IVES Technical Reviews
rebe & wein

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2024.8368

COPPEREPLACE. Die Verwendung von Kupfer im ökologischen Weinbau: eine aktuelle Herausforderung. Teil 2. Technische und praktische Umsetzung

Mario de la Fuente[1,2], António Graça[3], José Manso[3], Ivone Tomás[3], Natacha Fontes[3], Caroline Gouttesoulard[4], Bartosz Tylkowski[5], Magdalena Olkiewicz[5], Josep M. Montornes[5], Elena Sánchez[6], Emilio Gil[6]; Ruth Pereira[7,8], Anabela Cachada[8,9], Cristiana Paiva[7,8], Beatriz Fernandes[7,8], Verónica Nogueira[8,9], Cátia Santos[10], Leonor Pereira[10], Luís Marcos[10], David Fernández Calviño[11]

[1] CEIGRAM-Polytechnic University of Madrid, Spain
[2] Spanish Wine Technological Platform, Spain
[3] Sogrape, Portugal
[4] Institut Français de la Vigne et du Vin, France
[5] Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya, Unitat de Tecnologia Química, Spain
[6] Barcelona School of Agri-Food and Biosystems Engineering, Universitat Politècnica de Catalunya, Esteve Terradas, 8, 08860, Castelldefels, Spain
[7] GreenUPorto & INOV4Agro - Centro de Investigação em Produção Agroalimentar Sustentável, Portugal
[8] Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre 4169-007 Porto, Portugal
[9] CIIMAR - Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Portugal
[10] Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense – ADVID, Portugal
[11] Universidade de Vigo, Departamento de Bioloxía Vexetal e Ciencia do Solo, Facultade de Ciencias, As Lagoas s/n, 32004 Ourense, Spain

Eine der wichtigsten und wiederkehrenden Rebkrankheiten ist der Falsche Mehltau, der durch den Pilz *Plamospara viticola* verursacht wird. Dieser Pilz ist ein weltweites Problem im Weinbau, wobei die jährliche Inzidenz in einigen Regionen sehr hoch ist. Seit der Entdeckung der Bordeauxbrühe (eine Mischung aus Kupfersulfat und Kalk) in den 1880er Jahren sind eine Reihe unterschiedlicher Mischungen auf Kupferbasis (Cu) entwickelt und im Weinbau eingesetzt worden.

➥ https://coppereplace.com/

Arbeitspakete und Beschreibung der Aktivitäten

Das Projekt COPPEREPLACE umfasste sechs Arbeitspakete (AP). Das Ziel von AP4 war die Reduzierung der Umweltauswirkungen durch den Einsatz von Kupfer in den Weinbergen. Es basierte auf den Ergebnissen der vorherigen AP[1], und diente der Entwicklung integrierter Schutzstrategien gegen den Falschen Mehltau sowie deren Validierung und Umsetzung.

Die experimentellen Protokolle wurden von allen Partnern gemeinsam erarbeitet und beschlossen. Die Umsetzung erfolgte auf normal kommerziell-betriebenen Weingütern in drei EU-Regionen: i) Bordeaux (Frankreich): 2,8 ha, Bio-zertifiziert, Sorte Merlot, ii) Narbonne (Frankreich): 1,5 ha, Bio-zertifiziert, Sorte Grenache, und iii) Douro (Portugal) 3,3 ha, integrierte Produktion, Sorte Tempranillo.

Die Protokolle basierten auf drei verschiedenen Strategien: i) neues Behandlungsprotokoll (NP): Verwendung von Alternativen (Kupfergluconat und ätherisches Orangenöl), ii) Standard-Behandlungsprotokoll (SP) des jeweiligen Weingutes unter Verwendung kupferbasierter Produkte[2s], und iii) Kontroll-Protokoll (KP): Bewertung der Schwere des Befalls der Kulturen mit dem Falschen Mehltau, wenn keine Behandlung erfolgt. Jede Behandlung bestand aus dreimal drei vollen Rebzeilen (> 135 Pflanzen/Zeile). Die Probenentnahme erfolgte jeweils in den mittleren drei Zeilen (Abbildung 1). Alle Böden der Probenentnahmestellen (1 kg pro Zeile) wurden vor und nach den Behandlungen analysiert (pHH2O, pHKCl, % organische Substanz, organischer Kohlenstoff, Gesamtkupfergehalt und Textur).

