





Hochschule Ludwigshafen

Dualer Studiengang B. Sc. Weinbau und Oenologie

Rheinland-Pfalz

Wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of  
Science

**Regenerativer Stockaufbau bei Dornfelder, Domina und  
Portugieser mittels Spaltveredelung an Reben mit Symptomen  
der Esca-Krankheit**

Betreuende Dozenten: Prof. Dr. Jochen Bogs

Dipl. Ing. Sebastian Hörsch

Verfasserin: Beatrice Werwitzke (636478)

SoSe 2025 – 6. Semester

Abgabe: Eichstetten am Kaiserstuhl, 03.07.2025

# I. Ehrenwörtliche Erklärung

## Eigenständigkeitserklärung

## Studiengang Weinbau und Oenologie

Student/-in: Beatrice Werwitzke

Matr.-Nr.: 636478

Modul / Fach: Bachelorarbeit

Abgabetag: 07.07.2025

Thema: Regenerativer Stockaufbau bei Dornfelder, Domina und Portugieser mittels Spaltveredelung an Reben mit Symptomen der Esca-Krankheit

Hiermit versichere ich, Beatrice Werwitzke, die vorliegende Bachelorarbeit selbständig angefertigt zu haben. Ich habe keine unzulässige Hilfe in Anspruch genommen. Ich habe ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken oder Quellen entnommen wurden, habe ich unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Dies gilt auch für bildliche Darstellungen oder Erzeugnisse auf Basis von Künstlicher Intelligenz. Die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit von Anwendungen auf Basis Künstlicher Intelligenz (KI) als Hilfsmittel ist mit der/dem Erstbegutachtenden abgestimmt. Die Dokumentation der verwendeten KI-Anwendungen sowie die Art der Kenntlichmachung von Ergebnissen, die ich unter Verwendung von Hilfsmitteln auf KI-Basis erstellt und in die vorliegende Arbeit übernommen habe, ist ebenfalls mit der/dem Erstbegutachtenden abgestimmt. Ich bin in vollem Umfang für den Inhalt und die Qualität meiner Arbeit verantwortlich. Dies gilt auch für eingebundene Ergebnisse aus KI-Anwendungen. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen. Darüber hinaus versichere ich, dass die von mir eingereichte Fassung in Papierform mit der elektronischen Version übereinstimmt. Mir ist bewusst, dass jeder Verstoß gegen die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis geahndet wird. Ich nehme zur Kenntnis, dass diese Arbeit mit Hilfe einer Software auf Plagiate oder nicht angegebene Hilfsmittel überprüft und für Prüfungszwecke gespeichert werden kann.

Eichstetten am Kaiserstuhl, 03.07.2025



Ort, Datum

Unterschrift Student/-in

## Abstract

Weltweit nimmt die Esca-Problematik an Reben stark zu und kann zu erheblichen Ertragsausfällen führen. Deshalb wird in dieser Bachelorarbeit untersucht, ob Reben mit Symptomen der Esca-Krankheit mittels Spaltveredelung regenerativ aufgebaut werden können. Hierzu wurden symptomatische Reben in einem Weinberg an der Ahr mit dieser Methode veredelt. Als Erfolgsindikatoren wurden Anwuchsrate und Triebblängenwachstum betrachtet unter Berücksichtigung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit während und nach der Veredelung. Im vorliegenden Versuch konnte der Beweis nicht geführt werden, dass mit der Spaltveredelung ein regenerativer Stockaufbau möglich ist. Hemmend auf den Veredelungserfolg wirkten sich das Alter der Rebstöcke, der bestehende Esca-Befall und die nicht optimalen Temperaturen aus. Aufgrund einzelner positiver Forschungsergebnisse und einem allgemein noch geringen Kenntnisstand wird empfohlen die Thematik weiter zu untersuchen.

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| I. Ehrenwörtliche Erklärung .....                                    | I   |
| II. Abbildungsverzeichnis .....                                      | V   |
| III. Tabellenverzeichnis .....                                       | VII |
| 1. Einleitung.....                                                   | 1   |
| 2. Literaturübersicht.....                                           | 2   |
| 2.1 Aktueller Forschungsstand zu Esca .....                          | 2   |
| 2.2 Möglichkeiten zur Bekämpfung von Esca .....                      | 4   |
| 2.2.1 Stammsanierung, Rodung und Neupflanzung.....                   | 4   |
| 2.2.2 Rebchirurgie .....                                             | 4   |
| 2.2.3 Sanfter Rebschnitt.....                                        | 5   |
| 2.2.4 Veredelung .....                                               | 7   |
| 3. Material und Methoden.....                                        | 9   |
| 3.1 Beschreibung der Anlage.....                                     | 9   |
| 3.2 Vorbereitung der Edelreiseruten .....                            | 10  |
| 3.3 Vorbereitung der Edelreiser .....                                | 12  |
| 3.4 Durchführung der Veredelung.....                                 | 13  |
| 3.5 Ablauf der Bonituren .....                                       | 15  |
| 3.5.1 Anwuchsrate und Trieblängenwachstum .....                      | 15  |
| 3.5.2 Esca-Symptomatik .....                                         | 16  |
| 3.5.3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit .....                          | 16  |
| 3.5.4 Negativ der Schnittflächen .....                               | 17  |
| 3.5.5 Auswertungen der Anwuchsrate und des Trieblängenwachstums....  | 17  |
| 3.5.6 Auswertungen der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitslogger ..... | 17  |
| 3.5.7 Auswertung der Negativschnittflächen .....                     | 17  |
| 4. Ergebnisse .....                                                  | 17  |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 4.1 Anwuchsrate und Triebblängenwachstum.....     | 17 |
| 4.2 Esca-Bonitur .....                            | 20 |
| 4.3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit.....          | 20 |
| 4.4 Negativ der Schnittflächen .....              | 21 |
| 5. Diskussion .....                               | 22 |
| 5.1 Fazit.....                                    | 28 |
| 6. Zusammenfassung .....                          | 29 |
| 7. Literaturverzeichnis .....                     | 30 |
| 8. Anhang .....                                   | 36 |
| Anhang 1: Anlagenplan des Versuchsweinbergs ..... | 36 |

## II. Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Tigerstreifen-Symptomatik an einem Esca-erkrankten Rebstock.<br>Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                                                                                                    | 3  |
| Abbildung 2: Apoplexie an einem Rebstock. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024<br>.....                                                                                                                                                                                                                    | 3  |
| Abbildung 3: Temperaturverlauf während der Edelreiseinlagerung im Kühlhaus.<br>Dargestellt ist die Temperatur im Kühlhaus (n=1) und in den Edelreisbündeln<br>(n=6).....                                                                                                                                 | 11 |
| Abbildung 4: Luftfeuchtigkeitsverlauf während der Edelreiseinlagerung im<br>Kühlhaus. Dargestellt ist die Luftfeuchtigkeit im Kühlhaus (n=1) und in den<br>Edelreisbündeln (n=6). .....                                                                                                                  | 11 |
| Abbildung 5: Ein geschlossenes Winterauge wurde senkrecht zur Basis<br>aufgeschnitten. Die Triebanalgen sind vollständig eingetrocknet. Quelle: Hörsch,<br>Neustadt a. d. W., 2024 .....                                                                                                                 | 12 |
| Abbildung 6: Ein geschlossenes Winterauge wurde senkrecht zur Basis<br>aufgeschnitten. Beginnendes Eintrocknen der Triebanlage ist erkennbar. Quelle:<br>Hörsch, Neustadt a. d. W., 2024.....                                                                                                            | 12 |
| Abbildung 7: Seitliche Betrachtung des keilförmig zugeschnittenen Edelreises.<br>Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                                                                                                | 13 |
| Abbildung 8: Frontale Betrachtung des keilförmig zugeschnittenen Edelreises.<br>Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                                                                                                 | 13 |
| Abbildung 9: Stamm, welcher mehrmals waagerecht durchgesägt werden<br>musste. Der Grund dafür war der Befall durch den Fomitiporia mediterranea<br>(Mittelmeerfeuerschwamm). Abgebildet ist das Gewebe, welches je tiefer am<br>Stamm weniger stark befallen war, betrachtet von rechts nach links. .... | 14 |
| Abbildung 10: Unterlage, welche mit der Rasierklinge gespalten wurde. Quelle:<br>Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                                                                                                        | 15 |
| Abbildung 11: Eingesetztes Edelreis in den Spalt. Die unteren Augen zeigen nach<br>außen, damit sie sich gegenseitig im Wachstum nicht behindern. Quelle:<br>Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                            | 15 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 12: Veredelung wurde mit dem elastischen Band verschlossen und die offenen Wunden durch Wundbalsam geschützt. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15 |
| Abbildung 13: Verteilung der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitslogger (in blau) im Weinberg. Auf den roten Linien sind die Logger im Portugieser-Weinberg dargestellt. Auf den gelben Linien sind die Logger bei den Dominareben und links davon bei den Dornfelderreben markiert. Quelle: Google maps, 2025.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 16 |
| Abbildung 14: Anwuchsraten der Veredelungen. Dargestellt sind die Mittelwerte der Rebsorten (n=64) mit Fehlerbalken als einfache Standardabweichung. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 18 |
| Abbildung 15: Vergleich der Triebblängen verschiedener Rebsorten an drei Boniturterminen. Dargestellt sind die Mittelwertschätzer einer ANOVA mit n=64. Das Signifikanzniveau liegt bei $p < 0,05$ . Signifikanz liegt vor, wenn die Buchstaben unterschiedlich sind. Fehlerbalken sind als einfache Standardabweichung dargestellt. ....                                                                                                                                                                                                                                                                         | 19 |
| Abbildung 16: Dargestellt sind die Temperaturverläufe im Weinberg (n=16) und an den Veredelungen (n=6, n=6), jeweils als Tagesmittelwert. Die 15 °C-Linie stellt die Mindesttemperatur für die Kallusbildung dar. Fehlerbalken sind als einfache Standardabweichung dargestellt.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 20 |
| Abbildung 17: Luftfeuchtigkeitsverlauf im Weinberg. Dargestellt ist der Mittelwert der Luftfeuchtigkeitslogger (n= 15) und Fehlerbalken als einfache Standardabweichung.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 21 |
| Abbildung 18: Vergleich der Schnittwundengrößen verschiedener Rebsorten. Dargestellt sind die Mittelwerte der Schnittwunden (n=16) mit Fehlerbalken als einfache Standardabweichung. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 22 |
| Abbildung 19: Darstellung des Versuchsweinbergs. Jeder Punkt stellt einen Rebstock dar, wobei die Farben unterschiedliche Bedeutungen haben: grün = intakter Stock; lila = nachgepflanzter Stock; blau = Fehlstelle; weiß = Stock weist einige wenige Blätter mit Tigerstreifen-Symptomatik auf; rot = Stock weist an fast allen Blättern Tigerstreifen-Symptomatik auf; orange = Stock ist augenscheinlich abgestorben. Gelb hinterlegte Stöcke wurden am 03.04.2024 veredelt. Lila hinterlegte Stöcke wurden am 23.05.2024 veredelt. L sind Temperaturlogger, welche an den Veredelungen angebracht wurden..... | 36 |

### III. Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Kategorisierung der Rebstöcke im Versuchsweinberg bezogen auf die auftretende Tigerstreifen-Symptomatik an den Blättern. ....                                               | 10 |
| Tabelle 2: Dargestellt sind die durchschnittlichen Minustemperaturen der Logger im Weinberg (n=16). Die Minustemperatur an der Rebe bezieht sich auf einen gemessenen Einzelwert. .... | 21 |

## 1. Einleitung

Viele Jahrzehnte galt Esca als eine Krankheit, welche an alten Reben auftritt. Begünstigt wurde das Auftreten durch den Rebschnitt, welcher viele Wunden verursachte und damit das Auftreten der Weißfäule förderte. Durch Hygienemaßnahmen konnte die Krankheit gut bekämpft werden. Dennoch nimmt der Esca-Befall an Reben seit den letzten 15 Jahren weltweit stark zu und kann zu erheblichen Schäden in Ertragsanlagen führen (Graniti et al., 2000). Allein in einzelnen Weinbergen in der Region Bordeaux wurde Anfang dieses Jahrhunderts bereits ein Befall mit Esca von über 40 % festgestellt (Lecomte et al., 2018). Der hohen Komplexität des Pathogens geschuldet, wurde der Schaderreger noch nicht ausreichend erforscht. Entgegen der damaligen Annahme können gleiche Symptome verschiedene Ursachen haben (Graniti et al., 2000). Werden die ersten Symptome für den Winzer sichtbar, ist sein Handlungsspielraum sehr begrenzt. Gleichzeitig macht die Forschung große Fortschritte hinsichtlich der Möglichkeiten einer Standortveredelung. Die Vor- und Nachteile dieser Methode einen schnellen Sortenwechsel durchzuführen, wurden bereits weitgehend diskutiert. Auch über die verschiedenen Veredelungsarten liegen viele Studien vor. Kaum erforscht dagegen ist die Frage, ob Rebkrankheiten wie der Esca-Komplex geheilt werden können. Gerade wenn kein Stammaustrieb möglich ist, um den Stock neu aufzubauen, könnte die Veredelung eine gute Alternative sein (Mondello et al., 2018). Ein weiterer Vorteil ist das visuelle Sichtbarwerden des Pathogens im Holz. Damit kann sichergestellt werden unterhalb des befallenen Holzes anzusetzen und das kranke Gewebe zu entfernen (Francois, 2012). Auch die Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels gegen Esca ist, wegen dessen Komplexität, nicht in Aussicht (Platzer, Schweigkofler, 2009). Eine deutlich einfachere und effizientere Methode könnte hier die Standortveredelung mit derselben Sorte darstellen. In dieser Arbeit soll der Frage nachgegangen werden, ob Reben mit Symptomen der Esca-Krankheit mittels Spaltveredelung regenerativ aufgebaut werden können.

