

Die quantitativen Veränderungen
von Traubeninhaltsstoffen
und die Aktivitätsbestimmung
des Enzyms Laccase
bei klassifiziertem Botrytisbefall



Diplomarbeit

durchgeführt

am Institut für Pflanzenschutz
der Universität für Bodenkultur in Wien

eingereicht von

Armin Kobler

Wien 1990

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Herrn Doz. Dr. Helmut Redl möchte ich an dieser Stelle für die aufmerksame und tatkräftige Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit herzlich danken.

Weiters sei hier allen, die mir mit Rat und Unterstützung zur Seite standen, gedankt, im besonderen Frau Karin Eckel und Herrn Dr. Josef Jerabek für die geduldige Einführung in die elektronische Datenverarbeitung.

Ein Dank gilt auch der Firma Novo Ferment, Dittingen, und dem österreichischen Importeur, der Firma Vulcascot, Wien, für die freundliche Bereitstellung eines Teiles der verwendeten Novo-Test-Botrytis-Reagenzien.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Problemstellung | 6 |
| 3 | Material und Methode | 8 |
| 3.1 | Probenmaterial und Bonitierung | 8 |
| 3.2 | Analysemethoden | 10 |
| 3.3 | Statistische Auswertung | 12 |
| 4 | Ergebnisse | 13 |
| 4.1 | Quantitative Veränderungen von Traubeninhaltsstoffen bei klassifiziertem Botrytisbefall | 13 |
| 4.2 | Prüfung von Abhängigkeiten zwischen Traubeninhaltsstoffgehalten, visueller Befallsbonitierung und Laccaseaktivität | 28 |
| 5 | Diskussion der Ergebnisse | 37 |
| 6 | Zusammenfassung | 42 |
| 7 | Literaturverzeichnis | 43 |
| 8 | Anhang | 51 |

"Oft sind es nur einzelne Beere, welche von der Fäulniß angesteckt werden, oft aber auch halbe und ganze Trauben. Solche unreif gefaulte Beere bleiben sauer, und schaden nicht nur der Güte des Weines, sondern geben ihm auch einen unangenehmen widrigen Geschmack, oder machen ihn gar ungenießbar, wenn viele solche Trauben unter die andre kommen."

KALB 1810

1 Einleitung

Beeren von *Vitis vinifera* L., die vom Pilz *Botryotinia fuckeliana* (DE BARY) WHETZEL, besser bekannt unter dem Namen der viel häufiger vorkommenden Nebenfruchtform *Botrytis cinerea* PERS., befallen werden, zeigen morphologische und chemische Veränderungen, welche die Eigenschaften der Moste und Weine nachhaltig beeinflussen. Schon seit den umfangreichen Studien von MÜLLER-THURGAU (1888) aus dem vorigen Jahrhundert ist bekannt, daß der wegen seiner grauen Konidien auch als "Graufäulepilz" oder "Grauschimmel" bezeichnete Schimmelpilz die Traubenbeeren einerseits um die von ihm aufgenommenen Stoffe verarmt, andererseits mit seinen Stoffwechselprodukten anreichert.

So werden die in den Traubenbeeren am häufigsten vorkommenden Zucker Glucose, Fructose und Saccharose, aber auch die selteneren Pentosen und andere Mono- und Disaccharide von *B. cinerea* gut verwertet und stellen somit seine bevorzugte Kohlenstoffquelle dar (MÜLLER-THURGAU 1888, CHARPENTIE 1954, STALDER 1955, HOFMANN 1968). Mit der Beobachtung, daß das zunächst gleiche Glucose/Fructose-Verhältnis mit steigendem Befall sinkt, bestätigen SPONHOLZ *et al.* (1987) und WURM (1989) die schon von MÜLLER-THURGAU (1888) beschriebene Glucophilie des Pilzes.

Auch in den Säurehaushalt der Beeren greift *B. cinerea* stark ein. Dabei werden die beereneigenen Säuren in einem proportional zu ihrem Ausgangsgehalt stärkeren Maße abgebaut, als dies beim Zucker geschieht (STALDER 1955). Die in Mosten befallener Trauben beobachtete Präferenz des Pilzes für den Weinsäureabbau (CHARPENTIE 1954, DITTRICH *et al.* 1974, SPONHOLZ *et al.* 1987, WURM 1989) konnte durch die Analysen botrytisbeimpfter Moste nicht bestätigt werden. In letzteren zeigten sich keine Unterschiede im Verbrauch an Tartrat und Malat (STALDER 1955, HOFMANN 1968, RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971).

Gluconsäure kann der Grauschimmel mittels Oxidation der aufgenommenen Glucose bilden (GENTILE 1954). Laut SPONHOLZ und DITTRICH (1985) stammt der überwiegende Teil des stark erhöhten Gluconsäuregehaltes fauler Beeren (HOLBACH und WOLLER 1976, KAIN *et al.* 1978, FREGONI *et al.* 1985, WURM 1989) aus dem Stoffwechsel der Folgeinfektanten *Acetobacter* und *Gluconobacter*, welche auch für die in faulen Mosten vorhandene Essigsäure verantwortlich sind. In geringen Mengen reichert der Graufäulepilz den Most auch mit Zitronensäure (STALDER 1955, HOFMANN 1968, DITTRICH *et al.* 1974, DONECHE *et al.* 1985), Oxalsäure (GENTILE 1954, DONECHE *et al.* 1985) und Bernsteinsäure (HOFMANN 1968) an.

Sehr markant ist die Zunahme des körpergebenden Glycerins, einem Zuckerstoffwechselprodukt von *B. cinerea* (DITTRICH 1987). Erhöhte Gehalte zeigen sich sowohl in faulen Beeren (MÜLLER-THURGAU 1888, HOLBACH und WOLLER 1976, KAIN *et al.* 1978, SPONHOLZ *et al.* 1987, CANTAGREL *et al.* 1989a) als auch in botrytisbeimpften Mosten (HOFMANN 1968, SAN ROMAO und LAFON-LAFOURCADE 1979, RAVJI *et al.* 1988). Neben dem Glycerin verzeichnen auch andere mehrwertige Alkohole wie Erythrit, Xylit, Arabit, Mannit, Sorbit und Inosit in Weinen aus faulem Traubenmaterial nach BERTRAND *et al.* (1976) und SPONHOLZ *et al.* (1986) einen Anstieg ihrer Gehalte. Letztere Arbeit weist dabei auch auf den maßgeblichen Beitrag mitinfizierender "wilder" Hefen hin.

Als Folge des verstärkten Pektinabbaus bei Botrytisbefall liegt Galacturonsäure mit erhöhtem Gehalt vor (SPONHOLZ und DITTRICH 1985). Ihr ebenfalls in verstärktem Maße vorkommendes Oxidationsprodukt Galactarsäure (SCHORMÜLLER *et al.* 1967, SPONHOLZ *et al.* 1987) kann schon in der Beere oder später im Wein als Kalziumsalz ausfallen (WÜRDIG 1977). Methanol als zweites Pektinabbauprodukt ist demgegenüber in seinem Gehalt keiner eindeutigen Änderung unterworfen. CHAUDHARY *et al.* (1968) berichten von in etwa gleichbleibenden, CANTAGREL *et al.* (1989a) von etwas steigenden Konzentrationen.

Kellertechnisch sehr bedeutend ist die Anwesenheit von Botrytisglucan in faulem Lesematerial. Dieses dem Pilz als Reservestoff dienende Polysaccharid besteht aus einer β -(1 \rightarrow 3)-Glucosekette mit β -(1 \rightarrow 6)-Glucoseseitengruppen (RIBEREAU-GAYON 1983). Da schon Mengen von 3 mg/l dieses Stoffes die Filtrierbarkeit der Weine stark vermindern, ist eine schonende Verarbeitung des faulen Lesegutes oder die Anwendung hydrolisierender Enzympräparate angezeigt (WUCHERPFENNIG *et al.* 1984).

Die Aktivitäten zweier Enzyme, welche als Phenoloxidasen bei Luftzutritt die Bräunung der Moste und Weine verursachen, stehen in enger Beziehung zum Botrytisbefall.

Die Tyrosinase, eine Ortho-Diphenoloxidase, ist ein traubeneigenes, an den Chloroplasten der Beerenhaut lokalisiertes Enzym. Ihre Aktivität steigt mit dem Botrytisbefall (GUERZONI *et al.* 1978, FREGONI und IACONO 1987) und dem Bearbeitungsgrad des Lesegutes (DUBERNET 1974) an. Die Bedeutung der Tyrosinase wird aber dadurch relativiert, daß der partikelgebundene Anteil einerseits mit dem Trub leicht entfernbar ist, der lösliche Anteil andererseits durch Schwefelgaben, die Gärung und nicht zuletzt durch die eigene Oxidationstätigkeit denaturiert wird (DUBERNET 1974).

Bedeutender für die farblichen Veränderungen von Mosten und Weinen aus botrytisfaulem Lesegut ist das zweite Enzym, die Laccase, eine Para-Diphenoloxidase. Induziert durch die Phenole und Pektine der Beere, scheidet *B. cinerea* dieses vollständig lösliche Enzym in den Beerensaft ab (MARBACH *et al.* 1985). Da die Laccase mit weit mehr phenolischen Substanzen zu reagieren imstande ist als die Tyrosinase, weisen faule Moste eine erhöhte Sauerstoffanfälligkeit auf. Zusätzlich zu den Monophenolen und Ortho-Diphenolen oxidiert sie auch Meta- und Para-Diphenole sowie die Tannine und Anthocyane des Rotweines (DUBERNET und RIBEREAU-GAYON 1973, DUBERNET 1974, SALGUES *et al.* 1986, GUNATA und MOUTOUNET 1988). Weißweine zeigen in der Folge eine Braunfärbung, bei Rotweinen ist darüber hinaus die Abscheidung der oxidierten Anthocyanfarbstoffe zu beobachten (RENTSCHLER 1946). Da der weit unter dem pH-Wert des Weines liegende isoelektrische Punkt der Laccase lang anhaltende Stabilität verleiht, sind eine schnelle Maischeerhitzung oder erhöhte SO₂-Zusätze im Most und genügend freie schwefelige Säure im Wein für den Oxidationsschutz unerlässlich (DUBERNET und RIBEREAU-GAYON 1974, RIBEREAU-GAYON 1983).

Von entscheidender Bedeutung für die Mostzusammensetzung ist der Wasserverlust der Beeren, welcher durch die mycelbedingte Lockerung der Beerenhaut ermöglicht wird (MÜLLER-THURGAU 1888, STALDER 1955, RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971, DITTRICH 1989).

Wenn unverletzte, vollreife Traubenbeeren vom Botrytispilz besiedelt werden und niederschlagsfreies Wetter im folgenden vorherrscht, kommt es durch die den Zuckerabbau weit überwiegende Wasserverdunstung zu einer ausgeprägten Mostgewichtszunahme. Auf Grund der markanten Qualitätssteigerung spricht man in diesem Fall von der "Edelfäule". Dabei nimmt der Gehalt an titrierbarer Säure im Verhältnis zum Zucker nur leicht zu oder gar ab, weil sich der relativ stärkere Säureabbau und die Saftkonzentrierung in etwa die Waage halten.

Werden jedoch unreife Beeren vom Pilz infiziert, übertrifft der Zuckerverlust die Wasserabgabe der Beeren. Die Folge sind niedrige Mostgewichte bei eher höheren Säurewerten, was als "Sauerfäule" oder "Rohfäule" bezeichnet wird.

Der pH-Wert steigt auch in den Fällen, in denen botrytisbefallenes Lesegut gleichbleibende oder steigende Säuregehalte aufweist (NELSON und OUGH 1966, WEBER *et al.* 1978, DITTRICH 1989, HEINDL 1989). Der Grund dafür liegt darin, daß die den pH-Wert stärker beeinflussende Weinsäure (WEJNAR 1971) in ihrer Konzentration stark vermindert wird, von der Äpfelsäure aber trotz derer Konzentrationsbedingten Zunahme in dieser Hinsicht nicht ersetzt werden kann.

Auf den Zusammenhang zwischen der schlechten Vergärbarkeit fauler Moste und deren Verarmung an löslichem Stickstoff hat schon MÜLLER-THURGAU (1888) hingewiesen. Neueren Ergebnissen von DITTRICH (1964) sowie DITTRICH und SPONHOLZ (1975) zufolge, sind der Verbrauch von bis zu 50 % der Aminosäuren und die hohe Zuckerkonzentration edelfauler Moste die Ursachen für den schleppenden Gärverlauf. RIBEREAU-GAYON (1983) hingegen sieht den Grund dafür in der phytotoxischen Wirkung eines von *B. cinerea* abgegebenen Heteropolysaccharides, welches ob seiner Wirkung schon lange vermutet wurde und mit dem Namen Botrycin in der Literatur Eingang gefunden hat.

Schwerwiegend für den Hefestoffwechsel wirkt sich die infektionsbedingte Verarmung des Mostes an Thiamin aus. Zu niedrige Gehalte dieses als Coenzym benötigten Vitamins lösen während der Gärung eine erhöhte Produktion der schon im faulen Most vorkommenden SO_2 -Bindungspartner Pyruvat und Ketoglutarat aus (DITTRICH *et al.* 1975). Zusammen mit den anderen, ebenfalls verstärkt auftretenden Aduktbildnern, der Galacturonsäure und dem Oxidationsprodukt des Gluconats, der 2-5-Dioxo-Gluconsäure, bewirken sie den erhöhten SO_2 -Bedarf der Weine aus faulem Lesegut (DITTRICH 1989).

Was die sensorische Beurteilung von Weinen aus botrytisbefallenem Lesegut betrifft, muß auf die substantiellen Unterschiede zwischen den Produkten aus edelfaulen und sauerfaulen Trauben hingewiesen werden. Beiden Fällen ist gemeinsam, daß *B. cinerea* den Weinen ihre Fruchtigkeit und Sortentypizität nimmt. Die das sortenspezifische Bukett bestimmenden Terpene erfahren eine Abnahme ihrer Gehalte (BOCK *et al.* 1986, DITTRICH 1989), während die ebenfalls als Geruchsstoffe wirkenden Ester trotz der Esterasebildung des Pilzes (DUBOURDIEU und RIBEREAU-GAYON 1985) in der Veränderung ihrer Gehalte keine eindeutige Tendenz erkennen lassen (CHAUDHARY *et al.* 1968, BERTRAND *et al.* 1976). Weine aus edelfaulen Trauben besitzen ein eigenes, kaum definierbares "Edelfäulebukett", das sie zusammen mit den stark erhöhten Werten an Alkohol, Restzucker und Extrakt zu einem speziellen, stark nachgefragten Produkt werden läßt (MÜLLER-THURGAU 1888, TROOST 1972, RIBEREAU-GAYON 1983).

Weine aus sauerfaulen Trauben hingegen verzeichnen eine Wertminderung, da die fehlende Sortentypizität, der Faulton (TROOST 1968), die Bitterstoffe eventueller Mitinfektanten (DITTRICH 1977) und die farblichen Veränderungen (CAMPANA

1982) durch die geringfügige Steigerung der Alkohol- und Extraktwerte (WEBER *et al.* 1978, HEINDL 1989) nicht aufgewogen werden.

In Hinblick auf die Festlegung von Schadensschwellen im Sinne des integrierten Rebschutzes ist von verschiedenen Seiten untersucht worden, ab welchem Befall sich *B. cinerea* negativ auf die Organoleptik der Weine niederschlägt. WEBER *et al.* (1978) berichten, daß in Frankreich bei Weißweinen 15 bis 20 % Befall noch tolerierbar sind. SOTOMAYOR SOLER (1982) stellte in Chile bis 25 % keinen Unterschied in der Bewertung fest. Weißweine für den frühen Konsum können laut CAMPANA (1982) trotz 30 %igem bzw. nach BERTRAND *et al.* (1976) 50 %igem Fäulnisbefall wegen ihrer Ausgeglichenheit als gut bezeichnet werden. Bei Rotweinen ist die an der Weinqualität orientierte Schadensschwelle auf Grund des Farbverlustes tiefer anzusetzen. Nach WEBER *et al.* (1978) und CAMPANA (1982) können aus Lesegut mit mehr als 10 bis 15 % Befall keine französischen Rotweine ohne merkbaren Qualitätsverlust hergestellt werden.

2 Problemstellung

Traditionell erfolgt die Quantifizierung des von *Botrytis cinerea* befallenen Anteils am Traubengut mit Hilfe visueller Schätzmethoden. Dabei wird das Schadensausmaß mehrheitlich in Prozenten ausgedrückt. Selten aber wird angegeben, ob damit die Befallshäufigkeit, die Befallsstärke, der Befallsgrad oder der Befallsindex gemeint ist. Ebenfalls vermißt man in den meisten Fällen die Erläuterung der Schätzklassen und der Verrechnungsmethode. Diese Unzulänglichkeiten verhindern weitgehend den Vergleich der Resultate bisher vorgelegter Arbeiten. Eine objektivere, auch den individuellen Schätzfehler ausschließende Erfassung des Botrytisbefalls empfindet man nicht nur im integrierten Rebschutz als zunehmend wichtig, sondern auch von Seite der Kellerwirtschaft, wo eine umfassendere Bewertung der Qualität und eine nach Fäulnisanteil differenzierte Verarbeitung angestrebt wird.

Da das Enzym Laccase nur in Traubenbeeren vorkommt, welche botrytiserkrankt sind, und über eine gute Löslichkeit sowie Stabilität verfügt (CORDONNIER *et al.* 1980), haben mehrere Autoren, auf den grundlegenden Arbeiten von DUBERNET (1974) bauend, die Aktivitätsbestimmung dieser Phenoloxidase als Methode zur Quantifizierung des Befalls versucht. Während GUERZONI *et al.* (1978) nach photometrischen Messungen mit Kaliumhexacyanoferrat als Substrat zunächst noch keine eindeutigen Zusammenhänge erkennen konnten, ermittelten CORDONNIER *et al.* (1980) mit Benzidin (4,4'-Diamino-biphenyl) eine gute Übereinstimmung zwischen dem Botrytisbefall und der Laccaseaktivität. FREGONI *et al.* (1985) erkannten sowohl mittels des photometrischen, DMPD (4-Amino-N, N-dimethylanilin-dihydrochlorid) verwendenden Verfahrens nach DUBERNET (1974) als auch mit dem von SALGUES *et al.* (1984) vorgestellten, auf der Basis des Sauerstoffverbrauches arbeitenden Technolyseur-2000-Gerätes enge Beziehungen zwischen dem Botrytisbefall, der Aktivität der Laccase und ihren Auswirkungen auf die Farbveränderung des Mostes. Neben der guten Übereinstimmung beider Meßverfahren betonen letztgenannte Autoren, wie schon CORDONNIER *et al.* (1980), daß sortenspezifische Eigenheiten im Verhalten der Laccaseaktivität bestehen. Als eine Methode mit größerer Empfindlichkeit, insbesondere in niederen Befallsbereichen, beschreiben DUBOURDIEU *et al.* (1984) sowie GRASSIN und DUBOURDIEU (1986, 1989) das von ihnen entwickelte, auf der Oxidation von Syringaldehydazin (3-5-Dimethoxy-4-hydroxybenzaldehydazin) beruhende Verfahren. Dieses Substrat wurde erstmals von HARKIN und OBST (1973) zum Nachweis holzerstörender Pilze, später von KOVAC *et al.* (1975) bei der Entwicklung von Nährböden für *B. cinerea* benützt. Neuerdings wird diese Methode als praxisgerechtes Set unter dem Namen Novo-Test Botrytis von der Firma Novo Ferment (Schweiz) AG auf dem Markt angeboten.

