



## Einführung

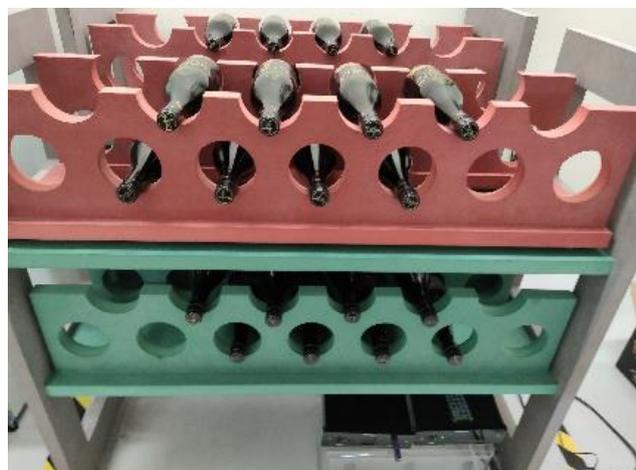
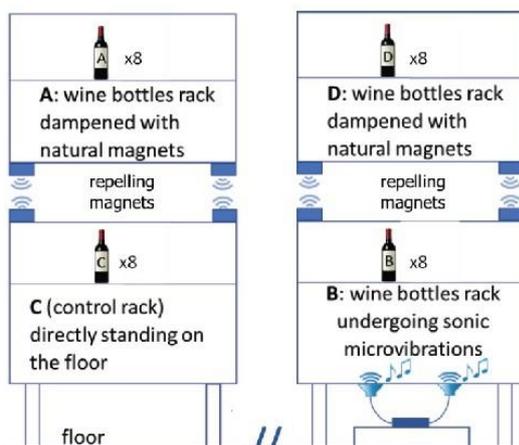
Die in Flaschenweinen auftretenden Vibrationen können zu wirtschaftlichen Verlusten für das Weingut führen, insbesondere während des Transports (Betnga et al., 2021). Jung et al. (2014) zeigte, wie die Kombination aus Vibrationen und Bewegung bei hohen Temperaturen (40°C) zu einer Verschlechterung der Weinqualität führt. Creadles et al. (2016) untersuchten den Einfluss von Transport und Vibration auf Weißweine und beschrieben problematische sensorische Veränderungen der Eigenschaften in Weinen, die aufgrund von Veränderungen im Profil einiger flüchtiger Substanzen starken Vibrationen ausgesetzt sind.

Aus diesen Gründen zielte diese Studie darauf ab, die Wirkung mechanischer Vibrationen und deren Dämpfung durch natürliche Magnete während der Lagerung von Flaschenwein zu bewerten. In dieser Studie haben wir die Qualität eines Premium-Rotweins bewertet, der in Flaschen auf Regalen mit natürlichen Magnetpuffern gelagert wurde, um Vibrationen während der zwölfmonatigen Lagerung zu reduzieren.

## Materialien und Methoden

Eine Charge Flaschen eines mit Schraubverschlüssen verschlossenen Südtiroler Pinot Noir-Qualitätsweins wurde zwölf Monate lang in einer kontrollierten Umgebung (Keller im NOI Techpark in Bozen) gelagert. Zunächst wurden die Flaschen aufgeteilt und auf vier verschiedene Flaschenhalter gestellt (bzw. A, B, C, D), um im Laufe der Zeit vier verschiedene Effekte zu erzielen, wie in der **Abbildung** dargestellt

1. Zu den erhaltenen Proben werden die o.a. Weinproben hinzugefügt, also der Wein, der gerade aus dem Weinkeller gekommen ist keiner Behandlung unterzogen wurde.





FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

eSseCi  
DESIGN

Fakultät für Naturwissenschaften  
und Technik

Facoltà di Scienze  
e Tecnologie

Faculty of Science  
and Technology

## Abbildung 1

Positionierung der vier Flaschenhalter mit jeweils n Flaschen. 8 Flaschen Pinot Noir-Wein.

