

Sensorische und stoffliche Charakterisierung von klimabedingten Fehlnoten in Weißwein und Minimierung der Sonnenbrandschäden bei Weintrauben durch Einsatz von Tonerden und Beschattung



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Neustadt a.d.W. Institut für Weinbau und Oenologie Prof. Dr. Ulrich Fischer/Dr. Jochen Vestner Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz, Neustadt a.d.W. Institut für Phytomedizin Dr. Andreas Kortekamp/Prof. Dr. Jochen Bogs Technische Universität Braunschweig Institut für Lebensmittelchemie Prof. Dr. Peter Winterhalter/Dr. Recep Gök
Industriegruppe(n):	Deutscher Weinbauverband e.V. (dww), Bonn Verband Deutscher Sektkellereien e.V., Wiesbaden
Projektkoordinator:	Dipl.-Ing. Lars Grebe Rotkäppchen-Mumm-Sektkellereien GmbH, Eltville
Laufzeit:	2020 – 2024
Zuwendungssumme:	€ 672.511,--

Ausgangssituation

Der Klimawandel gilt heute als eine der größten Herausforderungen für die deutsche Weinwirtschaft. Dabei kann sich die globale Erwärmung sowohl positiv als auch negativ auf den Weinbau auswirken. Steigende Temperaturen beschleunigen die Rebenentwicklung, was dazu führt, dass im letzten Jahrzehnt die Traubenreife bis zu 4 Wochen früher als noch vor dreißig Jahren eintritt. Während steigende Temperaturen die Anbaubedingungen für internationale Rebsorten (Chardonnay, Merlot, Cabernet Franc, Syrah etc.) in Deutschland verbessern, sind bei autochthonen Sorten, die über Jahrzehnte aufgrund ihrer Anpassung an ein eher kühles Klima selektioniert wurden, auch negative Auswirkungen zu beobachten. Ein Beispiel hierfür ist der Riesling, der mit einer Anbaufläche von 23.800 ha die in Deutschland am meisten angepflanzte Rebsorte ist und damit 37 % des weltweiten Anbaus bestreitet.

Mit steigender Temperatur und Sonnenexposition trat in den vergangenen Jahren bei deutschen Rieslingen vermehrt ein als „Petrolnote“ bezeichneter Aromafehler auf, der bislang nur auf australische und südafrikanische Rieslinge beschränkt war. Im Rahmen des IGF-Vorhabens AiF 18680 N konnte gezeigt werden, dass ein strahlungsbedingt forciertes Carotinoidabbau in der Traube reaktive Carotinoidmetabolite entstehen lässt, die bei den im Riesling vorliegenden niedrigen pH-Werten, säurekatalysiert zu 1,1,6-Trimethyl-1,2-

dihydronaphthalin (TDN) umgelagert werden, das einen „petrolartigen“ Geruch aufweist. In diesem Vorhaben konnte aber auch aufgezeigt werden, wie durch Auswahl geeigneter Klone und Unterlagsreben, optimiertes Laubwandmanagement, Anpassung der Weinbereitung und Weinlagerung eine Minimierung dieser Fehlnote erreicht werden kann.

Während die klimabedingte „Petrolnote“ in erster Linie auf Riesling beschränkt ist, sind „Sonnenbrandschäden“ bei Weintrauben ein Phänomen, das bereits seit den 1990er Jahren verstärkt auftritt und sowohl Weißwein- als auch Rotweintrauben betrifft. Im schlimmsten Fall kann es durch strahlungsbedingte Schädigung der Epidermis zu Wasseraustritt und dem Schrumpfen bzw. dem vorzeitigen Verwelken der Beeren kommen, was mit erheblichen Ertragsverlusten und finanziellen Einbußen für die Winzer verbunden ist. Die strahlungsbedingte Schädigung kann unterschiedlich stark ausfallen, wobei aber auch bei geringerer Ausprägung sensorische Abweichungen auftreten können, die sowohl den Geruch (Auftreten „dumpher“ Geruchsnoten, die das Sortenaroma maskieren) als auch den Geschmack betreffen (Auftreten bitterer und adstringierender Noten). Die Ursachen dieser Veränderungen sind auf molekularer Ebene bislang nur ansatzweise verstanden und auch in Hinblick auf Maßnahmen, die diese Schäden eindämmen könnten, fehlt es bislang an praxisrelevanten Untersuchungen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es vor diesem Hintergrund, die stofflichen Ursachen für die sensorischen Fehlnoten in Weißwein, die durch veränderte klimatische Bedingungen, vor allem dem Auftreten von Sonnenbrandschäden an Trauben ausgelöst werden, zu untersuchen. Gleichzeitig sollte eine weinbauliche Minimierungsstrategie zur Reduktion von Sonnenbrandschäden entwickelt werden.

