

Forschungsring des Deutschen Weinbaus

bei der DLG

(Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.)

JAHRESBERICHT 2022

(Kurzfassungen)



Herausgegeben

von der DLG

(Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.)

Fachzentrum Lebensmittel

Frankfurt am Main

Inhaltsverzeichnis

Arbeitskreis Bodenkunde und Pflanzenernährung

ViNEx – Die Auswirkungen einer Harnstoff-Blattdüngung auf die Rhizosphärenkompetenz und die Wurzelexsudate der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.cv. Riesling)

Prof. Dr. Christoph-Martin Geilfus

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim - 1 -

Etablierung geeigneter Begrünungspflanzen im Unterstockbereich von Reben als ökologische Alternative zur chemischen und mechanischen Unterstockbehandlung

Prof. Dr. Jochen Bogs, Dr. Claudia Huth

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Breitenweg 71, 67435 Neustadt a.d. Weinstraße - 4 -

Arbeitskreis Rebenzüchtung

Charakterisierung von Resistenzen gegen Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) in fortgeschrittenem Zuchtmaterial und Sorten

Prof. Dr. Reinhard Töpfer, Dr. Ludger Hausmann, Patricia Weber

Julius Kühn-Institut Siebeldingen, Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen - 12 -

Arbeitskreis Physiologie der Rebe und Rebenveredelung

Sonnenbrandrisiko an Trauben: Auftreten, Ursachen und Handlungsanweisung [Akronym: Sonntag]

Prof. Dr. Manfred Stoll, Dr. Matthias Friedel

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim - 18 -

Analyse einer Langfristigen Speicherung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Rebflächen (ALaSKAR):

Prof. Dr. Manfred Stoll, Prof. Dr. Claudia Kammann

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim - 26 -

Arbeitskreis Pflanzenschutz

Untersuchungen zur Heißwasserbehandlung zur Herstellung von gesundem Pflanzenmaterial für Weinrebe

Dr. Joachim Eder, Dr. Ruth Walter, Dr. Thierry Wetzel

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Breitenweg 71, 67435 Neustadt a.d. Weinstraße - 31 -

Arbeitskreis Betriebs- und Marktwirtschaft

Design und Erfolgsfaktoren von Social Commerce am Beispiel der Weinbranche

Prof. Dr. Laura Ehm

Weincampus Neustadt, Breitenweg 71, 67432 Neustadt a.d. Weinstraße - 36 -

Arbeitskreis Kellerwirtschaft und Weinbehandlung

Natürliche Selektion sulfitresistenter Stämme der Weinhefe *Hanseniaspora uvarum* (*Kloeckera apiculata*) mit verringerter Essigsäure-Bildung

Prof. Dr. Jürgen J. Heinisch

Universität Osnabrück, Barbarastr. 11, 49076 Osnabrück - 47 -

Ausschuss für Technik im Weinbau

**Heißwasserbehandlung von bewurzeltem Rebenpflanzgut,
ATW-Nr. 209**

Dr. Joachim Eder, Dipl.-Ing. Matthias Zink
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz,
Neustadt a.d. Weinstraße - 50 -

**Überprüfung der Praxistauglichkeit von Kationenaustauschern zur
Absenkung des pH-Wertes in Most und Wein, ATW-Nr. 212**

Patrick Nickolaus, Pascal Wegmann-Herr
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz,
Neustadt a.d. Weinstraße - 55 -

**Einsatz von Bio-Lignincarriern gegen Esca in der Pflanzguterzeugung,
ATW-Nr. 214**

Dr. Ruth Walter¹, Dr. Jochen Fischer-Schuch², Prof. Dr. Frederick Wurm³,
Stefan Peil³, Dr. Joachim Eder¹
¹ Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a.d. Weinstraße
² Institut für Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung (IBWF), Mainz
³ Max-Planck-Institut für Polymerforschung (MPI-P), Mainz - 65 -

**Weiterentwicklung der mechanischen Unterstockbewirtschaftung
auf der Basis des Überzeilenrahmens als Komplettbewirtschaftungs-
system, ATW-Nr. 215**

Dr. Matthias Porten
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel, Bernkastel-Kues - 73 -

**Anpassung der neuen laubwandbezogenen Berechnung der
Aufwandmenge von Pflanzenschutzmitteln für Rebschulen und
Unterlagenschnittgärten mit Tischherziehung, ATW-Nr. 216**

Dipl.-Ing. Matthias Zink
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz,
Neustadt a.d. Weinstraße - 79 -

**Flaschenrecycling in der Weinbranche – Realisierbarkeit und Nachhaltig-
keit von Glas-Mehrwegsystemen bei Weinflaschen, ATW-Nr. 217**

M.Sc. Meike Strobach, Prof. Dr. Rainer Jung
Hochschule Geisenheim University, Geisenheim - 85 -

**Energieeffizienzmaßnahmen für eine nachhaltige Produktion von
Weißweinen unter Berücksichtigung neuer Aromarückgewinnungs-
verfahren, ATW-Nr. 218**

Magali Blank¹, Maximilian Freund²
¹ Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg
² Hochschule Geisenheim University, Geisenheim - 91 -

Automatisierung in der Bewässerungssteuerung, ATW-Nr. 219

Matthias Friedel, Marco Hofmann

Hochschule Geisenheim University, Geisenheim- 106 -

**Der Universalgeräteträger VITRAC als Bewirtschaftungskonzept für
Kleinterrassen in Steillagen mit über 58 % Steigung, ATW-Nr. 220**

Daniel Regnery

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel, Bernkastel-Kues- 111 -

Mitglieder des Forschungsausschusses 2022

Ferch, Norbert Jakob, Dr.	Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart
Fischer, Christian, Dr.	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden
Haupt, Dirk, Dr.	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, Geschäftsführung, Rheinland-Pfalz, Mainz
Herbst, Carola K.	DLG e. V., Geschäftsführung, Frankfurt am Main
Koehler, Michael, Dr.	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
Kortekamp, Andreas, Dr.	Dienstleistungszentrum Rheinpfalz, Neustadt a.d.W.
Oberhofer, Jürgen, Dr.	Dienstleistungszentrum Rheinpfalz, Neustadt a.d.W.
Prior, Bernd, Dr.	Dienstleistungszentrum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Oppenheim
Rauhut, Doris, Prof. Dr.	Hochschule Geisenheim University
Reineck, Walter	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Mainz
Reinhold, Christian	Kuratorium für Technik und Bauwesen (KTBL), Darmstadt
Schultz, Hans Reiner, Dir. und Prof. Dr.	Hochschule Geisenheim University
Steinschulte, Marianne	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München
Stoll, Manfred, Prof. Dr.	Hochschule Geisenheim University
Trapp, Oliver, Dr.	Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen

ViNEx – Die Auswirkungen einer Harnstoff-Blattdüngung auf die Rhizosphärenkompetenz und die Wurzelexsudate der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.cv. Riesling)

Prof. Dr. Christoph-Martin Geilfus

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim

Projektlaufzeit: 2022-2025

1. Ziel des Projektes

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist es, ein besseres Verständnis über die Wirkung einer Stickstoff (N)-Blattdüngung bei der Rebe (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) auf das Muster (Qualität und Quantität) der Wurzelexsudate zu erlangen. Hierbei soll auch geklärt werden, inwieweit das sich potentiell ändernde Exsudationsmuster die Zusammensetzung der Mikroorganismen in der Rebrhizosphäre beeinflusst, was wiederum für das Wachstum der Rebe relevant ist. Letzteres liegt daran, dass es in der Rhizosphäre wachstumsfördernde Bakterien gibt, die durch Wurzelexsudate regelrecht „angefüttert“ werden. Dieses kausale Gefüge soll in Abhängigkeit variierender blattapplizierter N-Mengen (0 - 5 kg pro Hektar als Harnstoff) untersucht werden.

Mithilfe des Forschungsvorhabens werden neue Erkenntnisse bezüglich der „Besiedelung“ der Mikroorganismen in der Rebrhizosphäre (Rhizosphärenkompetenz) in Abhängigkeit eines sich durch die Harnstoff-Blattdüngung ändernden Exsudationsmusters abgeleitet. Ein optimales Ziel ist die Verschiebung der mikrobiellen Rhizosphärengemeinschaft zugunsten von wachstumsfördernden Bakterien und somit eine Förderung des Wachstums und der Gesundheit der Rebe. Der Dünge- und/oder Pflanzenschutzmittelaufwand könnte infolgedessen bei gleichbleibend gesunden Ertragsanlagen und steigend nachhaltiger Wirtschaftsweise reduziert werden.

2. Projektfortschritt

Zu Beginn des ViNEx-Projektes stand die Etablierung einer Methode zur Erfassung der Wurzelexsudate aus der Bodenmatrix für Topfreben. Hierzu wurde zunächst eine geeignete Extraktionsmethode für die Exsudate aus der Bodenmatrix erarbeitet. Die Schwierigkeit in der Extraktion der Wurzelexsudate liegt zum einen in der Erreichbarkeit des Rhizosphärenmaterials und zum anderen darin, die

Wurzeln nicht zu beschädigen, da eine Verletzung der Wurzeln zu einer Veränderung der Exsudationsmuster führen kann. Gleichzeitig sollte die Methode im Hinblick auf eine Extraktion im Freiland angelehnt sein.

Die gewählte Extraktionsmethode beinhaltet die Perkolation von Wasser durch die Rhizosphäre, um wasserlösliche Exsudate auszuspülen. Im weiteren Schritt wurde eine geeignete Methode zur Aufreinigung der Perkolutionslösung erarbeitet. Neben dem Niederschlag von Salzen befinden sich weitere Anionen und Huminstoffe im Perkolat, die über eine Festphasenextraktion, Zentrifugation und Filtration aufgereinigt werden müssen. Nach erfolgreicher Aufreinigung soll zunächst ein Metabolitprofil über eine RPLC-MS Analyse erfolgen, um einen Überblick der in der Lösung vorhandenen Wurzelexsudate zu erhalten. Der ursprüngliche Fokus auf organische Säuren, Aminosäuren und Zucker soll bei Auffälligkeiten anderer organischer Substanzen in der Lösung angepasst werden. Die in den folgenden Untersuchungen zu bestimmenden Wurzelexsudate sollen anschließend über RPLC-UV quantifiziert werden. Um die Quantität der bodenbürtigen, von Mikroorganismen stammenden organische Substanzen von den pflanzlichen Wurzelexsudaten zu bestimmen, wird dasselbe Substrat mit dieser Methode ohne Pflanzenbewuchs untersucht werden. Außerdem sollen die Wurzeln der Reben auf die gefundenen Metabolite analysiert werden, um Rückschlüsse auf die Herkunft der Exsudate in der Bodenlösung treffen zu können. Liefert die Methodik zufriedenstellende Ergebnisse, wird diese in einem Gewächshausversuch angewendet. Hierbei soll der Einfluss einer Harnstoffdüngung auf die Wurzelexsudationsmuster und die Bakteriengemeinschaft bei der Weinrebe untersucht werden. Die Isolierung des Rhizosphären- bzw. des Wurzelmaterials erfolgt nach der Methode von Mettel et al., 2010.

Aktuell wird ein Vorversuch angelegt, um die Methode zur Extraktion der Wurzelexsudate zu testen. Es soll herausgefunden werden, ob die organischen Säuren/Exsudate aus der Bodenmatrix extrahiert und über die Aufbereitung anschließend an der HPLC quantifiziert werden können, ohne dass es zu größerem „Rauschen“ im Chromatogramm kommt. Hierzu wird das Versuchssubstrat [mit einer vorbestimmten Menge] organischen Säuren (L[-]Äpfelsäure, Zitronensäure, Oxalsäure, Fumarsäure) beimpft ($\mu\text{g/g}$ Boden oder Topf) und anschließend mit der im vorigen Abschnitt beschriebenen Methode extrahiert und quantifiziert.

Zur Untersuchung des Einflusses einer Harnstoff-Blattapplikation auf die Wurzelexsudate und die bakterielle Gemeinschaft bei der Weinrebe (*vitis vinifera*) wird für das Jahr 2023 ein Gewächshausversuch mit Jungpflanzen angelegt. Hierbei werden die Sorten Weißer Riesling (Klon: 198-30 Gm) und Spätburgunder (Klon: 20-13 Gm) jeweils mit den Unterlagen Selektion Oppenheimer 4 (SO4) und Börner mit einer Harnstoff-Blattdüngung in drei Stufen (0 kg/ha; 5 kg/ha, 10 kg/ha) behandelt. Für jede der sich hieraus ergebenden 12 Varianten werden 6 Pflanzen (= Wiederholungen) in humusarmen sandigen Boden getopft. Zusätzlich sollen sechs nicht bepflanzte Töpfe mit demselben Boden als Kontrollgruppe eingesetzt werden. Der Stickstoffgehalt des Versuchsbodens wird so eingestellt, dass die Reben in der unteren Grenze mit einer guten Stickstoffversorgung kultiviert werden. Zur Untersuchung der Wurzelexsudate (organische Säuren, Aminosäuren und phenolische Säuren) werden zu mindestens drei verschiedenen Zeitpunkten Proben der Wurzelexsudate genommen, in dem die Töpfe mit destilliertem Wasser gespült werden und das Perkolat in einem Behälter aufgefangen und bis zu weiterer Verwendung bei –80 °C eingefroren wird. Die Proben werden nach Aufreinigung mit einer Festphasenextraktion über Kationenaustauscher Kartuschen mit einem HPLC-System mit anhängendem DAD-Detektor auf die Wurzelexsudate analysiert. Zur Analyse der bakteriellen Gemeinschaft werden Rhizosphärenproben (Bodenproben für unbepflanzte Töpfe) entnommen und bei –80 °C eingefroren. Die Rhizosphären-/Bodenproben werden anschließend über eine rRNA-Extraktion nach Mettel et al., 2010, PCR und 16s rRNA-Sequenzierung auf die Zusammensetzung der Bakterientaxa analysiert. Während der Versuchslaufzeit werden die Blattfläche und der Stickstoffgehalt der Weinblätter in einem nicht destruktiven Verfahren (Pflanzenscanner und Dualex-System) erfasst. Zum Ende des Versuches werden Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt der Blätter über die Verbrennungsmethode nach Dumas sowie die Frisch- und Trockenmasse der einzelnen Pflanzenorgane bestimmt.

Literaturverzeichnis

Mettel, C.; Kim, Y.; Shrestha, P.M.; Liesack, W. Extraction of mRNA from soil. Appl. Environ. Microbiol. 2010, 76, 5995–6000, doi:10.1128/AEM.03047-09.

Etablierung geeigneter Begrünpflanzen im Unterstockbereich von Reben als ökologische Alternative zur chemischen und mechanischen Unterstockbehandlung

Prof. Dr. Jochen Bogs, Dr. Claudia Huth

*Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Breitenweg 71,
67435 Neustadt a.d. Weinstraße*

Projektlaufzeit: 2022-2025

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangssituation
2. Ziel des Projektes
3. Material und Methoden
 - 3.1 Versuchsdesign
 - 3.2 Vegetationsaufnahme nach LONDO
 - 3.3 Untersuchungen der rebphysiologischen Parameter
4. Ergebnisse und Diskussion
 - 4.1 Witterungsverlauf
 - 4.2 Vegetationsaufnahme nach LONDO
 - 4.3 Untersuchungen der rebphysiologischen Parameter
5. Fazit
6. Literatur

1. Ausgangssituation

Das Beikrautmanagement im Unterstockbereich von Reben spielt zur Aufrechterhaltung der Traubenerträge und -qualität eine große Rolle. Um einen nachhaltigen Weinbau zu realisieren, ist es notwendig, nach Alternativen zu bisher üblichen mechanischen und chemischen Verfahren der Beikrautregulierung zu forschen. Gezielte Einsaaten niedrigwachsender, wenig nährstoffkonkurrierender, flachwurzelnder Pflanzen, die sich gegenüber unerwünschten Beikräutern durchsetzen, bieten ein nachhaltiges Potential, das Ökosystem Weinbau aufzuwerten.

2. Ziel des Projektes

Das Ziel des Projektes ist es, eine standortangepasste Auswahl an geeigneten Begrünpflanzen für eine Unterstockbegrünpung im Weinbau auf Grundlage

der Wuchseigenschaften und Wasser- und Nährstoffaufnahme zu treffen. Hierfür werden Pflanzenarten der Familien Fabaceae (Schmetterlingsblütler), Poaceae (Süßgräser) und Lamiaceae (Lippenblütler) sowie zwei unterschiedliche vielartige Begrünungsmischungen im Vergleich zu einer Spontanbegrünung, einer Glyphosat-Behandlung und einer mechanischen Bearbeitung evaluiert.

Es wurden Rebflächen unterschiedlicher Standortbedingungen mit verschiedenen Klimabedingungen, Bodenbeschaffenheiten, Hangneigungen und Anbausystemen (durchgeführte Unterstockbehandlung vor Versuchsbeginn) ausgewählt. Dadurch ist eine Aussage zum Wuchsverhalten sowohl der etablierten Begrünungspflanzen als auch der Beikräuter in Abhängigkeit des Standortes möglich. Zudem wird für den Unterstockbereich geprüft, ob begrünte Systeme im Vergleich zu offenen Böden Unterschiede hinsichtlich Nährstoffauswaschung, Bodenfeuchte und -temperatur, Infiltrationsvermögen und den Humusgehalt aufweisen. Effekte der Unterstockvarianten auf die Rebe werden anhand physiologischer Parameter untersucht.

Neben den Freilandversuchen werden auch Versuche mit Kick-Brauckmann-Kulturgefäßen unter kontrollierten Anzuchtbedingungen in einer Klimakammer durchgeführt. Damit wird der Einfluss der einzelnen Begrünungsarten auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens und somit auch der Rebe geprüft.

3. Material und Methoden

3.1 Versuchsdesign

Die Begrünungsvarianten sowie die Nullkontrolle (Spontanflora) und mechanische Variante (Scheibenpflug mit Prallblech) wurden zunächst mit einem Scheibenpflug, händischem Hacken und Rechen vorbereitet. Die Begrünungen wurden per Hand eingesät. Die Saatstärke richtet sich nach den Empfehlungen der Saatguthersteller zuzüglich 20 %. Die Versuchsglieder im Unterstockbereich haben eine Fläche von 7,5 m² (15 m Länge und 0,5 m Breite). Tabelle 1 zeigt die Varianten, welche am Standort Mußbach, Neustadt/Weinstraße im September 2021 in vierfacher Wiederholung randomisiert angelegt wurden. Die Bodenart ist lehmiger Sand und die Fläche seit 2014 mit Riesling bestockt.

Tabelle 1: Übersicht der Versuchsvarianten

Varianten	Saatstärke (g/m ²)
V0: Nullkontrolle	
V1: mechanisch (Scheibenpflug mit Prallblech)	
V2: chemisch (Glyphosat)	
V3: Gelbklee Mantelsaat (<i>Medicago lupulina</i>)	2
V4: Rot-Schwingel (<i>Festuca rubra</i>)	4
V5: Sand-Thymian (<i>Thymus serpyllum</i>)	0,5
V6: Rebzeilenbegrünung von Saaten Zeller	1
V7: Mythopia 3 von Camena Samen	1,5

V1: durchgeführt am 17.03., 29.03., 19.04., 09.05., 23.05. und 04.07.2022

V2: ab 2023 im Versuch

V3-V7: Einsaat am 16.09.2021

3.2 Vegetationsaufnahme nach LONDO

Zur Schätzung der Deckungsgrade wurden pro Versuchsglied vier Boniturstellen mit 0,4 m² (0,4 m Breite und 1 m Länge) zwischen zwei Rebstöcken festgelegt. Mithilfe der Londo-Skala (LONDO 1976) wurde der Anteil von Boden, Streu und der Pflanzenarten aus Beikraut sowie eingesäten Pflanzen in eine der 13 Boniturstufen eingeteilt. Zur Verrechnung der mittleren Deckungsgrade wurden die Klassenmittel herangezogen. Die beschriebenen Wirkungsgrade der Beikrautunterdrückung wurden nach ABBOTT (1925) berechnet.

3.3 Untersuchungen der rebphysiologischen Parameter

Das frühmorgendliche Wasserpotential wurde mittels Scholander-Druckkammer nach SCHOLANDER et al. (1965) an mindestens zwei Reben pro Versuchsglied gemessen. Kurz vor der Lese wurde die Bonitur der Lockerbeerigkeit mit Einteilung des Biegeindex von 100 Trauben in fünf Klassen nach IPACH et al. (2005) durchgeführt. Aus den Klassenmitteln wurde der Durchschnittswert für den Biege-Index berechnet. Der *Botrytis cinerea*-Befall wurde mithilfe eines Schemas mit sieben Klassen an 100 Trauben bonitiert. Im Zuge der Traubenlese am 20.09.2022 wurde der Ertrag von sechs zuvor markierten Stöcken mit der höchsten Deckung an Begrünungspflanzen herangezogen und daraus der Stockertrag ermittelt.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Witterungsverlauf

In Abbildung 1 ist der Klimaverlauf ab Versuchsbeginn bzw. Einsaat bis zum Ende des Jahres 2022 abgebildet.

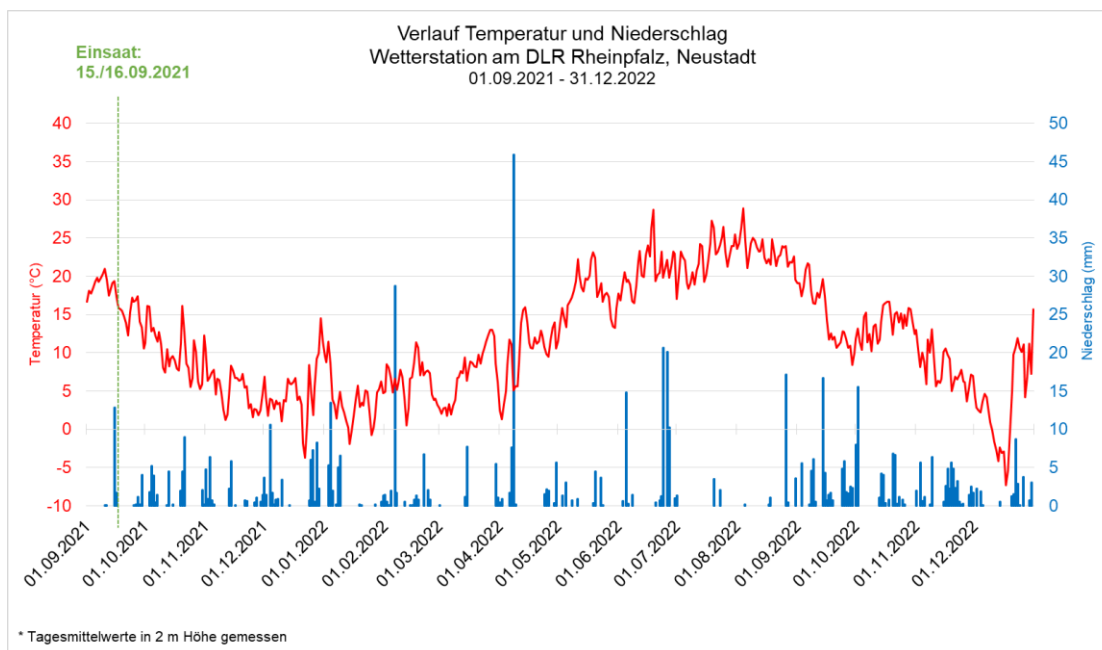


Abbildung 1: Verlauf von Temperatur und Niederschlag ab Einsaat; gemessen an der Wetterstation am DLR Rheinpfalz in Mußbach, Neustadt/Weinstraße (Datenquelle: Agrarmeteorologie RLP).

Zum Zeitpunkt der Einsaaten am 16.09.2021 wurde eine Tagesdurchschnittstemperatur von 17,4 °C gemessen. Die folgenden 14 Tage hielten die milden Temperaturen im Durchschnitt von 15,1 °C an. Die Durchschnittstemperatur im Oktober von 10,2 °C weicht vom langjährigen Mittel von 10,8 °C kaum ab. In den Wintermonaten 2021/2022 wurde eine Durchschnittstemperatur von 4,9 °C ermittelt, diese liegt 2,1 °C über dem langjährigen Mittel (1991 bis 2020). Die Mindesttemperatur betrug gerade einmal -3,7 °C. Insgesamt verlief das Jahr 2022 mit 12,7 °C Durchschnittstemperatur um 1,6 °C milder als das langjährige Mittel.

Unmittelbar vor der Saatbettbereitung und Einsaat kam es zu einem Niederschlagsereignis mit 12 mm. Im Oktober sowie den Wintermonaten November, Dezember und Januar wurde insgesamt eine Niederschlagsmenge von 35,9 mm (langjähriges Mittel: 49,1 mm) gemessen. Es folgte ein verhältnismäßig trockener Sommer 2022. In den Monaten Juli und August wurden insgesamt nur 29,6 mm

Niederschlag verzeichnet. Mit 469 mm lag der Gesamtniederschlag im Jahr 2022 deutlich unter dem langjährigen Mittel von 594,3 mm.

4.2 Vegetationsaufnahme nach LONDO

Abbildung 2 zeigt die am 15.07.2022 und am 10.10.2022 bonitierten Deckungsgrade der einzelnen Varianten.

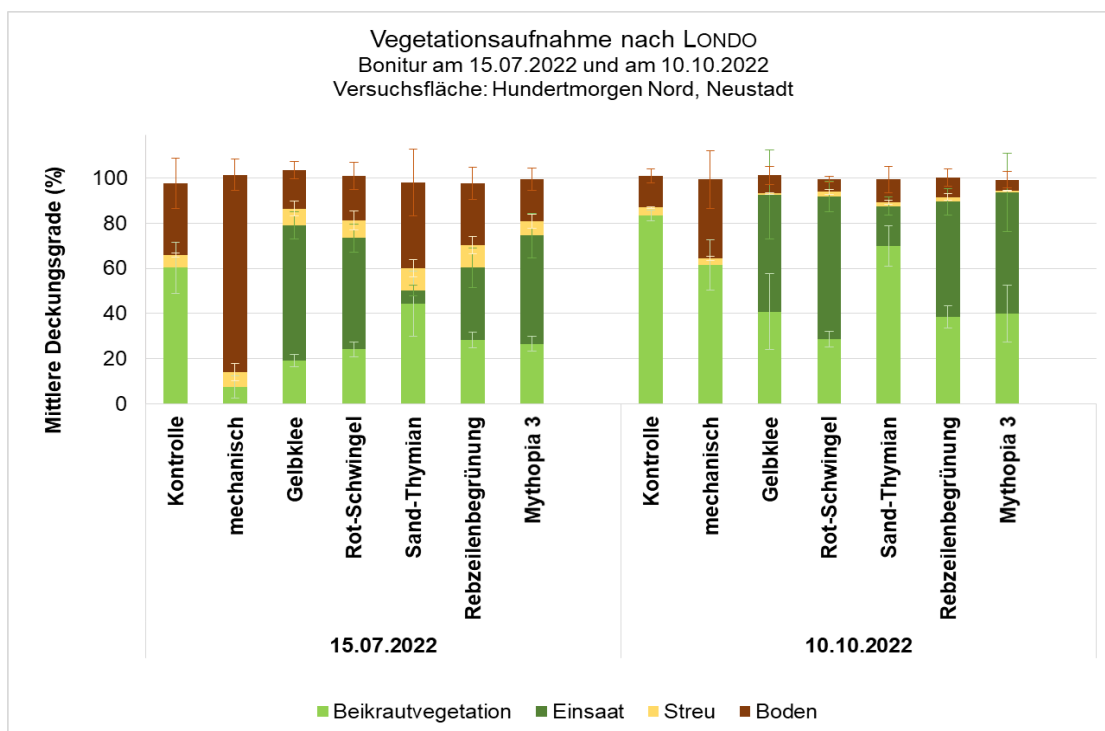


Abbildung 2: Mittelwerte des Deckungsgrades der Beikrautvegetation, Pflanzen der gezielten Begrünung (Einsaat), abgestorbene Pflanzenmasse (Streu) und des offenen Bodens im Unterstockbereich der Versuchsfläche Hundertmorgen Nord, Neustadt mit Nullkontrolle, mechanischer Variante (Scheibenpflug mit Prallblech) sowie Einsaatvarianten; bonitiert nach Londo am 15.07.2022 und am 10.10.2022; $n=4$ mit je 4 Boniturstellen; $\pm 1SD$.

Der Anteil des Beikrautes in der Nullkontrolle stieg innerhalb der drei Monate zwischen den beiden Boniturterminen von 60,3 % auf 83,4 % an. Der Streuanteil war im Juli mit 5,6 % höher als im September mit 3,5 %. Der geringere Beikrautdruck und höhere Streuanteil im Juli spiegeln die Auswirkungen des zuvor beschriebenen trockenen Sommers wider.

Dominierende Beikräuter im Juli waren Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*), Kompass-Lattich (*Lactuca serriola*) und Gräser spp., im Oktober waren es Gräser spp., Ackerwinde und Gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media*). Die mechanische Variante zeigt elf Tage nach der Bearbeitung am 09.07.2022 eine Reduktion des

Beikrautes um 87,6 % im Vergleich zur Kontrolle. Anschließend wurde keine mechanische Bearbeitung mehr durchgeführt und der Beikrautdruck stieg am 10.10.2022 von 7,5 % auf 61,4 % an.

Die Begrünungsvarianten konnten die Beikräuter ebenfalls reduzieren und zeigen beim ersten Boniturtermin Wirkungsgrade zwischen 26 % (Sand-Thymian) und 68,5 % (Gelbklee). Dabei zeigte der Sand-Thymian (*Thymus serpyllum*) mit 5,8 % den geringsten Deckungsgrad und der Gelbklee (*Medicago lupulina*) erreichte mit 60 % den höchsten Deckungsgrad aller Begrünungseinsaaten. Beim zweiten Boniturtermin am 10.10.2022 wurde eine beikrautregulierende Wirkung zwischen 16,2 % (Sand-Thymian) und 65,6 % (Rot-Schwingel) erreicht. Zu diesem Zeitpunkt weist der Sand-Thymian die geringste Deckung von 17,5 % auf und Rot-Schwingel (*Festuca rubra agg.*) die höchste Deckung mit 63,1 %.

In der Zeit vom ersten Boniturtermin am 09.07.2022 bis zum 10.10.2022 erhöhte sich die Deckung aller Begrünungsvarianten nach Auftreten der Niederschläge mit Ausnahme des Gelbklees. Dieser war durch die Trockenphase geschädigt und dadurch um 8,1 % reduziert. Die Mischungen „Rebzeilenbegrünung“ und „Mythopia 3“ konnten mit Deckungsgraden von 51,0 % und 53,7 % etabliert werden. Hauptbestandteile des Aufwuchses der ersten Mischung waren Färberkamille (*Cota tinctoria*), Kleiner Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*) und Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*). Bei der Mischung Mythopia 3 dominierten Gelbklee, Weißklee (*Trifolium repens*) und Hornklee (*Lotus corniculatus agg.*).

4.3 Untersuchungen der rebphysiologischen Parameter

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Untersuchungen an den Riesling-Reben in der Versuchsfläche „Hundertmorgen Nord“ dargestellt.

Tabelle 2: Mittelwerte der physiologischen Parameter von Riesling-Reben mit unterschiedlichen Unterstockbehandlungen in der Versuchsfäche Humo Nord, Neustadt; F-BWP = Frühmorgentliches Blattwasserpotential, gemessen am 12.08.2022, Biege-Index und Botrytis Bonitur am 19.09.2022; BH = Befallshäufigkeit; BS = Befallsstärke; Stockertrag zum Zeitpunkt der Lese am 20.09.2022; Gruppen mit unterschiedlichen Kennbuchstaben (a, b) unterscheiden sich signifikant auf dem 5 % Niveau; n = 4.

Variante	F-BWP (bar)	Biege-Index (°)	Botrytis BH (%)	Botrytis BS (%)	Stockertrag (kg)
Kontrolle	-7,00 a	19,71 a	43,67 ab	2,18 a	2,63 a
mechanisch	-5,78 a	9,55 a	64,45 a	4,97 a	2,88 a
Gelbklee	-6,91 a	16,26 a	37,33 ab	2,67 a	2,79 a
Rot-Schwengel	-6,38 a	17,18 a	30,90 b	1,93 a	2,92 a
Sand-Thymian	-4,72 a	17,03 a	41,12 ab	2,85 a	2,58 a
Rebzeilenbegrünung	-6,31 a	21,18 a	37,51 ab	2,17 a	2,65 a
Mythopia 3	-5,97 a	21,14 a	38,76 ab	1,83 a	2,54 a

Die Messungen des frühmorgentlichen Blattwasserpotentials, des Biege-Indexes, der Botrytis-Befallsstärke und des Stockertrages zeigen keine signifikanten Unterschiede. Bei der Botrytis-Befallshäufigkeit zeigt die mechanische Variante einen signifikant höheren Wert auf als die Variante Rot-Schwengel. Der erhöhte Botrytis-Befall lässt sich durch eine zunehmende Mineralisation bei einer mechanischen Bearbeitung erklären, welche zu kompakteren Trauben führt (siehe Biege-Index, Tabelle 2).

5. Fazit

Im ersten Versuchsjahr wurde eine Etablierung der Begrünungspflanzen mit bis zu 63,1 % Deckung erreicht. Dabei zeigten die Varianten „Gelbklee“, „Rot-Schwengel“, „Rebzeilenbegrünung“ und „Mythopia 3“ eine Deckung von mindestens 51 %. Sand-Thymian konnte in ca. einem Jahr nach der Einsaat nicht ausreichend etabliert werden. Durch die Einsaat von Unterstockbegrünungen konnten die Beikräuter um bis zu 68,5 % reduziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Beikrautreglierung durch Unterstockbegrünung möglich ist. Jedoch war im Versuchsjahr 2022 aufgrund der Trockenheit generell ein geringer Beikrautdruck vorhanden, weshalb die Verdrängungseigenschaften der Beikräuter in den weiteren Jahren des Projektes untersucht werden sollen. Die Begrünungspflanzen zeigten im Versuchsjahr keine negativen Einflüsse auf das Rebwachstum und erfüllten somit die Anforderungen einer Unterstockbegrünung.

Literatur

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.
- Ipach, R., Huber, B., Hofmann, H., & Baus, O. (2005). Richtlinie zur Prüfung von Wachstumsregulatoren zur Auflockerung der Traubenstruktur und zur Vermeidung von Fäulnis an Trauben. *Outline for an EPPO-Guideline*.
- Londo, G. (1976). The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio*, 33(1), 61-64.
- Scholander, P. F., Bradstreet, E. D., Hemmingsen, E., & Hammel, H. (1965). Sap Pressure in Vascular Plants: Negative hydrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, 148(3668), 339-346.

Charakterisierung von Resistenzen gegen Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) in fortgeschrittenem Zuchtmaterial und Sorten

Prof. Dr. Reinhard Töpfer, Dr. Ludger Hausmann, Patricia Weber

Julius Kühn-Institut Siebeldingen, Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen

Projektlaufzeit: 2021-2024

1. Einleitung

Die Rebkrankheit Schwarzfäule tritt zunehmend seit dem Jahr 2002 in deutschen Weinanbaugebieten auf (Harms et al., 2005). Verursacher dieser Krankheit ist der 1885 eingeschleppte hemibiotrophe Pilz *Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala und Ravaz (asexuelle Form: *Phyllosticta ampellicida*) (Pirrello et al., 2019). Fungizidapplikationen gegen den echten und falschen Mehltau bieten in der Regel auch einen wirksamen Schutz gegen die Schwarzfäule. Allerdings kann es in Vegetationsperioden mit hohen Temperaturen und hohen Niederschlägen, in unbehandelten und/oder offen gelassenen Weinbergen zu Ertragseinbußen bei den traditionellen europäischen Rebsorten kommen (Molitor and Beyer, 2014). Durch den Anbau von pilzwiderstandsfähigen Rebsorten (PIWIs), die Resistenzen gegen den Echten und Falschen Mehltau aufweisen, kann der Pflanzenschutz gegen die Mehltau-Krankheiten erheblich reduziert werden. Dies birgt allerdings das Risiko, dass sekundäre Krankheiten wie die Schwarzfäule wieder vermehrt auftreten. Um Rebsorten mit möglichst langlebigen und stabilen Resistenzen zu züchten, wird im Zuchtprogramm des Julius Kühn-Instituts daher auf eine Kombination von Resistenzen gegen die Mehltauerreger und die Schwarzfäule gesetzt.

