

Short Note:**Ein Praxisversuch: Reduktion von Geosmin mittels Tiefenfiltration mit selektivem Adsorber der Firma Filtrox**

Reinhard Eder, Stefan Nauer, Walter Brandes, Elsa Patzl-Fischerleitner und Christian Philipp

HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: reinhard.eder@weinobst.at

Schimmelassoziierte Weinfehler werden häufig mit höheren Gehalten der Verbindung Geosmin in Zusammenhang gebracht. Der Geruch dieser Verbindung erinnert an feuchte Erde und wird als muffig, modrig, schimmelig beschrieben. Es gibt wenige spezifische Studien, die sich mit der Reduktion dieser Verbindung beschäftigten. Der Firma Filtrox (St. Gallen, Schweiz) ist es gelungen, spezielle Tiefenfilter zu entwickeln, die eine Reduktion dieser Verbindung ermöglichen. Das wurde bereits in wissenschaftlichen Studien bestätigt, allerdings erlaubten diese Studien keine praxistauglichen Aussagen. Ziel dieser hier vorliegenden Arbeit war es demnach, die Wirksamkeit der Schichten in einem Praxisversuch zu bestätigen. Es zeigte sich, dass bei der Filtration von 600 Liter Wein mit einer Filtrationsfläche von 0,36 m² der durchschnittliche Gehalt an Geosmin um 89,3 % reduziert wurde. Es konnte damit deutlich bestätigt werden, dass die Schichten der Firma Filtrox Geosmin in größerer Menge entfernen können. Es wird empfohlen, in weiteren Studien die Auswirkung dieser speziellen Filtration auf die Qualität der Weine, insbesondere Aromaprofile, zu untersuchen.

Schlagwörter: Fibrafix TX-R, Reduktion von Schimmelaromen, Großversuch im Praxismaßstab

Practical investigation: reduction of geosmin by means of depth filtration with selective adsorber from the Filtrox Group. Mold associated wine defects are often associated with higher levels of the compound geosmin. The odor of this compound is reminiscent of moist soil and is described as moldy, musty, rotten. There are few specific studies on the reduction of this compound. The Filtrox Group (St. Gallen, Schweiz) has managed to develop special depth filters that allow the reduction of this compound. This has already been confirmed in scientific studies, but these studies did not allow any practical conclusions. The aim of this work was therefore to confirm the effectiveness of these filter layers in a practical test. It was found that the filtration of 600 liters of wine with a filtration area of 0.36 m² reduced the average content of geosmin by 89.3 %. It was thus clearly confirmed that the Filtrox layers can remove geosmin on a larger scale. Further studies on the effect of this special filtration on the quality of wines, especially aroma profiles, are recommended.

Keywords: Fibrafix TX-R;, reduction of mold aromas, large-scale trial on a practical scale

Schimmelassoziierte Verbindungen in österreichischen Weinen können auch im 21. Jahrhundert eine negative Rolle spielen. War es bis zur weitgehenden Umstellung auf Schraubverschlüsse oder selektionierte Naturkorken vor allem der Korkgeschmack, hauptsächlich verursacht durch Trichloranisole, ist Geosmin synergistisch mit anderen Schimmelaromen heutzutage das größere Problem (Weingart, 2007; Weingart et al., 2009; Nauer et al., 2022). Geosmin, das erstmals von Gerber und Lechvalier (1965) aus Actinomyceten (*Streptomyces griseoluteus*) isoliert wurde, gilt als eine der Leitsubstanzen in schimmelig-muffig riechenden Weinen. In Reinform liegt Geosmin als hellgelbes Öl vor. Aufgrund des chemischen Aufbaus gibt es zwei enantiomere Formen. Der Geruch erinnert an feuchte Erde, aber auch an rote Rüben und wird als muffig, modrig, schimmelig beschrieben, sodass er bei niedrigen Konzentrationen mit dem von Chlorphenolen bzw. Choranisolen verwechselt werden kann.

Geosmin ist ein sehr geruchsaktiver Aromastoff mit einer extrem niedrigen Wahrnehmungsschwelle, die bei Weißwein im Bereich von 17 ng/l (Eder, 2017), 25 ng/l (Amon, 1989) und 60 bis 65 ng/l (Darriet, 2000) bzw. bei Rotwein im Bereich von 80 bis 90 ng/l (Darriet, 2000) angegeben wird.

