

LERNEN SIE UNS SCANNEN!

Die Forschungsgruppe Laserscanning stellt sich vor

Autoren: **die LRG-HiWis**

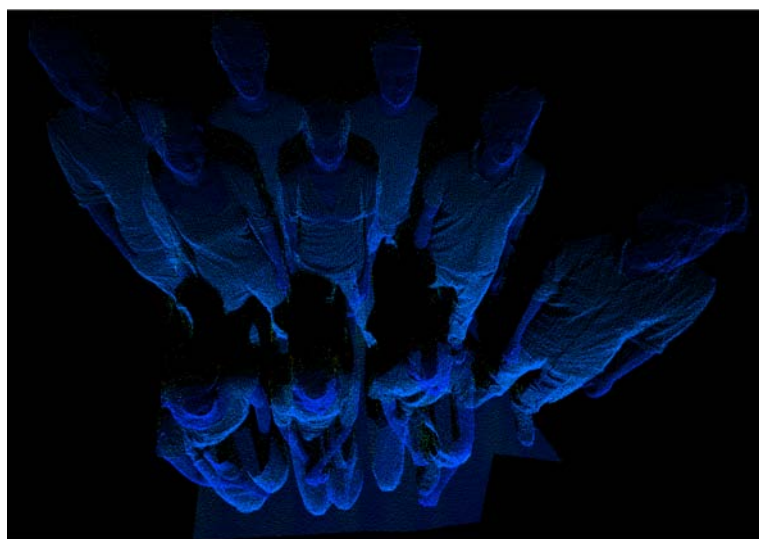
Mal ehrlich: Wer kann aus dem Stegreif erklären, was Laserscanning genau ist? Was misst ein Laserscanner? Wie tut er das? Und was macht man mit den Daten? „Wir wussten es jedenfalls nicht so genau, bevor wir in der LiDAR Research Group (lrg.uni-hd.de) unter der Leitung von Jun.-Prof. Dr. Bernhard Höfle in der Abteilung Geoinformatik (Prof. Dr. Zipf) unsere HiWi-Jobs antraten. Man hatte davon gehört und eine ungefähre Ahnung – sich aber zugleich insgeheim gefragt, was diese ominöse Methode in der Geographie zu suchen hat. Mit einigen Grundkenntnissen kann man jedoch recht schnell in die Thematik einsteigen und seiner Kreativität bezüglich der Einsatzmöglichkeiten freien Lauf lassen. Die vielfältigen Anwendungsbereiche gehen nämlich weit über die noch leicht vorstellbare DGM-Erstellung hinaus und bieten neue, spannende Forschungsmöglichkeiten.

AUS DIESEM GRUND möchten wir euch an dieser Stelle die Laserscanning-Thematik etwas näherbringen, die Angst vor möglicher ‚hardcore-Geoinformatik‘ nehmen, und den Bezug zu geographischen Fragestellungen aufzeigen. Viel-

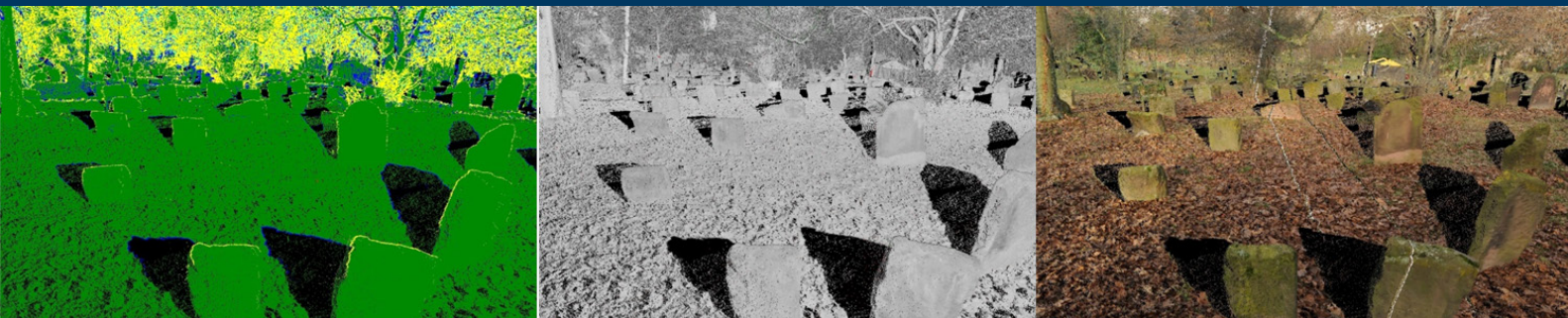
leicht entsteht beim Ein oder Anderen eine Idee und das Interesse, sich in einer Abschlussarbeit mit Geoinformatik zu befassen.