In der vorliegenden Arbeit sollte nun ermittelt werden, in welchem Ausmaß die Traubenhaltstoffe österreichischer Weißweinsorten bei steigendem Botrytisbefall verändert werden und inwieweit die Bestimmungen der Laccaseaktivität mit den Substraten DMPD nach DUBERNET (1974) und Syringaldehydazin nach DUBOURDIEU *et al.* (1984) geeignet sind, diese Zusammenhänge zu quantifizieren.

3 Material und Methode

3.1 Probenmaterial und Bonitierung

Die zur Analyse bestimmten Trauben stammten aus burgenländischen, niederösterreichischen und Wiener Weingärten (Tab. 1).

Um den Einfluß von *B. cinerea* auf die Mostinhaltsstoffe zu erfassen, erfolgten 1989 ab dem Reifebeginn der Beeren (Mitte August) bis zum jeweiligen Lesetermin in vierzehntägigen Abständen stichprobenartige Entnahmen. Hinsichtlich ihres Botrytisbefalls wurden die Trauben mittels folgendem, von BOLLE (1953) vorgeschlagenen Bonitierungsschema eingeteilt:

| | | |
|---------------|----|-------------------------------|
| Befallsklasse | 0 | gesunde Beeren |
| | K1 | 1-5 % erkrankte Beeren/Traube |
| | K2 | 6-10 % |
| | K3 | 11-25 % |
| | K4 | 26-50 % |
| | K5 | 51-100 % |

Mit dem Zweck, zwei Laccasebestimmungsmethoden zu vergleichen und ein eventuell vorhandenes standort- und klonenspezifisches Verhalten im Zusammenhang mit dem Botrytisbefall aufzuzeigen, wurden auf den Rieslingstandorten Eisenstadt, Wien, Krems, Unterretzbach und Weißenkirchen, welche mit den Rieslingklonen W21, 378DN, H65, TR356 und Gm239 bestockt sind, aus dem Traubenmaterial jeder Versuchsparzelle Mostproben genommen. Das Ausmaß des Botrytisbefalls im Erntegut wurde mit Hilfe des Befallsindex (BI %) nach folgender Formel ermittelt:

$$\text{BI \%} = \frac{5 \cdot (n_{k1} + 2n_{k2} + 5n_{k3} + 10n_{k4} + 20n_{k5})}{\text{Anzahl aller bonitierten Trauben}}$$

Tabelle 1. - Bezeichnung und Herkunft der Traubenproben.

| Sorte | Ort | Ried |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| Grüner Veltliner | Weißkirchen i.d. Wachau | Ritzling |
| | Unterloiben | Schütt |
| | Krems | Kremsleiten |
| | Krems | Weinzierlberg |
| | Krems | Landersdorf |
| | Fels | Ebene |
| | Wien/Nußdorf | Weißleiten |
| | Wien | (Univ. Bodenkultur) |
| Müller-Thurgau | Krems | Weinzierlberg |
| | Krems | Landersdorf |
| | Retz | Altenberg |
| | Wien/Nußberg | Weißleiten |
| Riesling | Weißkirchen i. d. Wachau | Brädere |
| | Weißkirchen i. d. Wachau | Ritzling |
| | Krems/Stein | Braunsdorf |
| | Unterretzbach | Halblehen |
| | Klosterneuburg | Kreidel |
| | Wien/Nußdorf | Oberer Nußberg |
| | Eisenstadt/St.Georgen | Krainer |
| Welschriesling | Eisenstadt/St.Georgen | Krainer |
| Frühroter Veltliner | Wien/Nußdorf | Weißleiten |
| Sylvaner | Krems | Weinzierlberg |
| Goldburger | Rust | Hartmisch |
| 44/8 (Riesling x Neuburger) | Rust | Hartmisch |

3.2 Analysemethoden

Im Labor wurden die zu untersuchenden Moste sofort durch eine Laborzentrifuge geklärt und der chemischen Analyse zugeführt. Das Mostgewicht wurde mittels eines Handrefraktometers, der pH-Wert potentiometrisch, die titrierbare Säure durch Titration mit Kalilauge bis pH 7, die Weinsäure kolorimetrisch nach REBELEIN (TANNER und BRUNNER 1979), die freie L-Äpfelsäure enzymatisch mit dem UV-Test (Nr.139068) nach BOEHRINGER (1987) und der Phenolgehalt, als Phenolindex ausgedrückt, mit der Methode von PARONETTO (1977) photometrisch bei 280 nm Wellenlänge bestimmt. Die Messung der Laccaseaktivität erfolgte photometrisch, wobei die Verfahren von DUBERNET (1974) sowie der Novo-Test Botrytis zur Anwendung gelangten.

Bestimmung der Laccaseaktivität nach Dubernet (1974):

1 g DMPD (Fluka Nr.07770) wurde mit einer Pufferlösung folgender Zusammensetzung auf 1 l aufgefüllt:

| | |
|---|---------|
| Zitronensäure (Merck Nr.244) 0,1 M (21,01 g/l)..... | 263 ml |
| Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O (Merck Nr.6579) 0,2 M (71,7 g/l)..... | 237 ml |
| destilliertes Wasser bis..... | 1000 ml |

In eine Küvette von 1 cm Schichtdicke wurden 3 ml dieses Reagens sowie 0,3 ml zentrifugierter Most pipettiert. Die Laccase oxidiert das DMPD zu einer rot-violetten Verbindung. Genau eine Minute und zwei Minuten nach der Zugabe des Mostes wurde die Extinktion bei 520 nm Wellenlänge gemessen. Die abgelesenen Werte fanden in folgender Formel Eingang:

$$\text{Laccaseaktivität} = (E_2 - E_1) \cdot 2000$$

Die Pufferlösung wurde im Kühlschrank aufbewahrt, das Reagens wegen seiner leichten Oxidierbarkeit unmittelbar vor der Bestimmung hergestellt.

Bestimmung der Laccaseaktivität mit dem Novo-Test Botrytis (nach Dubourdiou et al. 1984):

Der Basiskoffer des von der Firma Novo Ferment (Schweiz) AG, CH-4243 Dittingen, hergestellten Novo-Test Botrytis enthält neben den Reagenzien für zehn Bestimmungen alle Geräte zur Feststellung der Laccaseaktivität von Mosten und Weinen mittels visuellem Farbwertvergleich. Die Nachfüllpackungen reichen je-

weils für 25 Bestimmungen. Dieses Meßverfahren beruht auf dem Prinzip, daß die Laccase aus dem vorher mit Polyvinyl-Polypyrollidon von störenden Phenolen befreiten Most oder Wein das gelbe, in Äthanol gelöste Syringaldehydazin zu seinem malvenrotfarbigen Chinon oxidiert.

Anleitung (NOVO FERMENT 1989):

1. Ca. 5 ml des zu untersuchenden Mostes/Weines mit beigelegter Pipette in die Novo-Test-Filtrationsspritze geben.
2. Filtrationsspritze mit dem beigelegten Kolben schließen und genau 1 ml (bis zur ersten Markierung) in das Novo-Test-Reagenzglas durchdrücken.
3. Zugabe von 1,4 ml Puffer (bis zur 2. Markierung) und 0,6 ml Novo-Test-Reagenz-Laccase (bis zur 3. Markierung). Mischen.
4. Aktivitätsmessung

Methode A. Visueller Farbwertvergleich:

Nach genau drei Minuten Farbwert bzw. Laccase-Wert auf der Skala ablesen. Testauswertung siehe Farbskala.

Methode B. Photometrische Bestimmung:

$$\frac{(E_2 - E_1)_{530\text{nm}}}{\text{min}} \cdot 46,15 = U \text{ Laccase/ml}$$

In Ermangelung diesbezüglicher Angaben in der Anleitung erfolgte die Ablesung der Extinktionswerte in Anlehnung an GRASSIN und DUBOURDIEU (1986) sowie MANFREDINI (1988) eine Minute und drei Minuten nach der Zugabe des Reagens. Da Probemessungen mit und ohne den beiliegenden Filtrationsspritzen annähernd gleiche Resultate erbrachten, war es möglich, die Reagenzienmenge proportional zu reduzieren, die Probenanzahl zu verdoppeln und damit die Untersuchungskosten zu senken.

3.3 Statistische Auswertung

Die varianzanalytische Aufbereitung der Daten erfolgte mit Hilfe der den F-Test und den multiplen Mittelwertvergleich verwendenden Programme BQR und VAUNC des EDV-Zentrums der Universität für Bodenkultur. Bei Inhomogenität der Varianzen erfuhren die Einzelwerte eine Transformation durch $\log(10x)$, 2. Wurzel von $\log(10x)$ oder 3. Wurzel von $\log(10x)$. Zur Errechnung und Prüfung linearer Korrelationen und Regressionen wurden die Programme 6D und 1R des Statistikpaketes BMDP eingesetzt. Folgende Signifikanzgrenzen fanden Verwendung:

| | | |
|------------------------|-------------------|-----|
| $P > 5 \%$ | nicht signifikant | - |
| $5 \% \geq P > 1 \%$ | signifikant | + |
| $1 \% \geq P > 0,1 \%$ | hochsignifikant | ++ |
| $0,1 \% \geq P$ | sicher | +++ |

4 Ergebnisse

4.1 Quantitative Veränderungen von Traubeninhaltsstoffen bei klassifiziertem Botrytisbefall

Die Ergebnisse der Verrechnungen, welche alle Sorten, Standorte und Entnahmezeitpunkte miteinbezogen, sind in den Tabellen 2 bis 7 numerisch und in den Abbildungen 1 bis 6 des Anhangs graphisch dargestellt. Da nicht bei jeder Probenziehung Trauben aller Befallsklassen in den Weingärten vorhanden waren, verringerte sich der auswertbare Stichprobenumfang mit der Zunahme der verglichenen Klassen.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, nahm das **Mostgewicht** mit steigendem Botrytisbefall zu. Während gesundes Lesegut Gehalte von 68 bis 76° Oechsle aufwies, erreichten Traubenproben mit mehr als 50 % fauler Beeren rund 88° Oechsle. Die starken Zunahmen beschränkten sich aber durchwegs auf die obersten Befallsklassen.

Der **pH-Wert** stieg ebenfalls mit zunehmender Fäulnis an (Tab. 3). Bei ausreichender Stichprobenanzahl (n=35) ließen sich bereits sehr geringe, weniger als 1 % betragende Unterschiede zwischen den gesunden Trauben und jenen der Klasse 1 feststellen. In den Vergleichen mit weniger Wiederholungen hob sich demgegenüber nur die Klasse des höchsten Befalls mit einem durchschnittlich um 1/10 höheren pH-Wert, das sind 3 bis 4 %, von den weniger erkrankten Trauben ab.

Keinen eindeutigen Einfluß übte *Botrytis cinerea* auf die Gehalte an **titrierbarer Säure** aus (Tab. 4). Die Klassen höheren Fäulnisgrades deuteten zwar eine leicht erhöhte Acidität an, statistisch belegbar war diese Tendenz aber nur selten.

Weitaus ausgeprägter in der Veränderung ihrer Gehalte zeigte sich die **Äpfelsäure** (Tab. 5), deren Werte in den Trauben der Klasse 5 um 0,9 bis 1,5 g/l oder 13 bis 23 % höher lagen als in den Proben ausschließlich gesunder Beeren. Bereits ab 18 Wiederholungen ließen sich auch die erhöhten Werte der Klasse 3 statistisch absichern.

In Tabelle 6 wird die deutliche Beeinflussung des **Weinsäuregehaltes** durch den Botrytisbefall ersichtlich. Mit der Zunahme des Anteils kranker Beeren ging eine kontinuierliche Abnahme der Tartratwerte einher. Bei 35 Stichproben pro Variante waren schon in der Klasse mit maximal 5 % befallener Beeren, bei 6 und 8 Wiederholungen in jener der Klasse 2 signifikante Verminderungen zu

Tabelle 2. - Mostgewichte (In °Oe) verschiedener Botrytis-Befallsabstufungen.

| Befalls- klasse | n = 35 °Oe rel. | n = 29 °Oe rel. | n = 22 °Oe rel. | n = 18 °Oe rel. | n = 8 °Oe rel. | n = 6 °Oe rel. |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 68,3 α 100,0 | 71,0 α 100,0 | 71,6 α 100,0 | 71,3 α 100,0 | 73,1 α 100,0 | 76,2 α 100,0 |
| 1 | 68,3 α 100,0 | | | 72,4 α 101,5 | 75,8 α 103,6 | 76,8 α 100,9 |
| 2 | | | | | 74,8 α 102,2 | 75,2 α 98,7 |
| 3 | | 74,8 b 105,3 | 75,3 α 105,2 | 74,1 α 103,9 | 76,3 α 104,3 | 75,7 α 99,3 |
| 4 | | | | | | 80,8 α 106,1 |
| 5 | | | 88,2 b 123,3 | 88,1 b 123,4 | 87,8 b 120,0 | 88,5 b 116,2 |
| F-Wert | 0,00 - | 7,26 + | 42,69 ⁺⁺⁺ | 30,21 ⁺⁺⁺ | 9,22 ⁺⁺⁺ | 5,34 ⁺⁺ |

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (P > 5%)

Tabelle 3. - pH-Werte verschiedener Boirylls-Befallsabstufungen.

| Befalls- klasse | n = 35 abs. rel. | n = 29 abs. rel. | n = 22 abs. rel. | n = 18 abs. rel. | n = 8 abs. rel. | n = 6 abs. rel. |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 2,92 α 100,0 | 3,00 α 100,0 | 3,01 α 100,0 | 3,00 α 100,0 | 3,06 α 100,0 | 2,97 α 100,0 |
| 1 | 2,94 b 100,7 | | | 3,02 α 100,7 | 3,08 α 100,8 | 2,99 α 100,5 |
| 2 | | | | | 3,09 α 101,0 | 2,99 α 100,6 |
| 3 | | 3,04 b 101,3 | 3,03 α 100,8 | 3,02 α 100,8 | 3,08 α 100,7 | 3,01 α 101,2 |
| 4 | | | | | | 3,05 α b 102,6 |
| 5 | | | 3,12 b 103,8 | 3,13 b 104,4 | 3,15 b 103,1 | 3,09 b 103,9 |
| F-Wert | 6,76 + | 8,70 ++ | 16,14 +++ | 14,73 +++ | 2,82 + | 2,78 + |

Tabelle 4. - Gehalte an **Hirrierbarer Säure** (In g/l) verschiedener Botrytis-Befallsstufungen.

| Befalls- klasse | n - 35 g/l rel. | n - 29 g/l rel. | n - 22 g/l rel. | n - 18 g/l rel. | n - 8 g/l rel. | n - 6 g/l rel. |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 12,9 α 100,0 | 12,0 α 100,0 | 11,7 α 100,0 | 11,3 α 100,0 | 12,0 αb 100,0 | 13,1 α 100,0 |
| 1 | 12,9 α 100,1 | | | 11,2 α 99,3 | 11,3 α 94,7 | 12,6 α 96,1 |
| 2 | | | | | 11,8 αb 98,9 | 13,0 α 99,0 |
| 3 | | 12,3 α 102,0 | 12,1 α 102,9 | 12,0 α 106,0 | 12,4 b 104,0 | 13,2 α 100,9 |
| 4 | | | | | | 12,7 α 97,2 |
| 5 | | | 12,1 α 103,0 | 11,8 α 104,5 | 12,6 b 105,5 | 13,2 α 100,5 |
| F-Wert | 0,01 ⁻ | 0,99 ⁻ | 0,70 ⁻ | 2,57 ⁻ | 2,74 ⁺ | 0,57 ⁻ |

Tabelle 5. - Gehalte an **Äpfelsäure** (in g/l) verschiedener Botrytis-Befallsstufungen.

| Befalls- klasse | n - 35 g/l rel. | n - 29 g/l rel. | n - 22 g/l rel. | n - 18 g/l rel. | n - 8 g/l rel. | n - 6 g/l rel. |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 7,34 α 100,0 | 6,56 α 100,0 | 6,38 α 100,0 | 6,34 α 100,0 | 6,50 α 100,0 | 6,66 α 100,0 |
| 1 | 7,27 α 99,1 | | | 6,53 α 102,9 | 6,25 α 96,1 | 6,66 α 100,0 |
| 2 | | | | | 6,73 α 103,5 | 6,97 α 104,7 |
| 3 | | 7,15 b 109,0 | 7,02 b 110,0 | 7,23 b 114,0 | 6,99 αb 107,4 | 6,90 α 103,7 |
| 4 | | | | | | 7,30 α 109,7 |
| 5 | | | 7,62 c 119,4 | 7,82 c 123,3 | 7,68 b 118,1 | 7,54 α 113,3 |
| F-Wert | 0,05 ⁻ | 7,22 ⁺ | 12,66 ⁺⁺⁺ | 13,45 ⁺⁺⁺ | 3,89 ⁺ | 1,61 ⁻ |

Tabelle 6. - Gehalte an Weinsäure (in g/l) verschiedener Botrytis-Befallsabstufungen.

| Befalls- klasse | n - 35 g/l rel. | n - 29 g/l rel. | n - 22 g/l rel. | n - 18 g/l rel. | n - 8 g/l rel. | n - 6 g/l rel. |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 0 | 7,7 α 100,0 | 7,5 α 100,0 | 7,4 α 100,0 | 7,0 α 100,0 | 7,2 α 100,0 | 8,0 α 100,0 |
| 1 | 7,5 b 96,9 | | | 6,9 α 97,6 | 6,7 αb 93,5 | 7,5 αb 93,5 |
| 2 | | | | | 6,6 b 92,7 | 7,3 bc 92,1 |
| 3 | | 6,6 b 86,9 | 6,5 b 87,9 | 6,2 b 88,7 | 6,2 b 87,2 | 6,8 c 85,8 |
| 4 | | | | | | 6,0 α 75,7 |
| 5 | | | 5,4 c 72,7 | 5,1 c 72,0 | 5,3 c 74,1 | 5,9 α 74,1 |
| F-Wert | 5,65 + | 27,38 +++ | 45,49 +++ | 31,02 +++ | 17,97 +++ | 20,25 +++ |

Tabelle 7. - Laccaseaktivitäten (in U/ml) verschiedener Botrytis-Befallsstufungen.

| Befalls- klasse | n - 35 U/ml rel. | n - 29 U/ml rel. | n - 22 U/ml rel. | n - 18 U/ml rel. | n - 6 U/ml rel. |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 0 | 0,47 α 100,0 | 0,46 α 100,0 | 0,47 α 100,0 | 0,42 α 100,0 | 0,39 α 100,0 |
| 1 | 0,81 β 171,8 | | | 0,97 β 230,3 | 0,78 β 202,6 |
| 2 | | | | | 2,25 c 581,5 |
| 3 | | 4,82 β 1055,7 | 5,52 β 1181,7 | 5,84 c 1387,5 | 6,56 d 1695,7 |
| 4 | | | | | 8,12 e 2099,1 |
| 5 | | | 18,15 c 3884,9 | 18,73 d 4447,2 | 15,86 f 4102,6 |
| F-Wert | 13,95 ⁺⁺⁺ | 84,22 ⁺⁺⁺ | 117,00 ⁺⁺⁺ | 93,31 ⁺⁺⁺ | 18,61 ⁺⁺⁺ |

beobachten. In den Proben der Klasse 5 wurden 2 g/l oder 1/4 weniger Weinsäure nachgewiesen als in den gesunden Trauben.

