

III Phasen Forstinventur

- Motivation, Ursprung
- Konzepte, Phasen I – II – III
- Nutzen für den Kunden
- Schnittstellen (Ressourcen-Kartierung, Forsteinrichtung, Wachstums-Simulation)
- TLS Konzept: Okklusions-freie Punktwolken von nur einem Scanner-Standpunkt



Günther Bronner

Beruflicher Hintergrund und Erfahrungen

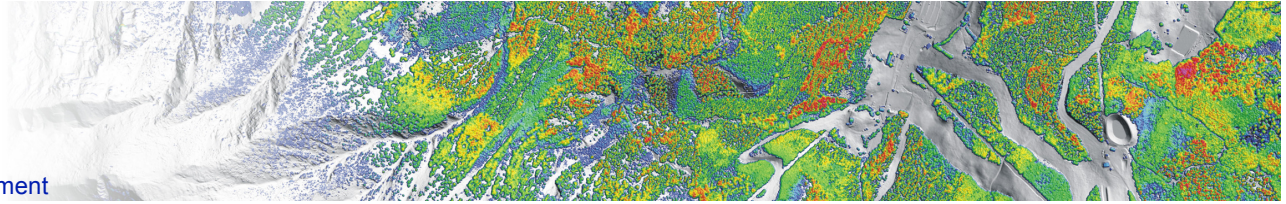
- **Österreichische Bundesforste, 1983-2000**
Forsteinrichtung, GIS und Fernerkundung
- **Umweltdata Geschäftsführer und Gesellschafter seit 2001**
Forest Sustainability :Monitoring :Mapping :Modeling :Management
- **Über 100 Forstinventurprojekte, über 70.000 Probepunkte**
- **Über 200 Forsteinrichtungsprojekte >1000ha**
- **Praktische Anwendung von Laserscanningdaten seit 2006**
- **Blitz-Inventuren für Ankaufsentscheidungen**
- **Wildeinfluss-Monitoring**
- **Waldwachstumsmodelle, Nutzungspotentialanalysen**
- **Optimierung von Forstinventuren mit Laserscanningdaten**
- **Forschungsprojekte mit BOKU, TU-Wien, TU-Graz, UNI
Klagenfurt, Joanneum Research**
- **Konferenzen: Silvilaser 2010, 2012, 2013, 2017;
ForestSAT 2016, 2018**



Günther Bronner

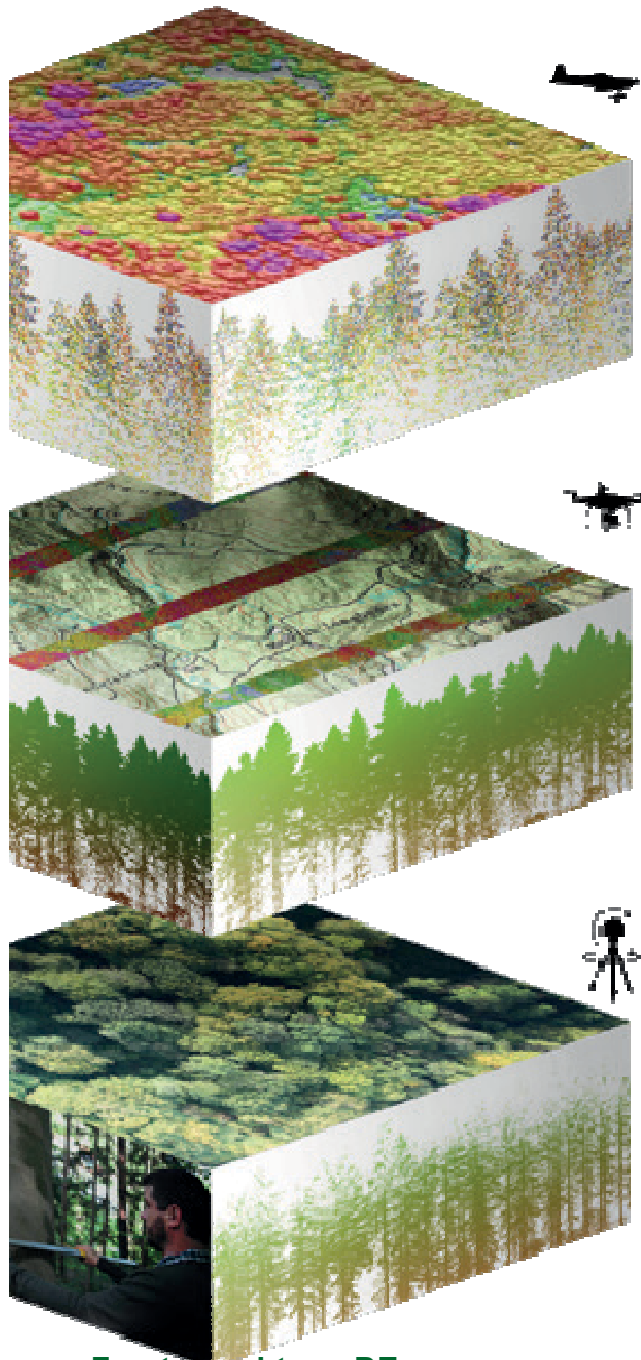
Beruflicher Hintergrund und Erfahrungen

- **Österreichische Bundesforste, 1983-2000**
Forsteinrichtung, GIS und Fernerkundung
- **Umweltdata Geschäftsführer und Gesellschafter seit 2001**
Forest Sustainability :Monitoring :Mapping :Modeling :Management
- **Über 100 Forstinventurprojekte, über 70.000 Probepunkte**
- **Über 200 Forsteinrichtungsprojekte >1000ha**
- **Praktische Anwendung von Laserscanningdaten seit 2006**
- **Blitz-Inventuren für Ankaufsentscheidungen**
- **Wildeinfluss-Monitoring**
- **Waldwachstumsmodelle, Nutzungspotentialanalysen**
- **Optimierung von Forstinventuren mit Laserscanningdaten**
- **Forschungsprojekte mit BOKU, TU-Wien, TU-Graz, UNI
Klagenfurt, Joanneum Research**
- **Konferenzen: Silvilaser 2010, 2012, 2013, 2017;
ForestSAT 2016, 2018**

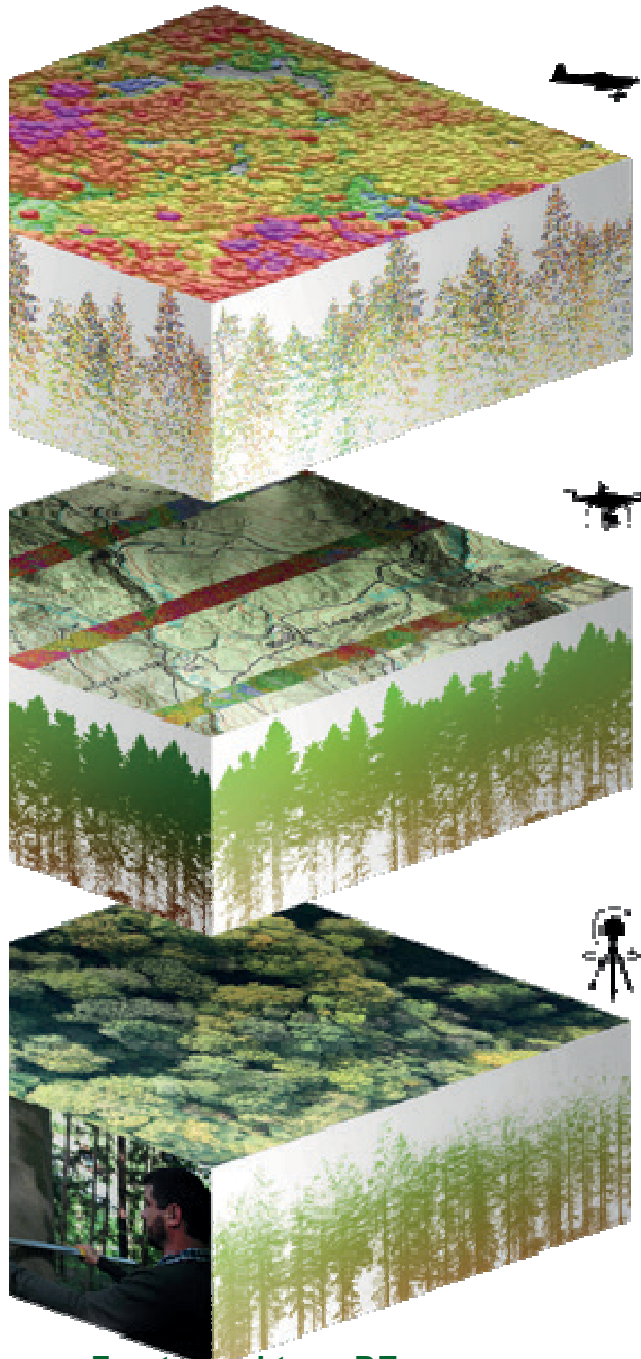


Kooperationspartner

- Umweltdata Ltd. (FI, RS, mapping, FMP)
Günther Bronner, Boris Jawecki, Martin Keuschnigg
- Joanneum Research (Remote Sensing)
Mathias Schardt, Manuela Hirschmugl
- TU Vienna, department GEO (photogrammetry)
Norbert Pfeifer, Markus Hollaus, Martin Wieser
- E.C.O. (Monitoring of Biodiversity, Management of Protection areas) Hanns Kirchmeir, Michael Jungmeier
- Aeromap (Aviation and Aerial Remote Sensing)
Roland Wack, Thomas Meißl
- R3-GIS (GIS-development, mobile Android-Apps)
Paolo Viscanic, Daniel Degasperi, Meran

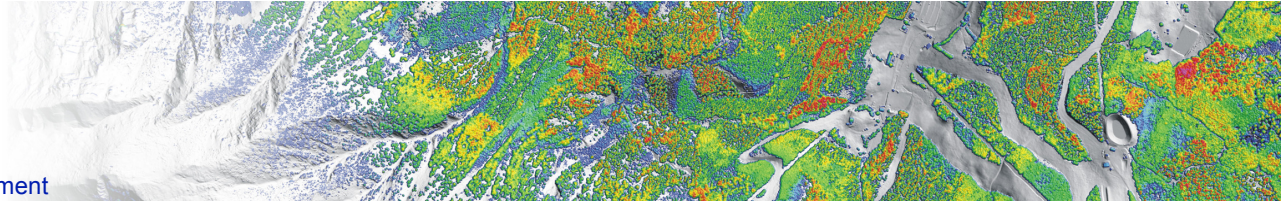


- **Phase I**
ALS flächendeckend
- **Phase II**
ALS Transekte mit sehr hoher Punktdichte; Drohnen, Helicopter, Ultraleichtflugzeug
- **Phase III**
TLS und / oder Feldarbeit



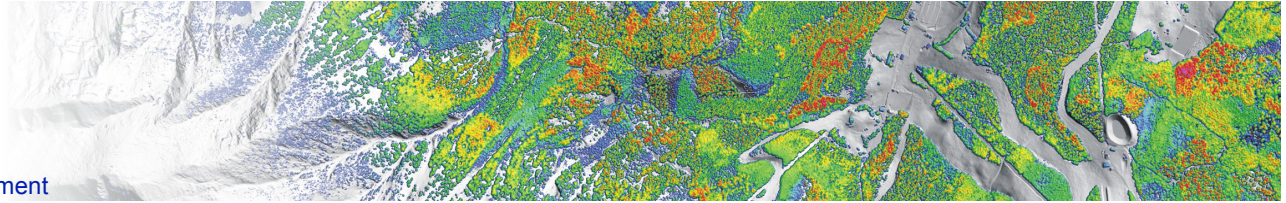
Forsternrichtung DE

- **Phase I**
ALS flächendeckend
4 – 16 Pulse / m²
- **Phase II**
ALS Transekte mit sehr hoher Punktdichte; Drohnen, Helicopter, Ultraleichtflugzeug
100+ Pulse / m²
- **Phase III**
TLS und / oder Feldarbeit
10.000+ Pulse / m²



