

**Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des Ländlichen Raums
(ELER)**

Hier investiert Europa in die Ländlichen Gebiete
mitfinanziert durch das Land Baden-Württemberg



Abschlussbericht zum EIP-Agri Projekt

„Entwicklung effektiver Strategien zum Schutz der Weinrebe vor
Esca und zur Sanierung bereits befallener Weinbergflächen“

vorgelegt von der Operationellen Gruppe
„Arbeitsgruppe zur Charakterisierung von Strategien bei Esca“ (OPG A.C.S.E.)

Freiburg
15. April 2023

**Ein Vorhaben des Maßnahmen- und Entwicklungsplans
Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014 - 2020 (MEPL III)**



www.mepl.landwirtschaft-bw.de



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

Bericht erstellt durch:

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg

Dr. René Fuchs (Projektkoordinator)

Lars Askani (Projektmitarbeiter)

Tommy Schirmer (Projektmitarbeiter)

Merzhauser Straße 119

79100 Freiburg im Breisgau

BS-Diagnostik

Dr. Bernhard Setzer

Waidplatzstrasse 8

79331 Teningen-Nimburg

sowie

Dr. Hanns-Heinz Kassemeyer

Servatiusstraße. 8

79292 Pfaffenweiler

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Projektziele.....	2
1.3 Bedeutung des Projekts für Baden-Württemberg	2
1.4 Mitglieder der Operationellen Gruppe A.C.S.E.	3
1.4.1 Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (WBI; Leadpartner)	3
1.4.2 Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg (LVWO).....	3
1.4.3 Badischer Weinbauverband e.V.	4
1.4.4 Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald Fachbereich Landwirtschaft	4
1.4.5 Öko Wein- und Sektgut Gretzmeier.....	4
1.4.6 Weingut Schneider	4
1.4.7 BS-Diagnostik.....	4
1.5 Projektgebiet	5
1.6 Projektlaufzeit und Dauer	5
1.7 Budget	5
1.8 Ablauf des Vorhabens	6
1.9 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	10
2 Eingehende Darstellung	11
2.1 Verwendung der Zuwendung	11
2.1.1 Laufende Kosten der Zusammenarbeit.....	11
2.1.2 Direktkosten des Projekts ohne Investitionen (Fördersatz 100%)	11
2.1.3 Kosten für Investitionen im Rahmen der EIP- Förderung (Fördersatz 60%) ..	11
2.1.4 Kosten für projektbegleitende Studien	11
2.2 Übersicht - Verwendung der Zuwendung.....	11
2.3 Ergebnisse der Zusammenarbeit im Projekt.....	12
2.3.1 Zusammenarbeit mit den Projektpartnern	12
2.3.2 Mehrwert der Zusammenarbeit innerhalb der OPG.....	12
2.3.3 Zukünftige Zusammenarbeit der OPG	12
3 Ergebnisse des Projektes	13
3.1 Früherkennung von Esca durch Multispektralanalysen	13
3.2 Maßnahmen zur Stammsanierung	14
3.2.1 Rebchirurgie	15
3.2.2 Stammrücknahme	16
3.2.3 RESET-Methode.....	17
3.2.4 Sanierungsmethoden im Vergleich	18

3.2.5 Boniturschlüssel	20
3.3 Schutz der Schnittwunden	21
3.3.1 Wundschutzbehandlungen	21
3.3.2 Tessior® Behandlung	23
3.3.3 Vintec® Behandlung	24
3.3.4 Wundschutzmittel im Vergleich	25
3.4 Sporenflug der Esca-Erreger	27
3.4.1 Sporenfallenaufbau und Probennahme	27
3.4.2 Molekularbiologischer Nachweis von Esca-Erregern	28
3.4.3 Sporenflug der Esca-Erreger im Winter	29
3.4.4 Analyse des Sporenflugs über das Jahr	30
3.5 Esca-Monitoring bei unterschiedlichen Rebsorten	30
3.6 Zielerreichung	31
3.7 Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen	32
3.8 Nebenergebnisse	32
3.8.1 ESCALibur® gegen Esca	32
3.8.2 Besiedelung des Rebstamms durch holzerstörende Pilze	36
4. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	39
4.1 Handlungsanweisungen für die Praxis	39
5. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse	41
6. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit	43
7. Publikation und Veröffentlichung	43
7.1 Veröffentlichungen und Veranstaltungen	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Typische Schadsymptome der Esca-Krankheit.	1
Abbildung 2: Standorte der jeweiligen Projektpartner.	5
Abbildung 3: Drohne mit unterschiedlichen Kameras.	13
Abbildung 4: Schematische Darstellung der Auswertung der multispektralen Bilddaten.	14
Abbildung 5: Rebchirurgie bei einer Weinrebe im Winter.	15
Abbildung 6: Mehrjährige Ergebnisse der Rebchirurgie.	16
Abbildung 7: Stammrücknahme bei Weinreben.	17
Abbildung 8: Mehrjährige Ergebnisse der RESET-Methode.	18
Abbildung 9: Sanierte Rebstöcke sind nahezu frei von Esca-Symptomen.	19
Abbildung 10: Unterschiedliche Ausprägung der Krankheitssymptome.	21
Abbildung 11: Versuchsschema zur Wundschutzbehandlung.	22
Abbildung 12: Isolation von Pilzen aus Holzstücken von behandelten Schnittwunden.	23
Abbildung 13: Behandlung der Schnittwunde mit Tessior®.	24
Abbildung 14: <i>Trichoderma atroviride</i> SC1 Pilz auf Kulturmedium.	25
Abbildung 15: Isolierte Pilzkulturen von behandelten Schnittwunden.	26
Abbildung 16: Sporenfalle in einer Rebfläche.	27
Abbildung 17: Ergebnisse einer Multiplex-PCR nach der Gelelektrophorese.	28
Abbildung 18: Sporenflug der Esca-Erreger über die Wintermonate.	29
Abbildung 19: Ausprägung der Esca-Symptome in verschiedenen Sorten und Jahren.	31
Abbildung 20: Durchführung der Stamminjektion.	34
Abbildung 21: Auswertung und Darstellung der Ergebnisse repräsentativer Versuchsflächen.	35
Abbildung 22: Querschnitt durch den Stamm einer symptomatischen Weinrebe.	37
Abbildung 23: Lichtmikroskopische Aufnahme.	38
Abbildung 24: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von zersetztem Holz.	38
Abbildung 25: Veröffentlichung des Projekts in der „Badischen Zeitung“.	44
Abbildung 26: Infolyer zu präventiven und kurativen Maßnahmen gegen Esca.	45
Abbildung 27: Vorstellung des Projekts bei der Besichtigung von Freilandversuchen.	47
Abbildung 28: Vorstellung der Projektergebnisse auf der MonESCA Tagung.	47
Abbildung 29: Demonstration der Rebchirurgie für Kooperationspartner aus Luxembourg.	48
Abbildung 30: Posterpräsentation auf dem Landwirtschaftlichen Hauptfest.	48
Abbildung 31: Demonstration der Rebchirurgie für Praxispartner und interessierte Winzer.	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuwendungsfähige Ausgaben sowie Zuwendungsbetrag.	11
Tabelle 2: Kosten der unterschiedlichen Behandlungsmethoden im Vergleich.	42
Tabelle 3: Auflistung der Veröffentlichungen.	44
Tabelle 4: Auflistung der Veranstaltungen, Messeauftritte und Workshops.	46
Tabelle 5: Auflistung der Social Media Präsenz.	49

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Esca-Krankheit beeinträchtigt die Quantität und Qualität der Traubenernte sowie die Wuchskraft der Weinrebe und führt über kurz oder lang zum Absterben der gesamten Pflanze (Abbildung 1). Aktuell sind durchschnittlich 9 % der Pflanzen einer Rebanlage von akuten Esca-Symptomen betroffen. Für eine Reblfläche mit 4.500 Pflanzen pro Hektar bedeutet dies, dass pro Jahr über 370 Reben keine Erträge produzieren und durchschnittlich 74 Reben absterben. Bei einem angenommenen Ertragslös von 10.000 € pro Hektar und Jahr verursacht die Krankheit somit Schäden in Höhe von 1.100 €. Durch Nachpflanzungen abgestorbener Reben entstehen zusätzlich Arbeitskosten sowie Materialkosten von bis zu 500 € pro Jahr. Hochgerechnet auf 20 Jahre würden hierdurch Gesamtkosten von 15.000 € bis 19.000 € entstehen. Da es sich bei den Angaben um geschätzte Werte handelt, können die tatsächlichen Kosten je nach Stärke des Esca-Befalls, Größe der Reblfläche, Höhe der Arbeitskosten sowie des benötigten Zeitaufwands von konkreten Reblflächen deutlich abweichen. Begünstigt durch den Klimawandel breitet sich Esca in Baden-Württemberg weiter aus, so dass eine weitere Zunahme der wirtschaftlichen Verluste in den nächsten Jahren zu erwarten ist.

Die Behandlung erkrankter Weinreben mit Fungiziden ist nicht möglich, da die Esca-Erreger das Holz im Inneren des Stamms besiedeln und somit bei der Applikation nicht erfasst werden. Zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit des Weinbaus in Baden-Württemberg besteht dringender Bedarf nach kostengünstigen und effektiven Verfahren zum Schutz der Weinreben vor Infektionen und zur Sanierung bereits befallener Pflanzen.

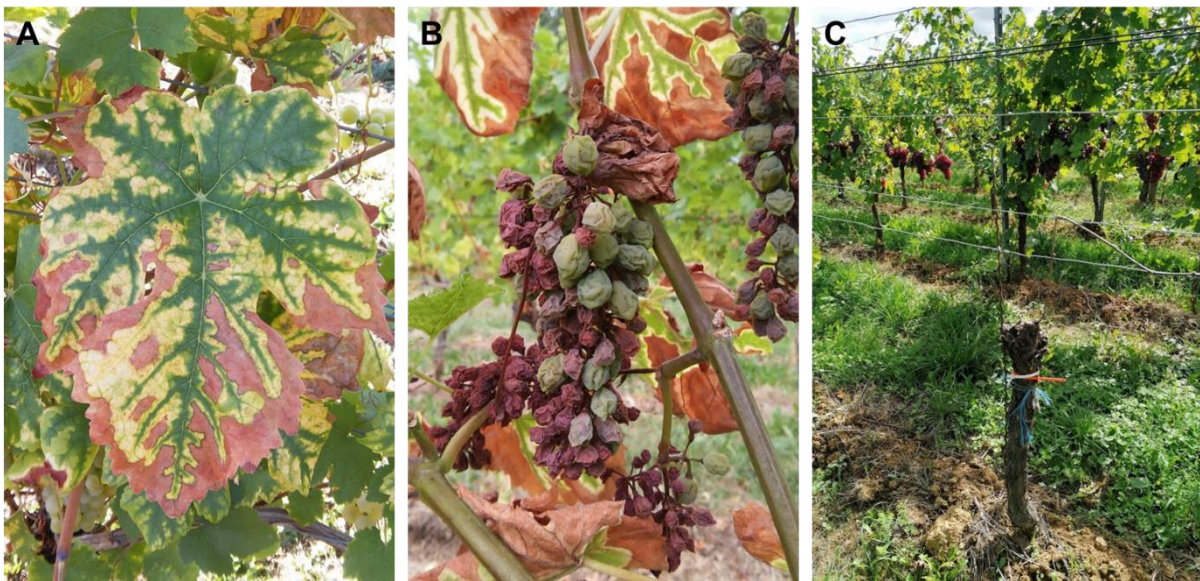


Abbildung 1: Typische Schadsymptome der Esca-Krankheit.

A) Tigerstreifenmuster an Blättern, B) eingetrocknete Trauben und C) abgestorbene Rebe.

1.2 Projektziele

In dem durch die Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) geförderten Projekt, sollten nachhaltige und innovative Verfahren zur Sanierung von Weinbergsflächen mit Esca-Befall entwickelt und bereits vorhandene Methoden auf ihre Praxistauglichkeit untersucht werden. Hierzu wurden in unterschiedlichen Arbeitspaketen folgende Maßnahmen bearbeitet:

- a) Entwicklung einer Methode zur Früherkennung erkrankter Rebstöcke.
- b) Bestimmung einer optimalen Methode zur Stammsanierung von befallenen Rebstöcken.
- c) Ermittlung eines optimalen Verfahrens zum Schutz der Schnittwunden vor Infektionen durch Esca-Erreger.
- d) Analyse des Sporenflugs unterschiedlicher Esca-Erreger während des Rebschnitts im Winter.

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend zur Ausarbeitung von Strategien zur Gesunderhaltung einer Rebfläche und zur Erstellung von Handlungsanweisungen genutzt. Durch Demonstrationsversuche, Seminare, Informationsmaterial (z. B. Infolyer, Internet, Video) und die Schaffung eines Netzwerkes zur Beratung in Baden-Württemberg bezüglich Esca werden die Strategien zukünftig in die Praxis eingeführt.

1.3 Bedeutung des Projekts für Baden-Württemberg

Der Weinbau in Baden-Württemberg ist durch das für die Krankheit günstige Klima besonders stark von Esca betroffen. Für eine wirtschaftliche Produktion und somit eine Zukunftssicherung des hiesigen Weinbaus müssen dringend Verfahren zum Schutz der Weinrebe vor Esca und zur Sanierung von Befallsflächen entwickelt und in die Praxis eingeführt werden. Da die gesamte Rebfläche in Baden-Württemberg von Esca betroffen ist, erreichen sämtliche Akteure der Weinwirtschaft des Landes einen Nutzeffekt durch die vorgesehene Sicherung der Produktivität im Weinbau. Dies stärkt die gesamte Wertschöpfungskette der Branche von der Produktion über die verarbeitenden Kellereien bis zur Vermarktung. Die Sicherung von Ertrag, Qualität und Leistungsfähigkeit der Weinreben sowie der Lebensdauer der Rebanlagen verschafft der heimischen Weinwirtschaft zudem einen Wettbewerbsvorteil.

Die Operationelle Gruppe setzt sich neben Mitgliedern aus Forschung und Entwicklung aus Leitern von Weinbaubetrieben, Erzeugerorganisationen (Winzergenossenschaften), Verarbeitungsunternehmen (Kellereien) und Vermarktungsunternehmen (Kellereien, Selbstvermarkter) sowie Weinbauberatern (Beratungsorganisationen) zusammen. Damit sind sämtliche Akteure der Weinwirtschaft vertreten und wirken gemeinsam mit, eine Innovation zur Stärkung der Produktivität im Weinbau zu entwickeln, zu evaluieren und zur Praxisreife zu bringen. Das Projekt beinhaltet integrierte Verfahren zur Bekämpfung von Esca und steht daher

im Einklang mit dem Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) und in engem Bezug zum Leitthema „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“. Der Projektvorschlag hat Bezug zum Themenschwerpunkt „Sonderkulturen – durch Innovationen zukunftssicher aufgestellt“. Der Projektvorschlag beinhaltet die Entwicklung eines Verfahrens zur Sanierung von Weinbergsflächen mit Esca-Befall durch Neuaufbau der Rebstöcke und zum Schutz der Schnittwunden vor Neuinfektionen. Es werden innovative Konzepte im Bereich der Sonderkultur „Weinbau“ in enger Kooperation mit der Weinbauberatung und Akteuren aus der Weinwirtschaft entwickelt, evaluiert und zur Praxisreife gebracht.

1.4 Mitglieder der Operationellen Gruppe A.C.S.E.

Zu den Akteuren der Operationellen Gruppe „Arbeitsgruppe zur Charakterisierung von Strategien bei Esca“ (OPG A.C.S.E.) gehörten das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg (WBI), die Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg (LVWO), Vertreter der staatlichen Weinbauberatung, der Badische Weinbauverband e. V., die Firma BS-Diagnostik sowie mehrere Praxisbetriebe, die ihre Rebflächen für die Forschung zur Verfügung gestellt haben.

1.4.1 Staatliches Weinbauinstitut Freiburg (WBI; Leadpartner)

Adresse: Merzhauser Straße 119, 79100 Freiburg

Ansprechpartner: Dr. René Fuchs (Referatsleiter Phytopathologie und Diagnostik)

Aufgabenbereich: Leitung der Operationellen Gruppe, wissenschaftliche Betreuung, Koordination der geplanten Arbeiten, Projektmanagement, Versuchsdurchführung (z. B. Bonitur des Krankheitsbefalls, Rebchirurgie und Sporenflug) sowie die Erstellung von Handlungsempfehlungen.

1.4.2 Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg (LVWO)

Adresse: Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg

Ansprechpartner: Dr. Manuel Becker bzw. Johannes Wolf (Referatsleiter Weinbau und Rebschutz)

Aufgabenbereich: Wissenschaftliche Betreuung des Projekts und Durchführung von multispektralen Analysen des Krankheitsbefalls.

1.4.3 Badischer Weinbauverband e.V.

Adresse: Merzhauser Straße 115, 79100 Freiburg

Ansprechpartner: Peter Wohlfarth bzw. Holger Klein (Geschäftsführer)

Aufgabenbereich: Vertretung der Erzeugerorganisation.

1.4.4 Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald Fachbereich Landwirtschaft

Adresse: Europaplatz 3, 79206 Breisach

Ansprechpartner: Hansjörg Stücklin und Egon Zuberer

Aufgabenbereich: Beratung und Wissenstransfer.

1.4.5 Öko Wein- und Sektgut Gretzmeier

Adresse: Wolfshöhle 3, 79291 Merdingen

Ansprechpartner: Heinrich Gretzmeier

Aufgabenbereich: Bewirtschaftung von Versuchsflächen.

1.4.6 Weingut Schneider

Adresse: Allmendgasse 12, 79235 Vogtsburg im Kaiserstuhl

Ansprechpartner: Kilian Schneider

Aufgabenbereich: Bewirtschaftung von Versuchsflächen.

1.4.7 BS-Diagnostik

Adresse: Waidplatzstrasse 8, 79331 Teningen-Nimburg

Ansprechpartner: Dr. Bernhard Setzer

Aufgabenbereich: Ermittlung des Sporenflugs potentieller Esca-Erreger.

1.5 Projektgebiet

Abbildung 2 zeigt die Standorte der jeweiligen Projektpartner in Baden-Württemberg auf.

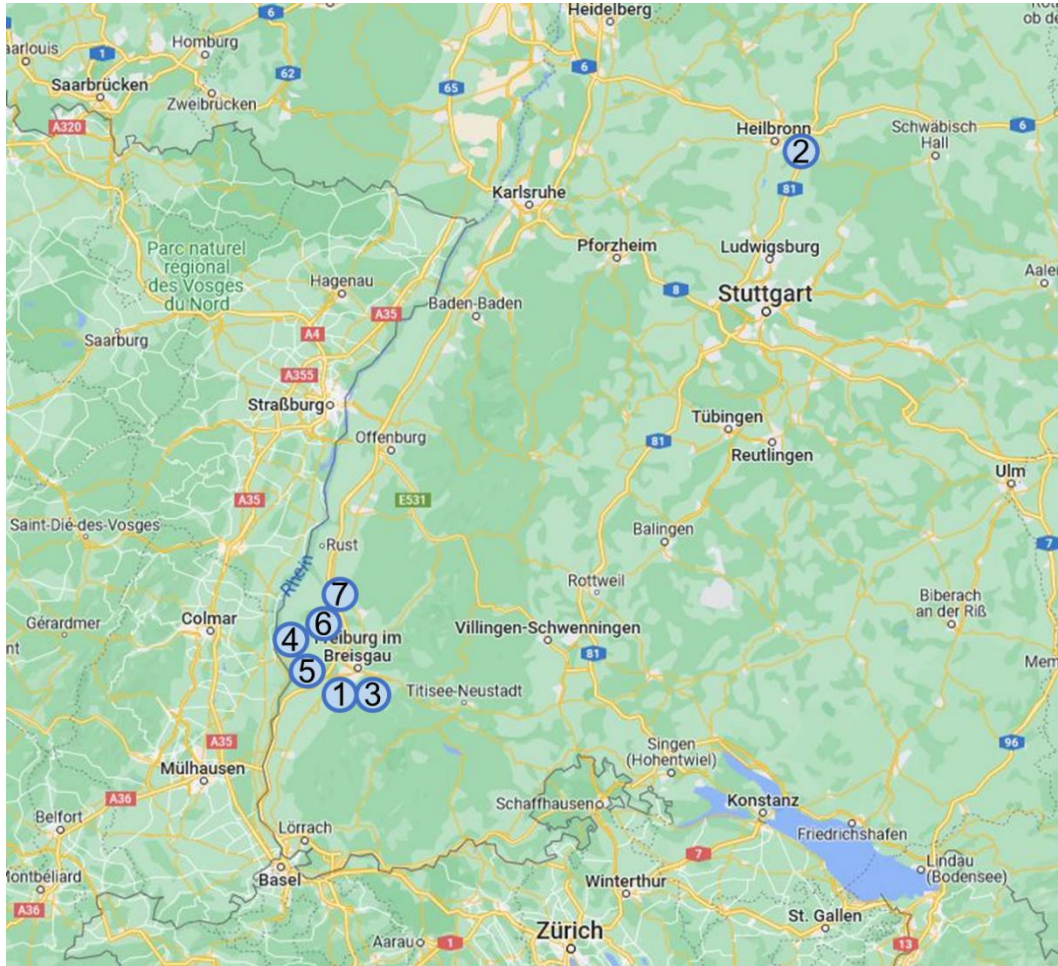


Abbildung 2: Standorte der jeweiligen Projektpartner.

