



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Digitalisierung und Automatisierung im Waldmonitoring

Christoph Gollob und Arne Nothdurft
Universität für Bodenkultur
Department für Wald und Bodenwissenschaften
Institut für Waldwachstum

04.05.2023
Lieco Forum

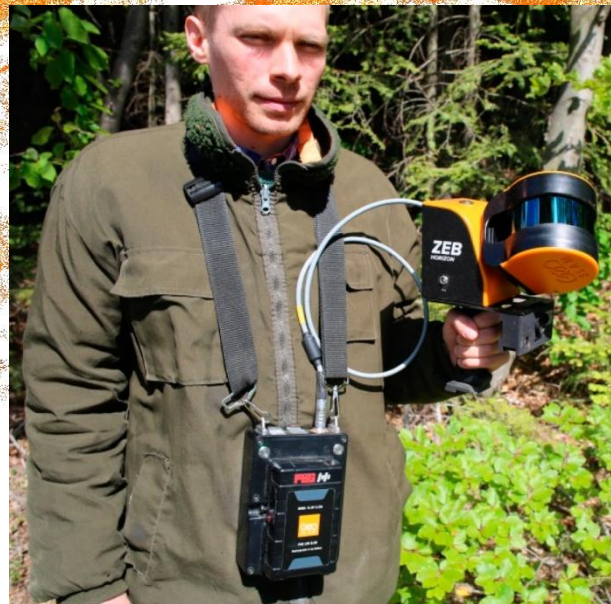
Traditionelle Verfahren zur Waldinventur

- Gebrochener Informationsfluss:
 - Messung (mit traditionellen Geräten)
 - analoge Erfassung (manuelle Eingabe)
 - elektronische Verarbeitung
- Hohe Arbeitskosten
- Häufige Datenverluste
- Selten volle Reproduzierbarkeit
- Geringer Detailierungsgrad



Mobiles Laserscanning im Wald

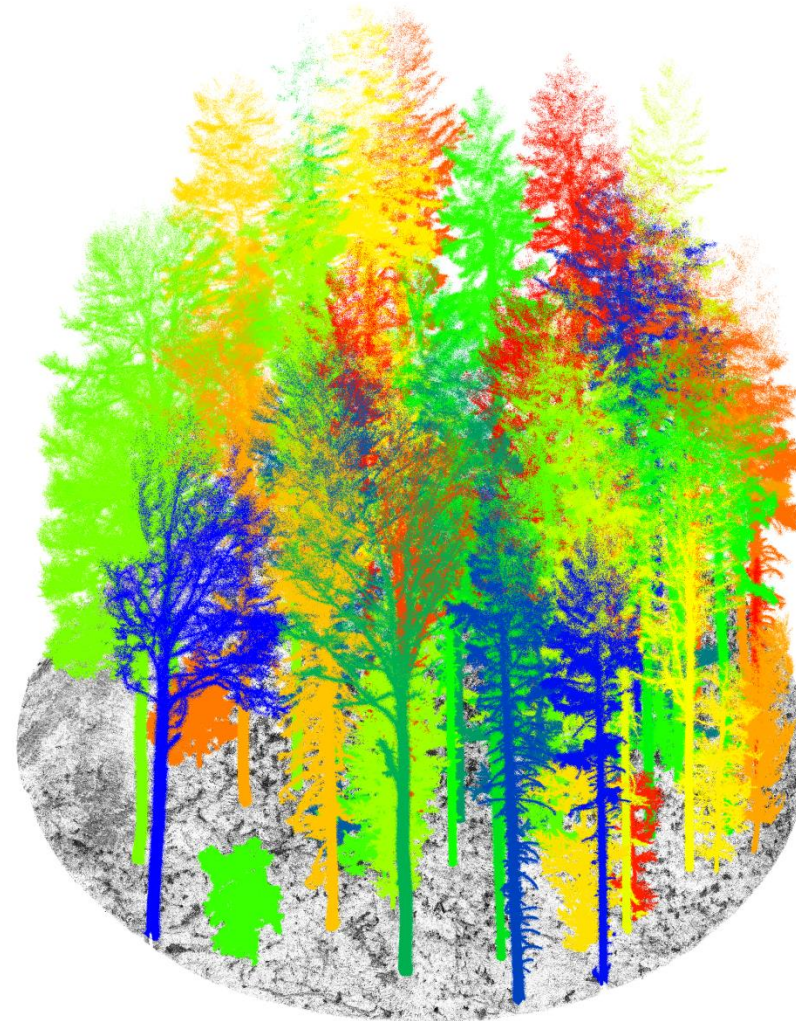
- Hochauflösende räumliche Punktwolke
- Einfache und schnelle Datengenerierung
- Hohe Arbeitseffizienz mit 7-12 min pro Probestfläche



