

Digitalisierung im Weinbau am Beispiel der Pflanzenschutzmittelapplikation

Jan-Philip Pohl¹, Axel Dittus², Lorenz Berhalter³ und Dieter von Hörsten⁴

Abstract: Das Experimentierfeld DigiVine hat zum Ziel, digitale Technologien in der Wertschöpfungskette Weinbau von der Pflanzung bis zur Traubenablieferung zu entwickeln und in der Praxis zu testen. DigiVine will die Zusammenarbeit von Forschung, Beratung und Praxis zur nachhaltigen Optimierung des Weinbaus mittels Digitalisierung fördern, passgenaue Handlungsempfehlungen für Winzer entwickeln und die Arbeits- und Ressourceneffizienz sowie die Rechtssicherheit erhöhen. Ziel ist es, die Vernetzung von heterogenen Datenquellen von Rebflächen für die Ableitung von Handlungsempfehlungen zu nutzen. Beschrieben wird im Beitrag das Einsparpotenzial durch den Einsatz von LIDAR-Sensorik mit einer intelligenten Pflanzenschutzgerätesteuerung in verschiedenen Rebanlagen.

Keywords: Weinbau, Applikationstechnik, Experimentierfeld, Digitalisierung

1 Einleitung

Im Anwendungsfall Applikationstechnik im Experimentierfeld DigiVine wird neue, über den Stand der Technik hinausgehende Applikations- und Anwendungstechnik im Pflanzenschutz entwickelt und in der Praxis überprüft. Im Weinbau treten unterschiedliche Belaubungszustände, Stockausfall und Lücken in der Laubwand auf, die durch eine anpassungsfähige Applikationstechnik berücksichtigt werden müssen. Die bisherige Applikationstechnik soll bis hin zu einer situationsangepassten, teilflächenspezifischen Ausbringung im Weinbau weiterentwickelt werden, um den Pflanzenschutzmitteleinsatz zu minimieren und Abdrift hoher biologischer Wirksamkeit zu reduzieren. Im Gegensatz zu den bisher verwendeten Ultraschallsensoren sollen stattdessen LIDAR-Sensoren zur Abtastung der Laubwand sowie zur Lückenerkennung verwendet werden. In Zukunft sollen Informationen über anzuwendende Abstandsaufgaben in Form von Applikationskarten auf das Pflanzenschutzgerät übertragen werden, um die Applikation zu automatisieren. Dies beinhaltet entsprechende technische Voraussetzungen zum

¹ Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, jan-philip.pohl@julius-kuehn.de

² Farmunited GmbH - Gebhardstraße 7, 88046 Friedrichshafen, a.dittus@farmunited.com

³ Farmunited GmbH - Gebhardstraße 7, 88046 Friedrichshafen, l.berhalter@farmunited.com

⁴ Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, dieter.von-hoersten@julius-kuehn.de

Datentransfer, zu Schnittstellen, zur Steuerung und zur Positionsbestimmung, um zum Beispiel den Düseneinsatz, Druckbereich, die Luftabschaltung und die Anpassung der Gebläsedrehzahl zu automatisieren.

Der Beitrag beschreibt die konkrete Anwendung von digitalen Werkzeugen zur Optimierung von Verfahrens- und Prozessabläufen beim Pflanzenschutz im Weinbau und zeigt Ergebnisse zum Einsparpotenzial durch den Einsatz von LIDAR-Sensorik mit einer intelligenten Pflanzenschutzgerätesteuerung bei der Nutzung zur Lückenerkennung. Das System ermöglicht die Echtzeitsteuerung des Sprühgerätes für eine Anpassung der Pflanzenschutzmittelapplikation an jede Rebanlage von Neuanlage bis Altanlage. In Zukunft soll ebenfalls eine laubwandabhängige Applikation möglich sein.

2 Standard in der Praxis

Zur Reduzierung ungewollter Austräge von Pflanzenschutzmitteln (PSM) werden zurzeit unterschiedliche technische Komponenten im Weinbau eingesetzt. Ein erheblicher Beitrag zur Minimierung der Abdrift wird durch die richtige Wahl der Düsen und des dadurch erzeugten Tropfenspektrums geleistet. Seit einiger Zeit haben sich auch im Weinbau zunehmend Injektordüsen durchgesetzt. Diese erzeugen aufgrund der Anzahl an groben Tropfen deutlich weniger Abdrift. Des Weiteren sind Injektor-Hohlkegeldüsen auf dem Markt verfügbar, welche die genannten Eigenschaften beider Düsenarten kombinieren. Der Austausch der Düsen von Hohlkegel- zu Injektor- bzw. Injektor-Hohlkegeldüsen ist in der Praxis weit verbreitet, da auch bisher eingesetzte Sprühgeräte weiterhin in der Praxis eingesetzt werden können, ohne größere Investitionen zu tätigen. Die technische Ausstattung dieser Sprühgeräte ist jedoch sehr rudimentär und jegliche Assistenzsysteme bleiben unberücksichtigt [Ga14].