Die Rolle von Geosmin für schimmelig-muffige Gerüche in vielen sensorisch auffälligen Weinen in Österreich und anderen Ländern wurde frühzeitig diskutiert und bestätigt (Weingart et al., 2009; La Guerche et al., 2004).

Es gibt einige Wege, wie man diesem Schimmelton vorbeugend begegnen kann, aber auch nachträglich bestehen noch Gelegenheiten, aktiv einzugreifen. Allerdings gibt es wenige Studien, die sich spezifisch mit der Reduktion dieser Verbindung in Wein beschäftigen. Aufgrund der Stabilität von Geosmin während der alkoholischen Gärung und der Weinreifung können Schönungsmaßnahmen erforderlich sein, um seine Konzentration im Wein zu reduzieren (La Guerche et al., 2006). Da Geosmin eine typische Verunreinigung von Wasser darstellt, wird auch bei der Wasseraufbereitung teilweise eine gezielte Entfernung mit Pulveraktivkohle (PAC) oder durch chemische Oxidation mit Ozon oder Titandioxid-Photokatalyse durchgeführt (Lisanti et al., 2014).

Kennel (2005) verweist bezüglich der Schimmelproblematik darauf, dass eine bessere Sortierung während der Ernte das Problem von muffigen Weinaromen schon vorzeitig lösen könnte. Nach Rosch (2009) kann diese Aussonderung von Trauben per Hand, mechanisch bzw. physikalisch oder optisch mit Kamerasystemen erfolgen. Scholten (2008) verweist darauf, dass die Sortierung mit der klassischen Handauslese mit einem hohen personellen Aufwand verbunden und somit sehr zeit- und kostenintensiv ist. Eine vielversprechende Alternative stellt die automatische Sortierung der Einzelbeeren mit optischen Sensoren dar (Philipp et al., 2018).

Neben der Aussortierung gefaulter, schimmelig Trauben sind Schönung und Filtration alternative Möglichkeiten zur Verringerung des Schimmeltons. Lisanti et al. (2009) verglichen die Behandlungsmethoden Aktivkohle, Bentonit, PVPP, Kaliumcaseinat und Traubenkernöl auf ihre Fähigkeit, die Konzentration von Geosmin zu vermindern. Die Behandlung mit Traubenkernöl (nicht zugelassen) war in Bezug auf die Abnahme des Erdgeruches in Rot- und Weißwein am effizientesten (die Reduzierung betrug 70 %). Farkaš et al. (1988) erwähnen, dass Aktivkohle am häufigsten für die Korrektur von Weinen mit einem schlechten und/oder schimmeligem Geschmack eingesetzt wird. Aufgrund ihrer großen Oberfläche (zwischen 500 und 1500 m²/g) und elektrischen Ladung kann Aktivkohle effektiv eine breite Palette von polaren Verbindungen adsorbieren. Bornet und Teisseidre (2008) wiederum setzten sich mit der Verringerung des Brettanomyces-Tons (Pferdeschweißton) und von Geosmin (Erdgeruchston) mit Hilfe der Anwendung von Chitosan auseinander. Leider wurde bei deren Artikel kaum auf Details betreffend Geosmin-Reduzierung eingegangen.

Die Effekte einer Behandlung geosminhaltiger Weine mit Milch, Öl und Erhitzen bei 70 °C für 24 Stunden wurden von La Guerche et al. (2004) mit einer Verringerung um 60 %, 80 % bzw. 86 % beschrieben und waren somit quantitativ zufriedenstellend, aber die Weinqualität wurde negativ beeinflusst. Auch die Sorptionskapazität önologischer Hefen gegenüber Geosmin wurde bereits in Modellweinen geprüft und als nicht ausreichend qualifiziert (Pradelles et al., 2010).

In einem erneuten Ansatz haben Lisanti et al. (2014) sieben Behandlungsmaßnahmen (Aktivkohle, Bentonit, PVPP, Hefezellwände, Kaliumcaseinat, Zeolith und Traubenkernöl) auf ihre Wirksamkeit bei der Verringerung der Geosmin-Konzentration untersucht. Das verwendete Zeolith stammte von der Firma Dal Cin s.p.a. (Sesto S. Giovanni, Milano, Italy) und war ein natürliches Zeolith mit gemischten Kationen (Ca, Na, K, Fe, Mg) und einem $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis von 9.3.

