IVES Technical Reviews
rebe & wein

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2023.7392

Wie die aromatische Typizität von Trauben und Weinen vom Terroir geprägt wird (Teil II)

Cornelis van Leeuwen[1*], Jean-Christophe Barbe[2], Olivier Geffroy[3], Mark Gowdy[1], Georgia Lytra[2], Alexandre Pons[2,4], Cécile Thibon[2], Stéphanie Marchand[2]

[1] EGFV, Univ. Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro, INRAE, ISVV, F-33882 Villenave d'Ornon, France
[2] Univ. Bordeaux, Bordeaux INP, Bordeaux Sciences Agro, UMR 1366 OENOLOGIE, ISVV, F-33140 Villenave d'Ornon, France
[3] PPGV, Université de Toulouse, INP-PURPAN, 75 voie du TOEC, F-31076 Toulouse Cedex 3, France
[4] Tonnellerie Seguin-Moreau, ZI Merpins, 16103 Cognac

Das Verständnis der molekularen Grundlagen von Trauben- und Weinaromen hat in den vergangenen Jahrzehnten große Fortschritte gemacht. Diese Aromen hängen nicht nur von der Rebsorte ab, sondern auch von Umweltfaktoren, die Teil des sogenannten „Terroir"-Effekts sind. Im ersten Teil dieses Überblickartikels wurde gezeigt, wie das Terroir in messbare Klima- und Bodenparameter unterteilt werden kann: Lufttemperatur, Strahlung, Stickstoff- und Wasserstatus. Der Einfluss dieser Faktoren auf Aromen und die Weintypizität ist in der wissenschaftlichen Literatur hinreichend dokumentiert. Im zweiten Teil präsentieren wir nun den Einfluss des Terroirs am Beispiel von drei wichtigen roten Rebsorten (Merlot, Cabernet-Sauvignon und Syrah) und zwei weißen Sorten (Sauvignon blanc und Riesling). Anschließend diskutieren wir, wie Weinaromen durch Weinbergmanagementpraktiken optimiert werden können.

Beispiele für Aromaprofile, die im Zusammenhang mit bestimmten Terroirs stehen

Sauvignon blanc wird unter den unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen und Bodentypen angebaut. Ein Sauvignon Blanc aus kühlen Klimaten stammt typischerweise aus der Region Marlborough (Neuseeland), Elgin (Südafrika), oder Sancerre (Frankreich). Sein aromatisches Profil wird durch ein feines Gleichgewicht zwischen grünen (IBMP: Paprika; 4-MSP: Buchsbaum) und fruchtigen Noten (3-SH: Grapefruit; 3-SHA: Passionsfrucht) geprägt. Ein Sauvignon blanc aus warmen Klimazonen, wie beispielsweise Kalifornien oder Australien, wird von einem Passionsfruchtaroma dominiert. Unter zu heißen Bedingungen kommt es allerdings zu einem Verlust der aromatischen Ausprägung. Der Archetyp eines Kaltklima-Sauvignon blancs wird im Awatere Valley (einer Unterregion von Marlborough, Neuseeland) hergestellt. Das Aromaprofil wird von grünen Aromen (Spargel, Buchsbaum), verbunden mit Grapefruitnoten, dominiert. Die Bordeaux-Region ist ein weiteres, wichtiges Anbaugebiet für Sauvignon Blanc mit gemäßigtem Klima. Der am besten ausgeprägte Sauvignon blanc wird in den kühleren Teilen produziert, auf Böden mit mittlerer bis hoher Wasserspeicherkapazität und mittlerer bis hoher Stickstoffversorgung.