Es sind bereits mehrere Loci bekannt, die Resistenz gegen die Schwarzfäule vermitteln. Diese wurden in früheren Arbeiten am JKI in der Sorte 'Börner' (*Rgb1* und *Rgb2*, (Rex et al., 2014)) und der Kreuzungspopulation 'Calardis Musqué' x 'Villard Blanc' (Hausmann et al., 2017) beschrieben. Einige PIWI-Sorten zeigen eine hohe Schwarzfäule-Resistenz, so dass bereits auf Sortenniveau kombinierte Resistenzen gegen die Mehltauerreger und die Schwarzfäule vorliegen. Allerdings ist die Verfolgung und Selektion einer Schwarzfäule-Resistenz über mehrere Generationen in der Züchtung durch Marker-gestützte Selektion (MAS) zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich, da keine eng gekoppelten Marker zur Verfügung stehen.

1.1 Zielsetzung

Ziel dieses Projektes ist es, die Resistenzloci in den Sorten 'Börner', 'Calardis Musqué', 'Villard Blanc' und 'Calardis Blanc' genetisch einzugrenzen und zu charakterisieren. Hierzu werden mehrere Kreuzungspopulationen umfassend genotypisiert und phänotypisiert. Durch diese Eingrenzung, insbesondere des Locus auf Chromosom 14, sollen zum einen eng gekoppelte Marker für die MAS abgeleitet werden, als auch ein Einblick in die genetische Struktur und den Resistenzmechanismus dieses Locus gewonnen werden.

2. Material und Methoden

2.1 Pflanzenmaterial

PIWI-Sorten: 'Accent', 'Bronner', 'Cabernet Blanc', 'Cabernet Cortis', 'Calardis Blanc', 'Calardis Musqué', 'Felicia', 'Hibernal', 'Johanniter', 'Merzling', 'Muscaris', 'Phoenix', 'Prior', 'Regent', 'Rondo', 'Sauvignac', 'Sauvitage', 'Sirius', 'Solaris', 'Souvignier Gris', 'Vidoc'.

Tabelle 1: Übersicht über die verwendeten Kreuzungspopulationen.

Name der Population	Elter 1	Elter 2	Anzahl Individuen
VxB (bP)	V3125 ('Trollinger' x 'Riesling')	'Börner' (<i>Vitis riparia</i> GM 183 x <i>Vitis cinerea</i> Arnold)	195
VxB (eP)	V3125 ('Trollinger' x 'Riesling')	'Börner' (<i>Vitis riparia</i> GM 183 x <i>Vitis cinerea</i> Arnold)	464
VxB pBC1-14	'Weißburgunder'	1998-42-14 (V3125 x 'Börner')	121
VxB pBC1-55	'Weißburgunder'	1998-42-55 (V3125 x 'Börner')	412
VxB pBC1-109	'Weißburgunder'	1998-42-109 (V3125 x 'Börner')	137
CMxVB (bP)	'Calardis Musqué' ('Bacchus' x 'Seyval Blanc')	'Villard Blanc' (Seibel 6468 x Subereux)	151
CMxVB (eP)	'Calardis Musqué' ('Bacchus' x 'Seyval Blanc')	'Villard Blanc' (Seibel 6468 x Subereux)	1050
MMxCB	'Morio Muskat' ('Silvaner' x 'Muskateller')	'Calardis Blanc' ('Calardis Musqué' x S.V. 39-639)	389

bP = Basis-Population (basic population); eP = erweiterte Population (extended population); pBC = Pseudorückkreuzung (pseudo backcross)

2.2 DNA-Extraktion und SSR-Markeranalysen

Die DNA der Reben wurde mit dem Nucleo Spin® Plant II Kit (Macherey-Nagel, Düren) aus Blättern extrahiert. Zuvor wurde das Material in 96er-Deepwell-Platten gesammelt und vor der Extraktion lyophilisiert. Der KAPA2G Fast Multiplex Mix

(Sigma/Merck, Darmstadt) wurde nach Herstellerangaben für die SSR-Markeranalysen verwendet. Die PCR-Produkte wurden nach Fragmentlängen mittels Kapillarelektrophorese auf einem DNA-Fragment Analyzer getrennt (Genetic Analyzer ABI PRISM 3130xl). Der Forward-Primer wurde zuvor mit einem Fluoreszenzfarbstoff markiert.

2.3 Phänotypische Experimente/Infektionstests

Für die Versuche im Jahr 2022 wurden die Schwarzfäule-Isolate MoM21 und MoL21 verwendet. Diese waren im Jahr 2021 von natürlich infizierten Blättern aus Weinbergen an der Mosel isoliert worden. Die Kultivierung erfolgte auf Hafermehl-Agarplatten (1,5 % Agar, 4 % Hafermehl) bei 25 °C und Dauerlicht mit 50 % Schwarzlichtanteil. Nach 17 Tagen wurden die Sporen mit destilliertem Wasser von den Hafermehl-Agarplatten gespült. Die gewonnene Suspension (1×10^4 Sporen/ml) wurde genutzt, um jeweils drei Pflanzen je Genotyp tropfnass einzusprühen. Die Reben wurden über Nacht im Dunkeln bei 30 °C und 100 % Luftfeuchte inkubiert. Anschließend erfolgte eine stufenweise Rückkehr zu Gewächshausbedingungen (25 °C, 18 h Tag/6 h Nacht). Die Bonitur erfolgte 21 Tage nach der Inokulation anhand des von Rex et al. (2014) etablierten 5-Klassen-Boniturschemas: 1-3-5-7-9 (1 = anfällig, 9 = resistent).

2.4 QTL-Analysen

Die QTL-Analysen wurden zum einen mit dem Programm MapQTL6 (van Ooijen, 2009) und zum anderen mit dem Programm RStudio (R CoreTeam, 2020) durchgeführt. Die genetische Karte der CMxVB (bP) ist eine unveröffentlichte Version von Dr. Florian Schwander (JKI, Siebeldingen), die auf der Version von Zyprian et al. (2016) basiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Kreuzungspopulation V3125 x 'Börner'

In den vorangegangenen Arbeiten von Rex et al. (214), konnte nicht abschließend bestimmt werden, von welchem Elternteil von 'Börner', *Vitis riparia* GM 183 oder *Vitis cinerea* Arnold, die resistenzvermittelnde Haplophase abstammt. Die Kenntnis darüber ist aber notwendig, um Marker für die MAS zu entwickeln und damit die Schwarzfäule-Resistenz für die Züchtung nutzbar zu machen. Durch Formatanpassungen der genetischen Daten für das Programmpaket RStudio konnten die zwei vorhandenen genetischen Karten von V3125 x 'Börner' (Fechter et

al., 2014; Rex et al., 2014) zusammen verrechnet und verbessert werden. Eine erneute QTL-Analyse mit den Boniturdaten von Rex et al (2014) und eine Analyse der Allelfrequenzen der LODmax-SSR-Marker GF14-42 von *Rgb1* und GF16-28 von *Rgb2* wurden durchgeführt. Die Ergebnisse deuteten eindeutig auf *Vitis riparia* GM183 als Resistenzdonor für beide Loci hin. Wurden die F1-Individuen der Kreuzungspopulation innerhalb jeder Bonitурklasse nach den vier Allel-Kombinationen von *Rgb1* und *Rgb2* gruppiert, konnte ein additiver Effekt der beiden Loci nachgewiesen werden (Abbildung 1).

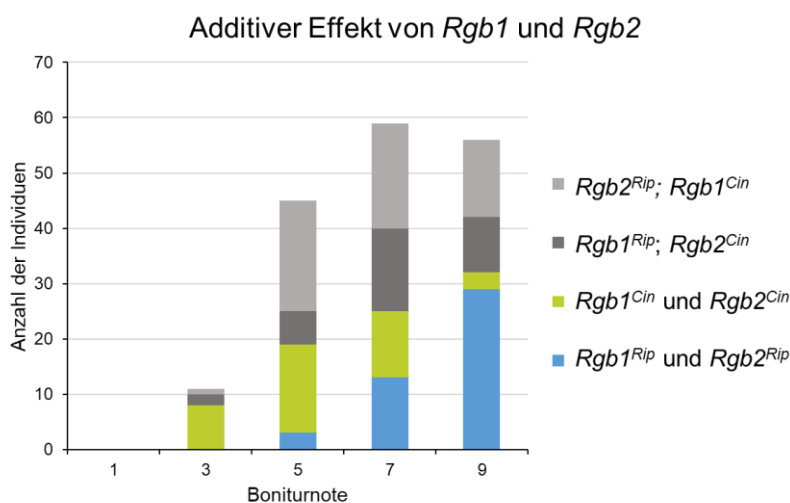


Abbildung 1: Additiver Effekt von *Rgb1* und *Rgb2*. Individuen mit der höchsten Resistenz weisen zum größten Teil an beiden Loci die Allelgrößen von *Vitis riparia* GM183 auf. Allelfrequenz an den LODmax-SSR-Markern GF14-42 und GF16-28 analysiert nach dem Mittelwert der Bonituren von Rex et al. (2014).

Für die präzisere Kartierung der Schwarzfäule-Resistenzen wird die Strategie einer gezielten Rekombinantenanalyse verfolgt. Dafür wurden zunächst Genotypen aus der VxB (eP), die am *Rgb1*-Locus auf Chromosom 14 ein Rekombinationseignis aufweisen, mit Markern selektioniert und auf ihre Schwarzfäule-Resistenz getestet. Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass dieses methodische Vorgehen zur genaueren genetischen Lokalisation geeignet ist, jedoch wird die Präzision durch die zweite Resistenz *Rgb2* auf Chromosom 16 beeinträchtigt. Die Versuche sollen mit Rekombinanten am *Rgb2* Locus erweitert und im Jahr 2023 wiederholt werden.

3.2 Kreuzungspopulation ‘Calardis Musqué’ x ‘Villard Blanc’

In den ersten beiden Projektjahren konnte die Basispopulation CMxVB insgesamt viermal phänotypisiert werden. Somit liegen sieben Datensätze aus vier Versuchsjahren vor (Hausmann et al., 2017). Die Häufigkeitsverteilung der Resistenzklassen der jeweiligen Versuchsreihen ist in Abbildung 2 dargestellt.

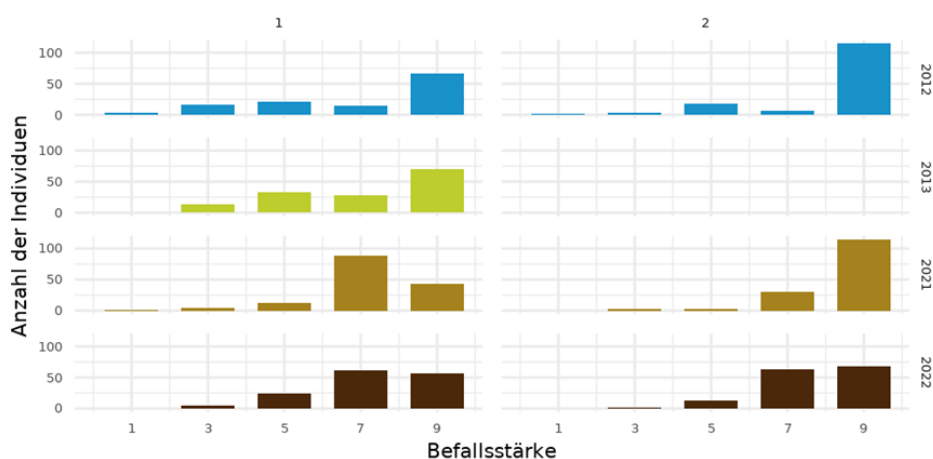


Abbildung 2: Verteilung der Boniturnoten (9-7-5-3-1) in den sieben phänotypischen Experimenten von CMxVB (bP). Dargestellt ist der Mittelwert aus 3 unabhängigen Wiederholungen jedes Genotyps pro Experiment.

Die Datensätze wurden für eine QTL-Analyse mit einer bereits vorhandenen genetischen Karte verrechnet. Es konnten auf den Chromosomen 6, 13, 14 und 17 signifikante QTL in mehreren Einzeldatensätzen kartiert werden. Daneben gab es noch mehrere einjährige QTL auf anderen Chromosomen. Eine Zusammenfassung der phänotypischen Datensätze mittels Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) konnte zeigen, dass diese einjährigen QTL eher als Minor-QTL einzustufen sind, die aufgrund ihrer geringen Stärke nicht jedes Jahr detektiert werden können. Für die züchterische Nutzbarmachung spielen sie daher eine untergeordnete Rolle und werden zunächst nicht weiter berücksichtigt. Für das Versuchsjahr 2023 ist eine Eingrenzung der Haupt-QTL-Bereiche auf Chromosom 13 und Chromosom 14 vorgesehen durch Einbeziehung weiterer Rekombinationsereignisse. Hierfür steht der genetische Pool der 1050 Individuen der CMxVB (eP) zur Verfügung (s. Tabelle 1).

3.3 Kreuzungspopulation ‘Morio Muskat’ x ‘Calardis Blanc’, PIWI-Sorten

Aus der Kreuzungspopulation ‘Morio Muskat’ x ‘Calardis Blanc’ konnten 288 Genotypen im Versuchsjahr 2022 insgesamt dreimal vollständig phänotypisiert werden. Die Genotypisierung dieser Pflanzen steht noch aus. Ebenso konnten vier

weitere Infektionstests mit dem Set an PIWI-Sorten durchgeführt werden. Hierbei konnten die Ergebnisse vom letzten Jahr bestätigt werden. Die Versuche sollen im Versuchsjahr 2023 wiederholt werden.

4. Literaturverzeichnis

- Fechter, I., L. Hausmann, E. Zyprian, M. Daum, D. Holtgrawe, B. Weisshaar, and R. Topfer. 2014. QTL analysis of flowering time and ripening traits suggests an impact of a genomic region on linkage group 1 in *Vitis*. *Theor Appl Genet* 127:1857-1872.
- Harms, M., B. Holz, C. Hoffmann, H.-P. Lipps, and W. Silvanus. 2005. Occurrence of *Guignardia bidwellii*, the causal fungus of Black Rot on grapevine, in the vine growing areas of Rhineland-Palatinate, Germany.
- Hausmann, L., F. Rex, and R. Töpfer. 2017. Evaluation and genetic analysis of grapevine black rot resistances. *Acta Horticulturae* 285-290.
- Molitor, D., and M. Beyer. 2014. Epidemiology, identification and disease management of grape black rot and potentially useful metabolites of black rot pathogens for industrial applications - a review. *Annals of Applied Biology* 165:305-317.
- Pirrello, C., C. Mizzotti, T.C. Tomazetti, M. Colombo, P. Bettinelli, D. Prodorutti, E. Peressotti, L. Zulini, M. Stefanini, G. Angeli, S. Masiero, L.J. Welter, L. Hausmann, and S. Vezzulli. 2019. Emergent Ascomycetes in Viticulture: An Interdisciplinary Overview. *Front Plant Sci* 10:1394.
- R CoreTeam. 2020. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*
- Rex, F., I. Fechter, L. Hausmann, and R. Topfer. 2014. QTL mapping of black rot (*Guignardia bidwellii*) resistance in the grapevine rootstock 'Borner' (*V. riparia* Gm183 x *V. cinerea* Arnold). *Theor Appl Genet* 127:1667-1677.
- van Ooijen, J. 2009. Software for the mapping of quantitative trait loci in experimental populations of diploid species. *Wageningen: Kyazma, B.V.*
- Zyprian, E., I. Ochssner, F. Schwander, S. Simon, L. Hausmann, M. Bonow-Rex, P. Moreno-Sanz, M.S. Grandó, S. Wiedemann-Merdinoglu, D. Merdinoglu, R. Eibach, and R. Topfer. 2016. Quantitative trait loci affecting pathogen resistance and ripening of grapevines. *Mol Genet Genomics* 291:1573-1594.

Sonnenbrandrisiko an Trauben: Auftreten, Ursachen und Handlungsanweisung [Akronym: Sonntag]

Prof. Dr. Manfred Stoll, Dr. Matthias Friedel

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim

Projektlaufzeit: 2020-2023

Inhalt

Abbildungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Kurzbericht

 Einleitung

 Material und Methoden

 Trockenstress- und Entblätterungsexperiment

 Windexperiment

 Ergebnisse

 Trockenstress- und Entblätterungsexperiment

 Windexperiment

 Diskussion

 Danksagung

 Vorträge und Publikationen

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Heatmap der berechneten, letalen Temperatur 50 (LT₅₀)

Abbildung 2: Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Stärke des Sonnenbrand-schadens

Abkürzungsverzeichnis

MPa – Megapascal

EL – Eichhorn Lorenz BBCH Skala

NE – nicht entblättert

FE – früh entblättert

SE – spät entblättert

VB – voll bewässert

TS – Trockenstress

Einleitung

Mit dem Forschungsprojekt „Sonnenbrandrisiko an Trauben: Auftreten, Ursachen und Handlungsanweisungen“ (Akronym: Sonntag) wird das Ziel verfolgt, ein fundiertes Verständnis zur Entstehung von Sonnenbrandschäden an Keltertrauben zu erreichen. Die Sonnenbrandanfälligkeit in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und Prädispositionen der Traube wird mithilfe von Grenztemperaturen für das Auftreten typischer Symptome charakterisiert. Die durch übermäßigen Hitzestress in Trauben ausgelösten physiologischen Prozesse werden untersucht und helfen bei der Aufklärung der Sonnenbrandneigung bestimmter Sorten. Der Einfluss von abiotischen Faktoren wie Trockenstress, Traubenexposition und Wind auf das Auftreten von Sonnenbrand wurde untersucht.

Wasserverfügbarkeit, höhere Temperaturen in der Vegetationsphase und die zunehmende Anzahl von Hitzewellen stellen Traubenproduzenten im Rahmen des Klimawandels vor große Herausforderungen (Meehl and Tebaldi, 2004; Schultz, 2019; Santos et al., 2020). In Australien fand man nach einer schweren Hitzewelle größere Schäden in Weinbergen, die unter Wassermangelstress litten (Webb et al., 2009). Trockengestresste Reben haben i. d. R. eine porösere Laubwand, was die Sonneneinstrahlung und damit die Temperatur der Beeren erhöhen kann (Keller et al., 2016).

Exponierte Beeren bilden jedoch eine dickere Epidermis und Wachsschicht aus, haben höhere Gehalte an lichtschützenden Pigmenten und Phenolverbindungen und akkumulieren höhere Gehalte an Hitzeschockfaktoren (Pillet et al., 2012; Gambetta et al., 2021). Trockenstress führt zu erhöhten Gehalten an Inhaltsstoffen der Beeren, die mit höherer Thermotoleranz assoziiert werden, wie Carotinoiden oder Anthocyanen, weshalb Trockenstress zu *cross-priming* Reaktionen führen könnte, die die Beeren letztlich widerstandsfähiger gegen Hitzeschäden machen (Morales-Quintana et al., 2020; Gambetta et al., 2021). Die Beerentemperatur *in vivo* wird neben der absorbierten Strahlung und der Umgebungstemperatur auch maßgeblich von den Windgeschwindigkeiten in der Laubwand beeinflusst (Smart and Sinclair, 1976). Höhere Windgeschwindigkeiten, die in ent-

blättern Laubwänden festgestellt wurden, könnten dazu beitragen, Sonnenbrandschäden zu reduzieren (Thomas et al., 1988). Im vorliegenden Zwischenbericht werden Untersuchungen zu drei abiotischen Faktoren gezeigt, die die Sonnenbrandanfälligkeit von Beeren bestimmen: Wind, Trockenstress und Sonnenexposition.

Material und Methoden

Trockenstress- und Entblätterungsexperiment:

Das Trockenstress- und Entblätterungsexperiment wurde in einem Weinberg in Prosser, WA, USA durchgeführt. Der mit Riesling (Klon FPS 09, wurzelecht) bestockte, Nord-Süd gezeilte Weinberg wurde im Cordon-Schnitt bei einer Pflanzdichte von 5 m² pro Rebe bewirtschaftet. Die Versuchsfläche wurde in zwei Bewässerungsvarianten voll bewässert (VB, -0.8 MPa) und trockengestresst (TS, -1.2 MPa), mit je vier Zeilen unterteilt. In diesen wurden je drei Entblätterungsvarianten (nicht entblättert (NE), früh entblättert (FE, EL- 31) und spät entblättert (SE, EL-33)) mit fünf Feldwiederholungen integriert.

Sonnenbrand wurde nach der Methode von Müller et al. (2022) an zwei phänologischen Stadien (EL-31 und EL-33) jeweils sieben Tage nach der Entblätterung induziert. Durch Digitalbilder, die Sonnenbrandsymptome erkennen ließen, konnten Oberflächentemperaturen von Einzelbeeren, die über einen bildgebenden Thermographen (Modell: H2640, Nippon Avionics Co., Yokohama, Japan) ermittelt wurden, zugeordnet werden.

„Sonnenbrandsymptome“ wurden als abhängige Variable in einer binomialen logistischen Regression durch die unabhängigen Variablen „Oberflächentemperatur“, „Entblätterungszeitpunkt“, „Entwicklungsstadium“ und „Bewässerungsvariante“ erklärt. Unter Verwendung des *MASS-packages* der *RStudio* Software (Venables et al., 2002; R Core Team, 2020) wurde die letale Temperatur berechnet, bei der 50 % der Beeren Sonnenbrandsymptome aufwiesen (LT₅₀).

Windexperiment:

Das Windexperiment wurde am 19. Juli 2022 (EL-32) in einem Weinberg der Hochschule Geisenheim University durchgeführt. Verglichen wurden die beiden

Sorten Riesling (Klon 365, Unterlage SO4) und Calardis Blanc (Unterlage: SO4), die in diesem Nord-Süd gezeilten Weinberg alternierend auf 1,2 m Stockabstand und einem Zeilenabstand von 2,0 m gepflanzt wurden. Auf einer Zeilenlänge von 3 m wurden zur Mittagszeit (14:00 CET) 12-13 im Schatten wachsende Trauben durch Entblätterung auf der Westseite der Laubwand freigestellt. Mit einem Ventilator (DO1100E, Duracraft, Southborough, MA, USA) wurde ein Windgradient entlang der Traubenzone erzeugt und dieser mit Hilfe eines Anemometers (Agrotop, Obertraubling, Deutschland) quantifiziert.

Ergebnisse

Trockenstress- und Entblätterungsexperiment:

Die LT_{50} von drei Entblätterungsvarianten in je zwei Bewässerungsvarianten wurde für je zwei Entwicklungsstadien berechnet (Abbildung 1). Zum Stadium EL-31 zeigte die FE im Vergleich zwischen VB und TS eine ähnliche LT_{50} . Im Stadium EL-33 hingegen lagen die LT_{50} der Varianten FE und SE im Vergleich zu NE in der bewässerten Variante um 0,7 bis 1,2 °C höher. Die LT_{50} der NE Trauben in der Variante TS lag zum Stadium EL-33 um 1,2 °C niedriger im Vergleich zu den NE Trauben der Variante VB. Die Varianten FE und SE unterschieden sich kaum zum Stadium EL-33 in den Varianten VB (- 0,5 °C) und TS (+ 0,1 °C).

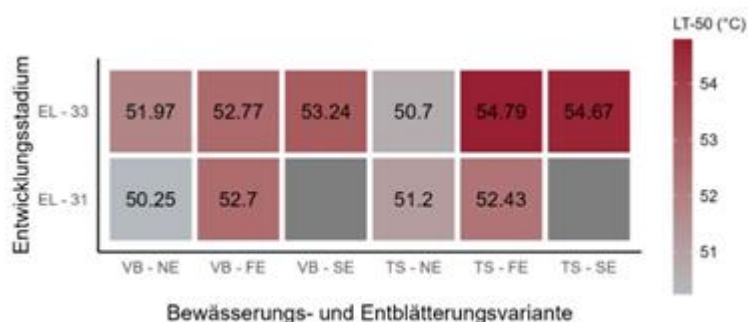


Abbildung 1: Heatmap der berechneten, letalen Temperatur 50 (LT_{50}), bei der die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Symptomen 50 % beträgt. Die LT_{50} wurde für zwei Entwicklungsstadien (Erbsengröße (EL-31)) und Traubenschluss (EL-33)), zwei Bewässerungsvarianten (VB, vollbewässert und TS, Trockenstress) und drei Entblätterungsvarianten (NE, nicht entblättert, FE, früh Entblättert (EL-31) und SE, spät entblättert (EL-33)) berechnet.

Windexperiment:

Calardis Blanc zeigte mit 0,8 % im Vergleich zu Riesling mit 8,9 % signifikant geringere Schäden ohne Wind ($p < 0,001$, $n = 108$). Wie in Abbildung 2 dargestellt, korrelierten die markierten, im Schatten gewachsenen Trauben mit den beobachteten Sonnenbrandschäden signifikant mit der für die einzelnen Trauben berechneten Windgeschwindigkeit in beiden Sorten ($n = 13$, $p < 0,001$ für Riesling und $n = 12$, $p < 0,01$ für Calardis Blanc).

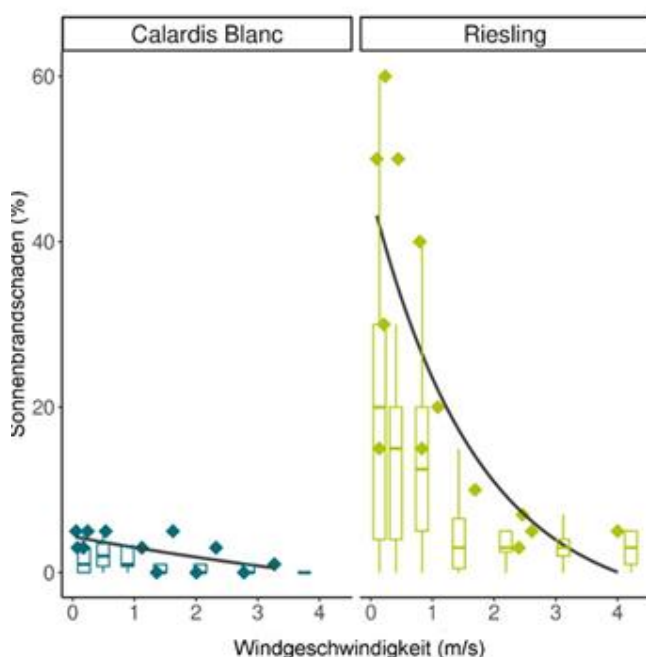


Abbildung 2: Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Stärke des Sonnenbrandschadens. Die Boxplots repräsentieren alle Trauben der Laubwand, die Punkte stellen die markierten, im Schatten gewachsenen Trauben dar. Die schwarze Linie stellt eine negative logarithmische Funktion dar, welche den Sonnenbrandschaden mit der Windgeschwindigkeit erklärt.

Diskussion

Die abiotischen Faktoren Trockenstress, Traubenexposition und Windgeschwindigkeit hatten entscheidenden Einfluss auf die Anfälligkeit von Beeren für Sonnenbrand. Trauben von trockengestressten Reben waren in beiden Entwicklungsstadien vor der Veraison weniger oder ähnlich anfällig für Sonnenbrand im Vergleich zu voll bewässerten Reben. Das Entblättern der Ostseite bewirkte eine Adaption der Beeren, die mit Hilfe der angewandten Methode quantifizierbar wurde. Trauben, die sieben Tage nach der Entblättern kontrolliertem Hitzeschock ausgesetzt wurden, waren zum Teil deutlich weniger anfällig für Schäden.

Eine frühzeitige Entblätterung während milder Temperaturen könnte daher die Vorteile für die Traubengesundheit mit Vorteilen der Adaption kombinieren (Reynolds and Vanden Heuvel, 2009).

Es wurde gezeigt, dass höhere Windgeschwindigkeiten in der Traubenzone Hitzeschäden entgegenwirken können, in dem die Oberflächentemperatur durch erzwungene Konvektion verringert wurde. Weinberge in windexponierten Lagen könnten aufgrund dieses Effekts weniger von Sonnenbrandschäden betroffen sein.

Danksagung

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung und administrative Zusammenarbeit durch den FDW (Forschungsring des Deutschen Weinbaus). Das Forschungsprojekt in Washington wurde in Teilen vom Washington State Grape and Wine Research Program und dem Chateau Ste. Michelle Distinguished Professorship für Weinbau finanziert. Wir danken Prof. Markus Keller für die Einladung sowie Lynn Mills, Charles Obiero, Steven Jachym, Melissa Manzo Parra, Sami Sanders und Lukas Fichtl für kompetente technische Unterstützung. Der Gesellschaft zur Förderung der Hochschule Geisenheim gilt unser Dank für die Teilfinanzierung der Reisekosten.

Vorträge und Publikationen

- Friedel, M. (2022a, März 4). Hitzeschäden an Reben. Mittelrhein Weinbautag, Mittelrhein.
- Friedel, M. (2022b, November 21). Hitzeschäden an Trauben entgegenwirken. Weinbauarbeitskreistage Württemberg, Eberstadt.
- Friedel, M., Müller, K., Hofmann, M., & Stoll, M. (2022, Juli 5). Mobile device to induce heat-stress on grapevine berries. terclim2022, Bordeaux.
- Müller, K. (2022, Dezember 6). Hitzeschäden an Trauben entgegenwirken. Weinbauarbeitskreistage Württemberg, Besigheim.
- Müller, K., Stoll, M. & Friedel, M. (2022, Mai 18). SONNTAG: Sonnenbrandanfälligkeit von Rebsorten. 61. Arbeitstagung des FDW, Freiburg.
- Müller, K., Stoll, M., Hofmann, M., & Friedel, M. (2022a). Mobile device to induce heat-stress on grapevine berries. Terclim2022 | , XIVth International Terroir Congress 2nd ClimWine Symposium (July 3-8, 2022).

Müller, K., Stoll, M., Hofmann, M., & Friedel, M. (2022b, April 11). Mobile device to induce heat-stress on grapevine berries. 64. Int. DWV-Congress, Online-Convention.

Müller, K., Friedel, M., Waber, J. & Bogs, J. (2022). Gegen die Hitze. *Der Deutsche Weinbau*, 11, 30–33.

Literaturverzeichnis

Gambetta, J. M., Holzapfel, B. P., Stoll, M., and Friedel, M. (2021). Sunburn in Grapes: A Review. *Front. Plant Sci.* 11, 604691. doi: 10.3389/fpls.2020.604691.

Keller, M., Romero, P., Gohil, H., Smithyman, R. P., Riley, W. R., Casassa, L. F. et al. (2016). Deficit Irrigation Alters Grapevine Growth, Physiology, and Fruit Microclimate. *Am J Enol Vitic.* 67, 426–435. doi: 10.5344/ajev.2016.16032.

Meehl, G. A., and Tebaldi, C. (2004). More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Waves in the 21st Century. *Science* 305, 994–997. doi: 10.1126/science.1098704.

Morales-Quintana, L., Waite, J. M., Kalcsits, L., Torres, C. A., and Ramos, P. (2020). Sun injury on apple fruit: Physiological, biochemical and molecular advances, and future challenges. *Scientia Horticulturae* 260, 108866. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108866.

Müller, K., Stoll, M., Hofmann, M., and Friedel, M. (2022). Mobile device to induce heat- stress on grapevine berries. *terclim2022* | XIVth International Terroir Congress 2nd ClimWine Symposium.

Pillet, J., Egert, A., Pieri, P., Lecourieux, F., Kappel, C., Charon, J. et al. (2012). VvGOLS1 and VvHsfA2 are Involved in the Heat Stress Responses in Grapevine Berries. *Plant and Cell Physiology* 53, 1776–1792. doi: 10.1093/pcp/pcs121.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. Available at: <https://www.R-project.org/>.

Reynolds, A. G., and Vanden Heuvel, J. E. (2009). Influence of Grapevine Training Systems on Vine Growth and Fruit Composition: A Review. *Am J Enol Vitic.* 60, 251–268. doi: 10.5344/ajev.2009.60.3.251.

Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C. et al. (2020). A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. *Applied Sciences* 10, 3092. doi: 10.3390/app10093092.

Schultz, H. R. (2019). Water in a warmer world – is atmospheric evaporative demand changing in viticultural areas? *BIO Web Conf.* 12, 01011. doi: 10.1051/bioconf/20191201011.

- Smart, R. E., and Sinclair, T. R. (1976). Solar heating of grape berries and other spherical fruits. *Agricultural Meteorology* 17, 241–259. doi: 10.1016/0002-1571(76)90029-7.
- Thomas, C. S., Marois, J. J., and English, J. T. (1988). The Effects of Wind Speed, Temperature, and Relative Humidity on Aerial Mycelium and Conidia of *Botrytis cinerea* on Grape. *Phytopathology* Vol. 78, 260–265.
- Venables, W. N., Ripley, B. D., and Venables, W. N. (2002). *Modern applied statistics with S*. 4th ed. New York: Springer.
- Webb, L., Whiting, J., Needs, S., Watt, A., Wigg, F., Barlow, S. et al. (2009). Documenting regional and inter-regional variation of viticultural impact and management input relating to the 2009 heatwave in South-Eastern Australia. 56.

Analyse einer Langfristigen Speicherung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Rebflächen (ALaSKAR)

Prof. Dr. Manfred Stoll, Prof. Dr. Claudia Kammann

Hochschule Geisenheim University, Von-Lade-Str. 1, 65366 Geisenheim

Projektlaufzeit: 2022-2024

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Ziel des Projektes
3. Projektfortschritt
4. Literaturübersicht

1. Einleitung

Die Landwirtschaft und damit auch der Weinbau sind zu einem nicht unerheblichen Teil am anthropogenen Treibhauseffekt beteiligt. Jedoch bieten eine veränderte Landnutzung und Biomasseverwendung die Möglichkeit, durch Vergrößerung des „stehenden“ Kohlenstoff-Pools im Ökosystem (d. h. in holziger Biomasse, in Bodenkohlenstoff oder in langlebigen Verbindungen wie Pflanzenkohle) zum Teil der Klimälösung zu werden. Die bewirtschaftete Fläche würde von einer CO₂-Äquivalente(CO₂eq)-Quelle zu einer -Senke werden. Durch die sichtbar werdenden Auswirkungen des Klimawandels ist zu erwarten, dass der Aspekt der Klimaneutralität oder gar -positivität in Bezug auf den CO₂-Fußabdruck von Betrieben bzw. landwirtschaftlichen Produkten für das „Genussmittel Wein“ künftig stärker in den Fokus rücken wird. Weinbaubetriebe suchen zudem, aufgrund des Drucks durch Klimawandel-verstärkte Wetterextreme, verstärkt nach veränderten, Bodenkohlenstoff aufbauenden und Bodenbiologie fördernden Bewirtschaftungsmethoden. Es fehlt jedoch an Daten, evaluierten Praxisbeispielen und Entscheidungshilfen.

2. Ziel des Projektes

Ziel des Vorhabens ist es daher, Stoffstrommanagement-Szenarien zu erstellen und zu analysieren, die es Weinbaubetrieben erlauben, verbleibende CO₂-Restemissionen des Betriebs durch bilanzielle C-Senken bei der Weinbergbewirtschaftung zu kompensieren oder klimapositiv zu werden (= Netto-C-Senken).

Teilziele des Vorhabens sind (1) die Erstellung eines C-Senken- bzw. CO₂-Kompensations-Bilanzrechners für Weinbaubetriebe, mit denen diese ihre betriebseigenen Möglichkeiten evaluieren können; (2) eine teils literaturbasierte (für Pflanzenkohle), teils experimentelle Analyse des Potenzials für die Schaffung von C-Senken in Holzbiomasse und Böden durch den quantifizierenden Vergleich der Spaliererziehung (VSP) mit Minimalschnitt-Reben; (3) die experimentelle Begleitung einiger angelegter Versuche mit organischen und/oder Pflanzenkohle-Applikationen bei Neupflanzung (in 2017 und 2020, ggf. weitere) sowie (4) eine Datenerfassung und -befragung in Praxisbetrieben, die bereits seit einigen Jahren „Pflanzenkohle“ innerhalb verschiedenster Anwendungsarten einsetzen oder regenerative Anbaumethoden nutzen. Über Beraternetzwerk-Kooperationspartner sollen unabhängig von den Bewirtschaftungsweisen eines „integrierten“ oder „ökologischen“ Anbaus in ganz Deutschland Praxisbetriebe ausgewählt und angesprochen werden, die bereits seit einigen Jahren Methoden für Bodenverbesserung und Humusaufbau u. a. mit Pflanzenkohle erproben und verwenden (z. B. Methoden der regenerativen Landwirtschaft, Pflanzenkohle-Komposte, Trester-Bokashi, Begrünungssaaten (oft kombiniert)). Hier sollen (i) Stoffstromdaten für den Bilanzrechner gewonnen (TZ1), (ii) Akteure vernetzt und Erfahrungswissen verfügbar werden und (iii) betriebliche Kosten bzw. Zeitaufwände sowie mögliche Co-Benefits erfasst werden (TZ1, TZ2). Insbesondere soll eine mögliche Steigerung der Resilienz gegen Klimawandel-Extremereignisse abgefragt werden. Zudem sollen (iv) weitere Forschungsanträge mit Schwerpunkt „Humusaufbau“ vorbereitet werden.

