Sachbericht zum Verwendungsnachweis Teil I-II

Sachbericht zur Bekanntmachung zur Förderung der Künstlichen Intelligenz (KI) in der Landwirtschaft, der Lebensmittelkette, der gesundheitlichen Ernährung und den Ländlichen Räumen im Rahmen von Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft

PiNOT
digitize aroma – understand quality

Projekt zur Entwicklung einer Künstlichen Intelligenz für oenologische Technologie
PINOT

Sachbericht von
DLR Rheinpfalz Weincampus Neustadt, Breitenweg 71, 67435 Neustadt a.d.W.

Projektlaufzeit 15.03.2021 - 31.10.2024

Projekt-Homepage https://pinot-ai.com

Auflistung aller Verbundpartner:

- DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt [DLR] (Verbundkoordinator)
  Professor für Lebensmitteltechnologie und Oenologie, Hochschule Kaiserslautern
  Herr Prof. Dr. Dominik Durner
- Fraunhofer [IIS] / Herr Dr. Jens Garbas
- Genie Enterprise Inc., NL Deutschland [Genie] / Herr Thomas Keßler,
  Herr PD Dr.-Ing. habil. Ronald Böck
- Hochschule Trier [UCB] / Herr Prof. Dr.-Ing. Guido Dartmann
- Wille Engineering [WE] / Herr Sebastian Wille
- Vineyard Cloud GmbH [VC] / Herr Maximilian Koch

Teil I: Kurzbericht

Aufgabenstellung

Aufgabe des Projekts war es, die menschliche Sinneswahrnehmung von Wein mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) und auf Basis chemisch-analytischer Eigenschaften abzubilden. Bisher basierte die Qualitätssicherung von Wein auf bestimmten analytischen Merkmalen wie bspw. der Alkoholgehalt, die Säure- und Zuckerkonzentration sowie auf humansensorischen Sinneseindrücken wie Geschmack und Geruch, welche beim Menschen naturgemäß subjektiven Schwankungen unterliegen. Durch den Einsatz technischer Sensorsysteme werden diese Sinneswahrnehmungen objektivierbar und in reproduzierbare und zuverlässige Messwerte überführbar. Die Sensoren erfassen die für das Weinaroma relevanten Moleküle, die Signale in kalibrierte Werte und schließlich in menschliche Sprache umwandeln. Mittels humansensorischer Daten und KI werden die Sensorsignale in Termini übersetzt, die der humansensorischen Beschreibung von Wein entsprechen. Auf dieser Basis erhalten Winzer, Kellermeister und Weinhändler neuartige qualitätsrelevante und für die Weinauthentizität wichtige Informationen, die letztlich auch die Kaufentscheidung unterstützen. Eine Laborversion (stationär), eine semimobile Version und ein Handgerät wurden so umgesetzt, dass diese entweder in den Produktionsstätten oder auch in Labors flexibel einsetzbar sein und sich möglichst nahtlos in bestehende Prozesse integrieren lassen. Übergeordnetes Ziel des Projektes war es, künftig die Produktionskosten der Weinerzeugung zu reduzieren, die Fehlerquoten in der Produktion zu senken und die Produktqualität zu verbessern. Die technologischen Innovationen wurden sowohl im Labor als auch unter realen Bedingungen getestet, um künftigen, weiteren Forschungen und Optimierungen der Arbeitsprozesse den Weg zu ebnen.

Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Projekt PINOT baute auf dem Stand der Technik und Wissenschaft in den Bereichen Sensorik, Sensorsysteme und künstlicher Intelligenz auf, mit dem Ziel, die menschliche Wahrnehmung in der Weinsensorik nachzubilden. Die Weinsensorik wird traditionell durch chemische Analysen (z. B. GC-MS) und humansensorische Tests durchgeführt, die jedoch zeit- und kostenintensiv sowie teilweise subjektiv sind. Ergänzend wurden Technologien wie „künstliche Nasen“ und „künstliche Zungen“ untersucht, die jedoch technische Einschränkungen bei der Trennung und Identifikation einzelner Aromenkomponenten aufweisen. Fortschritte in den Bereichen miniaturisierter Sensoren, optoelektronische Nasen und KI-Methoden ermöglichten neue Ansätze für mobile Anwendungen und zur Auswertung komplexer multidimensionaler Datensätze, die von chemischen und sensorischen Systemen generiert wurden. Im Projekt PINOT wurde zunächst untersucht, wie sensorische Daten

verständlich und praxisrelevant dokumentiert sowie präzise Sensoren entwickelt und effizient in mobilen sowie Laborgeräten eingesetzt werden können. Weitere Fokuspunkte waren die Aufbereitung der Sensordaten für KI-Trainingszwecke sowie die Übersetzung in Handlungsempfehlungen. Die entwickelten Teilkomponenten wurden in funktionale Systeme überführt und unter realitätsnahen Laborbedingungen validiert.

Ablauf des Vorhabens

Das Projekt wurde zunächst vom 15.03.2021 bis 14.03.2024 bewilligt. Es folgte eine Verlängerung des Projekts bis zum 30.10.2024, insbesondere aufgrund nicht beeinflussbarer und nicht absehbarer äußerer Umstände wie der Corona-Pandemie und dem Ukraine-Krieg. Ein weiterer Grund war das Ausscheiden eines Konsortialpartners, dessen Aufgaben durch das DLR übernommen wurde. Diese Umstände führten zu Verzögerungen bei der Umsetzung der zeitlich getakteten Arbeiten. Insgesamt wurden dennoch alle Arbeitspakete erfolgreich umgesetzt und die Meilensteine vollständig erreicht.

Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit im Konsortium

Im Projekt zur Entwicklung künstlicher Intelligenz für oenologische Technologie (PINOT) wurden KI-unterstützte Sensorsysteme zur Bestimmung qualitätsrelevanter Parameter in der Weinherstellung und Qualitätsbestimmung von Wein entwickelt.
Die gemeinsamen Arbeiten in PINOT zeigten auf, welche Chancen und welche Grenzen im Einsatz von KI in der Weinbereitung, im Handel und im Vertrieb von Wein liegen. Die Anforderungsanalyse zeigt, dass der Fokus auf das Weinaroma im Kontext des Qualitätsverständnisses von Wein zielführend ist, ebenso wie die Objektivierung aromaanalytischer Prozesse mittels KI-gestützter Sensorik. Aus den identifizierten Anwendungsbereichen und Anforderungen wurde ein Kriterienkatalog zur Umsetzung und Implementierung der drei Systeme “Laborversion”, “semimobil” und “Handgerät” abgeleitet. In der Weinstudie wurden wertvolle Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen humansensorischen Beurteilungen und Weininhaltsstoffen gewonnen, sowie neue Zusammenhänge zwischen oenologischen Produktionsfaktoren, Weininhaltsstoffen und humansensorischen Beurteilungen ermittelt, die Grundlage für die sensortechnischen Entwicklungsarbeiten waren. Die Machbarkeitsstudie (AP8) zeigte, dass die Nutzung der erarbeiteten Technologie in deutschen Unternehmen möglich ist und zu einem Effizienzgewinn in deutschen Unternehmen beitragen kann.

Teil II: Durchgeführte Arbeiten

Darstellung der durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnissen und Gegenüberstellung mit der ursprünglichen Vorhabensbeschreibung

AP 1: Projektmanagement und agile Entwicklung
(Lead: DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt)

In AP 1 (Projektmanagement und agile Entwicklung) wurden die Spezifikationen an die zu entwickelnden Forschungs-Prototypen über einen professionell begleiteten Entwicklungsprozess iterativ angepasst und fortlaufend in die Forschungs-Prototypen überführt. Des Weiteren wurden die unterschiedlichen Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und zur Kommunikation zentralisiert und aufeinander abgestimmt. Damit die Projektpartner ihren Fokus auf die technischen Arbeitspakete legen konnten, wurde für das Projektmanagement, das Management von geistigem Eigentum sowie die Durchführung von Ideation-Workshops die Atrineo AG als externer Partner in das Projekt einbezogen.

Im Projektzeitraum überwachte und leitete das Projektmanagement (AP 1.1 Projektmanagement) den Fortschritt der verschiedenen Arbeitspakete an. Hierbei lag der Fokus auf der Koordination der Projektpartner und der Ausrichtung aller Beteiligten auf die Erreichung der Gesamtprojektziele. Es wurden acht ganztägige Konsortialtreffen mit allen Partnern in Präsenz durchgeführt:

2021

05. August beim DLR Rheinpfalz Weincampus Neustadt

28. Oktober beim Fraunhofer IIS in Erlangen

2022:

27. April bei Genie Enterprise in Ludwigshafen

22. September am Umweltcampus Birkenfeld

2023

16. Februar bei Vineyard Cloud in Edesheim

22. Juni beim DLR Rheinpfalz Weincampus Neustadt

10. Oktober beim Fraunhofer IIS in Erlangen

2024

23. April beim DLR Rheinpfalz Weincampus Neustadt

Zur effektiven Kommunikation und Abstimmung plante das Projektmanagement neben den infrastrukturellen Einrichtungen (Datashare, etc.) 2-wöchige Statusmeetings per Videocall mit allen Konsortialpartnern, in denen aktuelle Entwicklungen und Aufgaben innerhalb des PINOT-Konsortiums besprochen und der Fortschritt der einzelnen Arbeitspakete abgestimmt wurde. Spezifische Arbeitsgruppen zu bestimmten Themenbereichen wurden eingerichtet und koordiniert und die erzielten Ergebnisse wurden allen Konsortialpartnern zugänglich gemacht.