Laserscanning – worum geht’s

MOMENTAN UNTERSCHIEDET MAN drei Aufnahme-Plattformen für Laserscanning: flugzeuggestützt (Airborne Laserscanning, ALS), fahrzeuggestützt (Mobiles Laserscanning, MLS) und von fixen Standpunkten aus (Terrestrisches Laserscanning, TLS). Hier in Heidelberg arbeiten wir mit dem terrestrischen time-of-flight-Laserscanner Riegl VZ-400. Und hier geht’s schon los: Was heißt denn time-of-flight? Dieser Begriff beschreibt das Messprinzip: Wird ein Laserimpuls ausgesandt, benötigt er eine bestimmte Zeit, bis er ein Objekt erreicht, reflektiert und vom Sensor empfangen wird. Nimmt man die Lichtgeschwindigkeit ganz konservativ als konstant an, lässt sich aus dieser time-of-flight (Flugzeit) des Laserstrahls die Distanz zum reflektierenden Objekt errechnen, welche zusammen mit dem horizontalen und vertikalen Winkel des Laserstrahls eine Polarkoordinate ergibt. In ihrer Gesamtheit werden die so bestimmten Punkte als Laserpunktwolke bezeichnet. Der Laserscanner führt dabei bis zu 122 000 (!) Messungen pro Sekun-



Punktwolke der LiDAR Research Group, aus unterschiedlichen Perspektiven; Blau eingefärbt, sowie mit RGB-Werten versehen.
Oben: Andreas Kiefer, Sabrina Marx, Fabian Schütt, Valerie Blankenhorn, Markus Forbriger, Bernhard Höfle, Sudhanshu Shekhar.
Unten: Kristina König, Larissa Müller, Martin Hämmerle.



Punktvolke des jüdischen Friedhofs in Worms eingefärbt nach Echos (grün ist das erste, vom Scanner erfasste, Signal), Reflektivität und RGB-Werten. Datenquelle und Visualisierung: LRG.

de durch, sodass die Anzahl der Punkte recht schnell in die Milliarden geht und große Datensätze entstehen. Jedes der hier eingefügten LRG-Gruppenbilder zum Beispiel besteht aus 283829 Laserpunkten, (was sogar eher wenig ist). Diese Punktvolke kann unter www.lrg.uni-hd.de in 3D angesehen werden.