Als äußerst markant und stets statistisch abgesichert erwies sich die Zunahme der mit dem Novo-Test gemessenen **Laccaseaktivität** (Tab. 7). Schon die Trauben der Klasse 1 zeigten die doppelte Aktivität gesunden Lesematerials. In jenen der Klasse 3 ließ sich das 10 bis 17fache, in den der Klasse 5 zugeteilten Proben sogar das rund 40fache der Laccasewerte nichtinfizierter Trauben ermitteln.

Um den eventuellen Einfluß der **Rebsorten** in der Beziehung des Botrytisbefalls zu den Mostinhaltsstoffen aufzuzeigen, wurden die Werte der zum Lesetermin gezogenen Proben einer zweifaktoriellen Varianzanalyse unterzogen. Die bezüglichen Tabellen 8 bis 13 sowie die Abbildungen 7 bis 12 im Anhang spiegeln in der Frage der infektionsbedingten Veränderungen weitgehend die vorherig besprochenen Ergebnisse wider.

So veränderten sich, mit Ausnahme des pH-Wertes und der titrierbaren Säure, alle untersuchten Inhaltsstoffe signifikant bei zunehmendem Anteil an erkrankten Beeren. Im Falle des Mostgewichtes und der Laccaseaktivität konnten zwischen den einzelnen Klassen jeweils signifikante Unterschiede ermittelt werden, während bei der Äpfel- und Weinsäure nur die Proben des stärksten Befalls sich durch erhöhte bzw. verminderte Gehalte abhoben.

Zwischen den Sorten ließen sich, außer im Falle des Zuckergehaltes, bei allen gemessenen Parametern statistisch untermauerte Differenzen belegen. In besonderem Maße hob sich die Sorte Riesling mit hohen Werten an titrierbarer Säure, deren Hauptkomponenten Malat und Tartrat, sowie einer niederen Laccaseaktivität hervor. Die demgegenüber durchschnittlich sechsmal höheren Werte letztgenannten Parameters bei der gut ansprechenden Sorte 44/8 dokumentieren die sortenspezifisch sehr ausgeprägte Verschiedenheit der Laccaseaktivität.

Wesentlich anders als in den beerenfaulen Rieslingproben verhielten sich die Inhaltsstoffe in den am Stielgerüst erkrankten Trauben derselben Sorte. Dies belegen die in Tabelle 14 dargestellten Analysenergebnisse der häufig auch als Bodentrauben auftretenden, von **Stielfäule** befallenen Trauben. Die zwischen Ende September und Anfang Oktober entnommenen und bezüglich des Beerenbotrytisbefalls höchstens der Klasse 1 zugeteilten stielfaulen Proben wiesen deutliche, statistisch signifikante Zunahmen an titrierbarer Säure, Malat und insbesondere an Laccaseaktivität auf. Das Mostgewicht erfuhr eine markante, der Weinsäuregehalt eine geringe und der pH-Wert eine statistisch nicht erhärtbare, aber doch tendenzielle Abnahme.

Tabelle 8. - Mostgewichte in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | Mostgewicht °Oe | | relativ % |
|------------------|---------------|---------------------|---|--------------|
| Riesling | K0 | 71,3 | | |
| | K1 | 72,0 | | |
| | K3 | 72,7 | | |
| | K5 | 80,7 | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 70,0 | | |
| | K1 | 75,0 | | |
| | K3 | 74,3 | | |
| | K5 | 82,3 | | |
| Goldburger | K0 | 72,3 | | |
| | K1 | 69,0 | | |
| | K3 | 75,0 | | |
| | K5 | 97,3 | | |
| 44/8 | K0 | 74,3 | | |
| | K1 | 74,7 | | |
| | K3 | 74,3 | | |
| | K5 | 100,0 | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 66,0 | | |
| | K1 | 69,3 | | |
| | K3 | 73,0 | | |
| | K5 | 83,3 | | |
| Riesling | | 74,2 | | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 75,4 | | 101,7 |
| Goldburger | | 78,4 | | 105,7 |
| 44/8 | | 80,8 | | 109,0 |
| Müller-Thurgau | | 72,9 | | 98,3 |
| | K0 | 70,8 | a | 100,0 |
| | K1 | 72,0 | b | 101,7 |
| | K3 | 73,9 | c | 104,3 |
| | K5 | 88,7 | d | 125,3 |
| F-Wert: | Sorten | 0,73 ⁻ | | |
| | Klassen | 8,64 ⁺⁺⁺ | | |
| | WW | 0,40 ⁻ | | |

Tabelle 9. - pH-Werte in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | pH-Wert | | | relativ % |
|------------------|---------------|--------------------|-----|---|--------------|
| Riesling | K0 | 2,89 | | | |
| | K1 | 2,93 | | | |
| | K3 | 2,93 | | | |
| | K5 | 2,98 | | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 3,17 | | | |
| | K1 | 3,19 | | | |
| | K3 | 3,21 | | | |
| | K5 | 3,25 | | | |
| Goldburger | K0 | 2,94 | | | |
| | K1 | 2,98 | | | |
| | K3 | 2,97 | | | |
| | K5 | 3,17 | | | |
| 44/8 | K0 | 3,17 | | | |
| | K1 | 3,14 | | | |
| | K3 | 3,10 | | | |
| | K5 | 3,24 | | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 2,98 | | | |
| | K1 | 2,98 | | | |
| | K3 | 3,02 | | | |
| | K5 | 3,12 | | | |
| Riesling | | 2,93 | a | | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 3,21 | | c | 109,3 |
| Goldburger | | 3,01 | a b | | 102,8 |
| 44/8 | | 3,16 | b c | | 107,8 |
| Müller-Thurgau | | 3,03 | a b | | 103,1 |
| | K0 | 3,03 | | | 100,0 |
| | K1 | 3,05 | | | 100,5 |
| | K3 | 3,04 | | | 100,5 |
| | K5 | 3,15 | | | 104,1 |
| F-Wert: | Sorten | 4,40 ⁺⁺ | | | |
| | Klassen | 1,41 ⁻ | | | |
| | WW | 0,11 ⁻ | | | |

Tabelle 10. - Gehalte an titrierbarer Säure in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | titr.Säure g/l | relativ % | |
|------------------|---------------|-------------------|--------------|-------|
| Riesling | K0 | 15,9 | | |
| | K1 | 14,8 | | |
| | K3 | 16,4 | | |
| | K5 | 16,3 | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 10,3 | | |
| | K1 | 10,3 | | |
| | K3 | 10,4 | | |
| | K5 | 11,0 | | |
| Goldburger | K0 | 11,7 | | |
| | K1 | 11,0 | | |
| | K3 | 12,0 | | |
| | K5 | 10,4 | | |
| 44/8 | K0 | 8,8 | | |
| | K1 | 9,3 | | |
| | K3 | 9,9 | | |
| | K5 | 9,6 | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 9,3 | | |
| | K1 | 9,6 | | |
| | K3 | 11,2 | | |
| | K5 | 10,8 | | |
| Riesling | | 15,8 | c | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 10,5 | a b | 66,4 |
| Goldburger | | 11,3 | b | 71,3 |
| 44/8 | | 9,4 | a | 59,3 |
| Müller-Thurgau | | 10,2 | a b | 64,7 |
| | K0 | 11,2 | | 100,0 |
| | K1 | 11,0 | | 98,3 |
| | K3 | 12,0 | | 107,0 |
| | K5 | 11,6 | | 103,8 |
| F-Wert: | Sorten | 34,20 | +++ | |
| | Klassen | 1,26 | - | |
| | WW | 0,40 | - | |

Tabelle 11. - Gehalte an Äpfelsäure in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | Äpfelsäure g/l | relativ % | |
|------------------|---------------|-------------------|--------------|-------|
| Riesling | K0 | 8,20 | | |
| | K1 | 7,99 | | |
| | K3 | 8,41 | | |
| | K5 | 9,33 | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 5,58 | | |
| | K1 | 5,74 | | |
| | K3 | 6,01 | | |
| | K5 | 6,66 | | |
| Goldburger | K0 | 7,47 | | |
| | K1 | 7,23 | | |
| | K3 | 8,49 | | |
| | K5 | 8,90 | | |
| 44/8 | K0 | 5,27 | | |
| | K1 | 5,74 | | |
| | K3 | 6,02 | | |
| | K5 | 6,82 | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 5,31 | | |
| | K1 | 5,66 | | |
| | K3 | 7,12 | | |
| | K5 | 7,56 | | |
| Riesling | | 8,48 | b | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 6,00 | a | 70,7 |
| Goldburger | | 8,02 | b | 94,6 |
| 44/8 | | 5,96 | a | 70,3 |
| Müller-Thurgau | | 6,41 | a | 75,6 |
| | K0 | 6,37 | a | 100,0 |
| | K1 | 6,47 | a | 101,7 |
| | K3 | 7,21 | a b | 113,3 |
| | K5 | 7,85 | b | 123,4 |
| F-Wert: | Sorten | 10,73 | +++ | |
| | Klassen | 4,85 | ++ | |
| | WW | 0,20 | - | |

Tabelle 12. - Gehalte an Weinsäure in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | Weinsäure g/l | relativ % | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------|-------|
| Riesling | K0 | 8,5 | | |
| | K1 | 7,9 | | |
| | K3 | 7,3 | | |
| | K5 | 6,1 | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 6,5 | | |
| | K1 | 6,4 | | |
| | K3 | 5,7 | | |
| | K5 | 5,1 | | |
| Goldburger | K0 | 7,2 | | |
| | K1 | 6,8 | | |
| | K3 | 5,8 | | |
| | K5 | 3,9 | | |
| 44/8 | K0 | 5,9 | | |
| | K1 | 6,1 | | |
| | K3 | 5,5 | | |
| | K5 | 3,7 | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 6,3 | | |
| | K1 | 6,4 | | |
| | K3 | 6,2 | | |
| | K5 | 5,4 | | |
| Riesling | | 7,5 | b | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 5,9 | a | 79,2 |
| Goldburger | | 5,9 | a | 79,0 |
| 44/8 | | 5,3 | a | 71,0 |
| Müller-Thurgau | | 6,1 | a | 81,4 |
| | K0 | 6,9 | a | 100,0 |
| | K1 | 6,7 | a | 97,8 |
| | K3 | 6,1 | a | 89,0 |
| | K5 | 4,8 | b | 70,4 |
| F-Wert: | Sorten | 3,69 ⁺ | | |
| | Klassen | 6,12 ⁺⁺ | | |
| | WW | 0,26 ⁻ | | |

Tabelle 13. - Laccaseaktivitäten in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

| Sorte | Befallsklasse | Laccaseaktivitäten U/ml | relativ % | |
|------------------|---------------|----------------------------|--------------|----------|
| Riesling | K0 | 0,36 | | |
| | K1 | 0,49 | | |
| | K3 | 0,94 | | |
| | K5 | 6,31 | | |
| Grüner Veltliner | K0 | 0,46 | | |
| | K1 | 0,68 | | |
| | K3 | 5,65 | | |
| | K5 | 23,68 | | |
| Goldburger | K0 | 0,35 | | |
| | K1 | 0,63 | | |
| | K3 | 4,56 | | |
| | K5 | 17,55 | | |
| 44/8 | K0 | 0,36 | | |
| | K1 | 1,02 | | |
| | K3 | 10,51 | | |
| | K5 | 36,49 | | |
| Müller-Thurgau | K0 | 0,48 | | |
| | K1 | 0,59 | | |
| | K3 | 1,90 | | |
| | K5 | 5,59 | | |
| Riesling | | 2,02 | a | 100,0 |
| Grüner Veltliner | | 7,62 | | d 376,4 |
| Goldburger | | 5,77 | c | 285,1 |
| 44/8 | | 12,10 | | e 597,6 |
| Müller-Thurgau | | 2,14 | b | 105,7 |
| | K0 | 0,40 | a | 100,0 |
| | K1 | 0,68 | b | 169,3 |
| | K3 | 4,71 | c | 1172,1 |
| | K5 | 17,93 | | d 4459,0 |
| F-Wert: | Sorten | 8,71 | +++ | |
| | Klassen | 105,94 | +++ | |
| | WW | 1,79 | - | |

Tabelle 14. - Inhaltsstoffe gesunder und von **Stielkäule** befallener Rieslingtrauben (n=7).

| Botrytis- befall | Mostgewicht °Oe | pH-Wert abs. | rel. | Hitr. Säure g/l | rel. | Äpfelsäure g/l | rel. | Weinsäure g/l | rel. | Laccaseakt. U/ml | rel. | |
|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|------------------|------|---------------------|------|-------|
| K0 | 67,4 | 100,0 | 2,96 | 100,0 | 19,0 | 100,0 | 10,89 | 100,0 | 10,5 | 100,0 | 0,3 | 100,0 |
| Stiel- käule | 57,1 | 84,8 | 2,74 | 98,2 | 21,2 | 111,3 | 12,21 | 112,1 | 10,1 | 96,5 | 1,4 | 496,2 |
| F-Wert | 17,67 ⁺⁺ | 5,67 ⁻ | 10,04 ⁺ | 6,15 ⁺ | 6,34 ⁺ | 6,26 ⁺ | | | | | | |

4.2 Prüfung von Abhängigkeiten zwischen Traubeneinhaltsstoffgehalten, visueller Befallsbonitierung und Laccaseaktivität

Als Grundlage dieser Untersuchungen dienten die Analyseergebnisse des Rieslingklonenversuchs. Das Datenmaterial von 5 Klonen in vierfacher Wiederholung auf 5 Standorten erlaubte es, 100 Wertepaare, bei der getrennten Beobachtung des Standort- und Klonenverhaltens jeweils deren 20, zur Prüfung auf lineare Abhängigkeiten heranzuziehen.

Wie diesbezüglich aus der Tabelle 15 hervorgeht, korrelierten sowohl der Befallsindex als auch die Laccaseaktivität, soweit die Zusammenhänge statistisch absicherbar waren, mit dem Mostgewicht, der Weinsäure und dem Phenolindex negativ, mit dem pH-Wert, der titrierbaren Säure und der Äpfelsäure positiv. Die Beziehungen zwischen der mittels DMPD gemessenen Laccaseaktivität und den Mostinhaltsstoffen waren von einem höheren Grad an linearem Zusammenhang geprägt, als dies bei den beiden anderen unabhängigen Variablen, der Laccaseaktivität mit dem Novo-Test bestimmt, und besonders dem Befallsindex, der Fall war. Eindeutig zeigte sich, daß die Laccasewerte, gleich welcher Bestimmungsmethode, zu den visuellen Bonitierungsergebnissen zwar signifikant, aber mit nur kleinen Koeffizienten korreliert waren. Untereinander standen die beiden photometrischen Methoden hingegen in einer weitaus engeren Beziehung.

Mit dem Zweck, den Standorteinfluß auszuschalten, wurden die betreffenden Werte getrennt verrechnet (Tab. 16). In der Folge ergaben sich höhere Korrelationskoeffizienten, aber auch eine Reduzierung der Wiederholungszahl auf 20, wodurch ein Verlust an Signifikanz eintrat. Mit Ausnahme des Mostgewichtes am Standort Weißenkirchen verhielten sich alle abhängigen Variablen in ihrer Tendenz gleich wie in den vorherig angeführten, alle Klone und Standorte einbeziehenden Regressionen. Zwischen den beiden Methoden zur Bestimmung der Laccaseaktivität konnten zwar durchwegs statistisch gesicherte Zusammenhänge festgestellt werden, die große Variationsbreite der Korrelations- und Regressionskoeffizienten dokumentieren allerdings eine standortspezifisch bedingte Verschiedenheit der Abhängigkeiten.

Die separate Betrachtung der einzelnen Klone brachte deutlich mehr statistisch gesicherte Beziehungen mit sich (Tab. 17). Auf diese Weise ergaben sich auch höhere Korrelationskoeffizienten und weniger stark streuende Regressionsgeraden zwischen den beiden Laccasebestimmungsmethoden. Dies läßt erkennen, daß der Einfluß der Klone auf die infektionsbedingten Veränderungen der Traubeneinhaltsstoffe ausgeprägter ist als jener der einzelnen Standorte. Die größte Anzahl an statistisch signifikanten Beziehungen zwischen den geprüften Variablen ging

aus den Analysewerten des Klones W21 und insbesondere aus jenen des Klones H65 hervor.

Nachdem umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung stand, wurde zusätzlich, unter Einbeziehung aller Standorte und Klone, geprüft, inwiefern die **Mostinhaltsstoffe zueinander** in Abhängigkeit stehen (Tab. 18). Das Mostgewicht befindet sich dabei in einer negativen Beziehung zur titrierbaren Säure und zum Malat. Ein positiver Zusammenhang besteht jedoch zwischen dem Zuckergehalt und dem Phenolindex, der wiederum mit dem pH-Wert gleichartig korreliert. Letzterer Parameter ist in negativer Weise mit den Gehalten an Weinsäure verbunden. Die Koeffizienten der Korrelationen zwischen der titrierbaren Säure und dem Malat bzw. Tartrat lassen deutlich erkennen, daß die Acidität der untersuchten Moste hauptsächlich von der Äpfelsäurekonzentration bestimmt wird.