Zum Zweck der internen Projektsteuerung und für die Öffentlichkeitsarbeit wurden vom Projektmanagement eine Ablauforganisation entwickelt, die die Zusammenarbeit des Konsortiums (Abb.1) und die Integration der Entwicklungen in der Wertschöpfung Wein (Abb. 2) veranschaulichen. Die Inhalte der Grafiken greifen ausschließlich die Inhalte des stattgegebenen Projektantrags auf. In Abb. 1 wurde der duale Wirkkomplex der KI verdeutlicht, der sich auf zwei Bereiche erstreckt, die Fundament und Dach der Arbeiten im Konsortium bilden (siehe Abb. 1). Die KI-basierten Arbeiten im Rahmen der Sensorik werden zum besseren Verständnis als Hardware-nahe KI und die Arbeiten im Rahmen der Verknüpfung von Metadaten als Wein-nahe KI bezeichnet. Die Arbeiten lassen sich entsprechend dem Antrag direkt zuordnen und werden insbesondere in AP 6 berichtend diskutiert.

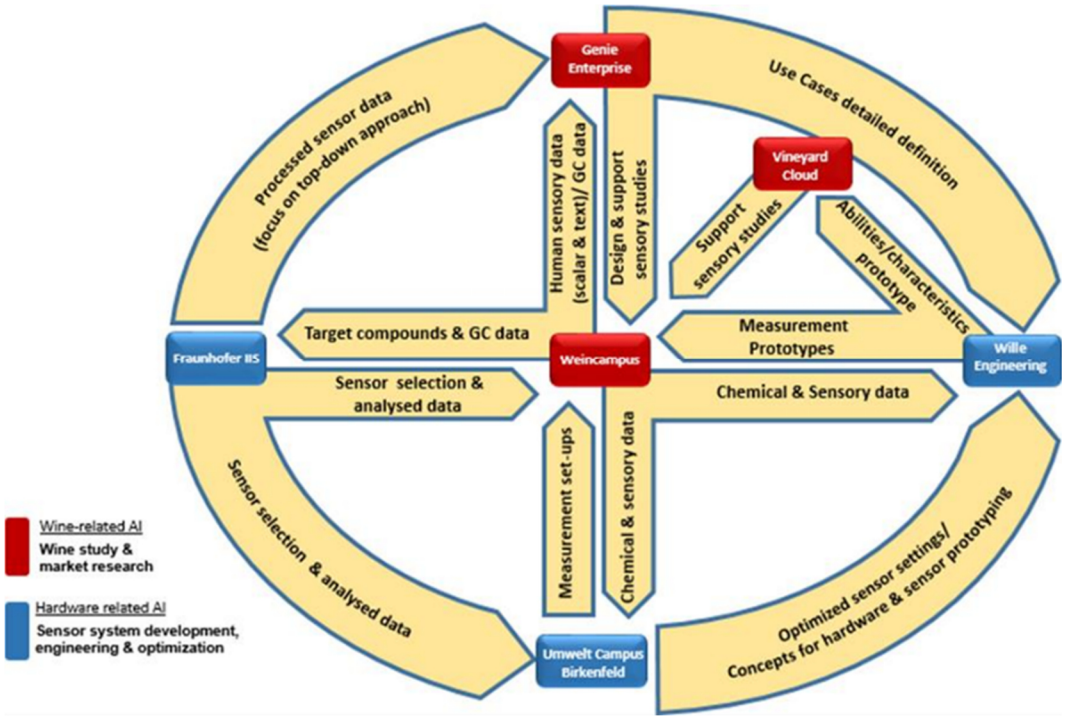


Abb.1: Zusammenarbeit des PINOT-Konsortiums mit Detaildarstellung der Informationsflüsse zwischen den einzelnen Projektpartnern zur Kontrolle und Steuerung des Konsortiums.

Die Scope-Grafik (Abb.2) stellt heraus, wie die KI-basierten Themenfelder des Projektes PINOT die verschiedenen Bereiche der Weinherstellung und des Weinvertriebs umspannen.

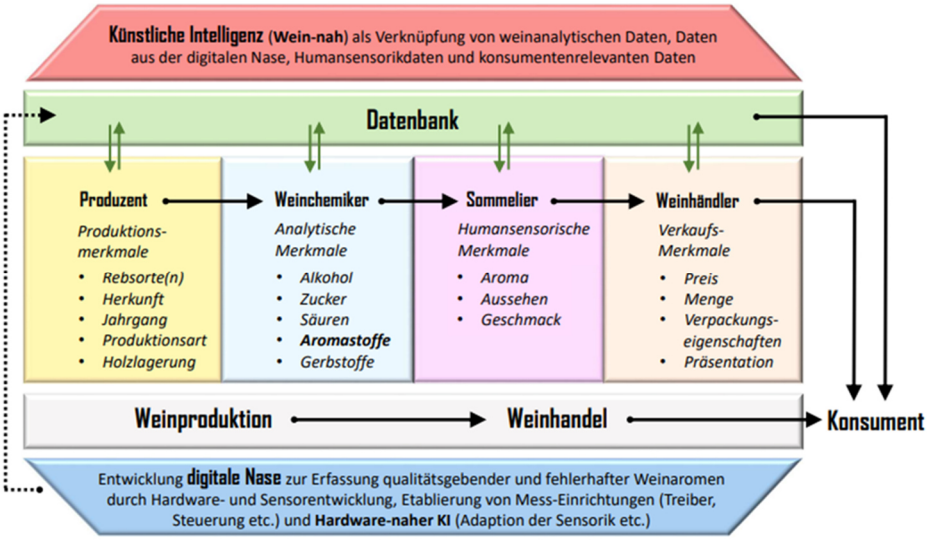


Abb.2: Scope-Grafik zur Integration der Entwicklungen in den Wertschöpfungsablauf Wein.

Im Rahmen von **AP 1.2** (Flankierende Analysen) wurden über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierliche Analysen zu Trends in primären und sekundären Anwendungsfeldern sowie Wettbewerbsbeobachtung und das Screening auf potentielle funktional äquivalente Konkurrenzlösungen durchgeführt. Die im Screening identifizierten Aspekte wurden näher überprüft und als nicht (neuheits-)schädlich eingestuft. Die Recherche zu Normen, Industriestandards und regulatorischen Rahmenbedingungen floss gezielt in die Weiterführung der technischen Entwicklungen ein.

Im Rahmen der Tätigkeiten zu **AP 1.3** (Stakeholder Engagement und Öffentlichkeitsarbeit) wurden PINOT und die dazugehörige Technologie sowohl bei Fachleuten aus dem Netzwerk der Weinproduktion und des -handels, Weinexperten und Sommeliers sowie der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Zu diesem Zweck wurde gemeinsam mit der Atrineo AG ein Team für die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen gebildet, um Materialien für die Öffentlichkeitsarbeit zu erstellen und zu gestalten, darunter ein Logo, Flyer, Internetseiten und Präsentationsfolien.

Für die öffentliche Präsentation der Projekterfolge wurde bereits in einer frühen Projektphase eine professionelle Projektwebseite eingerichtet. Die Seite www.pinot-ai.com ging im Mai 2022 online und informiert neben der generellen Projektübersicht auch über Entwicklungen entlang der Projektlaufzeit, wie z.B. Fortschritte in der Datengenerierung, Messeaktivitäten, themenbezogene Veranstaltungen, Panel-Analysen oder auch Forschungs-Erkenntnisse.

Ein Logo mit Claim wurde entwickelt und auf der Homepage platziert:

PINOT
digitize aroma – understand quality

Zudem wurde das Projekt PINOT auf den individuellen Websites der Konsortialpartner vorgestellt. Darüber hinaus wurde PINOT auch verstärkt in der Berichterstattung der Tages- und Fachpresse gewürdigt, etwa durch Zeitungs- und Fachmagazinartikel, TV- und Radio-Beiträge oder auch über Online-Artikel und Social Media Kanäle.