Die Ziffern entsprechen der Beschreibung der Mitglieder der Operationellen Gruppe A.C.S.E. in Abschnitt 1.4.

1.6 Projektlaufzeit und Dauer

Das Projekt der OPG A.C.S.E. wurde am 01.01.2019 begonnen und endete nach 48 Monaten am 22.12.2022.

1.7 Budget

Die gesamte Zuwendungssumme für das Projekt betrug 347.492 Euro.

1.8 Ablauf des Vorhabens

Das Projekt der OPG A.C.S.E. wurde in verschiedene Arbeitspakete (AP) und Jahre aufgeteilt:

- AP 1: Früherkennung von Esca-befallenen Rebstöcken mithilfe drohnen-gestützter Multispektralaufnahmen.
- AP 2: Untersuchungen zur Praxistauglichkeit von Maßnahmen zur Stammsanierung.
- AP 3: Evaluierung von Verfahren zum Schutz der Schnittwunden vor Infektionen durch Esca-Erreger.
- AP 4: Gewinnung von Kenntnissen zu Sporenflugzeiten der Esca-Erreger.
- AP 5: Erstellung von Handlungsanweisungen zur Gesunderhaltung von Rebflächen.
- AP 6: Wissenstransfer in die Weinbaupraxis.

Projektjahr 2019

- Projektkoordination:
 - Organisation der 1. Projektbesprechung der OPG.
- AP 1.1 und 1.2:
 - Erstellung von Multispektralaufnahmen von Rebflächen durch Mitarbeiter der LVWO.
 - Visuelle Bonituren der aufgenommenen Rebflächen durch Mitarbeiter des WBI.
- AP 2.1 bis 2.3:
 - Bewirtschaftung der Rebflächen durch die Praxisbetriebe.
 - Behandlung von symptomatischen und symptomlosen Stöcken verschiedener Rebsorten mittels Rebchirurgie zu unterschiedlichen Zeitpunkten durch Mitarbeiter des WBI.
 - Anwendung der Methode des Stockneuaufbaus in ersten Versuchsflächen durch Praxisbetriebe und Mitarbeiter des WBI.
 - Bonitur der Reben nach der Behandlung durch Mitarbeiter des WBI.
- AP 3.1 und 3.2:
 - Behandlung von Schnittwunden mit einem Pflanzenschutzmittel auf Trichoderma-Basis (Vintec®) durch Mitarbeiter des WBI.
 - Etablierung einer Methode für den molekularbiologischen Nachweis von Esca-Erregern aus Holzproben der behandelten Schnittwunden durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 4.1:
 - Analyse von Luftproben durch BS-Diagnostik.
 - Aufstellung von Sporenfallen in mehreren Rebflächen und wöchentliche Beprobung sowie Laboranalyse der Fallen durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 5.1 bis 5.4:
 - Auswertung der gesammelten Daten durch die jeweiligen Verantwortlichen und Präsentation gegenüber den Mitgliedern des Projektes.

- AP 6.1 und 6.2:
 - Vorstellung der Freilandversuche zur Rebchirurgie gegenüber Vertretern der Industrie durch Mitarbeiter des WBI.
 - Vorstellung der Freilandversuche zur Rebchirurgie gegenüber Teilnehmern der Fachreferententagung durch Mitarbeiter des WBI.
 - Projekt- und Ergebnisvorstellung sowie Demonstration der Rebchirurgie auf der jährlichen Tagung des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR).
 - Projekt- und Ergebnisvorstellung sowie Demonstration der Rebchirurgie im Rahmen der Rebschutzwartetagung.
 - Projekt- und Ergebnisvorstellung sowie Demonstration der Rebchirurgie auf der jährlichen Tagung des Verbands Landwirtschaftlicher Fachbildung Baden-Württemberg e.V. (VLF).
 - Projekt- und Ergebnisvorstellung sowie Demonstration der Rebchirurgie im Rahmen der Beiratssitzung.

Projektjahr 2020

- Projektkoordination:
 - Organisation der 2. Projektbesprechung der OPG.
 - Anfertigung und Einreichung des 1. Zahlungsantrags.

- AP 1.1 und 1.2:
 - Erstellung von Multispektralaufnahmen von Rebflächen durch Mitarbeiter der LVWO.
 - Auswertung erster Ergebnisse der Multispektralaufnahmen durch Mitarbeiter der LVWO.
 - Visuelle Bonituren der aufgenommenen Rebflächen durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 2.1 bis 2.3:
 - Bewirtschaftung der Rebflächen durch die Praxisbetriebe.
 - Behandlung von symptomatischen und symptomlosen Stöcken verschiedener Rebsorten mittels Rebchirurgie zu unterschiedlichen Zeitpunkten durch Mitarbeiter des WBI.
 - Fortsetzung der Versuche zum Stockneuaufbau durch Mitarbeiter des WBI.
 - Bonitur der Reben nach der Behandlung durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 3.1 und 3.2:
 - Behandlung von Schnittwunden mit den Pflanzenschutzmitteln Vintec® und Tessior® durch Mitarbeiter des WBI.
 - Etablierung einer mikrobiologischen sowie molekularbiologischer Nachweismethode von Pilzen aus Holzproben durch Mitarbeiter des WBI.
 - Untersuchung und Auswertung der Holzproben der behandelten Reben durch Mitarbeiter des WBI.
- AP 4.1 und 4.2:
 - Analyse von Luftproben durch BS-Diagnostik.
 - Aufstellung von Sporenfallen in mehreren Rebflächen und wöchentliche Beprobung sowie Laboranalyse der Fallen durch Mitarbeiter des WBI.
- AP 5.1 bis 5.4:
 - Auswertung der gesammelten Daten durch die jeweiligen Verantwortlichen und Präsentation gegenüber den Mitgliedern des Projektes.
- AP 6.1 und 6.2:
 - Absage der geplanten Maßnahmen, z. B. Workshops und Vorträge auf diversen Veranstaltungen, aufgrund der COVID-19-Pandemie.
 - Vorstellung des Projektes im Internet auf der Homepage des WBI.
 - Veröffentlichung zum Projekt im Fachmagazin „Der Badische Winzer“ durch Mitarbeiter des WBI.
 - Veröffentlichung zum Projekt in der „Badischen Zeitung“.
 - Veröffentlichung eines YouTube-Videos zur Rebchirurgie bei Rebstöcken durch Mitarbeiter des WBI.

Projektjahr 2021

- Projektkoordination:
 - Organisation der 3. Projektbesprechung der OPG (online).
- AP 1.1 und 1.2:
 - Erstellung von Multispektralaufnahmen von Rebflächen durch Mitarbeiter der LVWO.
 - Visuelle Bonituren der aufgenommenen Rebflächen durch Mitarbeiter des WBI.
 - Erreichung des für 2020 geplanten Meilensteins (M1) „Früherkennung von erkrankten Reben mittels Multispektralanalysen“.
- AP 2.1 bis 2.3:
 - Bewirtschaftung der Rebflächen durch die Praxisbetriebe.
 - Behandlung von symptomatischen und symptomlosen Stöcken verschiedener Rebsorten mittels Rebchirurgie zu unterschiedlichen Zeitpunkten durch Mitarbeiter des WBI. Fortsetzung der Versuche zum Stockneuaufbau durch Mitarbeiter des WBI.
 - Bonitur der Reben nach der Behandlung durch Mitarbeiter des WBI.
 - Erreichung des Meilensteins (M2) „Maßnahmen zum Stockneuaufbau“.

- AP 3.1 und 3.2:
 - Behandlung von Schnittwunden mit den Pflanzenschutzmitteln Vintec® und Tessior® durch Mitarbeiter des WBI.
 - Untersuchung und Auswertung der Holzproben der behandelten Reben durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 4.1 und 4.2:
 - Analyse von Luftproben durch BS-Diagnostik.
 - Aufstellung von Sporenfallen in mehreren Rebflächen und wöchentliche Beprobung sowie Laboranalyse der Fallen durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 5.1 bis 5.4:
 - Auswertung der gesammelten Daten durch die jeweiligen Verantwortlichen und Präsentation gegenüber den Mitgliedern des Projektes.

- AP 6.1 und 6.2:
 - Drei Veröffentlichungen im Fachmagazin „Der Badische Winzer“
 - Veranstaltung von drei Workshops zu Demonstrationszwecken der Rebchirurgie
 - Vorstellung des Projektes auf zwei Tagungen

Projektjahr 2022

- Projektkoordination:
 - Organisation der 4. Projektbesprechung der OPG.
 - Organisation der Abschlussbesprechung der OPG.
 - Anfertigung und Einreichung des 2. und 3. Zahlungsantrags.

- AP 1.1 und 1.2:
 - Erstellung von Multispektralaufnahmen von Rebflächen durch Mitarbeiter der LVWO.
 - Visuelle Bonituren der aufgenommenen Rebflächen durch Mitarbeiter des WBI.

- AP 2.1 bis 2.3:
 - Bewirtschaftung der Rebflächen durch die Praxisbetriebe.
 - Behandlung von symptomatischen und symptomlosen Stöcken verschiedener Rebsorten mittels Rebchirurgie zu unterschiedlichen Zeitpunkten durch Mitarbeiter des WBI.
 - Bonitur der Reben nach der Behandlung durch Mitarbeiter des WBI.
 - Abschluss aller geplanten Schritte zum Stockneuaufbau in den Praxisbetrieben.

- AP 3.2:
 - Untersuchung und Auswertung der Holzproben der behandelten Reben durch Mitarbeiter des WBI.
 - Erreichung des Meilensteins (M3) „Bestimmung der effektivsten Wundverschlussmethode“.

- AP 4.1 und 4.2:
 - Analyse von Luftproben durch BS-Diagnostik
 - Auswertung der restlichen Sporenfallen durch Mitarbeiter des WBI.
 - Erreichung des Meilensteins (M4) „Feststellung der Hauptsporenflugzeit der Esca-Erreger“.
- AP 5.1 bis 5.4:
 - Auswertung der gesammelten Daten durch die jeweiligen Verantwortlichen und Präsentation gegenüber den Mitgliedern des Projektes.
- AP 6.1 bis 6.3:
 - Zwei Veröffentlichungen im Fachmagazin „Der Badische Winzer“.
 - Vorstellung des Projektes auf zwei Tagungen.
 - Erreichung des Meilensteins (M5) „Erstellung eines Flyers mit Handlungsempfehlung für die Praxis“.

1.9 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den verschiedenen Arbeitspaketen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- **AP 1:** Mithilfe der Analyse multispektraler Bildaufnahmen von Weinreben konnte eine Methode zur Früherkennung Esca-erkrankter Rebstöcke entwickelt werden. Durch die Früherkennung der Krankheit wird es möglich sein, befallene Reben noch vor dem Ausbruch von Symptomen zu behandeln und damit Ertragsausfälle zu verhindern. Die Methode stellt ein innovatives Verfahren dar, das allerdings noch zur Praxisreife weiterentwickelt werden muss.
- **AP 2:** Im Rahmen des Projektes konnte gezeigt werden, dass die beiden Stammsanierungsmethoden, Rebchirurgie und Stammrücknahme, eine hohe Erfolgsquote aufweisen und somit die Lebensdauer von Esca-befallenen Reben verlängern. Der Erfolg der Methode hängt vom Alter der Rebe bzw. vom Grad des Befalls ab. Sortenunterschiede konnten bei den untersuchten Rebsorten nicht festgestellt werden.
- **AP 3:** Die Wundschutzmittel Vintec® und Tessior® können bei rechtzeitiger Anwendung die Schnittwunden der Reben vor Infektion durch Esca-Erreger schützen. Selbst nach einem Jahr konnten unterhalb der Schnittwunde keine Haupterreger der Esca-Krankheit nachgewiesen werden. Beide Wundschutzmittel helfen gleichermaßen vor einem Befall zu schützen.
- **AP 4:** Die Untersuchungen zum Sporenflug haben gezeigt, dass die Pilzsporen der wichtigsten Esca-Erreger in den Wintermonaten nahezu immer in der Luft vorhanden sind. Einzig Frostereignisse bringen den Sporenflug vorübergehend zum Erliegen. Somit kann keine Empfehlung für einen optimalen Zeitpunkt für den Rebschnitt im Winter in Bezug auf eine Infektion mit Pilzsporen angegeben werden.
- **AP 5 und 6:** Die in den Arbeitspaketen 1 bis 4 gewonnenen Daten wurden zusammengetragen und ausgewertet. Die Ergebnisse lieferten die Grundlage für die Erstellung der Handlungsempfehlung zur Gesunderhaltung von Rebflächen. Diese wurden in Form eines Flyers veröffentlicht.

2 Eingehende Darstellung

2.1 Verwendung der Zuwendung

Die Zuwendungen wurden für die unten aufgeführten Kostenpositionen verwendet.

2.1.1 Laufende Kosten der Zusammenarbeit

- Reisekosten der an der OPG beteiligten Akteure

2.1.2 Direktkosten des Projekts ohne Investitionen (Fördersatz 100%)

- Personalausgaben beim WBI Freiburg
- Personalausgaben bei der LVWO Weinsberg
- Sachleistungen beim WBI Freiburg
- Sachleistungen bei der LVWO Weinsberg

2.1.3 Kosten für Investitionen im Rahmen der EIP- Förderung (Fördersatz 60%)

- Lenovo ThinkStation P330 Tower

2.1.4 Kosten für projektbegleitende Studien

- Kosten für projektbegleitende Studien in Form von Aufträgen an Herrn Dr. Setzer und Herrn Dr. Kassemeyer.

2.2 Übersicht - Verwendung der Zuwendung

Tabelle 1 fasst die Verwendung der Zuwendung kurz zusammen.

Tabelle 1: Zuwendungsfähige Ausgaben sowie Zuwendungsbetrag.

Art der Ausgaben	Zuwendungsfähige Ausgaben (Euro)	Fördersatz (v.H.)	Zuwendungsbetrag (Euro)
Laufende Kosten der Zusammenarbeit, Direktkosten der Projekte und Kosten für projektbegleitende Studien (außer Investitionen)	346.206,92	100%	346.206,92
Investitionen	2.140,80	60%	1.285,08
Summe Zuwendungsbetrag (Euro)			347.492,00

2.3 Ergebnisse der Zusammenarbeit im Projekt

2.3.1 Zusammenarbeit mit den Projektpartnern

Zu Projektbeginn fand am 19.02.2019 am WBI Freiburg die erste gemeinsame Projektbesprechung der OPG A.C.S.E. statt. Bei dieser Besprechung wurde das geplante Projekt detailliert vorgestellt, die Aufgaben der einzelnen Mitglieder der Operationellen Gruppe in den jeweiligen Arbeitspaketen vereinbart sowie ein Zeitplan zum Erreichen der Projektziele festgelegt. Um die Projektziele zu erreichen, wurden insgesamt sechs Arbeitspakete mit unterschiedlichen Maßnahmen erstellt. Die Koordination der jeweiligen Arbeitspakete fand zu unterschiedlichen Zeitpunkten in bilateralen Gesprächen mit Mitarbeitern des WBI und den zuständigen Akteuren statt. Des Weiteren fanden jährliche Projekttreffen statt, um alle OPG Mitglieder über die laufenden Arbeiten, die aktuellen Zwischenergebnisse sowie die weitere Vorgehensweise zu informieren. Darüber hinaus erfolgte am 25.10.2021 ein Workshop zum Thema Rebchirurgie, zu dem die Mitglieder der OPG eingeladen wurden. Zum Ende des Projekts fand am 13.12.2022 eine abschließende Besprechung statt, bei der über den Projektverlauf, die Projektabrechnung sowie über die zukünftige Zusammenarbeit diskutiert wurde.

2.3.2 Mehrwert der Zusammenarbeit innerhalb der OPG

Aufgrund der Zusammensetzung der OPG A.C.S.E., bestehend aus Wissenschaftlern, Beratern, Praktikern sowie Vertretern von Erzeugerorganisationen, konnte das Thema Esca-Krankheit aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet und gemeinsam bearbeitet werden. So konnten Fragestellungen, die sich aus der weinbaulichen Praxis ergeben haben, in wissenschaftlichen Versuchen bearbeitet und Lösungsansätze entwickelt werden. Die so gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend durch die Unterstützung der Beratung wiederum in die Weinbaupraxis vermittelt und in praxistaugliche Handlungsempfehlungen umgesetzt. Hierdurch wurde ein optimaler Wissenstransfer aus der Praxis in die Wissenschaft und wieder zurück erzielt, von dem alle Beteiligten aufgrund der unterschiedlichen Sachkenntnis profitiert haben.

2.3.3 Zukünftige Zusammenarbeit der OPG

Auch nach dem offiziellen Projektende soll die Zusammenarbeit der ehemaligen Mitglieder der OPG A.C.S.E. fortgeführt und gemeinsam nach praxistauglichen Lösungen zur Esca-Krankheit gesucht werden. Hierzu sollen die bereits im Projekt begonnenen Langzeitversuche mit den jeweiligen Akteuren fortgeführt sowie neue Versuche mit interessierten Praktikern gestartet werden. Das WBI Freiburg würde diese Praxisversuche wissenschaftlich begleiten.

2.3.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

In den jeweiligen Arbeitspaketen konnten alle Arbeiten wie geplant umgesetzt werden und somit alle Meilensteine bzw. gesetzten Projektziele erreicht werden.

3 Ergebnisse des Projektes

3.1 Früherkennung von Esca durch Multispektralanalysen

Die mit Esca assoziierten Pilze breiten sich in der Regel lange Zeit unentdeckt im Rebstock aus, bevor die Symptome der Krankheit äußerlich sichtbar werden. Um erkrankte Reben frühzeitig zu erkennen und so Ertragsverlusten vorzubeugen, sollten im Projekt mit Hilfe einer speziellen Kamera (Multispektralkamera Tetracam Macaw), die sechs vordefinierte Wellenlängenbereiche misst, befallene Stöcke identifiziert werden. Befallene Reben sollten theoretisch ein anderes Farbspektrum aufweisen als gesunde Pflanzen. Um möglichst viele Rebstöcke in kurzer Zeit zu erfassen, wurde die Kamera an einer Drohne (Modell DJI Matrice 210) befestigt (Abbildung 3). Die Fernerkundung und Auswertung der Bilder wurde dabei von Mitarbeitern der LVWO durchgeführt. Zusätzlich wurden alle Rebstöcke der Versuchsfelder von Mitarbeitern des WBI mehrmals jährlich auf Esca-Symptome vom Boden aus bonitiert. Kameraaufnahmen wurden aus 25 Metern Höhe angefertigt. Pro Hektar Rebfläche entstanden so etwa 1.680 Dateien mit einem Datenvolumen von insgesamt 5 GB.



Abbildung 3: Drohne mit unterschiedlichen Kameras.
Der rote Pfeil weist auf die Multispektralkamera hin.

Die Daten wurden anschließend mit einer speziellen Software (Agisoft Metashape) bearbeitet. Zuerst wurden die einzelnen Bilder anhand von Überlappung und Position der Aufnahme zu einem 3D-Modell zusammengesetzt (Abbildung 4). Im zweiten Schritt wurde der Boden als störender Hintergrund entfernt und im Anschluss das Bild entsprechend eines entwickelten Indizes eingefärbt. Hierdurch wurde es möglich nicht nur zwischen symptomlosen und symptomatischen Reben zu unterscheiden, sondern es konnten auch erkrankte Stöcke vor einer Symptomausprägung identifiziert werden. Die Untersuchungen haben somit gezeigt, dass eine Früherkennung der Esca möglich ist. Die zukünftige Aufgabe besteht nun darin, die Methode weiter zu validieren, die Verarbeitung der Daten sowie die Erkennung der betroffenen Reben zu automatisieren und das Verfahren zur Praxisreife weiterzuentwickeln.