Digitale Zwillinge



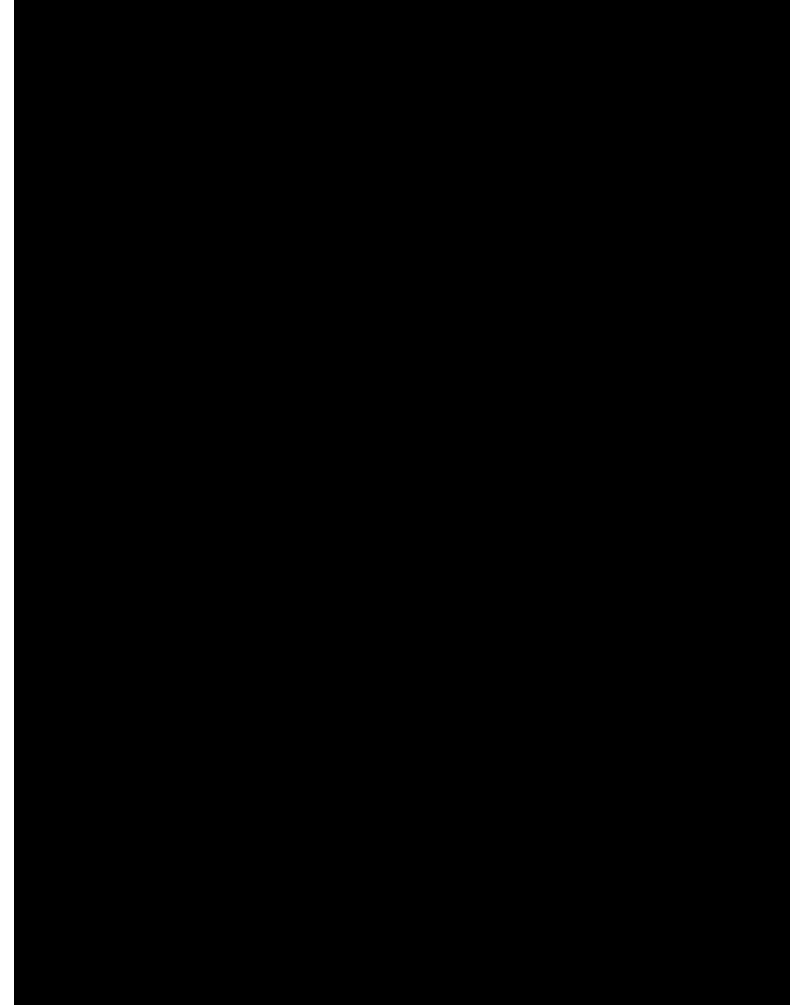
Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



3D Punktwolke aus dem Laserscan



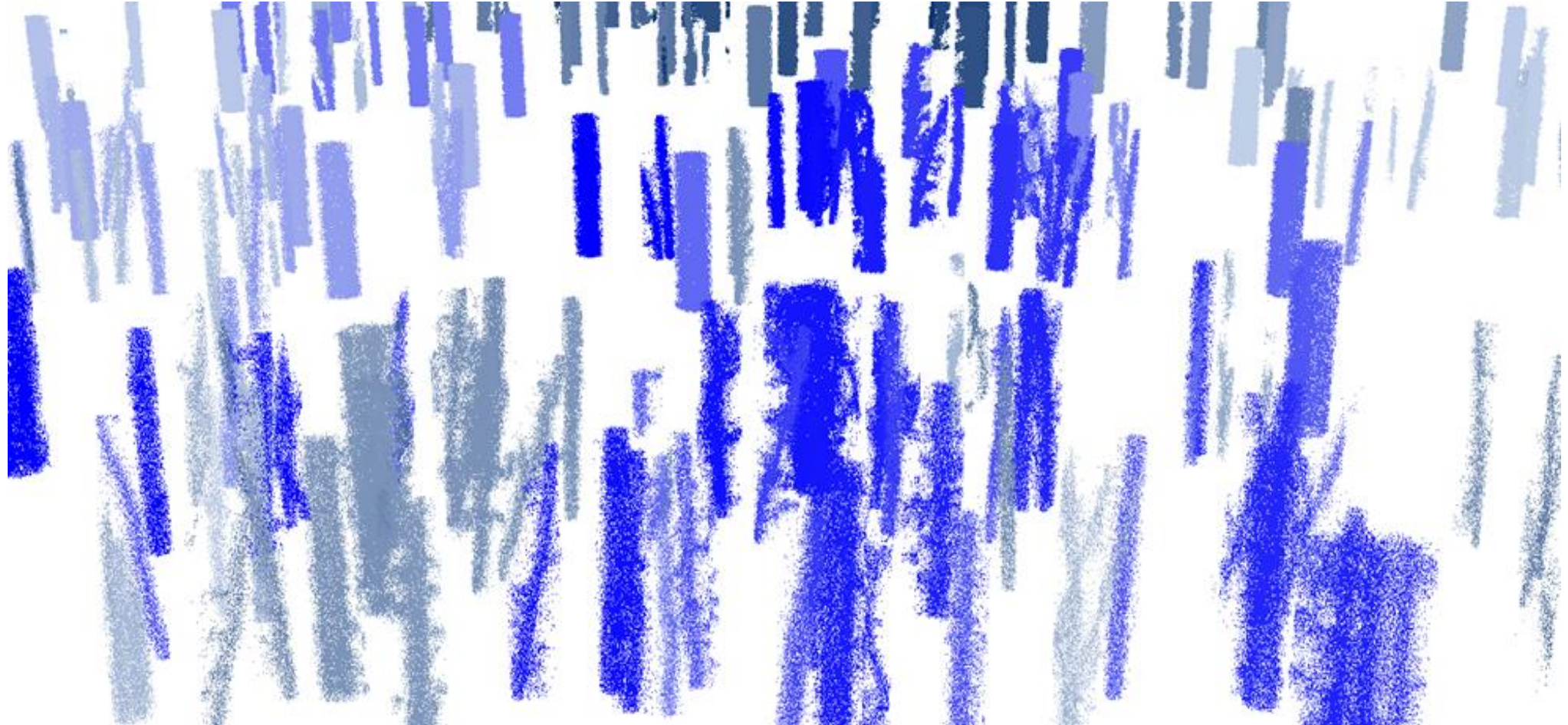
Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



