



**HAL**  
open science

## Die Kontaktfläche zwischen Flaschenhals und Korken: ein Schlüsselparameter bei der Reifung von Flaschenweinen

Julie Chanut, Aurélie Lagorce, Régis D. Gougeon, Jean Pierre Bellat, Thomas  
Karbowiak

### ► To cite this version:

Julie Chanut, Aurélie Lagorce, Régis D. Gougeon, Jean Pierre Bellat, Thomas Karbowiak. Die Kontaktfläche zwischen Flaschenhals und Korken: ein Schlüsselparameter bei der Reifung von Flaschenweinen. IVES Technical Reviews vine and wine, 2024, pp.1-2. 10.20870/IVES-TR.2024.7952 . hal-04536182

**HAL Id: hal-04536182**

<https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-04536182v1>

Submitted on 8 Apr 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



# Die Kontaktfläche zwischen Flaschenhals und Korken: ein Schlüsselparameter bei der Reifung von Flaschenweinen

Julie Chanut<sup>1,3</sup>, Aurélie Lagorce<sup>1</sup>, Régis D. Gougeon<sup>1,2</sup>, Jean-Pierre Bellat<sup>3</sup>, Thomas Karbowiak<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut Agro, Université de Bourgogne, INRAE, UMR PAM 1517, 1 Esplanade Erasme, 21000 Dijon, France

<sup>2</sup> Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut Universitaire de la Vigne et du Vin, 1 rue Claude Ladrey, 21000 Dijon, France

<sup>3</sup> Univ. Bourgogne Franche-Comté, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR 6303 CNRS, 9 Avenue Alain Savary, 21000 Dijon, France

## Kontext der Studie

Eine der größten Herausforderungen in der Weinindustrie ist die Haltbarkeit von Weinen. Dies gilt insbesondere für Lagerweine, die ihren qualitativen Höhepunkt erst nach Monaten oder Jahren, manchmal auch erst nach Jahrzehnten Lagerung erreichen. Damit der Wein seine optimalen organoleptischen Eigenschaften entfalten kann, ist allgemein eine geringe und kontrollierte Sauerstoffzufuhr durch den Flaschenverschluss erforderlich. Die Flaschenreife wird zusätzlich durch bestimmte Lagerbedingungen, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder Lichteinwirkung, beeinflusst (Abbildung 1a)<sup>2</sup>. Frühere Studien haben gezeigt<sup>3,4</sup>, dass die Kontaktfläche zwischen Korken und Flaschenhals eine bedeutende Rolle bei der Sauerstoffübertragung in das Weinflascheninnere spielt. Dieser Artikel befasst sich mit dem Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf die Entwicklung des Sauerstofftransfers durch den Flaschenverschluss über einen längeren Zeitraum.

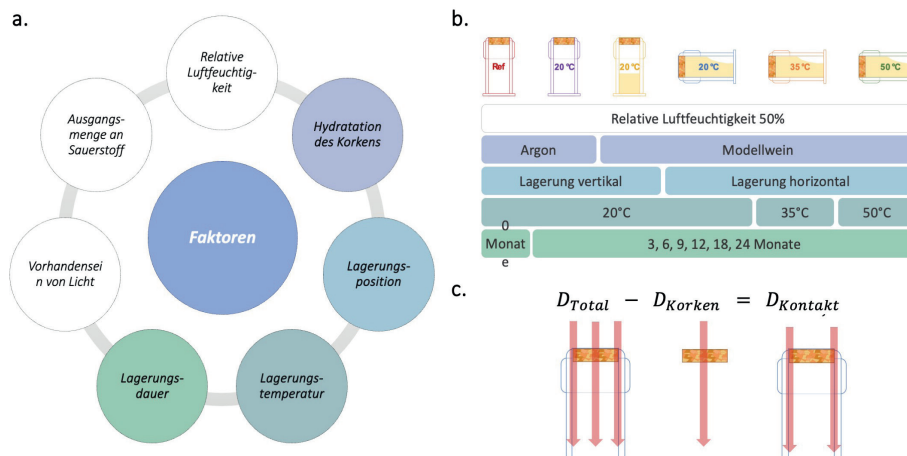
## Verändern sich die Sauerstoffbarriereigenschaften des Flaschenverschlussystems während der Lagerung?

Für diese Studie wurde ein Miniaturflaschensystem entwickelt, um die Analysezeiten zu verkürzen (Abbildung 1b). Oberflächenbehandelte Presskorken wurden in 70 mm lange, geschnittene Flaschenhälse gepresst. Die Korklänge im Flaschenhals betrug 6 mm. Die Sauerstoffbarriereigenschaften der Korken wurden wie folgt bewertet: die Flaschenhälse wurden unter Argonatmosphäre entweder mit 10 ml einer Modellweinlösung befüllt oder nur mit Argongas gespült, und danach mit einer Glasscheibe verschlossen.

