IVES Technical Reviews
rebe & wein

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2025.9359

# Die Kompostierung von Rebblättern in Weinbergen zur Reduzierung des Primärinokulums von *Plasmopara viticola*

**Eva Courchinoux✉[1], Pierre-Adrien Roux[2], Marie Rodriguez[1], Isabelle Demeaux[1], Séverine Dupin[2], Laurent Deliere[1], Marc Raynal[3], Charlotte Poeydebat[4*]**

[1] INRAE, Bordeaux Sciences Agro, SAVE, ISVV, 33140, Villenave-d'Ornon, France
[2] Chambre d'agriculture de la gironde - Pôle Viticulture-Œnologie—Vinopôle Bordeaux-Aquitaine - 33295 Blanquefort Cedex France
[3] IFV, UMT Seven, 33140 Villenave-d'Ornon, France
[4] Bordeaux Sciences Agro, INRAE, SAVE, ISVV, 33140 Villenave-d'Ornon, France

Der Falsche Mehltau wird bei Reben durch den Eipilz *Plasmopara viticola* verursacht, eine der gefährlichsten Krankheiten in Weinbergen. Aktuelle Fragen rund um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfordern die Evaluierung von Schutzstrategien, einschließlich Maßnahmen zur Vorbeugung von Seuchenrisiken. Das Projekt PROFIL zielte darauf ab, den Zeitraum für die Bekämpfung dieses Oomyceten auf den Winter auszudehnen.

## Vorbeugende Maßnahmen zur Reduzierung des Primärinokulums von *Plasmopara viticola*

Im Herbst bildet *P. viticola* durch geschlechtliche Fortpflanzung Oosporen in den Blättern. Diese winterharten Sporen können im Boden mehrere Jahre lang überleben und bilden das Primärinokulum für Neuinfektionen. Die Verringerung dieses Primärinokulums durch die Entfernung toter Blätter aus dem Weinberg nach der Ernte (z. B. durch Jäten oder Sammeln vom Boden) ist eine Möglichkeit, die Menge des Inokulums im Laufe der Zeit zu begrenzen und den epidemischen Drucks zu senken. Ein Ansatz des Projekts bestand darin, die Auswirkungen der Kompostierung auf die Lebensfähigkeit der Oosporen zu bewerten, um saniertes organisches Material in die Weinberge zurückführen zu können.

## Die Auswirkung hoher Temperaturen auf die Lebensfähigkeit der Oosporen von *P. viticola*

Während der Kompostierung wird das organische Material durch verschiedene physikalisch-chemische Prozesse sowie durch Mikroorganismen zersetzt. Die Temperatur kann während dieser sogenannten „thermophilen" Phase auf bis über 70 °C steigen. Von allen Reaktionen, welche im Kompost stattfinden, ist der Temperatureffekt am einfachsten zu kontrollieren[1 2].

Um die Auswirkungen hoher Temperaturen auf die Keimfähigkeit von Oosporen zu beurteilen, wurden im Herbst 2021 Blätter (Rebsorte Merlot), die Oosporen enthielten, gesammelt und (als scheibenförmige Ausstanzungen) in 15 Proben (drei Modalitäten und fünf Wiederholungen) aufgeteilt. Die Proben wurden jeweils einen Monat wie folgt gelagert: fünf Proben in einem Feuchtinkubator bei 50 °C, fünf Proben in einem Feuchtinkubator bei 70 °C, und fünf Kontrollproben unter natürlichen Bedingungen am Boden. Die Keimfähigkeit der Oosporen wurde unter Verwendung biologischer Tests direkt nach der einmonatigen Inkubationszeit (Monat März) beurteilt, sowie einen (April) bzw. zwei Monate (Mai) später: i) die Blätter wurden unter optimalen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen für die Keimung der Oosporen inkubiert (d. h. bei 20 °C, in Dunkelheit und eingetaucht in Wasser); ii) die freigesetzten Zoosporen wurden mithilfe von Blattproben anfälliger Reben (Blattfallen) eingefangen; und iii) die Lebensfähigkeit der Oosporen wurde durch die Charakterisierung des Infektionsgrades der inkubierten Blattfallen unter optimalen Sporulationsbedingungen (d. h. 20 °C, Wechsel von 12 h Tag/12 h Nacht, 100 % Luftfeuchtigkeit) bewertet[3 4].