Tunnelsprühgeräte bieten eine Alternative, um PSM einzusparen und Abdrift zu reduzieren. Diese Gerätebauart fängt überschüssige Pflanzenschutzmitteltropfen beim Durchdringen der Rebzeile durch Kollektoren auf und führt die Spritzflüssigkeit über ein Filter- und Recyclingsystem wieder in den Gerätebehälter zurück. Diese Sprühgeräte sind aufgrund ihrer Abmessungen und des hohen Geräteschwerpunkts jedoch ungeeignet für den Einsatz im Weinanbau in Steillagen oder in Terrassenanlagen. Des Weiteren sind die Anforderungen in der Bedienung höher und die Anschaffung ist wesentlich kostenintensiver [Xi11].

Erste Ideen hinsichtlich einer luftstromangepassten Applikation in Verbindung mit einer Laubwandererkennung mittels Ultraschallsensoren wurden schon 2016 vorgestellt. Es wurden Ultraschallsensoren verwendet, um Objekte zu detektieren (binär) und in Abhängigkeit der erfassten Signalstärke wird die Luftmenge verändert. Bei diesem System gibt es jedoch keine Erfassung des Laubvolumens und dementsprechend findet keine automatische Mengenanpassung des Pflanzenschutzmittels statt [Ov15].

Generell zeigt der Einsatz einer sensorgestützten Lückenschaltung und somit Detektion von Fehlstellen im Bestand u.a. durch fehlende Reben und Lücken ein deutliches Potenzial bei der Einsparung von Pflanzenschutzmitteln. Daher soll diese Technik auf den Weinbau übertragen werden. Der Unterschied von Ultraschall- und Infrarotsystemen zu LIDAR-

Sensorik liegt darin, dass sie sich zur reinen Erkennung von Objekten (binäre Information) eignen und die Zunahme des Laubvolumens im Verlauf der Vegetation nur schwierig errechnet werden kann [Po09]. Gleichzeitig gibt es Schwächen in der Laufzeit und dem Farbspektrum. Aufgrund des zunehmenden Laubvolumens muss jedoch die Menge an applizierten Pflanzenschutzmitteln im Vegetationsverlauf angepasst werden, was durch ein lasergestütztes Applikationsverfahren ermöglicht werden soll. Vorteil des Einsatzes von zunehmend günstiger werdenden LIDAR-Sensoren ist die gute und sehr strukturierte Darstellung der Laubwand. Gleichzeitig sind diese Sensoren robuster als Kamerasysteme und somit besser für den Einsatz im Freiland unter praktischen Bedingungen geeignet [Ov15]. Um die Vorzüge der LIDAR-Sensorik vollständig zu nutzen bzw. die Ausbringmenge und Gebläsedrehzahl variabel nach dem Laubvolumen zu steuern, bedarf es noch einiger Arbeit. Aus diesem Grund wird in diesem Beitrag ausschließlich die Lückenschaltung mit Hilfe von LIDAR-Sensorik beschrieben.

3 Methodik

In der Vergangenheit wurden verschiedene technische Lösungen für die Präzisionsausbringung von PSM in Raumkulturen entwickelt, die ein hohes Einsparungspotenzial aufwiesen. Aus diesem Grund soll die Technik bei den im Einsatz befindlichen Sprühgeräten an die aktuellen Anforderungen an Sensoren und Düsen neu definiert werden, um die Praxistauglichkeit dieses Lückenerkennungssystems zu gewährleisten. Das Gesamtkonzept orientiert sich an einer geeigneten Kombination von Düsen und der erforderlichen Anzahl von Sensoren. Die technische Anforderung an die Lückenerkennung besteht darin, eine hohe Übereinstimmung zwischen dem Abtastfeld der Sensoren sowie der räumlichen Ausdehnung des Sprühbereichs einer einzelnen Düse zu erreichen. Wenn der LIDAR-Sensor ein Objekt erkennt, wird ein Signal an den Jobrechner gesendet, wo die Daten verarbeitet werden. In Kombination mit dem Geschwindigkeitssignal, welches von den Radsensoren ermittelt wird, ergeben die gesammelten Informationen ein Signal, das an die Ventile zum Öffnen oder Schließen der Düsen gesendet wird. Daher hängt die Effizienz des Lücken- und Laubwanderkennungssystems stark von einer effektiven softwaregestützten Schaltung der Düsen ab.

