

# Einfluss der Mauke auf die Traubenmostqualität und die Rolle des Bodens bei der Verbreitung des Krankheitserregers *Rhizobium (Agrobacterium) vitis*

GERHARD LEITNER<sup>1</sup>, HELMUT GANGL<sup>1</sup>, MARIA BATUSIC<sup>1</sup>, MARTIN TIEFENBRUNNER<sup>2</sup> und WOLFGANG TIEFENBRUNNER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bundesamt für Weinbau  
A-7000 Eisenstadt, Gölbeszeile 1

<sup>2</sup> LMS-Data  
A-80331 München, Rosenstraße 7  
E-Mail: g.leitner@bawb.at

*Mauke ist eine durch Rhizobium vitis verursachte Rebkrankheit, die insbesondere bei Jungreben auch zum Absterben führen kann. Die Erfassung des Erregers ist durch die schlechte Nachweisbarkeit mit molekularbiologischen Verfahren bei symptomfreien, latent erkrankten Reben problematisch. Im Rahmen dieser Arbeit wurde primär untersucht, wie sich die Erkrankung auf die Qualität des Traubenmostes auswirkt, wobei deutlich kranke mit symptomfreien Reben verglichen wurden. Die analysierten chemisch-physikalischen Parameter wurden durch die Erkrankung nur wenig beeinflusst. Lediglich der Gehalt an Weinsäure war bei den erkrankten Reben im Untersuchungsjahr 2011 geringfügig, aber signifikant erhöht, nicht jedoch im Folgejahr. Insgesamt ergibt sich der Eindruck eines etwas niedrigeren Reifegrades zum Lesezeitpunkt. Bezüglich der Lesemenge und anderer quantitativer Leseparameter ergab sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen gesunden und erkrankten Reben. Während nachgepflanzte Reben oft erkrankten, vielleicht als Folge einer Übertragung über altes Wurzelwerk, konnte im Versuchsweingarten keine Ausbreitung der Maukeerkrankung nachgewiesen werden. Falls ein Vektor für Rhizobium vitis existiert, kam er an der Versuchsfläche also nicht vor. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen Maukeerkrankung und späterem Absterben der Rebe konnte festgestellt werden. Es konnte keine Korrelation zwischen der Häufigkeit reparasitischer Nematoden im umgebenden Boden und dem Erkrankungszustand der Rebe festgestellt werden. Hingegen fand sich eine positive Korrelation zwischen der Häufigkeit von Xiphinema vuittenezi (Nematoda: Dorylaimida) und quantitativen Leseparametern.*

**Schlagwörter:** *Rhizobium vitis*, *Agrobacterium vitis*, Mauke, Traubenmostqualität

**Influence of crown gall on grape must quality and the role of soil in spread of the pathogen *Rhizobium (Agrobacterium) vitis*.** *Crown gall is a disease of grapevine caused by Rhizobium vitis and can lead to the dying off of young vines in particular. The detection of the pathogen is problematic due to the poor detectability by molecular biological methods in asymptomatic, latently infected vines. In this work it was investigated how the disease affects the quality of the grape must. The influence of distinctly diseased vines was compared to that of asymptomatic vines. Analyzed physical and chemical parameters were only slightly affected by the disease. Only the content of tartaric acid was slightly but significantly higher with the diseased vines in 2011, but not in the following year. The overall impression was that of a somewhat lower degree of ripeness at the harvest date. Regarding the yield amount and other quantitative yield parameters, there was also no significant difference between sound and diseased vines. Whereas newly planted vines were frequently infected, perhaps as a result of transmission through old roots, in the experimental vineyard no spread of crown gall could be detected. If there is a vector of Rhizobium vitis, it was not present in the experimental site. A clear correlation between crown gall and a later dying off of the vine was found. There was no correlation between the abundance of grapevine parasitic nematodes in the soil and the disease status of the vine. But there was a positive correlation between the abundance of Xiphinema vuittenezi (Nematoda: Dorylaimida) and quantitative yield parameters.*

**Keywords:** *Rhizobium vitis*, *Agrobacterium vitis*, crown gall, grape must quality

***L'influence du broussin sur la qualité du moût de raisins et le rôle du sol dans la propagation de l'agent pathogène *Rhizobium* (*Agrobacterium*) *vitis*.*** *Le broussin est une maladie de la vigne provoquée par *Rhizobium vitis* qui peut également faire dépérir les vignes, notamment les jeunes. Il est difficile de détecter l'agent pathogène à l'aide de procédures relevant de la biologie moléculaire dans les vignes ne présentant pas de symptômes, mais malades à l'état latent. Dans le cadre du présent travail, on a tout d'abord examiné les effets de la maladie sur la qualité du moût de raisins en comparant les vignes indubitablement malades à celles ne présentant pas de symptômes. Les paramètres physico-chimiques analysés n'ont été influencés que faiblement par la maladie. Seule la teneur en acide tartrique des vignes malades a légèrement, mais significativement augmenté au cours de l'année examinée 2011, mais pas au cours de l'année suivante. Cela donne l'impression d'ensemble que le degré de maturité était un peu inférieur au moment de la vendange. Aucune différence significative entre les vignes saines et malades n'a été trouvée non plus en ce qui concerne la quantité vendangée et les autres paramètres quantitatifs. Tandis que les vignes plantées ultérieurement tombent souvent malades, peut-être à la suite d'une transmission par l'intermédiaire de vieilles racines, on n'a pu détecter aucune propagation de la maladie du broussin dans le vignoble d'essai. Dans le cas où un vecteur pour *Rhizobium vitis* existe, celui-ci n'était pas présent dans la surface d'essai. Une relation claire entre la maladie du broussin et le dépérissement ultérieur de la vigne a pu être constatée. Aucune corrélation entre l'abondance de nématodes parasitaires de la vigne dans le sol environnant et l'état pathologique de la vigne n'a pu être observée. En revanche, une corrélation positive a apparue entre l'abondance de *Xiphinema vuittenezi* (Nematoda: Dorylaimida) et les paramètres de vendange quantitatives.*

**Mots clés :** *Rhizobium vitis*, *Agrobacterium vitis*, broussin, qualité du moût de raisins

Die Mauke (Grind, Krebs) ist eine Rebkrankheit, die sich durch Wucherungen und Risse am Stamm und an den Trieben, die vor allem im Frühjahr nach tiefen Wintertemperaturen oder Stammerfröhrungen entstehen, bemerkbar macht und durch *Rhizobium vitis* verursacht wird (OPHEL und KERR, 1990; BURR et al., 1995). Jungreben sind besonders betroffen, weil die Wucherungen die Ausbildung des Leitbündelsystems behindern. Die Folge sind geschwächte Pflanzen, gerade Jungreben sterben häufig ab. Die Schäden können dadurch beträchtlich sein.

Im Zuge der Veredlung kann durch Heißwasserbehandlung ein Abtöten der *Rhizobium*-Bakterien in der Rebe erfolgen (BURR et al., 1996). Da eine Behandlung und Heilung der Rebe nach dem Auspflanzen nicht mehr möglich ist, werden symptomtragende Pflanzen in Vermehrungsanlagen und Rebschulen entfernt.

Leider ist das Problem aber mit dieser Maßnahme nicht gelöst, weil der Erreger der Mauke, *Rhizobium vitis*, viele Jahre latent im Rebstock vorhanden sein kann (BISHOP et al., 1989; BAUER et al., 1994; BURR und KATZ, 1983; BURR et al., 1995; BURR et al., 1998), d. h., es bilden sich keine Symptome aus, und die Rebe wird für gesund gehalten. Durch die Entwicklung geeigneter molekularbiologischer diagnostischer Verfahren wurde versucht, auch die latent erkrankten

Reben erkennen zu können (RIEDLE-BAUER et al., 2012). Aber auch diese Methoden vermögen nur einen Teil der latenten Infektionen bei Vermehrungsmaterial bzw. Mutterrebenbeständen nachzuweisen, wahrscheinlich weil die Erreger nur in geringer Zahl in einigen wenigen Bereichen des Rebstockes überdauern (vielleicht sind die Nachweisverfahren auch aus einem anderen Grund nicht zuverlässig).

Daher gelangt nach wie vor krankes Rebmateriale in Umlauf, das dann bei entsprechenden Bedingungen - nach langen, kalten Wintern und in nassen Vegetationsperioden - Maukesymptome, beispielsweise die Ausbildungen von Stammkröpfen, ausprägt. Natürlich hegen die betroffenen Winzer die Befürchtung, dass die kranken Reben über den Boden auch die gesunden Pflanzen des Weingartens infizieren und daher diese Weinstöcke ebenfalls absterben oder eine verminderte Traubenqualität hervorbringen.