13.06.2021	"Südpfalzer wollen künstliche Intelligenz im Weinbau einsetzen" *Die Rheinpfalz*
28.09.2021	"Maschinen als Weinkenner der Zukunft" *Die Rheinpfalz*
19.11.2021	"Künstliche Intelligenz im Weinbau" *One-to-One Online*
21.07.2022	"Neustadt - Computer soll Weine am Geruch überprüfen" *SWRaktuell (SWR)*
19.08.2022	Herbert, Anke "Schnupperprobe: Wie riecht animalisch?" *Die Rheinpfalz*
05.09.2022	"Einsatz von KI in der Lebensmittelwirtschaft" *Food-Processing Initiative e.V.*
01.10.2022	Embacher, Alexandra "KI-Sommelier: Cheers Künstliche Intelligenz!" *Falstaff Profi*
15.11.2022	"Weinroboter erschnüffelt Aromen." *1730 live (Sat.1)* https://www.1730live.de/weinroboter-erschnueffelt-aromen/
19.11.2022	"Kann eine digitale Nase Weinfehler erschnüffeln?" *P.M. Wissen (Servus TV)*
01.04.2023	"Unterstützung für feine Nasen" *Sonderheft InnoVino (Bayer) Beitrag (Titel-Artikel)*
12.06.2023	Nguyen T., Zimmermann D., Durner D "Ein Trainingsgelände für eine künstliche Intelligenz" S. 67 – 69; DLR RHEINPFALZ 2023 IM BLICK
15.09.2023	Franz, Gerald "Wenn die KI am Weinglas schnüffelt" *DER SPIEGEL (online)*
01.03.2024	Pigott S., Redes Sidore P. "KI & Robotics: Im Weinberg angekommen - Wie technische Innovationen die traditionsbestimmte Welt des Weins verändern" *ProWein Magazin (online)*

01.04.2024	“Wine meets AI - Die Weinwelt ist nicht genug“ *Deutsches Weinmagazin (online)*
04.04.2024	Demirci, Sabine “KI als Sommelier: Kommt die digitale Nase?“ *Die Rheinpfalz*
04/2024	“Wine meets AI - Die Weinwelt ist nicht genug“ *Meininger Online*
04/2024	Reinhard Pohorec “Wie ein großer Organismus“ *Mixology Magazin für Barkultur*
26.04.2024	“Künstliche Intelligenz im Weinkeller“ *SWR Aktuell Rheinland-Pfalz (SWR RP)*
25.05.2024	Demirci, Sabine “Drohnen im Weinberg und digitale Nasen“ *Die Rheinpfalz*
16.08.2024	Schonschek, Christine “KI im Weinbau: Vom Weinberg bis zum Marketing“ *Rebe&Wein (online)*
23.09.2024	Adams, Annika “Digitizing Wine Tasting with Cantilever PAS & AI“ *Mettler Toledo*
25.05.2024	Weincampus Neustadt “Die Weinwelt ist nicht genug“ *Das deutsche Weinmagazin*
26.08.2024	Fischer, Stefan “Mit KI im Wingert und am Weinglas“ *Die Rheinpfalz*
05/2024	Huber, Janina “Die Zukunft im Weinglas“ *VielPfalz Genießermagazin*

Weiterhin fanden diverse Vorstellungen des Projektes, entweder als Einzelpräsentation oder im Rahmen von Gesamtvorträgen, für Fachpublikum statt. Dies diente der öffentlichen Präsentation der bis dahin erreichten Projekterfolge auf professionellen Plattformen. Präsentationen der Projekterfolge waren:

- 09.01.22 Vortrag zum Thema „Digitalisierung/KI im Weinbau“ auf den Weinbautagen Mosel
- 23.04.22 Vortrag zum Thema „Digitalisierung/KI im Weinbau“ beim Fachseminar Oenologie des DLR Rheinpfalz
- 31.08.-01.09.22 Vorstellung des Projekts PINOT auf den Bonner Ernährungstagen
- 30.05.2022 Online-Veranstaltung von IDS VisionPeer zu KI und Sensor-Technik
- 05.09.2022 Netzwerk-Veranstaltung mit KI-Anwendern in unserem ZIM-Netzwerk KI-Map
- 22.07.2022 Vorstellung des Projekts PINOT auf der IVAS Konferenz/ Neustadt/W., GER
- 05.09.2022 Netzwerk-Veranstaltung mit KI-Anwendern im ZIM-Netzwerk KI-Map
- In den Jahren 2023 und 2024 diverse Diskussionsbeiträge in den Arbeitskreisen „Bildung“ und „Technologie“ des Deutschen Weinbauverbands (DWV)

- In den Jahren 2023 und 2024 diverse Diskussionsbeiträge in den Expertengruppen „Technologie“ und „Analytik“ der Internationalen Vereinigung für Rebe und Wein (OIV)
- In den Jahren 2023 und 2024 diverse Diskussionsbeiträge im Arbeitskreis „Oenologie“ des Baden-Württembergischen Genossenschaftsverbands
- 07.07.2023 Fachvortrag zum Thema KI in der Aromaanalyse von Wein auf der Konferenz Oeno-Macroweine/Bordeaux, FRA
- 20.07.2023 Fachvortrag zum Thema Sensorische Untersuchungen von Wein, Pangborn Sensory Science Symposium/Nantes, FRA
- 10.07.2024 Projektvorstellung auf der IVAS Konferenz an der Univ. Davis/Kalifornien

Im Jahr 2023 wurde das Projekt PINOT auf der Weinhandelsmesse ProWein in Düsseldorf vom 19. bis 21. März auf dem Stand des Weincampus Neustadt vorgestellt. Die bis dahin entwickelten Prototypen wurden bei relevanten Akteuren der Weinproduktion und des -handels bekannt gemacht. Umfangreiche Kontakte wurden geknüpft, u.a. mit dem *Institut für Lebensmittelchemie und Arzneimittelprüfung* in Mainz, mit Redakteuren vom *Weinmagazin*, freien Journalisten, Winzern und ausländischen Reportern. Vertreter aller Projektpartner waren vor Ort. Mittels Verteilung von eigens gestalteten Postkarten (siehe Bilder unten), versehen mit Verlinkung zu einem Fragebogen konnte wertvoller Input der Zielgruppe generiert werden. Im Fach-Vortrag “Digitale Nase - testen Sie Ihr sensorisches Talent”, einer Live-Demonstration, (Semimobile Version inkl. KI) wurde bei einer moderierten Verkostung der subjektive Geruchsschwellenwert im Vergleich zur digitalen Nase getestet.

Ende 2023 wurde ein 6-minütiger Kurzfilm/Imagefilm namens „Ein Quantum H_2S“ produziert. An einen James-Bond-Filmtrailer erinnernd, wird auf einprägsame Weise der Stand der Forschung vermittelt. Im zweiten Teil des Videos stellen alle Projektpartner ihren Part im Projekt vor.

https://youtu.be/RAjdnBroKJA?si=pa17nvX8_XfRpFD-

Am 23. April 2024 wurde der Film am DLR Rheinpfalz in Mußbach im Rahmen der Veranstaltung am Weincampus Neustadt “Die Weinwelt ist nicht genug” erstmalig ca. 100 geladenen Gästen vorgestellt. Im ganz besonderen Ambiente des Kelterhauses des Staatsweinguts Johannitergut hielten Janina Huber, eine bekannte pfälzische Weinexpertin und Alisa Türck, eine anerkannte Digitalisierungsexpertin ihre anschaulichen und durchaus provokanten Vorträge über das Projekt PINOT und die Zukunft des Weinbaus. Im Anschluss wurde der Film auf unserer Homepage platziert und in verschiedenen Socialmedia Kanälen der allgemeinen Öffentlichkeit präsentiert.

Neben den Arbeiten im Projekt selbst, hat das Projekt PINOT sich auch im Netzwerkprojekt X-KIT engagiert. Ein Austausch über die verschiedenen Projekte hinweg wurde durch Online-Workshops und Präsenzmeetings realisiert, wobei ein thematischer Austausch interdisziplinär über Cluster erreicht wurde.

Im Rahmen des “Kolloquium Landwirtschaft der Zukunft - Ist KI ein wesentlicher Schlüssel zur nachhaltigeren Landwirtschaft?”, der im Kontext der Fachtagung INFORMATIK im September 2023 stattfand, wurden gemeinsame Arbeiten von Genie und Weincampus präsentiert. Es wurden neuronale Netze beschrieben, die zur Klassifizierung von Weinen mit und ohne Eichenholz verwendet werden, basierend auf Textbeschreibungen, die während der Panel-Analyse gegeben wurden. Referenz: Ronald Böck, Siddarth Venkateswaran, Thi Nguyen, Dominik Durner (2023). Textual Descriptions Used for Classification of Oaked vs Unoaked Wines, In: INFORMATIK 2023 (M. Klein, D. Krupka, C. Winter., V. Wohlgemuth (Hrsg.)), Lecture Notes in Informatics, Gesellschaft für Informatik, pp. 1591-1598.

Im November 2023 wurden die bis dahin gezeitigten Ergebnisse der Weinstudie zur Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Zeitschrift OENO One eingereicht. Das Manuskript erläutert, wie Bodenarten, die bei der Verkostung als extrinsische Informationsmerkmale präsentiert werden (z. B. Buntsandstein, Löß, Muschelkalk, Schiefer auf Flaschenetiketten, Preislisten usw.), die Wahrnehmung erheblich beeinflussen können.

Durch die zahlreichen öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen ist PINOT eine breite Sensibilisierung für das Thema gelungen.

