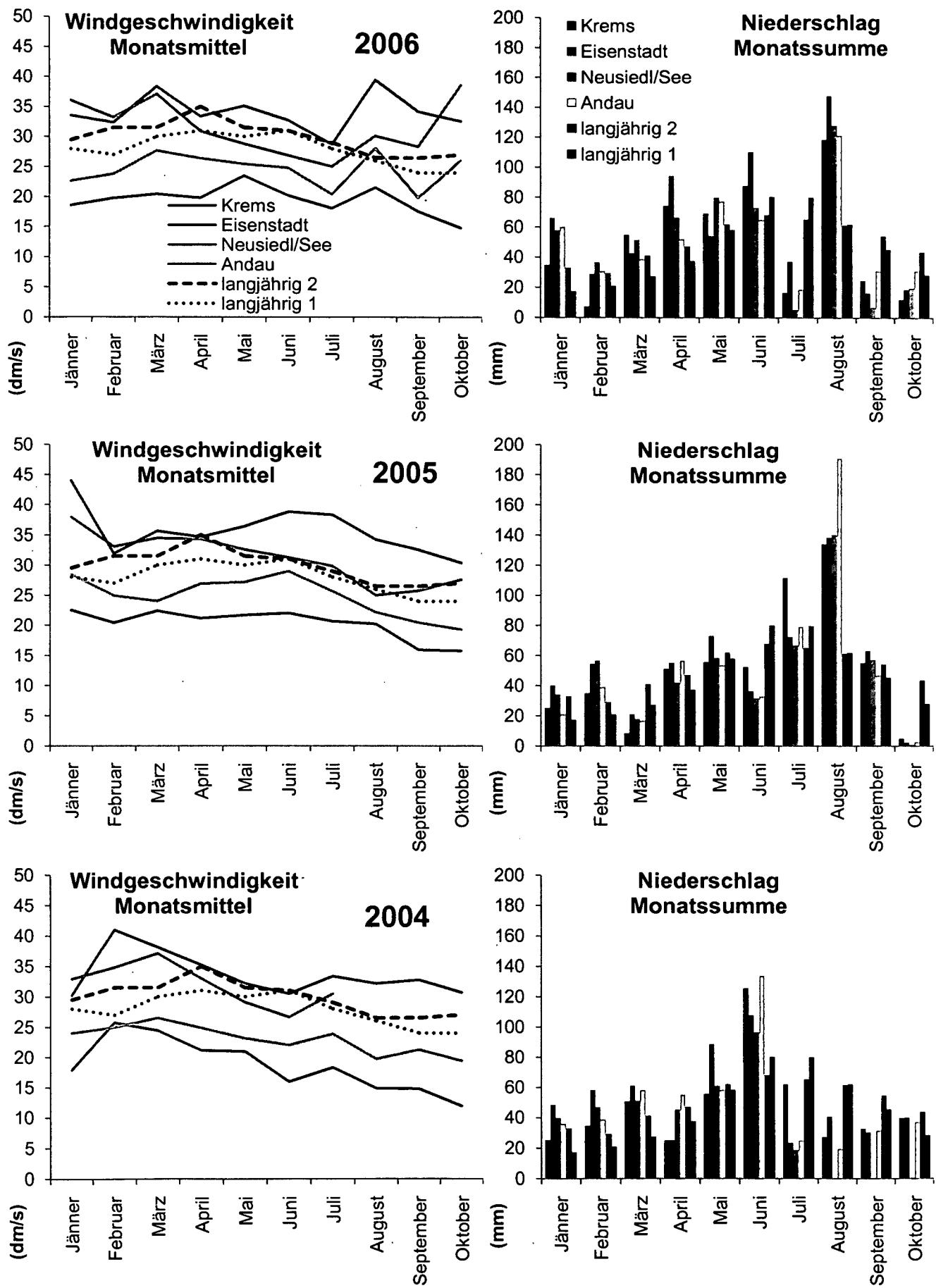


Abbildung 4: Monatsdurchschnitt Windgeschw. (dm/s) und Monatsniederschlagssumme (mm) während der Vegetationsperioden 2004, 2005 und 2006, sowie das langj. Mittel (1971-2000), ZAMG.

## **3.4 Freilandversuche zur latenten *Botrytis cinerea*-Infektion von Weintrauben**

### **3.4.1 Versuchsbeschreibung**

Im Versuchsjahr 2005 wurde in acht und 2006 in neun Ertragsrebanlagen versucht, durch Ausbringung einer Konidiensuspension des Graufäule-Erregers *Botrytis cinerea* an markierten Gescheinen im phänologischen Entwicklungsstadium der abgehenden Blüte (BBCH 68) eine latente Infektion zu provozieren. Die Sporesuspension wurde in reinem Wasser hergestellt, nachdem in Vorversuchen 2004 die Zusätze von Fructose bzw. Stickstoff in Form von Kaliumnitrat keine Befallserhöhung bewirkten.

Gleichzeitig wurden in den selben Anlagen auch Infloreszenzen mit einer wässriger Lösung des Spezial-Botrytizids Teldor (mit dem Wirkstoff Fenhexamid in der empfohlenen Anwendungskonzentration von 0,16 %) behandelt um eine mögliche native latente Infektion zu verhindern, als Kontrolle dienten mit reinem Wasser behandelte Fruchtansätze.

In beiden Jahren kamen dafür im Burgenland zwei Blauburgunder-, eine Zweigelt- und eine St. Laurent-Ertragsrebanlage, sowie in Niederösterreich je eine Fläche mit Gelber Muskateller und Grüner Veltliner, sowie zwei (2005) bzw. drei (2006) Weingärten mit der Sorte Rheinriesling zur Untersuchung.

An den Versuchsstandorten wurden jeweils nahezu alle Gescheine auf der 1. und 2. Insertionshöhe von nebeneinanderstehenden, regelmäßig gewachsenen, vitalen Rebstocken mit verschiedenfarbigen Bindeetiketten um den Traubenstiel (pro Variante mindestens 20 Stk.) markiert und der Behandlung unterzogen.

Mit Ausnahme der Versuchsbehandlung erfolgte der Rebschutz betriebsüblich, jedoch ohne einer eventuell vom Winzer vorgesehenen Spezialbotrytizidapplikation in die abgehende Blüte.

### **3.4.2 Sammlung sowie Anzucht der *Botrytis cinerea*-Individuen und Herstellung der Konidiensuspension**

Die Sporen-Suspension 2005 entsprach einer Mischung aus etwa je einem Drittel niederösterreichischer, burgenländischer und steirischer *Botrytis*-Individuen. Diese entstammten dem Versuch zur molekularbiologischen Subspezies-Bestimmung verschiedener *Botrytis*-Herkünfte des Jahres 2004.

Die 2004 dafür gesammelten Stämme wurden auf PDA (Kartoffel-Glucose-Agar) mittels Einkonidienkulturen reingezüchtet und anschließend bei 8°C gelagert, mussten aber zur Revitalisierung auf Lebendsubstrat zwischenbebrütet werden. Als lebendes Nährmedium dienten vor allem die mit 70%igem Ethanol oberflächensterilisierten Schalen von unbehandelten Zucchinis. (Im Vorversuch wuchsen an konventionell erzeugten Erdbeeren aus Israel die *Botrytis*-Konidien nicht einmal auf der Schnittfläche an.) Nach mehrtägiger Inkubation in der feuchten Kammer bei 18°C wurden die revitalisierten Isolate von den Zucchini-Schalen steril auf PDA zurückgeimpft, bei 18°C bebrütet und anschließend bei 8°C in Dunkelheit bis zur Weiterverarbeitung gelagert.

Die Reinkulturen aus der Sammlung 2005 konnten indessen nicht erfolgreich durch den Winter gebracht werden, nach mehreren erfolglosen Anzuchtversuchen am Lebendsubstrat musste mittels Färbung der Konidien durch Fluorescein-Diacetat (Lebendfärbung) festgestellt werden, dass die Konidien nicht mehr lebensfähig waren. Um für die Ausbringung 2006 eine Sporensuspension zu erhalten, wurden einerseits im März/April 2006 botrytisfaule Tafeltrauben aus Supermärkten und Obst- und Gemüsehändlern gekauft, andererseits auf von über den Winter an Rebstöcken verbliebenen Traubenmumien zurückgegriffen und die darauf befindlichen Graufäuleerreger nach oben beschriebener Methode bebrütet, reingezüchtet und gelagert.

In beiden Versuchsjahren wurden am Tag vor der Ausbringung die *Botrytis*-Sporen mittels Drigalski-Spatel aus den Petrischalen geerntet und die Konidien durch mehrfaches Sieben, Filtern und Abzentrifugieren aus dem Gemisch mit Mycelium gewonnen. Für die Ausbringung 2006 wurde zuvor von den gezüchteten Stämmen mit der Nadel etwas Mycel (incl. Konidien) entnommen und wie unter Kapitel 3.5 beschrieben der molekularbiologischen Analyse zur Bestimmung der Subspezies unterzogen.

Zur Standardisierung der Konzentration der erhaltenen Sporensuspension wurden Konidien mithilfe einer Thoma-Kammer ausgezählt und auf  $10^6$  Konidien/mL eingestellt.

Eine Teilmenge der frisch erzeugten Suspension wurde 3 Tage bei Raumtemperatur inkubiert und die Keimfähigkeit der enthaltenen Konidien unter dem Mikroskop beurteilt (als gekeimt galten dabei Konidien, deren Keimschlauch mindestens der Länge der Konidien entsprachen). 2005 lag die Keimfähigkeit der Konidiensuspension bei 92%, 2006 bei 96%.

### **3.4.3 Bestimmung der Subspezies der als Sporensuspension eingesetzten *Botrytis-cinerea*-Isolate**

Die etwa 20 Graufäule-Erreger-Kulturen aus den Herkunftsuntersuchungen zur Bestimmung der Subspezies, welche 2005 als Sporensuspension zum Einsatz kamen, waren der Subspezies Transposa zuzuordnen.

Die *Botrytis*-Individuen, aus denen die *Botrytis*-Suspension 2006 entstammte (aus Tafeltrauben und Traubennäpfchen), gehörten ebenfalls allesamt der Subspezies-Gruppe Transposa an.

### **3.4.4 Applikation der Sporensuspension**

Neben der Berücksichtigung des phänologischen Entwicklungsstadium der Reben wurde als Tag der Ausbringung eine möglichst niederschlagsarme, feuchte, nicht zu heiße und (um vorschnelles Abtrocknen zu verhindern) möglichst windstille Witterungsphase gewählt.

Die Suspension wurde in der Abenddämmerung gekühlt zu den Versuchsparzellen transportiert und ausgebracht. Da das Eintauchen der Infloreszenzen aufgrund der spröden, aufrechtstehenden Gescheine in einen mit Sporensuspension gefüllten Behälter nicht möglich war, wurden alle ausgebrachten Flüssigkeiten mithilfe eines Handsprühgerätes unter vollständiger Benetzung der ganzen Gescheine ausgebracht.

Unter der Annahme von max. 50% Verlust durch Abtropfen wurde durch den Verbrauch von etwa 2,5 ml pro tropfnassem Geschein eine Anzahl von etwa  $2,5 \cdot 10^6$  Konidien pro Infloreszenz, d. h. mindestens mehrere tausend Konidien pro Einzelblüte ausgebracht.

### **3.4.5 Versuchsauswertung**

#### **Bonitur im Freiland**

Die Versuchsauswertung aller Varianten erfolgte in beiden Jahren jeweils zu zwei Terminen, zu Befallsbeginn (Boniturtermin früh) und kurz vor der Lese (Boniturtermin spät), anhand einer visuellen Befallsbonitur.

#### **Analyse der Stilben-Gehalte**

Etwa 7 Tage nach Applikation der Sporensuspension wurden etwa 2,0 g mehrere, augenscheinlich symptomlose, von Blütenrückständen gesäuberte Teile von Fruchtansätzen, bestehend aus Jungbeeren und Beerentstiele aus den mit Suspension inkulierten Trauben sowie aus der wasserbehandelten Kontrollvariante gewonnen, in tiefgekühltem Methanol extrahiert und zur Analyse mittels HPLC und UV-Detektion (beschrieben in EDER et al. 2001) in die Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau nach Klosterneuburg geschickt.

#### **Molekularbiologischer Nachweis der latenten Infektion**

Je nach phänologischem Stadium wurden an zwei Terminen (1. Probenahmetermin etwa 7 Tage, 2. Probenahmetermin etwa 14 Tage nach Inkulation) an allen Standorten aus der mit Konidiensuspension und der mit Wasser (Kontrolle) behandelten Variante Einzeltrauben entnommen, an vier Standorten wurde 2005 am 1. Termin auch die botrytizidbehandelte Variante beprobt und dem molekularbiologischen Nachweis einer latenten Infektion unterzogen.

Zusätzlich wurden an jedem Standort von etwa zehn unbehandelten Jungtrauben am 1. Probenahmetermin durch Abschütteln Blütenreste gewonnen und nicht oberflächensterilisiert dem molekularbiologischen Nachweis der nativen Infektion durch *Botrytis cinerea* unterzogen.

## 3.5 Molekularbiologische Untersuchungen

Unter Anwendung der PCR (Polymerase Chain Reaction) sollten Methoden etabliert werden für

- den **Nachweis einer latenten *Botrytis-cinerea*-Infektion im Rebgewebe (aus dem Infektionsversuch im Freiland)**
- die **Subspezies-Bestimmung von *Botrytis-cinerea*-Individuen**
  - aus latent infizierten Traubenteilen (aus dem Infektionsversuch im Freiland, Nachweis im Rebgewebe)
  - aus von Ertragsanlagen gesammelten Herkünften (Nachweis aus Reinkultur)

Da für die molekularbiologischen Untersuchungen an *Botrytis*-DNA innerhalb des Reben-Wirtsgewebes keinerlei etablierte Versuchsanordnungen vorlagen, mussten Methoden, die sich mit ähnlichen Arbeitsgebieten befassen, kombiniert, modifiziert und optimiert werden. Zudem sollten für die Subspezies-Unterscheidung der *Botrytis cinerea*-Individuen neue in der Literatur beschriebenen Methoden angewendet und zwecks Vereinfachung kombiniert, verglichen und zeiteffizienter gestaltet werden. Die Etablierung dieser Methoden finden sich im Ergebnisteil.

### 3.5.1 Probennahme

#### Weintrauben aus dem Infektionsversuch im Freiland

Zur Analyse wurden Trauben aus den Infektionsversuchen im Freiland 2005 und 2006 herangezogen und auf eine latente Infektion durch *Botrytis cinerea* geprüft. An den auf latente Infektion positiv getesteten Traubenteilen wurde auch eine Bestimmung der Subspezies der in das Wirtsgewebe eingedrungenen *Botrytis cinerea*-Isolate vorgenommen.

Je nach phänologischem Stadium wurden an zwei Terminen (1. Termin etwa 7 Tage, 2. Termin etwa 14 Tage nach Inokulation) an allen Standorten aus der mit Konidiensuspension und der mit Wasser (Kontrolle) behandelten Variante Einzeltrauben entnommen. Die geernteten Einzeltrauben wurden gekühlt ins Labor transportiert und bei -20°C tiefgefroren.

An vier Standorten wurde 2005 am 1. Termin auch die botrytizid-behandelte Variante beprobt.

Zusätzlich wurden in den Versuchsflächen von etwa zehn unbehandelten Jungtrauben ca. 7 Tage (1. Termin) nach Anlage des Infektions-Versuches durch Abschütteln Blütenreste gewonnen und nicht oberflächensterilisiert dem molekularbiologischen Nachweis der nativen Infektion durch *Botrytis cinerea* unterzogen. (Die DNA-Extraktion wurde mittels SDS vorgenommen).

### ***Botrytis cinerea*-Herkünfte aus Ertragsanlagen**

Zur Einordnung der Herkünfte in die Subspezies-Gruppen wurden in den Jahren 2004 und 2005 in Niederösterreich, Burgenland und Steiermark aus 23 betriebsüblich bewirtschafteten Ertragsanlagen kurz vor dem Lesetermin je 3 Einzeltrauben mit frischen Botrytis-Befall entnommen.

Durch Überimpfung von Einzelkonidien auf PDA (Kartoffel-Glucose-Agar) wurden die gesammelten Stämme bei 21°C in Petri-Schalen reingezüchtet, wobei maximal die 2. Generation auf dem Nährmedium zur Analyse herangezogen wurden, um eventuelle genetische Veränderungen aufgrund des künstlichen Milieus zu vermeiden. Bis zur molekularbiologischen Analyse wurden die Kulturen einige Wochen bei 16°C im Dunkeln gelagert.

### 3.5.2 Probenvorbereitung

#### Weintrauben aus dem Infektionversuch im Freiland

Unmittelbar vor der molekularbiologischen Probenaufbereitung wurden von jeder tiefgekühlten Traube Teile entnommen, eventuelle Blütenreste entfernt und nach folgendem Schema gesplittet und behandelt (Tab.7):

Tabelle 7: Probenaufbereitung der markierten Trauben für den molekularbiologischen Nachweis der latenten Infektion aus dem Infektionversuch im Freiland

Position an der Traube	Oberflächensterilisation	keine
Schulterpartie	Beeren	Mischprobe Beeren
Mittelteil	Beeren	
Traubenspitze	Beeren	
Schulterpartie	Beerentstiele	Mischprobe Beerentstiele
Mittelteil	Beerentstiele	
Traubenspitze	Beerentstiele	

Die zu sterilisierenden Proben wurden eine Minute in 70%igem Ethanol und drei Minuten in 1%igem Natriumhypochlorit gewaschen, drei Minuten mit doppeldestillierten Wasser gespült und anschließend mit Papiertüchern trockengetupft (KELLER et al. 2003, PEZET et al. 2003).

Die nicht oberflächensterile Mischproben wurden ebenfalls dem Nachweis unterzogen, um das natürliche Auftreten des Graufäuleerreger (Sporenangebot) zu prüfen.

Zur Weiterverarbeitung gelangten dabei vom ersten Probenahmetermin pro Probe etwa 8 Beeren, vom zweiten etwa 5 Beeren und an beiden Terminen jeweils etwa 10 bis 15 Beerentstiele zur Analyse. Die Einzelproben wurden in sterilen Mörsern mittels flüssigem Stickstoff zu Pulver zerrieben und homogenisiert, teilweise war es aufgrund des hohen Wassergehaltes notwendig die Beeren zuvor zu lyophilisieren.

Zur DNA-Extraktion wurde ein Aliquot zwischen 100 mg des Homogenisats herangezogen.

### ***Botrytis cinerea*-Herkünfte aus Ertragsanlagen**

Etwa 5 mm<sup>3</sup> *Botrytis-cinerea*-Kultur aus der Petrischale wurden mittels steriler Nadel entnommen und diese mithilfe von sterilem Quarzsand direkt in den Proberöhrchen in flüssigem Stickstoff mit einem Pistill mechanisch aufgeschlossen.

#### **3.5.3 DNA-Extraktion**

##### **Weintrauben aus dem Infektionversuch im Freiland**

Zur Extraktion der genomischen DNA von *Botrytis cinerea* diente das DNeasy Plant mini kit™ für max. 100 mg Frischmaterial (Fa. Qiagen, Sample & Assay Technologies, Germany).

##### ***Botrytis cinerea*-Herkünfte aus Ertragsanlagen**

Die DNA-Extraktion aus der Reinkultur wurde einerseits mittels SDS (Sodiumdodecylsulphate) für 0,5 g stickstoffgefrorenes Pflanzenpulver durchgeführt (verändert nach TAI und TANKSLEY 1990 und PICH und SCHUBERT 1993). Das Protokoll befindet sich im Anhang. Andererseits kam das DNeasy Plant mini kit™ für max. 100 mg Frischmaterial (Fa. Qiagen, Sample & Assay Technologies, Germany) zur Anwendung.

#### **3.5.4 PCR-Analyse**

Alle Amplifikationen wurden mit 50µL-Reaktionsvolumen in einem MJ Research PTC 200-Peltier Thermal-Cycler (MJ Research Inc., USA) unter Verwendung einer Biotherm-Polymerase (Fa. GeneCraft, Deutschland) durchgeführt, die Primer wurden von Fa. VBC genomics, Wien synthetisiert.

## Nachweis der latenten Infektion im Rebgewebe

Der Nachweis einer latenten *Botrytis cinerea*-Infektion im Wirtsgewebe der Rebe kam folgendes PCR-Konzept zur Anwendung (Tab.8).

Tabelle 8: Protokoll für den Nachweis einer latenten *Botrytis cinerea* Infektion im Rebengewebe.

<b>Nachweis einer latenten <i>Botrytis-cinerea</i>-Infektion in Erdbeeren (Blätter)</b> <b>verändert nach RIGOTTI et.al. (2002) mittels Mikrosatelliten-Primer</b>						
Primer C729+/-	RIGOTTI et.al. (2002)		Amplikonlänge 729 bp			
C729+	5'-AGC TCG AGA GAG ATC TCT GA-3'					
C729 -	5'-CTG CAA TGT TCT GCG TGG AA-3'					
PCR-Ansatz	Cycler-Programm					
DNA-Template	1µL (100ng DNA)	Cycles	Temp. (°C)	Zeit (s)		
Je Primer	0,2 µM	1	94	120		
BSA	1µL	35	94 (Denaturation)	30		
Je dNTP	0,2 mM		60 (Annealing)	30		
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60		
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600		
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞		

## Bestimmung der Subspezies aus Ertragsanlagen bzw. in den latent infizierten Trauben

Für die Detektion der transponierbaren Elemente Boty und Flipper in *Botrytis cinerea*-Individuen in Reinkultur waren die PCRs nach MA und MICHAILIDES (2005) mit den Primerpaaren Boty2 und Flipper zuverlässig anwendbar.

Die angeführten Protokolle für die Prüfung dieser Unterscheidungsmerkmale in den Botrytis-positiv getesteten Traubenteilen aus dem Infektionsversuch mussten hinsichtlich der DNA-Menge im PCR-Ansatz auf 2,5 µl und die Annealing Temperaturen der Flipper-Primer auf 58°C, der Boty2-Primer auf 65°C geändert werden.

Tab. 9 und 10 zeigen die Protokolle für einfache PCRs zur getrennten Detektion von Boty und Flipper, wobei diese Analysen nicht nur an Reinkulturen sondern auch auf die Untersuchung in den latent infizierten Traubenteilen herangezogen wurden.

Tabelle 9: Detektion von Boty in Reinkulturen und im Rebengewebe

<b>Unterscheidung Subspezies Transposa und Vacuma abgeändert nach MA und MICHAILIDES (2005)</b>						
Primer BOTY2	MA und MICHAILIDES		Amplikonlänge 510 bp			
BOTYF4	5'-CAG CTG CAG TAT ACT GGG GGA-3'					
BOTYR4	5'-GGT GCT CAA AGT GTT ACG GGA G-3'					
PCR-Ansatz	Cycler-Programm					
DNA-Template	1µL / 2,5µL	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)		
Je Primer	0,2 µM	1	95	180		
BSA	1µL	40	94 (Denaturation)	40		
Je dNTP	0,2 mM		68/65 (Annealing)	40		
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60		
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600		
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞		

Tabelle 10: Detektion von Flipper in Reinkulturen und im Rebengewebe.

<b>Unterscheidung Subspezies Transposa und Vacuma abgeändert nach MA und MICHAILIDES (2005)</b>						
Primer FLIPPER	LEVIS et al. 1997		Amplikonlänge 1250 bp			
F300	5'-GCA CAA AAC CTA CAG AAG A-3'					
F1500	5'-ATT CGT TTC TTG GAC TGT A-3'					
PCR-Ansatz	Cycler-Programm					
DNA-Template	1µL/2,5µL	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)		
Je Primer	0,2 µM	1	95	180		
BSA	1µL	40	94 (Denaturation)	40		
Je dNTP	0,2 mM		60/58 (Annealing)	40		
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60		
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600		
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞		

### **3.5.5        Auswertung**

20 $\mu$ L des PCR-Produktes wurden mit Ethidiumbromid gefärbt, in 1%igem Agarosegel mittels Elektrophorese in Tris Acetat-(TAE-)Puffer aufgetrennt und unter UV-Licht photographiert (Kamera XC-75CH, Sony, Japan).

Jede Probe wurde durch eine Reaktion typisiert, waren die Amplifikationsprodukte schwach bzw. undeutlich wurde eine Wiederholung der PCR vorgenommen.

## **3.6        Statistische Verfahren**

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS for Windows Version 12.0 der statistischen Analyse unterzogen. Zur Anwendung kamen Tests auf Varianzhomogenität, Varianzanalysen, Mittelwertsvergleiche und Kurvenanpassungen, sowie Regressions- und Korrelationsberechnungen. Die statistischen Auswertungen befinden sich zumeist im Anhang, die Kenn-Nummer des Anhangs wurde zu den jeweiligen Diagrammen bzw. Tabellen vermerkt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Einflüsse des Jahrganges auf die untersuchten Sorten

In Abbildung 11a und 11b ist der mittlere Verlauf der Mostgradation (°Oe) und der Gehalt an titrierbarer Gesamtsäure (g/L) der Rotweinsorten Zweigelt (8 Standorte), Blauburgunder (3 Standorte), St. Laurent (1 Standort) sowie der Weißweinsorten Grüner Veltliner (7 Standorte), Rheinriesling (9 Standorte) und Gelber Muskateller (1 Standort) in den Jahren 2004 bis 2006 dargestellt. Für alle Sorten ist im Durchschnitt 2006 als frühestes und mostzuckerreichstes Jahr zu erkennen.

Unter den analysierten Rotweinsorten fiel vor allem der Blauburgunder im Jahresvergleich als besonders späte Sorte mit starkem Anstieg der Mostgradation während der Reife und regelmäßig hohem Säureverlauf auf. In den Untersuchungsjahren 2004 bis 2006 zeigte der Zweigelt die niedrigsten Säurewerte über die Reifephase. Allgemein konnte für die Rotweinsorten als spätestes Jahr 2005 bezeichnet werden, hohe Niederschlagssummen im letzten Septemberdrittel verringerten offensichtlich die Mostgradation bei allen Sorten empfindlich.

Bei den Weißweinsorten zeigte sich 2004 hinsichtlich der Mostgradation als besonders spätes Jahr. In allen Versuchsjahren war dabei der Grüne Veltliner in der Regel geringfügig zuckerreicher, jedoch deutlich säuerärmer als der Riesling. Im Säureverlauf konnte festgestellt werden, dass besonders der Riesling 2004 im Gehalt besonders hoch blieb. 2005 konnten generell auffällig starke Säureabnahmen bis Ende September gemessen werden.

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Niederschläge (ZAMG und eigene Wetterstationen) auf die phänologischen Rebenstadien im Mittel der Versuchsstandorte von 2004 bis 2006. Hohe Niederschlagssummen wurden vor der Rebblüte in den Jahren 2004 und 2006 gemessen. 2005 fielen die größten Regenmengen nach der Blüte. Während 2005 und 2006 vor Reifebeginn von Riesling, Grüner Veltliner und Gelber Muskateller in den niederösterreichischen Standorten niederschlagsreiche Witterung herrschte, fiel diese Periode entsprechend der früheren Reife von Zweigelt, Blauburgunder und St. Laurent im Burgenland in den empfindlichen Zeitraum nach

Umfärben der Trauben. 2004 verlief im Jahresvergleich besonders niederschlagsarm nach Weichwerden der Beeren. In den niederösterreichischen Versuchsanlagen wurden 2006 ebenfalls relativ geringe Regenmengen nach Reifebeginn gemessen.

In Abbildung 13 sind die Mittelwerte des Botrytisbefalls, des hefeverwertbaren Most-Stickstoffes (im Mittel zwischen 45 und 65°Oe) sowie des pflanzenverfügbaren Boden-Stickstoffes und des Blattstickstoffgehaltes, ermittelt zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn der Sorten an den Versuchsstandorten von 2004 bis 2006 dargestellt. Dabei flossen die Ergebnisse von acht Zweigelt- und zwei Blauburgunder-Standorte sowie eine St. Laurent-Anlage im Burgenland und in Niederösterreich elf Riesling-, sieben Grüner Veltliner-Weingärten und eine Gelber Muskateller-Versuchsfläche in die Untersuchung ein, wobei alle Standorte betriebsüblich geführt wurden. Das Jahr 2005 zeigte bei allen Sorten meist die höchsten Botrytisbefallswerte, 2004 wiesen die Rotweinsorten im Vergleich zu den weißen Sorten kaum Befall auf, auch 2006 waren die roten Sorten im Mittel relativ gering botrytisbefallen. Auffällig war in den Untersuchungen das unterschiedliche Verhalten der Sorten bezüglich ihres Botrytisbefalls während der Jahre, wobei unter den Rotweinsorten allgemein der kompakte Blauburgunder relativ geringen Befall aufwies. Der als relativ unanfällig geltende Grüne Veltliner zeigte verglichen mit dem als empfindlich eingestuften Riesling an den Versuchsstandorten außer 2006 ähnlich hohes Befallsausmaß.

Starke Jahresunterschiede zeigte an den Standorten der Gehalt an pflanzenverfügbare Stickstoff im Boden (Nmin), wobei dieser zum Blütetermin 2005 und zu Reifebeginn 2004 die höchsten Gehalte aufwies, während 2006 zur Blüte und 2005 zu Reifebeginn die geringsten Boden-Stickstoff-Gehalte festgestellt wurden. Generell konnten diese Boden-Gehalte jedoch nicht mit dem Stickstoff in den Blättern, die zum selben Zeitpunkt beprobt wurden, in Zusammenhang gebracht werden, da die Konzentrationen des Blattstickstoffes an den Probenahmeterminen nur geringfügig variierten. Sowohl Blattgehalte, wie auch der Boden-Nmin erscheinen an Standorten, die mit Rotweinsorten (vor allem Zweigelt) bestockt sind, im Versuchszeitraum tendenziell meist stickstoffreicher (Abb. 13).

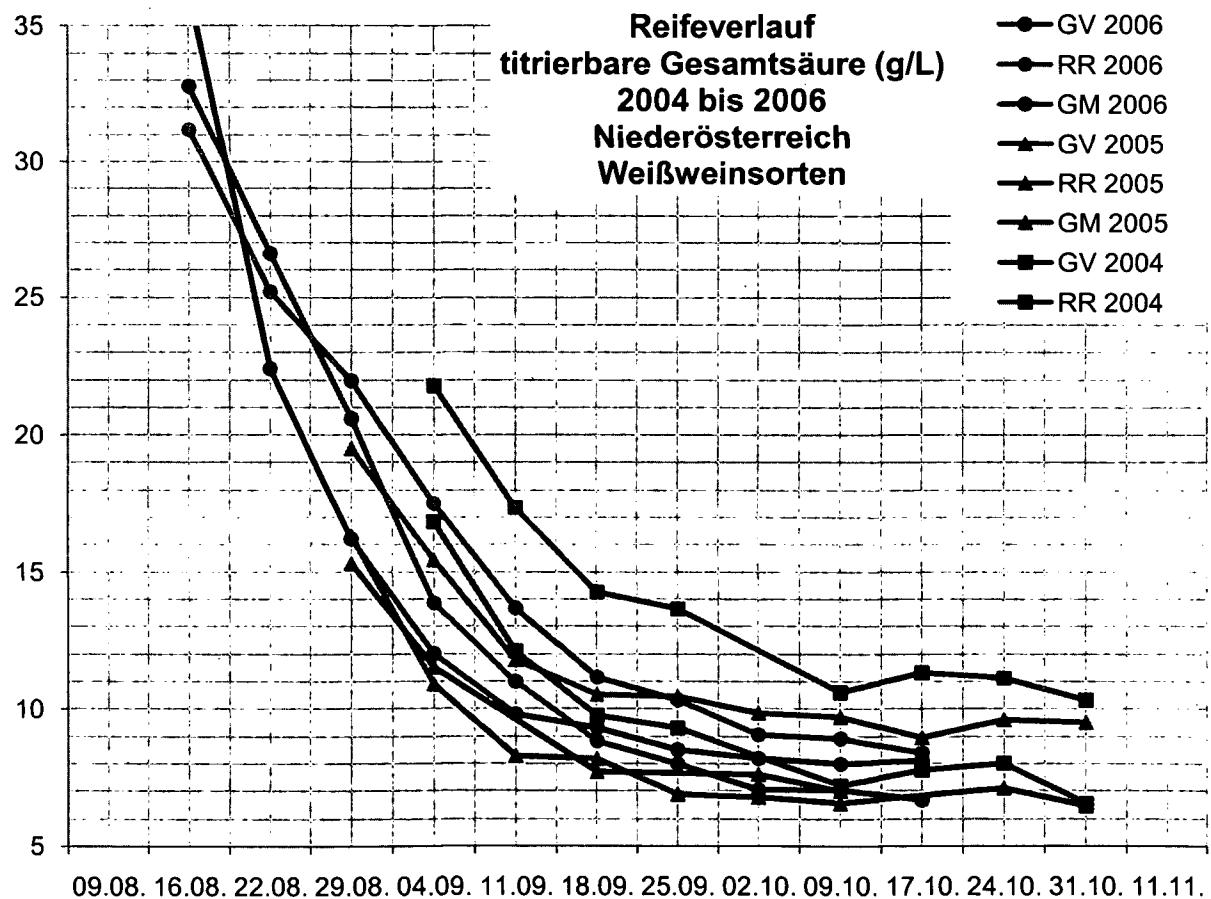
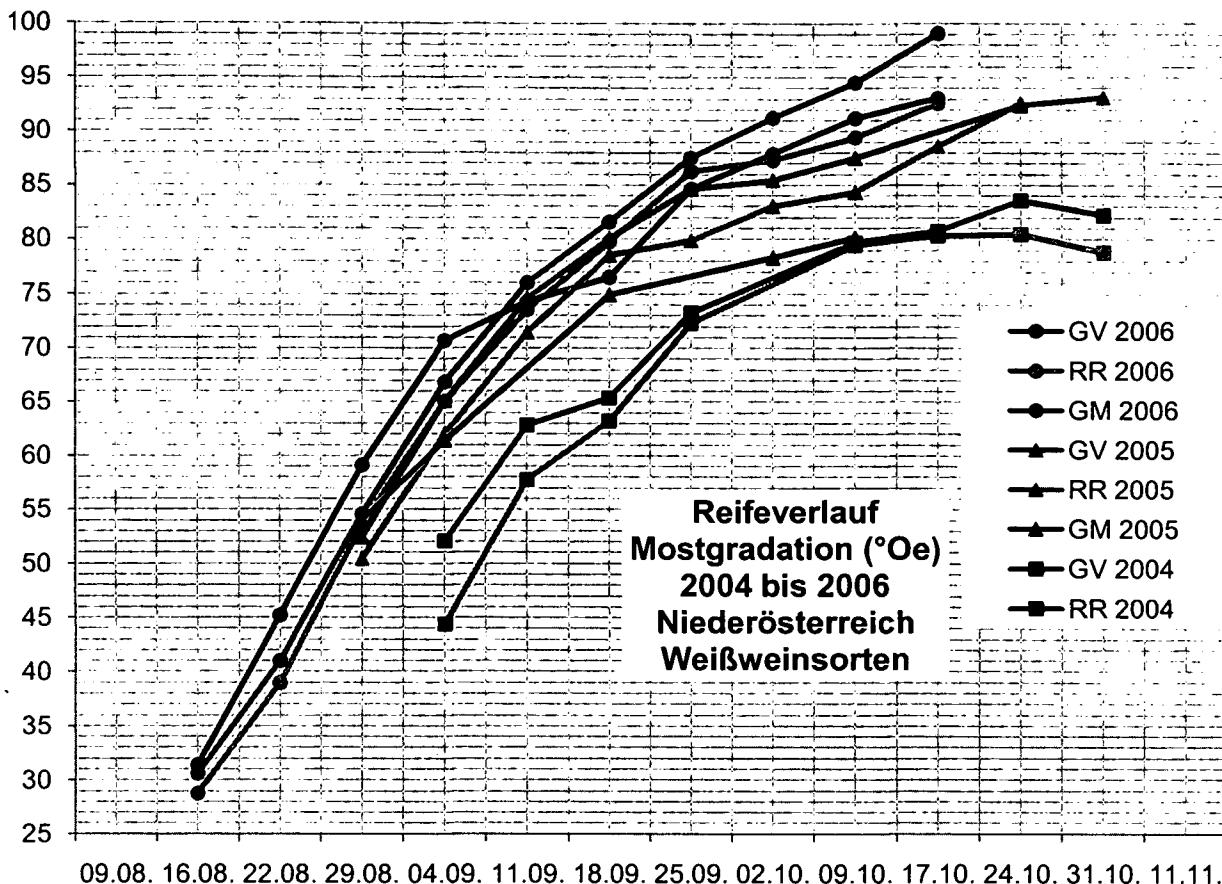


Abbildung 11a: Verlauf der Mostgraduation ( $^{\circ}$ Oe) und der tit. Gesamtsäure (g/L) der Weißweinsorten 2004 bis 2006

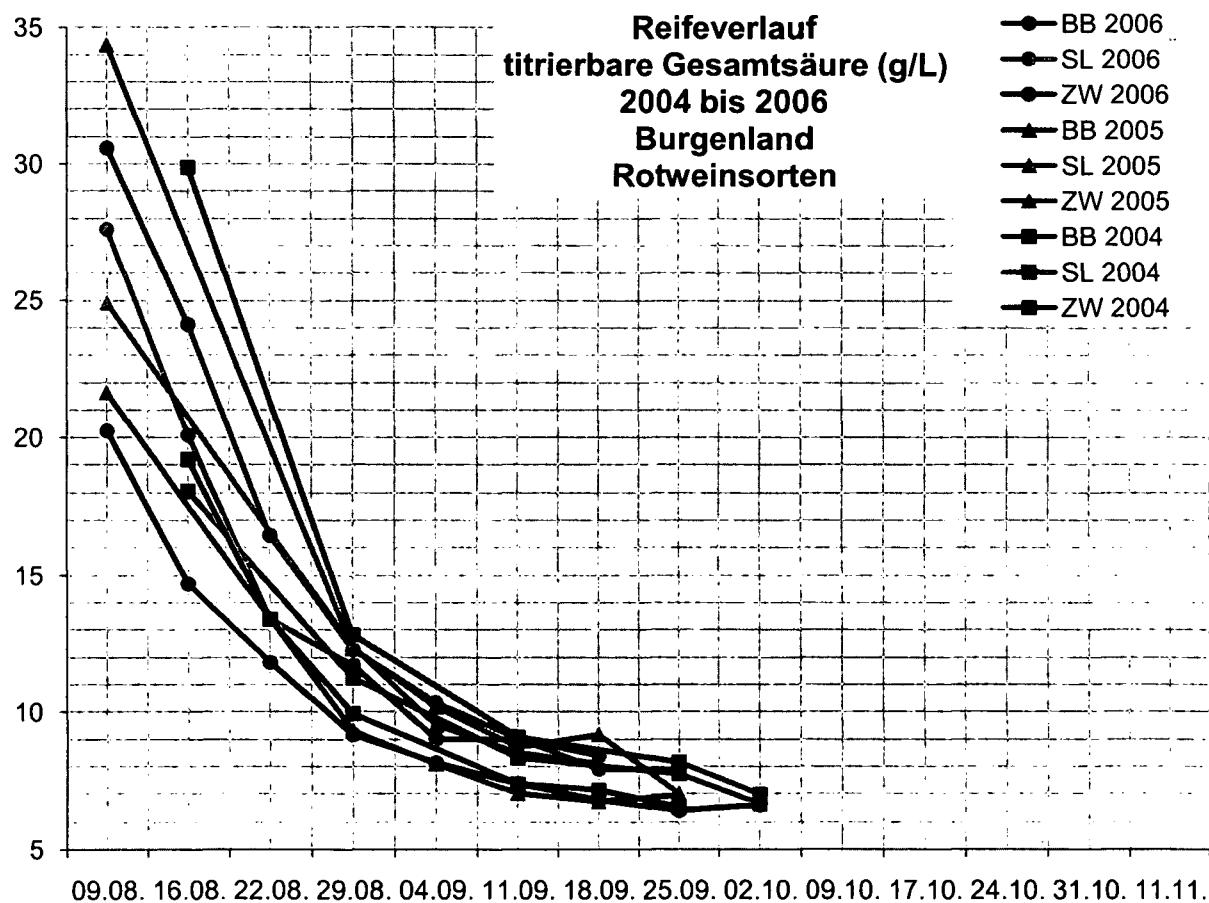
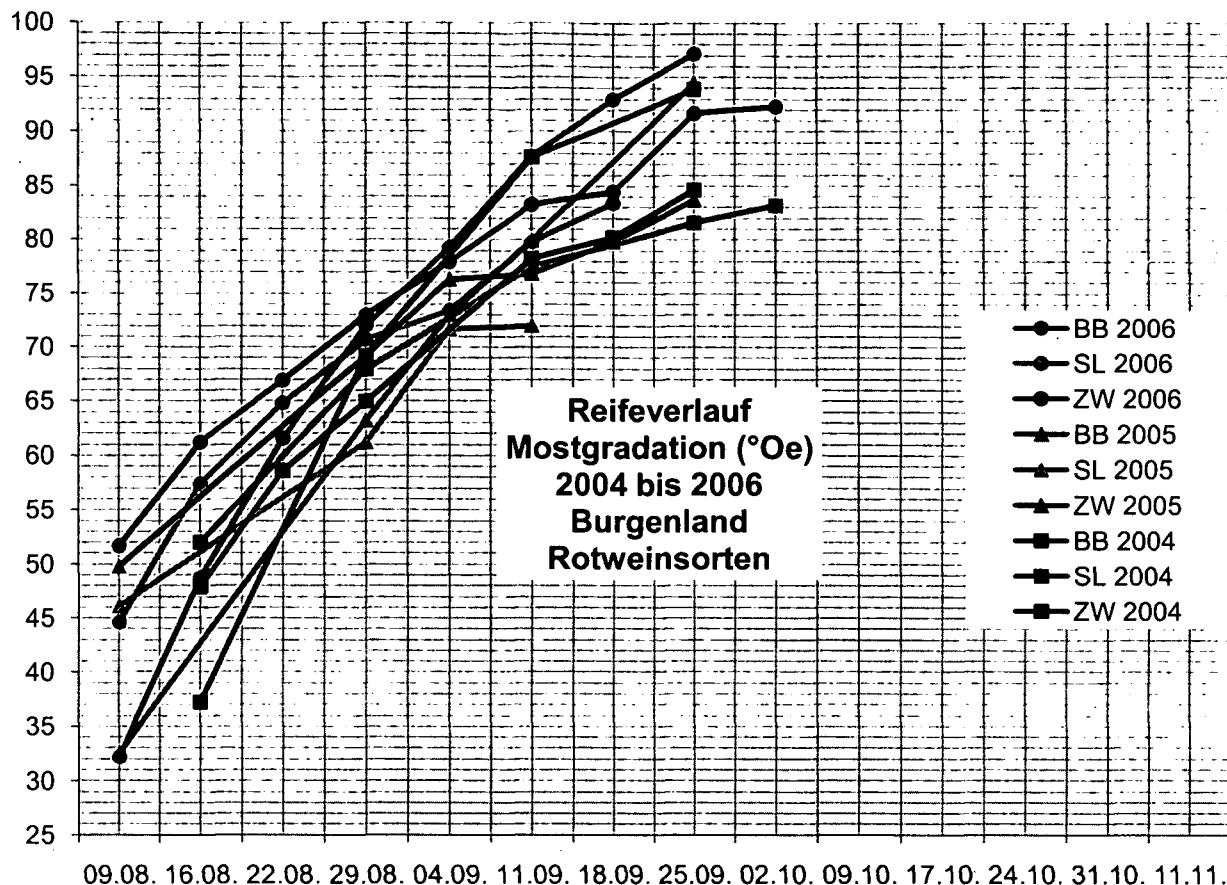


Abbildung 11b: Verlauf der Mostgraduation ( $^{\circ}$ Oe) und der tit. Gesamtsäure (g/L) der Rotweinsorten 2004 bis 2006.

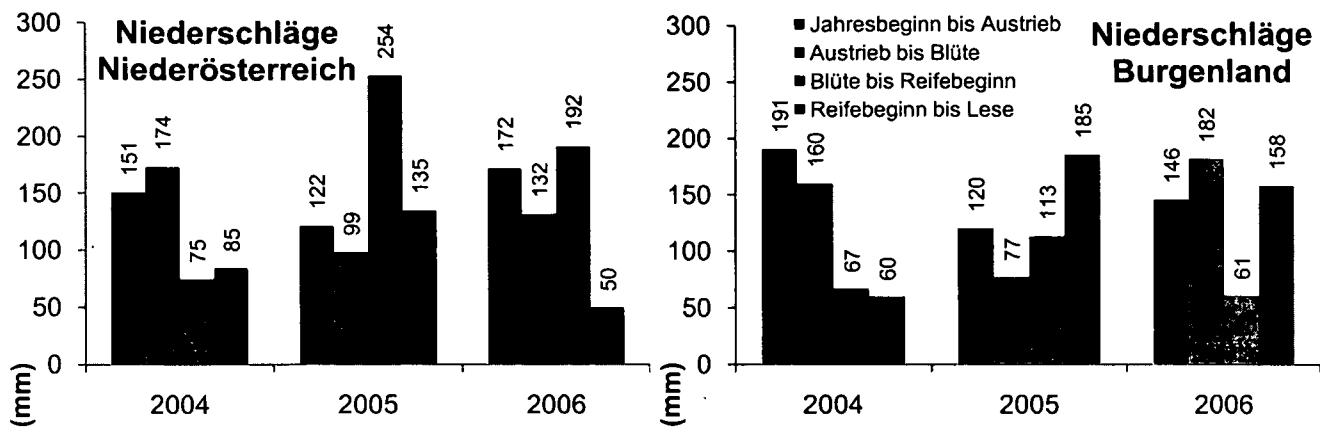


Abbildung 12: Verteilung der Jahres-Niederschlagssummen 2004 bis 2006 auf die phänologischen Rebenstadien.

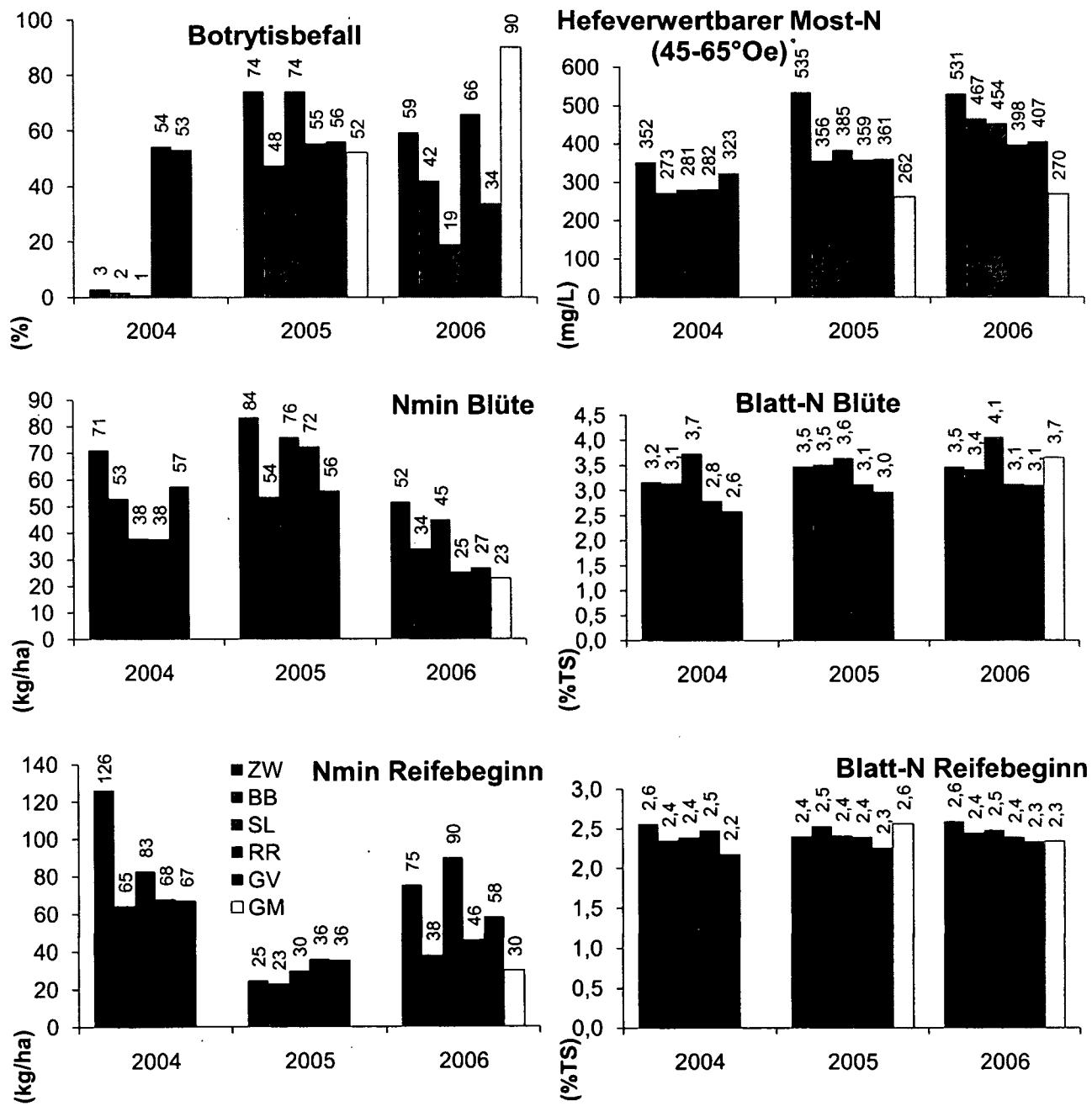


Abbildung 13: Botrytis-Befallshäufigkeit, hefeverwertbarer Moststickstoff (zwischen 45 und 65°Oe), Boden-Nmin und Blattstickstoffgehalte zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn der Sorten im Mittel der Standorte (2004 bis 2006).

Stärkere Schwankungen wurden am hefeverwertbaren Most-Stickstoff-Gehalt (HVS) gemessen: tendenziell lag im Vergleich das HVS-Niveau 2004 relativ niedrig, 2006 relativ hoch, wobei der Zweigelt in jedem Jahr die höchsten Gehalte aufwies (Abb. 13).

In Abbildung 14 sind unabhängig von der betriebsspezifischen Kulturführung an den untersuchten Standorten die Zusammenhänge der jährlichen Durchschnittswerte von Boden-Nmin mit dem hefeverwertbaren Most-Stickstoff (HVS), sowie zwischen HVS und dem Botrytisbefall zur Lese der untersuchten Sorten in Form von Korrelationen zusammengefasst, wobei aufgrund der dreijährigen Versuchsdauer nicht auf Signifikanzen eingegangen werden soll. Einen befallsfördernden Einfluss auf den Lesebefall zeigten tendenziell (mit Ausnahme des Grünen Veltliners) hohe Gehalte an hefeverwertbare Moststickstoff, dieser ließ sich allerdings nur ungenügend mit dem Bodengehalt an pflanzenverfügbaren Stickstoff (Nmin) zu Beerenreifebeginn in Zusammenhang bringen.

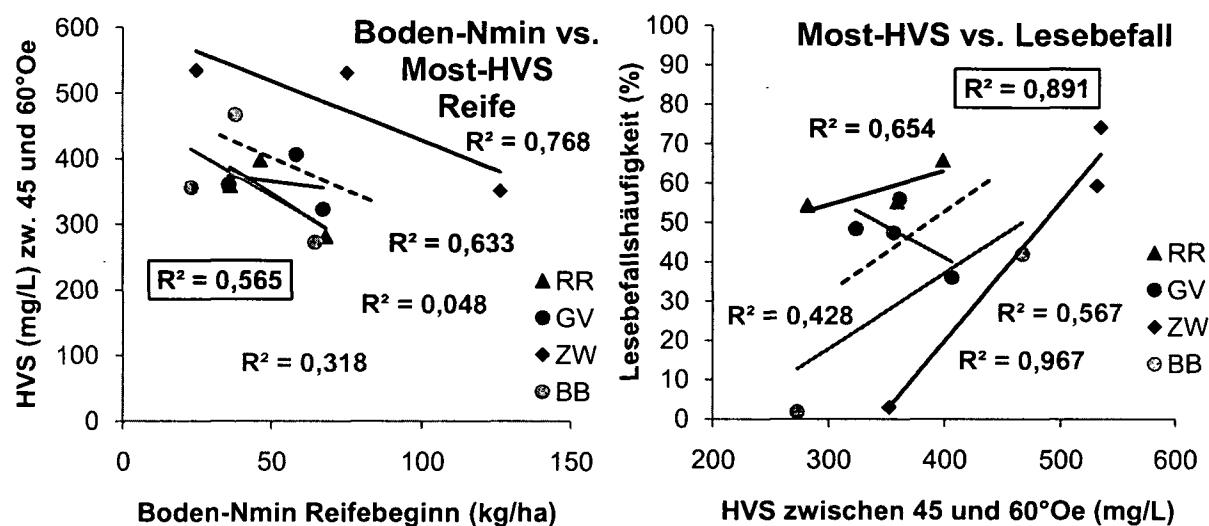


Abbildung 14: Zusammenhänge der Stickstoffgehalte der Böden und der Moste zueinander und mit dem Botrytis-Befall der Sorten in den Jahren 2004 bis 2006.

Die Niederschlagsmengen unmittelbar nach der Vollblüte (15 Tage) sowie im Zeitraum von 20 Tagen nach dem Erreichen der Reife von 60°Oe zeigten in den Jahren 2004 bis 2006 bei den untersuchten Sorten Grüner Veltliner, Rheinriesling, Zweigelt und Blauburgunder tendenziell meist positive Zusammenhänge mit dem Botrytis-Befall zur Lese. Mit Ausnahme der Rieslingstandorte konnte auch jahresübergreifend festgestellt

werden, dass starke Niederschläge im Zeitraum nach der Beerenreife von über 60°Oe an den Versuchsstandorten tendenziell zu erhöhtem Botrytis-Befall des Lesematerials führten. Die Niederschläge nach der Blüte ließen sich im Jahresvergleich nicht einheitlich mit dem Botrytis-Befall in Zusammenhang bringen (Abb. 15).