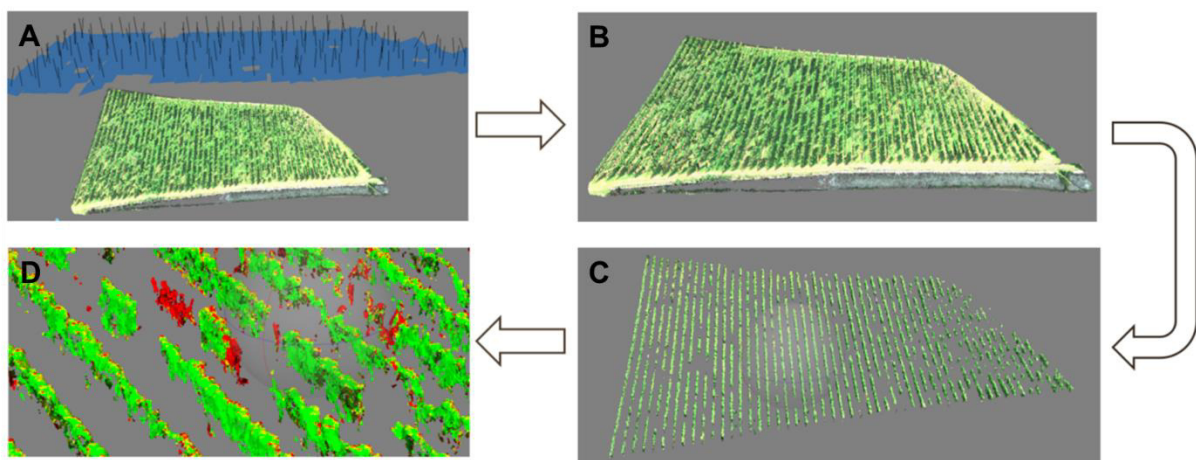


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Auswertung der multispektralen Bilddaten.

A) Zusammensetzung der Einzelbilder zu einem 3D-Modell. B) und C), Entfernung des Bodens als störender Hintergrund. D) Einfärbung des Bilds mit Hilfe der entwickelten Indizes. Die roten Bildpunkte zeigen den Standort erkrankter Rebblätter in der Versuchsfläche.

3.2 Maßnahmen zur Stammsanierung

Zur Verhinderung von Ertragsausfällen und zur Erhöhung der Lebenserwartung sollte der Stamm älterer Reben beim Auftreten von Esca saniert werden. Hierzu bieten sich die beiden Maßnahmen Rebchirurgie und Stammrücknahme an. Vor Versuchsbeginn wurden visuelle Bonituren der Rebflächen an Hand des unter Abschnitt 3.2.5 beschriebenen Boniturschlüssels durchgeführt. Daraufhin wurden Esca-symptomatische Reben randomisiert ausgewählt, so dass in der behandelten Versuchsvariante sowie in der Kontrolle alle Befallsklassen gleich oft vertreten waren. Anschließend wurden die Reben in den folgenden Jahren mehrmals bonitiert.

3.2.1 Rebchirurgie

Die Rebchirurgie ist eine kurative Maßnahme, bei der Rebstöcke mithilfe einer Kettensäge größtenteils von Esca-Erregern befreit werden (Abbildung 5). Dazu wird das befallene und zerstörte Holz im Inneren der Rebe nahezu vollständig entfernt. Dabei sollten besonders die Bereiche mit Weißfäule gründlich herausgelöst werden, wobei Teile mit Braunjähle verbleiben können. Es sollte grundsätzlich darauf geachtet werden, dass beim Sägen so wenig lebendes Gewebe wie möglich zerstört wird. Außerdem sollte die Stabilität der Rebe gewährleistet bleiben. Durch das Öffnen des Rebstammes und die großflächige Entfernung des befallenen Holzes wird den Esca-Erregern das feuchte und geschützte Milieu entzogen, das sonst im Innern des Rebstammes vorherrscht. Dadurch wird eine weitere Ausbreitung der Krankheit verhindert bzw. stark verlangsamt. Eine Wundschutzbehandlung am ausgesägten Teil der Rebe ist nicht notwendig. Diese Methode eignet sich auch für Rebsorten mit geringem Stockaustrieb. Im Vergleich zur Stammrücknahme ist sie mit 5 bis 25 Minuten pro Stock deutlich zeitaufwendiger und erfordert Geschick im Umgang mit der Kettensäge sowie ein gewisses Maß an Übung.



Abbildung 5: Rebchirurgie bei einer Weinrebe im Winter.

Die Aufnahmen zeigen dieselbe Rebe vor (A) und nach (B) der chirurgischen Behandlung.

Im Projekt wurden 583 Rebstöcke einer chirurgischen Behandlung unterzogen. Zu den behandelten Rebsorten gehörten Auxerrois, Cabernet Cortis, Chardonnay, Gutedel, Müller-Thurgau, Riesling, Sauvignon Blanc und Silvaner. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Abbildung 6 dargestellt.

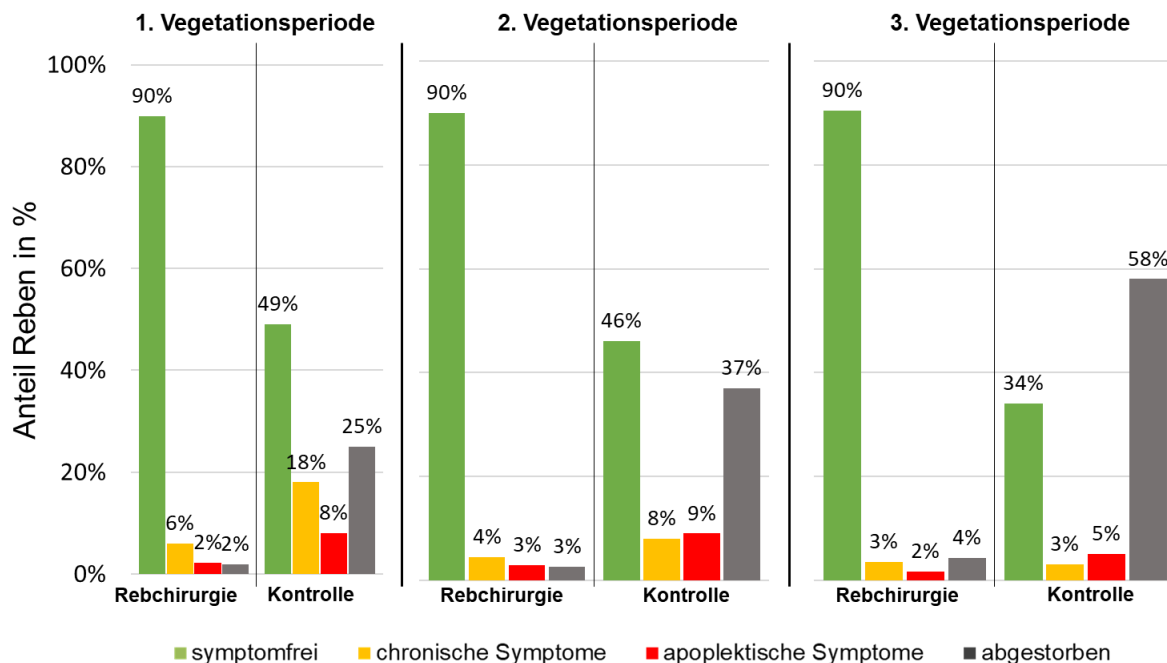


Abbildung 6: Mehrjährige Ergebnisse der Rebchirurgie.

Wie die Ergebnisse der Rebchirurgie gezeigt haben, blieben die behandelten Rebstöcke über drei Vegetationsperioden zu 90 % symptomfrei. Im ersten Jahr wiesen 8 % der Reben chronische sowie apoplektische Symptome auf und 2 % waren abgestorben. Im Gegensatz dazu entwickelten die unbehandelten Kontrollpflanzen insgesamt 26 % chronische sowie apoplektische Symptome und 25 % starben ab. Die Anzahl symptomatischer Kontrollpflanzen nahm in den darauffolgenden zwei Jahren von 17 % auf 8 % ab, allerdings stieg die Anzahl der abgestorbenen Reben im gleichen Zeitraum von 37 % auf 58 % an. Bei den mit der Rebchirurgie behandelten Pflanzen lag dieser Wert in der dritten Vegetationsperiode bei lediglich 4 %. Somit hilft die Methode nicht nur die Esca-Symptome zu reduzieren, sondern verhindert auch ein frühzeitiges Absterben der Reben.

3.2.2 Stammrücknahme

Bei der Stammrücknahme wird der befallene Teil des Rebstammes komplett entfernt. Hierzu muss der Stamm so weit zurückgeschnitten werden, bis im Holz keine Esca-Symptome mehr erkennbar sind. Hierfür ist besonders auf braun verfärbte oder durch Weißfäule zersetzte Bereiche zu achten. Anschließend empfiehlt es sich die Schnittoberfläche mit einem Wundschutzmittel zu behandeln, um die große Schnittwunde vor weiterem Befall zu schützen. Vor der Entfernung des betroffenen Rebstammes bietet es sich an einen neuen Trieb von unten her hochzuziehen und aufzubauen, um Ertragsausfälle für die nächste Saison zu vermeiden (Abbildung 7). Die Methode ist einfach durchzuführen und verursacht im Vergleich zur Neupflanzung nur geringe Material- und Arbeitskosten. Während der Projektlaufzeit wurden 373 Reben mittels Stammrücknahme behandelt.



Abbildung 7: Stammrücknahme bei Weinreben.

Die Aufnahmen zeigen eine Rebe kurz nach der Stammrücknahme (A) und eine Rebe mehrere Jahre nach der Behandlung (B).

3.2.3 RESET-Methode

Die RESET-Methode wendet ebenfalls die Stammrücknahme als Verfahren an. Die Methode wird allerdings auf der gesamten Rebfläche angewendet noch bevor erste Reben Esca-Symptome zeigen. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Krankheit trotz Symptommfreiheit ab einem gewissen Alter der Reben bereits stark ausgebreitet hat. Dieses Vorgehen bringt den Vorteil mit sich, dass alle Reben einer Anlage auf den gleichen Entwicklungsstand gebracht werden und die gleichen Arbeitsschritte erfordern. Eine Sauvignon Blanc Anlage (2010) wurde im Winter 2019/20 mit dieser Methode behandelt und im Projekt untersucht. Da nur zwei Reihen der Anlage mit insgesamt 120 Reben behandelt wurden und 600 Reben unbehandelt blieben, war eine Einteilung in behandelte Variante und unbehandelte Kontrolle möglich. Die Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

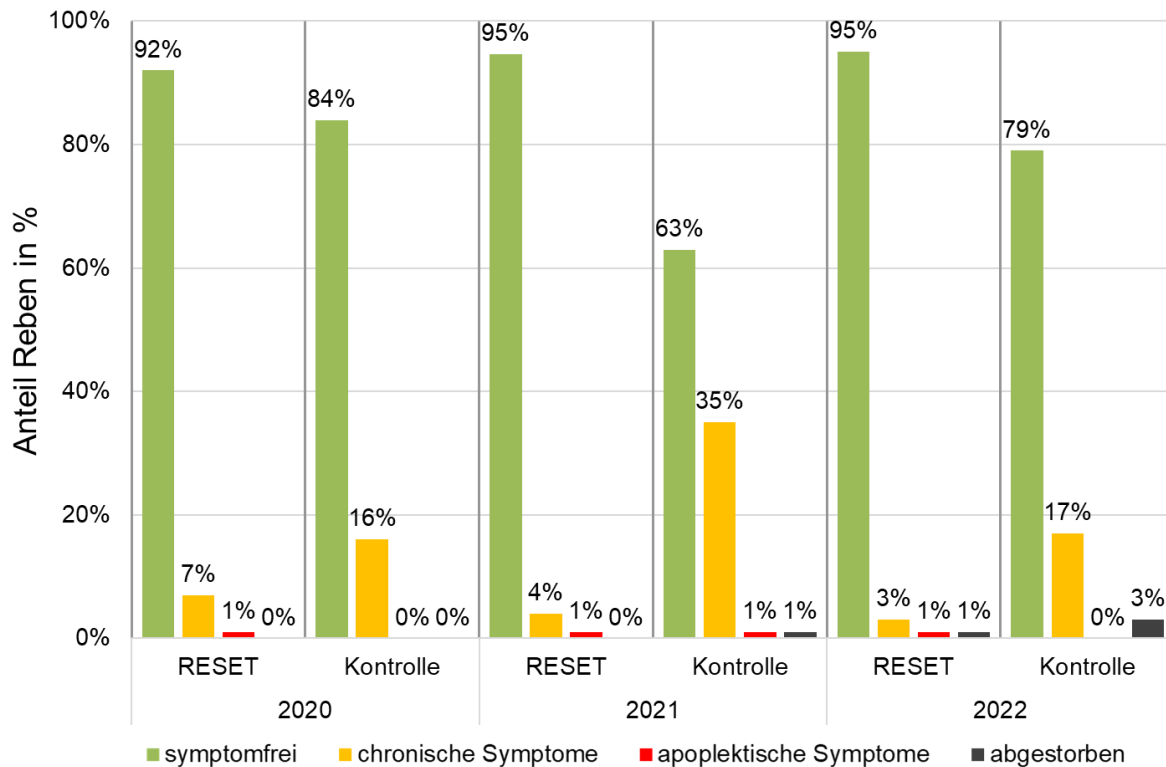


Abbildung 8: Mehrjährige Ergebnisse der RESET-Methode.

Während bei der unbehandelten Kontrolle der Anteil der symptomfreien Reben über den gesamten Versuchszeitraum zwischen 63 % und 84 % schwankte, blieb der Anteil bei den mit der RESET-Methode behandelten Reben zwischen 92 % und 95 % relativ konstant. Die starken Schwankungen in der unbehandelten Kontrolle sind vermutlich auf die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse in den jeweiligen Jahren zurückzuführen. So war der Sommer im Jahr 2020 besonders trocken und heiß, was wiederum eine verstärkte Symptomausprägung der Esca-Krankheit im Jahr 2021 zur Folge hatte.

3.2.4 Sanierungsmethoden im Vergleich

Wie erfolgreich die beiden Sanierungsmethoden insgesamt sind, zeigt Abbildung 9. In der ersten Vegetationsperiode nach dem Sanierungsverfahren wiesen nur 8 % der chirurgisch behandelten Reben und 5 % der Reben, welche einer Stammrücknahme unterzogen wurden, erneut Esca-Symptome auf. Lediglich 2 % der Reben, die einer Rebchirurgie unterzogen wurden, trieben im Frühjahr nicht mehr aus. Im zweiten Jahr lag der Anteil symptomatischer Reben für die Methode der Stammrücknahme bei 5 % und für die Rebchirurgie bei 7 %. Abgestorben waren bis dahin 3 % der mit Rebchirurgie und 1 % der mit Stammrücknahme behandelten Reben. In der dritten und letzten untersuchten Vegetationsperiode nahm der Anteil der symptomatischen Reben leicht ab. So wiesen 5 % bzw. 4 % der Reben Esca-Symptome auf. Der Anteil der bis dahin abgestorbenen Reben lag bei der Rebchirurgie mit 4 % leicht über dem der Stammrücknahme mit 2 %. Unbehandelte Reben in der Kontrollgruppe zeigten mit 26 % im ersten Jahr, bzw. mit 17 % im zweiten und 8 % im dritten Jahr mehr

symptomatische Reben. Der Anteil abgestorbener Reben lag in dieser Gruppe sogar um ein Vielfaches höher als bei den behandelten Varianten. 58 % der ursprünglich untersuchten Reben waren in der dritten Vegetationsperiode bereits abgestorben. Der Erfolg beider Methoden ist stark abhängig vom Grad der Ausbreitung der Weißfäule im Rebstamm. Dringt diese bis zur Veredelungsstelle oder in Bereiche darunter vor, ist die Pflanze auch mit diesen Methoden nicht mehr zu retten. Es zeigte sich außerdem, dass Reben, welche bereits apoplektische Symptome aufgewiesen haben, nach der Behandlung seltener wieder austreiben. Wann der beste Zeitpunkt für eine Sanierung ist, lässt sich bisher nur schwer ermitteln, da die Ausbreitung der Krankheit im Rebstamm von außen nicht festgestellt werden kann.

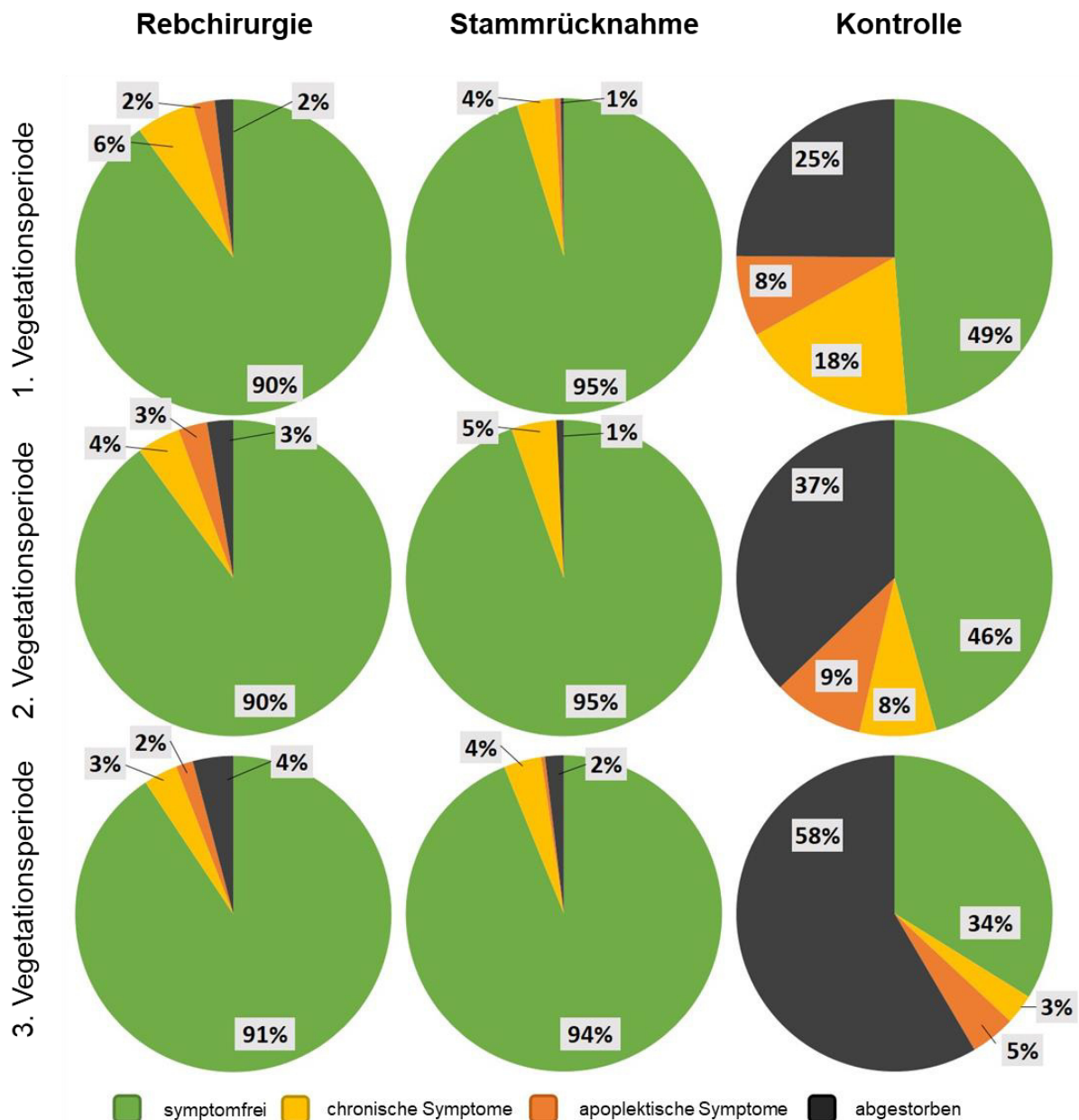


Abbildung 9: Sanierte Rebstöcke sind nahezu frei von Esca-Symptomen.

3.2.5 Boniturschlüssel

Für die Bewertung der eingesetzten Sanierungsmethoden und Wundschutzversuche wurde eigens ein Boniturschlüssel erstellt, der sich an den Richtlinien der *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)* orientiert. Hierdurch konnte die komplexe Symptomatik der Esca-Krankheit erfasst und ein genaues Bild über ihren Verlauf gezeichnet werden.

Grundsätzlich erfolgte die Unterteilung in die Klassen 1 bis 4, welche wie folgt definiert waren:

Klasse 1: Chronische Blattsymptome, unter 50 % der Blätter betroffen.

Klasse 2: Chronische Blattsymptome, über 50 % der Blätter betroffen.

Klasse 3: Apoplektische Symptome (Triebe), unter 50 % der Rebe betroffen.

Klasse 4: Apoplektische Symptome (Triebe), über 50 % der Rebe betroffen.

Da die Symptomatik der Esca sehr komplex ist wurden zudem folgende Mischklassen definiert:

Klasse 1+3: Chronische Blattsymptome, unter 50 % der Blätter betroffen sowie apoplektische Symptome (Triebe), unter 50 % der Rebe betroffen.

Klasse 1+4: Chronische Blattsymptome, unter 50 % der Blätter betroffen sowie apoplektische Symptome (Triebe), über 50 % der Rebe betroffen.