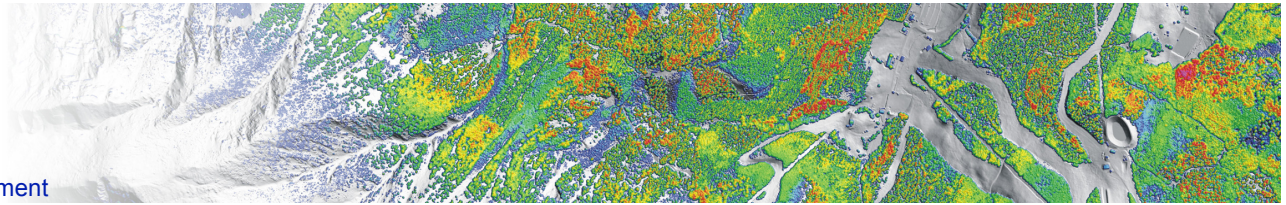
Motivation

- Optimierung der Kosten-Nutzen-Relation von Forstinventuren mittels Fernerkundungsdaten
- Vermeiden und Erkennen von systematischen Fehlern bei der Feldarbeit
- Direkter Datenfluss von der Fernerkundung zur Forstkarte und zum Management-Plan
- Ermöglichung schneller und kostengünstiger Datenaktualisierung
- Monitoring ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeitskriterien

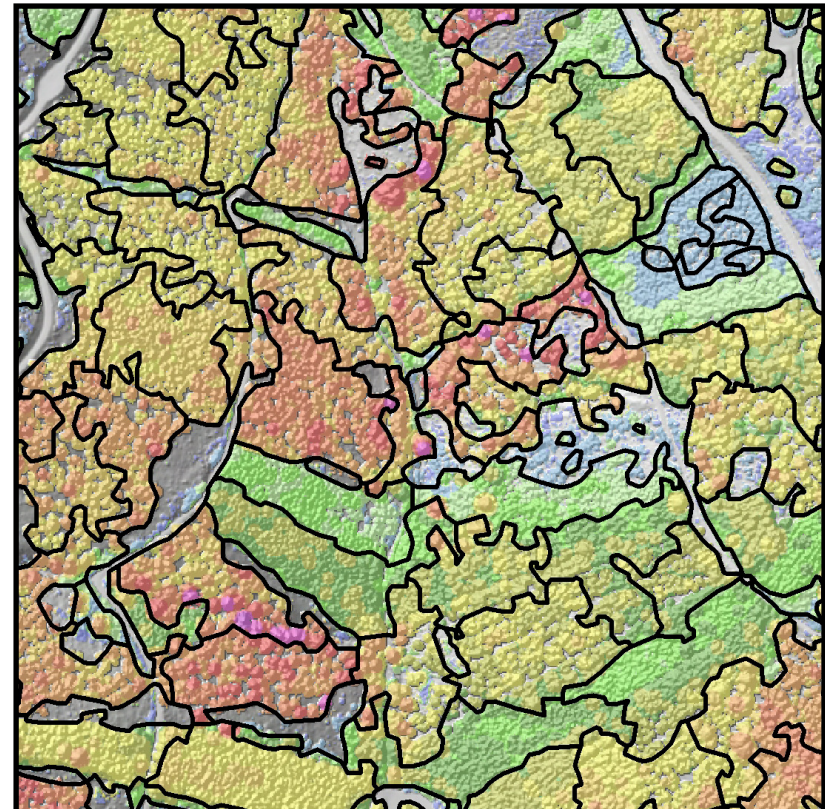
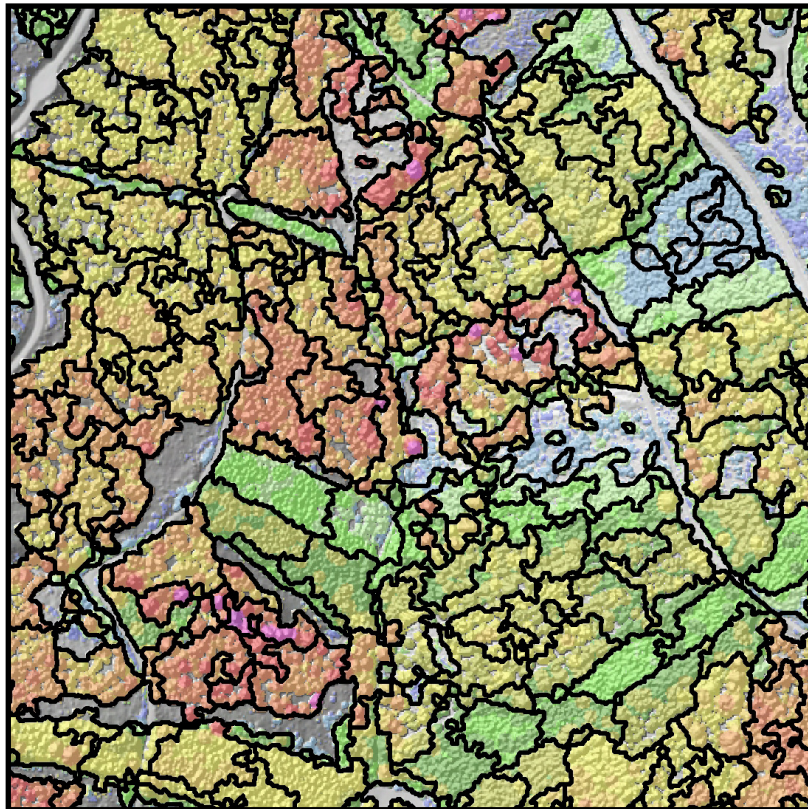


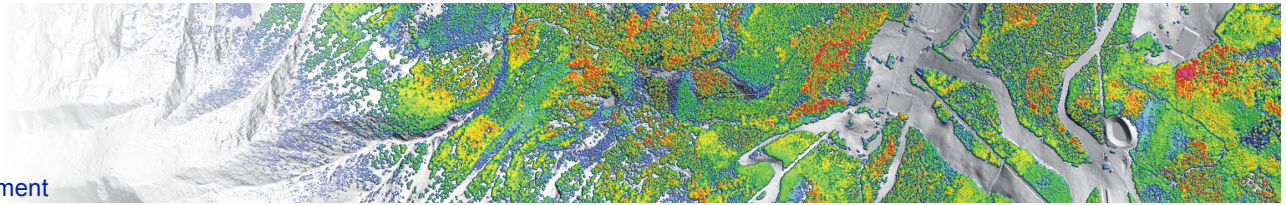
Phase I

- ALS flächendeckendes Laserscanning auf der Projektfläche mit 4-16 Pulsen / m² ohne Laub
- Sentinel Zeitreihen für Baumartenerkennung; va. Koniferen-Prozent (aktuell: BFW-Produkt)
- Automatische Segmentierung nach Kronenhöhe, Standardabweichung der KH und Koniferen%
- Berechnung der LIDAR-metrics für alle Segmente und Stratifizierung (untersch. Cluster-Konzepte)
- Design der Erhebungspunkte auf den Segmenten

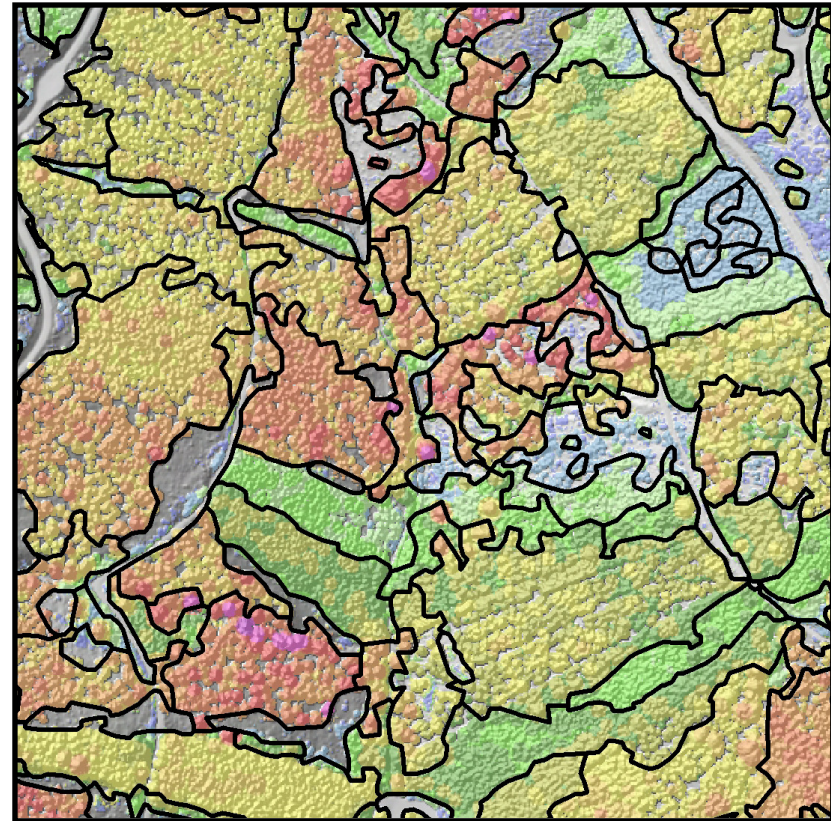
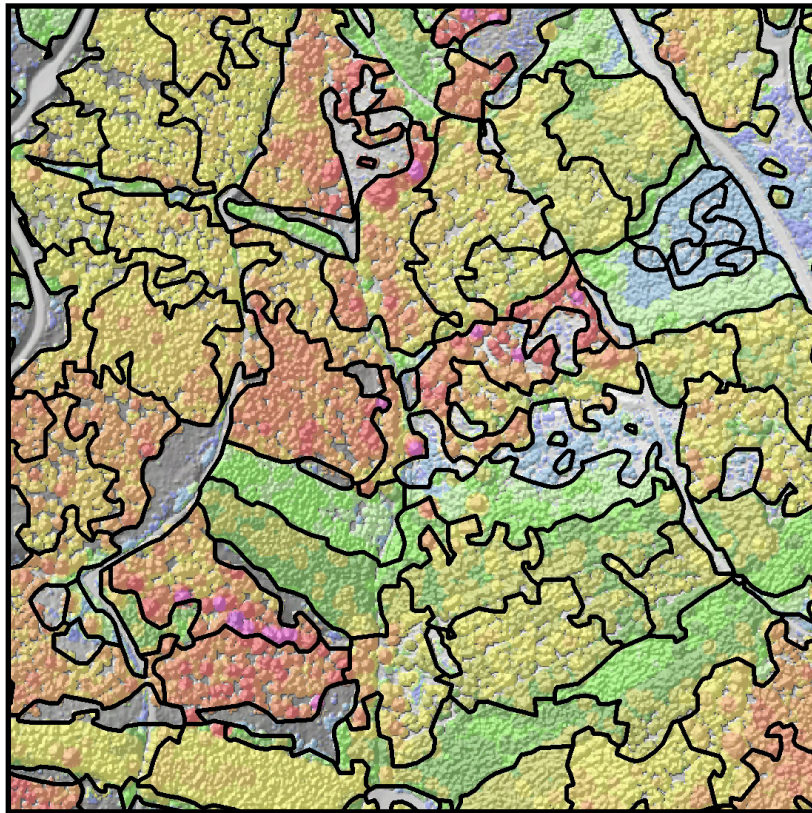


Automatische Segmentierung von Kronenhöhenmodellen (i)

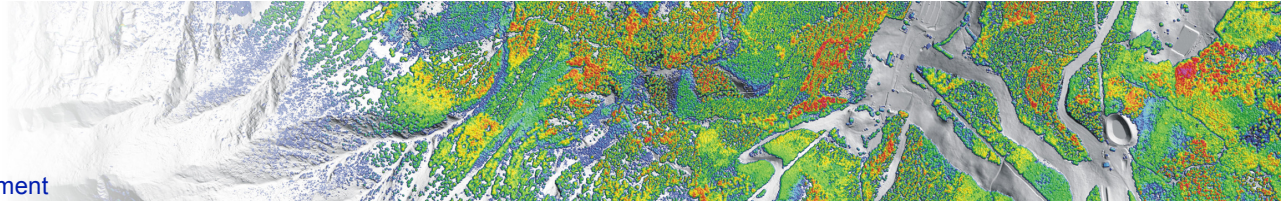




Automatische Segmentierung von Kronenhöhenmodellen (ii)