Der C-Senken-Rechner wird bezüglich Pflanzenkohle auf Basis des Regelwerks des bereits bestehenden Europäischen Biochar-Zertifikats (EBC, 2021) für C-Senken entwickelt, da es der derzeitige State of the Art-Standard mehrerer Europäischer Handelsplattformen für C-Senken ist (<https://www.european-biochar.org/de/c-sink>).

3. Projektfortschritt

Zu Projektbeginn und vor dem Vegetationsbeginn wurde das C-Senkenpotenzial zweier Reberziehungsvarianten: i) Minimalschnittsystem und ii) Spaliererziehung untersucht. Von jeweils neun Reben pro Versuchsvariante wurden in den zueinander benachbarten Weinbergen bis zu einer Tiefe von 90 cm das gesamte Erdreich ausgegraben. In diesem Rahmen wurden die geborgenen Erd- und Wurzelmassen in drei Zonen (0-30 cm; 30-60 cm und 60-90 cm) aufgeteilt. Für jeden Bodenhorizont jeder ausgegrabenen Rebe wurde das Aushubvolumen der Erdmasse, so wie die Rebwurzelmasse erfasst. Die Kohlenstoffgehalte der Bodenproben, gezogen aus ungestörtem Boden, und der Rebwurzelproben wurden dann getrennt ermittelt und die pro Hektar gespeicherte Kohlenstoffmenge in Boden und Rebstöcken errechnet.

Die oberirdische Holzmasse der Rebstöcke wurde in drei Kategorien erfasst: i) einjähriges Holz, ii) zweijähriges Holz und iii) mehrjähriges Holz. Auch hier wurden die Kohlenstoffgehalte quantifiziert.

Die endgültige Auswertung der Bodendaten ist bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen. Jedoch zeigt sich, dass durch die Erhöhung der lebendstehenden, mehrjährigen Holzmasse eine entsprechend höhere Fixierung atmosphärischen Kohlenstoffs möglich ist. Eine nachhaltige Weinbergsbewirtschaftung mit dem Ziel einer möglichst langen Standzeit der Reben und eine darauffolgende Wertschöpfung durch die Pyrolyse der organischen Rebmasse und der Einarbeitung der entstehenden Pflanzenkohle bei der Neuanlage des Weinbergs würde eine langfristige C-Senke im Weinberg schaffen und zudem als bodenverbessernde Maßnahme die Vitalität der Rebe und die Gesundheit umliegender Gewässer schützen (Schmidt et al. 2021; Baronti et al. 2022).

Zudem wurden in zwei (Nach-)Pflanzungsversuchen Daten zur Bewertung des Einsatzes von Pflanzlochzugaben gesammelt. Hierzu wurden in einem 2017 gepflanzten Weinberg Wüchsigkeits- und Mostparameter gemessen. Eine erste Analyse der Resultate ließ keinen Effekt durch den Einsatz von Pflanzenkohle- und/oder organischen Pflanzlochzugaben auf die Leistung der Rebe erkennen. Dies kann zum einen an der kurzen Versuchsdauer von vier bis fünf Jahren, jedoch vermutlich eher an der geringen Menge der eingesetzten Präparate oder

auch an der unpräzisen Ausbringung der Mittel bei maschineller Pflanzung liegen. Eine vorläufige Aussage über den Effekt der eingesetzten Mittel lässt sich daher (noch) nicht treffen.

In einem weiteren Versuch wurden Pflanzenkohlepräparate in das Pflanzloch beim Nachpflanzen von Reben in einem Querterrassenweinberg zugegeben. Wüchsigkeitsparameter wurden erfasst, um auch hier den Einfluss der verschiedenen Präparate auf die (An-)wuchsleistung der Rebe zu ermitteln. Die Datenaufnahme ist noch nicht abgeschlossen, jedoch zeigt sich bereits eine leichte Tendenz, dass Präparat-Kombinationen das Rebenwachstum unter Trockenheit bzw. hoher Wasser- und Nährstoffkonkurrenz fördern könnten.

In einem weiteren Arbeitspaket wurde eine qualitative Betriebsbefragung durchgeführt. Ziel war es, einen ersten Überblick über den Umfang und die Art des Einsatzes von Methoden der sogenannten „Regenerativen Landwirtschaft“ im deutschen Weinbau zu ermitteln. In den durchgeführten Interviews wurden zudem die Motivationen und Ziele bzw. die subjektiven Erfolge des Einsatzes der entsprechenden Maßnahmen erfragt. Die Ergebnisse der qualitativen Befragung sollen die Grundlage zu der Erstellung eines quantitativen Fragebogens bilden, welcher zusätzlich mit vorhandenen und zu erhebenden Betriebs- und Bodenanalyseparametern abgeglichen werden soll.

Eine erste Vorstellung des Projekts fand an der FDW-Tagung im Mai 2022 in Freiburg im Breisgau statt.

Im kommenden Jahr 2023 soll eine Veranstaltung zur Vernetzung verschiedener Interessensgruppen aus Praxis, Beratung, Politik und Wissenschaft durchgeführt werden. Ziel ist es, eine Austauschplattform zur Entwicklung nachhaltiger und praxisnaher Maßnahmen entstehen zu lassen und den Austausch zwischen Praxisbetrieben und der Forschung zu fördern.

Zudem erfolgt eine weitere Datenaufnahme rebphysiologischer Parameter in den bereits untersuchten Weinbergen und die Erweiterung der Versuchsflächen auf andere Weinbauregionen/Weinbaubetriebe, um die Datengenerierung zur Erstellung eines Bilanzrechners für Praktiker:innen zu fördern und die Erstellung des Hilfswerkzeugs voranzutreiben.

4. Literaturübersicht

Baronti, S.; Magno, R.; Maienza, A.; Montagnoli, A.; Ungaro, F.; Vaccari, F. P. (2022): Long term effect of biochar on soil plant water relation and fine roots: Results after 10 years of vineyard experiment. In: The Science of the total environment 851 (Pt 1), S. 158225. 10.1016/j.scitotenv.2022.158225.

EBC (2021) Richtlinien zur Zertifizierung des C-Senken Potentials von Pflanzenkohle: Version 2.1 vom 25. Januar 2021, Arbaz (CH). Available from: https://www.european-biochar.org/me-dia/doc/139/c-de_senken-potential_2-1.pdf.

Schmidt, H. P., Kammann, C., Hagemann, N., Leifeld, J., Bucheli, T. D., Sánchez Monedero, M. A., & Cayuela, M. L. (2021): Biochar in agriculture – A systematic review of 26 global meta- analyses. *GCB Bioenergy*, 13(11), 1708– 1730. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12889>

Untersuchungen zur Heißwasserbehandlung zur Herstellung von gesundem Pflanzenmaterial für Weinrebe

Dr. Joachim Eder, Dr. Ruth Walter, Dr. Thierry Wetzler

*Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Breitenweg 71,
67435 Neustadt a.d. Weinstraße*

Projektlaufzeit: 2020-2023

Mittels Freiland- und Gewächshausversuchen wurde der Einfluss der HWB auf die Vitalität von Vermehrungsmaterial verschiedener Unterlagen- und Edelreissorten sowie von bewurzelten Pflanzreben getestet. Die im zweiten Versuchsjahr durchgeführten Versuche wurden im dritten Versuchsjahr mit weiteren Pfropfkombinationen wiederholt und an verschiedenen Standorten ausgepflanzt. Dabei wurden die Versuche zum Einfluss der Behandlungstemperatur und -dauer auf die Unterlagensorten, zur Dauer der Kühlagerung sowie zu verschiedenen Vor- und Nachbehandlungen wiederholt.

Die Auswirkungen unterschiedlicher Temperaturen (50 Grad Celsius sowie 45 Grad Celsius für 45 Minuten) auf verschiedene Edelreissorten wurden durch Anzucht der Stecklinge im Freiland sowie im Gewächshaus getestet. Eine leichte Verzögerung bei der Entwicklung von Stecklingen nach HWB im Gewächshaus konnte bei den Rebsorten von Riesling, Müller-Thurgau und Traminer beobachtet werden. Bei den behandelten Reben konnte im Gewächshaus kein Ausfall während des Austriebs beobachtet werden, eine erhöhte Ausfallrate wurde hingegen im Freiland nachgewiesen. Die Zahl der ausgefallenen Stecklinge war nach einer HWB bei den Rebsorten Scheurebe, Müller-Thurgau und Weißer Burgunder deutlich erhöht. Die Trieblänge der im Gewächshaus kultivierten Weinreben erreichte im Durchschnitt 67,7 cm, demnach 42 cm länger als die Trieblänge der Freilandreben. Zudem konnte eine unterschiedliche Wirkung der Behandlung auf die verschiedenen Rebsorten beobachtet werden. Beim letzten Boniturzeitpunkt, sechs Monate nach der Behandlung, entwickelten im Freiland behandelte Stecklinge von Silvaner und Weißer Burgunder sowie im Gewächshaus von Weißer Burgunder kürzere Triebe im Vergleich zu unbehandelten Stecklingen. Die Ergebnisse aus dem Gewächshaus zeigten, dass eine HWB bei 50 Grad Celsius

das Triebwachstum negativ beeinflusst. Jedoch konnte dies bei dem Freilandversuch nicht eindeutig beobachtet werden. Der Versuch soll im vierten Versuchsjahr mit den gleichen Rebsorten wiederholt werden.

In Bezug auf den Einfluss der Behandlungstemperatur und -dauer auf die Unterlagenarten 5BB und SO4 zeigten die Ergebnisse des dritten Versuchsjahres keine Entwicklungsverzögerung der mit den behandelten und unbehandelten Unterlagen veredelten Reben im Gegensatz zu den Ergebnissen vorheriger Jahre. Diese Beobachtung lässt sich durch das mildere Frühjahr, fehlende Spätfröste und wärmere Sommertemperaturen während der Entwicklung in der Rebschule erklären.

Wie in den vergangenen Jahren, wurden Pfropfreben zu verschiedenen Zeitpunkten (einen, zwei, drei, vier sowie fünf Monate) vor dem Pflanztermin einer HWB unterzogen, um den optimalen Zeitpunkt der Behandlung während der Kühlung zu überprüfen. Die Anzahl der Ausfälle sowie die Ergebnisse der Messungen der Trieblänge bestätigten die Beobachtungen aus dem Vorjahr. Eine optimale Pflanzenentwicklung wurde nach einer HWB zwei Monate vor dem Pflanztermin beobachtet. Eine darüber hinaus verlängerte Lagerungsdauer war mit einer niedrigeren Überlebensrate und einem verzögerten Austrieb verbunden.

Weiterhin wurde der Effekt einer Vor- und Nachwässerung des Vermehrungsmaterials bei der HWB untersucht. Dazu wurden Unterlagen der Sorten Binova und Rici jeweils eine Stunde bei einer Wassertemperatur von 15 Grad Celsius bzw. von 20 Grad Celsius vor und nach der HWB gewässert. Der nachteilige Einfluss dieser Vor- und Nachbehandlungen konnte erneut aufgezeigt werden, da die gepfropften Reben in der Rebschule eine deutlich verminderte Verwachsung aufwiesen. Auch in Bezug auf den Augenausfall konnte ein Unterschied hinsichtlich der Sorten beobachtet werden, da die Pfropfkombination mit Rici im Vergleich zu derjenigen mit Binova sowohl einen höheren Augenausfall als auch eine geringere Verwachsung zeigte.

Die phytosanitäre Wirkung einer HWB wurde, wie im zweiten Versuchsjahr, durch Freilandversuch geprüft. Dabei wurden Stecklinge mit Sporensuspensionen von *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch), *Phaeoacremonium minimum* (Pmi) und

Diplodia seriata (Dse) inokuliert. Zusätzlich wurden alle Pathogene in Kombination mit dem Trichoderma Produkt Vintec (*Trichoderma atroviride* SC1 Stamm, TASC1) inokuliert und die so behandelten Stecklinge einer HWB bei 50 Grad Celsius für 45 Minuten unterzogen. Nach einer Kühlung wurden die Stecklinge mit unbehandelten Unterlagen veredelt in der Rebschule kultiviert. Die Reben wurden im Oktober ausgeschult und die Edelreiser sollen in einem letzten Beprobungszeitpunkt (ein Jahr nach der Inokulation) wiederholt untersucht werden.

Um die Empfindlichkeit der Schaderreger (Pch und Pmi) bei unterschiedlichen Temperaturen und Einwirkzeiten der HWB zu prüfen, wurden Myzelwachstum und Sporenkeimung bei verschiedenen Kombinationen von Temperatur (45 Grad Celsius bis 55 Grad Celsius) und Behandlungsdauer (30 bis 45 Minuten) im Labor untersucht. Pch war im Sporenstadium empfindlicher gegenüber HWB, da eine Kolonieentwicklung nur nach einer 45-minütigen Behandlung bei 40 Grad Celsius festgestellt wurde, wohingegen eine Kolonieentwicklung der Myzelsuspension auch nach einer HWB von 45 Grad Celsius beobachtet wurde. Bei den getesteten Isolaten wurde eine Wirksamkeit der Behandlung von 90 Prozent erreicht. Bei der Behandlung von Sporensuspensionen von Pmi-Isolaten wurde eine geringere Wirksamkeit beobachtet, da die Wirksamkeit nach einer 45-minütigen HWB bei 40 Grad Celsius unter 40 Prozent lag und bei 45 Grad Celsius eine Wirksamkeit von 61 Prozent erreicht wurde. Bei Temperaturen über 50 Grad Celsius konnte bei keinem der getesteten Schadpilze, unabhängig von der Behandlungsdauer, eine Keimung festgestellt werden.

Die getesteten Zeit-Temperatur-Kombinationen wurden an Holzstecklingen geprüft. Hierzu wurden Stecklinge mit den Erregern inokuliert und zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit Heißwasser behandelt (0 dpi und 3 dpi). Die Stecklinge wurden auf Agar ausgelegt und das Pilzwachstum wurde nach der Inkubationszeit bonitiert. Ersten Ergebnisse zufolge wurde der Befall mit Pmi durch eine HWB der Stecklinge bei 40 Grad Celsius und bei 45 Minuten reduziert, bei höheren Temperaturen wurden die Schaderreger vollständig eliminiert. Weitere Versuche werden durchgeführt, um die Sensitivität von Pch im Holz zu untersuchen.

Um die direkte antagonistische Wirkung von *Trichoderma* zu testen, wurde zudem ein dualer Plattentest angesetzt. Hierzu wurden Petrischalen mit zwei ausgestanzten Agarblöcken auf einem PD-Nährmedium beimpft, jeweils ein Agarblock des Pathogens und ein Agarblock des Antagonisten (*Trichoderma*). Die untersuchten Stämme *T. gamsii* (TR28), *T. koningiopsis* (TR30) und TASC1 zeigten bezüglich Myzelwachstum eine signifikante Hemmwirkung gegenüber Dse, Pch und Pmi.

Mittels In-vitro-Versuchen wurde die Hemmwirkung von Exsudaten einzelner *Trichoderma*-Isolate auf die Sporenkeimung der genannten Esca-Schaderreger untersucht. Für die Isolate TR28, TR30 und TASC1 wurden Flüssigkulturen angesetzt. Pro Variante wurde 1 mL einer Filtrat-Suspension zusammen mit der jeweiligen Suspension der Pathogensporen (jeweils 1 mL) in ein 2 mL-Eppendorf-Reaktionsgefäß pipettiert. Nach 24 Stunden wurden bei allen Varianten in dreifacher Wiederholung die Keimraten ausgezählt. Die Ergebnisse zeigten, dass der Prozentsatz der Keimung aller getesteten Schaderreger sich signifikant in Gegenwart von *Trichoderma*-Metaboliten verringerte. Die höchste Wirksamkeit erbrachte die Behandlung mit dem TASC1 Filtrat.

In einem weiteren Versuch wurde die hemmende Wirkung dieser Isolate auf das Myzelwachstum der Esca-Erreger untersucht. Hierzu wurden Flüssigkulturen der *Trichoderma*-Isolate hergestellt und steril filtriert. Das Filtrat wurde zu BA-Agar gegeben (1:4) und in Petrischalen gegossen. Die Filtrat-Agarplatten wurden mit ausgestanzten Agarplugs des Esca-Erregers inokuliert. Das radiale Wachstum der Kultur wurde nach 7 sowie 14 Tagen gemessen. Die Ergebnisse zeigten, dass alle *Trichoderma*-Isolate das Wachstum von Pmi, Pch und Dse signifikant reduzierten. Die stärkste Wirkung wurde für TR30 beobachtet.

Um die Wirksamkeit der HWB gegenüber BN-Phytoplasmen testen zu können, wurden in einer Rebanlage mit Befallsverdacht symptomtragende und symptomfreie Rebentriebe gesammelt. Jeweils ein Teil der Materialien wurde einer HWB bei 50 Grad Celsius für 45 Minuten unterzogen, der andere Teil diente als Kontrolle. Die so vorbereiteten Edelreiser wurden mit unbehandelten Unterlagen veredelt und eingeschult. Das Triebwachstum und der Rebenausfall wurden bonitiert. Die Ergebnisse der Triebblängenmessungen zeigten keinen Einfluss der

HWB auf die Triebentwicklung. Bei dem symptomfreien Material führte die HWB zu einer um 30 Prozent erhöhten Ausfallrate. Bei dem symptomatischen BN-Material lag die Ausfallrate sowohl bei der behandelten als auch bei der unbehandelten Variante mit etwa 70 Prozent ohne auffälligen Unterschied auf sehr hohem Niveau. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein hoher Anteil des symptomatisch erkrankten Pflanzenmaterials ohne weitere Behandlung während der Vermehrungsphase ausfiel.

Um die Verteilung der Phytoplasmen in den symptomtragenden Trieben im Gewächshaus untersuchen zu können, wurden die Knospen nach ihrer Insertion an den Trieben nummeriert und die zugeschnittenen Stecklinge im Gewächshaus nach einer HWB angezogen. Bei den symptomfreien Stecklingen führte die HWB zu einem Anstieg nicht ausgetriebener Stecklinge um etwa 30 Prozent im Vergleich zu der unbehandelten Kontrolle. Bei dem symptomatischen Material waren 26 Prozent der Stecklinge abgestorben oder nicht ausgetrieben und diese Zahl stieg nach einer HWB auf fast 40 Prozent an. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen der jeweiligen Schnittposition und dem Austrieb der Stecklinge beobachtet werden.

Design und Erfolgsfaktoren von Social Commerce am Beispiel der Weinbranche

Prof. Dr. Laura Ehm

*Weincampus Neustadt,
Breitenweg 71, 67435 Neustadt a.d. Weinstraße*

Projektlaufzeit: 2020-2023

1. Vorbemerkungen

Das Projekt „Design und Erfolgsfaktoren von Social Commerce“ wird entlang der im Antrag skizzierten Projektphasen bearbeitet.

Die seit Oktober 2020 für das Projekt eingestellte wissenschaftliche Mitarbeiterin verließ das Projektteam auf eigenen Wunsch zum 31.10.2022. Die Stelle konnte erst zum 01.01.2023 nachbesetzt werden, wodurch sich für die Realisation der Feldexperimente in Projektphase 3 eine zeitliche Verzögerung ergeben hat.

Der Aktualität der Thematik Social Commerce wurde durch einen regelmäßigen Wissenstransfer in die Praxis begegnet. Dies erfolgte im Zuge der folgenden Konferenzbeiträge und Fachpublikationen.

Konferenzbeiträge

- 61. FDW-Arbeitstagung 2022 am 19.05.2022, Vortragstitel: „Die Bedeutung von Social Media in deutschen Weinbaubetrieben: Strategie und Umsetzung“; Prof. Dr. Laura Ehm.
- „Science Talk“ – Die Social Media Nutzung deutscher Weinbaubetriebe; Wissenschaftlicher Austausch am 22.02.2022; Weincampus Neustadt in Kooperation mit dem DLR Rheinpfalz; Prof. Dr. Laura Ehm / Monika Dumler.
- Academy of Wine Business Research Conference vom 06.-08.07.2021, Vortragstitel: “Social Media adoption in German wineries: Innovators or laggards?”; Prof. Dr. Laura Ehm / Monika Dumler.
- DLR Fachberatertagung Weinbau - Önologie - Weinmarketing am 14.07.2021, Organisation: DLR Rheinpfalz; Vortragstitel: „Digitale Tools in der Vermarktung: Ansätze zu einer erfolgreichen Digitalisierung der Weinvermarktung“; Prof. Dr. Laura Ehm.
- 60. FDW-Arbeitstagung 2021 am 15.06.2021, Vortragstitel: „Die Nutzung von Sozialen Medien in deutschen Weinbaubetrieben: Aktuelle Entwicklungen und Zukunftsperspektiven“; Prof. Dr. Laura Ehm / Monika Dumler.

- 74. Pfälzische Weinbautage 2021 am 20.01.2021, Organisation: DLR Rheinpfalz; Vortragstitel: „Instagram und Facebook als Shopping-Plattform nutzen: Entwicklungsperspektiven für die Pfälzischen Weinbaubetriebe“; Prof. Dr. Laura Ehm / Monika Dumler.
- WeinMarketingNovember 2020 am 17.11.2020, Organisation: DLR Mosel und DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück; Vortragstitel: „Mehr als schöne Bilder und nette Stories: Instagram und Co. als Shopping-Plattform nutzen“; Prof. Dr. Laura Ehm / Monika Dumler.

Fachpublikationen

- Ehm, L., & Dumler, M. (2022). Maßvoller Umgang auf Instagram und Co. – Soziale Medien verantwortungsvoll als Werbe- und Verkaufsplattform nutzen. Das Deutsche Weinmagazin, 13/2022 (02.07.2022), 32-34.
- Ehm, L. & Dumler, M. (2022), Was posten deutsche Weinbaubetriebe? Social-Media-Nutzung deutscher Weinbaubetriebe: Umsetzungslücke zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Deutsches Weinmagazin; 29.01.2022
- Dumler, M. & Ehm, L. (2021), Social Media adoption in German wineries: Innovators or laggards?, Proceedings der Academy of Wine Business Research Konferenz, Dijon, France (Juli 6-8) [Extended Abstract].
- Ehm, L. & Dumler, M. (2021), Instagram und Facebook als Shopping-Plattform nutzen: Entwicklungsperspektiven für die Pfälzischen Weinbaubetriebe, Tagungsband 74. Pfälzische Weinbautage, S. 68-71.
- Ehm, L. & Dumler, M. (2021), Social Commerce – Liken, Swipen, Verkaufen. Online-Publikation beim Eugen Ulmer Verlag; Webseite „Verraten und Verkauft“ <https://www.verraten-verkauft.de/Impressum/192849.html>
- Ehm, L. & Dumler, M. (2021), Social Commerce in der Weinbranche, Jahresbericht des "DLR Rheinpfalz im Blick".

2. Inhaltlicher Projektfortschritt und Forschungsergebnisse

Die **erste Projektphase** umfasste eine Status Quo-Erhebung zur Social Media Nutzung in der deutschen Weinbranche, umgesetzt durch (1) eine systematische Literaturrecherche, (2) die Erhebung von Sekundärdaten und (3) eine empirische Studie in Form von Online-Befragungen.

(1) Systematische Literaturrecherche

Im Zuge der systematischen Literaturrecherche wurde englischsprachige Literatur in Top-Marketing-Journals herangezogen, um das Thema Social Commerce auf Basis der Recherche wissenschaftlich fundiert zu definieren und von ver-

wandten Themenbereichen wie E-Commerce und Social Media Marketing abzugrenzen. Im Rahmen einer iterativen Vorgehensweise wurde ein Kern von 370 relevanten Artikeln extrahiert, die für das weitere Forschungsvorhaben durchgearbeitet wurden.

Eine bibliometrische Analyse zeigt, dass die angewandten Suchbegriffe das Thema Social Commerce adäquat eingrenzen und abbilden. Zudem hat die Literaturliteraturauswertung zentrale Forschungslücken und -fragen mit hoher Relevanz für das Forschungsvorhaben „Social Commerce“ bestätigt.

(2) Erhebung von Sekundärdaten

In einem zweiten Schritt wurde eine Sekundärdatenerhebung durchgeführt. Mittels einer Webrecherche wurde ein Datensatz mit einer Stichprobe von 1.707 Weinbaubetrieben aufgebaut. Diese Stichprobenkonstruktion repräsentiert alle 13 deutschen Weinanbauregionen (s. Abgleich mit Agrarstrukturerhebung 2016). Des Weiteren wurde die Stichprobe um 117 Winzergenossenschaften und 200 Weinfachhändler ergänzt, sodass ein Datensatz mit rund 2.000 Adressen aus der deutschen Weinbranche resultierte. Für jeden Weinbaubetrieb (exkl. Weinfachhändler und Winzergenossenschaften) wurden im Mai 2021 relevante Social Media Kennzahlen mittels automatisiertem Web Scraping erhoben, z. B. die Ermittlung der Anzahl an Likes und Followern der jeweiligen Betriebe auf den Sozialen Plattformen.

Die Auswertungen zeigen, dass 83 % der Betriebe in den Sozialen Medien aktiv sind und rund 60 % der Weinbaubetriebe einen eigenen Onlineshop betreiben. Folglich ist zwar überwiegend eine Social Media Präsenz vorhanden, dennoch fehlt es dem Großteil der Betriebe bislang an ausreichend Reichweite (vgl. Abbildung 1).

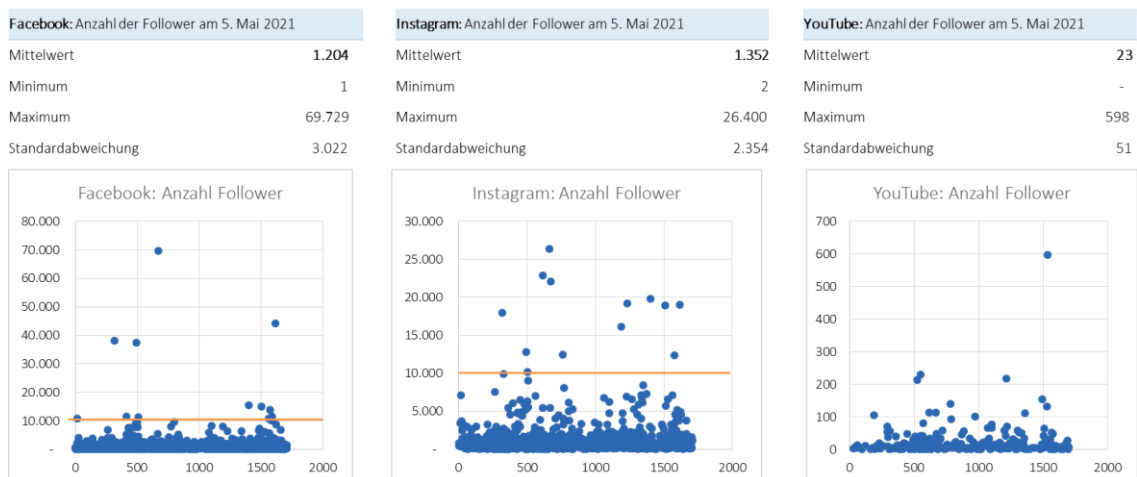


Abbildung 1: Social-Media-Kennzahlen (Stichprobe: n = 1.707 Weinbaubetriebe) auf den sozialen Plattformen Facebook, Instagram und YouTube, Stand Mai 2021

(3) Empirische Studie in Form von Online-Befragungen

Im nächsten Schritt wurden die detaillierten Social Media Aktivitäten der gesamten Stichprobe (inkl. Weinfachhändlern und Winzergenossenschaften) mittels einer Online-Befragung erhoben. Die methodischen Eckdaten der Online-Befragung (Zielgruppe, Rücklauf, Befragungstool, Skalen etc.) sind in Abbildung 2 skizziert.

Inhaltlich wurden die Themenbereiche der (1) Wichtigkeit (einzelner) Social Media Kanäle, (2) der Nutzung der Social Media Kanäle, (3) der strategischen Zielsetzungen und (4) die operative Umsetzung der Social Media Aktivitäten im Betriebsalltag sowie die (5) demografischen Merkmale (u. a. Umsatz, Mitarbeiteranzahl, etc.) erhoben.

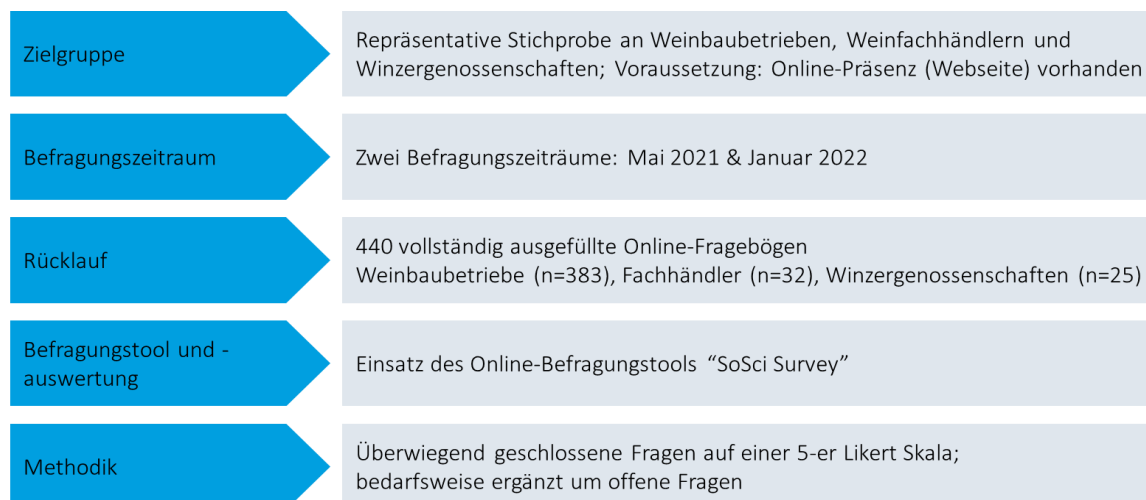


Abbildung 2: Methodische Eckdaten der Online-Befragung im Mai 2021/Jan. 2022

Die grundsätzlichen Zielsetzungen der Social Media Nutzung aller Akteur:innen sind die Bekanntheitssteigerung, die (Neu)Kundengewinnung, die Förderung des Images und die Kundenbindung. Das Potential der sozialen Plattformen als Hebel zur Absatz- und Umsatzsteigerung steht bisher nicht im Fokus der Betriebe.

Die **Projektphase 2** umfasste die Untersuchung des Konsumentenverhaltens in Bezug auf Social Commerce als (1) Resultat der Literaturrecherche und additiv durch (2) Beobachtungsstudien.

(1) Literaturanalyse

Die Literaturanalyse ergab, dass die Konsumentinnen und Konsumenten auf unterschiedlichen Ebenen eine Reaktion auf Social Commerce Kampagnen zeigen und das Kundenerlebnis, in Anlehnung an bisherige Forschungserkenntnisse zur „Customer Experience“, auf kognitiver, emotionaler, sozialer, sensorischer sowie verhaltensbezogener Ebene stattfindet. Dieses Kundenerlebnis beeinflusst schließlich die Kaufintention der Konsumentinnen und Konsumenten und das tatsächliche Kaufverhalten oder Nicht-Kaufverhalten.

(2) Beobachtungsstudie

Die systematische Account-Beobachtung hatte zum Ziel, von erfolgreichen Weinbaubetrieben in der deutschen Weinbranche zu lernen – insbesondere in Bezug auf Konsumentenreaktionen in Form typischer Kennzahlen wie Followerzahlen, Likes und Kommentaren. Hierzu erfolgte eine systematische Beobachtung der täglichen Social Media Aktivitäten von 15 Weinbaubetrieben auf Facebook und Instagram, ergänzt um Benchmark-Accounts. Insgesamt wurden 29 Social Media Accounts in drei Zeiträumen von je einer Woche, den Beobachtungswellen vom 13.06.2022 bis 31.07.2022, ausgewertet. Die Beobachtung umfasst die Dokumentation jedes veröffentlichten Social Media Beitrags der Weinbaubetriebe in Form eines Screenshots sowie die detaillierte Auswertung der Inhalte der veröffentlichten Beiträge; begonnen bei der medialen Darstellung über KPI's zur Nutzerinteraktion. Während in der ersten Beobachtungswelle (13.06.-19.06.2022) und der zweiten Beobachtungswelle (04.07.-10.07.2022) ausschließlich erfolgreiche Betriebe der deutschen Weinbaubranche betrachtet wurden, wurden in der dritten Beobachtungswelle (25.07.-31.07.2022) Weinbaubetriebe aus den

USA und internationale Hersteller alkoholhaltiger Getränke als Benchmark herangezogen, um die Beobachtungswerte vergleichen zu können.

Im ersten Schritt wurde eine aggregierte Auswertung über alle Beobachtungseinheiten hinweg vorgenommen, um gewisse Muster und Strukturen der Betriebe zu erkennen. Die Analyse der meistgenutzten Wochentage zur Veröffentlichung von Social Media Inhalten ließ weder in den Versuchs- noch Vergleichsgruppen eine Tendenz erkennen, dass an gewissen Werktagen oder Wochenendtagen überdurchschnittlich viele oder wenige Follower erreicht werden können. Diese Erkenntnis lässt sich im Abgleich mit dem Social Media Nutzungsverhalten der deutschen Bevölkerung begründen: Immer mehr Social Media Nutzer:innen sind mehrmals täglich auf den sozialen Plattformen aktiv. Des Weiteren ergab die Gegenüberstellung der Plattformen Facebook und Instagram, dass die beobachteten Betriebe separate Inhalte für die Plattform Instagram kreieren. Für Facebook werden hingegen überwiegend bestehende Inhalte, die originär für Instagram erstellt worden sind, „recycelt“ und im selben Wortlaut und Medienformat auf Facebook veröffentlicht. Bei der Wahl der Medienformate ist das 24 h verfügbare Format der Story (im Vergleich zu Beiträgen) und die Nutzung von Bildern (im Vergleich zu Videos) gängigere Praxis. Eine Kernerkenntnis der Beobachtungsstudie ist, dass die untersuchten Weinbaubetriebe, die sich durch eine besonders erfolgreiche Social Media Präsenz auszeichnen, das vertriebliche Potential der sozialen Plattformen nahezu nicht nutzen: Unter 5 % der Beiträge enthalten einen Kaufanreiz (Link zum Shop) im Sinne einer Social Commerce Strategie. Alle anderen veröffentlichten Beiträge verfolgen eher kommunikative Ziele zur Kundenbindung und -gewinnung im Sinne eines klassischen Social Media Marketings.

Bevor die ursprünglich geplante Online-Befragung von Konsument:innen zu Social Commerce umgesetzt werden kann, bedarf es somit erst der professionellen Implementierung entsprechender Social Commerce Kampagnen in der Weinwirtschaft. Dies findet somit zeitversetzt im Rahmen der Feldexperimente als Teil von Projektphase 3 statt.

Im Rahmen der **Projektphase 3** wurden bisher folgende Arbeitspakete realisiert:

(1) Online-Experiment von Konsument:innen mit integrierter Online-Befragung
Nachdem die vorherigen Projektphasen primär die Anbieterseite untersucht hatten, zielt die Weinkonsumentenbefragung (mit Online-Experiment) auf die Auswertung der Nachfragerseite ab und hat die Nutzer:innen der sozialen Medien als Untersuchungsobjekt im Fokus. Die Kenntnis über Einstellungen und Motive der Weinkonsument:innen im Social Media Kontext erlaubt es, Rückschlüsse auf eine erfolgreiche Kampagnengestaltung zu ziehen. Speziell wird hier die Wirkung ausgewählter Gestaltungsparameter von Social Commerce Kampagnen auf die Kaufabsicht der Nutzer:innen der sozialen Plattformen gemessen. Hierfür wurde ein Online-Experiment mit integrierter Befragung konzipiert, indem bestimmte Stimuli, in Form von Social Media Beiträgen, gesetzt werden (vgl. hierzu die Beispiele in Abb. 3).

