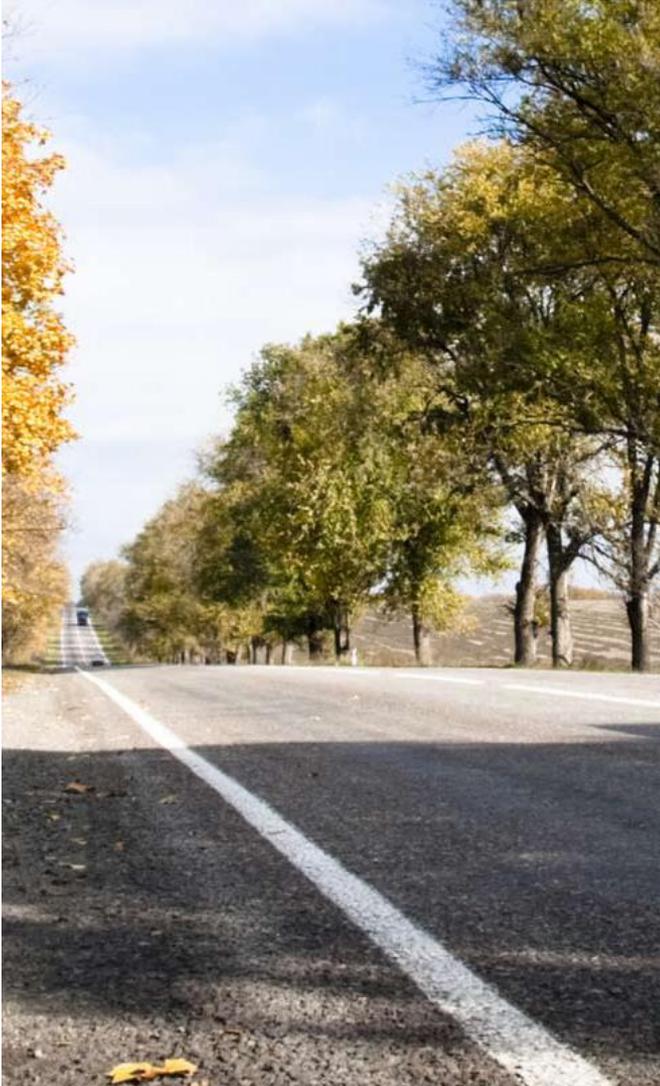


Automatische Detektion von Straßenbäumen in Laserpunktwolken

Dr. Dietmar Berthold
Leiter Datenbanken/SIB

LEHMANN + PARTNER GmbH
Schwerborner Straße 1, D-99085 Erfurt
www.die-strassengutachter.de



Gliederung

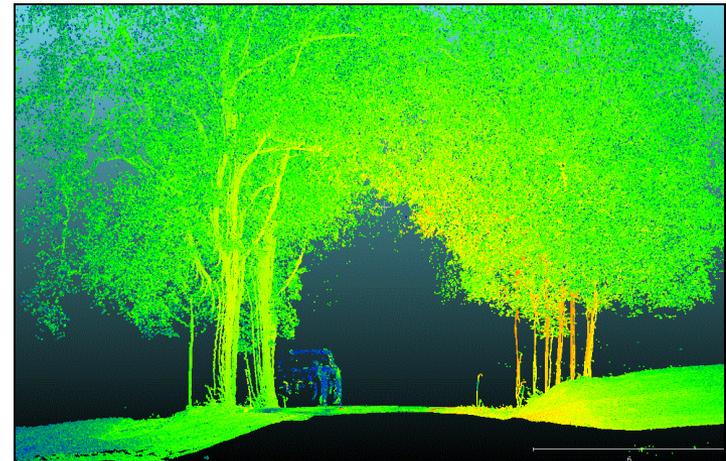
Zielstellung

Befahrung

Verarbeitung

Ergebnisse

Ausblick



Bestandsdokumentation für die Straßeninformationsbank

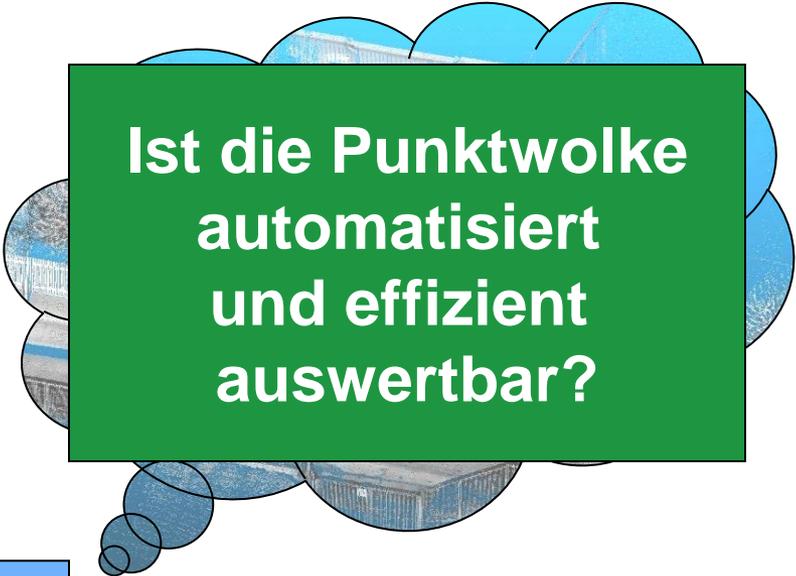
Erzeugen von Bestandsobjekten

örtliches
Aufmaß
(Begehung)

GIS-basiert
(Bestandspläne)

fotogram-
metrisch
(Bildauswertung)

scanner-
basiert,
kinematisch



**Ist die Punktwolke
automatisiert
und effizient
auswertbar?**

- 3D-Abbild der Straße
- hochgenau und detailliert
- unstrukturiert
- gigantische Ausmaße

Pilotprojekt: Mobiles Laserscanning Straßenbäume

Verkehrssicherungspflicht:

- Wo steht der straßennahe Baum: Eigentümer?
- Kann der Baum zur Gefahr werden?

