

---

Einsatz neuer Hagelschutznetze im Weinbau

Diplomarbeit

Vergleich unterschiedlicher Hagelschutznetze (Farbe, Maschenweite) auf physiologische  
Parameter der Rebe

Anna Maria Zahm

Wein- und Obsttechnologisches Laboratorium- Weinbau

Vergleich unterschiedlicher Hagelschutznetze (Farbe, Maschenweite) auf phytosanitäre  
Parameter der Rebe

Natalie Klein

Wein- und Obsttechnologisches Laboratorium- Weinbau

durchgeführt an der  
Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt  
für Wein- und Obstbau

Klosterneuburg, April 2020

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch keiner anderen Stelle vorgelegt.

Weiters stimme ich zu, dass die Inhalte (Daten, Abbildungen, Tabellen u.a.) von den Betreuern der Diplomarbeit und von der Höheren Bundeslehranstalt für Wein- und Obstbau, Klosterneuburg für Publikationen und Vorträge kostenfrei verwendet werden dürfen.

Klosterneuburg, .....

.....

Unterschrift

Klosterneuburg, .....

.....

Unterschrift

1.	Aktueller Wissensstand.....	6
1.1.	Einleitung (Klein, Zahm) .....	6
1.2.	Hagel (Klein, Zahm) .....	6
1.2.1	Entstehung von Hagel.....	6
1.2.2	Vorkommen.....	7
1.2.3	Schadbild.....	8
1.2.4	Maßnahmen bei Hagelschaden .....	8
1.3.	Hagelschutz (Klein, Zahm) .....	8
1.3.1	Hagelschutznetz .....	9
1.3.2	Hagelabwehr .....	9
1.4.	Nebeneffekte von Hagelschutznetzen (Klein, Zahm).....	10
1.5.	Pilzbefall (Klein) .....	10
1.5.1	<i>Botrytis ( Botrytis cinerea )</i> .....	10
1.5.2	<i>Peronospora (Plasmopara viticola)</i> .....	11
1.5.3	Traubenfäulnis unter den Hagelschutznetzen.....	13
1.6.	Inhaltsstoffe der Traube .....	13
1.6.1	Zucker (Zahm).....	13
1.6.2	Auswirkungen von Hagelschutznetzen auf den Zuckergehalt (Klein, Zahm).....	14
1.6.3	Auswirkungen der Hagelschutznetze auf die Säure (Klein, Zahm).....	15
1.6.4	Weinsäure (Zahm).....	15
1.6.5	Äpfelsäure (Zahm) .....	16
1.6.6	Auswirkungen der Hagelschutznetze auf die Äpfelsäure (Klein, Zahm) .....	16
1.6.7	pH-Wert (Zahm).....	16
1.6.8	Anthocyane (Zahm).....	17
1.6.9	Mineralstoffe (Klein).....	17
1.6.10	Stickstoff (Klein) .....	17
1.7.	Lockerbeerigkeit unter dem Hagelschutznetz (Klein) .....	17
2	Problemstellung (Klein, Zahm).....	19
3	Material und Methoden.....	19
3.1	Weingarten (Klein, Zahm).....	19
3.1.1	Roter Veltliner.....	20
3.1.2	Unterlage Kober 5BB.....	21
3.1.3	Klima .....	21
3.1.4	Boden.....	22

3.1.5	Versuchsplan .....	22
3.1.6	Hagelschutznetze .....	23
3.2	Methoden – Entwicklungsstadien (Zahm).....	24
3.2.1	Physiologische Parameter.....	26
3.2.2	Untersuchungsparameter .....	28
3.3	Phytopsanitäre Parameter (Klein) .....	33
3.3.1	Lockerbeerigkeit.....	33
3.3.2	Methode- Lockerbeerigkeit.....	33
3.3.2	Phenole.....	33
3.4	Methoden - Inhaltsstoffe der Reben.....	34
3.4.1	Beerenprobe (Zahm) .....	35
3.4.2	Entsafter (Zahm) .....	35
3.4.3	Zentrifuge (Zahm) .....	36
3.4.4	FTIR (Zahm).....	37
3.4.5	Gesamtphenolbestimmung mittels Folin- Ciocalteu- Reagenz (Klein).....	37
3.4.7	Analysieren der Mineralstoffe (Klein).....	38
3.5	Pilzbefall (Klein).....	38
3.5.1	Pilzbonitur .....	38
3.6	Messungen des Einzelbeerengewichts (Zahm).....	39
3.7	Statistische Auswertung (Klein, Zahm) .....	40
3.7.1	Mehrfaktorielle Varianzanalyse.....	40
3.7.2	Tukey- B Test .....	40
3.7.3	Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) .....	40
3.7.4	Mann-Whitney-U-Test .....	40
3.7.5	Kruskal-Wallis-Test.....	41
4.	Ergebnisse .....	42
4.1	Entwicklungsstadien der einzelnen Tage (Zahm) .....	43
4.1.1	Austrieb.....	43
4.1.2	Blüte.....	44
4.1.3	Weichwerden der Beeren .....	45
4.2	Inhaltsstoffe der Rebe .....	46
4.2.1	Zuckergehalt (Zahm).....	46
4.2.2	Säure (Zahm).....	47
4.2.3	pH- Wert (Zahm) .....	49
4.2.4	Stickstoffgehalt der Traube (Klein) .....	50

4.2.5 Kaliumgehalt in der Traube (Klein) .....	51
4.2.6 Phenole (Klein) .....	52
4.3 Einzelbeerengewicht (Zahm).....	53
4.4 Lockerbeerigkeit (Klein) .....	56
4.5 <i>Botrytis</i> (Klein) .....	57
4.6 <i>Peronospora</i> (Klein) .....	58
5. Diskussion (Klein, Zahm) .....	59
5.1 Veränderung der Entwicklungsstadien.....	59
5.2 Veränderung der Inhaltsstoffe .....	59
5.3 Veränderungen bei den Pilzkrankheiten .....	60
6. Zusammenfassung (Klein, Zahm) .....	61
7. Summary (Klein, Zahm) .....	62
8 Literaturverzeichnis .....	63

## 1. Aktueller Wissensstand

### 1.1. Einleitung

„Wein ist eine anspruchsvolle Pflanze. Für einen hervorragenden Jahrgang ist ein ganzes Jahr Arbeit nötig. Leider kann das Wetter zu jeder Jahreszeit, unangekündigt, großen Schaden anrichten.“ (HAGELVERSICHERUNG, 2019)

Durch den Klimawandel werden Wetterextreme wie Hagel immer häufiger. Vor allem in den letzten Jahrzehnten sind die Hagelstürme in Österreich immer extremer geworden. Im schlimmsten Fall verlieren Winzer durch den Hagelschlag ihre komplette Ernte. Im Obstbau sind Hagelschutznetze schon lange ein wichtiges Utensil, um die Ernte abzusichern. Im Weinbau werden Hagelnetze erst jetzt immer bedeutender, um das wirtschaftliche Risiko zu minimieren.

Nicht nur, dass die Ernte durch einen Hagelschlag zerstört wird, sondern auch, das Pilzwachstum wird gefördert. Das Vorkommen von Insekten wie Wespen, Bienen und Kirschessigfliege wird durch die Beschädigung der Trauben begünstigt.

Hagelschutznetze bieten nicht nur Schutz vor Hagel, sondern auch vor Vogelfraß und Sonnenbrand. Über die Entscheidung einer möglichen Errichtung eines Hagelschutznetzes, treten für den Winzer noch einige Fragen auf. Dazu zählen auch der hohe Preis der Netze, die Arbeitszeit, die Arbeitskosten zum Aufhängen der Netze und sonstige benötigte Materialien.

(SATTLER, 2011; WEINMANN E. UND JÖRGER V., 2013)

### 1.2 Hagel

#### 1.2.1 Entstehung von Hagel

„Hagel entsteht in den unteren Schichten von Gewitterwolken durch unterkühltes Wasser, das an Kristallisationskernen zu Eis gefriert. Bei Hagel handelt es sich um Niederschlag in Form von Eiskugeln oder Eisstücken, deren Durchmesser von 5 bis 50 mm, oder sogar noch mehr, betragen kann. Der Hagel fällt fast ausschließlich bei

starkem oder langanhaltendem Gewitter aus hochreichenden Gewitterwolken.“  
(Cumulonimbus)

(SUSANNE ZACH-HERMANN, 2019 )

### 1.2.2 Vorkommen

Das Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus betreibt unter [ww.hora.gv.at](http://ww.hora.gv.at) eine digitale Gefahrenlandkarte. Aus der von der ZAMG geführten Unwetterchronik werden Meldungen von Hagelschlägen mit größeren Schadensausmaßen ausgewählt und mithilfe der TORRO-Skala, siehe Abbildung 1, eine Hagelrisikokarte für Österreich dargestellt.

(NATURAL HAZARD OVERVIEW AND RISK ASSESMENT AUSTRIA, 17.06.2019)

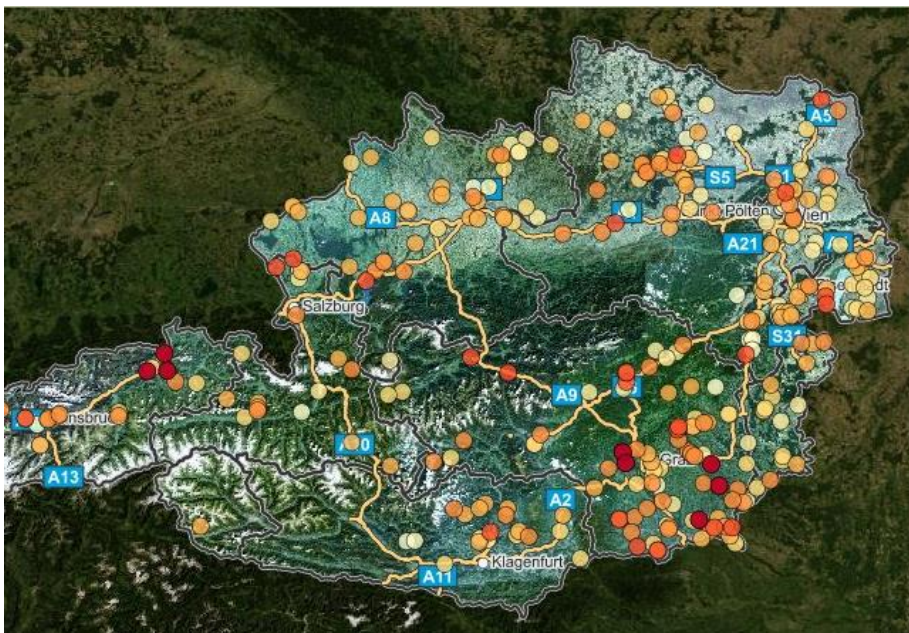


Abb.1: Hagelschadenergebnisse Landwirtschaft, 1977-2006 (BMNT, 17.06.2019)

Abbildung 1 zeigt die unterschiedlichen Hagelereignisse in Österreich. Die Intensität des Hagels wird mit verschiedenen Farben dargestellt. Ein roter Punkt bedeutet starke Hagelunwetter und umso heller die Farbe ist, umso weniger stark war der Hagelschlag. (BUNDESMINISTERIUM, 2019)

### 1.2.3 Schadbild

Durch Hagel können starke Schäden an Blättern, Gescheinen und Trieben entstehen. Die Blätter werden meist schlitzartig aufgerissen oder auch zerfetzt. An den Trieben entstehen schlitzförmige Wunden und an den grünen Beeren leicht eingedrückte, braune Flecken. Durch den Hagel platzen die schon weichen Beeren auf, was zu einer vermehrten *Botrytis*infektion führt. Nach einem starken Hagelschaden kommt es zu einem Wachstumsstillstand, von dem sich die Rebe langsam, innerhalb von zwei Wochen, erholt. Der Austrieb nach einem Hagelschauer beginnt vielfach aus Irxentrieben und dem alten Holz.

(BAUER ET AL., 2015)

### 1.2.4 Maßnahmen bei Hagelschaden

Triebe, die durch den Hagelschlag verletzt worden sind, sind zu belassen, um so rasch wie möglich die Laubfläche wieder zu bekommen, damit eine ausreichende Menge an Assimilaten, für die Stockausreifung bis in den Herbst, erreicht wird. Stark beschädigte Trauben sollten entfernt werden, um Pilzinfektionen zu vermeiden. Bis Traubenschluss können spezielle Mittel verwendet werden, um einen verfrühten *Botrytis*befall zu verhindern. Tritt der Hagelschlag auf, wenn die Trauben schon eine Mindestreife erreicht haben, sollte sofort mit der Lese begonnen werden.

(REBSCHUTZDIENST, 2019)

## 1.3 Hagelschutz

Durch schwere Hagelschäden kann in wenigen Minuten der ganze Ertrag vernichtet werden. Durch den Klimawandel muss in Zukunft immer häufiger mit Hagelereignissen gerechnet werden.

(RENNER, 2016)



### 1.3.1 Hagelschutznetz

Die meisten Hagelschutznetze bestehen aus verwobenem Polyethylen mit hoher Dichte und U.V. Resistenz. Sie werden nicht nur im Obst- und Weinbau verwendet, sondern auch als Hagelschutzeinrichtungen für Autos oder Wohnmobile. Damit die Früchte auch vor kleinen Hagelkörnern geschützt sind, ist eine kleine Maschenweite wichtig, sowie eine kompakte Webung, damit sich die einzelnen Fäden nicht zu leicht verschieben können und dadurch Löcher vermieden werden.

(SYSTEM WIESEL, 2018; LANDSKROON, 2019)

#### 1.3.1.1 Farbe

Weißer Netztypen sorgen für ein wärmeres Mikroklima, meist ist die Temperatur unter weißen Netzen um 2°C höher als unter schwarzen Netztypen. Die weißen Netze sorgen außerdem für eine geringere Luftfeuchtigkeit. Ansonsten zeigen Hagelnetze keine auffälligen Unterschiede zwischen den Netzfarben.

(SCHROFFENEGGER, 2016)

#### 1.3.1.2 Maschenweite

Um Schutz nur vor dem Hagel zu gewähren muss die Maschenweite nicht so klein sein. Wenn man allerdings die Trauben durch die Netze auch vor Bienen und Wespen schützen will, muss die Maschenweite unter 10 Millimeter liegen. Trauben, die direkt am Netz anliegen, werden auch angefressen, obwohl die Netze vorhanden sind. Vor Kirschessigfliegen bietet das Netz überhaupt keinen Schutz.

(RENNER, 2016)

### 1.3.2 Hagelabwehr

In vielen Gebieten in Österreich, zum Beispiel in der Steiermark, werden zur Hagelabwehr Flugzeuge eingesetzt. Diese Flieger fliegen in die Mitte des Hagelsturms, wobei 6 prozentige Silberjodidacetonlösung verbrannt wird. Das Aceton verbrennt rückstandslos und die Silberjodidkristalle werden freigesetzt. Durch

diese Methode werden Hagelkörner zerkleinert. Diese schmelzen beim Herunterfallen, wodurch statt Hagel Regen entsteht.