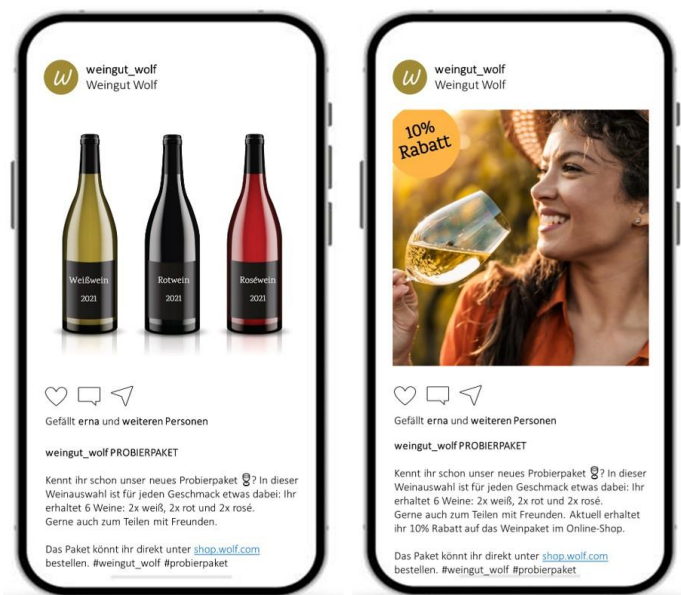


Abbildung 3: Zwei von vier Szenarien des Online-Experimentes (exemplarisch)

Zur Anwendung kommt ein sogenanntes 2 x 2 „between subjects design“. Bei der Auswahl der Teilnehmer:innen steht die Zusammensetzung einer repräsentativen Stichprobe im Vordergrund. Die Grundgesamtheit stellt hier der Anteil der deutschen Bevölkerung dar, der die sozialen Plattformen, gemäß ARD/ZDF-Onlinestudie 2021, mindestens einmal wöchentlich nutzt. Eine erste Datenerhebung

fand vom 30.09.2022 bis 14.10.2022 statt, eine weitere zusätzliche Datenerhebung zur Erreichung einer repräsentativen Stichprobe ist für Mai/Juni 2023 geplant. Abbildung 4 ist darüber hinaus der Aufbau des Online-Experiments zu entnehmen.

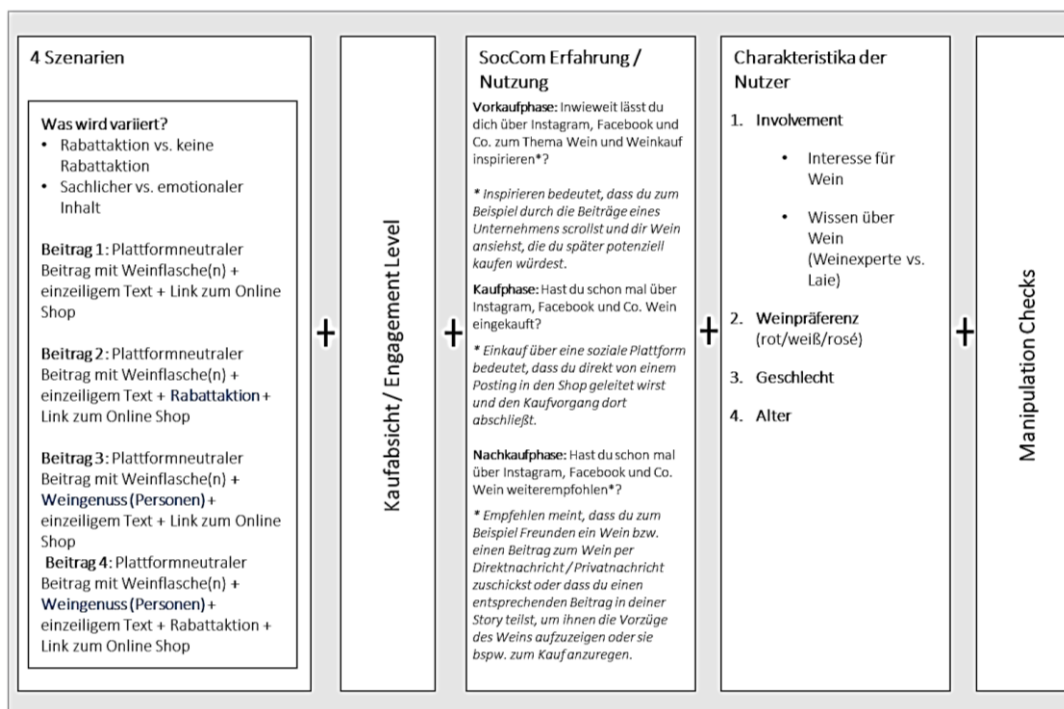


Abbildung 4: Struktur des Online-Experiments

(2) Pre-Tests in Vorbereitung der Feldexperimente

Die Pre-Tests sollen sicherstellen, dass das im Vorfeld gewählte Design der Social Commerce Kampagnen von den Nutzer:innen entsprechend wahrgenommen wird und technische sowie rechtliche Fragestellungen bezüglich der Umsetzung der Feldexperimente sollen geklärt werden. Pre-Tests wurden mit zwei Kooperationsbetrieben mit Social Commerce Erfahrung durchgeführt.



Abbildung 5: Exemplarischer Aufbau eines Pre-Tests

Folgende Empfehlungen konnten im Rahmen der Pre-Tests für die Gestaltung und Durchführung der Feldexperimente in der nächsten Projektphase abgeleitet werden:

- **Experimentelles Design:** Ein „between subjects design“ lässt sich nur mittels der integrierten A/B Testing Funktionalität von Meta umsetzen, die jedoch an vielen Stellen erhebliche Defizite aufweist: Diese ist begrenzt auf Facebook und eine 30 Minuten Laufzeit. Zudem mangelt es an einer Möglichkeit zur Vorbereitung der Postings im Contentplaner. Somit empfiehlt es sich, für die Feldexperimente auf ein „within subjects design“ zurückzugreifen, bei dem alle Follower zu mehreren Zeitpunkten mit verschiedenen Postings angesprochen werden und die Ergebnisse der Postings verglichen werden. Dies führt zu einer verlässlicheren Planung und Auswertung.
- **Auswertung:** Um tatsächliche Käufe in den Online-Shops zu messen, ist die Einrichtung des sogenannten Meta Pixel notwendig, einer technischen Verknüpfung, die den Informationsaustausch zwischen der Plattform Meta und vorzugsweise einem auf Shopify basierenden Online-Shop erlaubt. Allerdings trackt ein Meta Pixel alle Weiterleitungen von z. B. Facebook auf den Shop, ohne diese auf ein bestimmtes Posting zurückführen zu können. Die „Link Klicks“ scheinen ein verlässlicherer KPI.

- **Flexibilität:** Die Gestaltungsparameter, die im Rahmen der Experimente variiert werden, sollten flexibel gehalten werden, sodass die Experimente sinnvoll in die Contentplanung der Weingüter eingebettet werden können, um eine erhöhte Kooperationsbereitschaft zu erzielen. Zudem sind gewisse Vorlaufzeiten essenziell.

(3) Durchführung der Feldexperimente

Basierend auf den Erkenntnissen der Pre-Tests sollen im Zeitraum März bis Mai 2023 die finalen Feldexperimente mit Kooperationsbetrieben, ggf. ergänzt um entsprechende Online-Befragungen, stattfinden. Aktuell finden Akquisegespräche statt.

3. Projektausblick und geplante Forschungsaktivitäten

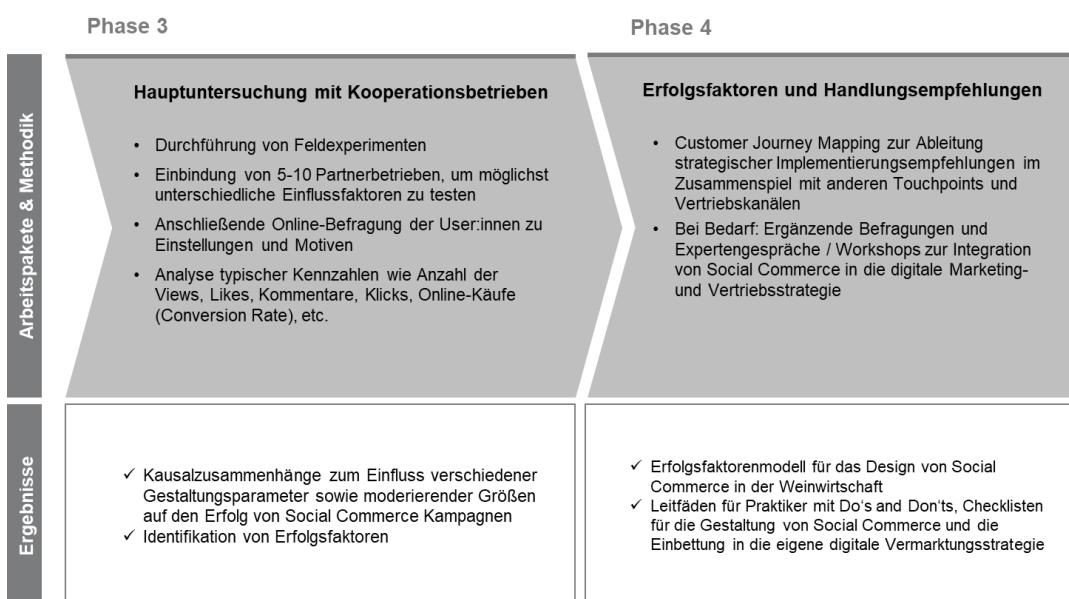


Abbildung 6: Grobskizze zu Projektphasen und Arbeitspaketen im Jahr 2023

Für 2023 steht die Durchführung von Feldexperimenten auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse im Zentrum der Forschungsaktivitäten. Aufgrund der Vakanz bei der Stelle der wiss. Mitarbeiter:in musste die Hauptuntersuchung auf den Zeitraum März bis Juni 2023 verschoben werden. Aktuell laufen finale Akquisegespräche mit möglichen Kooperationsbetrieben. Im Zuge der Erfolgsmessung sollen typische Kennzahlen wie Anzahl der Views, Likes, Kommentare, Klicks/Click-Through-Rates und – sofern möglich – Online-Verkaufszahlen erhoben werden.

Die Ergebnisse sollen Kausalzusammenhänge zwischen den Gestaltungsparametern sowie den Einfluss von moderierenden Größen auf den Erfolg von Social Commerce Kampagnen aufdecken.

In Projektphase 4 sollen im Zeitraum von Juni bis August 2023 alle Ergebnisse konsolidiert werden, um ein ganzheitliches Erfolgsfaktorenmodell für Social Commerce für die Weinwirtschaft abzuleiten. Es sollen zudem Leitfäden für die praktische Implementierung von Social Commerce für die Weinwirtschaft erstellt werden. Hierbei soll ein Leitfaden für Betriebe entstehen, die neu in das Thema einsteigen wollen und ein Leitfaden für Betriebe, die bereits Social Commerce betreiben und ihre Strategien und Ansätze gezielt optimieren möchten. Insgesamt soll hierbei auch ein besonderes Augenmerk auf das Zusammenwirken von Social Commerce mit bestehenden online- und offline-Vertriebskanälen im Sinne einer Multi-Channel-Optimierung gelegt werden. Weiterhin sollen Empfehlungen für die Einbindung von Social Commerce in eine digitale Vermarktungsstrategie gegeben werden.

**Natürliche Selektion sulfitresistenter Stämme der Weinhefe
Hanseniaspora uvarum (*Kloeckera apiculata*)
mit verringerter Essigsäure-Bildung**

Prof. Dr. Jürgen J. Heinisch

Universität Osnabrück, Barbarastr. 11, 49076 Osnabrück

Projektlaufzeit: 2020-2023

Die meisten der im letzten Versuchsjahr erzielten Ergebnisse wurden bereits in dem im September 2022 eingereichten Verlängerungsantrag zusammengefasst und sollen deshalb hier in stark verkürzter Form dargestellt werden. Darüber hinaus konnten wir erhebliche Fortschritte in der molekulargenetischen Untersuchung der Hefe *Hanseniaspora uvarum* erzielen, die bereits veröffentlicht wurden und am Ende dieses Kurzberichtes einfließen sollen. Vier Teilaspekte des Projektes wurden in 2022 bearbeitet:

1. Sulfitresistenz

Der ursprüngliche Ansatz zur Isolierung sulfitresistenter Stämme von *H. uvarum* mithilfe einer schrittweisen Erhöhung der Sulfitkonzentration in Flüssigkulturen führte leider nicht zum gewünschten Ergebnis. Wir führen dies auf das Fehlen eines *SSU1*-Gens im Genom dieser Hefe zurück, das für einen Sulfitexporter kodiert und in der Weinhefe *Saccharomyces cerevisiae* durch seine verstärkte Expression den Hauptanteil an der Sulfitresistenz ausmacht. Tatsächlich konnten wir durch das Einbringen des Gens aus *S. cerevisiae* in *H. uvarum* zeigen, dass damit die Resistenz gegen Kaliumdisulfit deutlich verstärkt werden kann. Obwohl für die Grundlagenforschung sehr interessant, sind solche Stämme allerdings für die Praxis der Weinbereitung aus zwei Gründen nicht zu empfehlen: i) Erreicht die Sulfitresistenz noch nicht diejenige von Stämmen von *S. cerevisiae*, die in der Weinbereitung eingesetzt werden, auch nicht diejenige eines in der Biotechnologie häufig eingesetzten Laborstammes. ii) Handelt es sich um einen gentechnisch veränderten Mikroorganismus (GMO), der vom Verbraucher noch nicht akzeptiert wird.

2. Verminderte Säureproduktion

Ein Problem vieler Isolate von *H. uvarum* ist die Produktion unangenehmer Mengen an Essigsäure. In einem Versuch der natürlichen Selektion von Stämmen mit verminderter Säureproduktion wurde deshalb der pH-Wert in Traubenmost über einen Zeitraum von 12 Wochen von pH 2,0 in der ursprünglichen Kultur auf pH 1,5 abgesenkt. Zumindest bei einer anschließenden Inkubation in synthetischem Medium über 24 Stunden konnte bei drei der vier getesteten Isolate eine Absenkung der Säureproduktion im Verhältnis zur gebildeten Zellmasse nachgewiesen werden. Ob es sich dabei um eine stabile Eigenschaft der Isolate handelt, die auch bei wiederholter Anzucht im Most persistiert, wird derzeit geprüft.

3. Untersuchungen an Enzymen des Pentosephosphat-Weges von *H. uvarum* in der Milchhefe *Kluyveromyces lactis*

Zu Beginn der letzten Antragsperiode gab es noch keine Möglichkeit, molekulargenetische Untersuchungen an *H. uvarum* durchzuführen, da Erbmaterial nicht gezielt eingebracht („transformiert“) werden konnte. Allerdings lag uns aus einem früheren, vom FDW finanzierten Projekt, die annotierte Genomsequenz vor. Da Sulfitresistenz auch mit der erhöhten Resistenz gegen Wasserstoffperoxid in Verbindung gebracht wird, und letztere wiederum wesentlich von der Aktivität von Enzymen des Pentosephosphat-Weges abhängt, hatten wir deshalb beschlossen, die kodierenden Gene in entsprechenden Mutanten der nahe verwandten Milchhefe *K. lactis* zu untersuchen. Hier konnten wir zeigen, dass ein Schlüsselenzym des Weges, die durch *ZWF1* kodierte Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase, in *H. uvarum* und entsprechend manipulierten *K. lactis*-Stämmen eine ähnlich niedrige spezifische Enzymaktivität aufweist, wie das der Weinhefe *S. cerevisiae*. Im Gegensatz dazu weist das Enzym aus der Milchhefe selbst eine mehr als dreifach erhöhte spezifische Aktivität auf. In erster Näherung lässt sich daraus ableiten, dass zumindest dieser Teil des Pentosephosphat-Weges keine erhöhte Kapazität in *H. uvarum* im Vergleich zur Weinhefe besitzt.

4. Verbesserung der molekulargenetischen Methoden für *H. uvarum*

Den Kolleginnen und Kollegen aus Geisenheim gelang vor Kurzem ein entscheidender Durchbruch bei den molekulargenetischen Arbeiten mit *H. uvarum*. So konnten sie erstmals gezielt DNA mithilfe einer Resistenzkassette und Selektion mit dem Antibiotikum Hygromycin einbringen und ein am Aromastoffwechsel beteiligtes Gen ausschalten (Badura *et al.*, 2021). Aufgrund dieses Ansatzes konnten wir eine Reihe entscheidender Verbesserungen in der Methodik einführen (Heinisch *et al.*, 2023): i) Wurde eine chemische Transformationsmethode entwickelt, die es erlaubt, die vorher verwendete und relativ aufwändige Technik der Electroporation zu ersetzen. ii) Konnten Plasmide mit einem Replikationsursprung für *H. uvarum* (*HuARS*-Plasmide) entwickelt werden. Diese erlauben das schnelle und effiziente Einbringen von Fremdgenen. iii) Wurden eine Reihe von sogenannten Auxotrophie-Mutanten hergestellt, die die Selektion durch teure und fragile Antibiotika ersetzen können. iv) Konnten auf dieser Basis weitere Deletionsassetten und Rezipientenstämme für die Veränderung von Zielgenen konstruiert werden.

Zusammenfassend führten die in 2022 geleisteten Arbeiten zu in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft durchaus wahrgenommenen erheblichen Fortschritten, die letztlich auch dem vorliegenden, und Mitte diesen Jahres auslaufenden Projekt, zugute kommen werden.

Zitierte Arbeiten:

Badura, J., van Wyk, N., Brezina, S., Pretorius, I.S., Rauhut, D., Wendland, J., von Wallbrunn, C. (2021). Development of genetic modification tools for *Hanseniaspora uvarum*. *Int J Mol Sci* 22. doi: 10.3390/ijms22041943

Heinisch, J.J., Murra, A., Jürgens, K., Schmitz, H.-P. (2023) A versatile toolset for genetic manipulation of the wine yeast *Hanseniaspora uvarum*. *Intl. J. Mol. Sci.* 24, 1859. doi: 10.3390/ijms24031859.

Heißwasserbehandlung von bewurzelttem Rebenpflanzgut

Dr. Joachim Eder, Dipl.-Ing. Matthias Zink

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a.d. Weinstraße

Die Auswirkung einer Heißwasserbehandlung (HWB) des bewurzelten Rebenpflanzgutes auf die Vitalität der Reben im Jungfeld ist derzeit noch unklar. Mit einem eigens angeschafften Heißwassergerät werden dazu vom Versuchsbetrieb Rebenveredlung des DLR Rheinpfalz mehrjährige Versuche durchgeführt, die auch im Rahmen dieses ATW-Projektes bearbeitet werden. Im dritten Jahr des ATW-Projektes 2022 wurde ein weiterer Versuch zur HWB zu verschiedenen Zeitpunkten während der Kühlhauslagerung durchgeführt. Dazu wurden Pflanzreben der Sorte Syrah einer HWB unterzogen und ausgepflanzt sowie das Triebwachstum im ersten Jungfeldjahr erfasst. Zudem wurden in der bereits im Vorjahr 2021 erstellten Versuchspflanzung mit Spätburgunder der Anschnitt nach dem ersten Jungfeldjahr sowie bei der Versuchspflanzung im Jahr 2020 mit Muskateller der Anschnitt nach dem zweiten Jungfeldjahr erfasst. Darüber hinaus wurden Messungen zum Temperaturverlauf während der HWB durchgeführt und erste Ergebnisse gewonnen.

Muskateller Pflanzjahr 2020, Anschnitt 2021/2022 (zweites Jungfeldjahr)

Beim Schnitt nach dem ersten Jungfeldjahr im Winter 2020/2021 konnte bei den behandelten Reben der Heißwasservariante nur ein geringerer Anteil auf Stammhöhe angeschnitten werden (Versuchsbericht 2021). Nachdem sich das Wachstum der Reben im zweiten Jungfeldjahr 2021 weitgehend angeglichen hatte, konnten im Winter 2021/2022 mit 93 Prozent bzw. 92 Prozent bei der unbehandelten Kontrollvariante und 88 Prozent bei der HWB-Variante bei einem hohen Anteil der Reben Fruchtruten angeschnitten werden (Abb. 1). Im Unterschied zum ersten Jungfeldjahr konnten keine auffälligen Wachstumsunterschiede mehr zwischen den jeweiligen Wiederholungen bzw. den Reihen der Varianten festgestellt werden. Der höhere Anteil fehlender bzw. nachgestufter Stöcke bei den HWB-Reben beruht vor allem auf der erhöhten Ausfallrate im ersten Jungfeldjahr

nach der Anpflanzung. Der Rebenausfall im zweiten Jungfeldjahr betraf nur einzelne Pflanzen und es wurden keine merklichen Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt.

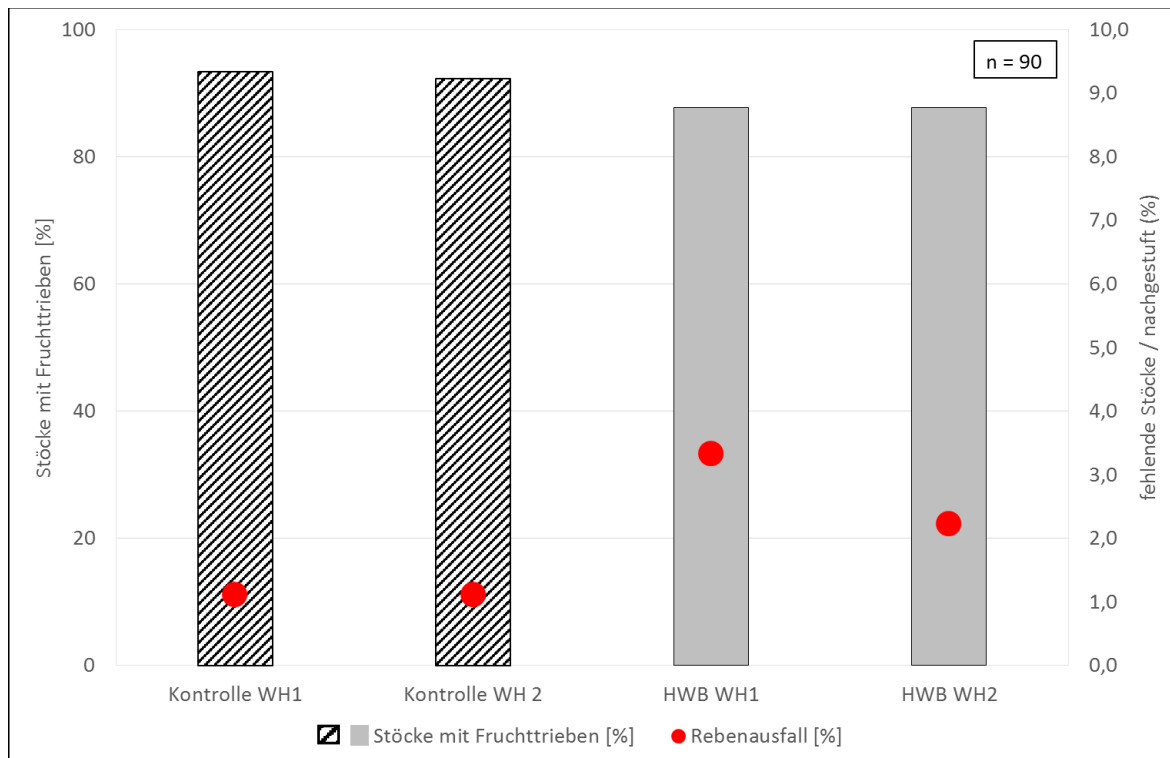


Abbildung 1: Rebschnitt bei Muskateller-Reben nach dem zweiten Jungfeldjahr im Winter 2021/2022. Prozentualer Anteil an Reben mit Fruchttruten sowie abgestorbene Reben. Haardter Herrenletten, toniger Lehm, Pflanzung 2020.

Spätburgunder/SO4 Pflanzjahr 2021, Anschnitt 2021/2022 (erstes Jungfeldjahr)

Beim Anschnitt nach dem ersten Jungfeldjahr im Winter 2021/2022 lag der Anteil der Rebstöcke, die auf Stammhöhe angeschnitten werden konnten, bei der unbehandelten Kontrollvariante mit 72 Prozent in vergleichbarer Höhe wie bei den Reben, die zwei Monate vor der geplanten Anpflanzung mit Heißwasser behandelt wurden (73 Prozent, vgl. Abb. 2). Bei den Varianten, bei denen die HWB einen Monat bzw. drei Monate vor der Anpflanzung durchgeführt wurde, konnten 59 Prozent bzw. 64 Prozent der Reben auf Stammhöhe angeschnitten werden. Bei den Reben der Varianten mit einer HWB vier Monate bzw. fünf Monate vor der geplanten Anpflanzung war dieser Anteil mit nur 53 Prozent bzw. 25 Prozent merklich geringer. Zudem war bei diesen Varianten mit fünf Prozent bzw. 15 Prozent ein deutlich erhöhter Rebenausfall aufgetreten.

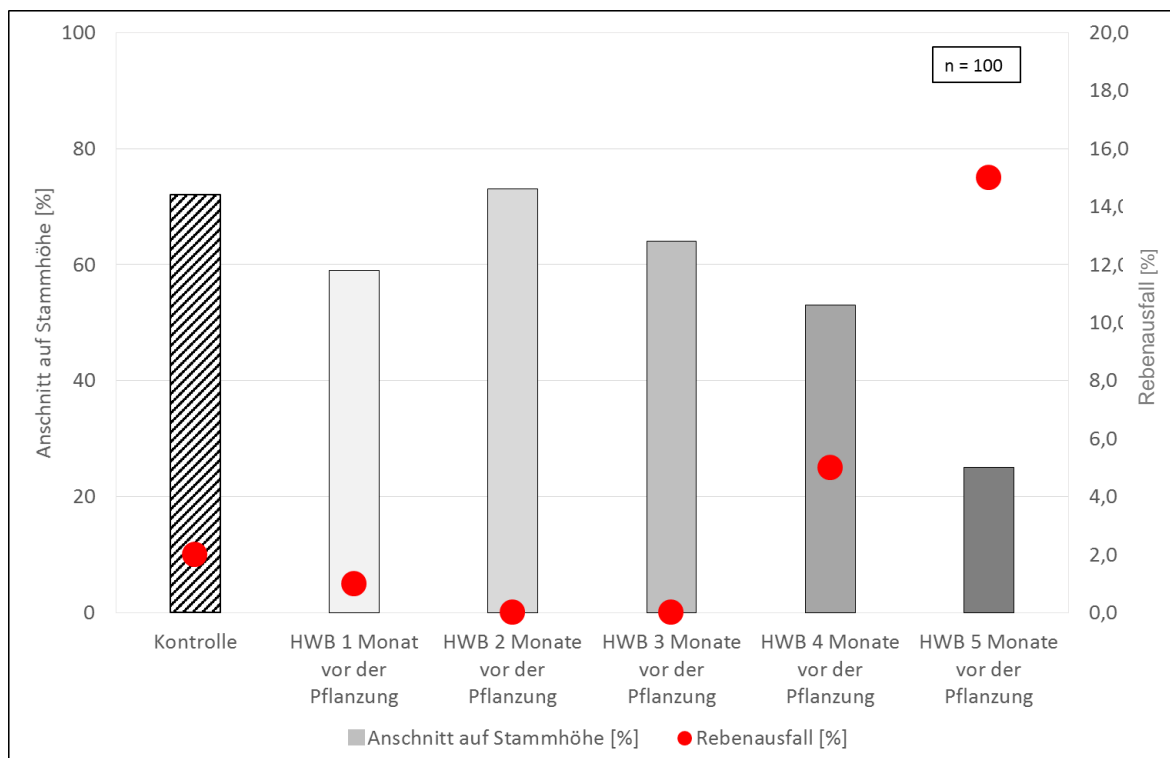


Abbildung 2: Rebschnitt bei Spätburgunder/SO4 nach dem ersten Jungfeldjahr 2021/2022. Anteil Reben auf Stammhöhe und Rebenausfall. Haardter Herrenletten, toniger Lehm, Pflanzung 2021.

Syrah/SO4 Pflanzjahr 2022, Wachstum im ersten Jungfeldjahr

Die im Vorjahr begonnenen Versuche, vor der Anpflanzung den richtigen Zeitpunkt der HWB von Pflanzreben während der Kühlhauslagerung festzustellen, wurden im aktuellen Versuchsjahr 2022 fortgeführt. Dazu wurden Reben der Pfropfkombination Syrah/SO4 zu den Zeitpunkten vier, drei und zwei Monate vor der geplanten Anpflanzung einer Heißwasserbehandlung unterzogen. Die Reben wurden am 06.04.2022 im Jungfeld gepflanzt. Trotz ausgeprägter Trockenheit während der Vegetationsperiode 2022 zeigten die Reben ein gutes Wachstum, so dass sie bei allen Varianten eine Trieblänge von mindestens 135 cm erreichten. Dabei waren nur geringfügige Unterschiede zwischen den verschiedenen Versuchsvarianten festzustellen. Die Reben der mit Heißwasser behandelten Varianten erreichten gleichgroße und teilweise größere Triebhöhen wie die unbehandelten Reben der Kontrollvariante. Bei den zwei bzw. drei Monate vor der geplanten Anpflanzung mit Heißwasser behandelten Reben wurden die größten Triebhöhen gemessen. Zudem waren keine oder nur geringe Stockausfälle in diesen Varianten festzustellen. Auffallend ist allerdings die erhöhte Ausfallrate

von 25 Prozent und von 100 Prozent bei den Reben der Varianten HWB vier Monate beziehungsweise HWB fünf Monate vor der geplanten Pflanzung. Bei den Reben der Variante HWB fünf Monate vor der Anpflanzung konnte während der HWB eine Fehlfunktion des Heißwassergerätes festgestellt werden. Durch die Fehlfunktion wurde die Temperatur im Wasserbad zu stark erhöht, so dass es zu Schäden an den Reben kam.

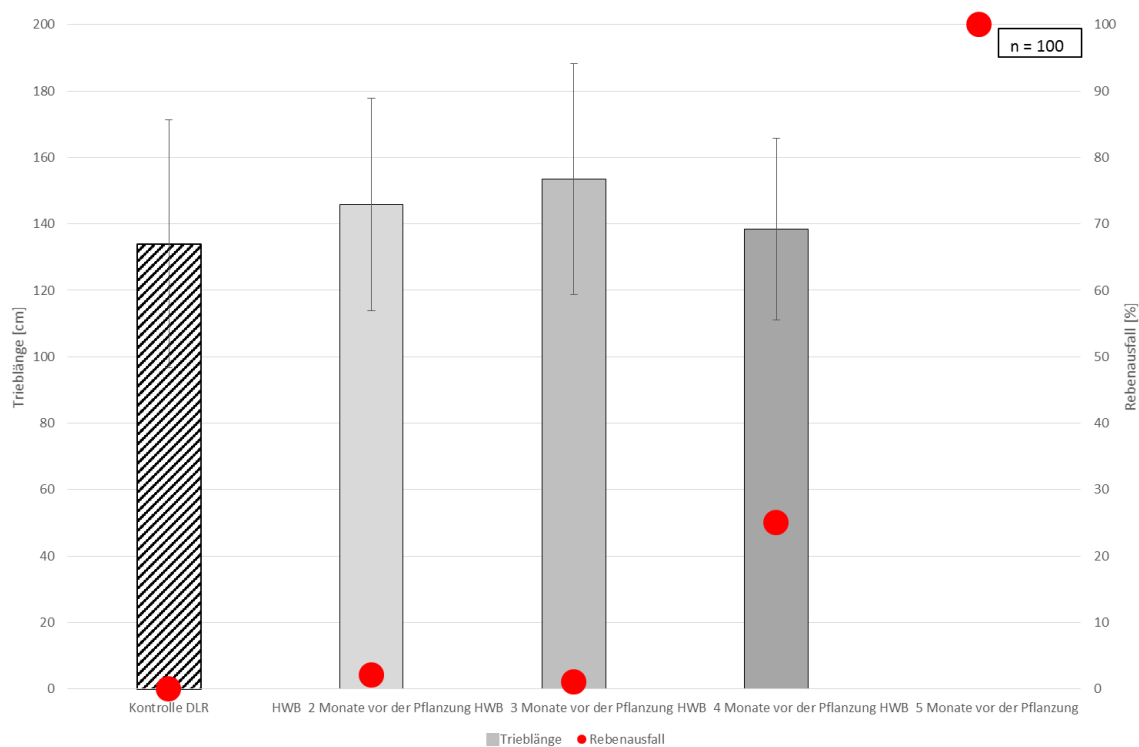


Abbildung 3: Trieblänge und Rebenausfall bei Syrah/SO4 nach dem ersten Jungfeldjahr 2022. Mußbacher Hundertmorgen, sandiger Lehm, Pflanzung 2022.

Temperaturmessungen im Tauchbecken während der HWB

Um die Behandlungstemperaturen während der HWB zu erfassen, wurden Sensoren an verschiedenen Positionen im Tauchbecken positioniert, sowohl innerhalb der Gitterbox zwischen den Bündeln bewurzelter Pflanzreben als auch im umströmenden Wasser. Die anschließende HWB wurde nach Standardprotokoll durchgeführt und der Temperaturverlauf dokumentiert. Erste Ergebnisse belegen Schwankungen der Behandlungstemperatur, wobei insbesondere die Temperatur des zuströmenden Heißwassers problematisch scheint.

Zusammenfassung

Nachdem bei der im Jahr 2020 gepflanzten Versuchsanlage mit Muskateller/SO4 im ersten Jungfeldjahr 2020 erhebliche Unterschiede im Rebenwachstum aufgetreten waren, hat sich das Wachstum der unbehandelten Reben und der HWB-Reben im zweiten Jungfeldjahr 2021 weitgehend angeglichen. Demzufolge konnten beim Rebschnitt im Winter 2021/2022 von den Reben beider Varianten jeweils etwa 90 Prozent der Stöcke mit Fruchtruten angeschnitten werden. Der im Jahr 2021 gepflanzte Versuch mit Spätburgunder/SO4 konnte nach dem ersten Jungfeldjahr im Winter 2021/2022 bei den unbehandelten Reben und bei den Reben, bei denen die HWB zwei Monate vor der Anpflanzung durchgeführt wurde, mit 72 Prozent bzw. 73 Prozent jeweils ein etwa gleich hoher Anteil auf Stammhöhe angeschnitten werden. Eine im Jahr 2022 gepflanzte Anlage mit Syrah/SO4 zeigte im ersten Jungfeldjahr bei allen Reben ein ausgeglichenes Triebwachstum. Dabei waren die Triebe der HWB-Reben gleichgroß oder größer gewachsen wie die Triebe der unbehandelten Kontrollreben. Bei Temperaturmessungen während der HWB wurden erste Hinweise auf Schwankungen der Behandlungstemperatur gefunden. Zur Prüfung und ggf. notwendigen technischen Anpassung des Heißwassergerätes sind weitere Arbeiten erforderlich.

Überprüfung der Praxistauglichkeit von Kationenaustauschern zur Absenkung des pH-Wertes in Most und Wein

Patrick Nickolaus, Pascal Wegmann-Herr

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a.d. Weinstraße

Ausgangssituation

Bedingt durch den Klimawandel erreichen die Trauben heute auch in kühleren Weinbauzonen oft sehr hohe Reifegrade. Dies führt auch zu niedrigeren Säuregehalten und höheren pH-Werten in Mosten und Weinen. Hohe pH-Werte bedeuten ein höheres Risiko für unerwünschte Mikroorganismen, die zur Bildung von flüchtiger Säure und anderen Weinefehlern führen können. Außerdem nimmt die antimikrobielle Wirksamkeit der SO₂ mit steigendem pH-Wert ab, sodass zur Stabilisierung höhere Mengen zugesetzt werden müssen.

Zur Senkung der pH-Werte kann eine Säuerung erfolgen. Durch die Änderung der EU-Verordnung 1308/2013 zum 07.12.2021 ist dies nun in allen Weinbauzonen in der EU generell zulässig. Neben Wein-, Äpfel- und Milchsäure erlaubt die VO (EU) Nr. 2019/934 zur Säuerung auch die Verwendung von Kationenaustauschern.

Ziele

Primäres Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die praktische Anwendbarkeit von Kationenaustauschern zur Absenkung des pH-Wertes in Most und Wein zu überprüfen. Das Verfahren wird dabei mit dem Zusatz von Weinsäure verglichen, insbesondere im Hinblick auf die sensorischen Eigenschaften im fertigen Wein. Darüber hinaus werden auch neue, innovative Verfahren, wie der Einsatz Milchsäure-produzierender Hefen auf ihre Praxistauglichkeit geprüft.

Durchführung

Der Schwerpunkt lag im dritten Jahr des Forschungsprojektes auf der Rotweinaufbereitung. Es wurde dabei untersucht, inwiefern Ionenaustauscher zur Säuerung von Rotweirmaische eingesetzt werden können und wie dies sich im Verhältnis

zu einer Säuerung im Weinstadium auswirkt. Als Rebsorten dienten dabei Spätburgunder und Cabernet Sauvignon. Neben dem bisher verwendeten Ionenaustauscherharz Lewatit S 1668 (Lanxess AG, Köln) wurde mit dem DOWEX Marathon C (Bezug über Aqmos GmbH, Seligenstadt) zusätzlich ein Kunstharz eines anderen Herstellers zum Vergleich eingesetzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Versuchsvarianten zur Säuerung von Maische und Rotwein

Varianten	Spbg.	Cabernet Sauv.
Kontrolle	x	x
Säuerung Maische (1,5 g/L WS)	x	x
Kationenaustauscher (Lewatit S 1668) Maische (15 % der Gesamtmenge)	x	x
Kationenaustauscher (Lewatit S 1668) Wein (20 % der Gesamtmenge)	x	x
Kationenaustauscher (Dowex Marathon C) Wein (20 % der Gesamtmenge)	x	x

Zur Regeneration der Ionenaustauscherkartuschen wurde im Versuchsjahr 2021 außerdem erstmals eine Regenerierstation (G.A. Kiesel GmbH, Heilbronn) verwendet, bei der die Säure in einem geschlossenen Kreislauf verbleibt (Abb. 1).



