



3D Vegetationskartierung: flugzeuggestütztes Laserscanning für ein operationelles Waldstrukturmonitoring

R. Leiterek, F. Morsdorf, M.E. Schaepman, W. Mücke, N. Pfeifer, M. Hollaus

Remote Sensing Laboratories
University of Zurich

<http://www.geo.uzh.ch/en/units/rs/>

Institute of Photogrammetry & Remote Sensing
Vienna University of Technology

<http://www.ipf.tuwien.ac.at/>

Waldstrukturmonitoring – Warum eigentlich?



Indikator für:

- Produktivität (z.B. Bestandesdichte)
- Widerstandsfähigkeit (z.B. Krankheiten, Sturmschäden)
- Biodiversität (z.B. Artenanzahl)
- Habitatbeurteilung (z.B. Totholz)
- Ökosystemänderungen





Operationalität – Warum eigentlich?

Operationelle Fernerkundungsmethoden:

- flächendeckend
- geringer Zeitaufwand
- kosteneffizient
- wiederholbar
- robust und übertragbar

Einschränkungen durch:

- Stichprobenverfahren
- Zeitaufwand
- Kosten
- Wiederholbarkeit
- Subjektivität

[Foody 2010, Haara & Leskinen 2009, Strand et al. 2002, Saatchi & Moghaddam 2000]

Bundeswaldinventur: alle 10 Jahre

[BMELV 2011: Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (2011-2012)]



Inhalt

Einleitung

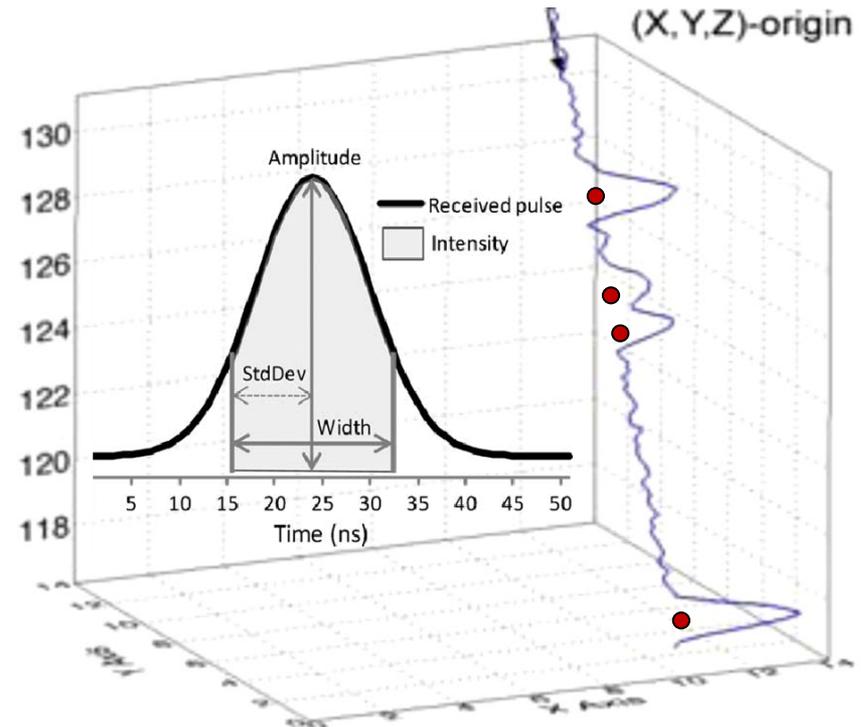
Methoden

Ergebnisse

Zusammenfassung & Ausblick

Einleitung: flugzeuggestütztes Laserscanning

- aktive Fernerkundungsmethode
- basierend auf Laufzeitmessungen
- Ortsbestimmung (x,y,z) des reflektierenden Objektes
- physikalische Beschreibung des Objekts möglich



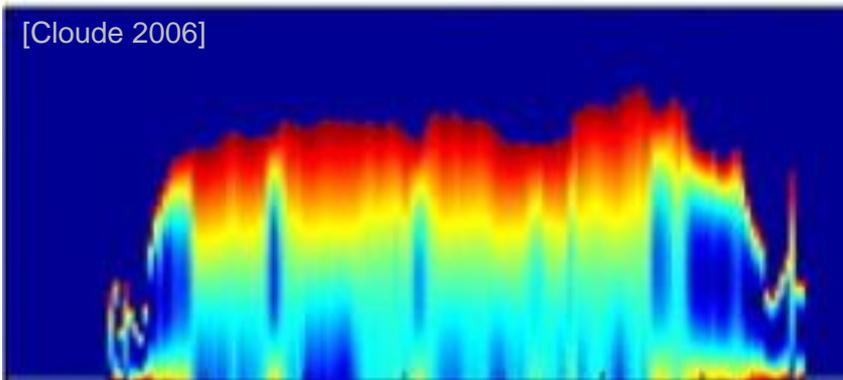
[Persson et al. 2005]

Einleitung: Laser Scanning – Warum eigentlich?