(SATTLER, 2011; HAGELABWEHR, 2019)

#### 1.4 Nebeneffekte von Hagelschutznetzen

Neben dem Schutz vor Hagel bieten diese Netze auch Schutz vor Vogelfraß, Wildverbiss und Wespenfraß. Durch das Aufhängen der Netze, welche die gesamte Laubwand einnetzt, ist es den Vögeln nicht möglich die Trauben zu erreichen. Der Vogelfraßschaden ist um einiges gesunken, jedoch gibt es ein Problem an der Unterseite des Netzes. Es gibt Netzsysteme an denen die Unterseiten geöffnet bleiben, was dazu führt, dass die Vögel von unten in das Netz gelangen. Viele Winzer helfen sich dann mit Klammern oder Ringen zum Verschließen der Netzunterseite.

(ANONYMUS, 2019)

#### 1.5 Pilzbefall

##### 1.5.1 *Botrytis (Botrytis cinerea)*

Die Graufäule ist eine der bekanntesten, gefährlichsten und bekämpfbaren Rebkrankheiten.

Befallenes Holz verfärbt sich in den Wintermonaten gelb bis weiß. Darauf sind schwarze Warzen (Sklerotien) zu erkennen. Infektionsgefahr besteht vor allem bei feuchtem, sehr warmen Wetter. Im Mai werden dabei die austreibenden Triebe befallen. Wenn es über einen längeren Zeitraum sehr feucht ist werden die befallenen Triebe, Blätter und Beeren (Abbildung 2) mit einem grauen Pilzrasen überdeckt.

Zwischen Ende Mai und Oktober kann der Pilz Geschein *Botrytis*-, Stiel- oder Beerenfäule verursachen.

Bei dem Befall der Beeren wird zwischen Sauerfäule, Edelfäule und Stiefäule unterschieden. Sauerfäule ist der Befall von noch unreifen Beeren. Meist wird diese durch Beerenverletzungen, wie zum Beispiele Hagel ausgelöst. Edelfäule tritt vor allem bei reifen Beeren auf und ist für die Prädikatsweine erwünscht. Die Beeren

verfärben sich meist braun. Durch das Austrocknen der Beeren kommt es aber zu Ertragsverlusten. Bei der Stielhäule entstehen braune, glasige feuchte Faulstellen am Traubengerüst. Dies führt im Endeffekt zum Welken der Trauben. Die Stielhäule verursacht enorme Ertragsverluste.

Der Pilz überwintert als Pilzmyzel im Reb-, Schnittholz oder im abgefallenen Laub. Im Frühjahr kommt es bei 95% Luftfeuchtigkeit, über 24 Stunden, im Temperaturbereich zwischen 3-30°C zur Keimung der Konidien. Damit es zur Infektion kommt, muss sich ein Wasserfilm auf der Oberfläche der Pflanzen bilden, damit der Keimschlauch in das Wirtsgewebe eindringen kann. (BAUER ET AL., 2015)



Abb. 2: *Botrytis*-Befall auf Beeren (BAUER ET AL., 2015)

#### 1.5.2 *Peronospora (Plasmopara viticola)*

*Peronospora*, auch Falscher Mehltau genannt, ist ein Pilz der vor allem in feuchten Gebieten auftritt, bei viel Niederschlag. Nach der Infektion bilden sich auf den Blättern große, helle, ölige Flecken auf der oberen Seite des Blattes (Abbildung 3). Auf der Blattunterseite bildet sich ein schneeweißer Pilzrasenbelag (Abbildung 4). Blätter, die sehr stark betroffen sind, vertrocknen und fallen vom Rebstock ab. An den Gescheinen wird ebenfalls ein weißer Pilzrasen gebildet. Die befallenen Gescheine werden aber nach kurzer Zeit gelblich und verkrümmen sich. Beeren, die die Erbsengröße noch nicht erreicht haben, werden ähnlich geschädigt, wie die Gescheine. Beeren, die schon

etwas älter sind verfärben sich zuerst bläulich, dann braun und schrumpfen lederfaltenartig ein (Abbildung 5). Die Beeren, welche schon weich sind, können von dem Pilz nicht mehr angegriffen werden.

(BAUER ET AL., 2015)

Aufgrund des Pilzbefalls kommt es zu einer Reduktion des Traubenertrages. Der Rebstock wird durch den starken, verfrühten Blattverlust stark geschwächt. Dadurch bekommt die Rebe eine schlechte Holzreife und eine damit verbundene erhöhte Winterfrostepfindlichkeit.

(BAUER ET AL., 2015)



Abb. 3: Ölflecken auf der Blattoberseite (BAUER ET AL., 2015)



Abb. 4: Pilzrasen auf der Blattunterseite (BAUER ET AL., 2015)



Abb. 5: Lederbeeren (BAUER ET AL., 2015)

### 1.5.3 Traubenfäulnis unter den Hagelschutznetzen

Vor allem in feuchten, niederschlagsreichen Jahren kann es unter den Hagelschutznetzen vermehrt zu Pilzinfektionen kommen. Wenn das Laub durch Regen oder Feuchtigkeit in der Früh einmal nass ist, kann es unter den Netzen schwer trocknen. Besonders wenn keine Entlaubungsarbeiten durchgeführt werden kann das Laub nicht gut abtrocknen. Aufgrund der Luftbewegung, die sehr gering ist, besteht höhere Fäulnisgefahr. (RENNER, 2016)

Besonders wichtig für ein Pilzwachstum, egal ob unter dem Netz oder ohne Netz, ist die Feuchtigkeit, die Temperatur und der Niederschlagsmenge. Wenn diese Faktoren alle zusammen spielen sind das Fäulnisrisiko und das Pilzwachstum oft unaufhaltsam, unabhängig davon welcher Pilz entsteht. (BAUER ET AL., 2015)

## 1.6 Inhaltsstoffe der Traube

### 1.6.1 Zucker

Der Zuckergehalt der Trauben, der jedoch besonders nachts zum Teil wieder abgebaut wird, steigt durch stetigen Zufluss von Assimilaten aus der Rebe. Wenn das Säuremaximum erreicht ist, beginnt die Speicherung des Zuckers in den Beeren. Durch den Transport von Kohlenhydraten aus den Laubblättern, Trieben und teilweise

den Wurzeln kommt es zu einer Zunahme an Zucker, wobei die Geschwindigkeit Witterungsabhängig ist.

(WÜRDIG UND WOLLER, 1989; LEDINEGG ET AL., 2019)

Fruktose und Glukose befinden sich ungefähr zu gleichen Teilen im Most, sie werden bei der Gärung durch die Hefe in Alkohol umgewandelt. Je früher man den Gärungsprozess stoppt, desto mehr Zucker verbleibt im Wein, wodurch er süßer schmeckt. Wenn er länger andauert wird der Wein weniger süß und schmeckt somit trocken. Der nicht vergorene Zucker am Ende der Gärung wird als Restzucker bezeichnet.

(RHEIN-AHR-WEIN, 2019)

Zucker wird in KMW (Grad Klosterneuburger Mostwaage) angegeben und ist in Österreich zur Norm geworden. Sie beruht auf der Annahme, dass im Traubenmost bei 17,5 °C neben Zucker, 15% Nichtzuckerstoffe gelöst sind. Dadurch resultiert die Definition: 1 Grad Klosterneuburger Mostwaage (°KMW) ist 1/17 des Massengehaltes einer wässrigen Saccharoselösung von 20 Prozent.

(BANDION, 1979)

### 1.6.2 Auswirkungen von Hagelschutznetzen auf den Zuckergehalt

Bei der Diplomarbeit von LEDINEGG ET AL (2019) sieht man aufgrund der Ergebnisse, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Netzvarianten aufgewiesen werden konnte, jedoch kann man die Tendenz erkennen, dass die Kontrollvariante ohne Hagelschutznetz bei jeder Messung einen etwas höheren Zuckergehalt aufwies.

(LEDINEGG ET AL., 2019)

Bei der Arbeit von SCHROFFENEGGER (2016) sieht man aufgrund seiner Ergebnisse, dass der Zuckergehalt bei all seinen verschiedenen Netzvarianten linear zunimmt. Die Kontrollvariante hingegen zeigt zu Beginn der Reifephase einen etwas höheren

Zuckergehalt. Der Zuckergehalt der Kontrollvariante passt sich im Laufe der Reife an die Zuckergehalte der anderen Netzvarianten an. Am Ende hatte die Variante „Kontrolle“ den höchsten Zuckerwert.

(SCHROFFENEGGER, 2016)

### 1.6.3 Auswirkungen der Hagelschutznetze auf die Säure

Die Säure hat unter den verschiedenen Netzvarianten überall sehr ähnliche Werte. Erkennbar ist, dass bei der Arbeit von SCHROFFENEGGER (2016) unter dem weißen Insektennetz etwas niedrigere Werte feststellbar sind, als im Unterschied zu den restlichen Varianten.

(SCHROFFENEGGER, 2016)

### 1.6.4 Weinsäure

2,3-Dihydroxybutan-1,4-Dicarbonsäure ist der systematische Name der Weinsäure, welche zu den Hydroxycarbonsäuren gehört und dadurch mindestens eine Hydroxy- und eine Carboxy-Gruppe hat. Weinsäure kommt in drei verschiedenen stereoisomeren Formen vor: L-(+)Form, diese Form wird auch als „natürliche Weinsäure bezeichnet“, die D-(-)Form und die Meso-Form. Die ersten zwei genannten Formen sind optisch aktive Verbindungen.

(JENNY WÖLPER, 1999)

In der Traubenbeere ist die rechtsdrehende Form der Weinsäure vorhanden, welche für die Fruchtart charakteristisch ist. Der Gehalt von Weinsäure im Most ist abhängig von der Reife und der natürlichen Weinsteinausfällung, und beträgt zwischen 4 und 10g/l. Der Weinsäuregehalt, während der Traubenreife, nimmt zwar prozentual von der Gesamtsäure zu, absolut aber ab.

(JAKOB, 1995)

### 1.6.5 Äpfelsäure

Die Äpfelsäure (2-Hydroxybernsteinsäure) ist ein fester Bestandteil der Weintrauben und die zweitwichtigste Säure im Wein, wird jedoch oft während der Weinbereitung abgebaut. Aus chemischer Sicht ist die Äpfelsäure eine Dicarbonsäure. Kurz vor Beginn der Reife ist der Gehalt der Äpfelsäure in den Beeren am höchsten, wird dann aber kontinuierlich weniger, da neue produziert wird und die alte veratmet wird. Vor allem in heißen Jahren kommt es zu einer starken Veratmung der Äpfelsäure, wodurch säurearme Weine entstehen. Ein hoher Äpfelsäureanteil wird durch ein kühles Weinbauklima begünstigt. Durch die Einleitung des biologischen Säureabbaus (BSA) kann der Gehalt an Äpfelsäure beeinflusst werden. BSA ist eine malolaktische Gärung bei der die aggressiv schmeckende Äpfelsäure, durch Milchsäurebakterien, in die weniger scharfe Milchsäure verstoffwechselt wird.

(ALEXANDER ULTES, 18.06.2019)

### 1.6.6 Auswirkungen der Hagelschutznetze auf die Äpfelsäure

Bei der Diplomarbeit von LEDINEGG ET AL. (2019) wurde ein signifikanter Unterschied bei der Äpfelsäure festgestellt. Bei der Variante mit dichtmaschigem Netz wurde ein höherer Äpfelsäuregehalt nachgewiesen. Dies lässt vermuten, dass durch die verringerte Sonneneinstrahlung weniger Säure abgebaut wurde, und ein etwas unreiferes Produkt entsteht, da die Äpfelsäure in der Literatur auch oft als die unreife Säure bezeichnet wird.

(LEDINEGG ET AL., 2019)

### 1.6.7 PH-Wert

Der pH-Wert steigt während der Reife aufgrund der Veränderung des Säuregehalts. Die Änderung ist sorte- und wetterbedingt. Meist steigt der pH-Wert von 2,9 auf 4,0, oder höher.

(WEBERNDORFER U. UND HAIM K. 2017)



### 1.6.8 Anthocyane

Anthocyane sind wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe. Sie kommen in Früchten vor, welche rote, violette, blaue oder blauschwarze Färbung geben. Sie gehören in die Gruppe der Phenole. „Anthocyane sind Glykoside (Zuckerverbindungen) der zuckerfreien Anthocyanidine.“ Der pH-Wert verändert die Farbe der Anthocyane sehr. (GLOSSAR WEIN-PLUS, 2019; THE PLANT JOURNAL, 2001)

### 1.6.9 Mineralstoffe

Die Mineralstoffe sind besonders wichtig für den Aufbau und die Ernährung der Rebe. Die Rebe nimmt diese mit Wasser über die Wurzeln auf. Die Menge der Stoffe hängt von der Witterung, Bodenart, Düngung, Rebsorte und Reife ab. Bei Wassermangel ist der Gehalt geringer als in feuchten Jahren. Der durchschnittliche Wert liegt zwischen 3 und 5 g/l.

(STEIDL, 2015)

### 1.6.10 Stickstoff

Bei Stickstoffverbindungen handelt es sich meistens um Eiweißverbindungen, Aminosäuren und Ammonium. Sie stellen sehr wichtige Nährstoffe für die Hefe dar. Im Most schwankt der Stickstoffgehalt zwischen 0,2 und 1,4 g/l und reicht üblicherweise aus, um die Gärung zu gewährleisten.

(STEIDL, 2015)

## 1.7 Lockerbeerigkeit unter dem Hagelschutznetz

Bei Untersuchungen in den verschiedensten Instituten wurden keine eindeutigen Resultate herausgefunden. Es ist aber bestätigt, dass die Lockerbeerigkeit unter dem Netz ein Vorteil ist, weil auch unter dem Netz durch die Lockerbeerigkeit das Pilzwachstum kaum stattfindet (Abbildung 6).

(TISCHELMAYER, 2019)



lockerbeerige Weintrauben

Abb. 6: lockerbeerige Trauben (GLOSSAR.WEIN-PLUS)

## 2 Problemstellung

Durch den Klimawandel werden Wetterereignisse wie Hagel immer häufiger. Aufgrund dessen überlegen Winzer, ihr Traubenmaterial mit Hagelschutznetzen zu schützen. Jedoch ist der Einfluss von Hagelschutznetzen auf den Pilzbefall, den Insektenbefall und die Entwicklungsstadien noch nicht restlos geklärt. Deshalb werden im Rahmen dieser Diplomarbeit mittels Bonituren und Analysen die Entwicklung der Rebe unter den Netzen anhand der Entwicklungsstadien zum Zeitpunkt des Austriebes, der Blüte und dem Weichwerden der Beeren, sowie der Pilzbefall, die Inhaltsstoffe und die Lockerbeerigkeit aufgezeichnet.

## 3 Material und Methoden

Als Versuchsfläche stand ein Weingarten der Sorte Roter Veltliner am Versuchsweingut Agneshof der HBLA u. BA Klosterneuburg, Niederösterreich zu Verfügung. Am 19. März 2019 wurden die weitmaschigen und engmaschigen, schwarzen und weißen Netze auf drei Reihen montiert. Dadurch ergaben sich, inklusive Kontrollvariante (ohne Netz), 5 Varianten mit jeweils 3 Wiederholungen. Ab dem Austrieb bis zur Ernte der Trauben wurde die Entwicklung der Reben regelmäßig dokumentiert, und ab dem Weichwerden der Beeren, zusätzlich Beerenproben entnommen. Kurz vor der Ernte wurde eine Pilzbonitur hinsichtlich des *Plasmopara*- und *Botrytis*- Befalls, sowie eine Beurteilung der Lockerbeerigkeit durchgeführt.

