

## Einsatz eines Laserscanners zur laubwandabhängigen Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Verena Overbeck<sup>1</sup>, Matthias Kemmerling<sup>1</sup>, Jens Karl Wegener<sup>1</sup> und Tanja Pelzer<sup>1</sup>

**Abstract:** Der Einsatz von Sensortechnik zur Erfassung der Laubwand gartenbaulicher Kulturen nimmt an Bedeutung zu. Einerseits ist es ein mögliches Tool um Ertragsprognosen zu erstellen andererseits um die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu verbessern. Aufgrund der Komplexität dieser Systeme sind für den Bereich Obstbau einige technische Ansätze mit einer hohen Anzahl an Sensoren bereits vorhanden, welche sich bisher jedoch noch nicht auf dem Markt durchgesetzt haben. Aufgrund der Nachteile der eindimensionalen Messung werden in diesem Beitrag die Einsatzmöglichkeit von 2D-Laserscannern zur Erfassung der Struktur einer Obstanlage dargestellt und mögliche Ansätze zur Verbesserung der Applikation von Pflanzenschutzmitteln aufgezeigt. Dabei werden insbesondere die Einflüsse der Parameter Anbauhöhe, Scanfrequenz und Winkelauflösung des Sensors zur Detektion der Laubwand berücksichtigt.

**Keywords:** Pflanzenschutz im Obstbau, Laserscanner, Precision Farming, Robot Operating System

### 1 Einleitung

Die Erfassung der Laubwand gartenbaulicher Kulturen ist ein wichtiges Kriterium, um mögliche Erträge zu ermitteln und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) anzupassen. In den 70er Jahren wurden erste Ansätze zum Einsatz sensorgestützter Systeme entwickelt und seitdem sind zwar Lösungen mit einfachen Sensoren zur Lückendetektion vorhanden. Diese konnten sich aber bisher nicht durchsetzen, obwohl erhebliches Potential zur Verbesserung der Applikation vorhanden ist. Der Grund dafür liegt darin, dass die verwendete Sensortechnik wie z.B. Infrarot- oder Ultraschallsensoren nur eindimensionale Messungen ermöglichen, was zur Folge hat, dass zur präzisen Abtastung eines Baumbestands eine Vielzahl an Sensoren benötigt wird. Der Einsatz mehrerer Sensoren erfordert jedoch eine genaue Abstimmung zwischen Sensormess- und Düsenarbeitsbereich [Ov15]. Hierbei ist besonders der Arbeitsbereich eines einzelnen Sensors (ausgehendes & rückläufiges Signal) das ausschlaggebende Kriterium, welches in einem Sensorverbund zu einem Überlappen des Messbereichs oder zu Fehlstellen bei der Detektion führen kann [Ga14]. Zudem können konkrete Tiefeninformationen der Bäume mit den eindimensionalen Verfahren nur ungenau bestimmt werden. Komplexere Sensorsysteme mit Laserscannern oder Kameras wurden bereits in verschiedenen Forschungsprojekten erfolgreich im Bereich des Obstbaus eingesetzt und untereinander verglichen [PSH12]. Nielsen et al.

---

<sup>1</sup> Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, at@julius-kuehn.de

[Ni12] nutzten ein komplexes System bestehend aus einem GPS-Empfänger mit Neigungssensor, Stereokamerasystem und einem Laserscanner zur Abbildung von Einzelbäumen einer Obstanlage. Die meisten Untersuchungen zielen darauf ab, die Obstbäume und ihren Wachstumszustand zu kartieren [Po09] und daraus Ertragsprognosen abzuleiten. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt darauf, die Eignung eines einzelnen Laserscanners zur Laubwanddetektion unter Berücksichtigung der Anbauhöhe, der Scanfrequenz und der Winkelauflösung zu prüfen.

