

Vergleich zweier optischer Techniken zur automatischen Abschätzung der Blattfläche auf Baumebene

¹⁾Jörn Selbeck, ²⁾Florian Pforte, ¹⁾Volker Dworak

¹⁾Abteilung Technik im Pflanzenbau
Leibniz-Institut für Agrartechnik
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam
jselbeck@atb-potsdam.de
vdworak@atb-potsdam.de

²⁾Ökologische Agrarwissenschaften - Fachgebiet Agrartechnik
Universität Kassel
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen
florianpforte@uni-kassel.de

Abstract: Die Messung der Blattbedeckung auf Baumniveau gibt Auskunft über die Wachstumskapazität des Baums und ermöglicht eine Bewertung des möglichen Ertrags oder den Einfluss der reduzierten Wasserversorgung in einem Obstgarten auf den Ertrag. Die Messung erfolgt mittels zweier optischer Verfahren: NIR (nahes Infrarot) Bildanalyse, Trefferzahl eines Laserscanners (LiDAR) pro Baum in einer Pflaumenplantage mit 156 Ertragsbäumen und 24 Bestäuberbäumen. Korrelationen zu händischen Blattzählungen an den Ertragsbäumen sind für NIR 0,832 und für LiDAR 0,805, des Weiteren zur abgeschätzten Blattfläche an 30 ausgewählten Bäumen für NIR 0,788 und für LiDAR 0,867.

1 Einleitung

Das transnationale Projekt "3D-Mosaik" befasst sich mit der Optimierung des Wasserbedarfs und Düngemitelesinsatzes, um den heutigen ökologischen und ökonomischen Anforderungen der Nahrungsmittelproduktion in Obstgärten gerecht zu werden [SH11]. Zur Erhebung der benötigten Daten wird eine autonome Plattform entwickelt und mit Sensoren bestückt. Diese Daten werden als Grundlage für ein Bewässerungsmodell auf Baumebene genutzt. Ein wichtiger Parameter ist der LAI (leaf area index) oder die photosynthetisch aktive Blattfläche je Baum. Klassische Messgeräte zur LAI Bestimmung benötigen allerdings eine homogene oder räumliche Zufallsverteilung [JFN04]. Bäume benötigen im Gegensatz dazu einen Beobachter, zur Bestimmung der geeigneten Messstelle im Baum [PM03], welches dem Konzept der autonomen Plattform widerspricht.

Ter-Mikaelian und Parker [TP00], als auch Lindsey und Bassuk [LB92] beschreiben allerdings eine hohe Korrelation zwischen der Blattfläche und der Blattbiomasse, bzw. der Baumsilhouetten-Fläche. Daher werden im Folgenden zwei Methoden zur Detektion der Projektion der Baumkronenfläche vorgestellt.

2 Material und Methoden

Die vorliegende Studie, wurde 2011 in einem experimentellen Obstgarten, der sich auf dem Gelände des Bundessortenamtes in Marquardt (Deutschland) befindet, durchgeführt und hat zum Ziel die Methoden zu bewerten und zu vergleichen. Der Obstgarten besteht aus 180 Pflaumenbäumen wovon 156 Ertragsbäume der Sorte ‚TopHit plus‘ und 24 Bestäuberbäume der Sorte ‚Jojo‘ sind. Die Bäume sind in 6 Reihen zu je 30 Bäumen auf einer Fläche von 25 m x 120 m angeordnet. – Für die Bildaufnahme wurde eine USB 2.0 CCD Kamera (1/2“ monochrom Sensor, 768x576 Pixel, max. 50 Bilder/s) der Firma IDS (Imaging Development System GmbH, Obersulm, Deutschland) mit einem C-Mount Objektiv F 1,8 (PENTAX RICOH IMAGING DEUTSCHLAND GmbH, Hamburg, Deutschland) verwendet. Der sichtbare Lichtanteil wurde mit einem VIS-cut Filter (Filterkantenwellenlänge 750 nm) vor dem Objektiv ausgeblendet. Dadurch kann später eine Trennung von Blatt und Boden erfolgen [SHS01]. Die Kamera wird mit der Software Optimas 6.5 (Media Cybernetics, Rockville, MD, USA) gesteuert. – Das zweite optische System ist ein LiDAR (Light Detection and Ranging, ibeo ALASCA XT, Automobile Sensor GmbH, Hamburg, Deutschland). Die Software zur Ansteuerung des LiDAR ist eine selbstgeschriebene Software mit Online Visualisierung.