### 3.1 Weingarten

Die Versuchsfläche befindet sich in Niederösterreich am Wagram und ist im Besitz der HBLA u. BA Klosterneuburg. (Abbildung 7 ) Sie befindet sich auf einer Seehöhe von 200 m, hat eine Hangneigung von durchschnittlich 35 %, und zeigt eine Ausrichtung nach Südosten. Der Weingarten wurde im Jahr 2013 im Spalier mit einer Pflanzdichte von 558 Stöcken auf 1.562,4 m<sup>2</sup> (2,8 m x 1 m ) ausgepflanzt.



Abb. 7: Versuchsanlage am Agneshof, Rothäcker II

### 3.1.1 Roter Veltliner

Charakteristische Merkmale des Roten Veltliners sind weißwollige Triebspitzen mit rotem Anflug, eher starker Wuchs und die Blätter sind groß, fünflappig und tief gebuchtet. Die Trauben sind groß, dichtbeerig mit grüngelben bis fleischroten, dickschaligen Beeren. Die Trauben reifen sehr unterschiedlich. Der Ertrag ist meist sehr hoch, aber sehr unsicher, unregelmäßig und die Reife ist mittelspät. (Abbildung 8)



Abb.8: Eine Rote Veltliner Traube

### 3.1.2 Unterlage Kober 5BB

Merkmale der Unterlage sind der sehr starke Wuchs und die großen Blätter, mit u-förmiger Stielbucht. Kober 5 BB nehmen mehr Stickstoff, Magnesium, Calcium und Mangan auf. Die Aufnahme von Phosphor, Kalium und Bor ist geringer. Die Unterlage stellt sehr geringe Bodenansprüche, hat eine sehr hohe Kalkverträglichkeit und eine hohe Trockenheitstoleranz.

### 3.1.3 Klima

In Klosterneuburg gab es in den letzten 30 Jahren eine durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge von 620 mm. Im Jahr 2019 war die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge mit 653 mm etwas höher. Vor allem im Mai war eine überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmenge zu verzeichnen. (Abbildung 9)

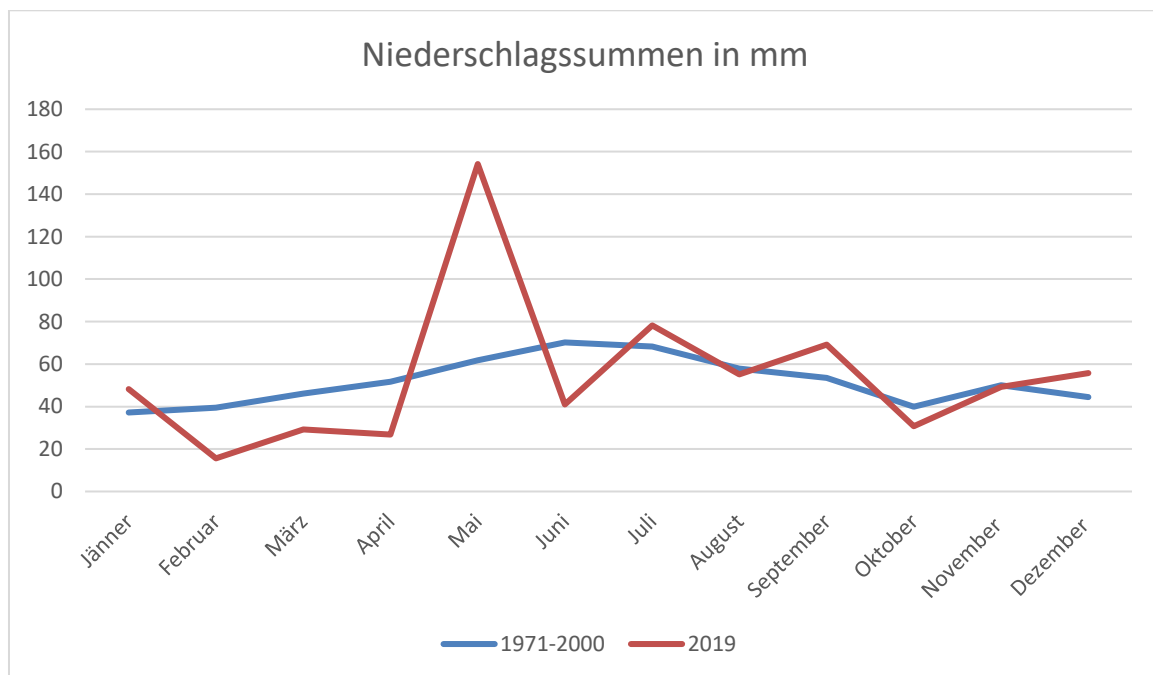


Abb. 9: Niederschlagssummen des 30-jährigen Durchschnittes im Vergleich zum Jahr 2019 (Zamg; Klimadaten Weidling 2019)

In Klosterneuburg herrscht ein pannonisches Klima, was bedeutet, dass die Winter mild, aber auch sehr kalt sein können, und die Sommer sehr heiß und trocken sind. In der Abbildung 10 ist der 30-jährige Temperaturdurchschnitt von 1971 bis 2000 zu sehen. Im Vergleich dazu sieht man auch die Temperaturunterschiede aus dem Jahr

2019. Im Jahr 2019 beträgt die Durchschnittstemperatur 11,5°C im Vergleich in den letzten 30 Jahren lag die Durchschnittstemperatur bei 10,2°C.

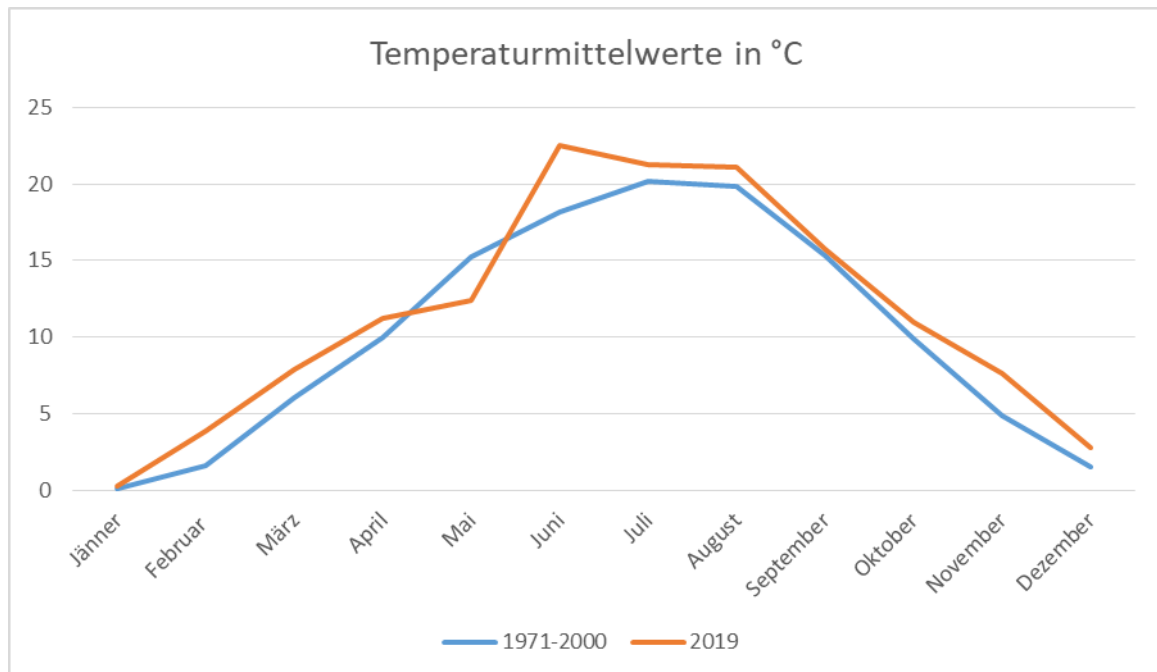


Abb. 10: Niederschlagssummen des 30-jährigen Durchschnittes im Vergleich zum Jahr 2019 (Zamg; Klimadaten Weidling 2019)

### 3.1.4 Boden

Die Versuchsfläche ist in Klosterneuburg am Wagram und liegt in der Flyschzone. Der Boden besteht aus Braunerdeböden, kalkigen Flyschgesteinen, Sandstein und teilweise Löss.

### 3.1.5 Versuchsplan

Für den Versuch wurden drei Reihen in fünfzehn Parzellen eingeteilt, sodass man für die fünf Varianten jeweils drei Wiederholungen erhielt.



Abb.11: Pflanzplan der verschiedenen Wiederholungen

Die Abbildung 11 zeigt die drei Versuchsreihen mit den verschiedenen Wiederholungen je Reihe. Die graue Farbe zeigt die Kontrollvariante, die hellrosafarbe zeigt Variante 1 (schwarzes Netz, weitmaschig), die blaue Farbe zeigt Variante 2 (schwarzes Netz, engmaschig), die grüne Farbe zeigt Variante 3 (weißes Netz, weitmaschig) und die gelbe Farbe zeigt Variante 4 (weißes Netz, engmaschig).

### 3.1.6 Hagelschutznetze

Die Netze stammen von der Firma Fruit Security und sind alle vom Typ Wiesel (Abbildung 12) Variante 1 ist ein weitmaschiges, schwarzes Netz mit einer Fadenstärke von 0,32 mm und einer Maschenweite von 2,8 x 8,7 mm. Variante 2 ist ein

engmaschiges, schwarzes Netz und einer Maschenweite von 0,77 x 0,84 mm. Dieses Netz ist besonders als Schatten- und Windschutznetz einsetzbar. Variante 3 ist ein weißes, weitmaschiges Netz mit einer Fadenstärke von 0,32 mm und einer Maschenweite von 2,8 x 8,7 mm. Variante 4, Insektennetz 8/9 Air plus, ist ein weißes, engmaschiges Netz mit einer Fadenstärke von 0,28 mm und einer Maschenweite von 1,02 x 0,88 mm.



Abb.12: Versuchsweingarten mit den verschiedenen Varianten

### 3.2 Methoden - Entwicklungsstadien

Zur Bewertung der Entwicklung der Rebe wurde an drei Terminen, zum Austrieb am 08.04.2019 (Abbildung 13), zur Blüte am 12.06.2019 (Abbildung 14) und zum Weichwerden der Beeren am 02.08.2019 (Abbildung 15), das aktuelle Entwicklungsstadium begutachtet. Dafür wurden bei jeder Wiederholung fünf Rebstöcke bewertet und die Ergebnisse schriftlich festgehalten. In Summe ergab das 15 Stöcke pro Variante. Die erhaltenen Daten wurden mittels SPSS statistisch ausgewertet.





Abb.13: Bewertung des Entwicklungsstadiums am 08.04.2019



Abb.14: Bewertung des Entwicklungsstadiums am 12.06.2019



Abb.15: Bewertung des Entwicklungsstadiums am 02.08.2019

### 3.2.1 Physiologische Parameter

#### 3.2.1.1 BBCH-Stadien

Die morphologischen Entwicklungsstadien einer Pflanze werden mithilfe der BBCH-Skala dargestellt. Die Abkürzung steht für die biologische **B**undesanstalt, **B**undessortenamt und **C**hemische Industrie.

(DEACADEMIC, 2000-2019)

oo Winterruhe (November bis Mitte April)

Die Augen sind fast vollständig von zwei bräunlichen Schuppen bedeckt.

### 03 Knospenschwellen (April)

Die Knospenwolle ist zwischen den auseinandergegangenen Knospenschuppen zu sehen.

### 09 Knospenaufbruch (Ende April bis Anfang Mai)

Das erste Grün des Triebes ist an den Knospen sichtbar.

### 11 Sichtbarwerden der Blätter

Rosettenartige angeordnete Blätter werden sichtbar und an der Basis sind Wolle und Schuppen noch vorhanden und dienen als Schutz.

### 13 Entfalten der Blätter

Sortentypische Unterschiede der Triebspitze zeigen sich, ebenso die ersten Blätter

### 53 Sichtbarwerden der Gescheine (Mitte bis Ende Mai)

Die Gescheine sind deutlich zu erkennen und fünf bis sechs Blätter haben sich gebildet. Das Triebwachstum nimmt stark zu.

### 55 Gescheinsdifferenzierung (Anfang bis Mitte Juni)

Das Triebwachstum ist kräftig und die Gescheine wachsen.

### 57 Gescheine voll entwickelt

Die Einzelblüten spreizen sich.

### 60 Blühbeginn (Juni)

Das Triebwachstum lässt normalerweise etwas nach, neue Blätter entfalten sich und die Käppchen werden abgeworfen.

### 63 Vorblüte

### 65 Vollblüte

67 Nachblüte

69 Blühende (Juni)

71 Fruchtausatz (Ende Juni bis Anfang Juli)

Die Trauben putzen sich ab.

73 Beeren schrotkorngroß

Die Senkung der Traube beginnt

75 Beeren erbsengroß (Juli)

Trauben hängen

77-79 Beginn bzw. Ende des Traubenschlusses (Juli)

Die Beeren wachsen, wodurch sich die noch grünen und harten Beeren verdichten.

81 Reifebeginn (Anfang bis Mitte August)

Die Beeren beginnen sich zu verfärben und die Traube wird kompakter.

89 Lesereife ( August bis Oktober, 10-16 Wochen nach der Blüte)

Die Beeren haben ihre maximale Reife erreicht und sind daher reif.

(BAUER ET AL., 2015, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EDV, 2008)

### 3.2.2 Untersuchungsparameter

#### 3.2.2.1 Austrieb

Mit dem Knospenschwellen Anfang April endet die Winterruhe, siehe Abbildung 16, und der Austrieb setzt ein. In der ersten Phase wird dies durch das Auseinandergehen der Knospenschuppen dargestellt. Der Knospenaufbruch, siehe Abbildung 17, und das Sichtbarwerden der Blätter stellen die nächsten Phasen, bis zum Auftreten den ersten

Gescheinen, dar. In der Folge spreizen sich die Einzelblüten und gehen anschließend in die Blütephase über.

(BAUER ET AL., 2015)



BBCH 00: Vegetationsruhe: Winteraugen spitz bis rundbogenförmig, Knospenschuppen je nach Rebsorte mehr oder weniger geschlossen © K. Hanak, HBLAWO Klosterneuburg

Abb.16: Vegetationsruhe (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)



BBCH 07: Beginn des Knospenaufbruchs: grüne Triebspitzen werden sichtbar © K. Hanak, HBLAWO Klosterneuburg

Abb.17: Beginn des Knospenaufbruchs (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)

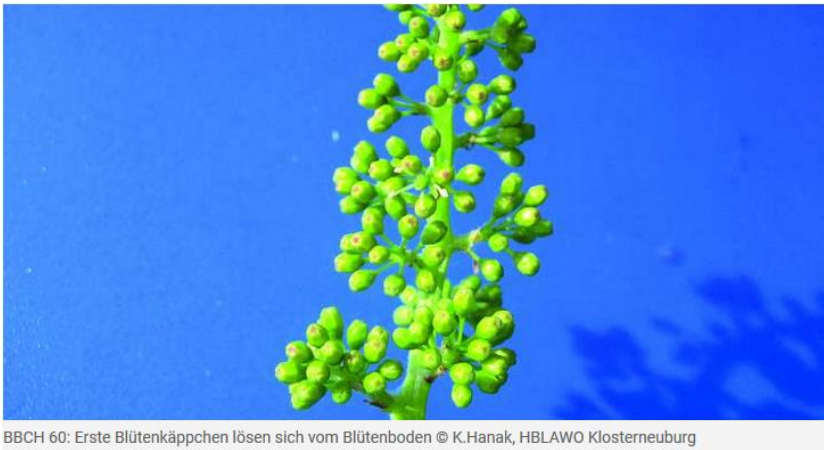
Maßgebend für den Austrieb ist die Bodentemperatur. Im Gegensatz zu anderen Pflanzen erfolgt dieser relativ spät. Ebenso beeinflussen Temperatur und Tageslänge den Austrieb der Knospen.