[Image courtesy of AGIS 2012]



[Cloude 2006]



[Morsdorf 2012]

multi-/ hyperspektrale Systeme

SAR Systeme

Laser Scanning



Methoden: Anforderungen

- automatisch, robust, übertragbar
- kein Training und/ oder Kalibration notwendig
- physikalisch basierter Ansatz
- ausschließlich Verwendung von ALS Daten
- Parametrisierung -> minimale Baumhöhe: 3 m
Signifikanzlevel: 5%
räuml. Auflösung des Grids: 1 m

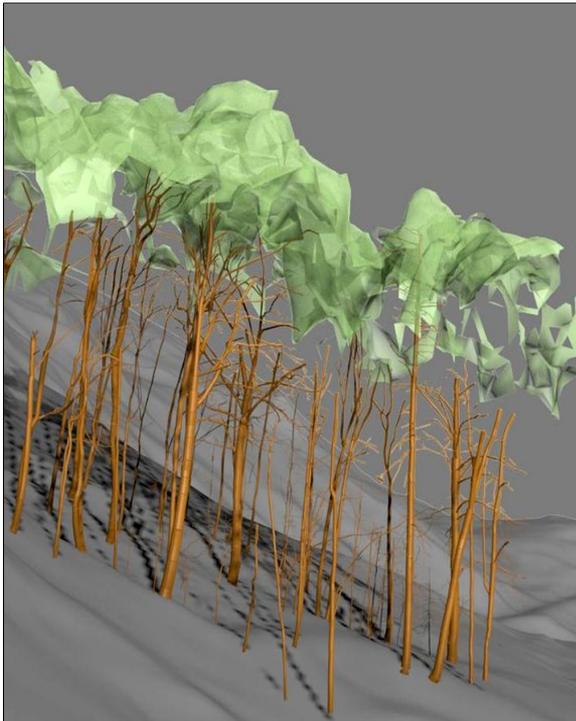


Methoden: Laserscanning Daten

	LMS-Q560	LMS-Q680i
wavelength [nm]		1550 nm
pulse frequency [Hz]		200 000 Hz
scan angle [deg]		± 15 deg
mean operating altitude above ground [m]		500 m
mean diameter of footprint in nadir [m]		0.25 m
mean ground point / echo density [pts/ m ²]	20 pts/m ²	40 pts/m ²
date/time of acquisition	10.04.2010 (12:37 - 14:05 UTC)	01.08.2010 (12:46 - 14:29 UTC)

[Lemmens 2009, Wagner et al. 2008, Hug et al. 2004]

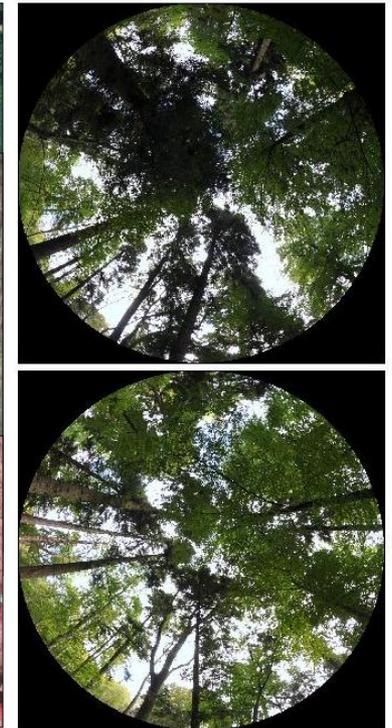
Methoden: Daten für die Validierung



Terrestrisches Laserscanning



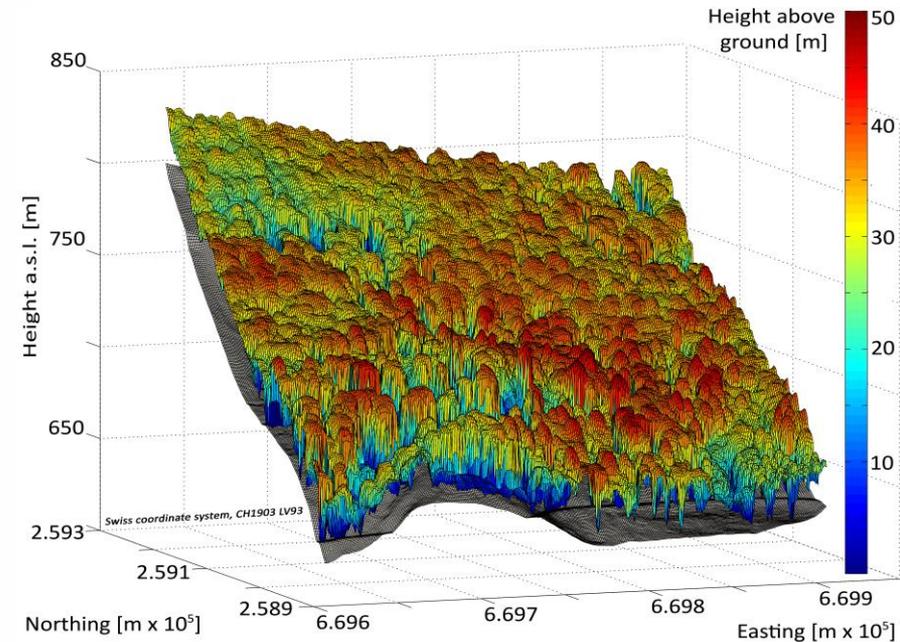
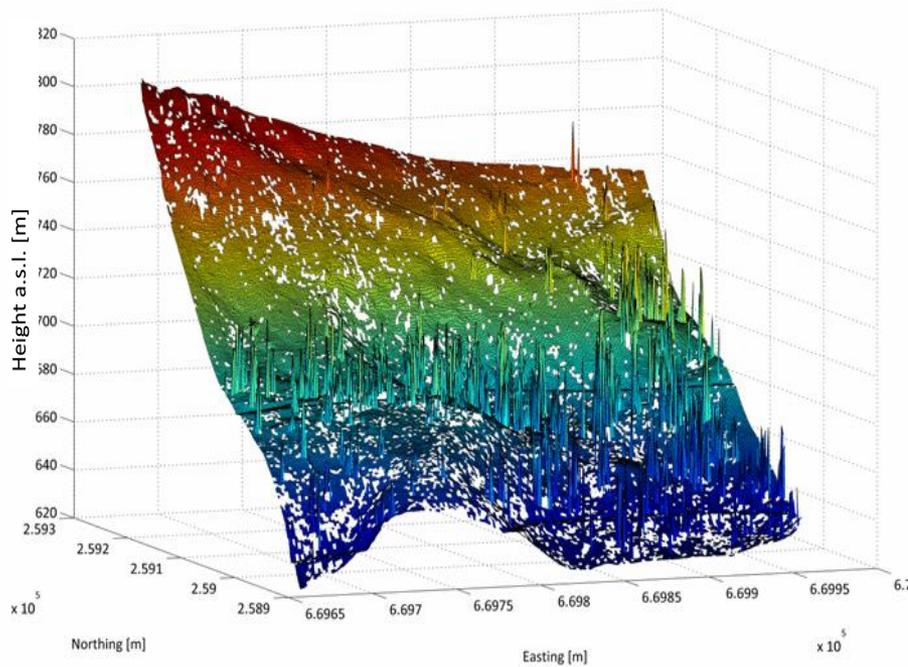
Luftbilder