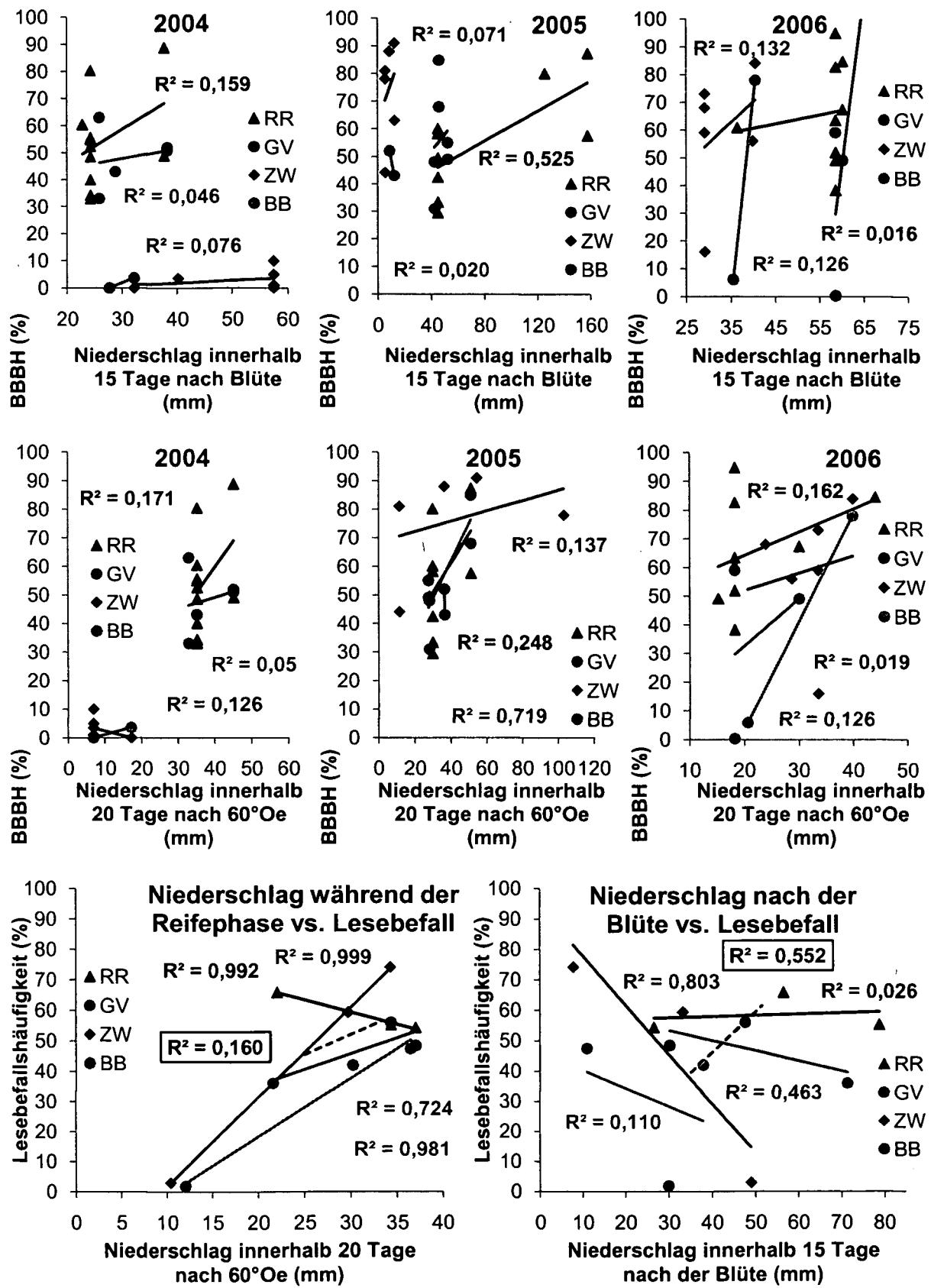


Abbildung 15: Einfluß von Niederschlägen nach der Blüte und während der Reife auf den Lesebefall der untersuchten Sorten in den Jahren 2004 bis 2006 und über den gesamten Untersuchungszeitraum.

## 4.2 Einfluss der standortspezifischen Nährstoffversorgung bei Rheinriesling auf den Botrytisbefall

In den untersuchten Rheinrieslinganlagen der Wachau resultierte die durchschnittliche Botrytis-Gesamt-Befallshäufigkeit zur Lese 2004 und 2005 bei etwa 60%, 2006 bei ca. 70% bei einer mittleren Befallsstärke von etwa 30% (2004 und 2006) bzw. 2005 etwa 50%. Die durchschnittliche Stielfäulebefallshäufigkeit (incl. der Bodentrauben) betrug in diesen Anlagen 7% (2004), 14% (2005) und 8% (2006).

In nachstehender Tabelle 11 ist der Zusammenhang der Befallshäufigkeiten von Beeren- und Stielfäule untereinander sowie mit der Beerenbotrytis-Befallsstärke in Form von Korrelationen dargestellt. Zusätzlich finden sich die Einzelergebnisse eines extrem häufig und stark befallenen Standortes, der als statistischer Ausreißer nicht in die Standortberechnung miteinbezogen wurde (Singer/RR 2005). Ersichtlich ist, dass keine signifikanten Zusammenhänge der Befallskriterien untereinander bestanden, sie waren jedoch tendenziell positiv korreliert.

Tabelle 11: Zusammenhang der Befallsparameter untereinander in den betriebsüblichen Varianten der Versuchsstandorte in den Jahren 2004 bis 2006.

Befall	Mittelwert	Std.-Abweichung	Extrem-standort	N	Korrel.-Koeff.	
					BBBH	BBBS
BBBH	58,7	17,0	87,4	29		0,149
BBBS	36,1	14,5	59,7	29	0,149	
STFBHBoTr	7,5	5,1	58,5	29	0,209	0,073

Nachfolgend finden sich die Befallsdaten in Abhängigkeit des pflanzenverfügbaren Boden-Stickstoffes (Nmin) zur Blüte sowie zu Reifebeginn, wobei sich keine Beziehungen des Bodenstickstoff-Gehaltes zur Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit feststellen ließen, mit Nmin zur abgehenden Blüte fand sich eine positive Korrelation zur Befallsstärke, dieser stand jedoch zu Reifebeginn dazu negativ in Beziehung. Damit war festzustellen, dass die Beerenbotrytis tendenziell stärker an den Riesling-Standorten auftrat, an denen zur Blüte hohe, zu Reifebeginn hingegen geringe Stickstoff-Bodengehalte vorlagen. Am besonders massiv befallenen Extremstandort war ebenfalls

zur Blüte ein außergewöhnlich hoher und zu Reifebeginn ein sehr geringer Gehalt an verfügbaren Bodenstickstoffen ermittelt worden (Tab. 12).

Tabelle 12: Zusammenhang der Befallskriterien mit dem Boden-Nmin.

Nährstoff	Mittelwert	Std.-Abw.	Extrem-standort	N	Korrel.-Koeff.		
					BBBH	BBBS	STFBH-BoTr
<b>Nmin (Blüte)</b>	42,0	22,4	106,0	18	-0,227	0,487*	-0,009
<b>Nmin (Reifebeginn)</b>	49,0	26,6	23,0	18	-0,065	-0,455*	0,007

Auch mit den Makronährstoffen der Blätter zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn konnte die Befallshäufigkeit nicht in signifikanten Bezug gebracht werden, generell fanden sich nur niedrige Korrelationskoeffizienten in der Verrechnung der Befallskriterien mit den Makronährstoffen der Blattspreiten, tendenziell schien bei höheren Nährstoffgehalten die Beerenbotrytis seltener jedoch stärker, die Stielfäule jedoch eher häufiger aufzutreten (Tab. 13).

Tabelle 13: Zusammenhang der Befallskriterien mit den Makronährstoffen der Blattspreite.

	Nähr-stoff	Mittelwert	Std.-Abweichung	Extrem-standort	N	Korrel.-Koeff.		
						BBBH	BBBS	STFBH-BoTr
Blüte	<b>N1</b>	3,00	0,25	3,15	27	-0,090	0,233	0,372
	<b>P1</b>	0,30	0,11	0,35	27	-0,047	-0,046	0,285
	<b>K1</b>	1,21	0,26	1,23	27	-0,186	0,035	-0,109
	<b>CA1</b>	2,71	0,54	2,92	27	-0,160	0,015	-0,009
	<b>MG1</b>	0,30	0,07	0,27	27	-0,070	0,163	-0,127
	<b>S1</b>	0,23	0,04	0,22	27	-0,064	0,421*	0,293
Reifebeginn	<b>N2</b>	2,43	0,14	2,37	27	-0,081	0,024	0,151
	<b>P2</b>	0,23	0,08	0,25	27	-0,043	-0,350	0,098
	<b>K2</b>	1,28	0,24	1,50	27	-0,178	-0,243	-0,010
	<b>CA2</b>	3,88	0,65	3,51	27	-0,043	-0,014	0,142
	<b>MG2</b>	0,34	0,10	0,31	27	0,167	0,119	-0,009
	<b>S2</b>	0,21	0,04	0,29	27	0,016	-0,144	0,373

Ähnlich verhielt es sich mit den in Tab. 14 dargestellten Zusammenhängen des Botrytisbefalls mit den Blatt-Spurenelementen. Auch hier fanden sich keine Abhängigkeiten der Beerenbotrytisbefallshäufigkeit, tendenziell schien ein geringer Mangangehalt die Botrytis zu fördern, hohe Blattgehalte an Bor und Molybdän provozierten zudem die Stielfäule.

Tabelle 14: Zusammenhang der Befallskriterien mit den Mikronährstoffen der Blattspreite.

	Nähr- stoff	Mittel- wert	Std.- Abw.	Extrem- standort	N	Korrel.-Koeff.		
						BBBH	BBBS	STFBH BoTr
Blüte	MN	144,90	63,01	59,00	27	-0,097	-0,176	-0,377*
	CU	12,08	3,43	9,10	27	-0,025	0,247	0,116
	ZN	118,38	106,92	17,00	27	-0,023	-0,222	-0,149
	B	44,11	16,33	54,00	27	-0,204	-0,145	0,407*
	FE	83,71	14,04	118,00	26	0,226	-0,236	0,198
	MO	0,32	0,17	0,48	27	-0,022	-0,179	0,407*
Reifebeginn	MN	144,52	61,49	69,50	27	-0,205	-0,388*	-0,336
	CU	752,94	361,56	863,00	27	-0,238	0,119	-0,046
	ZN	103,40	82,66	26,20	27	-0,240	-0,246	-0,077
	B	35,85	9,71	48,40	27	0,237	-0,298	0,315
	FE	107,33	37,72	115,00	27	0,099	-0,097	0,073
	MO	0,26	0,14	0,42	27	0,020	-0,320	0,103

Interessant waren die Zusammenhänge der Makronährstoffe in den Blattspreiten untereinander und mit dem Boden-Nmin (Tab. 15): An beiden Probenahmetermen (abgehende Blüte, Reifebeginn) war Stickstoff mit Phosphor, Schwefel und Calcium mit Magnesium zumindest tendenziell positiv korreliert, Phosphor korrelierte mit Kalium positiv und mit Magnesium negativ, Kalium mit Calcium und Magnesium negativ und Calcium mit Magnesium positiv. Die Boden-Stickstoffwerte standen mit den N-Gehalten der Blattspreiten in keinem signifikanten Zusammenhang. Sie waren tendenziell mit den Blatt-N-Gehalten zur Blüte positiv, zu Reifebeginn negativ korreliert.

Tabelle 15: Zusammenhang (Korrelationskoeffizienten) von Boden-Nmin und den Makronährstoffen der Blattspreite.

Blüte	Nmin	N	P	K	CA	MG
<b>Nmin</b>						
<b>N</b>	0,348					
<b>P</b>	- 0,024	0,537*				
<b>K</b>	- 0,187	- 0,171	0,483*			
<b>CA</b>	0,614**	0,138	0,107	- 0,239		
<b>MG</b>	0,396	- 0,198	- 0,435*	- 0,352	0,494*	
<b>S</b>	0,391	0,444*	0,250	- 0,082	0,468*	0,242

Reifebeginn	Nmin	N	P	K	CA	MG2
<b>Nmin</b>						
<b>N</b>	- 0,251					
<b>P</b>	0,183	0,343				
<b>K</b>	0,124	0,060	0,329			
<b>CA</b>	- 0,063	0,403*	0,350	- 0,487**		
<b>MG</b>	- 0,068	0,055	- 0,202	- 0,690**	0,383*	
<b>S</b>	0,289	0,477*	0,563**	0,350	0,073	- 0,115

Die Korrelationen der Makro- mit den Mikronährstoffen der Blattspreiten finden sich in Tab. 16. Zumindest tendenziell stehen an beiden Probenahmeterminen damit Stickstoff, Kalzium und Phosphor mit Bor und Molybdän, sowie Kalium mit Zink in positiven Zusammenhang.

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen Makro- und Mikronährstoffen des Blattspreiten zur Blüte und zu Reifebeginn.

Blüte	N	P	K	CA	MG	S
<b>MN</b>	- 0,132	- 0,102	0,107	- 0,234	0,064	0,212
<b>CU</b>	0,189	- 0,189	0,238	- 0,237	- 0,208	0,105
<b>ZN</b>	- 0,068	0,115	0,500**	- 0,308	- 0,232	0,043
<b>B</b>	0,215	0,580***	0,352	0,471**	- 0,265	0,109
<b>FE</b>	0,100	- 0,056	- 0,090	0,179	0,049	0,222
<b>MO</b>	0,195	0,500**	0,265	0,455*	- 0,161	0,242

Reifebeginn	N	P	K	CA	MG	S
<b>MN</b>	0,291	0,442*	0,116	0,155	0,025	0,228
<b>CU</b>	0,375*	0,272	0,324	- 0,163	- 0,376*	0,322
<b>ZN</b>	0,302	0,213	0,426*	- 0,096	- 0,241	0,135
<b>B</b>	0,314	0,313	0,300	0,217	- 0,052	0,301
<b>FE</b>	0,346	0,555**	0,541**	- 0,127	- 0,273	0,491**
<b>MO</b>	0,353	0,468*	0,202	0,150	0,053	0,516**

### **4.3 Einfluss der Reife, der Traubenarchitektur und der Position von markierten Einzeltrauben auf den Botrytisbefall**

Die Ergebnisse der in den Jahren 2005 und 2006 durchgeführten Untersuchungen sind in den Abbildungen 16a bis 16e dargestellt. Diese zeigen von den an den Standorten Axpo/GV, Kreut/GV, Hoch/RR, Frau/RR (2005), Kreut/RR (2006), Lüss/ZW (2005), Satz/ZW (2006), Strass/ZW, Kurz/ZW und Kurz/BB wöchentlich analysierten 50 Trauben die Reifeverläufe (Mostgradation in °Oe) und titrierbare Gesamtsäure in g/L aus der Mostprobe der Nachbarparzelle) von symptomfreien Beeren, den Verlauf der Befallshäufigkeit von Beerenbotrytis und Stielfäule sowie der Beerenbotrytis-Befallsstärke (%). Zusätzlich finden sich in den Diagrammen die Niederschläge (jeweils Summe der Vorwoche in mm) während des Beobachtungszeitraumes.

Zusammenfassend finden sich in Abbildung 17 zuvor genannte Verläufe im Durchschnitt der untersuchten Sorten.

Aus Abbildung 17 ist zu sehen, dass 2005 im Burgenland von Reifebeginn Anfang August bis zum 02. September Niederschläge mit wöchentlich mehr als 15 mm auf die bereits empfindlichen Trauben fielen, wobei in dieser Regenperiode in den Zweigelt-Standorten 72°Oe, in der Blauburgunder-Anlage 63°Oe Reife erreicht wurden. Die zweite größere Regenperiode, beginnend in der Woche vor dem 23. September 2005, betraf nur mehr die Blauburgunder-Standorte. Der Zweigelt war zu diesem Zeitpunkt bereits gelesen.

2006 waren in den burgenländischen Standorten regenreiche Witterungsphasen von Reifebeginn bis zum 12. August bei einer Reife des Zweigelts von bis durchschnittlich 63°Oe und des unreiferen Blauburgunders von im Mittel bis 48°Oe festzustellen, während der zweiten Niederschlagsperiode in der Woche vor dem 26. August bis zum 02. September erreichte der Zweigelt 83°Oe, der Blauburgunder 76°Oe.

Im Mittel erreichte zu Versuchsende 2005 der Zweigelt bei 77°Oe etwa 50% Botrytis-Gesamtbefallshäufigkeit am 09. September, der Blauburgunder 82°Oe bei 64% Befall am 23. September. 2006 war beim Zweigelt ein Botrytisbefall von 61% bei einer durchschnittlichen Mostgradation von 90°Oe am 09. September festzustellen, der

Blauburgunder erreichte zum selben Zeitpunkt 85°Oe bei einer Befallshäufigkeit von 84%. Der Anstieg der Befallshäufigkeit verlief dabei in beiden Jahren bei beiden Sorten nahezu linear, der Zweigelt zeigte 2006 im Vergleich zum Vorjahr einen flacheren, der Blauburgunder einen steileren Anstieg der Botrytis-Gesamtbefallshäufigkeit.

An den niederösterreichischen Versuchsflächen regnete es 2005 wöchentlich mehr als 15 mm von Reifebeginn bis 26. August, wobei der Grüne Veltliner erst durchschnittlich 42°Oe, der Riesling 40°Oe in dieser Niederschlagsphase erreichte. Die zweite größere Regen von der Woche vor dem 16. bis zum 30. September traf den Grünen Veltliner bei bis durchschnittlich 80°Oe, den Riesling bei bis 75°Oe. Auch 2006 regnete es zu Reifebeginn häufig, bis zum 12. August wiesen beide Sorten jedoch eine Reifegradation von unter 30°Oe auf. Der Regenfälle in der Woche vor dem 26. August trafen im Durchschnitt auf Grüne Veltliner-Trauben mit 54°Oe, den Rheinriesling mit 60°Oe, die Regenphase vor dem 09. September auf den Grünen Veltliner mit einer Reife von 70°Oe, der Riesling wies dabei eine Reife von 78°Oe auf.

2005 erreichte der Grüne Veltliner zum Stichtag am 07. Oktober 81°Oe mit einem Botrytis-Gesamtbefall von 94%, der Riesling bei gleichem Befall 77°Oe. 2006 wurde bei 89°Oe-reifen Grüner Veltliner ebenfalls am 07. Oktober eine Botrytisgesamtbefalls-häufigkeit von 82% bonitiert, der Rheinriesling wies zur selben Zeit einen Befall von 93% bei einer Reife von 88°Oe, wobei in beiden Jahren der Befall des Grünen Veltliners etwa linear zunahm. Der Riesling zeigte in beiden Jahren durchschnittlich einen überproportionalen Befallsanstieg mit ähnlichen Anstiegsraten. Die Befallszunahme des Grünen Veltliners war im Jahr 2006 schwächer als 2005.

In den Jahren 2005 wies der Grüne Veltliner überraschend einen hohen Anteil von Stielfäule (über 50%) auf, 2006 war auch der Riesling mit durchschnittlich 17% stielfaul, die Sorten Zweigelt und Blauburgunder blieben in beiden Jahren unter 10% Stielfäulebefall. Die höchsten Beerenbotrytis-Befallsstärken zeigten die kompakteren Sorten Riesling und Blauburgunder. 2005 waren generell alle untersuchten Sorten stärker mit Beerenbotrytis befallen.

Letztendlich konnten 2006 bei allen untersuchten Sorten durch die zügig voranschreitende Reife höhere Lesequalitäten erreicht werden. An allen Standorten war in beiden Jahren aber ein beträchtlicher Botrytisbefall festzustellen.

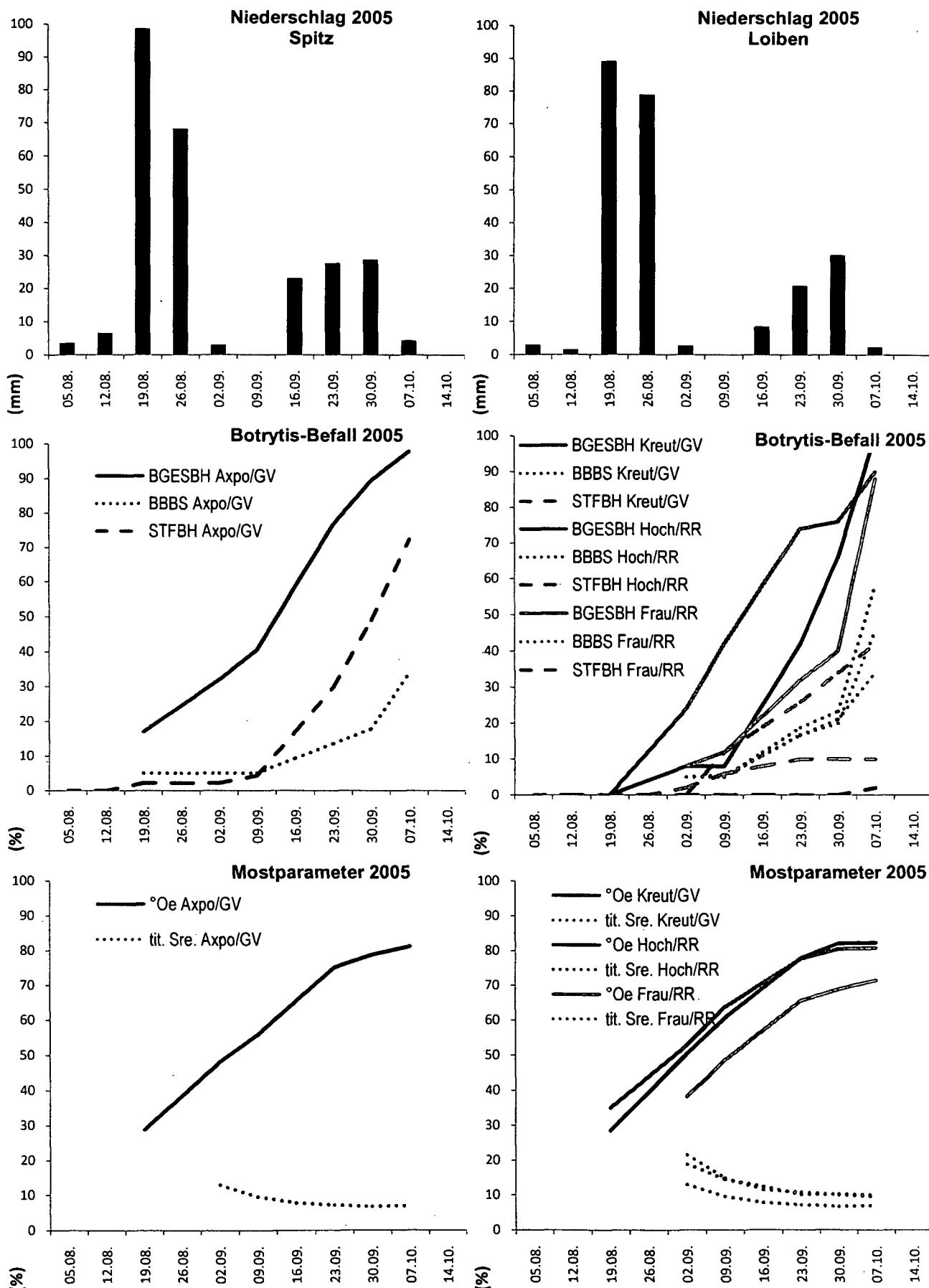


Abbildung 16a: Verlauf von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern 2005 der markierten GV- und RR-Trauben (Wachau)

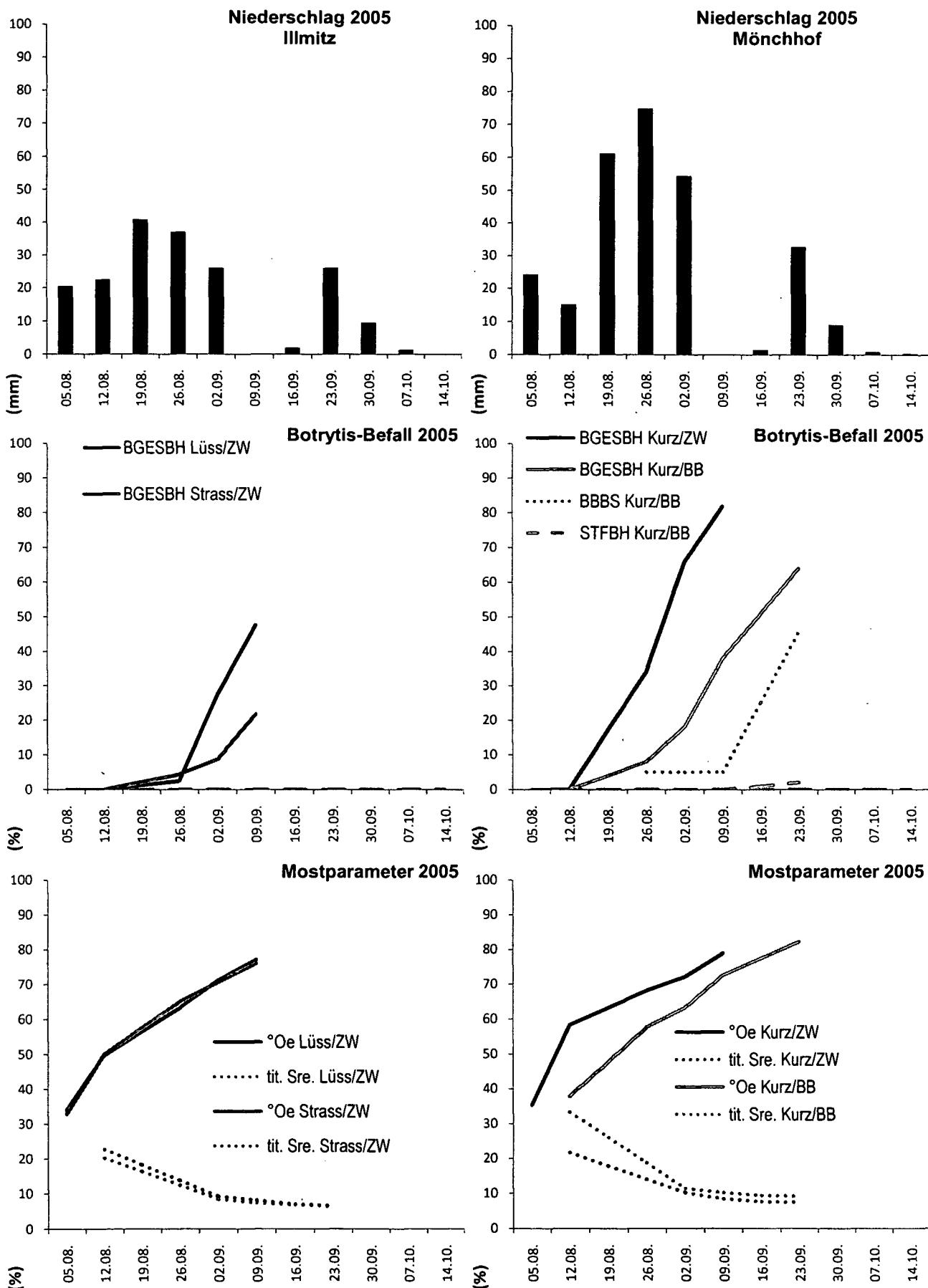


Abbildung 16b: von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern 2005 der markierten ZW- und BB-Trauben (Seewinkel)

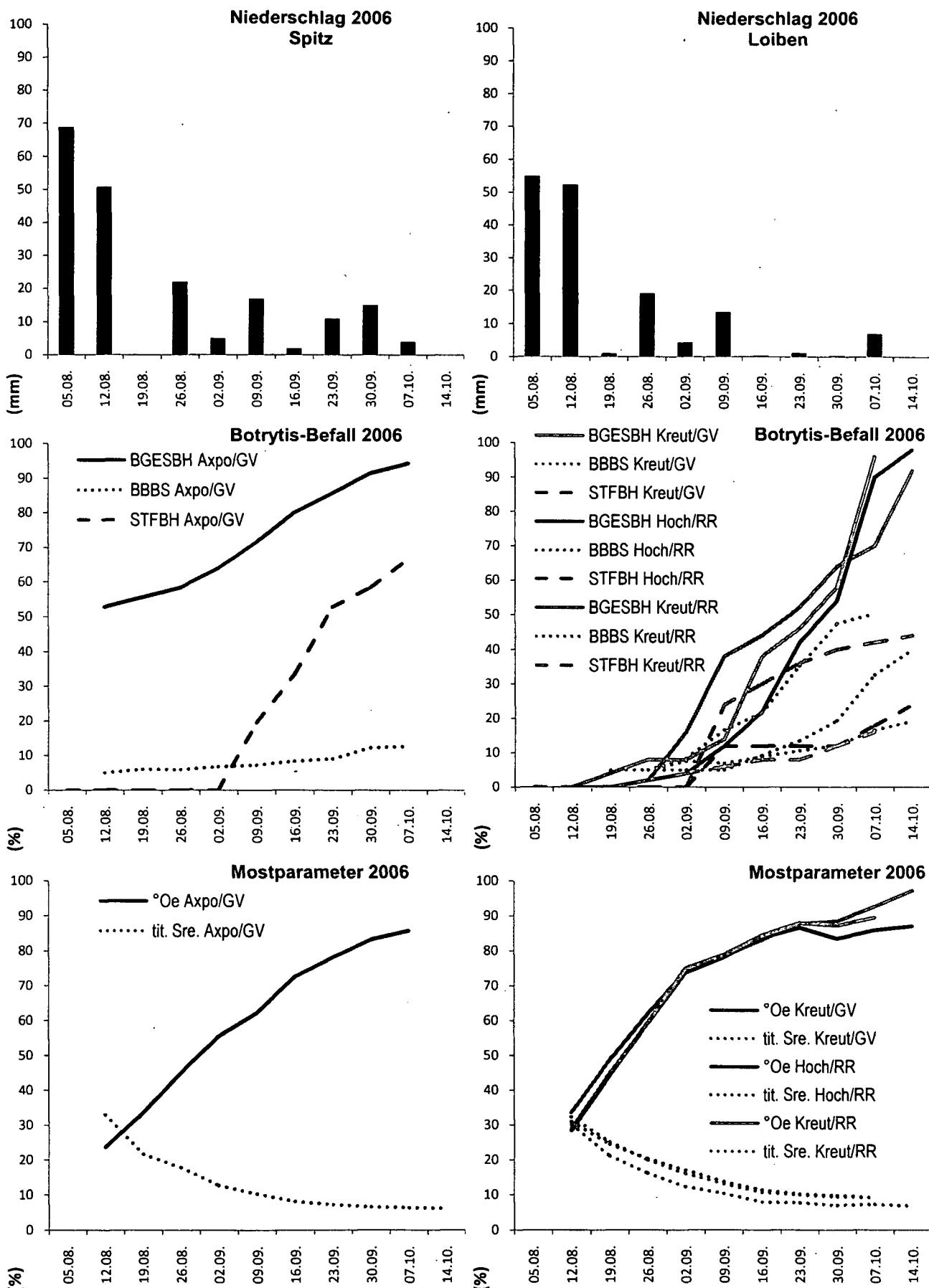


Abbildung 16c: Verlauf von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern 2006 der markierten GV- und RR-Trauben (Wachau)

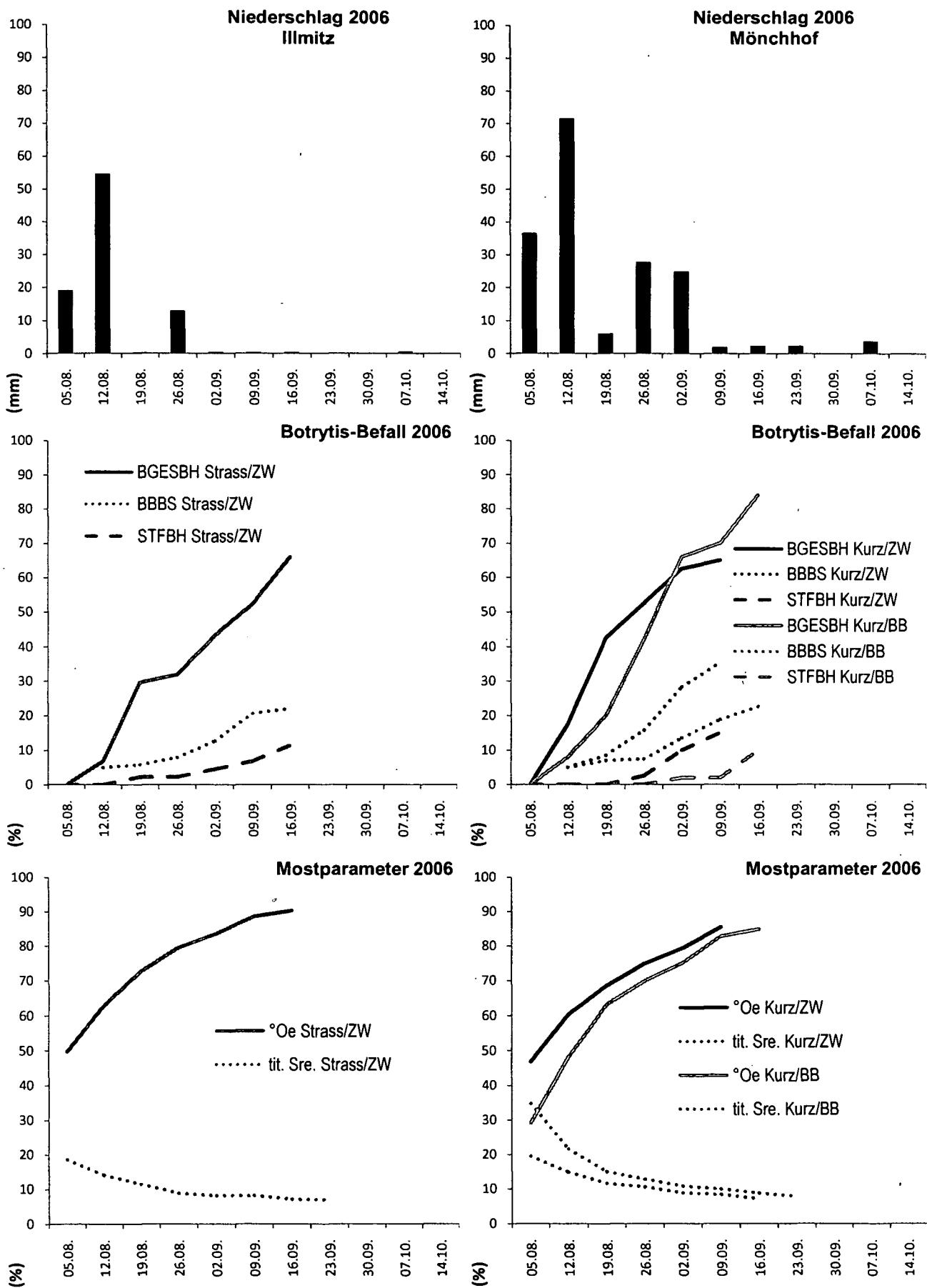


Abbildung 16d: Verlauf von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern 2005 der markierten ZW- und BB-Trauben (Seewinkel)

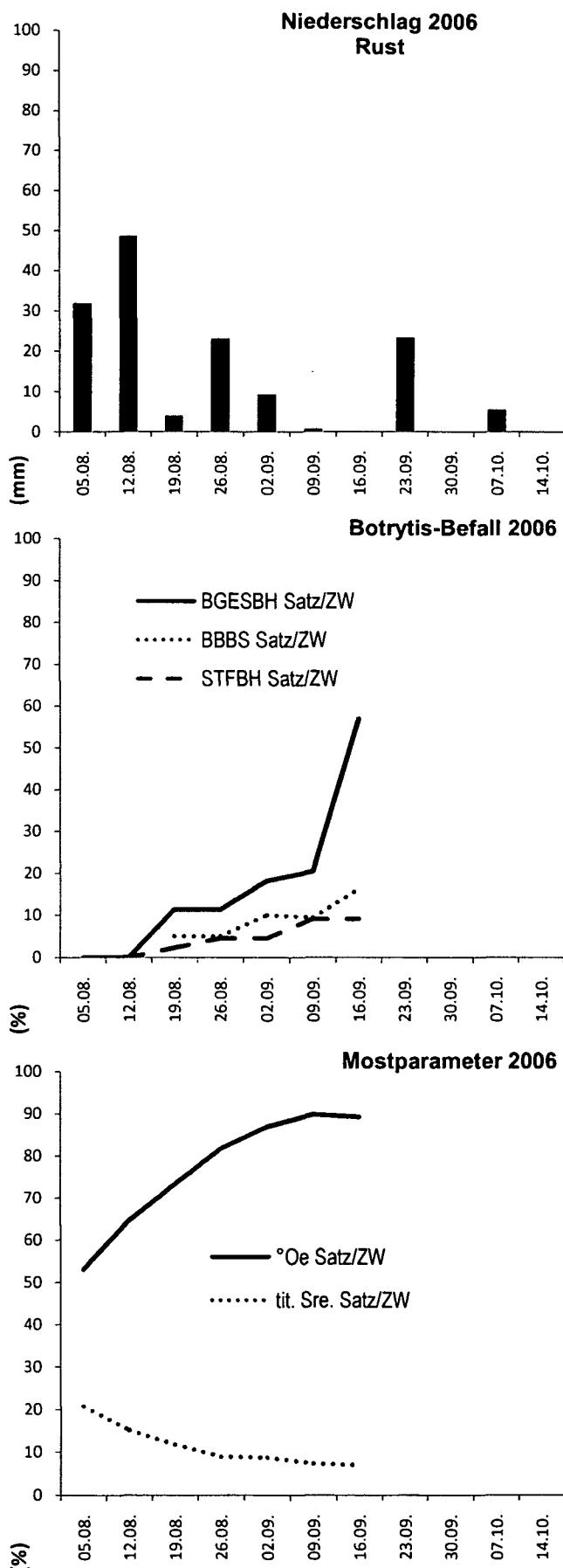


Abbildung 16e: Verläufe von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern 2005 der markierten ZW-Trauben (Neusiedlersee- Hügelland)

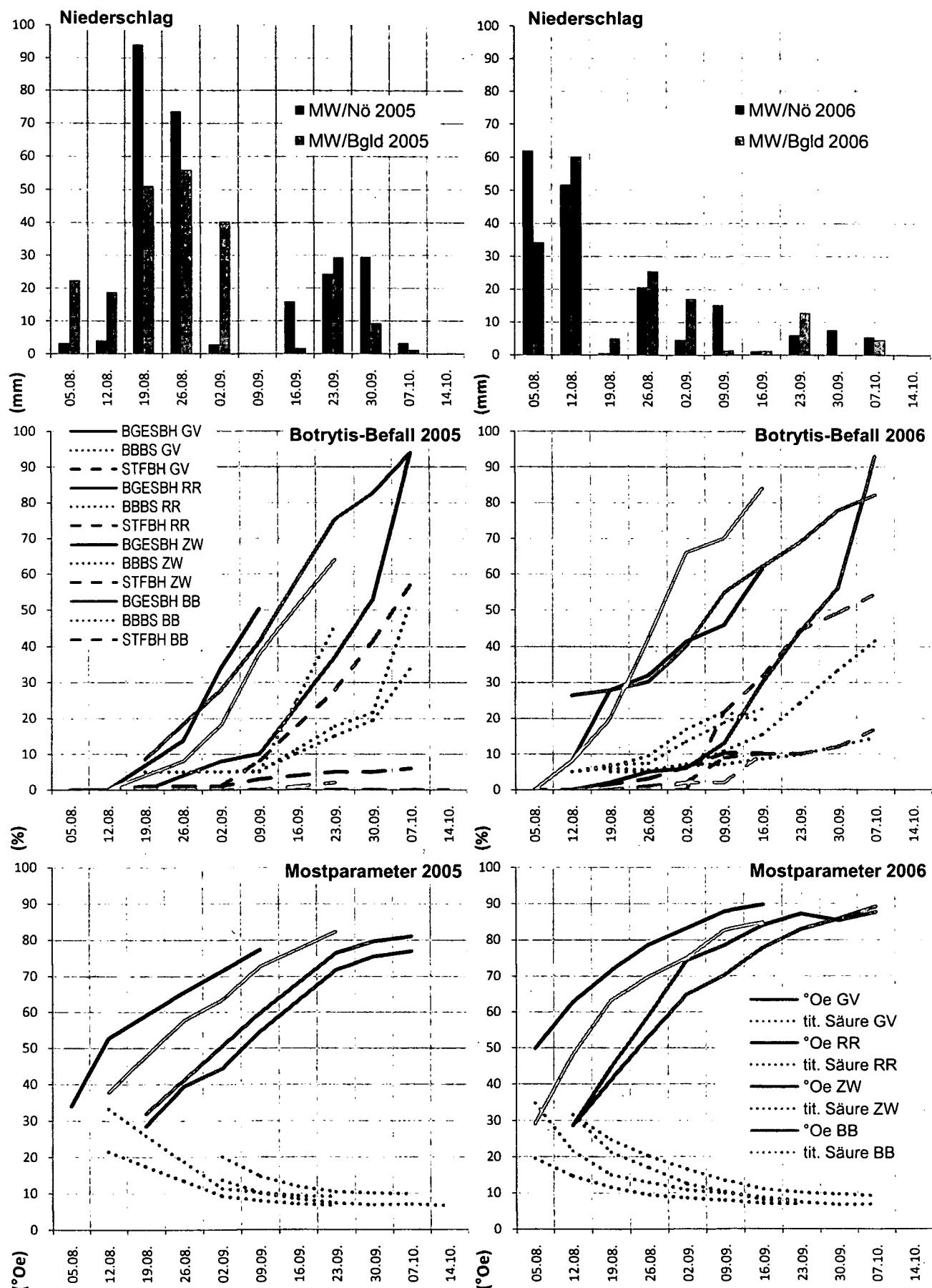


Abbildung 17: Verläufe von Niederschlag, Botrytis-Befall und Reifeparametern im Mittel der Sorten GV, RR, ZW und BB an den Versuchsstandorten.

Aus den wöchentlichen Messungen, dargestellt in den Abbildungen 16a bis 16e, wurde an den jeweiligen Standorten die Mostgradation ermittelt bei der die Botrytis-Gesamtbefallshäufigkeit gerade 10% betrug und diese in Tabelle 17 gegenübergestellt.

Tabelle 17: Datum und Mostgradation (°Oe) der Standorte bei einem Botrytisbefall von 10 %.

10 % Botrytis-Befall					
Standort	2005		Standort	2006	
	Kalender-woche	°Oe		Kalender-woche	°Oe
Axpo/GV		vor Reifebeginn	Axpo/GV		vor Reifebeginn
Kreut/GV	34	42	Kreut/GV	35	69
Hoch/RR	37	62	Hoch/RR	36	77
Frau/RR	36	43	Kreut/RR	36	76
Lüss/ZW	35	67	Satz/ZW	33	73
Kurz/ZW	33	62	Kurz/ZW	32	54
Strass/ZW	36	71	Strass/ZW	32	66
Kurz/BB	35	59	Kurz/BB	33	50
MW	35	58	MW	34	66

Mit großen Schwankungen ließ sich daraus als phänologisch spät befallen 2005 der Zweigelt mit durchschnittlich 71°Oe und 2006 der Rheinriesling mit etwa 77°Oe ermitteln. In phänologischer Entwicklung besonders früh befallen zeigte sich 2005 vor allem der Grüne Veltliner (bei unter 42°Oe), auch der Rheinriesling am Standort Frau/RR mit einer Reife von 43°Oe. Standort Axpo/GV war in beiden Jahren durch einen Frühbefall gekennzeichnet und die Versuchsparzellen im Seewinkel (Standorte Kurz/ZW, Kurz/BB und Strass/ZW) wurden 2006 ebenfalls in einer früheren Reiphasen befallen. Im Mittel der untersuchten Standorte waren zwar die Trauben 2005 zeitlich später, jedoch phänologisch früher mit Botrytis befallen. Im Seewinkel (Strass/ZW, Kurz/ZW und Kurz/BB) war jedoch im Vergleich 2006 ein phänologisch früherer Befall festzustellen.

Bei Grüner Veltliner, Rheinriesling und Blauburgunder konnten 2005 bei der Reife von 60, 70 und 80°Oe deutlich geringere Säurewerte als 2006 gemessen werden, Zweigelt zeigte dabei keinen einheitlichen Trend (Tabelle 18). Mostgradation und titrierbare

Gesamtsäure (aus der Nachbarparzelle) wurden ausnahmslos an symptomlosen Beeren ermittelt.

Wird der Befall in den Standorten in Abhängigkeit der Reifezustandes verglichen, so zeigten sich auffällige Unterschiede (Tab. 18).

Tabelle 18: Botrytis-Gesamtbefallshäufigkeit und tit. Gesamtsäure der markierten Trauben 2005 und 2006 an den Versuchsstandorten in Abhängigkeit der Mostgradation.

Jahr und Standorte		Mostgradation der symptomlosen Beeren											
		60°Oe				70°Oe				80°Oe			
		2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
2005	2006	BGESBH (%)	Säure (g/L)	BGESBH (%)	Säure (g/L)	BGESBH (%)	Säure (g/L)	BGESBH (%)	Säure (g/L)	BGESBH (%)	Säure (g/L)	BGESBH (%)	Säure (g/L)
Axpo/GV	Axpo/GV	50	9	67	10	68	8	78	9	94	7	87	7
Kreut/GV	Kreut/GV	36	10	2	17	54	8	11	13	80	7	40	9
Hoch/RR	Hoch/RR	8	14	2	20	28	11	6	17	50	10	14	13
Frau/RR	Kreut/RR	26	11	7	19	62	10	8	17	X	X	18	12
Lüss/ZW	Satz/ZW	2	14	0	17	24	9	8	13	X	X	12	9
Kurz/ZW	Kurz/ZW	5	21	16	16	50	12	46	11	88	8	63	9
Strass/ZW	Strass/ZW	3	18	6	16	9	9	23	12	X	X	36	9
Kurz/BB	Kurz/BB	14	16	18	16	31	10	42	13	58	9	68	10
<b>Mittelwert</b>		<b>18</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>73</b>	<b>8</b>	<b>42</b>	<b>10</b>
<b>Korrelation</b>		<b>-0,816**</b>		<b>-0,902**</b>		<b>-0,131</b>		<b>-0,807*</b>		<b>-0,902**</b>		<b>-0,670</b>	

x Reife wurde nicht erreicht

In den Jahren 2005 und 2006 wurden bei starken Standort- und Sortenunterschieden bei einer Reife von etwa 60°Oe ähnliche durchschnittliche Befallshäufigkeiten (18% und 15%) festgestellt. Sortenübergreifend und unabhängig vom Jahr konnten bei einer Reife von 60°Oe an Standorten mit höheren Säurewerten signifikant geringere Befallshäufigkeiten festgestellt werden, die Tendenz blieb auch beim Vergleich der 70 und 80°Oe-reifen Trauben erhalten. 2005 fanden sich bereits deutlich höhere Befallshäufigkeiten bei 70°Oe und bei einer Reife von 80°Oe ein fast doppelt so hoher

Befall im Vergleich zu 2006. Hinsichtlich des Sorteneffektes konnten hier jedoch aufgrund des geringen Stichprobenumfanges pro Sorte keine Aussagen über den Zusammenhang zwischen titrierbarer Gesamtsäure und Botrytisbefall gemacht werden.

Um den Botrytisbefall mit der Mostgradation in Zusammenhang bringen zu können, wurde versucht, die Reifekurven der einzelnen Standorte so zu verschieben bzw. zu dehnen, dass sie möglichst deckungsgleich verlaufen. In Tabelle 19 sind diese „phänologischen“ Termine (T1-T11), die im Folgenden (Kapitel 4.3.1 bis 4.3.3) Verwendung fanden, ihren jeweiligen kalendarischen Original-Boniturdatum gegenübergestellt.

Tabelle 19: Zuordnung der Original-Boniturdaten in die reifeabhängigen Termine 1 bis 11.

Jahr	Standort	Termin										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2005	Axpo/GV		19.08.	02.09.	09.09.	23.09.	30.09.	07.10.				
	Kreut/GV		19.08.	02.09.	09.09.	23.09.	30.09.	07.10.				
	Hoch/RR		19.08.	02.09.	09.09.	23.09.	30.09.	07.10.				
	Frau/RR		02.09.	09.09.	23.09.	30.09.	07.10.					
	Lüss/ZW		05.08.	12.08.	26.08.	02.09.	09.09.					
	Kurz/ZW		05.08.	12.08.	26.08.	02.09.	09.09.					
	Strass/ZW		05.08.	12.08.	26.08.	02.09.	09.09.					
	Kurz/BB		12.08.	26.08.	02.09.	09.09.	23.09.					
2006	Axpo/GV	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.	23.09.	30.09.	07.10.		
	Kreut/GV		12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.	23.09.	30.09.	07.10.	14.10.
	Hoch/RR		12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.	23.09.	30.09.	07.10.	14.10.
	Kreut/RR		12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.	23.09.	30.09.	07.10.	
	Satz/ZW			05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.		
	Kurz/ZW			05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.			
	Strass/ZW			05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.		
	Kurz/BB		05.08.	12.08.	19.08.	26.08.	02.09.	09.09.	16.09.			
entspricht Mostgradation der symptomlosen Beeren (°Oe) von durchschnittlich		24	33	50	62	72	78	82	87	88	89	92

#### **4.3.1 Einfluss der Triebstärke, der Insertion und der Position der Triebe am Rebstock auf die Traubenarchitektur**

In der Abb. 18 (A1) sind standortspezifisch und sortenabhängig die Anteile der lockerbeerigen Trauben in Abhängigkeit der (durchmesserbezogenen) Triebstärke und der Insertionshöhe der Trauben am Trieb dargestellt.

Mit Ausnahme des Standortes 06 Satz/ZW waren an den untersuchten Standorten die lockerbeerigen Trauben somit vorwiegend auf den Starktrieben positioniert (2005: Kreut/GV, Hoch/RR, Kurz/ZW, Strass/ZW, 2006: Hoch/RR, Kreut/RR und Strass/ZW signifikant), außer am Standort Strass/ZW (2006) tendenziell bevorzugt auf der unteren Triebinsertion (2005: Hoch/RR, 2006: Hoch/RR, Kreut/RR, Kurz/ZW, Strass/ZW signifikant).

Die Triebstärke von Grüner Veltliner, Riesling sowie Zweigelt und die Insertionshöhe bei Riesling ließen somit signifikante Aussagen über die Traubenarchitektur zu.

Die Abhängigkeit der Triebstärke von der Position des Triebes am Stock unterlag dabei starken Sorteneinflüssen: aus Abb. 19 (A2) ist ersichtlich, dass (zumindest tendenziell) an allen Standorten Grüner Veltliner und Blauburgunder zu stärkeren Trieben am Bogenende neigten, während Rheinriesling und Zweigelt typisch die Starktriebe am Bogen in Kopfnähe aufwiesen.

Bemerkenswert war, dass sich die Triebe aus dem Ersatzzapfen der einzelnen Sorten hinsichtlich des Starktriebanteils meist ähnlich wie die Triebe am Fruchtbogen in Kopfnähe verhielten.