(BAUER ET AL., 2015)

### 3.2.2.2 Blüte

Zirka sechs bis acht Wochen nach dem Austrieb setzt in der Regel Anfang Juni, in Abhängigkeit der Witterung und Rebsorte, die Blüte ein (siehe Abbildung 18). Der Verlauf wird dabei in die Vor-, Voll- (siehe Abbildung 19) und Nachblüte eingeteilt. Warmes, trockenes Wetter lässt den Blütenvorgang am günstigsten verlaufen und ermöglicht eine gute Befruchtung. Ein früher Blühabschluss führt zu einer frühen Beerenentwicklung in den Sommermonaten, und bringt dadurch einen höheren Reifegrad der Trauben.

(BAUER ET AL., 2015)



BBCH 60: Erste Blütenköppchen lösen sich vom Blütenboden © K.Hanak, HBLAWO Klosterneuburg

Abb.18: Erste Blütenköppchen lösen sich (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)



BBCH 68: 80% der Blütenköppchen abgeworfen © K.Hanak, HBLAWO Klosterneuburg

Abb.19: 80% der Blütenköppchen abgeworfen (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)

### 3.2.2.3 Weichwerden der Beeren

Der Wachstumsverlauf der Beeren erfolgt in vier Phasen, wobei die vierte Phase, die eigentliche Reifephase – Weichwerden, siehe Abbildung 20, und Farbumschlag der Beeren – darstellt. Dabei steigt der Zuckergehalt rasch an und die Säure nimmt ab. In dieser Phase werden auch die Aromastoffe ausgebildet. Der Abschluss der Reifephase stellt die Lesereife, welche mithilfe der Reifeparameter festgestellt werden, dar (siehe Abbildung 21).

(BAUER ET AL., 2015)



BBCH 85: Weichwerden der Beeren © K.Hanak, HBLAWO Klosterneuburg

Abb.20: Weichwerden der Beeren am Beispiel einer Zweigeltraube (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)



Abb.21: Vollreife der Beeren (HBLAWO KLOSTERNEUBURG, 2015)

#### 3.2.2.4 Reifeparameter

Zur Bestimmung des optimalen Lesezeitpunktes werden sogenannte Reifeparameter erhoben. Dabei werden neben dem Zuckergehalt der Trauben, unter anderem auch pH-Wert, titrierbare Säure, Weinsäure und Äpfelsäure bestimmt. Veröffentlicht werden diese Parameter laufend zum Beispiel vom Bundesamt für Weinbau in Eisenstadt für die wichtigsten Weinbaugebiete in Österreich.

(BUNDESAMT FÜR WEINBAU IN EISENSTADT, 17.06.2019)



### 3.3 Phytosanitäre Parameter

#### 3.3.1 Lockerbeerigkeit

Unter der Lockerbeerigkeit versteht man, dass die einzelnen Beeren locker angeordnet sind, im Gegensatz zu dichtbeerigen Trauben, wo ein geringerer Abstand vorhanden ist. Durch das Auflockern der Trauben, die einen zu hohen Fruchtansatz und eine höhere Anzahl an Beeren haben, wird das Aufplatzen einzelner Beeren vermieden, und die Fäulnisgefahr reduziert. Die Traubenstruktur ist nach der Ausdünnung lockerer und nach einem Niederschlag können die Trauben besser und schneller abtrocknen. Dies führt auch dazu, dass der Fäulnisdruck geringer ist. Ein weiterer Vorteil der Lockerbeerigkeit ist, dass mehr Sonnenstrahlen zu den einzelnen Beeren gelangen kann. Durch die höhere Lockerbeerigkeit ist es möglich, die Trauben länger am Stock zu belassen und dadurch die Reife hinauszuzögern. Die Traubenqualität und Weinqualität erhöht sich dadurch enorm. (Abbildung 25)

(FRIEDRICH, 2018)

#### 3.3.2 Methode- Lockerbeerigkeit

Die Lockerbeerigkeit wurde an den Trauben mittels OIV- Deskriptoren beurteilt. Zur Beurteilung wurden die Ziffern 1,3,5,7 und 9 verwendet. 1 bedeutet sehr locker, 3 bedeutet Trauben liegen aneinander an und 9 bedeutet das die Beeren stark aneinander liegen.

#### 3.3.2 Phenole

Phenole existieren als aromatische Ringsysteme mit zumindest einer Hydroxyverbindung (-OH,alkoholische Gruppe). Sie sind Metaboliten in Pflanzen, „Tiere und Menschen können Phenole nicht synthetisieren, einzige Quelle ist die pflanzliche Nahrung. Phenole sind sehr vielfältig, in der Natur gibt es mindestens 8000 phenolische Verbindungen (ca. 3000 Flavonoide und ca. 5000 Nicht- Flavonoide). In der Natur kommen freie oder veretherte Phenole hauptsächlich in Blütenfarbstoffen (z.B. Anthocyane, Flavone) und Gerbstoffen (z.B. Catechine, Tannine) vor.“

(EDER R. UND WENDELIN S., 2002, NIKFARDJAM, 2008)

### 3.4 Methoden - Inhaltsstoffe der Reben

Kurz vor dem Ernten der Trauben am 5.9. 2019 wurden Beerenproben genommen. Es wurden pro Wiederholung 200 Beeren (fünf Varianten mit jeweils drei Wiederholungen) in ein Kunststoffgefäß gesammelt, anschließend mit dem Entsafter verarbeitet und in Messbecher gefüllt, siehe Abbildung 22: Um die restlichen Trubstoffe noch abzutrennen, wurde jede Probe zentrifugiert. Zur Analyse der Reifeparameter wurde eine FTIR-Analyse durchgeführt. Die erhaltenen Daten wurden mittels SPSS statistisch ausgewertet.



Abb.22: abgefüllte Behältnisse der verschiedenen Beerenproben

### 3.4.1 Beerenprobe

Die eigentliche „100“-Beerenprobe wurde hier verdoppelt, um ausreichend Probenmenge für die Analyse zu haben. Dabei werden 200 Beeren von verschiedenen Trauben, in den drei Reihen, an verschiedenen Stellen, bei unterschiedlichen Varianten entnommen, sowohl von der Schattenseite, als auch von der Sonnenseite. Die Beeren wurden in Kunststoffbehältnisse gefüllt und beschriftet (Abbildung 23).



Abb.23: eingesammelten Beerenproben in den Kunststoffbehältnissen

### 3.4.2 Entsafter

Nachdem die Beerenproben eingesammelt wurden, siehe Abbildung 24, wurden sie mittels Entsafter für die Reifemessung verarbeitet. Anschließend wurden die Proben ins Labor gebracht und analysiert. (Abbildung 25)



Abb.24: Entsafter vom Versuchswingut Agneshof



Abb.25: Filtration der Einzelnen Proben im Labor der Abteilung Chemie des BA Klosterneuburg

### 3.4.3 Zentrifuge

Durch die Zentrifugalkraft können in der Zentrifuge Gemische von Suspensionen, Emulsionen und Gasen getrennt werden. Es wurde die Megafuge 40R, Zentrifuge der Marke Thermo Scientific, verwendet. Um die Proben zu klären wurden sie zehn Minuten bei 4500 Umdrehungen pro Minute in der Zentrifuge belassen (Abbildung 26).



Abbildung 26: Zentrifuge der Abteilung Chemie des BA Klosterneuburg

### 3.4.4 FTIR

FTIR bedeutet Fourier-Transformation-Infrarot und ist die am häufigsten verwendete Methode der Infrarotspektroskopie. Wenn die Infrarotstrahlung durch eine Probe geht, wird ein Teil der Strahlung von der Probe absorbiert, während ein anderer Teil einfach hindurchgeht. Das dadurch entstehende Signal am Detektor dient zur Darstellung eines molekularen „Fingerabdrucks“ der Probe. Der Nutzen der Infrarot-Spektroskopie basiert darauf, dass unterschiedliche chemische Strukturen unterschiedliche spektrale Fingerabdrücke erzeugen.

Durch das Anwenden der FTIR-Technik in der Weinanalytik können nun zahlreiche Weininhaltsstoffe gleichzeitig und innerhalb kürzester Zeit analysiert werden. Desweiteren sind weder Lösungsmittel noch andere Chemikalien notwendig, wodurch zusätzliche Entsorgungskosten minimiert werden (Abbildung 27).

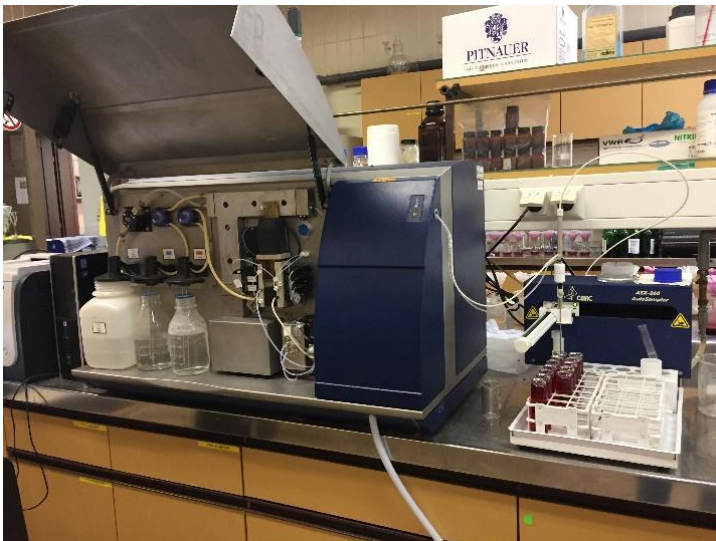


Abb. 27: FTIR der Abteilung Chemie des BA Klosterneuburg

### 3.4.5 Gesamtphenolbestimmung mittels Folin- Ciocalteu- Reagenz

Das Prinzip dieser Analysenmethode ist die Reduktion phenolischer Substanzen durch die im Folin- Ciocalteu- Reagenz enthaltenen Phosphowolframsäure und Phosphomolybdänsäure. Die Angabe wird als Kaffesäure verwendet.

### 3.4.7 Analysieren der Mineralstoffe

Gesamtstickstoff und Kalium wurden mittels FTIR bestimmt (Abbildung 27).

## 3.5 Pilzbefall

### 3.5.1 Pilzbonitur

Kurz vor der Ernte wurde am 5. September 2019 eine Pilzbonitur durchgeführt. Als Vorlage zur Bewertung des Pilzbefalles wurden die OIV Deskriptoren für *Plasmopara viticola* und *Botrytis cinerea* am Blatt und an der Traube der OIV Merkmalsliste für Rebsorten und Vitis-Arten verwendet. Bei der Bewertung wurden nur vereinzelt Peronospora und *Botrytis* festgestellt.

Zur Bewertung des Peronospora Befalls an der Traube wurde von jeder Wiederholung im Weingarten, was bei fünf Varianten mit je drei Wiederholungen insgesamt 15 Parzellen entspricht, fünf Rebstöcke bewertet. Die Bewertung erfolgte kurz vor der Ernte am 5. September 2019. Jede Traube der verschiedenen Stöcke wurde mit den Ziffern 1, 3, 5, 7 und 9 bewertet. Wobei „1“ keinen Symptomen, „3“ punktförmige bis wenige bedeutet. Es wurden keine befallenen Trauben entdeckt.

Der Befall mit *B. cinerea* wurde analog zum *Plasmopara*-Befall bonitiert. „1“ entspricht sehr geringem Befall bis gar keinen Befall, „3“ einem geringen Befall mit nur einigen welken oder faulen Beeren (Abbildung 28) und „5“ einem großen Anteil an welker oder fauler Beeren. „7“ bedeutet einen hohen Befall, wobei der Großteil der Trauben gefault sind und „9“ einen sehr hohen Befall mit gewelkten oder gefaulten Beeren an der sämtlichen Traube.



Abb. 28: *B. cinerea* an der Traube – Bewertung 3

Die Ergebnisse der Berechnungen der Bonitur wurden mit SPSS statistisch ausgewertet.

### 3.6 Messungen des Einzelbeerengewichts

Zur Messung des Einzelbeerengewichts wurden 200 Beeren aus den verschiedenen Parzellen, jeweils 200 Beeren pro Variante pro Wiederholung gesammelt und verwendet. Die Beeren wurden danach in Kunststoffbehältnissen abgewogen und die Ergebnisse ausgewertet.

## 3.7 Statistische Auswertung

### 3.7.1 Mehrfaktorielle Varianzanalyse

Die Varianzanalyse wird auch ANOVA genannt. Die mehrfaktorielle Varianzanalyse testet, ob sich die Mittelwerte mehrerer unabhängiger Stichproben, welche durch mehrere unabhängige Variablen definiert werden, unterscheiden. Die Gesamtvarianz setzt sich aus der "Varianz innerhalb der Gruppen" und der "Varianz zwischen den Gruppen" zusammen. Im Zuge einer Varianzanalyse wird die Varianz zwischen den Gruppen mit der Varianz innerhalb der Gruppen verglichen.

### 3.7.2 Tukey- B Test

Der Tukey-B Test wird verwendet, wenn mittels einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse ein signifikanter Unterschied festgestellt wurde. Mit dieser Methode kann durch gruppenweise Vergleiche festgestellt werden, welche Mittelwerte sich signifikant voneinander unterscheiden und welche Gruppen nicht signifikant unterschieden werden können.

### 3.7.3 Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)

Mithilfe des Programms SPSS Version 22.0 erfolgte die statistische Auswertung. Es wurden Diagramme erstellt, um die Ergebnisse grafisch darzustellen. Weiters prüfte man die Ergebnisse auf ihre Signifikanz. Die Prüfung auf signifikante Unterschiede passierte mit dem Kruskal- Wallis-Test.

### 3.7.4 Mann-Whitney-U-Test

Der Mann-Whitney-U-Test, oder auch Wilcoxon-Mann-Whitney-Test genannt, ist ein Homogenitätstest. Damit kann man die Signifikanz zweier Gruppen, die zur selben Grundgesamtheit gehören, überprüfen.



### 3.7.5 Kruskal-Wallis-Test

Der Kruskal-Wallis-Test dient zur Überprüfung, ob zwei oder auch mehrere Stichproben in Hinsicht auf die Rangordnung einer gemeinsamen Population angehören. Wenn es zu einer Nullhypothese kommt, heißt das, dass es zwischen den Proben keine Unterschiede gibt. Wird die Nullhypothese abgelehnt, besteht ein Unterschied.