## 2 Material und Methoden

Für die Versuchsfahrten in Obstanlagen (Apfel-/Kirschanlage) wurde ein Sprühgerät mit Querstromgebläse mit einem 2D-Laserscanner (Sick LMS100, Waldkirch, Deutschland) ausgestattet. Die vom Sensor erfassten Daten wurden mittels eines selbst entwickelten ROS-Moduls (Robot Operating System) zur Auswertung in ein Koordinatensystem transformiert, gefiltert und in eine 3D-Darstellung der Baumreihen überführt.

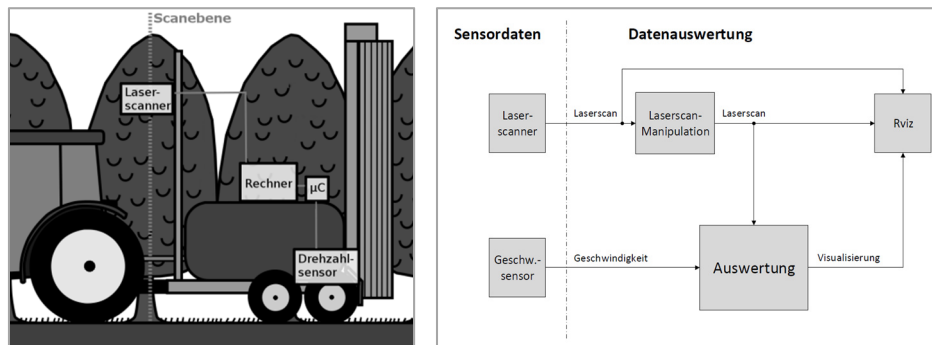


Abb. 1: Versuchsaufbau mit Position des Sensors (Anbauhöhe: 1,8 m, 2,4 m und 3 m) und Scanebene (links). Schema der Datenverarbeitung und -auswertung (rechts).

Eine Variation von Scanfrequenz und Winkelauflösung der Sensordaten wurde mit Hilfe eines weiteren selbst programmierten ROS-Moduls vorgenommen, welches der eigentlichen Auswertung vorgeschaltet war, um die Messdaten gezielt manipulieren zu können. Zur Visualisierung konnten alle relevanten Daten in „Rviz“ dargestellt werden (Abb. 1).

## 3 Ergebnisse 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 Längsrichtung zurückgelegte Distanz zwischen zwei Scanvorgängen von beiden Faktoren abhängig

ist. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Montagehöhe des Laserscanners die Erfassung der Baumkrone entscheidend beeinflusst (Ergebnisse nicht dargestellt). Aufgrund inhomogener Strukturen innerhalb der Baumkrone und der teilweise großen Wuchshöhe im Obstanbau wächst die Gefahr von Abtastungslücken, wenn die Montagehöhe nicht auf die Baumhöhe abgestimmt ist. Zur Berechnung von Tiefen- und Volumeninformationen wurde jeder Laserscan in Höhensegmente mit fester Segmenthöhe eingeteilt. Diese Vorgehensweise erwies sich zur Charakterisierung der Baumkrone hinsichtlich Kronentiefe bzw. -volumen als geeignet. Allerdings erfolgt die Betrachtung nur halbseitig, da die Punktdichte auf der Rückseite der Baumreihe teilweise unzureichend ist. Da die Applikation im Obstbau üblicherweise ebenfalls halbseitig durchgeführt wird, ist diese Information als ausreichend hinsichtlich einer zukünftigen Applikation zu werten.

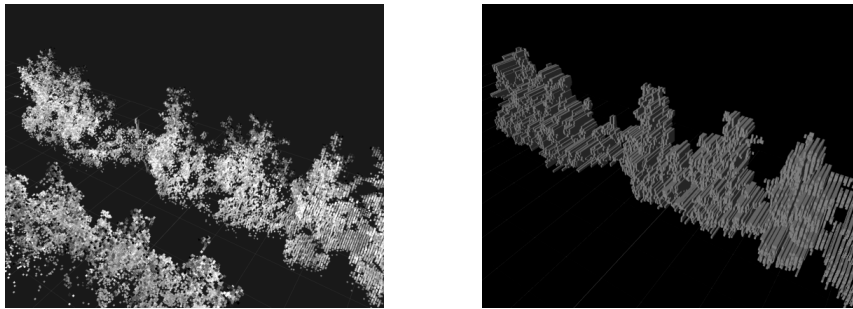


Abb. 2: Darstellung der mittels eines Laserscanners erfassten 3D-Messpunkte einer Apfelanlage (links) und daraus abgeleitete Tiefeninformationen durch den Einsatz von Volumenelementen (rechts)