Klasse 2+3: Chronische Blattsymptome, über 50 % der Blätter betroffen sowie apoplektische Symptome (Triebe), unter 50 % der Rebe betroffen.

Klasse 2+4: Chronische Blattsymptome, über 50 % der Blätter betroffen sowie apoplektische Symptome (Triebe), über 50 % der Rebe betroffen.

Mit diesem Schlüssel wurden alle visuellen Bonituren während des Projektes durchgeführt (Abbildung 10).



Abbildung 10: Unterschiedliche Ausprägung der Krankheitssymptome.

Die Symptomausprägung bestimmt die Klassifizierung: A) Klasse 1+3, B) Klasse 1+4, C) Klasse 2+3 und D) Klasse 2+4.

3.3 Schutz der Schnittwunden

3.3.1 Wundschutzbehandlungen

Die Versuche zur Wundschutzbehandlung wurden in den Jahren 2020, 2021 und 2022 durchgeführt. Hierzu wurde jedes Jahr eine andere Versuchsfläche ausgewählt, welche vom Staatsweingut Freiburg zur Verfügung gestellt wurde. 2020 fand die Untersuchung am Blankenhornsberg in Ihringen statt. Dort wurde eine Anlage mit der Sorte Gewürztraminer und eine Anlage mit der Sorte Spätburgunder behandelt. Dafür wurden die Flächen in Blöcke zu je vier Reben eingeteilt, sodass sich 24 Blöcke je Fläche ergaben (Abbildung 11). Diesen Blöcken wurde randomisiert zugewiesen, mit welchem Mittel sie behandelt wurden. Daraus ergaben sich 8 Blöcke, die mit Tessior® behandelt wurden, 4 Blöcke, die einmal mit Vintec® bzw. 4 Blöcke, die zweimal mit Vintec® behandelt wurden und 8 Blöcke, die als unbehandelte Kontrolle dienten. Die erste Behandlung erfolgte am 19.03.2020. Die zweite Behandlung mit Vintec® fand am 07.04.2020 statt. Die Probenahme erfolgte zu drei Zeitpunkten, nämlich eine Woche, sechs Monate und ein Jahr nach der Ausbringung der Mittel. Dafür wurden randomisiert je drei Holzproben pro Variante von einzelnen Reben entnommen und im Labor mikro- und molekularbiologisch untersucht. Hierzu wurde zunächst ein ca. 1 cm langes Holzstückchen von einem verlängerten Zapfen entnommen. Daraufhin wurde das Holz im Labor oberflächlich sterilisiert, so dass potentielle Esca-Erreger bzw. andere holzbesiedelnde Pilze im Kern der Holzprobe nicht abgetötet wurden. Anschließend erfolgte die Inkubation der Holzprobe für 7 bis 14 Tage bei 24 °C im Dunkeln auf einem speziellen Nährmedium (Abbildung 12). Von den gewachsenen Pilzkulturen wurden daraufhin Reinkulturen angelegt, welche durch DNA-Barcoding

zweifelsfrei bestimmt werden konnten. Hierfür wurde aus der jeweiligen Pilzkultur DNA isoliert und deren ITS-Region mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) vervielfältigt. Nach Sequenzierung der ITS-Region konnte anhand der erhaltenen DNA-Sequenz die Art bzw. Gattung eines Pilzes bestimmt werden.

	Gewürztraminer				Spätburgunder FR1301			
				Weg oben				
Reihe	35	36	37		1	2	3	
	Gewürztraminer				Spätburgunder			
35				35				36
34	Kontrolle K3G	Vintec V3G	Tessior T8G	34	Kontrolle K3S	Vintec V3S	Tessior T8S	35
33				33				34
32				32				33
31				31				32
30	Tessior T3G	Kontrolle K6G	Vintec 2x behandelt 2V4G	30	Tessior T3S	Kontrolle K6S	Vintec 2x behandelt 2V4S	31
29				29				30
28				28				29
27				27				28
26	Vintec V1G	Tessior T5G	Kontrolle K8G	26	Vintec V1S	Tessior T5S	Kontrolle K8S	27
25				25				26
24				24				25
23				23				24
22	Kontrolle K2G	Vintec 2x behandelt 2V2G	Tessior T7G	22	Kontrolle K2S	Vintec 2x behandelt 2V2S	Tessior T7S	23
21				21				22
20				20				21
19	Tessior T2G	Kontrolle K5G	Vintec V4G	19	Tessior T2S	Kontrolle K5S	Vintec V4S	20
18				18				19
17				17				18
16				16				17
15				15				16
14	Vintec 2x behandelt 2V1G	Tessior T4G	Kontrolle K7G	14	Vintec 2x behandelt 2V1S	Tessior T4S	Kontrolle K7S	15
13				13				14
12				12				13
11				11				12
10	Kontrolle K1G	Vintec V2G	Tessior T6G	10	Kontrolle K1S	Vintec V2S	Tessior T6S	11
9				9				10
8				8				9
7				7				8
6	Tessior T1G	Kontrolle K4G	Vintec 2x behandelt 2V3G	6	Tessior T1S	Kontrolle K4S	Vintec 2x behandelt 2V3S	7
5				5				6
4				4				5
3	3	3	3	3	3	4	4	4
2	2	2	2	2	2	3	3	3
1	1	1	1	1	1	2	2	2
						1	1	1
				Weg unten				

Abbildung 11: Versuchsschema zur Wundschutzbehandlung.

Der Versuch wurde im Jahr 2021 an der Rebenzüchtung in Freiburg wiederholt. Dabei wurden Anlagen mit den Sorten Spätburgunder und Müller-Thurgau ausgewählt. Der Versuchsaufbau wurde leicht abgewandelt und die Anzahl der Blöcke auf 16 pro Sorte reduziert. Die erste Behandlung erfolgte am 24.02.2021 und die zweite am 23.03.2021.

Die Probenahme erfolgte wieder eine Woche, sechs Monate bzw. ein Jahr nach der Applikation der Wundschutzmittel. Im Jahr 2022 wurde der Versuch an der Eichhalde in Freiburg an den Sorten Auxerrois und Weißburgunder zum letzten Mal wiederholt. Der Versuchsaufbau entsprach dabei dem des Vorjahrs. Die erste Behandlung erfolgte am 02.03.2022 und die zweite am 14.03.2022. Die Probenahme erfolgte eine Woche bzw. sechs Monate nach der Behandlung. Eine dritte Probenahme konnte aufgrund des Projektendes nicht durchgeführt werden. Insgesamt wurden so während der Projektlaufzeit an 160 Reben Tessior® und an 320 Reben Vintec® ausgebracht.

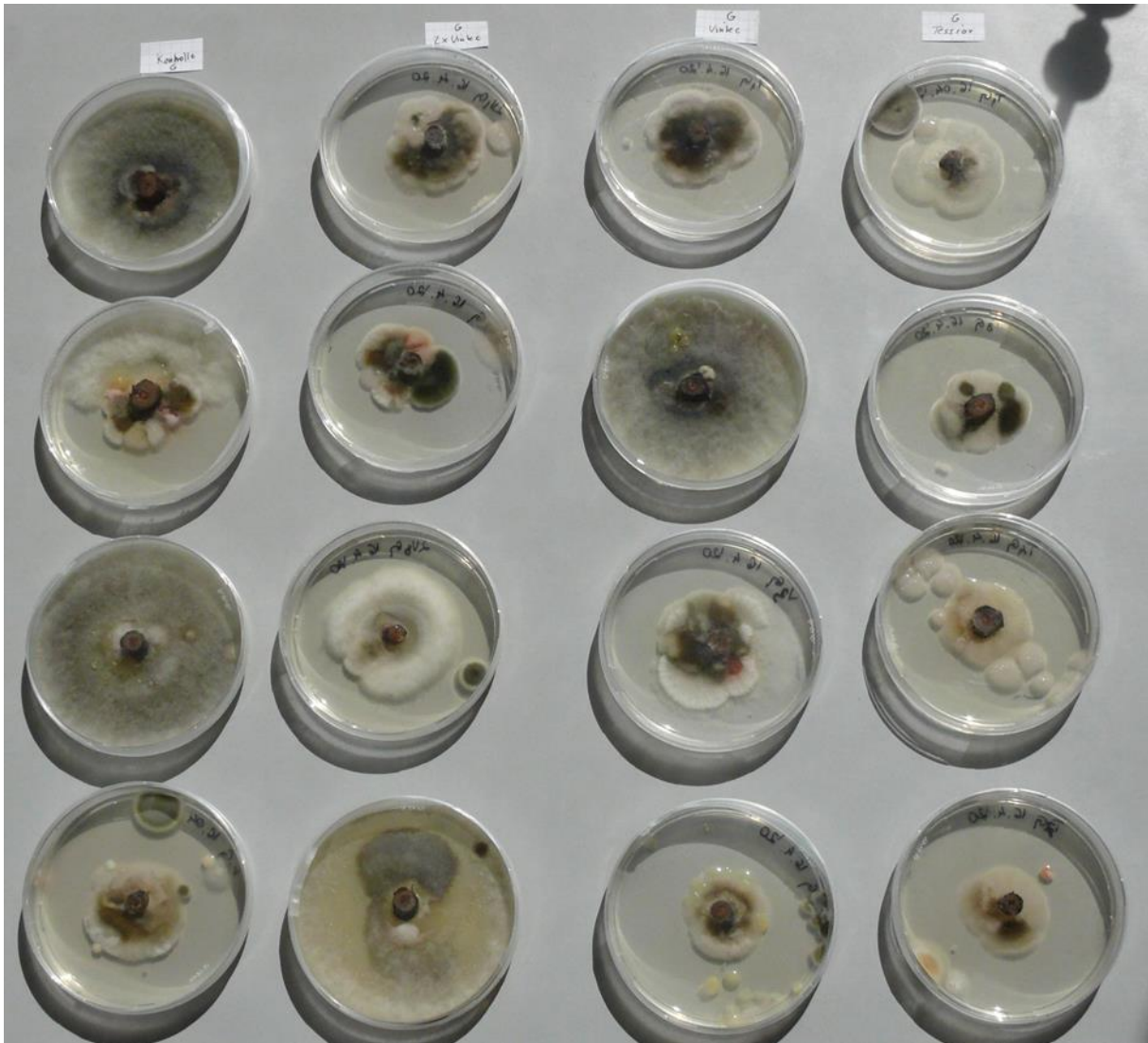


Abbildung 12: Isolation von Pilzen aus Holzstücken von behandelten Schnittwunden.

3.3.2 Tessior® Behandlung

Das Pflanzenschutzmittel Tessior® (BASF) soll vorbeugend wirken und durch einen Verschluss der frischen Schnittwunde den Neubefall mit Esca-Erregern verhindern. Formuliert ist das Mittel als Suspensionskonzentrat zur direkten Anwendung und enthält die Fungizide Pyraclostrobin (5 g/l, Gew.-%: 0,48) sowie Boscalid (10 g/l Gew.-%: 0,94), die in eine Polymermatrix eingebettet sind. Beim Antrocknen soll sich ein

fester Schutzfilm bilden, der die Schadpilze sowohl durch eine fungizide Wirkung als auch durch eine mechanische Barriere am Eindringen ins Holz der Rebe hindert (Abbildung 13). Laut Herstellerangaben sollte die Ausbringung mit einem für diese Anwendung entwickelten Gerät als Punktspritzung aus ca. 5 cm Entfernung auf die einzelnen Schnittwunden erfolgen. BASF nennt hier die Firma MESTO, die passende Rückenapplikatoren vertreibt. Die Behandlung ist unmittelbar nach dem Rebschnitt (0 bis 5 Tage) während der Winterruhe der Reben und vor Einsetzen des Saftstroms („Bluten der Reben“) laut Gebrauchsanweisung durchzuführen. Die Anwendung bei leichtem Frost (0 bis -5 °C) ist möglich, wobei die Firma jedoch frostfreie Bedingungen empfiehlt. Zur Haltbarkeit des Produktes gibt BASF keine Angaben, lediglich zu den Lagerbedingungen. Die zugelassene Aufwandmenge liegt bei 20 l/ha.



Abbildung 13: Behandlung der Schnittwunde mit Tessior®.

Aussehen der Schnittwunde vor (A), eine Minute nach (B) bzw. 10 Minuten nach der Behandlung (C) mit dem Pflanzenschutzmittel.

3.3.3 Vintec® Behandlung

Das auf einem lebenden antagonistischen Pilz basierende Mittel Vintec® (Belchim) ist ebenfalls als Pflanzenschutzmittel zugelassen. Der Pilzstamm *Trichoderma atroviride* SC1 soll die behandelten Schnittwunden besiedeln und so nach seiner Etablierung vor anderen holzbesiedelten Erregern schützen (Abbildung 14). Formuliert ist das Mittel als wasserdispergierbares Granulat (WG), es enthält 150 g des Pilzes *Trichoderma atroviride* SC1 pro kg. Die Firma empfiehlt Jungreben zu pflanzen, die bereits vorab mit Vintec® behandelt wurden. Dies wurde im Rahmen des Projektes nicht erprobt. Daher beziehen sich folgende Angaben zur Ausbringung von Vintec® lediglich auf den Anwendungsbereich im Freiland. Das Mittel kann mit konventionellen Pflanzenschutzgeräten als Spritzapplikation ausgebracht werden, jedoch empfiehlt die Herstellerfirma eine Rückenspritze. Eine optimale Benetzung der Schnittwunden sollte durch diese Applikationstechnik gewährleistet sein. Das Spritzgerät sollte frei von Fungizidresten sein. Die Behandlung sollte unmittelbar nach dem Rebschnitt während der Winterruhe bis zum Blüten der Rebe auf die Schnittwunden erfolgen. Laut Gebrauchsanweisung lässt sich die bestmögliche Wirkung bei einer Temperatur von >10 °C, verbunden mit hoher Luftfeuchtigkeit (>70 %) während der Ausbringung erzielen. Ebenso sollten nach der Applikation für 48 Stunden keine Niederschläge erfolgen sowie Frostfreiheit gewährleistet sein. Zusätzlich sollte Vintec® in einem Abstand von 7 Tagen zweimal ausbracht werden. Da es sich bei Vintec® um lebende Organismen handelt, hat das Produkt eine begrenzte Lagerfähigkeit in Abhängigkeit

von der Temperatur: bei 4 °C für 24 Monate und bei 20 °C für 6 Monate. Die zugelassene Aufwandmenge liegt bei 0,2 kg/ha in 100 bis 200 Litern Wasser/ha.

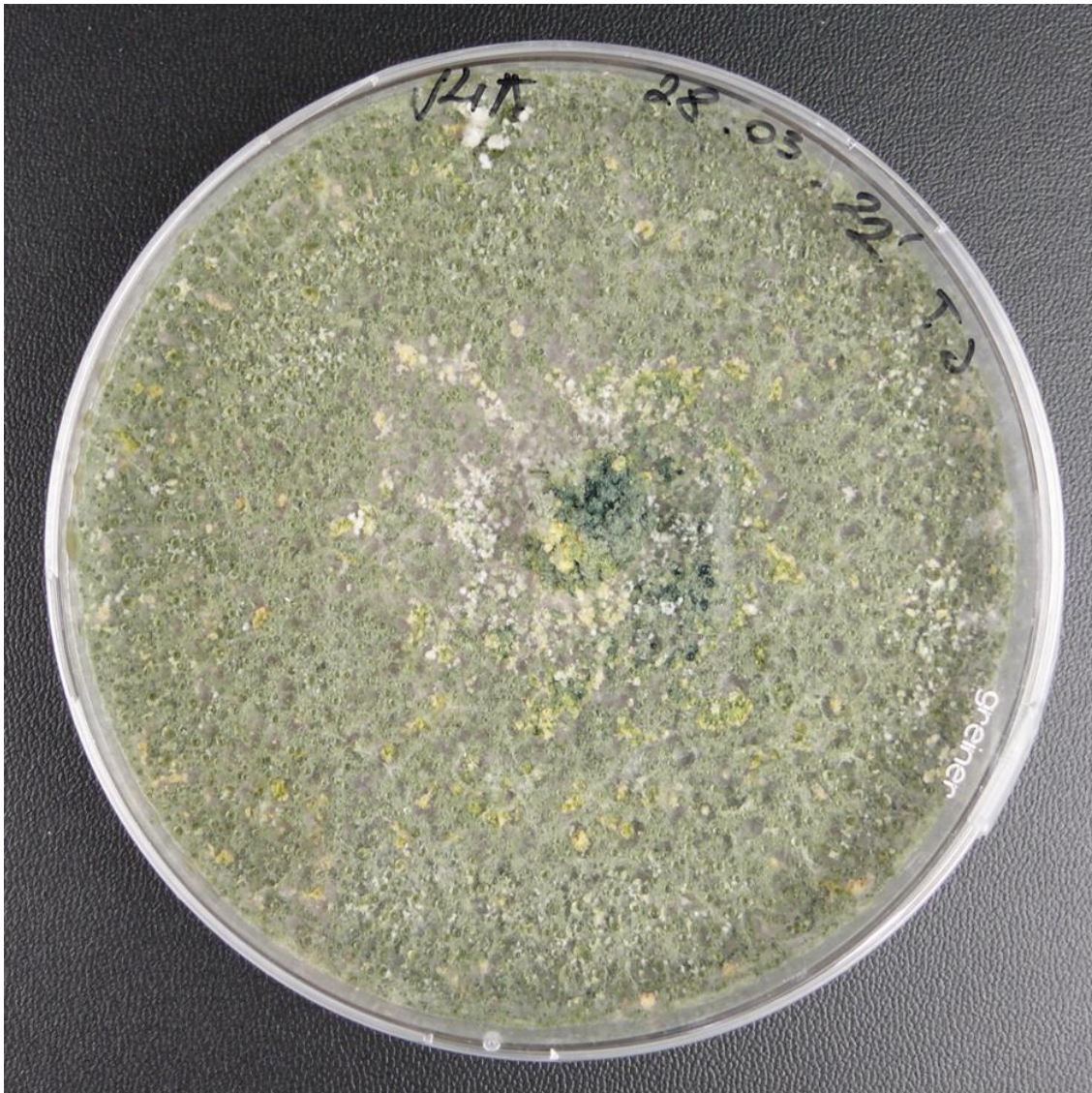


Abbildung 14: *Trichoderma atroviride* SC1 Pilz auf Kulturmedium.

3.3.4 Wundschutzmittel im Vergleich

Die Analyse der Holzproben hat gezeigt, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Pilze die Schnittwunden der Reben besiedeln können. In Abbildung 15 sind die nachgewiesenen Pilze aus den jeweiligen Varianten und Jahren zu sehen. Die Zahlen in den Balken beziehen sich dabei auf die Häufigkeit, mit der ein Pilzstamm in den gesamten Proben in einem Jahr, sprich zu allen Probezeitpunkten, nachgewiesen wurde. Da zum Teil mehrere Pilze pro Probe gefunden wurden, unterscheidet sich die Summe der einzelnen Varianten von Jahr zu Jahr. Wie die Ergebnisse in Abbildung 15 zeigen, bestehen zwischen den Versuchsvarianten und Jahren teilweise deutliche Unterschiede. So unterscheiden sich beispielweise die Ergebnisse aus dem Jahr 2020 für die beiden Versuchsvarianten 1x und 2x Vintec® stark von den Ergebnissen der Folgejahre. Die beiden Vintec®-Varianten wiesen im Jahr 2020 nur einen kleinen Anteil an mit *Trichoderma atroviride* besiedelten Schnittwunden auf, wohingegen sie in den

Jahren 2021 und 2022 nahezu in jeder Probe der beiden Varianten zu finden waren. Diese Differenzen sind vermutlich auf schlechtere Anwuchsbedingungen für den Pilz zum Zeitpunkt der Applikation im Jahr 2020 zurück zu führen. Interessanterweise konnten zwischen der unbehandelten Kontrolle und den mit Tessior® behandelten Schnittwunden keine größeren Abweichungen in der Zusammensetzung der gefundenen Pilze festgestellt werden. Warum es keine größeren Unterschiede zwischen den beiden Varianten gegeben hat, ist schwer zu sagen. Möglichweise könnte das Versuchsdesign der Grund dafür sein, da dieses vor allem schnellwachsende Pilze begünstigt, die ubiquitär vorkommen. Zu diesen gehören beispielweise die gefundenen Gattungen *Alternaria sp.* und *Fusarium sp.* sowie die Pilze *Epicoccum nigrum* und *Aureobasidium pullulans*. Der Schimmelpilz *Epicoccum nigrum* ist ein weltweit verbreiteter Saprophyt, der zu den sogenannten Schwärzepilzen gehört. Der hefeähnliche Pilz *Aureobasidium pullulans* kommt natürlich auf oder in einer weiten Bandbreite von Pflanzenarten vor ohne Krankheitssymptome zu verursachen so z. B. an Apfel, Weinrebe, Kürbis, Bohnen und Kohl. Unterschiedliche Stämme des Pilzes besitzen mittlerweile eine Zulassung als Pflanzenschutzmittel und werden zur Behandlung von Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) eingesetzt. Die putativen Haupterreger der Esca konnten in keiner der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Allerdings konnten in mehreren Proben *Diplodia*-Spezies gefunden werden, welche als Esca-assoziierte Schaderreger gelten. Des Weiteren konnten in einzelnen Proben aller Versuchsvarianten gelegentlich *Neofusicoccum parvum*, *Diaporthe*- und *Dothiorella*-Spezies gefunden werden, die ebenfalls im Verdacht stehen mit Esca assoziiert zu sein (Daten nicht gezeigt). In anderen Fällen konnte hingegen kein Wachstum von Pilzen in den Holzproben beobachtet werden. Dies betraf sowohl die Tessior® Variante im Jahr 2022 als auch die unbehandelte Kontrolle im gleichen Jahr. Abschließend kann festgehalten werden, dass beide Wundschutzmittel keinen hundertprozentigen Schutz vor einem Befall mit Esca-assoziierten Pilzen bieten. Wie effektiv die Wirksamkeit der Mittel schlussendlich ist, können daher nur Langzeitversuche zeigen.