#### 4. Ergebnisse

Tab. 1: ANOVA, mehrfraktorielle Varianzanalyse zur Prüfung auf Signifikanz

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F
BBCHAustrieb	Zwischen Gruppen	16,163	4	4,041	2,503
	Innerhalb der Gruppen	112,998	70	1,614	
	Gesamtsumme	129,162	74		
BBCHBlüte	Zwischen Gruppen	38,656	4	9,664	,018
	Innerhalb der Gruppen	37422,401	70	534,806	
	Gesamtsumme	37461,057	74		
BBCHWEichwerden	Zwischen Gruppen	3,636	4	,909	,594
	Innerhalb der Gruppen	107,178	70	1,531	
	Gesamtsumme	110,814	74		
KMW	Zwischen Gruppen	2,149	4	,537	,222
	Innerhalb der Gruppen	24,200	10	2,420	
	Gesamtsumme	26,349	14		
Saeure	Zwischen Gruppen	,809	4	,202	1,032
	Innerhalb der Gruppen	1,960	10	,196	
	Gesamtsumme	2,769	14		
pH	Zwischen Gruppen	,007	4	,002	1,500
	Innerhalb der Gruppen	,012	10	,001	
	Gesamtsumme	,019	14		
Phenole	Zwischen Gruppen	,001	4	,000	,543
	Innerhalb der Gruppen	,002	10	,000	
	Gesamtsumme	,003	14		
N	Zwischen Gruppen	2576,933	4	644,233	,218
	Innerhalb der Gruppen	29560,000	10	2956,000	
	Gesamtsumme	32136,933	14		

Mittels mehrfraktionelle Varianzanalyse (Tabelle 1) wurde geprüft ob zwischen den Varianten eine Signifikanz besteht. Dies trifft zu, wenn der Signifikanzwert unter 0,05 liegt. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, liegt bei den Untersuchungsparametern BBCH Austrieb, BBCH Weichwerden der Beeren, KMW, Säure, pH-Wert, Phenole und N kein signifikanter Unterschied vor. Einzig bei dem Parameter BBCH Blüte konnte die Signifikanzgrenze unterschritten werden.

## 4.1 Entwicklungsstadien der einzelnen Tage

### 4.1.1 Austrieb

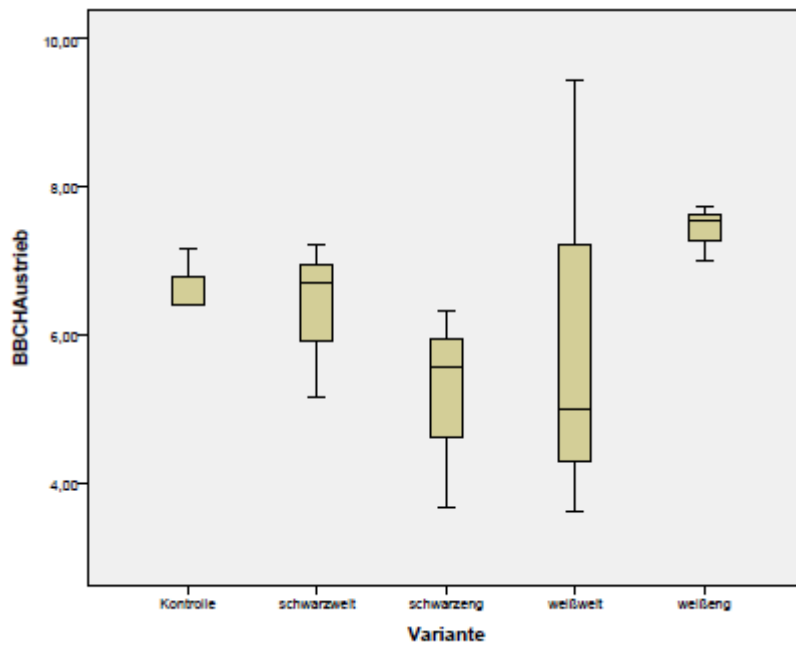


Abb. 29: Austrieb der verschiedenen Varianten am 08.04.2019

Die Abbildung 29 beschreibt den Austrieb der verschiedenen Varianten, es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Im Boxplot ist erkennbar, dass das weiße- engmaschige Netz eine weitere Streuung aufweist, als die anderen Varianten.

#### 4.1.2 Blüte

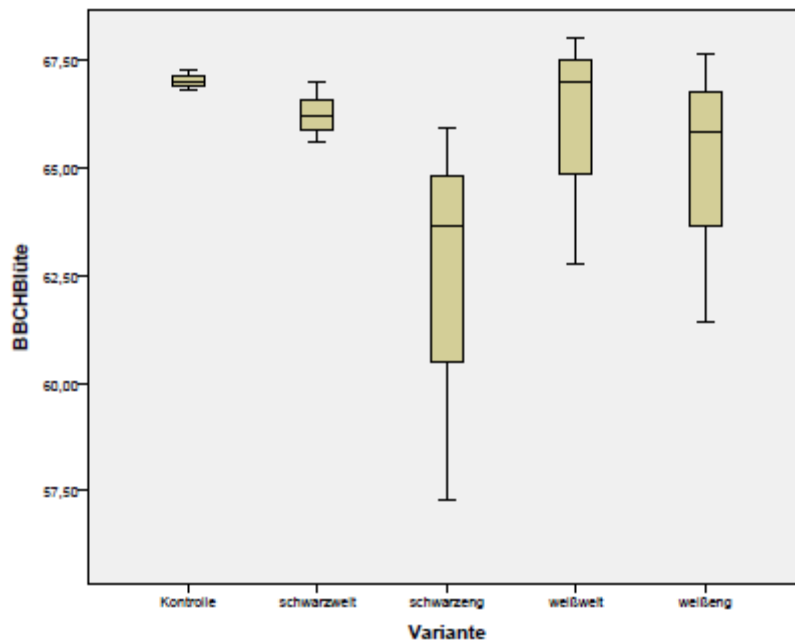


Abb. 30: Zeitpunkt der Blüte der verschiedenen Varianten am 12.06.2019

Die Abbildung 30 zeigt das Entwicklungsstadium der einzelnen Varianten am 12.06.2019. Obwohl ein Unterschied erkennbar ist, wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Die Werte von der Kontrollvariante und dem schwarzenweitmaschigen Netz sind im physiologischen Stadium schon etwas weiter als im Gegensatz zum schwarzen- engmaschigen Netz elf, wo die Streuung der Werte sehr weit auseinander geht.

#### 4.1.3 Weichwerden der Beeren

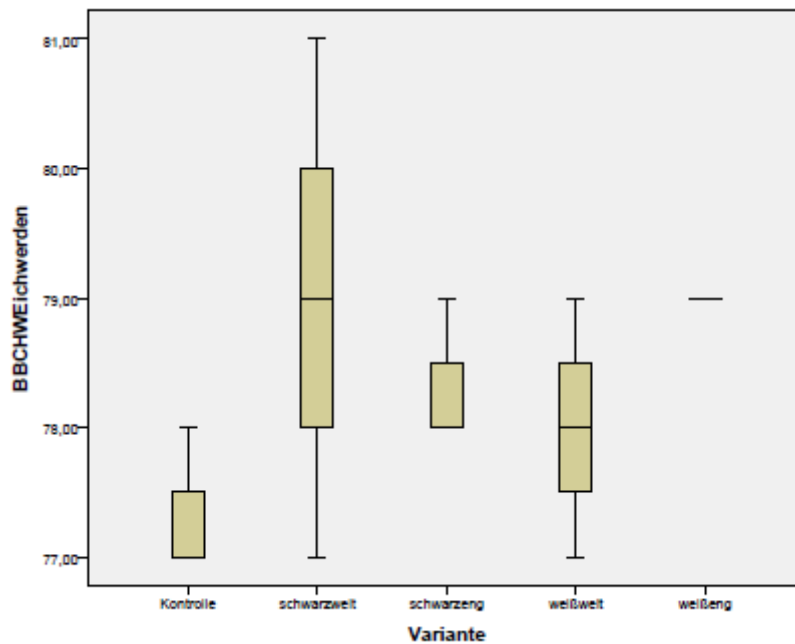


Abb. 31: Zeitpunkt des Weichwerdens der Beeren der verschiedenen Varianten am 02.08.2019

Die Abbildung 31 zeigt das Entwicklungsstadium des Weichwerdens der Beeren der einzelnen Varianten am 02.08.2019. Obwohl ein Unterschied erkennbar ist, wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Bei der Kontrollvariante sind die Trauben noch am wenigsten weit entwickelt. Die Trauben unter dem schwarzenengmaschigen Netz sind hingegen am weitesten entwickelt.

## 4.2 Inhaltsstoffe der Rebe

### 4.2.1 Zuckergehalt

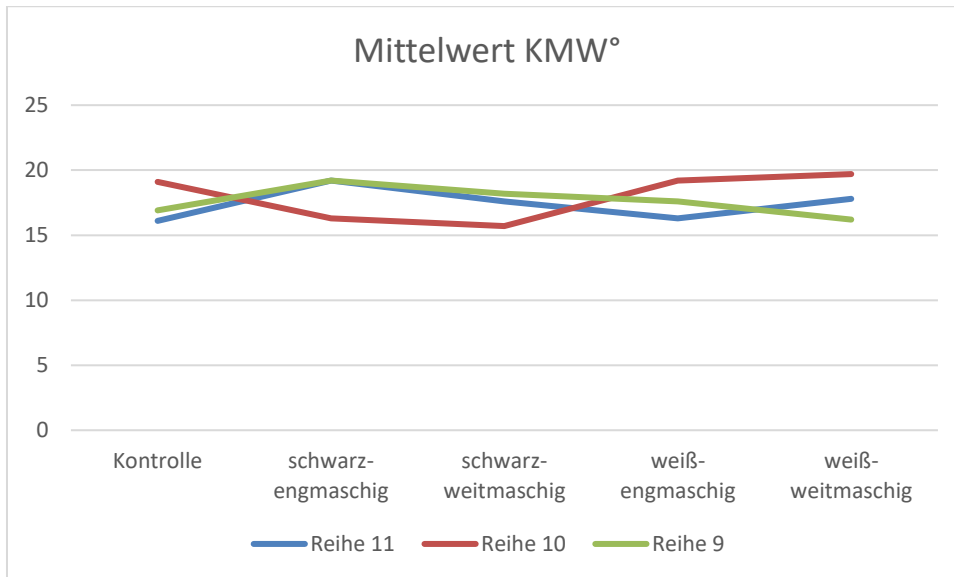


Abb. 32: durchschnittlicher Zuckergehalt der verschiedenen Varianten

In Abbildung 32 ist der Reifeverlauf erkennbar. Es werden die verschiedenen Netze und die Kontrollvariante miteinander verglichen. Die Zuckergradationen waren bei allen Wiederholungen weitgehend gleich. Die Reihe neun weicht ein wenig von den anderen beiden Reihen ab. Es konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

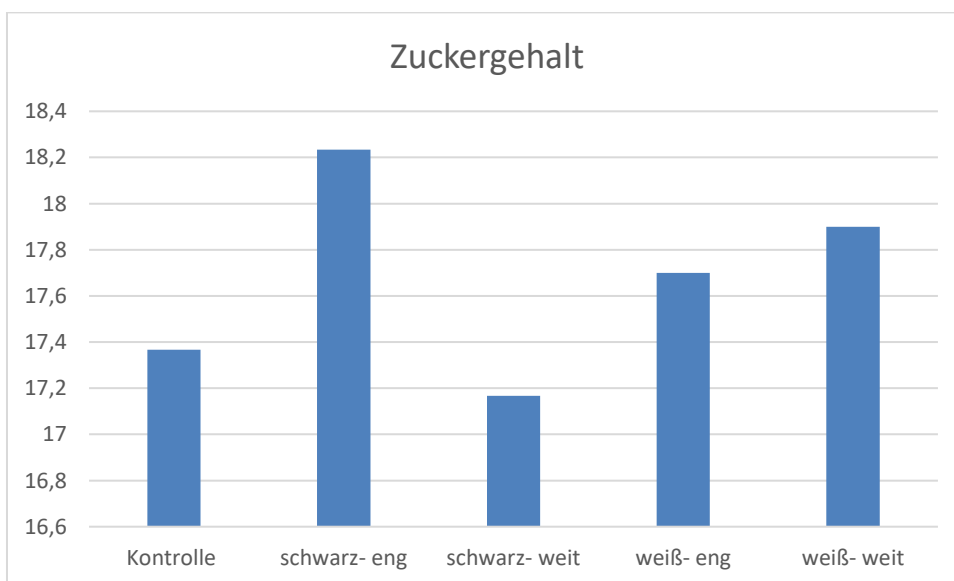


Abb.33: durchschnittlicher Zuckergehalt der verschiedenen Varianten

In Abbildung 33 sind die durchschnittlichen Zuckergehalte der verschiedenen Varianten dargestellt. Der Zuckergehalt bei der Variante mit dem schwarzen- engmaschigen Netz ist deutlich geringer als bei den anderen Netzvarianten. Die Kontrollvariante hat auch einen geringeren Zuckergehalt. Der Zuckergehalt bei der Variante des schwarzen- engmaschigen Netzes ist am höchsten.

#### 4.2.2 Säure

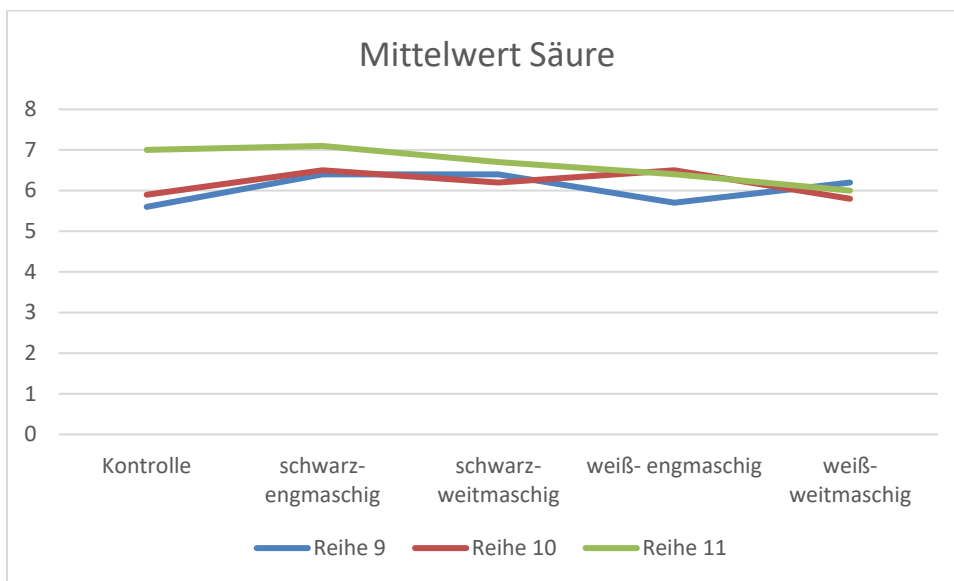


Abb. 34: durchschnittlicher Säurewert der verschiedenen Varianten

Die Abbildung 34 zeigt die durchschnittlichen Säurewerte der verschiedenen Varianten. Die Trauben hatten im Durchschnitt einen sehr gleichmäßigen Säuregehalt. Die Kontrollvariante in der Reihe neun ist ein wenig höher als bei den anderen beiden Reihen. Auffallend ist, dass in allen drei Reihen bei der Variante weißes- weitmaschiges Netz die Werte fast ident sind.