Im Durchschnitt wurden 28,6 ± 4,2 % (Standardabweichung) der Kontroll-Blattfallen (n = 350) infiziert. Bei den inkubierten Proben wurde keine Infektion beobachtet (Abbildung 1, n = 700). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Oosporen von *P. viticola* bei Temperaturen, wie sie bei der thermophilen Phase des Komposts vorkommen, ihre Keimfähigkeit schon nach einem Monat verlieren.

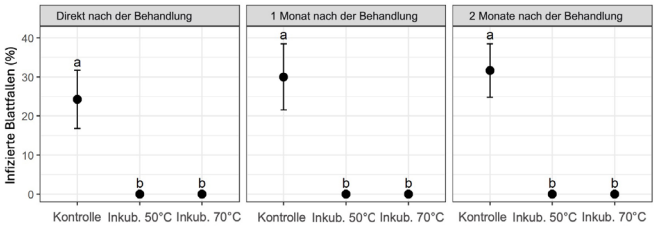



**ABBILDUNG 1.** Prozentsatz der infizierten Blattfallen, die als Indikator für die Keimfähigkeit der Oosporen verwendet wurden, welche von Blattproben stammten, die unter natürlichen Bedingungen überwinterten (Kontrollen), bzw. einen Monat in einem Feuchtinkubator bei 50 °C oder 70 °C lagerten. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede.

## Auswirkung der Temperatur auf die Lebensfähigkeit von Oosporen unter realen Kompostierungsbedingungen

Nach diesem ersten Ergebnis unter kontrollierten Bedingungen wurde die Keimfähigkeit der Oosporen unter realen Bedingungen auf einem 50 $m^3$-Kompost untersucht. Dieser bestand hauptsächlich aus Weinranken und Rasenschnitt, und wurde monatlich umgeschichtet und bewässert. Oosporenhaltige Weinblätter vom Herbst 2022 wurden zerkleinert, homogenisiert und gleichmäßig auf 30 Gazebeutel (Maschenweite 11 µm, fein genug, um das Testmaterial zu halten) verteilt in den Komposthaufen gelegt. Diese Beutel wurden im März 2023 in verschiedenen Tiefen vergraben, um der vertikalen Temperaturschichtung Rechnung zu tragen. Jeweils zwölf Proben wurden drei Monate, von März bis Mai, bzw. vier Monate von März bis Juni (vier Wiederholungen pro Modalität: Dauer x Tiefe) gelagert. An verschiedenen Punkten auf den drei Kompostschichten wurden alle ein bis zwei Wochen Temperaturmessungen durchgeführt (Abbildung 2). Sechs Beutel mit gehäckseltem Laub aus der gleichen Charge wurden unter natürlichen Bedingungen am Boden in der Nähe des Komposthaufens als Kontrolle platziert (4 Wiederholungen pro Dauer). Der Kompost erreichte zu Beginn eine durchschnittliche Temperatur von 60 °C und blieb anschließend zwei Monate lang über 50 °C. Danach sanken die Temperaturen und schwankten je nach Zone zwischen 37 °C und 54 °C, bis Mitte Mai die ersten Proben entnommen wurden. Im Kern des Komposts sank die Temperatur nie unter 50 °C. Die erreichten Temperaturen stimmen mit den Temperaturen überein, die in einem Kompost erwartet werden, um eine natürliche Hygienisierung zu bewirken[2].


