

# Ermittlung forstwirtschaftlicher Parameter aus mobilen terrestrischen LiDAR-Daten

Michael Kürbs, Volker Dworak, Jörn Selbeck

Rucon-Engineering  
Umgehungsstraße 78b  
99441 Mellingen  
michael.kuerbs@rucon-engineering.de

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim  
Max-Eyth-Allee 100  
14469 Potsdam  
vdworak@atb-potsdam.de  
jselbeck@atb-potsdam.de

**Abstract:** Diese Arbeit befasst sich mit der Nutzung von mobil erfassten Daten von terrestrischen LiDAR (Light Detection and Ranging). Es wird dargestellt wie Informationen über Bäume aus solchen Daten gewonnen werden können. Dieses Paper ist im Rahmen einer Masterarbeit und der Zusammenarbeit der Firma Rucon-Engineering mit dem Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim entstanden.

## 1. Einleitung

Zur nachhaltigen und ertragsorientierten Bewirtschaftung von Forstflächen werden seit langem Inventuren von Baumbeständen durchgeführt. Es werden detaillierte Informationen über Bäume und ihre Lebensbedingungen erfasst. Bei diesen Bonituren kommen in der Regel anerkannte manuelle Methoden zum Einsatz. Diese forstlichen Erfassungen von Einzelbaum- und Bestandsinformationen sind sehr aufwendig und werden daher lediglich mittels Stichproben durchgeführt.

Im Anschluss werden mehrere Stichproben verglichen und auf einen augenscheinlich homogenen Bestand hochgerechnet. Die Auswahl der Stichproben ist daher entscheidend für die Güte der Baumbestandserfassung. Ein Großteil der benötigten Informationen entsteht aus verschiedenen Messungen. Um deren Erfassung zu vereinfachen, wurde im Rahmen dieser Arbeit angestrebt, diese Aufgabe möglichst automatisch auf Basis von dynamisch erfassten LiDAR –Daten (Light Detection and Ranging) zu lösen.

## 2. Mobiles LiDAR

Die Methode des mobilen terrestrischen LiDAR gehört als spezielles Messverfahren zu den Mobil-Mapping – Anwendungen [Ri10]. Mobil-Mapping Technologien mit LiDAR haben sich erst in den letzten Jahren als ein eigenständiges Feld in der Geoinformations-Branche etabliert. Dabei werden oft in Kombination mit photo-optischen Verfahren Umgebungsinformationen einer sich bewegenden Messeinrichtung dynamisch erfasst. Durch das Zusammenspiel verschiedener Techniken wird dabei eine permanente Positionierung des Messfahrzeuges ermöglicht. Mit solch einem System können für ein abgetastetes Gebiet flächendeckende dreidimensionale Daten in kurzer Zeit erfasst werden. Diese Systeme werden bislang vorrangig zur Erfassung von Verkehrswegen und Gebäuden genutzt [Ri10].

Flugzeuggetragene LiDAR-Messungen finden bereits Anwendung in der Forstwirtschaft. Damit können flächendeckend Oberflächenstrukturen von Gelände und der Baumkronen erfasst werden. Des Weiteren werden spektrale Eigenschaften der Baumkronen erfasst, um Aussagen über Zustand und Art von Bäumen treffen zu können. Beim Überflug werden Daten in senkrechter Richtung erfasst. Die Messstrahlen sind hier nahezu parallel zur Wuchsrichtung der Bäume, wodurch die Messpunkte nicht entlang eines Stammes, sondern im Wesentlichen auf dem Kronendach und an den abgehenden Ästen zu erwarten sind. Zusätzlich, während des Belaubungszustandes, dringen nur wenige Strahlen durch das Kronendach, um beispielsweise Äste zu erfassen. Durch den großen Abstand zum Messobjekt ist die Messpunktauflösung flugzeuggestützter Aufnahmen gröber als bei terrestrischen Aufnahmen im Nahbereich.

Verschiedene Forschungseinrichtungen haben sich bereits mit der Auswertung von terrestrischen LiDAR-Daten im Wald auseinandergesetzt. Hierbei erfolgte jedoch bislang ausschließlich eine Betrachtung von Panoramaaufnahmen eines oder mehrerer fester Scanner-Standorte. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, demgegenüber mit Hilfe der terrestrischen mobilen LiDAR-Daten die Ausmaße einzelner Bäume (Brusthöhendurchmesser, Höhe, Kronenansatz, ...) zu ermitteln.