Im folgenden Versuch werden an den Rebsorten Portugieser, Dornfelder und Domina Spaltveredelungen durchgeführt. Alle Reben weisen Esca-Symptome

mit unterschiedlicher Ausprägung auf. Der Versuchsweinberg befindet sich in Bad Neuenahr-Ahrweiler und wurde Ende der 80er Jahre gepflanzt. Bisher wurden keine erfolgreichen Maßnahmen gegen den Esca-Befall ergriffen. Die im Versuch durchzuführenden Veredelungen sollen auf Anwuchserfolg und Esca-Symptomatik an den Blättern bonitiert werden. Daraus sollen Rückschlüsse gezogen werden, ob die Methode geeignet ist, die Esca-Krankheit zu heilen.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Aktueller Forschungsstand zu Esca

Eine der größten Bedrohungen im Weltweinbau ist die Esca-Krankheit. Trotz Forschungsarbeiten verschiedener Institutionen ist der Kenntnisstand noch immer gering und damit auch die Bekämpfungsmöglichkeiten. Limitierend wirkt sich dabei aus, die unter realen Bedingungen im Weinberg auftretenden Symptome unter kontrollierten Bedingungen zu reproduzieren. Dennoch ist bereits Wissen vorhanden über Faktoren, die einen Esca-Ausbruch beschleunigen oder verlangsamen können (Séverine et al., 2019). Zum Beispiel kann mit dem Rebschnitt und der Bewirtschaftungsform des Weinbergs einem Befall vorgebeugt werden. Auch die Wahl der Unterlage spielt eine entscheidende Rolle, um Stresssituationen für die Rebe zu reduzieren. Diese können einen Esca-Ausbruch begünstigen. Allerdings haben Studien gezeigt, dass das Krankheitspotential nicht erst im Weinberg beginnt, sondern dass die Reben bereits aus der Rebschule mit Pilzpathogenen geliefert werden (Séverine et al., 2017). Dort wird meist die Omega-Veredelung mittels einer Maschine angewendet. Dabei bildet sich an der Veredelungskante verstärkt nekrotisierendes Gewebe (Viret, Gindro, 2025). Der Einsatz von Heißwasserbehandlungen und *Trichoderma* reduziert das Auftreten von *Phaeomoniella chlamydospora* deutlich (Gouveia Costa, 2018).

Bisher bekannt ist, dass es sich bei Esca um einen Pilzkomplex handelt. Dieser besteht mindestens aus drei holzbewohnenden Pilzen. *Phaeomoniella chlamydospora* und *Phaeoacremonium aleophilum* sind die Erreger, welche die Reben als erstes befallen. Sie können bereits im Jungfeld nachgewiesen werden. Aus ihnen entwickelt sich die Petri-Disease, ein Vorläufer der eigentlichen Esca-

Form. Auftretende Symptome hierbei sind Gummosis im Holz und bläulich-schwarze Flecken an den Beeren (black measles). *Fomitiporia mediterranea* tritt meist erst nach einigen Jahren auf. Besser bekannt als Mittelmeerfeuerschwamm verursacht er die Tigerstreifen-Symptomatik an Blättern (Abbildung 1), Weißfäule im Holz und Lederbeeren (Molnar, 2019). Das abgestorbene Holzgewebe nimmt einen negativen Einfluss auf das Wassertransportsystem der Rebe. Mit steigendem Totholz nimmt die Leistungsfähigkeit des Stocks ab bis zum kompletten Absterben (Séverine et al., 2017). Neben der sich langsam ausbreitenden Esca-Form gibt es noch die apoplektische Form. Hier stirbt der Stock in den Sommermonaten plötzlich komplett ab, wie in Abbildung 2 zu sehen ist (Séverine et al., 2019). Apoplexie ist bedingt durch überschüssiges Bodenwasser und heiße Temperaturen. Staunässe im Boden verhindert die Sauerstoffaufnahme der Wurzeln. In Folge sterben diese ab. Gleichzeitig hat die Pflanze bei heißem Wetter einen hohen Transpirationsbedarf, um Photosynthese betreiben zu können. Weil von unten aber kein Wasser gefördert werden kann, entsteht ein Ungleichgewicht, welches zum plötzlichen Absterben des Stocks führt (Fischer, Ashnaei, 2019).



Abbildung 1: Tigerstreifen-Symptomatik an einem Esca-erkrankten Rebstock. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024



Abbildung 2: Apoplexie an einem Rebstock. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024

Lecomte et al. beschreiben ein drittes Symptom, welches in der Vergangenheit stark vernachlässigt wurde. Schält man die Rinde etwas ab, können längliche Verfärbungen am Holz sichtbar werden. Diese deuten auf einen Pilzbefall hin, welcher ebenfalls die Gefäße beeinträchtigt und damit den Saftfluss unterbricht. Äußerlich werden Wasserstresssymptome sichtbar und führen zu falschen Schlussfolgerungen (Lecomte et al., 2018). Reben gelten als anfälliger für pilzliche Pathogene als zum Beispiel Bäume. Der Grund dafür sind die Leitbahnen. Indem die Xylemgefäße einen größeren Durchmesser aufweisen als bei Harthölzern und die Pilzsporen einen kleineren Durchmesser haben als die Leitbahnen, werden die Sporen schnell verteilt. Dies bedingt einen höheren Pilzbefall (Bertsch et al., 2021).

## 2.2 Möglichkeiten zur Bekämpfung von Esca

### 2.2.1 Stammsanierung, Rodung und Neupflanzung

Die radikalste Maßnahme bei einem Esca-befallenen Weinberg ist diesen zu roden und neu zu pflanzen. Ist der Befall über den Weinberg schon sehr weit fortgeschritten ist dies die ökonomischste Variante. Auch wenn die Reben schon sehr alt sind und die Drahtanlage den modernen Bewirtschaftungsformen nicht mehr gerecht wird, ist ebenfalls die Rodung und Neupflanzung in Betracht zu ziehen (Schwarzbach, 2016). Eine Maßnahme, welche der Rodung des gesamten Weinbergs vorgezogen werden könnte, ist die Rücknahme des Stamms und Erneuerung dessen durch einen bodennahen Wasserschoß. Voraussetzung ist, dass die Infektion im Stamm noch nicht bis zur Veredelungsstelle vorgedrungen ist. Der befallene Teil des Stamms wird abgesägt und aus dem Weinberg entfernt. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass das kräftige Wurzelwerk des Stocks weiter genutzt wird. Allerdings gibt es auch limitierende Faktoren. Rebsorten wie der Portugieser bilden zum Beispiel kaum Stammaustriebe, was den Erfolg mindert. Das Resultat ist jedoch erst nach mehreren Jahren sichtbar (Becker, 2013).

### 2.2.2 Rebchirurgie

Mit der Rebchirurgie, auch Kürettage genannt, wird infiziertes Holzgewebe entfernt. Für den Rebstock bedeutet dies zum einen Heilung, zum anderen aber

auch geringere Erträge (Roblin et al., 2019). Der Fokus liegt auf der Entfernung der Weißfäule, welche hauptsächlich im Inneren des Rebstocks auftritt. Eine langjährige Studie in Frankreich an Reben mit Esca-Symptomen hat gezeigt, dass Kürettage eine mittelfristige Erholung für die Rebstöcke bedeutet. Werden die erkrankten Stöcke jedoch nicht regelmäßig behandelt, verliert die Rebchirurgie ihre Wirkung und der Esca-Komplex bricht wieder aus. Das Nachlassen der Wirkung der Kürettage beträgt zirka 8 % pro Jahr (Lecomte et al., 2022). Auch in Südtirol wird die Methode bereits erfolgreich angewendet. Kurzfristig zeigten die Stöcke gesunden Austrieb. Jedoch sind noch keine Rückschlüsse auf die langfristige Wirkung möglich (Innerebner, Hack, 2018). Ein weiterer Weinberg im französischen Médoc wies schlechte Ergebnisse nach einer Kürettagebehandlung auf. Innerhalb der folgenden drei Jahren starben über 60 % der behandelten Reben ab. Zum einen ist die Ausführung schwierig und sollte von Spezialisten vorgenommen werden. Zum anderen müssen die Bedingungen stimmen, wie zum Beispiel Alter, Schwere der Nekrose und Wetter (Dewasme et al., 2023). Pacetti et al. führten einen Versuch zur Rebchirurgie durch, wobei sie verschiedene Esca-Ausprägungen unterschieden. Differenziert wurde in Tigerstreifen-Symptomatik an den Blättern, abgestorbene Triebe und Apoplexie. Ziel war es herauszufinden, ob Kürettage bei allen Symptomen gleich gute Ergebnisse erzielen kann. An Rebstöcken mit Apoplexie und abgestorbenen Trieben erzielte die Rebchirurgie keine positiven Effekte. Im Gegenteil führte sie verstärkt zu Apoplexie, was auf die Gefäßschädigung zurückzuführen ist. Dagegen erzielte die Kürettage an Reben mit Tigerstreifen-Symptomatik ein gutes Ergebnis. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von *Fomitiporia mediterranea* und den befallenen Blättern hergestellt werden. Je mehr verfaultes Holz entfernt wurde, desto weniger traten die Blattsymptome auf (Pacetti et al., 2021).

### 2.2.3 Sanfter Rebschnitt

Rebschnittwunden gelten als Haupteintrittspforte für Pilzpathogene (Prezman, 2017). Deshalb ist das Ziel beim Sanften Rebschnitt Schnittwunden so klein wie möglich zu halten, um Pathogenen das Eindringen zu erschweren. Je kleiner die

Schnittwunde, desto schneller kann ein vollständiges Überwallen dieser erfolgen. Das bedeutet, dass der Rebstock durch eine Wundreaktion einen Wundkallus bildet, welcher die Schnittfläche komplett umschließt (Schwarzbach, 2016). Außerdem soll durch gezielte Schnitte in ein- und zweijähriges Holz ein durchgängiges Leitungssystem in der Rebe gefördert werden. Im Gegensatz dazu haben Versuche gezeigt, dass Schnitte in das Altholz zum Absterben von Holzgewebe führen. Zum einen bietet dieses Totholz einen guten Nährboden für Pilze wie Esca. Zum anderen werden die Leitbahnen unterbrochen, was eine gestörte Nährstoffversorgung für die Rebe bedeutet. Die Folgeerscheinung kann Apoplexie, also das plötzliche Absterben des Stocks, bedeuten (Becker et al., 2020). Zusammengefasst müssen verschiedene Mechanismen beim Rebschnitt beachtet werden, um Esca zu vermeiden (Lecomte et al., 2018). Simonit und Sirch entwickelten die Sanfte Rebschnitt-Methode aufgrund dieser Mechanismen. In einem österreichischen Weinberg, welcher 2006 gepflanzt wurde, wurden seit 2014 verschiedene Schnitttechniken angewendet. Verglichen wurden der konventionelle Streckerschnitt mit dem sanften Zapfen- und Streckerschnitt. Ziel des Versuchs war es herauszufinden, ob der Sanfte Rebschnitt als vorbeugende Maßnahme gegen eine Esca-Erkrankung angewendet werden kann. Im Jahr 2021 wurde in dem Weinberg eine Gesundheitsbonitur durchgeführt. Alle drei Varianten haben eine Stichprobengröße von  $n=576$ . An 20 konventionell geschnittenen Reben wurden Esca-Symptome festgestellt. 12 symptomatische Reben wurden beim sanften Streckerschnitt beobachtet und 6 beim sanften Zapfenschnitt. Zusammengefasst wurde also der stärkste Befall beim konventionellen Rebschnitt beobachtet, während nach dem sanften Zapfenschnitt, nach Simonit und Sirch, am wenigsten Infektionen auftraten (Regner, 2022). Am DLR Oppenheim wurden drei verschiedene Erziehungsformen miteinander verglichen. Hier wurde Silvaner als Boglebe, mit Minimalschnitt im Spalier und klassischem Minimalschnitt erzogen. In mehreren Jahren wurden die Anlagen auf Esca-Symptomatik bonitiert. Prozentual betrachtet wies der Weinberg mit klassischem Minimalschnitt am wenigsten Esca-Symptome auf. Ungefähr 89% der Reben waren am Ende des Versuchs gesund. Am schlechtesten schnitt die Minimalschnittanlage im Spalier

ab. Hier waren ungefähr 72% der Stöcke symptomfrei, während es bei der Bogrebe ca. 78% waren (Becker et al., 2020).

#### 2.2.4 Veredelung

Gründe eine Standortveredelung durchzuführen, gibt es genug. Der gängigste ist der schnelle Sortenwechsel, um Markttrends gerecht zu werden. Dabei werden Kosten eingespart, weil keine neuen Reben gekauft werden müssen und die Drahtanlage bestehen bleibt. Allerdings müssen Lizenzrechte beachtet werden. Insbesondere Neuzüchtungen und Piwis dürfen nicht ohne Genehmigung vom Urheber vermehrt werden (Götz, 2011). Zudem kann nach einem Jahr bereits ein nahezu voller Ertrag geerntet werden. Im Gegensatz dazu dauert dies bei einer Neuanlage drei bis vier Jahre. Ein existenzieller Grund für eine Standortveredelung ist die Sanierung kranker Rebstöcke eines Weinbergs. Damit können Fehlstellen ausgeglichen werden. Wenn die Drahtanlage noch in einem guten Zustand ist und die Stöcke eher jung sind können auch oben genannte Kosten eingespart werden. Für das Pflanzen einer Neuanlage mit einkalkuliertem Ertragsausfall entstehen Gesamtkosten von zirka 48.000 € pro ha, während sich die Kosten bei einer Standortveredelung auf 23.000 € pro ha belaufen. Das Weingut kann seine Kosten also um ungefähr 50 % reduzieren. (Terleth, 2007).