Pflege und Unterhaltung des Straßenbegleitgrüns

Baumkataster, Naturschutz, Tourismus



Pilotprojekt mit der TU Delft (NL), Dept. of Geoscience & Remote Sensing, im Auftrag der LIST Gesellschaft für Verkehrswesen und ingenieur-technische Dienstleistungen mbH mit freundlicher Unterstützung durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

Zu erfassende Parameter für jeden Baum

Standort

geografische Koordinate

davon abgeleitet

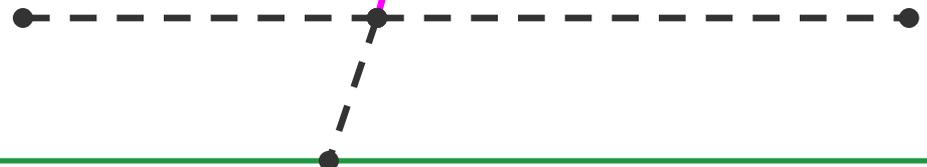
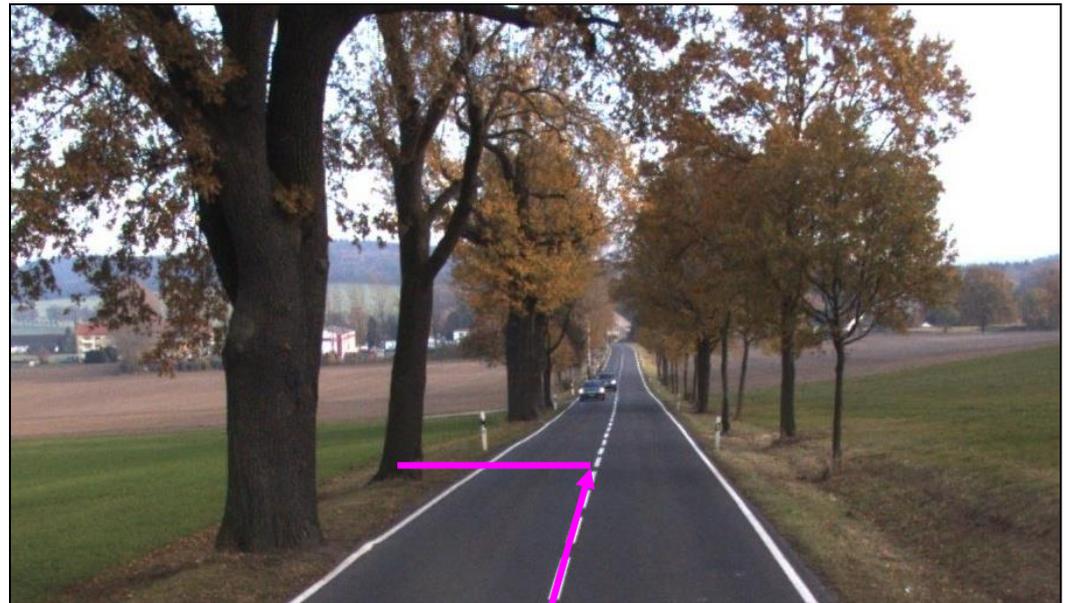
Straße, Straßenabschnitt,
Station [m],
seitliche Lage [m]

Aufmaße

Kronendurchmesser [m]

Baumhöhe [m]

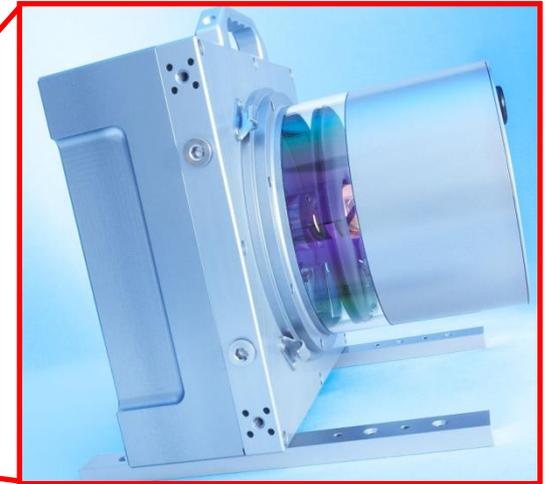
**Stammdurchmesser
in Brusthöhe [dm]**



Mobile Mapping System

Positionierungssystem LV POS 420 (APPLANIX)

- Positions- und Raumwinkelbestimmung mit 200 Hz
- Postprozessingsoftware POSPAC MMS
- absolute Lagegenauigkeit der Cloud ca. 15 cm (mit Passpunkten bis zu 2 cm)



Clearance Profile Scanner CPS (Fraunhofer IPM Freiburg)

- Laserklasse 1 (augensicher)
- Entfernungsauflösung 1 mm
- Messentfernung bis zu 30 m
- Erfassungswinkel 350°
- Schutzart Gehäuse IP67