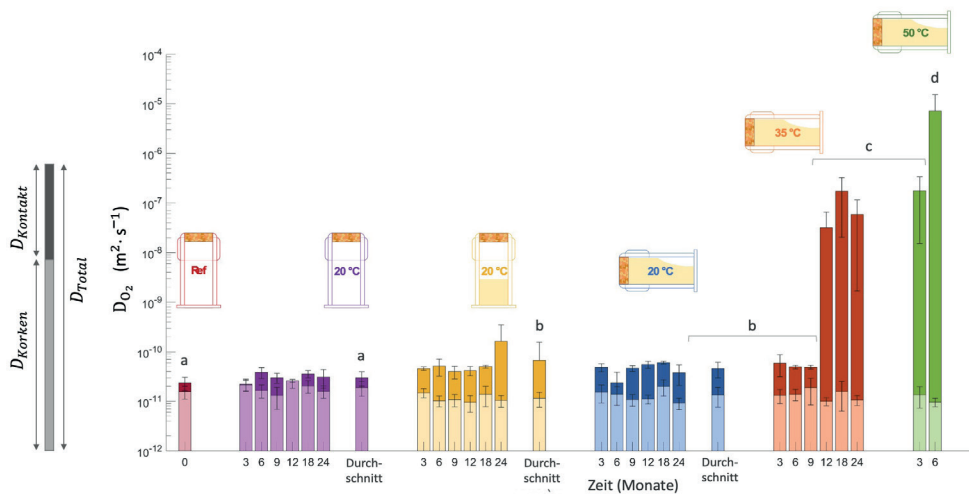
Dieser Artikel beschreibt eine 24-monatige Studie zum Sauerstofftransfer durch Presskorken unter kontrollierten Lagerbedingungen<sup>1</sup>. Es wird gezeigt, dass Sauerstoff hauptsächlich über die Glas-Korken-Kontaktfläche in die Weinflaschen eindringt. Dieser Sauerstofftransfer wird deutlich von der Lagertemperatur der Weinflasche beeinflusst. Dahingegen hatte die Lagerposition (horizontal oder vertikal) keinen Einfluss auf den Sauerstofftransfer bei 20 °C.

Die Lagerung erfolgte entweder in Kontakt mit der Dampfphase des Modellweins (vertikale Lagerung) oder direkt in Kontakt mit der flüssigen Phase (horizontale Lagerung) der Proben. Die horizontal gelagerten Proben wurden bei drei verschiedenen Temperaturen inkubiert: 20 °C, 35 °C, und 50 °C. Der Sauerstoffdurchgang wurde mittels Druckmessungen in zwei aufeinanderfolgenden Schritten ermittelt: (i) am gesamten System der sich im Flaschenhals befindlichen Korkscheibe, und (ii) nur an der Scheibenoberfläche, wodurch die an der Kontaktfläche stattfindende Sauerstoffübertragung durch Subtraktion berechnet werden konnte (Abbildung 1c). Details zum Druckmessgerät und zum verwendeten Protokoll für die Sauerstofftransfermessungen finden sich in früheren Studien<sup>5,6</sup>. Mehr als 150 Proben wurden über den gesamten Zeitraum untersucht und die Sauerstoffdiffusionskoeffizienten der Korkscheibe ( $D_{Korken}$ ), sowie des gesamten Flaschenhals-Kork-Systems ( $D_{Total}$ ), jeweils ermittelt. Dabei wurden für jeden Probennahmezeitpunkt (3, 6, 9, 12, 18 und 24 Monate) jeweils mindestens vier Proben für jede Lagerbedingung analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Werte für die Korkscheiben ( $D_{Korken}$ ) bei den Proben, unabhängig von den Lagerbedingungen, über den gesamten untersuchten Zeitraum von 24 Monaten relativ stabil blieben, mit einem Durchschnittswert von  $1,3 \times 10^{11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Die beobachteten kleinen Abweichungen sind eher auf Materialunterschiede als auf einen Alterungseffekt zurückzuführen. Daher haben weder die Anwesenheit des Modellweins noch die Lagerposition oder die Temperatur einen signifikanten Einfluss auf den Sauerstoffdiffusionskoeffizienten. Dies hebt unter den verwendeten experimentellen Bedingungen eine bemerkenswerte Stabilität der korneigenen Barriereigenschaften hervor. Bei den Proben mit Modellwein wurde allerdings nach den ersten drei Monaten Lagerung bei 20 °C ein Anstieg aller Diffusionskoeffizienten