Für die Veredelung von Reben stehen dem Winzer verschiedene Methoden zur Verfügung. Die Wahl der Methode hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel dem Alter der Rebe, der Phänologie und der Jahreszeit (Cowham, 2008). Am häufigsten werden das Chip- und das T-Budding angewendet. Beide Methoden haben eine hohe Erfolgsquote. Ein Vergleich zwischen T-Budding, Chip-Budding, hoher und tiefer Spaltveredelung hat gezeigt, dass die ersten Varianten mit 88 und 90 % am besten angewachsen sind. Dagegen wuchsen bei der niedrigen Spaltveredelung nur 63 % an und bei der hohen Spaltveredelung waren es lediglich 48 % (Steinhauer et al., 1980). Die Technik des T-Buddings ist leichter zu erlernen als die des Chip-Buddings. Während das Chip-Budding bereits im Frühjahr durchgeführt werden kann, liegt der Zeitpunkt für das T-Budding deutlich später im Jahr. Hier muss abgewartet werden, bis sich die Rinde vom Holz löst. Es bleibt immer ein kleines Risiko bestehen, dass sich die Rinde

nicht gut löst. In diesem Fall muss auf die Chip-Methode ausgewichen werden (Alley, 1979). Als dritte Variante der Standortveredelung findet die Spaltveredelung gerne Verwendung bei erkrankten Reben, um das gesunde Gewebe zu retten. Dafür wird besonders tief am Stamm angesetzt. Auch bei Rebstöcken mit einem sehr dicken Stamm ist die Spaltveredelung die geeignete Methode (Gale, Moyer, 2020). Dagegen spricht, dass bei großen Durchmesserunterschieden verstärkt nekrotisches Gewebe gebildet wird. Das führt bei alten Rebstöcken zu schlechter Vitalität und verfehlt damit das Ziel, den Stock regenerativ aufzubauen (Birebent, Birebent, 2015). Ein weiterer Nachteil ist, dass eine sehr große Wunde entsteht. Diese muss mit einem Wundverschlussmittel geschlossen werden. Dabei besteht das Risiko, dass Teile der Paste in den Spalt gelangen, was den Anwuchs des Edelreises verhindert (Cowham, 2008). Ein weiterer Faktor ist der Zeitpunkt der Veredelung. Sie sollte im Frühjahr nach der Frostperiode durchgeführt werden, sobald eine Tagesdurchschnittstemperatur von zirka 15 °C erreicht wird. Diese Temperatur ist nötig, um die Kallusbildung an der Veredelungsstelle zu fördern (Gale, Moyer, 2020). Auch die relative Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Kallusbildung. Dieser bildet sich am besten bei gesättigter Luftfeuchtigkeit, weil dann die benötigten Zellen zur Wundheilung besser am Leben bleiben (Hartmann, Kester, 2014).

Nachteilig auf einen Veredelungserfolg können sich vor allem Viruserkrankungen und Pilzpathogene auswirken. Besonders dann, wenn der neue Pfropfpartner anfälliger ist als die bestehende Sorte. Zum einen kann der Erreger im vorhandenen Holz leben und sich in das Edelreis ausbreiten. Zum anderen entstehen während der Durchführung Wunden, durch welche Pathogene leicht eindringen können (Cowham, 2008). Vor der Veredelung infizierter Reben müssen geeignete Voraussetzungen geschaffen werden. Zum Beispiel ist es wichtig die erkrankten Rebstöcke im Vorjahr zu markieren, weil zum Zeitpunkt der Veredelung noch keine Symptome sichtbar sind. Es muss auch bedacht werden, dass die Methode sehr zeitaufwändig ist. Sowohl die Edelreiser als auch die Rebstöcke müssen vorbereitet werden, was Zeit in Anspruch nimmt. Auch dauert die Veredelung pro Rebstock einige Minuten, besonders wenn sie von ungeübten Arbeitskräften durchgeführt wird (Kellerer, 2017). Marc Birebent von

Worldwide Vineyards führte bereits erfolgreich Veredelungen an Esca-kranken Stöcken durch. Dabei verwendete er die Chip- und T-Budding Methoden. Vor der Veredelung wies der Versuchsweinberg einen Esca-Befall von ungefähr 8 % auf. Nach der Maßnahme sank der Befall auf 0,6 % (Birebent, Birebent, 2015). Bei weiteren Versuchen in Deutschland und Frankreich wurden befallene Weinberge wiederveredelt. Dabei wurde unterschieden zwischen Veredelungen oberhalb und unterhalb des Omega-Schnitts. Die Anwuchsrate war oberhalb mit 93,9 % minimal besser als unterhalb der alten Pfropfstelle mit 91,2 %. Dafür war das erneute Auftreten von Esca oberhalb des Omega-Schnitts mit 11,6 % deutlich höher als unterhalb des Omega-Schnitts mit 0,7 % (Klippel-Stahmann, Porten, 2022). In einem Cabernet Sauvignon Weinberg im Médoc wurden ebenfalls Reben mit Esca-Symptomen veredelt. Hierbei wurde die Chip-Budding-Methode angewendet. Drei Jahre nach der Veredelung wurde ein Stockausfall zwischen 40 und 50 % verzeichnet. An 12,6 % der erfolgreichen Veredelungen traten im Laufe der Jahre wieder Esca-Symptome auf (Dewasme et al., 2023). Séverine et al. untersuchten den Einfluss von verschiedenen Veredelungsmethoden auf das Erkranken am Esca-Komplex. Verglichen wurde die Spaltveredelung mit zwei Methoden der Tischveredelung: der Omega- und der Zungenveredelung. Durchgeführt wurde der Versuch an zwei Rebsorten und in zwei aufeinander folgenden Jahren. Der geringste Esca-Befall konnte durchgehend an der Spaltveredelung festgestellt werden. Der Befall lag hier konstant unter 1 %, während er bei den Tischveredelungen zwischen 6,7 und 11 % lag (Séverine et al., 2017).

Die Literaturrecherche zeigt, dass noch nicht hinreichend Forschungsergebnisse zur Esca-Bekämpfung mittels Standortveredelung vorliegen. Daraus ergibt sich die Grundlage der Fragestellung dieser Arbeit, ob Reben mit Symptomen der Esca-Krankheit mittels Spaltveredelung regenerativ aufgebaut werden können.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Beschreibung der Anlage

Die Versuchsanlage liegt in der Gemarkung Ahrweiler, in der Lage Karlskopf im Weinanbaugebiet Ahr. Der Weinberg ist Richtung Norden ausgerichtet und weist

eine Hangneigung zwischen 20 und 30 % auf. Daraus ergibt sich ein Höhenunterschied von ungefähr 20 m. In der Parzelle sind drei Rebsorten angepflanzt. Von Osten betrachtet: sechs Zeilen Dornfelder auf 125 AA, angrenzend sieben Zeilen Domina auf der Unterlage 5 BB und anschließend 19 Zeilen Portugieser. Dieser wurde 1988 auf eine unbekannte Unterlage gepfropft. Die anderen beiden Sorten wurden im Jahr 1987 gepflanzt. Für eine erfolgreiche Veredelung wurden im Winter zwei Halbbögen auf die Reben geschnitten. Zudem weist der Weinberg eine ausgeprägte Esca-Symptomatik auf. Die Stöcke wurden nach äußeren Symptomen kategorisiert, dargestellt in Tabelle 1. Dabei wurde differenziert zwischen abgestorbenen Rebstöcken und solchen mit leichter und stark ausgeprägter Tigerstreifen-Symptomatik auf den Blättern.

*Tabelle 1: Kategorisierung der Rebstöcke im Versuchsweinberg bezogen auf die auftretende Tigerstreifen-Symptomatik an den Blättern.*

| Rebstöcke<br>gesamt | Intakter<br>Rebstock | Rebstock, welcher<br>wenige Blätter mit<br>Tigerstreifen-<br>Symptomatik<br>aufweist | Rebstock, welcher<br>fast alle Blätter mit<br>Tigerstreifen-<br>Symptomatik<br>aufweist | Rebstock,<br>welcher tot<br>ist |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Portugieser<br>1161 | 1040 (89 %)          | 66 (6 %)                                                                             | 24 (2 %)                                                                                | 31 (3 %)                        |
| Domina<br>479       | 412 (86 %)           | 16 (3 %)                                                                             | 11 (2 %)                                                                                | 40 (9 %)                        |
| Dornfelder<br>461   | 394 (85 %)           | 30 (7 %)                                                                             | 19 (4 %)                                                                                | 18 (4 %)                        |
| Summe<br>2101       | 1846 (88 %)          | 112 (5 %)                                                                            | 54 (3 %)                                                                                | 89 (4 %)                        |

### 3.2 Vorbereitung der Edelreiseruten

Am 04.02.2024 wurde in der Anlage, welche später veredelt werden würde, das Edelreis geschnitten. Für die Veredelung geeignete Ruten mussten möglichst gerade gewachsen und frei von mechanischen Beschädigungen sein. Des Weiteren galt es zu beachten, dass die Augen vollständig geschlossen waren. Anschließend wurden Ranken und Geiztriebe entfernt und die etwa 80 cm langen Ruten mit ungefähr je zehn Augen in Bündel zusammengebunden. Diese wurden in Kartoffelsäcke gewickelt, gewässert und anschließend in schwarze

Plastiksäcke gepackt, um die Ruten vor Licht zu schützen. Die Säcke wurden perforiert, damit die Edelreiser besser belüftet wurden und vor Schimmelbildung geschützt waren. Für den Portugieser wurden 69 Edelreiseruten geschnitten und in zwei Säcke aufgeteilt zu je 35 und 34 Ruten. 60 Edelreiseruten wurden für den Dornfelder in zwei Säcken à 30 Ruten verpackt. Zudem wurden 48 Edelreiser für den Domina geschnitten und zu je 24 Stück gebündelt. Zur Aufbewahrung wurden die Bündel in eine Kühlkammer der Rebschule gelegt. Zusätzlich wurden in und außerhalb der Säcke Datenlogger (HOBO Pro v2, LI-COR, Lincoln, USA) positioniert, um die Temperatur in °C und die relative Luftfeuchtigkeit in % zu überwachen, wie in Abbildung 3 und 4 dargestellt.

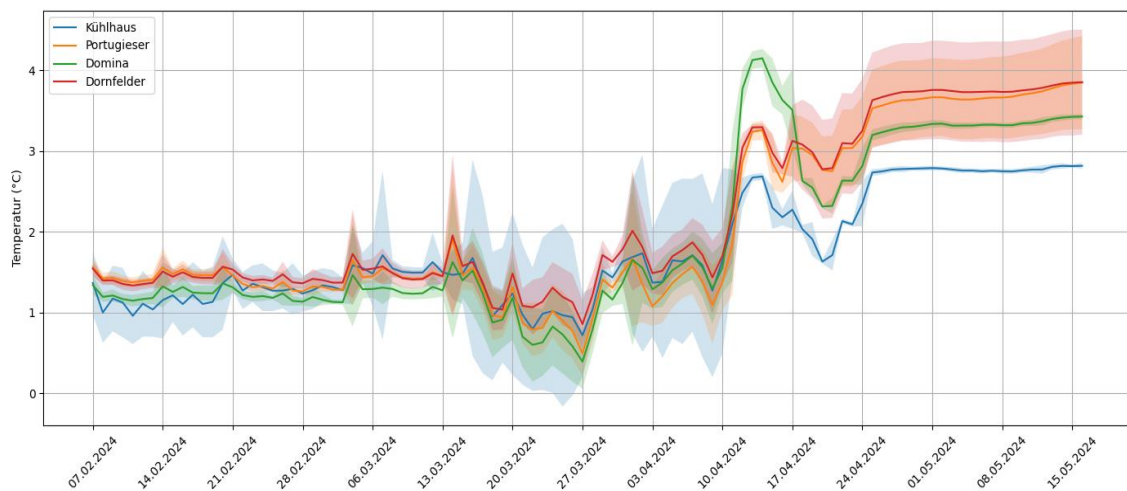


Abbildung 3: Temperaturverlauf während der Edelreiseinlagerung im Kühlhaus. Dargestellt ist die Temperatur im Kühlhaus ( $n=1$ ) und in den Edelreisbündeln ( $n=6$ ).

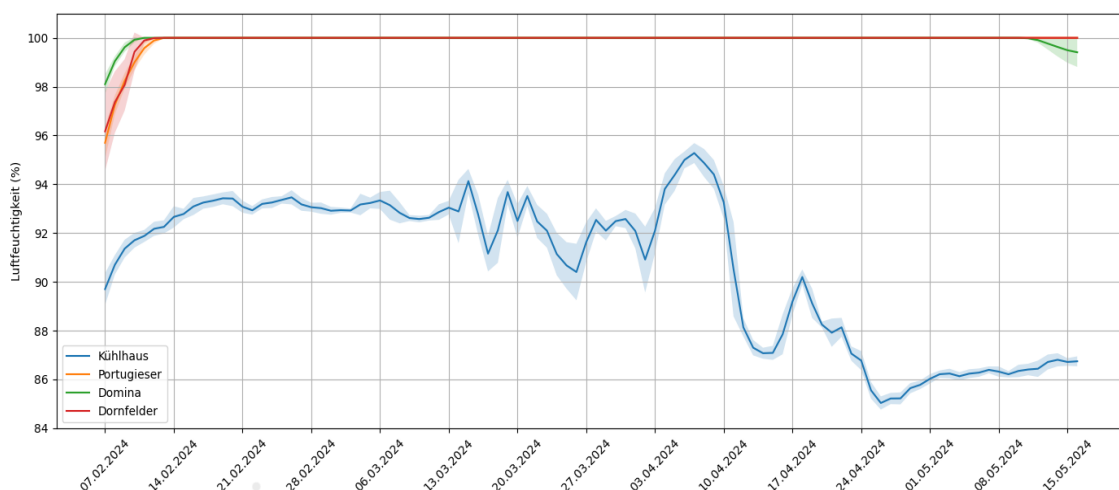


Abbildung 4: Luftfeuchtigkeitsverlauf während der Edelreiseinlagerung im Kühlhaus. Dargestellt ist die Luftfeuchtigkeit im Kühlhaus ( $n=1$ ) und in den Edelreisbündeln ( $n=6$ ).

