Detektion von Wachstumsvariabilität in vier Zuckerrübensorten durch multi-temporales terrestrisches Laserscanning

Dirk Hoffmeister, Nora Tilly, Juliane Bendig, Constanze Curdt, Georg Bareth

Geographisches Institut
Universität zu Köln
Albertus-Magnus-Platz
50923 Köln
dirk.hoffmeister@uni-koeln.de

Abstract: In diesem Beitrag zeigen wir die Anwendung von multi-temporalem terrestrischem Laserscanning zur Erfassung von Wachstumsvariabilitäten von vier Zuckerrübensorten. Dies erfolgt über die Generierung von Crop Surface Models, die eine räumliche, detaillierte Darstellung von Wachstumshöhen ermöglichen. Zusätzlich können die Positionen der einzelnen Pflanzen abgeleitet werden. Ein Zusammenhang zwischen Pflanzenhöhe und -biomasse ist allerdings nicht zu feststellen.

1. Einführung

Laserscanning ist ein präzises Verfahren zur Messung von 3D Punkten. Üblicherweise wird diese Methode in anderen Bereichen, wie z.B. für die Dokumentation von Gebäuden eingesetzt [VM10]. Im Bereich der Agrarwissenschaften und des *Precision Farming* sind nur wenige Anwendungen von Laserscanning zu finden. Es werden dort Zusammenhänge zwischen Wuchshöhe und Biomasse untersucht [EAH09, EHA08, LKK08]. Eine Studie zur Zuckerrübe, die aufgrund ihrer Blattstruktur komplexer ist als andere Feldfrüchte, wie z.B. Getreidesorten, fehlt bisher.

2. Methodik

Die Untersuchungen fanden im Jahr 2010 auf dem Versuchsgelände der Universität Bonn in Klein-Altendorf, 20 km südwestlich von Bonn statt. Der Versuch wurde im Rahmen des Projektes CROP.SENSE.net (www.cropsense.uni-bonn.de) durchgeführt, das ein interdisziplinäres Netzwerk zur Untersuchung von Sensortechnologie für das Management und die Züchtung von Anbaupflanzen ist. Es wurden vier verschiedenen Sorten Zuckerrüben mit je vier Wiederholungen auf Untersuchungsarealen mit einer Größe von ca. 3 m mal 20 m angelegt. Das Saatgut wurde freundlicherweise von der

KWS Saat AG (Einbeck) bereitgestellt.

Für die Detektion der Variabilität wurde der Laserscanner LMS-Z420i der Firma Riegl (Österreich) inklusive einer Digitalkamera (Nikon D200) in Verbindung mit einem DPGS System der Firma Topcon (Deutschland) eingesetzt. Die Punktwolken werden direkt georeferenziert, d.h. dass nur die Position des Scanners, seine Lage und die Position eines weiteren Reflektors notwendig ist. Das System wurde zur Aufnahme des Feldversuches auf eine Plattform an einem Traktor befestigt, wie Abbildung 1 darstellt. Dadurch konnte eine Aufnahmehöhe von etwa vier Metern erreicht werden.

Abbildung 1: An dem abgebildeten Traktor ist ein Plattform angebracht an die der Laserscanner montiert ist. Der Aufbau besteht aus dem Laserscanner selbst, der Digitalkamera und dem DGPS.

Um den zu untersuchenden Bereich abzudecken wurden sechs umliegende Scanpositionen gewählt und Messungen an fünf verschiedenen Terminen während der Wachstumsphase vorgenommen. Zur Kontrolle und Korrelation wurden manuelle Höhenmessungen durchgeführt und die Biomasse sowie der *Leaf Area Index* (LAI) bestimmt.

In der Nachbearbeitung werden alle Scanpositionen mittels der DGPS Messungen georeferenziert und die Daten manuell ausgeschnitten, die nicht im Untersuchungsbereich liegen. Anschließend werden von den Daten der ersten Messung ohne Bewuchs ein hochauflösendes Digitales Geländemodell (DGM) und von allen nachfolgenden Messungen jeweils ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) erstellt. Diese Modelle werden miteinander verglichen und daraus *Crop Surface Models* (CSM) abgeleitet [HBC10]. Ein CSM zeigt in hoher Auflösung die Höhe der Pflanzen für einen bestimmten Bereich zu einem bestimmten Zeitpunkt, wie in Abbildung 2 dargestellt. Die Höhen der einzelnen Areale können dann mit Biomasse Daten und den LAI Werten korreliert werden.