Tabelle 15. - Beziehungen zwischen dem Botrytis-Befallsindex, der Laccaseaktivität (Novo-Test und DMPD) und den anderen Parametern der Sorte Riesling (über alle Klone und Standorte).

| Abhängige Variable | Unabhängige Variable | | |
|--------------------------------|---|---|--|
| | Befallsindex % | Laccaseaktivität Novo-Test U/ml | Laccaseaktivität DMPD |
| Mostgewicht °Oe | r= -0,18 ⁻ y= 85,37-0,10x | r= -0,41 ⁺⁺⁺ y= 87,97-5,59x | r= -0,45 ⁺⁺⁺ y= 88,13-0,08x |
| pH-Wert | r= +0,22 ⁺ y= 2,94+0,0008x | r= +0,20 ⁺ y= 2,94+0,020x | r= +0,34 ⁺⁺⁺ y= 2,93+0,0004x |
| Titri.Säure g/l | r= +0,43 ⁺⁺⁺ y= 13,30+0,06x | r= +0,32 ⁺⁺ y= 13,38+1,11x | r= +0,47 ⁺⁺⁺ y= 13,06+0,022x |
| Äpfelsäure g/l | r= +0,35 ⁺⁺⁺ y= 6,83+0,045x | r= +0,44 ⁺⁺⁺ y= 6,54+1,41x | r= +0,50 ⁺⁺⁺ y= 6,45+0,022x |
| Weinsäure g/l | r= +0,06 ⁻ y= 7,22+0,004x | r= -0,36 ⁺⁺⁺ y= 7,73-0,61x | r= -0,38 ⁺⁺⁺ y= 7,73-0,009x |
| Phenolindex E _{280nm} | r= -0,01 ⁻ y= 10,3-0,001x | r= -0,21 ⁺ y= 10,7-0,60x | r= -0,01 ⁻ y= 10,3-0,0003x |
| Befallsindex % | | r= +0,36 ⁺⁺⁺ y= 11,36+9,24x | r= +0,38 ⁺⁺⁺ y= 10,76+0,13x |
| Laccaseakt. Novo-Test U/ml | r= +0,36 ⁺⁺⁺ y= 0,46+0,014x | | r= +0,68 ⁺⁺⁺ y= 0,17+0,011x |
| Laccaseakt. DMPD | r= +0,38 ⁺⁺⁺ y= 34,9+1,1x | r= +0,68 ⁺⁺⁺ y= 20,2+42,3x | |
| niedrigster Wert | 0,50 | 0,23 | 14,0 |
| höchster Wert | 40,80 | 2,47 | 184,0 |
| Mittelwert | 17,96 | 0,72 | 53,1 |

Tabelle 16. - Lineare, statistisch gesicherte ($P \leq 5\%$) Zusammenhänge zwischen dem Botrytis-Befallsindex, der Laccaseaktivität (Novo-Test und DMPD) und den anderen Parametern bei der Sorte Riesling auf den verschiedenen Standorten (über alle Klone).

| Variable x | Variable y | Standort | Korrelations- koeffizient r | Regressions- gleichung | Variationsbreite von x | | \bar{x} |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------|-----------|
| | | | | | min | max | |
| Befallsindex % | Mostgewicht °Oe | Weißkirchen | +0,61 ⁺⁺ | $y=74,23+0,17x$ | 4,8 | 40,8 | 21,0 |
| | pH-Wert | Weißkirchen | +0,53 ⁺ | $y=2,96+0,0014x$ | 4,8 | 40,8 | 21,0 |
| | Laccaseakt. Novo-Test | Krems | +0,66 ⁺⁺ | $y=0,48+0,028x$ | 0,5 | 32,1 | 9,1 |
| | Laccaseakt. DMPD | Krems | +0,85 ⁺⁺⁺ | $y=20,0+1,8x$ | 0,5 | 32,1 | 9,1 |
| | | Unterretzbach | +0,57 ⁺⁺ | $y=28,0+0,6x$ | 2,0 | 40,5 | 13,6 |
| Laccaseakt. Novo-Test | Befallsindex % | Krems | +0,66 ⁺⁺ | $y=2,27+15,39x$ | 0,28 | 1,41 | 0,74 |
| | Weinsäure g/l | Eisenstadt | -0,58 ⁺⁺ | $y=8,70-0,77x$ | 0,32 | 2,47 | 0,84 |
| | Äpfelsäure g/l | Unterretzbach | +0,51 ⁺ | $y=4,32+5,30x$ | 0,23 | 0,48 | 0,33 |
| | Laccaseakt. DMPD | Weißkirchen | +0,86 ⁺⁺⁺ | $y=65,6+23,7x$ | 0,48 | 1,82 | 1,42 |
| | | Krems | +0,51 ⁺ | $y=12,3+27,4x$ | 0,28 | 1,41 | 0,74 |
| | | Unterretzbach | +0,54 ⁺ | $y=4,9+91,9x$ | 0,23 | 0,48 | 0,33 |
| | | Wien | +0,77 ⁺⁺⁺ | $y=8,6+61,3x$ | 0,48 | 1,25 | 0,63 |
| | Eisenstadt | +0,90 ⁺⁺⁺ | $y=29,3+24,8x$ | 0,32 | 2,47 | 0,84 | |
| Laccaseakt. DMPD | Befallsindex % | Krems | +0,85 ⁺⁺⁺ | $y=5,53+0,40x$ | 14 | 70 | 36,3 |
| | | Unterretzbach | +0,57 ⁺⁺ | $y=7,15+0,58x$ | 18 | 54 | 35,6 |
| | Mostgewicht °Oe | Weißkirchen | +0,46 ⁺ | $y=73,92+0,04x$ | 48 | 184 | 99,2 |

Forts. Tabelle 16.

| Variable x | Variable y | Standort | Korrelations- koeffizient r | Regressions- gleichung | Variationsbreite von x | | \bar{x} |
|--------------------------|-------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|-----------|
| | | | | | min | max | |
| Laccaseakt. DMPD | Weinsäure g/l | Weißkirchen | -0,48 ⁺ | $y=7,08-0,004x$ | 48 | 184 | 99,2 |
| | | Eisenstadt | -0,59 ⁺⁺ | $y=9,46-0,028x$ | 30 | 82 | 50,0 |
| | Äpfelsäure g/l | Weißkirchen | +0,48 ⁺ | $y=7,01+0,016x$ | 48 | 184 | 99,2 |
| Laccaseakt. Novo-Test | | Weißkirchen | +0,86 ⁺⁺⁺ | $y=-1,67+0,031x$ | 48 | 184 | 99,2 |
| | | Krems | +0,51 ⁺ | $y=0,45+0,010x$ | 14 | 70 | 36,3 |
| | | Unterretzbach | +0,54 ⁺ | $y=0,22+0,003x$ | 18 | 54 | 35,6 |
| | | Wien | +0,77 ⁺⁺⁺ | $y=0,17+0,010x$ | 28 | 80 | 47,4 |
| | | Eisenstadt | +0,90 ⁺⁺⁺ | $y=-0,78+0,032x$ | 30 | 82 | 50,0 |

Tabelle 17. - Lineare, statistisch gesicherte ($P \leq 5\%$) Zusammenhänge zwischen dem Botrytis-Befallsindex, der Laccaseaktivität (Novo-Test und DMPD) und den anderen Parametern der verschiedenen Rieslingklone (über alle Standorte).

| Variable x | Variable y | Klon | Korrelations- koeffizient r | Regressions- gleichung | Variationsbreite von x | | \bar{x} | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-----------|------|
| | | | | | min | max | | |
| Befallsindex % | Mostgewicht Oe | W21 | -0,47 ⁺ | y=88,39-0,42x | 0,5 | 27,8 | 13,9 | |
| | | titr.Säure g/l | W21 | +0,58 ⁺⁺ | y=13,21+0,11x | 0,5 | 27,8 | 13,9 |
| | | 378DN | +0,58 ⁺⁺ | y=12,57+0,08x | 5,1 | 40,0 | 22,2 | |
| | | H65 | +0,51 ⁺ | y=13,91+0,02x | 1,4 | 38,0 | 12,7 | |
| | | TR356 | +0,61 ⁺⁺ | y=12,65+0,07x | 2,0 | 40,8 | 23,4 | |
| | | Äpfelsäure g/l | W21 | +0,52 ⁺ | y=6,36+0,112x | 0,5 | 27,8 | 13,9 |
| | | | 378DN | +0,56 ⁺ | y=6,45+0,058x | 5,1 | 40,0 | 22,2 |
| | | | H65 | +0,50 ⁺ | y=7,04+0,055x | 1,4 | 38,0 | 12,7 |
| | | Laccaseakt. Novo-Test | H65 | +0,75 ⁺⁺⁺ | y=0,30+0,040x | 1,4 | 38,0 | 12,7 |
| | | Laccaseakt. DMPD | H65 | +0,74 ⁺⁺⁺ | y=29,8+1,9x | 1,4 | 38,0 | 12,7 |
| | Laccaseakt. Novo-Test | Befallsindex % | H65 | +0,75 ⁺⁺⁺ | y=1,37+14,12x | 0,32 | 1,82 | 0,80 |
| | | | Mostgewicht Oe | W21 | -0,46 ⁺ | y=86,74-4,91x | 0,30 | 0,92 |
| | | | Gm239 | -0,53 ⁺ | y=90,06-9,68x | 0,25 | 1,22 | 0,64 |
| | | Titr.Säure g/l | Gm239 | +0,49 ⁺ | y=12,70+1,97x | 0,25 | 1,22 | 0,64 |
| | | Äpfelsäure g/l | W21 | +0,55 ⁺ | y=6,79+1,38x | 0,30 | 0,92 | 0,75 |
| | | | 378DN | +0,47 ⁺ | y=7,12+0,46x | 0,23 | 2,47 | 1,19 |
| | | | H65 | +0,51 ⁺ | y=6,88+1,07x | 0,32 | 1,82 | 0,80 |
| | | | TR356 | +0,56 ⁺⁺ | y=6,67+1,80x | 0,25 | 1,04 | 0,61 |

Forts. Tabelle 17.

| Variable x | Variable y | Klon | Korrelations- koeffizient r | Regressions- gleichung | Variationsbreite von x | | \bar{x} | |
|--------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------|-----------|------|
| | | | | | min | max | | |
| Laccaseakt. Novo-Test | Laccaseakt. DMPD | W21 | +0,91 ⁺⁺⁺ | y=18,2+45,3x | 0,30 | 0,92 | 0,75 | |
| | | 378DN | +0,88 ⁺⁺⁺ | y=30,0+27,3x | 0,23 | 2,47 | 1,19 | |
| | | H65 | +0,92 ⁺⁺⁺ | y=18,5+43,3x | 0,32 | 1,82 | 0,80 | |
| | | TR356 | +0,72 ⁺⁺⁺ | y=5,4+68,5x | 0,25 | 1,04 | 0,61 | |
| | | Gm239 | +0,50 ⁺ | y=19,1+47,9x | 0,25 | 1,22 | 0,64 | |
| Laccaseakt. DMPD | Befallsindex % | H65 | +0,74 ⁺⁺⁺ | y=-3,02+0,30x | 26 | 102 | 53,3 | |
| | | W21 | -0,58 ⁺⁺ | y=89,49-0,12x | 22 | 170 | 52,5 | |
| | Mostgewicht Oe | TR356 | -0,54 ⁺ | y=88,78-0,08x | 16 | 138 | 50,1 | |
| | | Gm239 | -0,45 ⁺ | y=88,08-0,09x | 14 | 116 | 51,7 | |
| | | pH-Wert | H65 | +0,60 ⁺⁺ | y=2,95+0,0001x | 26 | 102 | 53,3 |
| | | | W21 | +0,48 ⁺ | y=13,50+0,023x | 22 | 170 | 52,5 |
| | Titri.Säure g/l | 378DN | +0,49 ⁺ | y=12,67+0,021x | 20 | 184 | 66,1 | |
| | | TR356 | +0,58 ⁺⁺ | y=13,01+0,025x | 16 | 138 | 50,1 | |
| | | Gm239 | +0,52 ⁺⁺ | y=12,89+0,022x | 14 | 116 | 51,7 | |
| | | Weinsäure g/l | H65 | -0,45 ⁺ | y=8,21-0,017x | 26 | 102 | 53,3 |
| | Gm239 | | -0,52 ⁺ | y=7,95-0,012x | 14 | 116 | 51,7 | |
| | Äpfelsäure g/l | W21 | +0,58 ⁺⁺ | y=6,28+0,030x | 22 | 170 | 52,5 | |
| | | 378DN | +0,52 ⁺ | y=6,62+0,017x | 20 | 184 | 66,1 | |
| | | H65 | +0,55 ⁺ | y=6,45+0,024x | 26 | 102 | 53,3 | |
| | | TR356 | +0,61 ⁺⁺ | y=6,79+0,021x | 16 | 138 | 50,1 | |

Forts. Tabelle 17.

| Variable x | Variable y | Klon | Korrelations- koeffizient r | Regressions- gleichung | Variationsbreite von x | | \bar{x} |
|---------------------|--------------------------|-------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|-----------|
| | | | | | min | max | |
| Laccaseakt. DMPD | Laccaseakt. Novo-Test | W21 | +0,91 ⁺⁺⁺ | $y=0,21+0,018x$ | 22 | 170 | 52,5 |
| | | 378DN | +0,88 ⁺⁺⁺ | $y=0,59+0,028x$ | 20 | 184 | 66,1 |
| | | H65 | +0,92 ⁺⁺⁺ | $y=0,23+0,019x$ | 26 | 102 | 53,3 |
| | | TR356 | +0,72 ⁺⁺⁺ | $y=0,26+0,008x$ | 16 | 138 | 50,1 |
| | | Gm239 | +0,50 ⁺ | $y=0,39+0,005x$ | 14 | 116 | 51,7 |

Tabelle 18. - Beziehungen zwischen den einzelnen **Mosstinhaltsstoffen** der Sorte Riesling (über alle Klone und Standorte).

| $\frac{x}{y}$ | Mostgewicht °Oe | pH-Wert | Titri.Säure g/l | Äpfelsäure g/l | Weinsäure g/l | Phenolindex E _{280nm} |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | | +0,13 ⁻ | -0,57 ⁺⁺⁺ | -0,60 ⁺⁺⁺ | +0,03 ⁻ | +0,39 ⁺⁺⁺ |
| pH-Wert | Y=2,88+0,001X X=32,84+17,24Y | | +0,03 ⁻ | +0,11 ⁻ | -0,42 ⁺⁺⁺ | +0,35 ⁺⁺⁺ |
| Titri.Säure g/l | Y=26,33-0,14X X=115,64-2,24Y | Y=10,68+1,19X X=2,94+0,001Y | | +0,67 ⁺⁺⁺ | +0,32 ⁺⁺⁺ | +0,04 ⁻ |
| Äpfelsäure g/l | Y=19,67-0,14X X=102,96-2,52Y | Y=-2,76+3,50X X=2,93+0,003Y | Y=-1,35+0,63X X=8,81+0,71Y | | -0,07 ⁻ | -0,17 ⁻ |
| Weinsäure g/l | Y=6,92+0,004X X=81,85+0,27Y | Y=28,67-7,24X X=3,14-0,02Y | Y=5,05+0,16X X=9,50+0,65Y | Y=7,54-0,04X X=8,54-0,13Y | | +0,02 ⁻ |
| Phenolindex E _{280nm} | Y=1,45+0,10X X=68,86+1,47Y | Y=-27,64+12,78X X=2,86+0,01Y | Y=9,61+0,04X X=13,85+0,04Y | Y=11,58-0,19X X=9,15-0,15Y | Y=9,87+0,038X X=7,19+0,008Y | |

5 Diskussion der Ergebnisse

Die Intensivierungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte (CLAUS 1968, RIBEREAU-GAYON 1970), der vermehrte Anbau fäulnisempfindlicher Rebsorten (HUGLIN 1986) und -klone (BECKER und THOMA 1988, REDL 1990) sowie die auf Grund applikationstechnischer Probleme (BÄCKER 1987) und der Resistenzbildung (POMMER und LORENZ 1982) nicht immer zufriedenstellende Wirkung der Botryticide haben dazu geführt, daß im europäischen Weinbau zunehmend Schäden durch *Botrytis cinerea* auftreten. Da die von diesem Pilz verursachte Sauerfäule neben quantitativen Verlusten (WEBER *et al.* 1978, CANTAGREL *et al.* 1989b) auch zahlreiche Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Traubenbeeren verursacht (RIBEREAU-GAYON 1983), ist es von Interesse, besonders im Hinblick auf die Festlegung einer Schadensschwelle festzustellen, ab welcher Botrytis-Befallsstärke die Mostinhaltsstoffe önologisch relevante Zu- oder Abnahmen erfahren.

Da Glucose und Fructose das Substrat der alkoholischen Gärung darstellen, wird allgemein der Zuckergehalt als das Qualitätskriterium schlechthin des Traubenmostes bezeichnet und zur Bewertung desselben herangezogen (VOGT 1970, SPONHOLZ 1989, Weingesetznovelle 1985 d. Rep. Österreich). Die vorliegende Arbeit zeigte diesbezüglich, daß erst in Trauben mit mehr als 50 % befallener Beeren eine signifikante Konzentrierung des Zuckers eintrat. Die dabei festgestellten Zunahmen von 12 bis 17° Oe im Durchschnitt der Sorten bzw. 26° Oe bei der Kreuzung 44/8 entsprachen durchaus den von NELSON und OUGH (1966), DITTRICH *et al.* (1974), WEBER *et al.* (1978), SOTOMAYOR SOLER (1982), FREGONI *et al.* (1985), CANTAGREL *et al.* (1989a), HEINDL (1989) und WURM (1989) in sauerfaulen Trauben ermittelten Ergebnissen. Die Tatsache, daß das Mostgewicht in den stark befallenen Trauben zugenommen hat, sollte aber nicht als Edelfäule interpretiert werden. Die auf Grund des frühen Zeitpunktes der Pilzinfektion bescheiden ausgefallene Steigerung des Zuckergehaltes ist wahrscheinlich zu gering, um die fäulnisbedingten Nachteile aufzuwiegen und damit eine Veredelung des Produktes zu bewirken. Die organoleptische Beurteilung - sie steht als wohl wichtigster Parameter stellvertretend für alle anderen - fällt nämlich bei Weinen aus Lesegut mit mehr als 50 % Befall durchwegs schlechter aus als bei jenen gesünderer Trauben (BERTRAND *et al.* 1976, WEBER *et al.* 1978, CAMPANA 1982, SOTOMAYOR SOLER 1982).

Im Einklang mit NELSON und OUGH (1966), FREGONI *et al.* (1985), HEINDL (1989) sowie WURM (1989) blieb die titrierbare Säure bei zunehmendem Befall von *B. cinerea* unverändert oder zeigte leicht erhöhte Werte an. Eine ausgeprägte Steigerung der Titrationsacidität erkannten demgegenüber DITTRICH *et al.* (1974) und SOTOMAYOR SOLER (1982), indem sie in stark gefaulten Trauben 1,5 g/l bzw.