In **AP 1.4** (Management von Geistigem Eigentum) erfolgten durch die Atrineo AG Prior-Art-Analysen, welche die systematische Untersuchung und Dokumentation bereits vorhandener Technologien, Veröffentlichungen, Patente oder sonstiger Informationsquellen (etwa Firmenhomepages) umfassten, um so grundlegend eine Abgrenzbarkeit der Erfindungen aus dem PINOT-Projekt im Vergleich zum Stand der Technik festzustellen und bei der Entscheidungsfindung für Patentanmeldungen zu unterstützen. Durch den Umwelt-Campus erfolgte eine und durch das Fraunhofer IIS zwei Patentanmeldungen zu Entwicklungen entlang der Teilprojekte.

Die Kommunikation in **AP 1.5** (Kommunikation mit dem BLE und Berichtswesen) mit dem Projektträger war im gesamten Projektverlauf von zentraler Bedeutung und erfolgte regelmäßig, um den Fortschritt abzustimmen und notwendige Anpassungen zeitnah umzusetzen. Durch kontinuierliche Berichterstattung und gemeinsame Abstimmungsgespräche konnten wichtige Entscheidungen effizient getroffen werden. Zu Beginn des Jahres 2022 wurde die Atrineo AG unterstützend für das Berichtsmanagement hinzugezogen. Für die erfolgreiche Umsetzung der finalen Projektarbeiten wurde mit der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) eine Projektverlängerung bis zum 31. Oktober 2024 abgestimmt.

Die Vorbereitungen sämtlicher Berichte wurden beim DLR Rheinpfalz kanalisiert und ausgewertet. Fragestellungen und allgemeine Kommunikation mit der BLE erfolgten über den Konsortialführer. Der DLR Rheinpfalz überwachte, zusammen mit Atrineo AG, die Abgabefristen und hat die Verantwortlichkeit der Koordination der Kommunikation mit den Partnern und der BLE professionell und zentralisiert wahrgenommen.

AP 2: Anforderungsanalyse
(Lead: Genie Enterprise unter Beteiligung DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt)

In diesem Arbeitspaket wurden entlang der Teilarbeitspakete **AP 2.2 bis AP 2.7** die Anforderungen unterschiedlicher potentieller Anwendergruppen (Winzer, Kellermeister, Weinhändler und Sommeliers) an das PINOT-System aufgenommen, analysiert und bereichsspezifisch Ableitungen für die technische und organisatorische Umsetzung abgeleitet. Daraus ergaben sich die Spezifikationen für die weiteren Arbeitspakete. Zur Unterstützung der Organisation und Durchführung der Anforderungsanalyse wurde die Atrineo AG eingebunden.

Die Aufgabe des DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt war es, Informationen über qualitätsbestimmende Trauben- und Weininhaltsstoffen hinsichtlich strukturchemischer,

reaktionschemischer und quantitativer Informationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Traube bis zum fertigen Produkt zu recherchieren, aufzubereiten und an die Konsortialpartner im Rahmen von Schulungen weiterzugeben. Als Beispiel ist nachfolgende Tabelle 1 über Konzentrationsbereiche von Impact-Aromastoffen in Wein widergegeben.

Tab. 1: Konzentrationsbereiche von Aromastoffen (mit jeweiliger sensorischer Wirkung) in Wein (recherchiert aus 43 wissenschaftlichen Quellen)

Pyrazines	**Concentrations in µg/L wine**
3-isobutyl-2-methoxypyrazine (bell pepper, vegetal)	0.004-0.03
3-isopropyl-2-methoxypyrazine (asparagus, earth, peas)	0.0005-0.0056
Higher Alcohols	**Concentrations in µg/L wine**
1-hexanol (herbaceous, green grass)	2100-13800
cis-3-hexenol (herbaceous, green grass)	8-651
2-phenylethanol (rose, honey)	40000-153000
Esters	**Concentrations in µg/L wine**
ethyl acetate (nail polish remover, fruity)	5000-63000
ethyl butanoate (apple, fruity)	70-540
ethyl hexanoate (green apple)	150-1500
ethyl octanoate (fruity, peach)	140-2500
ethyl decanoate (fruity)	14-910
3-methylbutyl acetate (banana)	30-5500
ethyl 2-methylpropanoate (sweet)	10-120
ethyl 3-methylbutanoate (fruity)	2-30
Lactones	**Concentrations in µg/L wine**
gamma-butyrolactone (caramel, sweet)	4100-21400
gamma-dodecalactone (coconut)	0.1-20
gamma-nonalactone (peach)	2-30
gamma-decalactone (fatty, peach)	0.1-1.5
wine lactone (coconut, woody, sweet)	0.1
Isoprenoids	**Concentrations in µg/L wine**
(-)-cis-rose oxide (floral, green, rose)	<22
eucalyptol (eucalyptus, fresh)	<33
linalool (floral, citrus)	<370
geraniol (floral, citrus)	<290
hotrienol (floral, citrus)	3-240
alpha-terpineol (lilac)	<400
(-)-rotundone (black pepper)	<0.56
nerolidol (floral, apple, green)	<29
farnesol (floral, rose)	<180
beta-damascenone (cooked apple, quince, floral)	0.3-45
beta-ionone (violet, wood, raspberry)	<18
TDN (kerosene, petrol)	<54
Carbonyls	**Concentrations in µg/L wine**
acetaldehyde (fruity to rotting apple)	<211000
2-methylpropanal (banana, melon, varnish, cheese)	1-200
2-methylbutanal (green grass, fruity)	3-100
3-methylbutanal (unripe banana, apple, cheese)	40-250
phenylacetaldehyde (floral)	2.5-130
diacetyl (butter)	5-7500
3-methyl-2,4-nonadione (prune, minty, anise)	0.004-0.3
1,1-diethoxyethane (licorice, green fruit)	500-70000
Thiols	**Concentrations in µg/L wine**
hydrogen sulfide (rotten egg)	<35
methanethiol (putrefaction, onion, rubber)	<8
dimethylsulfide (cabbage, asparagus, truffle)	11-765
3-mercaptohexan-1-ol (grapefruit, passionfruit)	<18.7
3-mercaptohexyl acetate (passionfruit, box tree)	<2.5
4-mercapto-4-methylpentan-2-one (box tree, guava)	<0.1

Des Weiteren wurden die verfahrenstechnischen Anforderungen in der Weinproduktion von der Traube bis zur Distribution hinsichtlich werkstoff- und anlagenseitiger sowie weiterer prozesstechnischer Informationen recherchiert, aufbereitet und an die Konsortialpartner weitergegeben. Bei allen weinchemischen und technischen Schulungen wurden die EU-rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen in der Weinproduktion sowie im Weinvertrieb berücksichtigt.

In Kooperation zwischen dem DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt und Genie Enterprise wurden, unterstützt durch die Atrineo AG, quantitative und qualitative Befragungen mit potenziellen Nutzern und ExpertInnen aus der Weinbranche und dem Weinhandel durchgeführt. In den quantitativen Befragungen konnten die potenzieller Nutzer in zwei Gruppen segmentiert werden: Winzer und Kellermeister auf der einen Seite, Weinhändler und Sommeliers auf der anderen Seite. In den qualitativen Befragungen konnte diese Segmentierung bestätigt, sowie die Motive und Anforderungen von potenziellen Nutzern tiefgehend analysiert werden. Beide Gruppen haben Bedarf an einem System signalisiert, das objektive Informationen über das Weinaroma bzw. die Weinqualität und Authentizität von Wein gibt. Winzer und Kellermeister signalisierten insbesondere Interesse an einem Monitoring-System für Gär- und Reifungsprozesse, um darauf aufbauend Steuer- und Regelprozesse in der Weinherstellung implementieren zu können. Weinhändler und Sommeliers und einzelne Winzer sind an einer Datenbank interessiert, die neben der Identifikation von Aromen auch den Vergleich mit anderen Weinen erlaubt. Einzelne Beispiele aus den Befragungen sind in den nachfolgenden Abbildungen wiedergegeben.

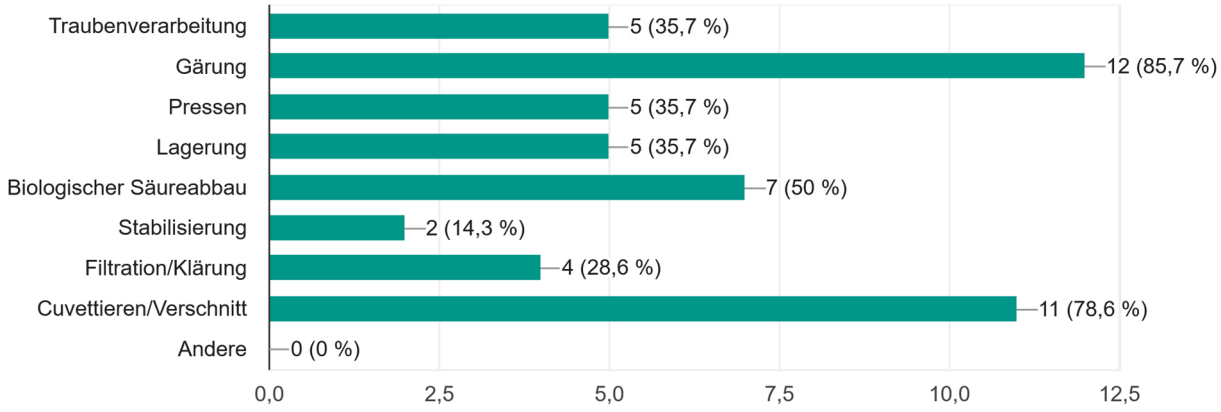


Abb. 3: Sichtweise von 45 KellermeisterInnen zur Frage in welcher Phase der Weinbereitung sie den größten Nutzen von digitalen Aromadaten sehen würden.