**A** – Flaschenregal, gedämpft durch natürliche Puffermagnete

**B** – Flaschenregal, das durch mechanische Vibrationen geschüttelt wird, die durch die Übertragung gedämpfter Schallwellen entstehen

**C** – Flaschenregal, direkt auf dem Boden aufliegend

**D** – Flaschenregal über dem Flaschenregal B, aber gedämpft durch natürliche Puffermagnete

Die Flaschen wurden zu folgenden Lagerzeiten entnommen:

**T 1** (nach 30 Tagen)

**T 3** (nach 3 Monaten)

**T 6** (nach 6 Monaten)

**T12** (nach 12 Monaten).

Wie in **Abbildung 1** beschrieben, wurde unter Regal B eine Beschallungsanlage installiert, um ständig eine Reihe von gedämpften, niederfrequenten Geräuschen zu reproduzieren, um während der gesamten Lagerzeit Mikrovibrationen auf den Regalen zu erzeugen.

Die Weinproben wurden anschließend folgenden Analysen unterzogen:

HS-SPME GCxGC-ToF/MS (Headspace-Festphasen-Mikroextraktion – zweidimensionale Gaschromatographie / Flugzeit-Massenspektrometrie), um das Profil flüchtiger Substanzen im Headspace von Weinen zu bestimmen.

Die Headspace Analyse ist eine leistungsstarke Methode zur Analyse von Proben, die sich in gläsernen, mit einem Septum verschlossenen Probenflaschen verschiedener Größen befinden. In der Regel sind dies Gase.

HPLC DAD/FLD (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie – Diodenarray-Detektion/Fluorimere-Detektion) mit Bestätigung der Identifizierung durch Massenspektrometrie, um das Phenolprofil von Weinen zu bestimmen

Quantitative Deskriptive Analyse (QDA®) mit einem geschulten Gremium bestehend aus 7 Frauen und 6 Männern mit einem Durchschnittsalter von  $29 \pm 7$  Jahren (unter Verwendung der von UNIBZ entwickelten Cysensy-Webapp) zur Untersuchung des sensorischen Profils der Weine.



## Resultate und Diskussion

Sensorisches Profil und flüchtige Bestandteile von Weinen während der gesamten Lagerzeit

**Abbildung 2** zeigt die aus der Hauptkomponentenanalyse (PCA) erhaltenen Diagramme des sensorischen Profils (I-II) und der durch chemische Analyse bestimmten flüchtigen Verbindungen (III-IV).

Um das Lesen der Diagramme zu erleichtern, wurden die Proben, die zur gleichen Lagerzeit gehören, mit der gleichen Farbe dargestellt. Der Faktor „Lagerzeit“ (von T0 bis T12) ermöglichte eine genauere Differenzierung der Proben hinsichtlich der Art der verwendeten Lagerung, insbesondere im Hinblick auf flüchtige Verbindungen; tatsächlich ist es in den **Grafiken III und IV** möglich, „Gruppen“ von Proben zu sehen, die nach der Aufbewahrungszeit und nicht nach dem Regal getrennt sind

Dies bedeutet, dass sich die Weine während der Lagerung erwartungsgemäß entscheidend weiterentwickelt haben, auch wenn die Flaschen mit Schraubverschlüssen und nicht mit Korken verschlossen wurden.

**Abbildung 2V** zeigt stattdessen die Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) (- 90 %) unter Berücksichtigung der Art der Behandlung (Zeitpunkt 0, A, B, C, D) als qualitativen Faktor im Zeitrahmen von 12 Monate Retention (Duncan-Test wurde angewendet, um statistisch signifikante Unterschiede zu testen).

Unter allen vom Gremium analysierten sensorischen Deskriptoren kam man zu folgenden Ergebnissen und geschmacklichen Eindrücken.

Je nach verwendetem Regal unterschieden sich deutlich das Aroma roter Früchte, die unangenehmen Gerüche, die Bitterkeit, der rotfruchtige Geschmack und die Gesamtbeurteilung der Qualität.