Automatische Findung der Bäume



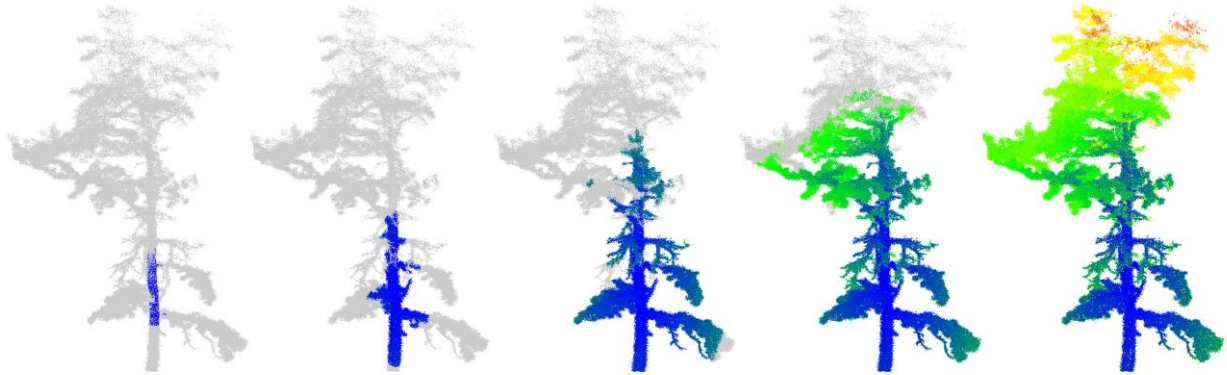
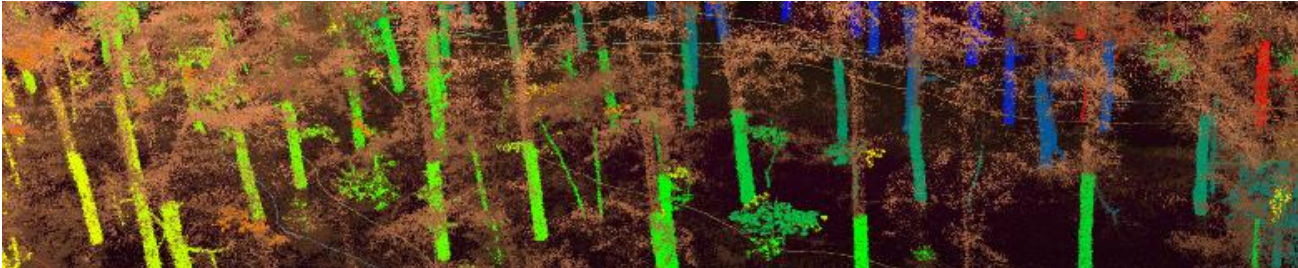
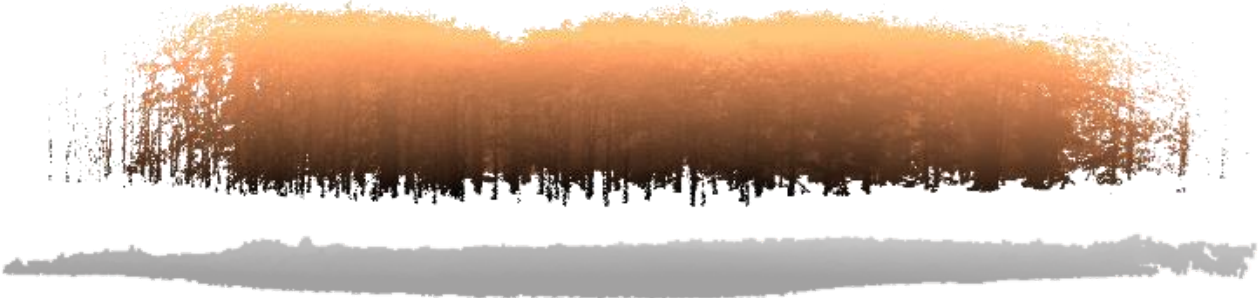
Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



