

Full Paper

Bürsten statt blasen. Innovative Applikationstechnik im Weinbau ohne Windunterstützung

Brushing vs. airblasting. A windless innovative application technology in viticulture

Spazzole al posto dell'aria. Una tecnologia innovativa di applicazione senza vento in viticoltura

Arno Schmid¹, Ewald Lardschneider¹, Elias Holzknacht¹, Julia Martinelli¹, Florian Haas¹

¹Laimburg Research Centre, 39040 Auer/Ora, BZ, Italy

ABSTRACT

Precision in distributing active substances over the target area is paramount in crop protection applications. In the case of vertically-positioned crops such as grapevines, this is usually achieved with the aid of airblast technology, which can subsequently lead to increased drift. To reduce this effect, a novel distribution technique for crop protection application in the form of vertically rotating brushes has been developed. In order to investigate the influence of these two distributions on application, treatments without these supporting measures were also carried out and compared. All treatments had the same effect on the infestation by *Plasmopara viticola*. No increased efficiency was observed with either the airblast or rotating brush support. With regard to drift, a reduction was observed with both airblast and rotating brush treatments. The use of a standard sprayer without airblast also contributes to a significant minimization of drift.

KEYWORDS

crop protection, application system, drift reduction, grapevines

CITE ARTICLE AS

Schmid Arno, Lardschneider Ewald, Holzknacht Elias et.al. (2024). Brushing vs. airblasting. A windless innovative application technology in viticulture. Laimburg Journal 006/2024.006 DOI:10.23796/LJ/2024.006.

CORRESPONDING AUTHOR

Arno Schmid, Laimburg Research Centre, Laimburg 6 – Pfatten/Vadena, 39040 Auer/Ora, BZ, Italy arno.schmid@laimburg.it, +390471969612



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Quest'opera è distribuita con [Licenza Creative Commons Attribuzione -Non commerciale 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Für alle Abbildungen und Tabellen ohne Nennung des Urhebers gilt: ©Versuchszentrum Laimburg.

Per tutte le immagini e tabelle senza menzione dell'artefice vale: ©Centro di sperimentazione Laimburg.

For all figures and tables without mention of the originator applies: ©Laimburg Research Centre.

EINLEITUNG

Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln (nachstehend als PSM bezeichnet) unterliegt unterschiedlichen rechtlichen Vorgaben, die allesamt das Ziel verfolgen den Einsatz von Pflanzenschutz auf ein Minimum zu reduzieren und die PSM möglichst genau und optimal verteilt auf die Zielfläche zu applizieren. Jedwede Abdrift soll dabei weitestgehend verhindert werden, sodass sich wirkstoffhaltige Tröpfchen möglichst nicht außerhalb der Zielkultur ablageren.

Abdrift wird durch vielfältige Faktoren beeinflusst: Windverhältnisse, Geräteeinstellungen, Vorgehen bei der Ausbringung der PSM sowie An-

wendungstechnik [1]. In Raumkulturen wie dem Weinbau werden zurzeit PSM-Applikationen vorwiegend mit unterschiedlichen Gebläsetechniken durchgeführt [2], um eine optimale Verteilung/Benetzung auf der zu behandelnden Fläche zu erreichen. Diese Verfahren weisen allerdings immer noch Schwächen auf [3]. Der künstlich erzeugte Luftstrom bewirkt, dass die feinen Tropfen des PSM über die Zielfläche hinaus zu verfrachten [4]. Am Markt gibt es hierfür unterschiedlichste Lösungen, die auf eine Optimierung der Ausbringung sowie das Auffangen und Rückführen der Abdrift des PSM [5] [6] [7]:

- Grobtropfige Injektordüsen zur

Minderung der Verfrachtung

- Tunnelspritzgeräte mit Recycling-system
- Abdriftmindernde Gebläsetechniken

MATERIAL UND METHODEN

Der dem Projekt zugrunde gelegte Ansatz war, eine neuartige Ausbringungstechnik der PSM für Spalieranlagen im Weinbau zu entwickeln, wo auf Luft in Form eines Gebläses als Unterstützung bei der PSM-Behandlung verzichtet wird. Das Gebläse wird durch mechanische Hilfsmittel in Form von rotierenden Bürsten ersetzt. Diese sollten eine



Abb. 1: Prototyp der Spritzbürste // Prototype of the spray brush.

gleichmäßige Benetzung der zu behandelnden Pflanzenteile gewährleisten. Durch diese Ausbringungstechnik soll die Abdrift im Vergleich zu einem handelsüblichen Sprühgerät reduziert werden.

PROTOTYP

Für den Prototypen wurde als Grundgerät ein Rebvorschneidegerät der Firma KMS Rinklin (Modell Kordon) verwendet (Abb. 1). Dieses Gerät wurde im Frontanbau montiert und war an der Stelle, an der normalerweise die Vorschneidemeser befestigt sind, mit 130 cm langen Drehachsen ausgestattet. Dadurch war die Verwendung mit handelsüblichen Traktoren gewährleistet. An den Drehachsen wurden pro Seite drei Rundbürsten montiert, woraus sich eine Gesamtbürstlänge von 126 cm ergibt.

Die eingesetzten Bürsten haben eine Borstenlänge von 21,5 cm. Die Fasern bestehen aus Polyethylen und haben einen Durchmesser von 0,8 mm. Am Bürstenkörper mit einem Kerndurchmesser von 70 mm befinden sich 20 Borstenreihen. Die Borsten in der Reihe haben einen

Abstand von 25 mm. Eine Borste besteht aus 20 Fasern. Die Fasern sind am Ende ausgefranst. Die Balken des Vorschneiders können stufenlos geöffnet und geschlossen werden. Dadurch ist eine individuelle Anpassung an die Laubwanddicke möglich. Mit einer per Knopfdruck zu betätigenden Schnellöffnungsfunktion der Balken ist das Ein- und Ausfahren in die zu behandelnde Reihe schnell und sicher durchzuführen. Eine stufenlose Drehzahlregelung von 100-600 Umdrehungen/Minute für die Bürstrotation ermöglicht es, unterschiedliche Umdrehungsgeschwindigkeiten und deren eventuelle Auswirkungen auf die Behandlung zu vergleichen. Diese vertikal angeordneten rotierenden Bürsten mit einem Durchmesser von 500 mm werden entlang der Laubwand der Rebe geführt. Durch die in Fahrrichtung drehende Bürste werden Pflanzenteile bewegt und das zu applizierende Mittel in die Laubwand eingetragen. Dadurch soll eine uniforme Benetzung der Blätter und Trauben ermöglicht werden. Dies geschieht einerseits durch Verwirbelung des Sprühnebels durch die Bürstrotati-

on andererseits durch Bewegung der Pflanzenteile sowie durch "Verstreichung" des PSM mittels der Bürsten auf die Laubwand. Die PSM werden pro Seite von einem Düsenbalken, der vor der Bürste positioniert ist, ausgebracht. Die beiden Düsenbalken sind mit je 7 Düsen der Marke ALBUZ und des Typs CVI 80 01 ausgestattet und individuell in Höhe und Ausrichtung verstellbar montiert worden. Aufgrund des geringeren Abstands der Düsen von der Laubwand (ca. 15-20 cm) musste, um eine optimale Abdeckung der Spritzbrühe auf der Laubwand zu garantieren, der vertikale Düsenabstand auf dem Spritzbalken im Vergleich zum Sprüher geringer gehalten werden. Der Abstand wurde aufgrund optischer Bewertung eingestellt und betrug 30 cm. Die PSM für die Spritzbürste wurden vom Aufsattelsprühgerät, welches im Heckanbau am Schlepper montiert war, über Schläuche zu den beiden Düsenbalken gepumpt. Als Referenz zur standardmäßigen Behandlung der Rebanlage wurde ein Aufsattelsprühgerät der Firma Lochmann verwendet. Zum Einsatz kam das Modell APS 2/60 QZ. Das Gerät ist