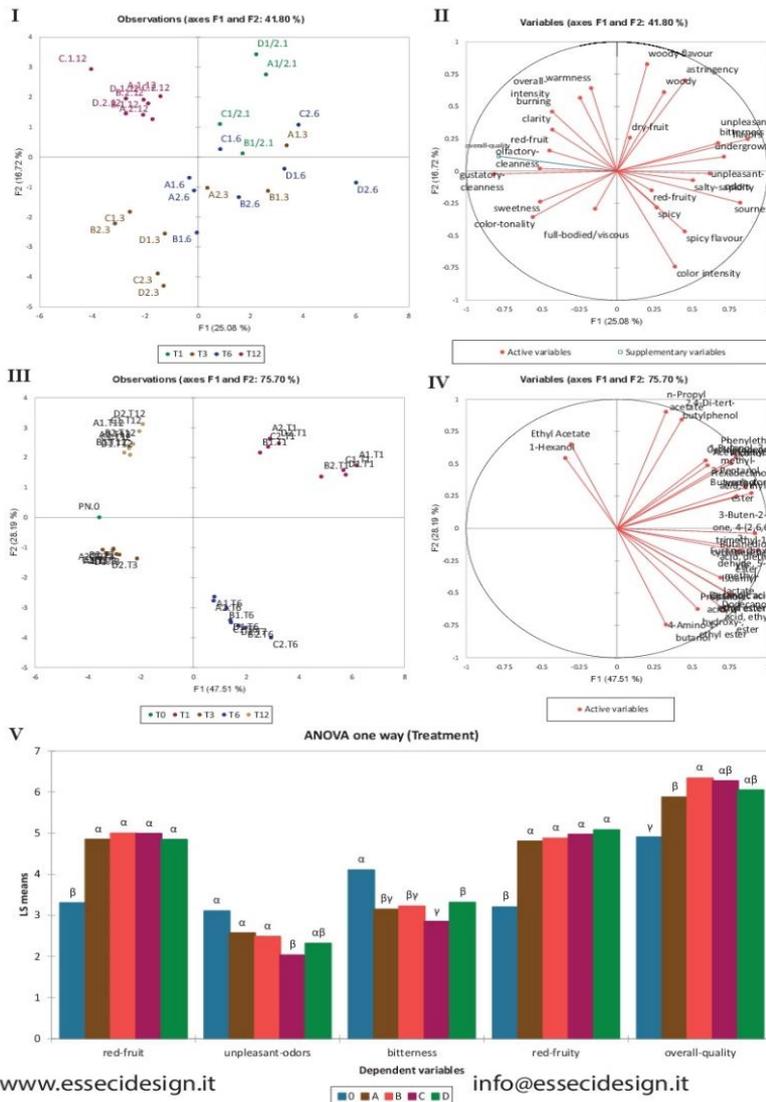
Die Ergebnisse zeigen, dass **Flaschenregal A** (braune Histogramme), das einer Dämpfung durch natürliche Magnete ausgesetzt ist und über dem Regal direkt auf dem Boden aufliegt, über einen Zeitraum von zwölf Monaten dasjenige ist, das die sensorischen Eigenschaften des Pinot Noir-Weins im Allgemeinen besser beibehält, ähnlich wie bei Wein, der gerade aus dem Weinkeller kommt (blaue Histogramme), im Vergleich zu anderen Arten von Weinregalen, insbesondere im Hinblick auf die allgemeine Qualitätsbeurteilung und einige andere, in der Abbildung angegebene sensorische Deskriptoren.

Da der für das Experiment verwendete Wein als kommerziell sehr oder sogar übermäßig jung einzustufen ist, hat die Magnetschwebewirkung auf dem **Flaschenregal A** seine ursprüngliche Qualität (im Guten wie im Schlechten) im Vergleich zu den anderen Flaschenregaltypen bewahrt.