Mobile Mapping System

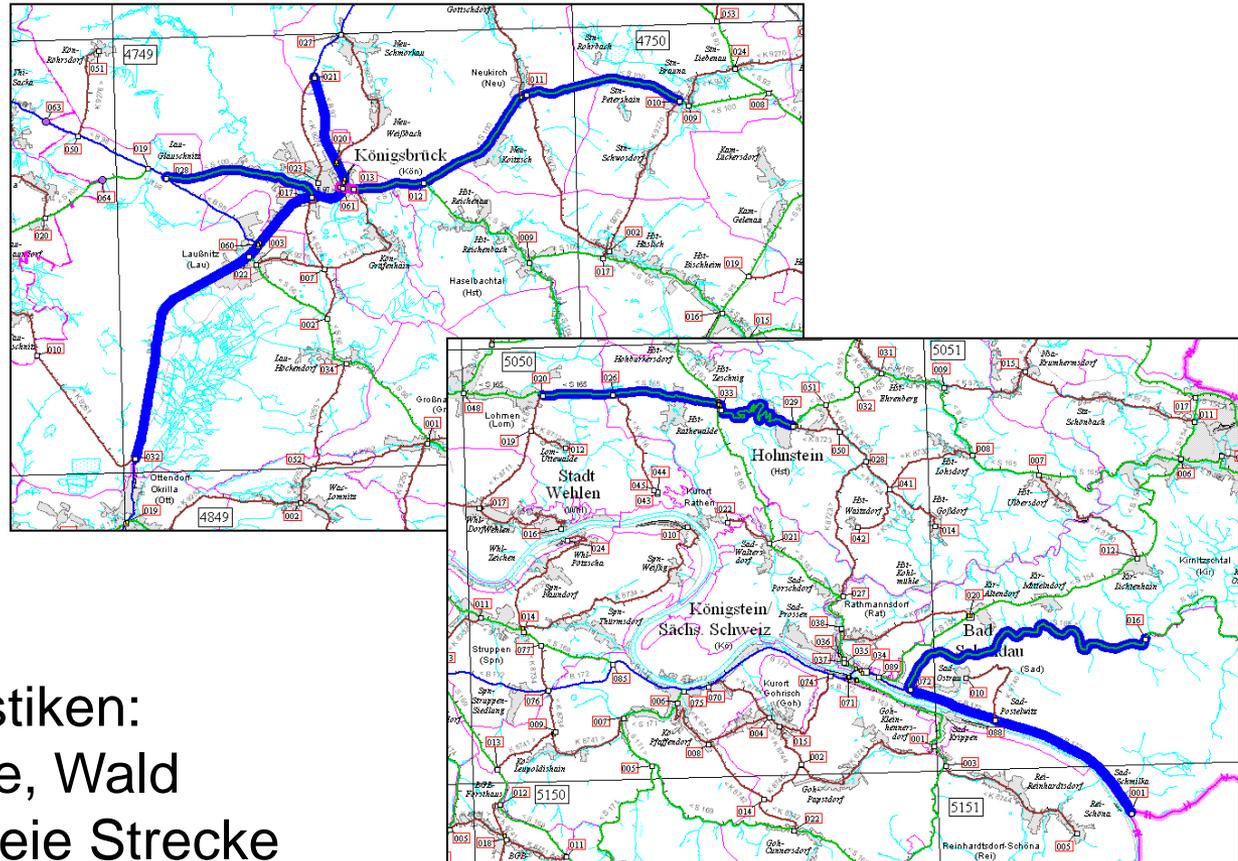
Clearance Profile Scanner CPS

- Scan-Frequenz bis zu 200 Hz (rotierender Spiegel)
- Längenmessung mittels Phasenvergleichsverfahren
- Jeder 3D-Messpunkt ist georeferenziert und hat zusätzlich einen Intensitätswert (x, y, z, i)
- bis zu zwei Mio. Messpunkte je Sekunde



Measuring range	≈ 1 m* ...30 m
Distance-Resolution	about 1mm
Intensity-Resolution	12 bit
Unambiguous measurement range	≥ 50 m
Accuracy at an object reflectivity of 90 % 10 %	± 3 mm at 5 m (σ-value) ± 7 mm at 5 m (σ-value)
Scanning angle	≈ 350° (an angle of ≈10° is shadowed by mechanical mountings)
Scanning frequency	10...200 profiles per sec (200Hz rotation speed)**
Sampling frequency distance	Up to 2 Million measurement points per sec
Measurement points per profile @200 Hz rotation speed	up to 10.000
Tangential resolution (distance between center of adjacent points) @ 200Hz rotation speed	≈ 4mm @ 3m distance
Longitudinal resolution (distance between center of adjacent points) @ 200Hz rotation speed	≈ 14mm @ 10km/h ≈ 70mm @ 50km/h ≈ 140mm @ 100km/h
Ambient temperature during Storage Operation***	For acquisition unit / PC - 40 + 50° C / - 20 + 70° C - 20 + 50° C / + 5 + 35° C

Befahrung von ca. 2 x 50 km Bundes-/Staatsstraßen in Sachsen (jeweils beide Richtungen)



verschiedene
Streckencharakteristiken:
Alleen, Einzelbäume, Wald
Ortsdurchfahrten, freie Strecke

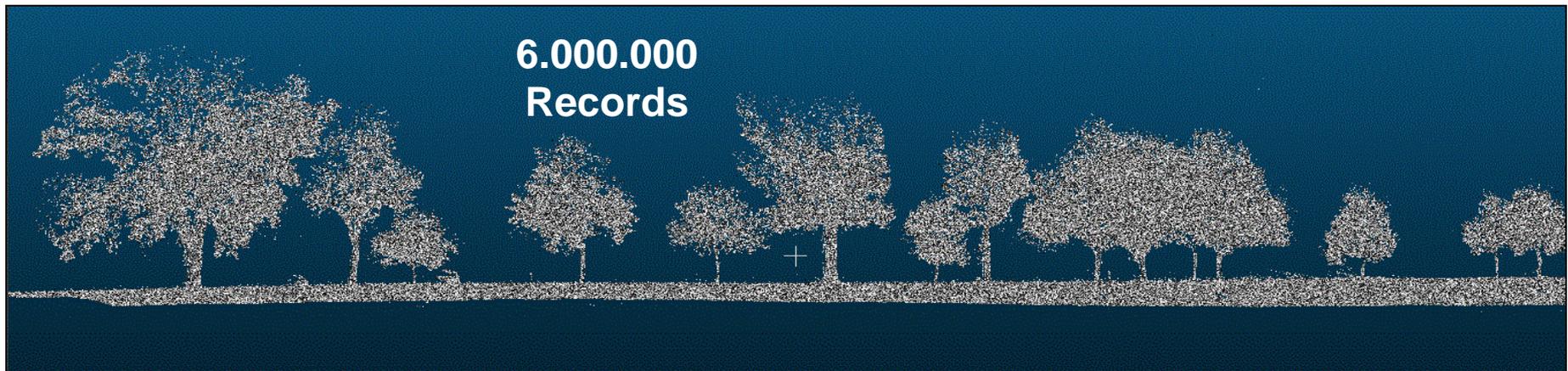
Resultat:

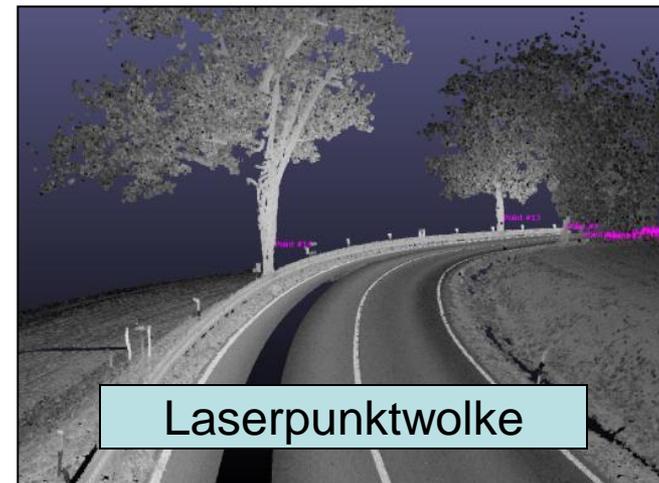
ca. 6 Mrd. 3D-Messpunkte
ca. 120 GByte Laserscannerrohdaten (binär)
ca. 243 GByte im ASCII-xyzi-Format

Und nun?

x-Koordinate	y-Koordinate	z-Koordinate	i-Intensität
429671.0270	5681868.3264	228.2838	1962
429671.0283	5681868.3245	228.2885	1904
429671.0235	5681868.3306	228.2909	1878
:	:	:	:

6.000.000.000
Records





- Erkennung komplexer Strukturen/Objekte noch in den Anfängen
 - kann hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten erreichen
 - Fehlerrate bei der Detektion (Nacherfassung)
- ➔ **Werkzeug zur initialen Massendatenerfassung**



- unschlagbar bei der Erkennung von Strukturen und Objekten
 - kann kritische und Sonderfälle bewerten und entscheiden
 - zu geringe Effizienz bei Massendaten
- ➔ **Validierung und Nacherfassung**

Entwicklung einer Softwarelösung, die aus der Punktwolke automatisch **Einzelbäume als Objekte** detektiert.

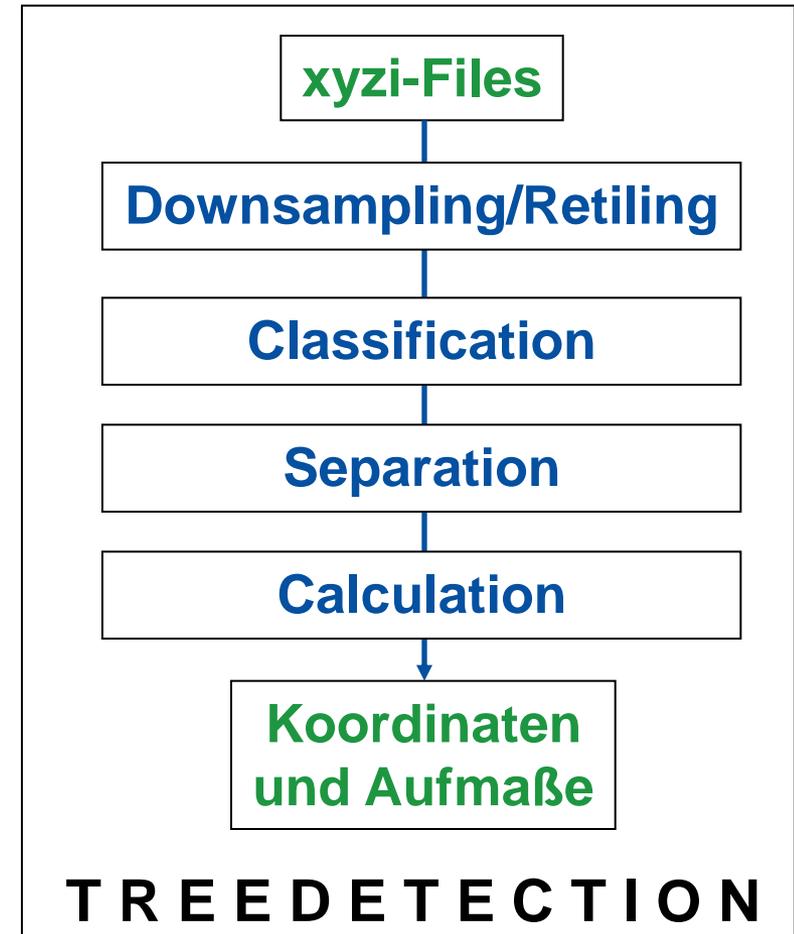
Kooperation mit der TU Delft (NL),
Dept. of Geoscience & Remote Sensing
(Dr. R. C. Lindenbergh)

auf Basis Open Source Software,
tw. schon vorhanden (EU-Projekt IQmulus)

Nutzung der freien Point Cloud Library (PCL)