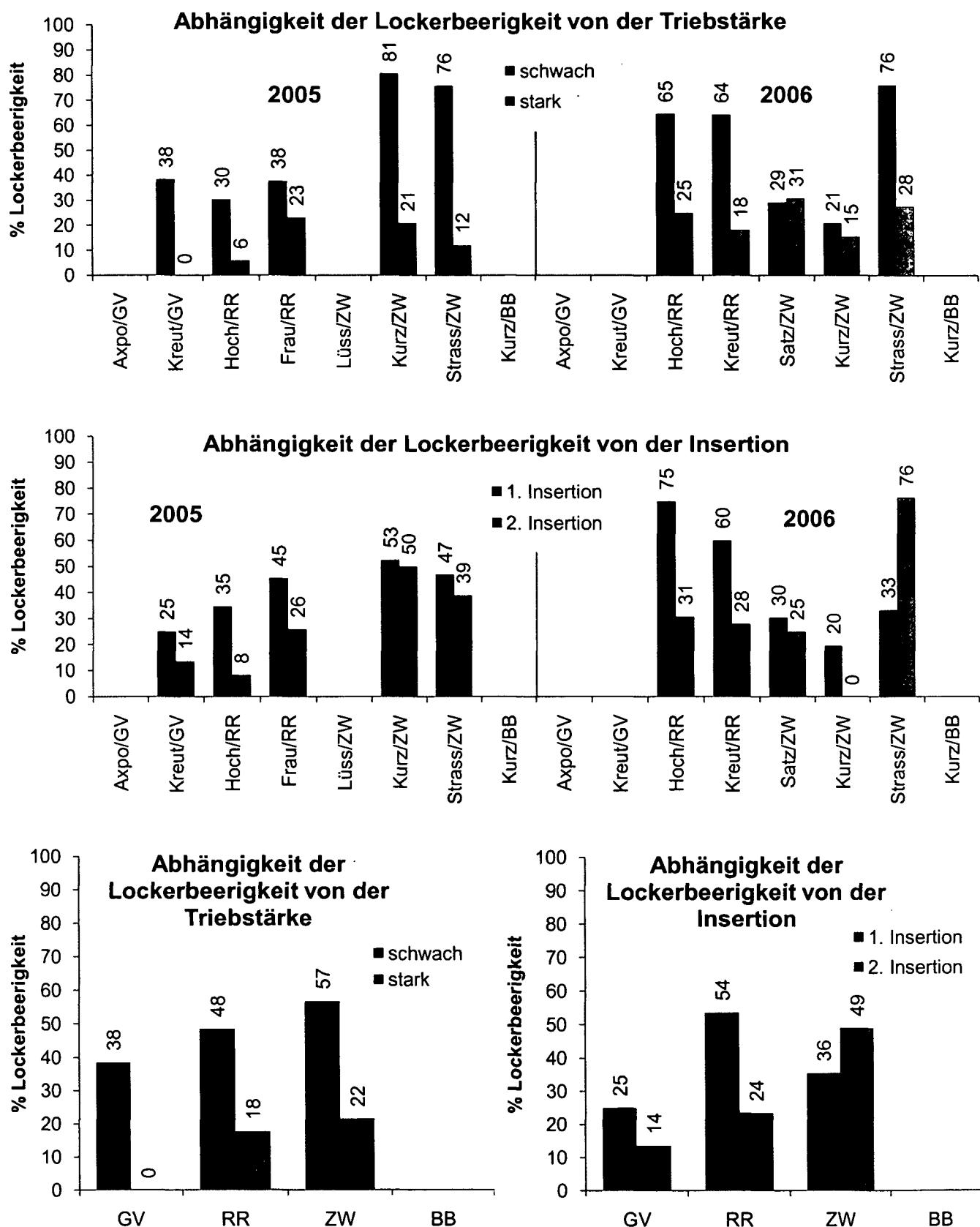


Abbildung 18: Abhängigkeit der Lockerbeerigkeit von Triebstärke und Insertionshöhe

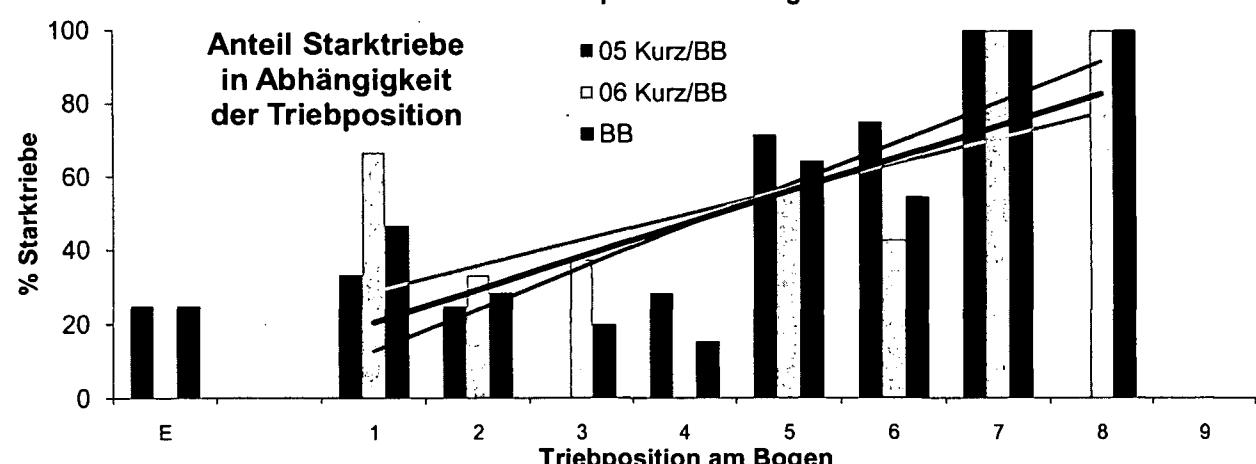
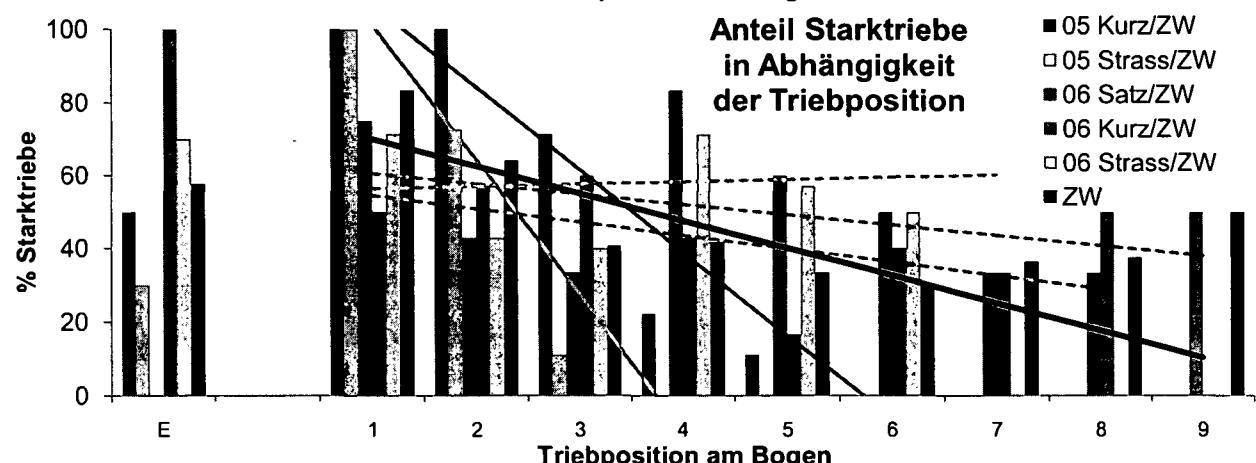
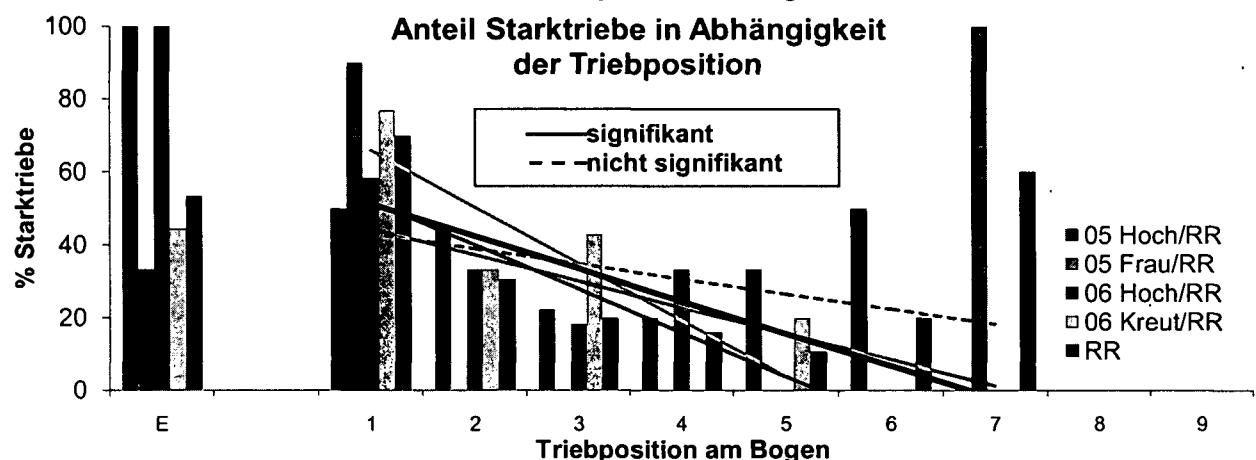
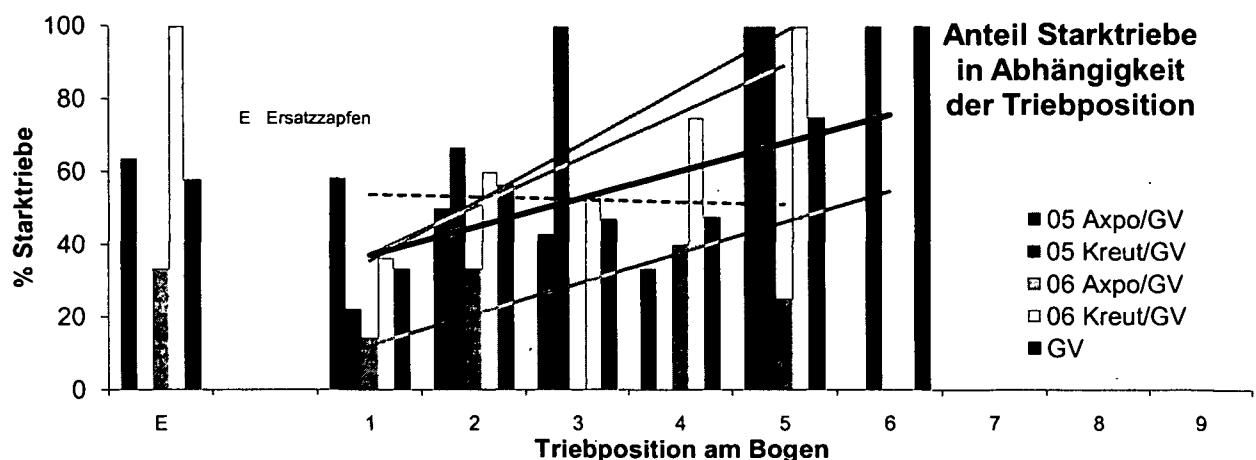


Abbildung 19: Anteil von Starktrieben in Abhängigkeit der Position des Triebes am Fruchtbogen

#### 4.3.2 Beerenbotrytisbefall der markierten Einzeltrauben

Im Folgenden wurde die standortspezifische Befallsdynamik des Beerenbotrytis-Befalls und der Reifeverlauf abhängig von der Insertionshöhe der Trauben und der Triebstärke bzw. Traubenarchitektur behandelt.

Der standortspezifische Reifeverlauf der Trauben (von symptomlosen Beeren) an Schwach- bzw. Starktrieben ist in Abhängigkeit ihrer Insertionshöhe in den Abbildungen 20a und 20b dargestellt: zumindest tendenziell war in der frühen Reiphasen die 1. Insertion reifer (mit Ausnahme des Standortes 2005 Axpo/GV und 2006 Kreut/RR), dies ließ sich jedoch nur an den Standorten (2006) Strass/ZW, (2005) Kurz/ZW und Frau/RR signifikant über eine längere Zeitperiode absichern. Die Triebstärke an den Versuchsstandorten hatte interessanter Weise in der Regel nur geringfügigen Einfluss auf die Reife: Nur an den Grüner Veltliner-Standorten (2006) Axpo/GV und Kreut/GV ließen sich über einen längeren Zeitraum deutliche Unterschiede erkennen. Während Kreut/GV geringer Reifegradationen an Starktrieben aufwies, konnte an Axpo/GV signifikant höhere Reife an denselbigen festgestellt werden.

Im Sortenvergleich (Abb. 21, A3) war bei Blauburgunder und Zweigelt bei den Terminen 3 bis 6 generell triebstärkenunabhängig signifikant die 1. Insertion reifer (bei Riesling nicht signifikant). Bei Grüner Veltliner traten hingegen die höchsten Mostgradationen signifikant an den starken Trieben auf. Eine Wechselwirkung zwischen diesen Faktoren konnte generell jedoch nicht belegt werden.

Die Triebstärke an den untersuchten Standorten hatte hingegen auf die Befallshäufigkeit einen stärkeren, wenn auch nicht gleichgerichteten Einfluss (Abb. 20a und 20b). Meist waren Trauben an Starktrieben während der Reiphasen häufiger mit Botrytis befallen, Ausnahmen waren 2005 Axpo/GV und die Zweigeltstandorte Strass/ZW und (2006) Lüss/ZW, an denen die Trauben der Schwachtriebe tendenziell häufiger befallen waren.

Aus Abbildung 21 (A3) geht zusammenfassend hervor, dass auch im Sortenvergleich der Einfluss der Triebstärke auf den Beerenbotrytisbefall uneinheitlich und nicht signifikant war. Mit Ausnahme des Grünen Veltliners war der Trend festzustellen, dass Trauben unabhängig von der Insertionshöhe auf Starktrieben anfänglich häufiger befallen waren, bei höherem Grad der Reife diesbezüglich aber kein Unterschied mehr

festzustellen war. Der Grüne Veltliner wies durch die generell starke Verrieselung an den Standorten 2006 einen besonders hohen Anteil an lockerbeerigen Trauben auf und zeigte die Tendenz, dass diese an Schwachtrieben vorerst häufiger faulten (A4).

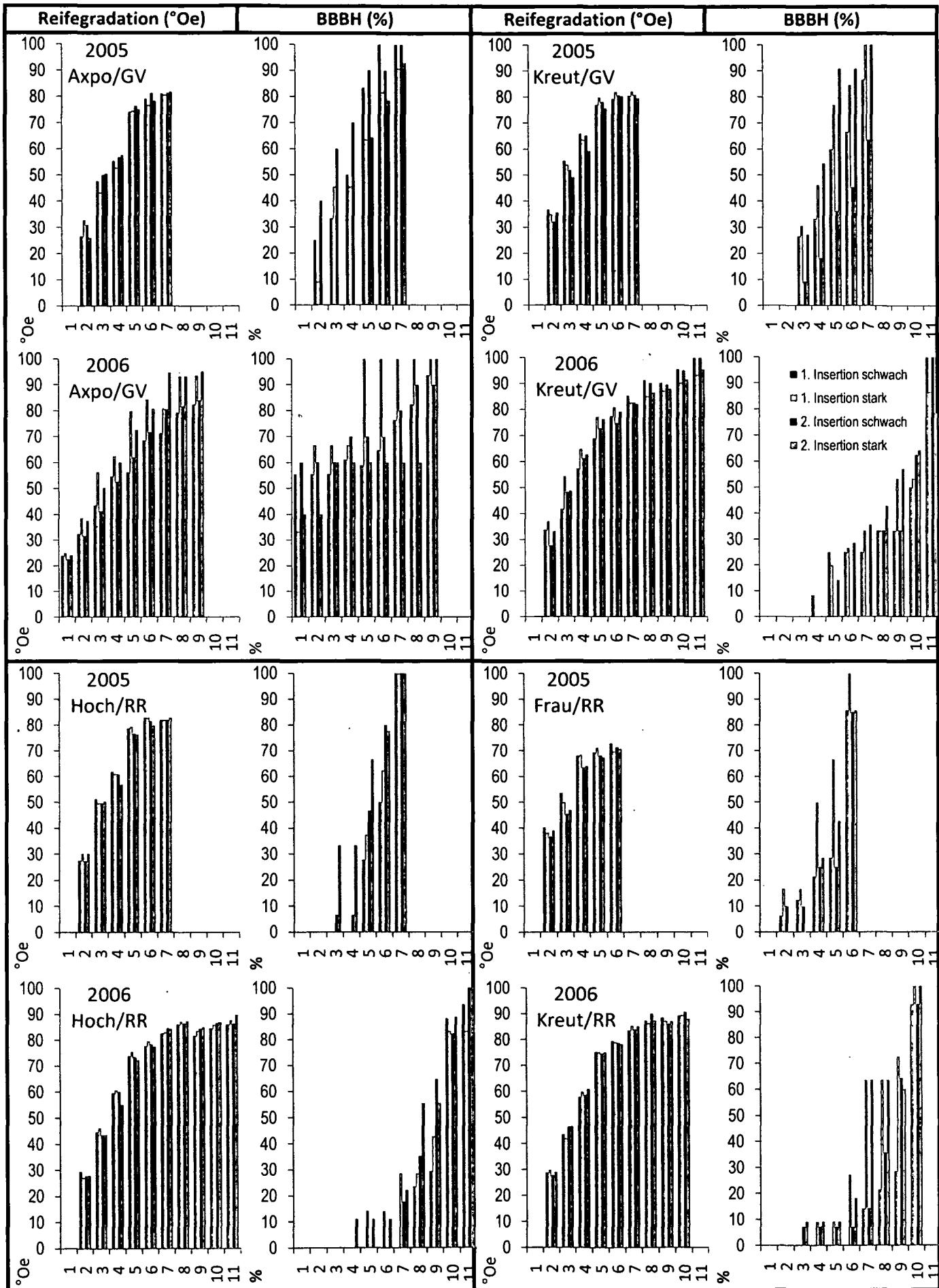


Abbildung 20a: Verlauf der Mostgradation und BBBH in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertion (Weißweinsorten)

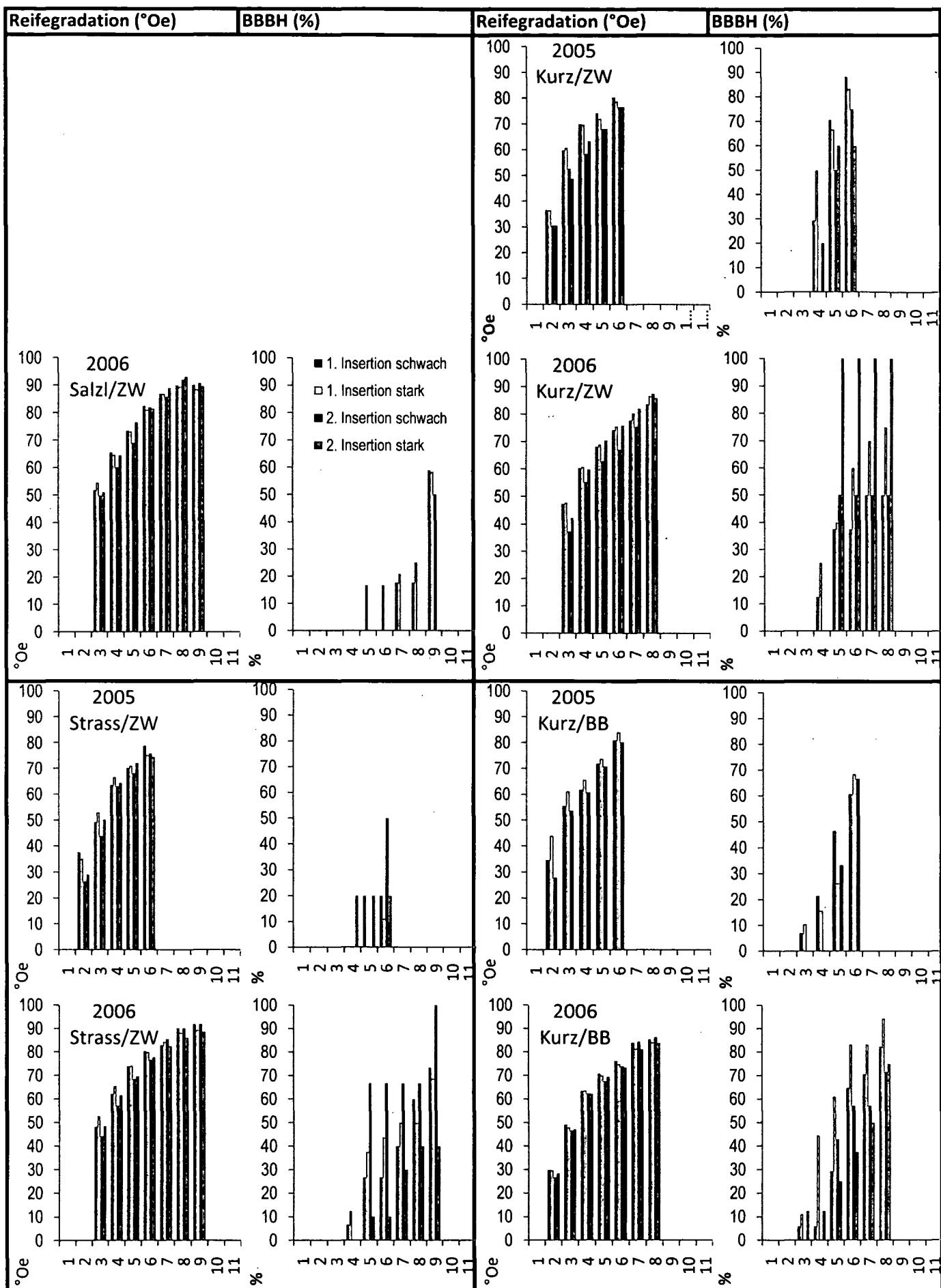


Abbildung 20b: Verlauf der Mostgradation und BBBH in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertion (Rotweinsorten)

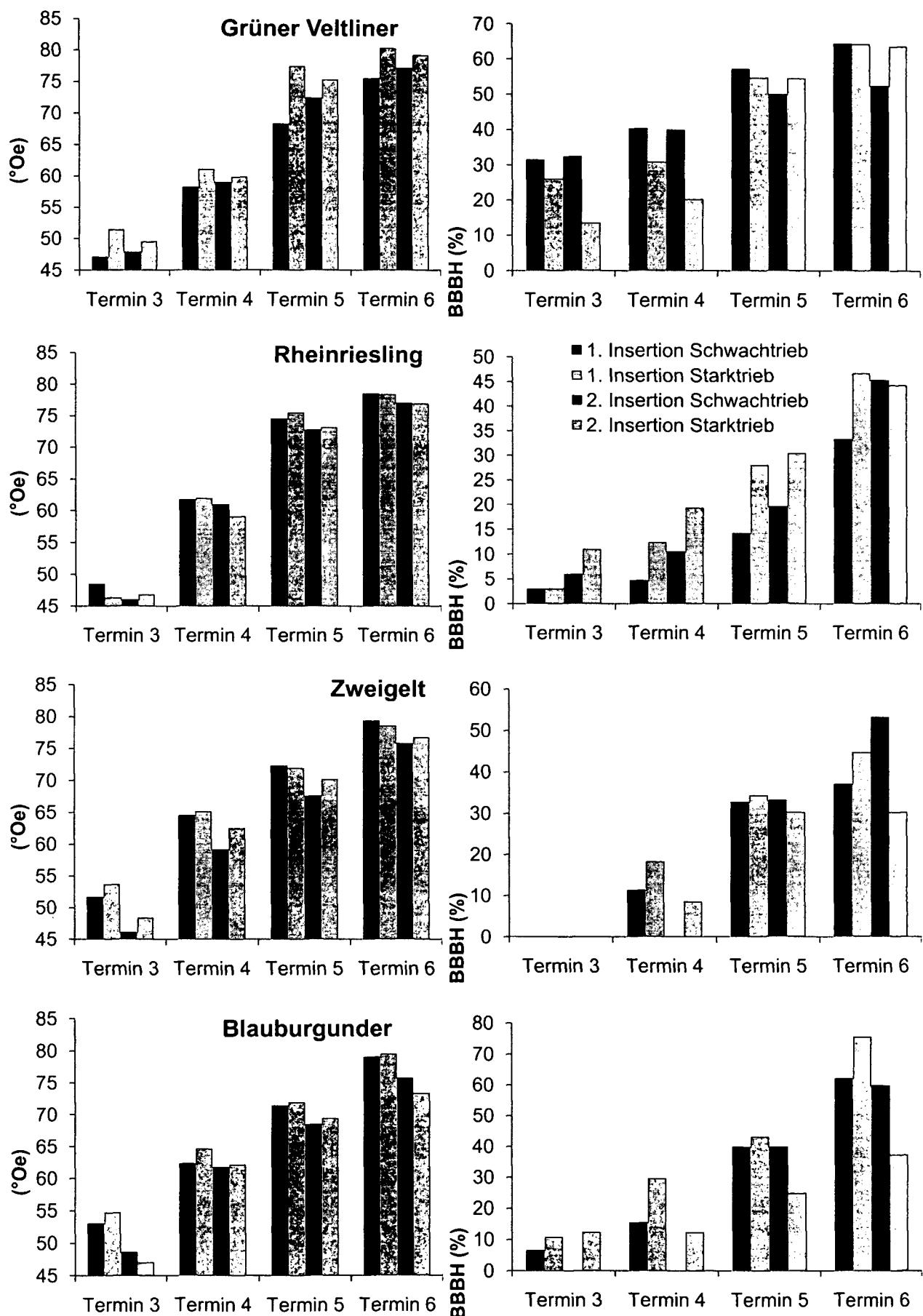


Abbildung 21: Abhängigkeit der Mostgraduation und des Beerenbotrytisbefalls von Insertion und Triebstärke im Mittel von 2005 - 2006.

Auffällig war generell die starke Zunahme der Befallshäufigkeit an den Schwachtrieb-Trauben bei hohen Reifegraden. Im Sortenvergleich erreichte diese ähnliche Werte zur Lese wie an Trauben der Starktrieben (Abb. 22, A4).

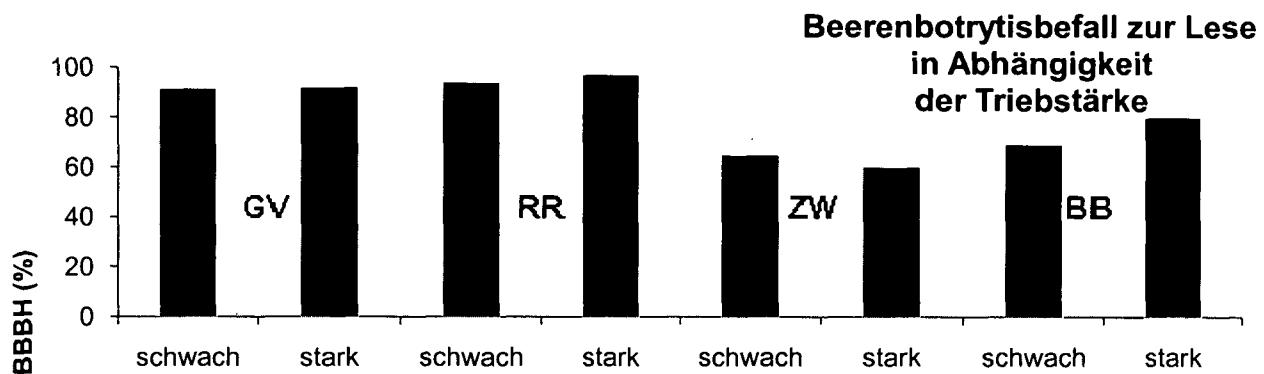


Abbildung 22: Botrytis-Befallshäufigkeit zur Lese in Abhängigkeit der Triebstärke im Mittel der untersuchten Standorte.

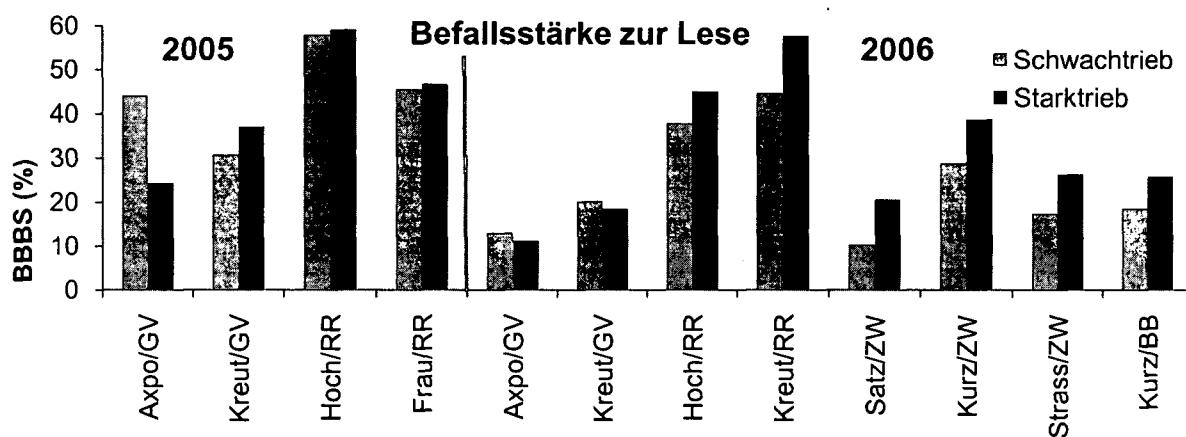


Abbildung 23: Abhängigkeit des Befallsstärke zur Lese von der Triebstärke.

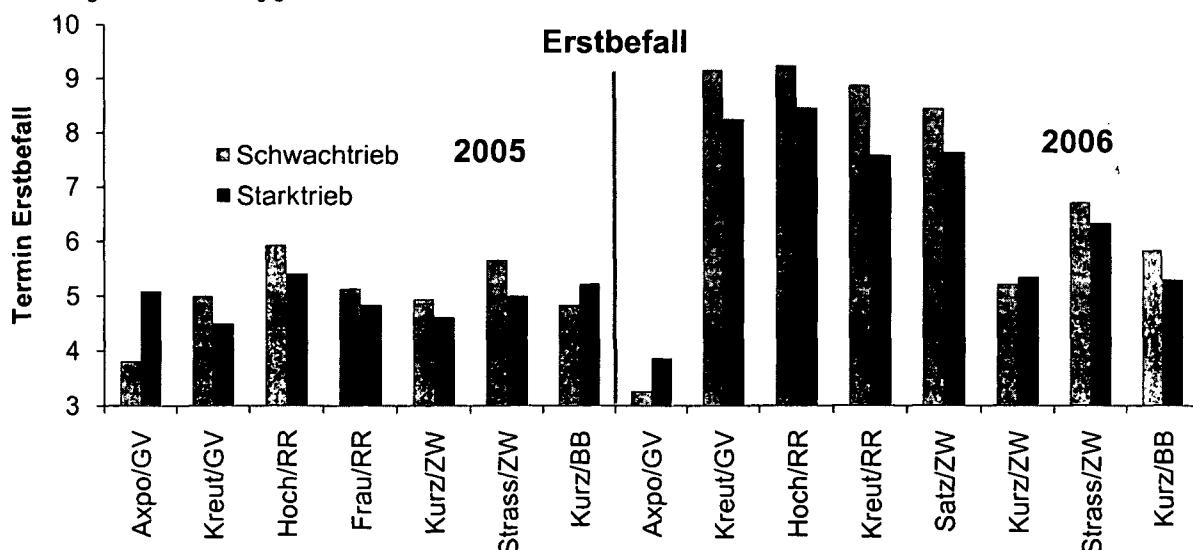


Abbildung 24: Abhängigkeit des Befallszeitpunktes von der Triebstärke.

Zur Lese waren Starktriebtrauben mit Ausnahme der Grünen Veltliner Axo/GV und (2006) Kreut/GV stärker (Abb. 23, A5), außer an den Standorten Axo/GV, (2005) Kurz/BB und (2006) Kurz/ZW früher befallen (Abb. 24, A7).

Von den Standorten, an denen die Lockerbeerigkeit/Kompaktheit der Trauben ermittelt wurden, sind die Reife- und Befallsverläufe derer in Abhängigkeit der Insertionshöhe in Abbildung 25a und 25b dargestellt: an den Rieslingstandorten Hoch/RR und (2005) Frau/RR sowie am Grüner Veltliner-Standort (2005) Kreut/GV waren die lockerbeerigen Trauben in der Regel die reiferen, 2005 war auch die 1. Insertion bevorzugt. An den Zweigeltstandorten befanden sich 2005 an Kurz/ZW und Strass/ZW und 2006 an Satz/ZW und Strass/ZW jedoch die reiferen Trauben vornehmlich auf der 1. Insertion, wobei meist die kompakten Trauben bevorzugt waren.

Zusammenfassend befanden sich im Sortenvergleich (Abb. 26, A6) die reifsten Trauben zumindest in der frühen Reifephase (Termin 3 bis 6) tendenziell vorwiegend auf der 1. Insertion, nur der Zweigelt zeigte dies signifikant. In der Regel waren dabei tendenziell die lockerbeerigen die reiferen.

Während der Reifephase an den einzelnen Versuchsflächen waren meist (Ausnahme waren 2006 Hoch/RR und Strass/ZW) die kompakten Trauben an den einzelnen Standorten häufiger befallen (Abb. 25a und 25b).

Aus Abbildung 26 (A6) ist im Sortenvergleich festzustellen, dass unabhängig von der Insertionshöhe die kompakten Trauben anfänglich (Termin 3 und 4) häufiger faulten, zum späteren Termin jedoch auch die lockerbeerigen Trauben meist eine hohe Befallszunahme zeigten. Über den Beobachtungszeitraum blieb nur bei Riesling der Unterschied zwischen lockerbeerigen und kompakten Trauben signifikant erhalten, zum frühen Termin war dieser auch bei Grüner Veltliner signifikant (A4).

Zur Lese hin fiel weiter eine enorme Steigerungsrate des Befalls der lockerbeerigen Trauben auf, sodass zum Lesezeitpunkt kein signifikanter Unterschied der Befallshäufigkeiten von kompakten und lockerbeerigen Trauben festzustellen war (Abb. 27, A4). Die Befallsstärke der kompakten Trauben zur Lese war jedoch an allen Standorten erhöht (Abb. 28, A5), an den Standorten (2005) Kreut/GV und (2006) Kreut/RR fielen diese Unterschiede signifikant aus.

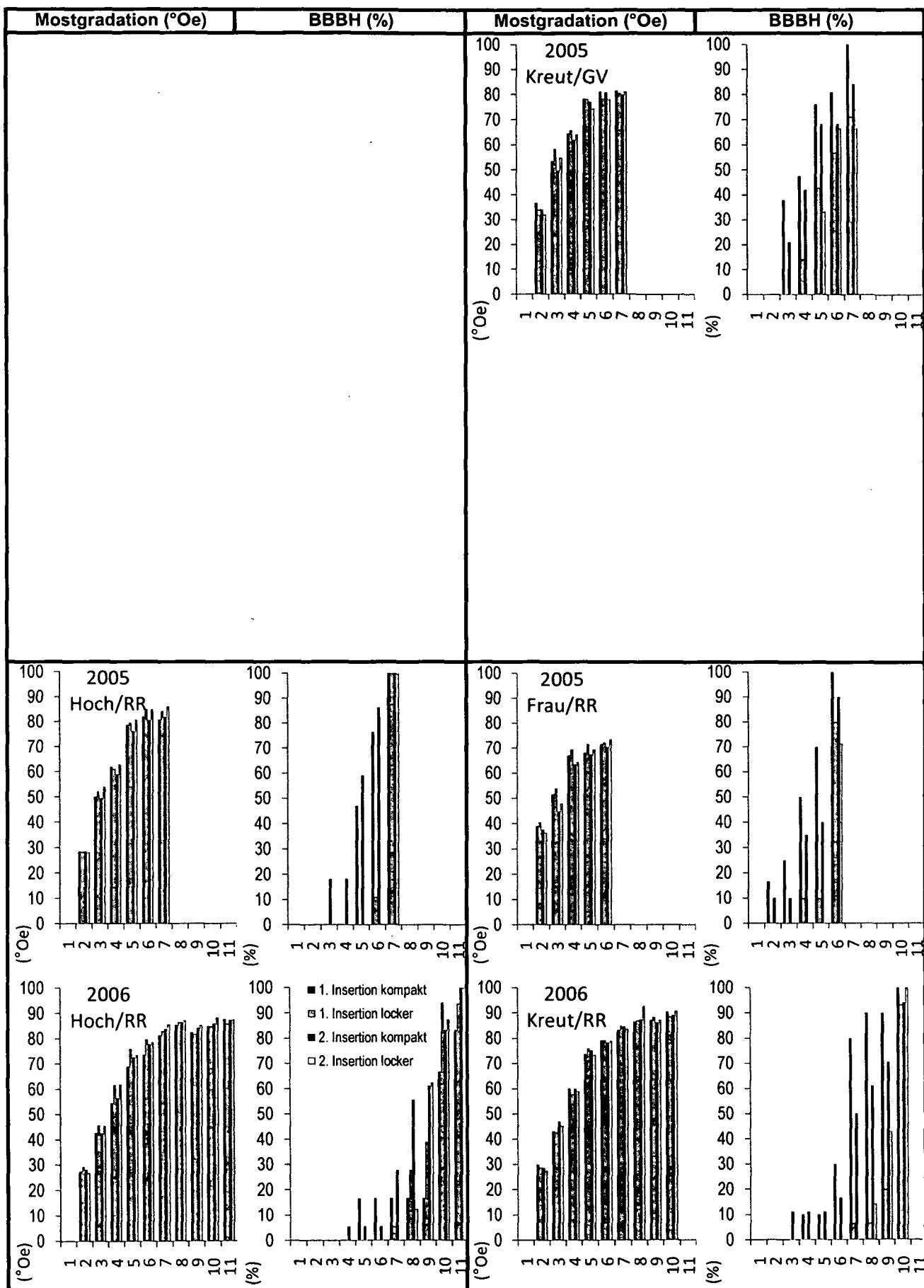


Abbildung 25a: Verlauf der Mostgrad. und BBBH abhängig von Traubenarchitektur und Insertion (Weißweinsorten)

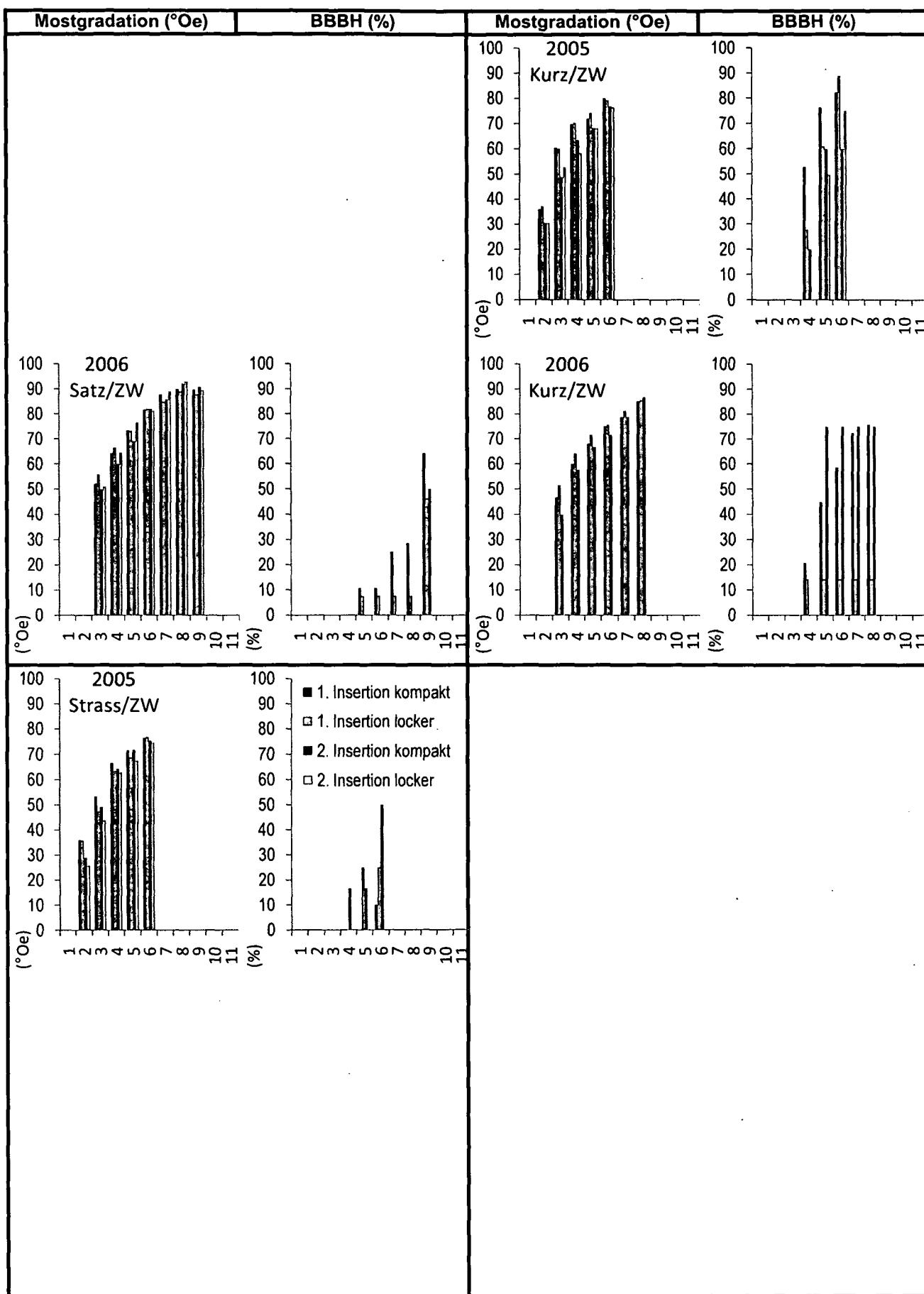


Abbildung 25b: Verlauf der Mostgrad. und BBBH abhängig von Traubenarchitektur und Insertion (Rotweinsorten)

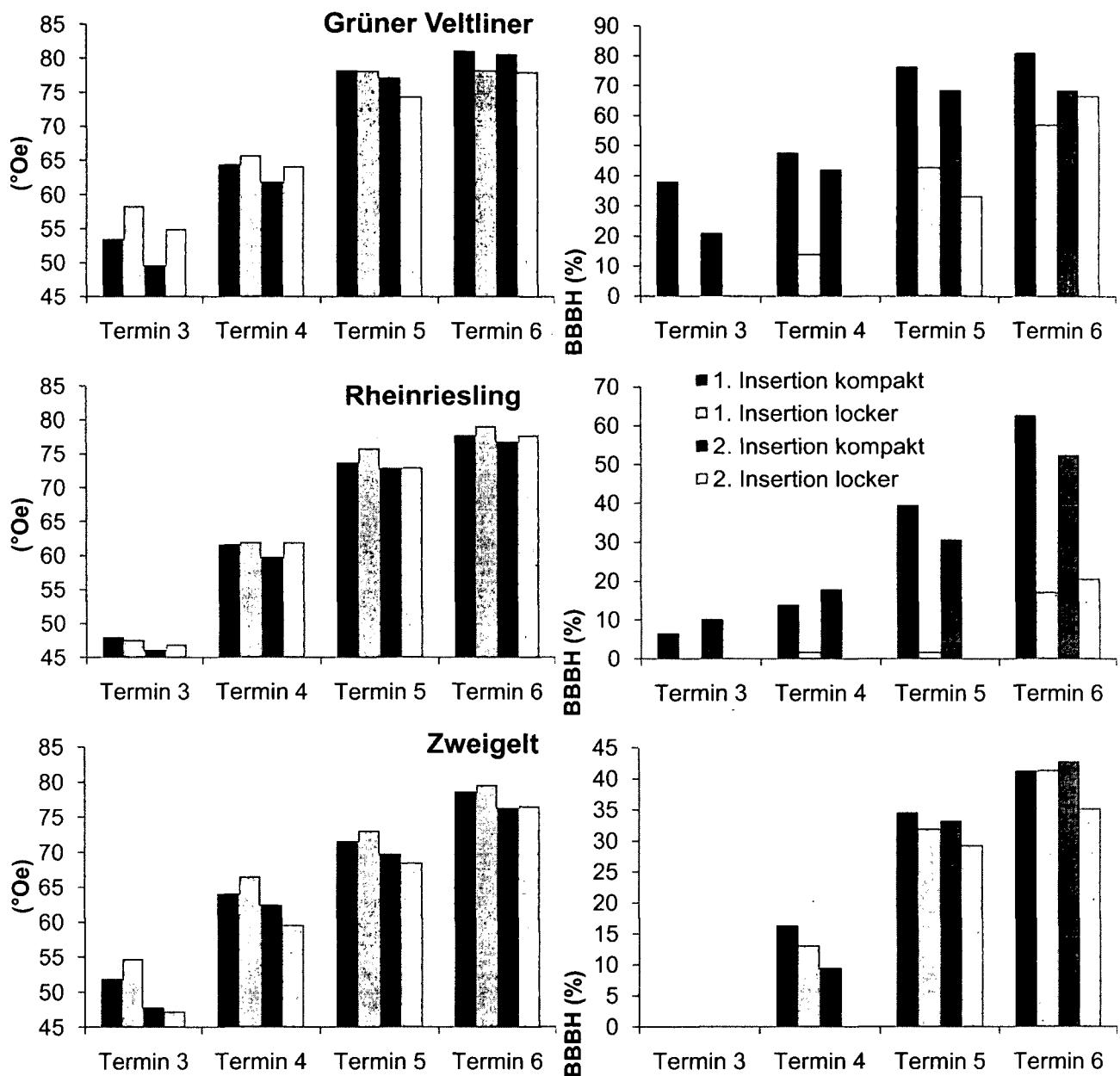


Abbildung 26: Abhängigkeit der Mostgradation von Insertion und Traubenarchitektur der untersuchten Sorten

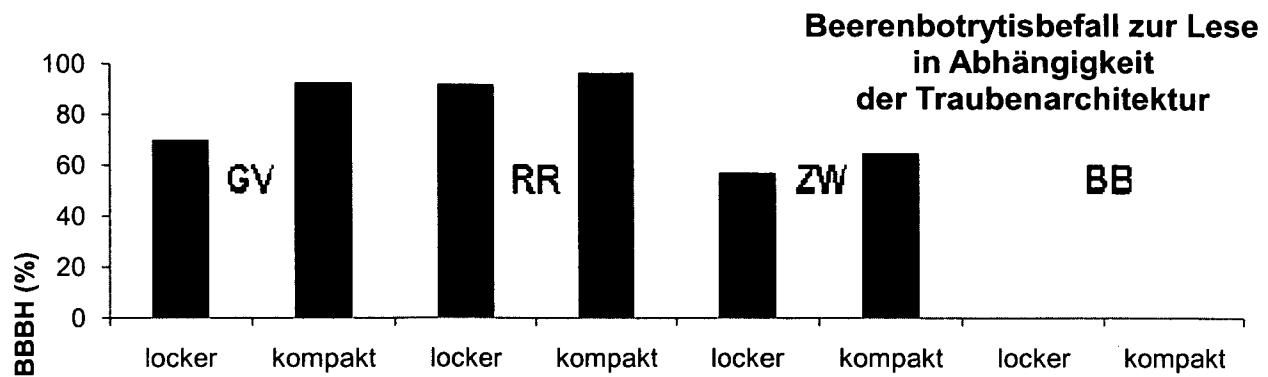


Abbildung 27: Beerenbotrytisbefallshäufigkeit zur Lese in Abhängigkeit der Traubenarchitektur im Mittel der Versuchsstandorte.

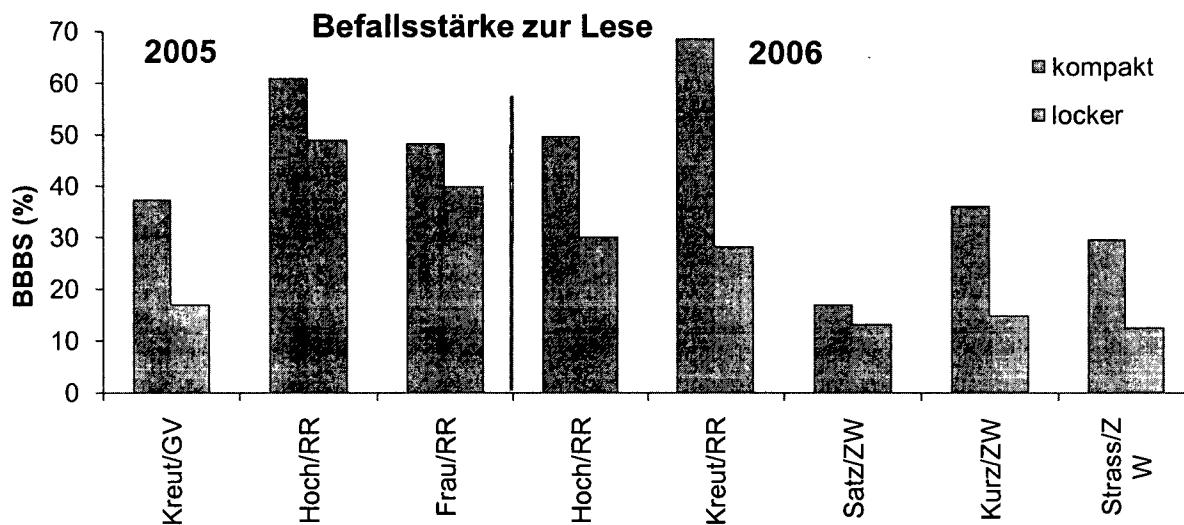


Abbildung 28: Befallsstärke zur Lese in Abhängigkeit der Traubenarchitektur an den Versuchsstandorten.

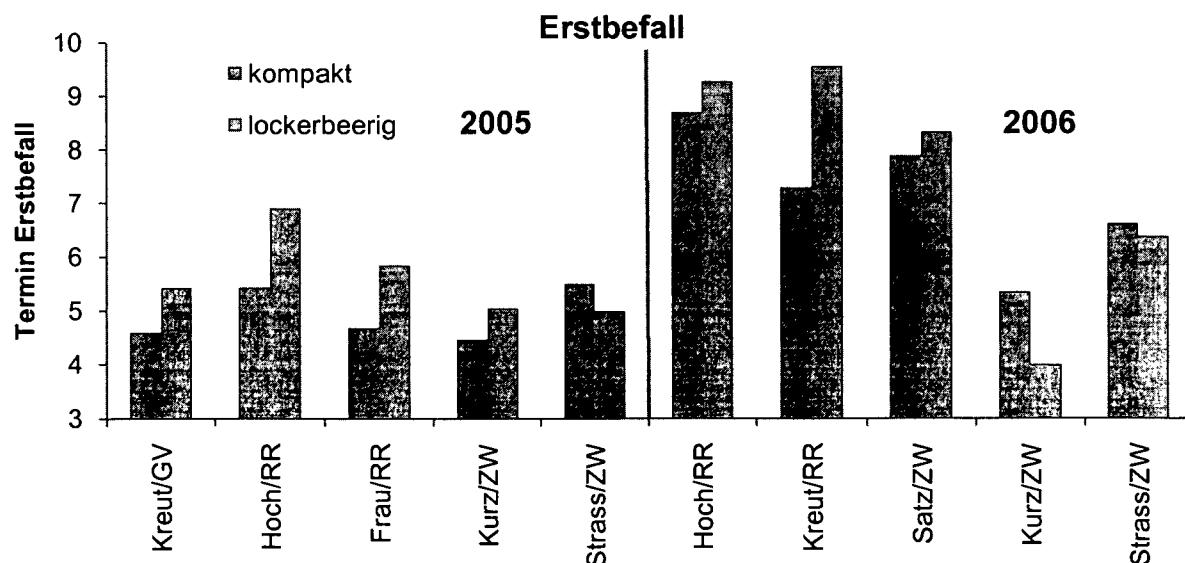


Abbildung 29: Abhängigkeit des Befallszeitpunktes von der Traubenarchitektur an den Versuchsstandorten.

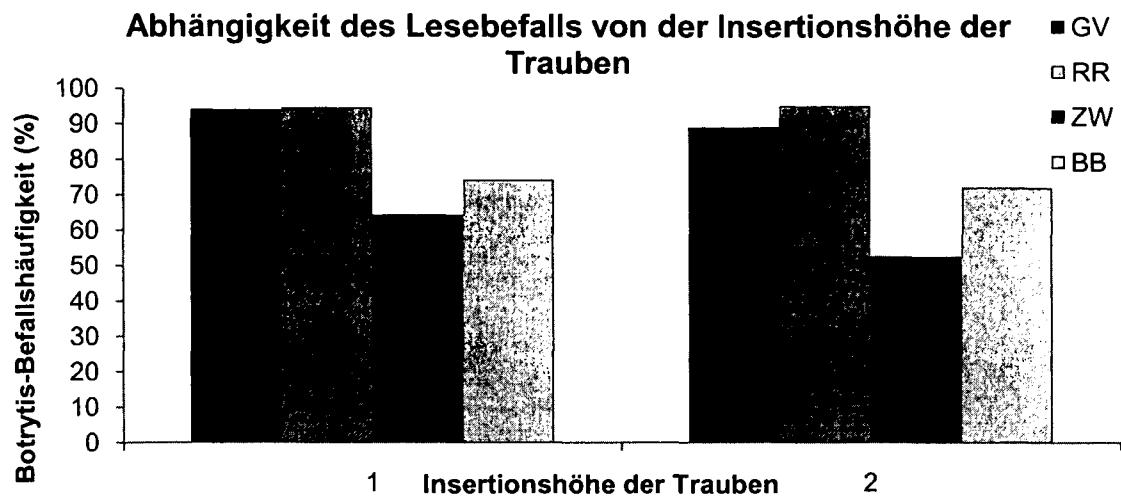


Abbildung 30: Abhängigkeit der Lesebefallshaufigkeit von der Insertionshöhe der Trauben im Mittel der untersuchten Sorten.

Mit Ausnahme der Zweigelt-Standorte Strass/ZW und (2006) Kurz/ZW wurden kompakte Trauben meist signifikant fruhler befallen (Abb. 29, A7).

Der Einfluss der Insertionshöhe der Trauben auf die Lesebefallshaufigkeit ist in Abbildung 30 (A4) dargestellt. Bei den untersuchten Sorten fand sich kein signifikanter Unterschied, ob sich die Trauben an der 1. oder 2. Insertionshöhe befanden.

Anfänglich besonders gefährdet waren somit kompakte Trauben auf Starktrieben in der Regel unabhängig von ihrer Insertionshöhe.

Abschließend ist in Abbildung 31 (A26) der Reifeverlauf von Termin 3 bis Termin 6 der zum Termin 6 beerenbotrytisbefallenen bzw. befallsfreien Trauben angeführt, wobei ausschließlich symptomfreie Beeren der Reifemessung unterzogen wurden.

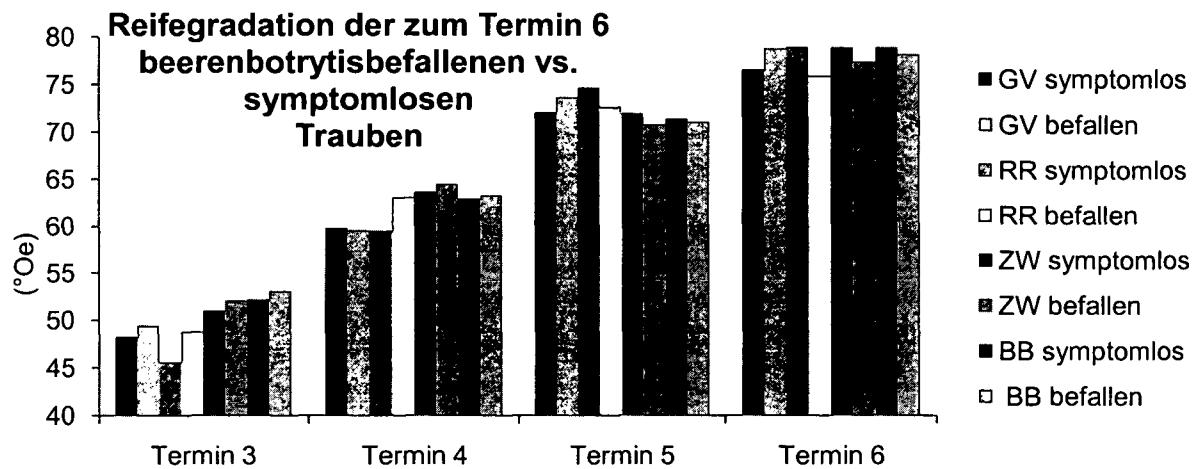


Abbildung 31: Reifegradation der zum Termin 6 beerenbotrytisbefallenen bzw. symptomlosen Trauben an den Terminen 3 bis 6.

Mit Ausnahme des Grünen Veltliners waren an den Terminen 3 und 4 die künftig befallenen Trauben gegenüber den (zum Termin 6) befallsfreien tendenziell reifer. Zum Termin 5 und 6 drehte sich jedoch der Effekt um, sodass die später symptomlos bleibenden Trauben relativ höhere Reife aufwiesen. Trauben, die während etwa 50 bis 80°Oe in ihrer Reifezunahme zurückblieben, schienen demnach anfälliger gegenüber einem Beerenbefall gewesen zu sein, außer bei Grüner Veltliner, dessen reifere Trauben offensichtlich gefährdeter waren.

#### 4.3.3 Stielfäulebefall der markierten Einzeltrauben

Bei der Analyse des Auftretens von Stielfäule konnten nur untergeordnet Zusammenhänge mit der Triebstärke, der Traubenarchitektur, der Reife und Insertionshöhe gefunden werden.

In Abbildung 31 (A8 bis A10) sind die Zusammenhänge graphisch dargestellt. Ein häufigerer Befall der 1. Insertion konnte dabei tendenziell an den Zweigelt-Standorten festgestellt werden, wobei die Trauben an den Starktrieben (unabhängig ihrer Traubenarchitektur) meist geringfügig anfälliger waren. An den Standorten mit Riesling, Grüner Veltliner und Blauburgunder hatten die Triebstärke und die Kompaktheit der Trauben keinen konsequenten Einfluss, tendenziell schienen lockerbeerige Trauben geringfügig stielfäuleanfälliger gewesen zu sein.

Auch fanden sich mit Ausnahme des Standortes (2006) Axpo/GV, an dem durch den starken Stiellähme-Befall aufgrund der Verwechslungsgefahr die Auswertung erschwert war, keine Zusammenhänge mit dem relativen Reifezustand (Abb. 32, A11 und A12).

Der Stielfäule-Befall konnte nach Abb. 32 allerdings mit dem Beerenbotrytisbefall in Zusammenhang gebracht werden. Beerenbotrytis-befallene Trauben waren somit signifikant häufiger mit Stielfäule befallen, an den Rieslingstandorten war dieser Effekt tendenziell ebenfalls festzustellen.