Es ist daher primäres Anliegen dieser Arbeit, die Auswirkung einer Maukeerkrankung auf die Traubenmostqualität zu erfassen und damit natürlich auch Rückschlüsse auf die zu erwartende Weinqualität zu gewinnen.

Die Rolle des Bodens bei der Ausbreitung der Mauke in einer bestehenden Anlage ist umstritten (BURR et al., 1995; SCHULZ et al., 1993a und b). Einerseits konnte in einigen Arbeiten *R. vitis* im Boden nur sel-

ten nachgewiesen werden, selbst in der Erde symptomtragender Weingärten, andererseits findet man aber auch Anlagen aus maukefreiem Material, das schließlich Krankheitssymptome entwickelt, was eine Übertragung über den Boden nahelegt. BURR et al. (1995, 1998), SOBICZEWSKI (2005) und PEDUTO et al. (2010) erwähnen, dass zwar in Übereinstimmung mit Schulz (1993a und b) ein Überleben im Boden nicht möglich ist, wohl aber in alten Wurzeln, Rebstöcken und Trauben zwischen zwei und fünf Jahren. Eine Ausbreitung über Bodenwasser wäre also möglich. Ein Vektor ist bislang nicht bekannt, obwohl *Meloidogyne hapla*, ein Nematode der Familie Tylenchidae, offenbar durch Verletzung der Wurzel die Infektion ermöglichen kann (Süle et al., 1995). Die Krankheit ist jedenfalls im österreichischen Weinbau häufig, was die Frage nach dem Verbreitungsmodus aufwirft.

Hier versuchen wir anhand eines stark mit Mauke befallenen Weingartens die Übertragung der Krankheit auf benachbarte Weinstöcke zu erfassen. Es sei allerdings bereits an dieser Stelle betont, dass das Ergebnis nicht unbedingt verallgemeinert werden kann, da auch andere Pflanzenkrankheiten nur bei Anwesenheit eines Vektors verbreitet werden können. Da der Vektor von *Rhizobium vitis* nicht bekannt ist und man auch nicht weiß, ob ein solcher überhaupt existiert, kann man sich vorläufig nur mit Fallbeispielen behelfen, wie das im vorliegenden Artikel geschieht. Folgende Fragestellungen wurden von uns näher untersucht:

- Erfolgt in einem Versuchsweingarten mit sowohl maukekranken als auch gesunden Reben eine Krankheitsverbreitung?
- Welchen Einfluss haben rebschädigende Bodennematoden auf die Verbreitung?
- Verändert sich die Absterberate mit dem Alter der infizierten Rebe?
- Wie wird die Qualität des Lesegutes durch die Erkrankung beeinflusst?

## Material und Methoden

### Versuchsweingarten

Der sehr lang gestreckte Versuchsweingarten, Sorte 'Grüner Veltliner', mit Löß- und Schotterboden befindet sich bei Walkersdorf nahe Krems (Niederösterreich), ca. 10 km vom Nordufer der Donau entfernt in schwach geneigter Südlage. Er besteht aus zehn Rei-

hen in Nord-Süd-Erstreckung zu maximal 534, minimal 82 Reben. Ein Teil (1027 Reben) wurde 1999 ausgepflanzt, die Mehrzahl (2811 Reben) im Jahr 2008. Hauptsächlich als Folge der Maukeerkrankung sind viele Reben abgestorben und wurden später, nach 2008, teilweise wieder nachgepflanzt (2009 bis 2011).

### Analyse des Traubenmostes

Die Analyse des Traubenmostes (BAUER et al., 2008) erfolgte mittels Fourier-Transformations-Infrarotspektrometrie (FTIR) auf folgende chemisch-physikalische Parameter: Glucose, Fructose, Wein- und Äpfelsäure, titrierbare Säuren, Gluconsäure, flüchtige Säuren, Alkohol und frei assimilierbarer Stickstoff. Außerdem wurden der pH-Wert, die Dichte und die Zuckergradation des Traubenmostes erhoben.

Der hefeverfügbare Stickstoff wurde mittels der OPA-NAC-Methode (DUKES und BUTZKE, 1998) durch den photometrischen Nachweis der freien Amino-Gruppe bei 335 nm bestimmt.

### Bodenprobennahme und Extraktion der Nematoden

Die Bodenproben wurden mit einem scharfkantigen Pürckhauer-Boden-Probennehmer (Innendurchmesser: 22 mm) aus einer Bodentiefe von 0 bis 80 cm entnommen. Das Volumen einer Bodenprobe betrug ca. 305 cm<sup>3</sup>.

Die Extraktion erfolgte durch die Schwemmmethode unter Verwendung eines Oostenbrink-Elutriators (VERSCHOOR und DE GOEDE, 2000). Um größere Steine zu entfernen, wurde die Erde vor der eigentlichen Extraktion durchgesiebt (Siebweite: 6 mm). Das Auffangen des Schwemmgutes erfolgte (nach einem Vorschlag von PLOEG und BROWN, 1997) mit einem Sieb der Gitterweite 150 µm. Die Nematoden wurden unter dem Auflichtmikroskop händisch (mit einer Augenbraue als Werkzeug) aus dem Schwemmgut isoliert.

### Präparation der Nematoden

Es erfolgte die Übertragung in Blockschälchen, die Lactophenolblau in geringer Konzentration enthielten (Abtötung und Entspannung der Körper). Die Dauerpräparation der Nematoden auf Objektträger erfolgte in je einem Tropfen NemaMix (1/3 Aqua dest., 1/3 Glycerol, 1/3 Marc Andre II, wobei Marc Andre II aus 200 g Chloralhydrat, 30 ml Glycerin, 20 g Gummi

arabicum und 50 ml Aqua dest. besteht). Unmittelbar danach wurde ein Deckglas aufgelegt. Nach einigen Tagen wurde das Deckglas mit handelsüblichem durchsichtigen Nagellack fixiert.

### Determination der Nematoden

Die Bestimmung erfolgte unter dem Phasenkontrastmikroskop. Hauptsächlich wurde dazu der Bestimmungsschlüssel von CHEN et al. (1997) mit der Erweiterung von LOOF und CHEN (1999) für *Longidorus* und LOOF und LUC (1990) mit Supplement 1 (LOOF und LUC, 1993) und Supplement 2 (Loof et al., 1996) für *Xiphinema* verwendet. Unterstützt wurde ein speziell zu diesem Zweck entwickeltes multivariates Darstellungsverfahren benützt, das einen raschen Vergleich morphometrischer Daten ermöglicht (TIEFENBRUNNER et al., 2002).

Die statistische Auswertung erfolgte mit Statgraphics Centurion XV (Statpoint Inc., Herndon, Virginia, U.S.A.).

### Ergebnisse und Diskussion

Alle 3838 Reben wurden zu drei Terminen (Frühjahr 2011, Frühjahr 2012 und Herbst 2012) visuell, d. h. nach Symptomaufreten, auf ihren Gesundheitszustand untersucht und danach wurden Skizzen angefertigt. Abgesehen von den Maukesymptomen wurde für jede Rebe noch der Zeitpunkt des Pflanzens (1999,

2008 oder später, 2009 bis 2011, nachgepflanzt) und ob die Rebe zum Zeitpunkt der Bonitierung abgestorben war, erfasst. Das Resultat dieser Bonitierung ist im Detail im Anhang (Abb. 10) dargestellt.

Generell lässt sich sagen, dass die Krankheit herdförmig auftritt, die 1999 ausgepflanzten Reben kaum befällt und eine Ausbreitung auf diese Reben während des Untersuchungszeitraums nicht erfolgt ist, obwohl an zwei Stellen in unmittelbarer Nachbarschaft erkrankte Reben der 2008-Kohorte vorhanden sind.

Die 2008 gepflanzten Reben bilden hingegen in großer Anzahl Symptome aus, wobei manche allerdings auch wieder in Latenz fallen können, also zu einem späteren Untersuchungstermin keine Symptome mehr zeigten, obwohl sie möglicherweise immer noch erkrankt waren. Viele der erkrankten Reben sterben später, wobei natürlich auch Reben absterben, die vorher keine Symptome ausgebildet hatten.

Die später, im Zeitraum von 2009 bis 2011, gepflanzten Reben zeigen zunächst mit wenigen Ausnahmen keine Symptome, im Herbst 2012 sind allerdings auch viele Reben dieser Kohorte nicht mehr symptomfrei. Insgesamt ergibt sich in dem Weingarten ein Befallsbild, das in Abbildung 1 dargestellt ist:

Demnach befindet sich ein Befallsmaximum im Südosten des Weingartens, insgesamt ist aber der gesamte östliche Teil des Weingartens stärker befallen als der westliche. Diese grundsätzliche Aussage gilt für alle Bonitierungszeitpunkte.