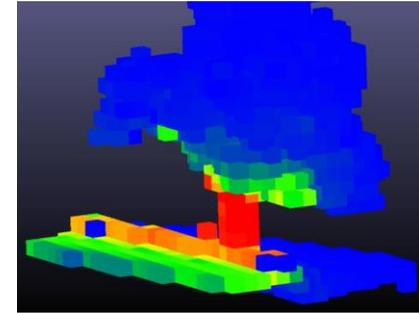
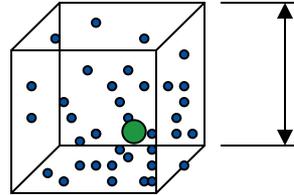
Optimierung der Algorithmen bzgl. der
hier relevanten Fragestellungen

mehrstufiges geometrisches Verfahren,
parametergesteuert, Stapelbetrieb

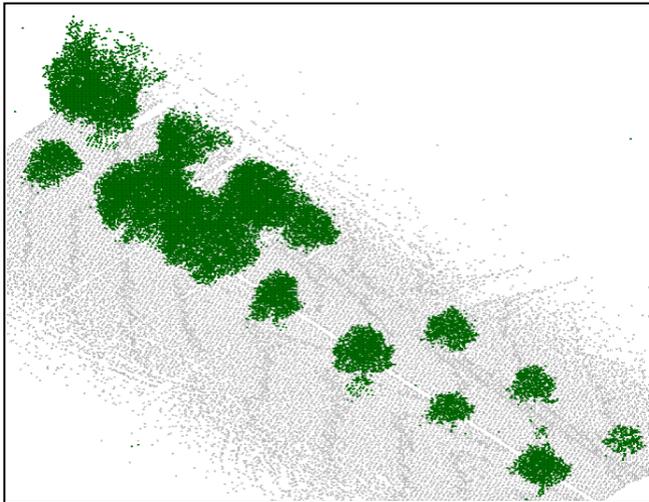


Downsampling/Retiling

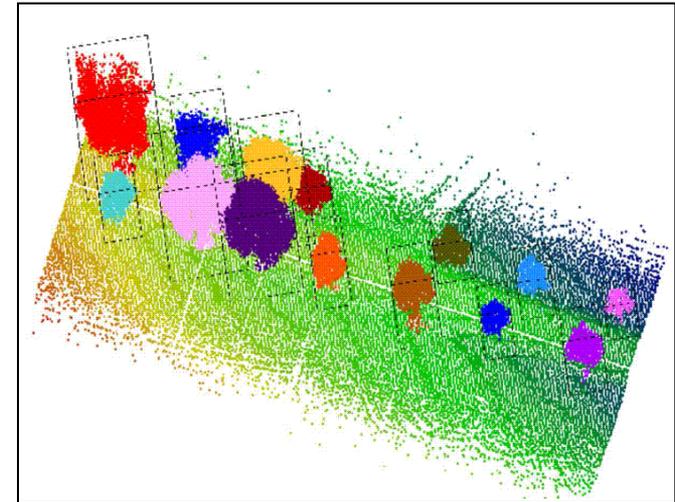
- Bildung von Voxeln
- Reduktion der Datenmenge