Gleichzeitig ist die Gesamtqualitätsbeurteilung der auf **Flaschenregal A** gelagerten Weine höher als die des Ausgangsweins, ein Hinweis darauf, dass sich der Wein auf dem Regal, der der Dämpfung ausgesetzt war, in jedem Fall weiterentwickelt hat und die sensorischen Eigenschaften, wenn auch in geringerem Maße, verbessert hat im Vergleich zu den in den anderen Regalen gelagerten Weinen, die generell einer höheren mechanischen Belastung ausgesetzt waren. Paradoxerweise hat der Wein gewonnen, der der größten mechanischen Belastung ausgesetzt war, also der auf **Flaschenregal B**.

Im Großen und Ganzen ist das Urteil von höchster Qualität, einfach weil die geringe Vibration, die in diesem Fall regelmäßig und kontinuierlich angewendet wurde, es ermöglicht hat, die Entwicklung zu einem höherem Qualitätsniveau, im Vergleich zum gleichen Wein, der zum Zeitpunkt **0** offensichtlich noch nicht vermarktungsreif war, zu beschleunigen.





## Abbildung 2

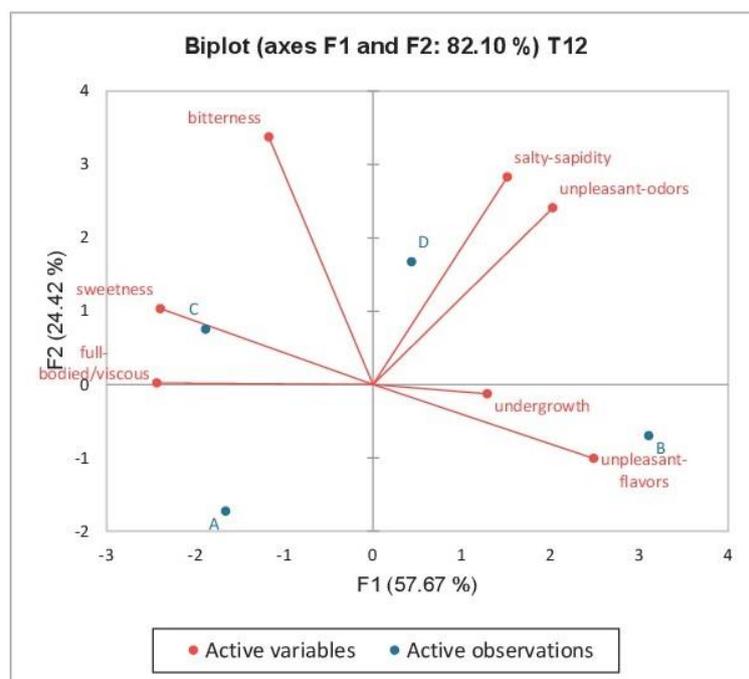
Hauptkomponentenanalyse (PCA): in den Abschnitten I bis IV, Verteilung der Proben (links) und Variablen (rechts); Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) über insgesamt zwölf Monate, unter Berücksichtigung der Behandlungsart: 0,A,B,C,D. PN.0, Flaschen Pinot Noir zum Zeitpunkt 0.

### *Sensorisches Profil von Weinen im zwölften Lagerungsmonat*

**Abbildung 3** zeigt den Bi-Plot (gebildet aus den signifikantesten variablen sensorischen Deskriptoren und den Proben), der sich auf die Proben nach zwölf Monaten Lagerung (T12) bezieht. Die erklärte Varianz ist ausgesprochen hoch, ein Hinweis auf die Güte des Modells (82,1 %).

Wie man sehen kann, stehen die auf Regal A gelagerten Weine im Gegensatz zu den Deskriptoren für anomale Aromen und Gerüche und bestätigen so die gute Qualität der Weine, die nach zwölf Monaten mittels Magnetschwebetechnik gelagert wurden.

Die mechanisch am stärksten beanspruchten Weine (B) werden entsprechend den anomalen Aromen positioniert. Auch die durch Schallwellen erschütterte Probe D ist zwar durch natürliche Magnete gedämpft, aber ohnehin als mechanisch eher beansprucht anzusehen und befindet sich nicht weit entfernt von anomalen Gerüchen.