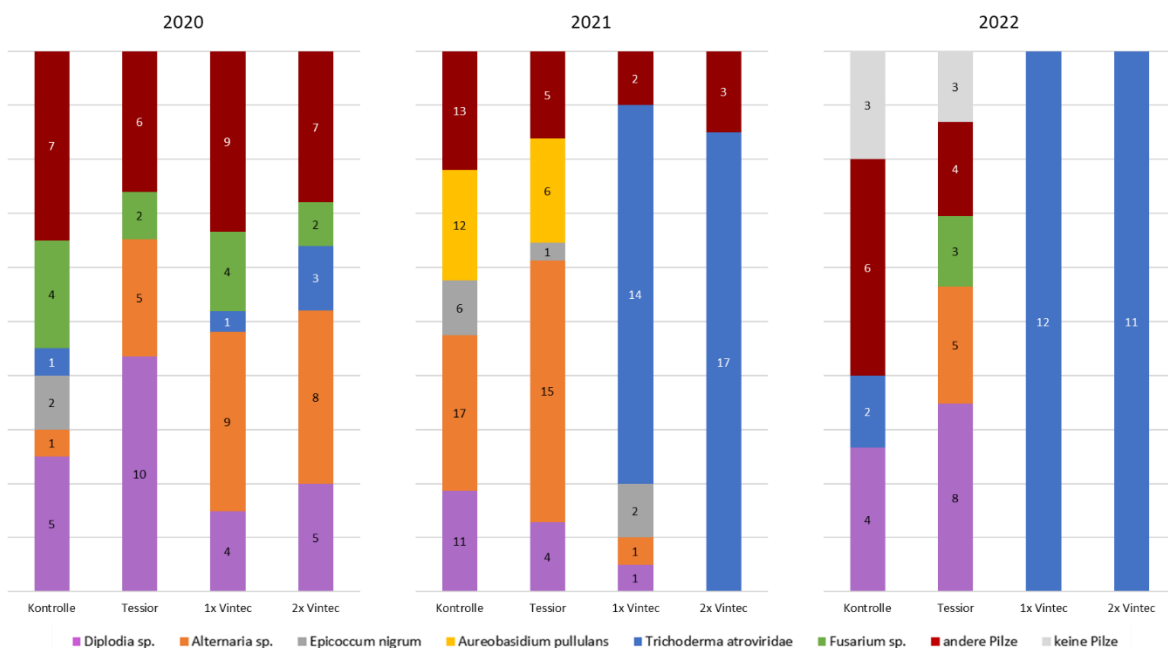


Abbildung 15: Isolierte Pilzkulturen von behandelten Schnittwunden.

Die Zahl in den Balkenbereichen gibt die Häufigkeit des gefundenen Pilzstammes je Versuchsvariante und Jahr wieder.

3.4 Sporenflug der Esca-Erreger

3.4.1 Sporenfallenaufbau und Probennahme

Zur Überwachung des Sporenflugs wurden in zwei verschiedenen Versuchsfeldern jeweils sechs Sporenfallen aufgestellt. Der Aufbau einer Sporenfalle erfolgte nach der von Eskalen und Gubler (2001) etablierten Methode. Hierzu wurden an einem Holzstab mit Vaseline beschichtete Objektträger in verschiedenen Höhen (20 cm, 60 cm und 120 cm) angebracht (Abbildung 16). Die Sporenfallen wurden in den Zeiträumen von September 2019 bis April 2020 sowie von November 2021 bis April 2022 wöchentlich gewechselt und die eingefangenen Sporen aufbereitet. Hierzu wurde die Vaseline von den Objektträgern entfernt und das gewonnene Material aus allen drei Höhenstufen zu einer Probe vereinigt. Anschließend erfolgte der molekularbiologische Nachweis der unterschiedlichen Esca-Erreger.



Abbildung 16: Sporenfalle in einer Rebfläche.

Der mit einer Wäscheklammer befestigte und mit Vaseline beschichtete Objektträger diente als Sporenfalle.

3.4.2 Molekularbiologischer Nachweis von Esca-Erregern

Der Nachweis von Esca-Erregern erfolgte per Polymerase-Kettenreaktion (PCR). Von den gewonnenen Sporen wurde dafür DNA isoliert und die ITS-Region amplifiziert.

Für den Nachweis der Haupterreger der Esca (*Fomitiporia mediterranea*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Neofusicoccum parvum* und *Cadophora luteo-olivacea*) in den Sporenfallen wurde eine sogenannte Multiplex-PCR etabliert. Mit dieser Methode lassen sich mehrere Esca-Erreger gleichzeitig in einer Probe nachweisen, dies spart Zeit und Probenmaterial.

Zuerst wurde die gesamte DNA aus einer Probe isoliert. Hierdurch entstand eine Mischung von DNA-Fragmenten der nachzuweisenden Pilze sowie anderer Mikroorganismen, Pflanzenpollen oder weiterer unerwünschter Kontaminanten, die durch die Falle ebenfalls eingefangen wurden. Um gezielt die Verfügbarkeit von Pilz-DNA zu erhöhen, wurde zunächst mittels PCR deren ITS-Region vervielfältigt. Auch bei diesem Schritt entstand eine Mischung, unterschiedlicher DNA-Sequenzen, die noch keinen direkten Nachweis der jeweiligen Esca-Erreger ermöglichte. Das Produkt der PCR wurde anschließend in der Multiplex-PCR eingesetzt, die mit Hilfe spezifischer Primer einen direkten Nachweis der Haupterreger ermöglichte. Die so vervielfältigten DNA-Stücke unterschieden sich in ihrer Größe voneinander und konnten so nach der Auftrennung im Agarosegel unter UV-Licht makroskopisch sichtbar gemacht werden (Abbildung 17).

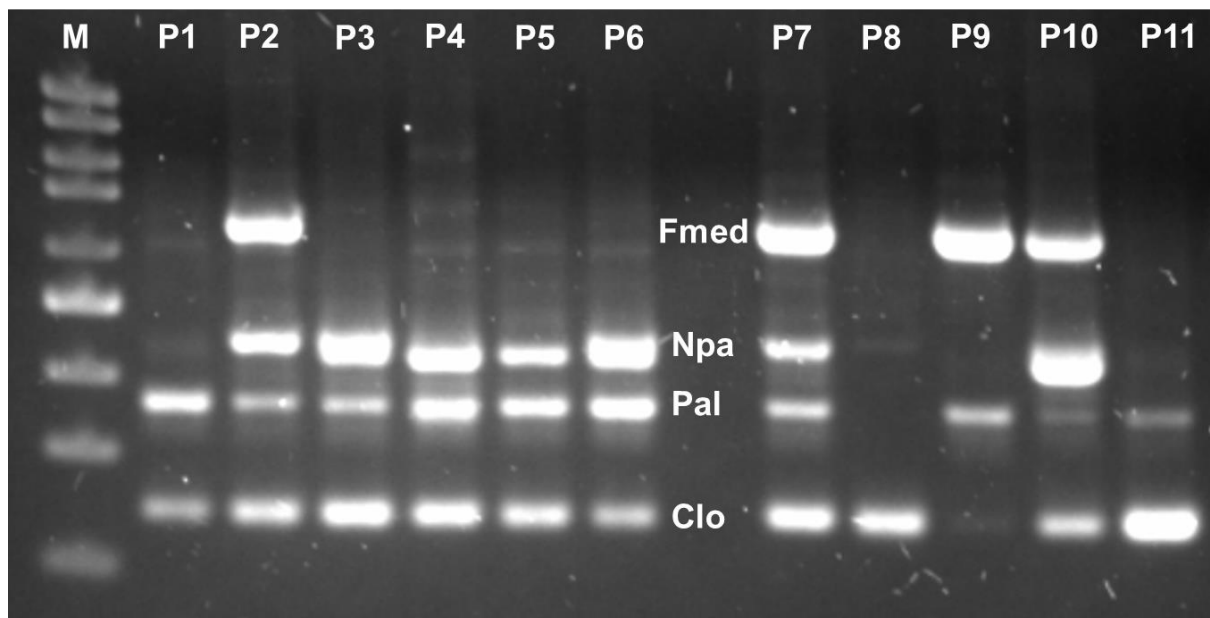


Abbildung 17: Ergebnisse einer Multiplex-PCR nach der Gelelektrophorese.

In der Multiplex-PCR wurden die Pilze *Fomitiporia mediterranea* (Fmed), *Phaeoacremonium aleophilum* (Pal), *Neofusicoccum parvum* (Npa) und *Cadophora luteo-olivacea* (Clo) in den unterschiedlichen Sporenfallenproben P1 bis P11 nachgewiesen. M, Marker.

3.4.3 Sporenflug der Esca-Erreger im Winter

Da sich die Esca-Erreger über Pilzsporen mit dem Wind verbreiten, wurde im Rahmen des Projekts der Zeitraum des Sporenflugs der wichtigsten Vertreter untersucht. Ziel des Versuchs war die Ermittlung eines optimalen Zeitraums für den Rebschnitt, in dem kein Sporenflug der Krankheitserreger stattfindet. Dazu wurden in den Zeiträumen von September 2019 bis April 2020 sowie von November 2021 bis April 2022 wöchentlich Sporenfallen aufgestellt und die gewonnenen Proben mittels Multiplex-PCR analysiert (Abbildung 17). Wie die Ergebnisse in Abbildung 18 zeigen, konnten im Versuchszeitraum von November 2021 bis April 2022 in den untersuchten Proben die Sporen von fünf Haupterregern der Esca, nämlich *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Neofusicoccum parvum* und *Cadophora luteo-olivacea*, nahezu ununterbrochen nachgewiesen werden. Das Gleiche galt für den Zeitraum September 2019 bis April 2020 (Daten nicht gezeigt). Somit waren über die gesamten Wintermonate Sporen in der Luft vorhanden und Infektionen von Wunden nach dem Rebschnitt sollten jederzeit möglich gewesen sein. Bei tieferen Temperaturen ($< 5\text{ °C}$) findet keine Entwicklung der Pilze statt, jedoch können die Schnittwunden der Pflanzen noch mehrere Wochen nach dem Rebschnitt befallen werden. Aufgrund des Klimawandels und den daraus resultierenden milden Wintermonaten fehlen längere Kältephasen, die die Verbreitung und Entwicklung der Pilze vermutlich einschränken würden. So konnten während der Wintermonate 2019/20 und 2021/22 im Tagesmittel jeweils nur neun bzw. zehn Tage mit Minusgraden an den Versuchsstandorten gemessen werden. Diese Zeiträume waren zu kurz, um größeren Einfluss auf den Sporenflug zu nehmen. Aus diesem Grund lässt sich kein optimaler Zeitpunkt für den Rebschnitt ermitteln, da Sporen nahezu immer in der Luft vorhanden sind. Diese Ergebnisse verdeutlichen noch einmal mehr die Notwendigkeit eines optimalen Wundschutzes.

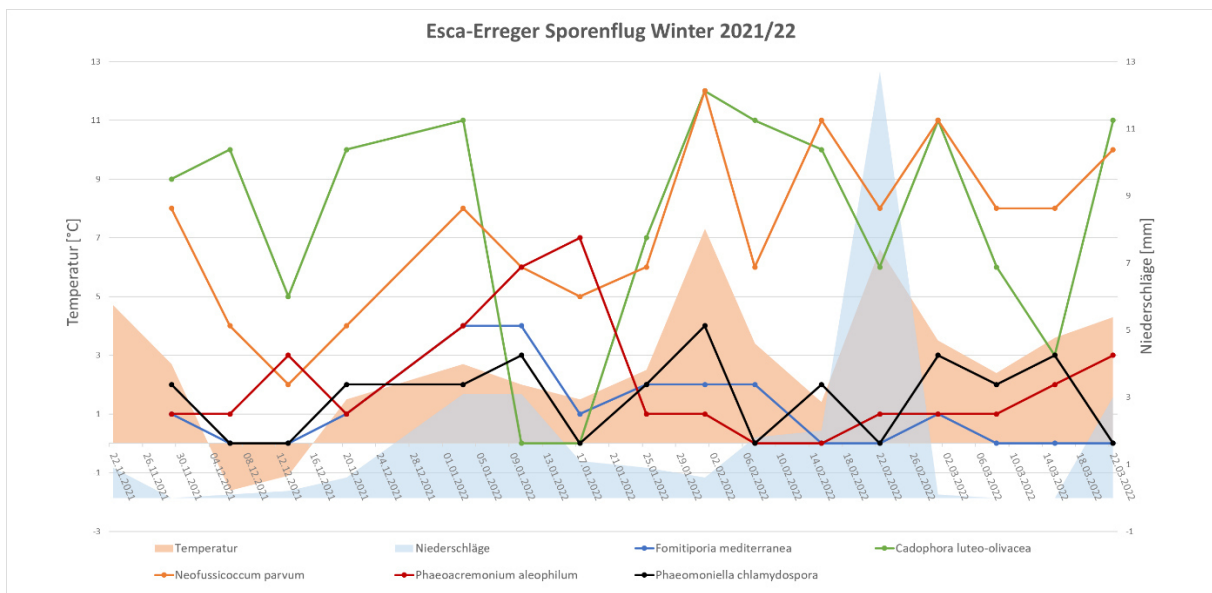


Abbildung 18: Sporenflug der Esca-Erreger über die Wintermonate.

Dargestellt ist die Häufigkeit der in den Sporenfallen gefundenen Pilze zum jeweiligen Zeitpunkt. Zusätzlich wurden die Ergebnisse in Bezug zur Temperatur [°C] und zum Niederschlag [mm] im entsprechenden Zeitraum gesetzt.

3.4.4 Analyse des Sporenflugs über das Jahr

Neben den Untersuchungen zum Sporenflug in den Wintermonaten mittels Sporenfallen wurde der Sporenflug zusätzlich quantitativ mit Hilfe eines Luftsammlers und spezifischer PCR über das ganze Jahr analysiert. Die Ergebnisse aus der Analyse des Sporenfluges ergaben, dass die unterschiedlichen potentiellen Sporen der Pathogene *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Eutypa lata* und *Diplodia seriata* im Prinzip ubiquitär über das Jahr hinweg vorhanden sind. Die Quantität derselben schwankt über den Beobachtungszeitraum allerdings stark. Für alle untersuchten Arten zeigt sich eine Verringerung der Sporenkonzentration vom Ende des Jahres (Mitte Dezember) bis Mitte März. Schwankend und abhängig von der Temperatur ergeben sich Maxima im Sommer. Die absoluten Konzentrationen schwankten dabei sehr stark von Messpunkt zu Messpunkt und auch von Jahr zu Jahr. Festzuhalten ist, dass die Konzentration der jeweiligen Sporen in der Reihenfolge *Fomitiporia mediterranea* < *Eutypa lata* < *Phaeomoniella chlamydospora* < *Diplodia seriata* anstieg. Im Vergleich zu klassischen Pathogenen der Weinrebe, wie *Plasmopara viticola* und *Erysiphe necator*, die ebenfalls untersucht wurden, sind die gemessenen Sporenkonzentrationen der Esca-Pilze deutlich geringer in der Luft vorhanden. Zudem liegen die gemessenen Konzentrationen über dem Erdboden (40 cm) deutlich höher als im Bestand (100 cm). Daraus lässt sich möglicherweise schließen, dass der Boden die Quelle für Sporen der Esca-Pilze darstellt. Jegliche Form der Bodenbearbeitung, insbesondere bei Trockenheit, könnte somit die Sporenkonzentration in der Luft und damit die Möglichkeit einer Infektion von unbehandelten Schnittwunden erhöhen. Allerdings waren die nicht pathogenen Pilzsporen zu allen Zeiten in großer Anzahl vorhanden und standen mit den Esca-Erregern in ständiger Konkurrenz um ein geeignetes Wachstumssubstrat. In einer Verdünnungsreihe ließen sich aus den untersuchten Luftproben vor allem *Cladosporium spec.*, *Alternaria spec.*, *Phoma spec.*, *Fusarium spec.*, *Rhizopus spec.* und *Truncatella spec.* auf Nährmedium nachweisen. Auf einem Wundpfropfen wuchsen vor allem *Cladosporium spec.*, *Alternaria spec.* und *Fusarium spec.*, was sich wiederum mit den Ergebnissen der Wundschutzversuche deckt.

3.5 Esca-Monitoring bei unterschiedlichen Rebsorten

Um den Verlauf der Esca-Krankheit bei unterschiedlichen Rebsorten zu untersuchen, wurden über die gesamte Laufzeit des Projekts 25 Rebanlagen mehrmals jährlich auf Symptome bonitiert. Dabei zeigten sich sowohl sortenspezifische, altersabhängige sowie jährliche Unterschiede in der Ausprägung der Krankheit. Wie ein Auszug der Ergebnisse in Abbildung 19 veranschaulicht, ist der Anteil symptomatischer Reben bei den Sorten Gutedel, Müller-Thurgau oder Sauvignon Blanc im Vergleich zum Spätburgunder deutlich höher. Dazwischen lagen die Sorten Chardonnay, Riesling, Grauburgunder und Cabernet Cortis (Daten teilweise nicht gezeigt). Ebenfalls konnte beobachtet werden, dass der Anteil symptomatischer Reben vom Alter der Rebfläche abhängig ist. Im Allgemeinen steigt der Anteil Esca-symptomatischer Reben mit

zunehmendem Alter an. Unabhängig von der Sorte und dem Alter der Reben, konnte im Jahr 2021 ein starker Anstieg von Esca-Symptomen beobachtet werden. Dies ist besonders auffällig, da das Jahr 2021 im Vergleich zu den Jahren davor große, gleichmäßig verteilte Niederschlagsmengen aufwies. Inwiefern dies mit der bisher bestehenden Hypothese zur Esca-Krankheit zusammenpasst, wonach Trockenstress einen direkten bzw. einen verzögerten Effekt auf die Symptomausprägung hat, muss weiter erforscht werden. Interessanterweise war das Jahr 2022 zwar von extremer Trockenheit geprägt, die Reben der Versuchsflächen zeigten aber weniger Esca-Symptome als in den beiden Jahren zuvor. Nach der Hypothese ist davon auszugehen, dass sich der Trockenstress auf das kommende Jahr auswirken wird und der Anteil symptomatischer Reben 2023 wieder deutlich zunimmt.