Während der Einlagerung wurden am 20.03.2024 stichprobenartig die Augen einiger Edelreiser auf Vitalität kontrolliert. Dafür wurde aus jedem Bündel zufällig eine Rute genommen. Zum einen wurde das Holz angeschnitten und visuell überprüft, ob es saftig grün ist. Zum anderen wurde jedes Auge senkrecht zur Basis aufgeschnitten. Es wurde differenziert, ob das gesamte Auge intakt oder tot ist und ob bei totem Auge die Nebentrieblanlage noch intakt ist, wie in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt ist. Zwei Tage vor den Veredelungen wurden die Ruten aus dem Kühlhaus geholt und ausgepackt. Anschließend wurden die Edelreiser hochkant in Wasser gestellt, um diese zu rehydrieren.



*Abbildung 5: Ein geschlossenes Winterauge wurde senkrecht zur Basis aufgeschnitten. Die Triebanlagen sind vollständig eingetrocknet. Quelle: Hörsch, Neustadt a. d. W., 2024*



*Abbildung 6: Ein geschlossenes Winterauge wurde senkrecht zur Basis aufgeschnitten. Beginnendes Eintrocknen der Triebanlage ist erkennbar. Quelle: Hörsch, Neustadt a. d. W., 2024*

### 3.3 Vorbereitung der Edelreiser

Für die Veredelung wurden das obere und untere Auge der Rute verworfen. Diese Knospen sind tendenziell schlechter versorgt und damit weniger vital. Das Edelreis wurde auf zwei Augen geschnitten und wies eine Länge von zirka 10 cm auf. Mit einem Okuliermesser (Okuliermesser, World Wide Vineyards, Carnoules, Frankreich) wurde ungefähr 0,5 – 1 cm unterhalb und seitlich des ersten Auges angesetzt, um das Holz zu einem Keil zu schnitzen, wie in den Abbildungen 7 und 8 dargestellt ist. Der Anschnitt des Edelreises erfolgte in einem 90°-Winkel zum Auge. Dadurch wurde gezielt die Austriebsrichtung gesteuert, angepasst an

das bestehende Drahtsystem. Dabei war es wichtig den Schnitt in einem sauberen Zug durchzuführen, damit keine Unebenheiten entstanden, welche zu schlechtem Kontakt zwischen Edelreis und Stock hätten führen können. Am Tag der Veredelung wurden alle Transplantate vorbereitet und in einem feuchten Tuch aufbewahrt, um diese vor Vertrocknung zu schützen.



*Abbildung 7: Seitliche Betrachtung des keilförmig zugeschnittenen Edelreises.  
Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024*



*Abbildung 8: Frontale Betrachtung des keilförmig zugeschnittenen Edelreises.  
Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024*

### 3.4 Durchführung der Veredelung

Für die Veredelungen wurden zwei Termine angesetzt. Am 03.04.2024 wurde an den ersten 24 Stöcken die Spaltveredelung durchgeführt und am 23.05.2024 an weiteren 24 Reben. An beiden Zeitpunkten wurde die Veredelung jeweils an acht Portugieser-, Domina- und Dornfelderreben ausgeführt. Zu Beginn musste die Pfropfstelle der Rebe mit einer Hacke freigelegt werden. Anschließend wurde die Stelle, an welcher später gesägt werden sollte mit einer Rindenbürste vom groben Bast befreit. Der zu veredelnde Rebstock wurde unterhalb der Pfropfstelle mit einer Handsäge waagrecht durchgesägt. Wurden dabei große abgestorbene Stellen an der Schnittfläche erkannt, musste noch einmal tiefer angesetzt werden, wie in Abbildung 9 dargestellt. Vereinzelt kleine schwarze Punkte im

Holz, die lediglich auf einen minimalen Pilzbefall hinweisen, konnten vernachlässigt werden.



*Abbildung 9: Stamm, welcher mehrmals waagerecht durchgesägt werden musste. Der Grund dafür war der Befall durch den Fomitiporia mediterranea (Mittelmeerfeuerschwamm). Abgebildet ist das Gewebe, welches je tiefer am Stamm weniger stark befallen war, betrachtet von rechts nach links.*

Anschließend wurde eine Rasierklinge am Stamm angesetzt und mittels eines Hammers eine Kerbe in den Stamm geschlagen. Beim Ansetzen mit der Rasierklinge galt es zu beachten, dass die Kerbe an der flachen Seite des Rebstockes verläuft, um einen guten Kontakt zwischen Stamm und Edelreis zu erhalten, wie in Abbildung 10 zu sehen ist. Wenn möglich sollte der Spalt in Richtung der Drahtanlage verlaufen. In den Spalt wurde mittig ein Schraubenzieher gesteckt, um diesen offen zu halten. Wichtig war, dass der Schraubenzieher einen größeren Durchmesser, als die Transplantate aufwies, damit diese ohne Beschädigung eingesetzt werden konnten. Anschließend wurden zwei Edelreiser an den linken und rechten Rand der Kerbe gesetzt. Das Holz des Transplantats musste bündig mit dem Holz des Rebstockes schließen (Abbildung 11). Damit wurde gewährleistet, dass Kambium auf Kambium liegt. Dies war die Voraussetzung, dass die Veredelung anwachsen konnte. Außerdem wurden die Edelreiser mit den basalen Augen nach außen zeigend eingesetzt. Dadurch wurden die austreibenden Triebe bewusst auseinander geleitet, um gute Voraussetzungen für ungestörtes Wachstum zu schaffen. Nachdem der Schraubenzieher entfernt wurde, wurde die Spaltveredelung mit einem weißen elastischen Kunststoffband (gekauft bei Worldwide Vineyards, Carnoules, Frankreich) verbunden. Um die offenen Wundstellen zu schützen, wurden diese

mit einem Wundverschlussmittel (COMPO LacBalsam, COMPO GmbH, Münster, Deutschland) verschlossen (Abbildung 12). An 12 Veredelungen wurden Datenlogger angebracht, um Temperatur und Luftfeuchtigkeit während der Vegetationsperiode zu überwachen. Für den Schutz gegen Wildverbiss wurden Tubex-Hüllen (Tubex VineWrap, Fiberweb Geosynthetics Ltd, Essex, UK) um die veredelten Stöcke aufgestellt. Diese wurden im Anschluss mit einem Sand-Sägespäne-Gemisch bis zur Veredelung befüllt, als zusätzlichen Schutz gegen Temperaturschwankungen.



Abbildung 10: Unterlage, welche mit der Rasierklinge gespalten wurde. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024



Abbildung 11: Eingesetztes Edelreis in den Spalt. Die unteren Augen zeigen nach außen, damit sie sich gegenseitig im Wachstum nicht behindern. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024



Abbildung 12: Veredelung wurde mit dem elastischen Band verschlossen und die offenen Wunden durch Wundbalsam geschützt. Quelle: Werwitzke, Ahrweiler, 2024

### 3.5 Ablauf der Bonituren

#### 3.5.1 Anwuchsrate und Triebblängenwachstum

Am letzten Boniturtermin (05.08.2024) wurde gezählt wie viele veredelte Augen pro Rebsorte ( $n=64$ ) angewachsen waren. Bei der Triebblängen-Bonitur wurden ebenfalls alle Augen jeder Veredelung betrachtet. Daraus resultiert eine Stichprobengröße von  $n=64$ . Die Länge des Austriebs wurde mit einem Zollstock gemessen. Insgesamt wurden drei Bonituren durchgeführt.

### 3.5.2 Esca-Symptomatik

Am letzten Boniturtermin sollten die Blätter der Veredelungen auf Tigerstreifen-Symptomatik visuell kontrolliert werden.

### 3.5.3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Während der Edelreislagerung im Kühlhaus hat ein Logger im Raum und jeweils ein Logger pro Bündel innenliegend die Temperatur in °C und die Luftfeuchtigkeit in % aufgezeichnet. Zudem wurden 17 Datenlogger im Weinberg aufgehängt. Diese zeichneten stündlich Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte auf. Die Logger wurden so angebracht, dass sie den Weinberg in Zonen aufteilten. Mögliche Unterschiede in den einzelnen Zonen konnten dadurch festgestellt werden, dargestellt in Abbildung 13. Des Weiteren wurden am ersten und zweiten Veredelungstermin Temperaturlogger an jeweils sechs Reben angebracht. Auch jene Logger zeichneten im Stundentakt die Temperatur auf.

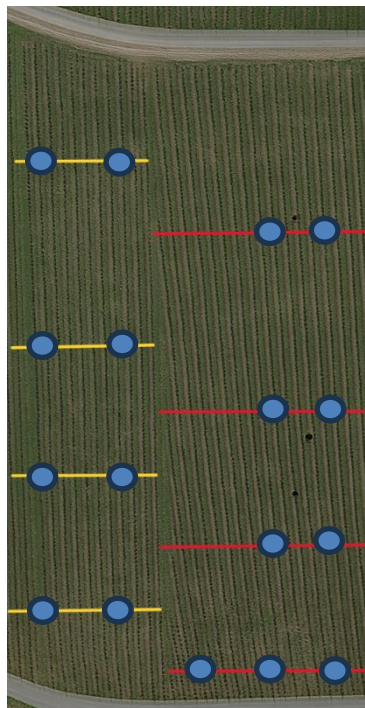


Abbildung 13: Verteilung der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitslogger (in blau) im Weinberg. Auf den roten Linien sind die Logger im Portugieser-Weinberg dargestellt. Auf den gelben Linien sind die Logger bei den Dominareben und links davon bei den Dornfelderreben markiert. Quelle: Google maps, 2025

### 3.5.4 Negativ der Schnittflächen

Von jedem abgesägten Rebstock wurde an der Trennstelle eine etwa 1 cm dicke Scheibe mit der Handsäge abgesägt. Diese Scheiben wurden mittels eines Leaf Area Meters (LI-3100C Area Meter, LI-COR, Lincoln, USA) vermessen, um die Größe der Schnittwunden in  $\text{cm}^2$  zu ermitteln.

### 3.5.5 Auswertungen der Anwuchsrate und des Triebblängenwachstums

Für die Anwuchsrate wurde der Prozentsatz der angewachsenen Augen pro Rebsorte ( $n=64$ ) ermittelt. Zusätzlich wurde die Standardabweichung berechnet. Aus den Daten des Triebblängenwachstums wurden Varianzanalysen (ANOVA) mit einem Konfidenzintervall nach Tukey-HSD von 95 % durchgeführt. Somit ist eine Triebblänge signifikant unterschiedlich, wenn  $p < 0,05$  und höchst signifikant unterschiedlich, wenn  $p < 0,001$ . In den Ergebnissen sind die Mittelwerte der Triebblängen und die Standardabweichungen dargestellt. Für den letzten Boniturtermin des Triebblängenwachstums wurden die Varianzen der einzelnen Rebsorten berechnet, um die Bedingung der Varianzgleichheit zu überprüfen.

### 3.5.6 Auswertungen der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitslogger

Aus den Daten der Logger wurden Varianzanalysen (ANOVA) mit einem Konfidenzintervall nach Tukey-HSD von 95 % durchgeführt. Somit ist ein Logger signifikant unterschiedlich, wenn  $p < 0,05$  und höchst signifikant unterschiedlich, wenn  $p < 0,001$ . In den Ergebnissen sind die Tages-Mittelwerte und die Standardabweichungen dargestellt.

### 3.5.7 Auswertung der Negativschnittflächen

Für jede Rebsorte ( $n=16$ ) wurde ein Mittelwert der Schnittflächengröße in  $\text{cm}^2$  gebildet. Außerdem wurde die dazugehörige Standardabweichung berechnet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Anwuchsrate und Triebblängenwachstum

In Abbildung 14 sind die Anwuchsraten der Rebsorten Portugieser und Dornfelder dargestellt. Die Rebsorte Domina ist nicht angewachsen, weshalb sie in der Grafik nicht abgebildet ist. Mit 3,2 % ist die Rebsorte Dornfelder am besten angewachsen, gefolgt vom Portugieser mit 1,3 %. In absoluten Zahlen sind es

zwei angewachsene Augen beim Portugieser, welche jeweils eine Länge von 1 cm aufweisen. In der Dornfelderanlage sind fünf Augen angewachsen. Vier der angewachsenen Augen stammen aus dem ersten Veredelungstermin und verteilen sich auf drei Stöcke. Einer der Stöcke ist als Rebstock mit wenig Tigerstreifen-Symptomatik kategorisiert. Hier ist das untere Edelreis-Auge ausgetrieben und 3 cm lang. Bei den beiden anderen Rebstöcken weisen fast alle Blätter eine Tigerstreifen-Symptomatik auf. Bei einer Veredelung dieser Stöcke ist das untere Auge ausgetrieben und auf eine Länge von 80 cm gewachsen. Während bei der anderen Veredelung sowohl das untere als auch das obere Auge ausgetrieben sind. Hier beträgt die Triebblänge des unteren Auges 33 cm und die des oberen Auges 40 cm. Der angewachsene Trieb des zweiten Termins ist ebenfalls ein Rebstock mit wenig Tigerstreifen-Symptomatik. Auch hier ist das untere Auge ausgetrieben und weist eine Länge von 100 cm auf.