## Abbildung 3

Hauptkomponentenanalyse (PCA) bezieht sich auf die Durchschnittswerte von zwei Flaschen, die zwölf Monate lang für jedes Regal (A, B, C, D) gelagert wurden, unter Berücksichtigung der 8 sensorischen Deskriptoren mit dem höchsten prozentualen Variationskoeffizienten.

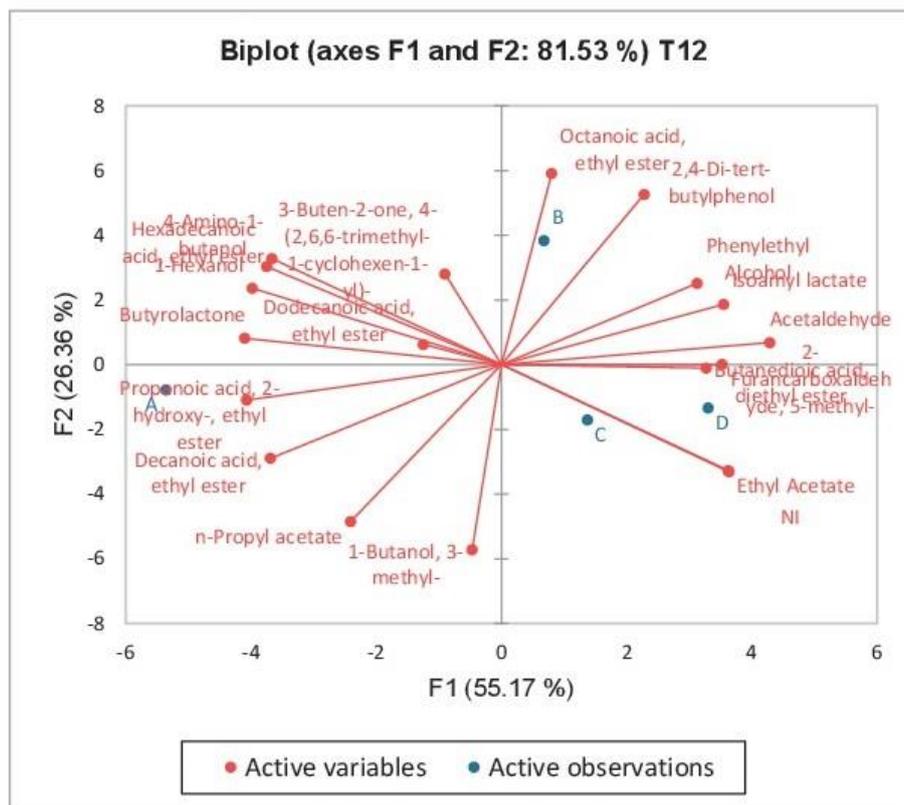


### Profil flüchtiger Substanzen im zwölften Monat der Lagerung

**Abbildung 4** zeigt den Bi-Plot, in dem die Durchschnittswerte der Proben für jedes Regal und alle flüchtigen Substanzen dargestellt sind. Wie im vorherigen Fall weist das Modell eine hohe erklärte Varianz von 82 % auf (obwohl die Datenmatrix nicht quadratisch ist), ein Index für die Güte des Modells.

Der auf Regal A gelagerte Wein enthält neben einem zyklischen Ester einen hohen Anteil an Ethyl- und Essigsäureestern, die dem Wein bekanntermaßen intensive Fruchtnoten verleihen.

All diese Komponenten ermöglichen es, Wein A von allen anderen Weinen zu unterscheiden.



**Abbildung 4**

Hauptkomponentenanalyse (PCA) bezieht sich auf die Durchschnittswerte von zwei Flaschen, die zwölf Monate lang in jedem Regal (A, B, C, D) gelagert wurden, unter Berücksichtigung aller flüchtigen Substanzen.