Darüber hinaus wurden weitere relevante Daten (Wetter, Phänologie, Hygiene) erhoben.

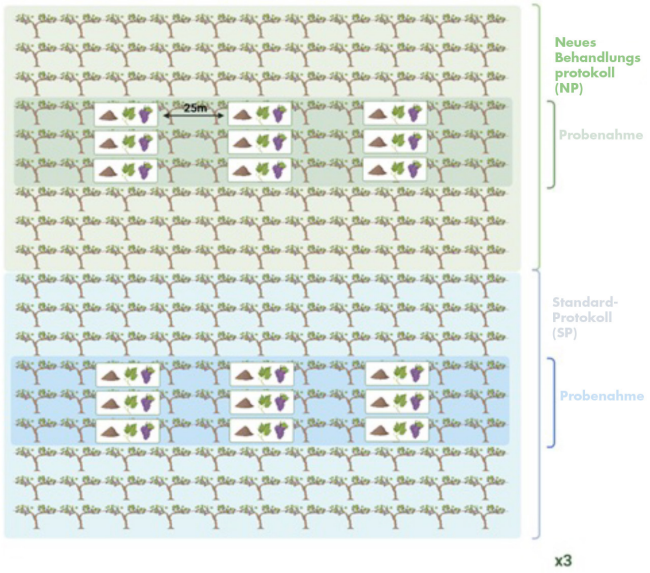


ABBILDUNG 1. Versuchsaufbau der Feldversuche (Probennahme: Boden, Blätter, Trauben).

Die Wirksamkeit der Sprühgeräte wurde mit hydrosensitivem Papier getestet und ggf. angepasst, bis eine ausreichende Abdeckung erreicht war.

Rahmenbedingungen für die Einführung und Umsetzung von Lösungsansätzen wurden in einer Machbarkeitsstudie in AP5 entwickelt. Eine Regulierungsstudie diente der Erarbeitung von Maßnahmen für rechtliche Rahmenbedingungen. Ökonomische, ökologische und soziale Daten wurden aus Fragebögen gewonnen, welche speziell für Landwirte bzw. Weinbaubetriebe entwickelt worden waren. Damit konnten Umweltpraktiken, Ertrag/Einkommen, Kosten, Investitionen und soziale Indikatoren untersucht werden. Der erste Fragebogen (2021) wurde von den Partnern vor den Feldversuchen mit neuen Behandlungsprotokollen ausgefüllt und ermöglichte eine Basisdiagnose. Der zweite Fragebogen (2022) wurde den Partnern nach den Feldversuchen vorgelegt.

Schließlich wurde ein Stakeholder-Netzwerk (AP6) gegründet, welches sich in eine Art Expertennetzwerk entwickeln soll, um als Plattform für den Dialog mit Behörden und politischen Entscheidungsträgern zu dienen. Damit sollen regulatorische Hindernisse bei der Einführung kupferintelligenter Weinbaupraktiken vermieden werden, beispielsweise durch eine klare Darstellung von Fortschritten, Herausforderungen und möglicher Lösungsansätze des Projekts.

Ergebnisse

An den Standorten Narbonne und Douro war der Befall der Reben mit Falschem Mehltau nur sehr gering (zwei Sprühdurchgänge statt der üblichen fünf, Kupferreduzierung bis zu 75 % mit SP), sodass die Produktion bis zur Ernte unbeeinträchtigt blieb und keine relevanten Ergebnisse erzielt wurden.