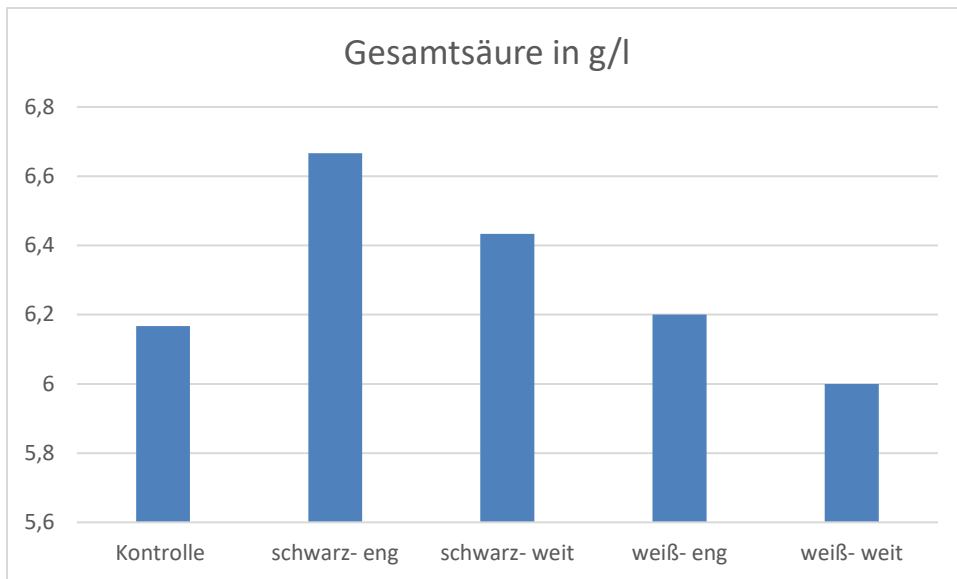


Abb.35: durchschnittlichen Gesamtsäurewerte in g/l

In Abbildung 35 sind die durchschnittlichen Gesamtsäurewerte dargestellt. Die Variante mit dem schwarzen- engmaschigen Netz weist den höchsten Säuregehalt auf. Die Kontrollvariante und die Variante mit dem weißen- weitmaschigen Netz weisen hingegen niedrigere Säurewerte auf.



### 4.2.3 pH- Wert

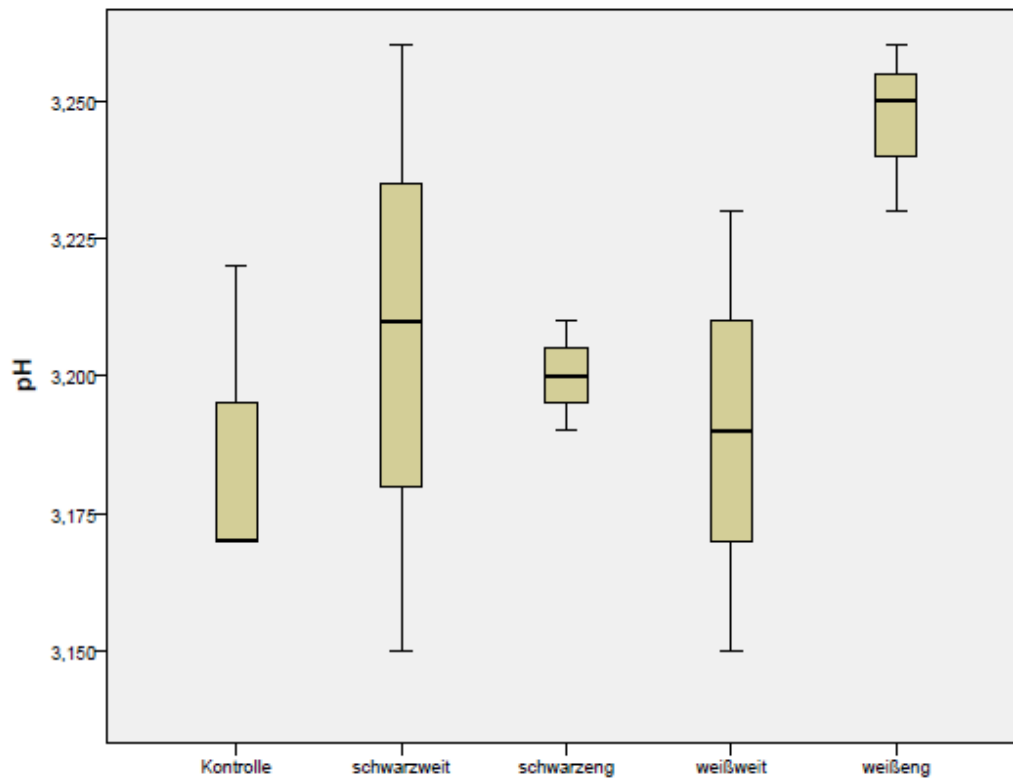


Abb. 36: pH- Wert der verschiedenen Varianten

In der Abbildung 36 ist der pH- Wert dargestellt. Es ist eine sehr große Streuung der Werte erkennbar, ein signifikanter Unterschied ist jedoch nicht erkennbar. Die Werte der weißen- engmaschigen Netze streuen sich nicht so weit, wie die Werte des schwarzen- weitmaschigen Netzes.

#### 4.2.4 Stickstoffgehalt der Traube

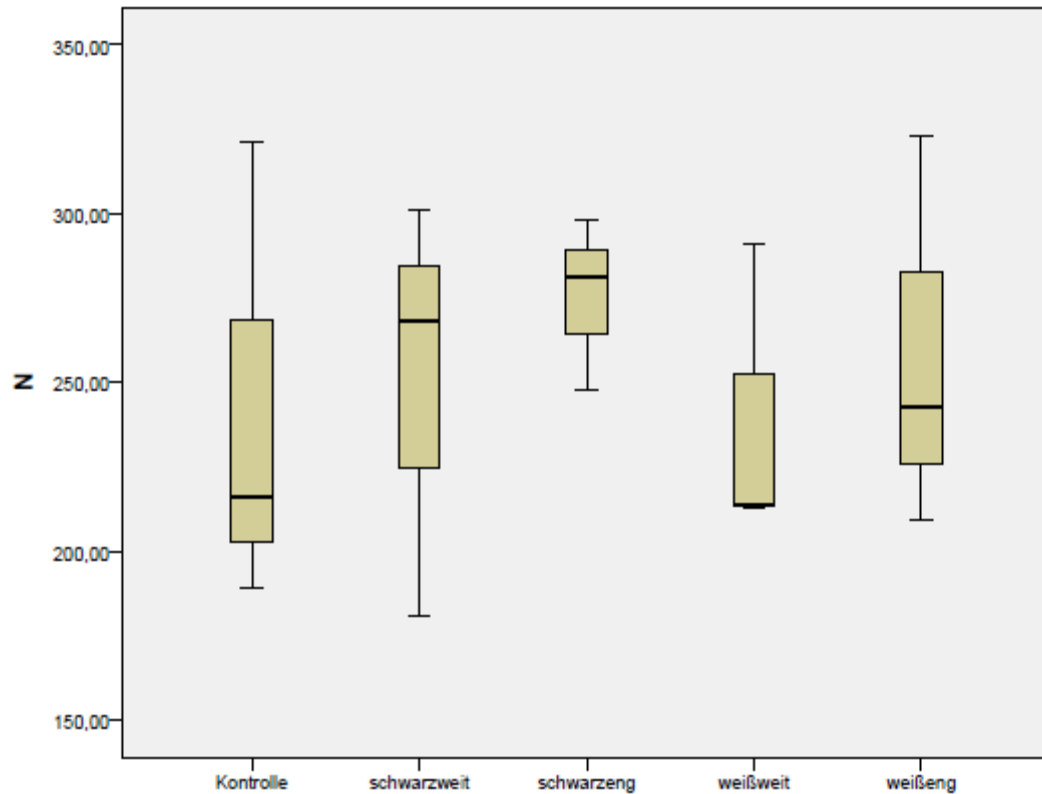


Abb. 37: durchschnittlicher Stickstoffgehalt der verschiedenen Varianten

Die Stickstoffwerte, siehe Abbildungen 37, sind in einem Boxplot dargestellt. Es ist kein signifikanter Unterschied zu erkennen. Die Streuung der einzelnen Werte im Durchschnitt ist groß. Die Stickstoffwerte bei allen Netzvariationen sind tendenziell höher als bei der Kontrollvariante.

#### 4.2.5 Kaliumgehalt in der Traube

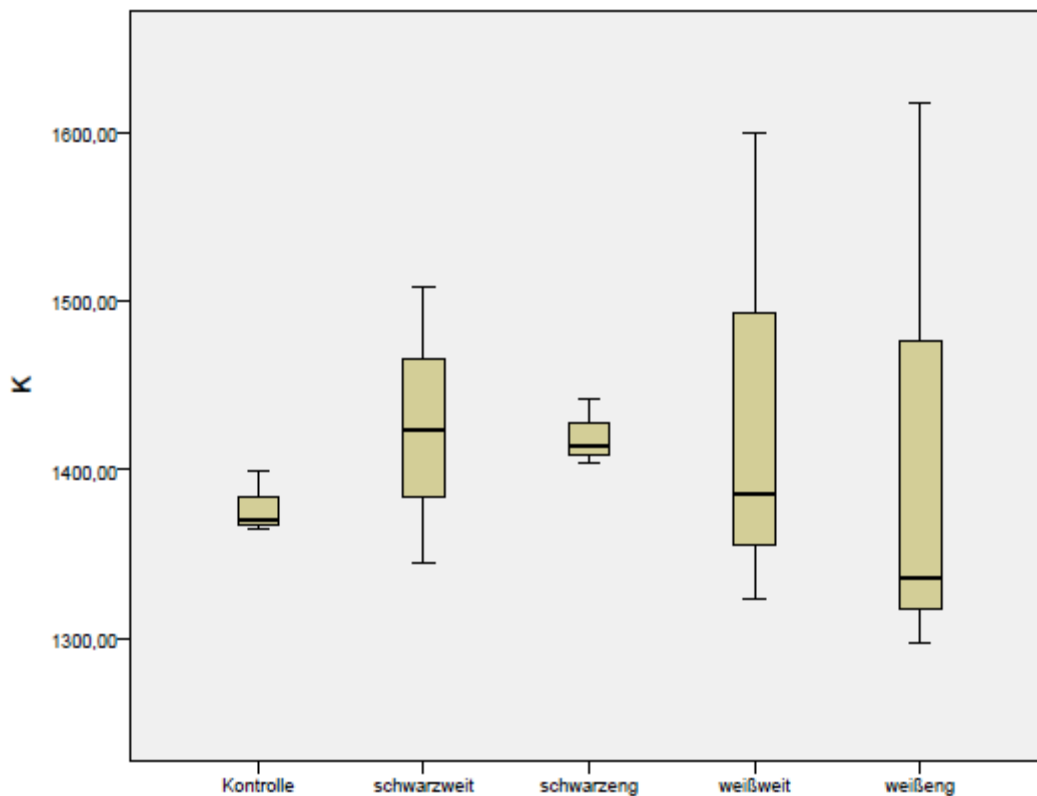


Abb.38: durchschnittliche Kaliumwerte der verschiedenen Varianten

In Abbildung 38 werden die durchschnittlichen Kaliumwerte der verschiedenen Varianten in einem Boxplot dargestellt. Die Werte bei der Kontrollvariante und bei dem schwarzen- engmaschigen Netz haben weniger Streuung, als bei den anderen drei Varianten. Die Kaliumwerte unter den weißen Netzen sind tendenziell höher als bei den schwarzen Netzen und der Kontrollvariante.

#### 4.2.6 Phenole

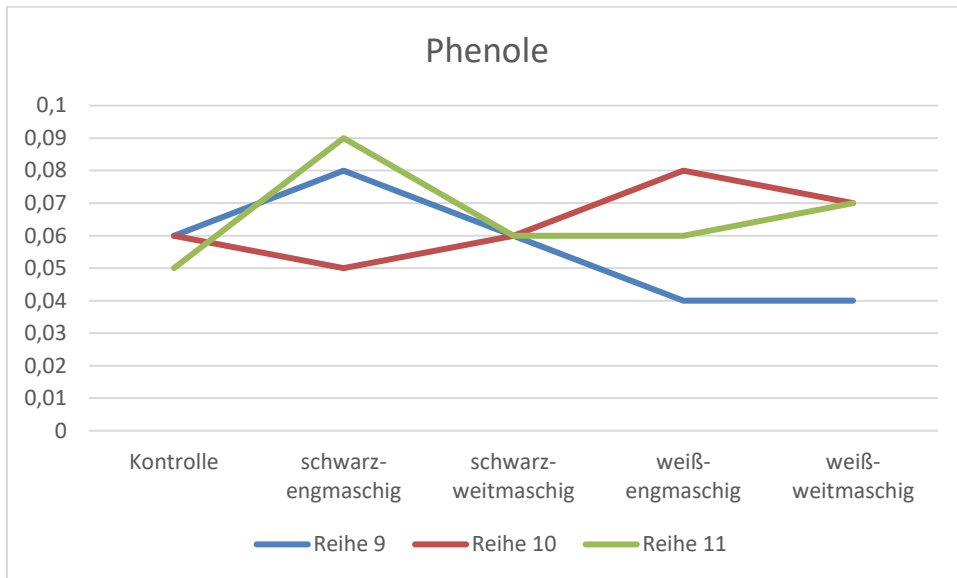


Abb. 39: durchschnittliche Phenolwerte der verschiedenen Varianten

In Abbildung 39 sind die durchschnittlichen Phenolwerte abgebildet. Es ist kein signifikanter Unterschied erkennbar. Die Phenolwerte liegen sehr dicht beieinander. In Reihe 9 sind die Phenolwerte bei den weißen Netzen geringer. Bei den schwarzen Netzen ist kein Wert besonders auffallend.

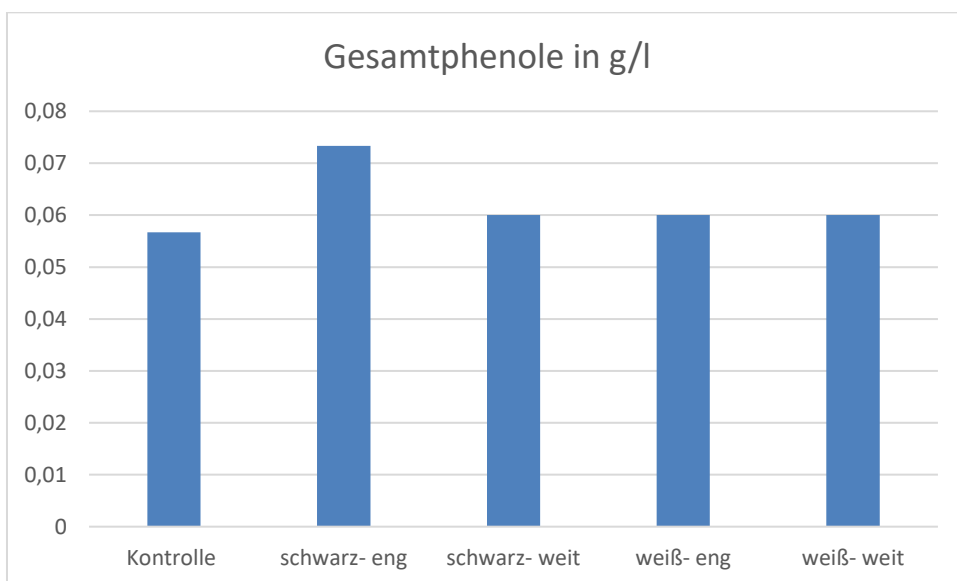


Abb. 40: durchschnittliche Gesamtphenole in g/l

In Abbildung 40 sind die durchschnittlichen Gesamtphenole dargestellt. Es ist kein großer Unterschied erkennbar. Die Variante des schwarzen- engmaschigen Netzes

weist den höchsten Gesamtphenolgehalt auf. Alle anderen Varianten liegen mit den Wert gleich auf, außer die Kontrollvariante. Diese weist einen etwas niederen Gehalt an Gesamtphenole auf.