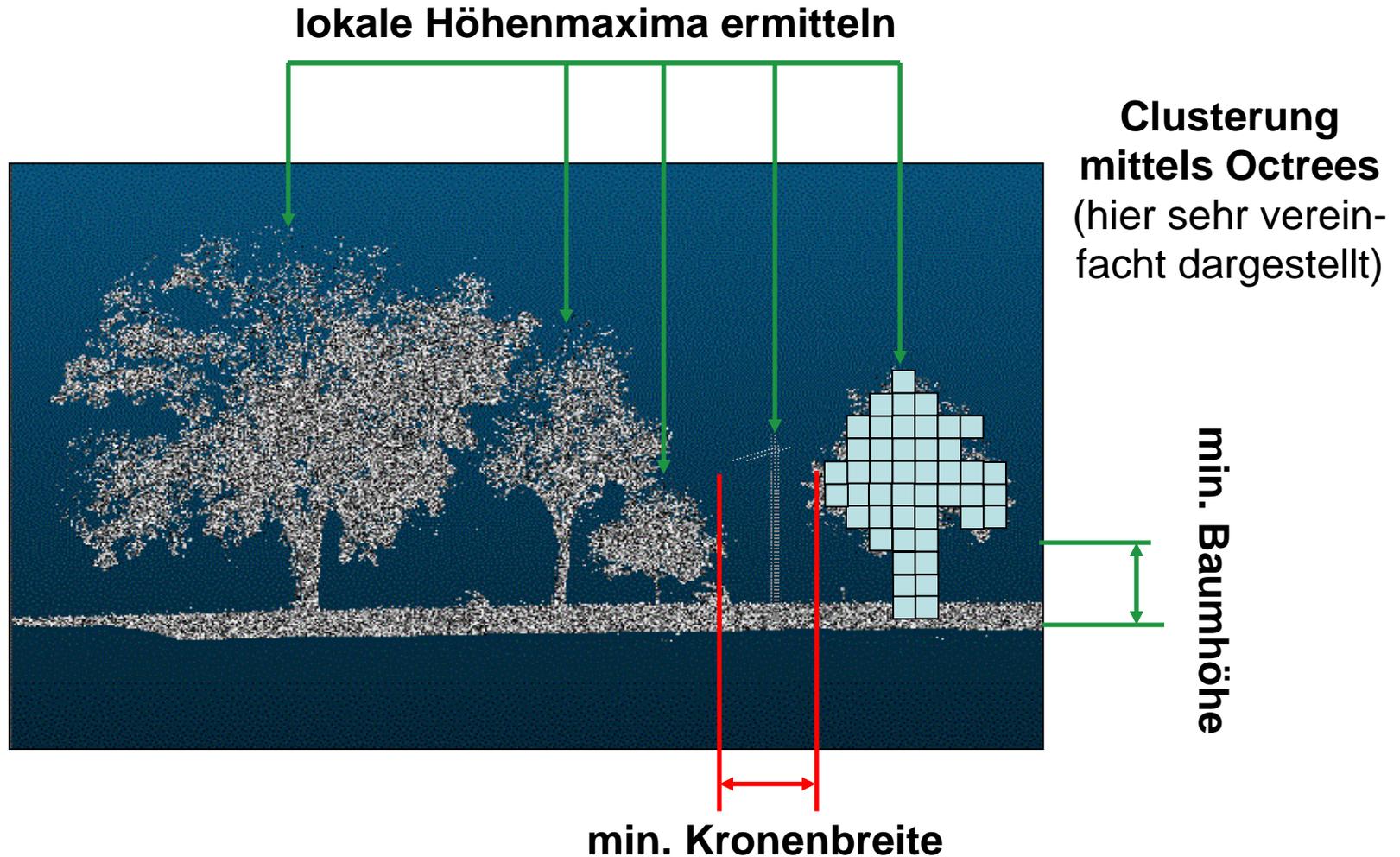
Classification



Separation

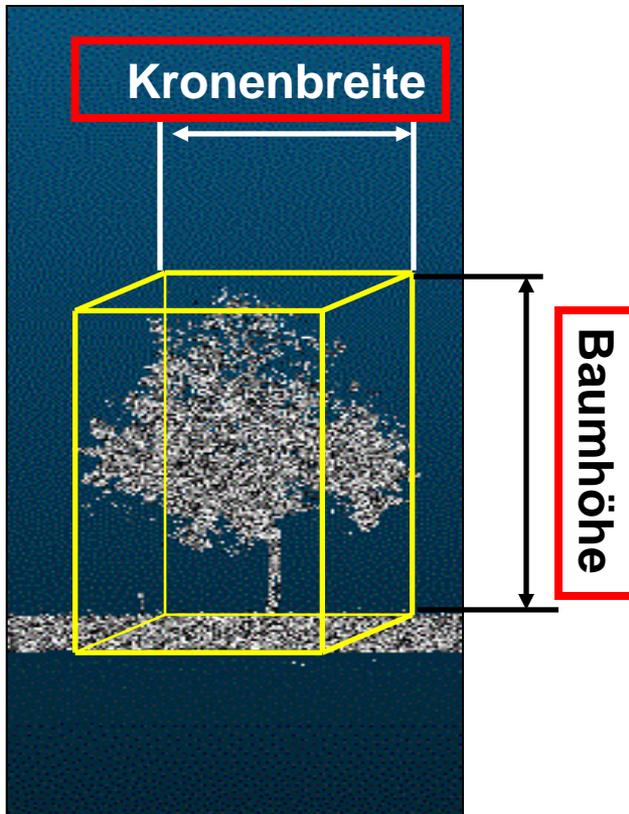


Separation

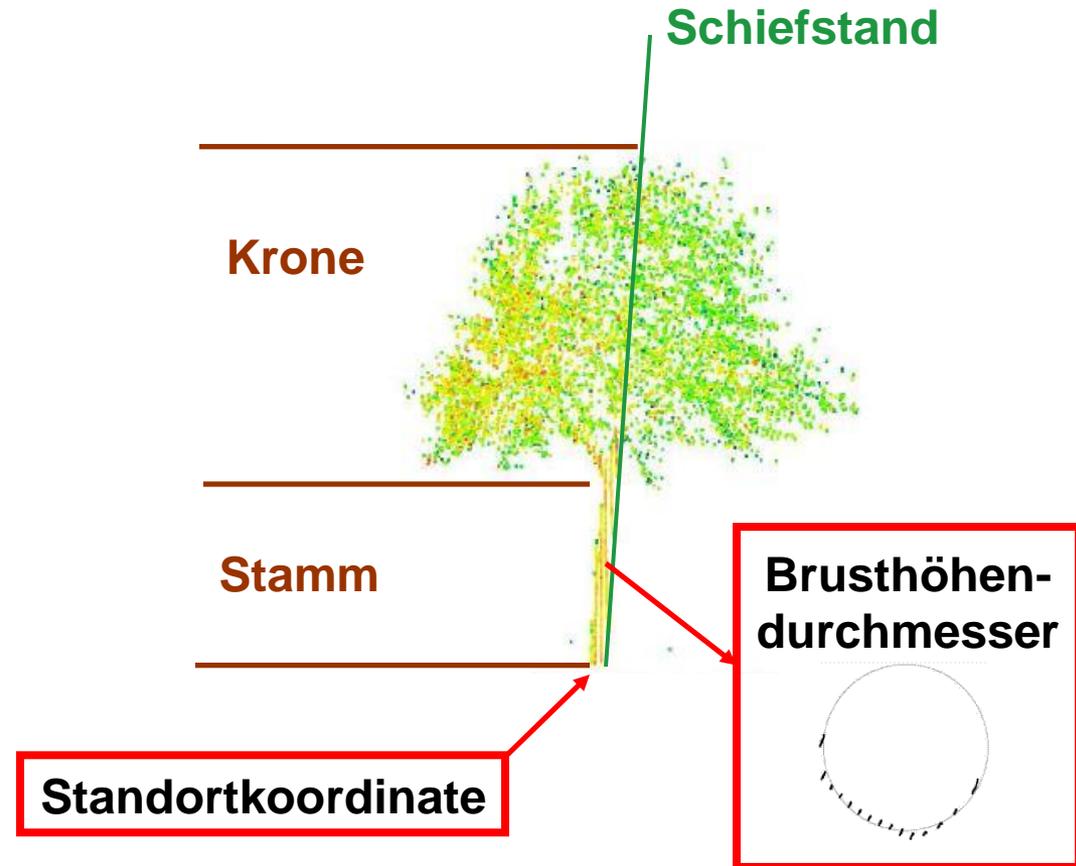


Calculations

Bounding Box um jeden separierten Baum



Histogramm-Analyse und Hauptachsen-transformation



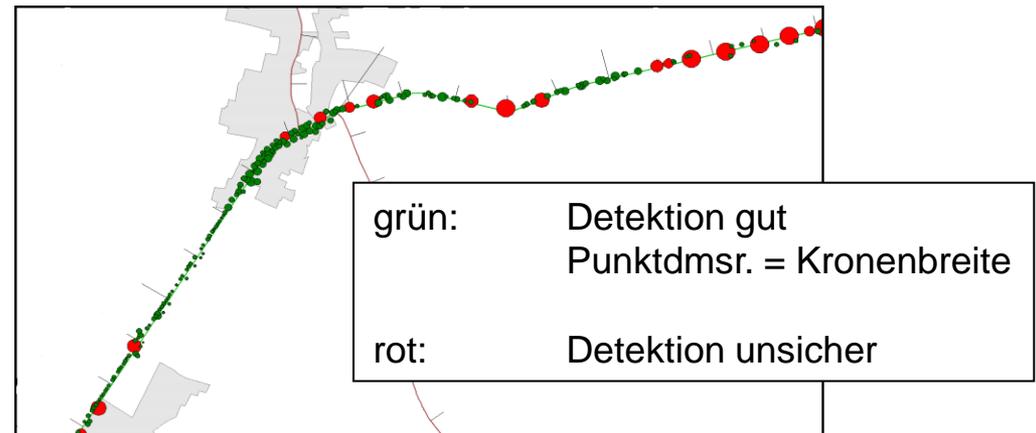
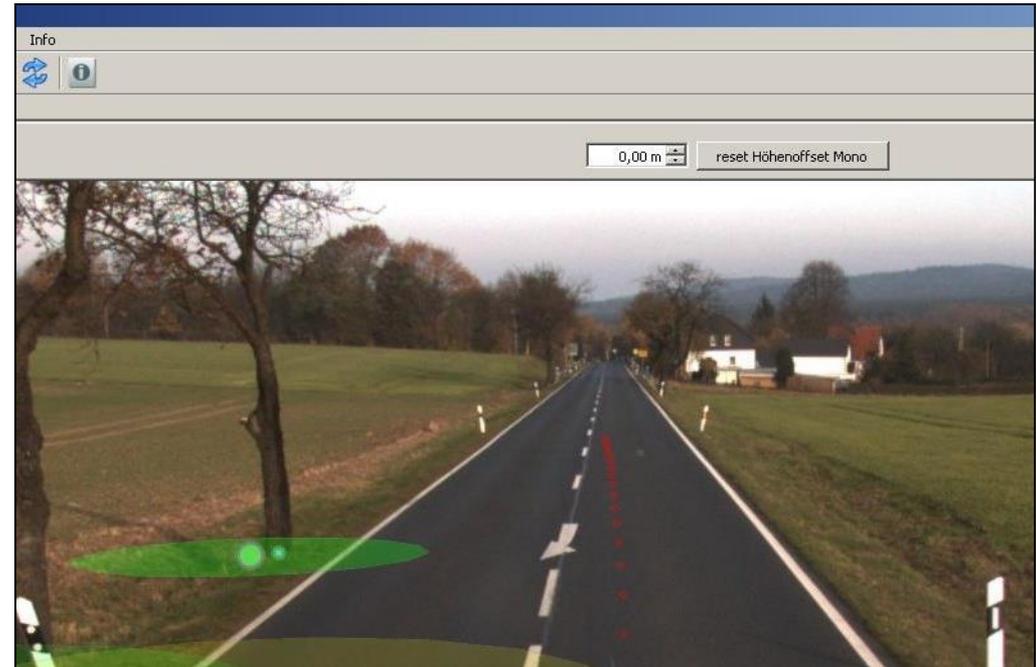