**ABBILDUNG 1.** a) Die wichtigsten Faktoren, welche die Flaschenreifung eines Weins beeinflussen; b) Versuchsaufbau: fünf verschiedene Bedingungen wurden untersucht und mit einer Kontrolle (REF) verglichen; c) die verschiedenen Wege des Sauerstofftransfers sind dargestellt: durch das gesamte Verschlusssystem, den Verschluss selbst (eine 6 mm starke Korkscheibe) und durch den Übergang Flaschenhals-Korken.



**ABBILDUNG 2.** Dargestellt sind die Sauerstoffdiffusionskoeffizienten der Presskorkenscheibenoberflächen ( $D_{\text{korken}}$ ), des gesamten Flaschenhals-Kork-Systems ( $D_{\text{total}}$ ) und der Glas-Korken-Kontaktfläche ( $D_{\text{kontakt}}$ ) über 24 Monate unter verschiedenen Lagerbedingungen.

Die Messungen wurden an Korkscheiben mit einer Dicke von 6 mm durchgeführt, welche in einen Flaschenhals eingesetzt wurden. Rot: Referenz ohne Modellwein. Violett: Lagerung bei 20 °C ohne Modellwein. Gelb: Lagerung bei 20 °C mit Modellwein und in vertikaler Position. Blau: Lagerung bei 20 °C mit Modellwein und in horizontaler Position. Orange: Lagerung bei 35 °C mit Modellwein und in horizontaler Position. Grün: Lagerung bei 50 °C mit Modellwein und in horizontaler Position. Die Daten werden als Summe des Diffusionskoeffizienten durch den Korken allein ( $D_{\text{korken}}$ , hellere Farbe) und des Diffusionskoeffizienten an der Kontaktfläche ( $D_{\text{kontakt}}$ , dunklere Farbe) dargestellt und ergeben den Diffusionskoeffizienten des gesamten Flaschenverschlussystems  $D_{\text{total}}$ . Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den für jede Bedingung berechneten Mittelwerten sind durch unterschiedliche Buchstaben (a, b) gekennzeichnet.

beobachtet. Für  $D_{\text{total}}$  stieg der Sauerstofftransfer von  $2,3 \times 10^{11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  auf  $4,7 \times 10^{11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  um das 2,3-fache im Vergleich zu Proben ohne Modellwein (Abbildung 2, gelbe Balken). Der Kontakt des Korkens mit Wasser und Ethanol hat eine weichmachende Wirkung auf das Material<sup>7, 8</sup>. Die Hydratation des Korkens beeinflusst dessen mechanische Eigenschaften, wobei dessen Elastizität, bei 50 % und 100 % relativer Luftfeuchtigkeit, deutlich um bis die Hälfte des Ausgangswerts abnimmt<sup>9</sup>. Die Kraft, die der Korken auf die Flaschenhalswand ausübt, nimmt vermutlich aufgrund der Hydratation ab, was dann zu einem Anstieg des Sauerstofftransfers an der Glas-Korken-Kontaktfläche führt. Dahingegen hatte die Lagerposition (stehend oder liegend) keinen Einfluss auf die Sauerstoffübertragung (Abbildung 2, gelbe und blaue Balken). Ähnliche  $D_{\text{total}}$ -Werte wurden zwischen drei bis 24 Monaten für die beiden Lagerpositionen erhalten. Die Werte stabilisieren sich zudem, nachdem im Korken ein Sorptionsgleichgewicht von Wasser und Ethanol erreicht ist<sup>7, 8</sup>. Dies zeigt somit, dass unter den Versuchsbedingungen in Gegenwart des Modellweins die Position der Weinflaschen während einer Lagerzeit von 24 Monaten bei 20 °C keinen Einfluss auf die Sauerstoffübertragung des Flaschenverschlussystems hat. Ein entscheidender Faktor ist jedoch die Temperatur: bei 20 °C ist  $D_{\text{total}}$  bis 24 Monate Lagerung relativ unverändert; bei 35 °C steigt  $D_{\text{total}}$  ab einer Lagerzeit von 12 Monaten um das 1000-fache an (Abbildung 2, orangefarbene Balken); bei 50 °C wurde ein 10.000-facher Anstieg der  $D_{\text{kontakt}}$  Werte ab dem 3. Monat beobachtet, was zu einer drastischen Steigerung des  $D_{\text{total}}$  auf  $1,8 \times 10^7 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  führte. Dieses Phänomen verstärkt sich nach 6 Monaten mit einem  $D_{\text{total}}$ -Wert von  $7,2 \times 10^6 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , was fast dem Diffusionskoeffizienten von Sauerstoff in der Luft entspricht. Wie bereits erwähnt können sich aufgrund der Temperatur die mechanischen Eigenschaften des Korkens, sowie die Stabilität des Verbundmaterials, verändern. Ein teilweises Schmelzen der Paraffine kann somit zu einem erhöhten Sauerstofftransfer an der Glas-Korken-Kontaktfläche führen.