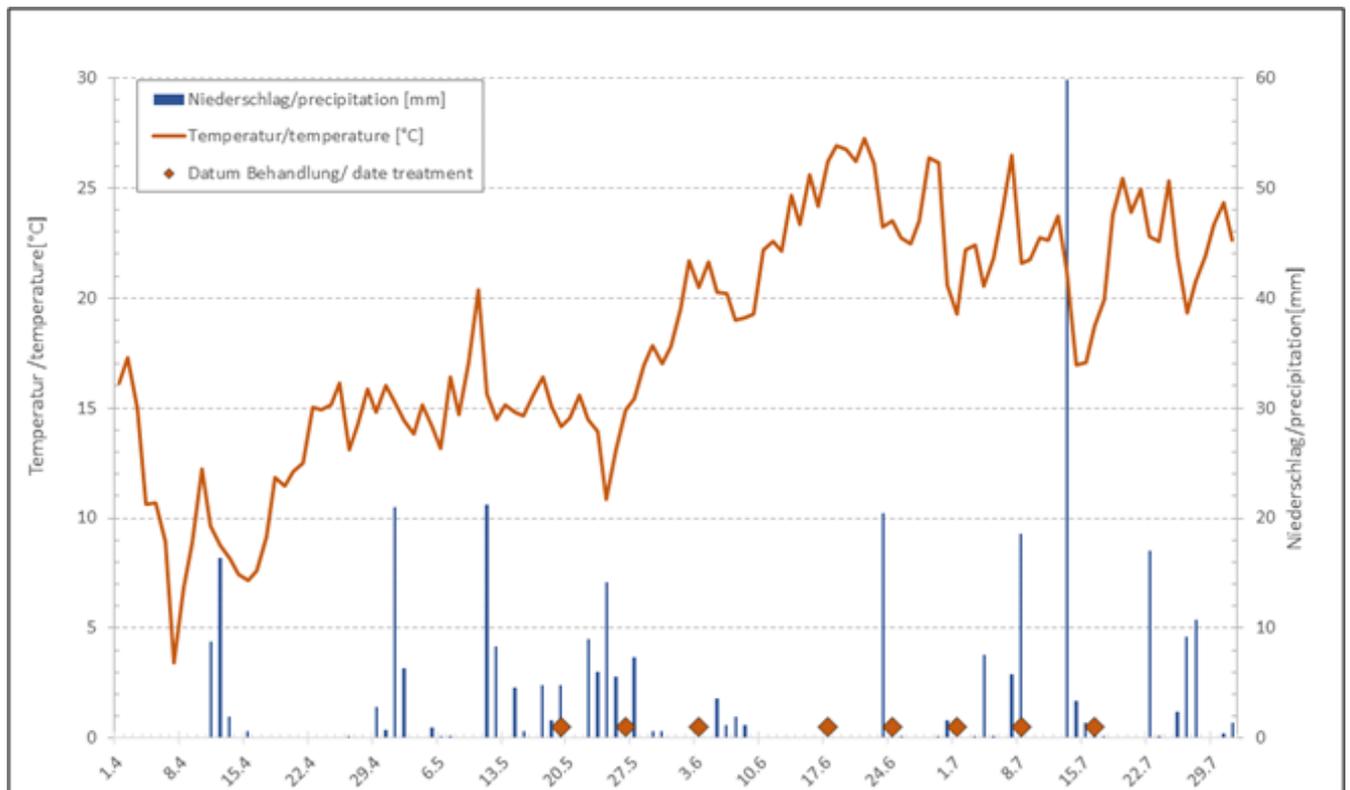


Abb. 2: Piglon; meteorologische Daten 01.04.21-31.07.21 // Piglon; meteorological data 04/01/21-07/31/21.

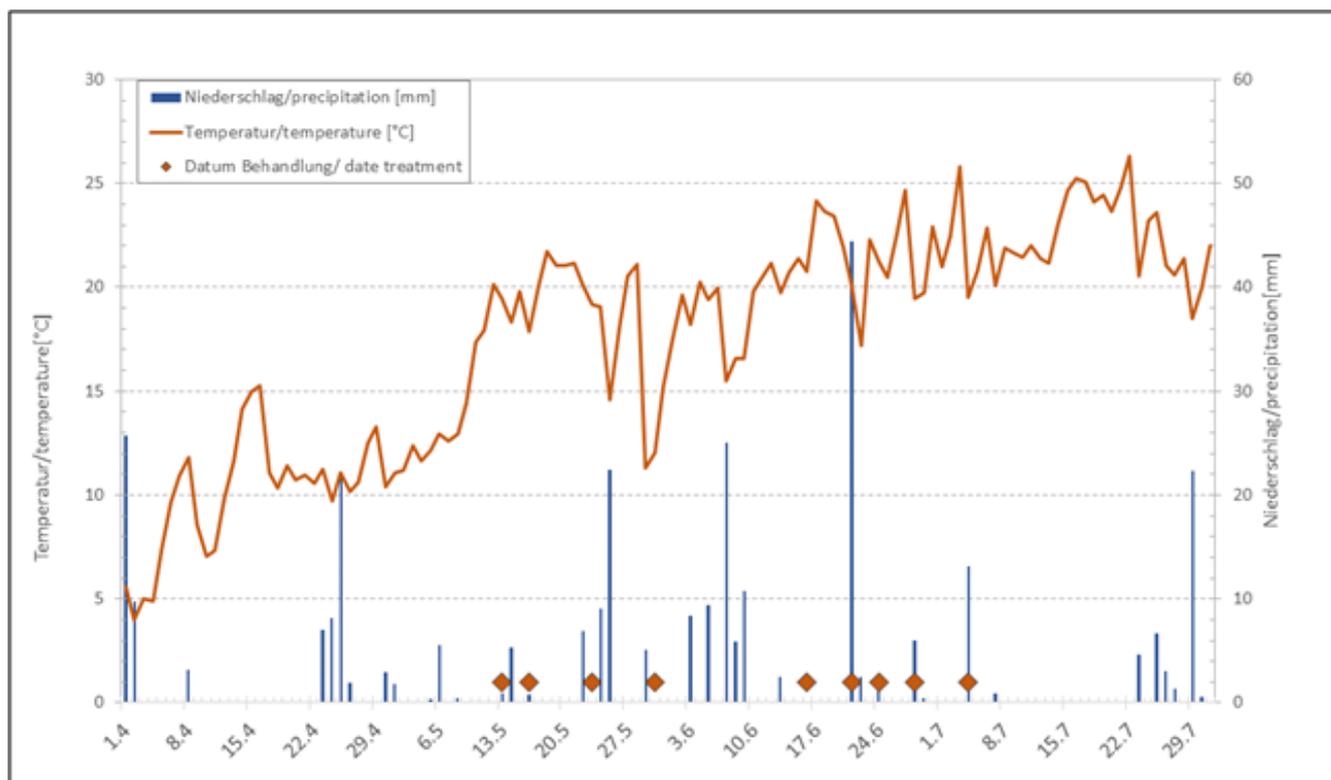


Abb. 3: Pignon; meteorologische Daten 01.04.22-31.07.22 // Pignon; meteorological data 04/01/22-07/31/22.

mit einem Axialgebläse und Querstromaufsatz ausgestattet. Bei einer Zapfwellenumdrehung von 540 Umdrehungen/Minute wird die Luftleistung mit 27 500 m³/h angegeben. Die Luftleistung wurde der Fahrgassenbreite auf Basis optischer Bewertung mittels Motordrehzahl angepasst. Auf dem Düsenkranz sind insgesamt 12 Düsen (6 Stück auf jeder Seite) montiert. Die Anzahl der verwendeten Düsen wurde der Laubwandhöhe im Laufe der Vegetationszeit angepasst. Für die Behandlungen wurden Injektordüsen der Marke ALBUZ und des Typs CVI 80 015 verwendet. Der Wasseraufwand lag je nach Laubwandhöhe zwischen 600 und 1040 L/ha. Die Spritzbrühe wurde mit einem Wasserdruck von 9-12 bar ausgebracht.

VERSUCHSAUFBAU

Der Versuch wurde 2021 und 2022 in einer ebenen *Ruländer*-Anlage in Pignon (46°21'N 11°17'E, 224 m ü. NN) südlich des Versuchszentrums Laimburg durchgeführt. Das Erziehungssystem ist ein einfaches Guyot-System mit einem Pflanzabstand von 180 cm in der Fahrgasse und 80 cm Zwischenpflanzabstand.

Die Fruchtrute liegt auf 90 cm und die Laubwand hat eine Höhe von 110 cm.

In dieser Anlage wurden 5 Varianten vierfach wiederholt randomisiert ausgewiesen. Dafür wurden in vier ca. 100 m langen Reihen jede Variante einmal pro Reihe als ca. 20 m langer Sektor ausgesteckt. Zwischen den einzelnen Versuchsreihen wurden zwei Pufferreihen implementiert, welche jeweils nur einseitig von den Versuchsreihen weg nach dem Betriebsprogramm behandelt wurden.