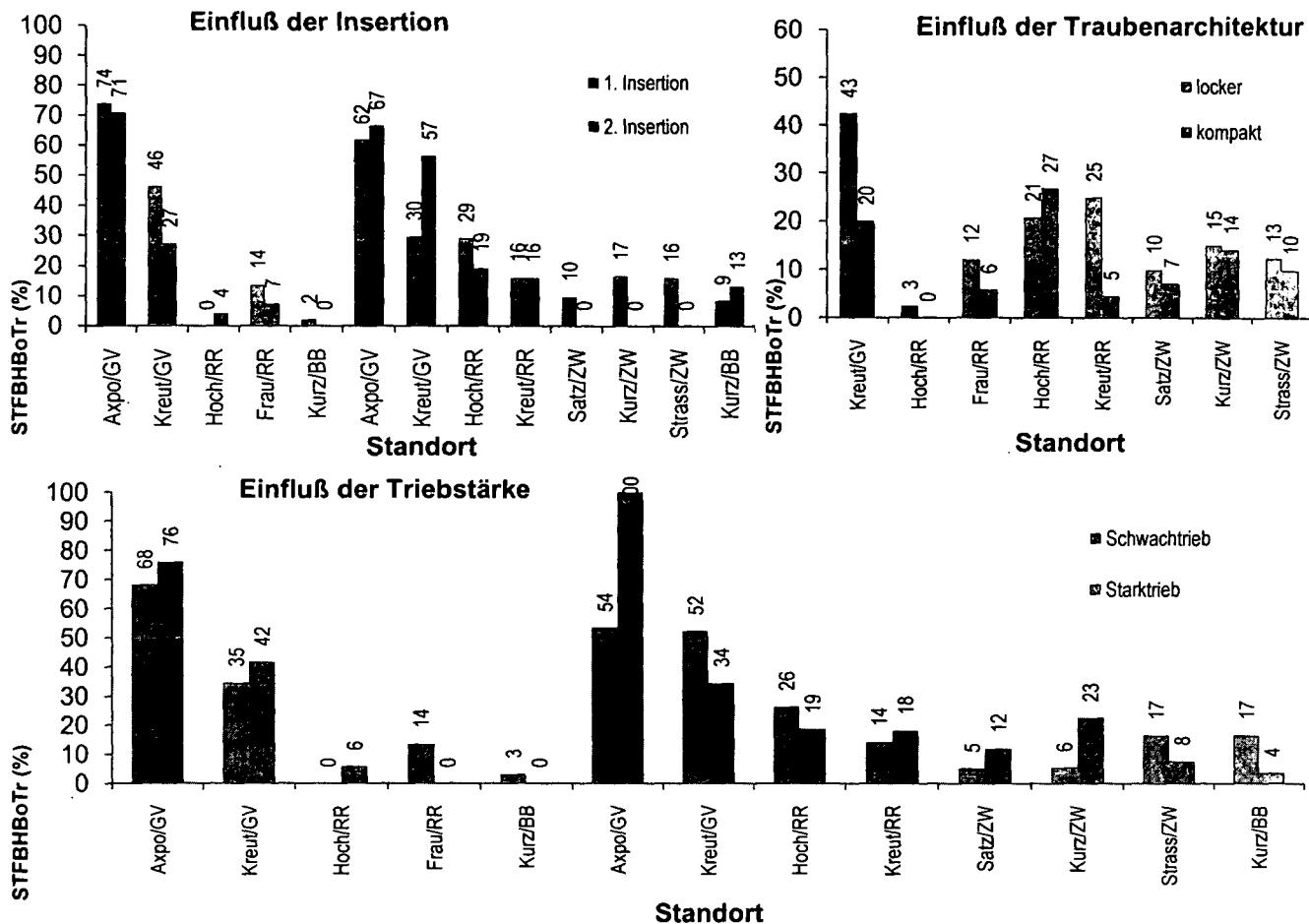


Abbildung 31: Stielfäulebefall abhängig von Insertion, Triebstärke und Traubearchitektur

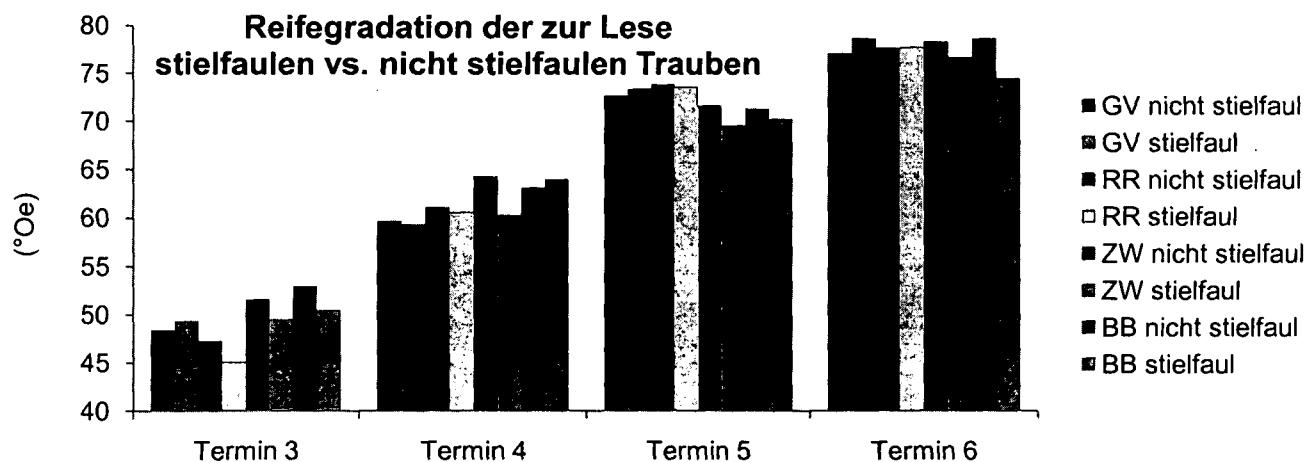


Abbildung 32a: Stielfäulebefall (zur Lese) abhängig von Reife an den Terminen 3 bis 6

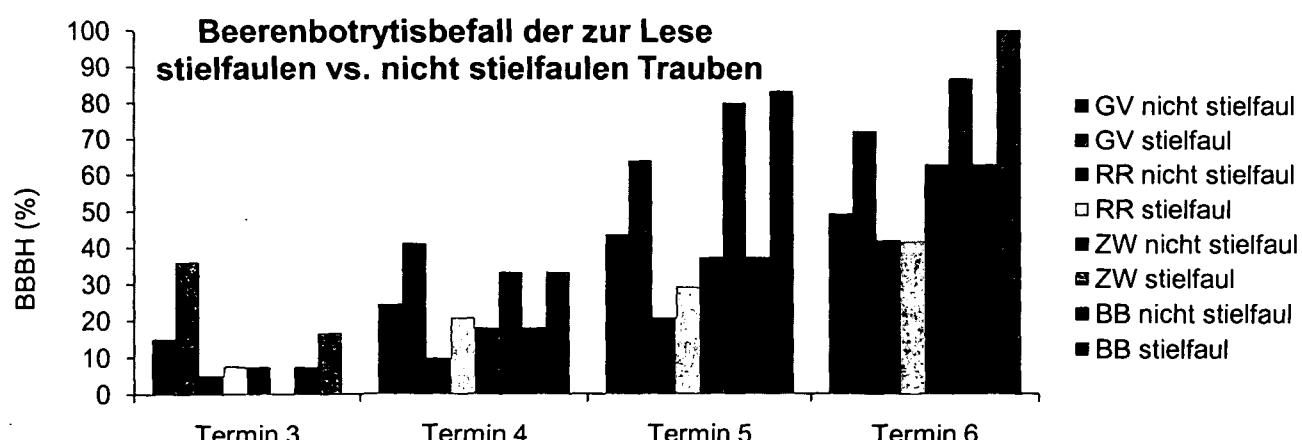


Abbildung 32b: Stielfäulebefall (zur Lese) abhängig vom Beerenbotrytisbefall an den Terminen 3 bis 6

#### 4.3.4 Analyse der Mostparameter der markierten Einzeltrauben

Die zur Lesé separat gezogenen Beerenproben wurden einer kompletten Mostanalyse unterzogen, wobei, unabhängig ob die Trauben befallen oder symptomfrei waren, immer nur symptomlose Beeren verarbeitet wurden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 33 (A13) als Differenz der Moste von symptomlosen Beeren befallener Trauben in Relation zu denen der symptomlosen Trauben dargestellt. Zusätzlich finden sich die Absolutgehalte der Mostparameter der symptomlosen Vergleichstrauben.

Vorwiegend finden sich starke Sorten- bzw. Standortunterschiede in den Mosten der symptomfreien Beeren. Bis auf den pH-Wert, der 2006 an den befallenen Trauben deutlich erhöht war, konnten kaum signifikante Differenzen zwischen Mosten, die aus symptomfreien Beeren befallener bzw. symptomfreier Trauben gewonnen wurden, ermittelt werden. Die Abweichungen sind zu den Absolutgehalten der Inhaltsstoffe (mit Ausnahme der Reifegradation und Säuregehalte) generell eher geringfügig.

Unabhängig vom Jahrgang zeigten die (aus gesunden Beeren gewonnenen) Moste aus befallenen Trauben tendenziell geringere Mostgradationen und verminderte Gehalte an Glucose und Fructose. Eine Ausnahme schien der Grüne Veltliner zu bilden: 2005 ließen sich keine Unterschiede finden, einzig 2006 waren am Standort Axpo/GV diese Gehalte in den Proben der befallenen Trauben auffällig erhöht.

Auch die gemessenen Mostsäuren (titrierbare Gesamtsäure, Weinsäure und Äpfelsäure) zeigen im Allgemeinen wenig Abweichung: Die höchsten Differenzen zeigt Standort Strass/ZW (2006), befallsfreie Beeren befallener Trauben waren in ihrem Most säureärmer, mit höherem Tatrat- und reduziertem Malatgehalt.

Trotz der geringfügigen und uneinheitlichen Differenzen der Moste (jeweils aus symptomlosen Beeren gewonnen) der befallenen zu den symptomlosen Trauben waren bei den Riesling-Proben der geringere Gehalt an Glucose und Fructose und die höhere Malatkonzentration der Moste aus befallenen Trauben signifikant. Auch sortenübergreifend war der erhöhte Malatgehalt 2005 in Mosten aus botrytis-befallenen Mosten typisch.

Auffällig waren die Ergebnisse hinsichtlich des Stickstoffgehaltes: Mit Ausnahme von Hoch/RR (2005) und Kreut/RR, sowie Axpo/GV (2006) fanden sich kaum größere Differenzen zwischen den befallenen und symptomlosen Mostproben (jeweils aus

symptomfreien Beeren): 2005 wurden an Hoch/RR geringerer HVS-Gehalt in Mosten befallener Trauben gemessen, 2006 waren am Standort Kreut/RR die HVS-Werte in den Mosten aus befallenen Proben ebenfalls verringert, am Standort Axpo/GV allerdings deutlich erhöht.

Auch die Unterschiede der in der AAS gemessenen Kationenkonzentration waren generell nicht stark ausgeprägt und folgten keinem allgemeinem Trend: 2005 zeigten (aus symptomlosen Beeren gewonnene) Moste aus botrytisbefallenen Trauben am Hoch/RR geringere und in beiden Jahren Axpo/GV höhere Gehalte an Kalium im Most. Die Konzentrationen der Kationen Calcium und Magnesium wiesen generell keine wesentlichen Differenzen auf.

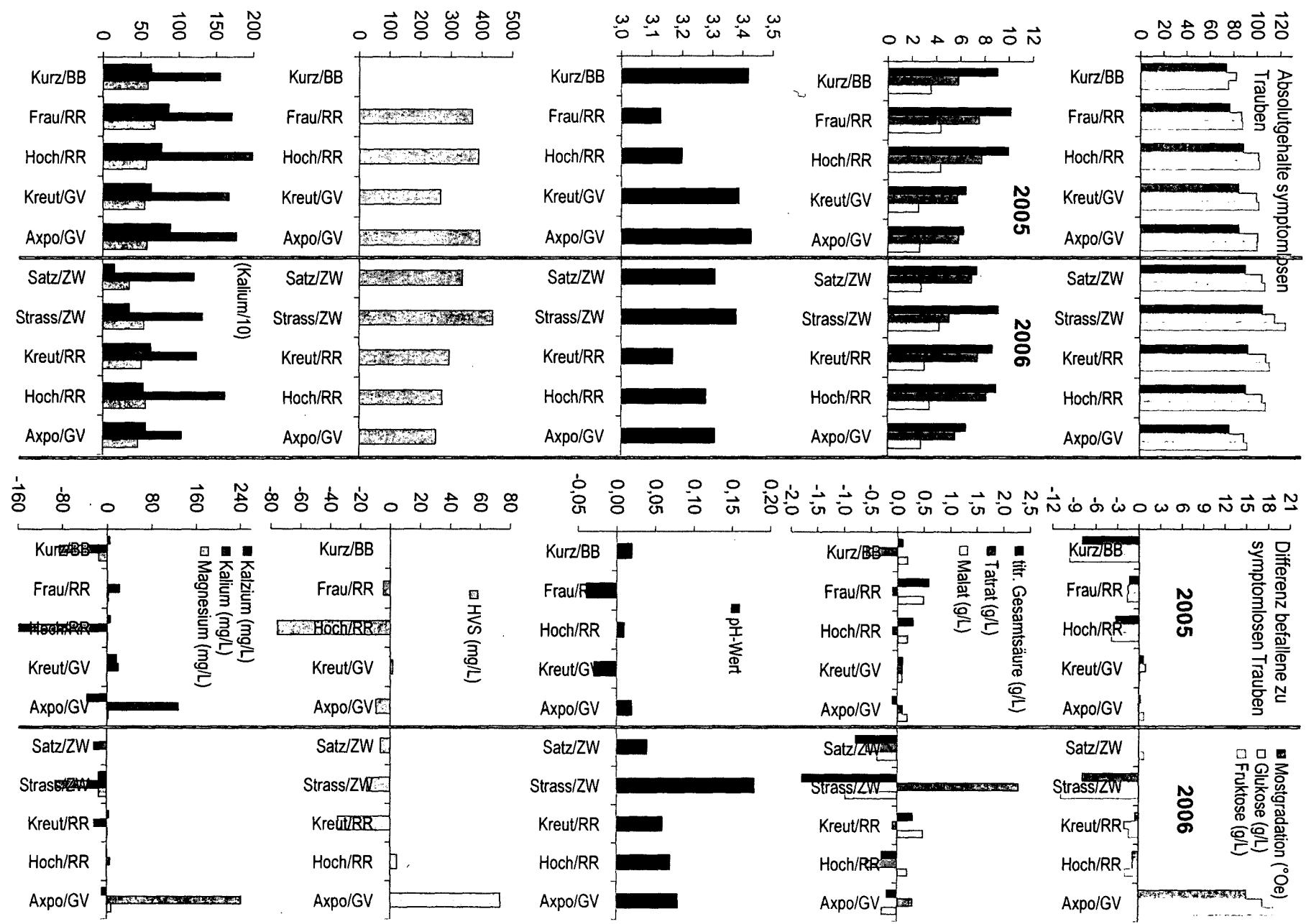


Abbildung 33: Absolutgehalte der Mostparameter (aus symptomlosen Beeren) der markierten, symptomlosen Trauben und Differenz der Mostparameter (aus befallenen Beeren) zu den symptomlosen Trauben.

#### 4.3.5 Analyse von in der Rebanlage weiträumig verteilten Riesling-Einzeltrauben

Die Bonitur der zu Reifebeginn bei etwa 33°Oe bis ca. 50°Oe nach dem Kriterium der Lockerbeerigkeit bzw. Kompaktheit markierten Riesling-Trauben zeigten in beiden Untersuchungsjahren zur Lese tendenziell geringfügig häufigeren und stärkeren Beerenbotrytisbefall der kompakten Trauben, die Stielfäule der kompakten trat nur 2006 tendenziell stärker auf (Abb. 34).

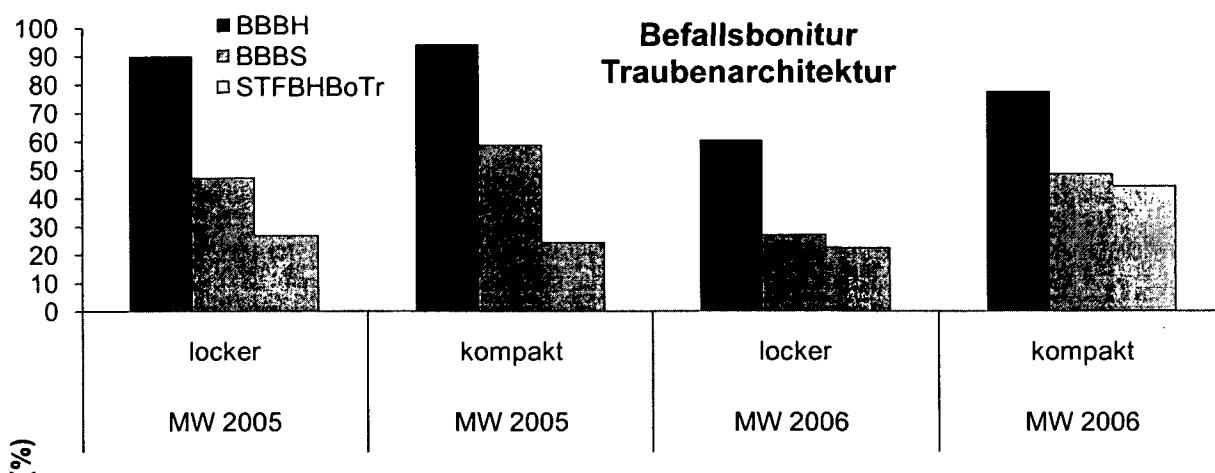


Abbildung 34: Ergebnisse der visuellen Bonitur von lockeren und kompakten Riesling-Einzeltrauben zur Lese.

Die Moste der kompakten Trauben wiesen an beiden Probenahmeterminen tendenziell niedrigere Mostgradationen und geringere Gehalte an Weinsäure, Calcium und Magnesium, hingegen höhere Konzentrationen an titrierbarer Gesamtsäure, Äpfelsäure und Most-HVS auf. Kalium zeigte zum frühen Termin höhere, zum späteren Termin leicht geringere Gehalte auf. Signifikante Unterschiede konnten in keinem Fall festgestellt werden (Tab. 20).

Tabelle 20: Differenz der Mostparameter von kompakten zu lockerbeerigen Trauben an 2 Terminen.

RR Probenahme	N	Differenz (kompakt zu lockerbeerig)	Standardfehler der Differenz	t-Test	
				t	Signifikanz
<b>Anfang September</b>					
Mostgradation (°Oe)	5	-3,74	1,65	-2,267	0,086
titrierbare Gesamtsäure (g/L)	5	0,78	0,94	0,830	0,453
Weinsäure (g/L)	5	-0,14	0,28	-0,506	0,640
Äpfelsäure (g/L)	5	0,88	0,65	1,362	0,245
pH-Wert	5	0,01	0,03	0,221	0,836
HVS (mg/L)	5	12,5	12,62	0,972	0,387
Calcium (mg/L)	5	-6,66	5,54	-1,202	0,296
Kalium (mg/L)	5	46,00	49,36	0,932	0,404
Magnesium (mg/L)	5	-0,80	3,57	-0,224	0,834
<b>Mitte Oktober</b>					
Mostgradation (°Oe)	6	-1,40	1,24	-1,131	0,309
titrierbare Gesamtsäure (g/L)	6	0,07	0,29	0,232	0,830
Weinsäure (g/L)	6	-0,17	0,20	-0,843	0,438
Äpfelsäure (g/L)	6	0,23	0,24	0,960	0,381
pH-Wert	6	0,00	0,01	0,591	0,581
HVS (mg/L)	6	2,84	15,01	0,345	0,756
Calcium (mg/L)	6	-3,55	2,28	-1,556	0,180
Kalium (mg/L)	6	-0,67	38,53	-0,017	0,987
Magnesium (mg/L)	6	-0,17	1,45	-0,115	0,913

Signifikante Unterschiede zeigten auch die Blattuntersuchungen nicht auf: Blätter gegenüber kompakten Trauben zu Reifebeginn sind tendenziell reicher an N, P, K, Mg, S, Mn und B, jedoch ärmer an Ca, Zn und Fe. Bei Mo konnte kein Unterschied festgestellt werden (Tab. 21).

Tabelle 21: Differenzen der Nährstoffe von Blättern gegenüber kompakten und lockerbeerigen Einzeltrauben zu Reifebeginn.

<b>Unterschied Inhaltsstoffe Blätter (gegenüber kompakten zu lockerbeerigen Trauben)</b>	<b>N</b>	<b>Differenz (kompakt zu lockerbeerig)</b>	<b>Standardfehler der Differenz</b>	<b>t-Test</b>	
				<b>T</b>	<b>Signifikanz</b>
<b>Stickstoff (%TS)</b>	6	0,063	0,086	0,735	0,495
<b>Phosphor (%TS)</b>	6	0,008	0,021	0,393	0,711
<b>Kalium (%TS)</b>	6	0,065	0,100	0,652	0,543
<b>Calzium (%TS)</b>	6	-0,143	0,256	-0,559	0,600
<b>Magnesium (%TS)</b>	6	0,008	0,025	0,330	0,755
<b>Schwefel (%TS)</b>	6	0,015	0,015	0,986	0,370
<b>Mangan (ppm TS)</b>	6	0,067	7,220	0,009	0,993
<b>Zink (ppmTS)</b>	6	-3,567	14,919	-0,239	0,821
<b>Bor (ppmTS)</b>	6	2,583	4,473	0,577	0,589
<b>Eisen (ppmTS)</b>	6	-7,167	8,792	-0,815	0,452
<b>Molybdän (ppmTS)</b>	6	0,000	0,049	0,000	1,000

## 4.4 Botrytisanfälligkeit von Einzelstöcken mit außergewöhnlichem Befall

### 4.4.1 Befall der Beeren

Die Tabelle 22 (A14) zeigt die Prozentsätze der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit, - Stärke und zusätzlich der Stielfäulebefall der schwach bzw. stark beerenbotrytis-befallenen Rebstöcke im Jahr der Auswahl und im Folgejahr als Mittelwert von mindestens je 8 Rebstöcken pro Standort und Variante.

Tabelle 22: Botrytisbefall der schwach bzw. stark befallenen Einzelstöcke (mind. 8 Stöcke pro Standort und Variante) im Jahr der Auswahl und im Folgejahr.

Standort	Befallskriterium (%)	Botrytis-Befall			
		Auswahljahr		Folgejahr	
		2004	2005	schwach	stark
Kreut/GV	BBBH			46,5	96,9
	BBBS			18,2	52,3
	STFBHBoTr			5,4	20,3
Holz/GV	BBBH				44,1
	BBBS				30,1
	STFBHBoTr				0,7
Frau/RR	BBBH			46,0	91,7
	BBBS			31,6	61,8
	STFBHBoTr			14,1	15,0
Brei/RR	BBBH			47,6	75,2
	BBBS			34,0	50,4
	STFBHBoTr			14,9	15,8
Standort	Befallskriterium (%)	2005		2006	
		schwach	stark	schwach	stark
Holz/GV (alt)	BBBH			44,1	84,3
	BBBS			22,1	49,0
	STFBHBoTr			4,2	11,4
Holz/GV (jung)	BBBH			33,1	82,6
	BBBS			28,8	53,2
	STFBHBoTr			1,6	3,6
Frau/RR	BBBH			35,6	78,2
	BBBS			42,2	66,3
	STFBHBoTr			1,7	10,2
Brei/RR	BBBH			43,8	80,4
	BBBS			31,7	58,9
	STFBHBoTr			3,4	8,2

Erstaunlich war die Heterogenität des Befalles von augenscheinlich vergleichbar vitalen Stöcken im Jahr der Auswahl: Unabhängig vom standortspezifischen Absolutbefall konnten (trotz gleicher Kulturmaßnahmen und vergleichbarer Vitalität) unschwierig benachbarte Stöcke gefunden werden, die sich in Befallshäufigkeit und –stärke mindestens um den Faktor 2 unterschieden. Obwohl nicht nach dem Kriterium des Stielfäulebefalls ausgewählt wurde, waren die massiv mit Beerenbotrytis befallenen Stöcke in der Regel auch stärker mit Stielfäule befallen.

Beurteilt man die Rebstockpaare im Folgejahr, konnte aufgezeigt werden, dass die im Vorjahr als stark befallen beurteilten Rebstöcke im Folgejahr wiederum stärker befallen waren (Tab. 22). Im Jahr 2005 war dabei der Stielfäulebefall der im Vorjahr stärker befallenen Stöcke wieder signifikant erhöht, 2006 war bei Grüner Veltliner und Riesling die Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit signifikant höher, bei Rheinriesling ebenso die Stielfäule.

### **Unterschiede der Mostparameter**

Die Differenz der wichtigsten Mostparameter bei Probenahme Ende August des Folgejahres bei (noch) keinem Botrytisbefall zwischen (im Vorjahr) stark und schwach befallenen Stöcken sind in Abbildung 35 (A15) dargestellt, signifikante Unterschiede konnten dabei generell nicht ermittelt werden.

Die als im Vorjahr stark mit Botrytis befallen beurteilten Grüner Veltliner-Stöcke waren – ähnlich wie in Kapitel 4.3.4 - zuckerreicher (Mostgradation, Glukose, Fruktose), die als stark befallen beurteilten Rheinrieslinge jedoch hinsichtlich dieser Inhaltsstoffe niedriger im Gehalt.

Die Säuregehalte (titrierbare Gesamtsäure, Weinsäure und Äpfelsäure) waren bei beiden Sorten in Mosten aus (im Vorjahr) stark befallenen Stöcken geringer, der Grüner Veltliner zeigte dabei größere Differenzen. An im Vorjahr als stark befallen beurteilten Riesling-Stöcken war auch der HVS-Gehalt der Moste geringer, bei Grüner Veltliner war dieser Unterschied kaum messbar.

Die durch die AAS analysierten Kationen zeigten nur geringfügige Unterschiede, die Kaliumkonzentration war in den Mosten der stark befallenen Rebstöcke bei beiden Sorten, Kalzium und Magnesium bei Riesling im Gegensatz zu Grüner Veltliner erhöht.

Im Allgemeinen erreichten aber auch in dieser Analyse bei allen erhobenen Parametern die Differenzen zwischen den im Vorjahr stark und schwach befallenen Stöcken kaum mehr als 10% des Absolutwertes, der Grüne Veltliner wies meist größere Unterschiede zwischen den Varianten auf.

### **Unterschiede in den Blattanalysen**

Die Differenzen der Blattanalysen von im Vorjahr als stark bezogen auf die als schwach beurteilten Rebstöcke sind ebenfalls in Abbildung 35 (A16) dargestellt.

Neben dem starken Einfluss des Probenahmetermins fiel wieder das gegensätzliche Verhalten des Grünen Veltliners und Rheinriesling auf, obwohl auch hier die Differenzen in Relation zu den Absolutwerten mit Ausnahme von Calzium und Zink gering waren: zu beiden Probenahmeterminen waren die Stickstoffkonzentrationen in den Blättern der starkbefallenen Rebstöcke höher bei Grüner Veltliner und niedriger bei Rheinriesling. Phosphor war immer geringfügig erhöht, Kalium (bis auf Rheinriesling zum Reifebeginn) verringert, Calzium bei der Blüte reduziert, zu Reifebeginn erhöht, Magnesium (bis auf Rheinriesling zur Blüte) im Gehalt erhöht. Daraus ergab sich für Grüner Veltliner ein verringertes K/Mg- und ein erhöhtes N/K-Verhältnis, der Rheinriesling verhielt sich zu Grüner Veltliner wieder genau gegensätzlich mit einer signifikanten Differenz am Termin zu Reifebeginn. Kalium- und Magnesiumgehalte von Riesling-Blättern zum Blütetermin waren ebenfalls signifikant niedriger an im Vorjahr als schwach beurteilten Rebstöcken. Bei den Mikronährstoffen fielen vor allem die erhöhten Blattgehalte an Mn, Cu und Bor an stark befallenen Stöcken von Grüner Veltliner auf, während bei Rheinriesling fast alle Gehalte in den Blättern stark befallener Stöcke verringert waren, signifikante Differenzen wies nur der Blattgehalt an Bor auf (Grüner Veltliner zu Reifebeginn, Rheinriesling zur abgehenden Blüte).

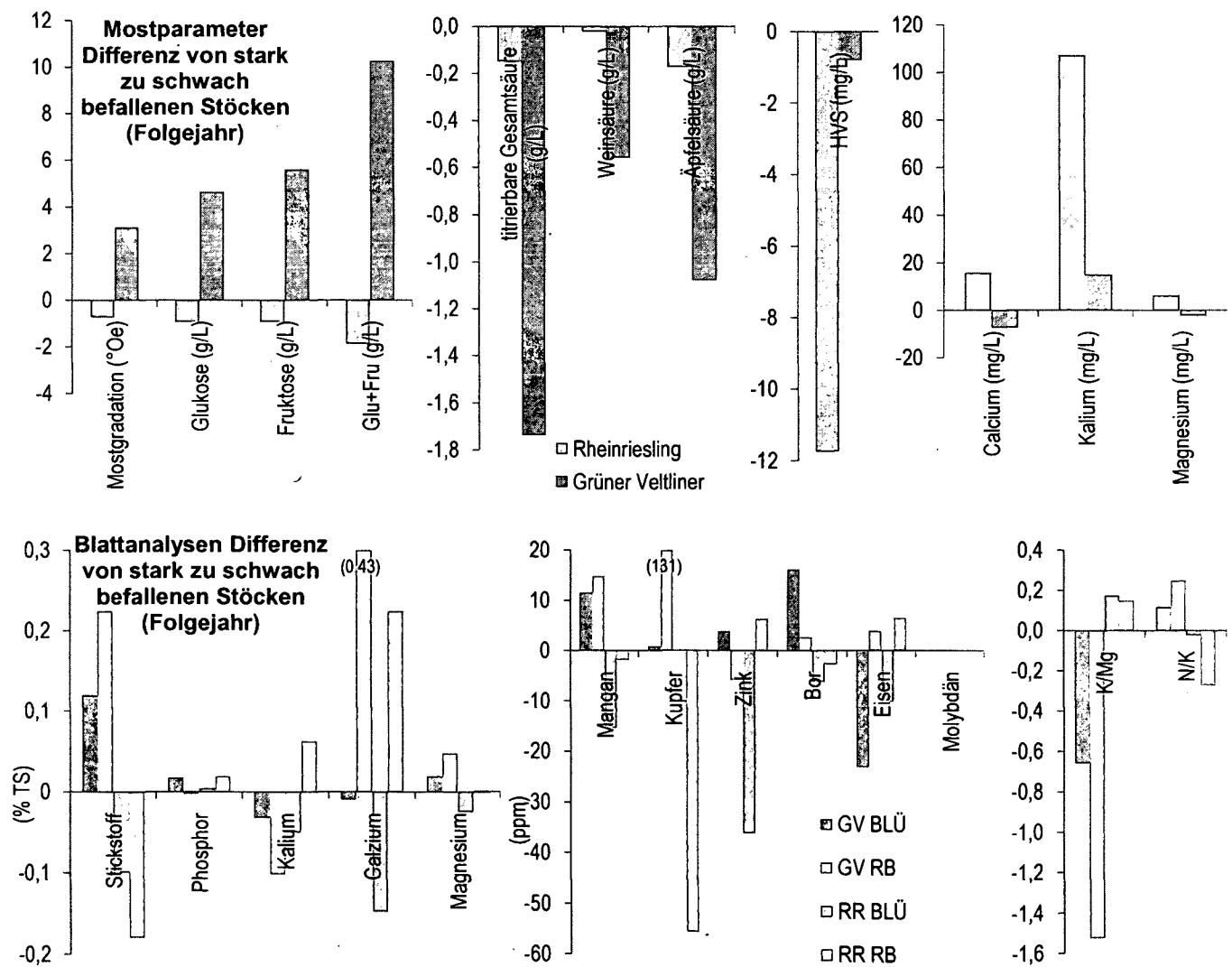
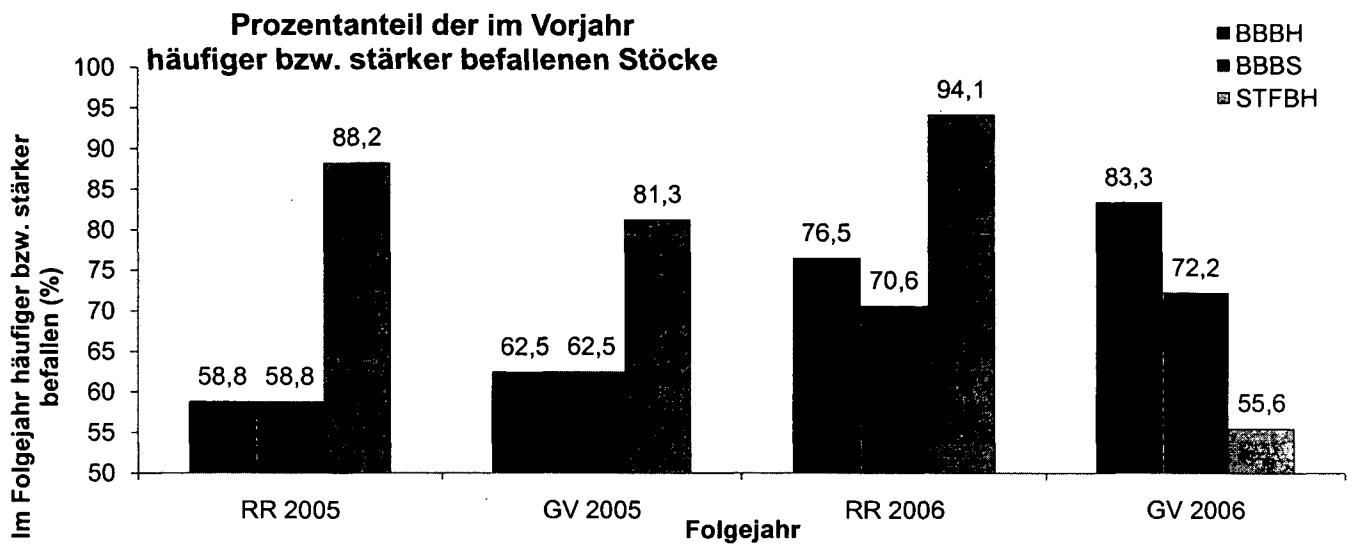


Abbildung 35: Anteil der Rebstöcke, die im Folgejahr wiederholt häufiger und stärker befallen waren und Differenzen der Mostparameter und Blattanalysen zwischen stark und schwach befallenen Stöcken.

#### **4.4.2 Bodentraubenaufreten an Rieslingstöcken**

Die Boniturergebnisse der im Vorjahr schwach bzw. stark mit Bodentrauben-Auftreten belasteten je 20 Rheinriesling-Rebstöcke sind in Abbildung 36 (A14) dargestellt. Signifikant trat an Stöcken mit vielen Bodentrauben auch im nächsten Jahr wieder ein erhöhter Anteil von Bodentrauben auf. Auch die Stielfäule und der Beerenbotrytisbefall waren im Folgejahr an den Stöcken mit vielen Bodentrauben tendenziell erhöht.

#### **Unterschiede der Mostparameter**

Die Mostanalysen, gezogen im Oktober des Jahres, in dem das Bodentraubenaufreten bestimmt wurde, ergaben (Abb. 36, A17) eine höhere Mostgradation, sowie höheren pH, mehr Malat, HVS und Kalium, sowie geringer Konzentrationen der titrierbare Gesamtsäure, der Weinsäure, von Calcium und Magnesium im Most bodentraubenreicher Rebstöcken. Calcium- und Kaliumunterschiede waren dabei signifikant. Die Moste wurden wieder ausnahmslos aus symptomlosen Beeren am Rebstock gewonnen.

#### **Unterschiede in Blatt- und Beerenanalysen**

Die Nährstoffanalysen von Blättern im Folgejahr (Termin abgehende Blüte und Reifetermin) und von symptomlosen Beeren im selben (Lesezeitpunkt) und darauffolgenden Jahr (Reifebeginn und Lesezeitpunkt) finden sich in Abbildung 36 (A18). Die Konzentrationen der Makronährstoffe Stickstoff, Phosphor, Calcium und Magnesium der symptomfreien Beeren verhielten sich zu denen in den Blättern unabhängig vom Probenahmeterminal meist ähnlich. Die Nährstoff-Gehalte an Stickstoff und Phosphor der bodentraubenreichen Stöcke waren gegenüber derer mit geringem Bodentraubenaufreten tendenziell erhöht. Die Calciumkonzentration war jedoch signifikant, Kalium und Magnesium (in den Beerenanalysen im Jahr der Bestimmung zum Lesezeitpunkt) an stark mit Bodentrauben belasteten Stöcken tendenziell reduziert, zugleich fand sich in allen Proben ein erhöhtes K/Mg-Verhältnis.

Weiters waren in den Blättern der bodentraubenreichen Rebstöcke die Mikronährstoffe (Mn, Cu, Zn, B, Fe, Mo) höher konzentriert, was sich bei Bor im Gegensatz zum Zink-Gehalt auch in den Beeren wiederspiegelt.

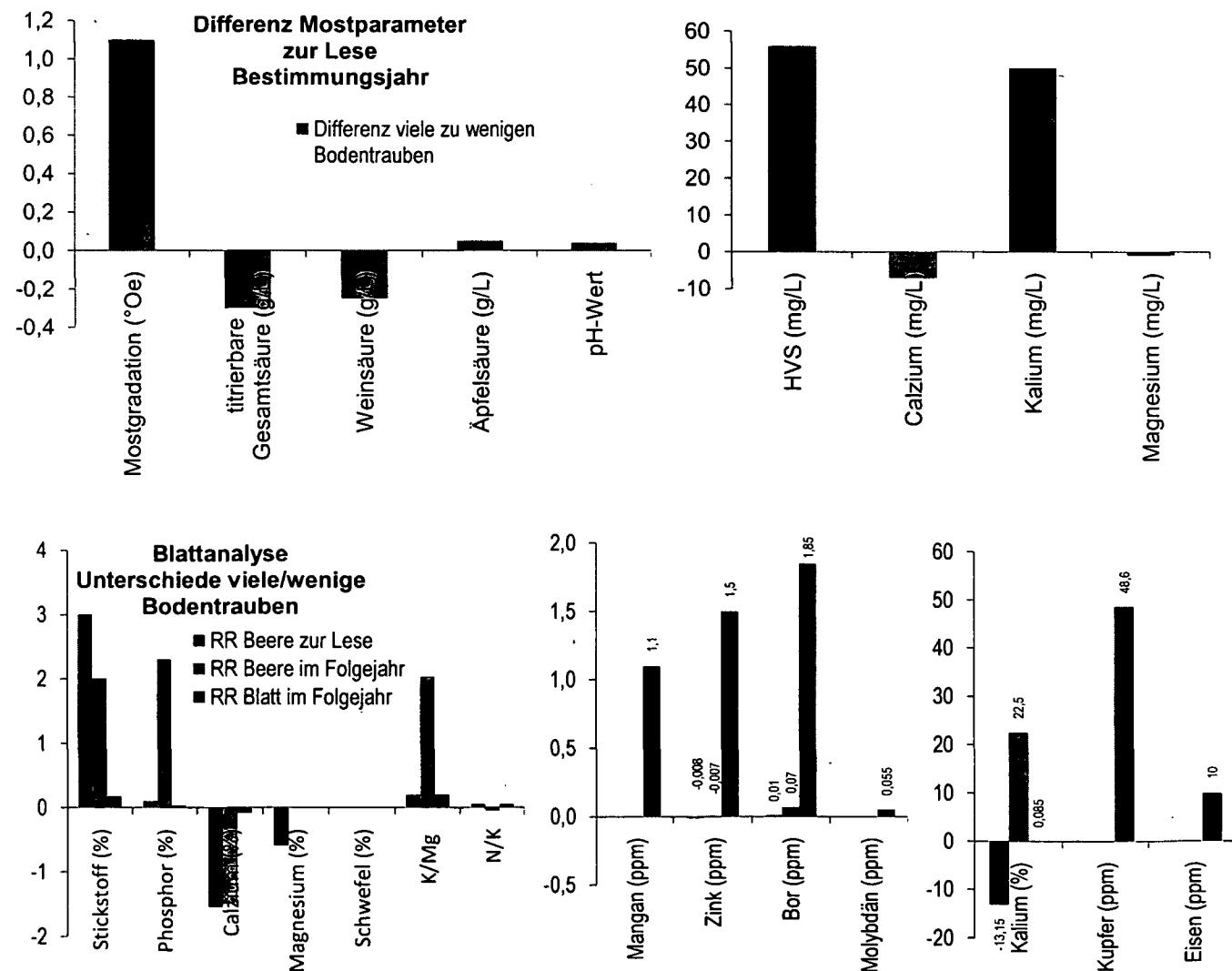
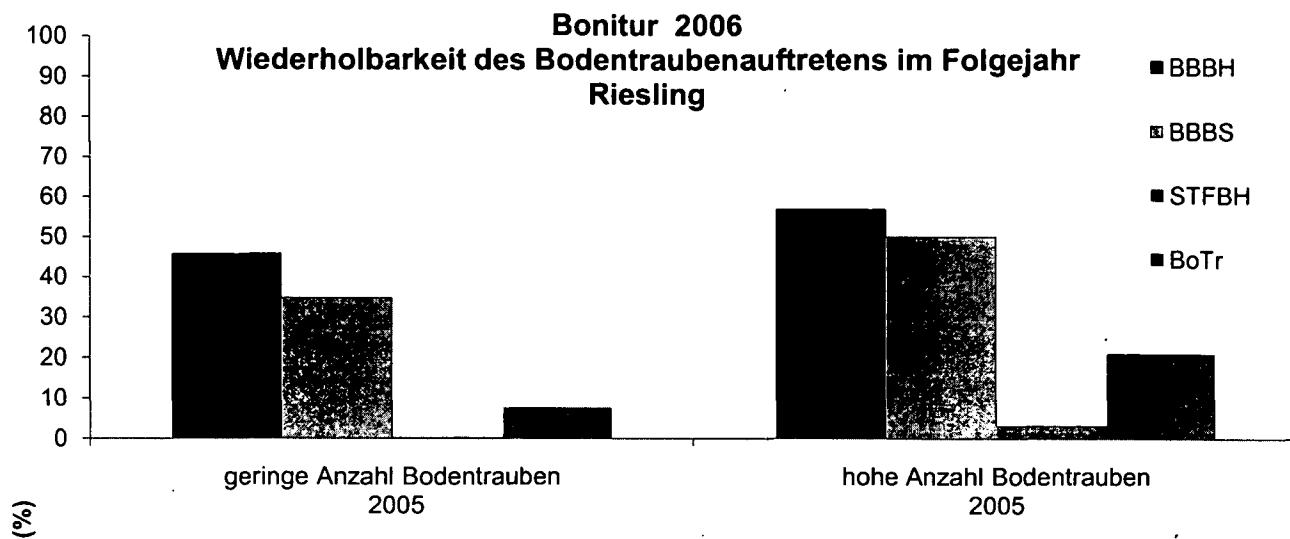


Abbildung 36: Anteil der Rieslingstöcke, die im Folgejahr wiederholten mehr/weniger Bodentrauben aufwiesen und Differenzen der Mostparameter und Blatt-, sowie Beerenanalysen von Stöcken mit vielen zu wenigen Bodentrauben (verschiedene Probenahmetermine).

## 4.5 Etablieren der molekularbiologischen Methoden

Allgemein ist folgendes Konzept der Arbeitsschritte für die Methode der PCR-Analyse anzuwenden (Abb. 37):

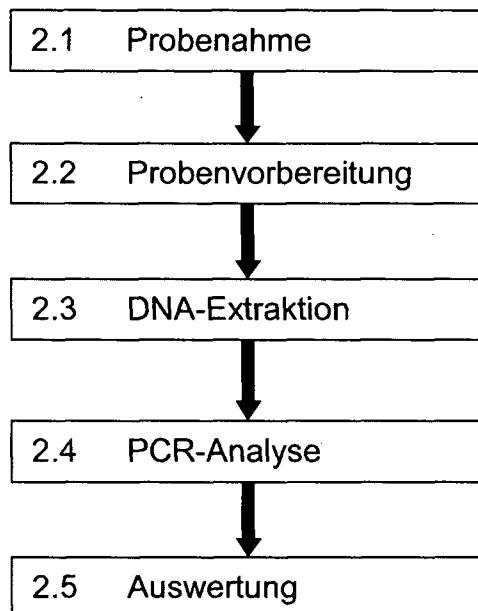


Abbildung 37: Allgemeines Konzept der Arbeitsschritte für eine PCR-Analyse.

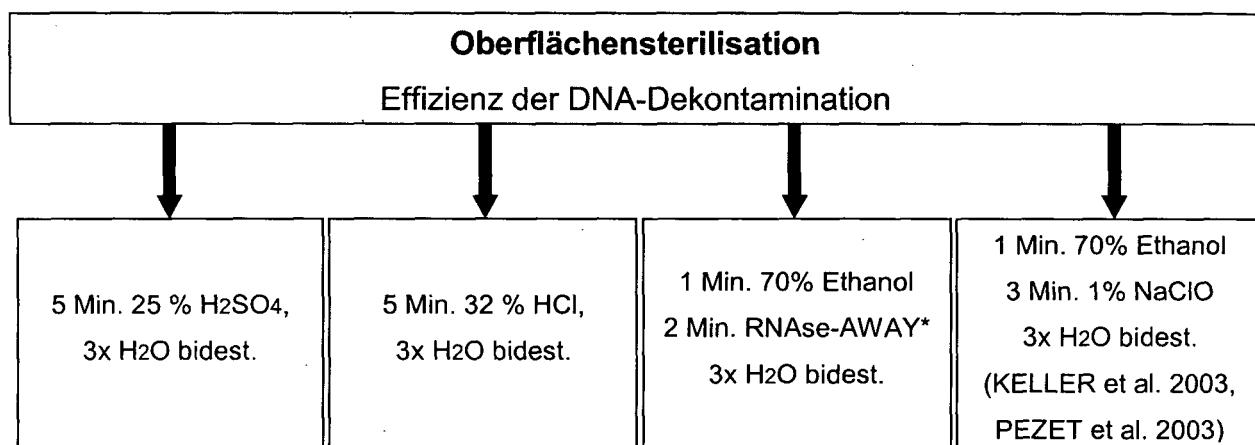
### 4.5.1 Probenvorbereitung

#### Weintrauben aus dem Infektionsversuch im Freiland

Um eine Beeinträchtigung des hochsensiblen, molekularbiologischen Nachweises der latenten Infektion zu verhindern, ist es nötig, die an der Pflanzenoberfläche vorhandenen *Botrytis cinerea*-Konidien vollständig aus der Analyse auszuschließen.

Da jedoch ein Abspülen der vorhandenen Sporen aufgrund der eventuell starken Anhaftung (Van KAN 2005) nur unzuverlässig möglich ist, muss die Pflanzenoberfläche dekontaminiert werden, wobei die Tauglichkeit der zu untersuchenden Verfahren und deren eventueller Einfluss auf die DNA-Extraktion zu prüfen war (Abb. 38)

Zum Testen der Sterilisationsmethode wurden dabei als Standard Beeren bzw. Beerentsteile, die gemeinsam mit einer reingezüchteten *Botrytis-cinerea*-Kultur etwa im Volums-Verhältnis 100:1 im Erlenmeyer-Kolben der jeweiligen Oberflächensterilisationsverfahren unterzogen und anschließend über eine Wasserstrahlpumpe entwässert. Danach wurden die DNA aus den Proben mittels Qiagen plant mini kit™ extrahiert und am 1% Agarosegel durch Elektrophorese auf die Vorhandensein von genetischer DNA (Funktionsfähigkeit der DNA-Extraktion) und mittels PCR mit dem Primerpaar C729+/- auf den Nachweis von *Botrytis cinerea*-DNA (Effizienz der Oberflächensterilisation) getestet.



\*RNase-AWAY (Molecular Bio Products, Inc. 1994) ist ein RNase- und DNA-Dekontaminationsmittel ([www.carlroth.de](http://www.carlroth.de)).

Abbildung 38: zu evaluierende Verfahren für die Oberflächensterilisation der Weinbeeren.

Die Ergebnisse der Prüfung der verschiedenen Oberflächensterilisationsverfahren auf ihre Effizienz und ihren Einfluss auf die DNA-Extraktion sind nachfolgend zusammengefasst (Tab. 23), auffallend sind dabei vor allem die Proben der Beerentsteile, die bei den Verfahren mit den Säuren als Sterilisationsmittel keine positiven Ergebnisse erbrachten. Somit konnte die Methoden mit RNase-AWAY sowie mit Natriumhypochlorit für die Oberflächensterilisation der Traubenteile herangezogen werden.

Tabelle 23: Effizienz und Einfluss auf die DNA-Extraktion und PCR der evaluierten Oberflächensterilisationsverfahren.

Oberflächensterilisation	Pflanzenteil	Funktion DNA-Extraktion und PCR	Effizienz Sterilisation
5 Min. 25 % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 3x H <sub>2</sub> O bidest	Beeren	positiv	negativ
	Stiele	negativ	
5 Min. 32 % HCl, 3x H <sub>2</sub> O bidest.	Beeren	positiv	positiv
	Stiele	negativ	
1 Min. 70% Ethanol 2 Min. RNase-AWAY™, 3x H <sub>2</sub> O bidest.	Beeren	positiv	positiv
	Stiele	positiv	positiv
1 Min. 70% Ethanol 3 Min. 1% NaClO, 3x H <sub>2</sub> O bidest.	Beeren	positiv	positiv
	Stiele	positiv	positiv

#### 4.5.2 Etablieren der Extraktion von genomischer DNA

##### Weintrauben aus dem Infektionsversuch im Freiland

Obgleich sich in der Literatur zahlreiche Publikationen finden, die sich mit der Genetik (inklusive der dazu notwendigen DNA-Extraktionsverfahren) einerseits von Reben, andererseits von *Botrytis cinerea* wissenschaftlich beschäftigen, ist eine Methode zur Untersuchung einer winzigen Menge von pilzlicher DNA im Rebenwirtsgewebe nicht bekannt. Selbst das Mikrosatelliten-Primerpaar zur Detektion der latenten Infektion durch *Botrytis cinerea* von Erdbeerfrüchten, welches in dieser Arbeit Verwendung finden sollte, wurde an Verdünnungsreihen von getrennt extrahierter *Botrytis*- und Erdbeerblätter-DNA (sogar die DNA-Extraktion aus Blättern war offensichtlich mit Schwierigkeiten behaftet) getestet (RIGOTTI et al. 2002). Somit mussten auch für diesen Arbeitsschritt Methoden gefunden werden, die geeignet erscheinenden Verfahren sind in Abb. 39 zusammengefasst.

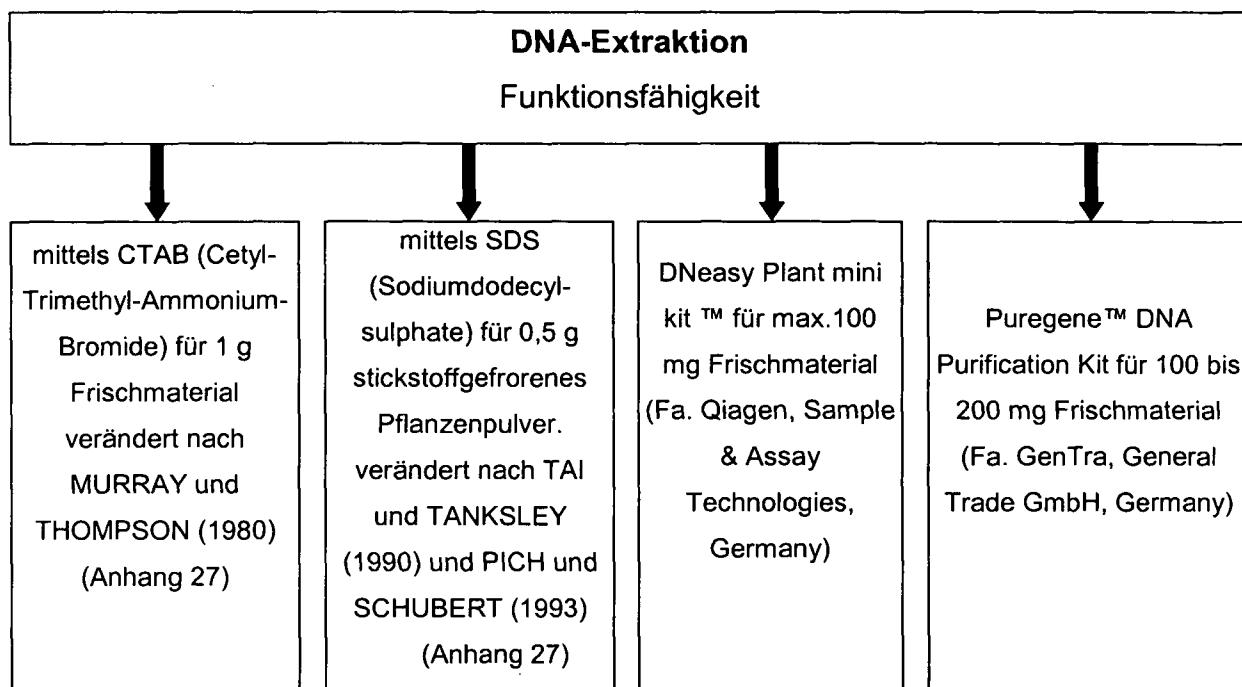


Abbildung 39: untersuchte Extraktionsverfahren zur Isolierung der genomischen DNA von *Botrytis cinerea* im Rebengewebe.

Zur Auffindung der zuverlässigsten Methode wurde als Standard im flüssigen Stickstoff zerriebene Weinbeeren bzw. Beerentsteile mit ebenso verarbeiteten reingezüchteten *Botrytis cinerea*-Mycel im Volums-Verhältnis von etwa 10:1 versetzt und homogenisiert.

Für die Durchführung der PCR-Methoden ohne vorangehender DNA-Extraktion kam nur reingezüchtete *Botrytis-cinerea* zur Anwendung.

## ***Botrytis cinerea*-Herkünfte aus Ertragsanlagen**

Versuche einer DNA-Extraktion erfolgten wie nachfolgend in Abb. 40 ausgeführt.