Forschungsergebnis

In Abhängigkeit von Zeitpunkt und Art des Behandlungsverfahrens (Entblätterung, Anwendung von reflektierenden Partikeln bzw. Schattierungsnetzen) konnten über 3 Jahrgänge hinweg, trotz unterschiedlicher Gesamtwetterlagen in den Jahren 2020-2022 Tendenzen aufgezeigt werden. So zeigte sich u.a., dass eine frühe Entblätterung in Verbindung mit Kaolinapplikation und die späte Entblätterung in Verbindung mit Fruchtkalkapplikation mit den Attributen Citrus/mineralisch und grün/vegetativ assoziiert wurden. Die frühe Entblätterungsvariante in Kombination mit dem Fruchtkalkpräparat wurde als fruchtigste und süßeste Variante wahrgenommen. Auf molekularer Ebene war ein Zusammenhang zwischen einer positiven sensorischen Bewertung der Weine mit einem höheren Gehalt an Fruchtestern ersichtlich, während eine mögliche Fehlnote geringere Konzentrationen an Fruchtestern und dafür einen erhöhten Ethylacetat- und Fuselalkoholgehalt aufwies. Insgesamt ist der Einfluss der Entblätterung auf das Aromaprofil in allen drei Jahrgängen größer gewesen als die zusätzliche Anwendung von reflektierenden Partikeln oder Schattierungsnetzen. Ein negativer Einfluss der Maßnahmen geht aus den Untersuchungen nicht hervor. Weiterhin wurden akzeptierte bzw. abgelehnte Weine aus der amtlichen Qualitätsweinprüfung sensorisch und aromachemisch untersucht. Als wichtigste Aromastoffe des positiven Aromas der akzeptierten Weine stellten sich Ester wie Isoamylacetat, Hexylacetat, Ethylhexanoat, Ethyloctanoat und Ethyldecanoat heraus, während die höheren Alkohole 2-Methyl-1-propanol, 3-Methyl-1-butanol, Methionol, 2-Methyl-1-butanol, 2-Phenylethanol und 1-Hexanol, als auch die organische Säure Isobuttersäure, wesentlich zum Aroma der abgelehnten Weine beitrugen. Durch Weglassversuche konnten drei Aromastoffe identifiziert werden, die das durch den Klimawandel negativ beeinflusste Aroma in den Weinen rekonstruieren können: 2-Methyl-1-propanol, 3-Methyl-1-butanol und Methionol. Damit wurde zum ersten Mal belegt, dass die untypische Alterungsnote nicht nur auf einen Aromastoff (2-Aminoacetophenon, 2-AAP), sondern vielmehr ein Zusammenspiel sowohl aus einer erhöhten Konzentration negativ-wirkender Aromastoffe, wie höherer Alkohole und in manchen Fällen 2-AAP, als auch dem Fehlen positiver Aromastoffe, wie Ethylester, zurückzuführen ist.

Die verschiedenen Anbauvarianten zeigten weiterhin einen deutlichen Einfluss auf nichtflüchtige Metabolite, d. h. die Polyphenole und Carotinoide sowie deren Abbauprodukte. Die nicht entblätterten Varianten wiesen hierbei höhere Carotinoidgehalte auf als die entblätterten Varianten. Ein positiver Einfluss durch die Sonnenschutzmittel Kaolin und Kalk auf den Carotinoidgehalt konnte jahrgangsübergreifend nicht festgestellt werden.