Digitale Hemisphärische
Fotografien, Forstinventur

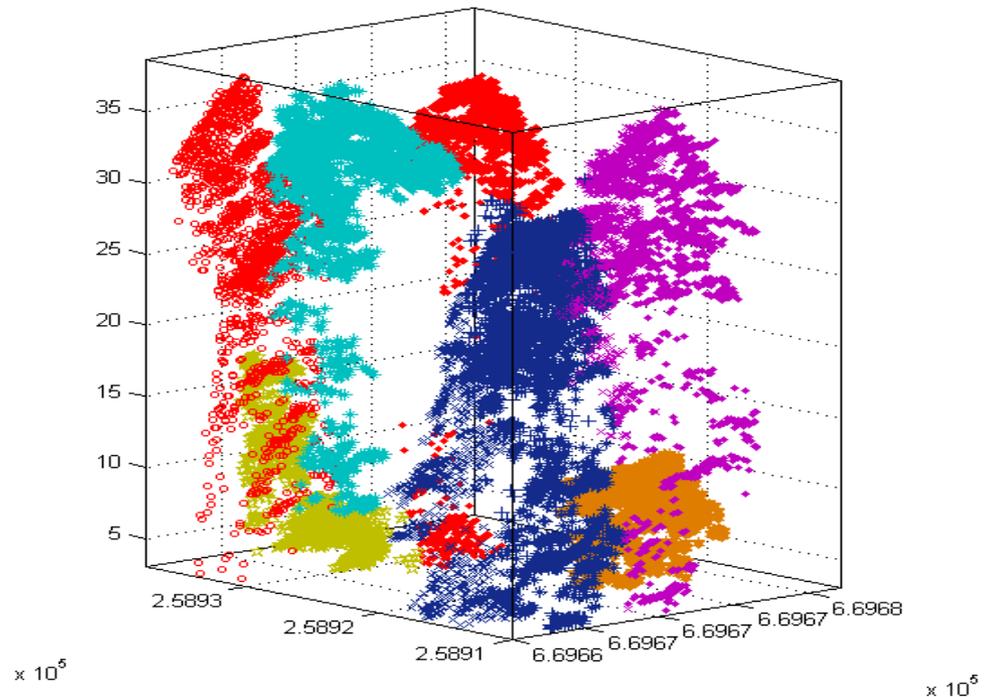
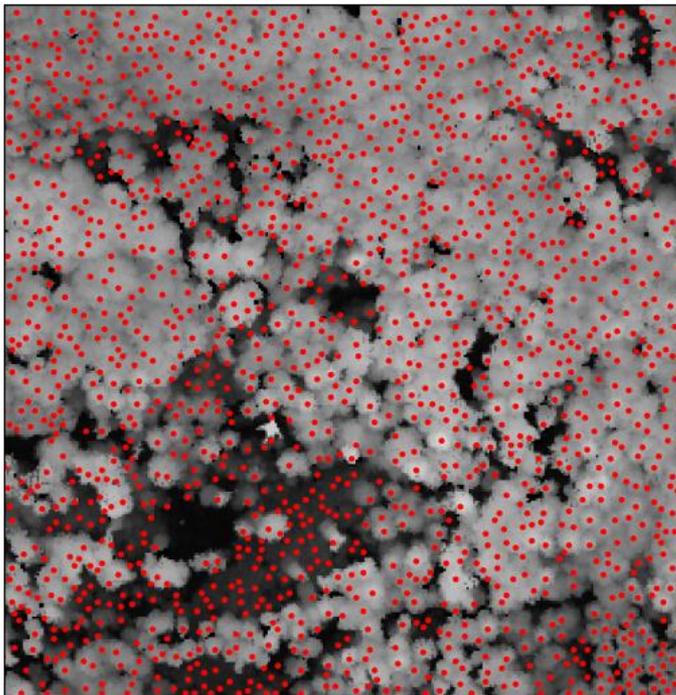
Methoden: Prozessierung der Punktwolke