Einige flüchtige Verbindungen konnten nicht eindeutig identifiziert werden und wurden daher in der Abbildung mit NI gekennzeichnet.

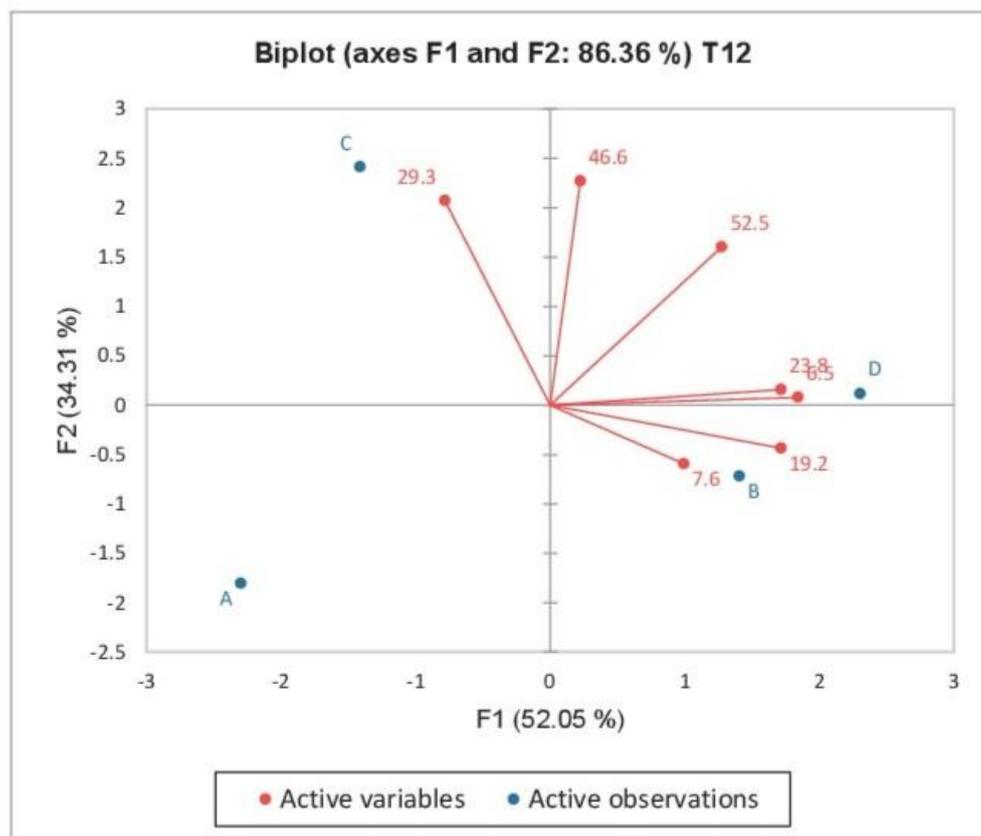


### Profil der phenolischen Substanzen im zwölften Monat der Lagerung

**Abbildung 5** zeigt den Bi-Plot, mit der Darstellung der Durchschnittswerte der Proben für jedes Regal, die unter Berücksichtigung der phenolischen Substanzen mit dem höchsten prozentualen Variationskoeffizienten ermittelt wurden.

Auch hier repräsentieren 86 % der erklärten Varianz die gute Qualität des Modells. Auch hier unterscheidet sich Regal A insbesondere von den mechanisch stärker beanspruchten Regalen B und D. Regal C, das die Steuerung darstellt (da es mechanisch „ruhiger“ ist als die anderen Regale), ist ebenfalls auf der gegenüberliegenden Seite positioniert.

Die Regale B und D unterscheiden sich deutlich von dem Regal A.



**Abbildung 5**

Hauptkomponentenanalyse (PCA) bezieht sich auf die Durchschnittswerte von zwei Flaschen, die zwölf Monate lang in jedem Regal (A, B, C, D) gelagert wurden, unter Berücksichtigung der 8 phenolischen Substanzen mit den höchsten prozentualen Variationskoeffizienten.