Abbildung 1: Traktor mit Ausleger und LiDAR (links), Draufsicht auf die Messsysteme (rechts)

Die beiden Messsysteme sind an einem über die Bäume ragenden Ausleger, der an einem Traktor befestigt ist, in Draufsicht angebracht (Abbildung 1). Die Aufnahmen erfolgten in zwei aufeinanderfolgenden Messfahrten durch den gesamten Obstgarten in zwei verschiedenen Anbauhöhen, 2,70 m und 3,50 m. Je Baum erfolgte die NIR-Aufnahme stehend über dem Zentrum des Baumes, anschließend wurde das Fahrzeug zurückgesetzt und die LiDAR Aufnahme am gleichen Baum bei konstanter Fahrgeschwindigkeit durchgeführt. Die Erfassung der Daten erfolgte von beiden Seiten

der Reihen, so dass jeder Baum zwei Mal mit beiden Systemen je Anbauhöhe aufgenommen wurde. Die Auswertung der NIR-Bilddaten erfolgte mit der Software JMP (SAS Institute GmbH, Böblingen, Deutschland). Durch K-means Clustering und Auswertung der Histogramme, sowie einer Texturanalyse konnte ein B/W (schwarz/weiß) Binärbild erzeugt werden, in dem der Baum weiß und die Umgebung schwarz dargestellt werden. Der prozentuale Weißanteil wird als Messgröße verwendet. Die LiDAR-Daten sind mit MATLAB (MathWorks, Ismaning, Deutschland) ausgewertet worden. Hier erfolgte eine Auswertung bezüglich der Treffer je Baum.

3 Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 2 zeigt links die Aufbereitung der NIR-Bilddaten mit Hilfe der „Watershed“-Prozedur, in der Mitte ist das B/W Bild zu sehen, mit Hilfe dessen der Bedeckungsgrad ermittelt werden konnte. Rechts in Abbildung 2 ist eine Punktwolken-Rekonstruktion eines Pflaumenbaums zu sehen, hier ist die Anzahl der Lasertreffer je Baum ermittelt worden.

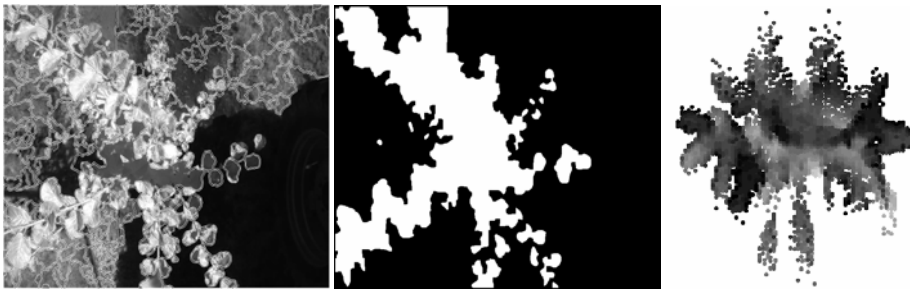


Abbildung 2: K-means Clustering (links) und B/W Bild nach „Watershed“-Prozedur, Histogramm und Textur-Bewertung (Mitte), LiDAR Punktwolken-Rekonstruktion (rechts)

Die spätere Analyse der NIR-Bilder hat gezeigt, dass diese Methode eine höhere Empfindlichkeit für Sensorbewegungen durch Neigungs- und Kipp-Bewegungen des Fahrzeugs zeigt als die LiDAR Auswertungen. Folglich ist der lineare Korrelationskoeffizient (Pearson) für zwei Messserien, die mit verschiedenen Anbauhöhen an den Obstbäumen durchgeführt wurde, für LiDAR (0,975) höher als für das Kamerasystem (0,893). Jedoch konnte auf dem gleichförmigen Terrain für die höhere Anbauhöhe ein Korrelationskoeffizient von 0,917 zwischen beiden Systemen erreicht werden. Beide Techniken wurden zusätzlich mit der handgezählten Blattzahl von allen 180 Bäumen, als auch mit der geschätzten Gesamtblattfläche von 30 strategisch verteilten Bäumen verglichen (Abbildung 3). Die verschiedene Gestaltung der Baumkrone zeigen im Vergleich mit den Blattzahlen niedrigere Korrelationskoeffizienten für die Bestäuberbäume (0,703 mit LiDAR; 0,668 mit der Kamera) als für die Ertragsbäume (0,805 mit LiDAR; 0,832 mit der Kamera). Der Vergleich der Sensoren mit den geschätzten Blattflächen hat Korrelationskoeffizienten in ungefähr derselben Größe ergeben: 0,867 mit dem Laserscanner und 0,788 mit der Bildanalyse.