- Erstellung von Gelände-, Höhen- und Vegetationshöhenmodell

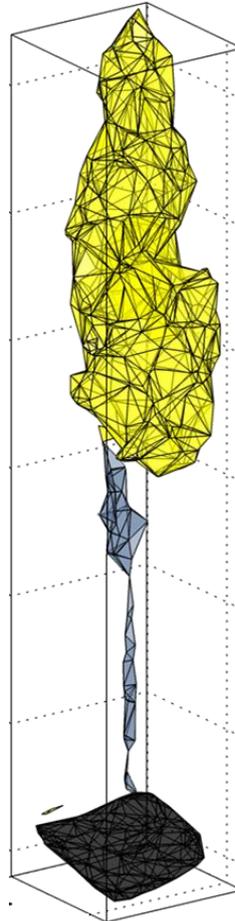


Methoden: Prozessierung der Punktwolke

- Bestimmung der Baumpositionen
- Clustering der Punktwolke auf Einzelbaumebene



Methoden: Prozessierung der Punktwolke



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m]

Kronenlänge [m]

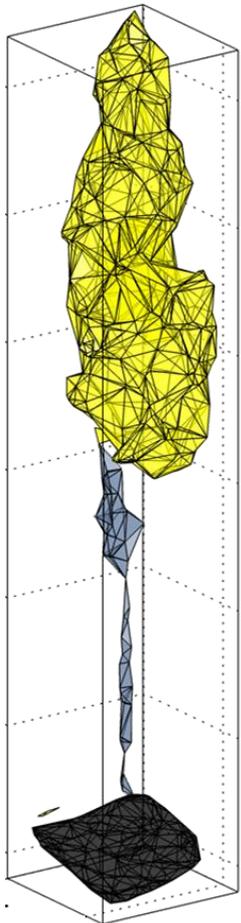
Kronendichte [%]

Unterscheidung Nadel- / Laubwald

Unterwuchsbestimmung

Baum-/ Kronenposition

Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m]

Kronenlänge [m]

Kronendichte [%]

Unterscheidung Nadel- / Laubwald

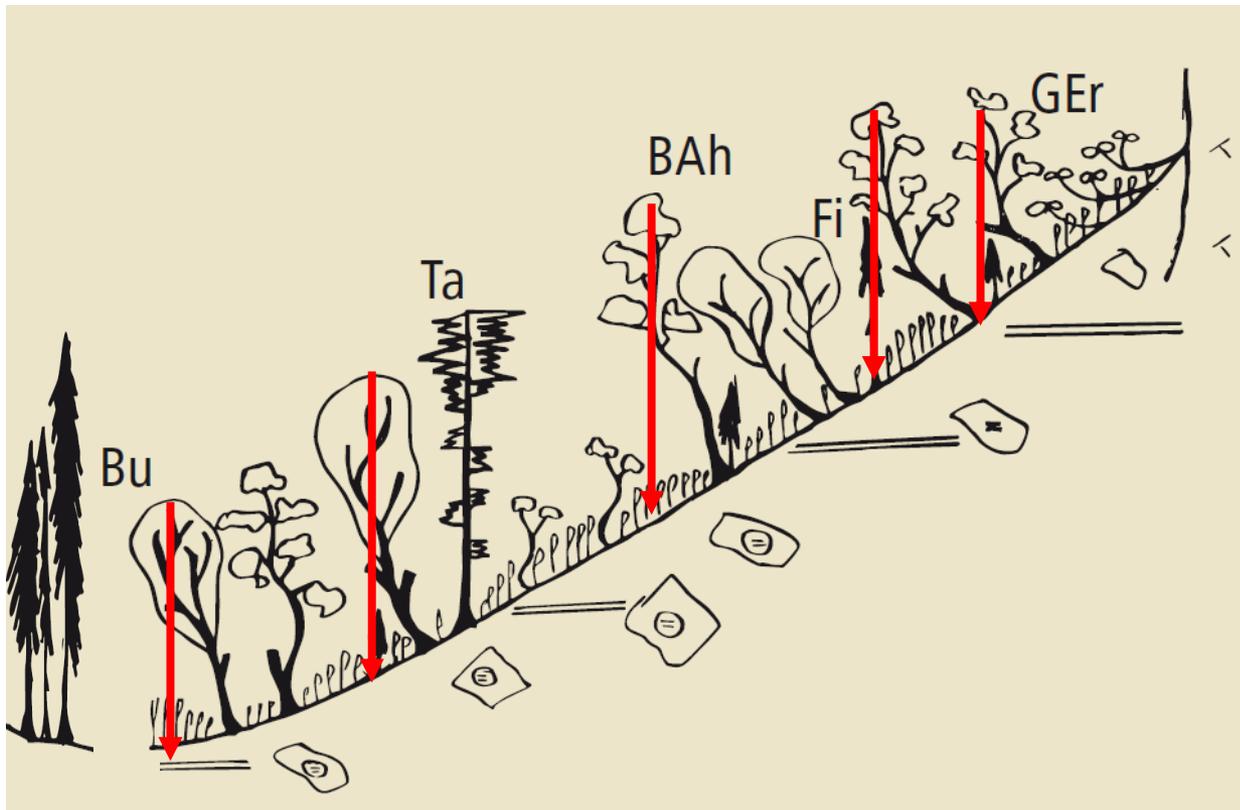
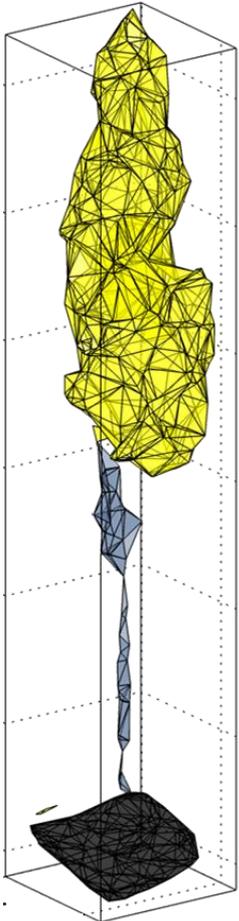
Unterwuchsbestimmung