3,3 g/l mehr Säure als in gesunden bestimmten. WEBER *et al.* (1978), CANTAGREL *et al.* (1989a) sowie GALY und CANTAGREL (1989) stellten in ihren Proben wiederum mehr oder weniger stark abnehmende Gehalte fest. Es ist anzunehmen, daß die Ursachen für diese widersprüchlich erscheinenden Resultate in regional und klimatisch bedingten Unterschieden der Gesamtsäurezusammensetzung (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971, LEMPERLE und LAY 1989) sowie im divergierenden Verhalten des Tartrats und des Malats bei Botrytisbefall zu suchen sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen haben in weitgehender Übereinstimmung mit den Arbeiten von CHARPENTIE (1954), DITTRICH *et al.* (1974) und WURM (1989) einen schon in den unteren Befallsklassen deutlich beginnenden, gleichmäßigen und starken Abbau der Weinsäure sowie eine konzentrationsbedingte, fast ebenso markante Steigerung des Gehaltes an Äpfelsäure erbracht. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Gesamtsäure reagiert deshalb die Titrationsacidität botrytiserkrankter Beeren auf verschiedene Weise. Trauben kühlerer und feuchterer Anbauggebiete erfahren allgemein auf Grund des überwiegenden Malatanteils (DRAWERT *et al.* 1977, 1978, LEMPERLE und LAY 1989) eine Steigerung (DITTRICH *et al.* 1974), jene klimatisch begünstigter Standorte, welche an sich oft zu niedrig empfundene Säurewerte besitzen (WEGER 1982), wegen des hohen Tartratanteils (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971) eine Verringerung ihrer Acidität (CANTAGREL *et al.* 1989a, GALY und CANTAGREL 1989). Kellertechnisch problematisch kann der Tartratverbrauch des Graufäulepilzes zudem in Weinen mit biologischem Säureabbau werden. Die in dieser Arbeit ermittelten Abnahmen von 1 und 2 g Weinsäure pro Liter in den Klassen 3 bzw. 5 können bei vollständiger Milchsäuregärung die Acidität des Endprodukts unter Umständen auf ein Niveau drücken, welches den degustativen (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1957) und gesetzlichen (WEGER 1982, Weingesetznovelle 1985 d. Rep. Österreich) Anforderungen nicht mehr entspricht.

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von NELSON und OUGH (1966), WEBER *et al.* (1978), SOTOMAYOR SOLER (1982), CANTAGREL *et al.* (1989a) sowie HEINDL (1989) lassen die vorliegenden Resultate im weiteren erkennen, daß bei einer Botrytisinfektion von mehr als 25 % befallener Beeren eine Steigerung des pH-Wertes um rund 0,1 einhergeht. Angesichts der Tatsache, daß dieses Ergebnis umgerechnet eine Reduzierung der Wasserstoffionenkonzentration von 20 % gegenüber gesundem Traubenmaterial bedeutet und daß das sensorische Säureempfinden hauptsächlich vom pH-Wert induziert wird (VOGT *et al.* 1984), stellt sich die Frage hinsichtlich der organoleptischen Relevanz dieser Veränderung. Da Weine säurereicher Gebiete und Jahrgänge von der Steigerung des pH-Wertes profitieren - sie werden weicher und voller (DITTRICH 1989) - der gleiche Vorgang säurearmen Produkten aber jede Frische und Spritzigkeit nimmt (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1957), läßt sich eine einheitliche Aussage darüber nicht tätigen.

Als Beitrag zur Festsetzung einer Schadensschwelle für *B. cinerea* können die Analysedaten dieser Arbeit dahingehend gedeutet werden, daß erste, für die Praxis relevante Auswirkungen auf die untersuchten Mostinhaltsstoffe erst in Trauben ab 25 % erkrankter Beeren (Befallsklassen 4 und 5) zu erwarten sind. Lediglich der infektionsbedingte Weinsäureabbau macht sich schon in den weniger stark befallenen Proben bemerkbar. Für die umfassende Bestimmung des sortenspezifischen Befallniveaus, bei dem ein Qualitätsverlust eintritt, ist aber die Einbeziehung mehrerer anderer wertbestimmender Inhaltsstoffe, z.B. der Aromastoffe, unbedingt notwendig. Auch sollten die kellertechnischen Probleme der Moste und Weine botrytisinfizierter Traubenbeeren - ihr erhöhter SO₂-Bedarf und ihre erschwerte Filtrierbarkeit seien hervorgehoben - mit in die Bewertung einfließen. Den wichtigsten Parameter aber wird wohl, schlußendlich, das jeweilige Verkostungsurteil darstellen.

In der Frage des vielerorts lautgewordenen Wunsches nach Objektivierung der Befallsschätzung von *B. cinerea* an Traubenbeeren erwies sich die Bestimmung des Enzyms Laccase als aufschlußreich. Wegen des auch bei schwachem Befall und geringer Stichprobenanzahl signifikanten Anstiegs, hat sich die Laccaseaktivität grundsätzlich als geeignet herausgestellt, den erkrankten Anteil der Trauben zu schätzen. Allerdings muß in Einklang mit den Untersuchungen von CORDONNIER *et al.* (1980), FREGONI und IACONO (1987), CANTAGREL *et al.* (1989b) sowie GRASSIN und DUBOURDIEU (1989) betont werden, daß die Aktivitätswerte ein ausgeprägt sortenspezifisches Verhalten aufweisen. Der Gebrauch eines Photometers ist zudem bei den verwendeten Methoden der Laccasebestimmung für genaue Aktivitätsmessungen unumgänglich. Besonders im Fall der schwach ansprechenden Sorten Riesling und Müller-Thurgau hat sich nämlich der visuelle Farbwertvergleich des Novo-Tests als unzureichend erwiesen. Die relativ niedrigere Empfindlichkeit gegenüber der Laccasebestimmung, der dadurch erhöhte Meßfehler sowie die verhältnismäßig schmale Bandbreite an Befall (0,5 bis 40,8 %) können als Gründe angesehen werden, warum die auf den Proben des Riesling-Klonenversuches beruhenden Korrelations- und Regressionsrechnungen nicht immer enge Beziehungen hervorbrachten. Ebenso negativ schlug sich auf die Höhe der Korrelationskoeffizienten nieder, daß die mit dem Befallsindex bzw. der Laccaseaktivität in Beziehung gesetzten Inhaltsstoffe in einem starken Maße von der Beerenreife abhängig sind, welche wiederum am einzelnen Rebstock und im Weingarten großen Schwankungen unterworfen ist.

Trotz dieser Einschränkungen spiegeln die Regressionsgleichungen die Tendenzen des anfangs dargelegten, varianzanalytischen Mittelwertvergleiches der Befallsklassen wider. Einzig das Mostgewicht zeigte mit seiner leichten Abnahme ein zu den vorherigen Resultaten entgegengesetztes Verhalten auf. Dieser vermeintliche Widerspruch wird aber dadurch relativiert, daß in diesem, nur an die 40 % betragenden Befallsbereich auch die Varianzanalyse noch keine signifikante

Erhöhung des Zuckergehaltes hervorbrachte. Stärkerer Befall, so belegen es die positiven Zusammenhänge zwischen Mostgewicht und Befallsindex bzw. Laccaseaktivität am Standort Weißenkirchen, wirkte sich auch in dem der Regressionsanalyse zugrundeliegenden Probenmaterial erhöhend auf die Zuckerkonzentration aus.

Auffallend wenig signifikante Zusammenhänge ergaben sich zwischen dem Befallsindex und den analytisch erfaßten Inhaltsstoffen. Besonders in der Beziehung des bonitierten Botrytisbefalls zu der Laccaseaktivität kam nicht die erwartete, einen direkten Zusammenhang ergebende Abhängigkeit zustande, wie sie die varianzanalytischen Ergebnisse dieser Arbeit erwarten ließen. Damit soll keineswegs die Eignung der Laccasebestimmung zur quantitativen Erfassung des Botrytisbefalls in Frage gestellt werden. Möglicherweise war die zur Probengewinnung zufällig entnommene Traubenmenge trotz ihrer 5 bis 8 kg pro Parzelle nicht ausreichend, um die analytisch erfaßten Veränderungen in eine klare Beziehung zum Ergebnis der Befallsbonitierung zu setzen. Auch aus dem Grund, daß die visuelle Bonitierungsverfahren nicht das Alter des Pilzbefalls berücksichtigt, welches bei gleichem Prozentsatz befallener Beeren Unterschiede in den Konzentrationen der Inhaltsstoffe (SPONHOLZ *et al.* 1987) und der Laccase (GRASSIN und DUBOURDIEU 1989) verursacht, kann die Bestimmung dieses Oxidationsenzymes dazu beitragen, die Qualität erkrankten Traubengutes objektiver zu bewerten.

Die getrennte korrelative Verrechnung der Standorte und Klone legte an den Tag, daß neben Sortenunterschieden wahrscheinlich auch genotypisch bedingte klonenspezifische sowie in abgeschwächter Form auch standortbeeinflusste Eigenheiten im Verhältnis Laccaseaktivität/Mostinhaltsstoffe bestehen. Hinsichtlich der auch von CANTAGREL *et al.* (1989b) aufgezeigten Einflußgröße Standort ist aber noch aufklärungsbedürftig, welche Rolle dabei die große genetische Variabilität des Graufäulepilzes spielt. KOVAC (1982) machte nämlich bei Laccasebestimmungen mit Syringaldehydazin die Beobachtung, daß die von ihm untersuchten, auf Nährlösung gezogenen Botrytisherkünfte von beträchtlichen Aktivitätsunterschieden gekennzeichnet waren. Die von FLECK *et al.* (1988) bearbeiteten Botrytisstämme unterschieden sich im Gegensatz dazu nicht nennenswert in der Produktion dieser Phenolase.

Um Laccasewerte in Zukunft den einzelnen Botrytis-Befallsklassen in Form von Bandbreiten zuordnen zu können, bedarf es noch weitgehender Untersuchungen, welche neben der Sorten-, Klon- und Standortabhängigkeit auch die gesamte Skala an Befallsstärke erfassen. Das Vorhandensein von Traubenmaterial aller vergebenen Klassen könnte weiters auch zur Überprüfung dienen, ob möglicherweise nichtlineare Korrelationen und Regressionen besser geeignet wären, die chemischen Veränderungen in befallenen Beeren quantitativ zu beschreiben. Eine Schwachstelle bei der praktischen Anwendung der Laccasebestimmung zur Be-

fallsschätzung wird aber dennoch auf Grund der Vielzahl an Reife- und Befallsstadien im selben Weingarten die exakte Probenziehung bleiben.

Im Vergleich der Laccasebestimmungsverfahren stellte sich heraus, daß die auf DMPD beruhende Methode nach DUBERNET (1974) genauer einzustufen ist als der mit Syringaldehydazin nach DUBOURDIEU *et al.* (1984) arbeitende Novo-Test. Neben tendenziell höheren Korrelationskoeffizienten brachte ersteres Verfahren bei der getrennten Betrachtung aller Klone und Standorte auch häufiger statistisch absicherbare Regressionen hervor. Von der Handhabung her gesehen ist jedoch die Novo-Test-Methode im Vorteil, muß doch das Reagens des im übrigen stark humantoxischen DMPD wegen seiner leichten Oxidierbarkeit in kurzen Abständen neu hergestellt werden.

Eine eindeutige Aussage über die Beziehung zwischen dem Phenolindex, nach PARONETTO (1977) ein Schätzwert für den Gesamtphenolgehalt, und dem Botrytisbefall läßt sich an Hand dieser Arbeit nicht tätigen. Einzig mit dem Novo-Test gelang es, zwischen der Laccaseaktivität und dem Phenolindex einen schwach gesicherten, negativen Zusammenhang herzustellen. Wesentlich deutlichere Abhängigkeitsbeziehungen mit Korrelationskoeffizienten von -0,88 bis -0,97 errechneten hingegen FREGONI und IACONO (1987) unter Verwendung des Technolyseur-2000-Gerätes. DITTRICH *et al.* (1974) beobachteten in faulen Trauben Leucoanthocyanabnahmen zwischen 35 und 90 %, GUERZONI *et al.* (1978) konnten hingegen keine Zusammenhänge zwischen dem Anteil erkrankter Beeren und dem nach FOLIN CIOCALTEAU bestimmten Phenolgehalt erkennen.

Die Analysedaten am Stock verbliebener stielfauler Rieslingtrauben ergaben, daß die Beeren bei Befall der Kämme in ihrer Reife zurückbleiben. In Übereinstimmung mit WEBER *et al.* (1978) sind die Abnahmen des pH-Wertes und insbesondere des Mostgewichtes sowie die deutlichen Steigerungen der Titrationsacidität und der Äpfelsäure in diesem Sinne zu interpretieren. Einzig die verminderte Konzentration an Weinsäure und die erhöhte Laccaseaktivität lassen Botrytisbefall als Ursache erkennen. Nachdem laut MARBACH *et al.* (1985) die Phenole und Pektine laccaseinduzierend auf das Botrytismycel wirken, sind vermutlich die hohen Gehalte dieser Stoffe in den Kämmen (RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971, SERINI 1977) als Ursache für die stark erhöhten Enzymaktivitäten stielfauler Trauben anzusehen.

6 Zusammenfassung

An Hand von Traubenmaterial österreichischer Weißweinsorten wurde untersucht, in welchem Ausmaß deren Inhaltsstoffe durch *Botrytis cinerea* verändert werden und inwieweit die Aktivitätsmessungen des Enzyms Laccase geeignet sind, den Befall dieses Schadpilzes zu quantifizieren.

Die Analysedaten der in Befallsklassen eingeteilten Proben ergaben erst in den Trauben mit mehr als 50 % befallener Beeren signifikante Anstiege der Mostgewichte, welche 12 bis 17° Oe, im Einzelfall auch 26° Oe betragen. Auf die Proben dieser Befallsstärke beschränkte sich ebenso die 0,1 betragende, statistisch belegbare Erhöhung des pH-Wertes. Die Gehalte an titrierbarer Säure blieben in allen Befallsklassen praktisch unverändert. Um 0,6 g/l stiegen die Gehalte an Äpfelsäure in den Klassen mit 16 bis 25 % erkrankter Beeren an. Die Proben mit mehr als 50 % Befall wiesen 1,3 g/l mehr Malat auf als jene gesunder Trauben. Von den anfänglichen 7,0 bis 8,0 g/l Weinsäure nichtinfizierter Proben konnten in den Trauben mit 51 bis 100 % erkrankter Beeren auf Grund des kontinuierlichen Tartratabbaus nur mehr 5,1 bis 5,9 g/l wiedergefunden werden. Der Befall des Stielgerüsts durch *B. cinerea* wirkte sich überwiegend reifeverzögernd auf die betroffenen, am Stock verbliebenen Trauben aus.

Die Aktivität des von *B. cinerea* ausgeschiedenen Enzyms Laccase nahm bei steigendem Befall deutlich zu und ist somit grundsätzlich zur Quantifizierung des Botrytisanteils am Lesegut geeignet. Bei Zuordnung von Laccasewerten einer bestimmten Befallsklasse gilt es allerdings, das beobachtete sorten-, klon- und standortspezifische Verhalten der Enzymaktivität zu berücksichtigen. Die Bestimmung der Laccase mittels DMPD erwies sich als genauer, jene mit Hilfe von Syringaldehydazin jedoch als einfacher in der Handhabung.

7 Literaturverzeichnis

- BÄCKER, G.: Die Applikationstechnik als Faktor des integrierten Pflanzenschutzes. *Rebe und Wein* **40**, 192-198, 1987.
- BECKER, N. und THOMA, K.: Ergebnisse der Vergleichsprüfung von Klonen des Blauen Spätburgunders. *Der Badische Winzer* **8**, 364-373, 1988.
- BERTRAND, A., PISSARD, R., SARRE, C. und SAPI, J.C.: Etude de l'influence de la pourriture grise des raisins (*Botrytis cinerea*) sur la composition chimique et la qualité des vins. *Conn. Vigne Vin* **10**, 427-446, 1976.
- BOCK, G., BENDA, I. und SCHREIER, P.: Biotransformation of Linalool by *Botrytis cinerea*. *J. Food Sci.* **51**, 659-662, 1986.
- Boehringer Mannheim: Methoden der biochemischen Analytik und Lebensmittelanalytik. Firmenschrift der Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim 1987.
- BOLLE, F.: Über die Auswertung von pflanzenschutzlichen Versuchen. *Angewandte Botanik* **27**, 16-23, 1953.
- CAMPANA, G.: Soglie di tolleranza enologica per la botrite. *Vignevini* **9** (12), 56-57, 1982.
- CANTAGREL, R., DESACHE, F., VIDAL, J.-P. und LURTRON, L.: Incidences du développement de la pourriture grise sur la qualité des eaux-de-vie. *Rev. Paysan Français* (857/858), 52-55, 1989a.
- CANTAGREL, R., LACOUTURE, J., VIDAL, J.-P. und DESACHE, F.: Pourriture grise et qualité. *Rev. Paysan Français* (857/858), 44-51, 1989b.
- CHARPENTIE, Y.: Contribution à l'étude biochimique des facteurs de l'acidité des vins. Thèse Univ. Bordeaux, 1954 (zit. nach RIBEREAU-GAYON und PEYNAUD 1971).
- CHAUDHARY, S.S., WEBB, A.D. und KEPNER, R.E.: GLC Investigation of the Volatile Compounds in Extracts from Sauvignon Blanc Wines from Normal and Botrytised Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* **19**, 6-12, 1968.