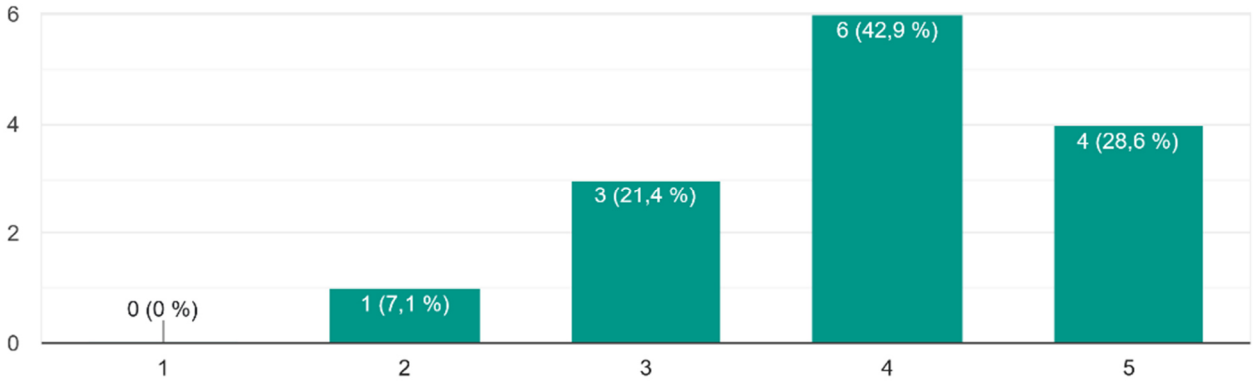


Abb. 4: Sichtweise von 45 KellermeisterInnen zur Frage ob es hilfreich wäre, potenzielle Weinfehler unter der menschlichen Wahrnehmungsschwelle früh zu erkennen.

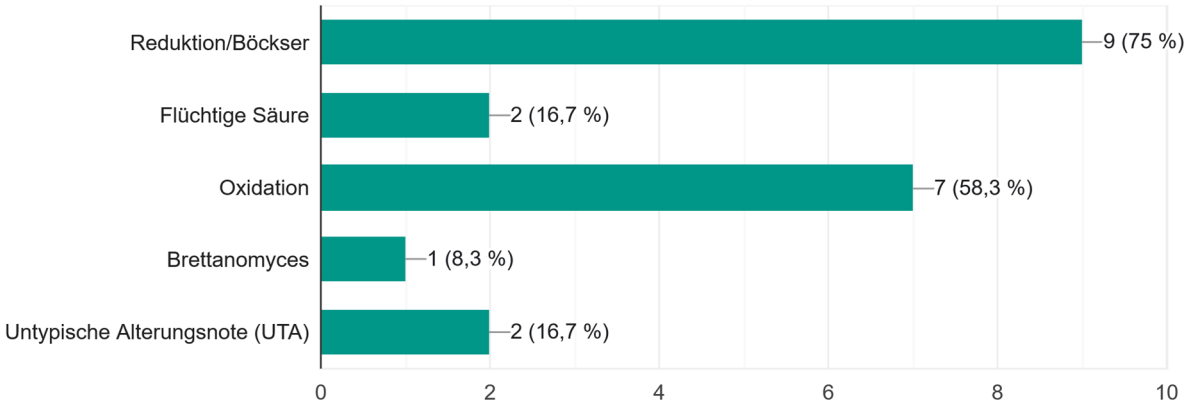


Abb. 5: Sichtweise von 45 KellermeisterInnen zur Frage welche Weinfehler die größten Probleme in der Produktion bereiten.

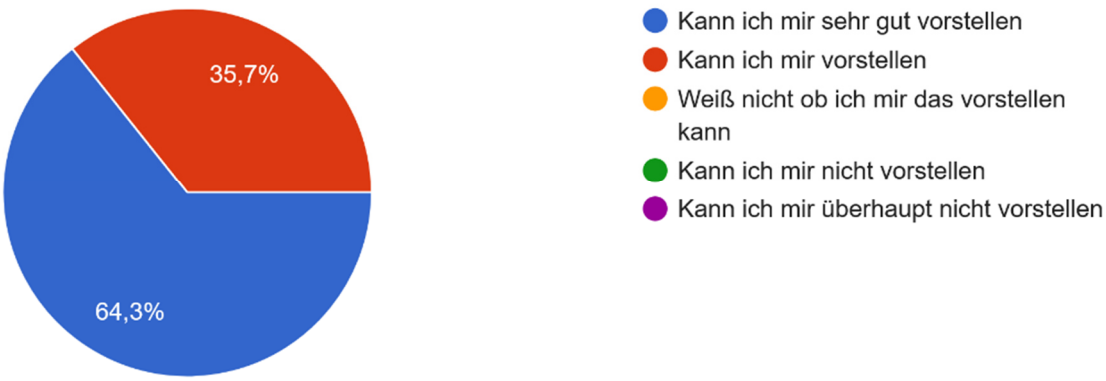


Abb. 6: Anteil an KellermeisterInnen, die sich die Unterstützung durch digitale Hilfsmittel in der Produktion zukünftig vorstellen können (n=45).

AP 7: Weinstudie
(Lead: DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt)

In AP 7 ging es um die Erhebung und Bereitstellung weinchemischer und humansensorischer Daten anhand ausgewählter Weine für die zu erforschenden Sensoren als systematische Untersuchungsgrundlage.

7.1 Definition und Bereitstellung von kommerziellen Weinen nach Gesichtspunkten des Experimental Designs (Validierungsgrid)

Mittels Experimental Design wurden 185 Weine für die Weinstudie ausgewählt. Hierzu wurden zunächst multivariate Mustererkennungsanalysen mit den Daten aus den hausinternen Verkostungsdatenbanken der letzten 20 Jahre durchgeführt, mit dem Ziel, Weine auszuwählen, die die Vielfalt dessen, was sensorisch existiert, möglichst umfänglich abzudecken. Der Validierungsgrid lieferte die Muster an Rebsorten, Jahrgangsspreizungen, Regionen und Lagen sowie weiterer technischer Einflussfaktoren, die bei der Auswahl der Weine berücksichtigt wurden. Die 185 Weine umfassten verschiedene internationale Regionen, unterschiedliche Rebsorten, Terroirs und Lagen aller Preisklassen und Qualitäten. Die Weine wurden in 12 Einzelprojekten sowohl humansensorisch (siehe AP 7.3) als auch mittels chemischer Referenzanalytik (siehe AP 7.4) untersucht.

7.2 Produktion von Wein aus Trauben unterschiedlicher Qualität nach qualitätsdifferenzierenden Gesichtspunkten und Experimental Design sowie Dokumentation nach wissenschaftlichen Anforderungen

ANMERKUNG: Nach dem Ausscheiden des Konsortialpartners WG Lergenmüller wurde diese Aufgabe durch das DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt übernommen. Die Produktion von Weinen aus Trauben nach qualitätsdifferenzierenden Gesichtspunkten und Experimental Design sowie Dokumentation nach wissenschaftlichen Anforderungen konnte von Juli – Oktober 2024 durch eine technische Mitarbeiterin, die durch die finanzielle Aufstockung in der Laufzeitverlängerung beschäftigt wurde, realisiert werden. Die letzte humansensorische Panel-Analyse wurde auf dieses Thema ausgerichtet (siehe AP 7.3)

1400 kg Trauben (jeweils 700 kg) aus den Versuchsweinbergen des DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt wurden im September 2024 gelesen. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die Ausgangsparameter der Traubenmoste der Rebsorten Muscaris und Muskateller dargestellt. Bei der alkoholischen Gärung wurden die Moste mit *Saccharomyces cerevisiae* (Oenoferm® X-treme, Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) beimpft und bei 18 °C bis < 1 g/L Restzucker vergoren.

Die Nährstoffzugabe (Vitamon® Liquid, Erbslöh, Geisenheim, Deutschland) erfolgte nach drei Tagen in einer Konzentration von 200 mL/hL. Die Gärdauer betrug 10 Tage. In der Tabelle 3 sind die Verläufe der Mostgewichtsabnahme der einzelnen Rebsorten während der alkoholischen Gärung gezeigt. Bei jeder Rebsorte erfolgten zwei Gärwiederholungen.