Merlot und Cabernet-Sauvignon aus kühlen Klimazonen oder aus Regionen mit geringer Strahlung, können aufgrund des Vorhandenseins von IBMP als „grün" wahrgenommen werden. Hohe Konzentrationen an IBMP werden generell nicht geschätzt, obwohl bestimmte grüne Aromen, wie z. B. 1,8-Cineol, eine minzige Frische zum Aromaprofil beitragen können. Merlot und Cabernet-Sauvignon aus gemäßigten Klimazonen sind durch fruchtige Aromen charakterisiert, und entwickeln nach einigen Jahren Flaschenreifung ein komplexes Alterungsbouquet. Diese positiven Eigenschaften werden durch eine Vielzahl von Verbindungen hervorgerufen, wie substituierte Ester, flüchtige Thiole (insbesondere 3-SH) und DMS. Wassermangel bei Reben erzeugt Weine mit hochwertigeren Aromaprofilen nach der Flaschenreifung[1]. Dies lässt sich auf einen höheren Gehalt an DMS und Tabanonen zurückführen. Rotweine der eben genannten Rebsorten können in warmen Klimazonen Trockenfruchtaromen zum Ausdruck bringen. Dies gilt insbesondere für Weine, die Merlot enthalten. Einige der besten Cabernet-Sauvignon Weine werden unter den Appellationen Margaux, Saint-Julien, Pauillac und Saint-Estèphe (Bordeaux, Frankreich) hergestellt. In der Bordeaux-Region reift Cabernet-Sauvignon erst relativ spät im Jahr, bei sinkenden Temperaturen, wodurch jedes Risiko der Entstehung von Trockenfruchtaromen ausgeschlossen wird. Die kieshaltigen Böden dieser Appellationen bewirken einen mäßigen bis starken Wassermangel bei unbegrenzter Stickstoffversorgung der Reben. Die Kombination aus kühlem Klima, Wassermangel und unbegrenztem Stickstoff kann ein interessantes Alterungsbouquet hervorbringen.

Syrah kann je nach Klima unterschiedliche Aromaprofile hervorbringen. In Gebieten mit kühlerem Klima, wie z. B. dem nördlichen Rhonetal in Frankreich, der Grampians-Region in Victoria, Australien, oder Hawke's Bay in Neuseeland, ist Syrah durch sehr intensive, pfeffrige Noten charakterisiert, die durch (-)-Rotundon entstehen. In wärmeren Klimazonen (z. B. unbewässerte Weinberge in den Küstengebieten des Languedoc, das südliche Rhonetal in Frankreich, oder das Barossa Valley in Australien) ist Syrah eher von Noten reifer und getrockneter Früchte, sowie von schwarzen Olivenaromen gekennzeichnet. Die Verbindung, die hauptsächlich zur Ausprägung dieser Aromen beiträgt, wurde als DMS identifiziert.

Die Typizität und aromatische Komposition von Rieslingweinen wird v. a. durch spezifische Wachstumsbedingungen, insbesondere von der Temperatur und dem Wasserstatus der Reben, geprägt. Rieslinge typisch für kühle Regionen, wie sie in Europa (z. B. Deutschland, Elsass, Österreich) anzutreffen sind, sind durch fruchtige Aromen gekennzeichnet. Diese werden unter anderem durch flüchtige Thiole hervorgerufen. Das Aromaprofil kann sich jedoch mit steigender Temperatur ändern. In Flaschen gereifte Rieslinge aus wärmeren Klimazonen, wie Australien oder Südafrika, aber auch aus den Vereinigten Staaten oder Kanada, entwickeln aufgrund der Produktion von TDN intensivere, kerosinartige Noten. Bei hoher Strahlungsintensität und Wassermangel kann das Vorhandensein von ortho-Aminoacetophenon (AAP) bei Riesling zu einer atypischen Alterung führen, insbesondere wenn gleichzeitig der Stickstoffstatus der Reben niedrig ist.