#### Symptomtragende Reben pro fünf Säulenintervallen:

- Mindestens eine, maximal 9 Reben
- Zehn oder mehr Reben

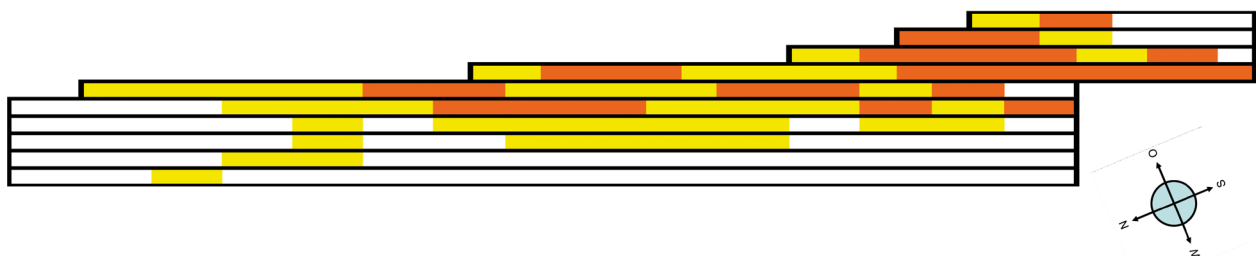


Abb. 1: Befallsbild des Versuchsweingartens

### Zeitlicher Verlauf der Erkrankung und des Rebsterbens

In Abbildung 2 ist für die drei Pflanzkohorten (1999, 2008, 2009 bis 2011) die relative Anzahl (bezogen auf je 1000 Reben) der erkrankten bzw. abgestorbenen Reben für die drei Bonitierungsstermine dargestellt:

storbenen Reben nimmt für alle Kohorten kontinuierlich zu, allerdings in ganz verschiedenem Ausmaß, bei den älteren Reben nämlich am wenigsten, bei den jüngsten am meisten, obwohl die jüngste Kohorte nicht die meisten Reben mit Maukesymptomen aufweist. Ein Zusammenhang zwischen Absterben und Maukeerkrankung muss daher für die Kohorten noch

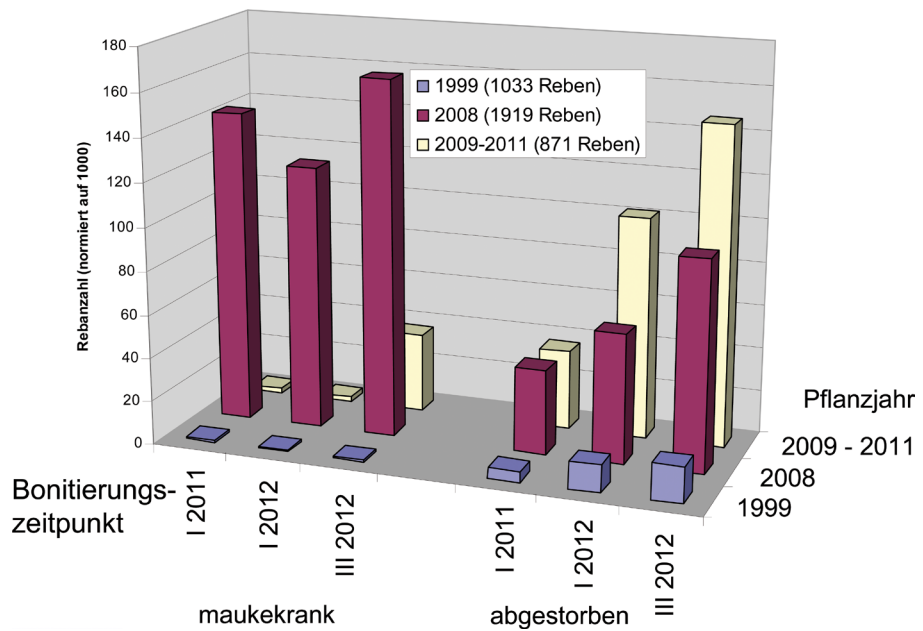


Abb. 2: Erkrankte und abgestorbene Reben zu drei Bonitierungszeitpunkten (Frühjahr 2011, Frühjahr 2012 und Herbst 2012) für die drei Pflanzkohorten (1999, 2008, 2009-2011)

Man erkennt, dass sich die drei Pflanzkohorten bezüglich der Ausbildung von Maukesymptomen sehr unterschiedlich verhalten. Bei den 1999 gepflanzten Reben ist der Anteil an symptomtragenden sehr gering (weniger als 0,1 %).

Bei den 2008 gepflanzten Reben beträgt hingegen der Anteil an symptombehafteten Reben 2011 14 %, sinkt dann aber - nicht nur durch Absterben, sondern auch dadurch, dass keine Symptome mehr ausgeprägt werden - im folgenden Frühjahr auf 11 %, um anschließend bis zum Herbst auf fast 16 % anzusteigen. Der Maifrost des Jahres 2012 oder die Kältephase des vorangegangenen Winters (-15 °C) mögen hier eine Rolle gespielt haben.

Die dritte Kohorte (2009 bis 2011 gepflanzt) der jüngsten Reben verhält sich zunächst ganz ähnlich wie die der ältesten: zunächst bleibt der Anteil symptomtragender Reben klein und ändert sich nicht, um dann aber bis zum Herbst 2012 auf 3,7 % anzusteigen.

Die Anzahl der zu einem Bonitierungszeitpunkt abge-

getrennt untersucht werden.

Einen ersten Schritt in diese Richtung liefert die Abbildung 3, bei der nur mehr die Reben berücksichtigt wurden, die zu einem Bonitierungszeitpunkt erstmals Symptome ausprägten, bzw. jene, die zu diesem Zeitpunkt tot waren, aber nicht davor.

Abbildung 3 zeigt, dass die Anzahl der erstmals symptomtragenden Reben sich vom ersten Untersuchungsintervall zum zweiten bei den 1999 gepflanzten Reben nicht ändert, bei den 2008 gepflanzten hingegen von 5,1 % auf 8,8 % zunimmt und bei der jüngsten Kohorte von 0,1 % auf 3,6 % ansteigt.

Der Prozentsatz im Untersuchungsintervall abgestorbener Reben bleibt bei der Kohorte der ältesten Reben bei etwa 1 %, während er bei den 2008 gepflanzten Reben von 2,4 % (I 2011 bis I 2012) auf 4,1 % (I 2012 bis III 2012) ansteigt und somit tendenziell der Zunahme an Maukeerkrankungen folgt. Im Gegensatz dazu nimmt der Prozentsatz der im Intervall abgestorbenen Reben bei der Kohorte der jüngsten Reben

sogar geringfügig ab, von 6,9 % auf 6,5 %, und folgt damit der Zunahme an im Intervall erstmals symptomtragenden Reben nicht.

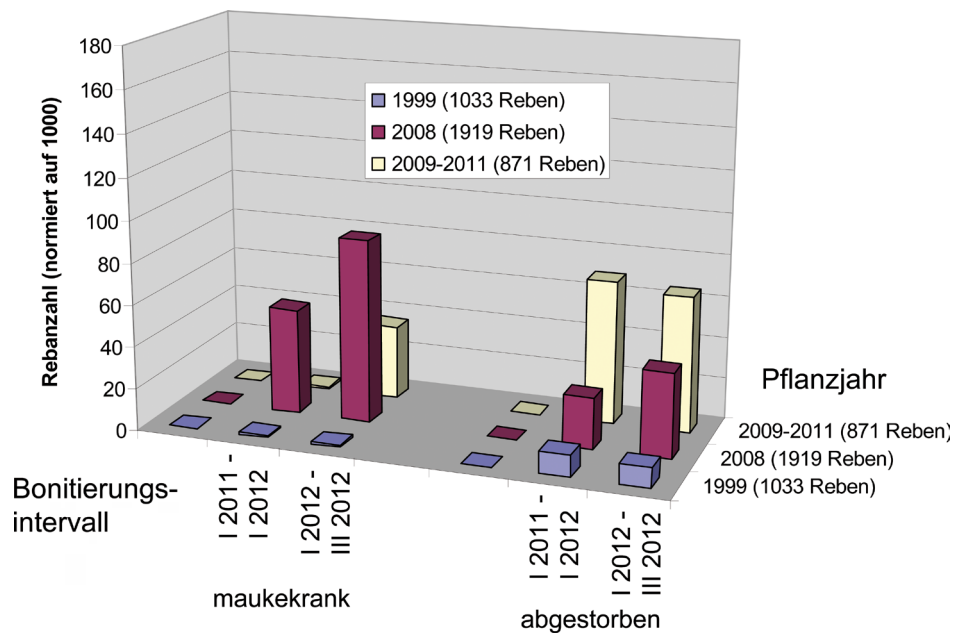
Um den Zusammenhang zwischen Maukeerkrankung und Absterben der Rebe für die Kohorte der 2008 gepflanzten Reben zu untersuchen, wurde die Kreuztabelle (Tab. 1) angefertigt und ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt.