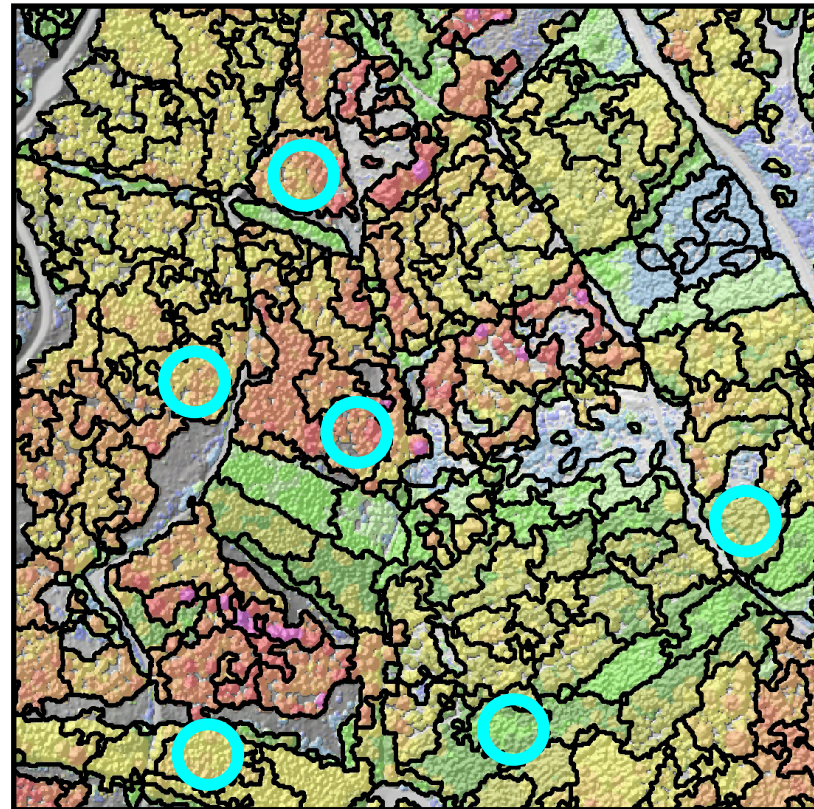


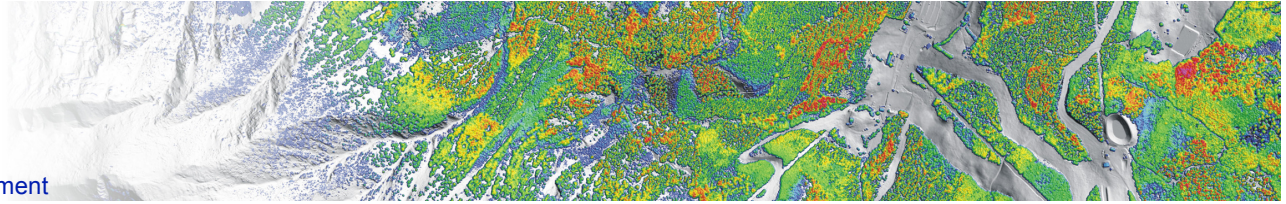
Stufenweise Vergrößerung der Segmente durch Entfernen der Kanten



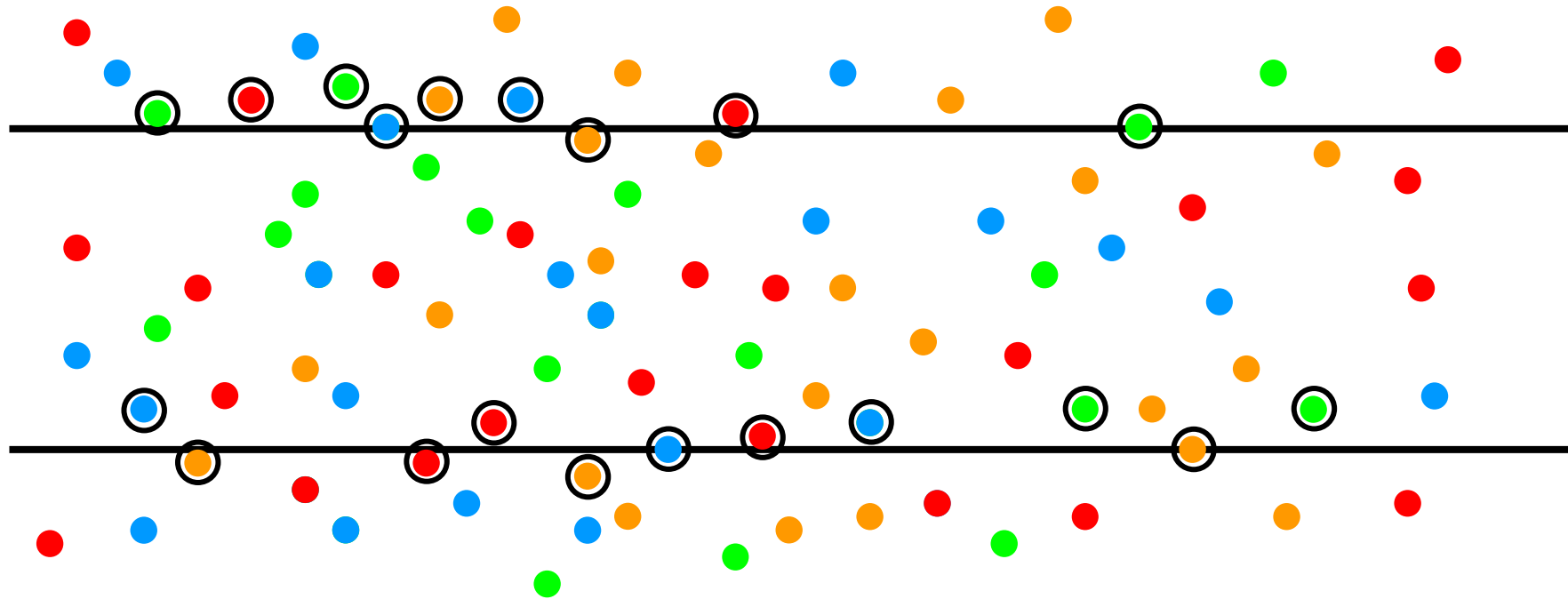
Verteilung der Probepunkte auf den Segmenten

- Pufferung der Segmente nach innen zur Sicherstellung eines geeigneten Radius
- Zufallsposition innerhalb der geeigneten Segmente
- Festlegung der erforderlichen Punktzahl per stratum
- Reduktion der möglichen Punkte per stratum auf die gewünschte Anzahl über Distanzfunktion zu Hilfslinien

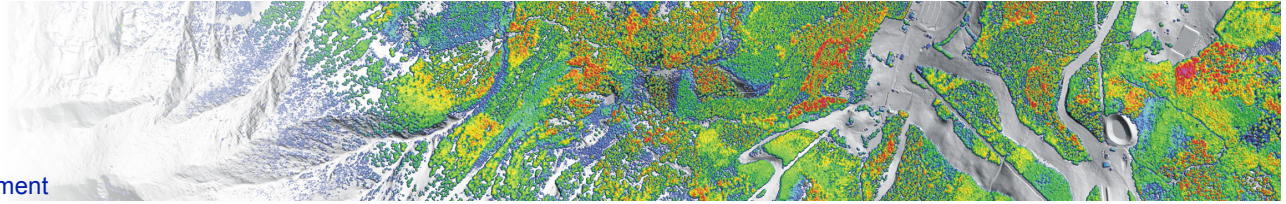




Reduktion der potentiellen Probepunkte über Distanzfunktion

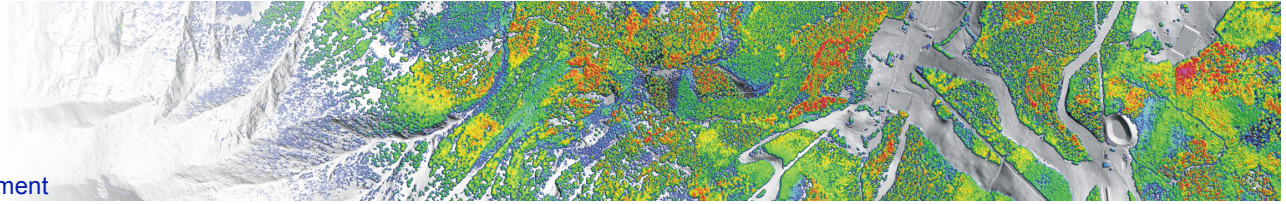


(die Farben indizieren die Zugehörigkeit zum Stratum)

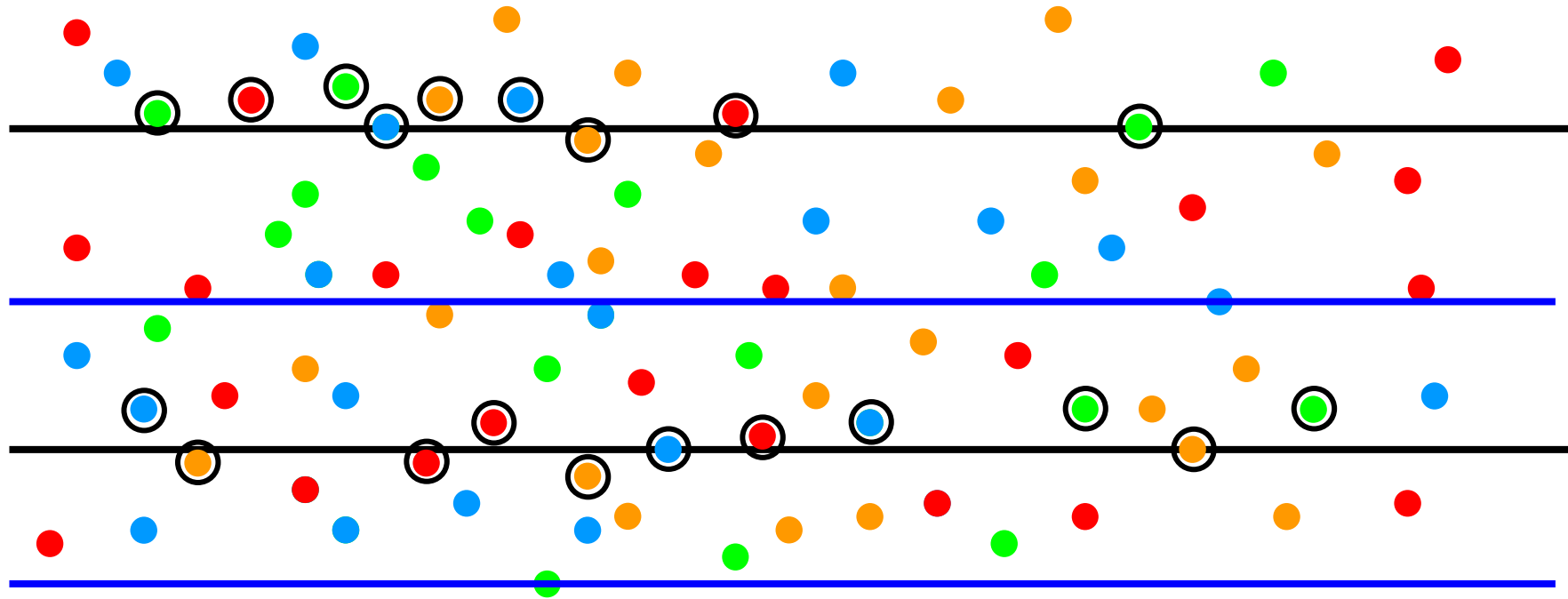


Vorteile eines segment-bezogenen Designs

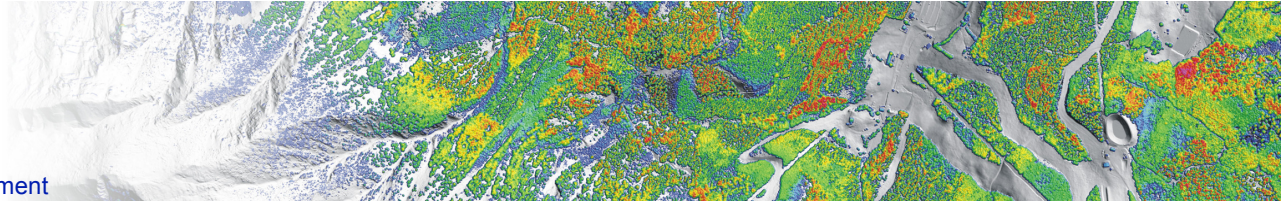
- Signifikante Reduktion der Feldarbeit und der dafür erforderlichen Kosten
- Plausibilitätskontrollen über LIDAR-metrics ermöglichen die Erkennung systematischer Fehler
- Signifikante Verbesserung der statistischen Genauigkeit (Beim Vorrat kann ein Konfidenz-Intervall von +/- 5% mit nur 200 Stichprobenpunkten erreicht werden!)
- Skalierbarkeit hinsichtlich der Genauigkeit; die Anzahl der Stichprobenpunkte kann schrittweise erhöht werden