Die Spritzbürste wurde mit einem Standardsprühgerät (Modell Lochmann APS 2/60QZ) in ihrer Applikation hinsichtlich Wirksamkeit gegen *Peronospora* verglichen. Damit man den Effekt der Bürsten (Spritzbürste) und des Gebläses (Standardsprühgerät) auf die Pflanzenschutzbehandlung feststellen kann, wurden Varianten ohne diese unterstützenden Maßnahmen eingebaut und getestet. Eine unbehandelte Kontrolle sollte Rückschlüsse auf den vorherrschenden Befallsdruck geben.

Daraus ergaben sich folgende 5

Varianten:

- T1 – unbehandelte Kontrolle: während der Vegetationsperiode wurden keine Behandlungen durchgeführt
- T2 - Spritzbürste mit rotierenden Bürsten: ab einer Laubwandhöhe von 70 cm wurden rotierende Bürsten zur Behandlung hinzugeschaltet; Umdrehungsgeschwindigkeit der Bürsten: 200 U/min; Fahrgeschwindigkeit des Traktors: 4 km/h
- T3 - Spritzbürste ohne rotierende Bürsten für die Behandlung wurden keine Bürsten hinzugeschaltet; Fahrgeschwindigkeit des Traktors: 4 km/h
- T4 - Standardsprühgerät mit Gebläse Behandlungen mit Luftunterstützung des Sprühgeräts; Fahrgeschwindigkeit 4 km/h
- T5 - Standardsprühgerät ohne Gebläse Behandlungen ohne Luftunterstützung des Sprühgeräts; Fahrgeschwindigkeit 4 km/h

PSM-BEHANDLUNGEN

Die Witterung während der Durchführung des Versuchs war 2021 durch einen kühlen und instabilen Mai mit einer überdurchschnittlichen Anzahl von 18 Regentagen geprägt. Der Monat Juni erwies sich als hochsommerlich mit äußerst trockenen Verhältnissen. Der Juli war dann wieder geprägt von überdurchschnittlichem Niederschlag, welcher teilweise sehr heftig ausfiel. 2022 war der Mai durch sehr hohe Durchschnittstemperaturen mit einem regelrechten Wärmeeinbruch in der zweiten Monatsdekade geprägt. Die Niederschläge lagen deutlich unter dem Durchschnitt. Auch der Juni fiel überdurchschnittlich warm aus mit durchschnittlichen, im Vergleich zu 2021 jedoch deutlich höheren Niederschlagswerten. Der Juli war von außergewöhnlich hohen Temperaturen über den ganzen Monat geprägt. Auch die Niederschläge blieben aus und lagen deutlich unter dem Durchschnitt. Die beiden Grafiken in Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Tagesmitteltemperatur und Niederschlag vom 1. April bis zum 31. Juli der beiden Versuchsjahre. Die Daten stammen von der Wetterstation (Modell iMetos ECO D3) 100 m vom Versuchsfeld entfernt.

Um die Qualität der Applikation der unterschiedlichen Ausbringetechniken zu überprüfen, hat man sich dazu entschlossen, die Peronospora- und Mehltaregulierung ausschließlich mit dem Belagsmittel Kupfer (Potiglia Disperss, UPL – Kocide 2000, Certis) und Netzschwefel (Tiovit Jet, Syngenta) durchzuführen. Mittelaufwand und Konzentration wurden bei den unterschiedlichen Varianten gleich gehalten. Die Wirkstoffdosierung wurde absichtlich niedrig gehalten, um etwaige Unterschiede in der Applikationsqualität besser sichtbar zu machen. Im Jahr 2021 wurde mit einer Kupfer-Wirkstoffmenge von 35 g/hl und im Jahr 2022 mit 30 g/hl behandelt. Um dem Mehltaubefall vorzubeugen, wurde den Behandlungen auch Netzschwefel beigemischt. Der Mehltaubefall wurde jedoch für die Bewertung der Applikationstechnik

nicht ausgewertet, da der Befall in der Anlage zu gering war. Für die Peronospora-Regulierung wurden im Jahr 2021 unabhängig von den Infektionsbedingungen wöchentliche Behandlungen durchgeführt. Um den Wirkungsgrad der eingesetzten Mittel zu verbessern, sind im Jahr 2022 die Behandlungstermine von den aktuellen Witterungs- bzw. Infektionsbedingungen abhängig gemacht worden. Der Behandlungszeitraum wurde in beiden Jahren in die Hauptinfektionszeit des Peronosporapilzes gesetzt, welche unter Südtiroler Bedingungen generell zwischen Mitte Mai und Mitte Juli liegt. Am 24.06.22 musste die Behandlung über alle Varianten einheitlich mit dem Sprühgerät durchgeführt werden, da das Bürstengerät defekt und somit nicht einsatzbereit war. Am 23.05.22 kam anstelle des Kupfers das Mittel Folpan 80 WDG mit dem Wirkstoff Folpet zum Einsatz. Aufgrund eines starken Infektionsdrucks hat man sich zu diesem Zeitpunkt für dieses Mittel entschieden. Auch dieses Mittel ist ein reines Belagsmittel mit präventiver Wirkung (Tab. 1).

BEFALLSERHEBUNGEN

In den beiden Versuchsjahren wurden in der Zeit um Reifebeginn (BBCH81) die Befallsstärke und -häufigkeit durch Peronospora (*P. viticola*) anhand der visuellen Bestimmung von Krankheitssymptomen an Reblättern und Trauben in den einzelnen Varianten bestimmt. Die Befallssymptome wurden pro Wiederholung an 100 Trauben und 100 Blättern anhand einer elfstelligen Skala bestimmt, wobei Klasse '0' keinen Symptomen und Klasse '10' einem komplett befallenen Pflanzenteil entspricht. Die Werte dieser Klassen wurden anschließend in eine Prozentskala des Befalls umgewandelt (Klasse '0' = 0%, Klasse '1' = 10%, Klasse '2' = 20%, Klasse '3' = 30%, Klasse '4' = 40%, Klasse '5' = 50%, Klasse '6' = 60%, Klasse '7' = 70%, Klasse '8' = 80%, Klasse '9' = 90%, Klasse '10' = 100%). Bei der Datenanalyse wurde der prozentuelle Anteil an befallenen Blättern/Trauben (Befallshäufigkeit) und der prozentuelle Anteil an befallener Blatto-

berfläche/Traubenvolumen (Befallsstärke) berechnet, basierend auf allen erhobenen Pflanzenteilen einer Variante. Abhängig von der unbehandelten Kontrolle wurde der Wirkungsgrad nach Abbott berechnet [8].

ABDRIFTMESSUNG

Die Abdriftmessung wurde mittels wassersensitiver Papiere (WSP) (Syngenta: 52 x 76 mm) als künstliche Zielfläche durchgeführt. Die Verwendung von WSP ist einfach, hat jedoch zwei Ungenauigkeiten: sehr feine Tropfen können sehr schwer erfasst werden, und die quantitative Ablagerung kann unterschätzt werden, falls ein Tropfen von einem anderen überlagert wird. Dennoch sind WSP in Praxisversuchen zur Abdrift ein guter Kompromiss in Bezug auf Materialkosten, Messgenauigkeit und Zeitaufwand für die Durchführung der Messung. Außerdem eignet sich deren Verwendung sehr gut für Vergleiche zwischen verschiedenen Behandlungstechniken [9], [10], [11].

WSP sind in drei Sektoren im Abstand von 20 m voneinander in einer Rebreihe angebracht worden. Die drei Sektoren dienten als räumliche Wiederholungen. Die Abdrift wurde einseitig von der zu behandelnden Reihe Richtung Westen bis zur dritten Randreihe gemessen. Die Behandlungen erfolgten von Nord nach Süd. Um die vertikale Abdrift zu bestimmen, wurden in jedem Sektor pro Randreihe WSP 50 cm über dem Boden beginnend bis in eine Höhe von 350 cm im Abstand von 50 cm zwischen den WSP auf Stangen in der jeweiligen Randreihe montiert. Die horizontale Abdrift wurde 30 cm über dem Boden von der zu behandelnden Randreihe beginnend alle 60 cm bis zur dritten Randreihe gemessen. Dies ergibt pro Sektor eine WSP-Anzahl von 31 (21 vertikal, 10 horizontal). Dadurch war es möglich die Abdrift auf die nebenliegenden Reihen und in der Luft bis in einer Höhe von 350 cm und auf den Boden in der Anlage bis zu einem Abstand von 540 cm zur behandelten Reihe zu bestimmen. Im ersten Versuchsjahr wurde

die Abdriftmessung nur bei T2 und T4 durchgeführt. Im zweiten Versuchsjahr wurden T2, T3, T4 und T5 bezüglich Abdriftverhalten miteinander verglichen. In beiden Versuchsjahren wurde pro Variante die zu behandelnde Reihe mit den drei Abdrift-Sektoren jeweils einmal behandelt. WSP wurden dabei immer kurz vorher an die Positionen in der Anlage angebracht und nach jeder Behandlung in trockenem Stadium entfernt und katalogisiert. WSP wurden anschließend mit einem handelsüblichen Scanner eingescannt und mit dem Bildbearbeitungsprogramm Gimp bearbeitet und auf 3 x 3 cm zugeschnitten. Die Bilder der WSP wurden anschließend im Programm ImageJ mit dem Plugin Depositscan geöffnet und ausgewertet. Dabei wurde der Prozentanteil der getroffenen Fläche und die durchschnittliche Tropfengröße bestimmt [12]. Alle Abdriftmessungen wurden bei günstigen Witterungsverhältnissen ohne Windeinfluss durchgeführt.