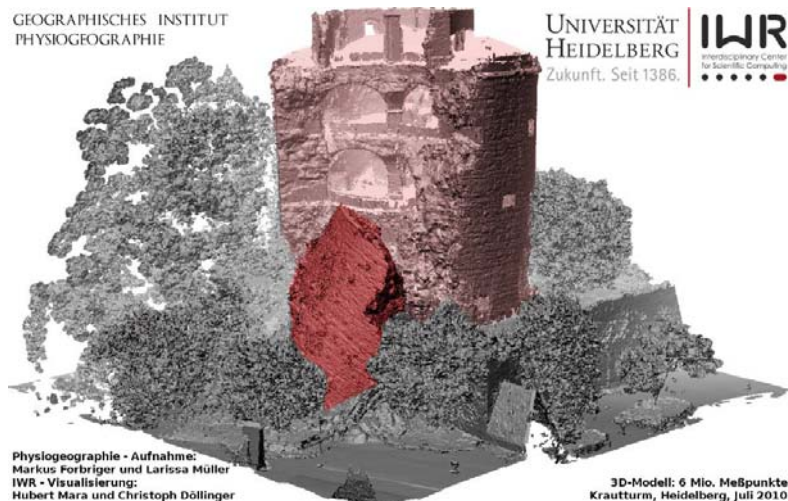
SIEHT MAN MAL davon ab, dass es Spaß macht, am Bildschirm durch Punktewolken zu fliegen, stellt sich zwangsläufig die Frage nach Sinn und Verwendung dieser Daten. Ein Hinweis auf die Neuartigkeit der Laserdaten mag dabei etwas auf die Sprünge helfen: Die Daten beschreiben einen Raum - die von etablierten GIS bearbeiteten 2D-Daten sind aus LiDAR-Sicht also ein alter Hut: Mit Laserscanning geschieht (Trommelwirbel) der Schritt in die dritte Dimension, der uns Geographen endlich die Möglichkeit liefert, die komplexen Formen unserer Erde maßstabgetreu in 3D (nicht nur in der 2.5D-Rastervariante) darzustellen und eine äußerst detaillierte digitale Abbildung des Realen zu schaffen, die wir drehen und wenden können wie es uns passt und die wir bis ins kleinste Detail (mm-Bereich) erforschen und analysieren können.

NEBEN DER REIN geometrischen Beschreibung enthalten die Punkte full-waveform-observables (Informationen über z.B. die Intensität der Rückstrahlung, die Reflektivität der Objekte etc.). Je nach Oberfläche nehmen diese unterschiedliche Werte an, wodurch Objekte klassifiziert werden können. Zudem kann man aufgrund der Werteausprägungen unterscheiden, ob es sich bei einer Punktvolke um ein Haus, eine Straße oder Vegetation handelt.

Anwendung von Laserscannerdaten in der Geographie - Forschungsfelder

UNSERE FRAGESTELLUNGEN ERSTRECKEN sich über weite Teile der Geographie, sodass man TLS als Methode nicht eindeutig einer geographischen Disziplin zuordnen kann. Da wäre z.B. die TLS-Anwendung in der Geoarchäologie. TLS hat das Potenzial, den status quo von Objekten zu dokumentieren und in digitaler Form abzuspeichern, wodurch diese zumindest virtuell/digital vor dem Verfall bewahrt und konserviert werden können. TLS überzeugt, da es eine zerstörungs- und berührungsfreie Methode ist. So wurde bspw. der jüdische Friedhof „Heiliger Sand“ in Worms erfasst. Des Weiteren wurde bspw. ein Abri (vom Menschen genutzter Felsvorsprung, Höhle) im Hochplateau der westlichen Andenkordillere erfasst und modelliert, der eine 10000 jährige Nutzungsdauer aufweist. Historische Zustände von Gebäuden, aber auch Landschaften können zudem rekonstruiert und modelliert werden, wie es beispielsweise beim bekannten Pulverturm am Heidelberger Schloss gemacht wurde. Informatiker des IWR setzten den abgebrochenen Teil im TLS-basierten Modell ‚einfach‘ wieder ein.