Die verwendeten Schattierungsnetze konnten in Abhängigkeit vom Schattierungsgrad einen strahlungsbedingten Carotinoidabbau reduzieren. Das Carotinoidprofil selbst unterscheidet sich ebenfalls zwischen den Varianten, hier korreliert der Zeaxanthingehalt mit einer höheren Sonneneinstrahlung und einem geringeren Gesamtcarotinoidgehalt sowie einem höheren Bildungspotential von TDN (Petrolnote) und Vitispiran. Die nicht entblätterten Varianten weisen signifikant niedrigere Gehalte an Flavonolen auf, als es bei den entblätterten Varianten der Fall ist. Die Verwendung der Applikationsmittel ergab für die drei Jahrgänge keine klaren Tendenzen. Für die Jahrgänge 2020 und 2021 wurden in keinem der Weine Konzentrationen an phenolischen Verbindungen, die für Adstringenz und Bitterkeit verantwortlich sind, festgestellt, die oberhalb der Geschmacksschwellenwerte lagen. Diese Ergebnisse stimmen mit den sensorischen Untersuchungen überein. Im Versuchsjahrgang 2022 wurden in allen Weinen, außer denen, die Schattierungsmaßnahmen erfahren haben, Konzentrationen oberhalb des Schwellenwerts für Adstringenz und Bitterkeit festgestellt. Sensorische Untersuchungen deuten an, dass in entsprechend betroffenen Weinen eine kurative Entfernung der polyphenol-bedingten bitteren Note mittels Polyvinylpolypyrrolidon möglich sein sollte.

Bei der gezielten graduellen Auslösung von Sonnenbrand an Trauben im Weinberg zeigten die ausgebauten Weine deutliche sensorische Unterschiede je nach Bestrahlungslänge. Eine 5-minütige Bestrahlung ergab ein verbessertes Weinaroma, während eine 15-minütige Bestrahlung Weine lieferte, die als wenig fruchtig und fehlnotengeprägt bewertet wurden. Die 25-minütige Bestrahlung führte zur teilweisen Austrocknung der Beeren, weshalb ein geringerer Effekt auf das Weinaroma zu sehen war. Versuche an abgetrennten Trauben im Klimaschrank zeigten, dass die geringsten Schäden durch Konvektion auftraten, die stärksten durch eine zusätzliche Bestrahlung mit sichtbarem Licht und UV-A/B-Strahlung. Dies führte nach 240 min zu einem hochsignifikanten sowie bis zu 35-fach stärkerem Schadausmaß bei Riesling im Vergleich zu Calardis Blanc. Die Gene VvNCED1 (9-cis-Epoxy-carotenoid-Dioxygenase 1) und VvBAP1 (BON1-assoziiertes Proteins 1) verzeichneten sortenspezifische Unterschiede in ihrer Regulation und könnten einen ersten Hinweis auf Sonnenbrandtoleranz geben. Hervorgehoben werden muss, dass weder die Flavonol-Synthase 1 (VvFLS1) noch die Carotenoid-Cleavage-Dioxygenase 1 (VvCCD1) sorten- oder behandlungs-spezifisch unterschiedlich reguliert waren. Dies könnte darauf hindeuten, dass Flavonole bei der Sonnenbrandtoleranz eine geringere Rolle spielen. Ebenso scheint die Bildung von TDN vermutlich eher auf einen photooxidativen Prozess zurückzugehen.

Entblätterungsmaßnahmen zum Fruchtansatz erwiesen sich bei Riesling als besonders effektiv gegen Sonnenbrand. Des Weiteren erbrachten strahlungsreflektierende Präparate mit hohem visuell wahrnehmbarem Weißgrad oder Schattierungsnetze mit dunklen, engmaschigen Netzfäden die besten präventiven Resultate. Fäulnis konnte am stärksten durch intensive Entblätterungen vor der *Véraison* reguliert werden. Während keine der weinbaulichen Maßnahmen den Ertrag signifikant beeinflusste, wirkten sich Schattierungsnetze mit dunklen Netzfäden signifikant negativ auf die Wüchsigkeit aus. Aus den im Projekt gewonnenen Ergebnissen lassen sich Handlungsanweisungen ableiten und direkt in die weinbauliche Praxis transferieren.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Branche der Deutschen Weinerzeuger, zu der im Jahr 2020 laut Agrarbericht 2023 der Bundesregierung 16.400 Weinbaubetriebe und eine bewirtschaftete Fläche von 103.680 ha zählen, besteht fast ausschließlich aus KMU, die keine eigenen Forschungsressourcen besitzen. Laut Agrarbericht der Bundesregierung erzielte die deutsche Weinwirtschaft mit ihren rund 80.000 Beschäftigten im Jahr 2020 einen Umsatz von 6,7 Mrd. Euro. Dem gegenüber beträgt der häusliche Umsatz im Segment Wein in Deutschland laut Statistischem Bundesamt 2024 7,6 Mrd. Euro zu dem sich ein Außer-Haus Marktvolumen von 7,9 Mrd € addiert zu einem kombinierten Umsatz von 15,4 Mrd Euro. Insgesamt werden 2024 in Deutschland rund 1,764 Mrd L Wein konsumiert. Davon entfallen rund 0,988 Mrd. L auf ausländische und 0,776 Mrd. L auf inländische Herkunft (Statistik 2023/24, Deutsches Weininstitut). Damit ist Deutschland einer der weltweit bedeutendsten Importeure von Wein. Im Gegensatz zu der hohen Anzahl an deutschen Weinbaubetrieben ist die Weinerzeugung im Ausland, vor allem außerhalb Europas, auf wenige Großbetriebe konzentriert, die aufgrund ihrer höheren Umsätze betriebsinterne Forschung durchführen können und damit einen Wettbewerbsvorteil vor allem im unteren und mittleren Preissegment haben. In Anbetracht des globalen Wettbewerbs und der hohen Weinimporte nach