- CLAUS, P.: Gegenwartsprobleme der Botrytis und ihre Bekämpfung im Weinbau. In: CLAUS, P.: Botrytis im Weinbau. Verlag Weinberg und Keller, Traben Trabach 1968.
- CORDONNIER, R., HURTREL, J. und BIRON, C.: Relation entre le taux de pourriture de la vendange, l'activité laccase et l'aptitude à la casse oxydasique des moûts et des vins. *Conn. Vigne Vin* 14, 19-28, 1980.
- DITTRICH, H.H.: Zur Vergärung edelfauler und hochkonzentrierter Moste. *Wein-Wiss.* 19, 169-182, 1964 (zit. nach DITTRICH 1987).
- DITTRICH, H.H.: "Faule" Jahrgänge und ihre Probleme. *Weinwirtsch.* 113, 1002-1008, 1977.
- DITTRICH, H.H.: Mikrobiologie des Weines. Verlag Ulmer, Stuttgart 1987.
- DITTRICH, H.H.: Die Veränderungen der Beereninhaltsstoffe und der Weinqualität durch *Botrytis cinerea* - Übersichtsreferat. *Wein-Wiss.* 44, 105-131, 1989.
- DITTRICH, H.H. und SPONHOLZ, W.R.: Die Aminosäurenabnahme in *Botrytis*-infizierten Traubenbeeren und die Bildung höherer Alkohole in diesen Mosten bei ihrer Vergärung. *Wein-Wiss.* 30, 188-210, 1975.
- DITTRICH, H.H., SPONHOLZ, W.R. und KAST, W.: Vergleichende Untersuchungen von Mosten und Weinen aus gesunden und aus Botrytis-infizierten Traubenbeeren. I. Säurestoffwechsel, Zuckerstoffwechselprodukte, Leucoanthocyanogehalte. *Vitis* 13, 36-49, 1974.
- DITTRICH, H.H., SPONHOLZ, W.R. und GÖBEL, H.G.: Vergleichende Untersuchungen von Mosten und Weinen aus gesunden und aus Botrytis-infizierten Traubenbeeren. II. Modellversuche zur Veränderung des Mostes durch Botrytis-Infektion und ihre Konsequenzen für die Nebenproduktbildung bei der Gärung. *Vitis* 13, 336-347, 1975.
- DONECHE, B., ROUX, F. und RIBEREAU-GAYON, P.: Dégénération de l'acide malique par *Botrytis cinerea*. *Can. J. Bot.* 63, 1820-1824, 1985.
- DRAWERT, F., LEUPOLD, G. und LESSING, V.: Gaschromatographische Bestimmung der Inhaltsstoffe von Gärungsgetränken. XI. Mitt.: Quantitative gaschromatographische Bestimmung von organischen Säuren, Neutralstoffen (Kohlenhydraten) und Aminosäuren in Traubenpresssäften. *Wein-Wiss.* 32, 122-133, 1977.

- DRAWERT, F., LEUPOLD, G. und LESSING V.: Gaschromatographische Bestimmung der Inhaltsstoffe von Gärungsgetränken. XII. Mitt.: Gaschromatographische Bestimmung von organischen Säuren, Neutralstoffen (Kohlenhydraten), Aminosäuren und phenolischen Verbindungen in Weinen. *Wein-Wiss.* **33**, 54-70, 1978.
- DUBERNET, M.: Recherches sur la tyrosinase de *Vitis vinifera* et la laccase de *Botrytis cinerea*. Applications technologiques. Thèse Univ. Bordeaux II, 1974.
- DUBERNET, M. und RIBEREAU-GAYON, P.: Les "polyphénoloxydases" du raisin sain et du raisin parasité par *Botrytis cinerea*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. **277**, Série D, 975-978, 1973.
- DUBERNET, M. und RIBEREAU-GAYON, P.: Causes et conséquences de la consommation de l'oxygène par les moûts de raisin. *Vitis* **13**, 233-244, 1974.
- DUBOURDIEU, D. und RIBEREAU-GAYON, P.: Mise en évidence d'une acitivité estérase chez *Botrytis cinerea*. *Bull. OIV* (648/649), 210-213, 1985.
- DUBOURDIEU, D., GRASSIN, C., DERUCHE, C. und RIBEREAU-GAYON, P.: Mise au point d'une mesure rapide de l'activité laccase dans les moûts et dans les vins par la méthode à la syringaldazine. Application à l'appréciation de l'état sanitaire des vendanges. *Conn. Vigne Vin* **18**, 237-252, 1984.
- FLECK, A., WENZEL, K. und DITTRICH, H.H.: Bestimmung der Laccase-Aktivität in Most aus *Botrytis* befallenen Traubenbeeren. In: Jahresbericht 1987 der FA Geisenheim, Geisenheim 1988.
- FREGONI, M. und IACONO, F.: Evoluzione della laccasi e possibilità di impiego come indice di intervento antibiotrico. *Vignevini* **14** (9), 39-44, 1987.
- FREGONI, M., IACONO, F., DOROTEA, G. und BORDONI, C.: Influenza della *Botrytis cinerea* sulle caratteristiche fisico-chimiche dell'uva. *Vingevini* **12** (10), 19-25, 1985.
- GALY, B. und CANTAGREL, R.: Incidences du développement de la pourriture grise sur la qualité du pineau des Charentes. *Rev. Paysan Français* (857/858), 56-57, 1989.
- GENTILE, A.C.: Carbohydrate Metabolism and Oxalic Acid Synthesis by *Botrytis cinerea*. *Plant Physiology* **29**, 257-261, 1954.

- GRASSIN, C. und DUBOURDIEU, D.: Optimisation de la méthode de dosage de l'activité laccase de *Botrytis cinerea* par la syringaldazine. *Conn. Vigne Vin* 20, 125-130, 1986.
- GRASSIN, C. und DUBOURDIEU, D.: Quantitative Determination of *Botrytis* Laccase in Musts and Wines by the Syringaldazine Tests. *J. Sci. Food Agric.* 48, 369-376, 1989.
- GUERZONI, M.E., ZIRONI, R., SUZZI, G. und GIUDICI, P.: Influenza del grado di infezione da *Botrytis cinerea* sulle attività tirosinasi e laccasi dei mosti. *Informatore agrario* 27, 2301-2305, 1978.
- GUNATA, Y.Z. und MOUTOUNET, M.: Activités de la polphénoloxydase du raisin et de la laccase de *Botrytis cinerea* sur les dérivés hydroxycinnamiques comparées à d'autres substrats phénoliques. *Rev. Fr. Oenol.* (113), 42-47, 1988.
- HARKIN, J.K. und OBST, J.R.: Syringaldazine, an Effective Reagent for Detecting Laccase and Peroxidase in Fungi. *Experientia* 29, 381-387, 1973.
- HEINDL, G.: Untersuchungen über die Schadensschwelle von *Botrytis cinerea* bei Verwendung eines Dicarboximides. Dipl.-Arbeit Univ. Bodenkultur, Wien 1989.
- HOFMANN, G.: Biochemical Changes Caused by *Botrytis cinerea* and *Rhizopus nigricans* in Grape Must. *S. Afr. J. Agric. Sci.* 11, 335-348, 1968.
- HOLBACH, B. und Woller, R.: Über den Zusammenhang zwischen Botrytisbefall von Trauben und den Glycerin- sowie Gluconsäuregehalt von Wein. *Wein-Wiss.* 31, 202-214, 1976.
- HUGLIN, P.: Biologie et écologie de la vigne. Verlag Editions Payot, Lausanne 1986.
- KAIN, W., REICHEL, G., und MAYR, E.: Zur analytischen Beurteilung österreichischer Weine des Jahrganges 1976.- III. Glycerin- und Gluconsäuregehalt in Mosten und Weinen aus edelfaulen und angefaultem Traubenmaterial. *Mitt.-Klosterneuburg* 28, 93-94, 1978.
- KALB, L.H.: Der Weinbau nach theoretischen und praktischen Kenntnissen. Verlag Erhardische Buchhandlung, Stuttgart 1810.
- KOVAC, V.: Production de laccase par *Botrytis cinerea* sur milieu de culture artificiel. *Progr. Agric. Vitic.* 99, 407-414, 1982.

- KOVAC, V., LEGRAND, G., NEUMANN, J. und LAVOLLAY, J.: Sur la laccase de *Botrytis cinerea* cultivé sur milieu artificiel. Substrats spécifiques. In: Assemblée annuelle 1975 du groupe polyphénols, 367-376, Gargnano sul Garda 1975.
- LEMPERLE, E. und LAY, H.: Chemische Zusammensetzung. In: WÜRDIG, G. und WOLLER, R.: Chemie des Weines. Verlag Ulmer, Stuttgart 1989.
- MANFREDINI, M.: Novo-Test Botrytis: Metodo rapido per la determinazione quantitativa della laccasi. *L'enotecnico* 25 (9), 93-96, 1988.
- MARBACH, I., HAREL, E. und MAYER, A.M.: Pectin, a Second Inducer for Laccase Production by *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry* 24, 2559-2561, 1985.
- MÜLLER-THURGAU, H.: Die Edelfäule der Trauben. *Thiels Landwirtschaftliche Jahrbücher* 17, 83-160, 1888.
- NELSON, K.E. und OUGH, C.S.: Chemical and Sensory Effects of Microorganisms on Grape Musts and Wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 17, 38-47, 1966.
- Novo Ferment: Gebrauchsanleitung Novo-Test Botrytis, Dittingen 1989.
- PARONETTO, L.: Polifenoli e tecnica enologica. Verlag Edagricole, Bologna 1977.
- POMMER, E.-H. und LORENZ, G.: Resistance of *Botrytis cinerea* Pers. to Dicarboximide Fungicides - a Literature Review. *Crop Protection* 1, 221-230, 1982.
- RAVJI, R.G., RODRIGUEZ, S.B. und THORNTON, R.J.: Glycerol Production by Four Common Grape Molds. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 77-82, 1988.
- REDL, H.: Leistungsprüfung neuer deutscher Riesling-Klone unter österreichischen Weinbaubedingungen. Forschungsbericht 1989 des BMfLW, Wien 1990.
- RENTSCHLER, H.: Das Braunwerden der Weine. *Schw. Z. Obst- und Weinbau* 55, 156-158, 1946.
- RIBEREAU-GAYON, J.: Etudes récentes sur les facteurs et les effets de la pourriture du raisin. *Conn. Vigne Vin* 4, 243-254, 1970.
- RIBEREAU-GAYON, J. und PEYNAUD, E.: Trattato di enologia - trasformazione e trattamento dei vini. Verlag Edagricole, Bologna 1957.

- RIBEREAU-GAYON, J. und PEYNAUD, E.: Trattato di enologia - maturazione dell'uva - fermentazione alcolica - vinificazione. Verlag Edagricole, Bologna 1971.
- RIBEREAU-GAYON, P.: Riflessi dei danni da Botrytis sulla qualità del vino. *Vignevini* 10 (5), 48-52, 1983.
- SALGUES, M., OLIVIERI, C., CHABAS, M. und PINEAU, J.: Présentation d'un matériel de mesure de la pourriture grise des raisins. *Bull. OIV* (638), 308-311, 1984.
- SALGUES, M., CHEYNIER, V., GUNATA, Z. und WYLDE, R.: Oxidation of Grape Juice 2-S-Glutathionyl Caffeoil Tartaric Acid by *Botrytis cinerea* Laccase and Characterization of a New Substance: 2,5-di-S-Glutathionyl Caffeoil Tartaric Acid. *J. Food Sci.* 51, 1191-1194, 1986.
- SAN ROMAO, M.V. und LAFON-LAFOURCADE, S.: Premières observations sur l'action de Botrytis cinerea cultivé sur moût de raisins, à l'égard du métabolisme des bactéries lactiques dans les moûts et dans les vins. *Vitis* 18, 155-160, 1979.
- SCHORMÜLLER, J., CLAUSS, W. und WÜRDIG, G.: Untersuchungen über das Vorkommen und die Entstehung der Schleimsäure in Traubenmosten und Weinen. IV. Mitteilung: Parasitäre Bildung von Schleimsäure in den Beeren von *Vitis vinifera* aus Galakturonsäure nach dem Befall durch Botrytis cinerea. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 132/133, 270-276, 1967.
- SERINI, G.: Manuale di tecnologia rurale. Verlag Edagricole, Bologna 1977.
- SPONHOLZ, W.R.: Definition, Ausgangsmostgewicht. In: WÜRDIG G. und WOLLER, R.: Chemie des Weines, Verlag Ulmer, Stuttgart 1989.
- SPONHOLZ, W.R. und DITTRICH, H.H.: Über die Herkunft von Gluconsäure, 2- und 5-Oxo-Gluconsäure sowie Glucuron- und Galacturonsäure in Mosten und Weinen. *Vitis* 24, 51-58, 1985.
- SPONHOLZ, W.R., DITTRICH, H.H. und LINSSEN, U.: Die Veränderungen von Most-Inhaltsstoffen durch *Botrytis cinerea* in edelfaulen Traubenbeeren definierter Auslese-Stadien. *Wein-Wiss.* 42, 266-284, 1987.
- SPONHOLZ, W.R., LACHER, M. und DITTRICH, H.H.: Die Bildung von Alditolen durch die Hefen des Weines. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 10, 19-24, 1986.

- SOTOMAYOR SOLER, J.P.: Efecto de diferentes grados de ataque de *Botrytis* en frutos de vid cv. Sauvignonasse sobre los características del vino. *Agricultura Technica (Chile)* **42**, 223-226, 1982.
- STALDER, L.: Untersuchungen über die Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.) an Trauben. 2. Mitteilung: Über den Zucker- und Säureverbrauch des Pilzes und die Wirkung einiger Nährstoffe auf das Wachstum. *Phytopath. Z.* **22**, 345-380, 1955.
- TANNER, H. und BRUNNER, H.R.: Getränke Analytik. Verlag Heller Chemie- und Verwaltungsgesellschaft mbH, Schwäbisch Hall 1979.
- TROOST, G.: Die kellertechnische Behandlung von botrytiskrankem und edelfaullem Lesegut. In: CLAUS, P.: Botrytis im Weinbau. Verlag Weinberg und Keller, Traben Trabach 1968.
- TROOST, G.: Technologie des Weines. Verlag Ulmer, Stuttgart 1972.
- VOGT, E.: Weinchemie und Weinanalyse. Verlag Ulmer, Stuttgart 1970.
- VOGT, E., JAKOB, L., LEMPERLE, E. und WEISS, E.: Der Wein. Verlag Ulmer, Stuttgart 1984.
- WEBER, J., BRECHBUHLER C. und MEYER, E.: Einfluß der *Botrytis cinerea* auf die Qualität des Weines. *Rebe und Wein* **31**, 96-100, 1978.
- WEGER, B.: Abnormale, "ungesetzlich niedere" Gesamtsäuren der Weine sind keine Neuigkeit. *Wein-Wiss.* **37**, 64-67, 1982.
- Weingesetznovelle 1985, BGBl. f.d. Republik Österreich Nr. 273/1985.
- WEJNAR, R.: Etude de l'influence de l'acide tartrique et de l'acide malique sur le pH du vin. *Conn. Vigne Vin* **5**, 535-562, 1971.
- WUCHERPFENNIG, K., DIETRICH, H. und FAUTH, R.: Über den Einfluß von Polysacchariden auf die Klärung und Filtrierfähigkeit von Weinen unter besonderer Berücksichtigung des Botrytisglucans. *Dtsch. Lebensm.-Rdsch.* **80**, 38-44, 1984.
- WÜRDIG, G.: Apparition de l'acide mucique dans le moût provenant de raisins attaqués par le Botrytis. *Bull. OIV* (551), 50-56, 1977.

WURM, R.: Veränderungen wichtiger Inhaltsstoffe von Weintrauben und Äpfeln durch verschiedene Schaderreger. Dipl.-Arbeit Univ. Bodenkultur, Wien 1989.

8 Anhang

Abbildung 1. - Standardabweichung, niedrigstes, mittleres und höchstes **Mosgewicht** jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmepunkte (n=6).

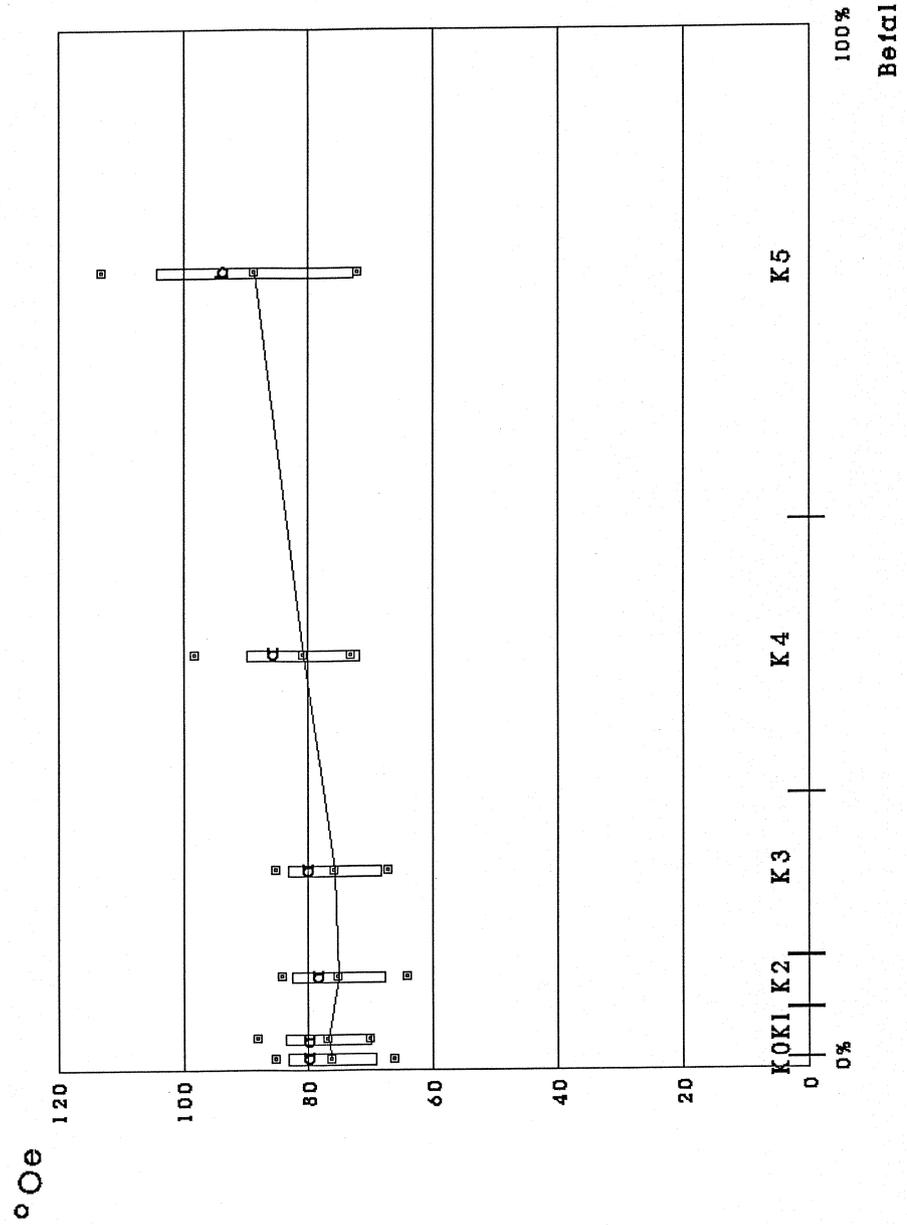


Abbildung 2. - Standardabweichung, niedrigster, mittlerer und höchster **pH-Wert** jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmepunkte (n=6).