STATISTISCHE AUSWERTUNGEN

Um die 4 Applikationsvarianten und die unbehandelte Kontrolle auf statistisch signifikante Unterschiede zu testen, wurden die Prozentwerte der Befallshäufigkeit und -stärke einer einfaktoriellen Varianzanalyse dem Tukey-B Test ($p=0,050$) unterzogen (IBM SPSS Statistics 20). Bei den Abdriftmessungen wurden 2021 zwischen den zwei durchgeführten Varianten ein unabhängiger Zweistichproben-t-Test und 2022 zwischen T2, T3, T4 und T5 ein einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Tukey-B Test ($p=0,050$) durchgeführt (IBM SPSS Statistics 20), um signifikante Unterschiede zu berechnen.

ERGEBNISSE

BEFALLSERHEBUNGEN

Die Symptome für Peronospora auf Blättern und Trauben wurden in den zwei Versuchsjahren in allen Versuchsvarianten bestimmt. 2021 wurden die Erhebungen am Blatt am

13.07.21 und auf den Trauben am 20.07.21 durchgeführt. 2022 wurde ein Erhebungstermin auf Blatt und Trauben am 14.07.22 durchgeführt. Die Mittelwerte ($n=4$) der Befallshäufigkeit und -stärke sind für die jeweils zwei Versuchsjahre in Tabelle 2 aufgelistet. In Tabelle 3 ist der Wirkungsgrad der Varianten dargestellt. Die 5 Versuchsvarianten wurden hinsichtlich Befallshäufigkeit und -stärke untereinander verglichen.

2021 waren die Befallshäufigkeit und -stärke für Peronospora in der unbehandelten Kontrolle jeweils 96,21% bzw. 31,29% auf Blatt und 100,00% bzw. 99,25% auf Trauben. Alle Behandlungsvarianten unterschieden sich bezüglich der Befallshäufigkeit ($p=0,005$) als auch der Befallsstärke ($p=0,000$) auf Blatt deutlich signifikant von der unbehandelten Kontrolle, wobei zwischen den behandelten Varianten keine signifikanten Unterschiede feststellbar waren. Bei den vorgenommenen Erhebungen auf Trauben gab es zur unbehandelten Kon-

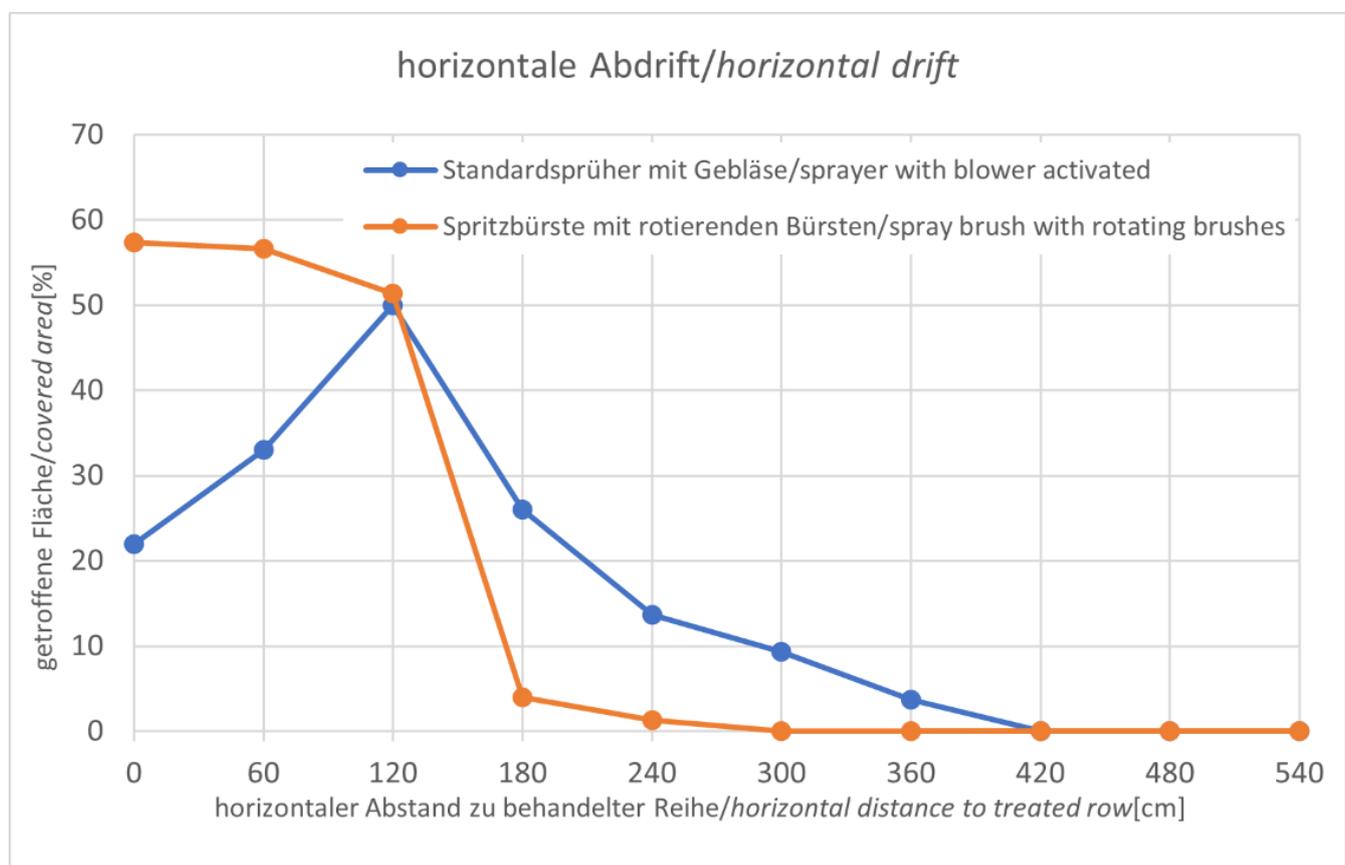


Abb. 4: Horizontale Abdrift 2021 // Horizontal drift 2021.

trolle keine signifikanten Unterschiede. Während auf Blatt der Wirkungsgrad bei der Befallsstärke durch die Behandlungen zwischen 71% bei T3 und 75% bei T2 und T4 lagen, war dieser auf Trauben mit zwischen 23% bei T3 und 32% bei T2 niedriger.

2022 unterschieden sich Befallshäufigkeit ($p=0,000$) und -stärke ($p=0,000$) für *Peronospora* sowohl bei Blatt als auch auf Trauben bei allen behandelten Varianten deutlich signifikant von der unbehandelten Kontrolle. Die Befallshäufigkeit und -stärke für *Peronospora* lagen in der unbehandelten Kontrolle jeweils 100% bzw. 48,45% auf Blatt und 100% bzw. 70,8% auf Trauben. Zwischen T2, T3 und T4 gab es keine signifikanten Unterschiede. Alle behandelten Varianten erzielten auf Blatt bei der Befallshäufigkeit einen Wirkungsgrad von über 80% und bei der -stärke einen Wirkungsgrad von 95%. Auf Trauben lag der Wirkungsgrad bei der Befallshäufigkeit bei allen Varianten über 40%, bei der Befallsstärke um 90%.