## Fazit

In diesem Artikel wurden Ergebnisse zum Einfluss der Glas-Korken-Kontaktfläche auf die Haltbarkeit von Flaschenweinen unter kontrollierten Lagerbedingungen über einen längeren Zeitraum untersucht. Insbesondere wurde die Rolle von Flüssigkeiten in der Flasche, der Lagerposition und der Lagertemperatur untersucht, d. h. Faktoren, die eine wichtige Rolle beim Erhalt der Qualität von Lagerweinen spielen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten deshalb für Produzenten als auch Konsumenten von Interesse sein. Um diese durch ein Modellsystem gewonnenen Erkenntnisse zur

Sauerstoffübertragung während der Lagerung von Flaschenweinen mithilfe eines globalen Modells zu beschreiben, müssen verschiedene Parameter integriert werden. Dabei handelt es sich beispielsweise um die Materialbeschaffenheit des Korkens, seinen Hydrationszustand über einen Zeitraum länger als 24 Monate, die Art des verwendeten Verbundmittels oder der Oberflächenbehandlung, und die zeitliche Entwicklung der mechanischen Eigenschaften des Korkens.

**Danksagungen:** Die Autoren möchten Diam Bouchage (Frankreich) sowie der Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT, Französische Gesellschaft für Forschung und Technologie) für die finanzielle Unterstützung und das Doktorandenstipendium von Julie Chanut (CIFRE 2018-1278) danken. Dank gilt außerdem GAI für die Leihgabe einer industriellen Verkorkungsmaschine, sowie dem DIVVA-Zentrum für den Zugang zu Analysegeräten.

- 1 Chanut, J., Bellat, J.-P., Gougeon, R. D., & Karbowski, T. (2023a). A key to wine conservation lies in the glass - cork interface. *PNAS Nexus*. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad344>
- 2 Karbowski, T., Gougeon, R. D., Alinc, J.-B., Brachais, L., Debeaufort, F., Voilley, A., & Chassagne, D. (2010). Wine oxidation and the role of cork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 20-52. <https://doi.org/10.1080/10408390802248585>
- 3 Chanut, J., Bellat, J.-P., Gougeon, R. D., & Karbowski, T. (2021). Controlled diffusion by thin layer coating: The intricate case of the glass-stopper interface. *Food Control*, 120, 107446. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107446>
- 4 Karbowski, T., Crouvisier-Urien, K., Lagorce, A., Ballester, J., Geoffroy, A., Roullier-Gall, C., Chanut, J., Gougeon, R. D., Schmitt-Kopplin, P., & Bellat, J.-P. (2019). Wine aging: a bottleneck story. *NJP Science of Food*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41538-019-0045-9>
- 5 Chanut, J., Lagorce, A., Gougeon, R. D., Bellat, J.-P., & Karbowski, T. (2023b). L'interface bouchon / goulot Un élément clé de la conservation du vin en bouteille. *Revue des Œnologues*, 189.
- 6 Lagorce, A., Lequin, S., Karbowski, T., Simon, J.-M., Gougeon, R., & Bellat, J. P. (2015). Diffusion de l'oxygène dans le liège. *Revue des Œnologues*, 154, 46-50.
- 7 Lequin, S., Chassagne, D., Karbowski, T., Gougeon, R. D., Brachais, L., & Bellat, J.-P. (2010). Adsorption Equilibria of Water Vapor on Cork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 3438-3445. <https://doi.org/10.1021/jf9039364>
- 8 Lequin, S., Chassagne, D., Karbowski, T., & Bellat, J.-P. (2013). Sorption Equilibria of Ethanol on Cork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 5391-5396. <https://doi.org/10.1021/jf4016043>
- 9 Lagorce-Tachon, A., Karbowski, T., Champion, D., Gougeon, R. D., & Bellat, J.-P. (2016). How hydration affects the mechanical properties of wine stoppers? *Journal of Materials Science*, 51, 4227-4237. <https://doi.org/10.1007/s10853-015-9669-6>