Baum-/ Kronenposition

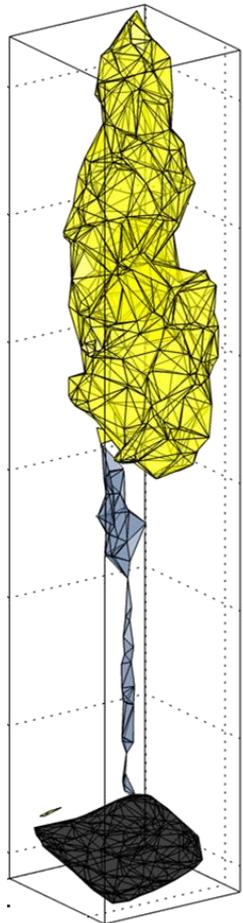
Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen

Baumhöhe [m]

-> 0.6 m (mittlerer Fehler)



Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m]

Kronenlänge [m]

Kronendichte [%]

Unterscheidung Nadel- / Laubwald

Unterwuchsbestimmung

Baum-/ Kronenposition

Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen

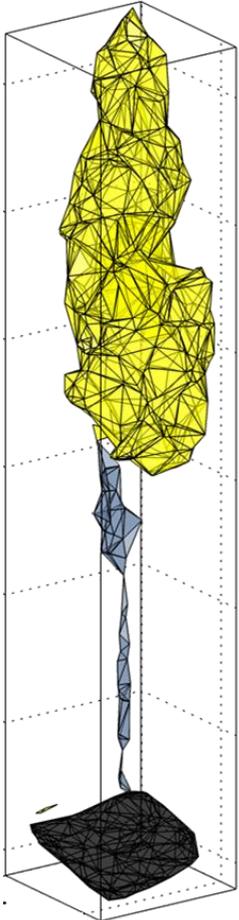
Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

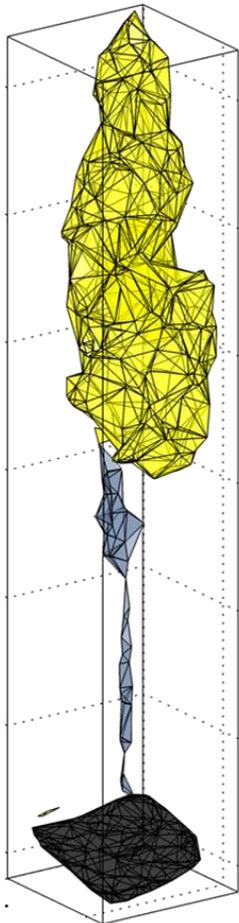
Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]



Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m] -> 2.8 m (mittlerer Fehler)

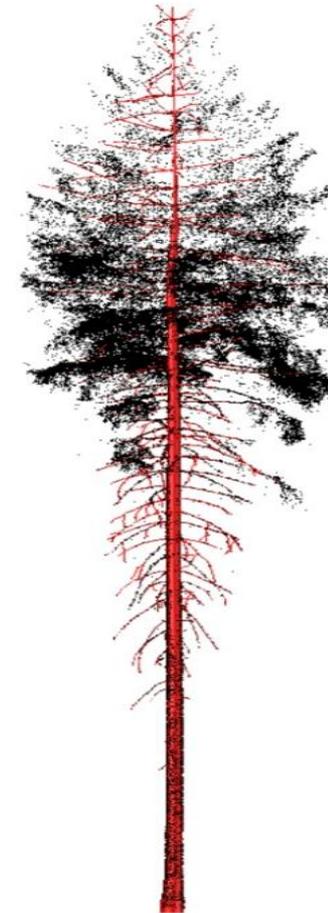
Kronenlänge [m] -> 2.6 m (mittlerer Fehler)

Kronendichte [%]