Tab. 2: Mostparametern der Rebsorte Muscaris und Muskateller

Mostparameter	**Muscaris**	**Muskateller**
Mostgewicht [°Oe]	95	88
Säuregehalt [g/L]	5.8	3.7
pH-Wert	3.2	3.3
Flüchtige Säure [mg/L]	0.5	0.4

Tab. 3: Verlauf des Mostgewichts den einzelnen Rebsorten während der alkoholische Gärung

Gärdauer [Tag]	**Temperatur [°C]**	**Mostgewicht [°Oe]**	
		Muscaris	Muskateller
0	18.4	95	88
2	18.4	68	73
4	18.2	42	33
6	18.2	20	9
8	18.2	- 2	2
10	18.2	- 6	- 4

Im Abstand von zwei Tagen wurden jeweils 2,5 L Probe immer zur gleichen Tageszeit bis zum Ende der alkoholischen Gärung entnommen. Die Proben für die sensorischen Untersuchungen und chemischen Analysen wurden 5 Minuten lang bei 14‘000 g zentrifugiert und bei -23°C gelagert. Einen Tag vor der sensorischen Prüfung wurden die Proben aufgetaut und bis zum Beginn der sensorischen Prüfung bei 12°C gelagert.

7.3 Attributierung und Erstellung von sensorischen Beschreibungen

Humansensorische Panel-Analysen sind die primäre Quelle humansensorischer Daten und daher zentraler Baustein für die technischen Entwicklungen durch die Projektpartner. Um eine große Bandbreite an quantitativen und qualitativen Datentypen zu generieren, wurden für die Panel-Analysen mehrere verschiedene Methoden verwendet. Zu Beginn des Projekts wurde „Rate-All-That-Apply“ (RATA) verwendet (Ares et al. 2014). Für diese relativ einfache Methode erhält das Panel eine Liste häufig verwendeter Attribute, die beispielsweise vom Court of Master Sommeliers, dem Wine and Spirits Education Trust oder früheren sensorischen Studien stammen. Die Verkoster bewerten dann die Weine, indem sie skalare Intensitätsbewertungen für alle Attribute abgeben, von denen sie glauben, dass sie zur

Beschreibung des Geschmacks des Weins verwendet werden können. Im weiteren Projektverlauf wurden freie Methoden der sensorischen Bewertung eingesetzt, bei denen die Verkoster die Weine mit ihren eigenen Worten beschreiben. Bei der „Free-Comment“-Methode können die Verkoster subjektiv über jeden Wein schreiben und werden gebeten, sich auf sensorische Eigenschaften zu konzentrieren, anstatt auf Vorlieben und Präferenzen (ten Kleij & Musters 2003). Das „Free-Choice Profile“ kombiniert Aspekte von RATA und Free-Comment: Jeder Verkoster erstellt zunächst seine eigene Liste mit Eigenschaften, die seiner Meinung nach die Weine am besten beschreiben und unterscheiden, und gibt dann skalare Intensitätsbewertungen ab (Williams & Langron 1984). Die letzte verwendete Methode war das „Pivot Profile“, bei dem alle Weine im Vergleich zu einem Referenzwein bewertet werden. Die Verkoster werden gebeten, Eigenschaften aufzulisten, die sie bei einem bestimmten Wein im Vergleich zur Referenz als intensiver oder weniger intensiv empfinden (Thuillier et al. 2015).

Es wurden insgesamt 12 groß angelegte Panel-Analysen zu unterschiedlichen Themenbereichen durchgeführt. Die Panel-Analysen wurden so angelegt, dass durch die Auswahl von jeweils ca. 15 Weinen eine systematische Generierung und Verallgemeinerung von Daten möglich war. Jedes Panel bestand aus eingeladenen Experten, darunter Sommeliers, Winzer und andere Fachleute der Weinbranche, die freiwillig teilnahmen. Alle Panel-Analysen beinhalteten zwei Verkostungswiederholungen.

- In der 1. Panel-Analyse (21.07.22), einer breit angelegten humansensorischen Datenerhebung zur „Welt des Weines“, wurden Weiß- und Rotweine aus aller Welt nach dem „Rate-All-That-Apply“-Prinzip (alles Zutreffende bewerten) bewertet (Ares et al. 2014). Der Einfluss der Farbe auf die Aromawahrnehmung wurde untersucht, indem das Panel die Weine sowohl in schwarzen als auch in klaren Gläsern prüfte.
- In der 2. Panel-Analyse (12.11.22) wurden deutsche Rieslinge aus verschiedenen Regionen und Bodenarten mit dem „Rate-All-That-Apply“-Prinzip bewertet. Der Einfluss äußerer Hinweise (Region und Bodenart) auf die sensorische Wahrnehmung wurde untersucht, indem das Panel die Weine mit und ohne diese Informationen verkostete.
- In der 3. Panel-Analyse (30.01.23) wurden Weiß- und Rotweine aus aller Welt, die ohne die Verwendung von Eichenholz, bspw. einer Barriquelagerung hergestellt wurden, als Grundlage für die Verkostung verwendet. Diesen Weinen wurde dann Eichenholz zugesetzt, um den Einfluss des Eichenholzes auf das Weinaroma zu untersuchen (z. B. Verstärkungs- oder Maskierungseffekte). Die Weine wurden mit "Free-Comment"-Verfahren beschrieben (ten Kleij & Musters 2003).

- In der 4. Panel-Analyse (27.03.23) wurden Pinot Noir/Spätburgunder aus aller Welt in verschiedenen Preislagen per „Free-Comment“ bewertet. Der Einfluss äußerer Hinweise (Region und Preise) auf die sensorische Wahrnehmung wurde untersucht, indem das Panel die Weine mit und ohne diese Informationen verkostete.
- In der 5. (19.06.23) und 6. (23.07.23) Panel-Analyse wurden Rotweine aus Kalifornien mit den beiden Methoden „Rate-All-That-Apply“ und „Free-Comment“ bewertet. Diese Kombination lieferte Einblicke, wie häufig verwendete Intensitätsqualifizierer (z. B. *kaum*, *etwas*, *intensiv*) in numerische Werte umgewandelt werden können.
- In der 7. (25.09.23) und 9. (12.02.24) Panel-Analyse wurden Weiß- und Roséweine aus aller Welt mittels „Free-Choice-Profiling“ bewertet, einer Methode, bei der die Panelisten ihre zu bewertenden Deskriptoren selbst auswählen können (Williams & Langron 1984). Diese Verkostungen konzentrierten sich auf die Definition von „Mineralität“, einem in der Weinwelt häufig verwendeten, aber kaum verstandenen Begriff.
- In der 8. Panel-Analyse (27.11.23) wurden erstklassige Weiß- und Rotweine aus aller Welt mittels hedonistischer Bewertung und „Free-Comment“ bewertet. Diese Kombination lieferte Einblicke in den abstrakten Begriff „Weinqualität“ und wie dieser mit verschiedenen sensorischen Eigenschaften zusammenhängt.
- In der 10. und 11. Panel-Analyse (24. und 28.06.24) wurden Weiß-, Rosé- und Rotwein geöffnet, dann mit oder ohne Luft wieder verschlossen und mehrere Tage mit oder ohne Kühlung gelagert. Ziel dieser Verkostung war es, zu sehen, wie sich das Aroma geöffneter Flaschen im Laufe der Zeit verändert, und den Einfluss unterschiedlicher Konservierungsmethoden zu untersuchen. Die „Pivot Profile“-Methode wurde verwendet (Thuillier et al. 2015), um die geöffneten Flaschen mit einer frisch geöffneten zu vergleichen.
- In der 12. Panel-Analyse (11.10.24) wurden Weine der Rebsorten Muscaris und Muskateller aus AP7.2 verkostet. Die Proben wurden einer Rate-all-that-apply Methode (Ares et al. 2014) unterzogen. Die Geruchsattribute wurden zuvor von internen Experten auf der Grundlage eines Sorted Napping® entwickelt.

Grundsätzlich wurden jeweils 20 mL Wein bei 12 °C (weiß und rosé) oder 18 °C (rot) in standardisierten Verkostungsgläsern (Schott Zwiesel, Deutschland) nach DIN 10960 (Schott, Mainz, Deutschland) serviert, die mit Plastikdeckeln verschlossen waren. Alle Proben wurden randomisiert mit einem dreistelligen Code gekennzeichnet. Referenzstandards wurden in neutralem weißen Grundwein (2023 Riesling, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum) zur

Kalibrierung gereicht. Die Bewertungen erfolgten bei einer Temperatur von 18 °C in einem klimatisierten Sensoriklabor, das mit weißen Einzelkabinen ausgestattet war. Die Datenerfassung und -auswertung erfolgte mit FIZZ (Version 2.51 c 02, Biosystemes, Couternon, Frankreich).

7.4 Durchführung von chemischen Referenzanalysen

Für alle Weine aus den unter 7.3 beschriebenen Panel-Analysen wurden Referenzanalysen zur Qualifizierung und Quantifizierung von Aromastoffen durchgeführt. Es wurde eine Methode basierend auf Headspace Solid-Phase Microextraction mit Gas Chromatography-Mass Spectrometry (HS-SPME-GC-MS) -Kopplung nach Schwinn et al. (2019) benutzt, um die Aromastoffe in den 185 Weinen zu analysieren. Alle Analysengänge fanden in dreifacher Wiederholung statt. Je Wein wurden zwischen 54 und 60 Aromastoffe mittels interner Kalibrierung quantifiziert, weitere 38 bis 61 Aromasignale wurden semi-quantitativ über die Peakfläche (ohne Kalibrierung) erfasst. Alle erhobenen Daten wurden an die Partner Genie Enterprise und Fraunhofer IIS weitergeleitet.