Potential sample plots reduction by distance to line criterion

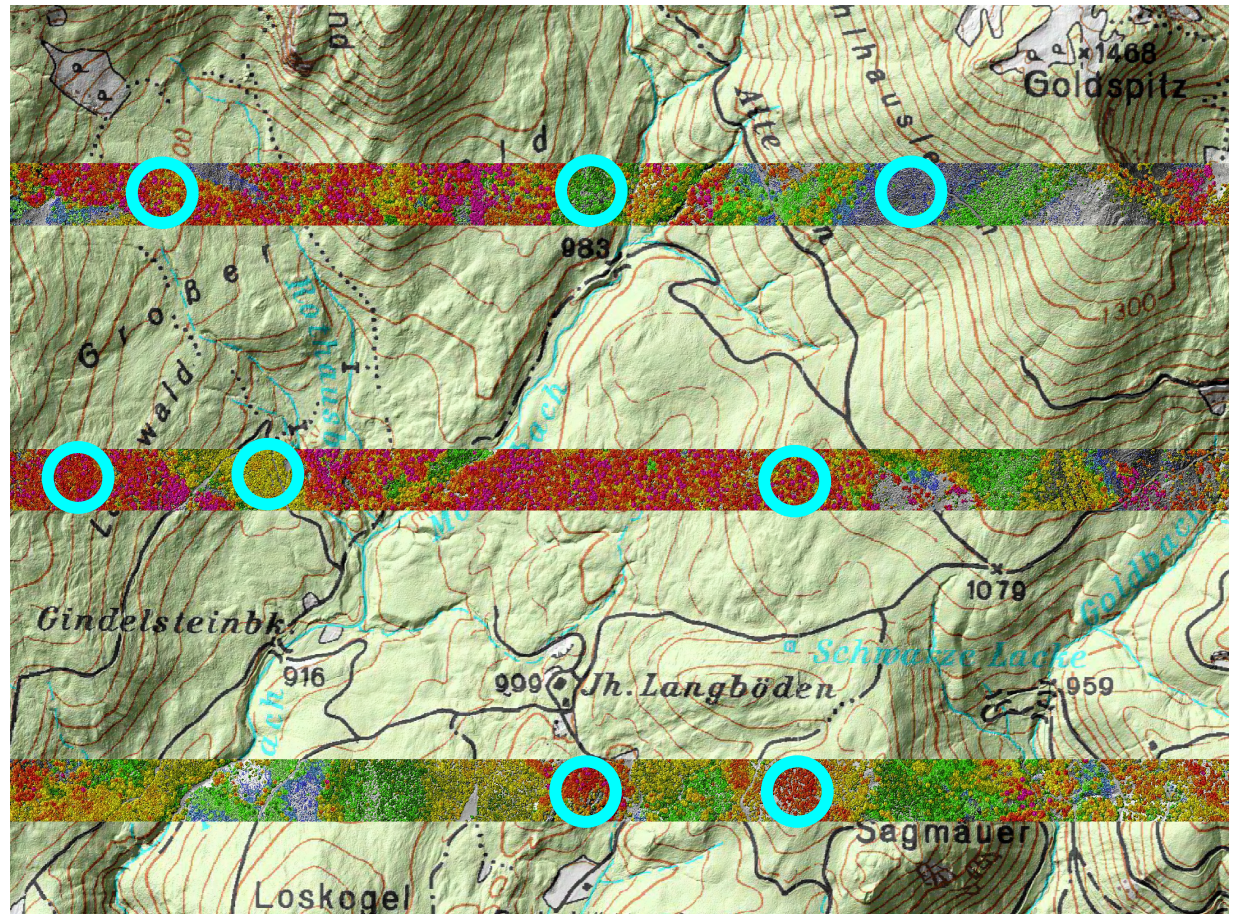


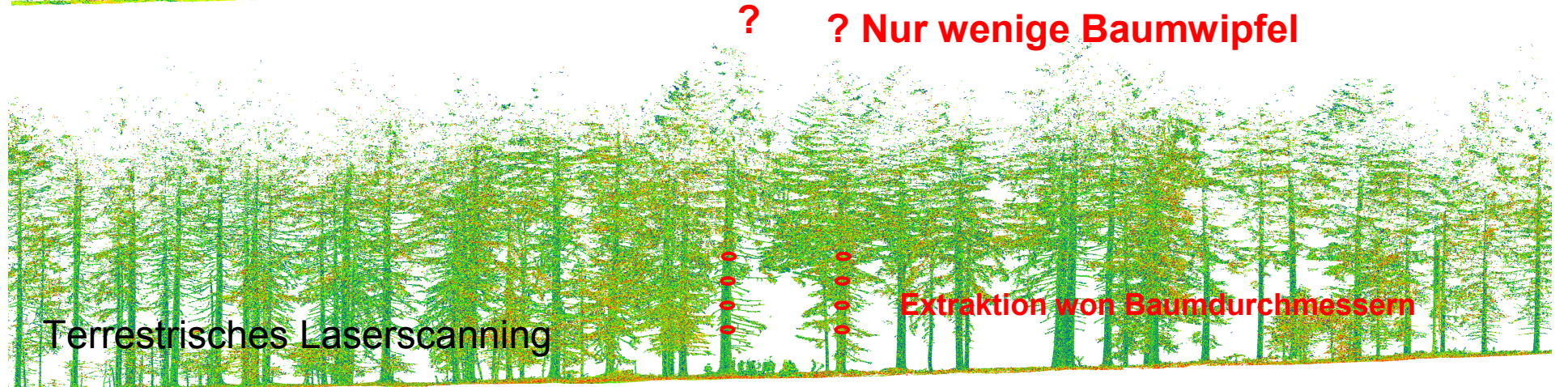
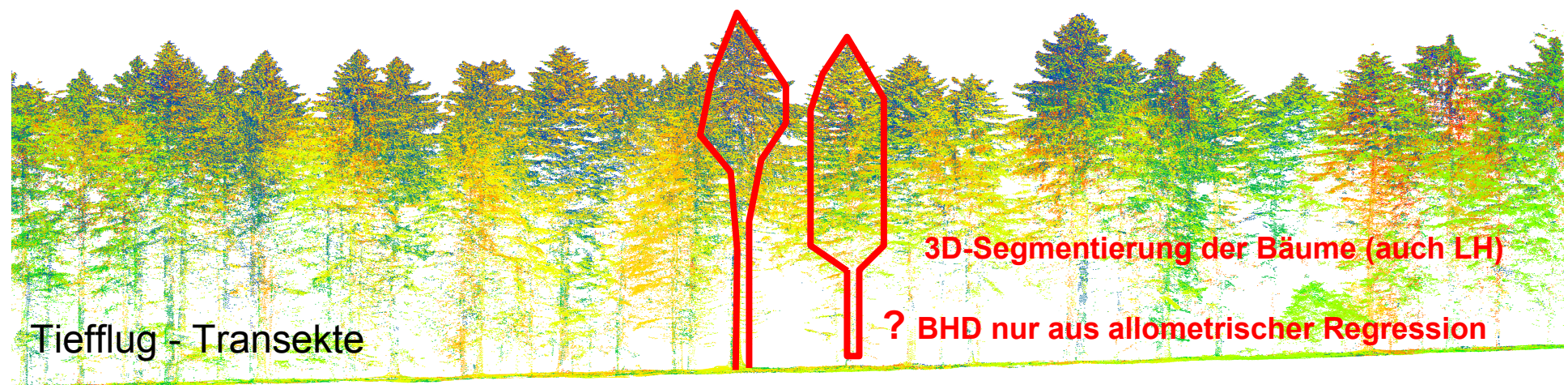
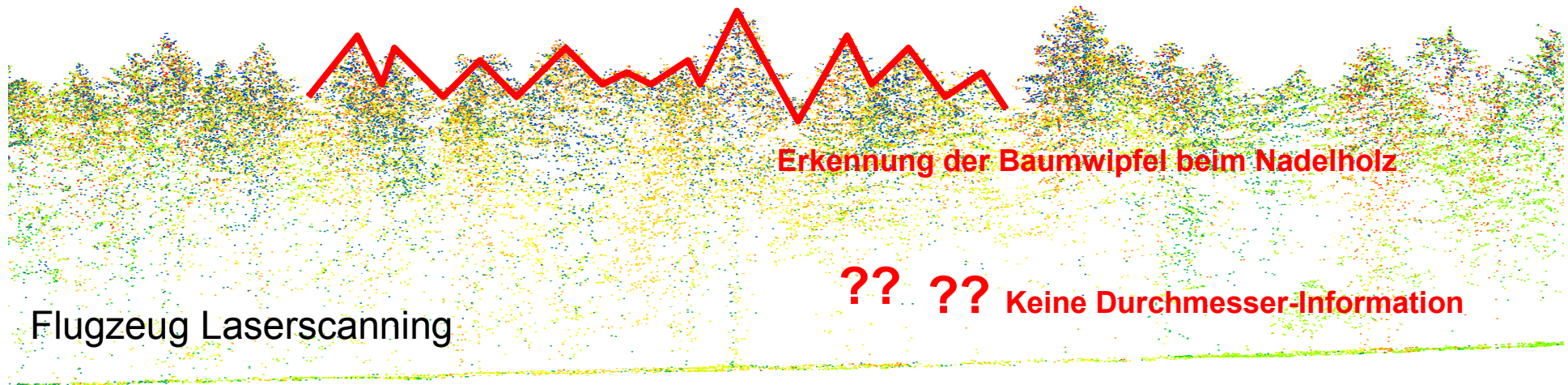
(colored by stratum)

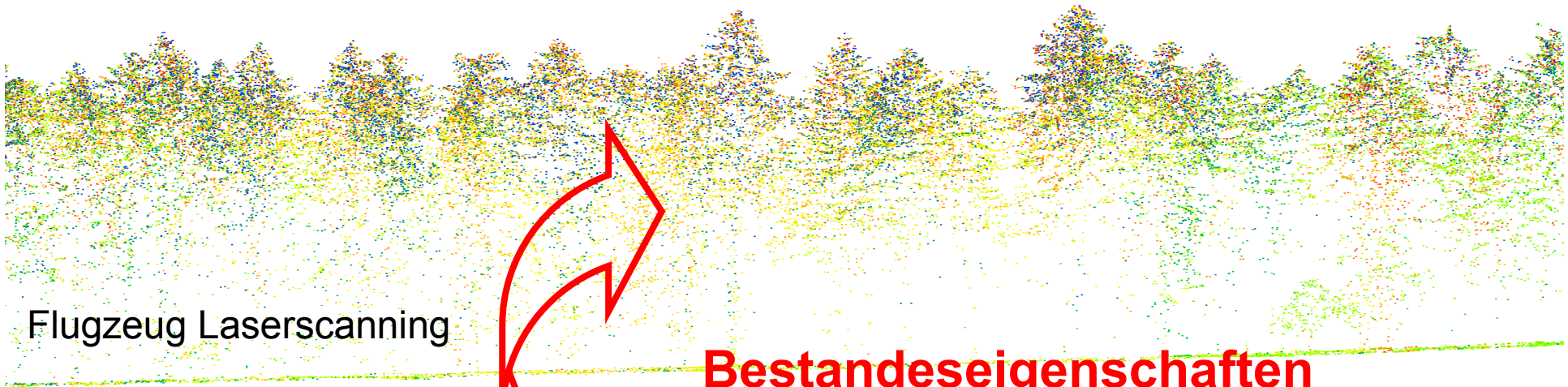


Phase II (ALS von Drohne, Helicopter, Ultraleichtflugzeug)

Streifen mit sehr dichten ALS Daten (>100 Echos/m²) ermöglichen die 3-D-Modellierung einzelner Bäume, sowie das Erkennen der Vertikalstruktur, von Totholz und Verjüngung. Schnittstelle zu abstands-basierten Waldwachstumsmodellen.