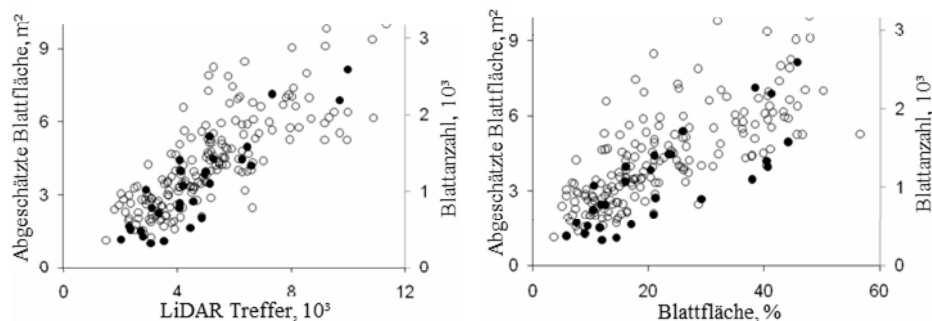


Abbildung 3: Vergleich Blattanzahl (weiße Kreise/180 Bäume), abgeschätzte Blattfläche (schwarze Kreise/30 ausgewählte Bäume) mit LiDAR Treffern, Pearson Korrelation: \circ 0,787, \bullet 0,867 (links), und mit prozentualen Blattfläche gemessen mit der NIR-Kamera, Pearson Korrelation: \circ 0,746, \bullet 0,788 (rechts)

Ein komplementärer Gebrauch der zwei Techniken würde die Zuverlässigkeit der automatisierten Messung der Blattbedeckung unter sich ändernden Feldbedingungen verbessern. Beide Systeme liefern große Datenmengen. Die Bildserie die die NIR-Kamera aufnimmt, als auch die kontinuierlichen LiDAR Daten sind zwar nötig um die Informationen über den Bedeckungsgrad zu erhalten, müssen aber nicht notwendigerweise gespeichert werden. Mit Hilfe einer Echtzeit-Verarbeitung der Daten auf der landwirtschaftlichen Maschine wird aus einer Bildaufnahme der Bildserie ein einziger Wert des Bedeckungsgrades für den Baum. Ebenfalls können die LiDAR-Daten nach der Überfahrt über einen einzelnen Baum von dem Rechner auf eine Zahl, die die Treffer auf diesem Baum angibt, reduziert werden und führt zu einer erheblichen Datenreduktion.

Literaturverzeichnis

- [SH11] Saggau, E., v. Haselberg, C. (2011). ICT-AGRI Newsletter, 6, 7
- [JFN04] Jonckheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K., Muys, B., Coppin, P., Weiss, M., Baret, F. (2004). Review of methods for in situ leaf area index determination-Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121, 19-35
- [PM03] Peper, P. J., McPherson, E. G. (2003). Evaluation of four methods for estimating leaf area of isolated trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2, 019-029
- [TP00] Ter-Mikaelian, M. T., Parker, W. C. (2000). Estimating biomass of white spruce seedlings with vertical photo imagery. *New Forests*, 20, 145-162
- [LB92] Lindsey, P. A., Bassuk, N. L. (1992). A nondestructive image analysis technique for estimating whole-tree leaf area. *HortTechnology*, 2(1), 66-70
- [SHS01] Slaton, M. R., Hunt, E. R., Jr., Smith, W. K. (2001). Estimating near-infrared leaf reflectance from leaf structural characteristics. *American Journal of Botany*, 88(2), 278-284

Reprinted from *Biosystems Engineering*, Vol 113/4, F. Pforte, J. Selbeck, O. Hensel, Comparison of two different measurement techniques for automated determination of plum tree canopy cover, 325-333, Copyright (Dec. 2012), with permission from Elsevier