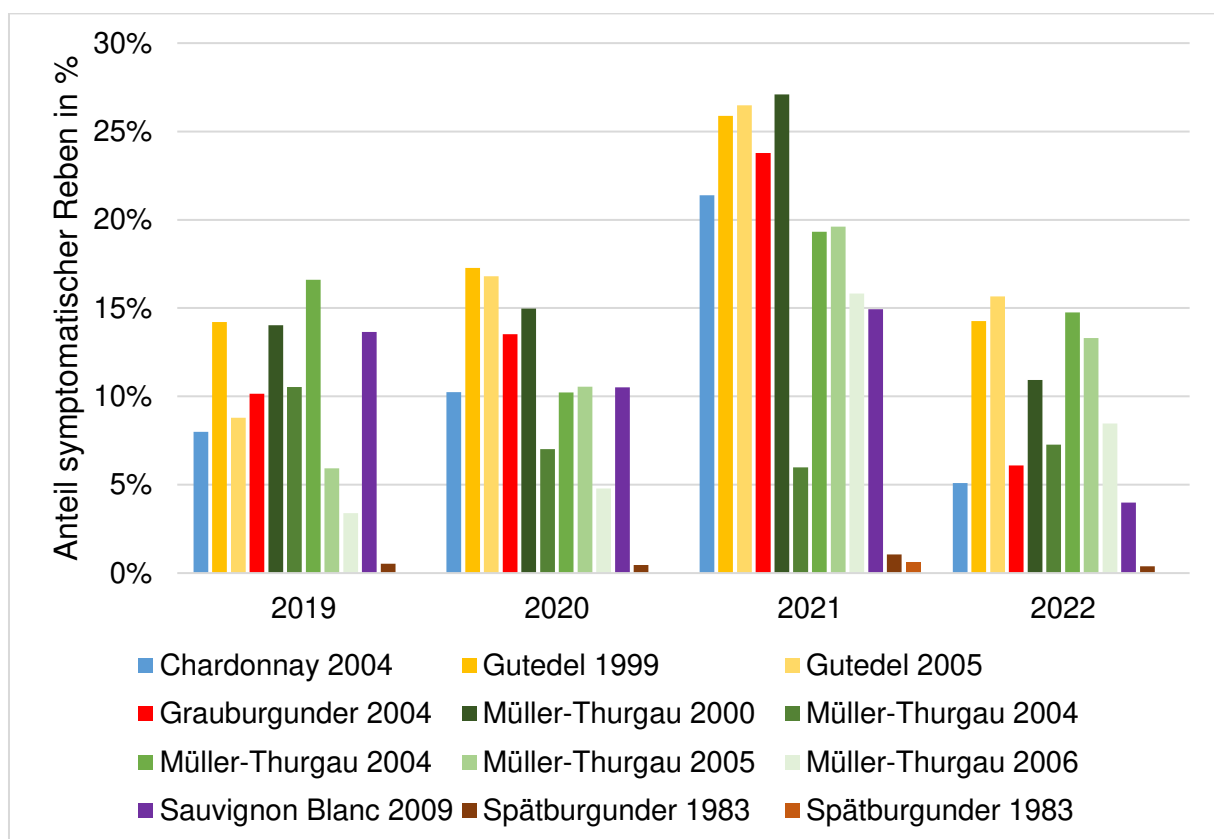


Abbildung 19: Ausprägung der Esca-Symptome in verschiedenen Sorten und Jahren. Die Zahlen hinter den Rebsorten geben das jeweilige Pflanzjahr der Rebanlage wieder.

3.6 Zielerreichung

Die in Abschnitt 1.2 genannten Projektziele wurden wie geplant erreicht. So konnten Mitarbeiter der LVWO Weinsberg mithilfe von visuellen Bonituren und Multispektralaufnahmen von befallenen Reben einen spezifischen Index errechnen, der die Früherkennung der Esca-Krankheit ermöglicht. Was die Bestimmung einer optimalen Methode zur Stammsanierung von befallenen Rebstöcken betrifft, konnten Mitarbeiter des WBI Freiburg zeigen, dass die Erfolgsquote der Rebchirurgie (ca. 90 %) und die der Stammrücknahme (ca. 94 %) gleich hoch waren. Somit können beide Methoden zur Behandlung der Krankheit empfohlen werden. Ebenfalls können

beide untersuchten Methoden zum Schutz der Schnittwunden vor Infektionen durch Esca-Erreger empfohlen werden. Sowohl bei der Behandlung mit Tessior® als auch Vintec® konnten keine Haupterreger der Esca-Krankheit im Holz unter den behandelten Schnittwunden nachgewiesen werden. Wie wichtig eine direkte Behandlung der Schnittwunden nach dem Rebschnitt ist, haben die Analysen zum Sporenflug der unterschiedlichen Esca-Erreger gezeigt. Mitarbeiter der Firma BS-Diagnostik sowie des WBI Freiburgs konnten zeigen, dass die Sporen der Pilze *Cadophora luteo-olivacea*, *Diplodia seriata*, *Fomitiporia mediterranea*, *Neofusicoccum parvum*, *Phaeoacremonium aleophilum* und *Phaeomoniella chlamydospora* auch in den Wintermonaten nahezu kontinuierlich in der Luft vorhanden waren. Aus diesem Grund empfiehlt es sich bei jüngeren Reben gleich nach dem Rebschnitt einen Wundschutz aufzutragen, um eine schnelle Besiedlung durch die Pilze zu verhindern. Neben den bereits genannten Zielen wurde auch das letzte Ziel, die Erstellung von Handlungsempfehlungen zur Krankheit, erreicht und durch Publikationen sowie Vorträgen in die Praxis transferiert.

3.7 Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Aufgrund der COVID-19-Pandemie kam es zwischenzeitlich zu Verzögerungen bei unterschiedlichen Arbeitspaketen sowie dem Erreichen der geplanten Meilensteine. Diese Verzögerungen konnten jedoch im weiteren Projektverlauf durch die Schaffung einer zusätzlichen Personalstelle aufgeholt werden. Hierdurch konnten alle Projektziele ohne weitere Abweichungen erreicht werden.

3.8 Nebenergebnisse

Neben den zuvor genannten Resultaten konnten weitere Ergebnisse im Rahmen des Projekts erzielt werden. Hierzu gehörten beispielsweise eine Untersuchung zur Wirksamkeit des Mittels ESCALibur® wie auch die mikroskopische Analyse der Besiedlung des Rebholzes durch den Pilz *Fomitiporia mediterranea*.

3.8.1 ESCALibur® gegen Esca

Bei ESCALibur® (B+H Solutions GmbH) handelt es sich um eine EG-Düngemittelsuspension, welche die essenziellen Spurenelemente Bor und Kupfer enthält. Zusätzlich beinhaltet das Präparat das nicht essentielle Spurenelement Silber, welches in Form von Nanopartikeln in der Suspension vorliegt. Nach Angaben des Herstellers soll die einmalige Behandlung der Reben mit dem Düngemittel zu einer Reduktion der Krankheitssymptome bei Esca führen. Die Wirkung von ESCALibur® beruht laut Herstellerangaben auf einer Erhöhung der allgemeinen Gesundheit sowie einem aktiveren Stoffwechsel der Pflanze. Inwieweit diese Methode gegen Symptome der Esca-Krankheit hilft, wurde im Rahmen des EIP-AGRI Projekts durch Mitglieder der Operationellen Gruppe A.C.S.E. wissenschaftlich begleitet.

In insgesamt acht Betrieben in Baden sowie im Rheingau starteten im Jahr 2021 die entsprechenden Praxisversuche, welche die Symptombehandlung von Esca-kranken Rebstöcken mittels ESCALibur® sowie die Praxistauglichkeit dieser Methode testen sollten. Die Firma B+H Solutions GmbH stellte das Mittel für die Versuche kostenlos

zur Verfügung und lieferte entsprechende Vorgaben zur Durchführung der Methode. Die abschließende Bonitur und Auswertung der Ergebnisse wurde von Mitarbeitern des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg sowie Mitarbeitern des Regierungspräsidiums Darmstadt Dezernat V 51.2 Weinbau übernommen.

Vor der eigentlichen Versuchsdurchführung wurden in den Jahren 2020 und 2021 zunächst die Flächen bonitiert und Esca-symptomatische Rebstöcke markiert. Aufgrund der unterschiedlichen Verlaufsformen der Esca-Krankheit konnten nicht alle erkrankten Reben für den Versuch verwendet werden. Es eigneten sich ausschließlich Reben mit chronischen Esca-Symptomen. Hierzu gehören die typischen Tigerstreifenmuster an den Blättern sowie die dazugehörigen Welkeerscheinungen an den Trauben (Abbildung 1A). Vollständig eingetrocknete (apoplektische) Reben wurden für den Versuch nicht verwendet, da die Wahrscheinlichkeit für einen Austrieb im nächsten Jahr zu gering war.

Um Aussagen über die Wirksamkeit eines Prüfmittels treffen zu können, ist es notwendig entsprechende Kontrollen anzulegen. Hierzu gehört die Verwendung einer unbehandelten Kontrolle sowie die Behandlung mit einem Referenzmittel. Nur im direkten Vergleich zu anderen Behandlungen kann die Wirksamkeit eines Prüfmittels überhaupt festgestellt werden. Da kein vergleichbares Referenzprodukt zur Verfügung stand, entfiel diese Kontrolle im Praxisversuch. Eine Behandlung der Reben mit Vintec® (Belchim) oder Tessior® (BASF) als Referenzmittel wäre nicht sinnvoll gewesen, da beide Produkte eine andere Wirkungsweise als ESCAlibur® besitzen. Aus diesem Grund wurden nur zwei Versuchsvarianten innerhalb der Praxisversuche angelegt: eine unbehandelte Kontrolle und eine mit ESCAlibur® behandelte Variante. Als unbehandelte Kontrolle sollten mindestens 24 Reben mit chronischen Esca-Symptomen dienen. Mindestens 24 weitere Reben mit chronischen Esca-Symptomen wurden mit dem Prüfmittel ESCAlibur® nach den genauen Vorgaben des Herstellers behandelt. Um eventuelle standortbedingte Unterschiede auszugleichen, die Einfluss auf die Entwicklung der Rebe und damit auf den Versuchsverlauf haben könnten, wurden die beiden Varianten nicht blockweise in der Fläche angelegt, sondern in vier randomisierten Wiederholungen. Die vier Wiederholungen bestanden aus jeweils sechs, aufeinanderfolgenden Esca-symptomatischen Reben. Nachdem die Esca-symptomatischen Reben im August 2020 bzw. 2021 markiert und der Versuchsplan erstellt wurde, fand im Juni bzw. September 2021 die Behandlung durch die Praxisbetriebe statt. Die Behandlung der Reben erfolgte in der Prüfmittelvariante mittels Stamminjektionen, nach der sogenannten Druck-Methode. Für diese Methode mussten pro Versuchsfläche zunächst die notwendige Anzahl an Spritzen präpariert werden. Hierzu wurde der Kolben einer 20 ml Spritze bis zur 12 ml Markierung aufgezogen und die Spritze am Spritzenende vollständig durchbohrt. Dieses Loch wurde später für den Arretierungsnagel benötigt, der den Druck innerhalb der Spritze aufrechterhalten sollte. Kurz vor der Behandlung wurde die zur Injektion verwendete ESCAlibur®-Lösung mit Wasser verdünnt. 100 ml ESCAlibur® sollten mit 900 ml Wasser bzw. destilliertem Wasser gemischt werden, was für die Behandlung von 100 Reben ausreichen sollte. Da die verdünnte Lösung nicht lagerfähig ist, wurde nur so viel Lösung gemischt, wie tatsächlich für die jeweilige Rebfläche benötigt wurde. Zur Behandlung der Reben wurde mit Hilfe eines Akkuschaubers in ca. 30 cm über dem Boden ein 4 mm breites und 1 bis 2 cm tiefes Loch im flachen Winkel in den Rebstamm gebohrt. Dabei wurde darauf geachtet, dass das Loch nur in gesundes Holz gebohrt wurde (Abbildung 20 A). Anschließend wurden 10 ml ESCAlibur®-Lösung und 10 ml Luft in die Spritze gezogen. Die Vorgehensweise änderte sich ab Mitte August 2021, nachdem der Hersteller das Anwendungsverfahren abänderte. Von diesem Termin an wurden für die Stamminjektion zwei Spritzen, mit jeweils 7 ml des Mittels benötigt und

die Bohrungen so tief wie möglich unten am Stamm sowie an gegenüberliegenden Seiten der Rebe angesetzt. Der Bereich, welcher sich am besten für das Anbringen der Spritzen eignete, stellte die verdickte Veredelungsstelle dar, da dort die vollständige Injektion am ehesten sichergestellt werden konnte. Hierzu wurde die Spritze ins Bohrloch eingeführt, festgedrückt und der Kolben so weit in die Spritze geschoben, bis er mit Hilfe des Arretierungsnagels fixiert werden konnte (Abbildung 20 B). Dadurch blieb der Druck in der Spritze erhalten und die komprimierte Luft drückte die Lösung nach und nach in den Rebstamm. Die Aufnahme der Lösung in den Stamm dauerte je nach Rebsorte und Alter zwischen drei und sechs Tagen. Nachdem die Lösung vollständig von der Rebe aufgenommen wurde, konnten die Spritzen entfernt und die Bohrlöcher mit Baumwachs, Silicon oder einem Holzdübel verschlossen werden. Die Abschlussbonitur der Flächen wurde im Sommer 2022 durchgeführt.



Abbildung 20: Durchführung der Stamminjektion.

A) Gesundes Rebholz ist an der hellen Farbe und feuchten Konsistenz zu erkennen. B) Die Injektion erfolgte mittels der Druck-Methode.

In sieben Versuchsfeldern, eine Fläche wurde vor der Auswertung des Versuchs vorzeitig gerodet, wurden insgesamt 447 Rebstöcke ausgewertet. Die Reben wurden dabei in Abhängigkeit ihres äußeren Erscheinungsbildes in drei Kategorien unterteilt: gesund (symptomfrei), krank (chronische Esca-Symptome) und abgestorben. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Kategorisierung „gesund“ nicht notwendigerweise bedeutet, dass die Reben wirklich gesund waren, sondern nur keine Krankheitssymptome zum Zeitpunkt der Bonitur gezeigt haben. Da die Esca-Krankheit im Rebstamm sitzt, ist davon auszugehen, dass auch gesund aussehende Pflanzen nach wie vor von der Krankheit befallen sind. Bei der Auswertung der einzelnen Flächen zeigte sich, dass in vier Flächen überhaupt keine Unterschiede zwischen den unbehandelten Reben und den mit ESCALibur® behandelten Rebstöcken festgestellt werden konnte (Abbildung 21). In zwei Riesling Flächen im Rheingau konnten bei den mit dem Prüfmittel behandelten Rebstöcken tendenziell weniger symptomatische Reben beobachtet werden, wohingegen in einer Sauvignon Blanc Fläche die unbehandelten Reben tendenziell gesünder aussahen. Allerdings zeigte eine genauere Betrachtung der Ergebnisse, dass die Standardabweichung der einzelnen Kategorien sehr groß war, da die Messwerte stark um den Mittelwert streuten. Es konnte daher kein

Unterschied zwischen den mit dem Prüfmittel ESCALibur® behandelten Reben und der unbehandelten Kontrolle festgestellt werden. Zudem waren alle drei Ergebnisse statistisch nicht signifikant, was wiederum bedeutet, dass der beobachtete Effekt rein zufälliger Natur sein könnte. Die statistische Auswertung der Boniturergebnisse erfolgte mit Hilfe des Zweistichproben t-Tests mit ungleichen Varianzen. Hierfür wurden die Klassifizierungen krank, gesund und abgestorben der beiden Varianten, unbehandelte Kontrolle und ESCALibur® Behandlung, getrennt betrachtet. Auf keiner der untersuchten Flächen konnte demnach ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten festgestellt werden. Somit lässt sich anhand der erhobenen Daten keine Wirksamkeit der Methode auf die Ausbildung der chronischen Krankheitssymptome nachweisen. Inwieweit sich die vom Hersteller ausgelobte indirekte Wirkung, nämlich die Bildung von pflanzeigenen Abwehrstoffen, auf die Erreger der Krankheit auswirkt, wurde nicht untersucht. Da Esca sich vornehmlich im Kernholz befindet und von dort weiter ausbreitet, würde eine Injektion des Mittels ins Splintholz die besonders betroffenen Bereiche innerhalb des Rebholzes nicht erreichen. Die Krankheit sollte sich demnach ungehindert im Rebstamm ausbreiten und letztendlich weitere gesunde Bereiche befallen können. Ob eine einmalige „Vitalisierung“ der Rebe somit ausreichen würde den schleichenden Befall aufzuhalten, müsste genauer untersucht werden.

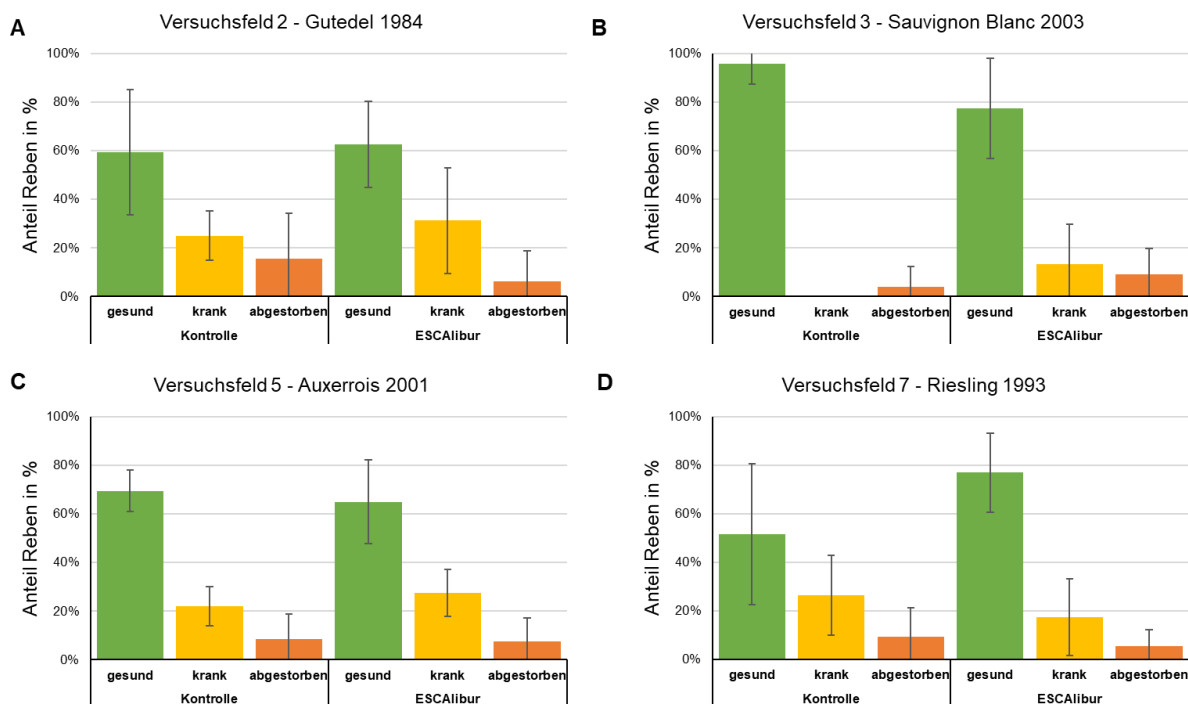


Abbildung 21: Auswertung und Darstellung der Ergebnisse repräsentativer Versuchsflächen.

Neben der Wirksamkeit der Methode sollte auch die Praxistauglichkeit näher betrachtet werden. Da Stamminjektionen einen ausreichenden Saftstrom in der Rebe voraussetzen, kann diese erst ab Neuaustrieb im Frühjahr bis Ende September durchgeführt werden. Eine Behandlung im Winter, wie bei Vintec® oder Tessior®, ist vollkommen ausgeschlossen. Die Methode ist jedoch im Vergleich zu anderen Methoden, wie beispielsweise der Rebchirurgie, die ca. 5 bis 25 Minuten reiner Arbeitszeit pro Rebe benötigt, mit weniger als 5 Minuten pro Rebstock schneller und deutlich einfacher durchzuführen. Jedoch auch bei der Stamminjektion können

Schwierigkeiten auftreten. So war es bei manchen älteren Rebstöcken problematisch eine geeignete Injektionsstelle zu finden, da teilweise nur bei mehrmaligen Bohrungen intaktes Holz gefunden werden konnte. Bei Injektion in faulig-moderiges Holz kann das Mittel nicht über den Saftstrom in der Pflanze aufsteigen. Zusätzlich erschwerten vertikale Risse im Rebholz die Injektion, da das Prüfmittel durch diese wieder aus der Pflanze austrat. Auch vorzeitiges Auslaufen der Spritzen durch Unregelmäßigkeiten in der Holzoberfläche wurden wiederholt festgestellt. Des Weiteren kam es mehrmals zum Abplatzen der Spritzen, weil der Druck zu groß war und das Mittel nicht schnell genug in den Rebstock aufgenommen werden konnte. Teilweise wurde das Präparat auch nur unvollständig von der Rebe aufgenommen. Ursächlich hierfür könnte eine Injektion des Mittels in ausschließlich abgestorbene Bereiche der Rebe sein, von wo aus es nicht mehr aktiv durch den Saftstrom weiterverteilt werden konnte. Auch wenn der Winkel für die Bohrung zu flach gewählt wurde, blieb ein Rest des ESCALibur®-Lösung in der Spritze zurück. Wurde der Winkel zu steil gewählt, konnte die Spritze teilweise nicht richtig befestigt werden und fiel ab. Abgefallene bzw. nicht eingesammelte Spritzen würden in der Praxis ein weiteres Problem darstellen, da sie als Plastikmüll in den Rebflächen landen. Dabei lassen sich die meisten Spritzen nach einer Behandlung durchaus wiederverwenden. Insgesamt fallen für die Behandlung pro Rebstock Material- und Mittelkosten von etwa 0,70 € an.