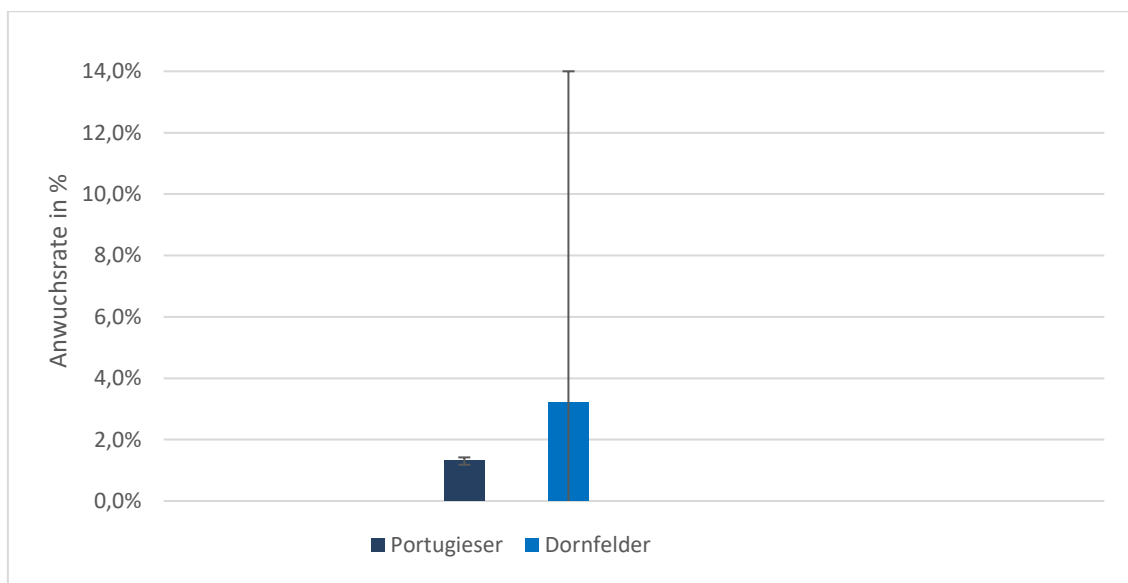


Abbildung 14: Anwuchsraten der Veredelungen. Dargestellt sind die Mittelwerte der Rebsorten (n=64) mit Fehlerbalken als einfache Standardabweichung.

In Abbildung 15 ist das durchschnittliche Triebblängenwachstum der Rebsorten Portugieser, Dornfelder und Domina dargestellt. Werden die ersten beiden Boniturtermine miteinander verglichen wird ersichtlich, dass die Triebblängen aller Rebsorten zurück gegangen sind. Am 06.05.2024 weist die Rebsorte Portugieser eine durchschnittliche Triebblänge von 2,03 cm auf, während sie am zweiten

Boniturtermin eine Länge von 1,54 cm aufweist. Die Rebsorte Domina ist am ersten Termin mit 1,52 cm ebenfalls länger als mit 0,78 cm Trieblänge am zweiten Termin. Das gleiche gilt für die Rebsorte Dornfelder. Dieser weist am ersten Boniturtermin eine durchschnittliche Trieblänge von 1,56 cm auf. Am zweiten Termin ist sie dagegen nur noch 0,78 cm lang. Am 05.08.2024 ist die Trieblänge für Domina 0 cm und für Portugieser annähernd 0 cm. Der Dornfelder weist eine durchschnittliche Trieblänge von 4 cm auf. Der erste und letzte Boniturtermin weisen jeweils keine Signifikanzen zwischen den Rebsorten auf. Am 07.06.2024 sind die Rebsorten Dornfelder und Domina signifikant unterschiedlich zu Portugieser.

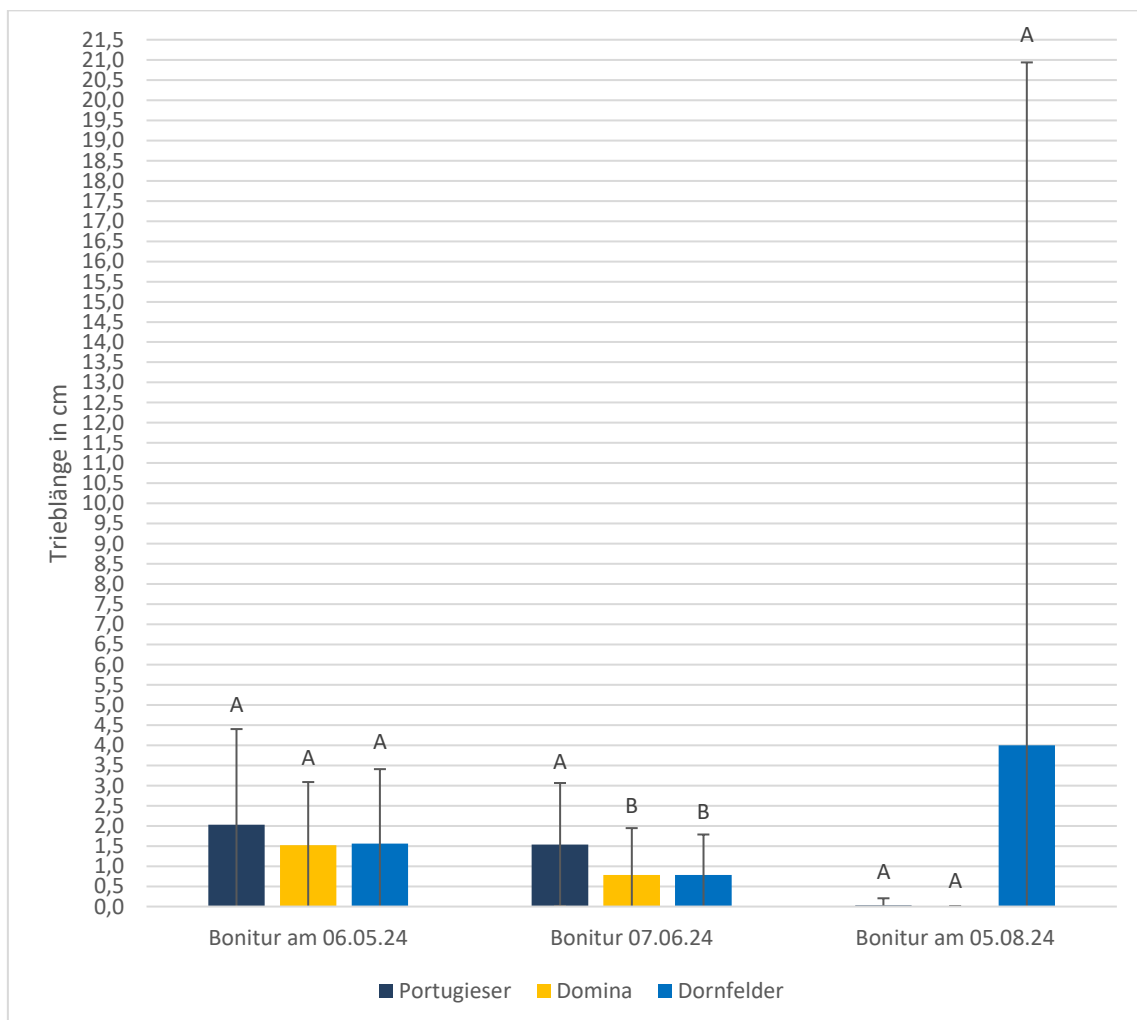


Abbildung 15: Vergleich der Trieblängen verschiedener Rebsorten an drei Boniturterminen. Dargestellt sind die Mittelwertschätzer einer ANOVA mit  $n=64$ . Das Signifikanzniveau liegt bei  $p<0,05$ . Signifikanz liegt vor, wenn die Buchstaben unterschiedlich sind. Fehlerbalken sind als einfache Standardabweichung dargestellt.

## 4.2 Esca-Bonitur

Aufgrund der schlechten Anwuchsrate wurden keine Ergebnisse über einen möglichen Esca-Befall nach der Veredelung erhoben.

## 4.3 Temperatur und Luftfeuchtigkeit

In Abbildung 16 sind die Durchschnittstemperaturen aller Logger im Weinberg und an den ersten und zweiten Veredelungen dargestellt. Zudem ist in dem Schaubild mit der Geraden bei 15 °C der Schwellenwert für die Kallusbildung eingezeichnet. Direkt nach der ersten Veredelung am 03.04.2024 liegen die Temperaturen an der Rebe für 21 Tage unter den 15 °C, mit kurzen Unterbrechungen von ein bis drei Tagen. In den Nächten vom 22.04.2024 und

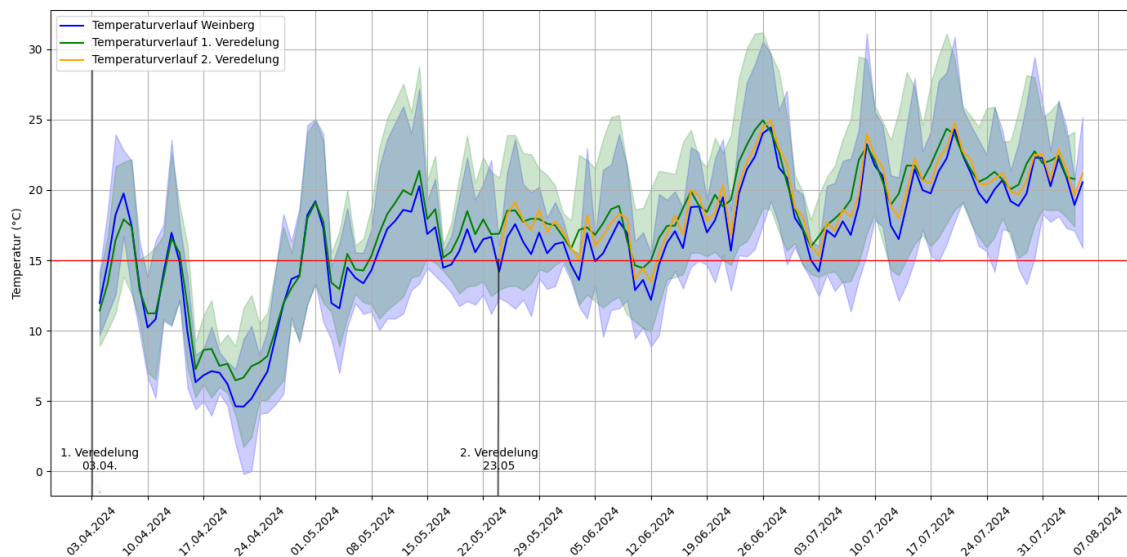


Abbildung 16: Dargestellt sind die Temperaturverläufe im Weinberg ( $n=16$ ) und an den Veredelungen ( $n=6$ ,  $n=6$ ), jeweils als Tagesmittelwert. Die 15 °C-Linie stellt die Mindesttemperatur für die Kallusbildung dar. Fehlerbalken sind als einfache Standardabweichung dargestellt.

23.04.2024 sind Minustemperaturen sowohl im Weinberg als auch an der Rebe aufgezeichnet, diese sind in Tabelle 2 dargestellt. An den Tagen vom 10.06.2024 bis 12.06.2024 liegt die Tagesdurchschnittstemperatur an allen Veredelungen und im Weinberg unter 15 °C. Obwohl der Weinberg einen Höhenunterschied von 20 m aufweist, ändert sich die Temperatur nicht. Dies spiegeln auch die Messergebnisse an den Veredelungen selbst wider. Zwischen den einzelnen Messsensoren treten keine Signifikanzen auf.

*Tabelle 2: Dargestellt sind die durchschnittlichen Minustemperaturen der Logger im Weinberg (n=16). Die Minustemperatur an der Rebe bezieht sich auf einen gemessenen Einzelwert.*

|            | Logger<br>Rebe | Logger<br>Weinberg |
|------------|----------------|--------------------|
| 22.04.2024 | -0,03          | -0,81              |
| 23.04.2024 | -              | -1,22              |

In Abbildung 17 ist die Luftfeuchtigkeit im Versuchsweinberg dargestellt. Während des Beobachtungszeitraums liegen die Werte zwischen 55,5 und 95,0 %. Nach der ersten Veredelung ist die Luftfeuchtigkeit für drei Tage auf unter 70 % gefallen. Zwischen den Datenloggern besteht keine Signifikanz. Zwischen den einzelnen Loggern besteht ein Höhenunterschied von ungefähr 20 m. Dieser nimmt keinen Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit.