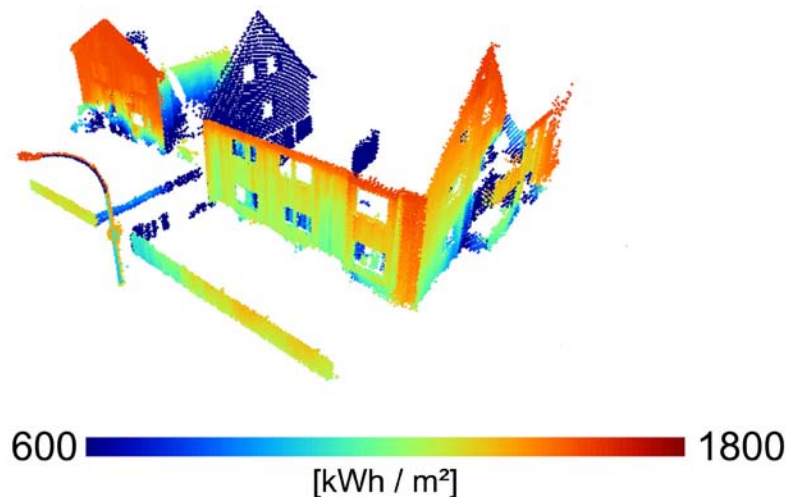
INTERESSANTE ANWENDUNGEN ERGEBEN sich auch für die physische Geographie. Auf dem peruanischen Altiplano konnte ein ganzes Tal mit einem Moor erfasst werden; die gescannte Fläche umfasst ca. 1,8 km² und stellt mit 90 GB den bisher größten Datensatz der LRG dar. Mit erfasst wurde eine Erosionsrinne (gully), deren Form im Rahmen einer Bachelor-Arbeit semi-automatisch detektiert wurde – ein möglicher Ausgangspunkt für die Modellierung flu-



3D-Modell des Pulverturms am Heidelberger Schloss, basierend auf TLS-Daten sowie Pulverturm mit eingesetztem Bruchstück.

Quelle: IWR und LRG.

vialmorphologischer Prozesse im Rahmen einer multitemporalen Analyse. Vielversprechend ist auch die Verschmelzung der überirdischen Punktwolke mit unterirdischen Geoelektrikdaten – eine Möglichkeit, unterschiedliche Sphären miteinander zu verknüpfen!?



Die jährliche solare Einstrahlung auf Hauswänden, dargestellt als eingefärbte dreidimensionale Laserpunktwolke. Quelle: B. Höfle.

Unsere Projekte

MIT UNSEREN AKTUELL laufenden Forschungsprojekten, die wir euch im Folgenden kurz vorstellen, bearbeitet die LiDAR Research Group aktuelle, gesellschaftlich relevante Themen und erweitert damit ständig die Anwendungsgebiete des Laserscannings: Gegenwärtig laufen beispielsweise Forschungsarbeiten von Dr. Marco Helbich, welche eine Immobilienpreisabschätzung mittels ALS-Daten und GIS durchführen, indem Indikatoren wie u.a. die täglichen Sonnenstunden, die sichtbare Vegetation oder auch der sichtbare Horizont von LiDAR-Daten abgeleitet werden.

Landesweite Beurteilung des Solarpotenzials von ungenutzten Lärmschutzwänden: Beitrag zum Einsatz erneuerbarer Energien

DIE ANALYSEN ZUM Potenzial von Solaranlagen beziehen sich derzeit vorwiegend auf Dach- und Freiflächen. Um das Nutzungspotential zu erweitern, bieten sich schon vorhandene, bislang aber noch ungenutzte Flächen an, beispielsweise vertikale Hausfassaden oder die Schallschutzwände am Rand der Autobahnen. Für die Berechnung der potenziellen solaren Einstrahlung solch dreidimensionaler Strukturen werden sehr detailreiche dreidimensionale Geodaten benötigt. Nur dann können Verschattungen von Solaranlagen durch nahe Objekte wie Dachüberstände oder Bäume so realistisch wie möglich berücksichtigt werden. Was bietet sich an dieser Stelle mehr an als die Analyse von 3D-Punktwolken? Neben der Berechnung des Solarpotenzials für vertikale Hauswände werden aktuell verschiedene Ansätze zur Kombination von Photovoltaik mit Lärmschutzeinrichtungen an Bundesfernstraßen erprobt. Gemeinsam mit der Firma geomer wird ein landesweites Kataster erstellt, auf Basis dessen wir das Photovoltaikpotenzial von Lärmschutzwänden errechnen.