Die Weine wurden mit einer hohen Geosmin Konzentration von 360 ng/l gespickt, die Analysen erfolgten mittels GC-MS. Beim Rotwein verringerten die Kaliumcaseinat- und Traubenkernölbehandlungen die Geosmin-Konzentration um 14 % bzw. 83 %, während beim Weißwein die Aktivkohle und das Traubenkernöl die Geosmin-Konzentration um 23 % bzw. 81 % senken konnten. Das eingesetzte Zeolith hingegen bewirkte keine Verringerung der Geosmin Gehalte. Die wirksamen Behandlungen zur Reduktion von Geosmin verringerten auch flüchtige Aromastoffe, vor allem Ester, die für fruchtige Noten verantwortlich sind. Unter Berücksichtigung der OAVs (Konzentrations-/Geruchsschwelle) konnte nur die Behandlung mit Traubenkernöl den relativen Beitrag von Geosmin zum Aromaprofil sowohl in Rot- als auch in Weißwein verringern. Die sensorische Analyse bestätigte die Wirksamkeit des Traubenkernöls als geeignetes Schönungsmittel.

Jackson (2000) weist darauf hin, dass eine Schönung häufig verwendet wird, um eine spontane Fällung zu beschleunigen. Neben einer Beschleunigung der Klärung kann Schönung auch zu einer Stabilisierung der Weine gegen Dunstbildung, Beseitigung bestimmter Fehlgerüche (wie Schimmel) und Entfernung übermäßiger Mengen von herb und bitter schmeckenden Phenolen oder oxidationsfördernden Metallen eingesetzt werden. Es ist wichtig, sensorische Störungen durch unnötige Schönungen zu vermeiden. Ähnliche Effekte lassen sich auch mit der sogenannten Tiefenfiltration erzielen. Für die Tiefenfiltration gibt es verschiedene Definitionen, eine davon lautet: „Bei der Tiefenfiltration werden die Partikel zwar auch mechanisch an der Oberfläche, hauptsächlich jedoch im Inneren des Filtermediums mechanisch und adsorptiv zurückgehal-

ten. Die abzutrennenden Partikel einer Suspension werden nun zunächst in der dreidimensionalen Struktur des Filzes zurückgehalten, bei diesen Filtermedien gibt es keine definierten Maschenweiten wie bei den Siebgeweben der Oberflächenfiltration. Die Fasern dieser Materialien sind zufällig angeordnet und bilden Poren mit unterschiedlichen Porengrößen" (Schwegmann Filtrations-Technik, 2021). Beim Filtrationsprozess werden mehrere Tiefenfilterschichten hintereinander in einer Filterpresse oder einem Schichtenfilter eingesetzt. Damit erhält man eine große Filterfläche auf relativ kleinem Raum. Bei der Tiefenfiltration werden im Gegensatz zur Oberflächenfiltration relativ dicke Filtermedien (3 bis 4 mm) verwendet. Die Flüssigkeit durchläuft im Tiefenfilter ein dreidimensionales gewundenes Labyrinth. Die festen ("Trub"-)Bestandteile werden durch mechanische und elektrokinetische Effekte zurückgehalten. Damit erhöht sich die Aufnahmekapazität für Trubpartikel entscheidend (Schwegmann Filtrations-Technik, 2021). „Tiefenfilter sind erschöpft, wenn die innere Matrix mit Trubpartikeln gefüllt ist. Anzeichen dafür ist der steigende Differenzdruck zwischen dem Einlauf (trübe Flüssigkeit) und dem Auslauf (Filtrat) und eine geringere Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit. Ab einem gewissen Punkt verliert der Tiefenfilter seine Wirkung (150000 Pa bei Sterilisation; 250000 - 300000 Pa für Klärung der Flüssigkeit).“ (Filtrox, 2018).