Maukeerkrankung und Absterben der Rebe.

Die gleiche Untersuchung wurde auch für die Kohorte der 2009 bis 2011 gepflanzten Reben durchgeführt (Tab. 2).

Hier ist das Ergebnis allerdings ein anderes. Die Diskrepanz zwischen "beobachtet" und "erwartet" ist hier sehr klein, nur etwas mehr als zwei Individuen, und folgerichtig existiert gemäß Chi-Quadrat-Test kein

Abb. 3: Zum Bonitierungszeitpunkt erstmals symptomtragende Reben und Reben, die erst im letzten Bonitierungsintervall abgestorben sind



Tab. 1: Korrelation zwischen der Ausbildung von Maukesymptomen und dem Absterben der Reben für die Pflanzkohorte 2008

2008	tot		lebend	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Maukesymptome	57	17,85	425	464,15
Keine Symptome	21	60,15	1603	1563,85

Dabei bedeutet "Maukesymptome" die Ausbildung derartiger Merkmale zu einem beliebigen Bonitierungszeitpunkt und „tot“ die Anzahl der im Intervall Frühjahr 2012 bis Herbst 2012 abgestorbenen Reben (die entweder vorher Maukesymptome ausgebildet hatten oder nicht). „Erwartet“ bedeutet in Tabelle 1, dass angenommen wird, es gäbe keinen Zusammenhang zwischen Maukeerkrankung und Absterben. Wie man erkennt, ist die Diskrepanz zwischen "beobachtet" und "erwartet" für die einzelnen Zellen der Matrix recht hoch: sie beträgt jeweils ungefähr 40 Individuen. Wie der Chi-Quadrat-Test bestätigt ( $P = 0,0$ ), existiert daher eine positive Korrelation zwischen

Zusammenhang zwischen Erkrankung an Mauke und Absterben der Rebe in dieser Kohorte ( $P = 0,3$ ; man beachte, dass eine Testvoraussetzung nicht erfüllt ist). Wir wissen, dass Maukeerkrankung zum Tod der Rebe führen kann. Daher ist dieses Ergebnis unserer Auffassung nach ein Hinweis darauf, dass die Erkrankung nicht bereits zum Pflanzzeitpunkt gegeben war, da sonst bereits ein Zusammenhang zwischen Mauke und Absterben beobachtbar sein müsste so wie bei den älteren Reben.

Wir beobachten im Versuchswingarten daher einerseits ein Ausbleiben einer Ausbreitung der Maukekrankheit, andererseits sprechen aber unsere Beobach-

tungen dafür, dass dennoch eine Infektion über den Boden erfolgen kann, nämlich an einer Position, an der bereits eine - möglicherweise erkrankte - Rebe vorhanden war. Dies stimmt gut mit der Feststellung von BURR et al. (1995, 1998), SOBICZEWSKI et al. (2005) und PEDUTO et al. (2010) überein, dass zwar ein Überleben von *Rhizobium vitis* im Boden nicht möglich ist, wohl aber bis zu fünf Jahre in alten Wurzeln.

keinen signifikanten Einfluss auf die quantitativen Leseparameter hat.

- **Qualitative Leseparameter**  
Hauptsächlich mittels FTIR-Analyse wurden chemisch-physikalische Größen des Traubenmosts erhoben und verglichen. Abbildung 5 zeigt das Ergebnis für die Zuckeranteile (Glucose und Fructose) und die von ihnen beeinflussten Parameter Gradation und

Tab. 2: Korrelation zwischen der Ausbildung von Maukesymptomen und dem Absterben der Reben für die Pflanzkohorte 2009 bis 2011

2009 – 2011	tot		lebend	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Maukesymptome	5	2,28	28	30,72
Keine Symptome	52	54,72	741	738,28

## Lesegut

Am 22. 9. 2011 und am 11. 9. 2012 wurden die Trauben von zwanzig Stöcken geerntet und anschließend die qualitativen und quantitativen Traubenparameter bestimmt. Ausgewählt wurden zehn symptomfreie Stöcke und zehn, bei denen sich deutliche Krankheits-symptome ausgebildet hatten. Im Weingarten wurden die Rebstandorte so gewählt, dass jeweils eine gesunde (symptomfreie) und eine sichtbar kranke Rebe unmittelbar benachbart waren, sodass sie für die folgende Analyse ein Paar bilden, das durch die Standortnähe verbunden ist. Diese Vorgehensweise erlaubt es, andere, rein positionsbedingte Effekte auf die Qualität des Lesegutes zu eliminieren und daher allein die Auswirkung der Erkrankung zu untersuchen.

Dargestellt sind zunächst die Ergebnisse des Versuchsjahres 2011:

- **Quantitative Leseparameter**  
Verglichen wurden das Traubengewicht pro Stock, die Traubenanzahl pro Stock und das 100-Beeren-Gewicht (Abb. 4).  
Demnach unterscheiden sich die quantitativen Ernteparameter bei den maukepositiven und maukenegativen Reben nicht wesentlich. Lediglich die Streuung ist beim Traubengewicht bei erkrankten Reben höher. Die statistische Analyse bestätigt diesen Eindruck. Es wurden parametrische als auch nichtparametrische Mittelwertvergleichstests durchgeführt (Tab. 3), sowohl für verbundene Stichproben als auch für ungepaarte. In jedem Fall ergibt sich, dass die Erkrankung

Dichte des Traubenmostes. Diese Parameter beeinflussen den Reifegrad.

Der Traubenmost von kranken Trauben hat im Mittel eine um 5 °Oe niedrigere Gradation als der von gesunden. Allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant, denn er ist primär auf einen einzigen Rebstock zurückzuführen, der eine besonders niedrige Gradation aufweist. Auch bei der Dichte (Unterschied 0,005) sowie dem Glucose- (5,9 g) und Fructosegehalt (6,6 g) ist die Situation ähnlich: Der Unterschied basiert primär auf der Existenz eines Ausreißers.

Der Mittelwertvergleich (Tab. 4) bestätigt dieses Ergebnis. Für alle vier untersuchten Größen liegt kein signifikanter Unterschied zwischen erkrankten und gesunden Reben vor.

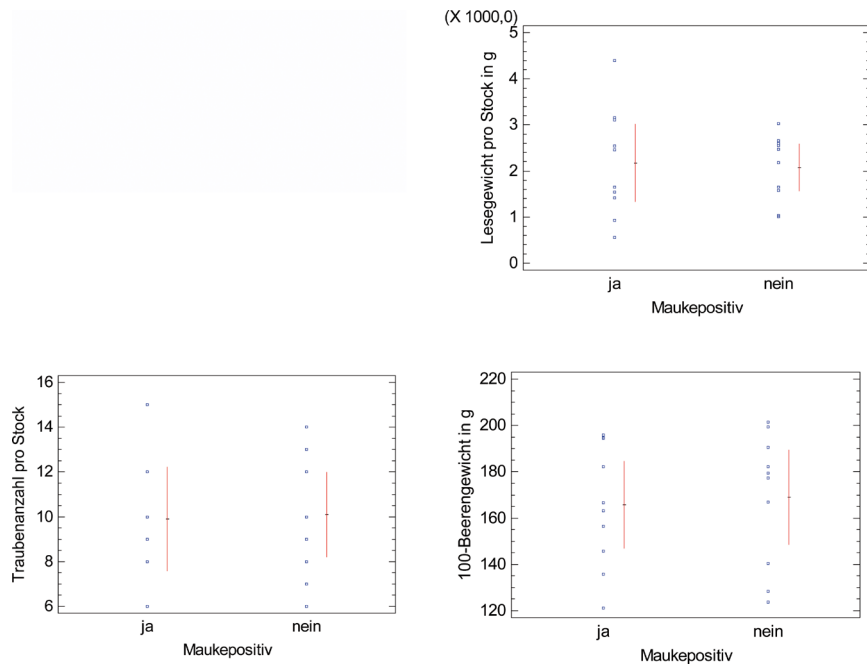
Beim Vergleich der Säuregehalte bzw. des pH-Wertes, ebenfalls Größen, die den Reifegrad beeinflussen, spielen Ausreißer - Einzelwerte, die das Gesamtergebnis verfälschen - keine Rolle

Für die titrierbaren Säuren ergibt sich ein Unterschied von 0,23 g/l, wobei der Säuregehalt bei den symptomtragenden Reben höher liegt. Ähnlich ist die Situation bei der Weinsäure (0,4 g/l), während man bei der Äpfelsäure keinen Unterschied findet. Der pH-Wert im Traubenmost der symptomtragenden Weinstöcke ist niedriger (um 0,07).