Das Verfahren wurde im Laufe der letzten Monate entwickelt und befindet sich noch in der erweiterten Testphase.

Erste erfolversprechende Teilergebnisse:

Detektionsrate sehr gut bei alleearartigen Strecken und Einzelbäumen

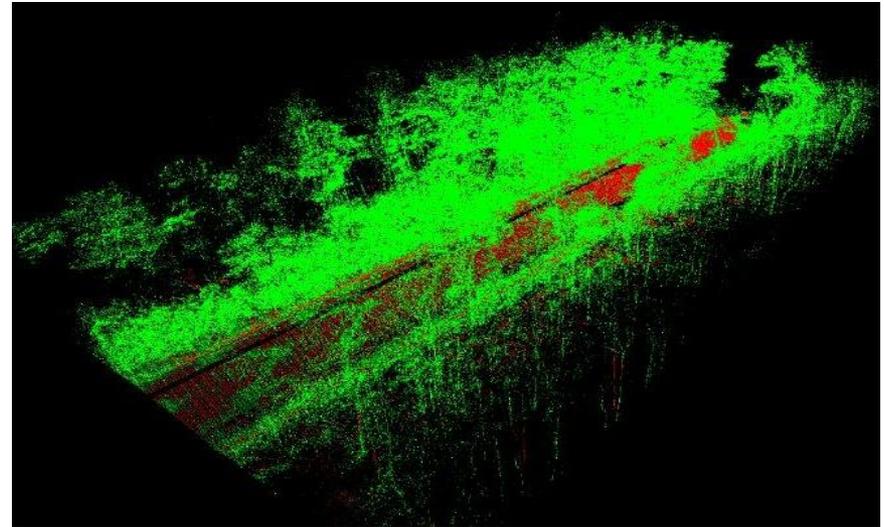
Verarbeitungszeit: 4 - 6 min/km

abhängig von der Charakteristik der Strecke und von den Eingabeparametern, z.B. der Voxelgröße