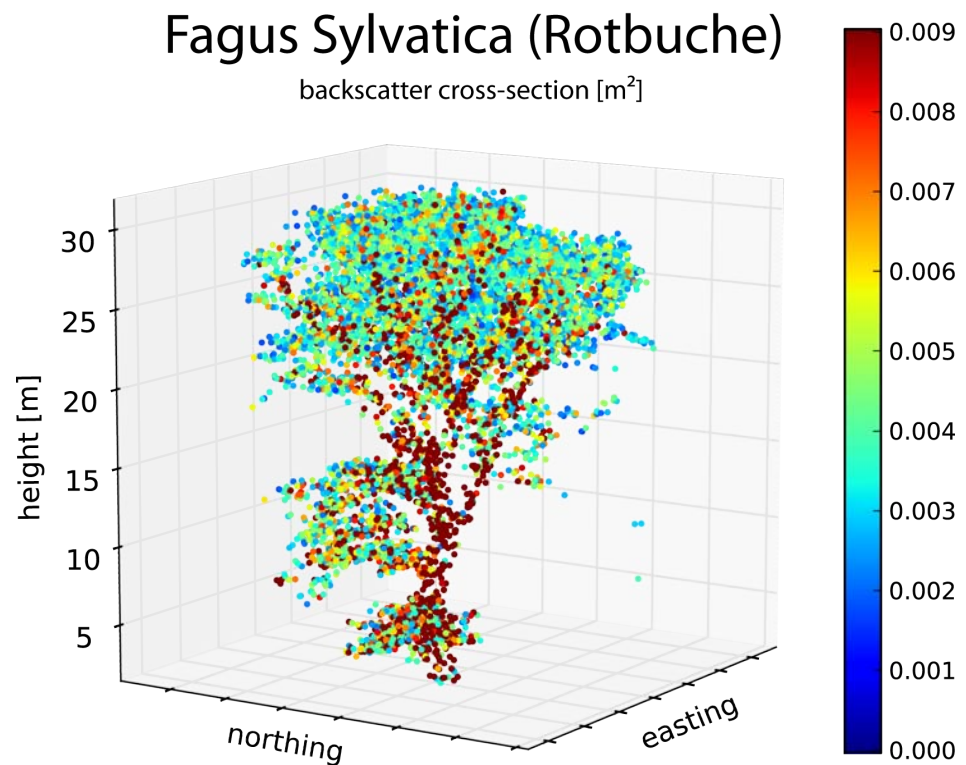


Foto und Punktwolke einer Rotbuche. Datenquelle: MA41 – Stadt Wien, Visualisierung: Kristina König

3D-Vegetationscharakterisierung mittels ALS: Erstellen einer internationalen Signaturdatenbank zur Vegetationscharakterisierung, -kartierung und -analyse (LVISA).

IM RAHMEN DES Global Networks Projekts „Airborne Laser Scanning for 3D Vegetation Characterization: Set-up of an International Signature Database“ entsteht LVISA. LVISA steht für „LiDAR Investigation and Signature Analysis System“ und soll u.a. der Charakterisierung, Kartierung und Analyse von Vegetation dienen. Die dreidimensionale Struktur von Vegetation kann mit gängigen Technologien und Verfahren nicht vollständig und präzise erfasst und analysiert werden. Beispielsweise nutzt die Forstwirtschaft zur Inventarisierung die altbekannte human power, sprich: Eine Gruppe von Menschen begibt sich in den Wald, zählt und vermisst alle Bäume, die innerhalb eines definierten Gebietes stehen. Zusätzlich werden Satellitenbilder oder Luftaufnahmen herangezogen, mit deren Hilfe dann der Zustand der Wälder oder die Artenzusammensetzung bestimmt wird. Doch mit Hilfe von LiDAR kann die dreidimensionale Struktur bestens erfasst werden. Das zentrale Element von LVISA ist eine Datenbank, die Punktwolken von Objekten (z.B. Bäumen) und objektbezogenen Informa-