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

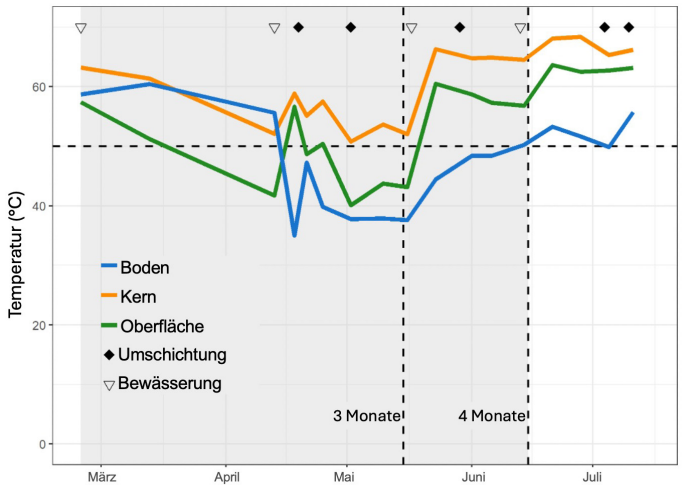



**ABBILDUNG 2.** Die durchschnittlichen Temperaturen verschiedener Kompostschichten von der Aufschichtung im Februar 2023 bis Juli 2023: in der Nähe des Bodens - Boden (blau), im Kern (orange), und an der Oberfläche (grün) des Komposts. Der grau-unterlegte Bereich entspricht dem Zeitraum, in dem sich die Proben im Komposthaufen befanden. Die Zeitpunkte für das Umschichten und die Bewässerung des Komposts sind durch schwarzen Rauten bzw. weiße Dreiecke gekennzeichnet. Die vertikal-gestrichelten Linien zeigen die Daten der Probenentnahme an. Die horizontal-gestrichelte Linie entspricht 50 °C, der Mindesttemperatur, die unter kontrollierten Bedingungen (Feuchtinkubator) getestet wurde.

Die Keimfähigkeit der in den kompostierten und Kontrollproben vorhandenen Oosporen wurde mit Hilfe des oben beschriebenen biologischen Tests beurteilt.

Bei Blattfallen, die mit den in den Kompost gelagerten Oosporen in Berührung kamen (n = 960), wurden, unabhängig von der Dauer und der Tiefe der Lagerung, keine Infektionen festgestellt (Abbildung 3). Im Gegensatz dazu wurden bei den Kontrollen 11,5 ± 3,98 % (Mai, n = 160) bzw. 2,84 ± 1,48 % (Juni, n = 160) der Blattfallen infiziert (die Oosporenkeimungsrate nimmt generell nach einem Höchstwert im April ab). Die Sporulationrate der Kontrollen war hingegen aufgrund eines geringeren Ausgangsinokulums geringer als im Vorjahr, wobei der Krankheitsdruck des Falschen Mehltaus im Jahr 2022 niedriger war als im Jahr 2021.

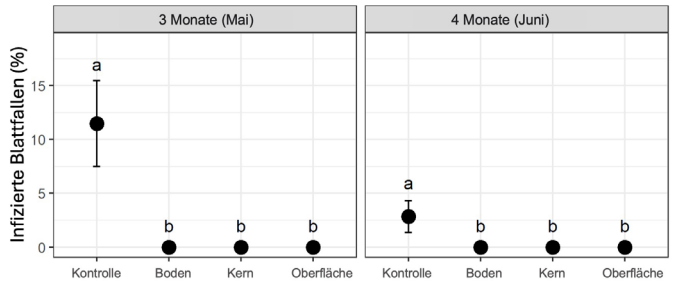



**ABBILDUNG 3.** Prozentsatz infizierter Blattfallen als Indikator für die Lebensfähigkeit der Oosporen von Blattproben, die unter natürlichen Bedingungen überwinterten (Kontrollen; n = 4), oder drei bzw. vier Monate in drei unterschiedlichen Kompostschichten lagerten: am Boden (n = 4), in der Mitte (n = 4), oder auf der Oberfläche des Komposthaufens (n = 4).

Die in den Rebblättern enthaltenen Oosporen von *P. viticola* scheinen ihre Keimfähigkeit nach drei bis vier Monaten Kompostlagerung bei 40 °C bis 70 °C zu verlieren.