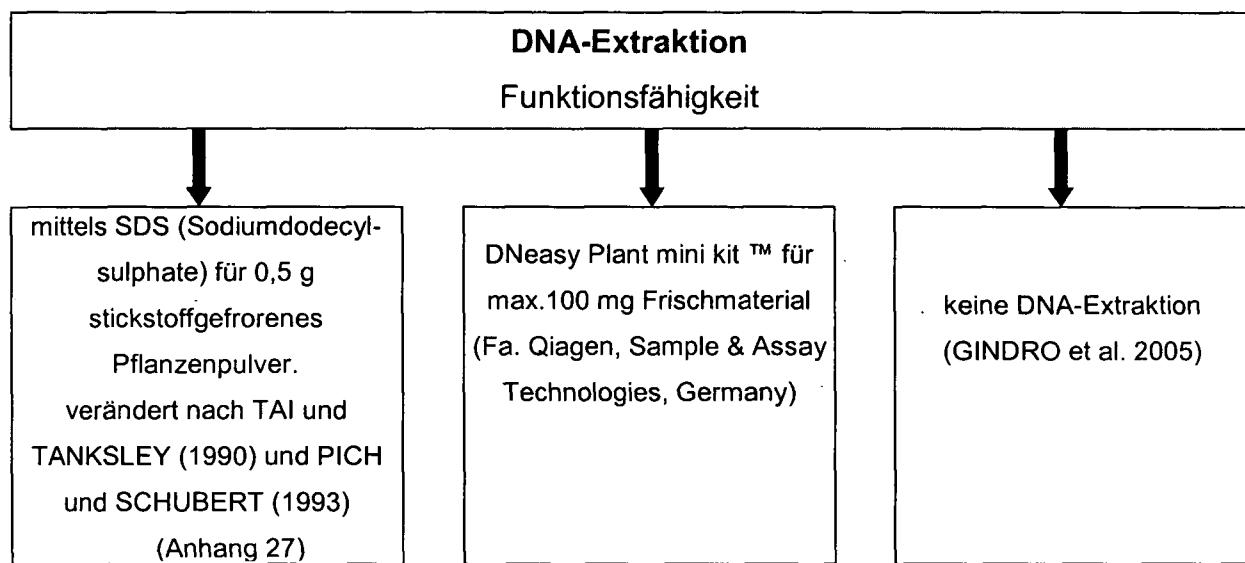


Abbildung 40: zu untersuchende Extraktionsverfahren zur Isolierung der genomischen DNA von *Botrytis cinerea*-Reinkulturen.

Versuche, die Proben-DNA nicht zu extrahieren (GINDRO et al. 2005) lieferten weder mit Duplex-PCR noch mit einfacher PCR je ein positives PCR-Ergebnis.

Die ersten Extraktionsversuche der genomischen *Botrytis*-DNA aus dem Wirtsgewebe mittels CTAB nach dem Originalprotokoll scheiterten ebenfalls. Weder konnte ausreichend DNA erhalten werden, noch zeigte die PCR mit dem Primerpaar C729+/- Banden an. Auch nach Abbruch des Protokolles bei der ersten Resuspendierung des Pellets waren keine zuverlässigen positiven Ergebnisse zu erzielen. Dabei verhinderte offensichtlich der hohe Gehalt an Gerbstoffen, Polysaccharide und/oder Säuren die DNA-Extraktion empfindlich. Besonders schwierig erwiesen sich dabei die durch Oberflächensterilisation behandelten Traubenproben des 2. Probenahmetermins. Auffällig war dabei die starke Braunfärbung der Proben nach Zugabe des Extraktionspuffers, die mit dem Misslingen der Extraktion zusammenhing. Ein gründlicherer Spülvorgang nach der Oberflächensterilisation, sowie die Zugabe von etwa 50 µl Ethylacetat während der Inkubation im Extraktionspuffer (Probengefäße unbedingt druckentlasten!), anschließendes schnelles Abschrecken auf Eis nach etwa

der Hälfte der Inkubationszeit (um die Löslichkeit von Ethylacetat im Puffer zu verringern), Absaugen des Ethylacetates und erneutes Wiedererwärmen der Probe verbesserte die Zuverlässigkeit der Methode etwas. Mit Ethylacetat war es offensichtlich möglich, den Phenolgehalt der Probe zu reduzieren, die Reaktionsflüssigkeit wurde entfärbt, das Ethylacetat wies eine stark olivgrüne Farbe auf. Zumindest aus einem Drittel der Proben konnte damit genomische DNA erfolgreich extrahiert werden. Da festgestellt wurde, dass trotz Verarbeitung von geringen Probenmengen der pH-Wert im Extraktionsvolumen von etwa 8,0 auf 4,0 absank und damit die DNA-Komplexierung offensichtlich gehemmt wurde, konnte eine weitere Verbesserung durch Zugabe von etwa 100µl 1M Tris-HCL (pH 8,0) zum Extraktionspuffer erreicht werden. Eine befriedigende Effizienz der Extraktion wurde jedoch auch trotz weiteren Modifikationen und Optimierungsversuchen nicht erzielt, eine geringfügige Verbesserung konnte durch Zugabe von hochpolymerisiertem PVPP (Polyvinylpolypyrrrolidon), welches ebenfalls Phenole abbindet, direkt in den Mörser vor dem Zerreiben der Proben in flüssigen Stickstoff erreicht werden.

Besser funktionierte die Botrytis-DNA-Extraktion aus dem Rebenwirtsgewebe mittels SDS, die jedoch ebenfalls nach der ersten Resuspendierung abgebrochen werden musste. Auch hier konnte eine geringfügige Steigerung der Ausbeute durch die Zugabe von Ethylacetat erreicht werden. Später stellte sich jedoch heraus, dass durch mehrmaliges Auftauen der DNA-extrahierten Proben die Haltbarkeit dieser ungenügend war. Zudem wurde festgestellt, dass zwar genomische DNA vorhanden war, die PCR jedoch des Öfteren nicht funktionierte. Augenscheinlich blieben durch den Abbruch der Protokolle im Extrakt je nach Alter und Rebsorte PCR-hemmende Substanzen in der Probe zurück bzw. wurde die DNA teilweise zerstört. Ausreichend zuverlässig erwies sich diese Methode jedoch bei der Extraktion von reinen Botrytis-cinerea-Kulturen ohne Wirtspflanzengewebe.

Für die DNA-Extraktion aus dem Rebgewebe erwies sich auch das Puregene-Kit™ als unbrauchbar, eine erfolgreiche Extraktion war nicht möglich.

Das Qiagen™-Kit lieferte hingegen gute Ergebnisse bei der Extraktion der DNA sowohl aus Botrytis-cinerea im Rebgewebe als auch aus reingezüchteten Botrytis-cinerea-Kulturen. Dieser Kit arbeitet mit einer Membran, deren Oberfläche mit der DNA eine selektive Bindung eingeha. Durch das Prinzip, nicht die störenden Substanzen aus der Probe zu entfernen, sondern die DNA aus der Probe zu separieren, konnten effiziente,

reproduzierbare Extraktionen vorgenommen werden, die rein genug hinsichtlich ihres Gehaltes an PCR-hemmenden Substanzen waren. Nach Angaben des Herstellers wurde dabei die DNA von der Membran mit der geringsten Puffermenge heruntergelöst um eine möglichst hohe Konzentration im Extraktionsvolumen zu erreichen.

#### 4.5.3 PCR-Analyse

##### Weintrauben aus dem Infektionsversuch im Freiland

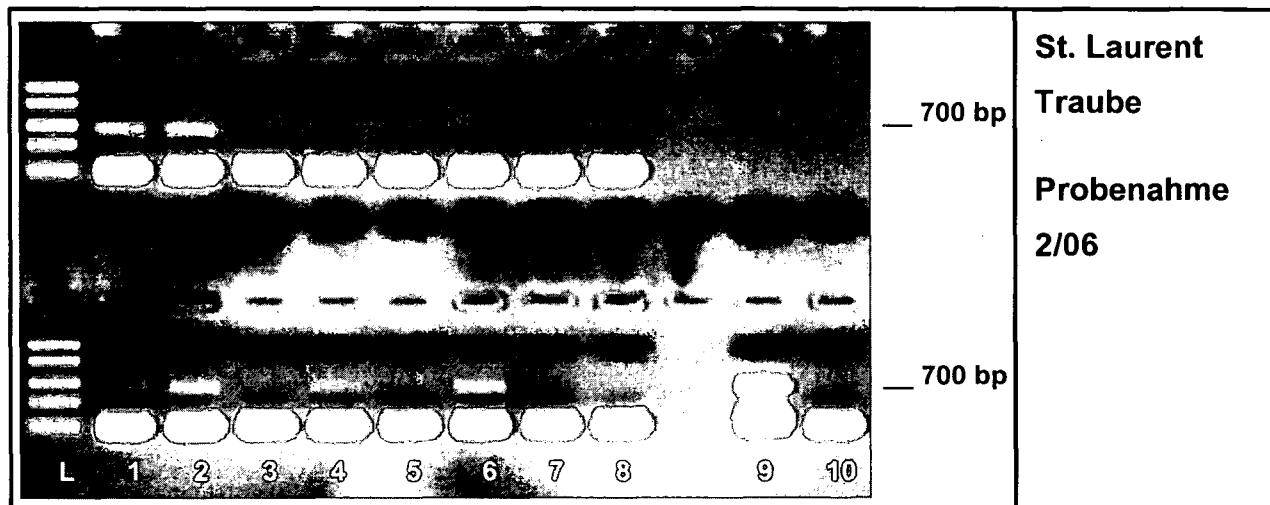
Für eine Modifikation zur Anwendung des Nachweises einer latenten Infektion im Wirtsgewebe der Rebe kam einzig folgendes PCR-Konzept in Betracht (Tab. 24).

Tabelle 24: Ausgangsprotokoll für Nachweis einer latenten *Botrytis cinerea* Infektion im Rebengewebe.

<b>Nachweis einer latenten Botrytis-cinerea-Infektion in Erdbeeren (Blätter)</b> <b>verändert nach RIGOTTI et.al. (2002) mittels Mikrosatelliten-Primer</b>						
Primer C729+/-	RIGOTTI et.al. (2002)		Amplikonlänge 729 bp			
C729+	5'-AGC TCG AGA GAG ATC TCT GA-3'					
C729 -	5'-CTG CAA TGT TCT GCG TGG AA-3'					
PCR-Ansatz	Cycler-Programm					
DNA-Template	1µL (100ng DNA)	Cycles	Temp. (°C)	Zeit (s)		
Je Primer	0,2 µM	1	94	120		
BSA	1µL	35	94 (Denaturation)	30		
Je dNTP	0,2 mM		60 (Annealing)	30		
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60		
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600		
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞		

Die PCR nach RIGOTTI et al. (2002) für den molekularbiologischen Nachweis von *Botrytis cinerea* in Erdbeeren konnte auch erfolgreich zur Detektion einer latenten Infektion im Rebgewebe eingesetzt werden. Exemplarisch ist nachstehend ein gelungener Test abgebildet.

In Abbildung 41 ist die Auswertung des Agarose-Gels nach der Elektrophorese einer mit Wasser, sowie einer mit Sporensuspension behandelten St. Laurent-Traube, welche etwa 14 Tage nach der Applikation 2006 beprobt wurde, dargestellt.



Oberer Teil der Graphik unbehandelte Kontroll-Traube			Ergebnis	Unterer Teil der Graphik mit Suspension behandelte Traube			Ergebnis
L	Ladder			L	Ladder		
1	Beeren Misch	nicht sterilisiert	+	1	Beeren Misch	nicht sterilisiert	+
2	Stiele Misch	nicht sterilisiert	+	2	Stiele Misch	nicht sterilisiert	+
3	Beeren Schulter	oberflächensteril	-	3	Beeren Schulter	oberflächensteril	-
4	Stiele Schulter	oberflächensteril	-	4	Stiele Schulter	oberflächensteril	+
5	Beeren Mitte	oberflächensteril	-	5	Beeren Mitte	oberflächensteril	-
6	Stiele Mitte	oberflächensteril	-	6	Stiele Mitte	oberflächensteril	+
7	Beeren Spitze	oberflächensteril	-	7	Beeren Spitze	oberflächensteril	-
8	Stiele Spitze	oberflächensteril	-	8	Stiele Spitze	oberflächensteril	-
				9	Positivkontrolle		+
				10	Negativkontrolle		-

Abbildung 41: Darstellung eines gelungenen Tests auf den Nachweis von latenten Infektionen der jungen Weintrauben durch *Botrytis cinerea* (nach RIGOTTI et al. 2002, Primer C729+/-).

## ***Botrytis cinerea*-Herkünfte**

Im Falle der molekularbiologischen Analyse zur Subspezies-Bestimmung in den *Botrytis-cinerea*-Reinkulturen steht für die geplante Duplex-PCR (mit bzw. ohne DNA-Extraktion) als Alternative eine einfache PCR mit vorangehender DNA-Extraktion zur Verfügung, verschiedene Primerpaare können eingesetzt werden (Tab. 25, 26, 27, 28).

Tabelle 25: Protokoll der Duplex-PCR mit vorangehender DNA-Extraktion zur Subspezies-Bestimmung der *Botrytis cinerea*-Reinkulturen

<b>Bestimmung Subspezies DUPLEX-PCR abgeändert nach (MUNOZ et. al. 2002)</b>						
Primer BOTY1	DIOLEZ et al. 1994		Amplikonlänge 648 bp			
LTR98	5'-AGCCTGTAGGAATCACCAACG-3'					
LTR728	5'-CGGTATTCTGGTTGGCA-3'					
Primer FLIPPER	LEVIS et al. 1997		Amplikonlänge 1250 bp			
F300	5'-GCA CAA AAC CTA CAG AAG A-3'					
F1500	5'-ATT CGT TTC TTG GAC TGT A-3'					
PCR-Ansatz		Cycler-Programm				
DNA-Template	1µL (10ng DNA)	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)		
Je Primer	0,2 µM	4	95	180		
BSA	1µL		60	60		
Je dNTP	0,2 mM		72	120		
MgCl <sub>2</sub>	3 mM	35	94 (Denaturation)	60		
Taq-Polymerase	1 U		60 (Annealing)	60		
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL		72 (Extension)	90		
		1	72	300		
		1	8	∞		

Die von MUNOZ et al. (2002) entwickelte Duplex-PCR (die Primer Boty1 und Flipper werden im selben PCR-Reaktionsansatz detektiert) funktionierte weder ohne vorangehender DNA-Extraktion, noch mit Qiagen DNeasy Plant mini kit <sup>TM</sup> extrahierten rein gezüchteten *Botrytis*-Proben (Tab. 25). Das Flipper-Primerpaar lieferte zwar von den DNA-extrahierten Proben zuverlässige Ergebnisse, das Boty1-Primerpaar zeigte

jedoch auffällig selten positive, kaum wiederholbare Banden (siehe Spezifität des Nachweises).

Für die Detektion der transponierbaren Elemente Boty und Flipper der *Botrytis cinerea*-Isolate in Reinkultur waren die einfachen PCRs nach MA und MICHAILIDES (2005) mit den Primerpaaren Boty2 und Flipper zuverlässig anwendbar. Tab. 26 und 27 zeigen die zu prüfenden Protokolle für einfache PCRs zur getrennten Detektion von Boty und Flipper, wobei diese Analysen nicht nur an Reinkulturen sondern auch auf die Untersuchung in den latent infizierten Traubenteilen herangezogen werden sollten. Die angeführten Protokolle für die Prüfung dieser Unterscheidungsmerkmale in den Botrytis-positiv getesteten Traubenteile aus dem Infektionsversuch mussten hinsichtlich der DNA-Menge im PCR-Ansatz auf 2,5 µl und die Annealing Temperaturen der Flipper-Primer auf 58°C, der Boty2-Primer auf 65°C geändert werden.

Tabelle 26: Detektion von Boty in Reinkulturen und im Rebengewebe

<b>Bestimmung Subspezies</b> <b>abgeändert nach MA und MICHAILIDES (2005)</b>				
Primer BOTY2	MA und MICHAILIDES (2005)	Amplikonlänge 510 bp		
BOTYF4	5'-CAG CTG CAG TAT ACT GGG GGA-3'			
BOTYR4	5'-GGT GCT CAA AGT GTT ACG GGA G-3'			
PCR-Ansatz		Cycler-Programm		
DNA-Template	1 µL (10ng DNA) / 2,5 µL	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)
Je Primer	0,2 µM	1	95	180
BSA	1 µL	40	94 (Denaturation)	40
Je dNTP	0,2 mM		68/65 (Annealing)	40
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600
10XPuffer (mit 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞

Tabelle 27: Detektion von Flipper in Reinkulturen und im Rebengewebe.

<b>Bestimmung Subspezies</b> <b>abgeändert nach MA und MICHAILIDES (2005)</b>					
Primer	LEVIS et al. 1997	Amplikonlänge 1250 bp			
	5'-GCA CAA AAC CTA CAG AAG A-3'				
F1500	5'-ATT CGT TTC TTG GAC TGT A-3'				
PCR-Ansatz	Cycler-Programm				
DNA-Template	1µL (10ng DNA) / 2,5µL	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)	
Je Primer	0,2 µM	1	95	180	
BSA	1µL	40	94 (Denaturation)	40	
Je dNTP	0,2 mM		60/58 (Annealing)	40	
MgCl <sub>2</sub>	3 mM		72 (Extension)	60	
Taq-Polymerase	1 U	1	72	600	
10XPuffer (mit 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL	1	8	∞	

Idealer Weise sollte die Subspezies-Bestimmung von *Botrytis cinerea*-Isolaten aus den Reinkulturen ohne vorangegangener DNA-Extraktion angewendet werden. Die Modifikation der einfachen PCRs ist in Tab. 28 dargestellt. Positive Ergebnisse aus der PCR konnten jedoch nicht erzielt werden. Die reine Sporensuspension wurde im ersten Schritt 15 Minuten auf 97°C erhitzt, während der Abkühlphase auf 4°C wurden anschließend die PCR-Reagenzien zugefügt.

Tabelle 28 : Modifikation der PCR-Protokolle zur getrennten Detektion von Boty bzw. Flipper von Proben aus Reinkultur ohne vorangegangener DNA-Extraktion.

Bestimmung Subspezies ohne DNA-Extraktion kombiniert aus GINDRO et.al. (2005) und MA und MICHAILIDES (2005)				
Primer BOTY2 bzw. FLIPPER (aus Tab. 6 und 7)				
PCR-Ansatz*		Cycler-Programm		
DNA-Template	39 µL (10 <sup>3</sup> Konidien)	Cycle	Temp. (°C)	Zeit (s)
Je Primer	0,4 µM	1	97	15 min
BSA	1µL	1	4	120
Je dNTP	0,2 mM	1	95	180
MgCl <sub>2</sub>	3 mM	40	94 (Denaturation)	40
Taq-Polymerase	2 U		68 BOTY2 / 60 FLIPPER	40
10XPuffer (enthält 1,5mM MgCl <sub>2</sub> )	5 µL		72 (Extension)	60
		1	72	600
		1	8	∞

\*Die Zell-Lyse, das Aufbrechen der Zellwände und Membrane, sowie die Enzym-Inaktivierung (Proteindegradation) und Phenolzerstörung erfolgte auf thermischer Basis.

## Zuverlässigkeit der Methoden

Um die Zuverlässigkeit der in Frage kommenden PCR-Analysen zu prüfen, mussten neben der Optimierung der Cycler-Programme und der Zusammensetzung des Ansatzes die Primer-Paare auf ihre Spezifität und Sensibilität getestet werden.

### Spezifität des Nachweises von *Botrytis cinerea*

Um festzustellen inwieweit das Primerpaar 729+/- inkompatibel mit dem Wirtspflanzengewebe und weiteren Schaderregern der Rebe ist, wurden zum Testen der spezifischen Wirkungsweise sowohl Blätter einer steril aus Gewebekultur gezogenen Rebe, als auch Befallsstellen von frisch infizierten Blättern mit *Plasmopara viticola* und *Uncinula necator* sowie verschiedene *Penicillium*-Stämme, die in den Vegetationsperioden 2004 und 2005 in den untersuchten Rebanlagen auftraten, verwendet und mit deren DNA-Extrakte das Primerpaar getestet.

Zusätzlich wurden die verwendeten Primer mittels BLAST (NCBI Website : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) auf Homologien der Sequenzen mit den in der Datenbank vorhandenen Organismen geprüft.

Bei den Analysen von Rebe und anderen Schaderregern konnte keine Amplifikationen an der Reben-DNA festgestellt werden, Schadstellen an Blättern von *Plasmopara viticola* und *Uncinula necator* zeigten fallweise schwache Banden mit *Botrytis*-identer Länge, dies war jedoch augenscheinlich auf eine Verseuchung der Befallsstellen mit Graufäule-Konidien zurückzuführen. Die gesammelten *Penicillium*-Stämme mussten vor der Analyse auf PDA reingezüchtet werden, wiesen danach aber keine Amplifikations-Produkte auf.

Mit Ausnahme eines Primers der Duplex-PCR konnten auf der NCBI-Homepage bei Verwendung der Standard-BLAST-Parameter keine signifikanten Homologien zu Sequenzen der in der Datenbank vorhandenen Organismen mit Ausnahme vom Zielorganismus gefunden werden.

Der Primer LTR98 (Boty1) wies jedoch am 5'-Ende ein Mismatch mit der DNA der Zielsequenz auf, ein möglicher Grund für die zahlreichen Negativ-Ergebnisse dieses Primerpaars.

## **Sensibilität der PCR in den latent infizierten Weintrauben – Nachweisgrenze**

Zur Abschätzung der Empfindlichkeit der Methode wurde aus einer reingezüchteten *Botrytis-cinerea* Kultur Pilzstrukturen entnommen, mittels Wasserstrahlpumpe durch eine 10µm-Filterscheibe durch mehrfaches Schwemmen mit destilliertem Wasser die Konidien ausgewaschen und aus etwa 5 mm<sup>3</sup> des verbliebenen Mycels nach Zerreiben in flüssigen Stickstoff mit dem DNeasy plant mini kit™ die DNA extrahiert und in 100µl 1xAE Puffer resuspendiert. Die DNA-Konzentration wurde im 1%igen Agarose-Gel durch Vergleich mit einem Marker auf 8 ng/µl geschätzt.

Die erhaltene Lösung wurde 1:100, 1:1 000 und 1:10 000 mit AE-Puffer verdünnt und je 1µl mittels dem Primerpaaren 729+/-, Boty2 und Flipper in der PCR amplifiziert. Im Ansatz befanden sich zusätzlich etwa je 0,1 µg DNA einer sterilen Rebe.

Die Ergebnisse sind in Bild (Abb. 42) dargestellt, wobei neben dem Primer 729+/- zum Nachweis von *Botrytis cinerea*-DNA hier auch die Ergebnisse für die Primer zur Amplifikation von Boty2 und Flipper dargestellt sind. Bei einem Verhältnis von 1:10 000 (Botrytis-DNA zu Reben-DNA) war demnach mit den angewendeten Methoden noch ein positives PCR-Ergebnis zu erreichen.

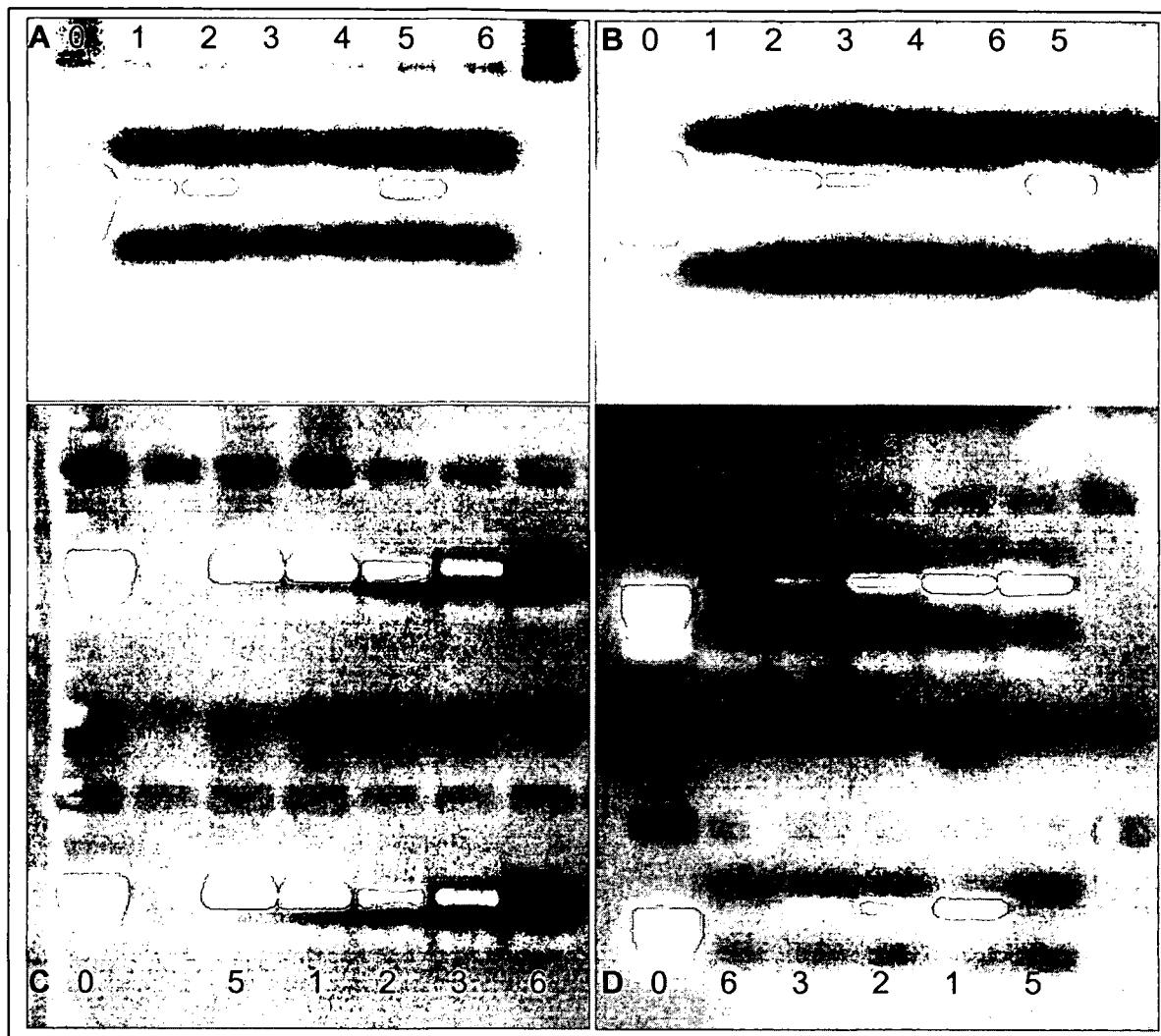


Bild		Pflanzenteil			Nachweisgrenze von		
A		Beeren			<i>Botrytis cinerea</i>		
B		Stiele			<i>Botrytis cinerea</i>		
C		Beeren			Boty		
D		Beeren			Flipper		
E		Stiele			Boty		
F		Stiele			Flipper		
0	1	2	3	4	5	6	
100bp-Ladder	Verdünnung 1:100	Verdünnung 1:1000	Verdünnung 1:10000	Verdünnung 1:100000	Positiv-Kontrolle	Negativ-Kontrolle	

Abbildung 42: Nachweisgrenzen der PCRs für den Nachweis von *Botrytis cinerea*, Flipper und Boty.

#### 4.5.4 Optimales Konzept für die molekularbiologischen Nachweise

Das empfehlenswerte Konzept der Arbeitsschritte für die angestrebten Untersuchungen der DNA von *Botrytis cinerea* im Reben-Wirtsgewebe bzw. in Reinkulturen lassen sich dementsprechend wie folgt zusammensetzen (Abb. 43):

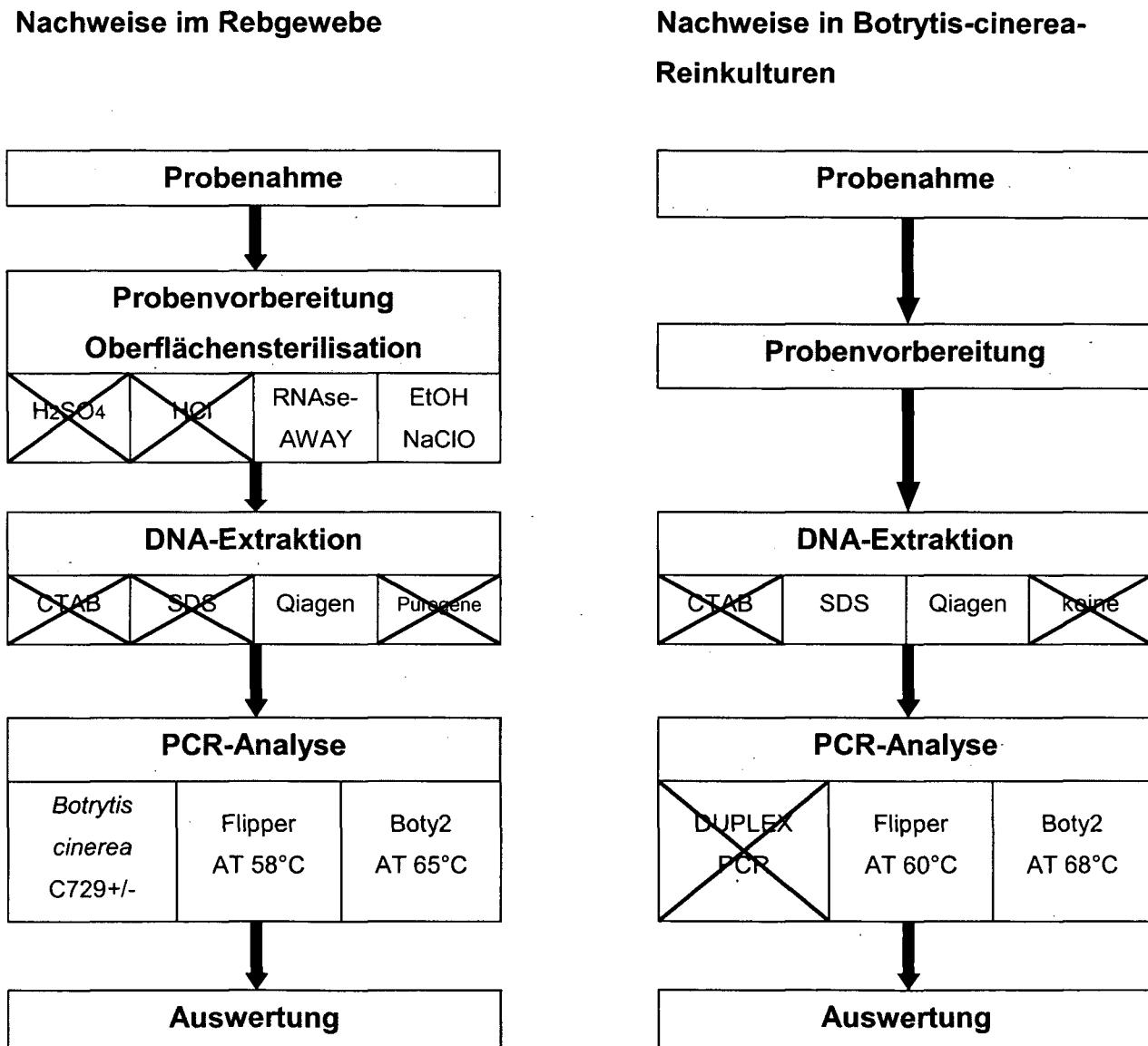


Abbildung 43: empfehlenswertes Konzept der Arbeitsschritte für die angestrebten Untersuchungen der DNA von *Botrytis cinerea* im Reben-Wirtsgewebe bzw. in Reinkulturen.

## 4.6 Untersuchungen zur latenten *Botrytis cinerea*-Infektion von Weintrauben

### 4.6.1 Versuchsauswertungen der Infektionsversuche im Freiland

Die Ergebnisse der jährlichen, visuellen Befallsbonituren zu Befallsbeginn (im September bei etwa 30% Botrytis-Befall = „Boniturtermin früh“) und unmittelbar vor der Lese (bei etwa 65% Botrytis-Befall = „Boniturtermin spät“) der Versuchsstandorte für den Infektionsversuch sind nachstehend in Abb. 44 bis 46 dargestellt (A19).

Abbildung 44 zeigt die sortenspezifische Botrytis-Gesamtbefallshäufigkeit der mit Wasser (Kontrolle), mit Sporensuspension und mit Spezialbotrytizid behandelten Varianten kurz vor der Lese in den Jahren 2005 und 2006.

Daraus ist zu erkennen, dass in den Kontrollvarianten in beiden Jahren die Anlagen mit den Sorten Grüner Veltliner, Blauburgunder und St. Laurent (30 bis 60% Gesamtbefallshäufigkeit) relativ geringen Befall zeigten, während jene mit den Sorten Rheinriesling, Gelber Muskateller und Zweigelt in der Regel einen Befall von 70% bis 100% aufwiesen. Stark unterschiedlich reagierten die einzelnen Sorten der Versuchsstandorte auf die Sporensuspensions- bzw. Spezialbotrytizidbehandlung, wobei nur die Standorte mit den Sorten Gelber Muskateller und St. Laurent in beiden Jahren sowohl eine Befallsverstärkung an den suspensions- als auch eine Verminderung des Botrytisbefalls der botrytizidbehandelten Trauben aufwiesen.

In der mit Wasser behandelten Kontrollvariante war dabei im Jahresmittel der Standorte 2005 gegenüber 2006 zu beiden Boniturterminen ein höherer Beerenbotrytisbefall, jedoch ein geringerer Befall mit Stielfäule festzustellen. 2005 resultierte die Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit kurz vor der Lese in der Kontrolle bei durchschnittlichen 76%, 2006 wurde im Mittel 56% Lese-Befallshäufigkeit erreicht (Abb. 45).

Im Jahresvergleich (Abb. 45) ist zu erkennen, dass sich 2006 bezüglich des Beerenbotrytisbefalles zumeist stärkere befallsfördernde Effekte in den sporensuspensionsbehandelten Varianten sowie effizientere Befallsreduktion an den botrytizidbehandelten Trauben im Vergleich zu 2005 erzielen ließen. Auch der Befall der

Traubenstiele war 2006 durch die Applikation der Sporensuspension häufiger als im Jahr davor.

Durch eine Behandlung mit Botrytizid in die abgehende Blüte konnte der Botrytis-Befall der Beeren sortenübergreifend meist reduziert werden, der Effekt einer Botrytizidbehandlung auf die Stielfäule war in beiden Jahren uneinheitlich und gering.

In den Versuchsflächen zeigten die Sorten dabei augenscheinlich unterschiedliche Reaktionen (Abb. 46): Bei den Weißweinsorten reagierte vor allem die Rebanlage mit Grüner Veltliner bis kurz vor der Lese mit häufigeren und stärkerem Beerenbefall sowie erhöhter Stielfäule auf die Suspension, Rheinriesling- und Gelber Muskateller-Standorte zeigten ebenfalls häufiger Beeren- und Stielfäulebefall in der sporensuspensionsbehandelten Variante.

Das Botrytizid konnte bis zur Lese offensichtlich den Befall am Grüner Veltliner-Standort nur 2005 effizient zurückhalten, während in den Rheinriesling- und Gelber Muskateller-Anlagen durch die Botrytizidbehandlung in beiden Jahren zumindest ein gering befallsreduzierenden Effekt auf den Beerenbefall bis kurz vor der Lese bonitiert werden konnte.

Im Burgenland hinterließ bei den Rotweinsorten die Konidiensuspension in den Rebflächen von Blauburgunder und St. Laurent bis zur Lese erhöhten Botrytisbefall, am Zweigeltstandort war hingegen nur häufiger Stielfäule festzustellen. Die Botrytizidbehandlung reduzierte den Beerenbotrytis bei allen Rotweinsorten deutlich.

Die befallsfördernde Wirkung der Suspensionsausbringung, sowie die Befallsreduktion aufgrund der Botrytizidanwendung in die abgehende Blüte war im Durchschnitt aller Standorte (vor allem aufgrund der Ergebnisse 2006) zumeist signifikant. Weitere signifikante Unterschiede finden sich in Anhang.

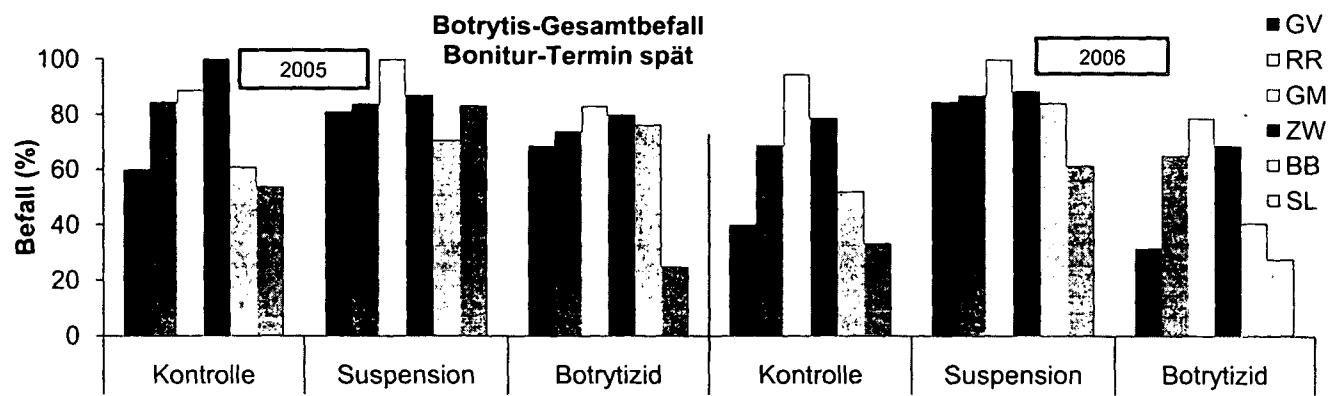


Abbildung 44: Botrytis-Gesamtbefall in den Varianten aus der Bonitur am späten Boniturtermin

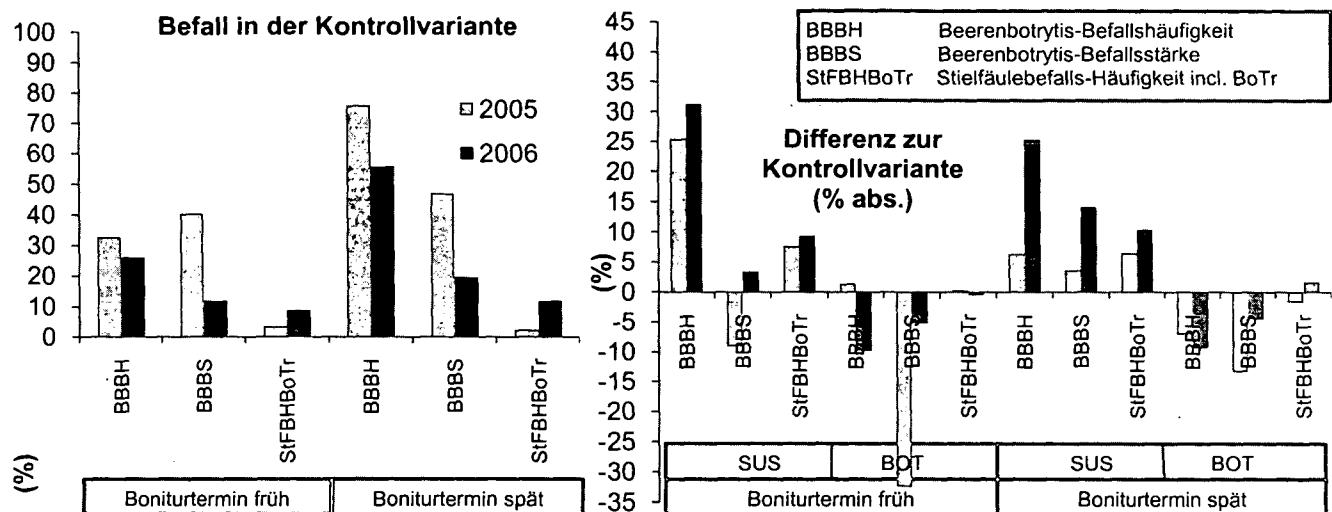


Abbildung 45: Botrytisbefall im Jahresmittel, Kontrolle und Differenz der Varianten

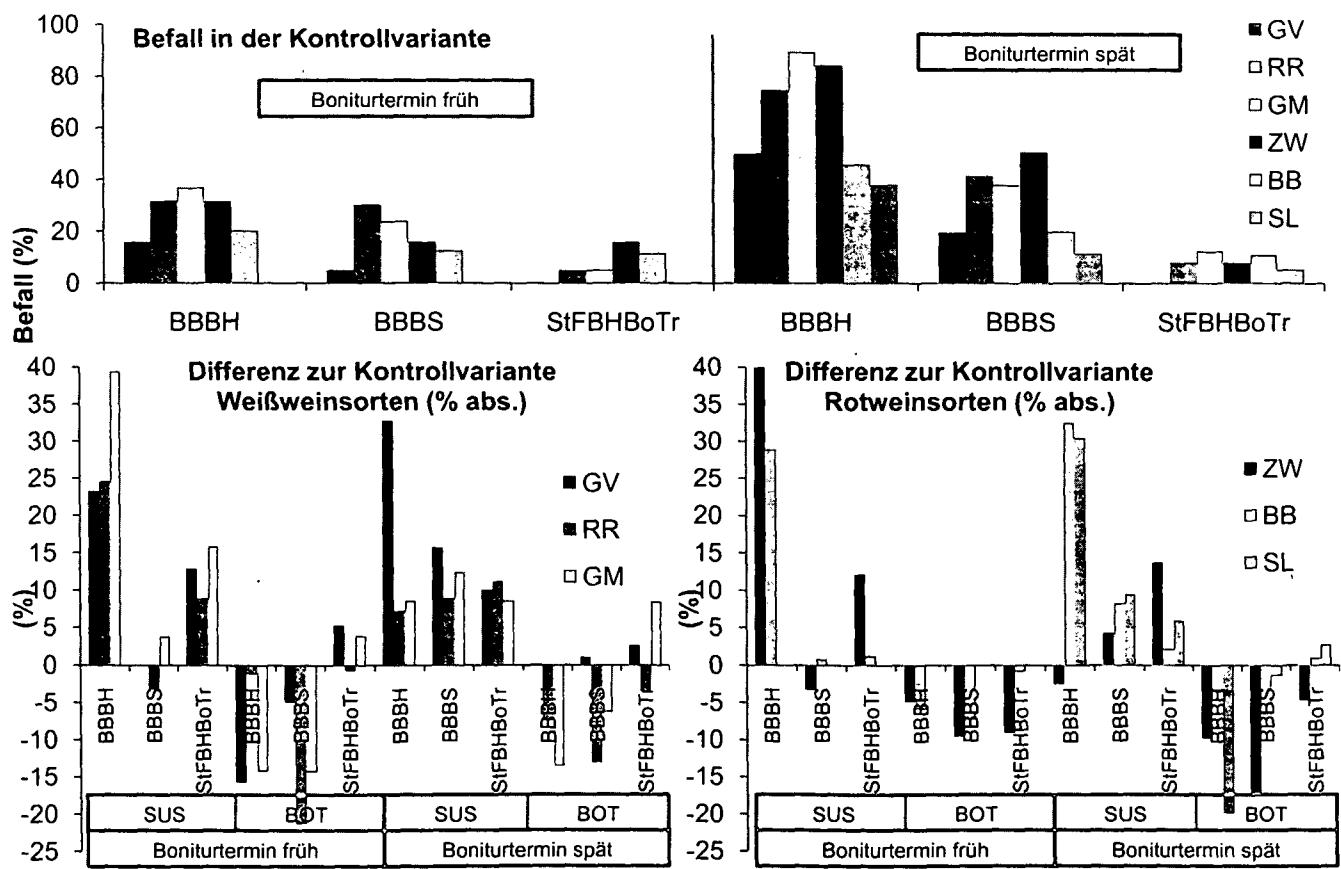


Abbildung 46: Botrytisbefall in der Kontrolle und der Varianten als Differenz zur Kontrolle

#### 4.6.2 Analyse der Resveratrol-Gehalte

Die in der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau (Klosterneuburg) analysierten Gehalte an wichtigen Stilbenen der jungen Trauben sind in Tabelle 29 zusammengefasst.

Tabelle 29: Gehalte an Resveratrol und Piceid der mit Sporensuspension behandelten Trauben im Vergleich mit der wasserbehandelten Kontrolle

Sorte	Variante	trans-Piceid µg/g FM	cis-Piceid µg/g FM	trans- Resveratrol µg/g FM	cis- Resveratrol µg/g FM
Burg/GM	Suspension	1,51	n.n.	n.n.	n.n.
	Kontrolle	2,48	2,73	n.n.	n.n.
Holz/GV	Suspension	3,72	n.n.	n.n.	n.n.
	Kontrolle	5,68	6,24	12,49	n.n.
Hoch/RR	Suspension	0,84	7,63	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,74	3,01	n.n.	n.n.
Höher/RR	Suspension	0,54	5,24	n.n.	n.n.
	Kontrolle	1,05	4,28	n.n.	n.n.
Keller/RR	Suspension	0,75	7,57	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,82	5,45	n.n.	n.n.
Kurz/BB	Suspension	0,50	n.n.	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,42	n.n.	n.n.	n.n.
Baum/BB	Suspension	1,25	n.n.	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,57	n.n.	n.n.	n.n.
Kurz/ZW	Suspension	0,23	2,64	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,50	3,59	n.n.	n.n.
Stüb/SL	Suspension	0,24	1,85	n.n.	n.n.
	Kontrolle	0,28	1,40	n.n.	n.n.
MW	Suspension	1,07	4,99		
	Kontrolle	1,39	3,88		

Während cis-Resveratrol nie und trans-Resveratrol nur in einer Probe (Holz/GV-Kontrolle) nachgewiesen werden konnte, verfügten alle Proben über Gehalte an der Glucosidform trans-Piceid, etliche auch an cis-Piceid. Auffallend war, dass auf die Blauburgunder die Gehalte an trans-Piceid in der Regel in der Kontrolle höher lagen, bei den Zweigelt-, Gelber Muskateller- und Grüner Veltliner-Probe wiesen die Kontrollvarianten zudem einen höheren Gehalt an der cis-Form des Glucosids auf.

#### **4.6.3 Molekularbiologischer Nachweis der latenten *Botrytis cinerea*-Infektion von Weintrauben**

##### **Suspensionsbehandelte Jungtrauben und wasserbehandelte Kontrollvarianten**

In den Abb. 47 (A20) sind die prozentuellen Anteile von positiven Ergebnissen der molekularbiologischen Nachweise einer latenten *Botrytis cinerea*-Infektion von mit Sporensuspension bzw mit Wasser (Kontrolle) behandelten Beeren und Beerentstiele (Probenahmetermin 7 bzw. 14 Tage nach der Applikation, oberflächensterilisiert) dargestellt. Im Durchschnitt aller Standorte wiesen die oberflächensterilisierten Proben der Kontrolle eine Woche nach der Behandlung (Probenahmetermin früh) fast 20%, die Beerentstiele über 30% positiv getestete Proben auf.

Die mit *Botrytis*-Sporen-Suspension behandelten, jungen Trauben waren generell deutlich häufiger infiziert, die Beerentstiele wiesen gegenüber den Beeren häufiger Infektionen auf, wobei am späteren Probenahmetermin (14 Tage nach Inokulierung) die Infektionsraten wieder geringer ausfielen, die Infektionsrate der unbehandelten, oberflächensterilen Trauben ging bei den Beeren auf 2%, bei den Beerentstilen auf unter 8% zurück, die Infektion der suspensionsbehandelten Beeren fiel im selben Zeitraum von ca. 60% auf etwa 20%, die Beerentstiele 70% auf unter 50% zurück (Abb. 47, A20).

Ähnliche Trends fanden sich auch in den Auswertungen der nicht oberflächensterilen Proben (Abb. 47, A21), tendenziell waren häufiger Positivnachweise in der sporensuspensionsbehandelten Variante im Vergleich zur Kontrolle an beiden Probenahmeterminen festzustellen, der Positivanteil ging am 2. Probenahmetermin ebenfalls etwas zurück und die Beerentstiele hatten gegenüber den Beeren in der Regel einen höheren Anteil an positiv getesteten Ergebnissen.

Die oberflächensterilisierten Traubenproben der Sorten in den Versuchsanlagen verhielten sich ähnlich (Abb. 48, A20), die mit Sporensuspension behandelten Proben (25 bis 75 % Infektionsrate) zeigten gegenüber den Kontrollen (0 bis 27 % Infektionsrate) deutlich höhere Infektionsraten. Besonders hohe Anfälligkeit auf *Botrytis*-Infektionen wiesen dabei wieder die Beerentstiele auf, sowohl die Stiele der Kontrolle als

auch die mit Suspension behandelten waren relativ zu den Beeren tendenziell stärker infiziert.

Bei allen Sorten waren hohe Anteile an positiven Nachweisen (über 50%) von *Botrytis cinerea* in den nicht oberflächensterilen Proben festzustellen, dies könnte als hohes natürliches Sporenangebot in der Vegetationsperiode nach der Blüte interpretiert werden (Abbildung 48, A21).

Die Unterschiede der Ergebnisse der oberflächensterilisierten Proben waren im Mittel aller Standorte an beiden Terminen und an Beeren- und Stielproben signifikant, die Standorte von Gelber Muskateller, Rheinriesling und Grüner Veltliner zeigten zudem an den Beeren, die Standorte mit Rheinriesling, Blauburgunder und St. Laurent an den Beerenstielen signifikante Unterschiede zwischen der sporensuspensions- und der wasserbehandelten Variante (A20).

Um zu klären, ob die Traubenproben in bestimmten Bereichen anfälliger auf eine latente Infektion waren, ist der Anteil der Positivergebnisse in Abb. 49 (A22) abhängig von der Position an der Traube zusammengefasst. Die ermittelten Daten unterschieden sich nur geringfügig voneinander, in der Regel wiesen die Beerenstiele in der Mitte der Trauben tendenziell die häufigsten Infektionen auf, zum Unterschied zu den Beeren, an denen in der Traubenmitte die geringste Infektionsrate in der Kontrollvariante detektierbar waren.

### **Botrytizidbehandelte Jungtrauben**

Betrachtet man die 4 Versuchsflächen, an denen auch in Botrytizid getauchte Trauben der molekularbiologischen Analyse unterzogen wurden (Abb. 50, A23), war vor allem an den Beerenstielen unabhängig von der Position an der Traube eine deutliche, signifikante Verringerung der Infektionsrate festzustellen, während bei den Beeren kaum ein Rückgang bemerkbar war. Auch die nicht oberflächensterilisierten Beerenstiele wiesen signifikant weniger oft positive Testergebnisse auf.

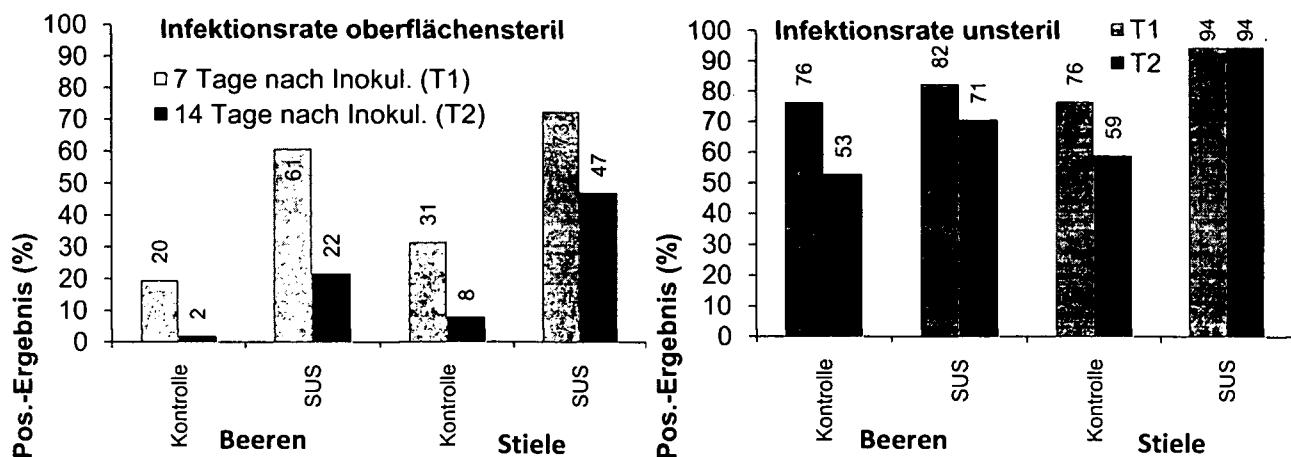


Abbildung 47: terminabh. Pos.-Ergebnisse der un-/sterilen Beeren/Stiele der Varianten

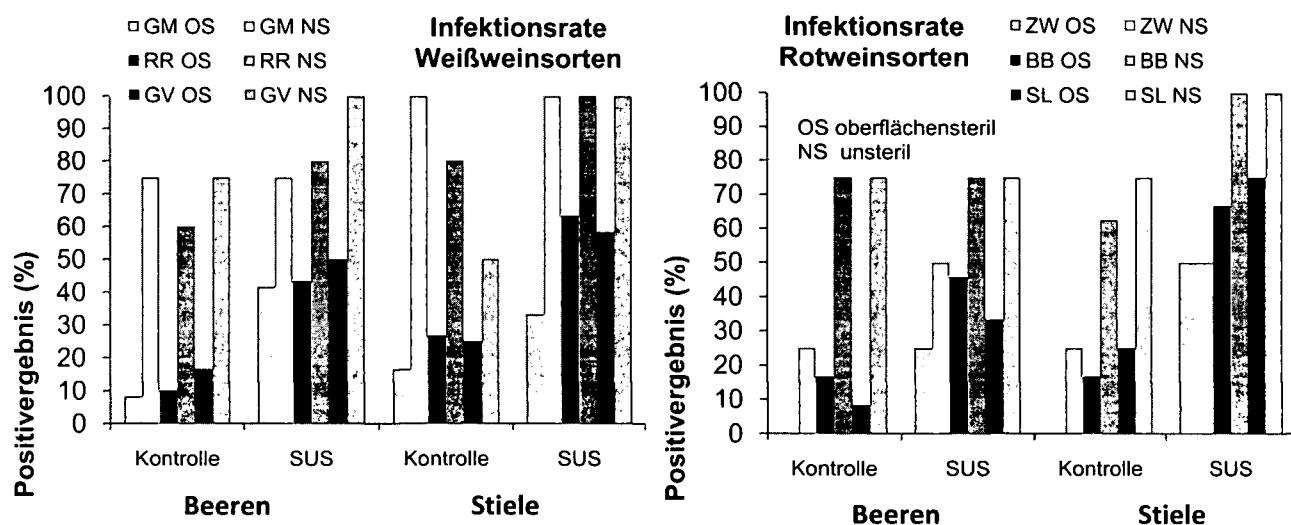


Abbildung 48: sortenspez. Pos.-Ergebnisse der sterilen/unsterilen Beeren/Stiele der Varianten

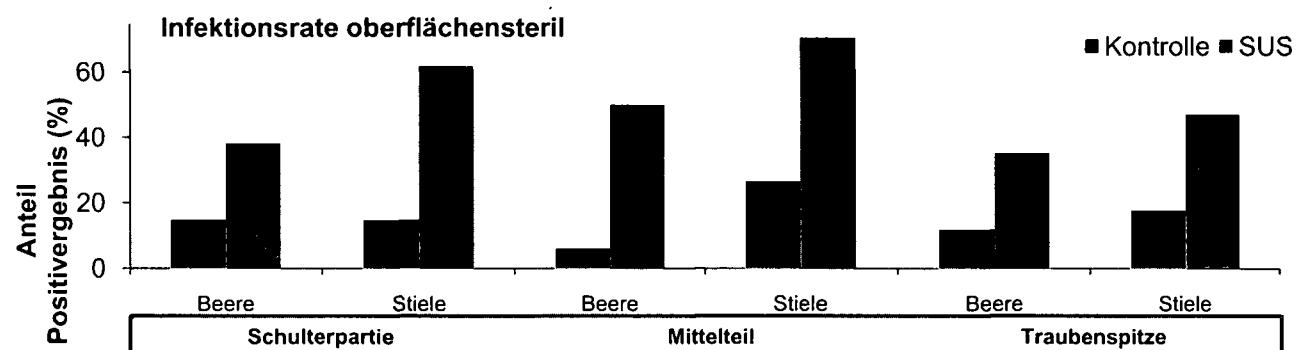


Abbildung 49: Infektionsraten abhängig von der Position an der Traube

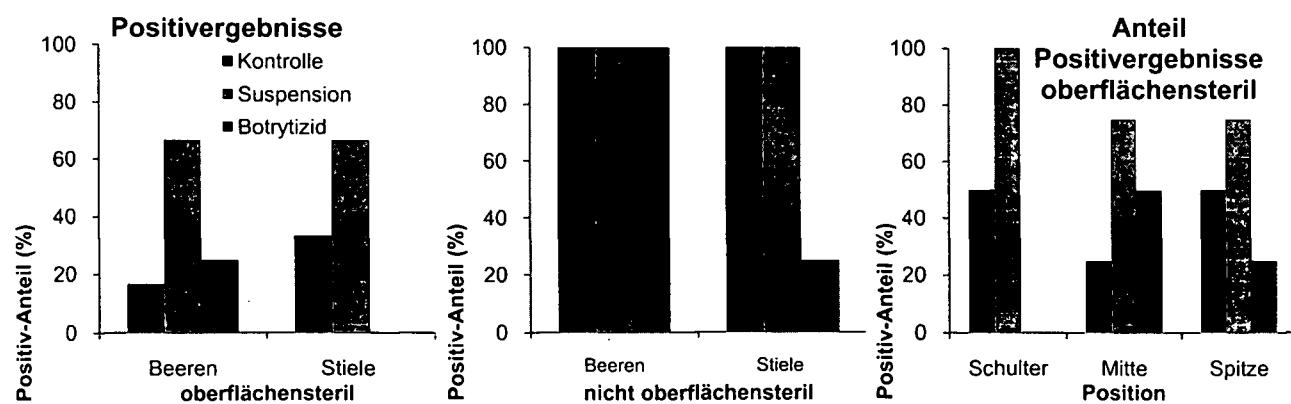


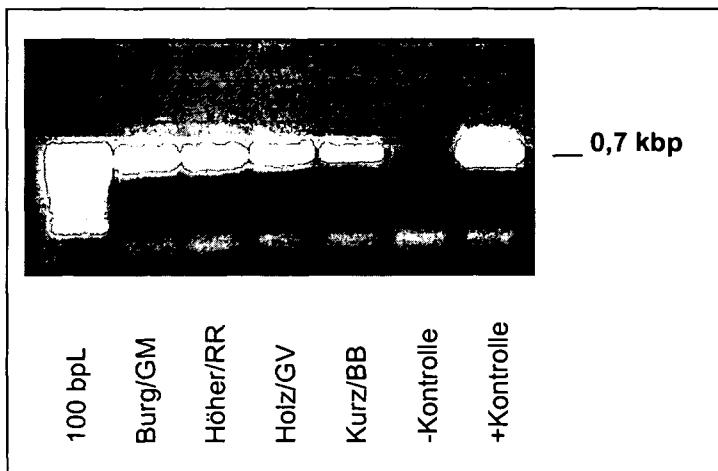
Abbildung 50: Infektionsraten der botrytizidbehandelten Varianten im Vergleich.