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

eSseCi  
DESIGN

Fakultät für Naturwissenschaften  
und Technik

Facoltà di Scienze  
e Tecnologie

Faculty of Science  
and Technology

## SCHLUSSFOLGERUNGEN & PERSPEKTIVEN

In der Einleitung sei daran erinnert, dass sich der betrachtete Wein während der zwölfmonatigen Lagerung stark weiterentwickelt hat, obwohl er mit einem Schraubverschluss und nicht mit einem Korken verschlossen wurde, der stärker von Umwelteinflüssen beeinflusst wird. Der Einfluss der Zeitvariablen war daher für die Bestimmung der Unterschiede zwischen den Proben viel wichtiger als die Art des Flaschenregales, wie die PCA-Diagramme in Abbildung 2 zeigen.

Die aus dieser Studie gewonnenen Informationen bestätigen jedoch für einige analysierte chemische und sensorische Variablen den Einfluss des verwendeten Regaltyps auf die Qualität des gelagerten Weins. Insbesondere die auf Regal A gelagerten Weine, bei denen die Flaschen in einem mechanisch nicht besonders beanspruchenden Zustand einer Dämpfung ausgesetzt waren, zeigten nach 12 Monaten eine recht deutliche Differenzierung zu den anderen Weinen, insbesondere gegenüber den Weinen, die am stärksten dem Schütteln ausgesetzt waren (Regal B und Regal D).

Es ist hervorzuheben, dass diese Besonderheit von Regal A im Vergleich zu den anderen durch alle durchgeführten Analysen bestätigt wird (sensorische Bewertung, Profil flüchtiger Substanzen und Phenolprofil), obwohl die verwendeten Analyseprotokolle bis auf die Probe völlig unterschiedlich und unabhängig sind selbst. Einige experimentelle Belege waren im Vergleich zu den anfänglichen Vermutungen überhaupt nicht zu erwarten, wie zum Beispiel die qualitative Verbesserung des unreifen Weins zum Zeitpunkt 0, der anschließend mechanischer Belastung ausgesetzt wurde.

Perspektivisch eröffnet diese Studie daher die Möglichkeit, die Qualitätsentwicklung von Weinen während ihrer Lagerung in der Flasche zu „modulieren“ (durch Beschleunigung oder Verlangsamung), je nach den Bedingungen der angewendeten mechanischen Vibrationen oder Dämpfung in der Nachabfüllungsphase.

Mit anderen Worten scheint es möglich zu sein, die Reifung von Weinen, die bei der Abfüllung als noch zu jung gelten, zu beschleunigen oder im Gegenteil die Reifung von bereits kommerziell „fertigen“ Weinen zu verlangsamen, in dem Vibrationen sinnvoll kombiniert werden

Dämpfung von Vibrationen in der Nachabfüllungsphase, um das bestmögliche qualitative Ergebnis zu erzielen, insbesondere bei edlen Weinen, Sammlungsweinen, die sicherlich für eine lange Lagerung bestimmt sind.

Offensichtlich spielt auch das Verschlussystem eine wichtige Rolle: Dieses Experiment beschränkte sich auf die Bewertung des Verhaltens des Schraubverschlusses, der am meisten berücksichtigt wird, stabil und inert (träge) im Hinblick auf die Gasdiffusion und die Freisetzung von Substanzen, die für den Fehlgeschmack verantwortlich sind. Die Ergebnisse könnten anders ausfallen, wenn wir die Option des Korkstopfens in Betracht ziehen, was sich sicherlich stärker auf die qualitativen Eigenschaften des Weines auswirkt.