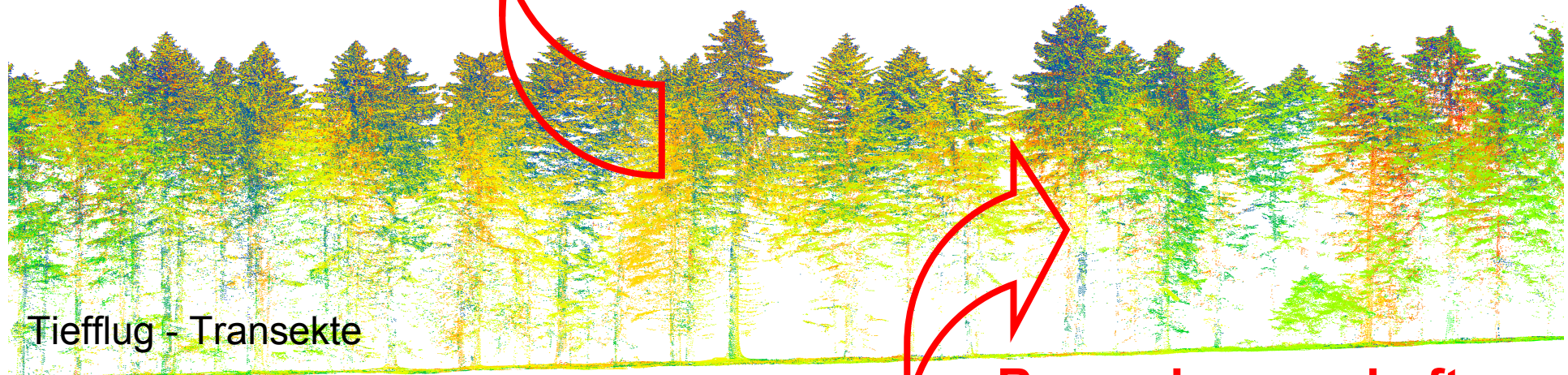






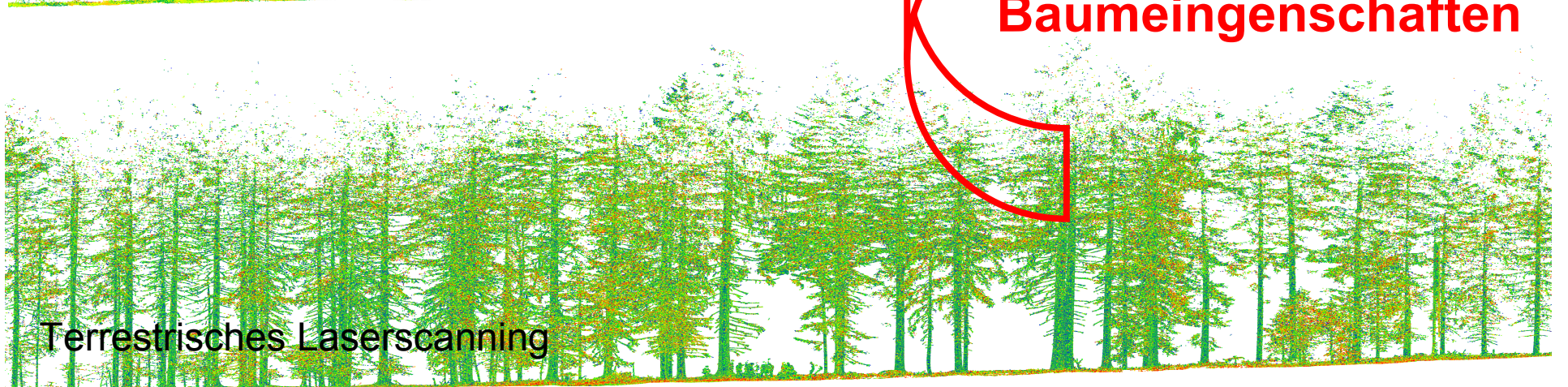
Flugzeug Laserscanning

Bestandeseigenschaften

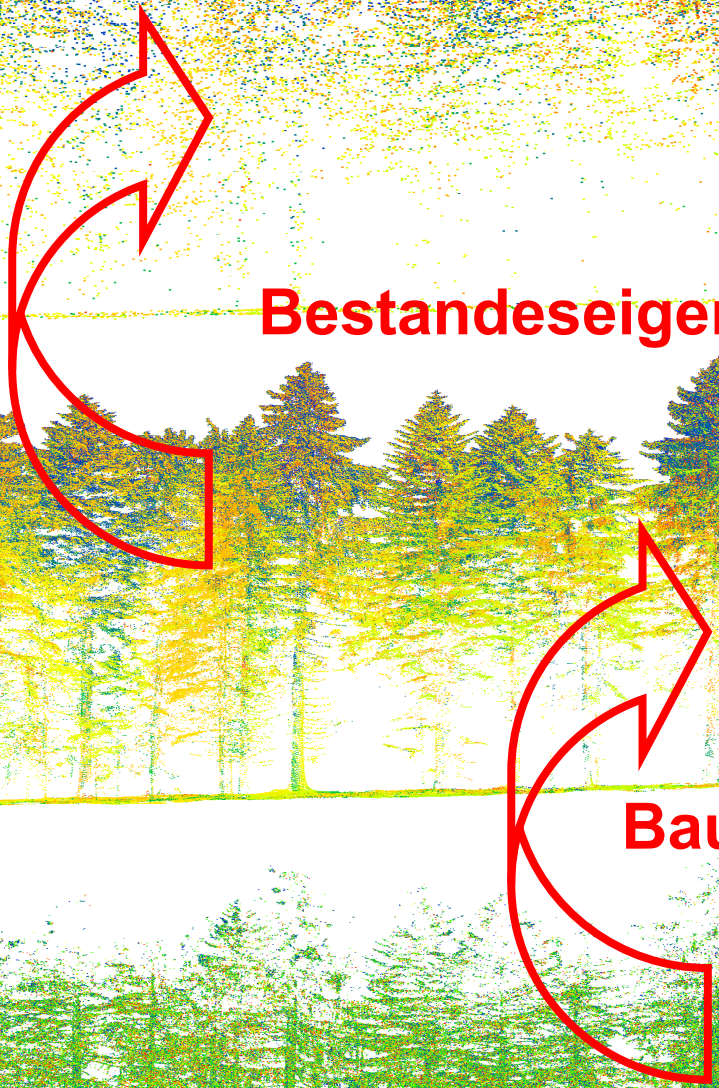


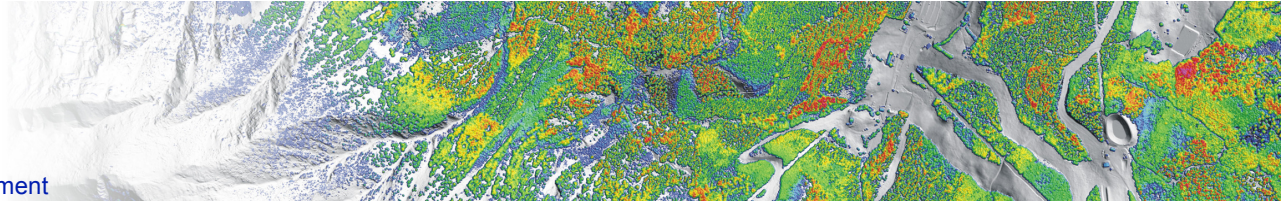
Tiefflug - Transekte

Baumeigenschaften



Terrestrisches Laserscanning





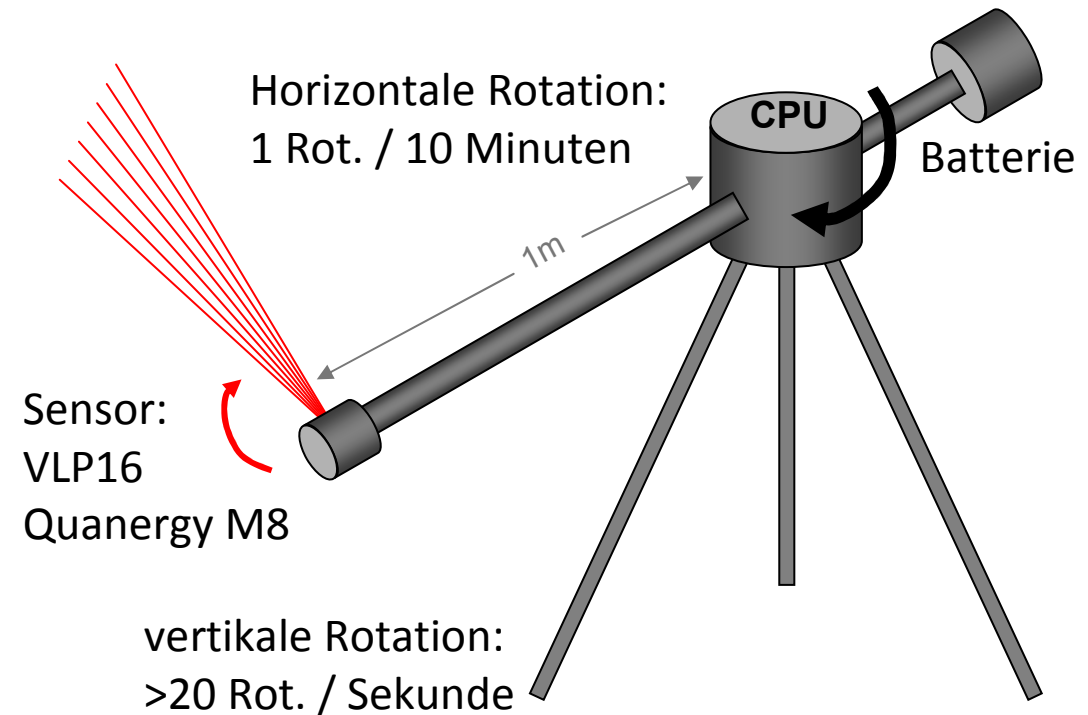
Erfahrungen mit Transekten 2018

- Baum-Plots lassen sich aus ALS-Daten erzeugen
- Jeder Baum hat Koordinaten, ALS-Höhe und eine allometrische Durchmesser-Schätzung
- Bei der Feldarbeit wurden Transekte statt Kreisflächen oder WZPs ausprobiert
- ALS-Prozessierung: Probleme bei der Erkennung von Laubbäumen ohne Laub
- GNNS Genauigkeits-Probleme bei der Identifikation der einzelnen Bäume
- Evaluation ist noch nicht abgeschlossen

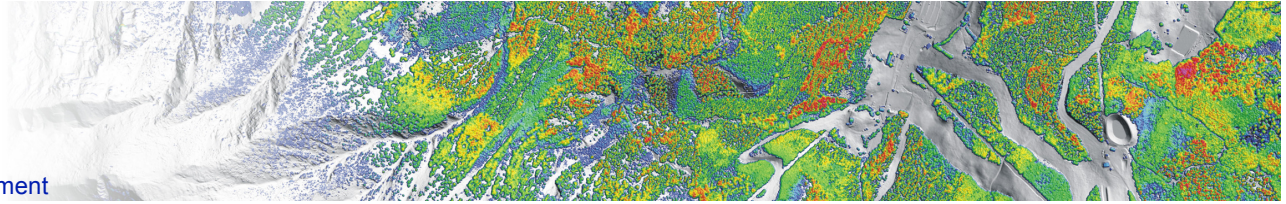
Phase III Die Zukunft der Feldarbeit:



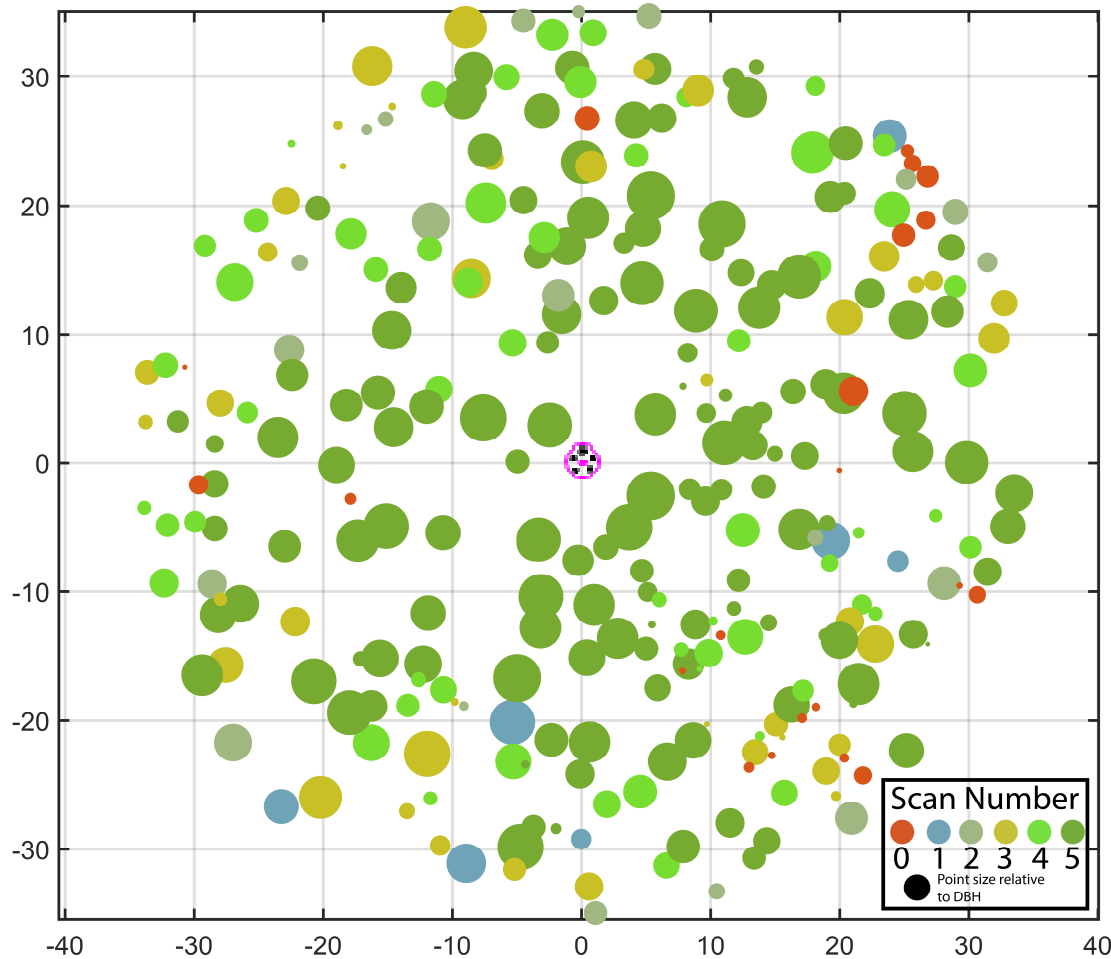
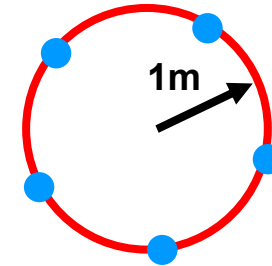
- von nur **einer Position**
- innerhalb **30m Radius**
- **90% Reduktion der Okklusion** von 20% auf <2% in Beständen mit Grundfläche 50m²/ha
- Mit **Winkelzählprobe**
Zählfaktor 1 sind weniger als 1% der Bäume verdeckt.
(mit Grundfläche 50m²/ha)
- aus zentraler Perspektive erfolgt die **Durchmesserberechnung** nicht als Zylinder-Näherung, sondern als Kanten-Extraktion. Diese Methode ist stabiler bei billigeren Scannern mit größerem Rauschen bei der Distanzmessung