ABDRIFTMESSUNG

Bei der horizontalen Abdrift 2021 (Tab. 4) hatte T2 in den ersten 120 cm zur behandelten Reihe mit über 50% getroffener Fläche der WSP mehr Abdrift als T4. Ab der ersten Randreihe in einem Abstand von 180 cm jedoch sank die Bodenabdrift bei T2 stark auf 4,00% getroffene Fläche, bis sie im Abstand von 300 cm 0,00% erlangte. Die Bodenabdrift nahm bei T4 von der behandelten Reihe weg bis 120 cm auf 50,00% getroffene Fläche zu und nahm danach wieder im Vergleich zu T2 langsamer ab, bis sie im Abstand von 420 cm nicht mehr vorhanden war (Abb. 4).

Die vertikale Abdrift auf der ersten Randreihe zur behandelten Reihe war bei T4 in 50 cm Höhe mit 23,67% getroffener Fläche am höchsten. Danach nahm hier die Abdrift bis in Höhe von 150 cm ab, um dann wieder bis auf 19,00% getroffener Fläche in 250 cm anzusteigen. In 350 cm Höhe sank die Abdrift auf 0,00% getroffene Fläche. Bei T2 stieg die Abdrift von 2,00% getroffe-

ner Fläche in 50 cm Höhe auf 5,00% in 100 cm, ehe sie wieder abfiel und in 200 cm Höhe den Wert 0,00% erreichte.

In Abstand der zweiten Randreihe gab es bei T4 eine Abdrift von 1,33% getroffene Fläche auf 50 cm, 1,00% auf 150 cm und 0,33% auf 200 cm, in allen anderen Messpunkten war keine Abdrift feststellbar. T2 hatte keine Abdrift. Im Abstand der dritten Randreihe war weder bei T2 noch bei T4 eine Abdrift feststellbar (Abb. 5).

Bei der horizontalen Abdrift 2022 (Tab. 5) hatte T3 mit einem Wert von 52,42% getroffener Fläche unterhalb der behandelten Reihe von allen Varianten den höchsten Wert. Den niedrigsten Wert in 0 cm Abstand zur Behandlungsreihe hatte T4 mit 8,40%. In 60 cm Abstand stieg die Bodenabdrift bei T2, T4 und T5 im Vergleich zu 0 cm Abstand an und alle erhobenen Werte lagen zwischen 33,97% (T4) und 44,60% (T3). Bei T4 stieg die horizontale Abdrift nochmals auf 35,92% in 120 cm an, bei T2, T3 und T5 nahm sie bereits ab 60 cm ab. Bei T4 war ab 120 cm der Anteil getroffener Fläche der WSP immer höher als bei den anderen Varianten. Nur T2 (ab 360 cm) und T5 (ab 420 cm) hatten Werte von 0,00% getroffener Fläche zu verzeichnen (Abb. 6).

Die vertikale Abdrift auf der ersten Randreihe zur behandelten Randreihe war bei T4 in allen gemessenen Punkten durchwegs am höchsten mit einem Höchstwert von 17,81% getroffener Fläche in 250 cm Höhe. T3 hatte durchwegs die niedrigsten gemessenen Prozentwerte. T2 lag bis in einer Höhe von 150 cm über den Werten von T5, nahm dann aber ab und hatte nach T3 die besten Abdriftwerte.

In der zweiten Randreihe waren bei den Spritzbürstvarianten lediglich bei T3 in 50 cm Höhe ein Wert von 0,02% getroffener Fläche messbar. T4 war wieder die Variante mit den höchsten Messwerten in allen Punkten mit einem Maximum von 1,17% in 200 cm Höhe. Auch war dies die einzige Variante, wo darüber hinaus noch Abdrift messbar

war. Im Abstand der dritten Randreihe war bei T4 noch Abdrift mit einem Maximum von 0,34% getroffener Fläche in 350 cm messbar (Abb. 7).

DISKUSSION

Bei der Entwicklung neuer Applikationstechniken stellt man sich meist als erstes die Frage nach der biologischen Wirksamkeit dieser neuen Technologie und deren Abdriftverhalten. Beide Parameter werden von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, welchen man mit unterschiedlichsten Techniken entgegenzuwirken versucht, um eine möglichst konstante Ausbringung und Benetzung der PSM zu erlangen. Die meisten in der Praxis verwendeten PSM-Ausbringtechniken setzen dabei derzeit auf Luftunterstützung, um die PSM auf die Zielfläche zu applizieren. Nachdem vor allem die Reduzierung der Abdrift eine immer größere Rolle spielt, ging es nun darum, eine neue Ausbringtechnik für Pflanzenschutzmittel zu entwickeln, die bei gleichbleibender Wirksamkeit eine gleichzeitige Reduzierung der Abdrift erwirkt, im Vergleich zu in der Praxis üblicherweise verwendeten Standardsprüh-techniken.

Dabei wurde ein Prototyp entwickelt, der überzeilig die Rebreihe behandelt. Anstatt eines Gebläses wurden Bürsten montiert, welche die PSM in die Laubwand einbürsten. Beide Ausbringtechniken wurden weiters ohne diese unterstützenden Maßnahmen, Gebläse einerseits rotierende Bürsten andererseits, im Vergleich getestet.

Um die biologische Wirksamkeit der Behandlungsvarianten zu untersuchen, wurden sie in den zwei Versuchsjahren auf *Plasmopara viticola*-Befall auf Blatt und Trauben untersucht.

In beiden Versuchsjahren konnte gezeigt werden, dass alle vier Behandlungsvarianten in ihrer Wirkung gegen *Plasmopara viticola*, sowohl auf Blatt als auch Trauben, ähnlich sind und weder das Gebläse noch die Rotation der Bürsten einen signifikanten Einfluss auf den

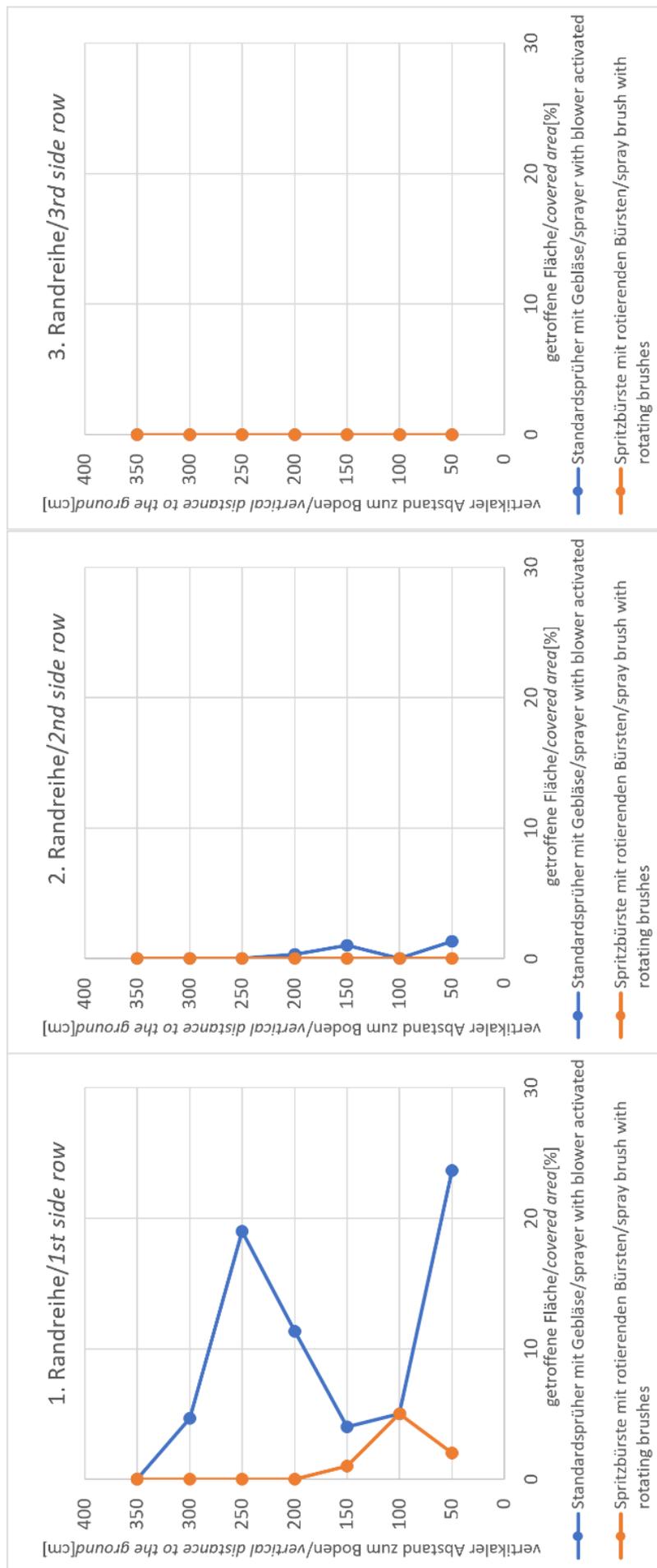


Abb. 5: Vertikale Abdrift 2021 // Vertical drift 2021.