Abb. 1: Regenerierstation mit Ionenaustauscherkartusche, bei der die Säure in einem geschlossenen Kreislauf bleibt.

Für die Säuerung der Rotweirmaische mit dem Ionenaustauscher wurde zunächst ein Teil des Saftes von der Maische abgezogen und mittels Flotation ge-

klärt. Dies ist sehr wichtig, da sonst die feinen Siebe im Inneren der Ionenaustauscherkartusche durch die Trubstoffe leicht verstopfen, wie sich im Rahmen der Versuche zeigte. Ist das Harz erst einmal mit Trubstoffen verunreinigt, lässt sich das Gemisch aus feinen Kunstharzperlen und Trub außerdem kaum wieder trennen, was zu mikrobiologischen Problemen führen kann. Der vorgeklärte Most wurde mittels Ionenaustauscher behandelt und schließlich der Maische wieder zugesetzt (entsprechend 15 % der Gesamtmenge). Die Maische wurde jeweils in 80 L Milchkannen vergoren und nach 10 Tagen abgepresst. Für die Behandlung im Weinstadium wurden zunächst jeweils rund 250 L Wein in einem etwas größeren Maßstab hergestellt. Die Behandlung mit dem Ionenaustauscher (je 20 %ige Teilmenge) erfolgte hier rund drei Monate nach der Gärung. Der BSA war zu diesem Zeitpunkt bereits vollständig abgeschlossen.

Teil- und Vorabergebnisse

Chemisch-analytische Untersuchungen

Abbildung 2 zeigt die chemisch-analytischen Daten für den Spätburgunder Rotwein zum Zeitpunkt der Flaschenfüllung. Es ist zu erkennen, dass der pH-Wert mittels Ionenaustauscher ähnlich effektiv gesenkt werden konnte wie mit Weinsäure, wobei zugleich die Gesamtsäure in beiden Fällen vergleichbar anstieg. Ähnliches wurde in vorherigen Jahrgängen schon für Weißwein beobachtet. Der Grund hierfür ist, dass bei einer Behandlung im Moststadium (bzw. in der Maische) die Kaliumkonzentration gesenkt wird. Dadurch fällt während der Gärung weniger Weinstein aus und es bleibt mehr Weinsäure im Wein gelöst. Umgekehrt fördert die Zugabe von Weinsäure den Weinsteinausfall, wodurch Kalium abgereichert wird. Diese beiden gegenläufigen Effekte sorgen dafür, dass die im Most noch messbaren Unterschiede in Gesamt- und Weinsäuregehalten sich nach der Gärung nahezu angleichen.

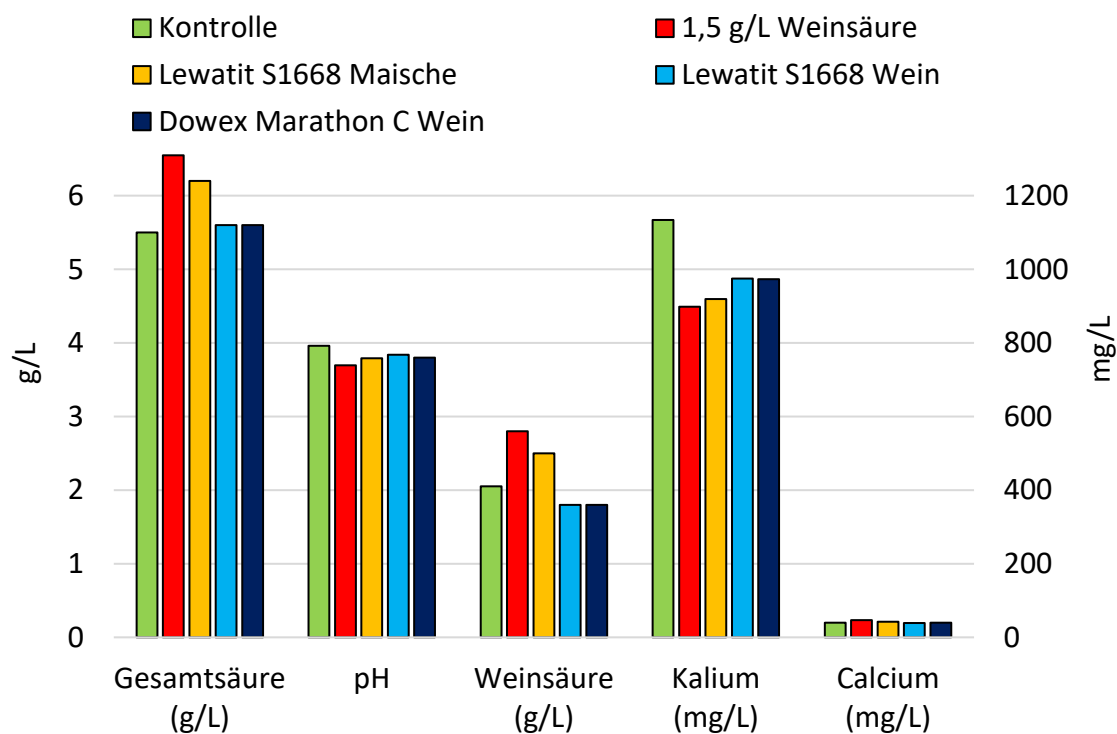


Abbildung 2: Chemisch-analytische Parameter zum Zeitpunkt der Flaschenfüllung beim 2021er Spätburgunder nach Säuerung mittels Weinsäure und Ionenaustauscher im Maische- bzw. Weinstadium.

Es wurde erwartet, dass durch die Abreicherung von Kalium im Saft anschließend wieder mehr Kalium aus der Maische extrahiert wird. In der Folge hätte der Weinsteinausfall in der Variante „Ionenaustauscher Maische“ ähnlich stark sein müssen wie in der Kontrollvariante. Der Weinsäuregehalt wäre dann in diesen beiden Varianten nach der Gärung vergleichbar gewesen. Dies bestätigte sich jedoch nicht. Stattdessen war der Weinsäuregehalt in der mittels Ionenaustauscher behandelten Variante aufgrund eines geringeren Weinsteinausfalls vergleichbar mit der Variante „1,5 g/L Weinsäure“. Der Kaliumgehalt war in diesen beiden Varianten nach der Gärung ebenfalls ähnlich.

Die Anwendung des Ionenaustauschers im Weinstadium führte, wie schon bei Weißwein, zu anderen Ergebnissen. Hier waren die titrierbare Gesamtsäure und die Weinsäure gegenüber der Kontrollvariante kaum verändert. Der pH-Wert lag jedoch um 0,15 Einheiten niedriger. Hier wurden durch den Ionenaustauscher vorwiegend „freie“, also nicht an Säuremoleküle mit hohen pK_s -Werten gebundene, Protonen zugesetzt. Der Weinsteinausfall war zum Zeitpunkt der Behandlung bereits weitgehend abgeschlossen und überlagerte diese Effekte daher

nicht mehr. Die im Weinstadium behandelten Erzeugnisse sind in Bezug auf möglichen Weinsteinausfall als am stabilsten anzusehen, da sie deutlich weniger Kalium enthalten als die Kontrollvariante und weniger Weinsäure als die im Maischestadium gesäuerten Varianten.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse für den Cabernet Sauvignon, bei dem nach dem gleichen Versuchsplan verfahren wurde wie beim Spätburgunder. Im Unterschied zum Spätburgunder war hier der pH-Wert mit über 4,13 deutlich höher, ebenso der Kaliumgehalt mit 1986 mg/L. Sowohl für die Maischebehandlung als auch für die Behandlung im Weinstadium waren die Ergebnisse vergleichbar mit denen beim Spätburgunder und bestätigten diese weitestgehend.

Weder beim Spätburgunder noch beim Cabernet Sauvignon zeigten sich Unterschiede zwischen den Varianten, die mit dem Harz Lewatit S 1668 behandelt wurden und den mit DOWEX Marathon C behandelten Varianten. Beide Harze waren in Bezug auf die pH-Absenkung gleich effektiv.

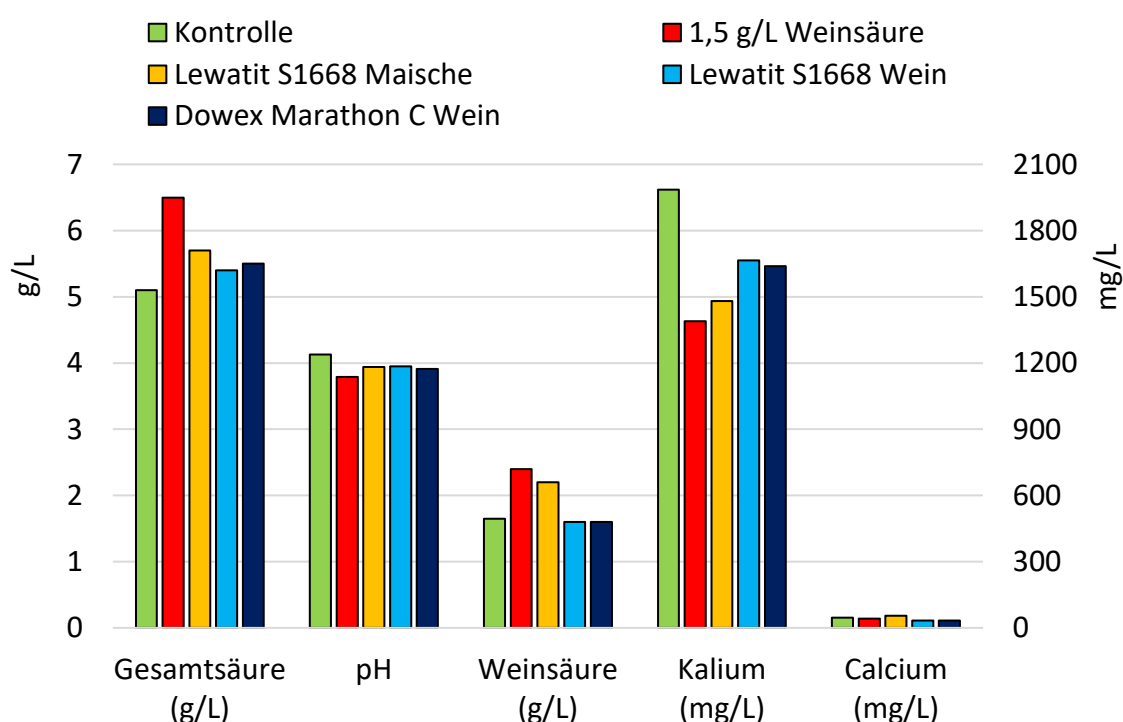


Abbildung 3: Chemisch-analytische Parameter zum Zeitpunkt der Flaschenfüllung beim 2021er Cabernet Sauvignon nach Säuerung mittels Weinsäure und Ionenaustauscher im Maische- bzw. Weinstadium.

Sensorische Beurteilung

Ein trainiertes Prüferpanel, bestehend aus 17 Prüfern, beurteilte die Weine beider Rebsorten randomisiert und in doppelter Wiederholung. Die Ergebnisse für den Spätburgunder sind in Abbildung 4 dargestellt. Deutliche Unterschiede wurden bei der Weinfarbe festgestellt. Die gesäuerten Varianten waren dabei stets dunkler als die nicht gesäuerte Kontrolle. Dies lässt sich durch den niedrigeren pH-Wert erklären, der zu einem höheren Anteil von Anthocyanen in der roten Flavylumstruktur führt. Bei niedrigem pH-Wert können farbstabilisierende Reaktionen zwischen Anthocyanen, Acetaldehyd und anderen Polyphenolen zudem schneller ablaufen, was hier zusätzlich eine Rolle spielen dürfte. Da in der roten Flavylumstruktur vorliegende Anthocyane Kationen sind, können sie prinzipiell auch von Ionenaustauschern aufgenommen und gegen Protonen ausgetauscht werden. Beim Regenerieren des Ionenaustauschers wird dies auch deutlich sichtbar, weil die zuvor gebundenen Anthocyane dann wieder abgelöst werden. In der Folge färbt sich die verwendete Säure deutlich rot. Die Menge der absorbierten Anthocyane ist offenbar jedoch so gering, dass der Effekt durch die oben genannten farbvertiefenden Effekte vollständig überlagert wird.

In der Säureintensität wurden beim Spätburgunder zwar keine signifikanten Unterschiede festgestellt, dafür jedoch in der Art der Säurewahrnehmung. Bei der mit Weinsäure gesäuerten Variante wurde die Säure von den Verkostern als am spitzesten wahrgenommen, gefolgt von der Variante „Ionenaustauscher Maische“. Zwischen der Kontrolle und den im Weinstadium mit dem Ionenaustauscher behandelten Varianten gab es hingegen keine signifikanten Unterschiede in diesem Attribut. Im Wesentlichen folgt die Bewertung dieses Attributes somit der analytisch gemessenen titrierbaren Gesamtsäure. Geringfügige Unterschiede bei den Geruchsattributen konnten beim Spätburgunder nicht in Zusammenhang mit dem Ionenaustauscher gebracht werden.

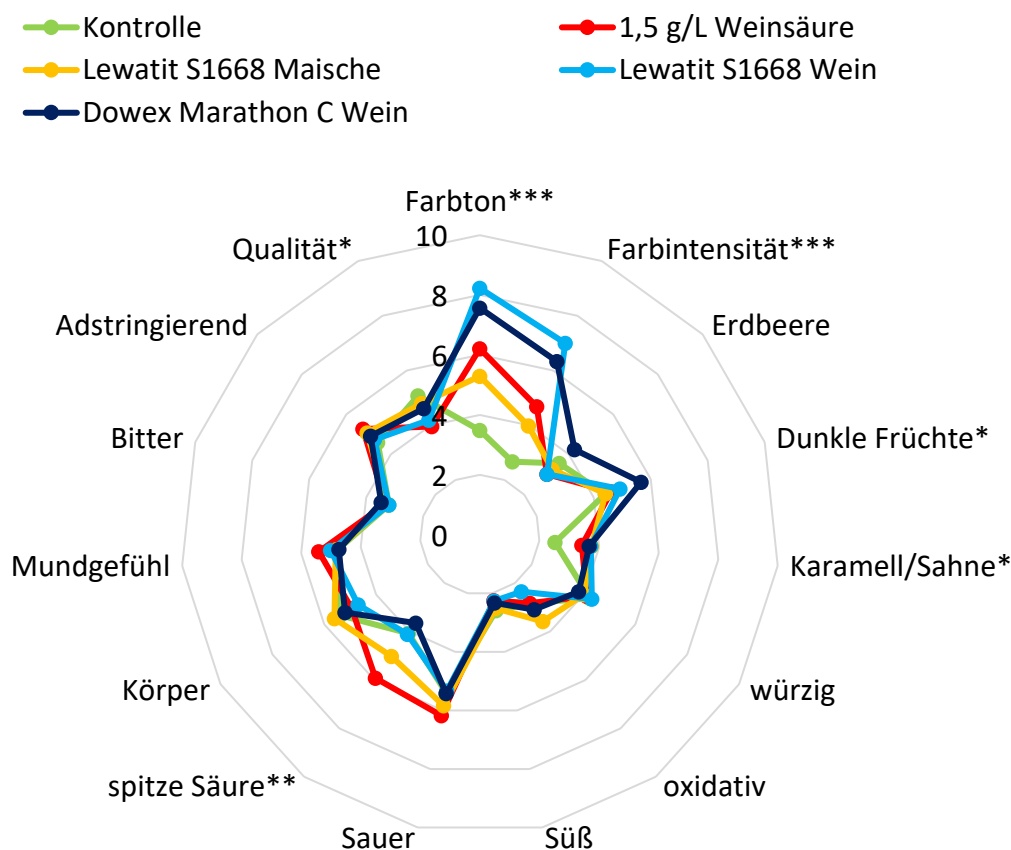


Abbildung 4: Sensorische Beurteilung des 2021er Spätburgunder nach Säuerung mit Weinsäure und Ionenaustauscher im Maische- bzw. Weinstadium. Signifikanzniveaus: *: $0,05 \geq p > 0,01$, **: $0,01 \geq p > 0,001$, ***: $p < 0,001$.

Bei Cabernet Sauvignon wurden ebenfalls Unterschiede in Farbintensität und Farbton festgestellt. Hier wies die Kontrollvariante die höchste Farbintensität auf. Zugleich tendierte der Farbton aber eher Richtung rot-braun und weniger Richtung violett. Hier könnten unerwünschte Oxidationsreaktionen abgelaufen sein, die nicht im Zusammenhang mit dem Versuch standen. Der Vergleich mit dem mit Weinsäure gesäuerten Wein zeigt jedoch, dass auch hier der Einsatz der Ionenaustauscher in der Maische und im Weinstadium eher einen positiven Einfluss auf die Weinfarbe hatte.

Die mit Weinsäure gesäuerte Variante wurde im Vergleich zu den anderen Varianten von den Verkostern als am stärksten sauer wahrgenommen. Zugleich wurde die Säurewahrnehmung bei diesem Wein auch als am deutlichsten spitz bewertet. Die Behandlung der Maische mit dem Ionenaustauscher führte auch beim Cabernet Sauvignon eher zu einer spitzeren Säurewahrnehmung als die

Behandlung im Weinstadium. Bei diesem polyphenolreichen Cabernet Sauvignon zeigte sich außerdem, dass die Kontrolle im Vergleich zu den gesäuerten Weinen als bitterer empfunden wurde. Zwar ist bekannt, dass sich die Bitterwahrnehmung mit zunehmender Säure verringert, jedoch bestand der Unterschied in der Bitterkeit auch im Vergleich zu Weinen, die von den Verkostern gar nicht als saurer bewertet wurden, wie die Variante „Lewatit S1668 Wein“. Möglicherweise spielt hier auch der pH-Wert eine Rolle, der sich nicht direkt auf die Säurewahrnehmung auswirkt.

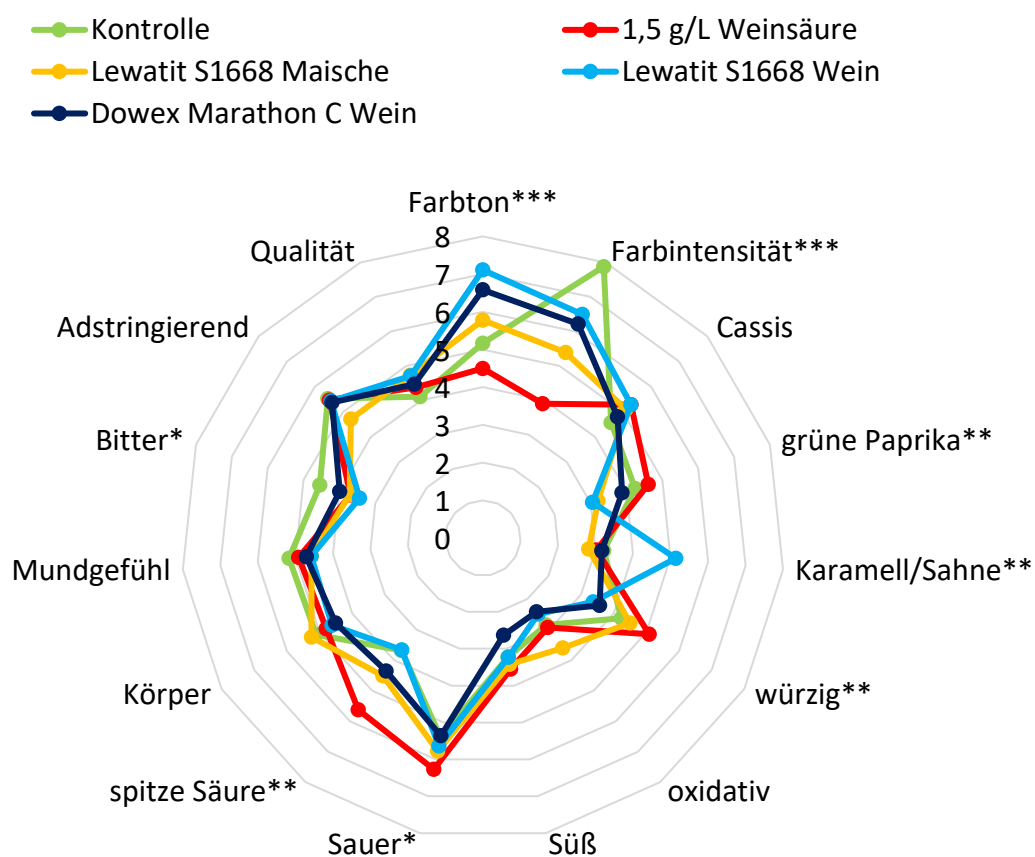


Abbildung 5: Sensorische Beurteilung des 2021er Cabernet Sauvignon nach Säuerung mit Weinsäure und Ionenaustauscher im Maische- bzw. Weinstadium. Signifikanzniveaus: *: $0,05 \geq p > 0,01$, **: $0,01 \geq p > 0,001$, ***: $p < 0,001$.

Unterschiede wurden auch im Geruchsattribut „grüne Paprika“ festgestellt. Es zeigte sich hier ein klarer Zusammenhang mit den mittels Ionenaustauscher behandelten Varianten, die in diesem Attribut allesamt als weniger intensiv bewertet wurden. Das „grüne Paprika“-Aroma in Cabernet Sauvignon oder Sauvignon

blanc wird von Methoxypyrazinen hervorgerufen. Diese können ebenfalls als Kationen vorliegen und damit vom Kationenaustauscher aufgenommen werden. Beim 2020er Sauvignon Blanc war dies bereits analytisch und sensorisch feststellbar. Die Ergebnisse beim 2021er Cabernet Sauvignon Rotwein bestätigen dies nun noch einmal. Der Effekt war unabhängig davon, ob die Behandlung in der Maische oder im Weinstadium erfolgte, jedoch scheint das Harz Lewatit S1868 in dieser Hinsicht etwas effektiver zu sein.

Auffällig ist die signifikant höhere Bewertung des Attributes Karamell/Sahne bei der Variante „Lewatit S1668 Wein“. Dieses Attribut steht für eine etwas schwer zu beschreibende Fremdnote, die offenbar durch den Einsatz des Ionenaustauschers im Weinstadium teilweise hervorgerufen wurde. Das vom Hersteller empfohlene Spülen des Harzes mit Natronlauge verringerte das Problem zwar, konnte es leider jedoch nicht vollständig beheben. Möglicherweise war die vorgenommene Spülung mit Natronlauge hier schlicht noch nicht ausreichend. Für die vorliegenden Versuche wurde außerdem fast durchgehend neues Harz verwendet. Die behandelten Weinmengen waren im Vergleich zu den behandelten Weinvolumina gering. Es ist damit zu rechnen, dass bei größeren Weinmengen und längerem Betrieb die beschriebene Fehlnote nicht mehr auftritt, zumal das verwendete Harz eine Zulassung für den Einsatz in der Lebensmittelproduktion hat und vom Hersteller auch explizit für die Verwendung im Weinbereich empfohlen wird. Bei einer Behandlung im Most bzw. in der Maische trat das Problem kaum bis gar nicht auf. Anzumerken ist, dass beim Harz DOWEX Marathon C keine vergleichbaren Fehlnoten auftraten. Allerdings liegt uns zum gegenwärtigen Zeitpunkt hier keine Zulassung für den Lebensmittelbereich vor, die Verwendung erfolgte in diesem Fall rein zu Versuchszwecken.

Fazit

Die vorgestellten Versuchsergebnisse zeigen, dass Ionenaustauscher auch im Rahmen der Rotweinerstellung verwendet werden können. Zur Verwendung in der Maische muss dazu zunächst ein Teil des Saftes abgezogen und vorgeklärt werden, was einen erheblichen Mehraufwand bedeutet. Zugleich führt die Anwendung hier zu Ergebnissen, die mit einem Weinsäurezusatz vergleichbar sind, mit einer tendenziell etwas weniger spitzen Säurewahrnehmung beim Ionenaustauscher. Die Anwendung im Weinstadium führte hingegen zur einer Absenkung

des pH-Wertes ohne signifikante Änderung der sensorischen Säurewahrnehmung.

Ein Problem kann die „Sahne/Karamell“-Note darstellen, die hier durch die Verwendung des Ionenaustauschers im Weinstadium hervorgerufen wurde. Dies lässt sich möglicherweise mit einem intensiveren Spülen des Ionentauscherharzes mit Natronlauge beheben. In jedem Fall ist dieser Aspekt bei einer Anwendung im Weinbereich zu berücksichtigen. Eine geruchliche Prüfung des behandelten Weines muss daher vor dem Rückverschnitt stets erfolgen.

Obwohl Ionenaustauscher Anthocyane adsorbieren können, waren die im Rahmen der Versuche behandelten Rotweine durchweg farbintensiver als die Kontrollvarianten, weil der geringere pH-Wert allgemein zu einer höheren Farbintensität führt und die Bildung farbstabiler Pigmente fördern kann. Die Adsorption von Methoxypyrazinen führte hingegen zu einer signifikanten Abnahme des sensorischen Attributs „grüne Paprika“. Da dieses zumindest bei Rotweinen der Sorte Cabernet Sauvignon eher unerwünscht ist, kann dieser Nebeneffekt gegebenenfalls genutzt werden, um einen weniger grünen Weinstil zu erzeugen.

ATW-Nr.: 214

FDW-Berichterstattung 2022

KTBL-Titel: 214

Einsatz von Bio-Lignincarriern gegen Esca in der Pflanzguterzeugung

Dr. Ruth Walter, Dr. Joachim Eder

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a.d. Weinstraße

Dr. Jochen Fischer-Schuch

Institut für Biotechnologie und Wirkstoff-Forschung, Mainz

Prof. Dr. Frederick Wurm, Stefan Peil

Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Ausgangssituation

Ein Forschungskonsortium bestehend aus dem MPI-P in Mainz, dem DLR Rheinpfalz in Neustadt a. d. Weinstraße und dem IBWF aus Kaiserslautern hat in einem vorangegangenen Projekt eine Methode entwickelt, bei der Fungizid-gefüllte Nanopartikel, Biocarrier (BC), in die Reben injiziert werden können. Bei der neuen BC-vermittelten Methode gegen Esca-Erreger werden minimale Mengen von Fungiziden in den Rebstamm injiziert, die in biobasierten und biologisch abbaubaren Lignin-Carriern eingekapselt sind. Ein Vorteil der Methode besteht darin, dass die verwendeten Fungizide erst bei Bedarf freigesetzt werden. Holzzerstörende Esca-Erreger bilden für den Abbau von Lignin ligninolytische Enzyme. Durch diese Enzyme wird die Lignin-Ummantelung der Fungizid-beladenen Biocarrier abgebaut und die fungiziden Wirkstoffe freigesetzt. Die spezifische antimykotische Aktivität konnte in vitro und in planta bereits in Feldstudien (2014-2019) bestätigt und eine langfristig kurative Wirkung unter Verwendung einer Kleinmenge an Fungizid bei etablierten Weinpflanzen im Weinberg aufgezeigt werden.

Ziel des Projektes

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer langfristig wirksamen Bekämpfungsmethode gegen Esca-Erreger auf Basis Fungizid-gefüllter Micropartikel, sogenannte Biocarrier (BC), in der Rebenpflanzguterzeugung. Hierbei handelt es sich um Microkapseln, die mit dem natürlichen Zellwandbestandteil Lignin umhüllt

sind. Das Lignin wird durch Enzyme der Schadpilze abgebaut, wodurch das enthaltene Fungizid an Ort und Stelle freigesetzt wird. Es soll geprüft werden, ob bereits bei der Produktion pflanzfähiger Reben ein präventiver Langzeitschutz integriert werden kann, der erst zu einem späteren Zeitpunkt und nur bei Bedarf aktiviert wird. Lignin-ummantelte Biocarrier könnten eine langfristige Befallsvermeidung von Esca in jungen Ertragsanlagen ermöglichen.

Versuchsdurchführung

Für die Untersuchungen wurden Esca-Erreger und Lignin-Kapseln gezielt in Reben-Stecklinge inokuliert. Die Entwicklung der Erreger wurde sowohl in Stecklings-Gewächshausversuchen als auch in veredelten, eingeschulten Pflanzen molekularbiologisch untersucht. Die Versuche wurden 2021 und 2022 angesetzt und zu verschiedenen Zeitpunkten beprobt. Eine Übersicht über alle Aktivitäten wurde in Tabelle 1 und Tabelle 2 gelistet.

Tabelle 1: Versuchsdurchführung Versuchsjahr 2021.

Maßnahme	Datum
Inokulation Edelreiser	06.04.2021
Anzucht Gewächshauspflanzen	06.04.2021
Veredlung und Vortreiben	07.04.2021
Einschulung	17.05.2021
Probenahme und Auswertung Gewächshauspflanzen	11.10.2021
Probenahme und Auswertung der veredelten Pflanzen	11.10.2021

Tabelle 2: Versuchsdurchführung Versuchsjahr 2022

Maßnahme	Datum
Inokulation Edelreiser	06.04.2022
Veredlung und Vortreiben	07.04.2022
Einschulung	18.05.2022
Probenahme und Auswertung der veredelten Pflanzen	27.09.2022

Versuchsvarianten: Für die Versuche wurde Vermehrungsholz der Sorten Silvaner und Dornfelder mit verschiedenen Testvarianten mittels Unterdruck inokuliert. Alle Versuchsvarianten wurden in Tabellen 3 und 4 aufgeführt. Dabei wurden das Holz mit den Pathogenen, mit Fungizid-gefüllten (Tebuconazol) und leeren Lignin-Carriern (ohne Fungizid) oder Trichoderma-Sporen als Antagonist behandelt. Anschließend wurden die Stecklinge veredelt und eingeschult (2021: n = 100; 2022: n = 80). Die Veredlungen erfolgten auf die Unterlagen Rici und

SO4. Im Jahr 2021 wurden weitere 12 Stecklinge pro Variante unveredelt als Gewächshausstecklinge angezogen.

Tabelle 3: Versuchsvarianten 2021

Variante	Rebsorte	Anzahl [n]*	Pathogen**	Lignin-Carrier
1	Dornfelder	100	Pch	-
2	Dornfelder	100	BOT	-
3	Dornfelder	100	-	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
4	Dornfelder	100	-	leere Lignin-Carrier
5	Dornfelder	100	Pch	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
6	Dornfelder	100	BOT	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
7	Dornfelder	100	Pch	leere Lignin-Carrier
8	Dornfelder	100	BOT	leere Lignin-Carrier
9	Dornfelder	100	-	-
10	Silvaner	100	Pch	-
11	Silvaner	100	BOT	-
12	Silvaner	100	-	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
13	Silvaner	100	-	leere Lignin-Carrier
14	Silvaner	100	Pch	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
15	Silvaner	100	BOT	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
16	Silvaner	100	Pch	leere Lignin-Carrier
17	Silvaner	100	BOT	leere Lignin-Carrier
18	Silvaner	100	-	-

*veredeltes Pflanzgut, weitere 12 Stecklinge pro Variante wurden nicht veredelt und im Gewächshaus angezogen

**Pch: *Phaeomoniella chlamydospora*; BOT: *Botryosphaeria obtusa*

Tabelle 4: Versuchsvarianten 2022, veredeltes Pflanzgut

Variante	Rebsorte	Anzahl [n]	Pathogen*	Lignin-Carrier bzw. Trichoderma (Antagonist)
1	Silvaner	80	-	-
2	Silvaner	80	BOT + Pch	-
3	Silvaner	80	BOT + Pch	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
4	Silvaner	80	BOT + Pch	Trichoderma
5	Dornfelder	80	-	-
6	Dornfelder	80	BOT + Pch	-
7	Dornfelder	80	BOT + Pch	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier
8	Dornfelder	80	BOT + Pch	Trichoderma

*Pch: *Phaeomoniella chlamydospora*; BOT: *Botryosphaeria obtusa*

Versuchsauswertung: Die Versuchsvarianten wurden auf verschiedene Fragestellungen hin ausgewertet. Zum einen wurde bonitiert, ob eine Behandlung der Reben mit den Lignin-Carriern einen negativen Einfluss auf die Entwicklung des veredelten Rebenpflanzguts hat. Zum anderen wurde geprüft, ob die Fungizid gefüllten Lignin-Carrier (2021, 2022) oder Trichoderma (2022) die Entwicklung der Pathogene während der ersten Wachstumsmonate des Pflanzguts hemmen oder verhindern können. Eine quantitative Bestimmung des Pathogenbefalls in

den Stecklingen erfolgte molekularbiologisch mittels qPCR. Zusätzlich erfolgte ein qualitativer Abgleich der Ergebnisse mittels mykologischer Labortests (2021).

Teil- und Vorabergebnisse

Vitalität der Reben

An getopften Gewächshauspflanzen führte keine der Behandlungen zu Austriebsstörungen oder auffälligem Wachstum (Tabelle 5). Hierbei wurde das Wachstum der Reben anhand von Bonituren in vier Stufen erfasst.

Tabelle 5: Wachstum der Gewächshauspflanzen (2021)

Variante	Behandlung*	Rebsorte	MW**
1	Wasser	Silvaner	2,00
2	Pch	Silvaner	2,11
3	BOT	Silvaner	1,67
4	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	1,00
5	leere Lignin-Carrier	leere	1,67
6	Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	1,00
7	BOT + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	1,44
8	Pch + leere Lignin-Carrier	Silvaner	1,33
9	BOT + leere Lignin-Carrier	Silvaner	1,67
10	Wasser	Dornfelder	2,44
11	Pch	Dornfelder	2,33
12	BOT	Dornfelder	1,33
13	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	1,78
14	leere Lignin-Carrier	Dornfelder	1,11
15	Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	1,00
16	BOT + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	1,44
17	Pch + leere Lignin-Carrier	Dornfelder	1,11
18	BOT + leere Lignin-Carrier	Dornfelder	1,89

*Pch: *Phaeomoniella chlamydospora*; BOT: *Botryosphaeria obtusa*

**Mittelwerte aus 10 Wiederholungen. 1: gesund, starker Wuchs, ohne Auffälligkeiten; 2: schwacher Wuchs; 3: kaum Wuchs; 4: abgestorben

Veredelte Reben wurden im Jahr 2021 und 2022 nach dem Vortreiben auf ihre Ausfallrate bonitiert. Im Jahr 2021 konnte durch eine versehentliche Vermischung

der Varianten 1-3 und 7-8 die Ausfallraten dieser Varianten nicht klar voneinander abgegrenzt werden. Die Ergebnisse (Tabelle 6) deuteten an, dass die Stecklinge, die mit dem Sporenmix Pch und Bot inokuliert wurden, eine höhere Ausfallrate zeigten, als die Stecklinge der anderen Versuchsvarianten. Die Ausfallraten der Pathogen-Varianten 4 und 9 waren jeweils größer als die der „Pathogen plus Carrier-Varianten“ 5 und 10. Diese Beobachtung konnte an den veredelten Pflanzen im Jahr 2022 nicht bestätigt werden (Tabelle 7). In diesem Jahr lag die Ausfallrate nach dem Vortreiben bei allen Varianten zwischen 5 % und 7 %.

Tabelle 6: Ausfallrate bei veredelten Stecklingen nach dem Vortreiben (2021)

Variante	Behandlung*	Sorte	Ausfallrate [%]
1	-	Silvaner	14
2	leere Lignin-Carrier	Silvaner	
3	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	
4	Pch + BOT	Silvaner	15
5	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier + Pch + BOT	Silvaner	4
6	-	Dornfelder	1
7	leere Lignin-Carrier	Dornfelder	17
8	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	
9	Pch + BOT	Dornfelder	12
10	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier mit Pch + BOT	Dornfelder	9

*Pch: *Phaeomoniella chlamydospora*; BOT: *Botryosphaeria obtusa*

Tabelle 7: Ausfallrate bei veredelten Stecklingen nach dem Vortreiben (2022)

Variante	Behandlung*	Sorte	Ausfallrate [%]
1	-	Silvaner	7
2	BOT + Pch	Silvaner	6
3	BOT + Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	5
4	BOT + Pch + Trichoderma	Silvaner	5
5	-	Dornfelder	5
6	BOT + Pch	Dornfelder	7
7	BOT + Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	6
8	BOT + Pch + Trichoderma	Dornfelder	4

*Pch: *Phaeoconiella chlamydospora*; BOT: *Botryosphaeria obtusa*

Befall in inokuliertem Vermehrungsmaterial

Mykologische Untersuchungen: Von allen Testvarianten, die im Gewächshaus (keine Veredlung) mykologisch untersucht wurden, konnten bei Dornfelder fünf von sechs Proben positiv auf BOT (*Botryosphaeria*) getestet werden. In den Dornfelder-Stecklingen, die mit BOT und Fungizid-gefüllten Carriern inokuliert wurden, konnte der Erreger dagegen nicht nachgewiesen werden. Pch (*Phaeoconiella*) wurde aus keinem der Stecklinge isoliert. Ebenso zeigte keine der Silvaner-Stecklinge Pilzwachstum.