Die statistische Analyse (Tab. 5) bestätigt für die Weinsäure einen signifikanten Unterschied zwischen kranken und gesunden Reben. Der P-Wert für die beiden Testverfahren, die für verbundene Stichproben entwickelt wurden, liegt unter dem Signifikanzniveau von 0,05. Da die Daten normalverteilt sind, ist der



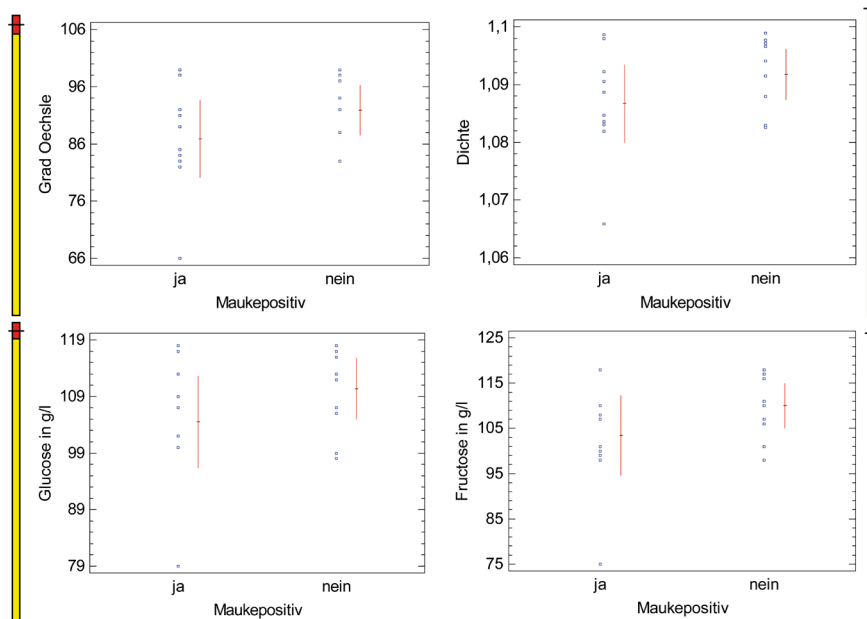
Abb. 4: Quantitative Leseparameter bei symptomtragenden und symptomfreien Reben im Vergleich (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall)



Tab. 3: Mittelwertvergleich zwischen symptomfreien und symptomtragenden Reben für die quantitativen Leseparameter

Quantitative Leseparameter	P-Wert (Signifikanzniveau)			
	Diff.-t-Test (mit Mauke - ohne Mauke)	Wilcoxon- Vorzeichen-Rangtest	t-Test (mit Mauke - ohne Mauke)	Mann-Whitney- Test
Traubengewicht pro Stock (g)	0,75	1	0,82	0,91
Traubenzahl pro Stock	0,87	1	0,88	0,82
100-Beeren-Gewicht (g)	0,699	0,92	0,79	0,73

Abb. 5: Vergleich von qualitativen Leseparametern bei symptomtragenden und symptomfreien Reben im Vergleich (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall); der rote Bereich der ansonst gelben Säulen gibt jeweils den Unterschied im Vergleich zu den absoluten Messwerten wieder.





Differenzen-t-Test am aussagekräftigsten (P-Wert: 0,01). Die Tatsache, dass die beiden Testverfahren, die für nichtgepaarte Stichproben Anwendung finden, keinen signifikanten Unterschied finden, lässt sich dahingehend interpretieren, dass der Einfluss des Probestandorts den Effekt der Erkrankung überlagert. Für alle anderen Größen (pH-Wert, Äpfelsäure und titrierbare Säuren) ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied.

Weitere quantitative Leseparameter sind Gluconsäuregehalt, Gehalt an flüchtigen Säuren, Alkoholgehalt und hefeverfügbaren Stickstoff. Abbildung 7 stellt den Vergleich zwischen symptomfreien und symptombehafteten Reben für diese Größen dar. Ein deutlicher Unterschied ergibt sich nur für den Alkoholgehalt, der aber bei Traubenmost ohnehin sehr niedrig ist und

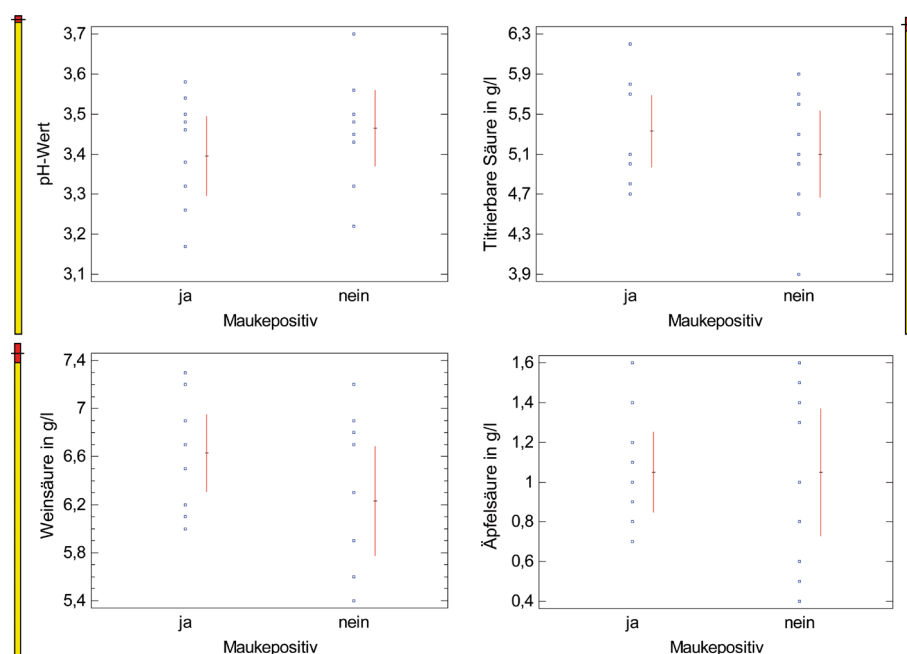
ohne jede praktische Relevanz. Laut Wilcoxon-Rangtest ist der Unterschied sogar signifikant (Tab. 6). Da die Stichprobenwerte einer normalverteilten Grundgesamtheit entstammen, ist aber dem Differenzen-t-Test der Vorzug zu geben, demzufolge der Unterschied gerade nicht signifikant ist. Alle anderen Parameter, auch die Gluconsäure, unterscheiden sich bezüglich ihres Gehalts im Traubenmost von gesunden und kranken Reben im Mittel nicht signifikant voneinander.

2012 erwiesen sich drei der vormals als gesund eingestuft Reben als nunmehr symptomtragend, weshalb hier Ersatzreben zum Vergleich herangezogen wurden. Es existieren hiermit drei Kategorien, nämlich symptomfrei (m00), seit 2012 symptomtragend (m01) und von Beginn an symptombehaftet (m11).

Tab. 4: Mittelwertvergleich zwischen symptomfreien und symptomtragenden Reben für einige qualitative Leseparameter, die den Reifegrad beeinflussen (mM - oM = mit Mauke - ohne Mauke)

Qualitative Leseparameter	P-Wert (Signifikanzniveau)					
	Diff.-t-Test (mM - oM)	Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest	t-Test (mM - oM)	Mann-Whitney-Test	Mittelwert & 95 % Konfidenzintervall	normalverteilt?
°Öchsle	0,21	0,17	0,18	0,29	-5,0 +/- 8,30	ja
Dichte	0,21	0,75	0,18	0,34	-0,00502 +/- 0,0083	ja
Glucose	0,21	0,17	0,19	0,36	-5,9 +/- 9,79	ja
Fructose	0,19	0,19	0,16	0,27	-6,6 +/- 10,41	ja

Abb. 6: Vergleich von qualitativen Leseparametern bei symptomtragenden und symptomfreien Reben im Vergleich (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall); der rote Bereich der ansonst gelben Säulen gibt jeweils den Unterschied im Vergleich zu den absoluten Messwerten wieder.