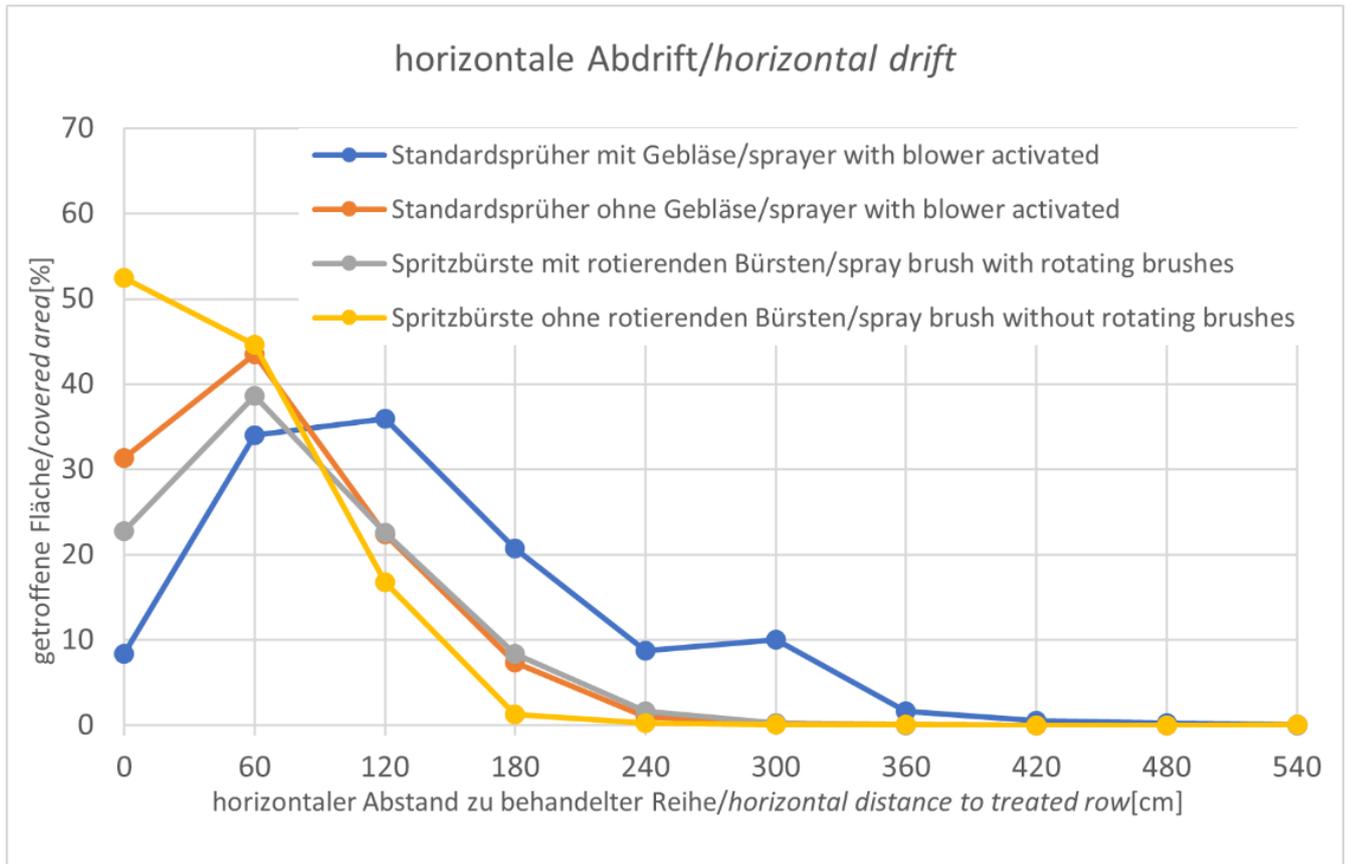


Abb. 6: Prototyp der Spritzbürste // *Prototype of the spray brush.*

Wirkungsgrad der Behandlungen hatte. Dies wirft die Frage auf, inwieweit solche unterstützende Maßnahmen unter für die gute Agrarpraxis optimalen und vorausgesetzten Behandlungsbedingungen, d.h. vor allem kein Windeinfluss, notwendig sind. Hierzu sind noch weitere Untersuchungen erforderlich.

Während im ersten Versuchsjahr nur die beiden Behandlungsvarianten mit Gebläse bzw. mit rotierenden Bürsten hinsichtlich Abdrift untersucht wurden, wurden im zweiten Versuchsjahr alle vier Behandlungsvarianten untereinander auf das Abdriftverhalten getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem die Gebläsetechnik eine stärkere vertikale

Abdrift verursacht, welche weitestgehend zu vermeiden wäre. Grundsätzlich kann man sagen, dass bei PSM-Behandlungen mit Gebläsetechnik Abdrift sowohl horizontal als auch vertikal in einem größeren Abstand zur Zielfläche und vor allem auch in Höhen oberhalb der Laubwandhöhen messbar ist. Behandlungen mit der neuartigen Ausbringtechnik, sowohl mit als auch ohne Bürstrotation, haben vor allem in unmittelbarer Bodennähe der behandelten Reihe eine erhöhte Abdrift. Dies ist sicherlich auch auf gewisse Abtropfvorgänge von den Bürsten selbst sowie von der Maschine zurückzuführen. Hierzu sind zur Reduzierung weitere Verbesserungen

am Prototypen anzustreben.

Basierend auf den Ergebnissen kann man sagen, dass die PSM-Behandlungen gegen *Plasmopara viticola* mit allen vier Behandlungen dieselbe Wirkung und die unterstützenden Maßnahmen durch Gebläse oder Bürste keinen erhöhten Effekt erzielten.

Zur in der Praxis üblichen Ausbringtechnik mit Gebläse stellt die neuartige Behandlungstechnik sowohl mit als auch ohne Bürstrotation hinsichtlich Abdrift eine Verbesserung dar. Aber auch der Einsatz des Standardsprühergeräts ohne Gebläse trägt bereits zu einer deutlichen Minimierung der Abdrift bei.