Das Management des Terroir-induzierten Aromaprofils im Weinbau

Terroirfaktoren (Temperatur, Strahlung, Wasser, Stickstoff) rufen spezifische, aromatische Eigenschaften hervor. Die Wahl des Pflanzenmaterials und der Weinbaumethoden können die Ausprägung der Aromen verändern. Ein hoher Gehalt an grünen Aromen wird bei Rotweinen im Allgemeinen nicht geschätzt. Sie sind oft das Ergebnis niedriger Temperaturen während der Traubenreife, geringer Lichtintensität, unbegrenzter Wasserversorgung und/ oder unbegrenzter Stickstoffversorgung. Eine Möglichkeit dem vorzubeugen ist der Anbau früh-reifender Sorten (Merlot statt Cabernet-Sauvignon). Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Stickstoffverfügbarkeit durch den Einsatz von Gründünger zu mindern, oder durch das Entfernen von Blättern die Belichtung der Trauben zu verbessern (was gleichzeitig die Temperatur in der Traubenzone erhöht).

In warmen Klimazonen besteht die Gefahr, dass Rotweine produziert werden, die übermäßig von starken, „trivialen" Trockenfruchtaromen

Dieses Werk steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International.

TABELLE 1. Die Auswirkungen von Rebsorte und Bewirtschaftungsmethoden auf die Steuerung des mit dem Terroir verbundenen Aromaprofils von Weinen. Referenzen finden sich in van Leeuwen *et al.*, 2020[6].