Tabelle 8: Mykologische Untersuchung der Gewächshauspflanzen (2021)

Variante	Behandlung	Rebsorte	Stecklinge [n]	Pathogen-Reisolation [n]
1	-	-	3	-
2	Pch	Silvaner	3	-
3	BOT	Silvaner	3	-
4	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
5	leere Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
6	Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
7	BOT + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
8	Pch + leere Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
9	BOT + leere Lignin-Carrier	Silvaner	3	-
10	-	Dornfelder	3	-
11	Pch	Dornfelder	3	-
12	BOT	Dornfelder	3	2
13	Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	3	-
14	leere Lignin-Carrier	Dornfelder	3	-
15	Pch + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	3	-
16	BOT + Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier	Dornfelder	3	-
17	Pch + leere Lignin-Carrier	Dornfelder	3	-
18	BOT + leere Lignin-Carrier	Dornfelder	3	3

Molekularbiologische Untersuchungen: Anhand der molekularbiologischen Untersuchungen (qPCR) konnte gezeigt werden, dass die Behandlung des Pflanzmaterials mit den Fungizid-gefüllten Lignin-Carriern das Wachstum der Pathogene BOT und Pch deutlich reduzierte (Gewächshausversuch 2021, Abb. 1) oder auch vollständig hemmte (Freilandversuch 2021, Abb. 2). Die molekularbiologische Analyse der Freilandpflanzen 2022 steht noch aus.

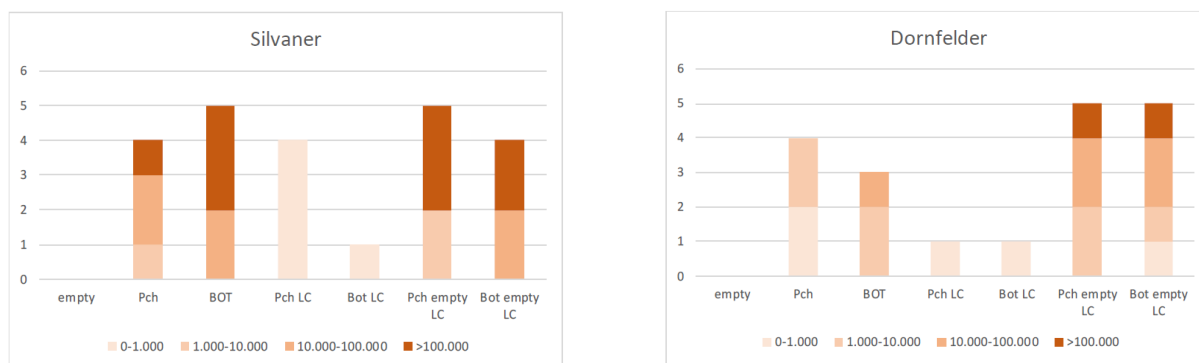


Abbildung 1: Molekularbiologische Untersuchung (qPCR) der Silvaner und Dornfelder-Gewächshauspflanzen (n = 5, 2021). Die nachgewiesene DANN-Menge (fg DNA/g Holz) wurde in vier Befallsklassen dargestellt.

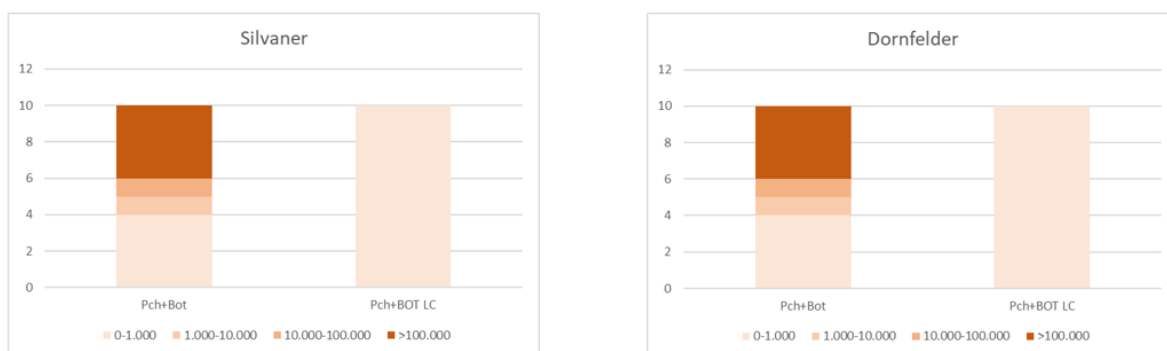


Abbildung 2: Molekularbiologische Untersuchung (qPCR) der veredelten Silvaner und Dornfelder-Freilandpflanzen (n = 10, 2021). Die nachgewiesene DANN-Menge (fg DNA/g Holz) wurde in vier Befallsklassen dargestellt.

Fazit

Die mit den Lignin-Carriern inokulierten Stecklinge zeigten keine Wachstumsauffälligkeiten und die Ausfallraten nach dem Vortreiben bei der Veredlung der Pflanzen war bei allen Varianten vergleichbar. Anhand der mykologischen Untersuchungen im Versuchsjahr 2021 konnten keine eindeutigen Rückschlüsse gezogen werden. Die molekularbiologischen Untersuchungen ermöglichen durch die quantitative Analyse eine eindeutige Ergebnisinterpretation. Fungizid-gefüllte Lignin-Carrier führten zu einer deutlichen Reduktion der Erreger im Holz (Gewächsversuch 2021) und einer vollständigen Hemmung des Pilzwachstums in veredelten Pflanzen (Freilandversuch 2022).

Weiterentwicklung der mechanischen Unterstockbewirtschaftung auf der Basis des Überzeilenrahmens als Komplettbewirtschaftungssystem

Dr. Matthias Porten

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel, Bernkastel-Kues

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Leistungsfähigkeit des als Komplettbewirtschaftungssystem konzipierten Überzeilenrahmens des Weingutes Beiser zu bewerten und zu optimieren. Aufgrund sehr ungünstiger Witterungsverhältnisse konnten nicht alle für 2022 geplanten Versuche durchgeführt werden.

Versuche

Bei den Versuchen im Jahr 2022 wurden mehrere Rebflächen des Weingutes Beiser mit dem „System Beiser 2“ bearbeitet. Innerhalb der Versuchssaison wurde erstmals in diesem Jahr auf eine Zeiterfassung gebaut, die auf der Nutzung einer GoPro-Kamera basiert. Mit diesem System können Versuchsfahrten auf unterschiedlichem Terrain aufgezeichnet werden. Das bedeutet auch, dass größere Schläge komplett hinsichtlich der Versuchsfahrt dokumentiert werden können. Damit ist eine hohe Wiederholungszahl bei jeder Versuchsfahrt und entsprechender Fragestellung möglich. Mit dieser höheren Wiederholungszahl werden die Daten somit valider. Besonders hinsichtlich der Wendezeiten am oberen und unteren Ende der Rebanlage kann damit eine sehr exakte Ermittlung der Wendezeiten ermittelt werden. Hier wird durch die erwähnte höhere Wiederholungszahl eine bessere Normalisierung der Wendezeiten erreicht. Weiterhin können mit dieser Art der Datenerfassung die genauen Fahrzeiten in der Zeile auch exakt und reproduzierbar erfasst werden. Diese Art der Datenerfassung mit der GoPro-Kamera trägt somit zur verbesserten und nachvollziehbaren Ermittlung von arbeitswirtschaftlichen Daten bei.

Insgesamt waren folgende Werkzeugkombinationen als Versuchsfahrten im Jahr 2022 geplant:

- Nur Scheibe (1)
- Nur Rollhacke (2)
- Nur Fingerkralle Bär (3)
- Scheibe in Kombination mit Fingerkralle (4)
- Rollhacke in Kombination mit Fingerkralle (5)
- Scheibe in Kombination mit Rollhacke (6)
- Anwendung von Stockbürsten (7)
- Eine beliebige Verbindung von (1) bis (6) mit einem kleinen Mulchgerät
- Eine beliebige Verbindung von (1) bis (6) mit einem kleinen Striegel
- Eine beliebige Verbindung von (1) bis (6) mit einem kleinen Mulchgerät und einem kleinen Striegel (jeweils am linken bzw. rechten Mast)
- Eine beliebige Verbindung von (1) bis (6) mit einer Begrünungswalze
- Ggf. eine Sprühapplikation



Abbildung 1: Versuchsfahrten mit dem Beiserüberzeilenrahmen und einem angebauten Mulcher (rechts) und einem angebauten Striegel (links) in Kombination

Im Versuchsjahr 2022 wurden folgende Werkzeugkombinationen bei Zeilenlängen von ca. 50 m bis über 250 m Länge in flachem sowie steilerem Gelände bis ca. 30 % Gefälle mit der neuen Erfassungsmethode aufgenommen:

- Nur Scheibe
- Scheibe in Kombination mit Fingerkralle
- Rollhacke in Kombination mit Fingerkralle
- Scheibe in Kombination mit Rollhacke
- Scheibe in Kombination mit einem kleinen Mulchgerät
- Scheibe in Kombination mit einem oder zwei kleinen Striegeln (Abb. 1 und 2)
- Scheibe in Kombination mit einem kleinen Mulchgerät und einem kleinen Striegel (jeweils am linken bzw. rechten Mast)



Abbildung 2: Versuchsfahrten mit dem Beiserüberzeilenrahmen und zwei angebauten Striegeln

Der Überzeilenrahmen ermöglicht beim Einsatz von Scheiben durchgehend eine Fahrgeschwindigkeit von 10 bis 11 km/h, da der hinaufbeförderte Boden durch das gegenüberliegende Prallblech zu einem idealen Erdwall ohne Überwurf in die gegenüberliegende Gasse aufgeschüttet wird. In dieser Kombination wird eine Gesamtzeit von 0,95 AKH/ha erreicht (inkl. 20 % nicht vermeidbarer Neben- und Verlustzeiten), was dem System eine sehr gute Schlagkraft bescheinigt. Mit

eingesetztem Mulcher sinkt die Fahrgeschwindigkeit auf etwa 5 bis 6 km/h, je nach Bodenbeschaffenheit und Bodenfeuchte. Diese schon in Vorstudien ermittelten Werte konnten innerhalb der Versuchsfahrten im Jahr 2022 trotz sehr harten Bodenverhältnissen aufgrund der Witterung im Jahr 2022 bestätigt werden.

Innerhalb einer Maschinenvorführung des DLR Mosel wurde, losgelöst von der grundsätzlichen Vorstellung einer bemannten Schlepperbearbeitung, ein derartiges Überzeilensystem wie eben das „System Beiser“ vorgestellt. Neben Beiser 2 und Slowine Tech wurde durch die Firma GPX Solutions BV mit ihrem autonom fahrenden Fendt 200 Vario dies umgesetzt und gezeigt. Dieser autonom fahrende Fendt 200 Vario wurde erstmalig vor den Beiser-Überzeilenrahmen gespannt, um die Unterstockbewirtschaftung vollautonom durchzuführen. Dabei fuhr der Schlepper souverän und völlig ohne Kurskorrektur in die Rebzeile ein und auch selbst das komplexe Überzeilengerät wurde sicher in Position gebracht. Herr Simon Beiser ist lediglich am Heck des Anbaugerätes mitgefahren, um die Hydrauliksteuerung des Bearbeitungsgerätes manuell zu steuern. Auch dies soll in nicht allzu ferner Zukunft vollautonom erfolgen. In diesem Zusammenhang war besonders der erwähnte Zeilenwechsel, der vollautonom vollzogen wurde, sehr interessant und gut gelöst. Allein die Tatsache, dass bereits bestehende Maschinen für die autonome Bewirtschaftung genutzt werden können, ist ein Ansatz, der nicht nur im Sinne einer Brückentechnologie sehr gut genutzt werden kann, da die Investitionen in diese Technik ja schon erfolgt sind (Schmalspurschlepper, Überzeilenrahmen ...), als auch eine Form der Nachhaltigkeit! So können im Gegensatz zu den elektrifizierten und sehr teuren Überzeilenlösungen auch schwere Bodenbearbeitungen oder die Unterstockbodenbearbeitung schon jetzt vollkommen autonom erfolgen.



Abbildung 3: Autonome Fahrt mit dem Beiser 2 realisiert durch die Firma GPX

Zusammenfassung

Das „System Beiser 2“ überzeugt vor allem durch seine vielfältigen Gerätekombinationsmöglichkeiten und deren gleichzeitiger Anwendbarkeit. Dazu stellt der kurz und robust gebaute Geräteträger keine übermäßig hohen Anforderungen an den Schlepper und ebenso wenig an den Bediener. Weiterhin wurde auch eine autonome Fahrt mit dem „System Beiser“ in Zusammenarbeit mit der Firma GPX aus den Niederlanden aufgezeigt, sodass eine weitere einfache Mechanisierung dieses Systems, basierend auf der Standardschleppertechnik, möglich sein wird. Nahezu alle bereits vorhandenen und erprobten Werkzeuge wie Rollhacken, Langwellenbürsten, Scheiben usw. können leicht adaptiert werden und zudem kann auch an beiden Seiten eine Begrünungswalze oder ein Mulcher angeflanscht werden. Eine Neuanschaffung der Anbaugeräte ist nicht notwendig. Doch nicht nur die beidseitige Unterstockbearbeitung wird ermöglicht, auch Anbaugeräte wie zum Beispiel ein Laubschneider können an den Überzeilenrahmen montiert werden.

Insbesondere stellt das „System Beiser“ eine wirtschaftliche Möglichkeit zur Reduzierung oder den vollständigen Verzicht auf Herbizide dar. Aufgrund der sehr trockenen Witterungsbedingungen konnten 2022 nicht alle geplanten Versuche durchgeführt werden. Um die Vielfältigkeit der Anwendungsmöglichkeiten umfassend darzulegen, sind für 2023 noch Versuchsfahrten in unterschiedlichen Geländen bzw. Bodenarten und mit unterschiedlichen Anbauformen geplant.

ATW-Nr.: 216

FDW-Berichterstattung 2022

KTBL-Titel: 216

Anpassung der neuen laubwandbezogenen Berechnung der Aufwandmenge von Pflanzenschutzmitteln für Rebschulen und Unterlagenschnittgärten mit Tischerziehung

Dipl.-Ing. Matthias Zink

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Neustadt a.d. Weinstraße

Die Applikation von Pflanzenschutzmitteln in Rebschulen und Unterlagengärten ist eine wichtige vorbeugende Maßnahme gegen Pilzkrankheiten und tierische Schaderreger. Dies betrifft bei den Pilzkrankheiten insbesondere den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) und den Echten Mehltau (*Erysiphe necator* bzw. *Oidium tuckeri*) sowie bei den tierischen Schädlingen unter anderem die Reblaus, *Dactulosphaira vitifoliae*. Bei dem Vorhaben konnte die zugelassene Aufwandmenge der Pflanzenschutzmittel nach dem neuen Laubwandflächen-bezogenen Dosiermodell LWA (engl. Leaf Wall Area) angewendet und im Vergleich zu dem bisherigen Model, Entwicklungsstand (BBCH-Stadien) der Reben bezogen auf die Grundfläche (kg/ha oder l/ha), geprüft werden. Durch den hohen Infektionsdruck vom Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*) im Jahr 2021 und durch den hohen Infektionsdruck vom Echten Mehltau (*Erysiphe necator* bzw. *Oidium tuckeri*) im Jahr 2022 waren gute Voraussetzungen geschaffen, um das neue Laubwandflächen-bezogene Dosiermodell in der Rebschule zu testen. Die Pflanzenschutzgeräte, die derzeit in Rebschulen verwendet werden, applizieren zumeist nur von oben oder seitlich in den Bestand. Dadurch wird überwiegend die Blattoberseite und nur bedingt die Blattunterseite benetzt. In der Rebschule sind Reben aufgrund des bodennahen Wachstums jedoch einem hohen Pilzdruck ausgesetzt, insbesondere durch den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*), der über die Blattunterseiten die Reben infiziert. In den beiden Versuchsjahren 2021 und 2022 konnte unter Verwendung von wassersensitivem Tropfentestpapier eine gezielte Applikationsform zur Behandlung der Blattunter- und Blattoberseite in Rebschulen sowie in Unterlagen Muttergärten mit Tischerziehung erarbeitet werden. Dazu wurde für die Rebschule, aufgrund der bodennahen Kultivierung der Reben und dem erhöhten Infektionsdruck durch die oben genannten pilzlichen Schaderreger, ein Pflanzenschutzgerät mit einem Gestänge entwickelt, um

Pflanzenschutzmittel sowohl von unten als auch von oben in die Laubwand zu applizieren. Für Unterlagengärten mit Tischerziehung konnte ein Pflanzenschutzgerät ohne Gebläse mit einem horizontal arbeitenden Gestänge konstruiert werden.

Versuchsjahr 2021

In einem Pflanzenschutzversuch wurden Reben mit dem neu hergestellten Spritzgestänge und der zugelassenen Aufwandmenge sowie mit einer 33 Prozent verminderten Aufwandmenge behandelt. Die zwei zu prüfenden Rebsorten Müller-Thurgau und Portugieser wurden am 30. und 31. August 2021 auf den Wirkungsgrad der Präparate und die Befallsstärke des Falschen Mehltaus bonitiert. Die unbehandelte Kontrolle war mit 100 Prozent Befallsstärke vom Falschen Mehltau infiziert. Die Varianten, die mit der zugelassenen Aufwandmenge behandelt wurden, hatten einen niedrigeren Befall als die Varianten mit der 33 Prozent verminderten Aufwandmenge. Der Wirkungsgrad lag bei allen behandelten Varianten zwischen 83 und 92 Prozent.

Versuchsjahr 2022

Spritzgestänge für die Rebschule, normale, kleine Reben

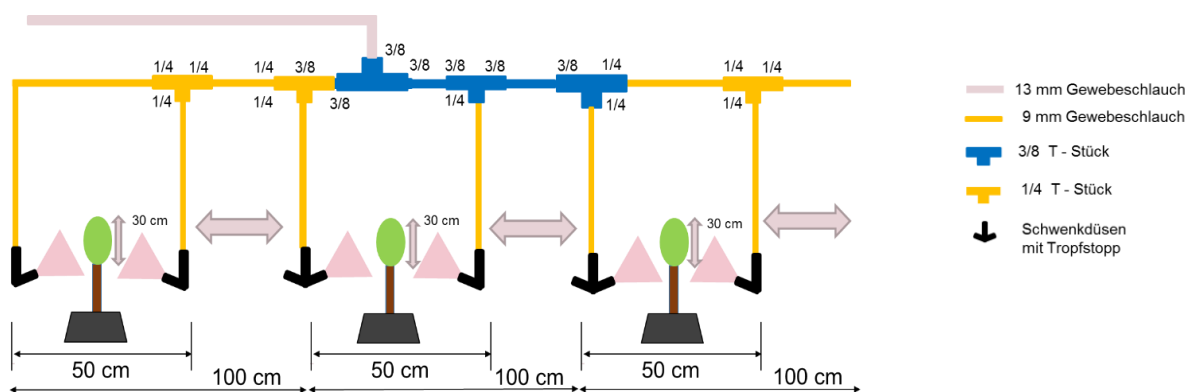


Abbildung 1: Aufbauschema des Spritzgestänges mit verstellbaren Düsenhalterungen für Rebschulen mit normalen, kleinen Reben.

Das im Jahr 2021 im Versuchsbetrieb Rebenveredlung am DLR Rheinpfalz konzipierte Spritzgestänge für den Pflanzenschutz in der Rebschule wurde im Versuchsjahr 2022 weiterentwickelt (Abb. 1). Dazu wurden Injektordüsen mit verschiedenen Spritzwinkeln in der Ausführung als Hohlkegeldüsen und als Flach-

strahldüsen getestet, um eine bestmögliche Benetzung der Blattflächen zu gewährleisten. Um auf den Blättern eine bessere Anlagerung zu erzielen, wurde zudem der Abstand der Düsen zur Laubwandfläche dem Triebblängenwachstum angepasst, indem die Düsenhalterung variabel versetzt werden konnte. Bei Flachstrahldüsen konnte durch drehen der Düse die Spritzbandbreite von 0,6 Meter auf 0,3 Meter angepasst werden, so dass das Brühevolumen auch bei verringerter Triebblänge, zum Beispiel nach dem Laubschnitt, auf die gesamte Laubwandfläche appliziert wurde.

In Rebschulen mit Hochstammreben werden Pflanzenschutzgeräte aus dem Weinbau verwendet. Da die Laubwandhöhe (Breite des Spritzbandes) in Rebschulen mit Hochstammreben niedriger ist als in normalen Rebanlagen, kann die Behandlung mit einer oder zwei Düsen je Seite durchgeführt werden. Allerdings ist die Laubwanddichte in der dort angewandten Drahtrahmenerziehung höher als in Rebanlagen. Deshalb sind regelmäßige Laubschnittmaßnahmen für eine möglichst optimale Belagsbildung im Bestand erforderlich.

Im zweiten Versuchsjahr 2022 wurden in der Rebschule die beiden Rebsorten Müller-Thurgau und Merlot in einem Pflanzenschutzversuch mit den geänderten Einstellungen am Spritzgestänge behandelt. Bei der Rebsorte Müller-Thurgau wurden vier Versuchsvarianten am 12.10.2022 auf den Echten Mehltau bonitiert, einen Monat nach der letzten Applikation. Die Reben der unbehandelten Kontrolle hatten an den Blättern und am Holz einen massiven Befall mit Echtem Mehltau und waren zu 100 Prozent infiziert. Die Reben der Variante, die mit einer um 33 Prozent verminderten Aufwandmenge behandelt wurden, waren am Holz mit 87 Prozent vom Echten Mehltau befallen und damit nahezu vergleichbar stark infiziert wie die Blätter.

Der Befall am Holz konnte bei den Reben, die mit der zugelassenen Aufwandmenge behandelt waren, auf 33 Prozent reduziert werden. Dahingegen hatte diese Variante sowie die, die mit einer um 20 Prozent höheren Aufwandmenge als zugelassen behandelt worden war, einen Befall an den Blättern von 80 Prozent beziehungsweise 70 Prozent. Reben mit einer Infektionsrate am Holz von 15 Prozent, waren mit einer um 20 Prozent höheren Aufwandmenge als zugelassen behandelt worden.

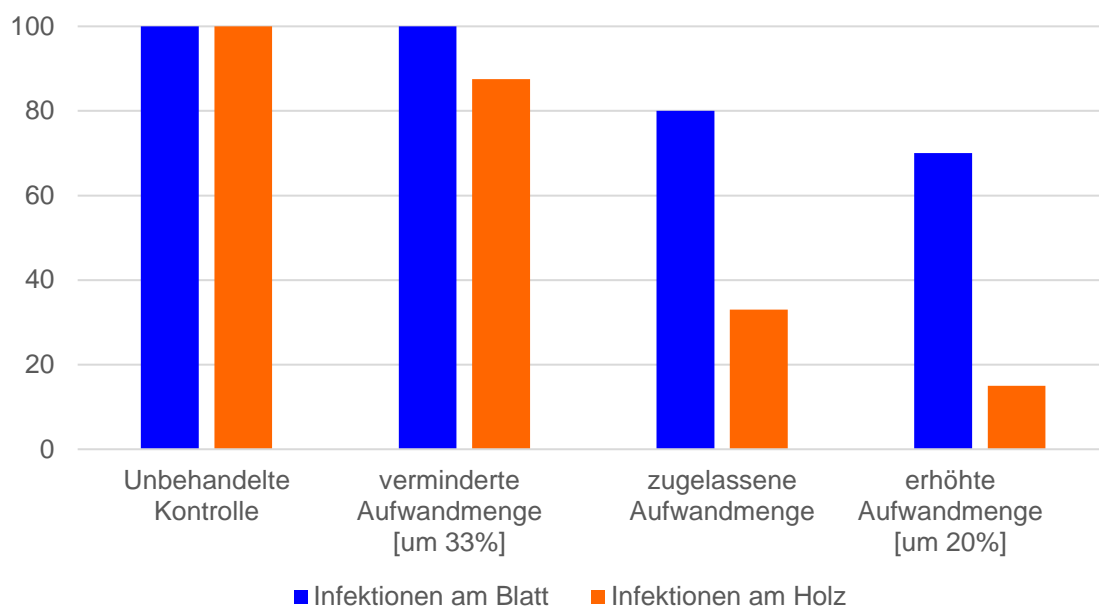


Abbildung 2: Pflanzenschutzversuch in der Rebschule mit dem geänderten Spritzgestänge und verstellbaren Düsenhalterungen: Bonitur des Oidiumbefalls am Holz und an den Blättern am 12. Oktober 2022.

Spritzgestänge für Unterlagen mit Tischerziehung

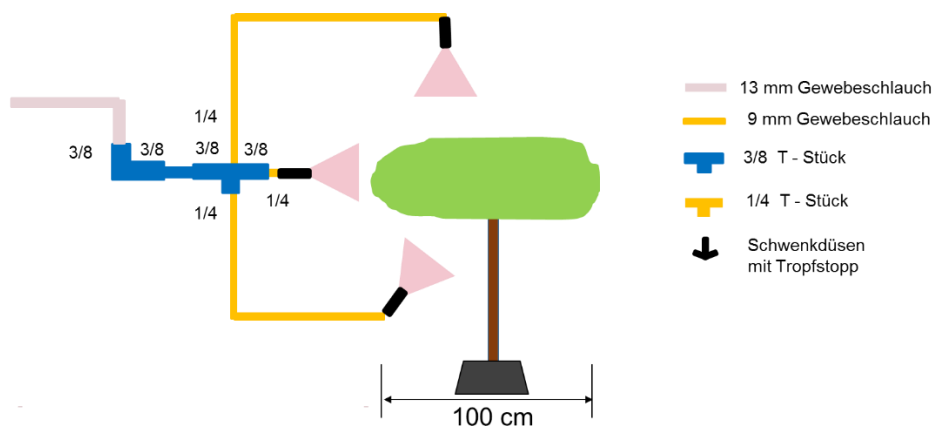


Abbildung 3: Aufbauschema des Spritzgestänges für Unterlagen mit Tischerziehung

In den Jahren 2021 und 2022 wurde zur Behandlung von Unterlagen Muttergärten mit Tischerziehung im Versuchsbetrieb Rebenveredlung am DLR Rheinpfalz gezielt ein Spritzgestänge ohne Luftunterstützung konzipiert und getestet. Die Laubwand (Höhe des Spritzbandes) in Unterlagen Muttergärten mit Tischerziehung ist horizontal angeordnet. Zur bestmöglichen Benetzung der Blattflächen wurde bei der Tischerziehung die Behandlung sowohl seitlich als auch von oben

und von unten mit jeweils nur einer Düse durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass mit der von oben applizierenden Düse eine bessere Anlagerung auf den Blättern zu erzielen war als mit der von unten applizierenden Düse. Die Blätter der unteren Tischseite wurden nicht optimal benetzt und die Brühe lagerte sich im Bestand kaum an. Deshalb erscheint eine Applikation ohne einen ausreichenden Luftstrom, der die Anlagerung der Tropfen unterstützt, nicht zielführend. Zur Behandlung von Unterlagen Muttergärten mit Tischziehung soll ein verändertes Spritzgestänge mit einem Gebläse hergestellt und im 3. Versuchsjahr getestet werden.

Zudem wurde geprüft, ob das neue Laubwandflächen-bezogene Dosiermodell auf Unterlagen Muttergärten mit Tischziehung zu übertragen war. Die zu behandelnde Laubwandfläche (m^2/ha Grundfläche) einer Rebanlage errechnet sich bei beidseitiger Behandlung aus der Höhe der Laubwand (Höhe des Spritzbandes [m]) $\times 2 \times 10.000 \text{ m}^2/\text{Reihenbreite [m]}$. Bei der Tischziehung errechnet sich die zu behandelnde Laubwandfläche aus Ober- und Unterseite des Tisches. Dabei konnte in Unterlagen Muttergärten mit Tischziehung die Breite des Spritzbandes von Beginn an und im Verlauf der Vegetation auf 1,0 Meter Tischbreite begrenzt werden. In Unterlagen Muttergärten mit Schrägpahl-Erziehung werden Pflanzenschutzgeräte aus dem Weinbau verwendet. Da die Laubwandhöhe in der Schrägpahl-Erziehung höher ist als in Rebanlagen, wird die Behandlung mit einer oder zwei Düsen mehr je Seite durchgeführt.



Abbildung 4: Unterlagen Muttergarten: Die Düsen sind rot markiert. Bild links: Spritzgestänge (Eigenbau). Bild rechts: Spritzgestänge beim Pflanzenschutzinsatz im Unterlagen Muttergarten mit Tischerziehung des Versuchsbetriebes Rebenveredlung am DLR-Rheinpfalz.

Zusammenfassung

In den ersten zwei Jahren des Forschungsprojekts wurden mit Hilfe von zwei eigens hergestellten Spritzgestängen neue Erkenntnisse für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Rebschulen und in Unterlagengärten mit Tischerziehung gewonnen. Dabei konnte für Rebschulen eine Bekämpfungsstrategie mit sicherer Wirksamkeit entwickelt werden, die dem neuen Laubwandmodell angepasst ist. Im dritten Jahr des Forschungsprojektes soll das Rebschule-Spritzgestänge weiter entwickelt werden, um die Anlagerung des Pflanzenschutzmittelbelages zu optimieren und die Abdrift zu mindern. Die Behandlung von Unterlagen mit dem Spritzgestänge erbrachte bisher keine ausreichende Belagsbildung an den Blättern auf der Unterseite der Tischerziehung. Eine Applikation ohne Gebläse ist für eine optimale Behandlung dieser Erziehungsform nicht möglich. Deshalb ist eine Anpassung der Applikationstechnik erforderlich, damit die Brühe im Bestand angelagert werden kann.

Flaschenrecycling in der Weinbranche – Realisierbarkeit und Nachhaltigkeit von Glas-Mehrwegsystemen bei Weinflaschen

M.Sc. Meike Strobach, Prof. Dr. Rainer Jung
Hochschule Geisenheim University, Geisenheim

Ausgangssituation

In der Weinbranche werden Wein, Sekt und Weinmischgetränke vor allem in Glasflaschen wie zum Beispiel die Schlegel- oder Burgunderflasche abgefüllt und in den Verkehr gebracht. Vereinzelt finden sich auch Einwegkunststoffgetränkflaschen oder Getränkedosen. Die Vorteile von Glasflaschen sind Geschmacksneutralität, Gasdichtigkeit, Formstabilität und eine sehr hohe Akzeptanz bei den Endverbrauchern. Außerdem kann Behälterglas zu 100 % dem Recycling zugeführt werden oder die leeren Weinflaschen lassen sich innerhalb eines Mehrwegsystems wiederverwenden. Beide Varianten unterscheiden sich erheblich in Bezug auf die Ressourcenschonung, die Abfallvermeidung, die Nachhaltigkeit und die Auswirkungen auf das Klima. Eines der Hauptziele des aktuellen Verpackungsgesetzes ist es, die negativen Umweltauswirkungen von Verpackungsabfällen zu vermeiden oder zu verringern. Insgesamt soll der Anteil der in Mehrwegverpackungen abgefüllten Getränke steigen. Darüber hinaus muss sich das Recycling dieser Verpackungen in geschlossenen Kreisläufen erhöhen. In Weingütern fällt die größte Menge an Treibhausgasemissionen bei der Weinherstellung und Abfüllung an. Den größten Einflussfaktor hat bei diesem Prozessschritt die Glasflasche. Deswegen bieten sich an dieser Stelle für Betriebe die größten Einsparpotentiale. Darüber hinaus sind sich immer mehr Verbraucher bewusst, dass sie durch ihre Kaufentscheidung zum Umwelt- und Ressourcenschutz beitragen können.

Ziel

Dieses Forschungsvorhaben dient dazu, den Akteuren der Weinbranche konkrete Handlungsempfehlungen zum Thema Flaschenrecycling und Glas-Mehrwegsysteme zu geben. Ziel ist es, die Vor- und Nachteile von Glas-Mehrwegsystemen darzulegen und die Umweltauswirkungen abzuschätzen (z. B. Transportprozesse). Daraus sollen mögliche Verbesserungs- und Erweiterungsoptionen für bereits bestehende Glas-Mehrwegsysteme sowie konkrete Vorschläge zum Neuaufbau von Mehrwegsystemen abgeleitet werden. Außerdem ist es möglich, Einsparpotentiale im Prozess der Weinherstellung und Abfüllung zu ermitteln und damit zu einer besseren Berechnung des CO₂-Fußabdrucks von Weingütern beizutragen. Darüber hinaus kann dieses Projekt zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit der sehr aktuellen Thematik Nachhaltigkeit beitragen. Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens werden im Abschlussbericht zusammengefasst und eine Veröffentlichung ist geplant.

Durchführung

Zu Beginn des Projektes ist eine Datengrundlage erarbeitet worden. Sie gibt einen Kurzüberblick über die in der Weinbranche verwendeten Weinverpackungen, deren Hauptfunktionen und über ihre wichtigsten Eigenschaften. Außerdem enthält sie Daten über die in der Weinbranche verwendeten Mehrwegsysteme, die Mehrwegquote und die Umlaufzahl. Es wurde recherchiert, in welchen Teilen der Wertschöpfungskette bei der Weinherstellung die meisten Treibhausgasemissionen entstehen. Des Weiteren sollen die Transportprozesse von Weinflaschen näher betrachtet werden, um eine Aussage über den Distributionsradius von Glas-Mehrwegsystemen treffen zu können. Insgesamt soll eine Datengrundlage erarbeitet werden, mit denen unternehmerische Fragestellungen beantwortet werden können.

Teil- und Vorabergebnisse

In der Weinbranche ist die am häufigsten verwendete Verpackung die Glasflasche in den Standardfarben grün, braun und weiß. Sie hat unterschiedliche Formen, zum Beispiel gibt es die Schlegel-, Burgunder- oder Bocksbeutelflasche. Darüber hinaus finden Bag-in-Box, PET-Flaschen, KEG-Fässer oder Aluminiumdosen Verwendung. Die Hauptfunktionen dieser Verpackungen sind vor allem

die gesundheitliche Unbedenklichkeit für den Verbraucher, der Produktschutz und die Gewährleistung einer konstanten Produktqualität, sowie die Recyclingfähigkeit und die Minimierung des Ressourcenverbrauchs (Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union 2004). Die Glasflasche hat viele Vorteile, wie zum Beispiel Geschmacksneutralität, Gasdichtigkeit, sehr gute Reinigungseigenschaften, sie lässt sich mit vielfältigen Verschlussystemen kombinieren und hat eine sehr hohe Verbraucherakzeptanz (Steidl 2017, Bundesverband Glasindustrie e.V. 2022 und Nünning 2018).

In Weingütern sind im Jahr 2019 circa 19 % der Treibhausgasemissionen (kg CO_{2e}/0,75 l Wein) im Prozess der Traubenproduktion angefallen und circa 81 % der Treibhausgasemissionen (kg CO_{2e}/0,75 l Wein) im Prozess der Weinherstellung und Abfüllung. Den größten Einflussfaktor bei der Weinherstellung und Abfüllung hat mit 47 % kg CO_{2e}/0,75 l Wein die Glasflasche (Ponstein et al. 2019).