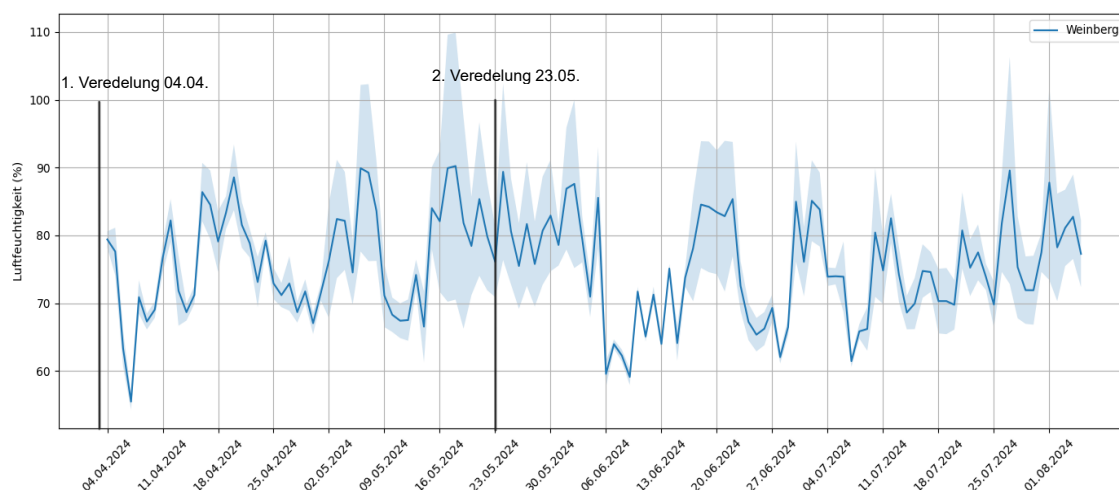


*Abbildung 17: Luftfeuchtigkeitsverlauf im Weinberg. Dargestellt ist der Mittelwert der Luftfeuchtigkeitslogger (n= 15) und Fehlerbalken als einfache Standardabweichung.*

#### 4.4 Negativ der Schnittflächen

In Abbildung 18 sind die Mittelwerte der Schnittwunden an den Rebstöcken dargestellt. Mit 20 cm<sup>2</sup> sind die Wunden beim Dornfelder und Domina durchschnittlich gleich groß. Beim Portugieser sind sie mit 19,7 cm<sup>2</sup> minimal kleiner.

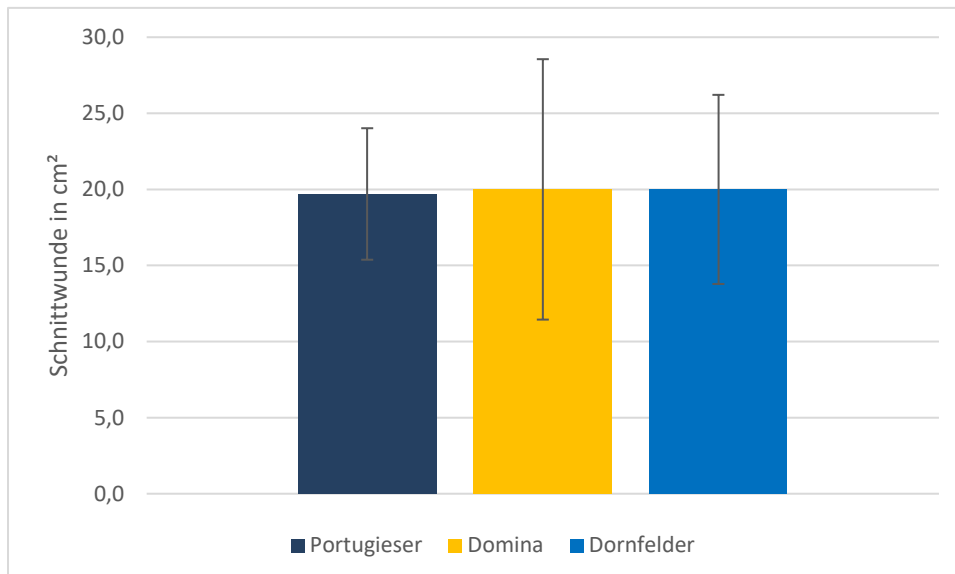


Abbildung 18: Vergleich der Schnittwundengrößen verschiedener Rebsorten. Dargestellt sind die Mittelwerte der Schnittwunden (n=16) mit Fehlerbalken als einfache Standardabweichung.

## 5. Diskussion

Die Rebsorte Dornfelder weist eine Anwuchsrate von 3,2 %, die Rebsorte Portugieser von 1,3 % auf. Bei der Rebsorte Domina ist die Anwuchsrate 0 %. Grundsätzlich weist die Methode der Spaltveredelung höhere Anwuchsraten auf. Abhängig von Kombination Unterlage und Edelreis können Ergebnisse zwischen 77,8 und 96,3 % erzielt werden (Gayretli, Sabir, 2019). Die Durchschnittstemperatur fällt nach beiden Veredelungen für nicht unerhebliche Zeiträume unter 15 °C. Diese Mindesttemperatur ist Voraussetzung dafür, dass sich der Kallus zwischen Edelreis und Unterlage bilden kann. Im Kallus bildet sich neues Leitgewebe, damit sich die Leitbahnen des alten Holzes mit den Leitbahnen des neuen Holzes verbinden können. Damit ist ein erfolgreiches Anwachsen des Edelreises auf der Unterlage gewährleistet (Hartmann, Kester, 2014). Die Kallusbildung konnte aufgrund geringer Temperaturen unmittelbar nach der Veredelung nicht stattfinden. Damit war das Zusammenwachsen der Leitbahnen der Pfropfpartner nicht möglich. Das komplette Durchsägen des alten Stamms bedeutet für den Rebstock großen Stress. Zum einen wird der Saftzieher genommen, der den Saftfluss in dem Rebstock aufrecht erhält. Dadurch wird das Bestreben der Pflanze, in die Höhe zu wachsen, gehemmt (Birebent, 2018). Das liegt daran, dass die Xylemleitgefäße durchtrennt werden. Dabei entsteht ein

Druckabfall, wodurch die Wurzeln das restliche Pflanzengewebe nicht mehr versorgen können. Außerdem hält der Saftzieher den Transpirationssog aufrecht. Auch dieser Effekt entfällt komplett (Claverie et al., 2023). Zum anderen aktiviert die große Wunde das pflanzliche Immunsystem. Die dafür aufgewendete Energie beeinträchtigt das Knospenwachstum und wirkt sich dadurch negativ auf das Veredelungsergebnis aus (Habibi et al., 2022). Im vorliegenden Versuch sind die erzeugten Wunden zirka 20 cm<sup>2</sup> groß. Damit sind diese deutlich größer als Wunden, welche beim Rebschnitt erzeugt werden (Schwarzbach, 2016). Dies lässt die Vermutung zu, dass die Energie des Rebstocks verstärkt in den Wundverschluss anstatt in die Verwachsung der Veredelung fließt. Bei den angewachsenen Veredelungen konnte beobachtet werden, dass mehr basale Augen als obere Augen ausgetrieben sind. Dies spricht gegen die erwartete Apikaldominanz, bei der bedingt durch das Hormon Auxin verstärkt die oberen Augen austreiben. Das in der Triebspitze produzierte Auxin wird durch das Phloem im Stamm nach unten transportiert. Basale Knospen werden dadurch im Austrieb gehemmt. Durch das Fehlen der Triebspitze ändert sich das Sink-Source-Verhältnis. Die starke Zuckernachfrage der Sprossspitze entfällt, womit das Zuckerangebot für die basalen Augen erhöht wird. Mit Unterbrechung der Apikaldominanz und der Erhöhung des Zuckerangebots erreichen die basalen Knospen einen Wachstumsvorteil (Mason et al., 2014). Zu Beginn treiben mit 51 von 96 mehr als die Hälfte der Augen aus, trocknen jedoch mit der Zeit ein. Das belegt, dass die Edelreiser aus eigener Energie austreiben, bevor sie absterben (Munoz et al., 2023). Ein möglicher Grund für das Austrocknen ist die Verwendung eines Sand-Sägespäne-Gemischs. Dieses soll die Veredelungsstelle vor Austrocknung schützen (Francois, 2012). Jedoch hat dieses Gemisch in einer Studie genau den gegenteiligen Effekt gezeigt. Sand und Sägespäne trocknen rasch aus und verdichten sich. Dadurch wird das Triebwachstum gehemmt (Steinhauer et al., 1980). Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieses Versuchs. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass die Triebhöhen für alle Rebsorten am ersten Boniturtermin (06.05.2024) länger sind als am zweiten Termin (07.06.2024). Das liegt daran, dass die ausgetriebenen Augen von der ersten Veredelung erst gewachsen und dann abgestorben sind.

Zwischen der ersten Veredlung und der ersten Bonitur liegen vier Wochen. Dagegen liegen zwischen der zweiten Veredlung und dem zweiten Boniturtermin lediglich zwei Wochen. Deshalb können hier keine eindeutigen Rückschlüsse gezogen werden. Am 07.06.2024 sind die Rebsorten Domina und Dornfelder signifikant unterschiedlich zu der Rebsorte Portugieser. Zu diesem Zeitpunkt sind mehr Augen bei der Rebsorte Portugieser ausgetrieben als bei den zwei anderen Sorten. Dies könnte daher rühren, dass die Portugieserreben ihre Reservestoffe besser mobilisieren können (Zapata et al., 2004). Wahrscheinlicher ist jedoch, dass das Ergebnis durch Ausreißer verfälscht wurde. Bei einer Stichprobengröße  $n=64$  wirken sich Abweichungen schneller signifikant aus. Am 05.08.2024 treten keine Signifikanzen auf, obwohl der Unterschied zwischen den Triebblängen der einzelnen Rebsorten nochmal deutlich größer ausfällt. Dornfelder weist eine durchschnittliche Trieblänge von 4 cm auf und eine Standardabweichung von 16,9 cm. Von  $n=64$  veredelten Augen sind lediglich fünf Augen der Dornfelder-Veredelung ausgetrieben. Dies führt zu einer hohen Standardabweichung und reduziert die Teststärke. Während Portugieser eine Länge von 0,03 cm und Domina von 0 cm aufweisen. Somit ist die Varianz bei der Rebsorte Domina null und bei der Rebsorte Portugieser 0,03, während sie bei der Rebsorte Dornfelder 291,3 ist. Dadurch wird die Annahme der Varianzgleichheit verletzt und es sollte ein nicht-parametrischer Test angewendet werden. Die ANOVA wird in diesem Fall unempfindlich und erkennt keine Signifikanzen. Die gemessenen Temperaturen im Weinberg liegen konstant etwas unter den Temperaturen an den Veredelungsstellen. Dies liegt daran, dass die Veredelungen mit Tubex-Hüllen geschützt sind. In den Pflanzröhren entsteht ein Mikroklima, welches tendenziell wärmer ist als die Temperaturen im Weinberg. Die Pflanzröhren sollen nicht nur als Schutz vor Wildverbiss oder mechanischen Weinbergarbeiten schützen, sondern fördern auch das Triebwachstum (Müller, 2019). In den Nächten vom 22.04.2024 und 23.04.2024 werden an allen Loggern im Weinberg Minustemperaturen gemessen. Die durchschnittlichen Werte der Logger liegen bei -0,81 und -1,22 °C. Von den an den Reben angebrachten Loggern weist lediglich ein Logger eine Minustemperatur von -0,03 °C auf. Das ist ein Indiz dafür, dass in den

Pflanzröhren wärmere Temperaturen als im Weinberg vorherrschen (Müller, 2019). Außerdem wird der kritische Wert von  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  nicht unterschritten. Laut Ferguson et al. können Knospen im Wollestadium ab dieser Temperatur nachhaltige Frostschäden erleiden (Ferguson et al., 2014). Eine geringere Frosttoleranz besteht jedoch bei frischen Veredelungen, da der Nährstoff- und Wassertransport unterbrochen ist. Vor dem Verwachsen der Veredelungspartner können bereits geringe Frosttemperaturen, nahe  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , zu Zellschäden am Edelreis führen (Ferguson et al., 2014). Die Luftfeuchtigkeit weist an den beiden Veredelungsterminen keine signifikanten Unterschiede auf und liegt jeweils knapp unter 80 %. Nach beiden Veredelungen fällt die Luftfeuchtigkeit kurzfristig auf unter 60 %. Aufgrund der vergleichbaren Bedingungen können keine Rückschlüsse auf den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf den jeweiligen Veredelungserfolg gezogen werden. Laut Literatur kann eine geringe relative Luftfeuchtigkeit das Verwachsen von Edelreis und Pfropfpartner hemmen. Die Verdunstung nimmt zu, was zur Folge hat, dass die Parenchymzellen vertrocknen. Diese wiederum sind für die Kallusbildung zuständig (Hartmann, Kester, 2014). Eine weitere Studie belegt, dass in den ersten Folgetagen nach einer Veredelung eine relative Luftfeuchtigkeit von 95 % optimale Bedingungen für ein Anwachsen schafft. Eine zu trockene Umgebung bedeutet für das Edelreis Verdunstungsstress während der Kallusbildung (Johnson, Miles, 2011). Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, warum bei der ersten Veredelung von möglichen 96 austreibenden Augen tatsächlich nur 51 ausgetrieben sind und bei der zweiten Veredelung von möglichen 96 Augen tatsächlich nur 42 Augen ausgetrieben sind. Mit den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsloggern im Weinberg soll verglichen werden, ob der Höhenunterschied die Parameter beeinflusst. Jedoch können keine Signifikanzen festgestellt werden. Das könnte daran liegen, dass der Höhenunterschied mit lediglich zirka 20 m sehr gering ist. Bei 100 m Höhendifferenz ist eine Temperaturänderung von  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  zu erwarten (Mansour et al., 2022). Dieser Wert bestätigt die Feststellung, dass im Versuchsweinberg keine großen Temperaturunterschiede vorzufinden sind. Die relative Luftfeuchtigkeit ändert sich mit der Temperatur. Sinkt diese, so nimmt die relative Luftfeuchtigkeit zu (Lawrence, 2005). Im Versuchsweinberg kann aufgrund der