Die Variation der Parameter Winkelauflösung und Scanfrequenz hat bestätigt, dass sowohl eine schlechtere Winkelauflösung als auch eine geringere Scanfrequenz des Laserscanners die Qualität der Erfassung vermindern. Eine gröbere Winkelauflösung verschlechtert die Abtastung der Baumkrone innerhalb der Messebene des Laserscanners, wobei insbesondere Details im oberen und unteren Höhenbereich sowie innerhalb der Krone schlechter abgebildet werden. Bei Verschlechterung der Winkelauflösung um den Faktor 2 beträgt der berechnete mittlere relative Fehler der Kronentiefe zwischen 5,8 – 15,1 %. Eine Verringerung der Scanfrequenz führt zu einer schlechteren Abtastung in Längsrichtung, da zwischen zwei Scanvorgängen eine größere Distanz zurückgelegt wird. Der mittlere relative Fehler der Kronentiefe beträgt hierbei zwischen 4,8 – 9,9 % bei Halbierung der Scanfrequenz. Für geringe Scanfrequenzen kann es aufgrund der langsamen Datenverarbeitung bei hohen Fahrgeschwindigkeiten zu Abtastungslücken kommen.

Während vollkommen autonome Robotersysteme mit einer Vielzahl von Sensoren zur effizienteren Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln [Li17] heute noch ein vielversprechendes Zukunftsszenario darstellen, bestätigt die Untersuchung die Ergebnisse von Rossell Polo et al. [Ro09], dass der Einsatz eines einzelnen Laserscanners geeignet ist, die

Baumstruktur zu erfassen und in naher Zukunft eine Grundlage zur Verbesserung der Applikation im Obstbau darzustellen. Dies liegt darin begründet, dass die Sensordaten zusammen mit einem geeigneten Schaltungsalgorithmus die Heterogenität einer Obstanlage berücksichtigen und eine angepasste Applikation ermöglichen können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit haben gezeigt, dass die Abbildung der Baumreihe durch räumliche Punktkoordinaten es ermöglicht, die Düsenschialtung besser an die räumliche Struktur der Baumkrone anzupassen. An Stelle einer festen Sensor-Düse-Zuordnung kann die exakte räumliche Position genauso wie die Kronentiefe zur genaueren Ansteuerung der Düsen herangezogen werden.

#### 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die mittels des Lasersensors erfassten Daten beinhalten einen hohen Informationsgehalt über die Struktur einer Obstanlage. Die Auswertung dieser Datenmenge und die daraus berechneten Ergebnisse ermöglichen eine detaillierte Darstellung der Baumreihe, welche zukünftig in eine an die Laubwand angepasste Applikation integriert werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten dazu verwendet werden, diese in Freilandversuchen umzusetzen und zu bestätigen.

##### Literaturverzeichnis

- [Li17] Linz, A. et al.: Modelling environment for an electrical driven selective sprayer robot in orchards. *Advances in Animal Biosciences* 2/8, S. 848-853, 2017
- [Ni12] Nielsen, M. et al.: Orchard and tree mapping and description using stereo vision and lidar. *International Conference of Agricultural Engineering*, 2012
- [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.
- [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.
- [PSH12] Pforte, F.; Selbeck, J.; Hensel, O.: Comparison of two different measurement techniques for automated determination of plum tree canopy cover. *Biosystems Engineering* 113, S. 325–333.
- [Ga14] Ganzelmeier, H.: Sensorik zur Pflanzenschutzmittelreduzierung im Obstbau. *Journal für Kulturpflanzen* 66, S. 63-72, 2014