Die Messungen zum Einsparpotenzial durch LIDAR-Sensorik bei der Applikation von Weinreben im Freien wurden in einer Rebanlage in der Nähe von Siebeldingen, Deutschland, durchgeführt. Es wurde ein Sprühgerät mit der Geräte- und Lüftersteuerung der Firma farmunited genutzt, welches mit LIDAR-Sensorik ausgestattet ist. Das Anhängesprühgerät wurde im August 2022 zwischen Rebzeilen in zwei verschiedenen Rebanlagen (junge Rebanlage, alte Rebanlage) mit einer Anlagenlänge von 80 m gefahren, um das Einsparpotenzial in unterschiedlichen Rebanlagen darzustellen. Die Jung-Rebanlage war ca. 1,5 m hoch und hatte schlanke und einzelne Rebstöcke mit großen Abständen zwischen den Rebstöcken. Die Alt-Rebanlage war ausgewachsen. Die Rebstöcke waren ca. 2 m hoch und hatten eine dichte Laubwand mit hohem Belaubungsgrad mit üblichen Stockabständen. Die Fahrgeschwindigkeit wurde praxisüblich gewählt

und in beiden Rebanlagen konstant gehalten. In beiden Anlagen wurden die Reben in einem Pflanzabstand von 1,25 m und einem Reihenabstand von 2,0 m gepflanzt. Anhand unterschiedlicher Pflanzjahre ergeben sich somit auch unterschiedliche Laubwandstrukturen, welche sich in unterschiedlichen Rebenausprägungen äußern.

4 Ergebnis und Diskussion

Die Fahrgeschwindigkeit, mit der sich das Sprühgerät fortbewegt, hat zusammen mit der Scanfrequenz einen großen Einfluss auf die Erfassung der Laubwand, da die in Fahrtrichtung zurückgelegte Distanz zwischen zwei Scanvorgängen von beiden Faktoren abhängig ist. Zur Berechnung von Tiefen- und Volumeninformationen ist jeder LIDAR in Höhensegmente mit fester Segmenthöhe eingeteilt. Diese Vorgehensweise erweist sich zur Charakterisierung bzw. Laubwandbestimmung als geeignet [HS10].

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Abbildung der Rebzeile durch räumliches Scannen ermöglicht, die Düsensaltung besser an die räumliche Struktur der Weinreben anzupassen. Abbildung 1 zeigt, dass die Einsparung stark von der Struktur und dem Alter der Rebanlage abhängt. Die höchste Einsparung konnte in der lückigen Jung-Anlage ermittelt werden.

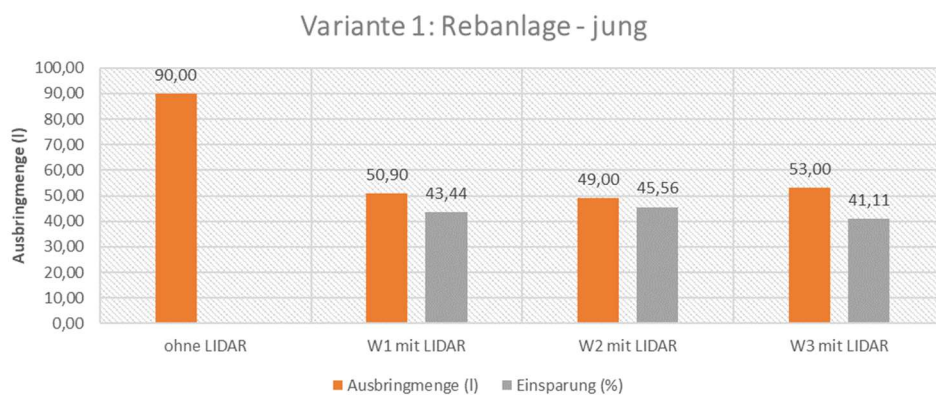


Abb. 1: Gemessene Einsparung mit 3 Wiederholungen (W1 – W3) in der Versuchsanlage für die Variante 1 (Jung-Anlage). Behandelte Gesamtfläche beträgt 0,15 ha mit einer Ausbringungsmenge von 600 l/ha. Die Belaubungsfläche auf 0,15 ha beträgt 550 m². 90,00 Liter entsprechen 100 % Ausbringungsmenge auf 0,15 ha.