annähernd identischen Temperaturen deshalb auch kein Unterschied in der Luftfeuchtigkeit festgestellt werden. Bei der Spaltveredelung entstehen Schnittwunden von ungefähr 20 cm<sup>2</sup>, abhängig vom Alter des Rebstocks und der Schnittstelle. Bei großen Schnittwunden findet kein vollständiges Überwallen statt (Schwarzbach, 2016). Somit ist die Eintrittspforte für mögliche Pathogene bei der Spaltveredelung groß. Außerdem ergibt sich an der Veredelungsstelle ein großer Anteil an Totholz als Nährboden für weiteren Pilzbefall (Molnar, 2019). Die Wunde ist deutlich größer als beim Sanften Rebschnitt. Hier sind einzelne Schnittwunden nicht größer als 3 cm<sup>2</sup>. Damit ergibt sich eine Gesamtschnittfläche von ungefähr 9 cm<sup>2</sup> pro Stock (Schwarzbach, 2016). Mit 20 erkrankten Stöcken beim konventionellen Rebschnitt und 6 erkrankten Stöcken beim Sanften Rebschnitt lässt der Versuch von Regner den Rückschluss zu, dass der Sanfte Rebschnitt das Risiko eines Esca-Befalls minimiert. (Regner, 2022). Aufgrund der schlechten Anwuchsrate in dem für diese Arbeit durchgeführten Versuch, kann kein Zusammenhang zwischen der Größe der Schnittwunde und zukünftigem Esca-Befall hergestellt werden. Die Lagerbedingungen im Kühlhaus sind vergleichbar mit anderen Studien, in welchen erfolgreich veredelt wurde. In diesem Versuch liegen die Temperaturen zwischen 0,6 und 3,7 °C und die Luftfeuchtheitswerte bewegen sich zwischen 97 und 100 %. Diese Werte gehen einher mit dem Versuch von Pertille et al.. Hier wurden die Edelreiser bei einer Temperatur von 3,0 °C und einer Luftfeuchtigkeit von 95 % eingelagert (Pertille et al., 2020). Bei Überprüfung der eingelagerten Edelreiser wird bedingt Vitalität festgestellt. Aus allen sechs eingelagerten Säcken wird jeweils eine Kontrollrute untersucht. Das Anschneiden des Holzes zeigt über alle Proben einen saftig grünen Anschnitt, welcher auf gute Vitalität schließen lässt. Jedoch zeigt das Aufschneiden aller Augen pro Rute für Portugieser und Domina schlechtere Ergebnisse. Die Ruten der Rebsorte Portugieser weisen Vitalitäten von 86 und 93 % auf. Geringer sind die Werte für die Rebsorte Domina. Mit 79 und 89 % weist die Rebsorte Domina die geringste Vitalität auf. Dies spiegelt sich in der schlechten Anwuchsrate von 0 % wider. Auch für die tendenziell kürzeren Triebblängen im Gegensatz zu den anderen Rebsorten kann dies eine Erklärung sein. Dagegen wiesen alle untersuchten Winteraugen der Rebsorte Dornfelder

zu 100 % Vitalität auf. Diese Beobachtung geht mit dem Ergebnis einher, dass nur bei dieser Rebsorte erfolgreiche Veredelungen stattgefunden haben. Der geringe Erfolg des Versuchs ist damit durch teilweise fehlende Vitalität des Edelreisguts zu erklären. Laut einer Studie von Gale und Moyer ist grundsätzlich der Veredelungserfolg kranker und alter Rebstöcke geringer als bei jungen vitalen Reben. Die physiologische Vitalität ist maßgeblich für eine erfolgreiche Veredelung. Diese ist bei alten und kranken Reben häufig schlechter. Das bedeutet eine schlechte Assimilatversorgung und ein eingeschränktes Leitungssystem. Das hat zur Folge, dass das Edelreis schlecht versorgt wird, keine gute Kallusbildung möglich ist. Ist einer der beiden Pfropfpartner bereits vor der Veredelung infiziert, kann die Krankheit übertragen werden. Auch dadurch kann das Leitungssystem gestört werden, was eine erfolgreiche Veredelung verhindert. Diese Faktoren wirken sich schließlich negativ auf den Anwuchs aus (Gale, Moyer, 2020). Dies ist eine mögliche Erklärung für die schlechte Anwuchsrate im Versuchsweinberg. Es gibt jedoch auch Studien, in welchen bereits erfolgreich Esca-krankte Rebstöcke veredelt wurden (Séverine et al., 2017). Diese sprechen dafür weitere Forschungen in diese Richtung zu betreiben. Aufgrund der geringen Anwuchsrate wurde keine Bonitur auf Esca-Symptomatik an den Blättern durchgeführt. Selbst wenn die Bonitur durchgeführt worden wäre, wäre sie kein sicheres Indiz für einen Erfolg gewesen. Das liegt an der mehrjährigen Inkubationszeit der Krankheit. Deshalb müsste die Versuchsanlage in einer langfristigen Studie beobachtet werden, um valide Rückschlüsse ziehen zu können (Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen, 2011). Der Kontakt zwischen Edelreis und Stock ist ein kritischer Erfolgsfaktor beim Veredeln (Marín et al., 2022). Grundsätzlich ist der Kontakt bei einer Spaltveredelung sehr gut, weil das Edelreis in der Kerbe steckt und durch den eigenen Druck des Rebholzes gehalten wird (Hartmann, Kester, 2014). Für den Erfolg entscheidend ist allerdings der Kambiumkontakt. Dieser ist nur bei vergleichbaren Durchmessern zwischen Veredelung und Unterlage gut. Veredelt man wie im vorliegenden Versuch in eine Unterlage mit größerem Durchmesser, wird lediglich ein einseitiger Kontakt zwischen den Kambien hergestellt. Das restliche Kambialgewebe stirbt ab (Worldwide

Vineyards, o.D.) und bietet einen Nährboden für Pilze wie den *Fomitiporia mediterranea* (Molnar, 2019). Bei der Verschließung des Spalts mit Wundpaste muss darauf geachtet werden, dass die Paste ausschließlich die Schnittwunde bedeckt. Dringt diese zu tief in den Spalt ein, kann sie den Kambiumkontakt der Pfropfpartner minimieren. Dies verhindert ein Anwachsen des Edelreises (Cowham, 2008). Bei der Durchführung des Versuchs ist nicht auszuschließen, dass Wundpaste in den Spalt eindringen konnte, was wiederum zu einem schlechten Anwuchsergebnis geführt haben könnte. Ein weiterer Grund für den schlechten Erfolg könnte die Wahl des Edelreises sein. Die Edelreiser wurden aus dem zu veredelnden Weinberg gewonnen. Bekannt ist, dass einige Stöcke an Esca erkrankt sind, die im Vorfeld markiert wurden. Auch wenn Edelreiseruten geschnitten wurden, die nicht markiert und augenscheinlich gesund waren, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob die Reben im Inneren bereits befallen waren (Lecomte et al., 2018). Für den Veredelungserfolg ist es daher risikoärmer, für das Schneiden der Edelreiser einen jungen vitalen Weinberg zu wählen. Des Weiteren wurden die Arbeitsschritte immer von der gleichen Person durchgeführt. Dadurch ist eine standardisierte und möglichst identische Durchführung gewährleistet, um die Ergebnisse nicht durch unterschiedliche Ausführungen zu verfälschen.

## 5.1 Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Spaltveredelung unter den Bedingungen im Versuchsweinberg nicht erfolgreich durchgeführt werden konnte. Als vermutlich einflussreichster Faktor wurde hierbei die Temperatur identifiziert. Diese unterschied sich deutlich zu Versuchen, bei welchen die Spaltveredelung erfolgreich durchgeführt wurde. Durch die schlechte Anwuchsrate im Versuch kann kein Rückschluss auf die Methode der Spaltveredelung als probates Mittel zur Bekämpfung des Esca-Erregers gezogen werden. Vorhergegangene Studien zeigen bereits vielversprechende Ergebnisse, weshalb die Fragestellung weiter erforscht werden sollte. Jedoch sollte der Veredelungszeitpunkt später angesetzt werden, besonders an tendenziell kühlen Standorten wie der Ahr. In der Literatur wird die Durchführung

um den Zeitpunkt der Rebblüte empfohlen (Götz, 2011). Zudem könnte die Veredelungsmethode angepasst werden. Es könnte eine Veredelung in die Rinde erfolgen. Auch hierbei wird der Stock waagerecht abgesägt, womit ein möglicher Pilzbefall sichtbar wird. Das Edelreis wird wie bei der Chip-Budd-Methode vorbereitet und unter der Rinde eingesetzt. Ein Vorteil darin könnte sein, dass der Kambium-Kontakt zwischen den beiden Pfropfpartnern größer ist als bei der Spaltveredelung.

## 6. Zusammenfassung

In diesem Versuch sollte der Frage nachgegangen werden, ob Reben mit Symptomen der Esca-Krankheit mittels Spaltveredelung regenerativ aufgebaut werden können. Dafür wurden Rebstöcke der Sorten Portugieser, Domina und Dornfelder in einem Weinberg an der Ahr veredelt. Das transplantierte Edelreis entsprach jeweils der ursprünglichen Rebsorte. Alle veredelten Stöcke wiesen unterschiedliche Schweregrade der Tigerstreifen-Symptomatik an den Blättern auf. Bei der Spaltveredelung wurde der Stock im Pfropfbereich waagerecht durchgesägt und ein Spalt hineingeschlagen, in welchen das Edelreis eingesetzt wurde. Die Veredelungen wurden untersucht auf Anwuchsrate und Triebblängenwachstum unter Berücksichtigung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Bei der Rebsorte Domina sind alle veredelten Augen abgestorben. Portugieser wies eine Anwuchsrate von 1,3 % auf und ein durchschnittliches Triebblängenwachstum von 0,03 cm. Die Rebsorte Dornfelder hatte eine Anwuchsrate von 3,2 % und eine durchschnittliche Triebblänge von 4 cm. Aufgrund der geringen Anwuchsrate wurde keine Esca-Bonitur durchgeführt und die Forschungsfrage kann nicht abschließend beantwortet werden. Limitierende Faktoren des Versuchs waren das Alter der Rebstöcke, der Esca-Befall und die nicht optimalen Temperaturen nach der Veredelung. Da es jedoch auch Studien gibt, welche die Forschungsfrage bereits erfolgreich beantwortet haben, sollte daran weiter geforscht werden.

## 7. Literaturverzeichnis

Alley, C. J. (1979): Chip-budding of mature grapevines. In: *California Agriculture*, S. 14–16.

Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (Hg.) (2011): Landwirtschaft, Lebensmittel und Veterinärmedizin - Zukunft der Forschung in Österreich. Esca-eine aktuelle Pilzkrankheit im österreichischen Weinbau. S. 67-69. Unter Mitarbeit von B. Schildberger. ALVA. Bildungshaus Raiffeisenhof, 23.05. - 24.05.11. 66. Aufl. Graz. Online verfügbar unter [http://alva.at/images/publikationen/tagungsband/tagungsband\\_2011.pdf#page=68](http://alva.at/images/publikationen/tagungsband/tagungsband_2011.pdf#page=68).

Becker, A. (2013): ESCA - was können wir tun? In: *das Deutsche Weinmagazin* (17/18), S. 24–27.

Becker, A.; Götz, G.; Hörsch, S.; Petgen, S. (2020): Rebschnitt. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. Online verfügbar unter <https://ulmer-elibrary.de/book/99.170005/9783818605711>.

Bertsch, C.; Farine, S.; Gelhaye, E.; Peros, J.-P.; Schallinga, M. (2021): Wood degradation in grapevine diseases. In: *Advances in Botanical Research* 99 (99), S. 175–199.

Birebent, M. (2018): Practical Guide to the Grafting of Vines by the T-Bud and Chip-Bud Methods. Carnoules (2018).

Birebent, M.; Birebent, C. (2015): Influence of the graft on vine decline. In: *WG4 (Disease Management) meeting*.

Claverie, M.; Lecomte, P.; Delorme, G.; Dumot, V.; Jacquet, O.; Cochard, H. (2023): Xylem water transport is influenced by age and winter pruning characteristics in grapevine (*Vitis vinifera*). In: *OENO One* 57 (3), S. 53–68. DOI: 10.20870/oenone.2023.57.3.7452.

Cowham, S. (2008): A growers guide to Topworking Grapevines. 2. Aufl. Adelaide: Phylloxera and Grape Industry Board of South Australia.

Dewasme, C.; Mary, S.; Roby, J.-P. (2023): Regrafting and curettage of esca-affected vines: useful control techniques but difficult to implement. In: *IVES Technical Reviews vine and wine*.

Ferguson, J. C.; Moyer, M. M.; Mills, L. J.; Hoogenboom, G.; Keller, M. (2014): Modeling Dormant Bud Cold Hardiness and Budbreak in Twenty-Three Vitis Genotypes Reveals Variation by Region of Origin. In: *Am J Enol Vitic.* 65 (1), S. 59–71. DOI: 10.5344/ajev.2013.13098.

Fischer, M.; Ashnaei, S. P. (2019): Grapevine, esca complex, and environment: The disease triangle. In: *Phytopathologia Mediterranea* 58 (1), S. 17–37.

Francois, (2012): regreffage. In: *SICAVAC 2012*, S. 1–11.

Gale, E. J.; Moyer, M. (2020): Field Grafting Grapevines in Washington State. In: *Washington State University Extension*, S. 1–15.

Gayretli, Y.; Sabir, A. (2019): Rootstocks Effects on Graft Success and Subsequent Scion Growth of Grapevines under Vineyard Conditions.

Götz, G. (2011): Standortveredelung - Bisher wenig praktiziert. In: *das Deutsche Weinmagazin* 2011 (2/29), S. 22–27.

Gouveia Costa, J. N. (2018): Evaluation of Chemicals Against Esca-related Pathogens in Vitro and as Pruning Wound Protectants. Universidade de Lisboa. Online verfügbar unter <https://search.proquest.com/openview/82cb6956761c7c40eb75e265d69aeeba/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>.