Der Firma Filtrox (St. Gallen, Schweiz) ist es gelungen, Tiefenfilterschichten zu entwickeln, die den Korkgeschmack entfernen. Dabei handelt es sich um Filterschichten mit eingebetteten Zeolithen. Die Verwendung von Filterplatten mit Zeolith Y-Faujasit zur Adsorption von Haloanisolen wurde mit der Resolution OIV-OENO 444-2016 zugelassen (OIV, 2016). Die zum Patent angemeldete Tiefenfilterschicht trägt den Namen Fibrifix TX-R. Die Eignung des Produktes Fibrifix TX-R zur Entfernung von Trichloranisol (TCA) und Tribromanisol (TBA) aus Wein wurde von Jung et al. (2008) geklärt. Zwei Weine wurden vor der Filtration mit verschiedenen Konzentrationen an TCA und TBA versetzt. Die Filterungsprüfungen bewiesen erfolgreich die Funktionalität der Fibrifix TX-R Filter Schichten. Die Konzentrationen an TCA und TBA wurden auf Gehalte unterhalb ihrer jeweiligen sensorischen Schwellenwerte in Wein reduziert, was sowohl analytisch als auch von den sensorischen Tests bestätigt wurde. Zu ähnlichen Erkenntnissen über diese Spezialfilterschichten gelangten auch Eder et al. (2008). Die Tatsache,

dass Geosmin ähnliche sensorische Eigenschaften wie 2,4,6-TCA aufweist, veranlasste Eder et al. (2016), die Filterschichten Fibrafix TX-R auch auf ihre Fähigkeit hin zu untersuchen, neben TCA auch Geosmin aus dem Wein entfernen zu können. Diese Vorversuche im Labormaßstab kamen zu dem Resultat, dass die Schichten eine effiziente Reduzierung von TCA und Geosmin ermöglichen. Genauere Angaben über die Art des verwendeten Zeoliths sind aber leider nicht bekannt. Diese Versuche wurden im Labormaßstab durchgeführt. Versuche in der Praxis stehen derzeit noch aus.

Das Ziel vorliegender Untersuchung war es abzuklären, ob die Filterschichten Fibrafix TX-R der Firma Filtrox auch im praxisnahen Maßstab in der Lage sind, erhöhte Geosmingehalte im Wein zu reduzieren. Weiters sollte im Zuge dieser Untersuchung auch die Kapazität dieser Filterschichten bestimmt und der Einfluss auf andere Weininhaltsstoffe und organoleptische Eigenschaften geprüft werden.

Material und Methoden

Probe

Als Versuchswein diente ein weißer Sortenverschnitt vom Versuchsgut Agneshof der HBLA und BA für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg. Zuvor wurde in der Abteilung Kellerwirtschaft eine Entkeimungsfiltration durchgeführt, um die Gefahr von Trübungen, die vielleicht die Effizienz bzw. Leistungsfähigkeit der Filterschichten beeinträchtigen könnten, auszuschließen.

Versuchsdurchführung

Die Spezialfilterschichten Fibrafix TX-R wurden in den Abmessungen von 20 x 20 cm von der Firma Filtrox (Dr. Saurer) zur Verfügung gestellt. Neun Schichten kamen zur Anwendung. Die Filterfläche betrug somit $0,36 \text{ m}^2$ ($400 \text{ cm}^2 = 0,04 \text{ m}^2 \cdot 9 = 0,36 \text{ m}^2$). Zwei Tanks mit einem Fassungsvermögen von 625 l (Speidel-Tanks), eine Pumpe Nordac SK300E Type 90L/4TFT10/1S (Getriebebau NORD GmbH, Linz, Österreich) und ein Schichtenfilter (Filterpresse des Typ Pilot (Seitz, Guntramsdorf, Österreich) kamen zur Anwendung. Die neun Filterschichten wurden eingelegt und anschließend ca. 30 min gewässert. Dem

Versuchswein wurden 60 ng/l Geosmin zugesetzt, was deutlich über den von Eder (2017; 17 ng/l) bzw. Amon (1989; 25 ng/l) publizierten Wahrnehmungsschwellenwerten liegt, anschließend wurde der Wein gut durchmischt. Während der Filtration wurde alle 25 Liter eine Probe gezogen, so wurden insgesamt 625 Liter filtriert und in Summe, einschließlich der Ausgangsprobe, 26 Proben zur Analyse geschickt. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung durchgeführt.

Analyse von Geosmin

Die quantitative Bestimmung von Geosmin erfolgte nach Nauer et al. (2022) mittels HS SPME GC-MS Technik und Standardaddition in Doppelbestimmung.