tionen (Metadaten) enthält und somit die Verwaltung und Analyse dieser Daten ermöglicht. Die Daten sind sogenannte Referenzsignaturen, die unter definierten Bedingungen aus Laserpunktwolken erstellt werden. Diese Referenzsignaturen dienen der Klassifikation der Vegetation anhand charakteristischer Merkmale. Solch ein charakteristisches Merkmale ist beispielsweise die unterschiedliche Auprägung der backscatter cross-section innerhalb der verschiedenen Bauelemente (Stamm oder Geäst) wie in der Grafik sehr gut zu erkennen ist.. Zugang zu diesen Daten hat man über eine spezielle Webseite. Mit dieser kann der Standorte eines Objektes direkt auf einer OpenStreet-Map-Karte dargestellt, und gleichzeitig können die Features und Metadaten dieses Objektes ausgelesen werden. Beispielsweise können Informationen ausgegeben werden wie: Wann wurde der Baum gescannt und durch wen? Wie hoch oder breit ist der Baum? Oder sogar: Um welche Spezies handelt es sich eigentlich, ist dies eine Lärche oder eine Buche? Und wenn dies nicht ausreicht, der kann den Baum in 3D genauestens betrachten. Zukünftig soll auch die Visualisierung eigener Daten sowie deren Analyse via Webbrowser möglich sein.

Die Ableitung landwirtschaftlicher Parameter aus Laserscannerdaten im Bereich Precision Farming führen Laserscanning direkt ins Zentrum der Forschung um aktuelle Themen wie Ernährungssicherheit und Klimawandel (HyLand und ESOB).

IM KONTEXT VON Ernährungssicherheit und Krisenvorsorge steigt der Bedarf an innovativen Technologien und Anwendungen für Precision Farming und Ertragsabschätzungen. Wir entwickeln dazu Methoden zur Ermittlung von Pflanzen- und Bodenparametern aus Laserscannerdaten. Spezifische Eigenschaften von Pflanzen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien (vitale Vegetation vs. Erntereste) und die Eigenschaften der unbedeckten Bodenoberfläche können anhand von Schwellenwerten bzw. Signaturen ermittelt werden. Dieses Know-How dient als Klassifikationsgrundlage und fließt schließlich in die Quantifizierung von Hyperspektraldaten ein, die mit Pflanzenmodellen gekoppelt werden sollen, um Ertragsprognosen zu stellen, die eine besondere Genauigkeit versprechen. Die abgeleiteten Informationen dienen in einem weiteren Projekt der Optimierung im Bereich Pflanzenzüchtung und somit der Produktionssteigerung. Die Parameter dienen außerdem dem Verständnis komplexer Wachstumsprozesse von Pflanzen unter unterschiedlichen Standort- und Umweltbedingungen.

Dritte Geländekampagne (GK3) am JKI/Braunschweig, 15.10.2011



Erfassung eines Maisfeldes. Fotos und Visualisierung: B. Höfle.

NACHDEM IHR JETZT ja bestens wisst, was Laserscanning zu bieten hat, könnt ihr jederzeit bei der LiDAR Research Group anknöpfen und euch mit einer revolutionären Forschungsidee selbst verwirklichen – die Möglichkeiten der LiDAR-Methode sind noch lange nicht erschöpft ;-)



QUELLENANGABEN

Projekt HyLand:

<http://hyland.uos.de/index.php?site=home&lang=en>
http://www.geog.uni-heidelberg.de/forschung/gis_hyland.html

Projekt ESOB :

http://www.geog.uni-heidelberg.de/forschung/gis_esob.html

Jüdischer Friedhof „Heiliger Sand“ in Worms:

<http://www.spiegel.de/fotostrecke/friedhof-heiliger-sand-raetsel-aus-der-juedischen-vergangenheit-fotostrecke-56511.html>

Mehr Info:

www.lrg.uni-hd.de