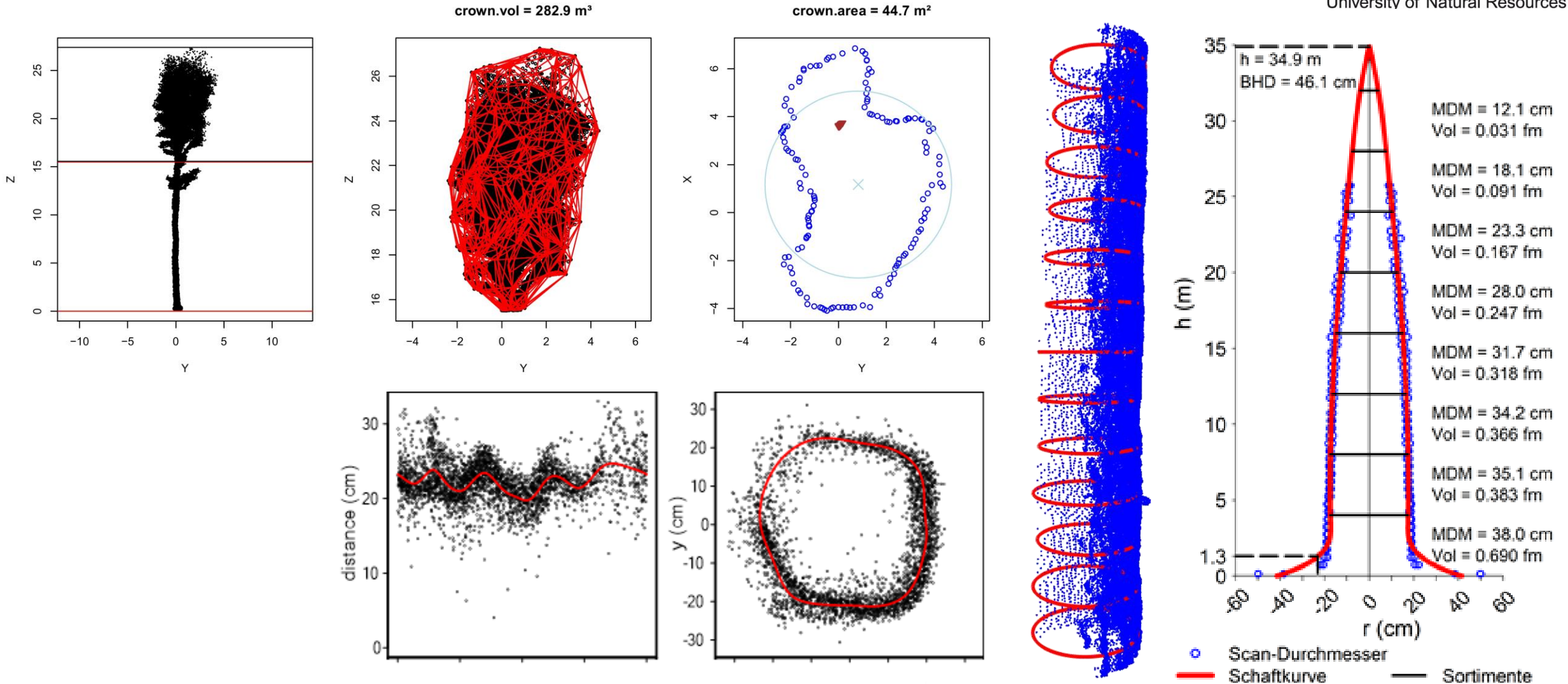
Automatische Abgrenzung der Bäume



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



Automatische Vermessung der Bäume

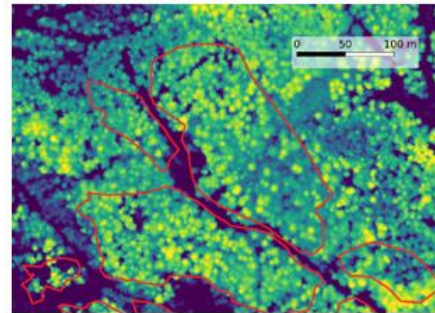


Räumliche Interpolation

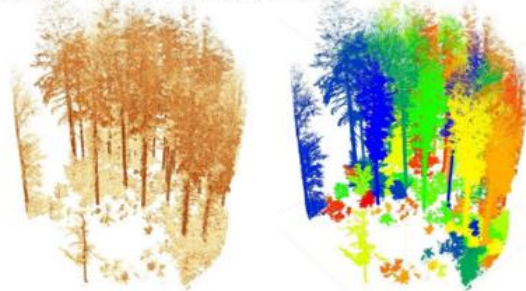
Projekt Digitalisierung in der Forsttechnik (Digi4+)



Flugzeug-
getragenes
Laserscanning
(ALS)
vor dem Sturm

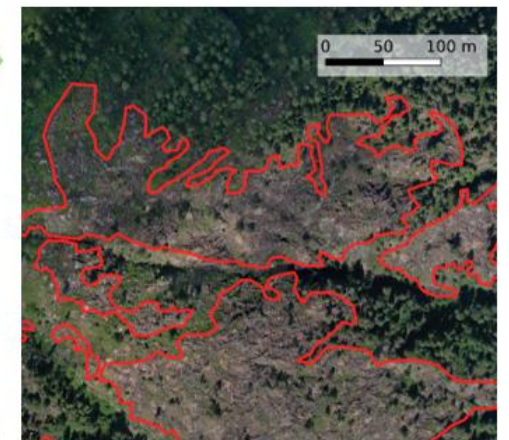


Personengetragenes Laserscanning (PLS)
in unversehrten Beständen



Räumliches
Statistisches
Modell

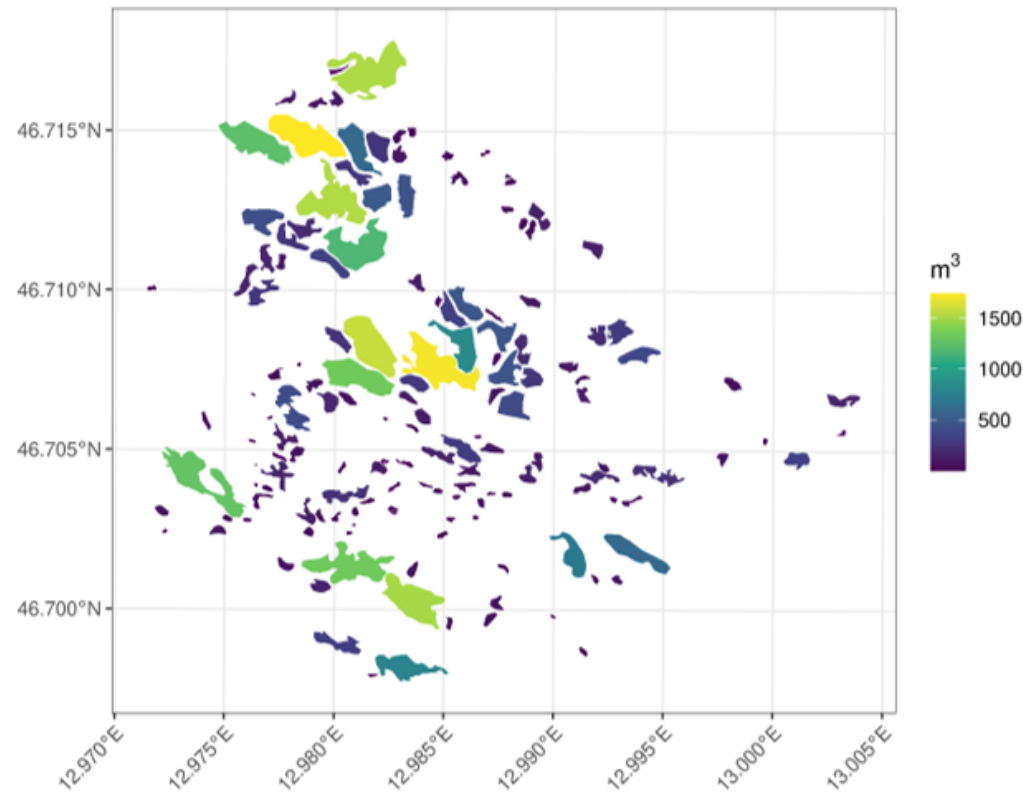
Flächenscharfe Schätzung
der Holzvorräte
vor dem Windwurf