Ergebnisse und Diskussion

Mit Hilfe des Filtertests sollte überprüft werden, ob die Filterschichten Fibrafix TX-R auch im großtechnischen Maßstab eine ähnliche Reduzierung des Geosmingehaltes bewirken, wie dies bereits im Labormaßstab erfolgreich gelungen ist (Eder et al., 2008).

Von dem vor Beginn der Filtration mit 60 ng/l Geosmin versetzten Wein wurden während der Filtration in Abständen von 25 l-Fractionen Proben gezogen und deren Konzentration an Geosmin mit HS-SPME GC-MS analysiert. Die Geosmingehalte der einzelnen Filtrationsfraktionen sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Filterschichten Fibrafix TX-R reduzieren gleich zu Beginn die zugesetzte Geosminkonzentration zu 100 %. Erst nach rund 150 l wurde ein äußerst langsamer Anstieg an Geosmin in den Fraktionen beobachtet, augenscheinlich dort, wo die ersten aktiven Stellen der Filterschichten abgebunden wurden. Trotzdem schritt die Zunahme von Geosmin sehr zögerlich voran, sodass nach der gesamten Filtrationsmenge von 625 Liter nur eine Geosminkonzentration von 15 ng/l detektiert wurde, was noch immer unter den von Eder (2017; 17 ng/l), Amon (1989; 25 ng/l) bzw. Darriet (2000; 60 bis 65 ng/l) publizierten Wahrnehmungsschwellenwerten liegt. Dies bedeutet eine Reduzierung des ursprünglichen Startwerts um 75 % am Ende der Filtration. Diese am Ende der Filtration festgestellte Reduzierung von 60 ng/l auf 15 ng/l verdeutlicht zwar die eindrucksvolle Abnahme und Reduzierung von Geosmin, doch sie repräsentiert nicht die durchschnittliche Gesamtabnahme.

Diese liegt nämlich bei 89,3 %. Im Vergleich mit den ermittelten 15 ng/l der letzten Filterfraktion wies der gesamtfilterierte Wein einen Geosmingehalt von nur mehr 6 ng/l auf, was sehr deutlich

unten den Schwellenwerten von 17 ng/l, 25 ng/l bzw. 60 bis 65 ng/l (Eder, 2017; Amon, 1989; Darriet, 2000) liegt.