## Blütenreste

Etwa 7 Tage nach der Applikation der *Botrytis-cinerea*-Sporensuspension wurden in den Jahren 2005 und 2006 an den Versuchsstandorten Blütenreste von jungen unbehandelten Trauben gesammelt (Tab. 30), sie wiesen zu Fruchtansatz 100% positive Testergebnisse auf (nicht oberflächensteril).

Tabelle 30: Ergebnisse des Nachweises von *Botrytis cinerea* in Blütenresten (Probenahmetermin 7 Tage nach Inokulation, unbehandelt, nicht oberflächensterilisiert)

Riede	Jahr	Ergebnis	Riede	Jahr	Ergebnis
Burg/GM	2005	pos	Kurz/BB	2005	pos
Burg/GM	2006	pos	Kurz/BB	2006	pos
Hoch/RR	2006	pos	Kurz/ZW	2005	pos
Höher/RR	2005	pos	Kurz/ZW	2006	pos
Höher/RR	2006	pos	Baum/BB	2005	pos
Holz/GV	2005	pos	Baum/BB	2006	pos
Holz/GV	2006	pos	Stüb/SL	2005	pos
Keller/RR	2005	pos	Stüb/SL	2006	pos
Keller/RR	2006	pos			



Die starken Banden aus der PCR-Analyse ließen, wie in Abb. 51 exemplarisch dargestellt, auf eine relativ massive Kontamination der in der Traube verbliebenen Blütenteile (Sepalen, Pollen, Calyptren) durch *Botrytis cinerea* schließen.

Abbildung 51: Elektrophorese der PCR von Blütenresten (Probenahmetermin 7 Tage nach Inokulation, 2005)

## 4.7 Bestimmung der Subspezies von *Botrytis cinerea*

### 4.7.1 Bestimmung der Subspezies der gesammelten *Botrytis-cinerea*-Individuen aus Ertragsanlagen

Die Unterscheidung der verschiedenen Herkünfte in die Subspezies Vacuma (besitzt weder Boty noch Flipper), Transposa (besitzt Boty und Flipper), Boty (enthält nur Boty) und Flipper (enthält nur Flipper) aus den Jahren 2004 und 2005 finden sich in Tabelle 31.

Während das Flipper-Primerpaar mit Ausnahme eines Stammes des Standortes Stübring/SL im Jahr 2005 nur positive Ergebnisse brachte, ergab die Detektion des Boty-Transposons mittels des Primerpaars Boty1 das Ergebnis, dass von allen untersuchten Herkünften 15,9% der Subspezies Transposa angehörten, eine Probe war ein Vacuma-Stamm (Stübring/SL 2005), der Rest (115 von 138 Proben) gehörte jedoch zur Subspezies-Gruppe Flipper.

Auch das Boty-detektierende Primerpaar Boty2 zeigte überraschende Ergebnisse: Bis auf eine Probe (Stübring/ SL 2005), die der Subspezies Boty angehörte, waren alle Herkünfte der Transposa-Gruppe zuzuordnen.

Tabelle 31: Subspezies der aus Ertragsanlagen gesammelten *Botrytis cinerea*-Individuen

Probenahme-Jahr	Weinaugebiet	Winzer	Sorte	Botrytis cinerea-Isolat aus Befallsstelle											
				Traube 1			Traube 2			Traube 3					
				Primer		(Boty1)	Subspezies	Primer		(Boty1)	Subspezies	Primer			
				Flipper	Boty2			Flipper	Boty2			Flipper	Boty2		
2004	Seewinkel	Kurzberg	ZW	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Seewinkel	Kurzberg	BB	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Seewinkel	Stübring	SL	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Seewinkel	Strassenacker	ZW	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2004	NSS-Hügelland	Hochbaumgartner	BB	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	NSS-Hügelland	Satz	ZW	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Südsteiermark	Stmk3	TR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Südsteiermark	Nußberg	WR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Heudürr	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Achspoint	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Singerriedel	RR	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Vießling	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Kreutles	RR	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Kreutles	GV	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Kellerberg	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2004	Kremstal	Holzgasse 2 alt	GV	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Kremstal	Klampfenstein	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2004	Wachau	Höhreck	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Burgstall	GM	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Hochstrasser	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Wachau	Hochstrasser	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2004	Kamptal	Heiligenstein	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2004	Kamptal	Gobelsburg	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Seewinkel	Kurzberg	ZW	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Seewinkel	Kurzberg	BB	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2005	Seewinkel	Stübring	SL	+	+	-	T	-	+	-	B	+	+	-	T
2005	Seewinkel	Strassenacker	ZW	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	NSS-Hügelland	Hochbaumgartner	BB	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2005	NSS-Hügelland	Satz	ZW	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2005	Südsteiermark	Stmk1	WB	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Südsteiermark	Stmk2	WB	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2005	Wachau	Heudürr	RR	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Achspoint	GV	+	+	+	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Singerriedel	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Vießling	RR	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Kreutles	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2005	Wachau	Kreutles	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Kellerberg	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Kremstal	Holzgasse 2 alt	GV	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2005	Kremstal	Klampfenstein	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Höhreck	RR	+	+	-	T	+	+	+	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Burgstall	GM	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Wachau	Hochstrasser	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	+	T
2005	Wachau	Hochstrasser	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Kamptal	Heiligenstein	RR	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T
2005	Kamptal	Gobelsburg	GV	+	+	-	T	+	+	-	T	+	+	-	T

Legende

NSS Neusiedlersee

B Boty

T Transposa

#### 4.7.2 Bestimmung der Subspezies in den latent infizierten Trauben

Die positiv getesteten Proben aus der molekularbiologischen Analyse der Trauben auf latente Infektion durch *Botrytis cinerea* wurden auf die Zugehörigkeit zu den Subspezies des Schaderregers getestet, die Ergebnisse der Auswertungen sind in Abbildung 52 (A24) festgehalten.

Der prozentuelle Anteil an Transposa-Stämmen war in der mit Suspension behandelten Variante gegenüber der Kontrolle erhöht, die Beeren waren in beiden Varianten im Vergleich mit den Beerentstielten stärker mit Transposa-Stämmen infiziert. Mit späterem Probenahmetermin sank mit Ausnahme der Beeren der Kontrollvariante, wobei nur eine einzige auf Botrytisinfektion positiv getestete Probe vorhanden war, tendenziell der Anteil der Vacuma-Individuen, die zur Infektion führten.

Die Ergebnisse der 4 Standorte, an denen zusätzlich auch die botrytizid-behandelten Trauben analysiert wurden, finden sich in Abbildung 53 (A25). Die molekularbiologische Analyse der oberflächensterilisierten Beeren zeigte in der Kontrollvariante einen Transposa-Anteil von 50 %, die mit Suspension behandelte von über 60 % und die botrytizidbehandelte Variante von 75 %. In den oberflächensterilen Beerentstielten waren in der Kontrollvariante nur Vacuma-Stämme zu finden, während in der suspensionsbehandelten Variante über 80 % Transposa-Anteil vorlag. Die Botrytizid-Variante wies keinen Befall auf. Die Unterschiede der Varianten waren zumeist nicht signifikant (A24 und A25).

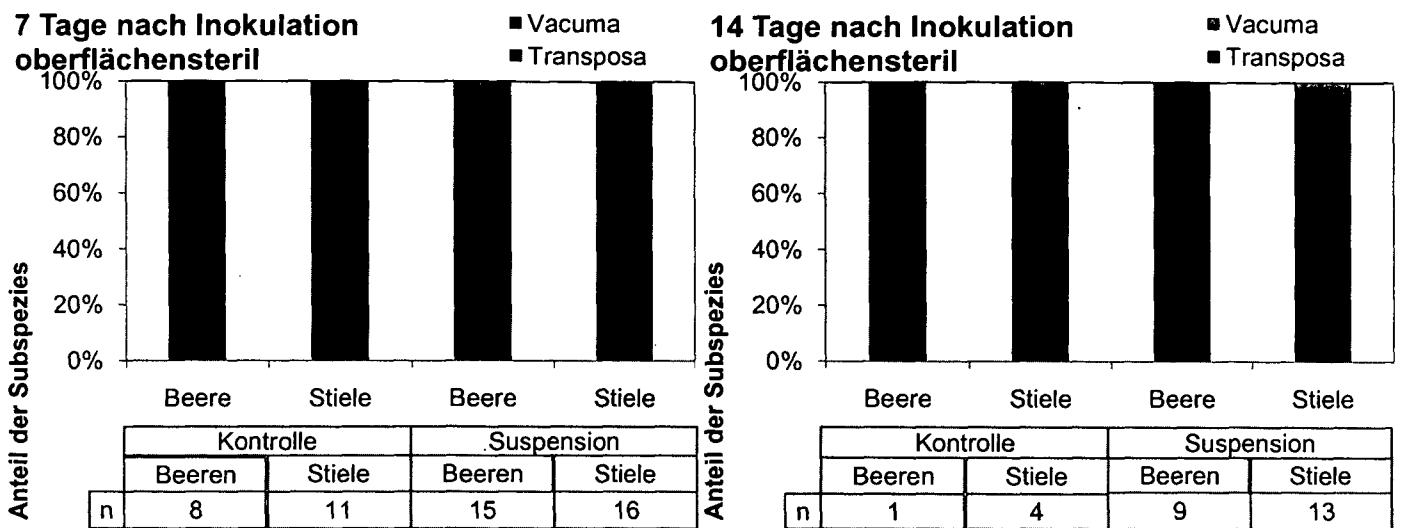


Abbildung 52: Anteil der Subspezies in latent infizierten Beeren und Stielen 7 und 14 Tage nach Inokulation

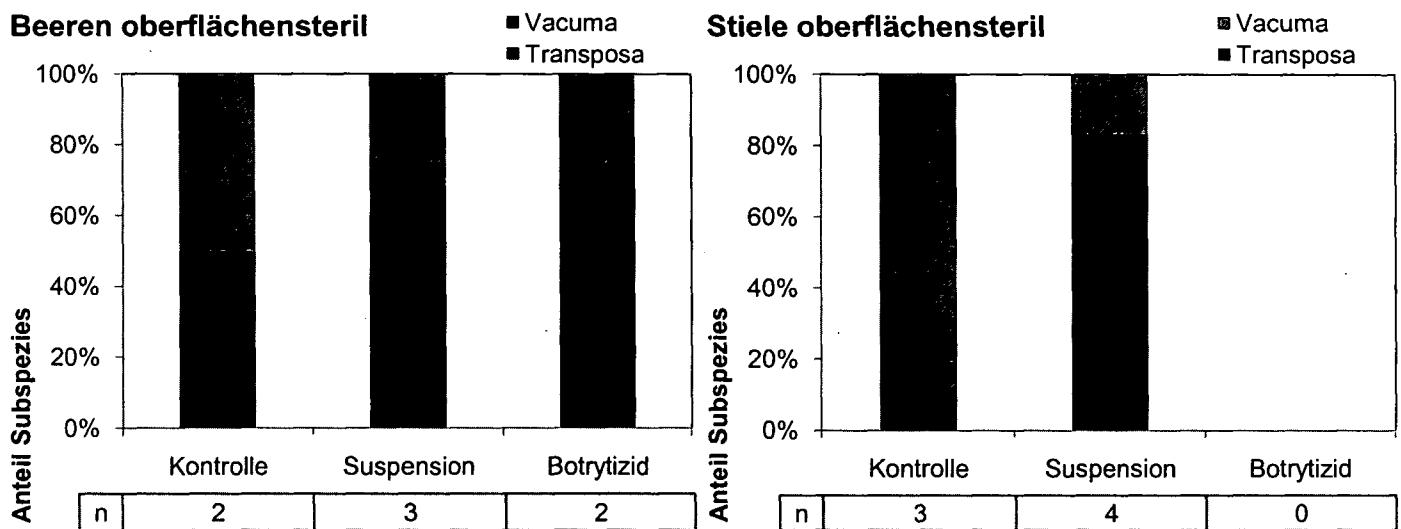


Abbildung 53: Anteil Subspezies in Beeren u. Stiele 7 Tage nach Inokulation: Kontrolle, Suspension und Botrytizid

## 5 Diskussion

### Freilanduntersuchungen

Die Vegetationsperioden der Jahre 2004 bis 2006 lieferten gute Ausgangsbedingungen für Freilandversuche zur Untersuchung von Graufäule an Weintrauben, da die Witterungssituation in den einzelnen Jahren stark heterogenen Botrytisbefall zur Folge hatte. 2004 streute die Botrytisbefallshäufigkeit an den Rheinriesling- und Grüner Veltliner-Standorten in der Wachau und im Kremstal nach einer Frostnacht Anfang Oktober bei einem Mittel von etwa 50% von 30% bis 90%, während in den Trockengebieten Seewinkel und Neusiedlersee-Hügelland an den untersuchten Standorten mit Zweigelt und kompakttraubigen Blauburgunder nur maximal 10% Lesebefall festzustellen war. In den Versuchsjahren 2005 und 2006 musste sowohl in den niederösterreichischen, als auch in den burgenländischen Versuchsstandorten durch die Niederschlagsmengen während der Reifungsphase beider Jahre ein Botrytisausmaß von durchschnittlich fast 60% Befallshäufigkeit festgestellt werden, wobei sowohl nahezu befallsfreie Rebanlagen wie auch Standorte, an denen fast 100% aller Trauben befallen waren, in die Untersuchungen einbezogen werden konnten.

Nur tendenziell zeichnete sich bei den untersuchten Sorten Riesling, Grüner Veltliner, Zweigelt und Blauburgunder in den Jahren 2004 bis 2006 ab, dass hohe Niederschlagsmengen innerhalb von zwei Wochen nach der Rebblüte sowie im Zeitraum von etwa drei Wochen nach dem Erreichen von 60°Oe tendenziell den Botrytisbefall förderten. Zu beiden Terminen waren die Zusammenhänge jedoch nur wenig abgesichert. In den Versuchsjahren 2005 und 2006 war zudem zu beobachten, dass von Blühbeginn bis vollständigem Abblühen der Gescheine entweder gar keine Niederschläge fielen oder nur kurze, starke Gewitterregen, die die Gescheine kaum direkt benetzten. Damit konnte der Witterungseinfluss einerseits während der empfindlichen Reifephase und andererseits auf die latente Infektion im phänologischen Entwicklungsstadium der abgehenden Rebblüte (CLAUS 1968, GÄRTEL 1968 und REDL et al. 1996) nur tendenziell bestätigt werden.

Durch Inokulation mit einer *Botrytis cinerea*-Sporensuspension konnte jedoch in den eigenen Freilanduntersuchungen auch bei zügig voranschreitendem Blühverlauf bei den

untersuchten Sorten Grüner Veltliner, Rheinriesling, Gelber Muskateller, Zweigelt, Blauburgunder und St. Laurent in den Jahren 2005 und 2006 ein häufigerer Beeren- und Stielfäulebefall erzielt werden. Als Voraussetzung für die Infektion wird die Anwesenheit von flüssigem Wasser für mind. zwei Stunden genannt (CLAUS 1968), in dem die Konidien in einem weiten Temperaturbereich quellen können, während zur Ausbildung des infektiösen Keimschlauches anschließend nur mehr genügend hohe Luftfeuchte nötig ist (COERTZE et al. 2001). Dies wird durch die getätigten Versuche bestätigt, da offensichtlich die kurze Nässeperiode während der Ausbringung der Sporen-Suspension ausreichte, um bei hohem Sporenangebot eine latente Infektion zu provozieren.

Die direkte latente Infektion des intakten Rebgewebes konnte durch die molekularbiologischen Analysen ebenfalls bewiesen werden: die sporensuspensionsbehandelten, oberflächensterilen Trauben wiesen bis 2 Wochen nach Sporenapplikation sortenunabhängig generell hohe Infektionsraten der Beeren und Beerentstiele auf.

Diese Ergebnisse bestätigten somit die unter feuchten Bedingungen erzielten Ergebnisse von PEZET et al. (2003), die bei vergleichbaren Inokulationsversuchen an Gamay und Gamaret in der Schweiz eine latente Infektion erreichten, sowie auch jene von KELLER et al. (2003) an Blauburgunder und Chardonnay in Versuchsglashäusern. Auch CLAUS (1968) und BEETZ (1969) fanden in ihren Versuchsanlagen nach ungünstigem Blühverlauf massiven Stielfäulebefall und einen hohen Anteil von Bodentrauben an Rheinriesling.

Zu Befallsbeginn wurde in der eigenen Arbeit beobachtet, dass eine latente Infektion durch *Botrytis cinerea* im Freiland zeitlich nicht wesentlich früher als der natürliche Befall im Herbst ausbrach. Die Stadienresistenz der generativen Reborgane (REDL et al. 1996) schützte offensichtlich effizient auch vor einem Befallsausbruch an den latent infizierten Trauben. Dadurch war es prinzipiell unmöglich, mit dieser Methode den tatsächlichen Anteil des durch Latenz hervorgerufenen Botrytisbefalles am Gesamtbefall zu ermitteln.

Mittels PCR konnte hingegen bewiesen werden, dass mit Ausnahme von Zweigelt alle untersuchten Sorten auf die natürliche latente Infektion (in der oberflächensterilisierten Kontrollvariante) reagierten, die Infektionsrate bis zwei Wochen nach Versuchsanlage

war jedoch generell gering, was die Vermutung untermauert, dass die niederschlagsarme Witterung nach der Rebblüte 2005 und 2006 im Freiland nur untergeordnet latente Infektionen verursachte. Dies erklärt den im Freiland beobachteten vermeintlich schlechte Wirkungsgrad der Botrytizidanwendung in die abgehende Blüte 2005 und 2006.

Im Gegensatz dazu konnte 2004 in eigenen, orientierenden Freilandversuchen ein weitaus besserer Bekämpfungserfolg durch Botrytizidbehandlung der Infloreszenzen in die abgehende Blüte erzielt werden (Daten nicht dargestellt). 2004 zeichnete sich dabei an den Versuchsstandorten durch feuchtes, infektionsförderndes Wetter kurz nach der Rebblüte aus. Dies unterstreicht den Einfluß der Witterung auf die latente Infektion.

Ebenso konnte 2001 in burgenländischen (ACHLEITNER 2003), 2002 und 2003 in niederösterreichischen (KNOLL 2008) sowie 2005 in steirischen und niederösterreichischen (REDL et al. 2008) Rebanlagen durch Applikation von Spezial-Botrytiziden in die abgehende Blüte bei zumeist relativ feuchter Witterung nach der Blüte im Rahmen von Botrytizid-Großversuchen in der Regel eine Reduktion des Lesebefalles erreicht werden.

Die PCR-Tests der nicht oberflächensterilen Jungtraubenteile, die nicht mit Sporensuspension behandelt wurden, zeigten bis zwei Wochen nach der abgehenden Rebblüte in der eigenen Arbeit im Vergleich zu den oberflächensterilen Vergleichsproben einen erhöhten Anteil an Positivergebnissen, was als hohes Sporenangebot zu interpretieren war. STELLWAAG-KITTNER (1968) stellte mehrjährig auch in sehr trockenen Jahren etwa 1000 Konidien pro Beere fest, was allgemein auf ein hohes Erregerpotential im Frühjahr schließen lässt.

Mittels PCR konnte in der eigenen Untersuchung zudem ein hoher Anteil an auf natürlichem Weg infizierten Blütenresten etwa eine Woche nach der abgehenden Rebblüte aufgezeigt werden. Damit ist davon auszugehen, dass neben der erwiesenen, direkten latenten Infektion, auch Infektionen über den indirekten Weg wahrscheinlich waren.

Dieses Ergebnis könnte auch den allgemein hohen Wirkungsgrad des Botrytizideinsatzes zu Traubenschluß in Freilandversuchen erklären (ACHLEITNER 2003, KNOLL 2008 und REDL et al. 2008), indem zu diesem (eigentlich

unempfindlichen) Rebenentwicklungsstadium die infektiöse *Botrytis cinerea* aus den im Traubengerüst hängengebliebenen Blütenresten effizient mitbekämpft werden kann. Ebenfalls konnten Arbeiten von JERMINI et al. (1986) im niederschlagsreichen Schweizer Tessin und WOLF et al. (1997) in der USA untermauert werden, die an nach der Blüte mit starkem Gebläse geputzten Gescheinen deutlich geringeres Botrytis-Auftreten im Freilandversuchen fanden.

Zur Lese im Oktober waren die Unterschiede im Freiland-Befall der sporensuspensions-  
zur wasserbehandelten Trauben nur noch abgeschwächt feststellbar, da offensichtlich  
der von der latenten Infektion verursachte Botrytisbefall vom natürlichen Graufäulebefall  
während der Reife stärker überlagert wurde. Das Hauptausmaß der Botrytisinfektion  
fand in beiden Jahren augenscheinlich im Herbst statt, erklärbar durch das  
Zusammenbrechen der Stadienresistenz der Weinbeeren nach Reifebeginn (REDL et  
al. 1996).

Erwähnenswert ist der Umstand, dass sortenunabhängig zwei Wochen nach Inokulation  
der Anteil der mittels PCR positiv getesteten Proben generell niedriger waren als 7  
Tage nach Sporensuspensionsausbringung. Das Ausmaß dieses Effekts kann nicht mit  
dem gelegentlich beobachteten Abwerfen von offensichtlich infizierten, nekrotischen  
Gescheins- bzw. Traubenteilen (vor allem in der suspensionsbehandelten Variante)  
erklärt werden. Einerseits impliziert dieses Phänomen, dass in beiden Versuchsjahren  
wohl keine zusätzlichen latenten Infektionen nach der Blüte stattgefunden haben, was  
durch die Stadienresistenz der Rebe erklärbar erscheint (NAIR und HILL 1992).  
Andererseits ist es möglich, dass teilweise ausgekeimte Konidien auch im Falle des  
Eindringens in die Interzellulare des Wirtsgewebes abstarben oder durch die induzierten  
Abwehrmechanismen der Pflanze trotz des geringen Stilbenspiegels (eventuell  
aufgrund erhöhter Pterostilbenkonzentrationen) schließlich doch abgetötet wurden  
(KELLER et al. 2003).

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb festzustellen, inwieweit die  
Abwehrmechanismen des Rebgewebes gegen die direkte latente Infektion vorhanden  
waren.

Stilbene (trans-, cis-Resveratrol, die glycosidischen Formen trans-, cis-Piceid, sowie die  
polymeren Viniferine), die zusammen mit den Pterostilbenen zu den Bestandteilen der  
phenolischen Inhaltsstoffe zählen (JEANDET et al. 1995b), wirken neben anderen

Substanzen als Phytoalexine, das heisst als antimikrobielle bzw. fungistatische Abwehrstoffe der Pflanze, die infolge von Infektionen verschiedener Pathogene oder Stress gebildet werden (SIEMANN und CREASY 1992, ELSTNER et al. 1996).

KELLER et al. (2003) führten umfangreiche Analysen von zum Teil im Glashaus künstlich infizierten Rebblüten und ihren sekundären Inhaltsstoffen durch und fanden sowohl in mit Botrytiskonidien inkulierten als auch in unbehandelten Blüten Piceid in niedriger Konzentration. Derartig geringe Gehalte konnten durch die eigenen Ergebnisse aus Proben, die eine Woche nach der abgehenden Blüte gezogen wurden, bestätigt werden und waren offensichtlich nicht ausreichend, um eine latente Infektion effizient zu verhindern (KELLER et al. 2003).

*Botrytis cinerea* kann als Maßnahme gegen die Verteidigungsmechanismen der Pflanze das Exoenzym Laccase produzieren. Diese Stilbenoxidase detoxifiziert die von der Pflanze gebildeten Stilbene (PEZET et al. 1992). Die vergleichsweise geringfügig höheren Piceid-Gehalte, die in den eigenen Untersuchungen in den nicht mit Sporensuspension behandelten Teilen von jungen Trauben festgestellt wurden, sind möglicherweise darauf zurückzuführen.

Trans-Resveratrol wurde bislang nur in Vitro ausschließlich in Blüten, die mit Botrytis-Sporensuspension behandelt wurden, gemessen, der Resveratrolspiegel sank jedoch nach einem Maximum 2 bis 3 Tage nach Botrytis-Sporenapplikation drastisch (BAVARESCO et al. 1997). KELLER et al. (2003) konnte hingegen in mit *Botrytis cinerea* im Freiland in der Nachblüte inkulierten Infloreszenzen nur selten und in äusserst geringer Konzentration Resveratrol nachweisen. PEZET et al. (2003) stellte zudem ein geringes Potential zur Resveratrolbildung der generativen Organe der Rebe kurz nach der Blüte fest, erst etwa zwei Wochen nach der Vollblüte stieg die Resveratrolkonzentration stark an. Diese Ergebnisse konnten mit den Analysen aus den eigenen Versuchen, wo Resveratrol eine Woche nach der abgehenden Rebblüte nur in einer Probe festgestellt wurde, bestätigt werden. Zudem liefert der Verlauf der Resveratrolkonzentration (PEZET et al. 2003) ein Indiz, dass eine latente Infektion durch *Botrytis cinerea* während der abgehenden Blüte auch durch die Abwehrmechanismen der Rebe nicht zu verhindern ist.

Aufgrund genannter Ergebnisse ist daher davon auszugehen, dass sowohl die direkte latente Infektion des intakten Rebgewebes wie auch der Weg über die Infektion der Blütenreste witterungsabhängig ein hohes Infektionsrisiko darstellt.

Nach Reifebeginn bis zur Lese gilt die Traubenarchitektur als ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Botrytisbefall: Als Vorteile der Lockerbeerigkeit werden schnelleres Abtrocknen nach Regenfällen und Tau, besseres Abhärten der Beerenhaut durch erhöhte Besonnung, gründlicheres Abfallen der Blütenreste aus der Traube (Putzen), bessere Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln und geringeres Risiko des Abdrückens von Einzelbeeren nach Intensivniederschlägen während der Reifung genannt (REDL et al. 1996, PRIOR 2003 und WALG 2005). Das Entstehen der Lockerbeerigkeit ist auf genetische Ursachen, Schaderregerbefall, ungenügende Versorgung von Nährstoffen und Assimilaten bzw. durch ungünstige Witterung hervorgerufene schlechte Befruchtung sowie auf einen gestörten Wuchsstoffhaushalt der Reben begründet (REDL et al. 1996).

In der eigenen Arbeit zeigten sich in den Jahren 2005 und 2006 lockerbeerige Riesling-Trauben in verschiedenen Rebanlagen zur Lese nur geringfügig seltener und schwächer mit Beerenbotrytis befallen, die Traubenarchitektur hatte auf den Stielfäulebefall keinen Einfluss.

Auch hinsichtlich ihrer Mostparameter konnten im Herbst in beiden Versuchsjahren keine signifikante Unterschiede zwischen lockerbeerigen und kompakten Trauben aufgezeigt werden. Diese Ergebnisse bestätigten Untersuchungen zur Ertragsreduzierung in deutschen Rebanlagen von PRIOR (2003) und WALG (2005), die zwischen Mosten von lockerbeerigen und kompakten Trauben ebenfalls keine signifikanten Unterschiede fanden.

Genaue Untersuchungen verschiedener Eigenschaften von je 50 markierten Einzeltrauben an nebeneinanderstehenden Stöcken in zwei Rheinriesling, zwei Grüner Veltliner-, zwei Zweigelt- und einer Blauburgunderrebanlage auf den Einfluss des Botrytisbefalls zeigten sortenübergreifend, dass die lockerbeerigen Trauben in der Regel auf den Schwachtrieben, bei Rheinriesling zumeist auch auf der 1. Insertion zu finden waren. Anfänglich besonders auf Beerenbotrytisbefall gefährdet waren sortenübergreifend kompakte Trauben auf Starktrieben in der Regel unabhängig von ihrer Insertionshöhe. Bereits in einer früheren Arbeit fand ACHLEITNER (2003) an

Starktrieben bei Riesling in der Wachau häufigeren Botrytisbefall, wobei die Insertionshöhe der Trauben keinen Einfluss hatte. Mit fortschreitender Reife zeigten sich jedoch die lockerbeerigen zunehmend anfälliger, sodass zum Lesezeitpunkt kein signifikanter Unterschied in der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit mehr ermittelt werden konnte.

Nur geringfügig litten in dieser Untersuchung die lockerbeerige Trauben auch häufiger an Stielfäule, was das Ergebnisse der Einzeltraubenuntersuchung in verschiedenen Rieslinganlagen untermauert. Signifikant war festzustellen, dass mit Beerenbotrytis befallene Trauben der untersuchten Sorten Grüner Veltliner, Zweigelt und Blauburgunder auch zu Stielfäule neigten (wobei die beiden Rotweinsorten generell nur geringfügig stielfaul waren). Beim stielfäuleempfindlichen Riesling war der Effekt allerdings weniger deutlich ausgeprägt.

Bei einem Teil der Trauben der stärker durch Stielfäule in Mitleidenschaft gezogenen Sorten Grüner Veltliner und Riesling wurde wahrscheinlich das Traubengerüst durch die bereits befallenen Beeren angesteckt, die Möglichkeit, dass die einzelnen Trauben eines Rebstocks generell unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber einem Botrytisbefall aufwiesen, war nicht auszuschließen.

Wider Erwarten waren somit auf natürlichem Weg entstandene lockerbeerige Trauben in den Jahren 2005 und 2006 im Vergleich zu den kompakten sowohl bezüglich der Beerenbotrytis als auch der Stielfäule nicht von Vorteil.

Eine enorm hohe Variabilität des Botrytisbefalls konnte zudem zwischen einzelnen Rebstöcken innerhalb zahlreicher Rebanlagen trotz einheitlicher Rebenkultivierung, relativ gleichmäßigem Wuchs und ohne augenscheinlicher Lage- bzw. Bodenunterschiede vor allem bei Grüner Veltliner und Rheinriesling festgestellt werden. Auch REDL et al. (2008) weist auf die Problematik der Versuchsauswertung aufgrund der starken Heterogenität des stockspezifischen Botrytisbefalls in seinen Varianten hin.

Die stockspezifischen Untersuchungen in dieser Arbeit erbrachten das Ergebnis, dass überdurchschnittlich stark mit Beerenbotrytis befallene Reben von Rheinriesling und Grüner Veltliner im nächsten Jahr auch wieder häufiger und stärker durch Botrytis in Mitleidenschaft gezogen waren. Zur Erklärung kommt einerseits in Betracht, dass stockspezifisch möglicherweise unterschiedlich hohe *Botrytis cinerea*-Inokula

überdauern konnten, die zur Primärinfektion im Folgejahr führten. Andererseits sind als mögliche Einflussfaktoren auf die stockspezifisch höhere Anfälligkeit gegenüber *Botrytis cinerea* die individuelle Wurzelausdehnung, das unterschiedliches Nährstoffaufnahmevermögen wie auch eine Schwächung des Einzelstocks durch Verletzung der Leitungsbahnen des Rebstammes oder durch einen nicht sichtbaren Befall des Altholzes mit holzzerstörende Pilze, Viren oder Phytoplasmen anzuführen.

In der eigenen Arbeit zeigten die Reifeanalysen der überdurchschnittlich stark bzw. schwach mit *Botrytis* befallenen Rebstöcke weitgehend gegensätzliche Ergebnisse der beiden Sorten Grüner Veltliner und Rheinriesling, wobei die Standorteinflüsse durch die Betrachtung der Differenzen weitgehend eliminiert wurde. Bei Grüner Veltliner waren tendenziell die relativ °Oe-reicher Rebstöcke befallsanfälliger, bei Rheinriesling offensichtlich Rebstöcke mit sowohl zucker- wie säurearmen Trauben, was auf Unterversorgung hinweisen könnte. Auffällig war die geringe Abhängigkeit des *Botrytis*-befalls von der Nährstoffversorgung der untersuchten Rebstöcke, diagnostiziert durch Analysen der Blattspreiten. Nur tendenziell war festzustellen, dass der Grüne Veltliner mit hohem, der Rheinriesling mit niedrigem Stickstoff/Kalium-Verhältnis botrytisanfälliger war, wobei das Verhältnis vorwiegend durch die Stickstoffkonzentrationen beeinflusst war. BERGMANN (1993) erwähnt allgemein das Gleichgewicht zwischen Stickstoff und Kalium im pflanzlichen Gewebe als wesentlichen Resistenzfaktor der Pflanze gegenüber Schaderregern, wobei hohe Stickstoffgehalte den Schaderregerbefall fördern, hohe Kaliumgehalte im Pflanzengewebe jedoch befallsmindernd wirken, womit zumindest die Ergebnisse der untersuchten Grünen Veltliner-Stöcke erklärt werden könnten. Im Wesentlichen widerspricht die stärkere Stielfäuleanfälligkeit der höher mit Stickstoff versorgten Rieslingstöcke auch den eigenen Untersuchungen von stielfäulebefallenen Rieslingstöcken: die Einzelstöcke mit relativ starkem Bodentraubenaufreten waren im Folgejahr zwar wieder signifikant bodentraubenreicher, tendenziell zeigten sich dabei Stöcke mit hohen Stickstoff- und geringem Calcium-Gehalt in den symptomfreien Beeren am Stock stielfäuleanfälliger. BERGMANN (1993) weist auf die zunehmende Schwächung des Stützgewebes vieler Kulturpflanzen durch steigende Stickstoffgaben hin. Höhere Calcium-Gehalte verbessern hingegen die Resistenz zahlreicher Pflanzen gegen verschiedene pilzliche Krankheiten. Der positive Einfluss des Calciums wird auf Zellwandverstärkungen und damit erhöhte Eindringresistenz, verbesserte Stabilität des Pektins gegen

enzymatischen Abbau, kleinere Interzellularräume und z.T. auf die Reduzierung der freien Aminosäuren zurückgeführt (BERGMANN 1993).

Die Kulturführung und Ertragsbelastung begründete offensichtlich, dass im Vergleich der in dieser Arbeit untersuchten Standorte der Botrytisbefall bei Riesling mit dem pflanzenverfügbaren Bodenstickstoff und den Stickstoffblattgehalten (ermittelt zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn) nicht in Bezug gebracht werden konnte. Der Nmin-Gehalt des Bodens hatte in Übereinstimmung mit weiterführenden Arbeiten in Österreich (REDL et al. 2008) keinen Einfluss auf N-Gehalte der Blattspreiten.

Es ist zu hinterfragen, ob der fehlende Zusammenhang mit dem Boden-Nmin möglicherweise dadurch bedingt ist, dass die Nachlieferung von Nitrat über eine Mineralisierung von organisch gebundenen Boden- und Dünger-Stickstoff sehr stark von den Witterungsbedingungen und dem Standort abhängt (BERGMANN 1993, PERRET et al. 1994). Der Boden-Nmin wird aus dem Wasserextrakt des Bodens gemessen, stellt also offenbar ein potentielles Angebot des pflanzenverfügbaren Boden-Stickstoffes dar (BERGMANN 1993), das bei trockenen Bodenverhältnissen von der Rebe nicht vollständig aufgenommen werden könnte.

Zudem werden die Stickstoffgehalte in den Blattspreiten auf die Trockensubstanz bezogen und unterschieden sich auffällig wenig. Diese geringen Schwankungen könnten Folge des Effektes sein, dass die Blattgröße selbst von der Stickstoffversorgung abhängt (REDL et al. 1996), die Konzentrationen der Inhaltstoffe (zumindest während der Zeit des intensiven Blattwachstums) damit möglicherweise nicht in diesem Ausmaß variieren konnten. Dies wird unterlegt durch den Umstand, dass die zahlreich beprobten Böden eine Streuung der Boden-Nmin-Gehalte von mehr als 50%, der Stickstoffgehalte der Blätter in den selben Rebanlagen hingegen nur unter 10% aufwiesen.

In den eigenen Untersuchungen lagen die Stickstoffgehalte der Blattspreiten in den untersuchten Rieslingstandorten in den Jahren 2004 bis 2006 zur Blüte zwischen 2,5 und 3,6% und zu Reifebeginn bei 2,2 bis 2,7%. Die Versorgung an den Standorten lag damit nach VANEK et al. (1978) zur Blüte etwa im Optimalbereich von 2,76 bis 3,30%, zu Reifebeginn über dem Optimum von 1,76 bis 2,10%.

PERRET et al. (1994) fanden in Schweizer Rebanlagen bei Versuchen zur Bestimmung des Einflusses von zeitlichen Stickstoffangebot auf Ertrag und Qualität in gut wasserversorgten Versuchsparzellen mit hohem Boden-Stickstoffangebot während Austrieb, Blüte und Reife höheren Botrytis-Befall gegenüber einer generell mit Stickstoff unversorgten Variante. Eine Auswirkung des Stickstoffgehaltes der Blattspreiten auf den Botrytisbefall konnte in eigener Arbeit weder zur Blüte noch zu Reifebeginn bestätigt werden.

Weiters lagen in eigenen Versuchen die durchschnittlichen Makro- und Mikronährstoffgehalte der Blattspreiten in den 2004 bis 2006 untersuchten Rieslingstandorten, ermittelt zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn, je nach Literaturangaben von BERGMANN (1993) und VANEK et al. (1978) meist um den Optimalbereich. Die Streuung an den Standorten war jedoch hoch, sodass in der Regel bei allen gemessenen Nährelementen sowohl Standorte mit Unter- wie auch mit Überversorgung gefunden wurden (Daten nicht dargestellt). Einflüsse der Nährstoffversorgung auf den standortspezifischen Botrytisbefall wurden jedoch selten festgestellt.

An den Riesling-Standorten, die häufig mit Stielfäule befallen waren, zeigten sich zur abgehenden Blüte nur die Konzentrationen von Bor und Molybdän in den Blattspreiten signifikant erhöht, tendenziell blieb dabei der Trend auch zu Reifebeginn erhalten. Bor gilt in der Rebe als wichtiges Nährstoffelement für die Befruchtung und als Bausubstanz der Zellwände (REDL et al. 1996). Über eine bessere Abtrocknung von durch schlechte Befruchtung entstandene lockerbeerigen Trauben ist ein befallsmindernder Effekt der geringeren Borversorgung auf die Stielfäule denkbar. Molybdän ist im Gewebe eine wesentliche Metall-Komponente vieler Enzyme, wie der Nitratreduktase (AMBERGER 1979 und BERGMANN 1993). Eine Veränderung des Nitratgehaltes im Gewebe durch Molybdän könnte einen Einfluss auf das Stielfäuleauftreten begründen.

Zudem waren tendenziell die untersuchten Rieslinge mit hohem Mangangehalten in der Blattspreite zur abgehenden Blüte und zu Reifebeginn sowohl weniger beerenbotrytis- als auch stielfäulebefallen. Ein möglicher Effekt auf das Botrytisauftreten über den Einfluss von Mangan auf den Wuchsstoffhaushalt der Pflanze (MOHR et al. 1992) müsste durch Exaktversuche verifiziert werden. Durch den Schwermetallcharakter könnte bei höheren Dosen zudem eine direkte toxische, fungistatische Wirkung auf pilzliche Organismen aufgetreten sein. So werden Mangan-Verbindungen in der

chemischen Bekämpfung von pilzlichen Schaderregern im Kulturpflanzenanbau angewendet (MÜLLER et al. 1982 und BÖRNER 1997).

Aufgrund der Versuchsanordnung und den statistisch schwach abgesicherten Ergebnissen ist zu empfehlen, den Einfluss von Stickstoff, Bor, Molybdän und Mangan auf den Botrytisbefall in Exaktversuchen zu ermitteln.

### **Molekularbiologische Untersuchungen**

Zum Nachweis eines Pathogenes in augenscheinlich gesundem Gewebe kommen traditionell vorwiegend mikroskopische Beobachtungen von Gewebeschnitten beziehungsweise Bebrüten und Kultivieren von aufgeschlossenen Gewebeteilen auf Spezialnährmedien in Frage (PEZET et al. 2003, VIRET et al. 2004 und GINDRO et al. 2005). Eine elegante Möglichkeit, das Ausmaß einer latenten Infektion durch einen Schaderreger in seinem Wirtsgewebe zu detektieren, bieten moderne molekularbiologische Verfahren. Mittels Polymerase Chain Reaction (PCR) kann die Ziel-DNA von Organismen sensitiv und spezifisch nachgewiesen werden (PARRY und NICHOLSON 1995, PRYOR und GILBERTSON 2001), wobei allerdings keine Aussagen über die Lebensfähigkeit, Keimfähigkeit bzw. Aggressivität des Pathogenes gemacht werden können.

Für den Nachweis der *Botrytis cinerea* innerhalb des Rebengewebes war jedoch bislang nur ein PCR-Protokoll bekannt. Die Methode von GINDRO et al. (2005), die hochsensibel ohne DNA-Extraktion *Botrytis cinerea* mittels PCR nachweisen soll, konnte in der eigenen Arbeit trotz zahlreicher Versuche weder in Proben mit reiner Sporensuspension noch in Beerenproben zur Detektion einer latenten Infektion nachvollzogen werden.

In vorliegender Arbeit wurden ausgehend von Arbeiten von RIGOTTI et al. (2002), welche spezifische Primer für den Nachweis von *Botrytis cinerea* in Erdbeerplanten beschreiben, diese herangezogen, im Rebgewebe getestet und die PCR-Reaktion für diesen Zweck optimiert.

Die Methoden der DNA-Extraktion mittels CTAB oder SDS funktionierten jedoch nicht uneingeschränkt. Offenbar störten je nach Probenahmetermin und/oder Gewebeart hemmende Substanzen wie Phenole, Kalium, Polysaccharide sowie gut abgepufferten

Säuren die Extraktion bzw. die PCR (MOREIRA 1998, SAMBROOK et al. 1989, DEWEY et al. 2004).

Auch RIGOTTI et al. (2002) mussten mehrere Methoden für die DNA-Extraktion ihrer Erdbeerblättern testen, welche sie dann mittels Verdünnungsreihen mit reiner *Botrytis cinerea*-DNA versetzten, um die Empfindlichkeit ihrer PCR zu testen.

Erst mit dem „Qiagen™ DNeasy plant mini kit“, welcher mittels speziellen Membranen selektiv die DNA bindet, konnten für die eigenen Untersuchungen ausreichende DNA-Mengen in intakter Form isoliert werden. Bei dieser Methode war der Extrakt auch genügend rein bezüglich PCR-hemmenden Inhaltstoffen, sodass auch diese reproduzierbare Ergebnisse lieferte.

Zur Abschätzung der Nachweisgrenze gelangten (unter der Annahme einer Zellengröße von ø 5 µm x 30 µm einer durchschnittlichen Hyphe von *Botrytis cinerea* (BRANDENBURGER 1985, ELLIS und ELLIS 1985) und einer angenommenen Lagerungsdichte von 2/3) zur PCR-Analyse in der höchsten Verdünnung grob etwa 4 Zellen pro Ansatz. Diese konnten noch nachgewiesen werden, was umgerechnet einer Nachweisgrenze von 800 fg DNA entspricht.

Die Sensibilität der neuen Methode entspricht etwa den Werten von *Botrytis cinerea*-Untersuchungen aus der Literatur: GINDRO et al. (2005) erreichte mit der PCR einer einzelnen Konidie von *Botrytis cinerea* ohne DNA-Extraktion durch thermischen Gewebeaufschluss im Thermo-Cycler einen positiven Nachweis, RIGOTTI et al. (2002) erzielten eine Nachweisgrenze in Erdbeerblättern von etwa 10 Zellen. Die eigenen Ergebnisse wiesen die Methode aufgrund des Umstandes, dass *Botrytis cinerea* etwa 3 bis 6 Zellkerne pro Zelle aufweist (LORBEER 1980, SHIRANE et al. 1989), und damit ein Nachweis von ein bis zwei Zellen der angewendeten Methode möglich ist, als hochsensibel aus.

Zur Bestimmung der Subspezies Transposa, Vacuma, Flipper und Boty von *Botrytis cinerea* sind zwei Primerpaare notwendig. Während zur Flipper-Detektion das Primerpaar F300/F1550 (LEVIS et al. 1997) allgemein gebräuchlich ist, kamen zur Boty-Detektion verschiedene Primer zur Anwendung (GIRAUD et al. 1999, MUÑOZ et al. 2002, MARTINEZ et al. 2003, TOPOLOVEC-PINTARIC et al. 2004 und MA und MICHAILIDES 2005).

Die zeiteffizienteste Methode, die Duplex-PCR (MUNOZ et al. 2002), die Boty und Flipper in einem PCR-Reaktionsansatz detektiert, erwies sich in den eigenen Untersuchungen als nicht ausreichend funktionsfähig. Über NCBI/BLAST wurde ein Mismatch dieses Primerpaars (Boty1) mit der Zielsequenz festgestellt, das Primerpaar Boty2 (MA und MICHAILIDES 2005) lieferte bessere Ergebnisse, eignete sich aufgrund der höheren Annealing Temperatur jedoch nicht für die Duplex-PCR.

Die folgende Gegenüberstellung der in der Literatur dargestellten Populationszusammensetzungen an Ertragsreben zeigt die großen Unterschiede der Subspeziesanteile bzw. die Dominanz von *Transposa*-Isolaten zum Lesezeitpunkt.

Literatur	Land	Probe	Termin	Transpo	Vacuma	Boty	Flipper
<b>Anzahl</b>							
MUNOZ et al. (2002)	Chile	Beeren	?	25	2	1	0
MARTINEZ et al. (2003)	Frankreich	Beeren	Lese	19	3	0	0
MA und MICHAILIDES (2005)	Kalifornien	Beeren	Lese	55	0	3	0
TOPOLOVEC-PINTARIC et al. (2004)	Kroatien	Reben	Mai	8	1	2	0
TOPOLOVEC-PINTARIC et al. (2004)	Kroatien	Reben	Lese	18	1	0	0
eigene Untersuchungen (2004 und 2005)	Österreich	Trauben	Lese	137	0	1	0
<b>Prozent</b>							
GIRAUD et al. (1997)	Frankreich	Blätter	Juni	50	50	0	0
GIRAUD et al. (1997)	Frankreich	Trauben	Lese	90	10	0	0
eigene Untersuchungen (2005 und 2006)	Österreich	lat. infizierte Jungtrauben	Blühende	65	35	0	0

Laut Literatur liegt der Anteil der *Transposa*-Subspezies zur Lese allgemein hoch (GIRAUD et al. 1997, MARTINEZ et al. 2003, TOPOLOVEC-PINTARIC et al. 2004 und MA und MICHAILIDES 2005). Dies wurde in eigenen Untersuchungen bei 138 *Botrytis cinerea*-Individuen, die ausnahmslos an befallenen Beeren in Ertragsanlagen zum Zeitpunkt der Lese in Niederösterreich, Burgenland und Steiermark gesammelt wurden, bestätigt.

In der Frühjahrspopulation von *Botrytis cinerea* liegt der Anteil der Subspezies *Transposa* im Vergleich zur Herbstpopulation hingegen niedriger: GIRAUD et al. (1997) isolierten in Frankreich etwa gleich viele *Transposa*- wie *Vacuma*-Stämme von verschiedenen Pflanzenorganen der Rebe im Juni, in Kroatien gehörten etwa 70% der

Isolate, die im Mai von TOPOLOVEC-PINTARIC et al. (2004) gesammelt wurden, der *Transposa*-Subspezies an.

Die eigene Arbeit bestätigt diesen Trend: in den Traubenteilen, bei denen eine natürliche latente Infektion detektiert wurde, fanden sich kurz nach Ende der Rebblüte im Vergleich zur Lesepopulation ebenfalls ein höherer Anteil an *Vacuma*-Stämmen.

In mit einem Botrytizid (Fenhexamid in die abgehende Rebblüte) behandelten Jungtrauben wurde im Vergleich ein geringfügig höherer Anteil von *Transposa*-Stämmen nachgewiesen, was im Gegensatz zur Erkenntnissen von GIRAUD et al. (Frankreich, 1999) als verminderte Sensibilität dieser Subspezies gegenüber dem Wirkstoff interpretiert werden könnte. MA und MICHAILIDES (Kalifornien, 2005) konnten hingegen auch keinen klaren Zusammenhang zwischen *Transposa*- und *Vacuma*-Subspezies hinsichtlich ihrer Fenhexamid-Resistenz erkennen.

Die generell uneinheitlichen und wenig abgesicherten Literaturangaben über die genetische Differenzierung sind möglicherweise einerseits auf den geringen Stichprobenumfang in den Arbeiten zurückzuführen, andererseits ist bekannt, dass *Botrytis cinerea* in den vielkernigen Hyphen- und Konidienzellen einen hohen Grad an Heterokaryosis und Aneuploidie aufweist (SHIRANE et al. 1989). Die zahlreich auftretenden Anastomosen zwischen den Individuen stehen zudem im Verdacht, durch Kernaustausch eine starke genetische Veränderung in der *Botrytis cinerea*-Population zu verursachen (LORBEER 1980).

Auch die eigenen Beobachtungen von Wachstumsverhalten, Sklerotien- und Konidienbildung der im Freiland gesammelten *Transposa*-Subspezies in den künstlichen Nährmedien (Daten nicht dargestellt) lassen auf eine enorme Heterogenität der Individuen schließen. Deshalb ist in Frage zu stellen, ob eine Subspezies-Unterscheidung der Individuen von *Botrytis cinerea* durch die Marker für *Transposa* und *Vacuma* prinzipiell sinnvoll ist.

## 6 Zusammenfassung

Das in letzter Zeit in vielen österreichischen Weinbaugebieten verstärkte Auftreten von Traubenfäulnis, hervorgerufen durch den Graufäule-Erreger *Botrytis cinerea*, gab Anlass zu vorliegender Arbeit.

Freilanduntersuchungen an markierten Einzeltrauben in den Jahren 2005 und 2006 führten zu neuen Erkenntnissen, inwieweit die latente Infektion durch *Botrytis cinerea* zur Rebblüte auf natürlichem Wege entstehen kann bzw. gegebenenfalls chemisch bekämpfbar ist.

Bei Grüner Veltliner, Rheinriesling, Gelber Muskateller, Zweigelt, Blauburgunder und St. Laurent ist es gelungen, durch Applikation einer *Botrytis*-Sporensuspension auf die abblühenden Gescheine einen höheren *Botrytis*befall an reifenden Trauben im Vergleich zur natürlichen Kontrolle zu provozieren. Im Stadium physiologischer Vollreife der Beeren konnte dieser Effekt jedoch nicht mehr bestätigt werden, da offensichtlich im Herbst durch das verstärkte natürliche Auftreten von *B. cinerea* eine massive Überlagerung erfolgte.

Um den tatsächlichen Anteil des durch die latente Infektion verursachten *Botrytis*befalles zu analysieren, war es notwendig, auf molekularbiologischer Basis ein Verfahren zu etablieren, das die Infektion des intakten Wirtsgewebes durch den Nachweis der *Botrytis*-DNA in der Rebe detektiert. Die Methodenentwicklung gestaltete sich schwierig. Schlussendlich konnte aber doch durch zahlreiche Optimierungen der einzelnen Verfahrensschritte ein effizientes und ausreichend sensibles Arbeitsprotokoll entwickelt werden.

Die PCR-Ergebnisse zeigten etwa zwei Wochen nach der Rebblüte sortenübergreifend hohe Infektionsraten an jungen Trauben, die mit *Botrytis*-Sporensuspension behandelten worden waren. Sie bestätigten damit die visuelle Freilandbonitur und gleichzeitig auch das Gefahrenpotential, das bei hohem Sporenangebot trotz trockener Witterung von einer direkten latenten Infektion der Gescheine in der abgehenden Rebblüte ausgehen kann.