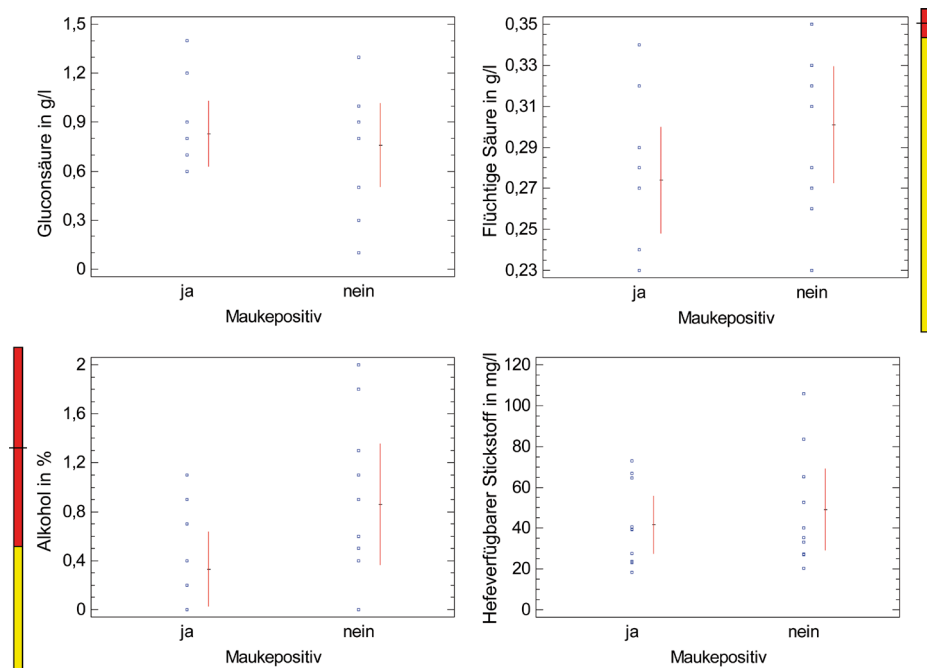
Tab. 5: Mittelwertvergleich zwischen symptomfreien und symptomtragenden Reben für einige qualitative Leseparameter, die den Reifegrad beeinflussen (mM - oM = mit Mauke - ohne Mauke)

Qualitative Leseparameter	P-Wert (Signifikanzniveau)					Mittelwert & 95% Konfidenzintervall	Normalverteilt?
	Diff.-t-Test (mM - oM)	Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest	t-Test (mM - oM)	Mann-Whitney-Test			
Titrierb. Säuren	0,19	0,75	0,37	0,52		0,23 +/- 0,37	ja
Weinsäure	<b>0,01</b>	<b>0,016</b>	0,12	0,14		0,4 +/- 0,28	ja
Äpfelsäure	1	0,9	1	1			
pH-Wert	0,29	0,22	0,26	0,4		-0,07 +/- 0,14	ja

Tab. 6: Mittelwertvergleich zwischen symptomfreien und symptomtragenden Reben für einige qualitative Leseparameter (mM - oM = mit Mauke - ohne Mauke)

Qualitative Leseparameter	P-Wert (Signifikanzniveau)					Mittelwert & 95% Konfidenzintervall	Normalverteilt?
	Diff.-t-Test (mM - oM)	Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest	t-Test (mM - oM)	Mann-Whitney-Test			
Gluconsäure	0,36	0,61	0,63	0,97			
Alkohol	0,06	<b>0,04</b>	0,05	0,16		-0,53 +/- 0,56	ja
Flüchtige Säure	0,1	0,15	0,13	0,17		-0,027 +/- 0,033	ja
Hefeverfügbarer Stickstoff	0,4	0,36	0,5	0,68		-7,4 +/- 18,48	ja

Abb. 7: Vergleich von qualitativen Leseparametern bei symptomtragenden und symptomfreien Reben im Vergleich (Mittelwert und 95 % Konfidenzintervall); der rote Bereich der ansonst gelben Säulen gibt jeweils den Unterschied im Vergleich zu den absoluten Messwerten wieder.



Der Jahresvergleich für die quantitativen Leseparameter zeigt, dass die Lesemenge 2012 deutlich niedriger war als 2011. Auch die Traubenanzahl war niedriger, das 100-Beeren-Gewicht hingegen meist höher. Es ist dies wahrscheinlich eine Spätfolge des Frostes im Frühjahr und liegt wohl weniger an dem früheren Lesetermin im Jahr 2012. Die Frage, ob bei Rebstöcken, die in einem Jahr verhältnismäßig hohe Erträge hatten, dies auch im Folgejahr der Fall ist, lässt sich durch Analyse der Korrelation zwischen 2012 und 2011 beantworten. Demgemäß existiert eine positive Korrelation zwischen dem Gesamtlesegewicht in aufeinander folgenden Jahren ( $P = 0,036$ ;  $R = 0,47$ ), nicht jedoch bei der Traubenanzahl und dem 100-Beeren-Gewicht.

Keiner der drei untersuchten Parameter unterschied sich 2012 zwischen den drei Kategorien m00, m01 und m11 signifikant voneinander (ANOVA  $P = 0,59$ ;  $0,43$ ;  $0,51$ ; Kruskal Wallis  $P = 0,3$ ;  $0,2$ ;  $0,89$ ), so wie das auch 2011 zwischen den Kategorien m0 und m1 nicht der Fall war. Maukeerkrankung hatte also keinen nachweisbaren Effekt auf die quantitativen Leseparameter.

Zuckergehalte und Oechslegrade waren 2011 meist höher als 2012, was auch am früheren Lesetermin gelegen haben mag. Die Werte der maukekranken Stöcke waren 2012 zwar durchschnittlich niedriger als die der gesunden, aber dieser Unterschied ist nicht signifikant (ANOVA  $P = 0,35$ ;  $0,47$ ;  $0,43$ ; Kruskal Wallis  $P = 0,21$ ;  $0,26$ ;  $0,31$ ). Eine Auswirkung einer Maukeerkrankung auf diese Parameter lässt sich daher nicht nachweisen.

Der pH-Wert des Traubenmostes ist in den meisten Proben 2011 höher als 2012 und entsprechend ist der Gehalt an Äpfel- und Weinsäure 2012 ebenfalls deutlich höher. Wie schon im Vorjahr kann zwischen maukekranken und symptomfreien Reben kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (ANOVA  $P = 0,33$ ;  $0,42$ ;  $0,76$ ; Kruskal Wallis  $P = 0,39$ ;  $0,55$ ;  $0,9$ ; 2011 war allerdings bei Weinsäure ein Unterschied nachgewiesen worden). Es gibt daher keinen Hinweis darauf, dass sich die Erkrankung auf den Gehalt der untersuchten Säuren im Traubenmost auswirkt.

Für den hefeverfügbaren Stickstoff ergibt sich keine signifikante Korrelation (ANOVA  $P = 0,38$ ) zwischen den Jahren, wohl aber ein signifikanter Unterschied (t-Test:  $P = 0,0$ ; Wilcoxon-Mann-Whitney Test  $P = 0,0$ ); im Mittel findet sich mehr hefeverfügbare Stickstoff im 2012 gelesenen Traubenmost. Ob Mauke-

symptome vorliegen, wirkt sich, wie schon 2011, nicht aus (t-Test:  $P = 0,51$ ; Wilcoxon-Mann-Whitney Test  $P = 0,59$ ).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Traubenmoste der gesunden und der maukekranken Reben, sofern man die einzelnen Leseparameter gesondert betrachtet, überwiegend nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Man kann also davon ausgehen, dass sich auch aus dem Traubenmost maukekranker Reben ein guter Wein produzieren lässt.

- Bodennematoden

Wie SÜLE et al. (1995) gezeigt haben, können Bodennematoden der Spezies *Meloidogyne hapla* die Maukeinfektion ermöglichen bzw. erleichtern. Dies ist wohl deshalb der Fall, weil *Rhizobium vitis* über Wurzelverletzungen in die Rebe eindringt. Die Saugaktivität rebenparasitischer Bodennematoden mag daher generell eine Verletzungsquelle sein, die die Ausbreitung der Bakterien fördert. Es ist deshalb naheliegend, die Verteilung der Mauke im Weingarten mit jener der Nematoden im Weingartenboden zu vergleichen. Zu diesem Zweck wurden 16 Bodenproben genommen, acht im maukearmen Weingartenbereich und weitere acht in den Zonen höchsten Maukebefalls (Abb. 8).

Es konnten drei potenziell rebschädigende Nematodenarten der Familie Longidoridae auf der Versuchsfläche nachgewiesen werden, *Xiphinema vuittenezi*, *X. pachtaicum* und *Longidorus* sp. Von *X. pachtaicum* konnten allerdings nur zwei, von *L. sp.* nur ein juveniles Individuum festgestellt werden. Von *X. vuittenezi* fanden sich hingegen 722 überwiegend adulte Tiere. Die Verteilung der Individuen dieser Art wurde mit der der Maukesymptome tragenden Reben verglichen (Abb. 8). Es ergibt sich allerdings kein Zusammenhang ( $R^2 = 0,081$ ). Die Anzahl der nematodenbedingten Verletzungen scheint daher für die Infektion ohne Belang zu sein.