7.5 Charakterisierung von Trauben, Mosten und Jungweinen

In Zusammenarbeit mit SmartGrape, einem weiteren von der BLE geförderten Projekt (FKZ: 28DK129A20 – KI-basiertes MIR-Messsystem zur Qualitätsbestimmung im Weinbau) wurden im Jahrgang 2022 Riesling-Trauben aus kommerziellen Weinbergen beprobt und für die Analyse im folgenden Jahr eingefroren. Es galt herauszufinden, wie sich das „Aromapotenzial“ dieser Trauben, also ihr Beitrag zum Weinaroma, mit zunehmender Reife verändert, insbesondere im späteren Reifungsstadium, wenn die Zuckerakkumulation stagniert. Das Traubenaroma lässt selten Rückschlüsse auf das Weinaroma zu, da die meisten Aromastoffe in Trauben als nichtflüchtige Vorläufer vorkommen und daher für eine richtige Charakterisierung eine Extraktion und Hydrolyse erforderlich ist (Alegre et al. 2020). Aromavorläufer wurden aus den Trauben in Modellwein extrahiert und anschließend hydrolysiert, um ihr Aroma freizusetzen. Diese Modellweine wurden dann chemisch und sensorisch mittels Gaschromatographie (Methode siehe oben) und „Flash Profile“-Sensorik (Dairou & Sieffermann 2002) analysiert. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass das Aroma an Intensität und Komplexität zunimmt (insbesondere von Zitrusfrüchten, tropischen Früchten und Blumen), was sich in höheren Konzentrationen wichtiger Aromastoffe wie Norisoprenoiden und Terpenen widerspiegelt. Die Anwendung chemischer und humansensorischer Analysen zur Charakterisierung von Trauben stellte für SmartGrape und PINOT eine ideale Gelegenheit dar, sich gegenseitig zu ergänzen und die Ressourcen beider Projekte effizient zu bündeln. Die Trauben wurden von assoziierten Partnern von SmartGrape bereitgestellt und die Methode der Extraktion/Hydrolyse von Aromavorläufern wurde

ursprünglich von Mitarbeitern des SmartGrape-Projekts implementiert. Gaschromatographie und humansensorische Analyse fielen dann in den Zuständigkeitsbereich von PINOT.

7.6 Multivariate Ähnlichkeits- und Unterschiedsmatrices und Korrelation humansensorischer und chemischer Daten

Im Anschluss an die humansensorischen Panel-Analysen (AP 7.3) und die Durchführung von chemischen Referenzanalysen (AP 7.4) wurden die Daten aller 185 untersuchten Weine mittels multivariater Ähnlichkeits- und Unterschiedsmatrices ausgewertet. Die erstellten Korrelationen waren für die technischen Entwicklungen (AP 3-6) die Basis, um den Zusammenhang zwischen analysierten Aromastoffen, humansensorischer Wahrnehmung und Produktionseigenschaften der Weine zu verstehen. Exemplarisch ist in nachfolgender Abbildung 8 die multivariate Ähnlichkeits- und Unterschiedsmatrix in Form eines Aromachemie-Humansensorik-Kartogramms für acht Riesling Weine unterschiedlicher Herkunft (DB: Durbach; EH: Essenheim) gezeigt. Die Korrelationen ergeben sich aus den einzelnen Vektoren, die in unterschiedlichen Winkeln zueinanderstehen und damit unterschiedlich starke Zusammenhänge anzeigen.

7.7 Validierung der Sensor-Prototypen

Die von WE, IIS und UCB gebauten und bereitgestellten Forschungs-Prototypen wurden am DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt in die analytischen Arbeiten miteinbezogen. Parallel zu den humansensorischen und referenzanalytischen Datenerhebungen wurden die Weine mittels den Forschungs-Prototypen gemessen und die Messsignale wurden zusammen mit den in 7.3 und 7.4 generierten Daten an WE, IIS und UCB weitergegeben. Dies diente der kontinuierlichen Erforschung, Parametrisierung, Evaluierung und Weiterentwicklung der Forschungs-Prototypen durch die genannten Partner.

Zudem konnten Messungen während des Produktionsprozesses von Wein (vorgenommen werden. Die Entwicklung der Forschungs-Prototypen wurde begleitet und mit den humansensorischen sowie chemisch-analytischen Daten validiert. Ein besonderer Schwerpunkt wurde hierbei auf die Headspace-Analyse gelegt, welche auch in allen 3 Forschungs-Prototypen zum Einsatz kommt (Laborversion, semimobil und Handgerät).

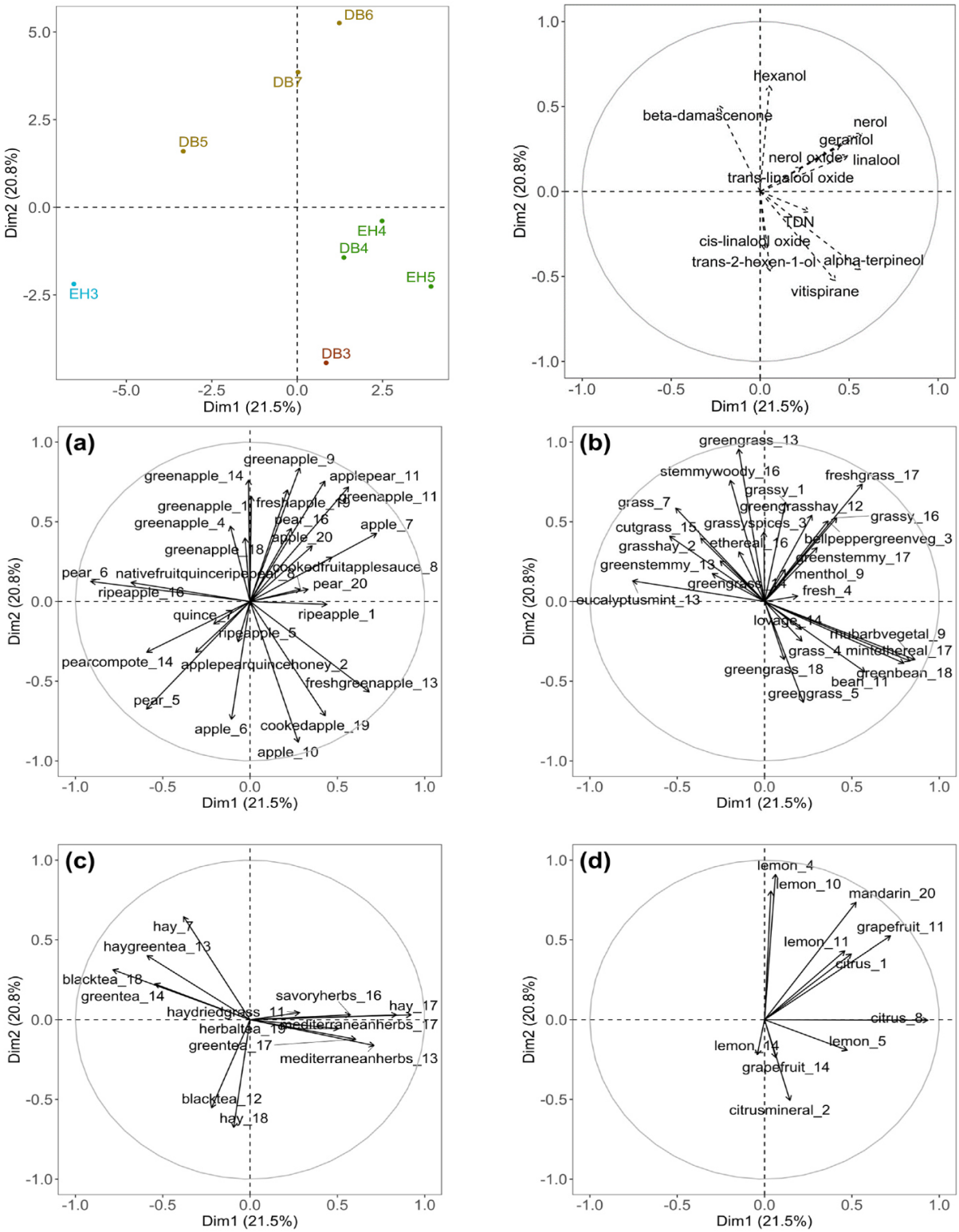


Abbildung 8: Multivariate Ähnlichkeits- und Unterschiedsmatrix in Form eines Aromachemie-Humansensorik-Kartogramms für acht Riesling Weine (oben links) unterschiedlicher Herkunft (DB: Durbach; EH: Essenheim). Oben rechts ist das aromachemische Profil mit den Molekülen wiedergegeben, die zur signifikaten Differenzierung des Datensatzes beitragen. Die Graphiken a)-d) zeigen die humansensorischen Beschreibungen der Weine aus der Panel-Analyse.