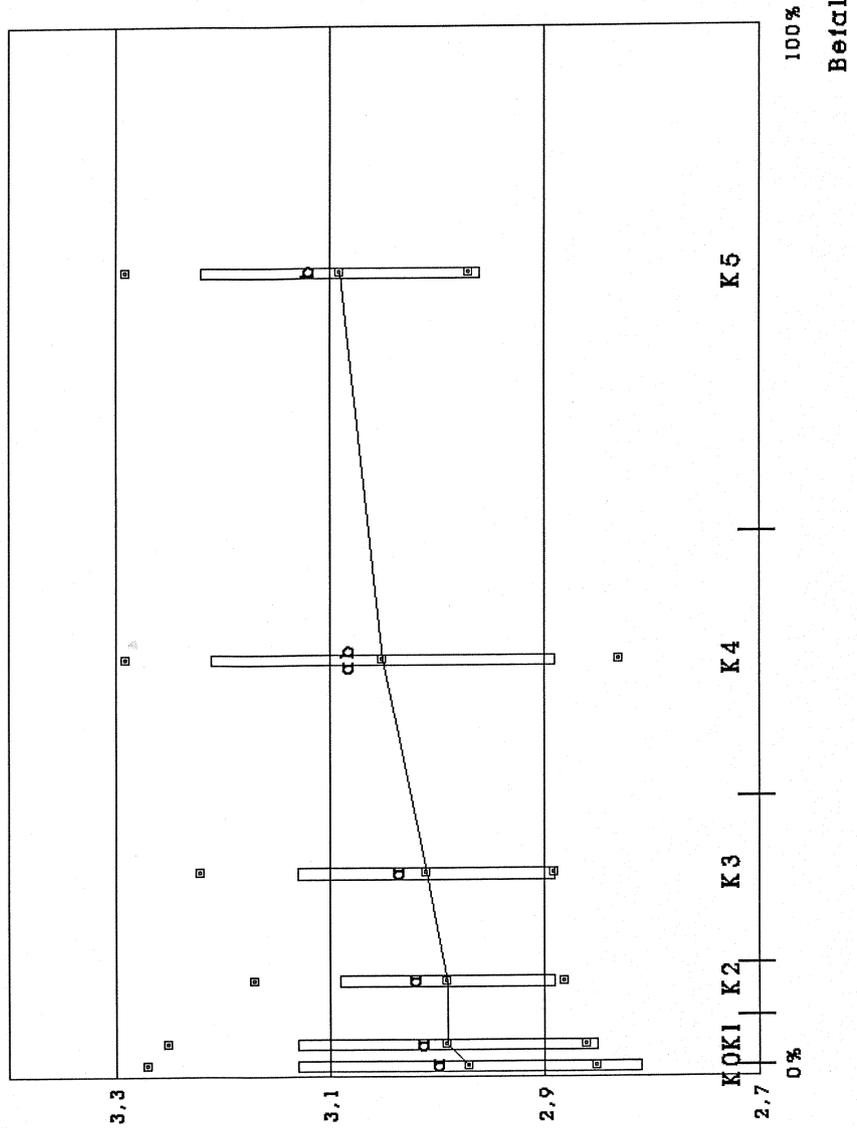


Abbildung 3. - Standardabweichung, niedrigster, mittlerer und höchster Gehalt an **filtrierbarer Säure** jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmezzeitpunkte (n=6).

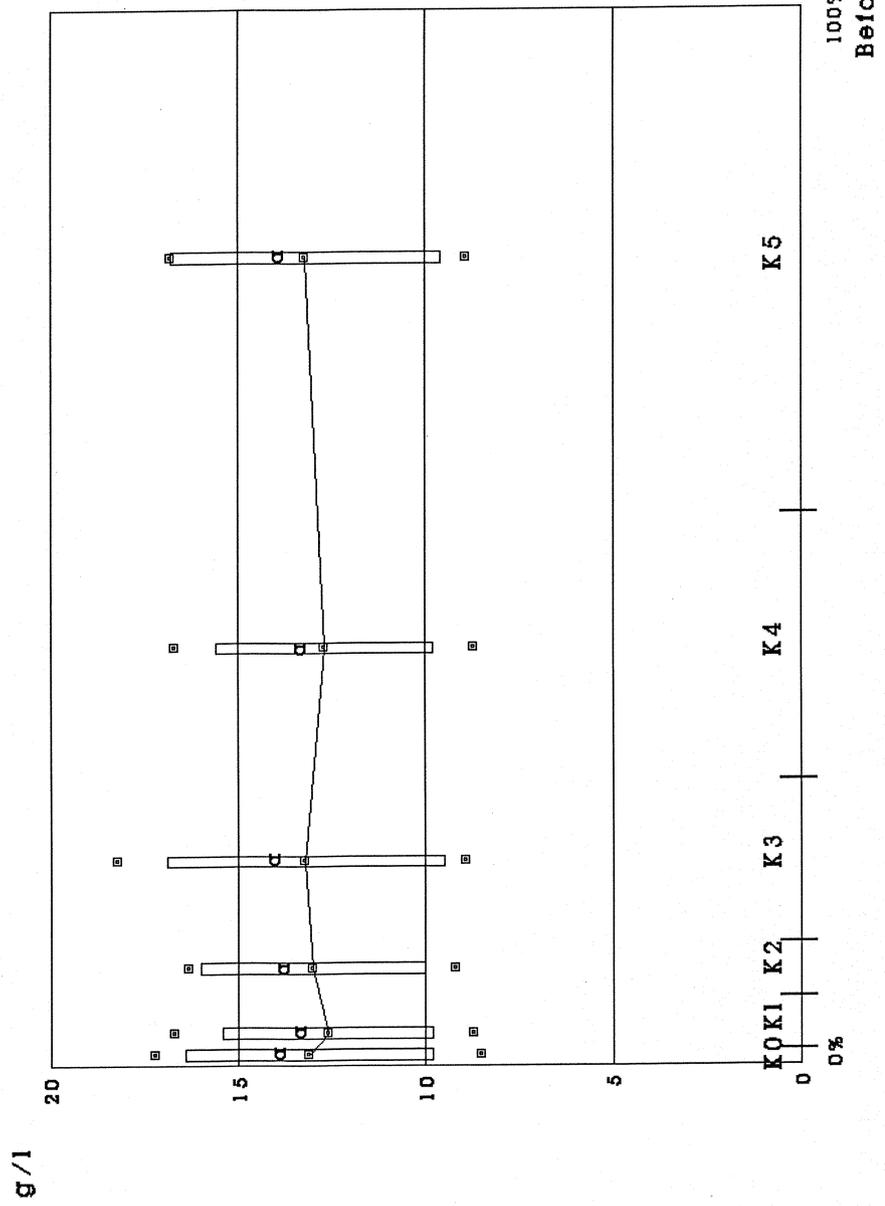


Abbildung 4. - Standardabweichung, niedrigster, mittlerer und höchster Gehalt an **Äpfelsäure** jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmepunkte (n=6).

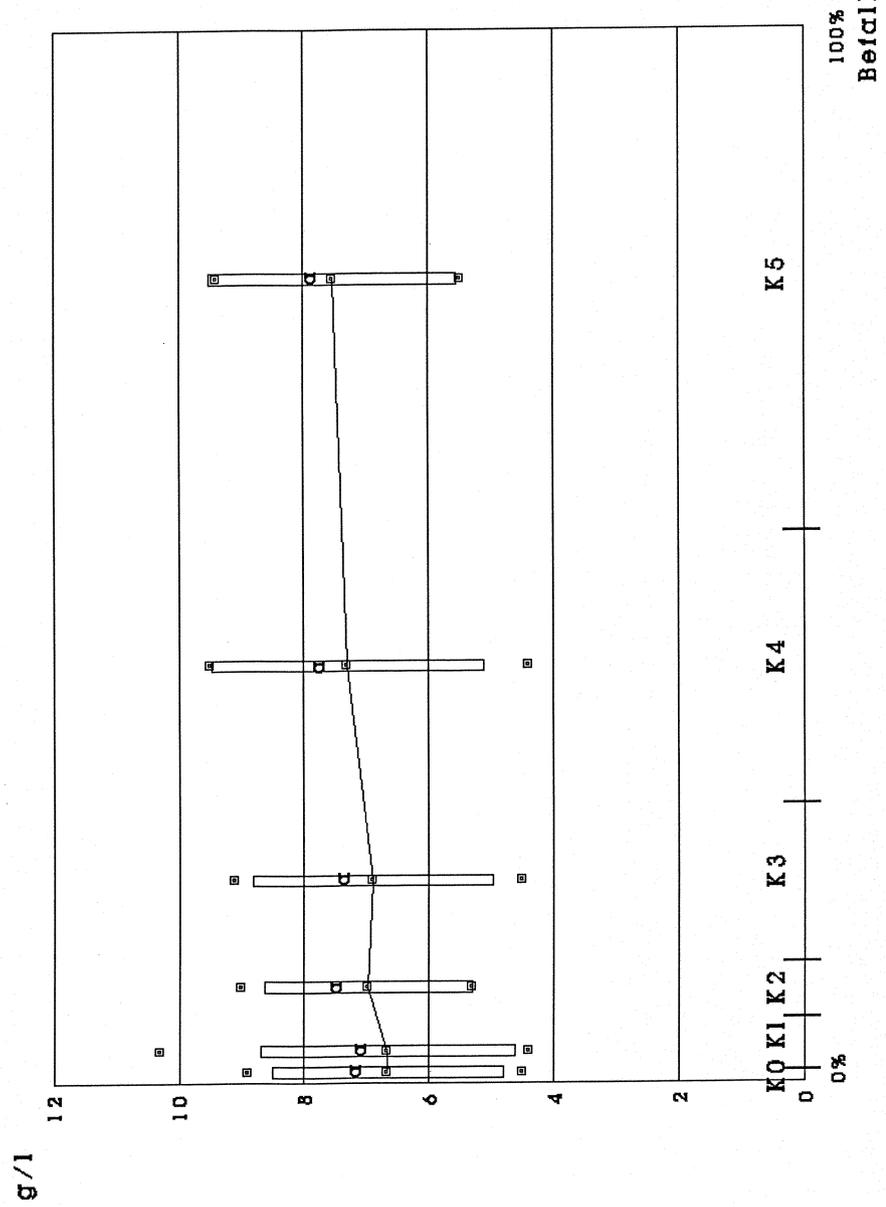


Abbildung 5. - Standardabweichung, niedrigster, mittlerer und höchster Gehalt an Weinsäure jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmezzeitpunkte (n=6).

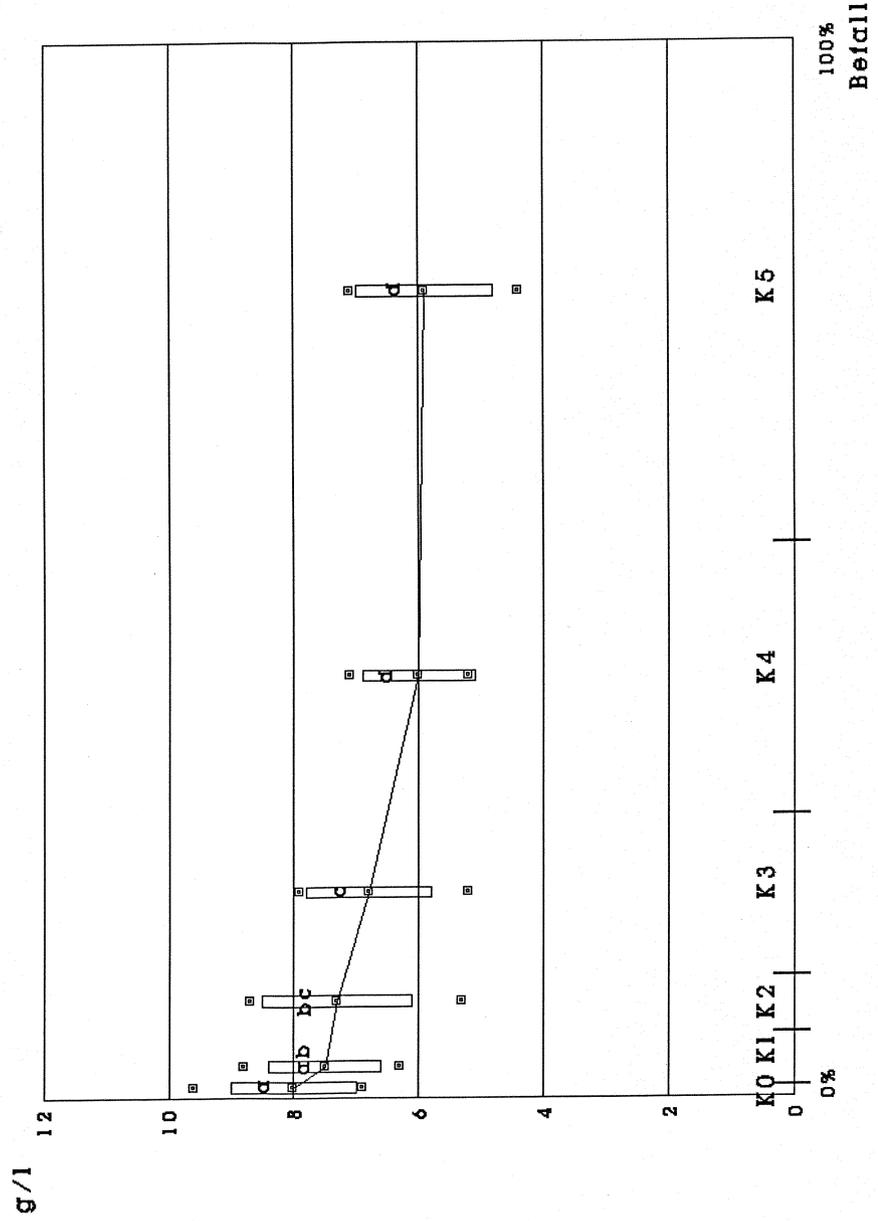


Abbildung 6. - Standardabweichung, niedrigster, mittlerer und höchster Wert der **Laccaseaktivität** jeder Klasse, über alle Sorten, Standorte und Entnahmepunkte (n=6).

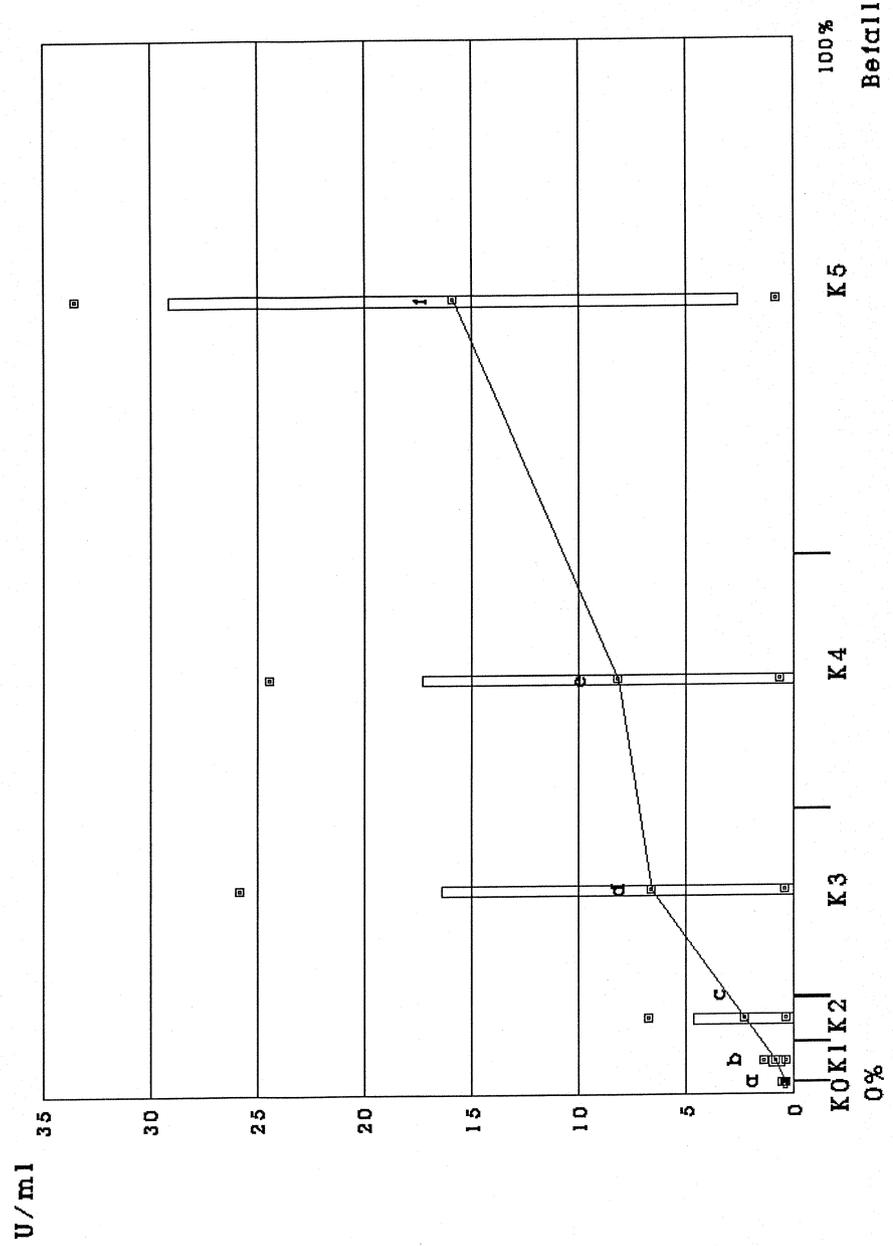
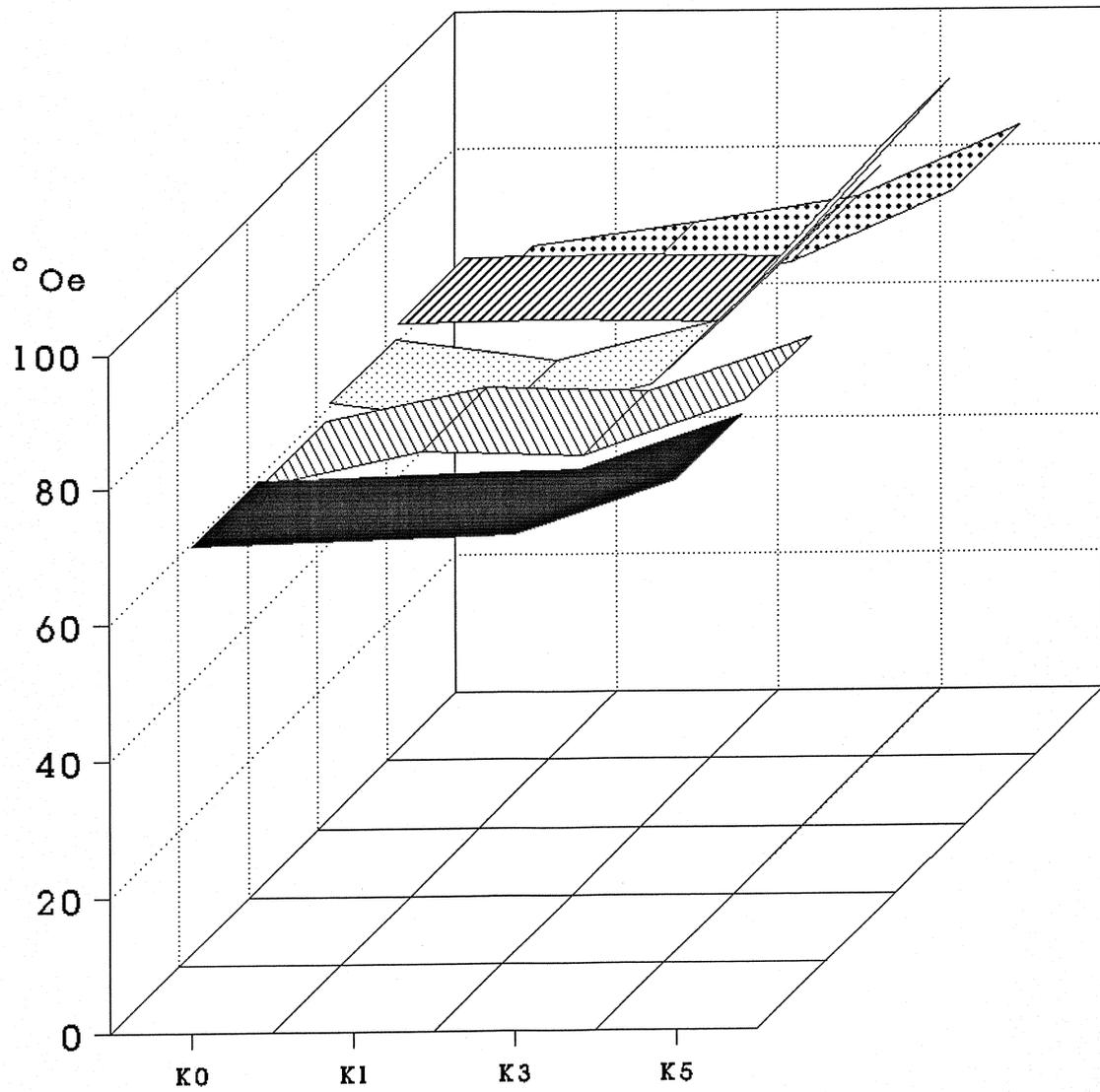


Abbildung 7. - Mostgewichte in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).