Zur Ermittlung der Einsparrate wurde in jeder Anlage zunächst ohne LIDAR-Sensorik appliziert und die verbrauchte Wassermenge dokumentiert und somit die Einsparung errechnet. Im Anschluss wurde mit LIDAR-Sensorik appliziert. Es wurde mit möglichst

hoher Schaltpräzision ohne Vor- oder Rückverlegung der Schaltzeitpunkte gearbeitet. Die verbrauchte Wassermenge bezogen auf die applizierte Fläche beträgt 90 Liter auf 0,15 ha.

Die Ergebnisse in Abbildung 2 zeigen, dass die Einsparung von PSM von unterschiedlichen Höhen und von Stockausfällen in der Rebanlage abhängig ist. Die Einsparung war deutlich geringer als bei der jungen Rebanlage.

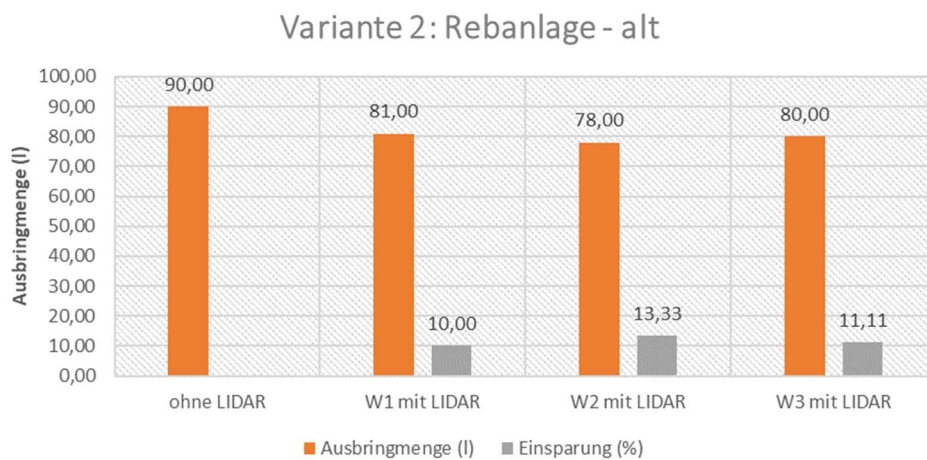


Abb. 2: Gemessene Einsparung mit 3 Wiederholungen (W1 – W3) in der Versuchsanlage für die Variante 2 (Alt-Anlage). Behandelte Gesamtfläche beträgt 0,15 ha mit einer Ausbringung von 600 l/ha. Die Belaubungsfläche auf 0,15 ha beträgt 1460 m². 90,00 Liter entsprechen 100 % Ausbringung auf 0,15 ha.

5 Fazit

Die mittels des LIDAR-Sensors erfassten Daten beinhalten einen hohen Informationsgehalt über die Struktur der Rebanlage. Die Auswertung der Daten und die daraus berechneten Ergebnisse ermöglichen eine detaillierte Darstellung der Rebzeilen, welche zukünftig in eine an die Laubwand angepasste Applikation integriert werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten dazu verwendet werden, die Technik in der Praxis umzusetzen.

Förderhinweis: Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung (FKZ: 28DE113S18).

Literaturverzeichnis

- [Ga14] Ganzelmeier, H.: Sensorik zur Pflanzenschutzmittelreduzierung im Obstbau. *Journal für Kulturpflanzen* 66, S. 63-72, 2014.
- [HS10] Hocevar, M.; Sirok, B.: Design and testing of an automated system for targeted spraying in orchards. *Journal of Plant Diseases and Protection* 2/10, S. 71-79, 2010.
- [Po09] Rosell Polo, J. R. et al.: A tractor-mounted scanning LIDAR for the non-destructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations: A comparison with conventional destructive measurements. *Biosystems Engineering* 102(2), S.128-134, 2009.
- [Ov15] Overbeck, V. et al.: Optimized gap detection for precise application of PPP in orchards. In (JKI, Hrsg.): *Young Scientists Meeting. Berichte aus dem Julius Kühn-Institut* 181, S. 35, Quedlinburg, 2015.
- [Xi11] Xionkui, H. et al.: Precision orchard sprayer based on automatically infrared target detecting and electrostatic spraying techniques. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 1/11, S. 35-40, 2011.