Bewirtschaftungsmethoden und die Wahl des Pflanzenmaterials	Auswirkungen auf grüne Aromen (IBMP)	Auswirkungen auf Buchsbaum-, Grapefruit- und Passionsfruchtnoten (flüchtige Thiole)	Auswirkungen auf gekochte Frucht-und oxidierte Pflaumenaromen	Auswirkungen auf die atypische Alterung in Weißweinen (AAP)
Entfernung von Blätter	In kühlen und feuchten Klimazonen sollten Blätter rechtzeitig entfernt werden, um grüne Aromen abzubauen.		In warmen Klimazonen sollte die Entfernung der Blätter eingeschränkt werden, um eine übermäßige Belichtung der Trauben, und somit die Entwicklung von Aromen gekochter Früchte und oxidierter Pflaumen zu vermeiden.	Insbesondere in warmen und sonnigen Klimazonen, kann übermäßige, direkte Belichtung der Trauben atypische Alterungsaromen in Weißweinen begünstigen.
Erziehungssystem	In kühlen und feuchten Klimazonen sollte ein Erziehungssystem genutzt werden, welches ein offenes, gut durchlüftetes Laubdach erzeugt (Spalier, Smart-Dyson, Lyra).		In warmen Klimazonen sollten Erziehungssysteme verwendet werden, die eine Beschattung der Trauben ermöglichen (Globlet, Pergola, Spalier ohne Blattentfernung), und somit die Entwicklung von Aromen gekochter Früchte und oxidierter Pflaumen einschränken.	
Wassermanagement	In kühlen Klimazonen reduziert Wassermangel grüne Aromen. In kühlen als auch in warmen Klimazonen begünstigt intensive Bewässerung ein starkes Wachstum der Reben, was zu übermäßiger Beschattung der Traubenzone führt, und zu einer späten Einstellung des Triebwachstums, wodurch grüne Aromen begünstigt werden.	Moderater Wassermangel begünstigt die Entwicklung von Vorstufen flüchtiger Thiole in den Trauben. Ein starker Wassermangel wirkt sich dagegen negativ aus.	In warmen Klimazonen sollte starker Wassermangel am Ende der Saison vermieden werden, da ein Schrumpfen der Beeren Aromen von gekochten Früchten und oxidierten Pflaumen verstärken kann.	Wassermangel erhöht das Risiko einer atypischen Alterung bei Weißweinen.
Stickstoffdüngung	In kühlen als auch in warmen Klimazonen fördert übermäßige Stickstoffdüngung das Wachstum der Rebe und damit die Beschattung der Traubenzone, was grüne Aromen begünstigt.	Düngung erhöht den Stickstoffstatus der Reben und somit die Synthese von Vorstufen flüchtiger Thiole in den Trauben. Sie fördert ausserdem die Produktion von Glutathion, einem natürlichen Konservierungsmittel flüchtiger Thiole in Weinen.	In warmen Klimazonen führt Stickstoffmangel zu einer geringeren Wuchskraft der Rebe, was eine übermäßige Belichtung der Trauben begünstigt, und somit Aromen von gekochten Früchten und oxidierten Pflaumen.	Stickstoffdüngung begrenzt das Risiko einer atypischen Alterung bei Weißweinen.
Gründüngung	In kühlen als auch in warmen Klimazonen reduziert Gründüngung die Wuchskraft der Reben. Damit wird die Belichtung der Trauben verbessert und grüne Aromen vermindert.	Die Nutzung von Gründünger reduziert den Stickstoffstatus der Reben (außer im Fall von Leguminosen), was die Synthese von Vorstufen flüchtiger Thiole in den Trauben beschränkt.	In warmen Klimazonen sollte ein niedriger Stickstoffstatus der Reben durch Konkurrenz aufgrund von Gründüngung vermieden werden, da dies durch erhöhte Belichtung der Traubenzone, die Entwicklung von Aromen gekochter Früchte und oxidierter Pflaumen begünstigt.	In warmen Klimazonen sollte ein niedriger Stickstoffstatus der Reben durch Konkurrenz aufgrund von Gründüngung vermieden werden, da dies durch erhöhte Belichtung der Traubenzone, die Entwicklung atypischer Alterungsaromen in Weißweinen fördert.
Wahl der Rebsorte	In kühlen Klimazonen sollten zur Vermeidung grüner Aromen, früh reifende Rebsorten angebaut werden.	Die Konzentration an Vorstufen flüchtiger Thiole in den Beeren ist sortenabhängig. Z.B. sind Sauvignon blanc und Riesling reich an diesen Verbindungen.	In warmen Klimazonen sollten, zur Vermeidung von gekochten Frucht- und oxidierten Pflaumenaromen, spät-reifende Rebsorten angebaut werden.	Riesling ist besonders anfällig für die Entwicklung von o-Aminoacetophenon (AAP).
Wahl der Unterlage	In kühlen und feuchten Klimazonen sollten Unterlagen mit geringer bis mittlerer Vitalität verwendet werden. Dies begrenzt grüne Aromen durch eine verbesserte Belichtung der Traubenzone.		In warmen Klimazonen sollten Unterlagen mit mittlerer bis hoher Wuchskraft verwendet werden. Dies reduziert die Belichtung der Traubenzone und verzögert die Reife, und somit die Entwicklung von Aromen gekochter Früchte und oxidierter Pflaumen.	Unterlagen, die gut an Wasserstress angepasst sind und eine mittlere Wuchskraft unterstützen, begrenzen das Risiko atypischer Alterungsaromen.
Erntedatum	Eine späte Lese reduziert grüne Aromen in Trauben und Weinen.	Eine späte Lese reduziert Buchsbaumnoten und erhöht Passionsfruchtaromen.	Eine späte Lese erhöht den Gehalt an Aromen von gekochten Früchten.	Eine späte Lese erhöht vermutlich das Risiko atypischer Alterungsaromen.

geprägt sind, was Frische und aromatische Komplexität mindert. Dem kann durch den Anbau spät-reifender Sorten (Cabernet-Sauvignon statt Merlot) entgegengewirkt werden. Weinbauliche Maßnahmen sind z. B. ein früher Erntetermin, oder das Fördern der Biomasseproduktion und Vitalität der Pflanzen, um die Trauben durch Blattwerk vor direktem Sonnenlicht zu schützen. Bei Sauvignon blanc können Grapefruitnoten durch Stickstoffdüngung (wenn der N-Gehalt des Bodens niedrig ist) verbessert werden, entweder durch Blattspritzung oder durch Bodenzugabe[2,3].