Zusätzlich können aus einem der frühen Termine die Standorte der einzelnen Pflanzen bestimmt werden. Dazu werden die Intensitätswerte, d.h. die Stärke des zurückgestrahlten Lasersignales, genutzt [HP07]. Die genauen Standorte der Pflanzen können dann wiederum mit den Informationen des jeweiligen CSM verknüpft werden um pflanzenbezogene Bilanzen zu erstellen.

3. Ergebnisse

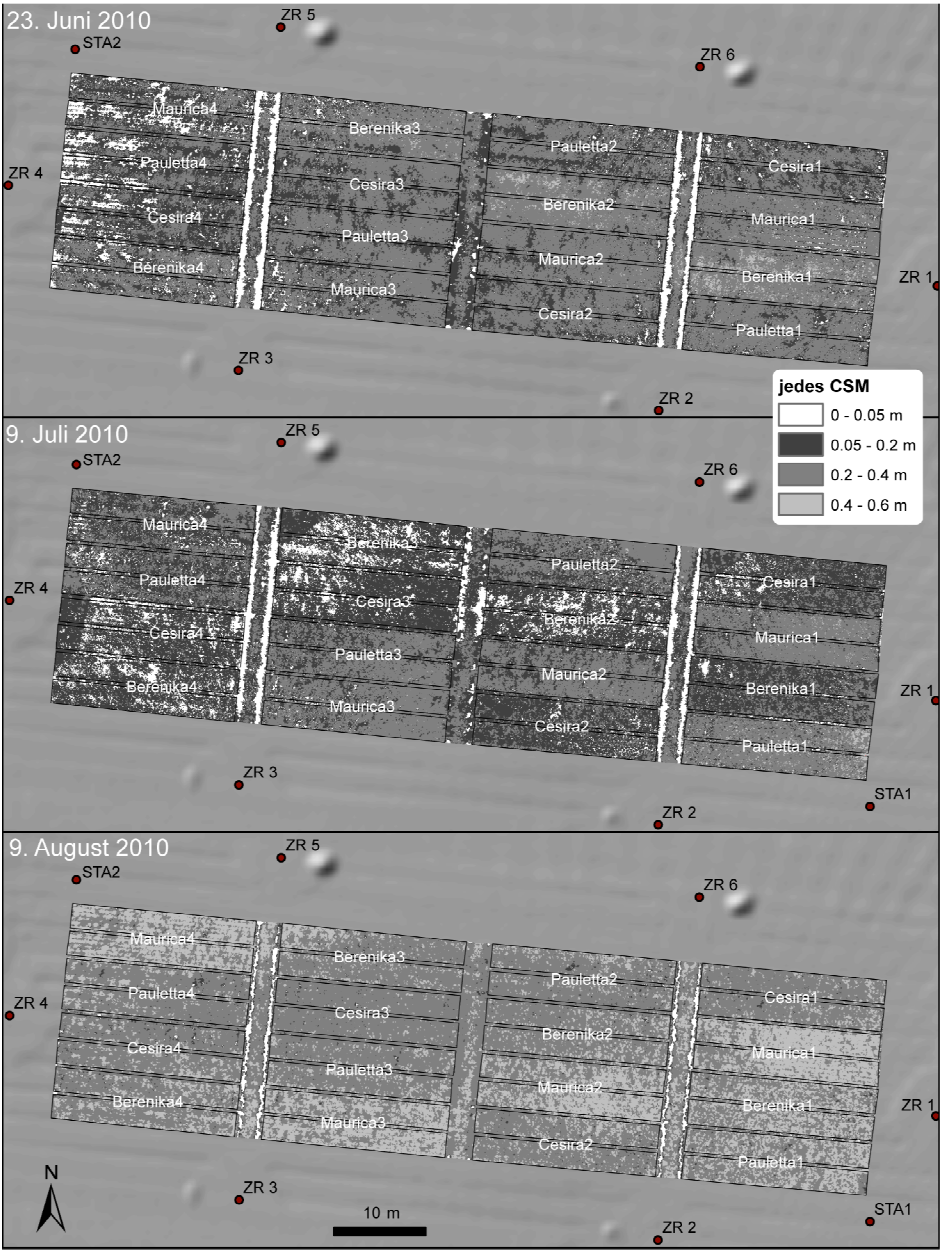

Abbildung 2: Die Karten zeigen Crop Surface Models (CSM) für drei Aufnahmezeitpunkte, im Hintergrund befindet sich das DGM der ersten Aufnahme. Scanpositionen sind durch Punkte angedeutet. Die Muster entsprechen den Charakteristika der vier verschiedenen Sorten. Weiße Bereiche zeigen eine geringe Wuchshöhe.