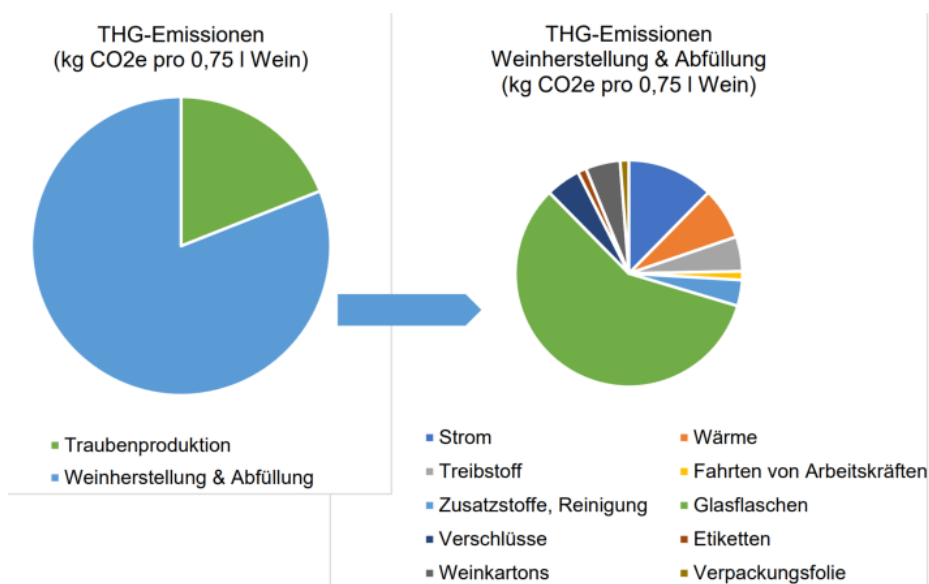


Abbildung 1: THG-Emissionen bis die Weinflasche den Betrieb verlässt (Ponstein et al. 2019)

In der Wertschöpfungskette bietet dieser Prozessschritt somit die größten Einsparpotentiale im Betrieb. Auch bei der Produktion von Neuglas kommt es zu hohen Energiekosten und einem hohen Ressourcenverbrauch (Rugani et al. 2013). Durch die Schaffung von geschlossenen oder offenen Kreislaufsystemen

in Form von Mehrwegsystemen, können die Glasflasche und auch Mehrwegkästen vielfach verwendet werden (Umweltbundesamt 2000). Auf diese Weise lassen sich in der Weinbranche erfolgreich Ressourcen einsparen, Abfall wird vermieden, Transportwege verkürzt und die Recyclingquote erhöht sich.

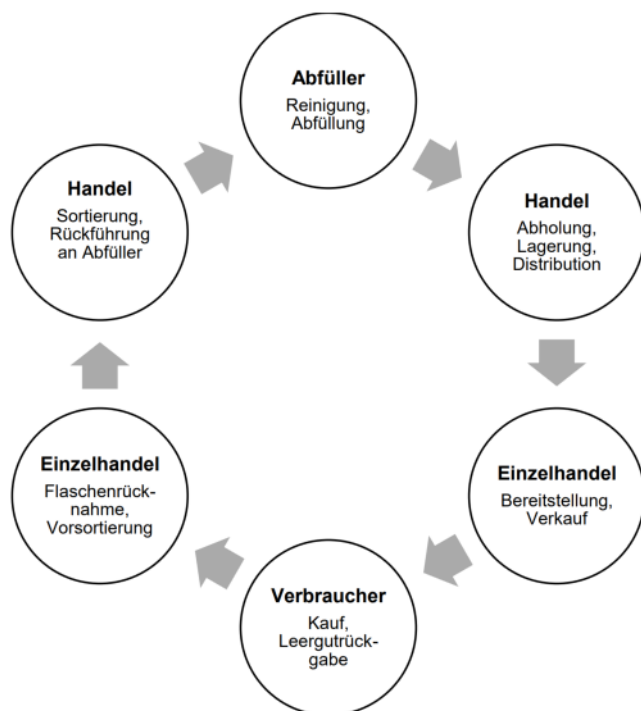


Abbildung 2: Beispiel für ein geschlossenes Kreislaufsystem mit einem Abfüller

Aussagen über Funktionsfähigkeit von Mehrwegsystemen lassen sich unter anderem anhand der Umlaufzahl der Flaschen oder Kästen (Umlaufzahl = Füllungen/Verluste), der internen und externen Verlustquote und der Rücklaufquote treffen. Zum Beispiel liegt die Umlaufzahl für die ein Liter Mehrweg-Schlegelflasche bei fünf und die Umlaufzahl für die passenden Mehrwegkästen bei 23 (ebenda). Im Jahr 2014 lag die Mehrwegquote für Wein bei 8,2 %. Bis zum Jahr 2019 ist sie auf 6 % gesunken. Zum Vergleich lag die Mehrwegquote bei Wasser im Jahr 2015 bei 39,4 % und ist auf 40,8 % im Jahr 2019 angestiegen (Cayé 2021). Ein limitierender Faktor für den Erfolg von Mehrwegsystemen in der Weinbranche ist zum Beispiel der Einsatz von Individualflaschen. Sie sind ein wichtiges Marketinginstrument, allerdings erschweren sie den Prozess der Sortierung und Wiederverwendung erheblich. Insgesamt weisen Verbraucher bei alternativen Verpackungen (z. B. Bag-in-Box oder Verbundkarton) eine geringe Akzep-

tanz auf. Darüber hinaus ist es notwendig, dass Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Klimaschutz in der gesamten Weinbranche an Bedeutung gewinnen. Um Mehrwegsysteme erfolgreich in der gesamten Branche zu etablieren, ist es unerlässlich, uniforme und überregionale Strukturen zu schaffen (Flaschennormierung, einheitliche Rücknahme, Logistik und Flaschenreinigung).

Fazit

Die Übersicht der Teil- und Vorabergebnisse bietet Weinbaubetrieben die Möglichkeit, sich über die Vor- und Nachteile von Mehrwegsystemen einen Überblick zu verschaffen. Außerdem sollen die Ergebnisse zu einer Sensibilisierung für das Thema Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Ressourcenschonung beitragen und zu einem offenen Diskurs anregen.

Quellen

Bundesverband Glasindustrie e.V. (2022): Glas – Ein Werkstoff mit vielen Talenten. Hg. v. Bundesverband Glasindustrie e.V. Bundesverband Glasindustrie e.V., Am Bonnhof 5, 40474 Düsseldorf.

Online verfügbar unter https://www.bvglas.de/media/Weitere_Veroeffentlichungen/BV_Glas_Broschuere_Glas_ein_Werkstoff_mit_vielen_Talente.pdf, zuletzt geprüft am 31.03.2022.

Cayè, N.; Leighty, A. (2021): Bundesweite Erhebung von Daten zum Verbrauch von Getränken in Mehrweggetränkeverpackungen, Bezugsjahr 2019, Teste 116/2021, Projektnummer 127800, GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, Mainz, im Auftrag des Umweltbundesamtes.

Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union (2004): Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 der Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinie 80/590/EWG und 89/109/EWG. Fundstelle: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02004R1935-20090807&rid=1>.

Nünning, J. (2018): Im Mittelpunkt steht die Nachhaltigkeit. Ressourcenschonung und Effizienz wird bei der Entwicklung neuer Verpackungen großgeschrieben. In: Getränkeindustrie (07), S. 12–17.

Ponstein, Helene J.; Meyer-Aurich, Andreas; Prochnow, Annette (2019): Greenhouse gas emissions and mitigation options for German wine production. In: Journal of Cleaner Production (212), S. 800–809.

Rugani, B.; Vázquez-Rowe, I.; Benedetto, G.; Benetto, E. (2013): A comprehensive review of carbon footprint analysis as an extended environmental indicator in the wine sector. In: Journal of Cleaner Production (54), S. 61–77.

Steidl, Robert (2017): Kellerwirtschaft. Unter Mitarbeit von Herbert Schödl, Manfred Gössinger, Martin Prinz und Harald Scheiblhofer. 12., aktualisierte Auflage. München: Cadmos Verlag (AV-Fachbuch).

Umweltbundesamt (2000): Ökobilanz für Getränkeverpackungen II – Materialsammlung. Text 38/00. Hg. v. Umweltbundesamt. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/1883.pdf>.

Energieeffizienzmaßnahmen für eine nachhaltige Produktion von Weißweinen unter Berücksichtigung neuer Aromarückgewinnungsverfahren

Magali Blank¹, Maximilian Freund²

¹ *Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg*

² *Hochschule Geisenheim University, Geisenheim*

Ausgangssituation

Im Sinne einer nachhaltigen Produktion von Weißweinen sind Maßnahmen zur effizienten Nutzung der Energie zu untersuchen und umzusetzen, um natürliche Ressourcen einzusparen, Energiekosten so gering wie möglich zu halten, ohne dabei die Weinqualität zu beeinflussen.

Die energetische Optimierung der Kühlung bei der Gärung und der damit zusammenhängenden Reduzierung der dazu benötigten Kühlleistung bietet im Bereich des Kellers ein großes Sparpotenzial.

Hintergrund der Gärkühlung ist, dass bei höheren Temperaturen die Hefeaktivität steigt und somit auch die Gärgasbildung pro Zeiteinheit. Mit dem entweichenden CO₂ entweichen flüchtige Aromastoffe. Es wurde gezeigt, dass bis zu 80 % der flüchtigen Weinaromen, die während der Gärung entstehen, bei Gärtemperaturen über 18 °C verloren gehen können (Ferreira et al. 1996; Morakul et al. 2013; Schwinn et al. 2019). Dementsprechend werden niedrigere Temperaturen bei der Vergärung bevorzugt.

Eine Rückführung der Verlustaromen einer gezügelten Gärung bei höheren Temperaturen könnte die Nachteile einer wärmeren Gärung kompensieren und daneben die für eine kältere Vergärung erforderliche Energie zur Tankkühlung einsparen bzw. verringern.

Im beantragten Vorhaben sollen neue, auf dem Markt befindliche Möglichkeiten der Aromarückgewinnung aus Gärgasen geprüft werden. Seit 2012 forscht die Firma Aromaloc Inc., Penticton (Kanada), an einer Möglichkeit, mit einem Membranverfahren die Aromen aus den Gärgasen bei der Weinbereitung zurückzugewinnen. Seit 2020 gibt es eine Membran unter dem Namen AromaLoc™

(<https://www.aromaloc.com/>) auf dem Markt. Dieses Membransystem soll die meisten flüchtigen organischen Aromen vom CO₂ abtrennen und direkt wieder in den Kopfraum zurückleiten. Vorversuche mit unterschiedlichen Verfahren sind bereits 2020 an der Hochschule Geisenheim (Pock 2020) sowie an der LVWO Weinsberg (Schondelmaier 2021) durchgeführt worden.

Hauptziel des ATW-Vorhabens ist, zu überprüfen, ob mit Hilfe eines Aromarückgewinnungsverfahrens die Gärtemperatur angehoben und gleichzeitig elektrische Energie eingespart werden kann, ohne dabei sensorisch wirksame Aromen zu verlieren und die Weinqualität zu mindern.

Durchführung

Teilziel des ersten Projektjahres war es, die Aromarückgewinnungsanlage AromaLoc™ der Firma Aromaloc Inc. (Penticton/Kanada) im Einsatz kennenzulernen. Dabei wurden von beiden Projektpartnern vergleichbare Versuchsansätze gewählt, in denen der Faktor Temperatur in Verbindung mit der Aromarückgewinnungsanlage im Mittelpunkt standen. Die Versuche aus Weinsberg wurden in 110 L-Gärgebinden und die aus Geisenheim in 320 bzw. 700 L-Tanks durchgeführt.

Versuchsaufbau

Geisenheim

Für die Versuche wurde ein 2021er Rheingauer Riesling-Most mit einem Mostgewicht von 87 °Oe, einer Mostsäure von 11,4 g/L und einem N-OPA-Gehalt von 89 mg/L verwendet. Dieser wurde mittels einer 20-stündigen Sedimentation vorgeklärt (40 NTU) und mit einer gärstarken *Saccharomyces cerevisiae* var. Bayanus Hefe (Oenoferm Freddo, Erbslöh – 20 g/L) beimpft. Anschließend wurde auf drei Gebinde aufgeteilt (Abbildung 1). Die Variante „gezügelte Gärung“ bei 18 °C und einem gärvollen Gebinde wurde in einen 320 L-Edelstaltank gefüllt, die beiden weiteren Varianten in jeweils einen 700 L-Tank. Die Füllmenge betrug in beiden Tanks ca. 350 L, da das AromaLoc™-Gerät aufgrund seiner Arbeitsweise einen größeren Kopfraum benötigt. Die Temperaturerhöhung bei der Gärung wurde über eine Gärsteuerung auf max. 25 °C begrenzt.

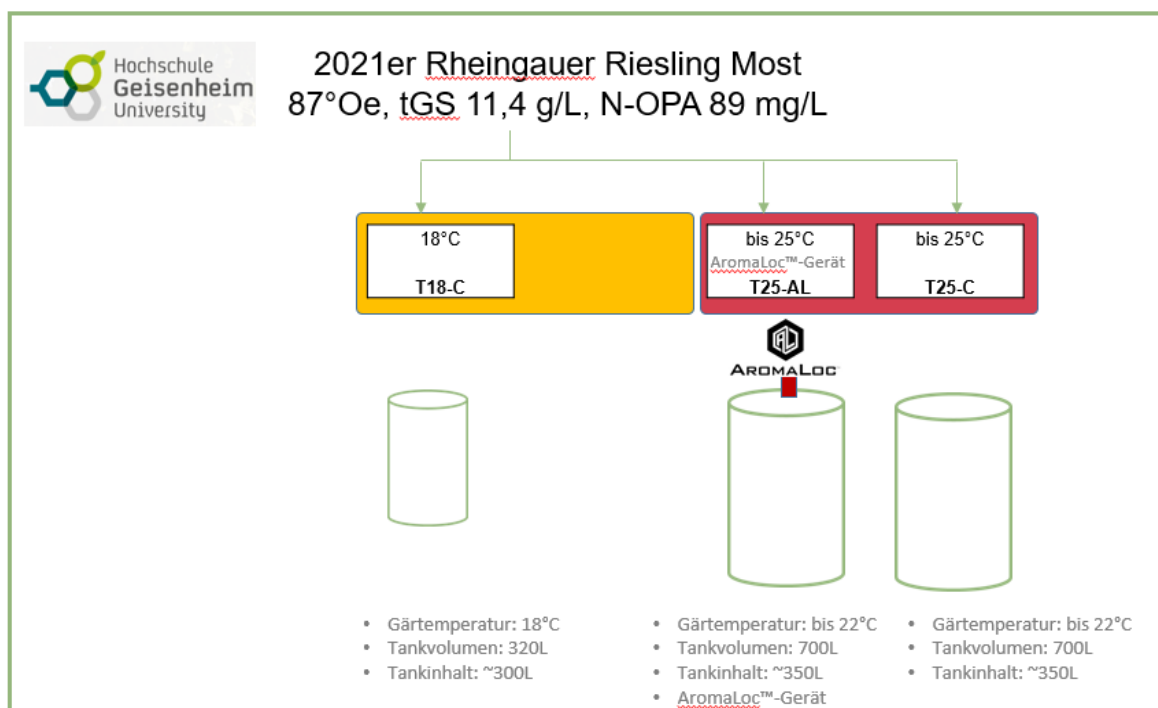


Abbildung 1: Versuchsübersicht Aromarückgewinnung eines 2021er Rheingauer Riesling-Mostes

Das AromaLoc™-Gerät wurde zwei Tage nach Gärbeginn ein- und in die abklingende Gärung ausgeschaltet. Die abklingende Gärung ist mit einer Mostgewichtsabnahme von $< 0,5$ °Oe pro Tag festgelegt worden. Nach der Gärung wurden alle drei Varianten in eine 50 L-Edelstahlkanne abgestochen und mit 80 mg/L geschwefelt. Vier Wochen nach Gärende wurden die Weine auf einen Gehalt an freier schwefliger Säure von 35 mg/L eingestellt und direkt über Sterilschichten in 0,75 L Flaschen abgefüllt.

Weinsberg

Für die Versuche aus Weinsberg (LVWO) wurde ein 2021er Württembergischer Riesling-Most mit einem Mostgewicht von 86 °Oe, einer Mostsäure von 8,3 g/L (tGS) und einem N-OPA-Gehalt von 143 mg/L verwendet. Dieser wurde durch Sedimentation vorgeklärt (60 NTU) und auf zehn 110 L-Gebinde mit einer Füllmenge von 85 L aufgeteilt. Die Moste wurde auf 17 °C angewärmt und mit einer *Saccharomyces cerevisiae* var. Bayanus (LALVIN QA 23 YSEO, Eaton – 20 g/L) mit sehr guten Kaltgäreigenschaften beimpft. Ein Tag nach Beimpfung wurde die Temperatur der Varianten eingestellt und somit drei Gärtemperaturen verglichen: Die Variante „kalt Gärung“ wurde bei 14 °C gestellt, die Variante „gezügelte Gärung“ bei 18 °C und die Variante „wärmere Gärung“ bei 22 °C. Alle Varianten

wurden in Duplikaten ausgebaut und die Kühlung so eingestellt, dass die Temperatur auf +/- 0,5 °C gehalten wurde. Bei den Varianten „gezügelte Gärung“ und „wärmere Gärung“ wurden als zweiter Faktor die AromaLoc™-Geräte im Vergleich aufgebaut (Abbildung 2) und zwei Tage nach Gärbeginn ein- und in die abklingende Gärung ausgeschaltet. Die Weine wurden im Januar 2022 in 0,5 L Flaschen abgefüllt.

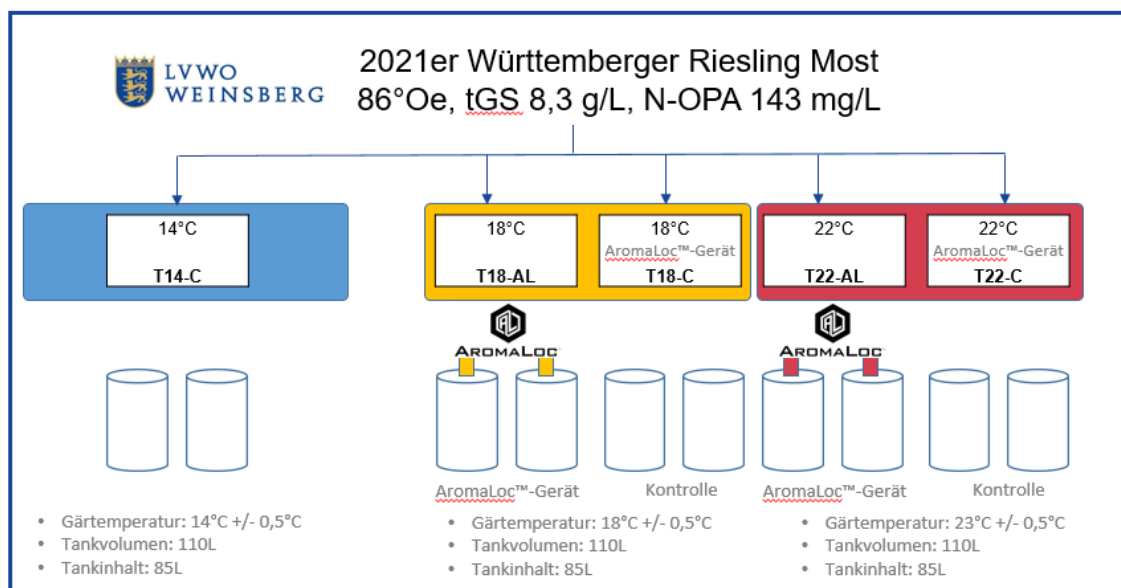


Abbildung 2: Versuchsübersicht (LVWO) Aromarückgewinnung eines 2021er Württembergischen Riesling-Mostes

Analysen

Im Mostbereich wurde das Mostgewicht mittels Biegeschwinger DMA48 der Firma Anton Paar, die titrierbare Gesamtsäure (848 Titrino Plus der Firma Metrohm, Filderstadt, Deutschland) und der hefeverfügbare Stickstoff in Form des N-OPA-Werts (Primary Amino Nitrogen Assay Kit der Firma Megazym, Wicklow; Ireland) bestimmt. Während der Gärung wurde eine Gärkontrolle mittels tragbarem Biegeschwinger (DMA35 der Firma Anton Paar, Graz, Österreich) durchgeführt. Die Weinanalyse erfolgte mittels FTIR-Analyse (WineScan™ der Firma Foss, Hillerød, Denmark), welche durch eine Spektralanalyse im Wellenbereich 330-770 nm (photoLap 7600 UV-VIS der Firma WTW, Weinheim, Deutschland) und einer jodometrischen Titration der freien und gesamten schwefligen Säure (nach Dr. Rebelein der Firma C. Schliessmann, Schwäbisch-Hall, Deutschland) ergänzt wurde. Die flüchtigen Gärungsnebenprodukte wurden nach der Abfüllung

mittels HS-SPME-GC-MS im Institut für Mikrobiologie und Biochemie (HGU) bestimmt (Fritsch et al. 2020). Weiter wurden die Weine drei bzw. 15 Monate nach Abfüllung mittels Dreieckstests und beschreibende Sensorik sensorisch miteinander verglichen.

Ergebnisse

Ergebnisse aus Geisenheim

Gärverlauf

Der Gärverlauf der drei Varianten aus Geisenheim ist in Abbildung 3 dargestellt. Wie zu erwarten, weicht die gezügelte Gärungsvariante einen um rd. zwei Tage verspäteten Gärstart auf, verläuft dann bis ungefähr einer Dichte von $1,040 \text{ g/cm}^3$ parallel, um dann zu verlangsamen. Am 20. Gärtag wurde die Kühlung aufgrund einer langsamen Gärung abgeschaltet und die Jungweintemperatur näherte sich der Raumtemperatur von $20,5 \text{ °C}$ an. Die beiden Varianten in den 700 L-Tanks zeigen einen parallelen Gärverlauf. Die maximale Temperatur bewegt sich zwischen $22,1 \text{ °C}$ und $22,9 \text{ °C}$. Nach 21 Tagen verläuft die Gärung sehr langsam, um dann am 28. Tag völlig zum Erliegen zu kommen. Die gezügelte Variante weist einen Restzucker von 3 g/L und die beiden Vergleichsvarianten rd. 8 g/L auf.

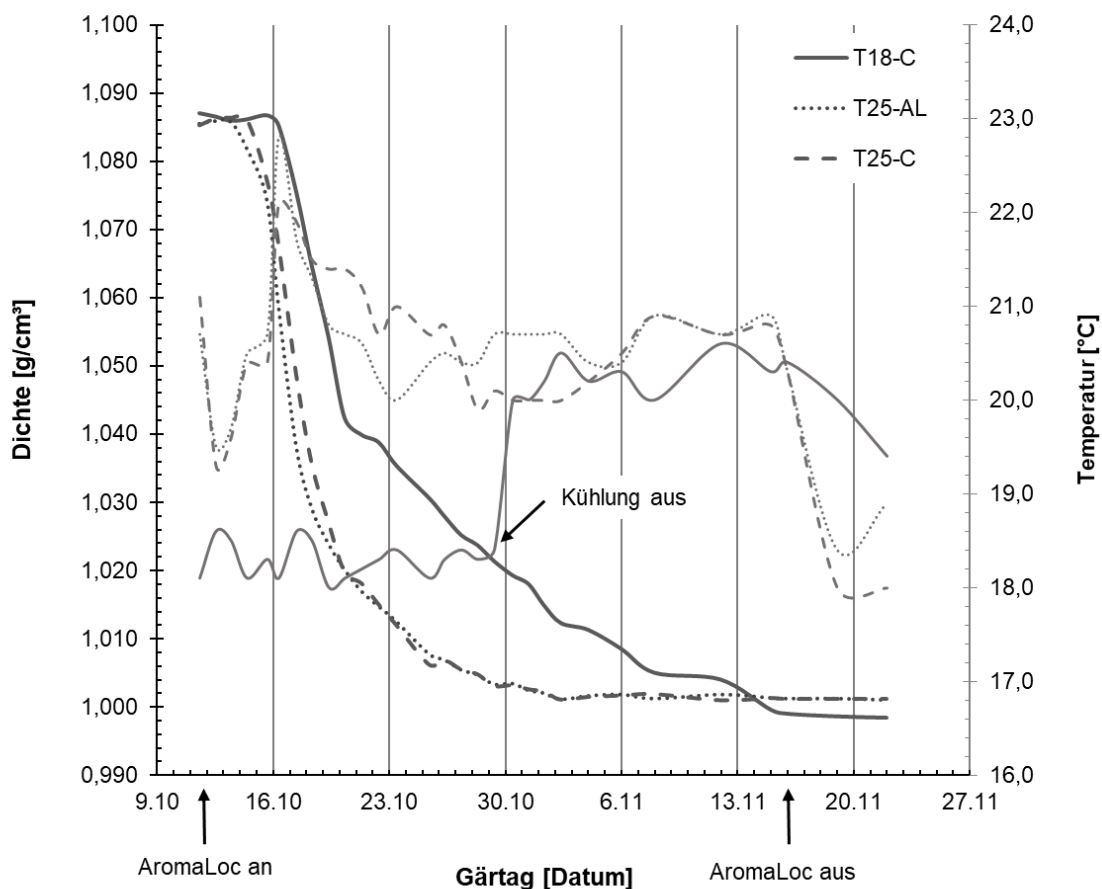


Abbildung 3: Gärverlauf der drei Varianten eines 2021er Rheingauer Riesling-Mostes. **T-18-C:** Gärungstemperatur bei 18 °C Kontrolle; **T-25-AL:** Gärungstemperatur bei max. 25 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-25-C:** Gärungstemperatur bei max. 25 °C, Kontrolle.

Bei den Versuchen aus Weinsberg weist die „kalt Gärung“-Variante einen Restzucker von 5,5 g/L auf, da die Gärung zum Stocken kam. Aus diesem Grund wurden die restlichen Varianten auf einen Restzucker von 5,5 g/L mit Fruktose angeglichen.

FTIR-Analysen

Entsprechend der Restzuckerwerte weicht die Weinanalyse im Bereich des vorhandenen Alkoholgehaltes, des Gesamtextraktes und der Zuckerwerte zwischen der Variante gezügelter Gärung und den beiden anderen ab. Die restlichen untersuchten Parameter sind als gleich anzusehen. Die AromaLoc™- und die Kontrollvariante zeigen untereinander keine Unterschiede; ein höherer Alkoholgehalt,

der durch die Aromarückführung erwartet wurde, bestätigte sich nicht. Die einzelnen Werte sind in Tabelle 1 (Geisenheim) und Tabelle 2 (Weinsberg) zusammengefasst.

*Tabelle 1: Weinanalyse der drei Varianten (**Geisenheim**) eines 2021er Rheingauer Riesling-Weines (FTIR-Analysen) **T-18-C**: Gärungstemperatur bei 18 °C Kontrolle; **T-25-AL**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-25-C**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, Kontrolle.*

	T18-C	T25-AL	T25-C
Dichte 20/20 []	0,9952	0,9979	0,9979
vorhandener Alkohol [g/L]	99,0	95,6	95,9
Gesamtextrakt [g/L]	28,8	34,8	35,0
zuckerfreier Extrakt [g/L]	26,0	26,6	26,7
vergärbare Zucker [g/L]	2,8	8,2	8,3
Glucose [g/L]	0,4	1,0	1,1
Fructose [g/L]	2,4	7,2	7,3
titrierbare Gesamtsäure [g/L]	10,9	11,0	11,1
pH-Wert []	2,9	2,9	2,9
Weinsäure [g/L]	5,4	5,6	5,5
Äpfelsäure [g/L]	4,2	4,2	4,3
Milchsäure [g/L]	0,4	0,6	0,6
flüchtige Säure [g/L]	0,9	0,9	0,9
Glycerin [g/L]	6,0	6,1	6,2
freie SO ₂ [mg/L]	2	2	3
Gesamt SO ₂ [mg/L]	33	39	38

Tabelle 2: Weinanalyse der fünf Varianten (**Weinsberg**) eines 2021er Württembergischen Riesling-Weines (FTIR-Analysen). **T-14-C**: Gärungstemperatur bei 14 °C, Kontrolle; **T-18-AL**: Gärungstemperatur bei 18 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-18-C**: Gärungstemperatur bei 18 °C, Kontrolle, **T-22-AL**: Gärungstemperatur bei 22 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-22-C**: Gärungstemperatur bei 22 °C, Kontrolle.

	T-14-C	T18-AL	T18-C	T22-AL	T22-C
Dichte 20/20 []	0,9922	0,9918	0,9919	0,9922	0,9923
vorhandener Alkohol [g/L]	99,9	102,0	101,7	101,5	101,6
Gesamtextrakt [g/L]	29,7	29,6	29,8	30,6	30,9
zuckerfreier Extrakt [g/L]	24,2	24,2	24,3	25,2	25,4
vergärbarer Zucker [g/L]	5,5	5,4	5,5	5,4	5,5
Glucose [g/L]	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7
Fructose [g/L]	5,0	5,1	4,9	4,9	4,8
t-Gesamtsäure [g/L]	7,0	7,0	7,0	7,2	7,2
pH - Wert []	3,1	3,0	3,0	3,1	3,1
Weinsäure [g/L]	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4
Äpfelsäure [g/L]	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0
Milchsäure [g/L]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
flüchtige Säure [g/L]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Glycerin [g/L]	6,1	6,2	6,2	6,4	6,5
freie SO ₂ [mg/L]	30	32	33	29	31
Gesamt SO ₂ [mg/L]	112	100	100	100	98

Aroma-Analysen

Ergebnisse aus Geisenheim

In Abbildung 4 sind die Summen der Aromastoffe der drei Vergleichsvarianten zusammengefasst für den Geisenheimer Versuch. Bei den Estern weist die gezügelte Gärung mit 245 zu 236 mg/L eine um 4 % höhere Konzentration auf als die AromaLoc™-Variante. Diese wiederum hat 2 mg/L mehr Ester als die Kontrolle. Bei den Alkoholen zeigt sich ein umgekehrtes Bild. Hier konnte bei der AromaLoc™-Variante mit 251 mg/L ein 4 % höherer Gehalt als bei der gezügelten Gärung bestimmt werden. Die Kontrolle weist wiederum den niedrigsten Gehalt auf. Die Säuren liegen bei den beiden 700 L-Tank-Varianten mit 14 bzw. 15 mg/L sehr dicht beieinander; die gezügelte Gärung mit 12 mg/L leicht darunter.

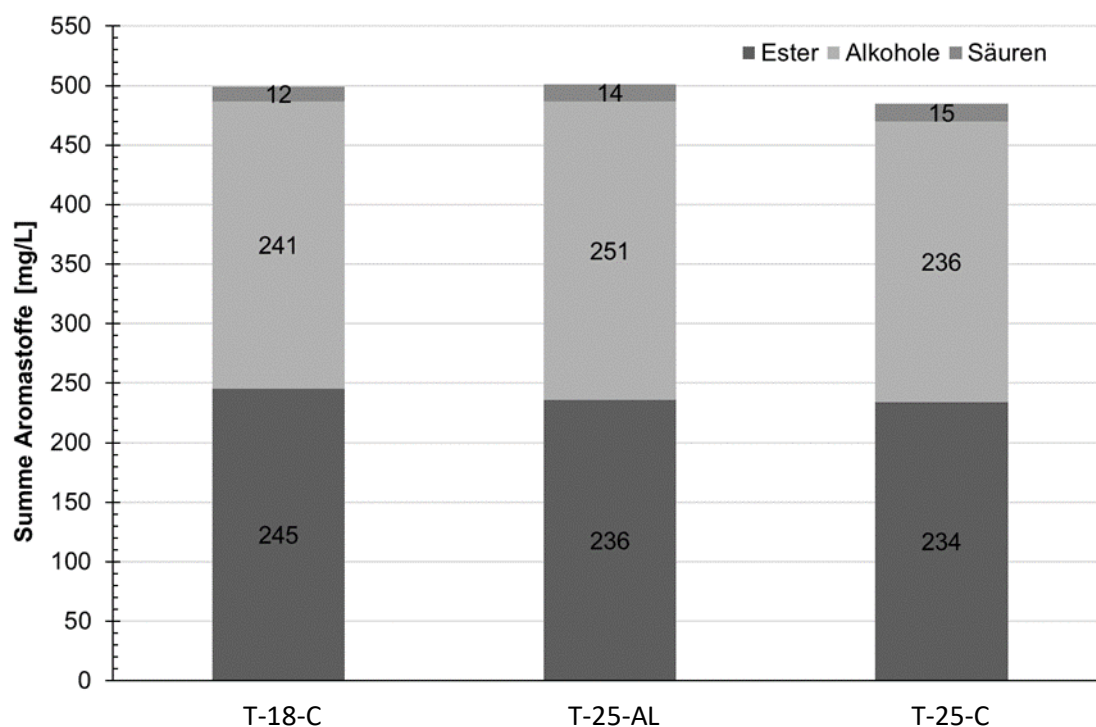


Abbildung 4: Summe der Aromastoffe der Varianten aus Geisenheim eines 2021er Rheingauer Riesling-Weines aufgeschlüsselt nach Estern, Alkoholen und Säuren. **T-18-C**: Gärungstemperatur bei 18 °C Kontrolle; **T-25-AL**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-25-C**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, Kontrolle.

Werden die Alkoholgehalte im Einzelnen verglichen, zeigt sich bei i-Butanol eine Konzentration zwischen 34 und 45 mg/L, was sehr nah an der angegebenen Wahrnehmungsschwelle von 40 mg/L (Francis und Newton 2005) liegt. Hier weisen die beiden 700 L-Tanks einen höheren Gehalt auf, wobei die AromaLoc™-Variante mit 45 mg/L den höchsten Wert zeigt. Bei 3-Methylbutanol bewegen sich die Konzentrationen zwischen 146 und 161 mg/L, wobei die gezügelte Gärung und die AromaLoc™-Variante mit 161 zu 157 mg/L nicht groß voneinander abweichen. Mit einer Wahrnehmungsschwelle von 30 mg/L weist 2-Methylbutanol die gleiche wie 3-Methylbutanol auf (Swiegers et al. 2005), was in etwa der wiedergefundenen Konzentration in den Weinen entspricht. Hier sind alle drei Varianten zu vergleichen. 2-Phenylethanol liegt in den drei Varianten zwischen 13 und 17 mg/L, und somit über der angegebenen Wahrnehmungsschwelle von 10 mg/L (Francis und Newton 2005). Mit 17 mg/L lässt sich bei der Kontrollvariante die höchste Konzentration nachweisen (siehe Abbildung 5a).

Die gefundenen Konzentrationen befinden sich bei allen bestimmten Säuren über der Wahrnehmungsschwelle (Francis und Newton 2005; Swiegers et al. 2005; Zhao et al. 2017). Bei der 3-Methylbuttersäure liegen die Konzentrationen mit

1,31-1,39 mg/L bei den drei Varianten sehr dicht beieinander. Bei den anderen drei Säuren zeigen die beiden 700 L-Varianten höhere Werte als die gezügelte Gärung. Die Kontrollvariante weist für Hexansäure, Octansäure und Decansäure die höchsten Konzentrationen auf (siehe Abbildung 5 b).

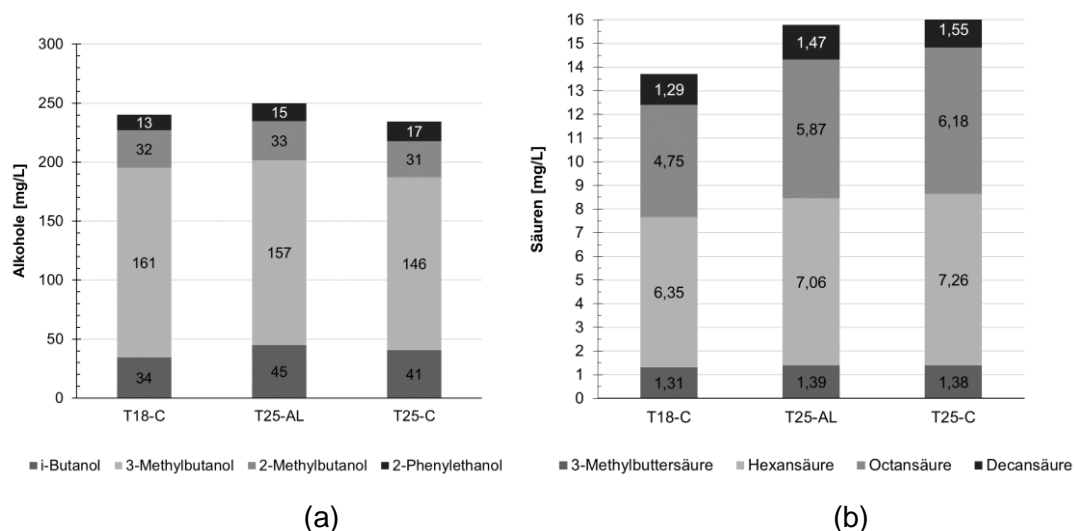


Abbildung 5: Summe der Aromastoffgruppen Alkohol (a) und Säuren (b) der Varianten eines 2021er Rheingauer Riesling-Weines. **T-18-C:** Gärungstemperatur bei 18 °C Kontrolle; **T-25-AL:** Gärungstemperatur bei max. 25 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-25-C:** Gärungstemperatur bei max. 25 °C, Kontrolle.