Es konnte nachgewiesen werden, dass Blütenresten, die im Traubengerüst von unbehandelten Trauben über eine mehr oder weniger langen Zeitraum hängenblieben, zu einem sehr hohen Anteil Botrytis-positiv waren, und somit ein weiteres Gefahrenpotential für eine frühzeitige Botrytis-Infektion der Trauben darstellen. Dies lässt den Schluss zu, dass es um so sinnvoller erscheint, die Blütenreste aus den Trauben möglichst bald zu entfernen bzw. chemisch zu bekämpfen, je niederschlagsreicher und somit befallsfördernder die Witterung kurz nach der Blüte ist.

Hinsichtlich der Populationszusammensetzung von *B. cinerea* konnten molekularbiologisch nachgewiesen, dass in burgenländischen, niederösterreichischen und steirischen Ertrags-Rebanlagen zur Lese fast ausschließlich nur *Transposa*-Individuen auftraten, wohingegen kurz nach der Blüte in den latent infizierten Traubenteilen etwa ein Drittel *Vacuma*-Anteil zu finden waren.

Um die Heterogenität der Botrytisbefalls an den Trauben einzelner Stöcke zu untersuchen, wurden Trauben von Grüner Veltliner, Rheinriesling, Zweigelt und Blauburgunder gezielt markiert und wöchentlich auf ihren Reifezustand geprüft und hinsichtlich ihres Botrytisbefalls bonitiert.

Im Zusammenhang mit der Befallsdynamik wurden auch erfasst: Traubenarchitektur, Triebstärke und Traubenposition. Zusätzlich erfolgten Analysen des Traubenmostes und die Bestimmung der Nährstoffgehalte der Rebblätter. Bei generell geringem Einfluss der Reifeparameter und Nährstoffzusammensetzung der Beeren und Blattspreiten war deutlich festzustellen, dass lockerbeerigen Trauben, die sortenübergreifend meist an Schwachtrieben zu finden waren, anfänglich weniger faulten, im Stadium physiologischer Vollreife in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber *B. cinerea* hingegen völlig zusammenbrachen.

## 7 Literatur

ACHLEITNER, D. (2003): Einfluß von Witterung und weinbautechnischen Maßnahmen auf das Auftreten des Traubenfäuleerregers *Botrytis cinerea*. Dipolarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

AGRIOS, G.N. (1997): Plant pathology. 5. Auflage, Academic Press, London 1997.

ALFONSO, C., RAPOSO, R. und MELGAREJO, P. (2000): Genetic diversity in *Botrytis cinerea* populations on vegetable crops in greenhouses in south-eastern Spain. *Plant Pathology* 49: 243-247.

ALTMAYER, B. (1983): Beeinflusungen der Most- und Weinqualität durch den Pilzbefall reifer Trauben. *Der deutsche Weinbau* 38: 1702-1704.

AMBERGER, A. (1979): Pflanzennährung – Ökologische und physiologische Grundlagen. Verlag Ulmer, Stuttgart. ISBN: 3-8001-2454-8.

ANONYM (2007): Empfehlungen für die „Weinbaumaßnahmen ÖPUL 2007“ für 2007.  
Österreichischer Weinbauverband

BAMBERGER, U. (1999): Der richtige Lesetermin. *Die Winzer Zeitschrift* (10): 25-27

BARALDI, E., BERTOLINI, P., CHIERICI, E., TRUFFELLI, B. und LUISELLI, D.(2002):  
Genetic Diversity Between *Botrytis cinerea* Isolates from Unstored and Cold  
Stored Kiwi Fruit. *Journal of Phytopathology* 150: 629-635.

BAVARESCO, L., PETEGOLLI, D., CANTU, E., FREGONI, M., CHIUSA, G. and TREVISAN, M. (1997): Elicitation and accumulation of stilbene phytoalexins in grapevine berries infected by *Botrytis cinerea*. *Vitis* 36: 77-83

BEETZ, K.J. (1969): Zum Problem der Bodentrauben im modernen Weinbau.  
Der Deutsche Weinbau 24: 263-268.

BERGMANN, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen: Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. 3. Auflage, Verlag Gustav Fischer, Jena, Stuttgart. ISBN 3-334-60414-4.

BISIACH, M., MINERVINI, G. und ZERBETTO, F. (1986): Possible integrated control of grapevine sour rot. *Vitis* 25: 118-128.

BLAICH, R., STEIN, U. und WIND, R. (1984): Perforationen in der Cuticula von Weinbeeren als morphologischer Faktor der Botrytisresistenz. *Vitis* 23: 242-256.

BÖRNER, H., 1997: Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 7. Auflage.  
Verlag Ulmer, Stuttgart, ISBN: 3-8001-2702-4

BOURQUIN, H.D. und HOLZ, B. (1983): Empfehlungen zur Botrytisbekämpfung im Jahr 1983. Der Deutsche Weinbau 19: 1097-1100.

BRANDENBURGER, W. (1985): Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa.  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York. ISBN 3-437-30433-X.

CLAUS, P. (1968): Gegenwartsprobleme der Botrytis und ihrer Bekämpfung im Weinbau. In: Botrytis im Weinbau. (Hrsg. Claus P.), Weinsberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 7-14.

COERTZE, S., HOLZ, G. und SADIE, A. (2001): Germination and Establishment of Infection on Grape Berries by Single Airborne Conidia of *Botrytis cinerea*. *Plant disease* 85: 668-677.

DEWEY, F.M., YOHALEM, D. (2004): Detection, quantification and immunolocalisation of *Botrytis* species. In: *Botrytis, Biology, Pathology and Controll* (Hrsg.: ELAD, Y., WILLIAMSON, B., TUDZYNSKI, B. und DELEN, N.). Kluwer Academic Publisher, The Netherlands, 2004.

DIOLEZ, A., MARCHES, F., FORTINI, D. und BRYGOO, Y. (1995): Boty, a Long-Terminal-Repeat Retroelement in the phytopatogenic Fungus *Botrytis cinerea*. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 103-108.

DITTRICH, H.H. (1989): Die Veränderungen der Beereninhaltsstoffe und der Weinqualität durch *Botrytis cinerea* - Übersichtsreferat. *Vitic. Enol. Sciences* 44: 105-131.

EDER, R., WENDELIN, S. und YRHOVSEK, U. (2001): Reveratrolgehalte von Trauben und Rotweinen in Abhängigkeit von Lesejahrsgang und Lesetermin. *Mitteilungen Klosterneuburg* 51: 64-78.

ELLIS, M.B., und ELLIS, J.P. (1985): *Microfungi on Landplants – An Identification Handbook*. CROOM Helm (London & Sydney). ISBN 0-7099-0950-0.

ELSTNER, E.F., OSSWALD, W. und SCHNEIDER, I. (1996): *Phytopathologie: allgemeine und biochemische Grundlagen*. Heidelberg-Berlin-Oxford: Spektrum, Akad. Verlag, 1996. ISBN 3-8274-0074-0.

FOX, R. (2002): Was uns das Vegetationsjahr 2001 lehrt. LVWO Weinsberg. [www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/la/lvwo/Veroeff/vegetationsjahr2001.html](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/la/lvwo/Veroeff/vegetationsjahr2001.html)

GÄRTEL, W. (1968): Über die Eigenschaften der *Botrytis cinerea* Pers. als Rebenparasit unter besonderer Berücksichtigung von Infektion und Inkubation. In: *Botrytis im Weinbau*. (Hrsg. Claus P.), Weinsberg und Keller-Verlag, Geisenheim: 15-51.

GÄRTEL, W. (1981): Die Bildung von Appressorien und Penetrationshyphen bei *Botrytis cinerea*. Mitteilung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (203), Institut für Pflanzenschutz im Weinbau, Bernkastel-Kues.

GINDRO, K., PEZET, R., VIRET, O. und RICHTER, H. (2005): Development of a rapid and highly sensitive direct-PCR assay to detect a single conidium of *Botrytis cinerea* Pers.:Fr in vitro and quiescent forms of planta. *Vitis* 44: 139-142.

GIRAUD, K., FORTINI, D., LEVIS, C., LEROUX, P., K. und BRYGOO, Y. (1997): RFLP Markers Show Genetic Recombination in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) and Transposable Elements Reveal Two Sympatric Species. *Molecular Biology and Evolution* 14: 1177-1185.

GIRAUD, K., FORTINI, D., LEVIS, C., LAMARQUE, C., LEROUX, P., LoBUGLIO, K. und BRYGOO, Y. (1999): Two Sibling Species of the *Botrytis cinerea* Complex, *transposa* and *vacuma*, Are Found in Sympatry on Numerous Host Plants. *Phytopathology* 89: 967-973.

GRAVOT, E., BLANCARD, D., FERMAUD, M., LONVAUD, A. und JOYEUX, A. (2001): La pourriture acide. *Phytoma* (543): 36-39.

HILBER, U. und LANGENEGGER, K. (1994): Die Lebensweise von *Botrytis cinerea*, dem Graufäuleerreger. *Obst- und Weinbau* (14): 324-325.

HILL, G., STELLWAAG-KITTLER, F., HUTH, G. und SCHLÖSSER, E. (1981): Resistance of Grapes in Different Developmental Stages to *Botrytis cinerea*. *Phytopathologische Zeitschrift* 102: 328-338.

HOFMANN, H. (2000): Botrytisbekämpfung - ja oder nein? *Rebe & Wein* 53: 17-21.

HOLZ, G., GÜTSCHOW, M. und COERTZE, S. (2003): Occurrence of *Botrytis cinerea* and Subsequent Disease Expression at Different Positions on Leaves and Bunches of Grapes. *Plant Disease* 87: 351-358.

JEANDET, P., BESSIS, R., SBAGHI, M. und MEUNIER, P. (1995a): Production of the Phytoalexin Resveratrol by Grapes as a response to Botrytis Attack Under Natural Conditions. *Phytopathology* 143: 135-139.

JEANDET, P., BESSIS, R., SBAGHI, M., MEUNIER, P. und TROLLAT, P. (1995b): Resveratrol content of wines of different ages: Relationship with fungal disease pressure in the vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.* 46:1-4.

JERMINI, M., JELMINI, G. und GESSLER, C. (1986): La lutte contre le Botrytis cinerea du Merlot au Tessin - Le rôle des infections latentes. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 18: 161-166.

KAST, W.K. (1985): Botrytisabwehr im integrierten Rebschutz. *Rebe & Wein* 38: 252-254.

KELLER, M., VIRET, O. und COLE, F.M. (2003): Botrytis cinerea Infection in Grape Flowers: Defense Reaction, Latency, and Disease Expression. *Phytopathology* 93: 316-322.

KIEFER, W. (1968): Der Einfluß weinbautechnischer Maßnahmen auf den Botrytisbefall. In: *Botrytis im Weinbau*. (Hrsg. Claus P.), Weinsberg und Keller-Verlag, Geisenheim.

KNOLL, A. (2008): Auswirkung der Botrytis-Traubenfäule auf die Weinqualität bei Rheinriesling und Grüner Veltliner. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.

LEROUX, P. (1995): Progress and problems in the control of botrytis cinerea in grapevine. *Pesticide Outlook* 6(5): 13-17.

LEVIS, C., FORTINI, D. und BRYGOO, Y. (1997): Flipper, a mobile *Fot1*-like transposable element in *Botrytis cinerea*. *Mol. Gen. Genet.* (254): 674-680.

LORBEER, J.W. (1980): Variation in *Botrytis* and *Botryotinia*. In: The Biology of *Botrytis*.  
Eds. COLEY-SMITH, J.R., VERHOEFF, K. und JARVIS, W.R..  
Academic Press Inc (London). ISBN 0-12-179850-X.

LORENZ, D.H. (1988): *Botrytis cinerea* (Grauschimmel). Weinwirtschaft 124: 23-24.

LORENZ, D.H. (2001): Jahrgang 2000 - Eine Story von Essigfäule, Grünfäule,  
*Drosophila* & Co. Das Deutsche Weinmagazin (7): 22-26.

MA, Z. und MICHAILIDES, T.J. (2005): Genetic Structure of *Botrytis cinerea*  
Populations from Different Host Plants in California. Plant Disease 89: 1083-  
1089.

MARTINEZ, F., BLANCARD, D., LECOMTE, P. und LEVIS, C. (2003): Phenotypic  
differences between vacuma and transposa subpopulations of *Botrytis cinerea*.  
European Journal of Plant Pathology 109: 479-488.

McCLELLAN, W.D. und HEWITT, W.B. (1973): Early *Botrytis* rot of grapes: Time of  
infection and latency of BC in *Vitis vinifera* L. Phytopathology 63: 1151-1157.

MOHR, H. und SCHOPFER, P. (1992): Pflanzenphysiologie. Springer-Verlag, Berlin  
Heidelberg New York. 4. Auflage. ISBN 3-540-54733-9.

MOREIRA, D. (1998): Efficient removal of PCR inhibitors using Agarose-embedded  
DNA preparations. Nuclear Acids Research 26: 3309-3310.

MUELLER, E., LOEFFLER, W., (1982): Mykologie – Grundriß für Naturwissenschaftler  
und Mediziner. 4. Auflage, Verlag Thieme, Stuttgart-New York. ISBN: 3-13-  
436804-8.

MUNOZ, G., HINRICHSEN, P., BRYGOO, Y. and GIRAUD, K. (2002): Genetic  
characterisation of *Botrytis cinerea* populations in Chile.  
Mycological Research 106: 594-601.

MURRAY, M.G., und THOMPSON, F.W. (1980): Rapid Isolation of high molecular weight plant DNA. *Nuclear Acids Research* 8: 4321-4343.

NAIR, N.G. und HILL, G.K. (1992): Bunch rot of grapes caused by *botrytis cinerea*. In: *Plant Diseases of International Importance, Diseases of Fruit Crops Vol. 3.* (Hrsg. KUMAR J., CHAUBE H.S., SINGH U.S., MUKHOPADHYAY A. N.) Prentise-Hall Inc., New Jersey, USA.

PAPLOMATAS, E.J., PAPPAS, A.C. und ANTONIADIS, D. (2004): A Relationship among Fungicide-resistant Phenotypes of *botrytis cinerea* Based on RAPD Analysis. *Journal of Phytopathology* 152: 503-508.

PARRY, D.W. und NICHOLSON, P. (1995): Development of a PCR assay to detect *Fusarium poae* in Wheat. *Plant Pathology* 45: 383-391.

PERRET, P., KOBLET, W., WEISSENBACH, P. und SCHWAGER, H. (1994): Der Einfluß des zeitlichen Stickstoffangebotes auf Ertrag und Qualität sowie Botrytis- und Stiellähmefall der Weinrebe. *Mitteilungen Klosterneuburg* 44: 127-135.

PEZET, R. und PONT, V. (1986): Infection florale et latence de *Botrytis cinerea* dans les grappes de *Vitis vinifera* (var. Gamay). *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 18: 317-322.

PEZET, R., PONT, V. und HOANG-VAN, K. (1992): Enzymatic detoxification of stilbenes by *Botrytis cinerea* and inhibition by grape berries proanthocyanidins. In: *Recent advances in Botrytis research. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Botrytis Symposium, Heraklion, Crete, Greece.* (Hrsg. VERHOEFF, K., MALATHRAKIS, N.E. und WILLIAMSON, B.) Pudoc Scientific Publisher, Wageningen, 1992.

PEZET, R., VIRET, O., PERRET, C. und TABACCHI, R. (2003): Latency of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. And Biochemical Studies During Growth and Ripening of Two Grape Berry Cultivars, Respectively Susceptible and Resistant in Grey Mould. *Journal of Phytopathology* 151: 208-214.

PICH, U. und SCHUBERT, I. (1993): Miniprep method for isolation of DNA from plants with high content of polyphenolics. Nuclear Acids Research 21: 3328.

PRIOR, B. (2003): Qualität durch Laubarbeiten und Traubenreduktion – Was bietet sich an? Das deutsche Weinmagazin (10): 22-27.

PRYOR, B.M. und GILBERTSON, R.L. (2001): A PCR-based assay for detection of *Alternaria radicina* on carrot seeds. Plant Disease 85: 18-23.

REDL, H. (1985): Botrytisbekämpfung im Weinbau. Der Pflanzenarzt 38: 83-84.

REDL, H. und KOBLER, A. (1991): Quantitative Veränderungen von Traubeninhaltstoffen bei klassifizierter Botrytis-Sauerfäule. Mitteilungen Klosterneuburg 41: 177-185.

REDL, H., RUCKENBAUER, W. und TRAXLER, H. (1996): Weinbau heute. Handbuch Graz-Stuttgart.

REDL, H. (1999): Neue Fungizide gegen die Botrytis-Fäule der Trauben. Der Winzer 55(8):15-22.

REDL, H. (2002): Änderungen in der Bekämpfung der Botrytis erforderlich?. Der Winzer 58(7):6-12.

REDL, H., KNOLL, M. und ACHLEITNER, D. (2007): Der Traubenwelke auf der Spur. Forschungsprojekt Vereinte Winzer Pannionien, Andau. Endbericht, BOKU/DAPP/IPS Wien.

REDL, H., ACHLEITNER, D. und KNOLL, M. (2008): Innovationen der Traubenfäule-Bekämpfung zur Optimierung der Weinqualität. Forschungsprojekt Nr. 1345, Endbericht, BOKU/DAPP/IPS Wien.

RIGOTTI, S., GINDRO, K., RICHTER, H. und VIRET, O. (2002): Characterization of molecular markers for specific and sensitive detection of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. in strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) using PCR. FEMS Microbiology Letters 209: 169-174.

SAMBROOK, J. und RUSSELL, D.W. (2001): Molecular cloning: A Laboratory Manual. Laboratory Press, Cold Spring Harbor, New York.

SHIRANE, N., MASUKO, M. und HAYASHI, Y. (1989): Light Microscopic Observation of Nuclei and Mitotic Chromosomes of *Botrytis* Species. Phytopathology 79: 728-731.

SCHIEFER, H.C. (2000): Erfahrungen im Rebschutz 2000 und Ausblick 2001. Rebe & Wein 53:414-417.

SCHNEIDER, M. (2001): Die österreichische Weinwirtschaft. Abschrift zu WIFO-Vortrag Nr.86 am Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. [www.austrian.wine.co.at/downloads/doku2001kap2.pdf](http://www.austrian.wine.co.at/downloads/doku2001kap2.pdf)

SIEMANN, E.H. und CREASY, L.L. (1992): Concentration of the phytoalexin resveratrol in wine. Am. J. Enol. Vitic. 43: 49-52.

STELLWAAG-KITTLER, F. (1968): Möglichkeiten der *Botrytis*bekämpfung an Trauben unter Berücksichtigung der epidemiologischen Grundlagen. In: *Botrytis im Weinbau*. (Hrsg. Claus P.), Weinsberg und Keller-Verlag, Geisenheim.

TAI, T.H. und TANKSLEY, S.D. (1990): A rapid and inexpensive method for isolation of total DNA from dehydrated plant tissue. Plant Mol. Biol. Reporter 8: 297-303.

TOPOLOVEC-PINTARIC, S., MILICEVIC, T. und CVJETKOVIC, B. (2004): Genetic diversity and dynamic of pyrimethanil-resistant phenotype in population of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. in one wine-growing area in Croatia. Journal of Plant Diseases and Protection 111: 451-460.

VANEK, G. (1978): Diagnostische Möglichkeiten von Rebernährungsstörungen. Symptomatik und chemische Blattanalysen – die Blattdiagnostik. Weinwissenschaft 33: 15-35.

Van KAN, J.A.L. (2005): Infection Strategies of *Botrytis cinerea*. Proc. VIIIth Posthavest Phys. Ornamentals. Eds N. Marrisen et al., Acta Hort. (669), ISHS 2005.

VIRET, O., KELLER, M., JAUDZEMS, V.G. und COLE, F.M. (2004): *Botrytis cinerea* Infection of Grape Flowers: Light and Electron Microscopical Studies of Infection Sites. *Phytopathology* 94: 850-857.

WALG, O. (2005): Ertrag regulieren und Trauben gesund erhalten mit neuen Verfahren – Chance oder Risiko. *Deutsches Weinbau-Jahrbuch* (56):39-55.

WEBER, J., BRECHBUHLER, C. und MEYER, E. (1978): Einfluß der *Botrytis cinerea* auf die Qualität des Weines. *Rebe & Wein* 31: 96-100.

WOLF, T.K., BAUDOIN, A.B.A.M. und MARTINEZ-OCHOA, N. (1997): Effect of floral debris removal from fruit clusters on *botrytis* bunch rot of Chardonnay grapes. *Vitis* 36: 27-33.

ZIOGAS, B.N. und KALAMARAKIS, A.E. (2001): Phenylpyrrole Fungicides: Mitotic Instability in *Aspergillus nidulans* and Resistance in *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 149: 301-308.

# 8 Anhang

Anhang 1: Prozentueller Anteil lockerbeeriger Trauben in Abhängigkeit von der Triebstärke bzw. Insertionshöhe

Jahr	Standort	N	% an Schwachtrieb	N	% an Starktrieb	Varianzhomogenität		T-Test	
						F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV								
	Kreut/GV	26	38	24	0	409,60	0,000	3,95	<b>0,001</b>
	Hoch/RR	33	30	17	6	28,84	0,000	2,43	<b>0,019</b>
	Frau/RR	37	38	13	23	5,19	0,027	1,01	0,322
	Lüss/ZW								
	Kurz/ZW	26	81	24	21	0,08	0,783	5,19	<b>0,000</b>
	Strass/ZW	25	76	25	12	5,13	0,028	5,84	<b>0,000</b>
	Kurz/BB								
2006	Axpo/GV								
	Kreut/GV								
	Hoch/RR	34	65	16	25	2,45	0,124	2,77	<b>0,008</b>
	Kreut/RR	28	64	22	18	8,35	0,006	3,69	<b>0,001</b>
	Satz/ZW	24	29	26	31	0,06	0,809	-0,12	0,904
	Kurz/ZW	24	21	26	15	0,97	0,328	0,49	0,625
	Strass/ZW	21	76	29	28	0,36	0,553	3,79	<b>0,000</b>
	Kurz/BB								
2005+2006	GV	26	38	24	0	409,60	0,000	3,95	<b>0,001</b>
	RR	132	48	68	18	93,03	0,000	4,83	<b>0,000</b>
	ZW	120	57	130	22	47,48	0,000	6,05	<b>0,000</b>
	BB								
	Standort	N	% an 1. Insertion	N	% an 2. Insertion	F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV								
	Kreut/GV	28	25	22	14	4,29	0,044	1,01	0,316
	Hoch/RR	26	35	24	8	29,43	0,000	2,32	<b>0,025</b>
	Frau/RR	22	45	27	26	5,71	0,021	1,41	0,166
	Lüss/ZW								
	Kurz/ZW	40	53	10	50	0,02	0,877	0,14	0,890
	Strass/ZW	32	47	18	39	1,18	0,283	0,54	0,594
	Kurz/BB								
2006	Axpo/GV								
	Kreut/GV								
	Hoch/RR	24	75	26	31	0,80	0,375	3,42	<b>0,001</b>
	Kreut/RR	25	60	25	28	2,91	0,094	2,36	<b>0,022</b>
	Satz/ZW	46	30	4	25	0,25	0,622	0,22	0,824
	Kurz/ZW	46	20	4	0	6,52	0,014	3,31	<b>0,002</b>
	Strass/ZW	33	33	17	76	2,30	0,136	-3,11	<b>0,003</b>
	Kurz/BB								
2005+2006	GV	28	25	22	14	4,29	0,044	1,01	0,316
	RR	97	54	102	24	35,16	0,000	4,55	<b>0,000</b>
	ZW	197	36	53	49	4,76	0,030	-1,75	0,084
	BB	0		0					

Anhang 2a: Prozentuelle Anteil Starktriebe in Abhängigkeit der Triebposition

(Trieb -1 Trieb aus Ersatzzapfen)

(Trieb 0 Kopftrieb)

Jahr	Standort	Triebpos.	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2005	Axpo/GV	N	11	1	12	8	7	6	2				
		Mittelwert	63,6	0,0	58,3	50,0	42,9	33,3	100,0				
		Std.-Fehler	15,2	0,0	14,9	18,9	20,2	21,1	0,0				
	Kreut/GV	N	3	5	18	15	6	2	2	2			
		Mittelwert	0,0	0,0	22,2	66,7	100,0	0,0	100,0	100,0			
		Std.-Fehler		0,0	10,1	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0			
	Axpo/GV	N	6		7	6	8	5	4	2			
		Mittelwert	33,3		14,3	33,3	0,0	40,0	25,0	0,0			
		Std.-Fehler	21,1		14,3	21,1	0,0	24,5	25,0	0,0			
2006	Kreut/GV	N	2	2	11	10	13	8	4				
		Mittelwert	100,0	0,0	36,4	60,0	53,8	75,0	100,0				
		Std.-Fehler	0,0	0,0	15,2	16,3	14,4	16,4	0,0				
	Hoch/RR	N	1	1	8	9	9	10	6	4	2		
		Mittelwert	100,0	0,0	50,0	44,4	22,2	20,0	33,3	50,0	0,0		
		Std.-Fehler			18,9	17,6	14,7	13,3	21,1	28,9	0,0		
	Frau/RR	N	3	2	10	6	8	5	9	4	3		
		Mittelwert	33,3	0,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0		
		Std.-Fehler	33,3	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
2005	Hoch/RR	N	2		12	9	11	6	8	2			
		Mittelwert	100,0		58,3	33,3	18,2	33,3	0,0	0,0			
		Std.-Fehler	0,0		14,9	16,7	12,2	21,1	0,0	0,0			
	Kreut/RR	N	9		13	12	7	4	5				
		Mittelwert	44,4		76,9	33,3	42,9	0,0	20,0				
		Std.-Fehler	17,6		12,2	14,2	20,2	0,0	20,0				
	Kurz/ZW	N	2		8	7	7	9	9	7	1		
		Mittelwert	50,0		100,0	100,0	71,4	22,2	11,1	0,0	0,0		
		Std.-Fehler	50,0		0,0	0,0	18,4	14,7	11,1	0,0	0,0		
2006	Strass/ZW	N	10	2	11	11	9	7					
		Mittelwert	30,0	100,0	100,0	72,7	11,1	0,0					
		Std.-Fehler	15,3	0,0	0,0	14,1	11,1	0,0					
	Satz/ZW	N			4	7	6	6	5	4	6	6	2
		Mittelwert			75,0	42,9	33,3	83,3	60,0	50,0	33,3	33,3	50,0
		Std.-Fehler			25,0	20,2	21,1	16,7	24,5	28,9	21,1	21,1	50,0
	Kurz/ZW	N	4	5	6	7	5	7	6	5	3	2	
		Mittelwert	100,0	80,0	50,0	57,1	60,0	42,9	16,7	40,0	33,3	50,0	
		Std.-Fehler	0,0	20,0	22,4	20,2	24,5	20,2	16,7	24,5	33,3	50,0	
	Strass/ZW	N	10	2	7	7	5	7	7	4	1		
		Mittelwert	70,0	0,0	71,4	42,9	40,0	71,4	57,1	50,0			
		Std.-Fehler	15,3	0,0	18,4	20,2	24,5	18,4	20,2	28,9	0,0		
2005	Kurz/BB	N	4	1	9	8	7	7	7	4	3	0	
		Mittelwert	25,0	0,0	33,3	25,0	0,0	28,6	71,4	75,0	100,0		
		Std.-Fehler	25,0		16,7	16,4	0,0	18,4	18,4	25,0	0,0		
	Kurz/BB	N			6	6	8	6	7	7	6	4	
		Mittelwert			66,7	33,3	37,5	0,0	57,1	42,9	100,0	100,0	
		Std.-Fehler			21,1	21,1	18,3	0,0	20,2	20,2	0,0	0,0	
	GV	N	19	8	48	39	34	21	12	2			
		Mittelwert	57,9	0,0	33,3	56,4	47,1	47,6	75,0	100,0			
		Std.-Fehler	11,6	0,0	6,9	8,0	8,7	11,2	13,1	0,0			
2006	RR	N	15	3	43	36	35	25	28	10	5		
		Mittelwert	53,3	0,0	69,8	30,6	20,0	16,0	10,7	20,0	60,0		
		Std.-Fehler	13,3	0,0	7,1	7,8	6,9	7,5	6,0	13,3	24,5		
	ZW	N	26	9	36	39	32	36	27	20	11	8	2
		Mittelwert	57,7	66,7	83,3	64,1	40,6	41,7	33,3	30,0	36,4	37,5	50,0
		Std.-Fehler	9,9	16,7	6,3	7,8	8,8	8,3	9,2	10,5	15,2	18,3	50,0
2005	BB	N	4	1	15	14	15	13	14	11	9	4	
		Mittelwert	25,0	0,0	46,7	28,6	20,0	15,4	64,3	54,5	100,0	100,0	
		Std.-Fehler	25,0		13,3	12,5	10,7	10,4	13,3	15,7	0,0	0,0	

Anhang 2b: lin. Regression des prozentuellen Anteils von Starktrieben in Abhängigkeit der Triebposition

%Starktriebe=B0+B1\*Triebposition

Jahr	Standort	Methode	R <sup>2</sup>	d.f.	F	Signifikanz	B0	B1
2005	Axpo/GV	LIN	0,000	34	0,01	0,920	0,544	-0,007
	Kreut/GV	LIN	0,180	43	9,45	0,004	0,197	0,158
2006	Axpo/GV	LIN	0,099	38	4,17	0,048	0,037	0,085
	Kreut/GV	LIN	0,109	44	5,39	0,025	0,243	0,130
2005	Hoch/RR	LIN	0,022	46	1,03	0,315	0,472	-0,041
	Frau/RR	LIN	0,095	43	4,51	0,040	0,516	-0,072
2006	Hoch/RR	LIN	0,164	46	9,05	0,004	0,640	-0,120
	Kreut/RR	LIN	0,176	39	8,33	0,006	0,813	-0,155
2005	Kurz/ZW	LIN	0,621	46	75,35	0,000	1,294	-0,226
	Strass/ZW	LIN	0,636	36	62,79	0,000	1,381	-0,369
2006	Satz/ZW	LIN	0,018	44	0,82	0,370	0,632	-0,028
	Kurz/ZW	LIN	0,022	39	0,90	0,349	0,581	-0,036
	Strass/ZW	LIN	0,001	36	0,02	0,893	0,557	0,006
2005	Kurz/BB	LIN	0,181	43	9,50	0,004	0,016	0,112
2006	Kurz/BB	LIN	0,090	48	4,73	0,035	0,219	0,069

Jahr	Standort	Methode	R <sup>2</sup>	d.f.	F	Signifikanz	b0	b1
2005+2006	GV	LIN	0,050	165	8,64	0,004	0,293	0,077
2005+2006	RR	LIN	0,102	180	20,47	0,000	0,602	-0,089
2005+2006	ZW	LIN	0,092	209	21,10	0,000	0,774	-0,075
2005+2006	BB	LIN	0,136	93	14,60	0,000	0,117	0,089

Anhang 3a: Reifegradation der Sorten an den Terminen 3 bis 6 in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertionshöhe

Deskriptive Statistik		Sorte	RR			GV			ZW			BB		
Variante	Termin		N	Mittelwert	StdF	N	Mittelwert	StdF	N	Mittelwert	StdF	N	Mittelwert	StdF
1. Insertion Schwachtrieb	3	65	48,5	0,91	57	47,2	1,19	70	51,7	1,04	45	53,1	0,76	
1. Insertion Schwachtrieb	4	63	61,8	0,89	57	58,3	1,07	69	64,6	0,71	45	62,4	0,63	
1. Insertion Schwachtrieb	5	63	74,6	0,95	56	68,4	1,51	70	72,3	0,62	45	71,5	0,54	
1. Insertion Schwachtrieb	6	63	78,5	0,70	56	75,6	1,32	70	79,4	0,66	42	79,1	0,63	
1. Insertion Starktrieb	3	32	46,4	1,22	42	51,5	1,49	87	53,8	1,01	37	54,8	1,31	
1. Insertion Starktrieb	4	32	62,0	1,05	42	61,2	1,46	87	65,2	0,62	37	64,7	0,42	
1. Insertion Starktrieb	5	32	75,6	1,10	42	77,5	0,73	87	72,0	0,68	37	72,0	0,55	
1. Insertion Starktrieb	6	32	78,4	1,02	42	80,4	0,82	87	78,6	0,68	36	79,6	1,03	
2. Insertion Schwachtrieb	3	66	46,1	0,79	40	48,0	1,50	15	46,2	2,08	10	48,7	1,68	
2. Insertion Schwachtrieb	4	66	61,0	0,87	40	59,1	1,40	15	59,2	1,38	10	61,9	0,52	
2. Insertion Schwachtrieb	5	66	72,8	0,69	40	72,4	1,66	15	67,6	1,66	10	68,6	0,83	
2. Insertion Schwachtrieb	6	66	77,1	0,74	40	77,2	1,68	15	75,9	2,02	10	75,8	1,17	
2. Insertion Starktrieb	3	36	46,9	1,04	44	49,6	1,14	23	48,5	1,52	8	47,1	1,10	
2. Insertion Starktrieb	4	36	59,1	1,21	44	59,9	1,43	23	62,6	0,91	8	62,3	0,92	
2. Insertion Starktrieb	5	36	73,2	0,73	44	75,3	0,74	23	70,3	0,85	8	69,5	0,69	
2. Insertion Starktrieb	6	36	77,0	0,85	44	79,3	0,66	23	76,8	0,87	8	73,4	0,85	
Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen	Termin		F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz	
	3		0,79	0,499		1,55	0,202		0,72	0,542		7,59	0,000	
	4		0,44	0,727		0,83	0,481		1,35	0,258		2,06	0,111	
	5		1,51	0,213		12,38	0,000		1,38	0,249		1,24	0,301	
	6		0,67	0,570		6,29	0,000		2,29	0,080		3,80	0,013	
ANOVA	Termin		F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz	
Insertion	3		0,95	0,330		0,30	0,586		10,79	0,001		13,28	0,000	
Insertion	4		3,11	0,080		0,15	0,702		14,97	0,000		3,24	0,075	
Insertion	5		4,88	0,028		0,53	0,466		9,12	0,003		11,28	0,001	
Insertion	6		2,92	0,089		0,06	0,809		5,66	0,018		13,66	0,000	
Stärke	3		0,43	0,514		4,61	0,033		1,83	0,178		0,00	0,963	
Stärke	4		0,63	0,429		1,55	0,215		3,68	0,056		2,03	0,157	
Stärke	5		0,55	0,459		21,75	0,000		1,22	0,271		0,53	0,467	
Stärke	6		0,01	0,927		8,08	0,005		0,02	0,898		0,55	0,460	
Insertion * Stärke	3		2,14	0,145		0,83	0,364		0,00	0,953		0,98	0,326	
Insertion * Stärke	4		1,01	0,316		0,33	0,565		1,73	0,190		0,95	0,331	
Insertion * Stärke	5		0,11	0,742		5,85	0,017		1,93	0,167		0,14	0,710	
Insertion * Stärke	6		0,00	0,978		1,21	0,274		0,56	0,457		1,22	0,273	

StdF Standardfehler des Mittelwertes

Anhang 3b: Beerenbotrytisbefall der Sorten an den Terminen 3 bis 6 in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertionshöhe

Deskriptive Statistik			GV			RR			ZW			BB		
Sorte	Termin	Variante	N	BBBH	Std-F									
GV	3	1. Insertion Schwachtrieb	57	31,6	6,2	65	3,1	2,2	70	0,0	0,0	45	6,7	3,8
GV	4	1. Insertion Schwachtrieb	57	40,4	6,6	63	4,8	2,7	70	11,4	3,8	45	15,6	5,5
GV	5	1. Insertion Schwachtrieb	56	57,1	6,7	63	14,3	4,4	70	32,9	5,7	45	40,0	7,4
GV	6	1. Insertion Schwachtrieb	56	64,3	6,5	63	33,3	6,0	70	37,1	5,8	45	62,2	7,3
RR	3	1. Insertion Starktrieb	42	26,2	6,9	32	3,1	3,1	87	0,0	0,0	37	10,8	5,2
RR	4	1. Insertion Starktrieb	42	31,0	7,2	32	12,5	5,9	87	18,4	4,2	37	29,7	7,6
RR	5	1. Insertion Starktrieb	42	54,8	7,8	32	28,1	8,1	87	34,5	5,1	37	43,2	8,3
RR	6	1. Insertion Starktrieb	42	64,3	7,5	32	46,9	9,0	87	44,8	5,4	37	75,7	7,2
ZW	3	2. Insertion Schwachtrieb	40	32,5	7,5	66	6,1	3,0	15	0,0	0,0	10	0,0	0,0
ZW	4	2. Insertion Schwachtrieb	40	40,0	7,8	66	10,6	3,8	15	0,0	0,0	10	0,0	0,0
ZW	5	2. Insertion Schwachtrieb	40	50,0	8,0	66	19,7	4,9	15	33,3	12,6	10	40,0	16,3
ZW	6	2. Insertion Schwachtrieb	40	52,5	8,0	66	45,5	6,2	15	53,3	13,3	10	60,0	16,3
BB	3	2. Insertion Starktrieb	44	13,6	5,2	36	11,1	5,3	23	0,0	0,0	8	12,5	12,5
BB	4	2. Insertion Starktrieb	44	20,5	6,2	36	19,4	6,7	23	8,7	6,0	8	12,5	12,5
BB	5	2. Insertion Starktrieb	44	54,5	7,6	36	30,6	7,8	23	30,4	9,8	8	25,0	16,4
BB	6	2. Insertion Starktrieb	44	63,6	7,3	36	44,4	8,4	23	30,4	9,8	8	37,5	18,3

ANOVA						
Sorte	Termin	Levene	Sig.	F	Sig.	
GV	3	9,85	0,000	1,77	0,155	
	4	9,30	0,000	1,83	0,143	
	5	0,33	0,806	0,16	0,924	
	6	1,05	0,370	0,58	0,626	
RR	3	4,35	0,005	1,09	0,354	
	4	7,44	0,000	1,79	0,150	
	5	6,11	0,001	1,56	0,199	
	6	3,99	0,009	0,88	0,452	

ANOVA						
Sorte	Termin	Levene	Sig.	F	Sig.	
ZW	3					
	4	8,27	0,000	1,63	0,183	
	5	0,21	0,892	0,05	0,986	
	6	3,27	0,022	0,98	0,402	
BB	3	2,39	0,074	0,52	0,670	
	4	10,65	0,000	1,93	0,130	
	5	2,71	0,049	0,29	0,829	
	6	3,03	0,033	1,60	0,193	

Anhang 4a: Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit kurz vor der Lese von der Triebstärke

deskriptive Statistik					Levene		T-Test	
Sorte	Triebstärke	N	BBBH (%)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
GV	schwach	92	91,3	2,95	0,07	0,791	-0,13	0,895
	stark	86	91,9	2,97				
RR	schwach	129	93,8	2,13	3,57	0,060	-0,93	0,355
	stark	65	96,9	2,16				
ZW	schwach	85	64,7	5,21	1,83	0,178	0,67	0,504
	stark	110	60,0	4,69				
BB	schwach	55	69,1	6,29	6,46	0,013	-1,25	0,214
	stark	45	80,0	6,03				

Anhang 4b: Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit kurz vor der Lese von der Traubenarchitektur .

deskriptive Statistik					Levene		T-Test	
Sorte	Trauben-architektur	N	BBBH (%)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
GV	locker	10	70,0	15,28	12,98	0,001	1,42	0,185
	kompakt	40	92,5	4,22				
RR	locker	74	91,9	3,19	8,68	0,004	1,33	0,187
	kompakt	120	96,7	1,65				
ZW	locker	70	57,1	5,96	3,43	0,065	1,05	0,293
	kompakt	125	64,8	4,29				
BB	locker							
	kompakt							

Anhang 4c: Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit am Termin 4 von der Triebstärke.

					Levene		t-Test	
	Triebstärke	N	BBBH T4 (%)	Std-F	F	Sig.	t	Sig.
GV	schwach	97	40,2	5,00	17,21	0,000	2,12	<b>0,035</b>
	stark	86	25,6	4,73				
RR	schwach	130	8,5	2,45	10,59	0,001	-1,51	0,135
	stark	68	16,2	4,50				
ZW	schwach	85	9,4	3,19	8,50	0,004	-1,46	0,146
	stark	110	16,4	3,54				
BB	schwach	55	12,7	4,54	13,04	0,000	-1,73	0,088
	stark	45	26,7	6,67				

Anhang 4d: Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallshäufigkeit am Termin 4 von der Traubenarchitektur .

Deskriptive Statistik					Levene		t-Test	
	Tauben-architektur	N	BBBH T4 (%)	Std-F	F	Sig.	t	Sig.
GV	kompakt	40	45,0	7,97	56,45	0,000	2,74	<b>0,012</b>
	locker	10	10,0	10,00				
RR	kompakt	122	17,2	3,43	73,22	0,000	4,33	<b>0,000</b>
	locker	76	1,3	1,32				
ZW	kompakt	125	15,2	3,22	4,43	0,037	1,07	0,284
	locker	70	10,0	3,61				

Anhang 4e: Abhängigkeit der Botrytis-Befallshäufigkeit zur Lese von der Insertionshöhe der Trauben

Deskriptive Statistik					Levene		t-Test	
	Insertion	N	BBBH (%)	Std-F	F	Sig.	T	Sig.
GV	1	101	94,1	2,36	6,19	0,014	1,20	0,233
	2	82	89,0	3,47				
RR	1	92	94,6	2,38	0,09	0,763	-0,15	0,880
	2	101	95,0	2,17				
ZW	1	157	64,3	3,84	3,12	0,079	1,33	0,184
	2	38	52,6	8,21				
BB	1	82	74,4	4,85	0,13	0,716	0,19	0,851
	2	18	72,2	10,86				

Std-F Standardfehler

Anhang 5: Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallsstärke kurz vor der Lese von der Triebstärke

deskriptive Statistik					Levene		T-Test		
Jahr	Standort	Triebstärke	N	BBBS (%)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV	schwach	22	44,1	7,27	10,09	0,003	2,35	<b>0,025</b>
		stark	23	24,3	4,23				
	Kreut/GV	schwach	20	30,8	7,34	0,65	0,425	-0,61	0,545
		stark	24	37,1	7,24				
	Hoch/RR	schwach	33	58,0	6,33	0,02	0,895	-0,10	0,922
		stark	17	59,1	9,40				
	Frau/RR	schwach	30	45,5	7,01	0,88	0,355	-0,09	0,928
		stark	12	46,7	10,12				
2006	Axpo/GV	schwach	24	13,1	2,15	0,02	0,893	0,45	0,656
		stark	8	11,3	3,24				
	Kreut/GV	schwach	18	20,3	4,99	0,01	0,926	0,32	0,753
		stark	24	18,5	2,94				
	Hoch/RR	schwach	32	37,8	6,45	0,10	0,754	-0,60	0,548
		stark	14	45,0	10,28				
	Kreut/RR	schwach	26	44,6	7,69	0,52	0,477	-1,11	0,274
		stark	20	57,8	9,11				
	Satz/ZW	schwach	11	10,5	2,47	2,71	0,113	-1,26	0,222
		stark	14	20,7	6,95				
	Kurz/ZW	schwach	9	28,9	10,83	0,39	0,537	-0,68	0,501
		stark	17	38,8	8,87				
	Strass/ZW	schwach	14	17,5	6,73	0,39	0,539	-0,92	0,366
		stark	15	26,3	6,82				
	Kurz/BB	schwach	19	18,7	5,21	0,36	0,551	-1,01	0,320
		stark	23	25,9	4,86				

Abhängigkeit der Beerenbotrytis-Befallsstärke kurz vor der Lese von der Traubenarchitektur

deskriptive Statistik					Levene		T-Test		
Jahr	Standort	Traubenarchitektur	N	BBBS (%)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Kreut/GV	kompakt	37	37,4	5,85	4,72	0,035	2,31	<b>0,033</b>
		locker	7	17,1	6,53				
	Hoch/RR	kompakt	39	61,0	5,65	1,12	0,296	0,95	0,347
		locker	11	49,1	12,70				
2006	Frau/RR	kompakt	29	48,4	6,97	0,09	0,768	0,68	0,501
		locker	13	40,0	10,19				
	Hoch/RR	kompakt	23	49,8	8,40	4,33	0,043	1,85	0,072
		locker	23	30,2	6,43				
	Kreut/RR	kompakt	25	68,8	7,41	6,42	0,015	3,98	<b>0,000</b>
		locker	21	28,3	6,95				
	Satz/ZW	kompakt	19	17,1	5,40	3,13	0,090	0,39	0,704
		locker	6	13,3	1,67				
	Kurz/ZW	kompakt	25	36,2	7,07	.	.	0,59	0,562
		locker	1	15,0	.				
	Strass/ZW	kompakt	16	29,7	8,03	10,15	0,004	2,02	0,059
		locker	13	12,7	2,57				

Anhang 6a: Reifegradation der Sorten an den Terminen 3 bis 6 in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertionshöhe

Deskriptive Statistik	Sorte	RR			GV			ZW			
		Variante	Termin	N	Mittelwert	StdF	N	Mittelwert	StdF	N	Mittelwert
1. Insertion kompakt	3	21	53,5	1,28	45	48,0	1,05	104	51,9	0,94	
1. Insertion kompakt	4	21	64,4	1,47	43	61,7	1,03	103	64,1	0,60	
1. Insertion kompakt	5	21	78,3	1,25	43	73,8	1,31	104	71,6	0,62	
1. Insertion kompakt	6	21	81,2	0,77	43	77,8	0,89	104	78,6	0,63	
1. Insertion locker	3	7	58,4	2,47	52	47,6	1,04	53	54,8	1,11	
1. Insertion locker	4	7	65,8	1,03	52	62,0	0,92	53	66,6	0,67	
1. Insertion locker	5	7	78,2	2,32	52	75,8	0,76	53	73,1	0,63	
1. Insertion locker	6	7	78,4	2,51	52	79,1	0,74	53	79,6	0,68	
2. Insertion kompakt	3	19	49,6	1,98	78	46,2	0,69	21	47,8	1,75	
2. Insertion kompakt	4	19	61,9	2,51	78	59,8	0,70	21	62,5	1,06	
2. Insertion kompakt	5	19	77,2	1,04	78	72,9	0,58	21	69,8	1,02	
2. Insertion kompakt	6	19	80,8	0,99	78	76,8	0,65	21	76,3	1,18	
2. Insertion locker	3	3	55,0	4,04	24	47,0	1,46	17	47,2	1,74	
2. Insertion locker	4	3	64,2	5,07	24	62,0	1,96	17	59,7	1,18	
2. Insertion locker	5	3	74,5	4,31	24	73,0	1,16	17	68,5	1,43	
2. Insertion locker	6	3	78,2	1,74	24	77,8	1,11	17	76,6	1,56	
Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen	Termin			F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz
	3			0,098	0,9607		0,672	0,5699		1,893	0,1321
	4			0,828	0,4850		0,511	0,6751		1,535	0,2067
	5			0,381	0,7675		2,773	0,0427		1,921	0,1276
	6			2,046	0,1205		0,587	0,6239		0,693	0,5573
ANOVA	Termin			F	Signifikanz		F	Signifikanz		F	Signifikanz
Insertion	3			1,74	0,194		1,45	0,230		12,54	<b>0,001</b>
Insertion	4			0,43	0,516		0,75	0,387		17,40	<b>0,000</b>
Insertion	5			1,36	0,250		3,58	0,060		9,35	<b>0,003</b>
Insertion	6			0,04	0,852		1,66	0,199		5,80	<b>0,017</b>
Architektur	3			3,52	0,067		0,03	0,863		0,51	0,474
Architektur	4			0,33	0,570		1,32	0,252		0,02	0,879
Architektur	5			0,46	0,500		1,32	0,251		0,02	0,893
Architektur	6			2,71	0,106		1,80	0,182		0,37	0,542
Insertion * Architektur	3			0,01	0,929		0,32	0,570		1,18	0,279
Insertion * Architektur	4			0,02	0,884		0,72	0,398		6,82	<b>0,010</b>
Insertion * Architektur	5			0,40	0,530		1,04	0,309		1,78	0,184
Insertion * Architektur	6			0,01	0,943		0,04	0,842		0,14	0,707

Anhang 6b: Beerenbotrytisbefall der Sorten an den Terminen 3 bis 6 in Abhängigkeit von Triebstärke und Insertionshöhe

Deskriptive Statistik		GV			RR			ZW		
Termin	Variante	N	BBBH	Std-F	N	BBBH	Std-F	N	BBBH	Std-F
3	1. Insertion kompakt	21	38,1	10,9	45	6,7	3,8	104	0,0	0,0
4	1. Insertion kompakt	21	47,6	11,2	43	14,0	5,3	104	16,3	3,6
5	1. Insertion kompakt	21	76,2	9,5	43	39,5	7,5	104	34,6	4,7
6	1. Insertion kompakt	21	81,0	8,8	43	62,8	7,5	104	41,3	4,9
3	1. Insertion locker	7	0,0	0,0	52	0,0	0,0	53	0,0	0,0
4	1. Insertion locker	7	14,3	14,3	52	1,9	1,9	53	13,2	4,7
5	1. Insertion locker	7	42,9	20,2	52	1,9	1,9	53	32,1	6,5
6	1. Insertion locker	7	57,1	20,2	52	17,3	5,3	53	41,5	6,8
3	2. Insertion kompakt	19	21,1	9,6	78	10,3	3,5	21	0,0	0,0
4	2. Insertion kompakt	19	42,1	11,6	78	17,9	4,4	21	9,5	6,6
5	2. Insertion kompakt	19	68,4	11,0	78	30,8	5,3	21	33,3	10,5
6	2. Insertion kompakt	19	68,4	11,0	78	52,6	5,7	21	42,9	11,1
3	2. Insertion locker	3	0,0	0,0	24	0,0	0,0	17	0,0	0,0
4	2. Insertion locker	3	0,0	0,0	24	0,0	0,0	17	0,0	0,0
5	2. Insertion locker	3	33,3	33,3	24	0,0	0,0	17	29,4	11,4
6	2. Insertion locker	3	66,7	33,3	24	20,8	8,5	17	35,3	11,9

Sorte	Termin	Levene	Sig.	ANOVA	
				F	Sig.
GV	3	17,28	0,0	1,91	0,141
	4	25,99	0,0	1,51	0,226
	5	0,93	0,4	1,38	0,262
	6	2,03	0,1	0,56	0,644
RR	3	13,10	0,0	2,69	<b>0,048</b>
	4	23,29	0,0	4,13	<b>0,007</b>
	5	139,68	0,0	11,93	<b>0,000</b>
	6	20,88	0,0	10,97	<b>0,000</b>
ZW	3				
	4	6,79	0,0	1,23	0,300
	5	0,34	0,8	0,08	0,973
	6	0,55	0,7	0,09	0,967

Anhang 7a: Abhängigkeit des Befallsbeginns von der Triebstärke

deskriptive Statistik				Levene		t-Test			
Jahr	Standort	Triebstärke	N	Erstbefall (Termin T1-T11)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV	schwach	22	3,8	0,34	5,51	0,024	-3,01	0,005
		stark	23	5,1	0,25				
	Kreut/GV	schwach	20	5,0	0,34	0,23	0,634	1,17	0,249
		stark	24	4,5	0,27				
	Hoch/RR	schwach	33	5,9	0,17	3,00	0,090	1,53	0,132
		stark	17	5,4	0,34				
	Frau/RR	schwach	30	5,1	0,25	0,27	0,603	0,65	0,520
		stark	12	4,8	0,37				
	Kurz/ZW	schwach	18	4,9	0,17	1,22	0,277	1,33	0,192
		stark	18	4,6	0,18				
2006	Strass/ZW	schwach	3	5,7	0,33	15,00	0,030	0,63	0,624
		stark	2	5,0	1,00				
	Kurz/BB	schwach	19	4,8	0,22	0,90	0,350	-1,03	0,310
		stark	13	5,2	0,32				
	Axpo/GV	schwach	26	3,3	0,61	0,01	0,926	-0,47	0,642
		stark	8	3,9	1,22				
	Kreut/GV	schwach	19	9,2	0,53	0,21	0,653	1,27	0,212
		stark	24	8,3	0,48				
	Hoch/RR	schwach	33	9,2	0,21	6,11	0,017	1,37	0,186
		stark	15	8,5	0,52				
2007	Kreut/RR	schwach	26	8,9	0,32	2,45	0,125	2,46	0,018
		stark	22	7,6	0,43				
	Satz/ZW	schwach	11	8,5	0,28	10,20	0,004	1,44	0,165
		stark	14	7,6	0,49				
	Kurz/ZW	schwach	9	5,2	0,36	0,60	0,446	-0,27	0,790
		stark	17	5,4	0,30				
	Strass/ZW	schwach	14	6,7	0,49	0,04	0,842	0,57	0,575
		stark	15	6,3	0,46				
	Kurz/BB	schwach	19	5,8	0,29	3,14	0,084	1,16	0,253
		stark	23	5,3	0,35				

Anhang 7b: Abhängigkeit des Befallsbeginns von der Traubencharakteristik

deskriptive Statistik				Levene		T-Test			
Jahr	Standort	Trauben-architektur	N	Erstbefall (Termin T1-T11)	Std-F	F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Kreut/GV	kompakt	37	4,6	0,24	2,22	0,144	-1,44	0,157
		locker	7	5,4	0,37				
	Hoch/RR	kompakt	39	5,4	0,18	11,67	0,001	-7,33	0,000
		locker	11	6,9	0,09				
	Frau/RR	kompakt	29	4,7	0,27	20,05	0,000	-3,75	0,001
		locker	13	5,8	0,15				
	Kurz/ZW	kompakt	17	4,5	0,15	0,12	0,733	-2,45	0,019
		locker	19	5,1	0,18				
	Kurz/BB	kompakt	4	5,5	0,50	.	.	0,45	0,685
		locker	1	5,0	.				
2006	Hoch/RR	kompakt	23	8,7	0,40	12,28	0,001	-1,30	0,203
		locker	25	9,3	0,20				
	Kreut/RR	kompakt	27	7,3	0,37	7,03	0,011	-5,51	0,000
		locker	21	9,6	0,18				
	Satz/ZW	kompakt	19	7,9	0,35	0,21	0,650	-0,60	0,551
		locker	6	8,3	0,67				
	Kurz/ZW	kompakt	25	5,4	0,23	.	.	1,16	0,258
		locker	1	4,0	.				
	Kurz/BB	kompakt	16	6,6	0,49	1,49	0,233	0,35	0,725
		locker	13	6,4	0,45				

Anhang 8: Abhängigkeit des Stielfäulebefalls kurz vor der Lese von der Insertionshöhe

Jahr	Standort	Insertion	N	STFBH (%)	Std-F	Levene		T-Test	
						F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV	1	23	73,9	9,36	0,21	0,646	0,23	0,818
		2	24	70,8	9,48				
	Kreut/GV	1	28	46,4	9,60	6,41	0,015	1,40	0,167
		2	22	27,3	9,72				
	Hoch/RR	1	26	0,0	0,00	4,74	0,034	-1,00	0,328
		2	24	4,2	4,17				
	Frau/RR	1	22	13,6	7,49	2,03	0,161	0,71	0,484
		2	27	7,4	5,14				
	Kurz/BB	1	47	2,1	2,13	0,26	0,611	0,25	0,803
		2	3	0,0	0,00				
2006	Axpo/GV	1	21	61,9	10,86	0,34	0,565	-0,29	0,777
		2	15	66,7	12,60				
	Kreut/GV	1	27	29,6	8,96	3,21	0,080	-1,95	0,056
		2	23	56,5	10,57				
	Hoch/RR	1	24	29,2	9,48	2,64	0,111	0,81	0,422
		2	26	19,2	7,88				
	Kreut/RR	1	25	16,0	7,48	0,00	1,000	0,00	1,000
		2	25	16,0	7,48				
	Satz/ZW	1	41	9,8	4,69	1,56	0,219	0,56	0,581
		2	3	0,0	0,00				
	Kurz/ZW	1	36	16,7	6,30	4,75	0,036	2,65	0,012
		2	4	0,0	0,00				
	Strass/ZW	1	31	16,1	6,72	14,63	0,000	2,40	0,023
		2	13	0,0	0,00				
	Kurz/BB	1	35	8,6	4,80	0,99	0,325	-0,51	0,616
		2	15	13,3	9,09				

Anhang 9: Abhängigkeit des Stielfäulebefalls kurz vor der Lese von der Triebstärke

Jahr	Standort	Triebstärke	N	STFBH (%)	Std-F	Levene		t-Test	
						F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Axpo/GV	schwach	22	68,2	10,16	1,35	0,252	-0,59	0,560
		stark	25	76,0	8,72				
	Kreut/GV	schwach	26	34,6	9,51	0,93	0,339	-0,50	0,616
		stark	24	41,7	10,28				
	Hoch/RR	schwach	33	0,0	0,00	9,01	0,004	-1,00	0,332
		stark	17	5,9	5,88				
	Frau/RR	schwach	37	13,5	5,70	10,96	0,002	2,37	<b>0,023</b>
		stark	13	0,0	0,00				
	Kurz/BB	schwach	31	3,2	3,23	2,60	0,113	0,78	0,439
		stark	19	0,0	0,00				
2006	Axpo/GV	schwach	28	53,6	9,60	1473,33	0,000	-4,84	<b>0,000</b>
		stark	8	100,0	0,00				
	Kreut/GV	schwach	21	52,4	11,17	2,01	0,163	1,26	0,214
		stark	29	34,5	8,98				
	Hoch/RR	schwach	34	26,5	7,68	1,55	0,220	0,59	0,560
		stark	16	18,8	10,08				
	Kreut/RR	schwach	28	14,3	6,73	0,53	0,469	-0,37	0,716
		stark	22	18,2	8,42				
	Satz/ZW	schwach	19	5,3	5,26	2,47	0,124	-0,76	0,453
		stark	25	12,0	6,63				
	Kurz/ZW	schwach	18	5,6	5,56	12,04	0,001	-1,60	0,118
		stark	22	22,7	9,14				
	Strass/ZW	schwach	18	16,7	9,04	3,38	0,073	0,91	0,368
		stark	26	7,7	5,33				
	Kurz/BB	schwach	24	16,7	7,77	10,82	0,002	1,48	0,149
		stark	26	3,8	3,85				

Anhang 10: Abhängigkeit des Stielfäulebefalls kurz vor der Lese von der Traubenarchitektur .