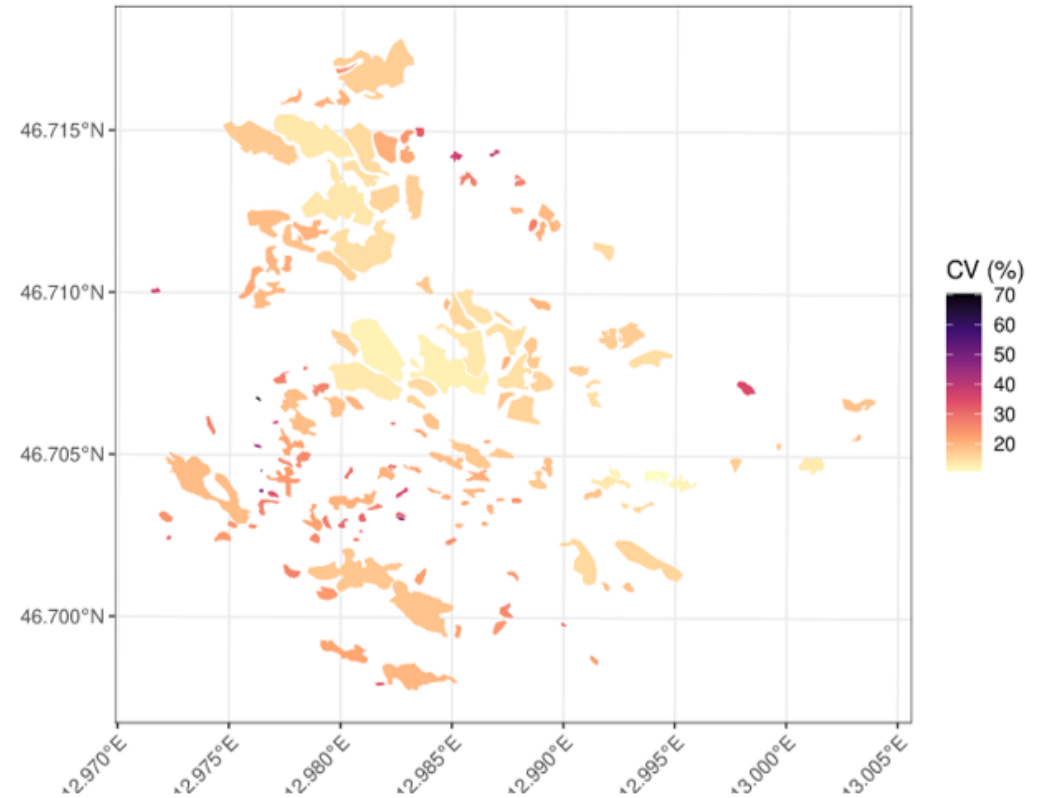
Räumliche Interpolation

Projekt Digitalisierung in der Forsttechnik (Digi4+)

Schadholzanfall



Prognoseunsicherheit



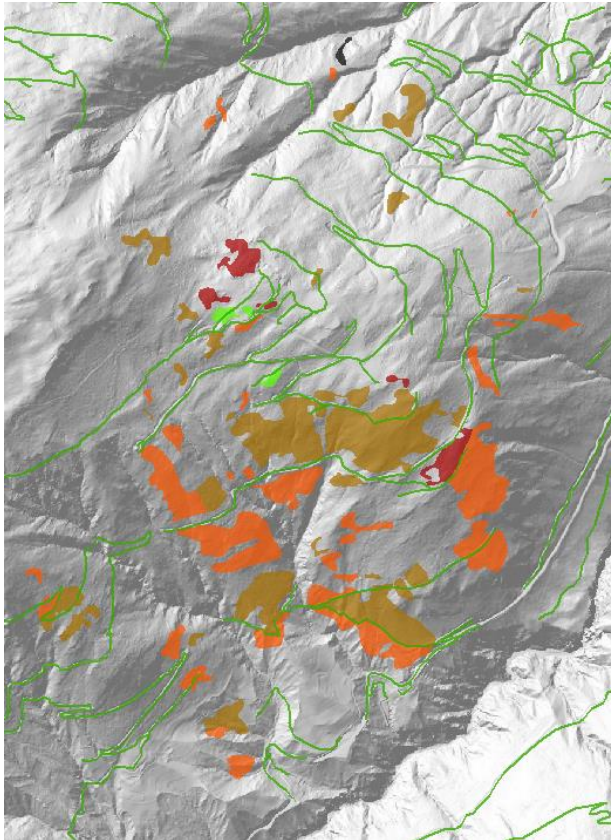
Nothdurft et al. (2021)