- | | | |
|--|--|--|
|  Riesling |  Gr. Veltliner |  Goldburger |
|  44/8 |  Müller-Thurgau | |

Abbildung 8. - pH-Werte in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

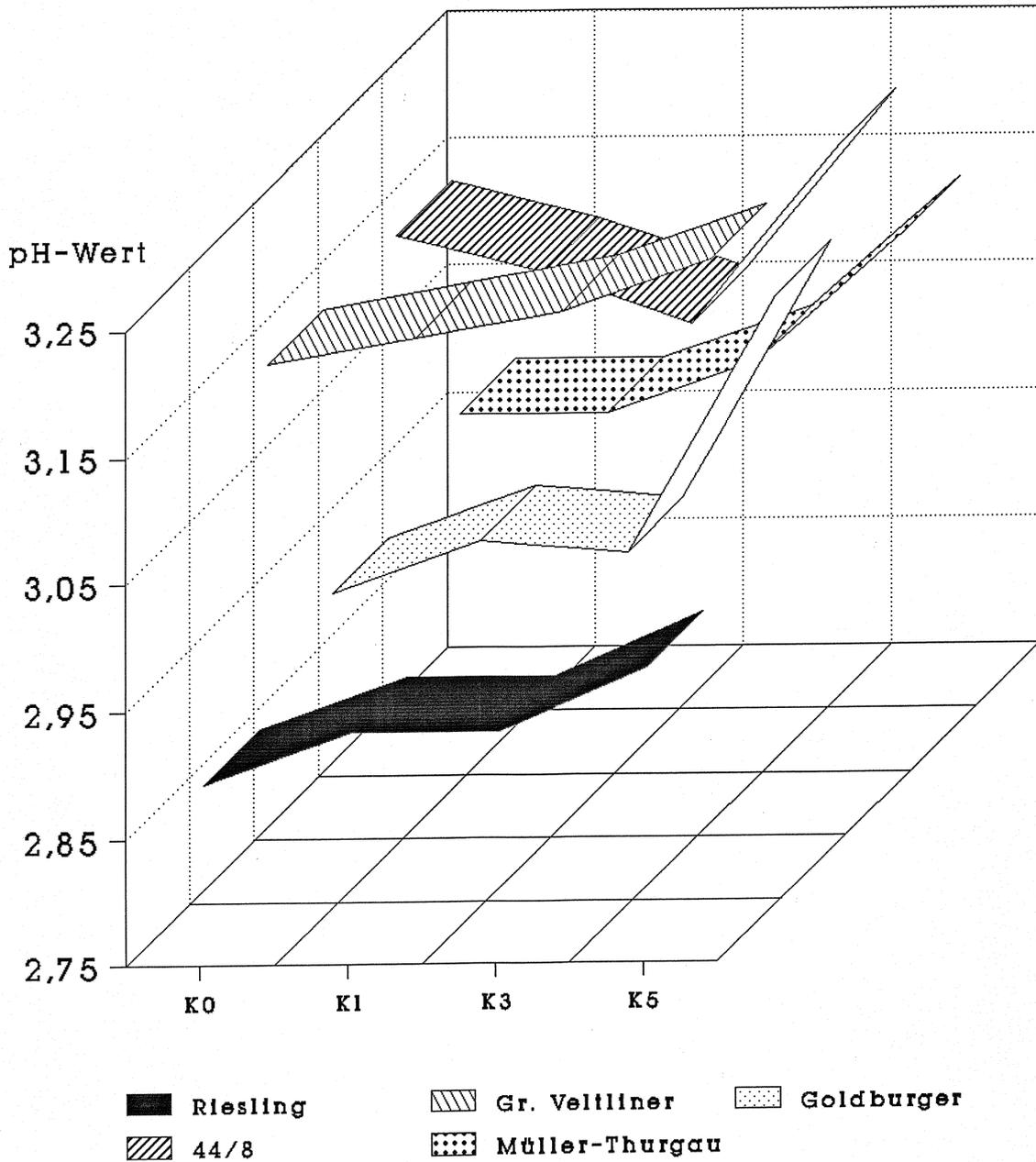
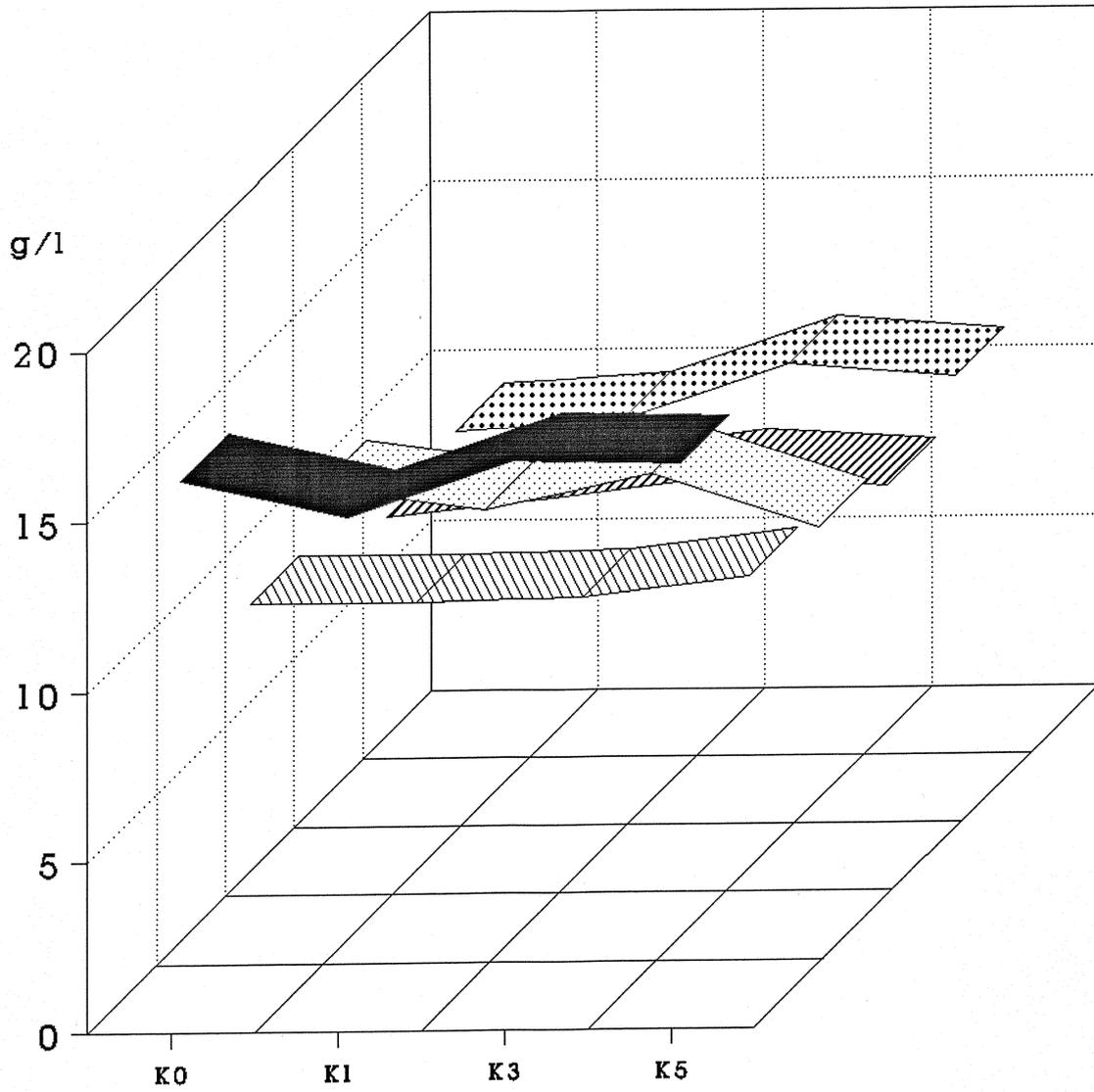
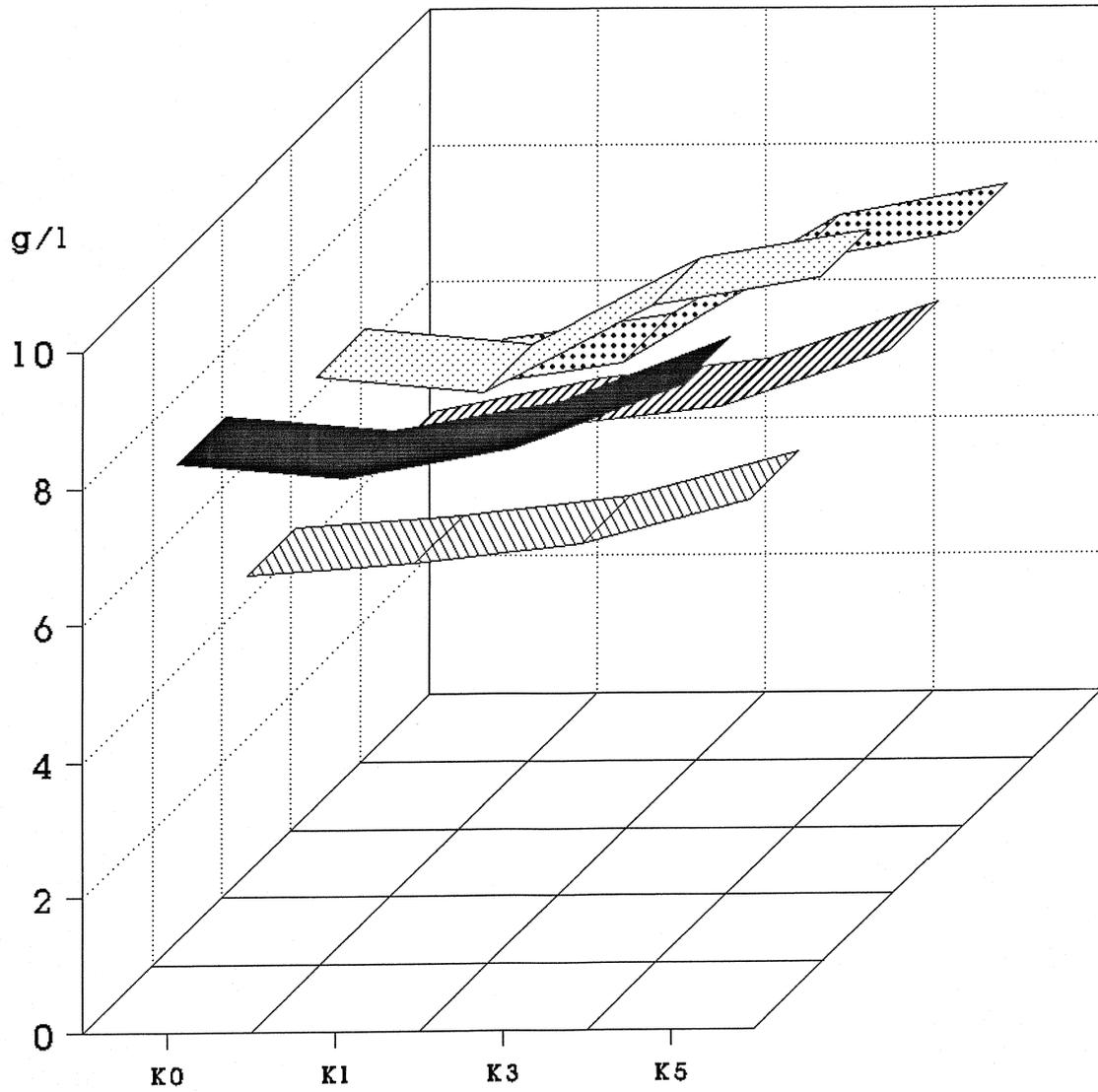


Abbildung 9. - Gehalte an **titrierbarer Säure** in Abhängigkeit
verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).



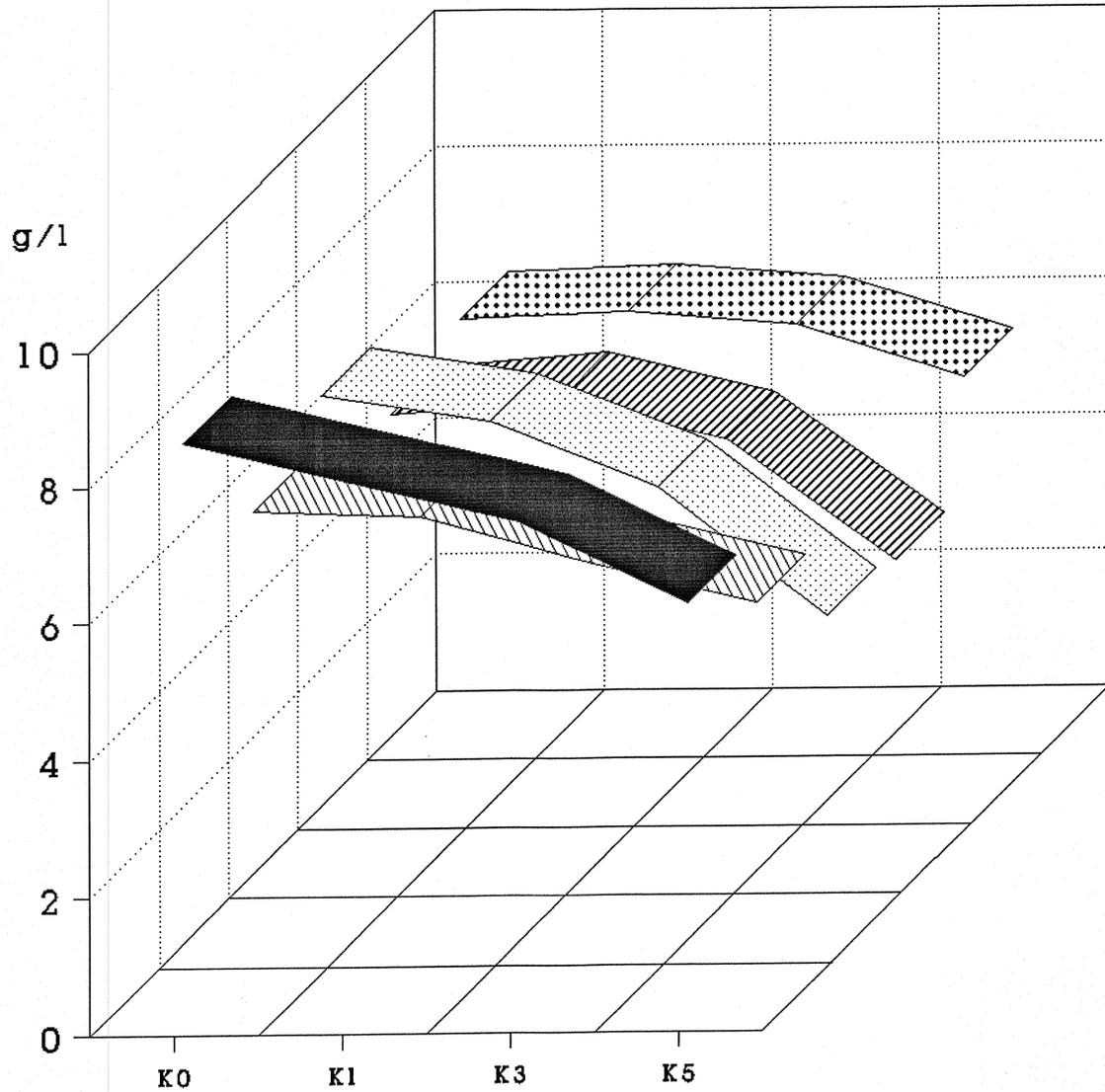
| | | |
|------------|------------------|--------------|
| ■ Riesling | ▨ Gr. Veltliner | ▩ Goldburger |
| ▧ 44/8 | ▤ Müller-Thurgau | |

Abbildung 10. - Gehalte an **Äpfelsäure** in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).



- | | | |
|--|--|--|
|  Riesling |  Gr. Veltliner |  Goldburger |
|  44/8 |  Müller-Thurgau | |

Abbildung II. - Gehalte an Weinsäure in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).



- | | | |
|------------|------------------|--------------|
| ■ Riesling | ▨ Gr. Veltliner | ▩ Goldburger |
| ▧ 44/8 | ▦ Müller-Thurgau | |

Abbildung 12. - Laccaseaktivitäten in Abhängigkeit verschiedener Sorten und Botrytis-Befallsklassen (n=3).