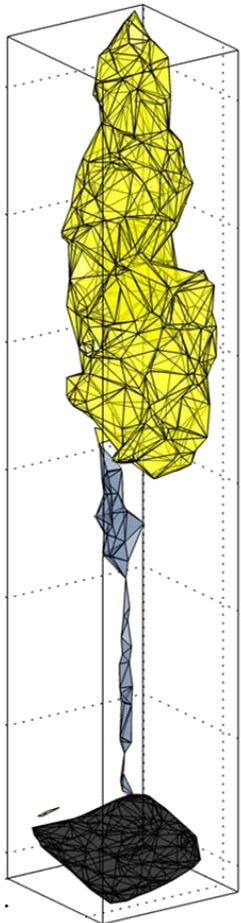
Unterscheidung Nadel- / Laubwald

Unterwuchsbestimmung

Baum-/ Kronenposition



Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m]

Kronenlänge [m]

Kronendichte [%]

Unterscheidung Nadel- / Laubwald

Unterwuchsbestimmung

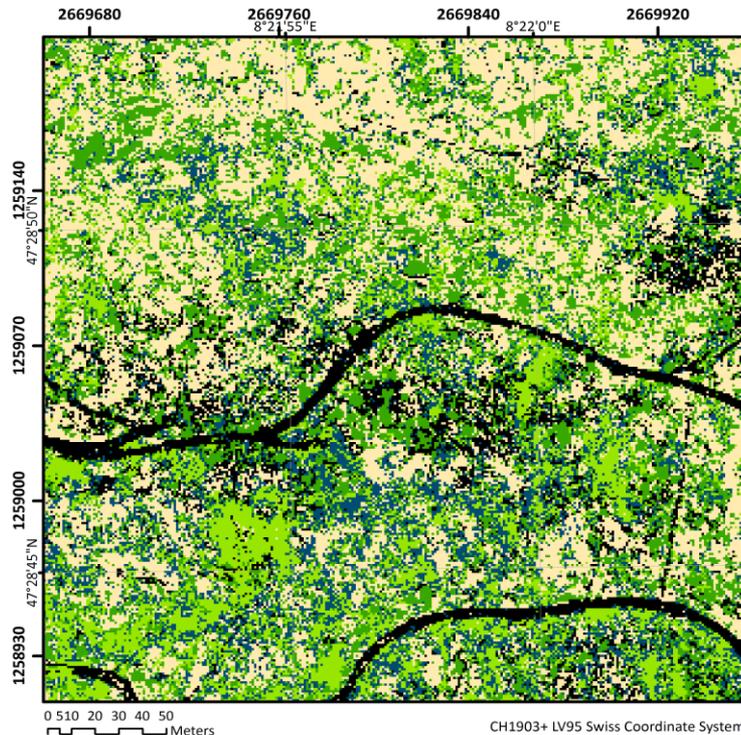
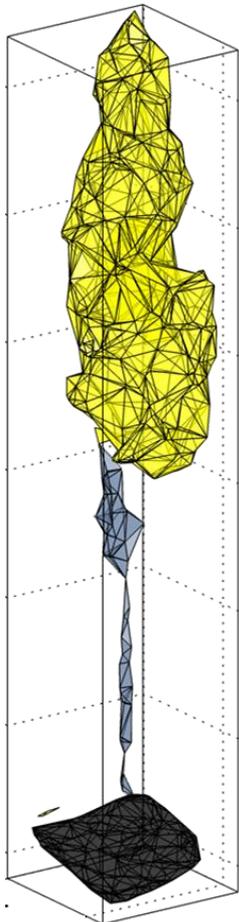
Baum-/ Kronenposition

-> r^2 : 0.78

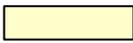
-> OA: 89.7%

-> Detektion: 78%

Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



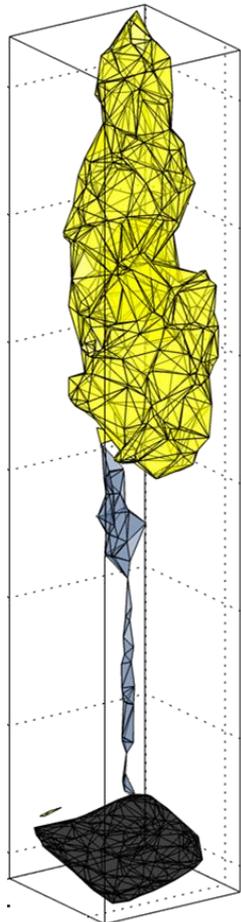
Ground properties

-  non vegetated
-  non-photosynthetically active vegetation
-  vegetation < 20 cm a.g.
-  vegetation 20 – 50 cm a.g.
-  vegetation > 50 cm a.g.

Unterwuchsbestimmung
Baum-/ Kronenposition

-> Detektion: 78%, OA: 57%

Ergebnisse: Genauigkeiten der Strukturvariablen



Baumhöhe [m]

Kronenoberfläche [m²]

Kronendurchmesser [m]

Kronenvolumen [m³]

Kronentraufe [m²]

Kronenbasis [m]

Kronenlänge [m]

Kronendichte [%]