Deutschland sind die deutschen Weinbaubetriebe darauf angewiesen, sich insbesondere durch die Qualität ihrer Weine aus autochthonen Rebsorten auf dem umkämpften Weinmarkt zu behaupten. Die neuen Herausforderungen, die der Klimawandel an die KMU der Weinbranche stellt, erfordern rasche Lösungsansätze, die angesichts fehlender betrieblicher Erfahrungen durch wissenschaftliche Forschung begleitet werden müssen. Erste Ansätze, um Sonnenbrandschäden zu vermeiden, sehen u.a. das Aufbringen von Schutzpartikeln auf die Trauben bzw. die Verwendung von Schattierungsnetzen vor. Je nach Maßnahme unterscheiden sich die Kosten jedoch erheblich, ebenso wie der zeitliche Vorlauf vor einer Hitzewelle. Zu Projektbeginn gab es noch keine fundierten Kenntnisse zu den Auswirkungen der Behandlungsverfahren (Entblätterung, Applikation von Tonerden bzw. Beschattungsnetzen) auf die Traubeneinhaltsstoffe (Aromastoffe, Carotinoide/Carotinoid-Metabolite, phenolische Verbindungen) inklusive der an der Biogenese dieser Verbindungen beteiligten Enzymsysteme und dem Einfluss auf die sensorische Weinqualität. In Abhängigkeit von Zeitpunkt und Art des Behandlungsverfahrens konnten über drei Jahrgänge hinweg, trotz recht unterschiedlicher Gesamtwetterlagen, Tendenzen aufgezeigt und Handlungsanweisungen abgeleitet werden, die nun direkt in die weinbauliche Praxis transferiert werden können.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2024
2. J. Waber, M. Petgen & J. Bogs: Von der Sonne verschont. DDW, 11, 22-24 (2021).
3. K. Müller, M. Friedel, J. Waber & J. Bogs: Gegen die Hitze. DDW, 11, 30-33 (2022).
4. J. Waber, J. Bogs, K. Müller & M. Friedel: Sonnenschutz. DDW, 11, 24-27 (2023).
5. C. Szmania, J. Waber, J. Bogs & U. Fischer: Sensory and aroma impact of mitigation strategies against sunburn in Riesling. OENO One, 57(3), 127-140 (2023).
6. C. Szmania & U. Fischer: Climate-related off-flavours in white wine – Impact of controlled irradiation on aroma and sensory quality in Riesling and Pinot blanc. Deutsche Lebensm-Rund, 119, 465-476 (2023).

Weiteres Informationsmaterial

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz
Institut für Weinbau und Oenologie
Breitenweg 71, 67435 Neustadt/Weinstraße
Tel.: +49 6321 671-294
Fax: +49 6321 671-375
E-Mail: ulrich.fischer@dlr.rlp.de

Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz
Institut für Phytomedizin
Breitenweg 71, 67435 Neustadt/Weinstraße
Tel.: +49 6321 671-482
Fax: +49 6321 671-514
E-Mail: jochen.bogs@dlr.rlp.de

Technische Universität Braunschweig
Institut für Lebensmittelchemie
Schleinitzstraße 20, 38106 Braunschweig
Tel.: +49 531 391-7202
Fax: +49 531 391-7230
E-Mail: p.winterhalter@tu-bs.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0

Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Deutsches Weininstitut (DWI)

Stand: 16. Juli 2024