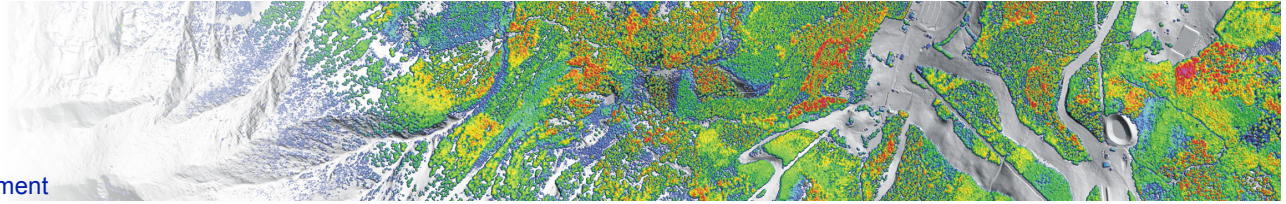
advanced forest scanning
one position - zero occlusion



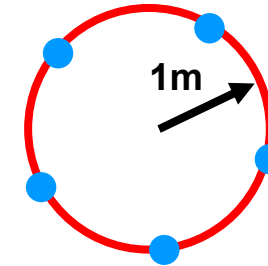
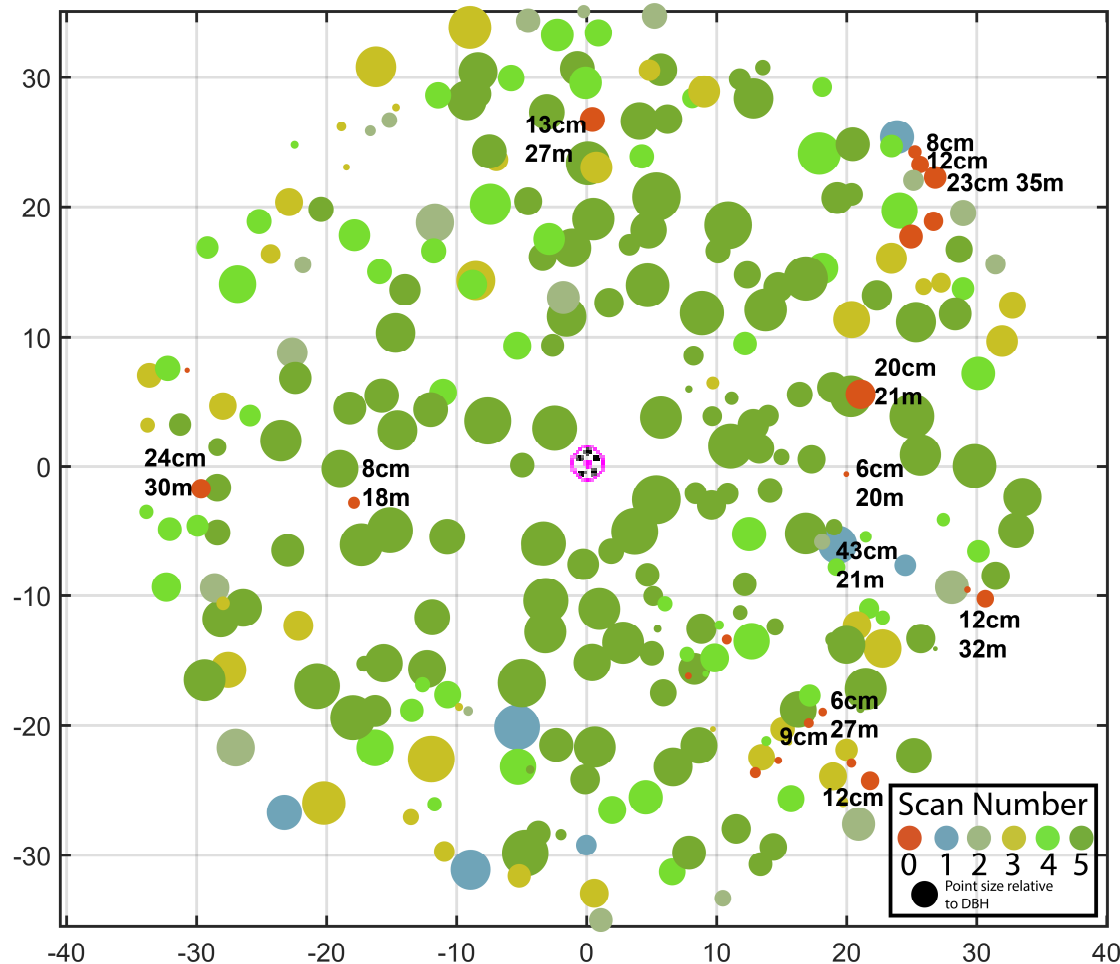
jib-scan-Simulation i) mit Riegl VZ 2000



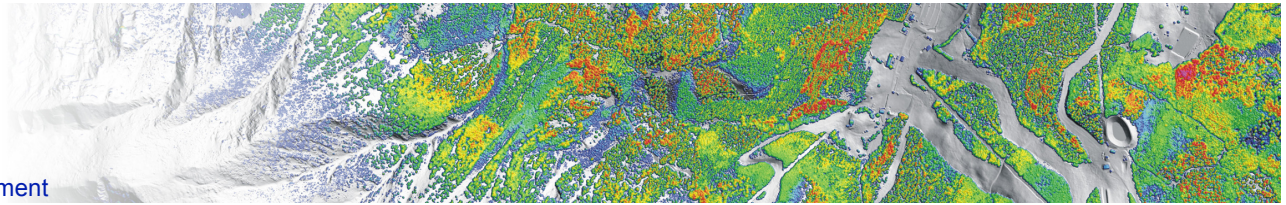
- mit nur **einer scan-Position**
- sind innerhalb **35m Radius**
- **nur wenige verdeckte Bäume** (kleine BHDs, rot)



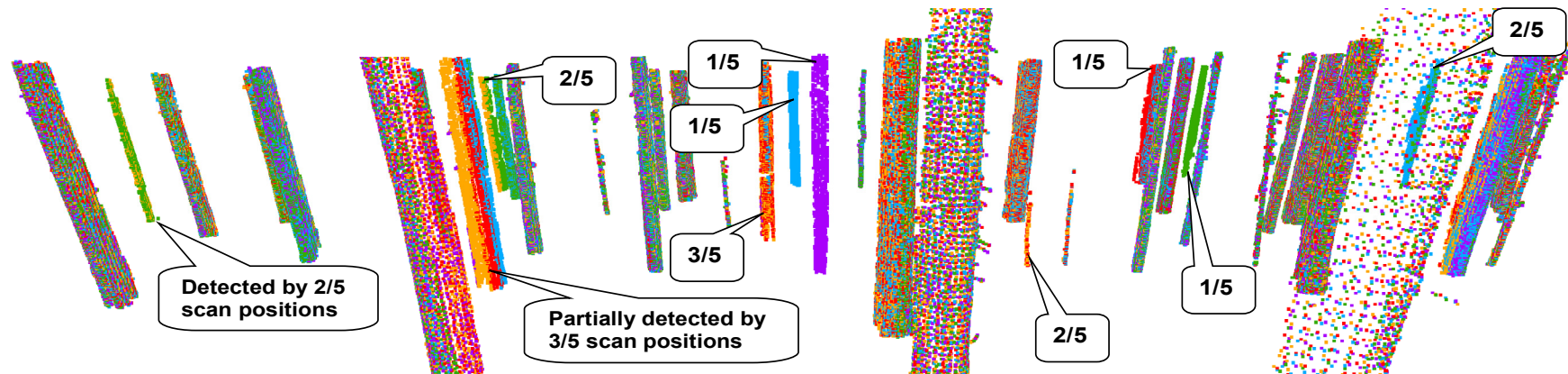
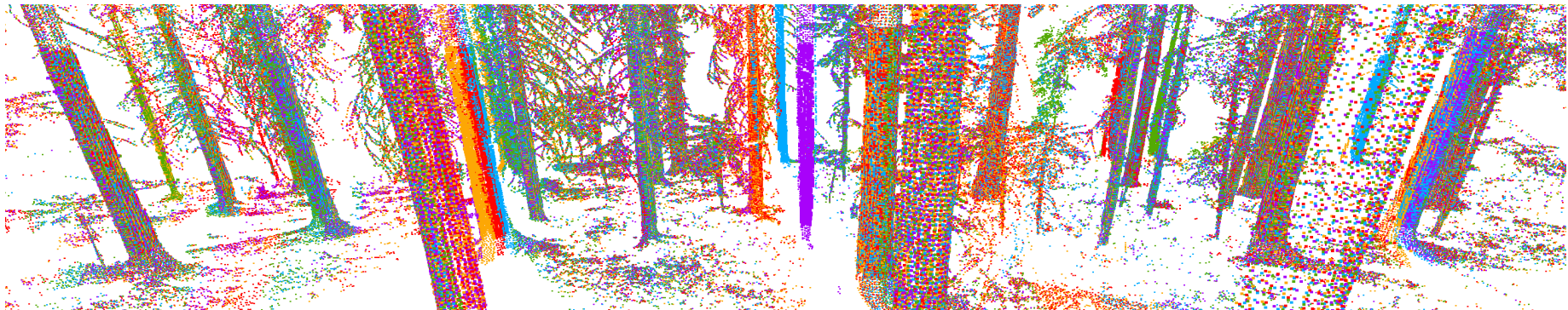
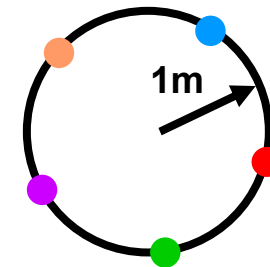
jib-scan-Simulation i)

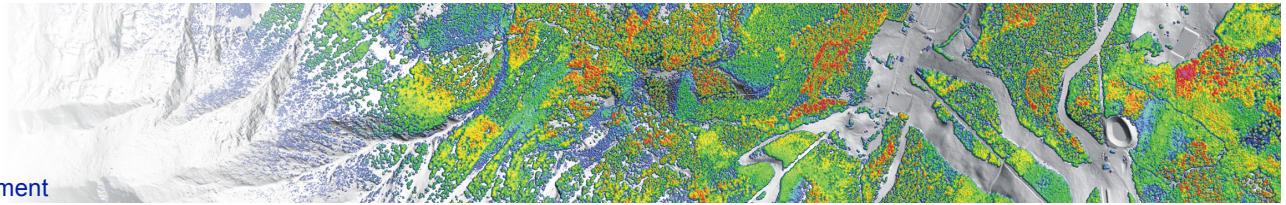


- mit nur **einer scan-Position**
- sind innerhalb **35m Radius**
- **nur wenige verdeckte Bäume** (kleine BHDs, rot)
- in eine **Winkelzählprobe** mit **Zählfaktor K = 1** würde kein einziger dieser roten Bäume hineinfallen
- insgesamt fallen mehr als **50 Bäume** in diese Winkelzählprobe mit **K = 1**