Auf der Versuchsparzelle in Bordeaux wurden aufgrund des beobachteten Risikogrades sechs Sprühdurchgänge durchgeführt. Während der Blüte wurde an den Infloreszenzen bei keiner der Behandlungen (einschließlich KP) Anzeichen einer Infektion festgestellt. Anders verhielt es sich bei den Blättern, wobei es zwischen den verschiedenen Modalitäten keine signifikanten Unterschiede gab. Zum Zeitpunkt des Traubenschlusses wiesen SP-Trauben eine höhere Infektionsintensität und -häufigkeit auf als NP-Trauben. Ähnlich verhielt es sich bei den Blättern (Abbildung 1).

In den beiden Probenahmezeiträumen wurde eine signifikant höhere Cu-Ablagerung auf den Blättern von Reben in SP-Zeilen im Vergleich zu NP-Rebzeilen nachgewiesen (Abbildung 3). Bei den Trauben- oder Bodenproben wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Im Jahr 2022 war der Standort Bordeaux kurz vor der Veraison von starken Hagelschäden betroffen, was einen schweren Ausbruch von Falschem Mehltau verursachte. Dies führte zu einem vollständigen Verlust der Ernte bei den KP- und NP-behandelten Reben. Bei den SP-behandelten Rebzeilen konnten 35 % der Trauben gerettet werden. Die Menge an Kupfer betrug 3,493 (kg/ha) bei SP im Vergleich zu 1,913 (kg/ha) bei NP.

NP ist somit bei mäßigem Krankheitsdruck durch Falschen Mehltau wirksam, bietet jedoch keinen ausreichenden Schutz bei schwerem Befall, wie nach den Hagelschäden beobachtet, welche zu katastrophalen Produktionsverlusten führten.

Die Machbarkeitsstudie in AP5 sollte, je nach den spezifischen Bedingungen der einzelnen

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

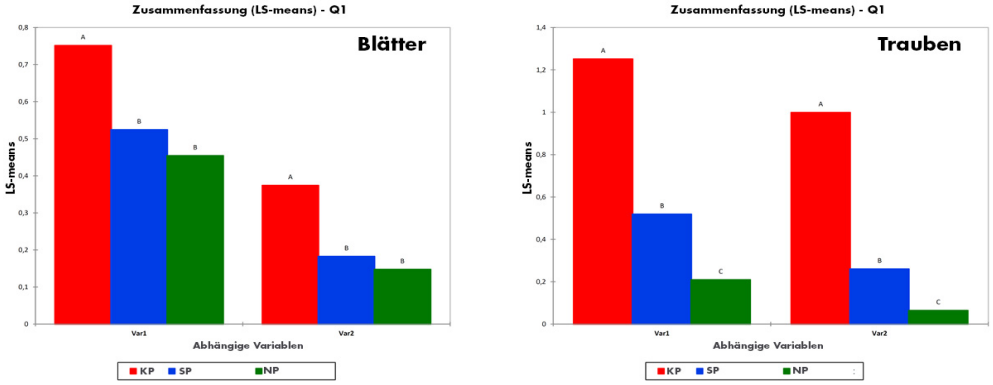


ABBILDUNG 2. Statistische Signifikanzanalyse (LS-means) der Unterschiede zwischen den Behandlungen bei Blättern und Trauben im phänologischen Stadium des Traubenschlusses im Bordeaux-Versuch. Tests: ANOVA-Tukey HSD, Fischer LSD und Newman-Keuls (SNK); unterschiedliche Buchstaben oberhalb der Balken bedeuten statistische Unterschiede.

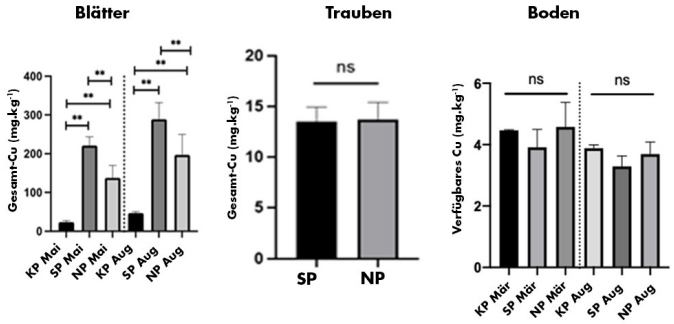


ABBILDUNG 3. Gesamtablagerung von Cu (mg/kg) auf Blättern, Trauben und Böden pro Behandlung im Bordeaux-Versuch (2022). NP = neues Behandlungsprotokoll und SP = Standard-Protokoll des Weingutes.