#### 4.3 Einzelbeerengewicht

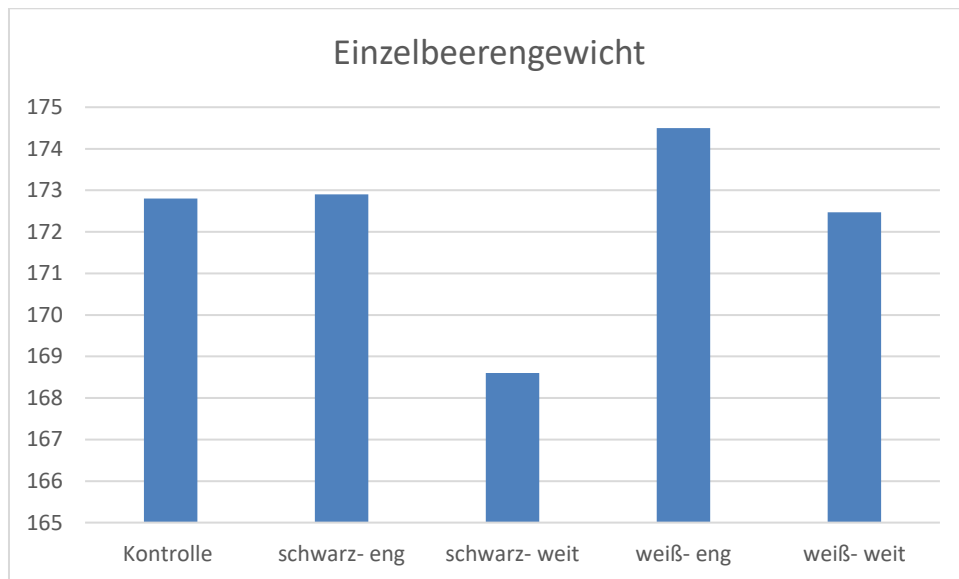


Abb. 41: Darstellung des Einzelbeerengewichts der verschiedenen Varianten in allen drei Reihen

In Abbildung 41 sind die Einzelbeerengewichte dargestellt. Die Variante des schwarzen- weitmaschigen Netzes weist ein deutlich geringeres Einzelbeerengewicht auf, als die anderen vier Varianten. Das höchste Einzelbeerengewicht zeigen die Werte des weißen- engmaschigen Netzes.

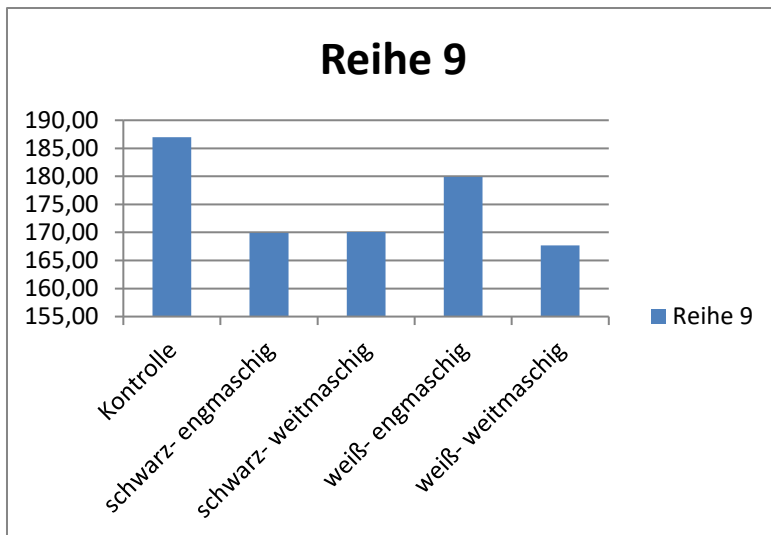


Abb. 42: durchschnittliches Einzelbeerengewicht in der Reihe 9

In Abbildung 42 ist das durchschnittliche Einzelbeerengewicht der unterschiedlichen Varianten von Reihe 9 dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Beeren der Kontrollvariante ein höheres Einzelbeerengewicht aufweisen, als bei den Varianten mit Netz. Die Varianten mit dem schwarzen Netz weisen dasselbe Gewicht auf und bei den weißen Varianten ist das Einzelbeerengewicht bei dem engmaschigen Netz höher als bei dem weitmaschigen Netz.

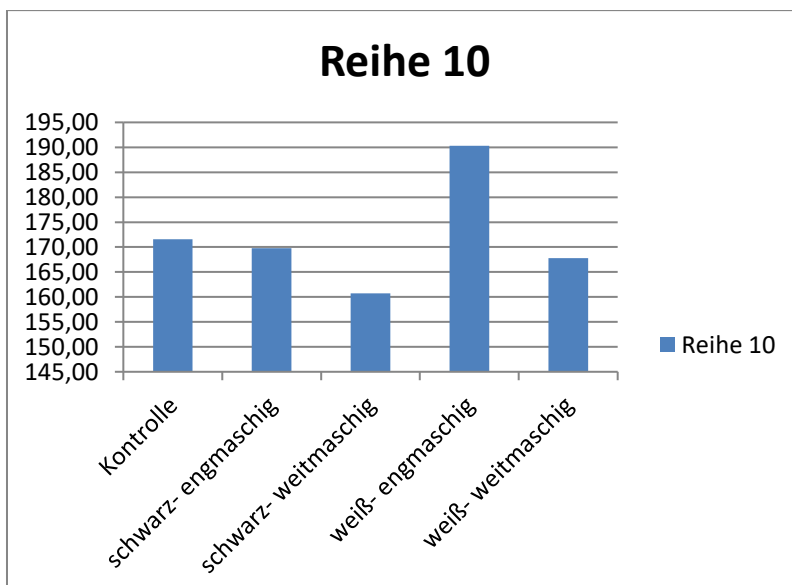


Abb. 43: durchschnittliches Einzelbeerengewicht in der Reihe 10

Bei der Darstellung des durchschnittlichen Einzelbeerengewichts in der Reihe 10 ist das Gewicht der Beeren bei dem weißen- engmaschigen Netz mit Abstand am

höchsten, siehe Abbildung 43. Am niedrigsten ist das durchschnittliche Einzelbeergewicht bei der Variante des schwarzen- weitmaschigen Netzes.

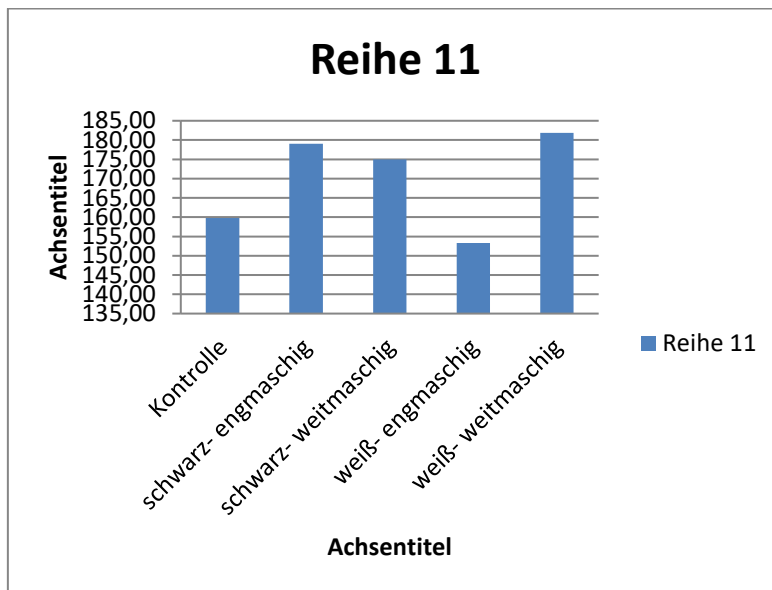


Abb. 44: durchschnittliches Einzelbeergewicht in der Reihe 11

In der Reihe 11 sind die durchschnittlichen Einzelbeergewichte bei der Variante des schwarzen- engmaschigen und weißen- engmaschigen am höchsten, siehe Abbildung 44. Das niedrigste Einzelbeergewicht weist die Variante des weißen- engmaschigen Netzes auf.

Die Werte der unterschiedlichen Reihen sind konträr.

#### 4.4 Lockerbeerrigkeit

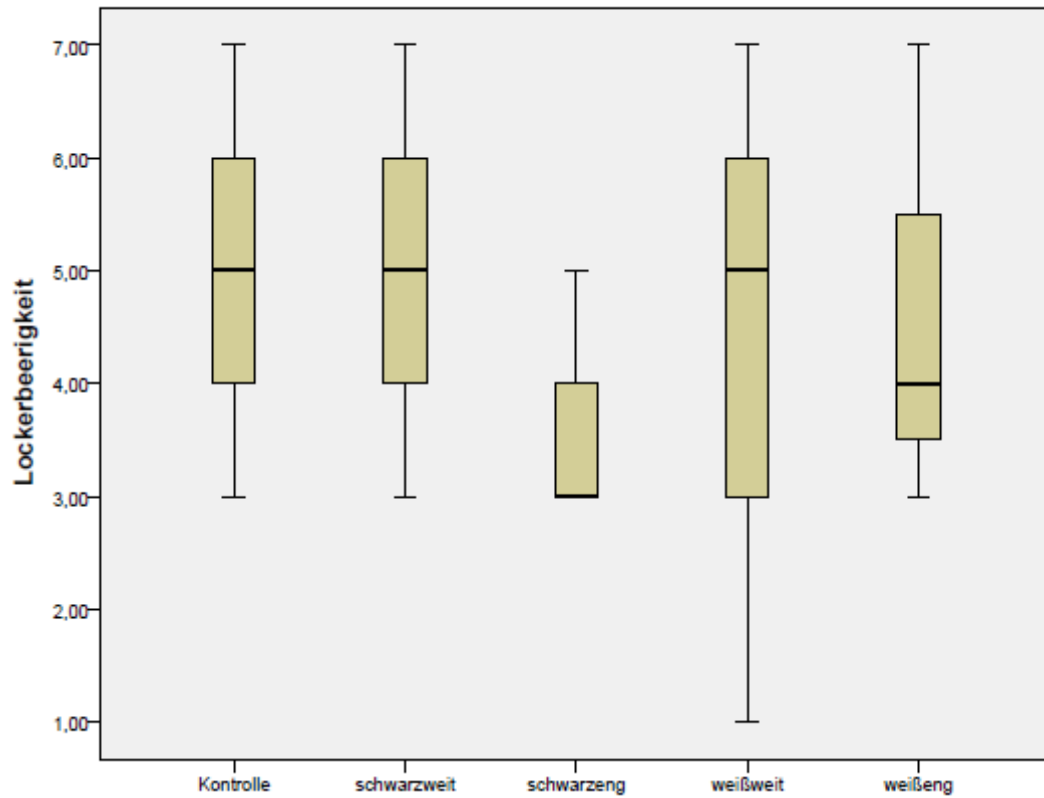


Abb. 45: Lockerbeerrigkeit der verschiedenen Varianten

In Abbildung 45 ist kein signifikanter Unterschied erkennbar. Die Werte haben eine sehr große Streuung.



#### 4.5 Botrytis

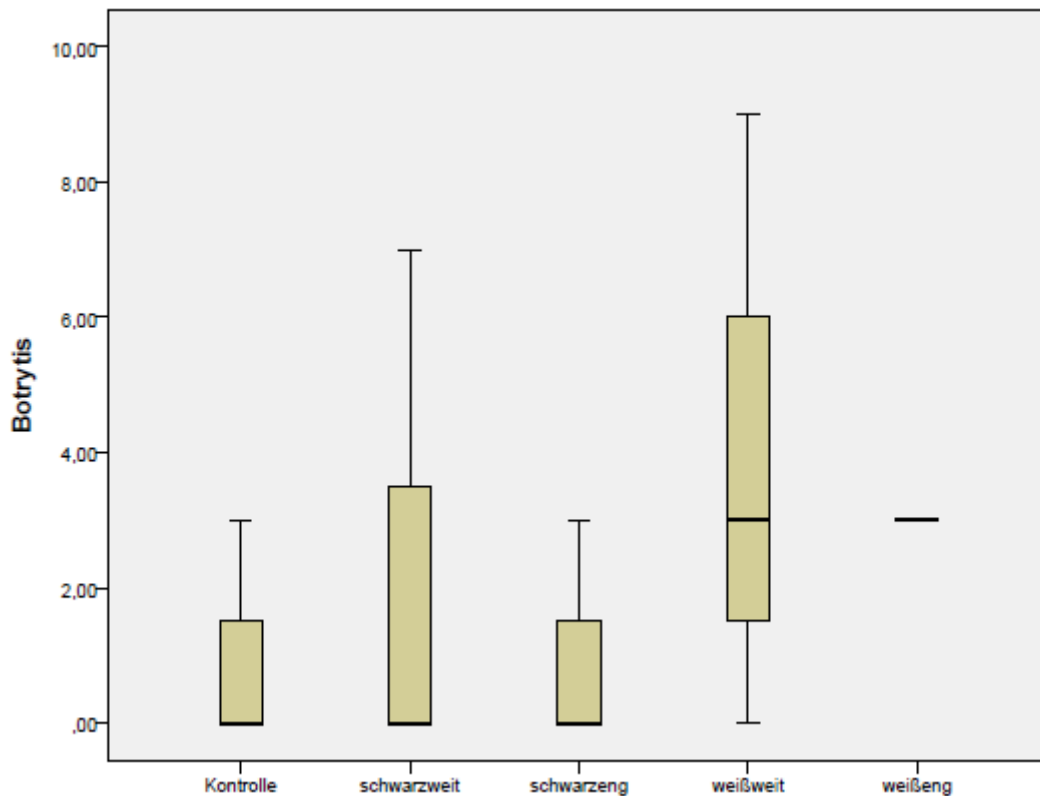


Abb. 46: Pilzbefall der verschiedenen Varianten

In Abbildung 46 ist der *Botrytis*befall in einem Boxplot dargestellt. Festzustellen ist, dass ein sehr geringer Befall besteht. Zwischen den verschiedenen Varianten ist kein signifikanter Unterschied feststellbar. Es ist jedoch erkennbar, dass beim weißen-weitmaschigen Netz eine weitere Streuung vorliegt.