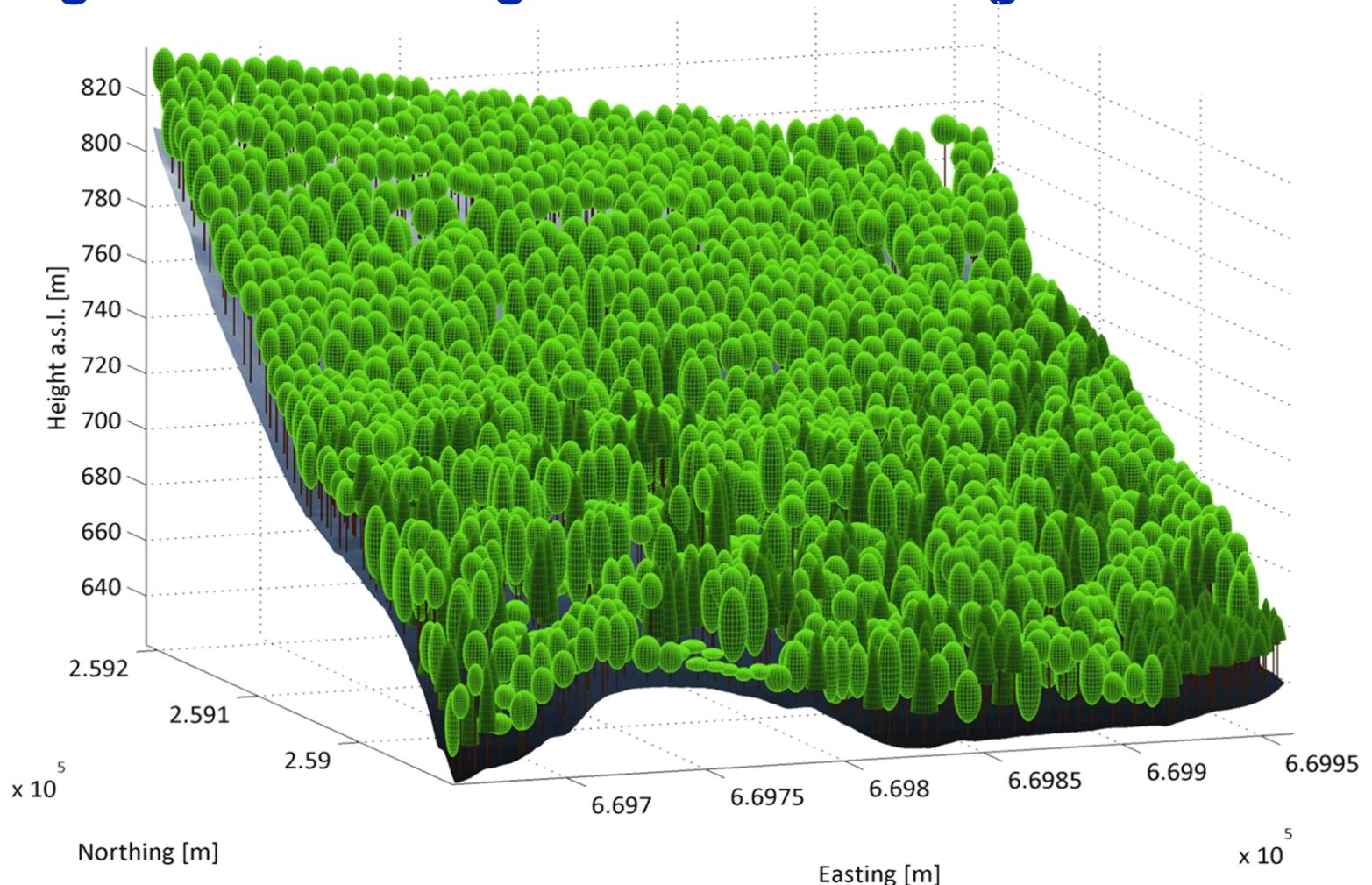
Unterscheidung Nadel- / Laubwald

Unterwuchsbestimmung

Baum-/ Kronenposition -> commission error: 5.2%, omission error: 13.1%



Ergebnisse: 3D Vegetationskartierung



Zusammenfassung

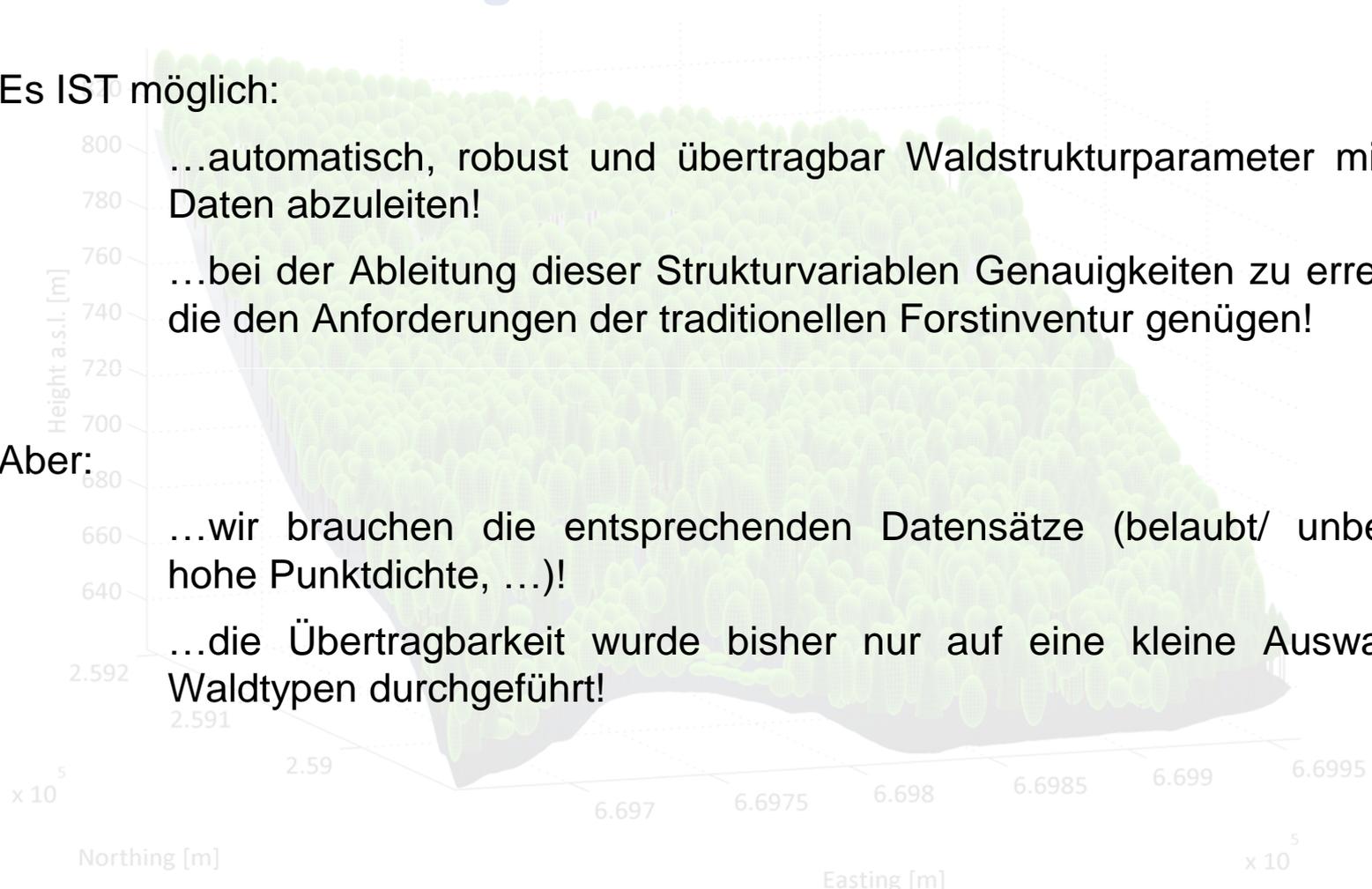
Es IST möglich:

...automatisch, robust und übertragbar Waldstrukturparameter mit ALS Daten abzuleiten!

...bei der Ableitung dieser Strukturvariablen Genauigkeiten zu erreichen, die den Anforderungen der traditionellen Forstinventur genügen!