AP 8: Machbarkeit-Studie

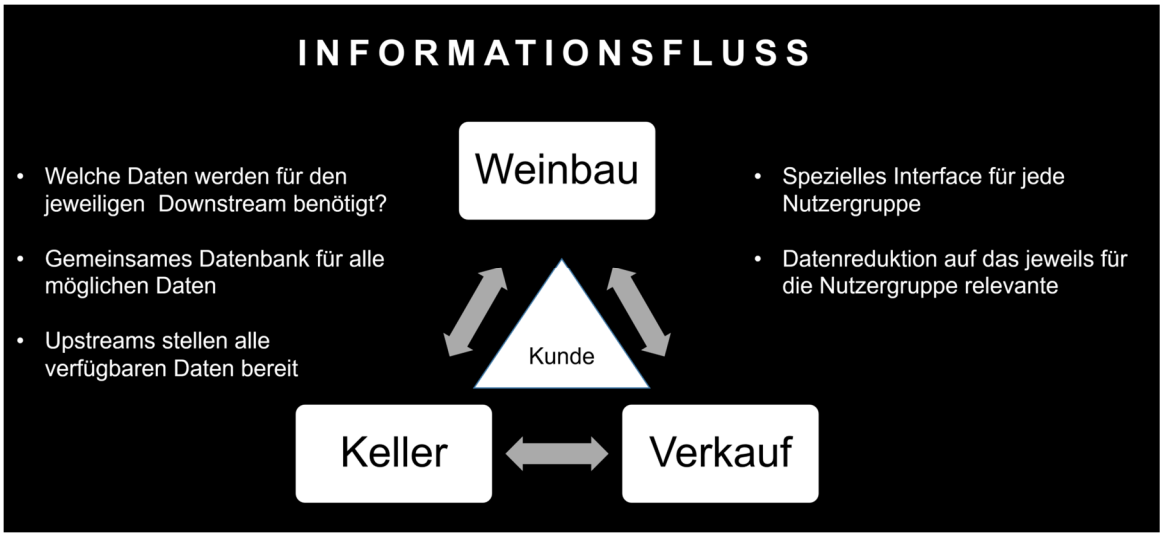
(Lead: Vineyard Cloud unter Beteiligung DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt)

In diesem Arbeitspaket wurden die Möglichkeiten zur künftigen Verwertung der Projektergebnisse in der Weinindustrie skizziert sowie die Anwendung in anderen Bereichen der Lebensmittelindustrie geprüft und auf ihre Verwertbarkeit entlang der Wertschöpfungskette analysiert. Die möglichen Verwertungskonzepte wurden gegenübergestellt.

8.1 Identifikation neuer Verwertungskonzepte im Weinkontext

Die Aufgabe des DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt war es, nationale und internationale marktwirtschaftlichen Informationen zur Identifikation von Verwertungskonzepten zu erheben und den Konsortialpartner bereitzustellen. Hierzu wurden zunächst die marktwirtschaftlichen Daten der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (OIV) recherchiert und aufbereitet. Ein besonderer Fokus lag auf der nationalen Marktsituation im Wein erzeugenden Sektor. Hierfür wurden u.a. Daten vom Deutschen Weininstitut, vom Marktforschungsinstitut GFK sowie von der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz genutzt und an die Partner weitergegeben.

In Zusammenarbeit mit dem Partner Vineyard Cloud wurden Strategien zur Verwertung erarbeitet. Gemeinsam mit dem Partner Umwelt-Campus Birkenfeld wurde am 22. Juni 2022 ein studentischer Hackathon durchgeführt, bei dem 50 Studierende aus den Fachgebieten Weinbau & Oenologie, Kommunikationswissenschaften und digitale Informationstechnologien an Verwertungskonzepten gearbeitet haben. Die maßgeblichen Erkenntnisse des Hackathons waren einerseits, dass bei der Verwertung von Qualitäts-unterstützenden Systemen ein hoher Grad an Interoperabilität zwischen Produktions- und Handelssystemen im Weinsektor nötig ist, was kommerziell von Wein-Rating-Agenturen genutzt wird. Andererseits ist der holistische Ansatz im Bereich der Authentizität zu berücksichtigen. Die Verzahnung von rohstoff- und herstellungsseitigen mit analytischen Informationen eröffnet neue Verwertungsmöglichkeiten und kann dem Wunsch von Konsumentinnen und Konsumenten nach authentischen Produkten Rechnung tragen. Auf dem nachfolgenden Bild ist eine der sieben interdisziplinär zusammengesetzten Studierendengruppen zu sehen, die am Hackathon beteiligt waren. Als exemplarisches Ergebnis ist gezeigt, wie sich die Interoperabilität des Informationsflusses zwischen Weinbau, Kellerwirtschaft und Verkauf gestalten sollte.


INFORMATIONSFLUSS
• Welche Daten werden für den jeweiligen Downstream benötigt?
• Gemeinsames Datenbank für alle möglichen Daten
• Upstreams stellen alle verfügbaren Daten bereit
Weinbau
Kunde
Keller
Verkauf
• Spezielles Interface für jede Nutzergruppe
• Datenreduktion auf das jeweils für die Nutzergruppe relevante

Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Bezeichnung	Beschreibung
Personalkosten	Ca. 53,5% der Gesamtkosten wurden für Personal benötigt, welches Panel-Analysen durchführte und analysierte, sowie intensiv in weiteren Arbeitspaketen mitwirkte. Wir mussten 2024 einen zusätzlichen MA für die Weinproduktion und -Analyse einstellen, um die AP des ausgeschiedenen Partners WG Lergenmüller aufzufangen. Die Kosten wurden im Zuwendungsbescheid der LZ-Verlängerung berücksichtigt.
Materialkosten	Ca. 7,5% der Gesamtkosten entfielen 2022 auf die Anschaffung eines Multi-Purpose Samplers und 2 pH-Messgeräte.
Reisekosten	Ca 1,1% der Gesamtkosten wurden für Reisekosten benötigt. Hier konnte u.a. durch Online-Meetings/Seminare eingespart werden.
Vergabe von Aufträgen	Ca. 33% der Gesamtkosten entfielen auf Leistungen der Atrineo für umfangreiche Beratungs- und Unterstützungsleistungen. Für das Projektmanagement und die agile Entwicklung entlang des Projektverlaufs wurden eine enge, flexible Kommunikationsstruktur aufgesetzt und regelmäßige Abstimmungen und Workshops mit allen Beteiligten durchgeführt. Dazu gehörte auch die Dokumentation des Projektfortschritts im Zuge der Kommunikation und dem Berichtswesen gegenüber dem Fördermittelgeber. Mit tiefgehenden Anforderungsanalysen durch Interviews mit potentiellen Anwendergruppen, Wettbewerbs- und IP-Analysen gewährleistete Atrineo eine marktorientierte Ausrichtung der PINOT-Entwicklungen auf ausgewählte Anwendungsfelder für eine nachhaltige Weiterführung und Nutzung der entwickelten Technologien nach Projektende.
Sonst. allg. Verwaltungs-ausgaben	Ca. 3,8% der Gesamtkosten entfielen auf Publikationskosten, Werbemittel für Veranstaltungen und Messen, Anschaffung von Weinen für die Panel-Analysen und damit zusammenhängende Kosten. 2022 wurde die Pos. 0843 in den Finanzplan aufgenommen und 15.133,53 € aus Pos. 0817 in 0843 umgewidmet. 2023 wurden erneut 11.462,20 € von Pos.0817 in 0843 für zwei Publikationen und drei weitere Sensorik-Analysen umgewidmet.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

DLR Rheinpfalz, Weincampus Neustadt:

Die Expertise von drei Hochschulen gepaart mit den Branchenkenntnissen und der Infrastruktur des DLR Rheinpfalz erlauben einen reibungslosen Wissenstransfer von der Hochschule in die Praxis. Darüber hinaus kooperiert der Weincampus Neustadt mit über 500 Winzerbetrieben weltweit.

Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

- Nguyen, T. and D. Durner. 2023. Sensory evaluation of wine aroma: Should color-driven descriptors be used? Food Quality and Preference 107: 104844. *https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104844*
- R. Böck, S. Venkateswaran, T. Nguyen, D. Durner. 2023.
  Textual Descriptions used for classification of oaked vs. Unoaked wines.
  Submitted to: Gesellschaft für Informatik eV.
- Nguyen, T., D. Zimmermann, J. Müller, and D. Durner. 2024. Soil Types as extrinsic cues differentially shape sensory perception of German Riesling wine. Oeno One 58(4): 7918. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2024.58.4.7918
- Nguyen, T., D. Zimmermann, and D. Durner. 2024. Aroma Potential of German Riesling Winegrapes during Late-Stage Ripening. Beverages 10(3): 77. *https://doi.org/10.3390/beverages10030077*
- **In Preparation**: Nguyen, T. and D. Durner. Divergent Definition of Minerality – Insight into Geological and Salt-Related Descritions from free Choice Profiling of White and Rosé Wines“. Will be submitted to: Food Quality and Preference.