#### 4.6 *Peronospora*

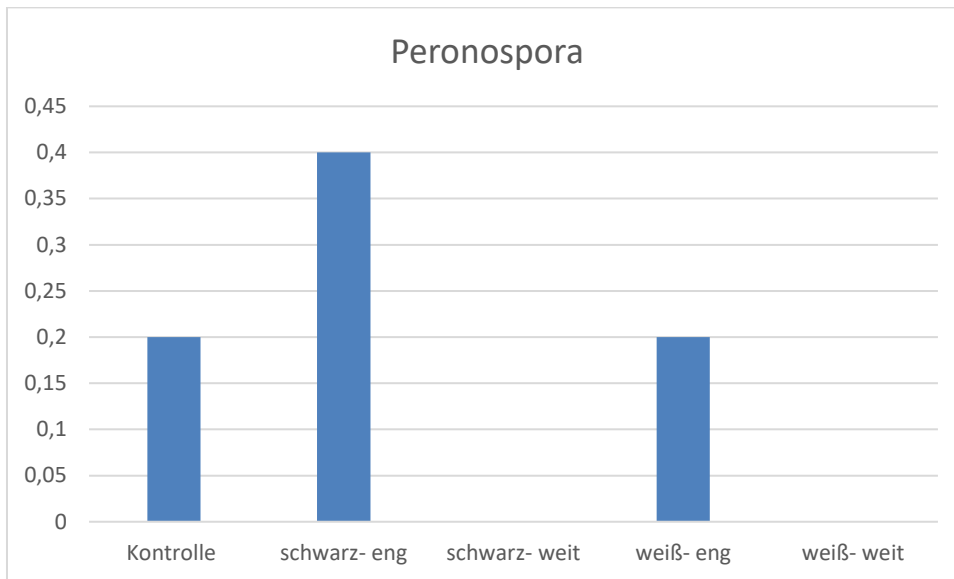


Abb.47: *Peronospora* Befall der verschiedenen Varianten

In diesem Balkendiagramm, Abbildung 47, wird die Befallstärke von *Peronospora* dargestellt. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Befallstärke war sehr gering. Es ist erkennbar, dass unter dem schwarzen-engmaschigen Netz die meisten Trauben befallen waren. Unter dem schwarzen-weitmaschigen Netz und unter dem weißen- weitmaschigen Netz konnte kein Befall festgestellt werden.

## 5. Diskussion

### 5.1 Veränderung der Entwicklungsstadien

Wie schon in den Ergebnissen beschrieben, konnte nur bei den Entwicklungsstadien der Blüte zwischen weißen- engen Netz und schwarzen- engen Netz ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. In dieser Diplomarbeit konnte sonst zwischen den verschiedenen Netzen keine großen Unterschiede festgestellt werden. Jedoch haben wir in den verschiedenen Reihen Entwicklungsunterschiede festgestellt. Bei der Blüte ist Reihe 11 im Durchschnitt weiter in der Entwicklung, als die anderen beiden Reihen. Keine Unterschiede wurden beim Austrieb und beim Weichwerden der Beeren festgestellt. Die Trauben verfärbten sich sehr regelmäßig und alle Trauben waren im Durchschnitt sehr ähnlich in der Dichtbeerigkeit.

Das Einzelbeerengewicht war bei der Variante schwarz- weitmaschig mit Abstand am geringsten. In der Arbeit von Schroffenegger, 2016, wies ebenfalls das Einzelbeerengewicht bei der Variante des schwarzen Netzes den niedrigsten Wert auf.

(SCHROFFENEGGER, 2016)

### 5.2 Veränderung der Inhaltsstoffe

Es konnte bei keinem Parameter ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei den Ergebnissen konnte man entnehmen, dass der Stickstoffgehalt bei allen Netzvarianten tendenziell höher ist als bei der Kontrollvariante. Zu diesem Ergebnis kam auch Ledinegg et al, 2019, in ihrer Diplomarbeit Der Wert bei der Kontrollvariante war signifikant niedriger als bei den anderen Varianten.

(LEDINEGG ET AL, 2019)

Der Säuregehalt wies ebenso, wie in der Arbeit Ledinegg et al, 2019, einen tendenziell höheren Säuregehalt bei der Variante schwarz- engmaschig auf. Diese Unterschiede konnten bei den Untersuchungen jedoch nicht bestätigt werden.

Bei den Zuckerwerten, Phenolen, Kalium und dem pH- Wert konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

### 5.3 Veränderungen bei den Pilzkrankheiten

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Netzen bezüglich *Botrytis* und *Peronospora* festgestellt werden. Der Befall der Pilzkrankheiten war sehr gering.

Der Befall von *Peronospora* war beim schwarzen- engmaschigen Netz am deutlichsten erkennbar, im Gegensatz zu den Ergebnissen von Ledinegg et al., wo das dichtmaschige Netz am besten abschnitt.

(LEDINEGG ET AL, 2019)

Bei den beiden weitmaschigen Netzen, sowohl bei weiß als auch bei schwarz konnte kein *Peronosporabefall* festgestellt werden. Dies könnte eventuell auf die weiten Maschen zurückzuführen sein, sodass nach einem Niederschlag das Laub und die Trauben schnell wieder trocknen.

## 6. Zusammenfassung

Wetterextreme, wie zum Beispiel Hagel, werden aufgrund des Klimawandels immer häufiger. Die Nachfrage nach guten und stabilen Hagelschutznetzen steigt darum stetig. Hagelschutznetze sind wichtige Bestandteile jedes Winzerbetriebs und werden es auch in Zukunft sein. Sie geben den Trauben mehr Schutz und sorgen dafür, dass auch weiterhin qualitativ hochwertige Ernten in den Keller kommen. Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit den Unterschieden von vier in Farbe und Maschenweite unterschiedlichen Hagelnetzen. Untersucht wurden die Zeitpunkte des Austriebes und der Blüte, sowie des Weichwerdens der Beeren. Außerdem wurden die Parameter Inhaltsstoffe, Lockerbeerigkeit, Einzelbeerengewicht, sowie Befall mit *Botrytis* und *Peronospora* miteinbezogen. Die Proben wurden im Labor analysiert.

Als Versuchsfläche standen drei Reihen eines 1,5 Hektar großen mit Roter Veltliner Trauben bepflanzten Weingartens zur Verfügung. Im Laufe des Frühjahres und Sommers 2019 wurden zu mehreren Zeitpunkten Proben genommen, und die Entwicklungsstadien der Weinstöcke dokumentiert.

Bei den Inhaltsstoffen, der Lockerbeerigkeit, *Botrytis*, *Peronospora*, Zeitpunkt der Blüte und Zeitpunkt des Weichwerdens der Trauben konnten keine signifikanten Unterschiede aufgrund der verschiedenen Hagelschutznetze festgestellt werden. Der Gesamtstickstoffgehalt wies bei der Kontrollvariante einen niedrigeren Wert auf als bei den Varianten mit Netz. Zum Zeitpunkt der Blüte wurde die Signifikanzgrenze unterschritten.

Bei *Botrytis* und *Peronospora* konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, der Befall durch diese Pilzkrankheiten war sehr gering.

In dieser Diplomarbeit konnte anhand aller untersuchten Parameter kein Unterschied bei der Wirksamkeit der verschiedenen Hagelschutznetze festgestellt werden.

## 7. Summary

Weather extremes, such as hail, have happened more often due to climate change. The demand for good and stable hail protection nets is therefore constantly increasing. Hail protection nets have been and will be important components of every wine farm. They provide protection for the grapes and ensure that high-quality grapes are harvested. This thesis deals with the differences of four hail nets that vary in colour and mesh size. The time of sprouting, blossoming and softening of the berries was examined, as well as the parameters ingredients, looseness, weight of individual berries, *botrytis* and *peronospora*. The samples were analyzed in the laboratory. Three rows of a 1.5 hectare vineyard planted with Roter Veltliner grapes were available as trial areas. In the course of spring and summer 2019, samples were taken at several points in time and the stages of grape development were documented. No significant differences between the different hail nets were found with regard to ingredients, looseness, *botrytis*, *peronospora*, the time of flowering and in the time of softening of the grapes. The value of total nitrogen was lower in the control variant without any hail net than in the net variant. At the time of flowering, the value was below significance threshold. No significant differences could be found regarding *botrytis* and *peronospora*, the infestation of these fungal diseases was very low. In this diploma thesis, no difference could be found in the effectiveness of the different hail protection nets on the basis of all examined parameters.

## 8 Literaturverzeichnis

- 2000-2019: BBCH-Code, <https://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/122700>, (17.06.2019)
- 2019: Glossar Wein-plus(<https://glossar.wein-plus.eu/schuetterbeerig>, (18.06.2019)
- 2019: Glossar Wein-plus, <https://glossar.wein-plus.eu/austrieb>, (17.06.2019)
- 2019: IKonline, <https://ooe.lko.at/austrieb+2500+2734076>, (17.06.2019)
- 2019: IKonline, <https://ooe.lko.at/fruchtreife+2500+2734071>, (17.06.2019)
- 2019: Bundesamt für Weinbau in Eisenstadt, <http://www.bawb.bmlfuw.gv.at/index.php/standorte/eisenstadt.html>, (17.06.2019)
- 2019: Weingartenabdeckung, [https://www.fruitsecurity.com/weingartenabdeckung\\_29.htm](https://www.fruitsecurity.com/weingartenabdeckung_29.htm), (18.06.2019)
- 2019: Wie entsteht Hagel?, <https://wetteralarm.ch>, (17.06.2019)
- ANNETTE REINEKE, 2016: Einfluss verschiedener Netzabdeckungen auf den Befallsverlauf von *D. suzukii*, auf das Mikroklima der Weintrauben unter den Netzen und auf die Weinqualität, Hochschule Geisenheim, Geisenheim University
- BAUER, K., REGNER, F. und SCHILDBERGER, B, 2015: Weinbau. 10. Aufl. – Wien: avBuch, 2015
- BUSINESS UNIT CELL CYBERNETICS, PLANT RESEARCH INTERNATIONAL, PO BOX 16, 6700 AA WAGENINGEN, THE NETHERLANDS. A.AHARONI@PLANT.WAG-UR.NL, 2001: The strawberry FaMYB<sub>1</sub> transcription factor suppresses anthocyanin and flavonol accumulation in transgenic tobacco, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11722774>
- D. BONERZ, K. WÜRTH, C.-D. PATZ UND H. DIETRICH FORSCHUNGSANSTALT GEISENHEIM, FACHGEBIET WEINANALYTIK UND GETRÄNKE-FORSCHUNG, RÜDESHEIMER STR. 28, D-65366 GEISENHEIM 2006: Der Monomerindex: Eine schnelle und kostengünstige Methode zur Bestimmung von Anthocyanen und Anthocyanaddukten in Buntsäften, Nektaren, Konzentraten und Rotweinen
- DAS LAND STEIERMARK 2011: Das Hagelschutz-System "Whailex", <http://www.agrar.steiermark.at/cms/beitrag/11305331/13888112/>, (17.06.2019)

- DI BARBARA FRIEDRICH, 2018: Vergleich chemischer und mechanischer Ausdünnungsverfahren, Der Winzer
- EDER R. UND WENDELIN S., 2002: Phenolzusammensetzung und antioxidative Kapazität von Trauben und Weinen, 2002; Alva- Jahrestagung
- EIDGENÖSSISCHES VOLKSWIRTSCHAFTSDEPARTMENT EDV, 2008: Torro-Skala, (16.06.2019)
- FIEDLER B., 2014: Ein Jahrgang, der in Erinnerung bleibt, <http://www.bernhard-fiedler.at/weblog/?m=201411>
- FUNKE K. UND BLANKE M., 2010: Mikroklima-, Farb- und Geschmacksverbesserung durch Lichtreflektierende Folie zu verschiedenen Auslegeterminen bei Elstar'- und ‚Jonagold‘ Äpfeln unter schwarzem und weißem Hagelnetz
- HAGELABWEHR, 2019: Hagelbekämpfung, <http://www.hagelabwehr.at/Hagelbekämpfung>, (18.06.2019)
- HAGELVERSICHERUNG, 2019: WEINBAU 2019, <https://www.hagel.at/> (18.06.2019)
- HORA, 2019: natural hazard overview and risk assesment austria, (17.06.2019)
- JAKOB, L. 1995: Lexikon der Önologie. 3. Aufl. – Neustadt an der Weinstraße: Meininger Verlag, 1995
- JENNY WÖLPER, 1999: Vorkommen, Herstellung und Verwendung von Weinsäure, <https://www.grin.com/document/101868>, (18.06.2019)
- LANDSKROON, 2019: <https://landskroon.nl/company/>, (16.06.2019)
- LEDINEGG M., LEITNER S., MÜLLER L., 2019: Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Hagelschutznetze im Weinbau, Klosterneuburg, Österreich, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Diplomarbeit
- MARTIN S. POUR NIKFARDJAM, 2008: General and polyphenolic composition of unripe grape juice (verjus/verjuice) from producers, Mitteilungen Klosterneuburg, 2008
- MICHAEL KUNZ UND CHRISTOPH KOTTMEIER, 2016: Schäden durch Hagel, <https://www.klimanavigator.eu/dossier/artikel/030168/index.php>
- MICHAELA DEIM, 2013: Der Einfluss des Klimawandels auf den Weinbau mit einer Trendanalyse für die Region Krems/Donau, Bachelorarbeit, Universität Wien



- OUDEMANS und WARD 2014: Recovery from hail damage grapevines. <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/horticulture/wine-and-grapes/recovery-from-hail-damage-grapevines>, (4.9.2018)
- REBSCHUTZDIENST, 2019: <https://rebschutzdienst.at/weinbauempfehlungen/hagelschlag/>, (17.06.2019)
- RENNER, W, 2016, Hagelschutz mit Netzsystemen, Der Winzer
- RENNER, W. 2016: Hagelschutz mit Netzsystemen. Der Winzer 72 (12): 6-11
- RHEIN-AHR-WEIN, 2019: Wein Inhaltsstoffe: Was ist alles drin?, <https://rhein-ahr-wein.de/blogs/weinwissen/wein-inhaltsstoffe>, ( 18.06.2019)
- SATTLER, 2011: Einfluss eines Hagelschutznetzes auf Wirtschaftlichkeit, Rebzustand und Weinqualität. Klosterneuburg, Österreich, Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Diplomarbeit
- SCHROFFENEGGER, 2016: „Einfluss verschiedener Netzabdeckungen auf den Befallsverlauf von *D. suzukii*, auf das Mikroklima der Weintrauben unter den Netzen und auf die Weinqualität.“, Bachelorarbeit, Geisenheim, Deutschland, Hochschule Geisenheim
- STEIDL, 2015: Kellerwirtschaft, 9. Auflage, AV- Fachbuch
- SUSANNE ZACH-HERMANN, 2019: ZAMG, VERSION 2.0
- SYSTEM WIESEL, 2018: Datenblatt Hagelschutznetz Typ Wiesel
- ULTES A. 2019: Weininhaltsstoffe: Was ist alles drin?, <https://rhein-ahr-wein.de/blogs/weinwissen/wein-inhaltsstoffe>
- Walter Kaltzin, 2009: Hagelschäden nehmen dramatisch zu - Die Natur schlägt zurück
- WEBERNDORFER ULRIKE UND HAIM KURT, 2010: Weinanalysen Handout
- WEINMANN E. UND JÖRGER V., 2013: Schutznetztechnik für den Weinbau. Das deutsche Weinmagazin 10: 30-33
- WOLFGANG RENNER, 2016 :Hagelschutz mit Netzsystemen - Welche Effekte haben Hagelnetze?, [https://www.derwinzer.at/fachartikel/weinbau/2016/11/hagelschutz\\_mit\\_netzsystemen.html](https://www.derwinzer.at/fachartikel/weinbau/2016/11/hagelschutz_mit_netzsystemen.html)
- WÜRDIG, G. UND WOLLER, R. 1989: Chemie des Weines. – Stuttgart: Ulmer, 1989