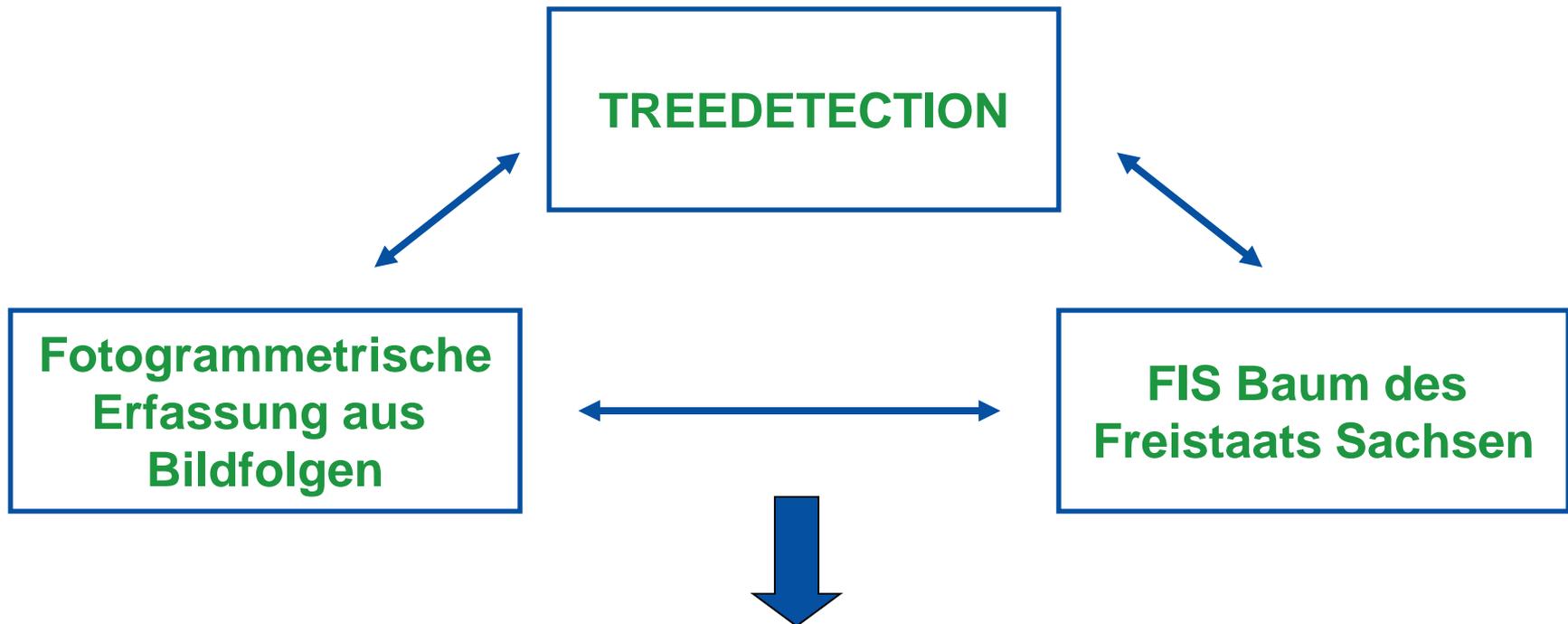
Manuelle Nacharbeit erforderlich bei:

- Walddurchfahrten
- niedrigen Gehölzen im Straßen-seitenraum
- kleinen unbelaubten Bäumen in größerem Abstand
- falsch-positiven Detektionen, (Freileitungsgittermast)



Derzeit:

- umfassende Bewertung der Ergebnisse
- Untersuchungen mit verschiedenen Parametern
- Nacherfassung

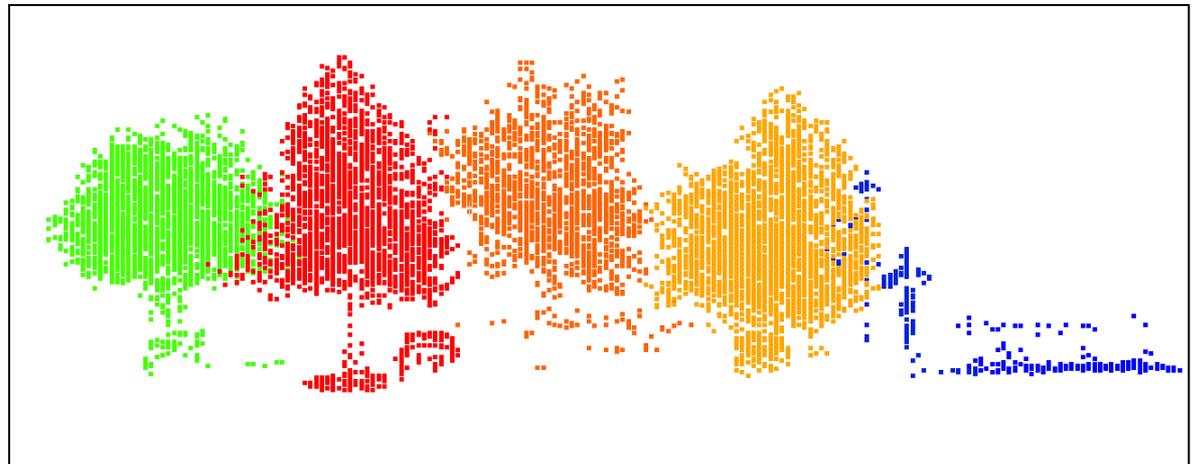


Ansätze zur Verbesserung der Algorithmen und zur Optimierung der Parameter

Parametervariation, um die Separation nahe beieinander stehender Bäume zu optimieren

Optimierung der Klassifizierung vertikaler Strukturen
(Bauwerkfassaden, Mauern)

Vergleichende Betrachtung mehrerer Befahrungen derselben Strecke
(Hin- und Rückrichtung)



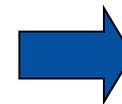
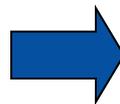
Wichtiger Meilenstein bei der automatischen Extraktion von komplexen Objekten aus kinematisch erfassten Laserscannerpunktswolken.

Verfahren zur initialen Erhebung des Baumbestandes mittels mobilem Laserscanning - auch für ganze Straßennetze - rückt in den Bereich des Vorstellbaren.

Prozesskette ist erprobt, Software wird weiterentwickelt und verbessert.



MOBILE MAPPING



TREEDETECTION

oder auch andere Objekte ...

Ich bedanke
mich für Ihre
Aufmerksamkeit!