3.8.2 Besiedelung des Rebstamms durch holzerstörende Pilze

Die Esca-Krankheit umfasst neben den äußerlich sichtbaren Nekrosen an den Blättern, den sogenannten Tigerstreifen, auch Weißfäule im Stamm der Pflanzen. In den deutschen Weinbaugebieten wird in allen symptomatischen Weinreben der Mittelmeer-Feuerschwamm *Fomitiporia mediterranea* (Basidiomycota, Hymenochaetales) gefunden. Daher besteht der Verdacht, dass Weißfäule eine Ursache des chronischen Verlaufs von Esca ist. Um diese Frage zu klären, wurden umfangreiche mikroskopische Untersuchungen über die Besiedelung des Stamms und das Muster der Holzerstörung durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden Stämme von symptomatischen und asymptomatischen Weinreben aus benachbarten Rebanlagen der Sorten Bauer Spätburgunder und Müller-Thurgau entnommen. Die Stämme wurden aufgesägt und der Zustand des Holzes dokumentiert. Zudem wurden Proben aus gesunden und nekrotischen Bereichen entnommen, von denen Semidünnschnitte von 1 µm und 3 µm Dicke hergestellt und zu Präparaten für die mikroskopische Analyse weiterverarbeitet wurden. Aus den nekrotischen Zonen wurde Pilzmaterial isoliert, das mittels PCR als *Fomitiporia mediterranea* bestimmt werden konnte (Daten nicht gezeigt).

Im Querschnitt war zentral eine ausgedehnte Zone mit Weißfäule zu erkennen, in der das Holz weitgehend zu einer amorphen, hell gefärbten Masse abgebaut war. Diese Weißfäule war von einer ungleichmäßig breiten, braun gefärbten Zone umgeben, die sich gegen das gesunde Holz durch einen dunkel gefärbten Ring abgrenzte. An einigen Stellen dehnte sich die Weißfäule über diesen Ring hinaus aus und bildete Ausbuchtungen, die sich durch einen weiteren dunklen Ring vom gesunden Holz abgrenzten (Abbildung 22). In allen untersuchten Stämmen war deutlich zu erkennen, dass die Weißfäule von Schnittwunden im Kopf des Stammes ausging und sich von dort in Richtung Stammbasis ausdehnte.

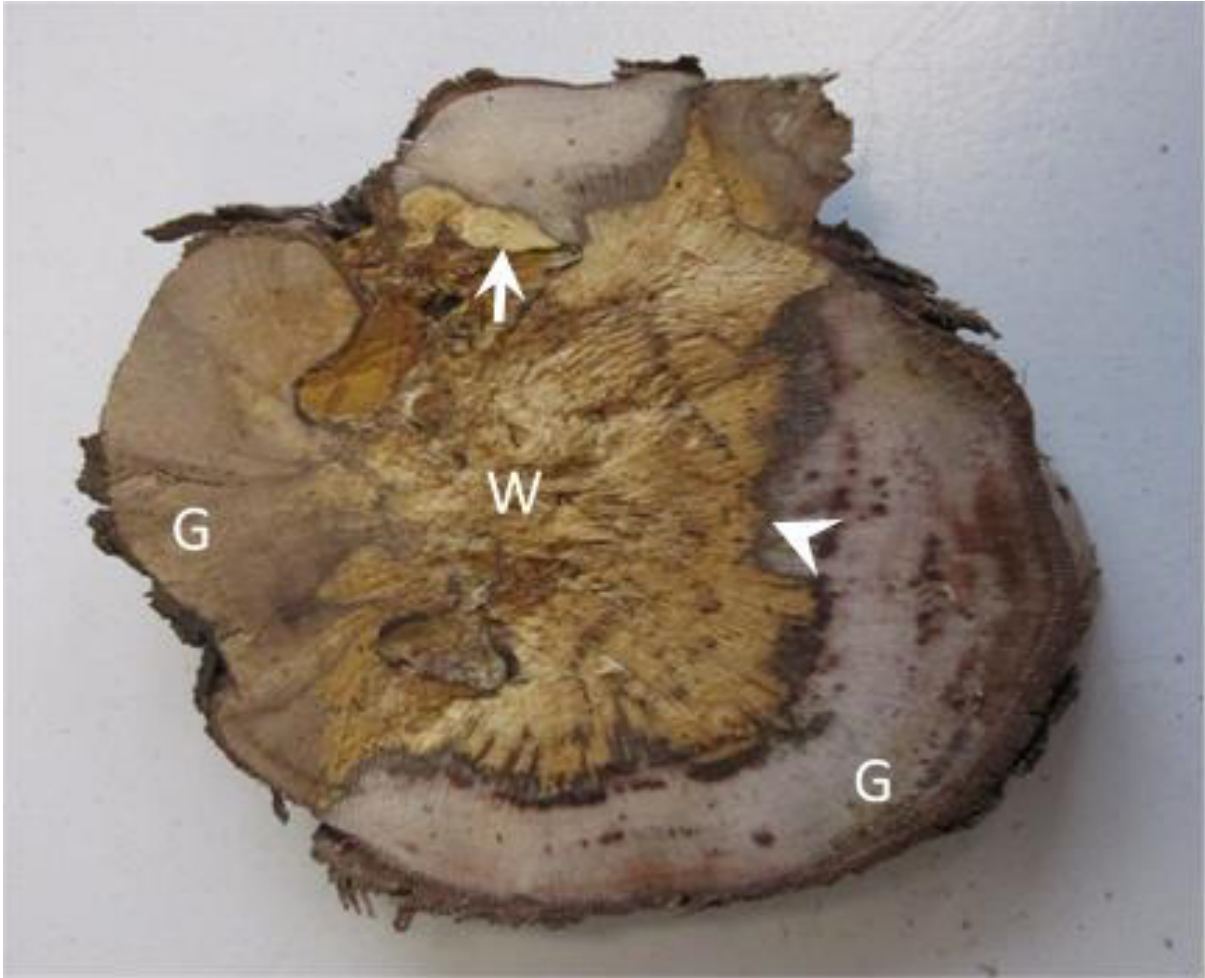


Abbildung 22: Querschnitt durch den Stamm einer symptomatischen Weinrebe.

Bereich mit Weißfäule (W), der durch eine Demarkationszone (◄) vom gesunden Holz (G) abgegrenzt ist. Die Demarkationslinie kann durchbrochen werden, so dass sich sekundär eine neue Zone mit Weißfäule bilden kann

Die mikroskopischen Analysen zeigten, dass in der dunkel gefärbten Zone zwischen intaktem und braun gefärbtem Holz die Gefäße durch Thyllen verstopft und die Holzfasern mit phenolischen Substanzen angefüllt waren. Dieses Bild deutet auf eine Abwehrreaktion gegen die Ausbreitung des Erregers der Weißfäule hin. Die Ursachen, die dazu führen, dass der Erreger diese Barriere durchbricht, sind noch nicht geklärt. Im Detail zeigte sich, dass im Anfangsstadium der Weißfäule nur die innere Schicht der verdickten Zellwände der Holzfasern abgebaut ist (Abbildung 23).

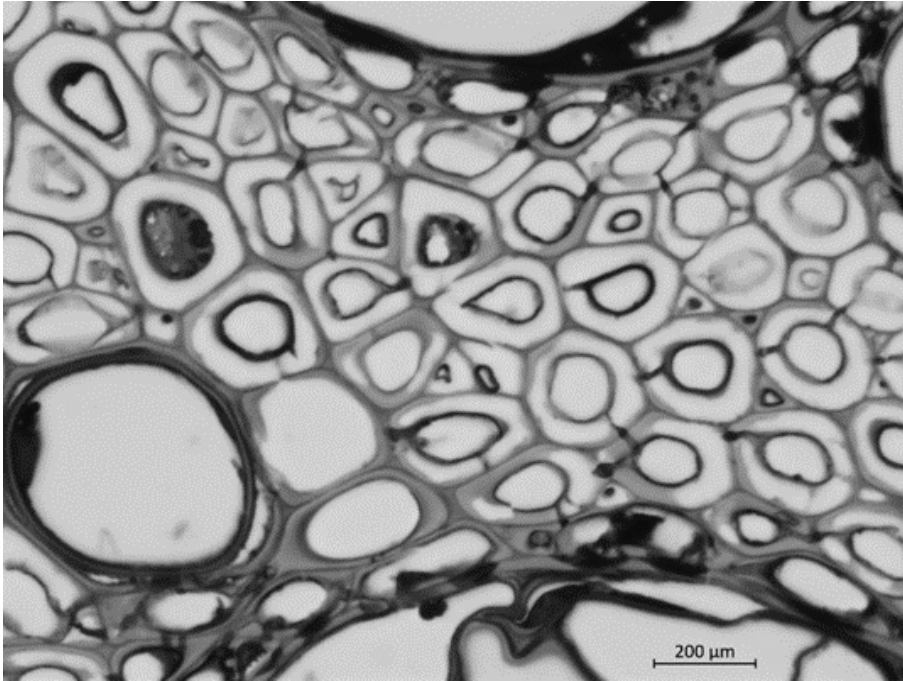


Abbildung 23: Lichtmikroskopische Aufnahme.

Querschnitt durch den Stamm einer symptomatischen Weinrebe mit beginnender Weißfäule. Die mittlere Schicht der Zellwand von Holzfasern ist durch *Fomitiporia mediterranea* abgebaut worden.

In einem späteren Stadium ist das gesamte Holz zerstört und mit Pilzhyphen besiedelt (Abbildung 24).

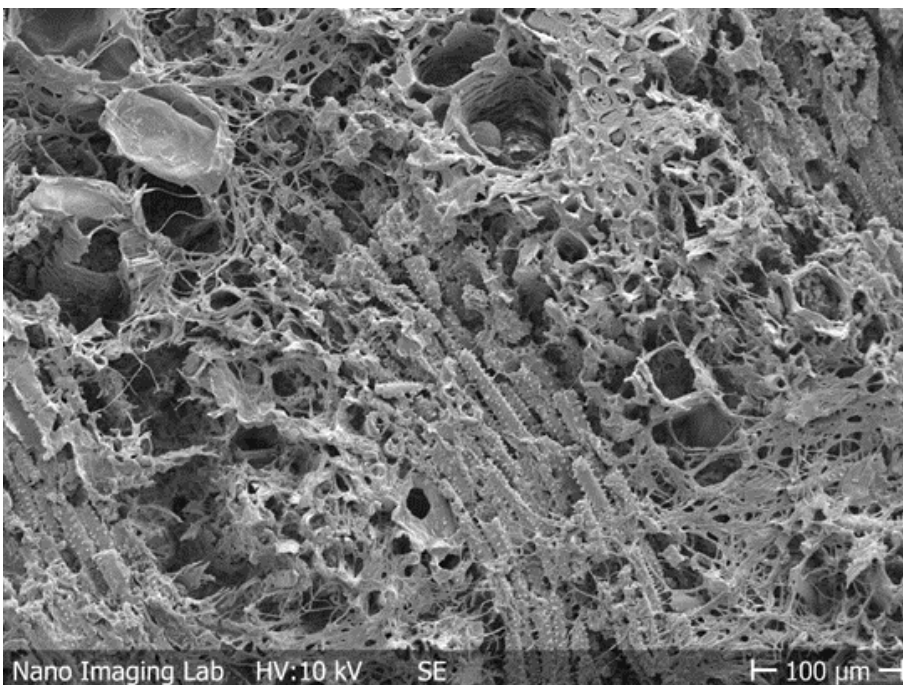


Abbildung 24: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von zersetztem Holz.

Querschnitt durch den Stamm einer symptomatischen Weinrebe mit fortgeschrittener Weißfäule. Das Holz ist sehr stark durch *Fomitiporia mediterranea* besiedelt und die Holzstruktur weitgehend abgebaut.

4. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Die während des Projekts gewonnenen Ergebnisse haben einen großen Nutzen für die Praxis, da hierdurch Handlungsanweisungen abgeleitet werden konnten, die wiederum einen gezielten Umgang mit der Krankheit in der Praxis ermöglichen. Zudem könnten die ermittelten wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Verlauf der Krankheit für zukünftige Verfahren zur Behandlung von Esca nützlich sein.

4.1 Handlungsanweisungen für die Praxis

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse im Projekt konnten Handlungsanweisungen für die Praxis erstellt werden. Diese Anweisungen umfassen präventive und kurative Methoden, wodurch gezielte Maßnahmen gegen die Krankheit ergriffen werden können. Die Handlungsanweisungen, die in Form eines Flyers veröffentlicht wurden, sollen im Folgenden vorgestellt werden.

Wundschutz

Zum Schutz der Reben vor Esca sollten viele und vor allem größere Verletzungen beim Rebschnitt vermieden werden. Dazu gehört auch das frühzeitige Stammputzen. Zugefügte Wunden sollten mit einem Pflanzenschutzmittel, z. B. Tessior® (BASF) oder Vintec® (Belchim) behandelt werden. Da Pilzsporen ebenfalls in den Wintermonaten, insbesondere bei milden Witterungsverhältnissen, in der Luft vorhanden sind, können unbehandelte Wunden innerhalb weniger Tage besiedelt werden. Auch Wochen nach dem Rebschnitt dienen die Verletzungen den Erregern bei entsprechender Witterung als Eintrittspforte.

Um eine optimale Wirkung der Behandlung zu erzielen, sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Rebschnitt in der Vegetationsruhe durchführen
- Herstellerangaben zu den Mitteln genau befolgen
- Wetterprognose berücksichtigen (z. B. keine Niederschläge innerhalb der nächsten 48 Stunden) und Rebschnitt bei Junganlagen entsprechend planen
- beim Kopfschnitt ausreichend lange Zapfen stehen lassen, damit die Eintrocknungskegel nicht die Leitbahnen im Inneren des Kopfes schädigen
- Wundschutz unverzüglich nach dem Rebschnitt durchführen

Die Maßnahme zum Wundschutz ist ausschließlich bei frischen Wunden und jüngeren Anlagen sinnvoll, da ältere Reben sehr wahrscheinlich bereits von Esca befallen sind. Inwieweit eine Desinfektion der Rebschere während des Rebschnitts sinnvoll ist, ist nicht bekannt. Nach bisherigen Erkenntnissen befinden sich die Esca-Erreger hauptsächlich im Stamm, können allerdings auch im zweijährigen Holz nachgewiesen werden. Beim einjährigen Rebholz geht man hingegen davon aus, dass dieses frei von Erregern der Krankheit ist. Ob eine Übertragung von Esca über den Rebschnitt

überhaupt möglich ist, wurde bislang nicht ausreichend untersucht. Letztendlich würde eine Desinfektion der Rebschere nur dann Sinn ergeben, wenn Schnittflächen nach dem Rebschnitt unmittelbar mit einem Wundschutzmittel behandelt werden. Ansonsten würden die Wunden auf natürliche Weise durch Erreger in der Luft besiedelt werden.

Sanierungsmethoden

Zur Verhinderung von Ertragsausfällen und zur Erhöhung der Lebenserwartung sollte der Stamm älterer Reben beim Auftreten von Esca saniert werden. Hierzu bieten sich die Methoden Stammrücknahme und Rebchirurgie an.

Stammrücknahme

Bei der Methode der Stammrücknahme wird der befallene Teil des Stamms entfernt und durch einen nachgezogenen Trieb ersetzt. Das Verfahren setzt entsprechende Stockaustriebe voraus und ist daher für Hochstammreben ungeeignet. Für die Durchführung der Methode wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- symptomatische Reben im September markieren
- geeignete Stockaustriebe im Frühjahr stehen lassen und pflegen
- Triebe nur verwenden, wenn diese im Sommer symptomfrei bleiben
- Stamm im Herbst so weit herunterschneiden bis keine Schadsymptome mehr im Holz erkennbar sind
- ausreichend Abstand zwischen Stumpf und nachgezogenem Trieb lassen, um den Eintrocknungskegel der großen Schnittwunde zu berücksichtigen
- Schnittfläche mit Wundschutzmittel behandeln

Die Behandlung der Schnittfläche ist insofern sinnvoll, da durch die Stammrücknahme eine große Wunde entsteht, die leicht von Esca-Erregern besiedelt werden kann und dadurch schnell den nachgezogenen Trieb gefährdet. Die Maßnahme kann auch durchgeführt werden bevor erste Krankheitssymptome auftreten. Bei der RESET-Methode werden in einer Anlage präventiv alle Stöcke ab einem gewissen Alter einer Stammrücknahme unterzogen. Hierdurch wird möglichen Ertragsverlusten sowie Stockausfällen durch Esca vorgebeugt.

Rebchirurgie

Bei der Rebchirurgie wird der Rebstamm mit einer Kettensäge geöffnet und das befallene Holz vollständig von Weißfäule befreit. Reicht die Weißfäule bis zur Veredlungsstelle hinunter, ist kein langfristiger Erfolg der Behandlung zu erwarten. Bei schlagartig eingetrockneten Reben oder Reben mit vielen abgestorbenen Trieben sind die Erfolgsaussichten ebenfalls gering. Die Rebchirurgie setzt eine gewisse Dicke sowie Stabilität des Stamms voraus. Sie sollte vor dem Rebschnitt erfolgen, da der Rebstock durch die Triebe im Drahtrahmen stabilisiert wird. Für eine effektive Anwendung der Methode wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- symptomatische Reben im September markieren

- vor Beginn der Sägearbeiten Pflanzstab entfernen und Draht hochbinden
- Stamm auf alte Wunden und Totholz inspizieren (befallenes Holz ist deutlich poröser als gesundes)
- Schnitt am Totholz am Kopf ansetzen und Öffnung heraussägen
- Befall Richtung Veredlungsstelle folgen, um Ausmaß zu bewerten und Arbeiten ggf. vorzeitig zu beenden
- Weißfäule im Stamm und Kopf gründlich entfernen
- lebendes Gewebe im Kopfbereich besonders schonen
- Ablauf am tiefsten Punkt heraussägen, um Staunässe zu verhindern

Die Methode erfordert einen erhöhten Arbeitsschutz und Kenntnisse im Umgang mit der Kettensäge sowie ein gewisses Maß an Übung. Eine Behandlung der Wunde wird nicht empfohlen, weil die Erreger durch die Rebchirurgie niemals restlos entfernt werden. Durch das Öffnen des Stamms und das Entfernen des befallenen Holzes im Inneren der Rebe wird die Krankheit in über 90 % der Fälle gestoppt und eine weitere Ausbreitung der Pilze erheblich gestört.

5. Verwertung und Nutzung der Ergebnisse

Mit Hilfe der im Projekt erzielten Ergebnisse konnten konkrete Handlungsanweisungen abgeleitet werden, die für die weinbauliche Praxis von großem Nutzen im Umgang mit der Esca-Krankheit sind. Um die Langzeitwirkung der unterschiedlichen Maßnahmen auf die Entwicklung der Krankheit bewerten zu können, sollten diese weiter untersucht werden. In diesem Zusammenhang wäre auch eine Kosten-Nutzen-Analyse der jeweiligen Behandlungsmethode zu erstellen. Um einen Vergleich der Behandlungskosten mit den Kosten durch Ertragsausfälle zu ermöglichen, sind in Tabelle 2 die theoretischen Kosten der unterschiedlichen Maßnahmen zusammengefasst dargestellt. Als Grundlage für die Berechnung dient eine fiktive Rebfläche von einem Hektar (4.500 Reben), auf der ab dem 11. Standjahr jährlich 7,5 % der Pflanzen chronische und 1,5 % der Pflanzen apoplektische Esca-Symptome aufweisen. Dies führt dazu, dass pro Jahr über 370 Reben keine Erträge produzieren und durchschnittlich 74 Reben absterben. Bei einem angenommenen Ertragserlös von 10.000 € pro Hektar und Jahr verursacht die Krankheit somit Schäden in Höhe von 1.100 €. Durch Nachpflanzungen abgestorbener Reben entstehen zusätzlich Arbeitskosten (12 € pro Stunde) sowie Materialkosten (4 € bis 5 € pro Rebe mit Stäbchen und Bindematerial) von bis zu 500 € pro Jahr. Hochgerechnet auf 20 Jahre würden hierdurch Gesamtkosten von 15.000 € bis 19.000 € entstehen. Ohne irgendwelche Maßnahmen, z. B. Nachpflanzungen, würden die geschätzten Kosten für Ertragsausfälle bei 16.000 € / ha in 20 Jahren liegen. Vergleicht man diese Kosten mit den Gesamtkosten für präventive Maßnahmen, wie Tessior® mit Kosten von 5.000 € bis 10.000 € bzw. 3.000 € bis 8.000 € für Vintec®, fällt auf, dass diese Maßnahmen trotz höherer Material- und Arbeitskosten kostengünstiger ausfallen. Auch die RESET-Methode, bei der alle Reben präventiv vor dem Auftreten der ersten Esca-Symptome behandelt werden, ist kostengünstiger als Nachpflanzungen, auch wenn die einmaligen Arbeitskosten von bis zu 9.000 € zunächst enorm erscheinen. Die Rebchirurgie ist die einzige Maßnahme, die mehr Gesamtkosten (zwischen

9.000 € und 23.000 €) verursachen kann als reine Nachpflanzungen. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass ein sehr hoher Arbeitsaufwand von 25 Minuten pro Rebe angenommen wurde. Bei geübten Personen reduziert sich dieser auf ca. 10 Minuten pro Rebe, weshalb die Gesamtkosten auf das Niveau der Kosten für die Stammreduktion (ca. 12.000 €) sinken. Für welche Maßnahme man sich entscheidet, hängt vom Alter der Rebanlage und dem gewünschten Produktionsziel ab. Sollen möglichst viele alte Rebstöcke erhalten werden, ist die Stammreduktion oder die Rebchirurgie die bevorzugte Methode. Bei Junganlagen empfiehlt sich der frühzeitige Einsatz von präventiven Maßnahmen, da hierdurch die später auftretenden Kosten durch Ertragsausfälle und Nachpflanzungen deutlich reduziert werden können. Da es sich bei den Angaben in Tabelle 2 um ein fiktives Beispiel handelt, können die tatsächlichen Kosten je nach Stärke des Esca-Befalls, Größe der Rebfläche, Höhe der Arbeitskosten sowie des benötigten Zeitaufwands von konkreten Rebflächen deutlich abweichen.