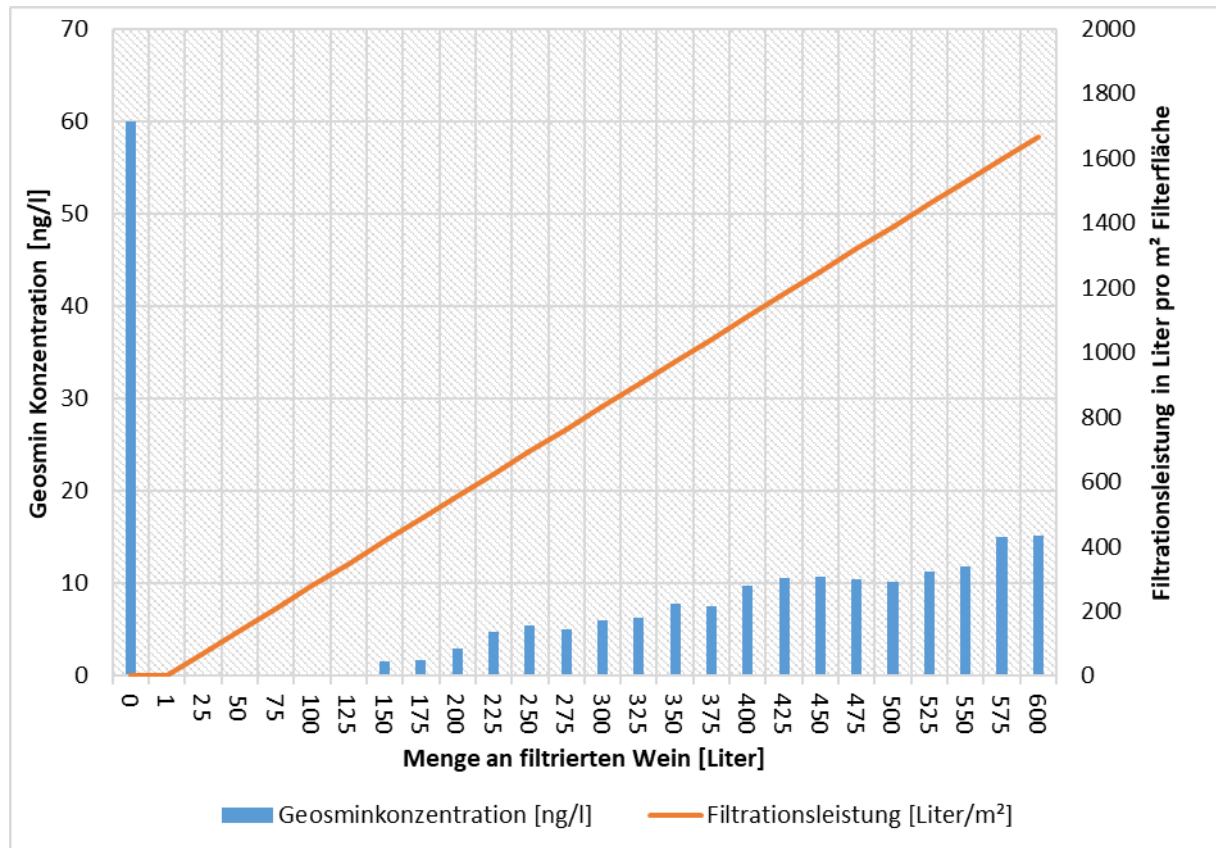


Abb.1: Verlauf des Geosmingehalts während der Filtration mit den Filterschichten Fibrafix TX-R

Conclusio

Es konnte damit deutlich bestätigt werden, dass die Filterschichten Fibrafix TX-R der Firma Filtrox nicht nur zur ursprünglich gedachten Entfernung von TCA geeignet sind, sondern auch Geosmin in größerem Maßstab entfernen können. Dies bestätigen die publizierten Versuche im Labormaßstab von Eder et al. (2008, 2017). Es ist unvermeidbar, dass durch Adsorptionsmittel gleichzeitig aber auch viele erwünschte Aromastoffe und prägende Inhaltsstoffe vermindert werden. In diesem Kontext sollten weitere Studien die Qualität der mit Fibrafix TX-R-Schichten filtrierten Weine untersuchen - insbesondere den Einfluss auf positive Aromen wie Ester und Monoterpene.