## Eine vielversprechende prophylaktische Methode, die gestärkt und in globale Präventionsstrategien integriert werden sollte

Unsere Versuche haben gezeigt, dass die Keimung von *P. viticola* Oosporen nach einer Lagerung bei erhöhten Temperaturen, sowohl unter kontrollierten Bedingungen als auch unter realen Kompostierungsbedingungen, gehemmt wird. Die Kompostierung von Rebblättern, die im Herbst aus den Parzellen entnommen werden, scheint demzufolge eine wirksame Methode zu sein, um das Ausmaß der Erstinfektion der Reben mit dem Falschen Mehltau zu begrenzen, und gleichzeitig gereinigtes organisches Material an die Weinberge zurückzugeben. Obwohl sich die Studie nur auf den Parameter „Temperatur" konzentrierte, sind die Zusammensetzung, die intrinsischen Eigenschaften und die Bearbeitung des Komposts weitere wichtige Aspekte, um den Erfolg dieses Verfahrens zur Bekämpfung von Überwinterungsformen des Falschen Mehltaus zu kontrollieren[1 5 6 7].

Die Kompostierung von Rebblättern zur Reduzierung des Primärinokulums von *P. viticola* könnte Teil eines umfassenden Ansatzes zur vorbeugenden Bekämpfung von Epidemien des Falschen Mehltaus werden.

Die Entwicklung einer mechanischen Entlaubungsmethode zur Entfernung kontaminierter Blattbiomasse auf großen Flächen im Herbst, sowie Studien zu den Auswirkungen auf die Physiologie der Rebe und die Qualität der Trauben werden zurzeit durchgeführt. Eine Methode zur Bestimmung des Mehltau-Inokulums im Boden wurde bereits entwickelt[4], um die fortschreitende Sanierung von Weinbauböden zu bewerten.

Wenn diese Extraktions-Kompostierungs-Praxis tatsächlich den epidemischen Druck verringert, könnte dies den Einsatz synthetischer Fungizide reduzieren. Biologische Schädlingsbekämpfungsmitteln, welche gegenwärtig schwieriger zu kontrollieren sind als herkömmliche Fungizide, könnten damit besser zur Geltung kommen. Gleichzeitig kann mit dieser Methode die Kompostierung von Reben (statt deren Verbrennung) gefördert und zur organischen Düngung der Weinberge beigetragen werden. ■

***Danksagung:*** *Das Projekt PROFIL wurde vom OFB als Gewinner der AAP R&I des Plans Ecophyto 2+ finanziert: „Les approches globales pour limiter l'utilisation des produits phytopharmaceutiques: coupler le préventif et le curatif au sein des filières, des agriculteurs jusqu'aux consommateurs" (Globale Ansätze zur Einschränkung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln: Kombination von Prävention und Behandlung innerhalb der Sektoren, von den Landwirten bis zu den Verbrauchern). Die Autoren möchten den Mitgliedern der Landwirtschaftskammer des Departements Gironde, des IFV, der Versuchseinheit Rebe-Wein von Bordeaux (INRAE) und des Agrocampus Bordeaux Gironde (Weinbaugymnasium Libourne-Montagne) danken, die an den Experimenten mitgewirkt haben.*

**1** Bollen, G. J., Volker, D., & Wijnen, A. P. (1989). Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 95, 19-30. https://doi.org/10.1007/BF01974281

**2** Hoitink, H. A., & Fahy, P. C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual review of Phytopathology*, 24(1), 93-114. https://doi.org/10.1146/annurev.py.24.090186.000521

**3** Hill, G.K. (1998). Studies on the germination of *Plasmopara viticola* oospores with a floating disc test. Integrated Control in Viticulture. Vol. 21 (2) IOBC OILB.

**4** Poeydebat C., Courchinoux E., Demeaux I., Rodriguez M., Chataigner A., Lelièvre, Goutouly J.-P., Rossi J.-P., Raynal M., Delière M., Delmotte F, 2024. Quantitative assessment and spatial distribution of *Plasmopara viticola* oospores in vineyard soil. *bioRxiv*, https://doi.org/10.1101/2024.07.29.605284

**5** Ylimäki, A., Toiviainen, A., Kallio, H., & Tikanmäki, E. (1983). Survival of some plant pathogens during industrial-scale composting of wastes from a food processing plant. *Annales Agriculturae Fenniae*, 1983, Vol. 22, No. 2, 77-85 ref. 11

**6** Larbi, M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques (Doctoral dissertation, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel). https://orgprints.org/id/file/54614

**7** Mehta, C. M., Palni, U., Franke-Whittle, I. H., & Sharma, A. K. (2014). Compost: its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. *Waste management*, 34(3), 607-622. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.11.012