Jahr	Standort	Trauben-architektur	N	STFBH (%)	Std-F	Levene		t-Test	
						F	Signifikanz	T	Signifikanz
2005	Kreut/GV	locker	40	42,5	7,92	13,74	0,001	1,45	0,166
		kompakt	10	20,0	13,33				
	Hoch/RR	locker	39	2,6	2,56	1,17	0,284	0,53	0,601
		kompakt	11	0,0	0,00				
	Frau/RR	locker	33	12,1	5,77	2,05	0,159	0,69	0,496
		kompakt	17	5,9	5,88				
	Hoch/RR	locker	24	20,8	8,47	1,00	0,323	-0,49	0,623
		kompakt	26	26,9	8,87				
	Kreut/RR	locker	28	25,0	8,33	23,38	0,000	2,15	<b>0,037</b>
		kompakt	22	4,5	4,55				
2006	Satz/ZW	locker	30	10,0	5,57	0,37	0,545	0,30	0,765
		kompakt	14	7,1	7,14				
	Kurz/ZW	locker	33	15,2	6,34	0,01	0,909	0,06	0,955
		kompakt	7	14,3	14,29				
	Strass/ZW	locker	24	12,5	6,90	0,26	0,612	0,25	0,800
		kompakt	20	10,0	6,88				

Anhang 11: Abhängigkeit des Stielfäulebefalls kurz vor der Lese von der Mostgradation an den Terminen 3 bis 6.

Termin	Sorte	STIELFÄULE	N	MEAN	Std-F	Levene		t-test		
						F	Sig.	t	Sig.	
3	GV	befallsfrei	86	48,4	1,12		5,21	0,024	-0,71	0,480
		befallen	97	49,4	0,78					
		befallsfrei	86	59,7	1,05		0,70	0,405	0,25	0,803
		befallen	97	59,4	0,83					
		befallsfrei	85	72,7	1,21		10,73	0,001	-0,51	0,613
		befallen	97	73,4	0,74					
		befallsfrei	85	77,1	1,05		2,57	0,111	-1,31	0,192
		befallen	97	78,7	0,69					
4	RR	befallsfrei	174	47,3	0,54		2,57	0,110	1,47	0,142
		befallen	26	45,2	1,00					
		befallsfrei	174	61,1	0,55		5,74	0,018	0,47	0,641
		befallen	24	60,7	0,81					
		befallsfrei	174	73,9	0,48		0,01	0,909	0,19	0,849
		befallen	24	73,6	1,20					
		befallsfrei	174	77,7	0,45		6,57	0,011	-0,14	0,893
		befallen	24	77,8	0,79					
5	ZW	befallsfrei	220	51,6	0,58		2,04	0,154	0,88	0,381
		befallen	15	49,5	2,81					
		befallsfrei	219	64,3	0,38		1,20	0,274	2,60	0,010
		befallen	15	60,3	1,80					
		befallsfrei	220	71,6	0,37		11,82	0,001	0,81	0,428
		befallen	15	69,6	2,50					
		befallsfrei	218	78,4	0,44		0,70	0,405	0,94	0,349
		befallen	15	76,7	1,90					
6	BB	befallsfrei	94	53,0	0,69		3,70	0,057	0,89	0,378
		befallen	6	50,5	1,55					
		befallsfrei	94	63,2	0,37		0,41	0,526	-0,56	0,574
		befallen	6	64,0	1,20					
		befallsfrei	94	71,3	0,36		0,21	0,645	0,72	0,472
		befallen	6	70,3	1,44					
		befallsfrei	91	78,7	0,54		1,30	0,257	1,79	0,076
		befallen	5	74,5	1,38					

Anhang 12: Abhängigkeit des Stielfulebefalls kurz vor der Lese vom  
Beerenbotrytis-Befall an den Terminen 3 bis 6.

Termin	Sorte	Stielfäule	N	BBBH (%)	Std-F	Levene		t-test	
						F	Sig.	t	Sig.
3	GV	befallsfrei	86	15,1	3,89	48,63	0,000	-3,35	0,001
		befallen	97	36,1	4,90				
		befallsfrei	86	24,4	4,66	22,58	0,000	-2,45	0,015
		befallen	97	41,2	5,02				
4		befallsfrei	85	43,5	5,41	3,61	0,059	-2,80	0,006
		befallen	97	63,9	4,90				
		befallsfrei	85	49,4	5,46	20,52	0,000	-3,20	0,002
		befallen	97	72,2	4,57				
5		befallsfrei	174	5,2	1,68	1,06	0,305	-0,52	0,601
		befallen	26	7,7	5,33				
		befallsfrei	174	9,8	2,26	8,64	0,004	-1,26	0,218
		befallen	24	20,8	8,47				
6	RR	befallsfrei	174	20,7	3,08	2,80	0,096	-0,94	0,348
		befallen	24	29,2	9,48				
		befallsfrei	174	42,0	3,75	0,00	0,957	0,03	0,979
		befallen	24	41,7	10,28				
3	ZW	befallsfrei	220	0,0	0,00				
		befallen	15	0,0	0,00				
		befallsfrei	220	10,0	2,03	17,54	0,000	-1,83	0,088
		befallen	15	33,3	12,60				
4		befallsfrei	220	29,1	3,07	3,19	0,076	-4,21	0,000
		befallen	15	80,0	10,69				
		befallsfrei	220	39,1	3,30	57,37	0,000	-4,92	0,000
		befallen	15	86,7	9,09				
5	BB	befallsfrei	94	7,4	2,72	2,14	0,147	-0,80	0,425
		befallen	6	16,7	16,67				
		befallsfrei	94	18,1	3,99	2,08	0,152	-0,92	0,361
		befallen	6	33,3	21,08				
6		befallsfrei	94	37,2	5,01	11,03	0,001	-2,65	0,038
		befallen	6	83,3	16,67				
		befallsfrei	94	62,8	5,01	84,32	0,000	-7,43	0,000
		befallen	6	100,0	0,00				

Anhang 13a: Differenz der Mostparameter befallene zu symptomlosen Traubenproben  
(jeweils gesunde Beeren)

Jahr	Delta zu gesund	N	Mittelwert	Std-F	t-Test	
					T	Sign.
2005+2006	Mostgradation	10	-0,59	2,02	-0,29	0,776
	Glucose	10	0,078	2,01	0,04	0,970
	Fructose	10	-0,893	2,54	-0,35	0,733
	tit. Gesamtsäure	10	-0,18	0,22	-0,83	0,429
	Weinsäure	10	0,07	0,27	0,26	0,800
	Äpfelsäure	10	0,02	0,15	0,14	0,894
	pH-Wert	10	0,041	0,02	2,06	0,069
	FAN	10	-2	9,83	-0,20	0,843
	Ammonium-N	10	-5,3	3,47	-1,53	0,161
	Calcium	10	-2,78	4,72	-0,59	0,571
	Kalium	10	3,4	36,54	0,09	0,928
	Magnesium	10	-1,4	2,52	-0,56	0,592
2006	Mostgradation	5	1,16	3,77	0,31	0,774
	Glucose	5	2,18	3,82	0,57	0,599
	Fructose	5	1,06	4,84	0,22	0,837
	tit. Gesamtsäure	5	-0,56	0,36	-1,57	0,191
	Weinsäure	5	0,26	0,54	0,48	0,654
	Äpfelsäure	5	-0,2	0,26	-0,77	0,483
	pH-Wert	5	0,086	0,02	3,52	<b>0,024</b>
	FAN	5	9	15,82	0,57	0,600
	Ammonium-N	5	-4,8	6,41	-0,75	0,496
	Calcium	5	-4,08	3,75	-1,09	0,338
	Kalium	5	22	57,63	0,38	0,722
	Magnesium	5	-1,2	3,90	-0,31	0,774
2005	Mostgradation	5	-2,34	1,58	-1,48	0,213
	Glucose	5	-2,024	1,17	-1,73	0,159
	Fructose	5	-2,846	1,91	-1,49	0,211
	tit. Gesamtsäure	5	0,2	0,12	1,69	0,166
	Weinsäure	5	-0,12	0,13	-0,94	0,402
	Äpfelsäure	5	0,24	0,07	3,54	<b>0,024</b>
	pH-Wert	5	-0,004	0,01	-0,31	0,772
	FAN	5	-13	11,12	-1,17	0,307
	Ammonium-N	5	-5,8	3,61	-1,61	0,184
	Calcium	5	-1,48	9,25	-0,16	0,881
	Kalium	5	-15,2	50,13	-0,30	0,777
	Magnesium	5	-1,6	3,64	-0,44	0,683

Anhang 13b: Differenz der Mostparameter befallene zu symptomlosen Traubenproben  
(jeweils gesunde Beeren)

Delta	GV			t-Test		RR			t-Test	
	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
Mostgradation	3	5,37	4,87	1,10	0,385	4	-1,55	0,61	-2,56	0,083
Glucose	3	6,03	5,64	1,07	0,397	4	-2,15	0,66	-3,24	<b>0,048</b>
Fructose	3	6,60	6,05	1,09	0,389	4	-2,23	0,57	-3,92	<b>0,030</b>
tit. Gesamtsäure	3	-0,07	0,09	-0,76	0,529	4	0,23	0,19	1,19	0,319
Weinsäure	3	0,17	0,07	2,50	0,130	4	-0,23	0,13	-1,80	0,170
Äpfelsäure	3	0,00	0,15	0,00	1,000	4	0,35	0,09	4,04	<b>0,027</b>
pH-Wert	3	0,02	0,03	0,73	0,539	4	0,03	0,03	0,99	0,396
FAN	3	24,00	23,07	1,04	0,407	4	-14,75	14,41	-1,02	0,381
Ammonium-N	3	-2,00	3,46	-0,58	0,622	4	-13,00	7,04	-1,85	0,162
Calcium	3	-9,63	15,65	-0,62	0,601	4	2,45	1,97	1,25	0,301
Kalium	3	131,00	64,09	2,04	0,178	4	-38,75	42,17	-0,92	0,426
Magnesium	3	4,00	2,65	1,51	0,270	4	1,50	0,87	1,73	0,182
Delta	ZW			t-Test		BB			t-Test	
	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
Mostgradation	2	-3,90	4,00	-0,98	0,508	1	-8,00			
Glucose	2	-1,70	1,60	-1,06	0,481	1	-5,32			
Fructose	2	-5,05	5,85	-0,86	0,547	1	-9,73			
tit. Gesamtsäure	2	-1,30	0,50	-2,60	0,234	1	0,10			
Weinsäure	2	0,85	1,45	0,59	0,662	1	-0,60			
Äpfelsäure	2	-0,70	0,30	-2,33	0,258	1	0,20			
pH-Wert	2	0,11	0,07	1,57	0,361	1	0,02			
FAN	2	-14,00	4,00	-3,50	0,177	1	-5,00			
Ammonium-N	2	2,50	0,50	5,00	0,126	1	0,00			
Calcium	2	-7,10	8,30	-0,86	0,550	1	5,50			
Kalium	2	-58,50	34,50	-1,70	0,339	1	-87,00			
Magnesium	2	-8,00	7,00	-1,14	0,458	1	-16,00			

Anhang 14a: Anteil an im Folgejahr wiederholt stärker befallenen Stöcken.

t-Test		N	Anteil Folgejahr	StdF	T	Sig. (2-seitig)		N	Anteil im Bestimmungsjahr	StdF	T	Sign.
2005 RR/1	<b>BBBH</b>	17	58,8	0,12	0,72	0,484	2004 RR/1	17	100,0	0,00		
	<b>BBBS</b>	17	58,8	0,12	0,72	0,484		17	100,0	0,00		
	<b>STFBH</b>	17	88,2	0,08	4,75	<b>0,000</b>		17	100,0	0,00		
2005 GV/1	<b>BBBH</b>	16	62,5	0,13	1,00	0,333	2004 GV/1	16	100,0	0,00		
	<b>BBBS</b>	16	62,5	0,13	1,00	0,333		16	100,0	0,00		
	<b>STFBH</b>	16	81,3	0,10	3,10	<b>0,007</b>		16	100,0	0,00		
2006 RR/1	<b>BBBH</b>	17	76,5	0,11	2,50	<b>0,024</b>	2005 RR/1	17	100,0	0,00		
	<b>BBBS</b>	17	70,6	0,11	1,81	0,090		17	100,0	0,00		
	<b>STFBH</b>	17	94,1	0,06	7,50	<b>0,000</b>		17	94,1	0,06	7,50	<b>0,000</b>
2006 GV/1	<b>BBBH</b>	18	83,3	0,09	3,69	<b>0,002</b>	2005 GV/1	18	100,0	0,00		
	<b>BBBS</b>	18	72,2	0,11	2,05	0,057		18	100,0	0,00		
	<b>STFBH</b>	18	55,6	0,12	0,46	0,651		18	88,9	0,08	5,10	<b>0,000</b>

StdF...Standardfehler des Mittelwertes

d.h.: Zeile 1: 58,8% der im Jahr 2004 häufiger befallenen Stöcken war 2005 wieder häufiger befallen.

Anhang 14b: Unterschied der Befallsparameter im Folgejahr von Stöcken mit wenigen und vielen Bodentrauben.

abh. Var.	BoTr	N	Befall (%)	Std-F	Levene		t-Test	
					F	Signifikanz	T	Signifikanz
BBBH	wenige	20	45,9	7,18	2,00	0,166	-1,01	0,317
	viele	18	57,1	8,47				
BBBS	wenige	19	34,9	4,59	2,04	0,162	-1,97	0,057
	viele	18	50,2	6,36				
STFBH	wenige	20	0,4	0,28	78,88	0,000	-3,01	<b>0,007</b>
	viele	18	3,3	0,93				
BGESBH	wenige	20	46,1	7,15	1,96	0,170	-1,07	0,290
	viele	18	57,9	8,47				
BEGESBHBTr	wenige	20	49,6	6,87	0,61	0,439	-1,45	0,155
	viele	18	64,2	7,40				
%BoTr	wenige	20	7,7	1,49	2,14	0,152	-4,42	<b>0,000</b>
	viele	18	21,1	2,73				
STFBHBTr	wenige	20	7,7	1,49	2,14	0,153	-4,42	<b>0,000</b>
	viele	18	21,1	2,73				
BOTRAU	wenige	19	2,2	0,41	7,28	0,011	-4,24	<b>0,000</b>
	viele	18	6,7	1,00				

Anhang 15: Differenz der Mostparameter von stark zu schwach befallenen Einzelstöcken im Folgejahr

Vorjahr ohne reifere					t-Test		Vorjahr ohne reifere					t-Test	
Sorte	Delta	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	Sorte	Delta	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
RR	Mostgradation	4	-0,75	0,92	-0,82	0,473	GV	Mostgradation	5	3,12	1,42	2,20	0,093
	Glucose	4	-0,95	1,05	-0,90	0,434		Glucose	5	4,66	2,26	2,06	0,108
	Fructose	4	-0,95	1,32	-0,72	0,524		Fructose	5	5,60	2,55	2,20	0,093
	tit. Gesamtsäure	4	-0,15	0,29	-0,52	0,641		tit. Gesamtsäure	5	-1,74	0,84	-2,07	0,107
	Weinsäure	4	-0,03	0,10	-0,24	0,824		Weinsäure	5	-0,56	0,25	-2,24	0,089
	Äpfelsäure	4	-0,18	0,35	-0,50	0,651		Äpfelsäure	5	-1,08	0,58	-1,87	0,134
	pH-Wert	4	0,00	0,01	-0,23	0,836		pH-Wert	5	0,04	0,03	1,63	0,178
	FAN	4	-3,50	7,50	-0,47	0,673		FAN	5	10,40	6,36	1,64	0,177
	Ammonium-N	4	-8,25	10,47	-0,79	0,488		Ammonium-N	5	-11,20	8,73	-1,28	0,269
	Calcium	4	16,10	7,25	2,22	0,113		Calcium	5	-7,36	13,93	-0,53	0,625
	Kalium	4	107,25	142,24	0,75	0,506		Kalium	5	15,20	43,61	0,35	0,745
	Magnesium	4	6,50	4,65	1,40	0,256		Magnesium	5	-2,40	3,67	-0,65	0,549

Anhang 16: Differenzen der Blattnährstoffe von stark zu schwach befallenen Stöcken

Variante	Nährstoff-Delta	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	Variante	Nährstoff-Delta	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
GV zur Blüte	Stickstoff (%)	5	0,120	0,133	0,90	0,419	RR zur Blüte	Stickstoff (%)	4	-0,100	0,171	-0,59	0,600
	Phosphor (%)	5	0,018	0,014	1,29	0,266		Phosphor (%)	4	0,005	0,016	0,32	0,769
	Kalium (%)	5	-0,032	0,033	-0,96	0,392		Kalium (%)	4	-0,050	0,008	-6,12	0,009
	Calzium (%)	5	-0,010	0,087	-0,12	0,914		Calzium (%)	4	-0,148	0,294	-0,50	0,650
	Magnesium (%)	5	0,020	0,036	0,55	0,613		Magnesium (%)	4	-0,025	0,006	-3,87	0,030
	Schwefel (%)	5	0,002	0,012	0,17	0,871		Schwefel (%)	4	0,005	0,012	0,42	0,703
	Mangan (ppm)	5	11,640	7,063	1,65	0,175		Mangan (ppm)	4	-15,425	9,505	-1,62	0,203
	Kupfer (ppm)	5	0,920	0,796	1,16	0,312		Kupfer (ppm)	4	0,075	0,364	0,21	0,850
	Zink (ppm)	5	3,920	2,950	1,33	0,255		Zink (ppm)	4	-36,175	31,672	-1,14	0,336
	Bor (ppm)	5	16,140	9,569	1,69	0,167		Bor (ppm)	4	-6,250	1,726	-3,62	0,036
	Eisen (ppm)	5	-23,200	14,055	-1,65	0,174		Eisen (ppm)	4	-10,250	9,286	-1,10	0,350
	Molybdän (ppm)	5	-0,064	0,076	-0,84	0,446		Molybdän (ppm)	4	-0,073	0,033	-2,18	0,117
	K/Mg	5	-0,660	0,770	-0,86	0,440		K/Mg	4	0,175	0,118	1,48	0,235
	N/K	5	0,120	0,073	1,63	0,178		N/K	4	-0,025	0,180	-0,14	0,898
GV zu Reifebeginn	Stickstoff (%)	4	0,225	0,094	2,39	0,097	RR zu Reifebeginn	Stickstoff (%)	4	-0,180	0,101	-1,78	0,174
	Phosphor (%)	4	-0,003	0,015	-0,16	0,882		Phosphor (%)	4	0,020	0,019	1,04	0,373
	Kalium (%)	4	-0,103	0,078	-1,32	0,278		Kalium (%)	4	0,063	0,031	2,00	0,139
	Calzium (%)	4	0,430	0,163	2,64	0,077		Calzium (%)	4	0,225	0,342	0,66	0,558
	Magnesium (%)	4	0,048	0,020	2,41	0,095		Magnesium (%)	4	0,003	0,024	0,10	0,923
	Schwefel (%)	4	0,023	0,006	3,58	0,037		Schwefel (%)	4	0,005	0,021	0,24	0,824
	Mangan (ppm)	4	14,850	7,468	1,99	0,141		Mangan (ppm)	4	-1,825	3,336	-0,55	0,622
	Kupfer (ppm)	4	130,775	152,015	0,86	0,453		Kupfer (ppm)	4	-55,750	50,963	-1,09	0,354
	Zink (ppm)	4	-5,875	3,014	-1,95	0,146		Zink (ppm)	4	6,400	8,492	0,75	0,506
	Bor (ppm)	4	2,750	0,703	3,91	0,030		Bor (ppm)	4	-2,825	1,495	-1,89	0,155
	Eisen (ppm)	4	4,000	6,205	0,64	0,565		Eisen (ppm)	4	6,500	7,331	0,89	0,441
	Molybdän (ppm)	4	-0,118	0,063	-1,88	0,157		Molybdän (ppm)	4	0,003	0,042	0,06	0,956
	K/Mg	4	-1,525	0,335	-4,55	0,020		K/Mg	4	0,150	0,210	0,71	0,527
	N/K	4	0,250	0,087	2,89	0,063		N/K	4	-0,275	0,085	-3,22	0,049

Anhang 17: Differenzen Mostparameter von Stöcken mit vielen zu wenigen Bodentrauben.

Inhaltstoffe-Delta	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
Mostgradation (°Oe)	2	1,1	0,2	5,50	0,114
titrierbare Gesamtsäure (g/L)	2	-0,3	0,4	-0,75	0,590
Weinsäure (g/L)	2	-0,3	0,35	-0,71	0,605
Äpfelsäure (g/L)	2	0,0	0,05	1,00	0,500
pH-Wert	2	0,0	0,03	1,33	0,410
FAN (mg/L)	2	47,5	14,5	3,28	0,189
Ammonium-N (mg/L)	2	8,5	5,5	1,55	0,366
Calcium (mg/L)	2	-7,1	0,25	-28,20	<b>0,023</b>
Kalium (mg/L)	2	50,0	0		<b>0,000</b>
Magnesium (mg/L)	2	-1,0	3	-0,33	0,795

Anhang 18: Differenzen Blattnährstoffe von Stöcken mit vielen zu wenigen Bodentrauben

Nährstoff-Delta	Variante	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	Variante	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.	Variante	N	Mittelwert	Std-F	T	Sign.
Stickstoff (%)	RR Beere zur Lese	2	3,0	1,00	3,00	0,205	RR Beere im Folgejahr	1	2,0				RR Blatt im Folgejahr	2	0,2	0,09	2,06	0,288
Phosphor (%)		2	0,1	2,20	0,05	0,971		1	2,3					2	0,0	0,01	5,00	0,126
Calzium (%)		2	-1,6	0,05	-0,37	<b>0,021</b>		1	-1,5					2	-0,1	0,36	0,81	0,844
Magnesium (%)		2	-0,6	0,60	-31,00	0,500		1	0,0					2	0,0	0,02	-0,25	0,705
Schwefel (%)		1	.	.	-1,00			1						2	0,0	0,01	0,50	0,500
K/Mg		2	0,2	1,83		0,932		1	2,0					2	0,2	0,10	1,00	0,295
N/K		2	0,0	0,10		0,717		1	-0,1					2	0,0	0,25	0,22	0,874
Mangan (ppm)		1	.	.	.			1						2	1,1	5,00	1,05	0,862
Zink (ppm)		2	0,0	0,00	-8,00	0,079		1	0,0					2	1,5	3,60	0,42	0,749
Bor (ppm)		2	0,0	0,06	0,17	0,895		1	0,1					2	1,9	1,85	1,00	0,500
Molybdän (ppm)		1	.	.	.			1						2	0,1	0,02	1,11	0,170
Kalium (%)		2	-13,2	35,65		0,775		1	22,5					2	0,1	0,11	3,67	0,567
Kupfer (ppm)		1	.	.	0,11			1						2	48,6	46,40	2,00	0,485
Eisen (ppm)		1	.	.	0,48			1						2	10,0	9,00	0,20	0,467

Anhang 19: Boniturergebnisse Applikation Suspension und Botrytizid im Freiland

Differenzen des Befalls der Varianten zur Kontrolle (Termin früh und spät)							Test bei einer Stichprobe	
Variante	Termin	Variante	Befallskriterium	N	Differenz zur Kontrolle (%)	Standardfehler des Mittelwertes	T	Signifikanz
GV	früh	Suspension	BBBH	1	23,3	.		
			BBBS	1	0,0	.		
			StFBHBoTr	1	13,0	.		
GV	früh	Botrytizid	BBBH	1	-15,8	.		
			BBBS	1	-5,0	.		
			StFBHBoTr	1	5,3	.		
GV	spät	Suspension	BBBH	2	32,8	11,8	2,780	0,2199
			BBBS	2	15,8	7,5	2,114	0,2813
			StFBHBoTr	2	10,1	5,3	1,906	0,3076
GV	spät	Botrytizid	BBBH	2	0,2	8,6	0,023	0,9852
			BBBS	2	1,1	3,6	0,306	0,8112
			StFBHBoTr	2	2,7	2,7	1,000	0,5000
RR	früh	Suspension	BBBH	5	24,6	4,5	5,415	<b>0,0056</b>
			BBBS	5	-3,2	9,5	-0,338	0,7525
			StFBHBoTr	5	8,9	5,8	1,547	0,1968
RR	früh	Botrytizid	BBBH	5	-1,2	6,1	-0,201	0,8506
			BBBS	5	-21,3	12,5	-1,705	0,1634
			StFBHBoTr	5	-0,8	2,1	-0,383	0,7212
RR	spät	Suspension	BBBH	5	7,3	5,7	1,283	0,2687
			BBBS	5	8,9	3,3	2,677	0,0554
			StFBHBoTr	5	11,2	6,3	1,790	0,1479
RR	spät	Botrytizid	BBBH	5	-7,4	5,5	-1,359	0,2459
			BBBS	5	-13,2	4,3	-3,089	<b>0,0366</b>
			StFBHBoTr	5	-3,6	3,6	-0,988	0,3789
GM	früh	Suspension	BBBH	2	39,5	3,5	11,435	0,0555
			BBBS	2	3,9	6,0	0,647	0,6344
			StFBHBoTr	2	15,9	15,9	1,000	0,5000
GM	früh	Botrytizid	BBBH	2	-14,3	0,3	-47,667	<b>0,0134</b>
			BBBS	2	-14,5	10,5	-1,383	0,3986
			StFBHBoTr	2	4,0	2,8	1,436	0,3872
GM	spät	Suspension	BBBH	2	8,7	2,5	3,531	0,1757
			BBBS	2	12,5	3,9	3,205	0,1925
			StFBHBoTr	2	8,7	8,7	1,000	0,5000
GM	spät	Botrytizid	BBBH	2	-13,6	8,0	-1,700	0,3385
			BBBS	2	-6,4	7,7	-0,830	0,5589
			StFBHBoTr	2	8,6	8,6	1,000	0,5000
ZW	früh	Suspension	BBBH	1	40,4	.		
			BBBS	1	-3,3	.		
			StFBHBoTr	1	12,2	.		
ZW	früh	Botrytizid	BBBH	1	-4,9	.		
			BBBS	1	-9,6	.		
			StFBHBoTr	1	-9,1	.		
ZW	spät	Suspension	BBBH	2	-2,6	14,9	-0,172	0,8917
			BBBS	2	4,3	17,0	0,253	0,8423
			StFBHBoTr	2	13,8	5,1	2,723	0,2241
ZW	spät	Botrytizid	BBBH	2	-9,9	10,2	-0,970	0,5095
			BBBS	2	-17,5	8,9	-1,966	0,2995
			StFBHBoTr	2	-4,8	4,8	-1,000	0,5000
BB	früh	Suspension	BBBH	3	29,0	7,2	4,014	0,0568
			BBBS	3	0,9	4,4	0,197	0,8623
			StFBHBoTr	3	1,3	2,1	0,643	0,5860
BB	früh	Botrytizid	BBBH	3	-5,9	10,4	-0,572	0,6251
			BBBS	3	-7,3	3,7	-1,988	0,1852
			StFBHBoTr	3	-0,9	0,9	-1,000	0,4226
BB	spät	Suspension	BBBH	3	32,5	13,2	2,471	0,1321
			BBBS	3	8,3	5,6	1,495	0,2735
			StFBHBoTr	3	2,2	2,2	1,000	0,4226

Anhang 19: Boniturergebnisse Applikation Suspension und Botrytizid im Freiland

Differenzen des Befalls der Varianten zur Kontrolle (Termin früh und spät)							Test bei einer Stichprobe	
Variante	Termin	Variante	Befallskriterium	N	Differenz zur Kontrolle (%)	Standardfehler des Mittelwertes	T	Signifikanz
BB	spät	Botrytizid	BBBH	3	-3,6	13,0	-0,280	0,8056
			BBBS	3	-6,7	2,5	-2,670	0,1163
			StFBHBoTr	3	1,1	2,2	0,484	0,6759
SL	früh	Suspension						
SL	früh	Botrytizid						
SL	spät	Suspension	BBBH	2	30,6	1,1	29,095	<b>0,0219</b>
			BBBS	2	9,5	7,1	1,338	0,4086
			StFBHBoTr	2	6,0	6,0	1,000	0,5000
SL	spät	Botrytizid	BBBH	2	-20,0	8,9	-2,254	0,2658
			BBBS	2	-1,5	7,8	-0,192	0,8790
			StFBHBoTr	2	2,8	2,8	1,000	0,5000
2005	früh	Suspension	BBBH	4	25,5	6,4	3,986	<b>0,0283</b>
			BBBS	4	-9,1	11,0	-0,830	0,4676
			StFBHBoTr	4	7,7	7,7	1,000	0,3910
2005	früh	Botrytizid	BBBH	4	1,5	8,4	0,175	0,8722
			BBBS	4	-32,5	12,4	-2,619	0,0790
			StFBHBoTr	4	0,4	2,4	0,154	0,8876
2005	spät	Suspension	BBBH	7	6,4	6,4	1,001	0,3554
			BBBS	7	3,7	3,7	1,007	0,3528
			StFBHBoTr	7	6,6	4,5	1,460	0,1947
2005	spät	Botrytizid	BBBH	7	-7,2	5,9	-1,217	0,2694
			BBBS	7	-13,4	3,9	-3,476	<b>0,0132</b>
			StFBHBoTr	7	-1,7	1,7	-1,000	0,3559
2006	früh	Suspension	BBBH	8	31,3	3,4	9,232	<b>0,0000</b>
			BBBS	8	3,4	2,0	1,724	0,1284
			StFBHBoTr	8	9,4	3,7	2,510	<b>0,0404</b>
2006	früh	Botrytizid	BBBH	8	-9,9	3,1	-3,195	<b>0,0152</b>
			BBBS	8	-5,3	1,4	-3,892	<b>0,0060</b>
			StFBHBoTr	8	-0,5	1,8	-0,285	0,7838
2006	spät	Suspension	BBBH	9	25,4	5,6	4,524	<b>0,0019</b>
			BBBS	9	14,2	2,3	6,144	<b>0,0003</b>
			StFBHBoTr	9	10,4	2,5	4,109	<b>0,0034</b>
2006	spät	Botrytizid	BBBH	9	-9,4	4,3	-2,194	0,0596
			BBBS	9	-4,5	2,5	-1,781	0,1129
			StFBHBoTr	9	1,7	3,0	0,589	0,5719
alle	früh	Suspension	BBBH	12	29,4	3,0	9,639	<b>0,0000</b>
			BBBS	12	-0,8	4,0	-0,190	0,8524
			StFBHBoTr	12	8,8	3,4	2,616	<b>0,0240</b>
alle	früh	Botrytizid	BBBH	12	-6,1	3,6	-1,683	0,1204
			BBBS	12	-14,3	5,5	-2,630	<b>0,0234</b>
			StFBHBoTr	12	-0,2	1,4	-0,156	0,8788
alle	spät	Suspension	BBBH	16	17,1	4,7	3,600	<b>0,0026</b>
			BBBS	16	9,6	2,4	4,000	<b>0,0012</b>
			StFBHBoTr	16	8,7	2,4	3,656	<b>0,0023</b>
alle	spät	Botrytizid	BBBH	16	-8,4	3,4	-2,464	<b>0,0263</b>
			BBBS	16	-8,4	2,4	-3,481	<b>0,0034</b>
			StFBHBoTr	16	0,2	1,8	0,134	0,8953

Anhang 20: Anteil molekularbiologische Positivergebnisse Applikation Suspension im Freiland							
oberflächensteril						Levene-Test	
Vergleich Kontrolle zu Variante Suspension						T-Test für die	
Variante	Organ	Variante	N	Mittelwert	Standardfehler des Mittelwertes	F	Signifikanz
						T	Signifikanz
alle	Beeren	Kontrolle	34	10,8	3,37	13,41	0,0005
alle	Beeren	Suspension	34	41,2	5,98		
alle	Stiele	Kontrolle	34	19,6	4,25	4,96	0,0294
alle	Stiele	Suspension	34	59,8	6,10		
früh	Beeren	Kontrolle	17	19,6	5,76	1,53	0,2245
früh	Beeren	Suspension	17	60,8	8,20		
früh	Stiele	Kontrolle	17	31,4	6,69	1,68	0,2043
früh	Stiele	Suspension	17	72,5	8,20		
spät	Beeren	Kontrolle	17	2,0	1,96	29,23	0,0000
spät	Beeren	Suspension	17	21,6	5,67		
spät	Stiele	Kontrolle	17	7,8	3,53	15,15	0,0005
spät	Stiele	Suspension	17	47,1	8,11		
GM	Beeren	Kontrolle	4	8,3	8,33	0,00	1,0000
GM	Beeren	Suspension	4	41,7	8,33		
GM	Stiele	Kontrolle	4	16,7	16,67	0,27	0,6202
GM	Stiele	Suspension	4	33,3	23,57		
RR	Beeren	Kontrolle	10	10,0	7,11	4,43	0,0496
RR	Beeren	Suspension	10	43,3	12,22		
RR	Stiele	Kontrolle	10	26,7	8,31	5,37	0,0324
RR	Stiele	Suspension	10	63,3	13,56		
GV	Beeren	Kontrolle	4	16,7	9,62		-2,45
GV	Beeren	Suspension	4	50,0	9,62		
GV	Stiele	Kontrolle	4	25,0	8,33	2,45	0,1682
GV	Stiele	Suspension	4	58,3	15,96		
ZW	Beeren	Kontrolle	4	0,0	0,00	9,00	0,0240
ZW	Beeren	Suspension	4	25,0	25,00		
ZW	Stiele	Kontrolle	4	0,0	0,00	12,00	0,0134
ZW	Stiele	Suspension	4	50,0	21,52		
BB	Beeren	Kontrolle	8	16,7	8,91	2,04	0,1750
BB	Beeren	Suspension	8	45,8	14,00		
BB	Stiele	Kontrolle	8	16,7	8,91	0,30	0,5899
BB	Stiele	Suspension	8	66,7	8,91		
SL	Beeren	Kontrolle	4	8,3	8,33	25,00	0,0025
SL	Beeren	Suspension	4	33,3	19,25		
SL	Stiele	Kontrolle	4	25,0	15,96	2,45	0,1682
SL	Stiele	Suspension	4	75,0	8,33		

**Anhang 21: Anteil molekularbiologische Positivergebnisse Applikation Suspension im Freiland**

						Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit	
Variante	Organ	Variante	N	Mittelwert	Mittelwertes	F	Signifikanz	T	Signifikanz
alle	Beeren	Kontrolle	34	64,7	8,32				
alle	Beeren	Suspension	34	76,5	7,38	4,41	0,039	-1,06	0,294
alle	Stiele	Kontrolle	34	67,6	8,14	50,14	0,000	-2,90	<b>0,006</b>
alle	Stiele	Suspension	34	94,1	4,10				
früh	Beeren	Kontrolle	17	76,5	10,60				
früh	Beeren	Suspension	17	82,4	9,53	0,69	0,413	-0,41	0,683
früh	Stiele	Kontrolle	17	76,5	10,60				
früh	Stiele	Suspension	17	94,1	5,88	10,62	0,003	-1,46	0,158
spät	Beeren	Kontrolle	17	52,9	12,48				
spät	Beeren	Suspension	17	70,6	11,39	3,06	0,090	-1,04	0,304
spät	Stiele	Kontrolle	17	58,8	12,30				
spät	Stiele	Suspension	17	94,1	5,88	44,12	0,000	-2,59	<b>0,016</b>
GM	Beeren	Kontrolle	4	75,0	25,00				
GM	Beeren	Suspension	4	75,0	25,00	0,00	1,000	0,00	1,000
GM	Stiele	Kontrolle	4	100,0	0,00				
GM	Stiele	Suspension	4	100,0	0,00				
RR	Beeren	Kontrolle	10	60,0	16,33				
RR	Beeren	Suspension	10	80,0	13,33	3,43	0,081	-0,95	0,355
RR	Stiele	Kontrolle	10	80,0	13,33				
RR	Stiele	Suspension	10	100,0	0,00	16,00	0,001	-1,50	0,168
GV	Beeren	Kontrolle	4	75,0	25,00				
GV	Beeren	Suspension	4	100,0	0,00	9,00	0,024	-1,00	0,391
GV	Stiele	Kontrolle	4	50,0	28,87				
GV	Stiele	Suspension	4	100,0	0,00			-1,73	0,134
ZW	Beeren	Kontrolle	4	25,0	25,00				
ZW	Beeren	Suspension	4	50,0	28,87	1,00	0,356	-0,65	0,537
ZW	Stiele	Kontrolle	4	25,0	25,00				
ZW	Stiele	Suspension	4	50,0	28,87	1,00	0,356	-0,65	0,537
BB	Beeren	Kontrolle	8	75,0	16,37				
BB	Beeren	Suspension	8	75,0	16,37	0,00	1,000	0,00	1,000
BB	Stiele	Kontrolle	8	62,5	18,30				
BB	Stiele	Suspension	8	100,0	0,00	105,00	0,000	-2,05	0,080
SL	Beeren	Kontrolle	4	75,0	25,00				
SL	Beeren	Suspension	4	75,0	25,00	0,00	1,000	0,00	1,000
SL	Stiele	Kontrolle	4	75,0	25,00				
SL	Stiele	Suspension	4	100,0	0,00	9,00	0,024	-1,00	0,391

**Anhang 22: Unterschiede der molekularbiologischen Positivergebnisse des Nachweises d. lat. Infektion in Abhängigkeit der Position an d. Traube  
(oberflächensteril)**

Kontrolle	Traubenteil	N	Mittelwert	Standardfehler
Beeren	Schulter	34	14,7	6,17
Beeren	Zentrum	34	5,9	4,10
Beeren	Spitze	34	11,8	5,61
Stiele	Schulter	34	14,7	6,17
Stiele	Zentrum	34	26,5	7,68
Stiele	Spitze	34	17,6	6,64

Suspension	Traubenteil	N	Mittelwert	Standardfehler
Beeren	Schulter	34	38,2	8,46
Beeren	Zentrum	34	50,0	8,70
Beeren	Spitze	34	35,3	8,32
Stiele	Schulter	34	61,8	8,46
Stiele	Zentrum	34	70,6	7,93
Stiele	Spitze	34	47,1	8,69

	Test der Homogenität der Varianzen		ANOVA	
	Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz
Beeren	3,07	0,051	0,70	<b>0,498</b>
Stiele	3,02	0,053	0,80	<b>0,453</b>

	Test der Homogenität der Varianzen		ANOVA	
	Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz
Beeren	1,45	0,240	0,84	<b>0,435</b>
Stiele	3,64	0,030	2,02	<b>0,138</b>

Anhang 23: Molekularbiologischer Vergleich (Beeren/Stiele) der Varianten Kontrolle, Suspension und Botrytizid  
(oberflächensteril)

Termin früh

oberflächen-steril		N	Positiv-Anteil (%)	StdF	nicht steril		N	Positiv-Anteil (%)	StdF
Beeren	Kontrolle	4	16,7	9,6	Beeren	Kontrolle	4	100	0
Stiele	Kontrolle	4	33,3	13,6	Stiele	Kontrolle	4	100	0
Beeren	Suspension	4	66,7	23,6	Beeren	Suspension	4	100	0
Stiele	Suspension	4	66,7	19,2	Stiele	Suspension	4	100	0
Beeren	Botrytizid	4	25	16,0	Beeren	Botrytizid	4	100	0
Stiele	Botrytizid	4	0*	0	Stiele	Botrytizid	4	25**	25
Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA		Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA	
	Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz		Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz
Beeren	0,9	0,4402	2,38	0,1476	Beeren	.	.	.	.
Stiele	9	0,0071	6,00	<b>0,0221</b>	Stiele	9	0,0071	9,00	<b>0,0071</b>

**Anhang 23a: Molekularbiologischer Vergleich (Beeren/Stiele) der Varianten Kontrolle, Suspension und Botrytizid in Abhängigkeit  
der Position an der Traube (oberflächensteril)**

Termin früh

Beeren		N	Positiv-Anteil (%)	StdF	Stiele		N	Positiv-Anteil (%)	StdF	
Schulter	Kontrolle	4	25	25	Schulter	Kontrolle	4	25	25	
Zentrum	Kontrolle	4	0	0	Zentrum	Kontrolle	4	25	25	
Spitze	Kontrolle	4	25	25	Spitze	Kontrolle	4	50	28,9	
Schulter	Suspension	4	75	25	Schulter	Suspension	4	50	28,9	
Zentrum	Suspension	4	50	28,9	Zentrum	Suspension	4	75	25	
Spitze	Suspension	4	75	25	Spitze	Suspension	4	75	25	
Schulter	Botrytizid	4	0	0	Schulter	Botrytizid	4	0	0	
Zentrum	Botrytizid	4	50	28,9	Zentrum	Botrytizid	4	0	0	
Spitze	Botrytizid	4	25	25	Spitze	Botrytizid	4	0	0	
Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA		Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA		
	Levene- Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz		Levene- Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz	
Schulter	4,5	0,0442	3,50	0,0751	Schulter		13	0,0022	1,29	0,3227
Zentrum	.	.	1,50	0,2740	Zentrum		4,5	0,0442	3,50	0,0751
Spitze	0	1,0000	1,33	0,3111	Spitze		13	0,0022	3,00	0,1004

**Anhang 23b: Molekularbiologischer Vergleich (Beeren/Stiele) der Varianten Kontrolle, Suspension und Botrytizid  
(oberflächensteril)**

Termin früh

oberflächen-steril		N	Positiv-Anteil (%)	StdF	nicht steril		N	Positiv-Anteil (%)	StdF
Beeren	Kontrolle	4	16,7	9,6	Beeren	Kontrolle	4	100	0
Stiele	Kontrolle	4	33,3	13,6	Stiele	Kontrolle	4	100	0
Beeren	Suspension	4	66,7	23,6	Beeren	Suspension	4	100	0
Stiele	Suspension	4	66,7	19,2	Stiele	Suspension	4	100	0
Beeren	Botrytizid	4	25	16,0	Beeren	Botrytizid	4	100	0
Stiele	Botrytizid	4	0*	0	Stiele	Botrytizid	4	25**	25
Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA		Statistik	Varianzhomogenität		ONEWAY ANOVA	
	Levene- Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz		Levene- Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz
Beeren	0,9	0,4402	2,38	0,1476	Beeren		.	.	.
Stiele	9	0,0071	6,00	0,0221	Stiele		9	0,0071	9,00
									0,0071

**Anhang 24: Prozentueller Anteil Transposa Vergleich der Varianten Kontrolle und Suspension (Beeren/Stiele) in Abhängigkeit des Probenahmetermins**

Termin	Variante	Teil	N	Mittelwert	StdF	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertequalität		
						F	Signifikanz	T	Signifikanz	
7 Tage n. Inokulation	Kontrolle	Beere	8	50,0	16,37	0,18	0,6752	1,36	0,1926	
7 Tage n. Inokulation	Kontrolle	Stiele	11	22,7	12,36					
7 Tage n. Inokulation	Suspension	Beere	15	78,9	5,51		4,65	0,0394	1,58	0,1282
7 Tage n. Inokulation	Suspension	Stiele	16	61,5	9,59					
14 Tage n. Inokulation	Kontrolle	Beere	1	0,0						
14 Tage n. Inokulation	Kontrolle	Gerüst	4	75,0	25,00					
14 Tage n. Inokulation	Suspension	Beere	9	100,0	0,00	3,25	0,0867	0,83	0,4187	
14 Tage n. Inokulation	Suspension	Gerüst	13	96,2	3,85					

**Anhang 25: Prozentueller Anteil Transposa Vergleich der Varianten Kontrolle, Suspension und Botrytizid (Beeren/Stiele)**

Anteil Transposa				
Termin 1	Variante	N	Mittelwert	StdF
Beeren	Kontrolle	2	50,0	50,00
	Suspension	3	61,1	5,56
	Botrytizid	2	75,0	25,00
Test der Homogenität der Varianzen		ONEWAY ANOVA		
Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz	
211,64	0,0001	0,20	0,8300	

Anteil Transposa				
Termin 1	Variante	N	Mittelwert	StdF
Stiele	Kontrolle	3	0,0	0,00
	Suspension	4	83,3	9,62
	Botrytizid	0		
Test der Homogenität der Varianzen		ONEWAY ANOVA		
Levene-Statistik	Signifikanz	F	Signifikanz	
			53,57	0,0007

StdF Standardfehler des Mittelwertes

Anhang 26: Abhängigkeit des Beerenbotrytis-Befalls am Termin 6 von der Reifegradation von Termin 3 bis 6

Termin	Sorte	zu T6	N	Mostgradation	Std-F	Levene		T-Test	
						F	Signifikanz	T	Signifikanz
Termin 3	GV	befallsfrei	70	48,3	1,33	17,30	0,000	-0,82	0,413
Termin 3		befallen	112	49,5	0,69				
Termin 4		befallsfrei	70	59,8	1,12			0,16	0,873
Termin 4		befallen	112	59,6	0,78				
Termin 5		befallsfrei	70	72,1	1,24	5,40	0,021	-1,09	0,279
Termin 5		befallen	112	73,7	0,81				
Termin 6		befallsfrei	70	76,6	1,13	4,03	0,046	-1,67	0,097
Termin 6		befallen	112	78,8	0,70				
Termin 3	RR	befallsfrei	115	45,7	0,64	0,00	0,949	-3,31	0,001
Termin 3		befallen	83	48,9	0,72				
Termin 4		befallsfrei	115	59,5	0,72				
Termin 4		befallen	83	63,2	0,55				
Termin 5		befallsfrei	115	74,7	0,54	0,52	0,471	2,26	0,025
Termin 5		befallen	83	72,7	0,74				
Termin 6		befallsfrei	115	79,0	0,43	11,99	0,001	3,58	0,000
Termin 6		befallen	83	76,0	0,71				
Termin 3	ZW	befallsfrei	136	51,0	0,70	4,63	0,032	-0,94	0,350
Termin 3		befallen	99	52,1	0,96				
Termin 4		befallsfrei	135	63,7	0,43				
Termin 4		befallen	99	64,5	0,68				
Termin 5		befallsfrei	136	72,0	0,41	11,63	0,001	1,44	0,151
Termin 5		befallen	99	70,8	0,70				
Termin 6		befallsfrei	134	78,9	0,52	3,66	0,057	1,77	0,078
Termin 6		befallen	99	77,4	0,73				
Termin 3	BB	befallsfrei	65	53,1	0,84	0,16	0,691	-0,65	0,514
Termin 3		befallen	35	52,2	1,08				
Termin 4		befallsfrei	65	63,3	0,48				
Termin 4		befallen	35	63,0	0,47				
Termin 5		befallsfrei	65	71,1	0,41	1,01	0,317	0,43	0,669
Termin 5		befallen	35	71,4	0,63				
Termin 6		befallsfrei	61	78,2	0,64	0,82	0,367	0,63	0,528
Termin 6		befallen	35	78,9	0,91				

## Anhang 27: DNA-Extraktionsmethoden

### a) Isolation CTAB (für 1 g Frischmaterial)

#### Zell-Lysis und Komplexierung DNA

1g Frischprobe

+0,1g PVP (unlöslich, hochmolekular)

+5ml 2xCTAB (95°C)

+10µl β-Mercaptoethanol

Inkubation 10 min 60°C

#### C:I-Extraktion (Protein, Phenol)

+5ml Chloroform:Isoamylalkohol (24:1)

Überkopfschütteln bei RT 15 min

Zentrifugation 10000rpm, 10 min, RT

Abiehen der wässrigen Phase

+0,5ml 10%CTAB

+5ml Chloroform:Isoamylalkohol (24:1)

Überkopfschütteln bei RT 15 min

Zentrifugation 10000rpm, 10 min, RT

Abiehen der wässrigen Phase

#### Isopropanol-Fällung

+2ml Isopropanol (-20°C)

Zentrifugation 10000rpm, 10 min, RT

Verwerfen des Überstandes und Verdampfen des Alkohols (20min)

Resuspendierung mit 50µl 1xTE

#### RNA-Verdau

+0,2µ DNAsefreie RNase (10mg/ml)

Inkubation unter Schütteln 60min 37°C

#### P:C:I-Extraktion (50:48:2)

+50µl Phenol/Chloroform/Isoamylalkohol

Extraktion unter Schütteln 3min

Zentrifugation 14000 rpm, 5 min, 4°C

#### Umsalzung aus dem Überstand

+0,1 Vol 3M NaAc

+0,7 Vol Isopropanol

Zentrifugation 14000 rpm, 5 min, 4°C

Verwerfen des Überstandes und Verdampfen des Alkohols (20min)

Resuspendierung mit 50µl 1xTE

#### Polysaccharid-Fällung

+5,5µl 3M NaAc

+8µl Ethanol

Inkubation auf Eis 5min

Zentrifugation 14000 rpm, 10 min, 4°C

300µl des Überstandes

+220µl Ethanol

Zentrifugation 14000 rpm, 10 min, RT

Verwerfen des Überstandes

### **Reinigung mit Ethanol**

+400µl Ethanol (70%, -20°C))

Zentrifugation 14000 rpm, 5 min, 4°C

Verwerfen des Überstandes und Verdampfen des Alkohols (20min)

Resuspendierung mit 200µl 1xTE

## **b) Präparation der genomischen DNA mit SDS (für 0,5 g Frischmaterial)**

### **Zell-Lysis und Komplexierung DNA**

0,5g Frischprobe

+25mg PVP (unlöslich, hochmolekular)

+10ml SDS-Extraktionspuffer (65°C)

Inkubation 10 min 65°C

### **Proteinausfällung**

+0,3ml 5M Kac

Inkubation auf Eis 20min

Zentrifugation 14000 rpm, 5 min, 4°C

Filtration durch Miracloth-Filter

### **Isopropanol-Fällung aus dem Überstand**

+1ml Isopropanol (-20°C)

Verschütteln

Zentrifugation 8000rpm, 10 min, 4°C

Verwerfen des Überstandes und Verdampfen des Alkohols (20min)

Resuspendierung mit 300µl 1xTE

### **RNA-Verdau**

+1µ DNAsefreie RNase (2mg/ml)

Inkubation unter Schütteln 60min 37°C

### **P:C:I-Extraktion (50:48:2)**

+300µl Phenol/Chloroform/Isoamylalkohol

Extraktion unter Schütteln 3min

Zentrifugation 14000 rpm, 5 min, 4°C

### **Polysaccharid-Fällung**

270µl Überstand

+30µl 3M NaAc

+42µl Ethanol

Inkubation auf Eis 10min

Zentrifugation 14000 rpm, 15 min, 4°C

200µl des Überstandes

+400µl Ethanol abs.

Zentrifugation 14000 rpm, 15 min, 4°C

Verwerfen des Überstandes und Verdampfen des Alkohols (20min)

Resuspendierung mit 100µl 1xTE

## **Abstract**

Field investigations of latent infections with *B. cinerea* after grape flowering, conducted in the years 2005 und 2006 in vineyards of Burgenland and Lower Austria on three white (Grüner Veltliner, Riesling, Gelber Muskateller) and three red (Zweigelt, Blauburgunder, St. Laurent) varieties with the help of marked bunches, showed that a stronger Botrytis-infestation of the ripening bunches could be artificially produced by applying a spores suspension on fading grapeflowers.

The latency of the actually caused infestation with *B. cinerea* could be confirmed molecularbiologically. Also flowering residues stuck to bunch clusters could be detected as *B. cinerea*-positive to a large extent. In order to conduct the molecularbiolgical proof a suitable method had to be established.

Concerning the structure of the population of *B. cinerea* it was shown that in Austrian vineyards nearly all isolates were classified as Transposa strains at the time of harvest, whereas shortly after grape flowering the portion of Vacuma was about a third in the latently infected parts of bunches.

In order to obtain insight concerning the heterogeneity of Botrytis-incidence, the infestation of marked individual bunches with rot was correlated with their architecture, state of ripening, position on and strength of the shoot.

On the customarily cultivated vineyards with Riesling, which were investigated from 2004 till 2006, no prominent influence of the leaves' content of makro-nutrients nor of the soil's plant available Nitrogen could be identified on Botrytis-infestation.