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

eSseCi  
DESIGN

Fakultät für Naturwissenschaften  
und Technik

Facoltà di Scienze  
e Tecnologie

Faculty of Science  
and Technology

## FORSCHUNGSERGEBNISSE

### Bereits vorgestellte Forschungsergebnisse:

Am 14. September 2021 anlässlich des virtuellen Workshops „**The developments in the Italian PhD Research on Food Science Technology and Biotechnology**“ (<https://www.phdfood.it/>), organisiert von der Universität Palermo, als Anlage der Link mit dem Präsentationsvideo: ([https://aidic.it/phdfood/data/II\\_POGGESI\\_SIMONE.mp4](https://aidic.it/phdfood/data/II_POGGESI_SIMONE.mp4)) und die zugehörige PowerPoint Präsentation ([aidic.it](https://aidic.it)).

Es sei darauf hingewiesen, dass die Innovationskraft des Projekts zur Annahme des Beitrags durch den Wissenschaftlichen Ausschuss der Konferenz führte.

Im unibz-Forschungsbericht 2020 (unibz | Forschungsbericht 2020 der Freien Universität Bozen - Issuu): Lagerung von Weinen in absoluter Ruhe, Seite. 78

Kurz während der Labs4Business-Veranstaltung am 13. Oktober 2021 im NOITechPark in Bozen, deren Programm unter folgendem Link zu finden ist: [68b1fea3-599c-4baa-89aee50c6e2e9a71](https://doi.org/10.26907/68b1fea3-599c-4baa-89aee50c6e2e9a71) . ([noi.bz.it](https://noi.bz.it))

Darüber hinaus sind die Ergebnisse des Projekts Gegenstand eines kommenden wissenschaftlichen Artikels: „**Vibrationsstudie zu Premium-Pinot-Noir-Wein aus Südtirol mit innovativer Magnetschwebetechnik**“, von Simone Poggese, Vakare Merkyte, Edoardo Longo und Emanuele Boselli. ( **in Vorbereitung** )

## Bibliographie

Betnga, P.F.T., Longo, E., Poggese, S. und Boselli, E., 2021.

„Auswirkungen der Transportbedingungen auf die Stabilität und sensorische Qualität von Weinen“. *OENO One*, 55 (2). ( <https://doi.org/10.20870/oenoon.2021.55.2.4524> )

Crandles, M., 2016. „Die Auswirkung simulierter Transportbedingungen auf die chemischen, physikalischen und sensorischen Profile von Müller-Thurgau- und Scheurebe-Weinen“.

*J Food Sci Eng*, 6, S. 177-196. ( <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2016.04.001> )

Jung, R., Leyh, B., Patz, C.D., Rothermel, A. und Schüßler, C., 2014.

„Mögliche Weinalterung während des Transports“. In BIO Web of Conferences (Bd. 3, S. 02004). EDV-Wissenschaften. ( <https://doi.org/10.1051/bioconf/20140302004> )

Poggese S., „Vibrationsdämpfung für Weinflaschen“.

Vorträge des ersten virtuellen Workshops zu den Entwicklungen in der italienischen

Doktorandenforschung zu Lebensmittelwissenschaft und -technologie sowie Biotechnologie,

Universität Palermo, 14.-15. September 2021. (<https://www.unipa.it/Workshop-PhDFood2021> )

S. 162-163.



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN

LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO

FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO

eSseCi  
DESIGN

Fakultät für Naturwissenschaften  
und Technik

Facoltà di Scienze  
e Tecnologie

Faculty of Science  
and Technology

**Anlage:**

Tabelle der Daten, die sich aus den durchgeführten Analysen und deren statistischer Verarbeitung ergeben.

Bozen-Bolzano, den 12.07.2022

**Prof. Emanuele Boselli**

Freie Universität Bozen – Libera Università di Bolzano  
Universitätsplatz 1 Piazza Università  
I-39100 Bozen-Bolzano  
NOITechPark Alto Adige/Südtirol  
Office: A2.3.03b  
Via A. Volta, 13B - 39100 Bolzano, Italy  
T: +39 0471 017217

E-mail/skype: [emanuele.boselli@unibz.it](mailto:emanuele.boselli@unibz.it)

[www.unibz.it](http://www.unibz.it)

<https://www.unibz.it/it/faculties/sciencetechnology/academic-staff/person/37607-emanuele-boselli>