Tabelle 2: Kosten der unterschiedlichen Behandlungsmethoden im Vergleich.

Maßnahme	Tessor®	Vintec®	Reset	Nachpflanzung	Rebchirurgie	Stammreduktion
Wirkungsweise	präventiv	präventiv	präventiv	kurativ	kurativ	kurativ
Erfolgsquote ^{a)}	50% bis 75%	50% bis 80%	90% bis 95%	80% bis 95%	75% bis 90%	90% bis 95%
Anwendungsbeginn	ab 1. Standjahr	ab 1. Standjahr	vor ersten Symptomen	bei Bedarf	bei ersten Symptomen	bei ersten Symptomen
Anwendungshäufigkeit	1x jährlich	1x jährlich ^{e)}	1x in 20 Jahren	1x jährlich	1x jährlich	1x jährlich
Materialkosten pro Jahr	50 € bis 100 €	80 € bis 200 €	keine	290 € bis 370 €	keine ^{h)}	keine ^{h)}
Arbeitsstunden pro Jahr	4 bis 12	2 bis 3	375 bis 750	6 bis 12	28 bis 141	28 bis 56
Arbeitskosten pro Jahr	48 € bis 144 €	24 € bis 36 €	4.500 € bis 9.000 €	72 € bis 144 €	336 € bis 1.692 €	336 € bis 672 €
Einmalige Anschaffungskosten	1.500 € spezielles Applikationsgerät	160 € Rückenspritze	1.420 € Kettensäge + Schutzkleidung ^{f)}	keine	1.420 € Kettensäge + Schutzkleidung ^{f)}	1.420 € Kettensäge + Schutzkleidung ^{f)}
Arbeits- und Materialkosten 1. bis 10. Standjahr ^{b)}	2.500 € bis 3.900 €	1.200 € bis 2.500 €	keine ^{g)}	keine ^{g)}	keine ^{g)}	keine ^{g)}
Arbeits- und Materialkosten 11. bis 20. Standjahr ^{b)}	keine ^{d)}	keine ^{d)}	5.900 € bis 10.400 €	3.600 € bis 5.100 €	4.800 € bis 18.300 €	4.800 € bis 8.100 €
Schäden ^{c)} durch Ertragsausfälle 11. bis 20. Standjahr	2.900 € bis 5.800 €	2.400 € bis 5.800 €	600 € bis 1.200 €	11.700 € bis 13.900 €	4.000 € bis 4.800 €	3.800 € bis 4.000 €
Gesamtkosten^{b)} für 20 Standjahre	5.000 € bis 10.000 €	4.000 € bis 8.000 €	7.000 € bis 12.000 €	15.000 € bis 19.000 €	9.000 € bis 23.000 €	9.000 € bis 12.000 €

a) Die Angaben basieren teilweise auf Wirksamkeitsstudien der Hersteller sowie den Ergebnissen aus dem Projekt. b) Die Werte sind gerundet. c) In die Berechnung der Schäden durch Ertragsausfälle fließt die Erfolgsquote der jeweiligen Methode mit ein. d) In der Zeit entstehen keine Kosten, da die Anwendung nur vom 1. bis zum 10. Standjahr durchgeführt wird. e) Es sind maximal zwei Behandlungen pro Jahr zugelassen. f) UVP des Herstellers für eine Akku-Kettensäge mit speziellem Schwert und hochwertiger Schutzkleidung. g) Es wird angenommen, dass in den ersten 10 Standjahren keine Kosten durch Esca entstehen. h) Mögliche Kosten für Nachpflanzungen wurden nicht berücksichtigt.

6. Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Zu den wirtschaftlichen Anschlussmöglichkeiten nach dem Projekt gehört die Weiterentwicklung der Methode zur Früherkennung der Krankheit. Mit Hilfe einer speziellen Multispektralkamera konnten befallene Stöcke noch vor der Entwicklung äußerlicher Symptome identifiziert werden. Allerdings konnte dieses Verfahren im Rahmen des Projekts nicht zur Praxisreife weiterentwickelt werden. Die Menge der produzierten Bilddaten sowie die aufwendige Analyse der Daten, erschweren bislang eine einfache Nutzung der Methode. Auch die hohen Kosten für das benötigte Sensorsystem stehen einer verbreiteten Nutzung im Wege. Aus diesem Grund müssten kostengünstige Systeme entwickelt werden, die eine automatische Bildverarbeitungen ermöglichen.

In Bezug auf die wissenschaftlichen Anschlussmöglichkeiten sind Langzeituntersuchungen der angewendeten Methoden zur Stammsanierung sowie zum Wundschutz notwendig. Wie beispielsweise die Ergebnisse der Rebchirurgie und Stammrücknahme gezeigt haben, waren 90 % der Reben auch drei Jahre nach der Behandlung symptomfrei. Da die Esca eine schleichende Erkrankung des Rebholzes ist und mehrere Jahre bis wenige Jahrzehnte vergehen können bis befallene Pflanzen Symptome zeigen, sind Langzeitversuche von 10 oder 15 Jahren notwendig, um die Wirksamkeit der Methoden sicher zu validieren. Zu den zukünftigen Aufgaben gehört auch die genaue Analyse der Sortenunterschiede. Warum manche Sorten anfälliger gegenüber der Krankheit sind als andere ist bis heute nicht ausreichend untersucht. Auch das Zusammenspiel der unterschiedlichen pilzlichen Erreger bei der Entwicklung von Krankheitssymptomen ist bislang unklar und bedarf weiterer Analysen. Da der wirtschaftliche Schaden durch die Esca-Krankheit enorm sein kann und vermutlich durch den Klimawandel zusätzlich verstärkt werden wird, ist eine weitere Erforschung der Krankheit umso dringender.

7. Publikation und Veröffentlichung

Die Ergebnisse des EIP-Projekts der OPG A.C.S.E. wurden in unterschiedlichen Medien, z. B. Fachmagazinen, veröffentlicht (Tabelle 3). Weiterhin wurden diese auf wissenschaftlichen Tagungen präsentiert, wie beispielsweise „Der Deutschen Pflanzenschutztagung“ (Tabelle 4). Zudem fanden über den gesamten Projektzeitraum Vortragsveranstaltungen sowie Workshops für Praktiker statt. Auch in den Sozialen Medien wurde auf das Projekt aufmerksam gemacht (Tabelle 5).

7.1 Veröffentlichungen und Veranstaltungen

Die Ergebnisse des Projekts wurden im Fachmagazin „Der Badische Winzer“, in der „Badischen Zeitung“ (Abbildung 25) sowie teilweise im wissenschaftlichen Journal „*Phytopathologia Mediterranea*“ publiziert (Tabelle 3). Außerdem wurde ein Flyer am Ende des Projekts erstellt, der über präventive und kurative Maßnahmen gegen Esca informiert (Abbildung 26).

Tabelle 3: Auflistung der Veröffentlichungen.

Datum	Titel	Journal
01/2020	EIP-AGRI: OPG A.C.S.E.	Homepage WBI Freiburg
07/2020	„Wunden schließen, präzise schneiden“	Der Badische Winzer 07/2020, 12-15
08/2020	„Rebkrankheit setzt Weinbau zu“	Badische Zeitung 08/2020, 5
06/2021	„Ohne Langzeitversuche geht es nicht“	Der Badische Winzer 06/2021, 23
11/2021	„Was funktioniert gut gegen Esca?“	Der Badische Winzer 11/2021, 33-36
12/2021	„Rebchirurgie bei Esca-Befall“	Der Badische Winzer 12/2021, 23
11/2022	Trunk anatomy of asymptomatic and symptomatic grapevines provides insights into degradation patterns of wood tissues caused by Esca-associated pathogens	Phytopathologia Mediterranea 61(3): 451-471, 2022
11/2022	„Injektion eines Mittels gegen Esca“	Der Badische Winzer 11/2022, 25-26
12/2022	„Man kann etwas gegen Esca tun“	Der Badische Winzer 12/2022, 27-31
02/2023	Präventive und kurative Maßnahmen gegen Esca	Infolyer
02/2023	„Esca: Strategien und Kosten“	Der Badische Winzer 22/2023, 20-22

In Abbildung 25 und 26 sind Beispiele für Veröffentlichungen im Rahmen des Projekts dargestellt.

Luft ist sauberer geworden

Halbjahresbilanz für das Land

STUTTGART (dpa). Die Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid (NO₂) in Baden-Württembergs Städten geht weiter zurück. Im ersten Halbjahr wurde der EU-Grenzwert von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft im Mittel noch in zwei Städten überschritten, wie das Verkehrsministerium am Freitag unter Verweis auf eine Zwischenbilanz der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) mitteilte. Im Vorjahr waren es vier Städte. Über dem Wert lagen die Standorte Stuttgart-Pragstraße Ludwigsburg-Schlossstraße. Der einstige Stuttgarter Schadstoff-Hotspot Neckartorkam in der Halbjahresbilanz auf 39 Mikrogramm NO₂ pro Kubikmeter Luft. „Eine Einhaltung des Jahresgrenzwertes von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft scheint so für die meisten Messstellen im Land in greifbarer Nähe zu rücken“, sagte LUBW-Vize Werner Altkofer. Ausschlaggebend ist einzig der Jahresmittlerwert.

Wettbewerb Mobilität und Klimaschutz läuft

FREIBURG (fs). Freiburg, Kehl, Waldkirch und Simonswald sind vier der 15 Kommunen, die vom Kompetenznetzwerk Klima Mobil als Modellgemeinden für beispielhafte Klimaschutzmaßnahmen ausgewählt wurden. Die ausgewählten Kommunen sollen laut einer Mitteilung des Verkehrsministeriums aufzeigen, welchen Beitrag zum Beispiel die Bewerthung von umweltfreundlichen Verkehrs, das Parkplatzmanagement oder die Umgestaltung von Straßenräumen für mehr Klimaschutz im Verkehr leisten können. Bund und Land stellen je 2,3 Millionen Euro bereit. Zudem will das Land den Gemeinden bei der Planung helfen. Das Projekt läuft bis Sommer 2022.

Rebkrankheit setzt Weinbau zu

Von Klaus Rieking

FREIBURG. Die Rebkrankheit Esca setzt dem Weinbau immer mehr zu. In Baden treten seit drei Wochen vermehrt Fälle auf. Mittlerweile verursacht die weltweit grassierende Krankheit einen beträchtlichen Schaden, teilt das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg mit, das ein von der EU finanziertes Projekt zur Erforschung von Esca leitet.

Ob Kaiserstuhl, Markgräflerland oder Tuniberg, überall melden Winzer, dass zahlreiche Rebstöcke von der Pilzkrankheit Esca befallen sind. Zu erkennen ist die Krankheit an vertrocknenden Blättern, die ein Tigerstreifenmuster bilden, und an den verschumpelnden Beeren. Ist ein Stock erkrankt, hilft meist nur noch das sofortige Entfernen der Pflanze. Der Ausbruch von Esca ist nach Angaben von Experten sehr komplex und noch nicht in allen Details erklärbar. Was man weiß, ist, dass fünf verschiedene Pilze das Holz des Rebstocks von oben her angreifen. Dabei werden die für den Wassertransport zuständigen Saftleitbahnen unterbrochen und die Pflanze stirbt ab. Das kann innerhalb von zwei Wochen nach Auftreten der ersten Symptome geschehen.

Der frühere Esca-Experte des Freiburger Weinbauinstituts, Michael Fischer, machte vor etlichen Jahren bei einer gerodeten Müller-Thurgau-Parzelle im Kaiserstuhl eine erstaunliche Entdeckung: 80 Prozent der Pflanzen hatten die Pilze in sich, aber in nur jeder fünften Rebe hatten sie ihr zerstörerisches Werk begonnen. Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass die Pilze aktiv werden, wenn der Rebstock unter Stress steht – etwa durch Trockenheit. Markus Ullrich vom Staatlichen Weinbauinstitut spricht von einem Milliarden-Schaden weltweit, den Esca ver-



Nicht mehr zu retten: ein an Esca erkrankter Rebstock.

FOTO: GOLLRAD

ursacht. Ein einzelner Rebstock kostet zwischen sechs und acht Euro.

Erstmals beschrieben wurde die Krankheit 1912 in Frankreich. In Baden wurde Esca 1987 in Heuweiler nördlich von Freiburg entdeckt. Weinbauer Hans-

jörg Stücklin stellte damals die Symptome an einem Spätburgunder-Stock fest. Wenig später waren Silvaner und Gewürztraminer am Tuniberg betroffen. Dann erkrankten Silvaner in Ihringen, weshalb von der „Silvaner-Krankheit“ gesprochen

wurde, wie Stücklin berichtet. Anfang der 1990er-Jahre war dann sogar die Rebvermehrungsanlage in Jechtingen befallen. Waren anfangs nur ältere, 25 bis 30 Jahre alte, Anlagen betroffen, versetzten die Pilze seit dem Jahr 2000 auch das Rebholz von jüngeren Stöcken. Seit den Trockenjahren 2018 und 2019 steigt die Krankheitskurve noch steiler nach oben.

Am Weinbauinstitut kann man mittlerweile die besonders anfälligen Sorten eingrenzen. Zu ihnen gehören Sauvignon Blanc, Muskateller, Gewürztraminer, Gutedel, Riesling und Silvaner. Auch der Müller-Thurgau wird oft in Mitleidenschaft gezogen, während die Burgunderfamilie stärkere Resistenzen aufweist.

In diesem Jahr sah es laut Weinbauerer Stücklin nach einer unauffälligen Entwicklung aus. Doch seit Mitte Juli melden sich vermehrt Winzer mit Schadensberichten. „Das geht bis zur Ernte so weiter“, sagt Markus Ullrich. Am Weinbauinstitut werden nun verschiedene Strategien zur Esca-Bekämpfung getestet. So sollen Drohnenkameras frühzeitig erkrankte Pflanzen erkennen, so dass der Stock so schnell wie möglich entfernt werden kann. Auch dies ist inzwischen bekannt: Kurz bevor der Rebstock eingibt, bilden die Pilze Fruchtkörper aus und verbreiten ihre Sporen. Über Schnittwunden können diese dann in andere Rebstöcke eindringen.

Die Wunde rechtzeitig zu verschließen, ist daher eine weitere Möglichkeit, die Ausbreitung zu verhindern. Bei bis zu drei Wunden pro Rebstock kann das aber sehr aufwendig sein. In Südtirol greift man zu einer anderen Technik: Dort hat man die Entfernung des Totholzes mit kleinen, speziellen Motorsägen erprobt. Ist erst der obere Teil des Stocks befallen, können junge, weiter unten sitzende Triebe den abgesägten Teil ersetzen. Rebchirurgie nennt sich dieses Verfahren.

Abbildung 25: Veröffentlichung des Projekts in der „Badischen Zeitung“.



Abbildung 26: Infoplyer zu präventiven und kurativen Maßnahmen gegen Esca. Dargestellt ist die Vorderseite (obere Bildhälfte) sowie die Rückseite (untere Bildhälfte) des ungefalteten Flyers.

In Tabelle 4 sind die Veranstaltungen, Messeauftritte sowie Workshops aufgeführt, die im Rahmen des Projekts von Mitgliedern der OPG durchgeführt wurden.

Tabelle 4: Auflistung der Veranstaltungen, Messeauftritte und Workshops.

Datum	Veranstaltung	Ort
09/2019	Versuchsbesichtigung mit Vertretern der Industrie (Vorstellung der Freilandversuche zur Rebchirurgie)	WBI Freiburg
11/2019	Versuchsbesichtigung Fachreferententagung (Vorstellung der Freilandversuche zur Rebchirurgie)	WBI Freiburg
11/2019	MLR Tagung Weinsberg (Projekt - und Ergebnisvorstellung)	LVWO Weinsberg
12/2019	Rebschutzwartetagung (Projekt - und Ergebnisvorstellung, Einführung in die Rebchirurgie)	Winzerkeller Breisach
12/2019	VLf Tagung, (Projekt - und Boniturergebnisvorstellung, Einführung in die Rebchirurgie)	Badischer Weinbauverband Freiburg
12/2019	Beiratssitzung, (Projekt - und Ergebnisvorstellung, Einführung in die Rebchirurgie)	WBI Freiburg
07/2021	Vorstellung des Projekts und Demonstration der Rebchirurgie für Schüler der Fachschule für Landwirtschaft Emmendingen-Hochburg	WBI Freiburg
09/2021	Vorstellung des Projekts während der Besichtigung der Freilandversuche vom WBI	Blankenhornsberg Ihringen
09/2021	Posterpräsentation auf der 62. Deutschen Pflanzenschutztagung (Entwicklung und Evaluierung von Strategien zum Schutz der Weinrebe vor Esca)	Online-Veranstaltung
10/2021	Demonstration der Rebchirurgie für Praxispartner und interessierte Winzer	WBI Freiburg
11/2021	Vorstellung der Projektergebnisse auf der MonESCA Tagung	Luxembourg Institute of Science and Technology
11/2021	Demonstration der Rebchirurgie für Kooperationspartner aus Luxembourg	Luxembourg Institute of Science and Technology
05/2022	Präsentation auf der Arbeitstagung des Forschungsrings des Deutschen Weinbaus (Entwicklung und Evaluierung von Strategien zum Schutz der Weinrebe vor Esca)	WBI Freiburg
09/2022	Posterpräsentation auf dem Landwirtschaftlichen Hauptfest (Rebchirurgie)	Stuttgart
10/2022	Präsentation der Projektergebnisse bei der Veranstaltung EIP-AGRI Ergebnistransfer	Stuttgart
10/2022	Posterpräsentation zum Thema Rebchirurgie bei der Veranstaltung EIP-AGRI Ergebnistransfer	Stuttgart
12/2022	Strategien zum Schutz der Weinrebe vor Esca	Online-Veranstaltung
02/2023	Präsentation der Projektergebnisse bei einer internen Schulung für Mitarbeiter des Staatlichen Weinbauinstituts	WBI Freiburg
02/2023	Präsentation der Projektergebnisse auf der Rebschutzwartetagung	Ettenheim
02/2023	Präsentation der Projektergebnisse beim Badischen Rebveredlertag	Rust
03/2023	Präsentation der Projektergebnisse bei der Fachberatertagung „Ökologischer Weinbau“	St. Ulrich
03/2023	Präsentation der Projektergebnisse beim 21. Freiburger Rebschutztag	WBI Freiburg

In den Abbildungen 27 bis 31 sind Fotografien von unterschiedlichen Veranstaltungen, Messeauftritten sowie Workshops dargestellt, die im Rahmen des Projekts durchgeführt wurden.



Abbildung 27: Vorstellung des Projekts bei der Besichtigung von Freilandversuchen.



Abbildung 28: Vorstellung der Projektergebnisse auf der MonESCA Tagung.



Abbildung 29: Demonstration der Rebchirurgie für Kooperationspartner aus Luxemburg.



Abbildung 30: Posterpräsentation auf dem Landwirtschaftlichen Hauptfest.



Abbildung 31: Demonstration der Rebchirurgie für Praxispartner und interessierte Winzer.

In Tabelle 5 ist die Social Media Präsenz aufgelistet, die im Rahmen des Projekts stattgefunden hat.

Tabelle 5: Auflistung der Social Media Präsenz.

Datum	Titel	Medium
06/2020	Veröffentlichung eines Videos zum Thema Rebchirurgie bei Rebstöcken am 02.06.2020 (3.746 Aufrufe, Stand 12/2022)	YouTube
12/2022	Veröffentlichung eines Videos zum Online-Seminar „Strategien zum Schutz der Weinrebe vor Esca am 20.12.2022 (234 Aufrufe, Stand 03/2023)	YouTube