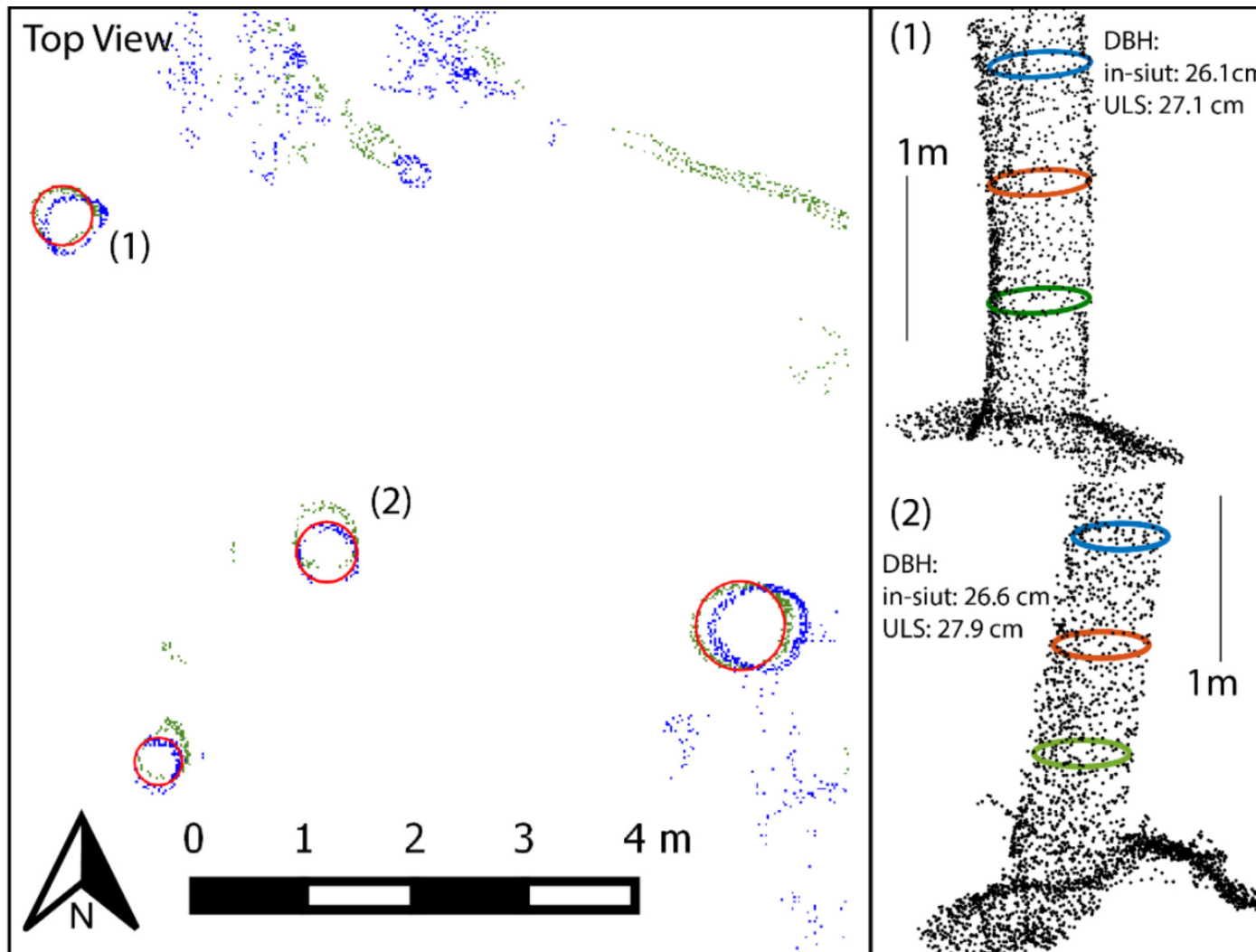


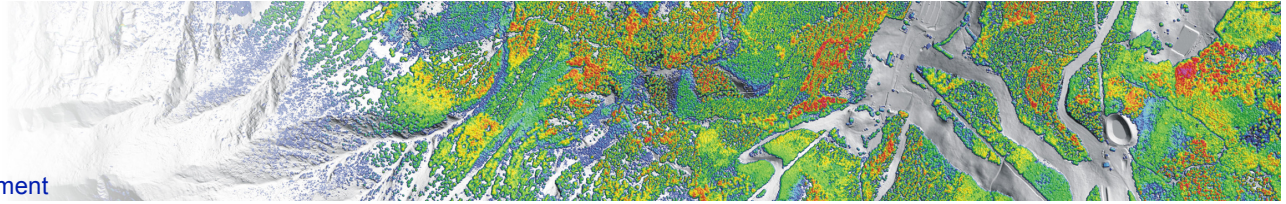
jib-scan-Simulation ii)



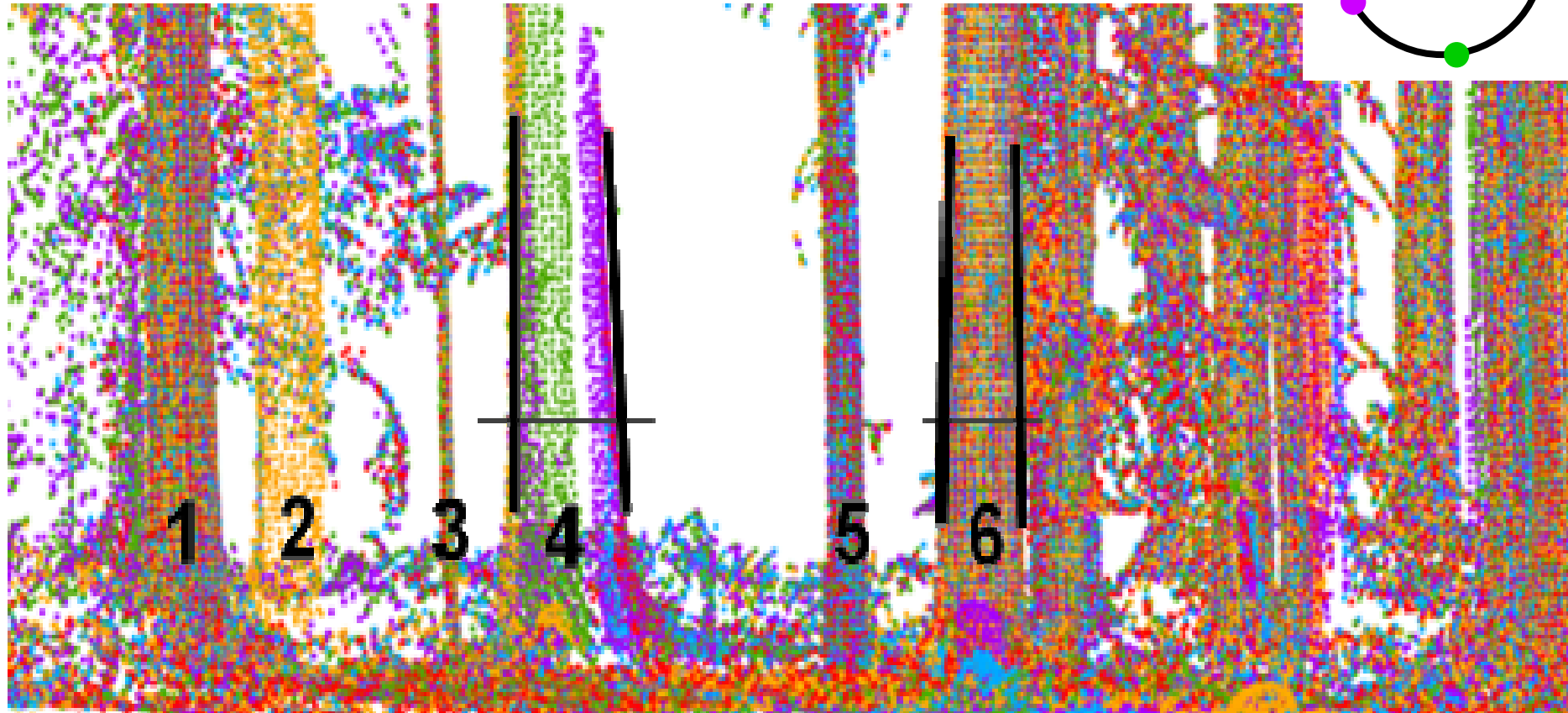
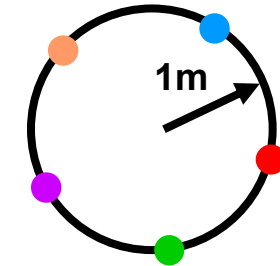


DBH Cylinder-Fitting

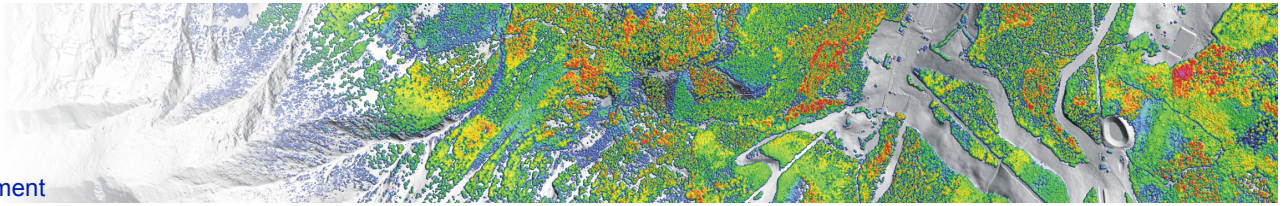




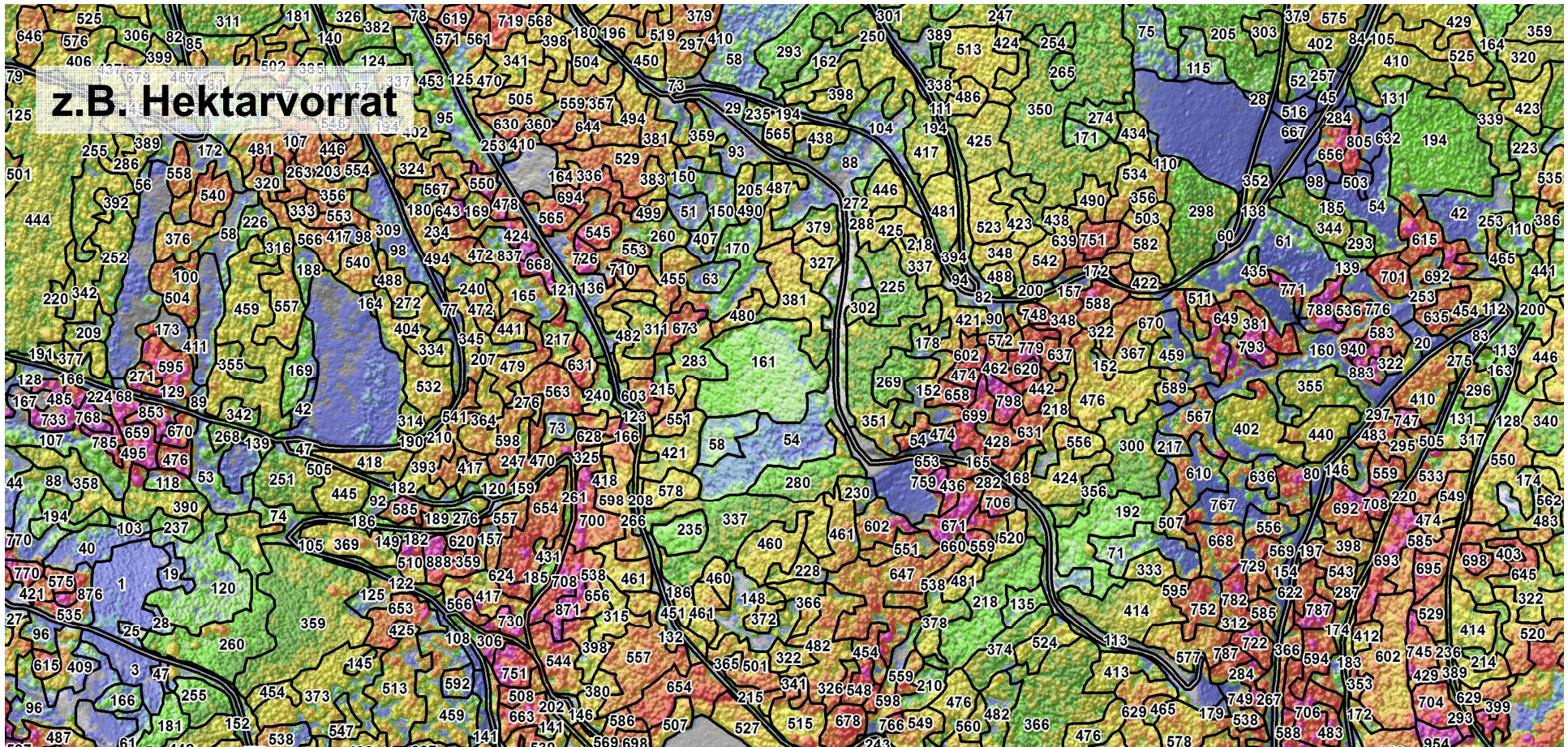
jib-scan-Simulation iii)