Regionen, verschiedene Lösungen anhand unterschiedlicher Szenarien für technologische Investitionen, Produktion und Weinbergtypologie analysieren. Mit Hilfe eines speziell entwickelten Fragebogens wurden Informationen zu Weinberg und Keller gesammelt. Die Studie befasste sich mit den drei Säulen der Nachhaltigkeit: Umwelt (Kupferreduktionskapazität, Bodenerosion, Boden- und Wasserverschmutzung, sowie Auswirkungen auf die Artenvielfalt); Wirtschaft (Beschäftigungsindikatoren, Ertrag/Einkommen, Kosten, Investitionen, usw.); und Gesellschaft (Sicherheit und Wohlbefinden der Arbeitnehmer, Lebensmittelsicherheit, Auswirkungen auf die Gemeinschaft, technologische Umstellung ländlicher Gebiete).

Die Ergebnisse aus beiden Fragebögen (2021 und 2022) zeigten:

➡Eine erfolgreiche Bekämpfung des Falschen Mehltaus ist bereits mit geringen Kupferdosen bei integrierter Produktion möglich.

➡In der biologischen Produktion ist eine potenzielle Kupferreduzierung von 40 bis 60 % möglich, wenn sie mit intelligenten Sprühtechniken kombiniert wird. Die Kombination alternativer Substanzen mit Präzisionstechnologien ist vielversprechend[3]. Durch Umqualifizierung landwirtschaftlicher Arbeitskräfte kann Abgelegenheit und Entvölkerung in ländlichen Gebieten überwunden und die Beschäftigung gesteigert werden.

➡Der Ansatz ist in Jahren mit hohem Krankheitsdruck weniger erfolgreich, sodass Notfallpläne ausgearbeitet werden müssen. Die Kosten neuer Behandlungsmethoden steigen bei hohem Krankheitsdruck stärker im Vergleich zu den herkömmlichen Behandlungsmethoden. Sie verursachen allerdings keine zusätzlichen Kosten für Ausrüstung, Arbeitskräfte oder Schulungen. Bei geringem bis mäßigem Krankheitsdruck bleibt die Rentabilität unverändert. Es wurden jedoch erhebliche Kostenunterschiede zwischen den Weinanbaugebieten festgestellt (Abbildung 4), was darauf hindeutet, dass die Maßnahmen zur Kupferreduzierung je nach Kontext angepasst werden müssen. Den Landwirten war es allgemein gesehen wichtig, ihren Kupferverbrauch zu senken. Der Mangel an wirksamen Strategien zum Umgang mit hohem Krankheitsdruck und die höheren Kosten von Alternativen wurden mit Besorgnis betrachtet. Weniger umweltschädliche Kupferformulierungen scheinen eine Möglichkeit zu sein, die Verbreitung in der Umwelt zu verringern.

➡Die Einführung von Innovationen kann auf Hindernisse stoßen, wie z. B. rechtliche Einschränkungen, Kosten und Herausforderungen verbunden mit der Produktversorgung. Zudem ist eine EU-weite Einführung zeitaufwendig, da es in den EU-Mitgliedsstaaten keinen einheitlichen Rechtsrahmen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln gibt.

➡Jedes neue Produkt oder Protokoll sollte erst nach der Validierung vor Ort implementiert werden (empfohlen werden ≥ 3 Jahre). Bodenanalysen zeigten, dass der pH-Wert der einflussreichste Parameter für die Bioverfügbarkeit und Toxizität von Kupfer ist. Es sind weitere Tests erforderlich, die mehr Bodenarten berücksichtigen.