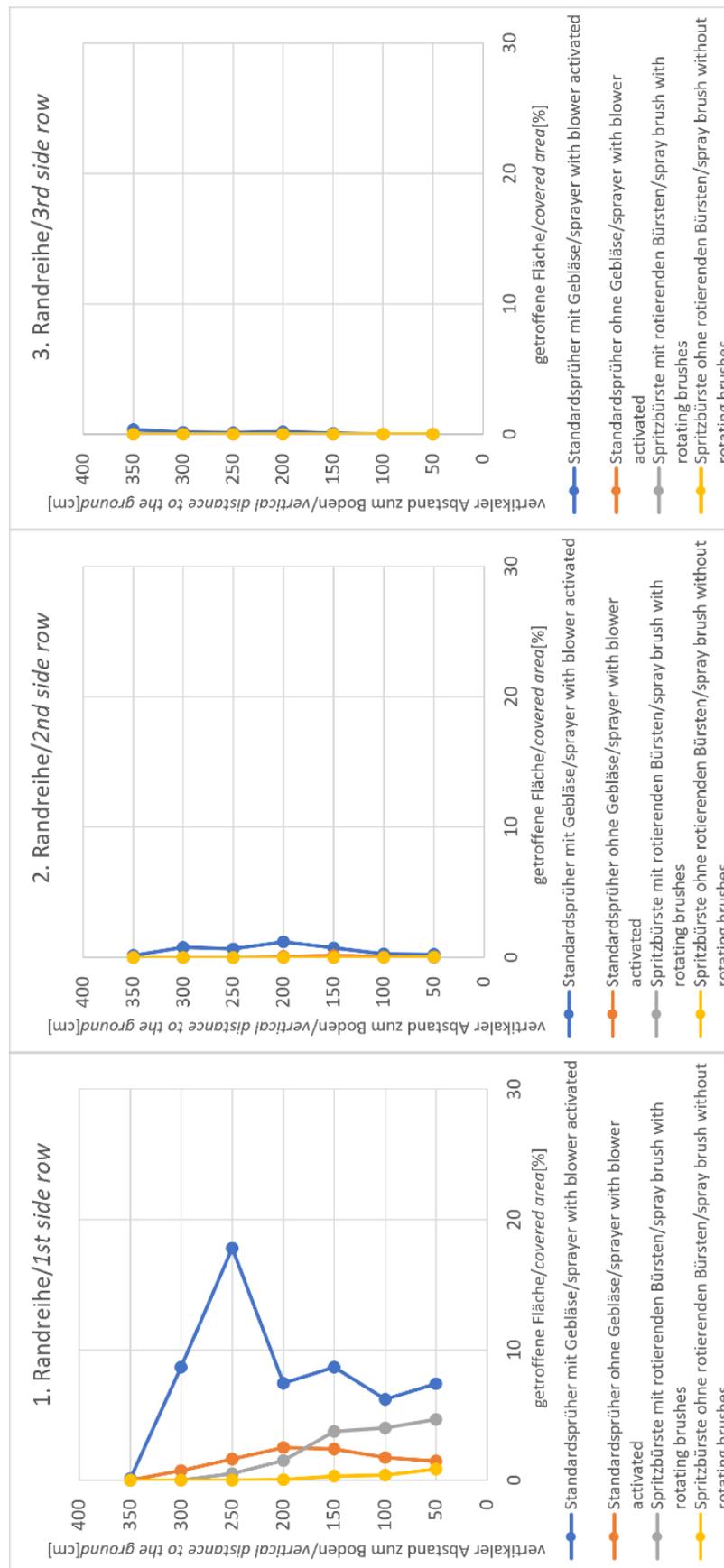


Abb. 7: Vertikale Abdrift 2022 // Vertical drift 2022.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Durchführung von Pflanzenschutzapplikationen ist es wichtig, die Wirkstoffe optimal auf der Zielfläche zu verteilen. Dies geschieht bei Raumkulturen wie der Rebe meist unter Zuhilfenahme von Gebläsetechnik. Dabei kann es zu verstärkter Abdrift kommen. Um diese zu verringern, wurde eine neuartige Verteilungstechnik für die Pflanzenschutzapplikation in Form von vertikal rotierenden Bürsten entwickelt. Um den Einfluss dieser beiden Verteilungsarten auf die Applikation zu untersuchen, wurden weitere Varianten ohne diese unterstützenden Maßnahmen eingebaut und getestet. Auf den Befall durch *Plasmopara viticola* hatten dabei alle Behandlungsvarianten die gleiche Wirkung. Sowohl die Unterstützung durch Gebläse sowie rotierende Bürsten erzielten keinen erhöhten Wirkungsgrad. Hinsichtlich Abdrift stellt die neuartige Behandlungstechnik sowohl mit als auch ohne Bürstrotation eine Verbesserung dar. Der Einsatz des Standard-sprühgeräts ohne Gebläse trägt auch zu einer deutlichen Minimierung der Abdrift bei.

RIASSUNTO

Quando si effettuano trattamenti fitosanitari, è importante distribuire la miscela in modo ottimale sulla coltura. Nel caso delle colture verticali, ciò avviene solitamente con supporto d'aria prodotta tramite ventola. Questo può portare a un aumento della deriva. Per ridurre il problema, è stata sviluppata una nuova tecnica per la distribuzione dei prodotti fitosanitari sotto forma di spazzole rotanti verticali al posto di aria. Per determinare l'influenza di questi due tipi di distribuzione appena accennate, sono state messe a confronto anche tesi senza queste due misure di supporto. Tutte le tesi hanno garantito lo stesso grado di protezione nei confronti di *Plasmopara viticola*. Il supporto dei ventilatori e delle spazzole rotanti non ha avuto effetto sull'efficacia dei trattamenti. Per quanto riguarda la deriva, la nuova tecnica di trattamento con e senza spazzole rotanti rappresenta un miglioramento. Anche l'uso dell'atomizzatore standard senza ventola contribuisce a ridurre significativamente la deriva.

LITERATUR

- [1] Kaul P., Moll E., Gebauer S. et al. (2001). Modellierung der direkten Abtrift von Pflanzenschutzmitteln im Feldbau. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 53 (2), 25-34. Retrieved July 26, from <https://scholar.archive.org/work/bo7hw6vcfvhljngcle6w3dqgg4>
- [2] Viret O., Siegfried W., Holliger E. et al. (2003). Comparison of spray deposits and efficacy against powdery mildew of aerial and ground-based spraying equipment in viticulture. Crop Protection 22 (8), 1023-1032, DOI:10.1016/S0261-2194(03)00119-4.
- [3] Bäcker G., Brendel G., Anton H. (1988). Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln bei verschiedenen Gebläsebauarten im Weinbau. Obst- und Weinbau 25 (10), 279.
- [4] Rizzolli W., Acler A. (2013). Grobtropfige Applikation mit Injektordüsen (ID). Langjährige Versuche zu Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit. Teil 1. Obstbau-Weinbau 50 (6), 192-197. Retrieved July 26, 2023, from <https://bia.unibz.it/esp/loro/outputs/journalArticle/Grobtr>
- opfige-Applikation-mit-Injektordüsen (ID). Langjährige Versuche zu Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit. Teil 1. Obstbau-Weinbau 50 (6), 192-197. Retrieved July 26, 2023, from <https://bia.unibz.it/esp/loro/outputs/journalArticle/Grobtr>
- [5] McCoy M.L., Hoheisel G.-A., Khot L.R. et al. (2021). Adjusting air-assistance and nozzle style for optimized airblast sprayer use in Eastern Washington vineyards. Catalyst 6, 9-19, DOI:10.5344/catalyst.2021.21001.
- [6] Doruchowski G., Holownicki R. (2000). Environmentally friendly spray techniques for tree crops. Crop Protection 19 (8-10), 617-622, DOI:10.1016/S0261-2194(00)00081-8..
- [7] Llorens J., Gil E., Llop J. et al. (2010). Variable rate dosing in precision viticulture. Use of electronic devices to improve application efficiency. Crop Protection 29 (3), 239-248, DOI:10.1016/j.cropro.2009.12.022.
- [8] Abbott W.S. (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of Economic Entomology 18 (2), 265-267, DOI:10.1093/jee/18.2.265a.
- [9] Otto S., Mori N., Fornasiero D. et al. (2013). Insecticide drift and its effect on *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) in an Italian vineyard-hedgerow system. Biosystems Engineering 116 (4), 447-456, DOI:10.1016/j.biosystemseng.2013.10.007.
- [10] Otto S., Loddo D., Baldoiu C. et al. (2015). Spray drift reduction techniques for vineyards in fragmented landscapes. Journal of Environmental Management 162, 290-298, DOI:10.1016/j.jenvman.2015.07.060.
- [11] Garcerá C., Moltó E., Chueca P. (2014). Development of models to predict product deposition from coverage obtained on artificial collectors and their practical applications. Spanish Journal of Agricultural Research 12 (3), 594-602, DOI:10.5424/sjar/2014123-5186.
- [12] Zhu H., Salyani M., Fox R.D. (2011). A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution. Computers and Electronics in Agriculture 76 (1), 38-43, DOI:10.1016/j.compag.2011.01.003.

ANHANG: TABELLENTab. 1: PSM-Behandlungen 2021 und 2022 // *Pesticide applications 2021 and 2022.*

Datum Date	PSM Plant Protection	Mittelaufwand Product [g/ha]	Wasseraufwand Water quality [L/ha]
2021			
19.05.2021	Poltiglia Disperss	100 g	600 L
	Tiovit Jet	200 g	
26.05.2021	Poltiglia Disperss	100 g	600 L
	Tiovit Jet	200 g	
03.06.2021	Poltiglia Disperss	100 g	600 L
	Tiovit Jet	200 g	
17.06.2021	Poltiglia Disperss	100 g	1000 L
	Tiovit Jet	200 g	
24.06.2021	Poltiglia Disperss	100 g	1000 L
	Tiovit Jet	200 g	
01.07.2021	Poltiglia Disperss	100 g	1000 L
	Tiovit Jet	200 g	
08.07.2021	Poltiglia Disperss	100 g	1000 L
	Tiovit Jet	200 g	
16.07.2021	Poltiglia Disperss	100 g	1000 L
	Tiovit Jet	200 g	
2022			
13.05.2022	Kocide 2000	85 g	600 L
	Tiovit Jet	300 g	
16.05.2022	Kocide 2000	85 g	600 L
	Tiovit Jet	300 g	
23.05.2022	Folpan 80 WDG	140 g	600 L
	Tiovit Jet	300 g	
30.05.2022	Kocide 2000	85 g	1000 L
	Tiovit Jet	300 g	
16.06.2022	Kocide 2000	85 g	1000 L
	Tiovit Jet	150 g	
21.06.2022	Kocide 2000	85 g	1000 L
	Tiovit Jet	150 g	
24.06.2022*	Kocide 2000	85 g	1000 L
28.06.2022	Kocide 2000	85 g	1000 L
	Tiovit Jet	300 g	
04.07.2022	Kocide 2000	85 g	1000 L
	Tiovit Jet	300 g	