## 3. Versuchsreihe

Für die Versuchsreihe stand innerhalb der Arbeit ein Testdatensatz eines Waldstückes bei Potsdam-Bornim zur Verfügung. Dieser Datensatz stammt vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB). Hier wurden die Daten von einem Scanner-System erhoben, welches sonst zur Erfassung von Pflanzenbau-relevanten Informationen dient. Das ATB stellte ihr System für eine Versuchsmessung zur Verfügung. Dabei handelte es sich um den Scanner „ALASCA XT“ der Firma Ibeo, welcher ursprünglich für die Automobilbranche entwickelt wurde, um Daten für automatische Hindernis-Erkennung und Spurführung zu erfassen. Befestigt am Messfahrzeug hat dieses Gerät

einen Scann-Bereich von  $180^\circ$  in vertikaler und  $3,2^\circ$  horizontaler Richtung [SWS06]. Während der vertikale Messbereich die gesamte Länge der Bäume abdeckt, ermöglicht der horizontale Öffnungswinkel Objekte zu erfassen, die durch andere verdeckt sind.



Abbildung 1: Befestigung des Laserscanners ALASCA XT am Traktor

Bei der Messung wurden die Baumstämme mit abnehmendem Abstand zum Messfahrzeug besser erfasst. Durch Verdeckungen von Laubwerk und vorderen Bäumen, sowie den wachsenden Messpunkt Abstand mit zunehmender Entfernung zum Messfahrzeug, wurden weiter entfernte Bäume weniger gut gescannt. Da die Messung während des Belaubungszustandes erfolgte, konnten die Messstrahlen kaum bis zu den Kronendächern vordringen, wodurch eine direkte Messung der Baumhöhen nicht erfolgen konnte. Alternativ wurden jedoch auf Statistiken beruhenden Methoden genutzt, mit denen man durchschnittliche Baumhöhen auf Basis von Zusatzinformationen schätzen kann [Sc68]. So steht beispielsweise der Durchmesser eines Baumes im Zusammenhang mit der Baumhöhe und der Art des Baumes. Ergebnisse statistischer Schätzungen können jedoch nur ungefähr einen wahren Messwert ersetzen. Alternativ könnten bei blattwerfenden Baumarten, durch Messungsdurchführung außerhalb des Belaubungszustandes, höhere Messpunktdichten im oberen Kronenbereich erzielt werden.

#### 4. Erste Schlussfolgerungen

Bei LiDAR-Aufnahmen entsteht ein sehr hohes Datenaufkommen. Aus diesem Grund musste die Verarbeitung der Daten rechenzeit-optimiert erfolgen. Diese Tatsache erforderte die Verwendung bewährter Verfahren aus der Algorithmik und 3D-Technik. Es wurden verschiedene Ansätze zur Auswertung vorgestellt und in Bezug auf Rechenzeit und Güte des Ergebnisses verglichen. Aus den erzielten Ergebnissen wurde ein dreidimensionales Modell erstellt und visualisiert.

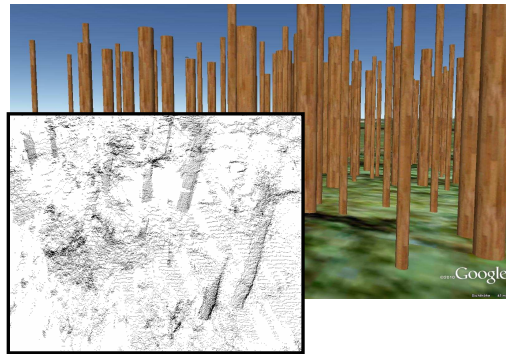


Abbildung 2: Im Vordergrund ist ein Teil der Punktwolke gezeigt. Im Hintergrund ist ein 3D Modell der dargestellt, welches aus den ermittelten Standorten und Durchmessern der Bäume berechnet und anschließend in Google-Earth visualisiert wurde.

Die Reichweite der erfassten Informationen ist jedoch abhängig von Messauflösung, Genauigkeit und vor allem der Dichte des Unterholzes. Mobiles LiDAR kann in der Forstwirtschaft unterstützend für detailliertere Inventuren genutzt werden. Erfassbare Bereiche werden in kurzer Zeit gescannt und können automatisch ausgewertet werden. Die dabei entstehenden Ergebnisse sind wichtige Informationen für die Forstwirtschaft. Durch Anpassung der Technik an die Verhältnisse im Wald würden Inventuren nicht mehr stichprobenhaft geschätzt, sondern abhängig von der Befahrbarkeit, Messreichweite und Bestandsdichte nahezu flächendeckend erfasst.

## Literaturverzeichnis

- [Ri10] Riedel, B.: Terrestrisches Laserscanning - TLS 2010 mit TLS Challenge. Wißner-Verlag, Augsburg, 2010.
- [Sc68] Schmidt, A.: Der rechnerische Ausgleich der Bestandeshöhenkurven. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1968 S. 370-383.
- [SWS06] Scholz, J., Willhoeft, V., Schulz, R., Kluge, T.: ALASCA User Manual. Ibeo Automobile Sensor GmbH, Hamburg, 2006.