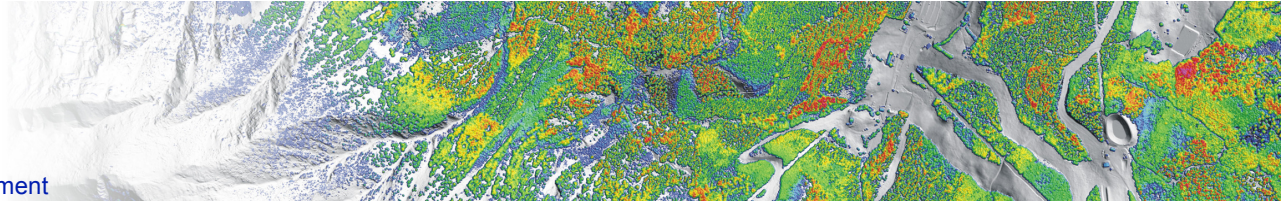


Kantenextraktion; die Farbe indiziert, von welcher der 5 Positionen der Baum gesehen wird



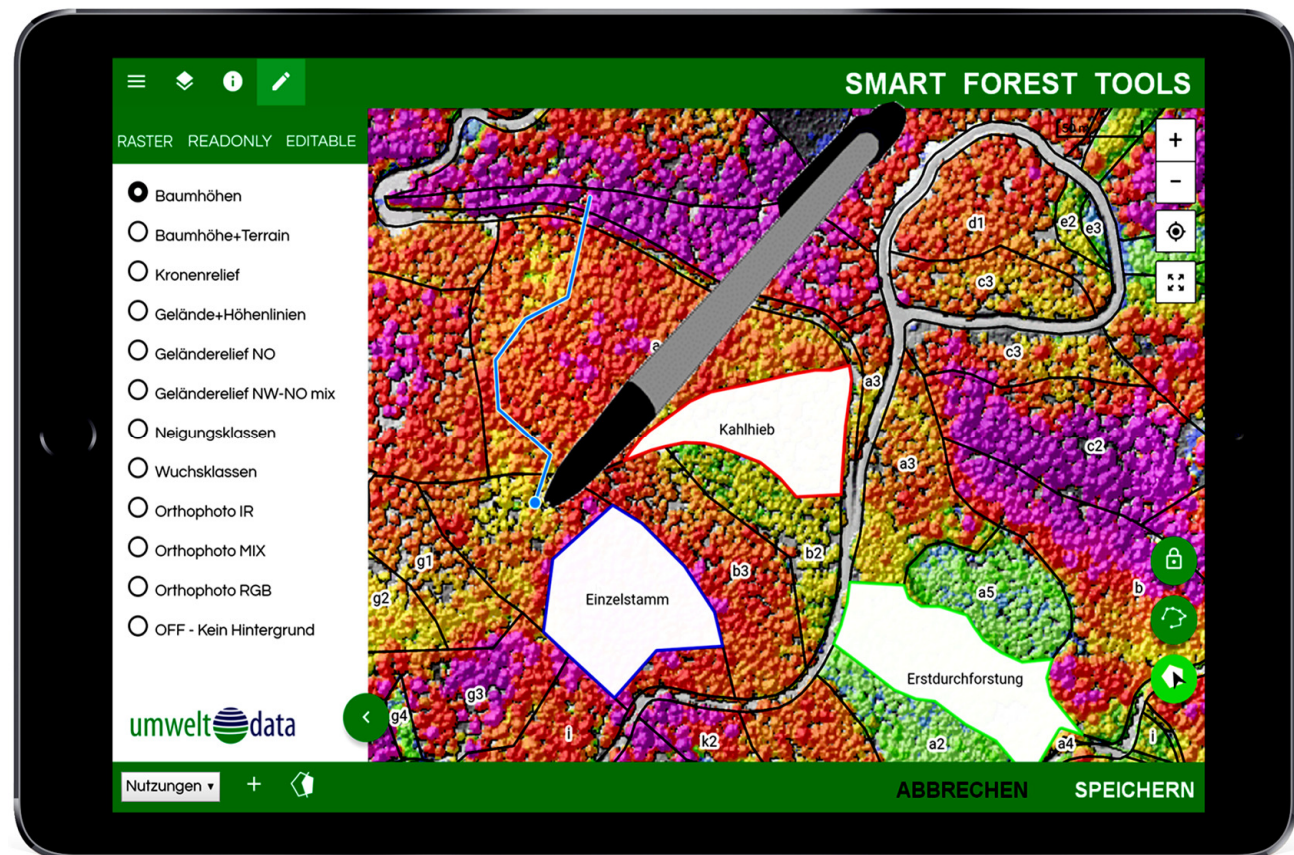
Phase IV: Segment-Kalibrierung und Kartierung der Forst-Ressourcen

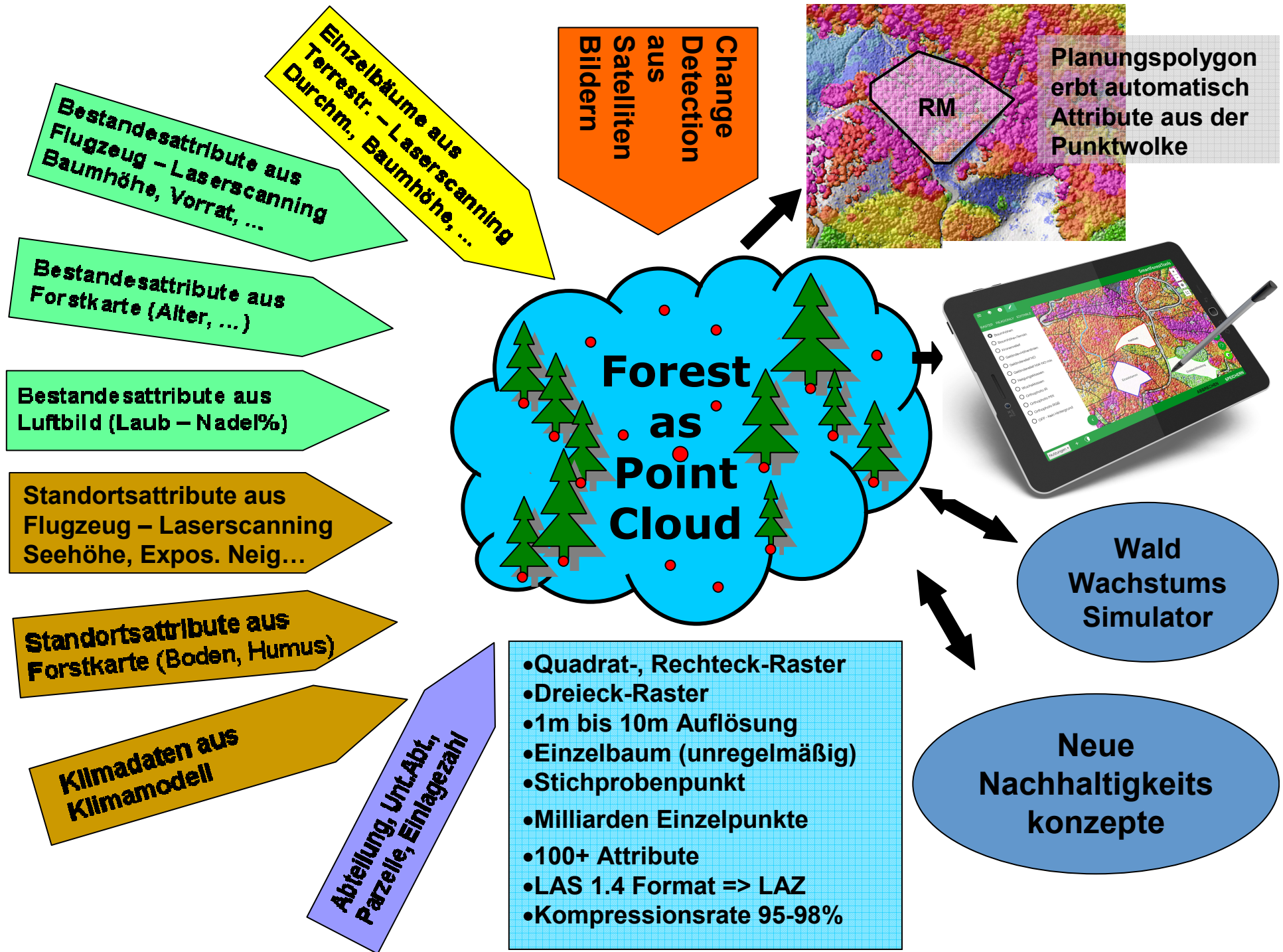


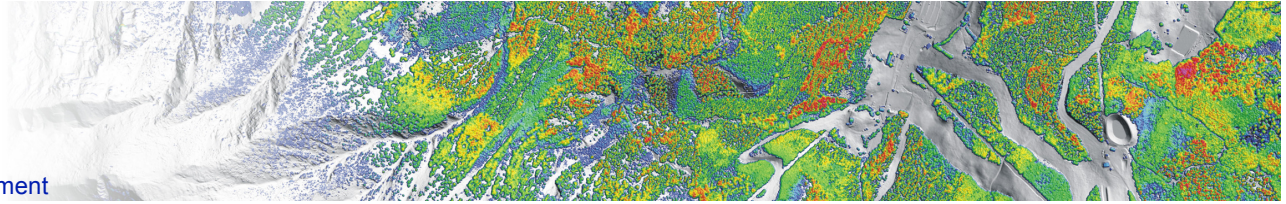


Phase V: Forstlicher Management Plan

- benutzerfreundlich
- flexibel
- intuitiv
- off-line fähig
- Einzelbaum-
Repräsentation
- multi-user

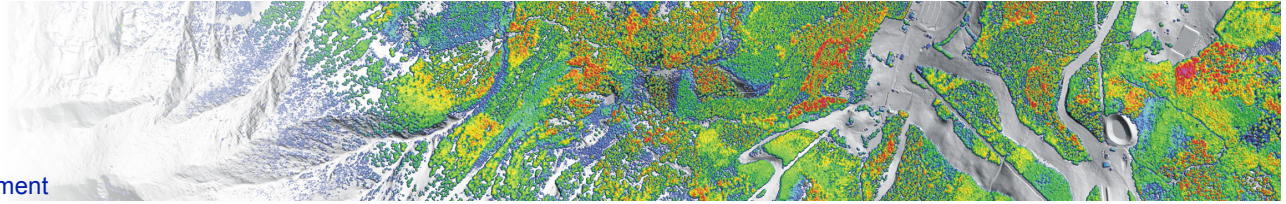






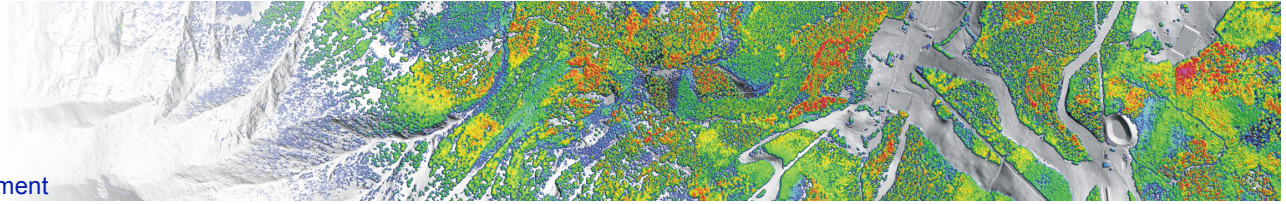
Forschungsfragen:

- Verbesserung der Extraktion von Baumeigenschaften aus TLS-Punktwolken
- Baumartenerkennung
- Integration der III-Phasen-Inventur in NFI-Designs
- Statistik von kombinierten Fernerkundungsbasierten Stichproben-Designs
- **Waldwachstumsmodelle basierend auf KI / deep learning**



Nächste Schritte:

- Analyse aller Simulations-Scans Q4 /2018
- Prototyp einsatzfähig: Q1-2 /2019
- Daten aus Test-Scans mit dem Prototypen zum Download verfügbar: Q3 /2019
- jib-scan Präsentation auf der Silvilaser 2019
- Lieferung der ersten Serie 2020
- Kosten: < 25.000€



digital  forst

www.digitalforst.de