Als zweite Fragestellung sollte untersucht werden, wie sich der Bestand an rebenparasitischen Nematoden auf das Lesegut auswirkt, auch hier in Zusammenhang mit der Maukeerkrankung. Untersucht wurden 20 Proben, die jeweils vom Unterstockbereich jener Rebstöcke genommen wurden, die wir auch für die Untersuchung des Lesegutes verwendeten.

Nur eine einzige Longidoridae-Art fand sich in diesen Proben, *Xiphinema vuittenezi*, wobei die Abundanz pro Probe zwischen einem Individuum und 121 Exemplaren schwankte. Der Entwicklungszustand der Nematoden wurde ebenfalls erhoben.

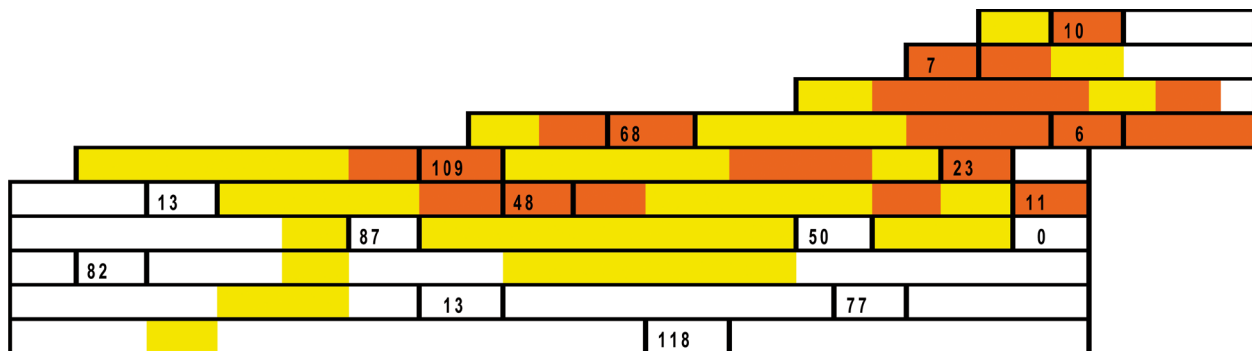


Abb. 8: Häufigkeit reparasitischer Bodennematoden der Art *Xiphinema vuittenezi* und Maukebefall (gelb: 1 - 9 Reben; rot: 10 oder mehr Reben pro 5 Säulenintervallen) bei den die Probenstelle umgebenden Reben; siehe dazu auch Abbildung 1.

Die statistische Analyse ergab, dass kein Zusammenhang zwischen mittlerer Häufigkeit von *X. vuittenezi* pro Probe und Erkrankungsstatus der Rebe besteht (Tab. 7).

Tab. 7: Mittelwertvergleich zwischen symptomfreien und symptomtragenden Reben für die Anzahl der Nematoden im Unterstockbereich (mM - oM = mit Mauke - ohne Mauke)

Nematoden	P-Wert (Signifikanzniveau)	
	Diff.-t-Test (mM - oM)	Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest
<i>X. vuittenezi</i> adult	0,97	0,81
<i>X. vuittenezi</i> gesamt	0,81	1
andere Dorylaimida	0,78	0,26

Dies gilt sowohl für die adulten wie auch die juvenilen Fadenwürmer dieser Spezies und darüber hinaus auch für nichtparasitische Nematoden der Ordnung Dorylaimida in ihrer Gesamtheit.

Unsere Versuchsanordnung erlaubte es auch zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen Nematodenabundanz im Unterstockbereich und den quantitativen und qualitativen Leseparametern besteht. Während die Qualität des Traubenmostes durch die Anzahl parasitischer Nematoden im Unterstockbereich offenbar nicht beeinflusst wird, besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von *X. vuittenezi* und dem Gesamtgewicht des Lesegutes pro Stock ( $P = 0,024$ ;  $R^2 = 25,34\%$ ) bzw. der Traubenanzahl ( $P = 0,022$ ;  $R^2 = 26\%$ ) und dem 100-Beeren-Gewicht ( $P = 0,0012$ ;  $R^2 = 45,1\%$ ). Der Zusam-

menhang ist besonders deutlich, wenn man die juvenilen Nematoden der Spezies für die Analyse verwendet (Abb. 9).

Dabei erweist sich ein logarithmisches Regressionsmodell in zwei Fällen als geeigneter, was nicht überraschend ist, wenn man die große Schwankungsbreite bei der Nematodenanzahl im Vergleich zur geringeren Streuung bei den quantitativen Leseparametern betrachtet.

Intuitiv würde man eine negative Korrelation erwarten, da wohl ein dichter Besatz mit reparasitischen Nematoden eine Schwächung der Rebe und damit eine geringere Wüchsigkeit zur Folge haben sollte, was sich auch auf die Entwicklung der Beeren auswirken könnte. Wir beobachteten aber das Gegenteil: Je höher der Nematodenbestand, desto mehr Erntegut, mehr Trauben und desto größeres Beerengewicht. Das spricht eher dafür, dass beide Faktoren durch eine Bodeneigenschaft gleichsinnig beeinflusst werden. Das sollte aber alle Nematoden und nicht nur die parasitischen betreffen. Gegen diese Interpretation spricht daher, dass sich keine Korrelation zwischen der Häufigkeit nicht pflanzenparasitischer Nematoden (Dorylaimida) und den Parametern Traubengewicht pro Stock, Traubenanzahl pro Stock und 100-Beeren-Gewicht ergibt.

Es lässt sich kein Zusammenhang zwischen Nematodenhäufigkeit - egal ob parasitisch oder nicht - und den Reifeparametern des Traubenmostes feststellen.

#### Danksagung

Wir danken dem Verband österreichischer Rebveredler für die finanzielle Unterstützung.

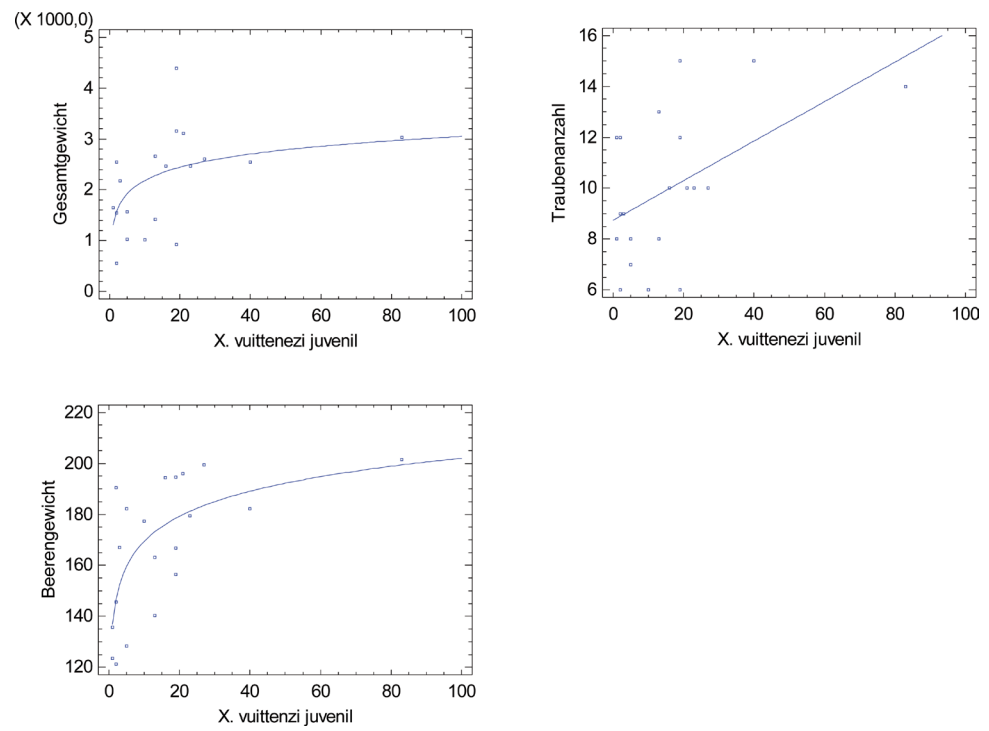


Abb. 9: Regression zwischen der Anzahl der juvenilen *X. vuittenezi* im Unterstockbereich und quantitativen Leseparametern