Optimierung von Holzbringungsverfahren



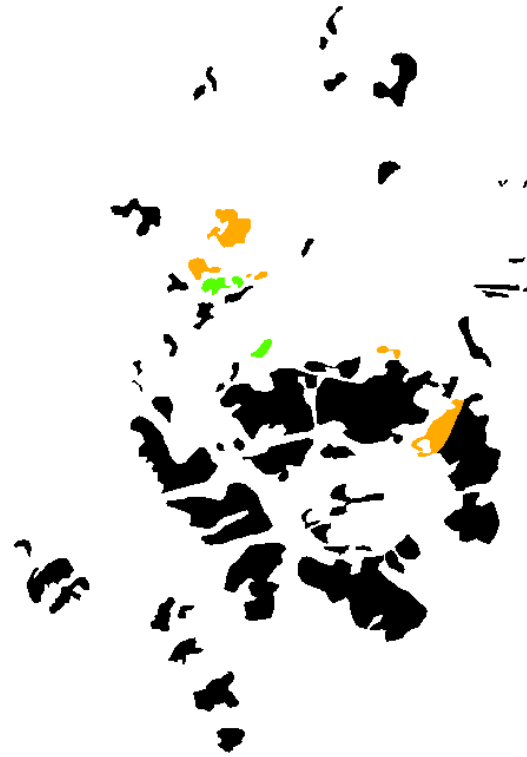
Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Alle Eignungsklassen



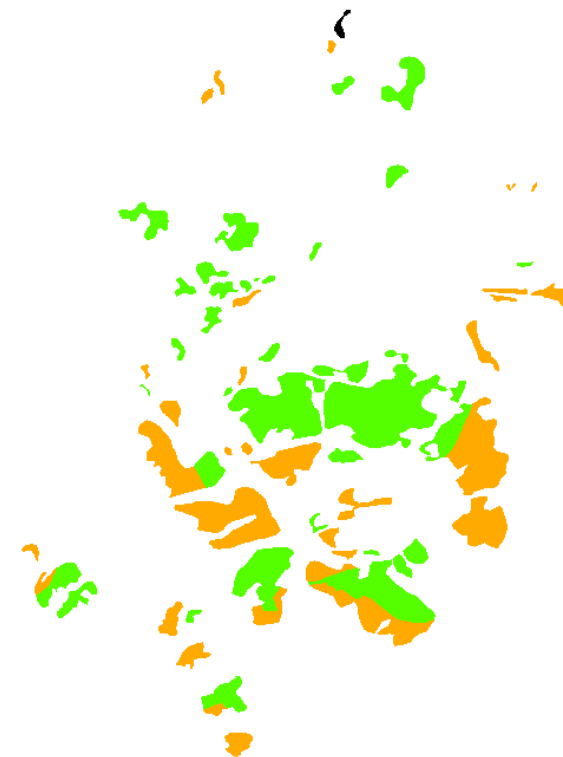
000 100 200 201 211 212 222

Forwarder



nicht geeignet

Mastseilgerät



mäßig geeignet

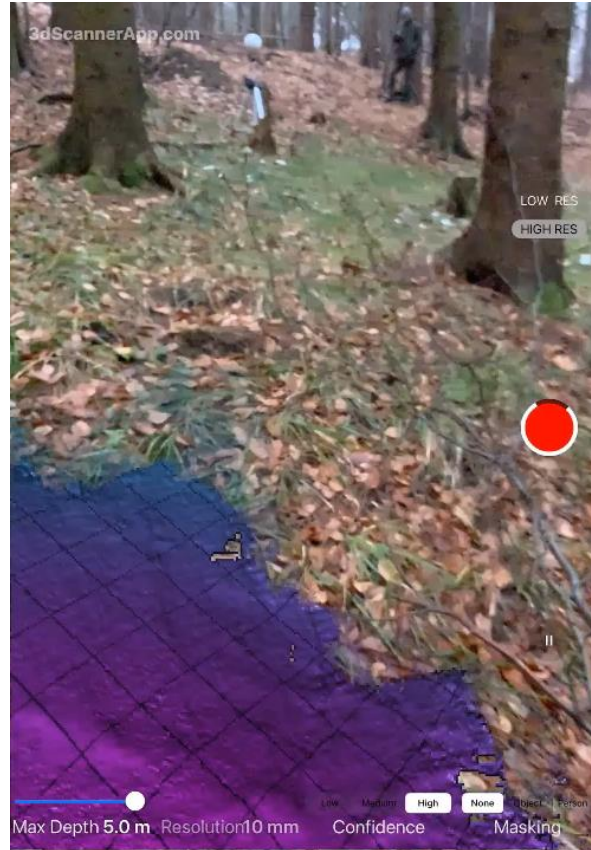
gut geeignet

Kühmaier et al. (2022)