Graniti, A.; Surico, G.; Mugnai, L. (2000): Esca of grapevine: A disease complex or a complex of diseases. In: *Phytopathologia Mediterranea* (39), S. 16–20. Online verfügbar unter <https://www.torrossa.com/gs/resourceproxy?an=2211192&publisher=ff3888>.

Habibi, F.; Liu, T.; Folta, K.; Sarkhosh, A. (2022): Physiological, biochemical, and molecular aspects of grafting in fruit trees. In: *Horticulture Research* 9, uhac032. DOI: 10.1093/hr/uhac032.

Hartmann, H. T.; Kester, D. E. (2014): Plant Propagation. Principles and Practices. Unter Mitarbeit von Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., Geneve, R. L. 8. Aufl. Harlow: Pearson.

Innerebner, G.; Hack, F. M. (2018): Von Esca bis Piwi-Sorten. In: *Südtiroler Landwirt* (19), S. 1–2. Online verfügbar unter [https://bia.unibz.it/esploro/fulltext/journalarticle/von-esca-bis-piwi-sorten/991006484846001241?repid=12291880260001241&mid=13293184520001241&institution=39ubz\\_inst](https://bia.unibz.it/esploro/fulltext/journalarticle/von-esca-bis-piwi-sorten/991006484846001241?repid=12291880260001241&mid=13293184520001241&institution=39ubz_inst).

Johnson, Sacha J.; Miles, Carol A. (2011): Effect of Healing Chamber Design on the Survival of Grafted Eggplant, Tomato, and Watermelon. In: *HortTechnology* 21 (6), S. 752–758. Online verfügbar unter [https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65df2fbb0f3e94b9e5d5ea8d?utm\\_source=chatgpt.com](https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65df2fbb0f3e94b9e5d5ea8d?utm_source=chatgpt.com).

Kellerer, T. (2017): Die verbreitesten Methoden gegen GTDs. Online verfügbar unter <http://www.winetwork-data.eu/intranet/libretti/0/libretto13916-01-1.pdf>, zuletzt geprüft am 25.06.2025.

Klippel-Stahmann, A.; Porten, M. (2022): Neuaufbau. In: *Der Deutsche Weinbau* 2022 (03), S. 14–17.

Lecomte, P.; Cholet, C.; Bruez, E.; Martignon, T.; Giudici, M.; Simonit, M. et al. (2022): Recovery after curettage of grapevines with esca leaf symptoms. In: *Phytopathol. Mediterr.* 61 (3), S. 473–489. DOI: 10.36253/phyto-13357.

Lecomte, P.; Diarra, B.; Carbonneau, A.; Rey, P.; Chevrier, C. (2018): Esca of grapevine and training practices in France: Results of a 10-year study. In: *Phytopathologia Mediterranea* 2018 (57), S. 472–487. Online verfügbar unter <https://www.jstor.org/stable/26675709>.

Mansour, G.; Ghanem, C.; Mercenaro, L.; Nassif, N.; Hassoun, G.; Del Caro, A. (2022): Effects of altitude on the chemical composition of grapes and wine: a review. In: *OENO One* 56 (1), S. 227–239. DOI: 10.20870/oeno-one.2022.56.1.4895.

- Marín, D.; Santesteban, L. G.; Dayer, S.; Villa-Llop, A.; Abad, F. J.; Gambetta, G. A. et al. (2022): Connection matters: exploring the implications of scion–rootstock alignment in grafted grapevines. In: *Australian Journal of Grape and Wine Research* 28 (4), S. 561–571. DOI: 10.1111/ajgw.12559.
- Mason, M. G.; Ross, J. J.; Babst, B. A.; Wienclaw, B. N.; Beveridge, C. A. (2014): Sugar demand, not auxin, is the initial regulator of apical dominance. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (16). DOI: 10.1073/pnas.1322045111.
- Molnar, M. (2019): Epidemiologie des Esca-Erregers *Phaeomoniella chlamydospora* und eine neue Bekämpfungsmöglichkeit mittels eines Wundverschlusses aus elektrogesponnenen Polymeren. 1-136 Seiten / Dissertationen aus dem Julius Kühn-Institut, 2018 / Dissertationen aus dem Julius Kühn-Institut, 2018. DOI: 10.5073/DISSJKI.2018.007.
- Mondello, V.; Larignon, P.; Armengol, J.; Kortekamp, A.; Vaczy, K.; Prezman, F. et al. (2018): Management of grapevine trunk diseases. In: *Phytopathologia Mediterranea* (57 (3)), S. 369–383. Online verfügbar unter <http://www.winetwork-data.eu/intranet/libretti/0/libretto16291-01-1.pdf>.
- Müller, Dr., E. (Hg.) (2019): Der Winzer 1: Weinbau. Unter Mitarbeit von Fader, B., Führ, I., Junker, C., Krieg, U., Prior, Dr., B., Rüger, Dr., P., Spiess, S., Wagenitz, J., Walg, O., Zink, M. 4. Aufl. 2 Bände. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Munoz, Jose R.; Stauch, Samantha J.; Wooten, Jennifer; Kitchen, Matthew; Abreu, Matteo; Rodriguez, Christian Jose et al. (2023): Effect of Rootstock on Vineyard Establishment Using Green-Growing Benchgrafts. In: *Agronomy* 13 (6), S. 1586. DOI: 10.3390/agronomy13061586.
- Pacetti, Andrea; Bertsch, Christophe; Compant, Stéphane; Farine, Sibylle; Moretti, Samuele; Mugnai, Laura; Pinto, Catia (2021): Trunk Surgery as a Tool to Reduce Foliar Symptoms in Diseases of the Esca Complex and Its Influence on Vine Wood Microbiota. In: *Journal of Fungi* 7 (7), S. 521. DOI: 10.3390/jof7070521.

Pertille, R. H.; Sachet, M. R.; Guerrezi, M. T.; Grigolo, C. R.; Citadin, I. (2020): Storage of cuttings before and after grafting influences survival and vigor of vine grafts. In: *Rev. Ceres* 67 (6), S. 501–505. DOI: 10.1590/0034-737x202067060010.

Platzer, V.; Schweigkofler, W. (2009): In vitro-Wirkung von Fungiziden auf *Fomitiporia mediterranea* und *Phaeomoniella chlamydospora*, die Erreger der Esca-Krankheit der Rebe. In: *Mitteilungen Klosterneuburg* (59), S. 74–83.

Prezman, F. (2017): Global strategy for the control of Grapevine Trunk Diseases. In: *Winetwork*, S. 1–6.

Regner, F. (2022): Versuche zum Sanften Rebschnitt. HBLA und Bundesamt Klosterneuburg, Wein- und Obstbau. Langenzersdorf, 19.01.2022.

Roblin, G.; Luini, E.; Fleurat-Lessard, P.; Larignon, P.; Berjeaud, J.-M. (2019): Towards a preventive and/or curative treatment of esca in grapevine trunk disease: General basis in the elaboration of treatments to control plant pathogen attacks. In: *Crop Protection* 116, S. 156–169. DOI: 10.1016/j.cropro.2018.10.016.

Schwarzbach, I. (2016): Untersuchungen zur Umstellung einer Ertragsanlage auf die Schnittmethode nach Simonit & Sirch im zweiten Umstellungsjahr in Hinblick auf Umstellungserfolg, Schnittmethodik, Aufwand, Ertrag und Traubengesundheit. Hochschule für Wirtschaft und Gesellschaft, Ludwigshafen. Weincampus Neustadt.

Séverine, M.; Dewasme, C.; Lecomte, P.; Birebent, M.; Dumercq, J.; Roby, J.-P. (2019): Understanding Esca: watch out for the grafting type! In: *Technical Reviews*. DOI: 10.20870/IVES-TR.2019.2524.

Séverine, M.; Lecomte, P.; Birebent, M.; Dumercq, J.; Roby, J.-P. (2017): Impact of grafting type on Esca foliar symptoms. In: *OENO One* (51 Nr.3), S. 221–230.

Steinhauer, R. E.; Lopez, R.; Pickering, W. (1980): Comparison of Four Methods of Variety Conversion in Established Vineyards. In: *Am J Enol Vitic.* 31 (3), S. 261–264. DOI: 10.5344/ajev.1980.31.3.261.

Terleth, J. (2007): Standortveredelung - Möglichkeiten und Grenzen. In: *Obstbau- Weinbaufachmagazin des Südtiroler Beratungsrings* (44), S. 236–238.

Viret, O.; Gindro, K. (2025): Grafting and Fungi in the Nursery. In: Olivier Viret und Katia Gindro (Hg.): *Science of fungi in grapevine*. Cham: Springer, S. 373–399. Online verfügbar unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-68663-4\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-68663-4_7).

Worldwide Vineyards (Hg.) (o.D.): Das Pfropfen von bewurzelten Unterlagen am Standort. Carnoules. Online verfügbar unter [www.worldwide-vineyards.com](http://www.worldwide-vineyards.com).

Zapata, C.; Deléens, E.; Chaillou, S.; Magné, C. (2004): Mobilisation and distribution of starch and total N in two grapevine cultivars differing in their susceptibility to shedding - PubMed. In: *Functional Plant Biology* (11), S. 1127–1135. Online verfügbar unter <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32688980/>, zuletzt geprüft am 29.06.2025.612Z.

## 8. Anhang

### Anhang 1: Anlagenplan des Versuchsweinbergs

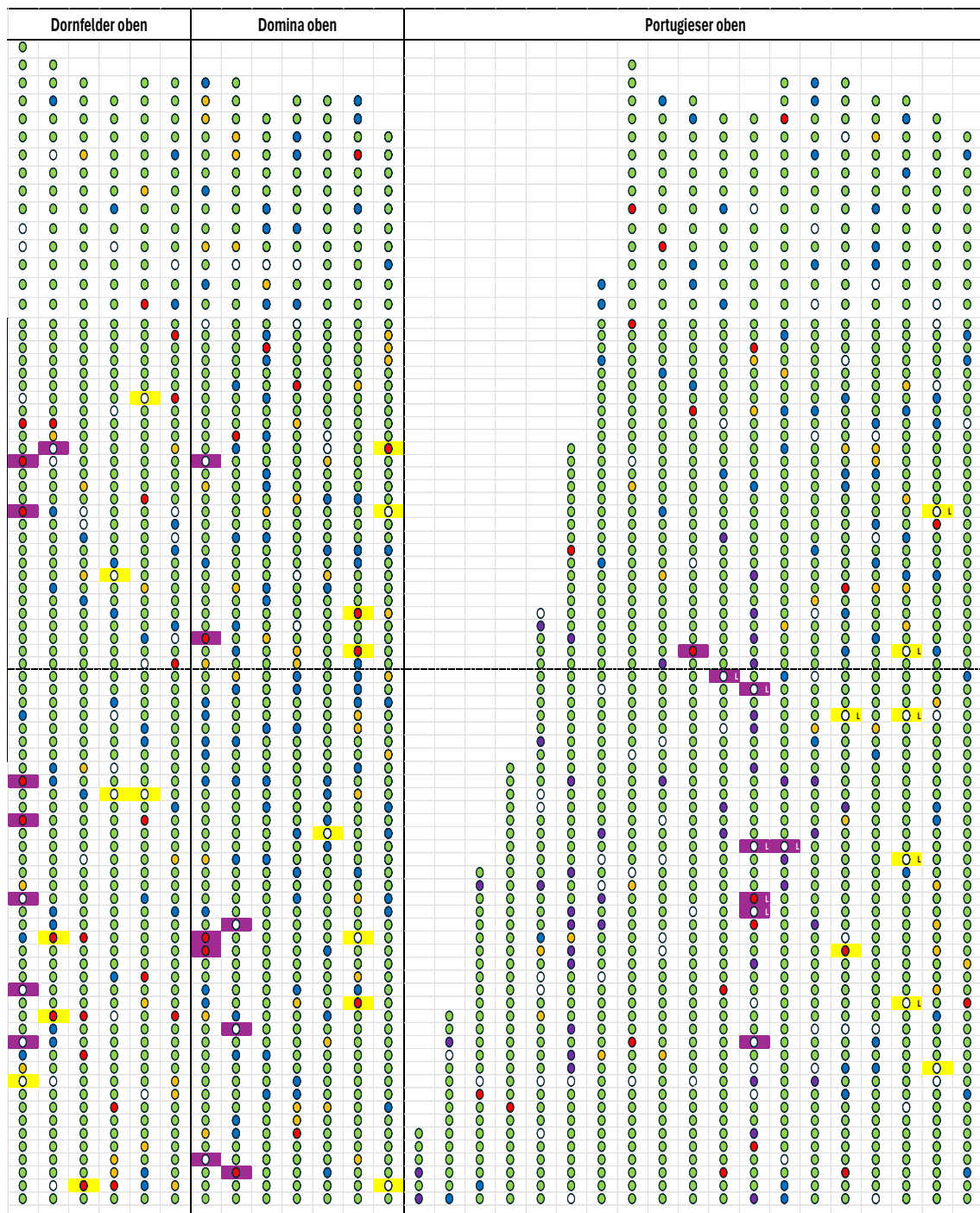


Abbildung 19: Darstellung des Versuchsweinbergs. Jeder Punkt stellt einen Rebstock dar, wobei die Farben unterschiedliche Bedeutungen haben: grün = intakter Stock; lila = nachgepflanzter Stock; blau = Fehlstelle; weiß = Stock weist einige wenige Blätter mit Tigerstreifen-Symptomatik auf; rot = Stock weist an fast allen Blättern Tigerstreifen-Symptomatik auf; orange = Stock ist augenscheinlich abgestorben. Gelb hinterlegte Stöcke wurden am 03.04.2024 veredelt. Lila hinterlegte Stöcke wurden am 23.05.2024 veredelt. L sind Temperaturlogger, welche an den Veredelungen angebracht wurden.