In AP6 (Gruppe politischer und technischer Interessenvertreter) wurden die Ergebnisse in Workshops (Politik und Technologie) validiert und eine Kommunikationsstrategie entwickelt. Die wichtigsten Punkte waren:

1. Die Notwendigkeit einer standardisierten Kennzeichnung mit den gleichen Einheiten für die Produktdosierung. Die aktuellen Dosierungsinformationen für Kupfer erwiesen sich als potenziell irreführend für Landwirte.
2. Die Notwendigkeit einer verstärkten integrierten Nutzung nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken (z. B. Phyto-Reinigung, Zwischenfruchtanbau, usw.).
3. Die Förderung von Schulungen und Wissenstransfer, auch auf den landwirtschaftlichen Betrieben (und für Weintourismuspersonal). Dies ist von besonderer Bedeutung im Hinblick auf neue Technologien (z. B. variable Sprühraten) für Endverbraucher, kleine Unternehmen, Landwirte und Personal des Weinbausektors. Die Notwendigkeit einer besseren und gezielteren technischen und akademischen Ausbildung wurde festgestellt. Die Teilnehmer waren der Ansicht, dass die mit der Nachhaltigkeit verbundenen Kosten nicht auf den Ladenpreis übertragbar sind.
4. Beseitigung identifizierter Hürden (d. h. Beschränkungen für das Testen neuer biologischer Extrakte oder Produkte) zwischen Ländern und ihren nationalen Registern (unterschiedliche Gesetzgebung) auf EU-Ebene.
5. Für bessere Ergebnisse sind mehr Feldversuche im realen Maßstab erforderlich.
6. Es wurde festgestellt, dass ein aktives SUDOE Stakeholder Network of Knowledge (SNK) erforderlich ist, um Transfermaßnahmen zu koordinieren und den Impakt zu maximieren.

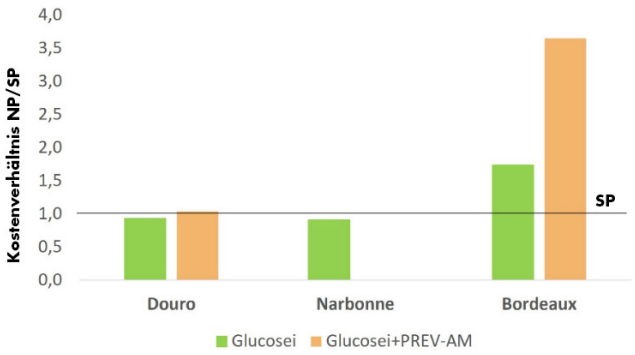


ABBILDUNG 4. Der Vergleich der Kosten bei Verwendung des neuen Behandlungsprotokolls (NP) mit und ohne ätherisches Orangenöl (PREV-AM) mit den jeweiligen Standard-Protokollen (SP) an den drei Versuchsstandorten.

Ende 2024 ist eine europäische Konferenz zum Thema Kupfer geplant, um die Europäische Kommission und das Parlament über die Bemühungen im Weinbau zur Erreichung der europäischen Ziele zu informieren. ■

***Danksagungen**: Das Projekt COPPEREPLACE wurde vom Interreg Sudoe-Programm durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (FEDER) kofinanziert, mit einem Budget von 1.171.841,21 €.*

1 COPPEREPLACE 1. Copper applications in organic viticulture are a real challenge today. Part 1 - Scientific Activities. *IVES Technical Reviews*. https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2024.8242

2 Bordeaux site: Bordeaux mixture and copper hydroxide; Narbonne site: copper sulphate; Douro site: fluocopilide with fosetyl-al and copper oxychloride with mandipropamid.

3 De la Fuente, M.; Fernandez-Calvino, D.; Tylkowski, B.; Montornes, J.M.; Olkiewics, M.; Pereira, R.; Cachada, A.; Caffi, T.; Fedele, G.; De Herralde, F. Alternatives to Cu applications in viticulture. How R&D projects can provide applied solutions, helping to establish legislation limits. In Grapes and Wine; Morata, A., Loira, I., González, C., Eds.; IntechOpen: London, UK, 2021. https://www.intechopen.com/chapters/78970