Literatur

- Amon, J. M., Vandeppeer, J. M., Simpson, R. F.** 1989: Compounds responsible for cork taint in wine. *Wine Ind. J.* 4: 62-69.
- Bornet, A., Teisseidre, P. L.** 2008: Elimination des goûts terreux (la géosmine) et des Brettanomyces par l'utilisation d'un biopolymère fongique: le chitosane. *OIV Proceedings*.
- Darriet, P., Pons, M., Lamy, S., La Guereche, S., Pons, M., Dubourdieu, D., Blancard D., Steliopoulos, P., Mosandl, A.** 2000: Identification and quantification of geosmin, an earthy odorant contaminating wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10): 4835-4838.
- Eder, R., Nauer, S.** 2016: Determination and elimination of rotten grape aroma by filter layers with selective adsorbers. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 7, p. 02018). EDP Sciences.
- Eder, R., Hütterer, E.M., Weingart, G., Brandes, W.** 2008: Verringerung der Gehalte an 2,4,6-Trichloranisol und Geosmin in Wein mittels Spezialfilterschichten. *Mitteilungen Klosterneuburg* 58 (2): 12-16.
- Eder, R., Weingart, G., Nauer, S.** 2017: Reconsidering the potential of geosmine as indicator for grape health and sensorial wine quality. Poster bei der *In Vino Analytica Scientia*, Salamanca, 2017
- Farkas, J., Procházka, Z.** 1988: *Technology and biochemistry of wine*. New York: Gordon and Breach Science Publ. 744.
- Filtrox** 2018: Grundlagen der Tiefenfiltration. Online: https://www.filtrox.com/wp-content/uploads/2018/05/FILTRODISC-DISCS-TAR_04_2018_D.pdf (zuletzt zugegriffen: 10.11.2021).
- Gerber, N.N.; Lechevalier, H. A.** 1965: Geosmin, an Earthy-Smelling Substance Isolated from Actinomycetes. *APPL ENVIRON MICROB*: 935–938.
- Jackson, R.S.** 2000: *Principles, practice, perception*. San Diego: Academic Press, 2nd ed. 648.
- Jung, R., Schaefer, V., Christmann, M., Hey, M., Fischer, S., Rauhut, D.** 2008: Removal of 2, 4, 6-trichloroanisole (TCA) and 2, 4, 6-tribromoanisole (TBA) from wine. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 58: 58-67.
- Kennel, F.** 2005: Bordeaux boffin solves geosmin conundrum - decanter.com - the route to all good wine (2005) Online unter: <http://www.decanter.com/news/60674.html> (zuletzt zugegriffen 14.04.2010).
- La Guerche, S., Garcia, C., Darriet, P., Dobourdieu, D., Labarère, J.** 2004: Characterization of Penicillium species isolated from grape berries by their transcribed spacer (ITS1) sequences and by gas chromatography-mass spectrometry analysis of geosmin production. *Current Microbiology*, 48: 405-411.
- La Guerche, S., Dauphin, B., Pons, M., Blancard, D., Darriet, P.** 2006: Characterization of Some Mushroom and Earthy Off-Odors Microbially Induced by the Development of Rot on Grapes. *J. Agric. Food Chem.* 54 (24): 9193-9200.
- Lisanti, M. T., Piombino, P., Gambuti, A., Genovese, A., Moio, L.** 2009: Oenological treatments for the removal of geosmin, responsible for earthy off-flavour, in wine. *Bulletin de l'OIV*, 82(935): 71.
- Lisanti, M. T., Gambuti, A., Genovese, A., Piombino, P., Moio, L.** 2014. Earthy off-flavour in wine: Evaluation of remedial treatments for geosmin contamination. *Food Chemistry* 154: 171-178.
- Nauer, S., Philipp, Ch., Brandes, W., Patzl-Fischerleitner, E., Eder, R.** 2022: Vorkommen von Geosmin und anderen schimmelassoziierten Verbindungen in österreichischen Trauben und Wein. *Mitteilungen Klosterneuburg* 72 (1):75-90
- Organisation für Rebe und Wein** 2016: Resolution OIV-OENO 444-2016. <https://www.oiv.int/public/medias/4930/oiv-oeno-444-2016-de.pdf> (zuletzt zugegriffen 13.12.2021).
- Philipp, Ch., Huber, W., Eder, R., 2018:** Auswirkung einer optischen Beerensortierung auf analytische Parameter und die Weinqualität bei der

Rebsorte ‚Sankt Laurent‘ im Jahr 2015. Mitteilungen Klosterneuburg 58: 202-220.

Pradelles, R., Chasagne, D., Vichi, S., Gougeon, R. Alexandre, H. 2010: (–)Geosmin sorption by enological yeasts in model wine and FTIR spectroscopy characterization of the sorbent. Food Chemistry, 120: 531-538.

Rosch, A. 2009: Organoleptische Auswirkung schadhafter Trauben auf den Wein. Moselpark Hotel, Bernkasel-Kues. Online unter: [http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/internet/global/the-men.nsf/514c58a76a079447c12573a1003a5d31/ab5c04cce847c2d5c125751a0032e241/\\$FILE/mwbt09_bks_rosch.pdf](http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/internet/global/the-men.nsf/514c58a76a079447c12573a1003a5d31/ab5c04cce847c2d5c125751a0032e241/$FILE/mwbt09_bks_rosch.pdf). (zuletzt zugegriffen 20.04.2010).

Scholten, G. 2008: Maschinelle Traubensortierung als Mittel der Qualitätssicherung. CRP-Gabriel Lippmann: 5.

Schwegmann Filtrations-Technik 2021: Tiefenfiltration. Online: <https://www.filtrations-technik.de/funktion-einsatz/funktion/tiefenfiltration/> (zuletzt zugegriffen: 10.11.2021).

Weingart, G., Schwartz, H. Eder, R. and Sontag, G. 2010: Determination of geosmin and 2,4,6-trichloranisol in red and white Austria wines by headspace-GC/MS and comparison with sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 231(5): 771-779.

Weingart, G. 2007: Analytische und sensorische Bestimmung von 2,4,6-Trichloranisol und Geosmin in Wein. Diplomarbeit an der Universität Wien, Wien.

Eingelangt am 13. Dezember 2021