Aber:

...wir brauchen die entsprechenden Datensätze (belaubt/ unbelaubt, hohe Punktdichte, ...)!
...die Übertragbarkeit wurde bisher nur auf eine kleine Auswahl an Waldtypen durchgeführt!

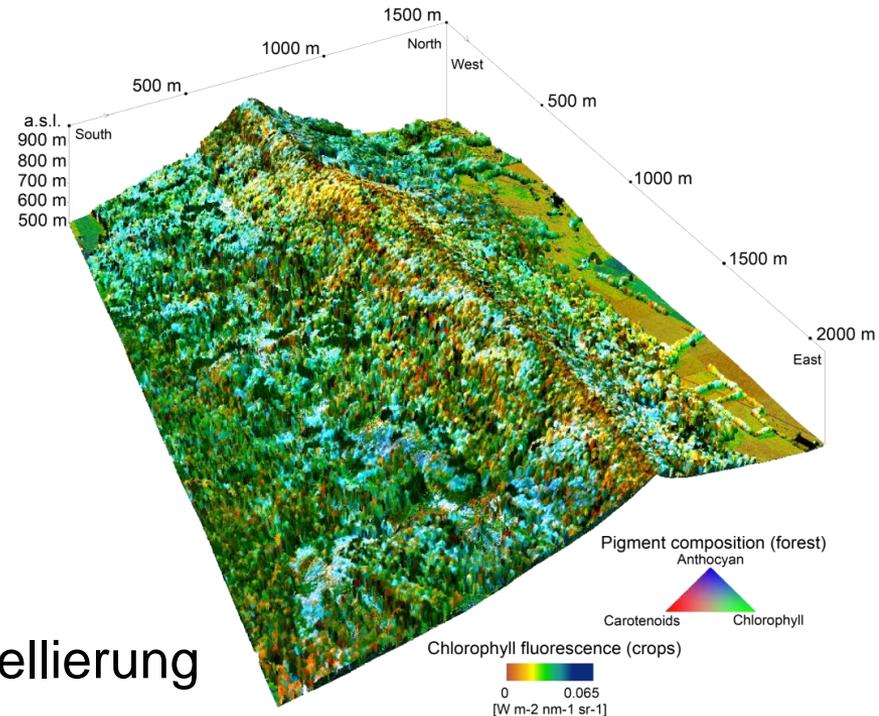


Zusammenfassung



Ausblick

- Datenfusion:
 - SAR Tomographie
 - hyperspektrale Daten
- Integration in Ökosystemmodellierung (DGVM, forest gap models)





Danke für die Aufmerksamkeit!