In warmen Klimazonen oder auf Böden mit mäßigem bis starkem Wassermangel sollten für die Produktion hochwertiger Weine eher rote Rebsorten anstatt Sauvignon blanc, oder anderen früh reifenden, weißen Sorten, bevorzugt angebaut werden. Die Temperatur der Beeren und deren Belichtung können durch gezielte Laubarbeit und Blattentfernung gesteuert werden. Die Auswirkungen von Rebsorte und Bewirtschaftungsmethoden zur Regulierung des Aromaprofils in Verbindung mit dem Terroir sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Ein weiterer wichtiger Faktor ist das Erntedatum, welches einen starken Einfluss auf die Typizität eines Weines hat[4]. Eine ausführliche Übersicht der Auswirkungen von Bewirtschaftungsmethoden auf Aromen in Trauben und Weinen findet sich in Alem *et al.*, 2019[5].

Fazit

Die Typizität von Weinen in Bezug auf das Terroir wird maßgeblich durch Aromen geprägt, die geruchlich wahrgenommen werden können. In den letzten Jahrzehnten wurden eine große Anzahl von Artikeln publiziert, die sich mit der molekularen Basis von Weinaromen beschäftigten. Eine Vielzahl dieser Studien bezogen sich auf sortenspezifische Aromaprofile und wie diese durch Umweltfaktoren und Bewirtschaftungsmethoden beeinflusst werden. Die wichtigsten Faktoren des Terroir-Ausdrucks sind die Lufttemperatur, Strahlung, die Wasserversorgung, und der Stickstoffstatus der Reben. Bessere Erkenntnisse zu den Auswirkungen dieser Faktoren auf die Produktion von Aromen fördert das Verständnis darüber, wie das Terroir die aromatische Typizität von Weinen formt. Basierend auf diesem Wissen kann das Aromaprofil durch die Wahl der Rebsorte oder durch Anpassung der Bewirtschaftungsmethoden optimiert werden. ■

Basiert auf dem wissenschaftlichen Artikel "Recent advancements in understanding the terroir effect on aromas in grapes and wines" (OENO One, 2020).

1 Picard, M., van Leeuwen, C., Guyon, F., Gaillard, L., de Revel, G., & Marchand, S. (2017). Vine water deficit impacts aging bouquet in fine red Bordeaux wine. Frontiers in Chemistry, 5, 56. https://doi.org/10.3389/fchem.2017.00056

2 Choné, X., Lavigne-Cruège, V., Tominaga, T., van Leeuwen, C., Castagnède, C., Saucier, C., & Dubourdieu, D. (2006). Effect of vine nitrogen status on grape aromatic potential: flavor precursors (S-cysteine conjugates), glutathione and phenolic content in Vitis vinifera L. Cv Sauvignon blanc grape juice. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 40(1), 1-6. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2006.40.1.880

3 Lacroux, F., Trégoat, O., van Leeuwen, C., Pons, A., Tominaga, T., Lavigne-Cruège, V., & Dubourdieu, D. (2008). Effect of foliar nitrogen and sulphur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 42(3), 125–132. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2008.42.3.816

4 Antalick, G., Šuklje, K., Blackman, J. W., Schmidtke, L. M., & Deloire, A. (2021). Performing sequential harvests based on berry sugar accumulation (mg/berry) to obtain specific wine sensory profiles. OENO One, 55(2), 131–146. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.2.4527

5 Alem, H., Rigou, P., Schneider, R., Ojeda, H., & Torregrosa, L. (2019). Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(3), 975-985. https://doi.org/10.1002/jsfa.9327

6 van Leeuwen, C., Barbe, J. C., Darriet, P., Geffroy, O., Gomès, E., Guillaumie, S., Helwi, P., Laboyrie, J., Lytra, G., Le Menn, N., Marchand, S., Picard., M., Pons., A., Schüttler A. & Thibon, C. (2020). Recent advancements in understanding the terroir effect on aromas in grapes and wines. OENO One, 54(4), 985-1006. https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.4.3983