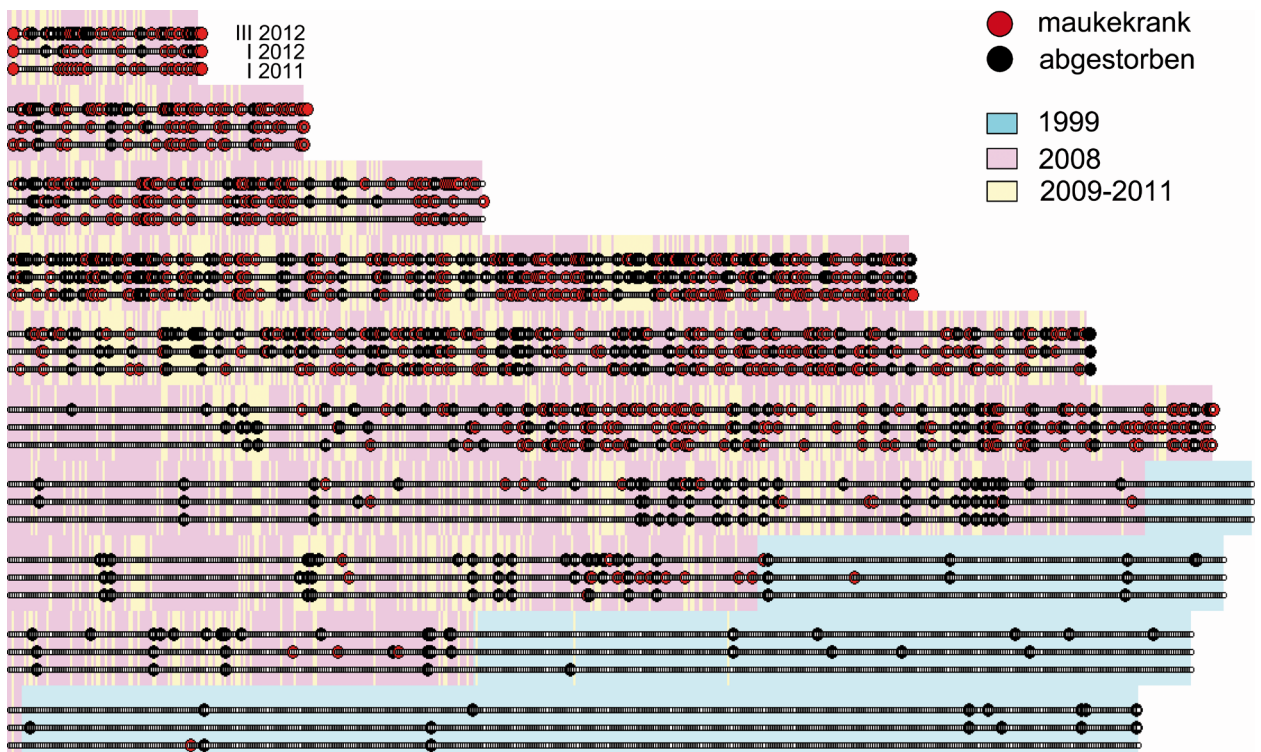


Abb. 10: Resultat der Bonitierung 2011 bis 2012. Die Position der Rebzeilen zueinander ist nicht korrekt wiedergegeben (siehe Abb. 1).

## Literatur

- BAUER, R., NIEUWOUTD, H., BAUER, F.F., KOSSMANN, J., KOCH, K.R. and ESBENSEN, K.H. 2008: FTIR spectroscopy for grape and wine analysis. *Anal. Chem.* 80(5): 1371-1379
- BAUER, C., SCHULZ, T.F., LORENZ, D., EICHHORN, K.W. and PLAPP, R. 1994: Population dynamics of *Rhizobium vitis* in two grapevine varieties during the vegetation period. *Vitis* 33: 25-29
- BISHOP, A.L., BURR, T.J., MITTAK, V.L. and KATZ, B.H. 1989: A monoclonal antibody specific to *Rhizobium tumefaciens* Biovar 3 and its utilization for indexing grapevine propagation material. *Phytopathol.* 79: 995-998
- BURR, T., BAZZI, C., SÜLE, S. and OTTEN, L. 1998: Biology of *Rhizobium vitis* and the development of disease control strategies. *Plant Disease* 82: 1288-1297
- BURR, T.J. and KATZ, B.H. 1983: Isolation of *Rhizobium tumefaciens* Biovar 3 from grapevine galls and sap, and from vineyard soil. *Ecol. Epidemiol.* 73(2): 163-165
- BURR, T.J., REID, C.L., YOSHIMURA, M., MOMOL, E.A. and BAZZI, C. 1995: Survival and tumorigenicity of *Rhizobium vitis* in living and decaying grape roots and canes in soil. *Plant Disease* 79: 677-682
- BURR, T.J., REID, C.L., SPLITTSTOESSER, D.F. and YOSHIMURA, M. 1996: Effect of heat treatments on grape bud mortality and survival of *Rhizobium vitis* in vitro and in dormant grape cuttings. *Am. J. Enol. Vitic.* 47(2): 119-123
- CHEN, Q., HOOPER, D.J., LOOF, P.A. A. and XU, J. 1997: A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Longidorus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Dorylaimoidea). *Fundam. Appl. Nematol.* 20(1): 15-28
- DUKES, B.C. and BUTZKE, C.E. 1998: Rapid determination of primary amino acids in grape juice using an o-phthalaldehyde/n-acetyl-l-cysteine spectrophotometric assay. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 125-134
- LOOF, P.A.A. and CHEN, Q. 1999: A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Longidorus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Dorylaimoidea), Suppl. 1. *Nematology* 1(1): 55-59
- LOOF, P.A.A. and LUC, M. 1990: A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group. *Syst. Parasitol.* 16: 35-66
- LOOF, P.A.A. and LUC, M. 1993: A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group, Suppl. 1. *Syst. Parasitol.* 24: 185-189
- LOOF, P.A.A., LUC, M. and BAUJARD, P. 1996: A revised polytomous key for the identification of species of the genus *Xiphinema* Cobb 1913 (Nematoda: Longidoridae) with exclusion of the *X. americanum*-group, Suppl. 2. *Syst. Parasitol.* 33: 23-29
- OPHEL, K. and KERR, A. 1990: *Rhizobium vitis* sp. nov. for strains of *Rhizobium* biovar 3 from grapevines. *Int. J. Syst. Biol.* (July): 236-241
- PEDUTO, F., MARCHI, G. and SURICO, G. 2010: Indexing *Rhizobium vitis* in asymptomatic grapevine propagation material by two nested PCR assays. *Am. J. Enol. Vitic.* 61(1): 102-112
- PLOEG, A.T. and BROWN, D.J.F. (1997): Extraction of virus vector nematodes. In: DE A. SANTOS, M.S.N., DE O. ABRANTES, I.M., BROWN, D.J.F. and LEMOS, R.M. (eds.): An introduction to virus vector nematodes and their associated viruses. – Coimbra: Instituto do Ambiente e Vida, 1997
- RIEDLE-BAUER, M., MÖRTEL, J., BAUER, H. und KNOBLING, A. 2012: Möglichkeiten und Grenzen beim Nachweis von *Agrobacterium vitis* in Reben mittels unterschiedlicher, auf PCR-basierender Methoden. *Mitt. Klosterneuburg* 62: 1-9
- SCHULZ, T.F., BAUER, C., LORENZ, D., PLAPP, R. and EICHHORN, K.W. 1993a: Studies on the evolution of *Rhizobium vitis* as based on genomic fingerprinting and IF element analysis. *System. Appl. Microbiol.* 16: 322-329
- SCHULZ, T.F., LORENZ, D., EICHHORN, K.W. and OTTEN, L. 1993b: Amplification of different marker sequences for identification of *Rhizobium vitis* strains. *Vitis* 32: 179-182
- SOBICZEWSKI, P., PULAWSKA, J. and BERZYNSKI, S. 2005: Practical use of PCR-based method for detection of tumorigenic *Rhizobium* in soil. *Phytopathol. Polon.* 35: 79-84
- SÜLE, S., LEHOCZKY, J., JENSER, G., NAGY, P. and BURR, T.J. 1995: Infection in grapevine roots by *Rhizobium vitis* and *Meloidogyne hapla*. *Phytopathol.* 143: 169-171
- TIEFENBRUNNER, A., TIEFENBRUNNER, M., TIEFENBRUNNER, W. and WAHRA, A. 2002: A software tool as an aid to the identification of species of *Longidorus* Micoletzky, 1922 (Nematoda: Dorylaimoidea), 2002. *Nematology* 4(7): 845-852
- VERSCHOOR, B.C. and DE GOEDE, R.G.M. 2000: The nematode extraction efficiency of the Oostenbrink Elutriator-cotton-wool filter method with special reference to nematode body size and life strategy *Nematology* 2(3): 325-342

Eingelangt am 28. Jänner 2013