Um den Effekt der gezügelten Gärung und der Aromarückführung bei den Estern zu verdeutlichen, wurden die relativen Abweichungen Mittelwert der drei Vergleichsvarianten berechnet und in Abbildung 6 grafisch aufgearbeitet. Dabei zeigen die Acetat-Ester einen Trend zur höheren Konzentration bei der gezügelten Gärung im Vergleich zu den beiden 700 L-Tank-Varianten. Zwischen den beiden Varianten mit größerem Kopfraum und höherer Gärtemperatur zeigt die AromaLoc™-Variante eine höhere Konzentration. Bei Isoamyl-, Amyl- und 2-Phenylethylacetat ist dies besonders auffällig. Bei den Ethyl-Estern zeigt die gezügelte Gärung in den meisten Fällen die geringste Konzentration der drei Vergleichsvarianten auf. Ausnahme bilden hier die Fettsäureethylester der Octan- und der Decansäure. Auch für Ethylacetat bestätigt sich der höhere Gehalt bei der gezügelten Gärung. Zwischen den beiden 700 L-Tank-Varianten lässt sich kein Trend erkennen. Während bei Ethyllactat, Ethylsuccinat, Ethyl-2-Hydroxy-4-valeriat die Kontrollvariante (T25-C) höhere Konzentrationen aufweist, ist dies Ethylhexanoat, Ethyloctanoat, Ethyldecanoat, Ethylpropionat, Ethylisobutyrat und Ethylbutyrat bei der AromaLoc™-Variante (T25-AL) der Fall.

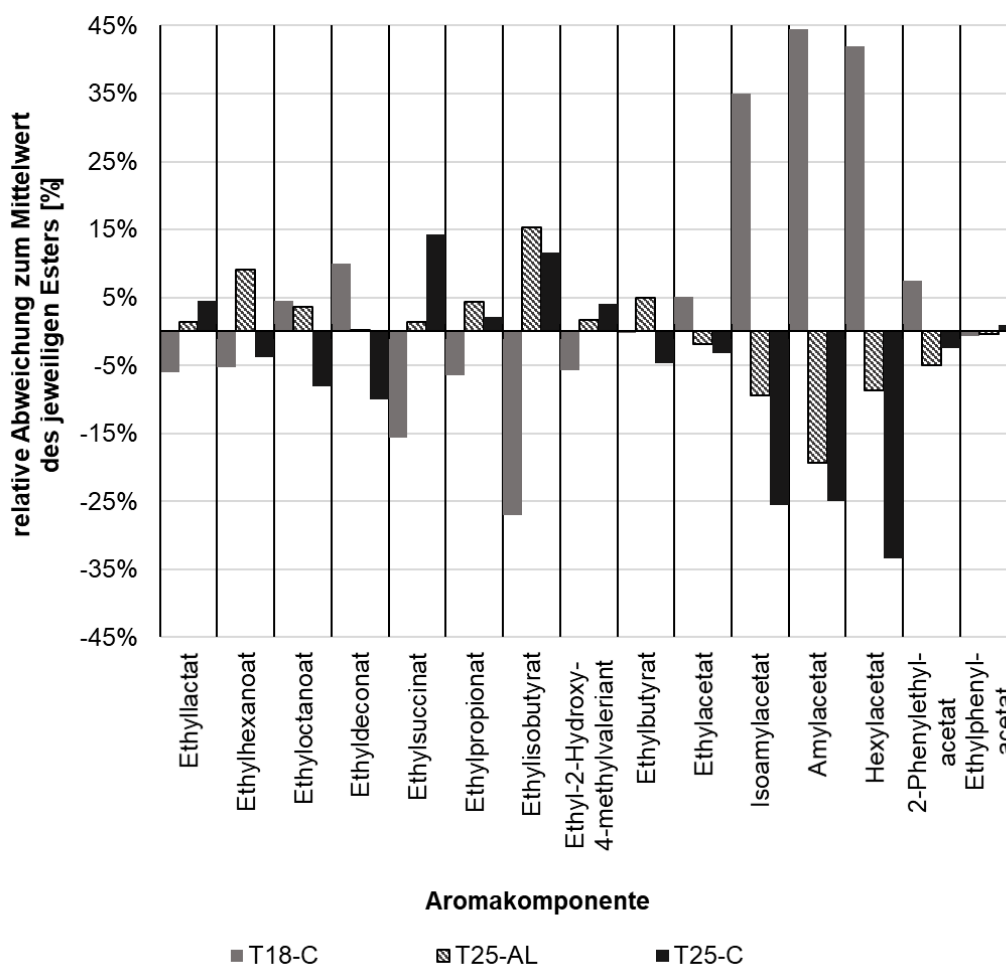


Abbildung 6: Relative Abweichung der einzelnen Ester der drei Varianten eines 2021er Rheingauer Riesling-Weines. **T-18-C**: Gärungstemperatur bei 18 °C Kontrolle; **T-25-AL**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-25-C**: Gärungstemperatur bei max. 25 °C, Kontrolle.

Ergebnisse aus Weinsberg

Vergleichbar sind die Ergebnisse aus Weinsberg (Abbildung 7 und Abbildung 8). Die AromaLoc™-Variante vergoren bei 18 °C zeigt bei den Estern mit 244 mg/L eine um 8 % höhere Konzentration auf, bei den Alkoholen mit 379 mg/L um 3 % höher und bei den Säuren mit 12 mg/L um 11 % höher als die ohne Aromarückführung. Somit sprechen die Aromaanalyse Ergebnisse schon positiv für die AromaLoc™-Varianten als Aromarückführungsmethode. Allerdings sind bei den bei 22 °C vergorenen Varianten die Unterschiede kleiner. Hier war die Konzentration der Alkohole zwischen den zwei Varianten mit 353 mg/L, 4 % niedriger als bei 18 °C. Die AromaLoc™-Variante bei 22 °C vergoren zeigt bei den Estern mit 230 mg/L eine um 4 % höhere Konzentration auf und bei den Säuren mit 11 mg/L um 7 % höher als die ohne Aromarückführung.

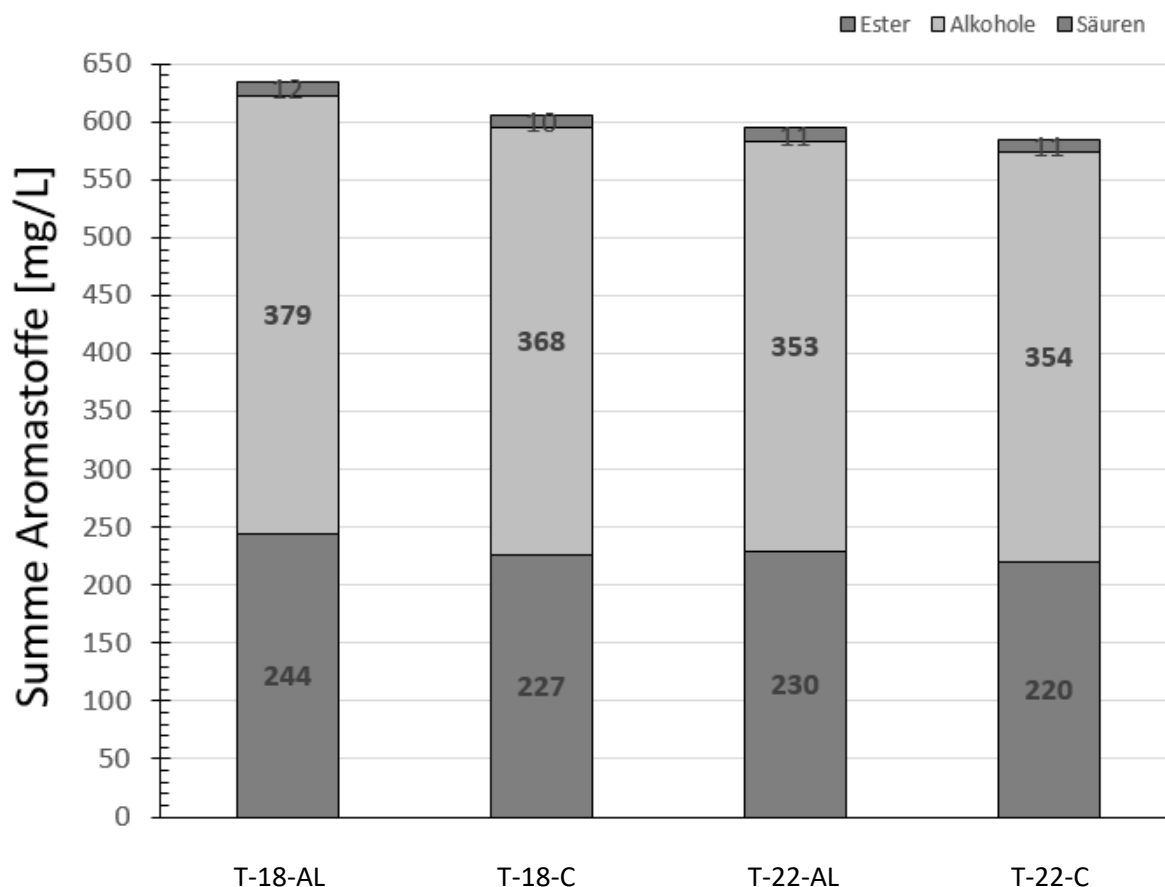


Abbildung 7: Summe der Aromastoffe der Varianten aus Weinsberg eines 2021er Württembergischen Riesling-Weines aufgeschlüsselt nach Estern, Alkoholen und Säuren als mg/L. **T-14-C:** Gärungstemperatur bei 14 °C, Kontrolle; **T-18-AL:** Gärungstemperatur bei 18 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-18-C:** Gärungstemperatur bei 18 °C, Kontrolle, **T-22-AL:** Gärungstemperatur bei 22 °C, mit AromaLoc™-Variante, **T-22-C:** Gärungstemperatur bei 22 °C, Kontrolle.

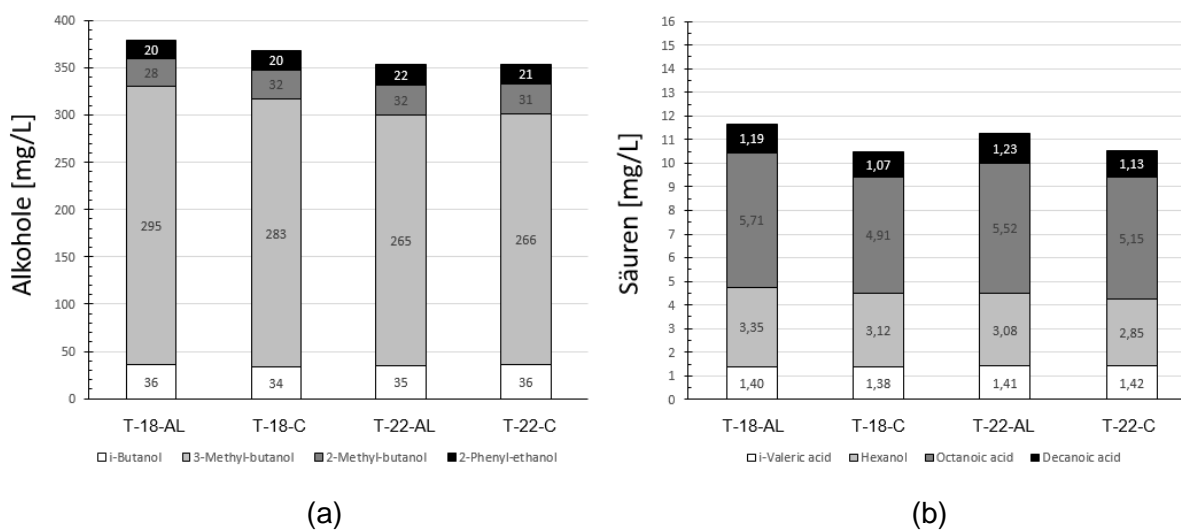


Abbildung 8: Summe der Aromastoffgruppen Alkohol (a) und Säuren (b) der Varianten aus dem Weinsberger Versuch bei einem 2021er Württembergischen Riesling-Weines

Sensorische Verkostung

Ergebnisse aus Geisenheim

Die sensorische Verkostung in Form eines Dreieckstests wurde zu zwei Terminen durchgeführt; einmal drei Monate und einmal 15 Monate nach Füllung. Dabei wurden jeweils alle drei Varianten gegeneinander verkostet. Neben der abweichenden Probe sollte zusätzlich eine Bevorzugung für eine der beiden Vergleichsproben mitgeteilt werden. Für beide Termine konnte keinerlei Unterschied zwischen den Vergleichsvarianten festgestellt werden (n = 12 bzw. 15).

Ergebnisse aus Weinsberg

Die sensorische Verkostung in Form einer beschreibenden Sensorik wurde im März 2022 durchgeführt, drei Monate nach Abfüllung. Dabei wurden alle Varianten nebeneinander verkostet (n = 28). Um den Effekt der Aromarückführung mit AromaLoc™ zu verdeutlichen, wurden die relativen Abweichungen zur Kontrolle ohne Aromarückführung dargestellt (Abbildung 9). Dabei wurden die Weine der Variante mit AromaLoc™ mit signifikant (bei 95 % Sicherheit) mehr fruchtigen Aromen bei den Parametern „grüne Apfel“, „Pfirsich“ und „Tropische Früchte“ bewertet.

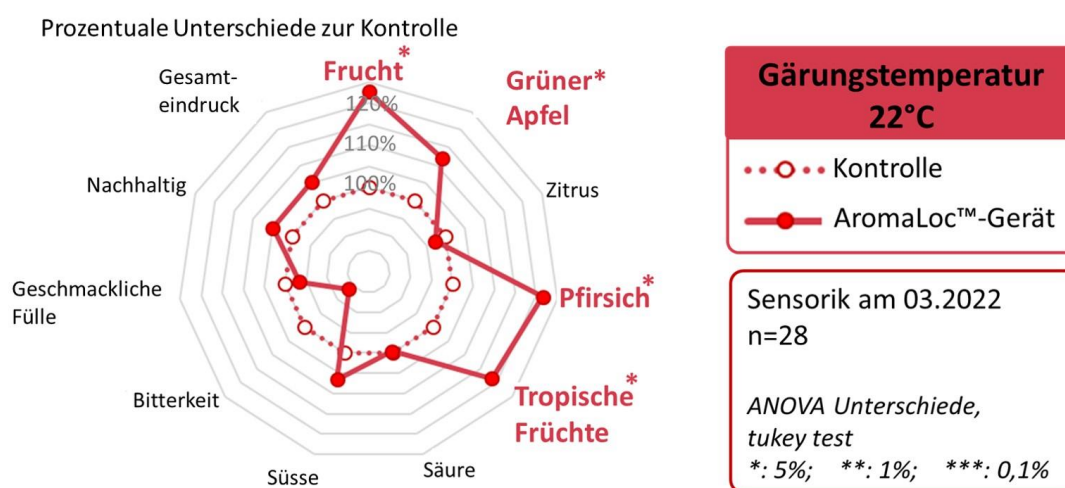


Abbildung 9: Ergebnisse der Sensorik von den Varianten vergoren bei 22 °C aus dem Weinsberger Versuch bei einem 2021er Württembergischen Riesling-Weines. Die Ergebnisse wurden als relative Abweichungen zur Kontrolle ohne Aromarückführung dargestellt.

Diskussion

Das AromaLoc™-Verfahren ist bislang weder von der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) zugelassen noch in der Verordnung (EU) Nr. 2019/934 eingetragen. Laut Hersteller wurde bis jetzt das AromaLoc™-System bei mehr als 50 Versuchen mit Gärtemperaturen zwischen 13-30 °C eingesetzt (Jones, D. 2021). Die mit dem AromaLoc™-System vergorenen Weine sollen fruchtiger und sortentypischer im Vergleich zur Kontrolle ohne AromaLoc™-System sein.

Aus den ersten Vorversuchen (2020) und Erfahrungen des ersten Projektjahres (2021) aus Geisenheim und Weinsberg sind die Unterschiede kleiner als erwartet. Messbar höhere Konzentrationen über den jeweiligen aromaeigenen Wahrnehmungsschwellen wurden zwar mit dem AromaLoc™-System-Varianten gemessen, diese wurden nur in einzelnen Fällen sensorisch erkannt. Es stellt sich die Frage, wie sich eine Alterung auf die Weine auswirkt, und ob sich die Ergebnisse bestätigen lassen.

Vorschau

Weitere Versuche wurden im Jahr 2022 durchgeführt, um eine Bestätigung der Ergebnisse zu bekommen. Ergänzend werden Vergärungen in Drucktanks unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen getestet, um den Einfluss eine Gärung unter CO₂-Überdruck zu untersuchen. Ergänzend soll die Möglichkeit einer indirekten Kondensation der Gärgase über ein Laborkühlaggregat und einen Gaswäscher untersucht werden.

Literaturverzeichnis

Ferreira, V.; Pena, C.; Esudero D. (1996): Losses of volatile compounds during fermentation. In: *Z. Lebensm Unters Forsch* 202, S. 318–323. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01206104.pdf>, zuletzt geprüft am 15.08.2022.

Francis, I. L.; Newton, J. L. (2005): Determining wine aroma from compositional data. In: *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11 (2), S. 114–126. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2005.tb00283.x.

Jones, D. (2021): AromaLoc Technology for Recovering Aromatics during Fermentation. Enology Webinar Series - Texas Agrilife Extension Enology - Texas A&M.

Morakul, S.; Mouret, J.-R.; Nicolle, P.; Aguera, E.; Sablayrolles, J.-M.; Athès, V. (2013): A Dynamic Analysis of Higher Alcohol and Ester Release During Wine-making Fermentations. In: *Food Bioprocess Technol* 6 (3), S. 818–827. DOI: 10.1007/s11947-012-0827-4.

Pock, M. (2020): Aromarückgewinnung aus Gärgasen. Bachelor-Thesis. Hochschule Geisenheim University (HGU), Geisenheim, Deutschland. Institut für Oenologie.

Schondelmaier, N. (2021): Membrantechnologie zur Aromaschonung in der Gärung. Techniker-Arbeit. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Weinsberg.

Schwinn, M.; Durner, D.; Wacker, M.; Delgado, A.; Fischer, U. (2019): Impact of fermentation temperature on required heat dissipation, growth and viability of yeast, on sensory characteristics and on the formation of volatiles in Riesling. In: *Australian Journal of Grape and Wine Research* 25 (2), S. 173–184. DOI: 10.1111/ajgw.12386.

Swiegers, J.; Bartowsky, E. J.; Henschke, P. A.; Pretorius, I. S. (2005): Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. In: *Aust J Grape Wine Res* 11 (2), S. 139–173. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2005.tb00285.x.

Zhao, Pengtao; Qian, Yanping; He, Fei; Li, Hua; Qian, Michael (2017): Comparative Characterization of Aroma Compounds in Merlot Wine by LiChrolut-EN-Based Aroma Extract Dilution Analysis and Odor Activity Value. In: *Chem. Percept.* 10 (4), S. 149–160. DOI: 10.1007/s12078-017-9236-4.

Automatisierung in der Bewässerungssteuerung

Matthias Friedel, Marco Hofmann
Hochschule Geisenheim University, Geisenheim

Ausgangssituation

Durch den im letzten Jahrzehnt in vielen Teilen Deutschlands wiederholt auftretenden Trockenstress in Rebanlagen ziehen viele Winzer in Betracht, ihre Weinberge mit ortsfesten Tropfbewässerungssystemen auszustatten. Gleichzeitig nimmt die Verfügbarkeit der zur Bewässerung in Betracht kommenden Wasserquellen ab, was in Einzelfällen bereits zu Nutzungskonflikten auch in Deutschland führt. In einer aktuellen repräsentativen Umfrage gaben über 70 % der Winzer an, in 2022 mittleren bis sehr starken Trockenstress und Trockenschäden erfahren zu haben, und 22 % gaben an, bei der Planung von Neuanlagen eine Tropfbewässerung in Betracht zu ziehen. Um das vorhandene Wasser effizient nutzen zu können, werden moderne, möglichst automatisierbare Systeme der Bewässerungssteuerung benötigt.

Ziel der Untersuchungen

Um Winzerinnen und Winzern sinnvolle Bewässerungsentscheidungen zu erleichtern und eine bessere Kontrolle über die Bewässerungsgaben zu ermöglichen, sollen im vorliegenden ATW-Projekt Möglichkeiten der Automatisierung der Bewässerungsterminierung und Bewässerungssteuerung erprobt werden. Ziel ist es, in Zusammenarbeit mit den Hessischen Staatsweingütern Kloster Eberbach ein möglichst vollautomatisiertes Bewässerungssystem auf Basis der LoRaWAN Funktechnik zu erstellen. Die Ergebnisse des Projekts sollen als Beiträge in praxisnahen Zeitschriften veröffentlicht werden.

Durchführung

Auf den Flächen der Staatsweingüter Kloster Eberbach im Rüdesheimer Berg soll ein möglichst automatisierbares Bewässerungssystem installiert und validiert werden. In einem ersten Schritt sollen einzelne Systemkomponenten erworben,

getestet und validiert werden. Die Ausbringung ins Feld soll im zweiten Versuchsjahr erfolgen.

Teil- und Vorabergebnisse

Validierung der Systemkomponenten

Im ersten Abschnitt des Vorhabens wurden verschiedene Durchflussmesser und Ventile erworben und zunächst in einer Gewächshausanwendung getestet, ein LoRaWAN Netzwerk für die Flächen der Staatsweingüter auf der Domäne Assmannshausen eingerichtet sowie LoRaWAN Bodenfeuchtesensoren in verschiedenen bewässerten Weinbergen installiert. Zur Verwaltung und Kontrolle der Komponenten des Netzwerks (Sensoren und Gateways) wurde ein LoRaWAN Netzwerkserver und ein weiterer Server zur Speicherung der Sensordaten in Betrieb genommen.

Durchflussmesser: Hier musste festgestellt werden, dass die über Eigenmittel beschafften Ultraschall-Durchflussmesser der Firma Qualcosonic nicht funktionsfähig waren. Eine Ersatzlieferung war aufgrund von Lieferkettenengpässen in 2022 nicht möglich. Ersatzweise wurden vorhandene Wasseruhren mit einem LoRaWAN Impulzzählermodul ausgestattet und getestet.

Etablierung LoRaWAN Netzwerk für die Flächen der Staatsweingüter im Rüdesheimer Berg und auf der Domäne Assmannshausen: Auf der Domäne Assmannshausen der Staatsweingüter Kloster Eberbach wurde ein LoRaWAN Gateway (WAP LR2, Microtic, Lettland) installiert und in das TTN-Netzwerk des Instituts für Weinbau eingebunden. Dieses deckt den gesamten Assmannshäuser Berg ab. Das Gateway wird über eine Sim-Karte betrieben, um unabhängig von der Ethernet-Verbindung der Domäne agieren zu können. Tests der Reichweite der LoRaWAN Funkverbindung zeigten, dass der Rüdesheimer Berg über ein an der Hochschule Geisenheim installiertes Gateway abgedeckt wird.

Bodenfeuchtesensoren: Ziel war es, hier zunächst die Funktionalität, Konnektivität und Laufzeit der Bodenfeuchtesensoren unter Feldbedingungen zu überprüfen. In den Versuchsflächen im Assmannshäuser und Rüdesheimer Berg wurden zunächst je zwei Bodenfeuchterohre (DL-SMTP, Decentlab, Schweiz) sowie

Temperatursensoren (DL-SHT35-001, Decentlab, Schweiz) installiert (Abbildung 1). Die Bodenfeuchterohre erfassen die Bodenfeuchte in acht Messtiefen bis zu einer Bodentiefe von 1,60 m. Die Sensoren wurden in das LoRaWAN Netz eingebunden. Bis auf einen Ausfall in der ersten Augushälfte (bedingt durch einen Ausfall des Gateways der Hochschule) verlief die Funkübertragung über die Vegetationsperiode problemlos (Abbildung 2). Der Batteriestand der Bodenfeuchtesensoren nahm bei einem Messintervall von 10 min über sieben Monate um 0,15 V und 0,46 V ab (Abbildung 3).

Ventile: Ein Magnetventil mit LoRaWAN Modul (Strega LoRaWAN Smart Water Valve) wurde über Eigenmittel angeschafft und in ein vollautomatisiertes Indoor-Bewässerungssystem (Gewächshaus) integriert. Hierbei wurde das Ventil jedoch über einen Stromanschluss betrieben. Der Batterieverbrauch des Ventils soll im kommenden Jahr unter Freilandbedingungen untersucht werden.



Abbildung 1: Einbau eines Bodenfeuchtesensors (DL-SMTP, Decentlab, Schweiz) in einer querterrassierten Steillage bei Assmannshausen. Zu sehen ist das Messrohr, in dem Sensoren für acht Messtiefen integriert sind, sowie das Funkmodul.

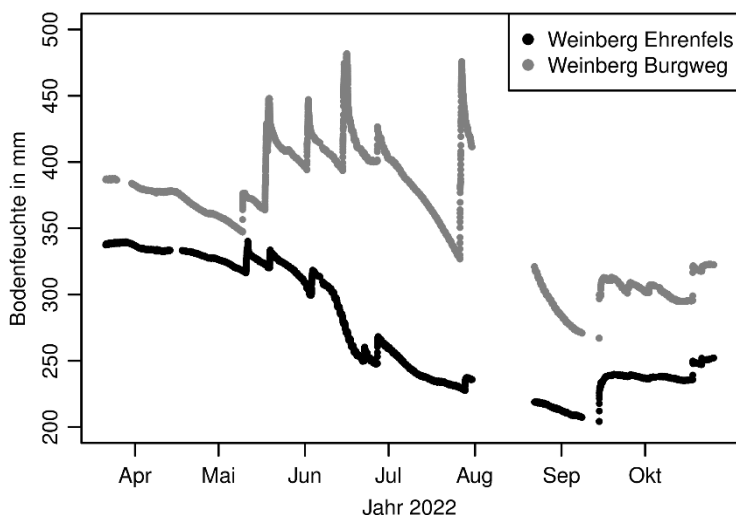


Abbildung 2: Verlauf der Bodenfeuchte in zwei bewässerten Weinbergen im Rüdesheimer Berg, gemessen mit jeweils einem Bodenfeuchterohr (acht Messtiefen, bis 1,60 m Bodentiefe). Die absoluten Bodenfeuchtwerte wurden mit einer Standardkalibration berechnet und können daher von tatsächlichen Werten abweichen, die Unterschiede der relativen Änderungen der beiden Sensoren sind wahrscheinlich durch unterschiedliche Bewässerungstermine und die Nähe zu den Tropfern bedingt.

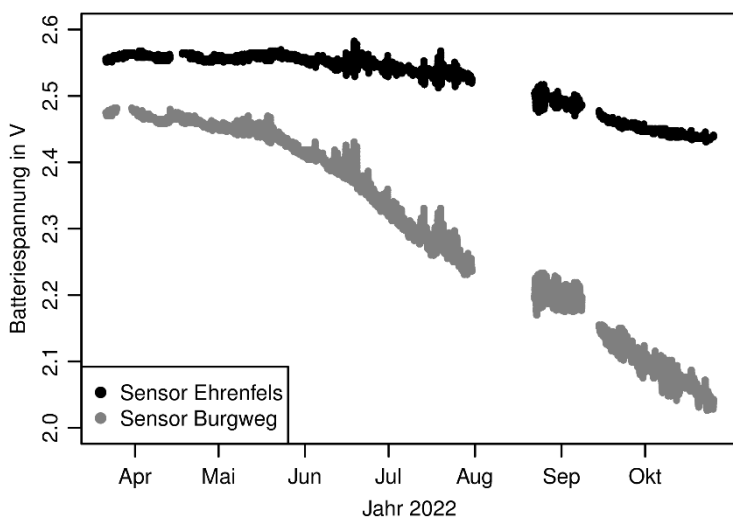


Abbildung 3: Batteriespannung der Funkmodule (LoraWAN) von zwei Bodenfeuchtesensoren mit einem Messintervall von 10 min.

Fazit

Im ersten Jahr der Projektlaufzeit konnten viele der geplanten Systemkomponenten getestet werden. Ein LoRaWAN Netzwerk wurde auf den Versuchsfeldern etabliert und erwies sich als weitestgehend stabil. Der serverseitige Aufbau des LoRaWAN Netzwerks wurde durchgeführt, so dass die Integration weiterer Sensoren problemlos möglich ist. Mit Ausnahme der Durchflusssensoren, die von

Beginn an nicht funktional waren, und die nicht problemlos ersetzt werden konnten, war eine Einbindung aller Systemkomponenten in das lokale LoRaWAN Netzwerk problemlos möglich. Die Datenübertragung verlief weitestgehend lückenlos. Der Batterieverbrauch der Sensoren zeigt Unterschiede unter den Sensoren, lässt jedoch im Allgemeinen eine mehrjährige Laufzeit erwarten. Ein Batterietausch ist aufgrund oberirdischer Funkmodule problemlos möglich. Im nächsten Projektjahr kann das Projekt wie geplant fortgeführt werden.

ATW-Nr.: 220

FDW-Berichterstattung 2022

KTBL-Titel: 220

Der Universalgeräteträger VITRAC als Bewirtschaftungskonzept für Kleinterrassen in Steillagen mit über 58 % Steigung

Daniel Regnery

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Mosel, Bernkastel-Kues

Ausgangssituation

Im Flurbereinigungsverfahren „Wolfer Goldgrube“ wurde ein für die Mosel und den übrigen deutschen Weinbau vollkommen neues Bewirtschaftungskonzept etabliert, welches den Bau von schmälere Fahrterrassen vorsieht und somit den Querbau auch in Steigungsbereichen deutlich über 58 % ermöglicht. Während bei den üblichen 2,20 m Fahrterrassen die übliche Direktzugmechanisierung mittels starrem Schmalspurschlepper bzw. eines Knickschleppers erfolgt, sind für die gebaggerten Kleinterrassen eher leichte Gerätesysteme vorgesehen. Eine sehr interessante Mechanisierungsoption bietet die Firma WM AGRI Technics GmbH aus Blumau in Südtirol mit ihrem VITRAC. Dieser sehr leichte Geräteträger ist in Südtirol bereits vielfach im Einsatz. Einige Maschinen dieses Typs werden auch bereits in Deutschland, wie beispielsweise in der Ortenau, in Großterrassen eingesetzt. Die Bewirtschafter der besagten Wolfer Kleinterrassen haben sich ebenfalls einen VITRAC für die notwendigen Pflegearbeiten beschafft. Das System VITRAC in Verbindung mit den beschriebenen Kleinterrassen beschreibt ein von Grund auf neues Bewirtschaftungskonzept für Steillagen mit deutlich über 50 % Steigung. Wie uns durch den südtiroler Beratungsring bestätigt wurde, liegen bis zum jetzigen Zeitpunkt keinerlei Arbeitszeiten vor. Das heißt also, dass selbst im Herkunftsgebiet des VITRAC weder eine Erhebung von Gesamtarbeitszeiten noch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dieses Bewirtschaftungskonzeptes vorliegt. Im Übrigen hat die Firma WM AGRI Technics einen neuen Geräteträger VIROC vorgestellt, welcher bei einer deutlich leistungsstärkeren Motorisierung dennoch eine gute Wendigkeit aufweist. Es ist also davon auszugehen, dass der VIROC ebenfalls in Kleinterrassen eingesetzt werden kann.

Ziel des Vorhabens

Ziel des vorliegenden Vorhabens soll es daher sein, das Gesamtkonzept VITRAC in Verbindung mit Kleinterrassen zu untersuchen, um für die fachliche Praxis eine valide Datengrundlage zu schaffen. Die Veröffentlichung des Abschlussberichtes ist als KTBL-Arbeitsblatt geplant.

Durchführung

Für die Ermittlung der arbeitswirtschaftlichen Daten wird die Methode der Zeitermittlung angewendet, um den Arbeitsprozess komplett zu beschreiben. Weiterhin soll das manuelle Erheben erleichtert werden, indem die Arbeitszeiten zusätzlich mithilfe der Schlagkarteissoftware Moosle unterstützt werden. Die Datenerhebung erfolgt primär im Weingut Louis Klein, Traben-Trarbach. Weiterhin stehen Flächen vom Weingut Daniel Vollenweider, Traben-Trarbach zur Verfügung.

Teil- und Vorabergebnisse

Nachdem die Soft- und Hardware von der Firma Moosle beschafft wurde, startete die Datenerhebung Mitte Juni 2022, sodass zumindest ein Teil der Pflanzenschutzkampagne untersucht werden konnte. Bereits nach den ersten Versuchsfahrten wurde ersichtlich, dass die notwendigen Arbeitszeiten pro Hektar innerhalb der einzelnen Versuchsfelder teils erhebliche Unterschiede von bis zu 50 % aufweisen. Diese sind auf die jeweilig vorgefundenen Geländebedingungen zurückzuführen. Wie sich gezeigt hat, wird die tatsächliche Flächenproduktivität demnach sehr stark davon beeinflusst, wie die Kleinterrassen angelegt sind. Neben der Zeilenlänge und der Anzahl an erforderlichen Zeilenwechseln kommt es vor allem auch auf die ordentliche und bewirtschaftungsfreundliche Ausgestaltung der Wendebereiche an. Je nach der vorgefundenen Geländetopographie, bzw. durch das bewusste Belassen von alten Trockenmauern aus landespflegerischen Gründen, ist es erforderlich, Spitzzeilen anzulegen. Wie sich gezeigt hat, beeinflussen diese die Arbeitszeiten teils stark negativ; sind die Spitzzeilen jedoch günstig angelegt, bzw. liegen diese z. B. paarweise vor, so ist der Einfluss auf die Arbeitszeit zwar immer noch deutlich, jedoch weniger stark ausgeprägt als bei ungünstigen Parzellenzuschnitten. Dieser Aspekt soll im bevorstehenden Versuchsjahr nochmals genauer untersucht werden.



Abbildung 1: Bei ungünstigen Verhältnissen variieren die Arbeitszeiten teils erheblich

Neben dem Pflanzenschutz erfolgten aufgrund der extrem trockenen Witterung keine weiteren maschinellen Bewirtschaftungsdurchgänge. Während das Mulchen von Begrünung und des Rebholzes bereits leider vor Beginn des Vorhabens durchgeführt wurde, war es im weiteren Jahresverlauf nicht mehr notwendig und wurde aus Gründen der Ressourcenschonung unterlassen. Neben den Mooslegestützten Zeitstudien erfolgte zudem die Auswertung der Stundenrapportzettel der Aushilfsarbeitskräfte. Auf den ersten Blick scheinen sich demnach die Stockarbeiten nicht grundlegend von vergleichbaren Zeitdaten für den Weinbau im Direktzug zu unterscheiden.

Fazit

Im Vergleich zu den herkömmlichen breiten Terrassen ergeben sich für die Kleinterrassen eine ganze Reihe von Vorteilen. So finden keine flächenhafte und tiefgehende Umlagerung von Bodenmassen statt, wie es beim Bau von Großterrassen der Fall ist. Somit bleibt der humose Oberboden nicht nur erhalten, sondern wird durch das spezielle Bauverfahren sogar noch im Wachstumsbereich der Weinreben angereichert. Die raue Böschung fördert deren Begrünung und Widerstandsfähigkeit gegen Erosion. Weiterhin bleibt zu erwähnen, dass sich die Terrassen der Geländeform anpassen. Über Änderungen des Böschungswinkels und der Böschungslänge und ggf. der Terrassenbreite können auch stärker gegliederte Hangbereiche terrassiert werden; dabei können vorhandene Strukturen (z. B. Quermauern, Felsvorsprünge) in den Terrassenverlauf mit einbezogen werden. Somit bleiben jahrzehntealte Trockenmauern und wertvolle Habitate für

Mauereidechsen bestehen und müssen nicht im Rahmen eines Bodenordnungsverfahrens durch aufwändige Maßnahmen ausglich werden. Somit zeigt sich, dass bei der Anlage von Kleinterrassen aktiv Kompensationsmaßnahmen realisiert werden können, denn während an einer anderen Stelle des Verfahrens eine für die sinnvolle Direktzug- oder Seilzug-Mechanisierung hinderliche Mauer beseitigt werden kann, wird die neu errichtete Mauer in den Kleinterrassen sogar benötigt. Angesichts der vergleichsweise geringen Investitionskosten für das vollumfängliche Maschinensystem VITRAC besteht die Möglichkeit, eine wirtschaftliche Alternative für arbeitsintensive Steil- und Steilstlagen zu bieten. Da sich die Installation der Kleinterrassen, wie eingangs beschrieben, besonders schonend für die jeweilig vorgefundenen Kleinhabitate realisieren lässt und zudem das gesamte Bewirtschaftungskonzept deutlich besser in Einklang mit den landespflegerischen Vorgaben zu bringen ist, hat dieses Konzept einen besonderen Charme, besonders im Zuge von Bodenordnungsverfahren.

Das Konzept „Kleinterrasse“ in Verbindung mit dem VITRAC kann somit zum langfristigen Erhalt wertvoller Kulturlächen in Steil- und Steilstlagengebieten beitragen.