* alle Varianten mit Sprüher behandelt, weil Bürste defekt

Tab. 2: Befall durch Peronospora auf Blatt und Trauben in den Versuchsjahren // *Infestation of peronospora on leaves and grapes in the two trial years.*

Varianten <i>Treatments</i>	Befallshäufigkeit <i>Incidence (%)</i>		Befallsstärke <i>Intensity (%)</i>	
2021				
	13.07.2021		20.07.2021	
Unbehandelte Kontrolle	96,21 b	31,29 b	98,75 a	41,22 a
Spritzbürste mit rotierenden Bürsten	57,75 a	7,97 a	97,75 a	27,85 a
Spritzbürste ohne rotierende Bürsten	65,25 a	9,05 a	98,25 a	31,65 a
Standardsprüher mit Gebläse	57,00 a	7,75 a	97,50 a	30,67 a
Standardsprüher ohne Gebläse	56,75 a	8,05 a	98,00 a	28,90 a
Sig.	**	***	n.s.	n.s.
2022				
	14.07.2022		14.07.2022	
Unbehandelte Kontrolle	100,00 b	48,45 b	100,00 b	70,80 b
Spritzbürste mit rotierenden Bürsten	17,00 a	2,35 a	48,00 a	6,30 a
Spritzbürste ohne rotierende Bürsten	18,00 a	2,50 a	59,00 a	7,80 a
Standardsprüher mit Gebläse	16,00 a	2,20 a	55,00 a	7,30 a
Standardsprüher ohne Gebläse	20,00 a	2,65 a	56,50 a	7,25 a
Sig.	***	***	***	***

Tab. 3: Wirkungsgrad der Behandlungen in den Versuchsjahren // *Grade of efficiency of the treatments in the two trial years.*

Varianten <i>Treatments</i>	Blatt / Leaves		Trauben / Grapes	
	Befallshäufigkeit <i>Incidence (%)</i>	Befallsstärke <i>Intensity (%)</i>	Befallshäufigkeit <i>Incidence (%)</i>	Befallsstärke <i>Intensity (%)</i>
2021				
	13.07.2021		20.07.2021	
Unbehandelte Kontrolle				
Spritzbürste mit rotierenden Bürsten	40	75	1	32
Spritzbürste ohne rotierende Bürsten	32	71	1	23
Standardsprüher mit Gebläse	41	75	1	26
Standardsprüher ohne Gebläse	41	74	1	30
Mw. Wirkungsgrad	38	74	1	28
2022				
	14.07.2022		14.07.2022	
Spritzbürste mit rotierenden Bürsten	83	95	52	91
Spritzbürste ohne rotierende Bürsten	82	95	41	89
Standardsprüher mit Gebläse	84	95	45	90
Standardsprüher ohne Gebläse	80	95	44	90
Mw. Wirkungsgrad	82	95	45	90

Tab. 4: Abdriftmessung: prozentueller Anteil an durch PSM getroffener Fläche auf den WSP 2021 // *Drift measurements: percentage of hit surface on WSP 2021.*

Prozentanteil der getroffenen Fläche / <i>Percentage of covered area</i>				
Bereich / <i>Area</i>	Abstand / <i>Distance</i> [cm]	Spritzbürste mit rotierenden Bürsten / <i>Spray brush with rotating brushes</i> [%]	Standardsprüher mit Gebläse / <i>Sprayer with blower activated</i> [%]	Sig. / <i>Sig.</i>
Horizontaler Abstand zu behandelter Reihe / <i>Horizontal distance to treated row</i>	0	57,33	22,00	n.s.
	60	56,67	33,00	n.s.
	120	51,33	50,00	n.s.
	180	4,00	26,00	*
	240	1,33	13,67	n.s.
	300	0,00	9,33	*
	360	0,00	3,67	*
	420	0,00	0,00	n.s.
	480	0,00	0,00	n.s.
	540	0,00	0,00	n.s.
1. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>1st side row - vertical height</i>	50	2,00	23,67	*
	100	5,00	5,00	n.s.
	150	1,00	4,00	*
	200	0,00	11,33	*
	250	0,00	19,00	*
	300	0,00	4,67	*
	350	0,00	0,00	n.s.
2. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>2nd side row - vertical height</i>	50	0,00	1,33	*
	100	0,00	0,00	n.s.
	150	0,00	1,00	*
	200	0,00	0,33	*
	250	0,00	0,00	n.s.
	300	0,00	0,00	n.s.
	350	0,00	0,00	n.s.
3. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>3rd side row - vertical height</i>	50	0,00	0,00	n.s.
	100	0,00	0,00	n.s.
	150	0,00	0,00	n.s.
	200	0,00	0,00	n.s.
	250	0,00	0,00	n.s.
	300	0,00	0,00	n.s.
	350	0,00	0,00	n.s.

Tab. 5: Abdriftmessung: prozentueller Anteil an durch PSM getroffener Fläche auf den WSP 2022 // *Drift measurements: percentage of hit surface on WSP 2022.*

Prozentanteil der getroffenen Fläche / <i>Percentage of covered area [%]</i>						
Bereich / <i>Area</i>	Abstand / <i>Distance</i> [cm]	Spritzbürste mit rotierenden Bürsten / <i>Spray brush with rotating brushes</i> [%]	Spritzbürste ohne rotierende Bürsten / <i>Spray brush without rotating brushes</i> [%]	Standard-sprüher mit Gebläse / <i>Sprayer with blower activated</i> [%]	Standard-sprüher ohne Gebläse / <i>Sprayer without blower activated</i> [%]	Sig. / <i>Sig.</i>
Horizontaler Abstand zu behandelte Reihe / <i>Horizontal distance to treated row</i>	0	22,74 ab	52,42 a	8,40 a	31,31 ab	*
	60	38,64 a	44,60 a	33,97 a	43,49 a	n.s.
	120	22,57 a	16,75 a	35,92 a	22,42 a	n.s.
	180	8,40 a	1,30 a	20,76 a	7,38 a	n.s.
	240	1,64 a	0,22 a	8,75 b	0,95 a	**
	300	0,26 a	0,05 a	10,03 b	0,22 a	**
	360	0,00 a	0,04 a	1,63 b	0,04 a	*
	420	0,00 a	0,02 a	0,52 b	0,00 a	**
	480	0,00 a	0,02 a	0,28 a	0,00 a	n.s.
	540	0,00 a	0,03 a	0,05 a	0,00 a	n.s.
1. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>1st side row - vertical height</i>	50	4,67 a	0,85 a	7,40 a	1,48 a	n.s.
	100	4,02 ab	0,39 a	6,22 b	1,74 a	*
	150	3,74 ab	0,33 a	8,69 b	2,40 ab	*
	200	1,50 a	0,06 a	7,45 b	2,52 ab	*
	250	0,51 a	0,01 a	17,81 b	1,63 a	***
	300	0,02 a	0,01 a	8,66 b	0,73 a	*
	350	0,00 a	0,01 a	0,13 a	0,02 a	*
2. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>2nd side row - vertical height</i>	50	0,00 a	0,02 a	0,22 b	0,01 a	***
	100	0,00 a	0,00 a	0,27 a	0,03 a	n.s.
	150	0,00 a	0,00 a	0,70 a	0,13 a	n.s.
	200	0,00 a	0,00 a	1,17 a	0,05 a	n.s.
	250	0,00 a	0,00 a	0,64 b	0,00 a	*
	300	0,00 a	0,00 a	0,77 a	0,00 a	n.s.
	350	0,00 a	0,00 a	0,15 a	0,00 a	n.s.
3. Randreihe- Höhe in der Vertikalen / <i>3rd side row - vertical height</i>	50	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	n.s.
	100	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,00 a	n.s.
	150	0,00 a	0,00 a	0,08 a	0,00 a	n.s.
	200	0,00 a	0,00 a	0,20 a	0,00 a	n.s.
	250	0,00 a	0,00 a	0,11 a	0,00 a	n.s.
	300	0,00 a	0,00 a	0,15 a	0,00 a	n.s.
	350	0,00 a	0,00 a	0,34 a	0,00 a	n.s.