Es zeigt sich, dass die Ausrüstung im Feld nutzbar ist. Allerdings ist diese nicht regenfest, was die Anzahl und Verteilung der Messtermine beeinflusst. Generell funktioniert die Methodik. Dies gilt sowohl für die Kombination aus TLS und direkten DGPS Messungen, sowie für die Auswertung selbst. Die Erstellung der einzelnen CSM ist relativ schnell, trotz der hohen Anzahl an einzelnen Punkten und der hohen Auflösung von fünf Zentimetern. Eine Bestimmung von einzelnen Pflanzenstandorten ist in einem frühen Stadium über die Nutzung von Intensitätswerten möglich. Diese Information können zur Bilanzierung genutzt werden.

Die Abbildung 2 zeigt die Hauptergebnisse der Untersuchungen. Für jeden Aufnahmetermin wurde jeweils ein CSM erstellt, welches jeweils Wachstumsvariabilitäten zwischen den Sorten abbildet. Generell ist ein Wachstum über die gesamte Periode feststellbar, allerdings ist ein deutlicher Einbruch am CSM vom 9. Juli 2010 zu erkennen. Die Messungen fanden während einer längeren Trockenperiode statt. Die Sorten *Maurica* und *Pauletta* haben sich nicht so stark zum Boden hingeneigt, wie die beiden anderen Sorten. Die Sorte *Cesira* zeigt die besten Höhenwerte in allen Fällen. Besonders beim Modell vom 23. Juni 2010 ist ein West-Ost Trend zu erkennen. Der westliche Bereich des untersuchten Gebietes liegt etwas höher als der östliche Teil und ist damit generell trockener.

Abschließend ist festzustellen, dass der Zusammenhang zwischen mittlerer Höhe, der Biomasse der Blätter und dem LAI generell für einen frühen Termin gut (R^2=0.71) ist. Erwartungsgemäß geht dieser Zusammenhang durch die komplexere Blattstruktur der Zuckerrübe für die späteren Termine verloren. Hier muss die Struktur der Zuckerrübe auf andere Weise berücksichtigt werden, als über ihre mittlere Wachstumshöhe.

Literaturverzeichnis

[EAH09] Ehlert, D.; Adamek, R.; Horn, H.-J.: Laser rangefinder-based measuring of crop biomass under field conditions. In: Precision Agriculture, 10 (5). Springer, 2009, S. 395-408.

[EHA08] Ehlert, D.; Horn, H.-J.; Adamek, R.: Measuring crop biomass density by laser triangulation. In: Computer and Electronics in Agriculture, 61. Elsevier, 2008, S. 117- 125.

[HBC10] Hoffmeister, D.; Bolten, A.; Curdt, C.; Waldhoff, G.; Bareth, G.: High resolution Crop Surface Models (CSM) and Crop Volume Models (CVM) on field level by terrestrial laserscanning. In: Proc. Sixth International Symposium on Digital Earth: Models, Algorithms, and Virtual Reality SPIE, Vol. 7840, 78400E. 2010, 6 S.

[HP07] Höfle, B.; Pfeifer, N.: Correction of laser scanning intensity data: Data and model-driven approaches. In: ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 62 (6). Taylor & Francis Group, London, 2007, S. 415-433.

[LKK08] Lumme, J.; Karjalainen, M.; Kaartinen, H.; Kukko, A.; Hyyppä, J.; Hyyppä, H.; Jaakola, A.; Kleemola, J.: Terrestrial Laser Scanning of agricultural crops. In: Proc. XXI. ISPRS Conference, Beijing 2008. Taylor & Francis Group, London, 2008, S. 563-566.

[VM10] Vosselmann, G.; Maas, H.-G.: Airborne and terrestrial laser scanning. Whittles Publishing, Dunbeath, 2008.