Laserscanning mit dem iPad/iPhone

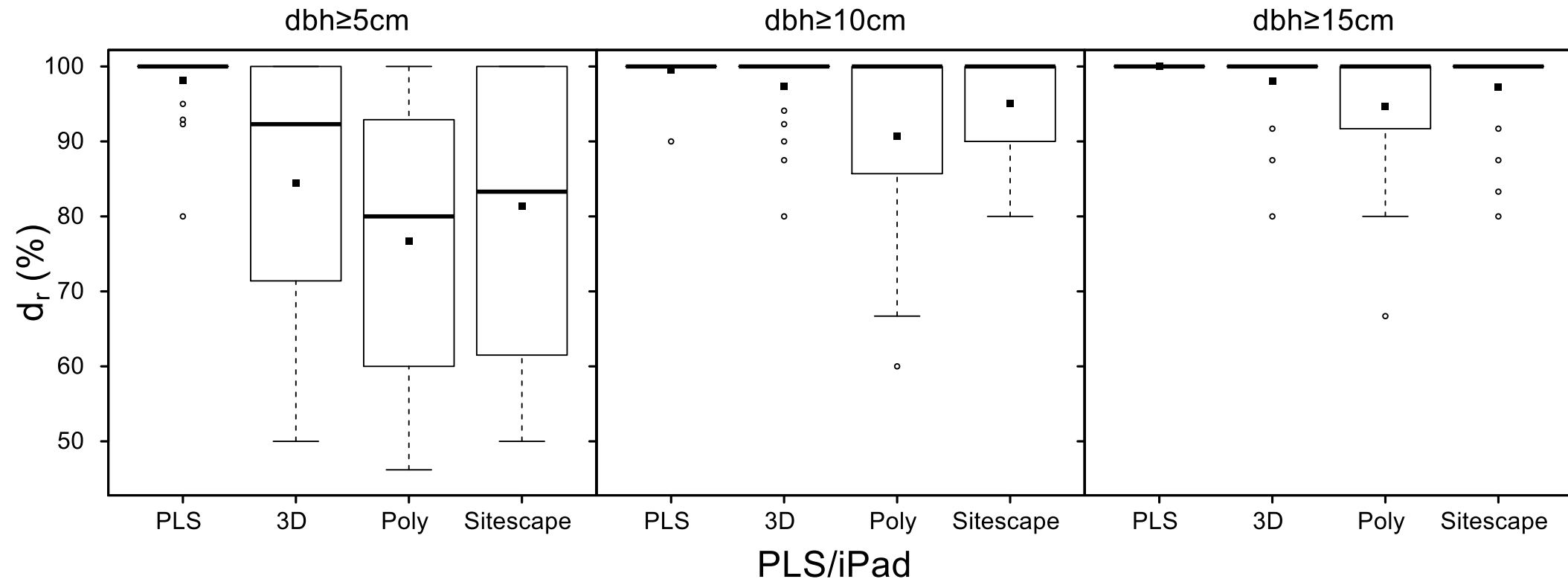


Laserscanning mit dem iPad/iPhone



Gollob et al. (2021)

Entdeckungsraten im Vergleich



Vermessung liegender Baumstämme

... anhand von Luftbildern



Article

A Robust Method for Detecting Wind-Fallen Stems from Aerial RGB Images Using a Line Segment Detection Algorithm

Tim Ritter ^{1,*}, Christoph Gollob ¹, Ralf Kraßnitzer ¹, Karl Stampfer ² and Arne Nothdurft ¹



Ritter et al. (2022)

Vermessung liegender Baumstämme

... anhand von terrestrischen Laserscans

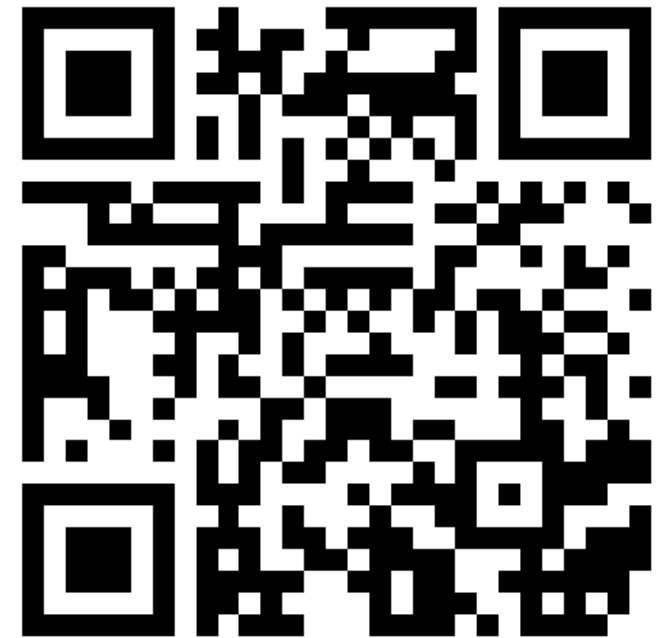


Seywald et al. (2022)

Seilkrananlage mit Laserscanner

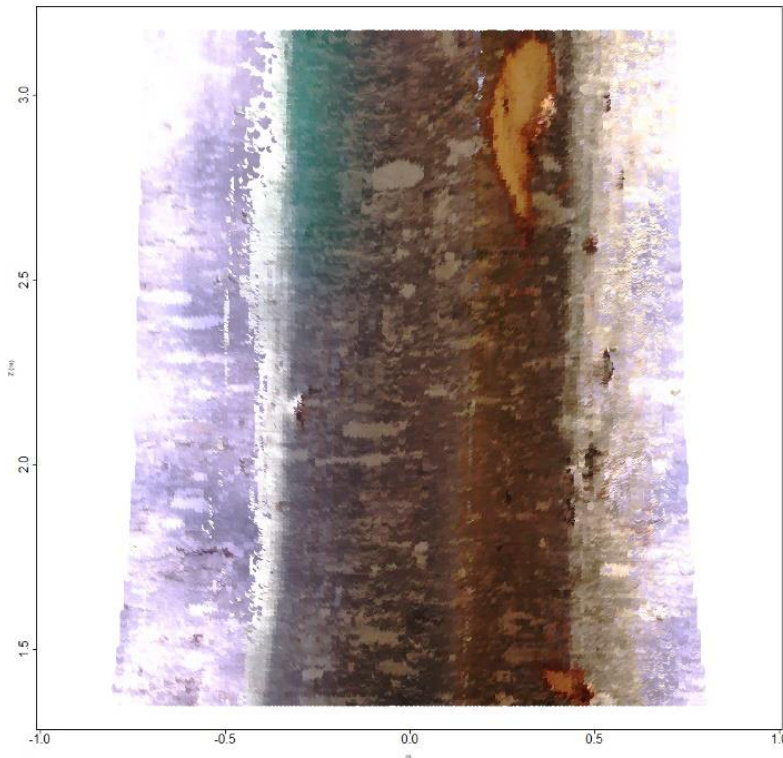


Video:

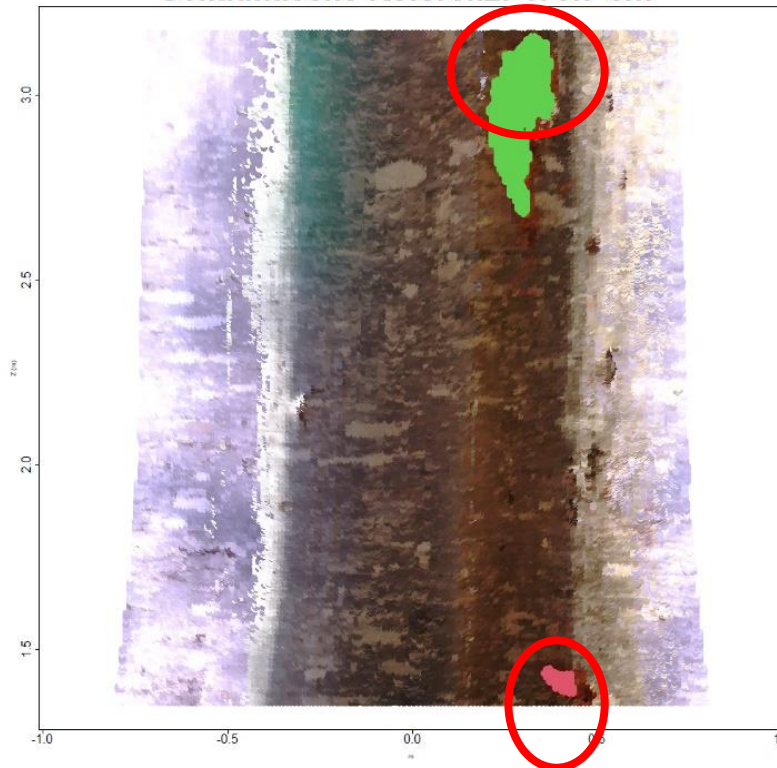


Automatische Erkennung von Schäden

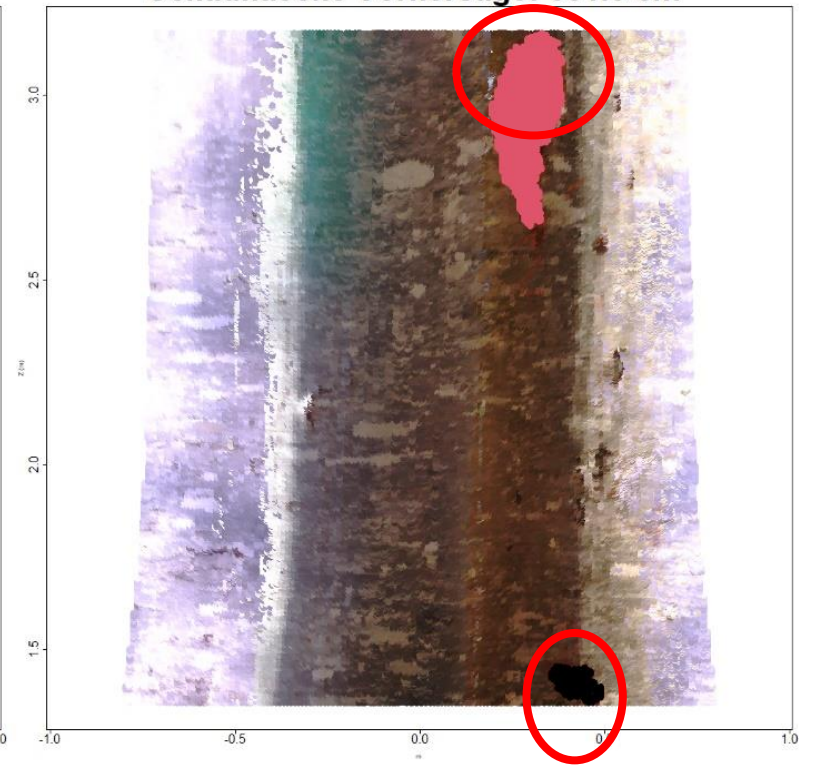
“Abgerollter” Stammabschnitt mit Schaden aus
der eingefärbten 3D Punktwolke



Schadflaeche Referenz: 478.7 cm²

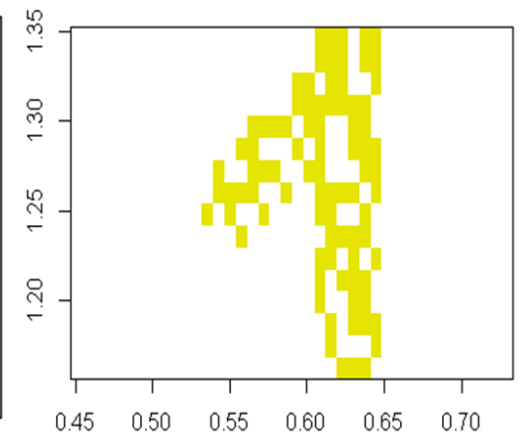
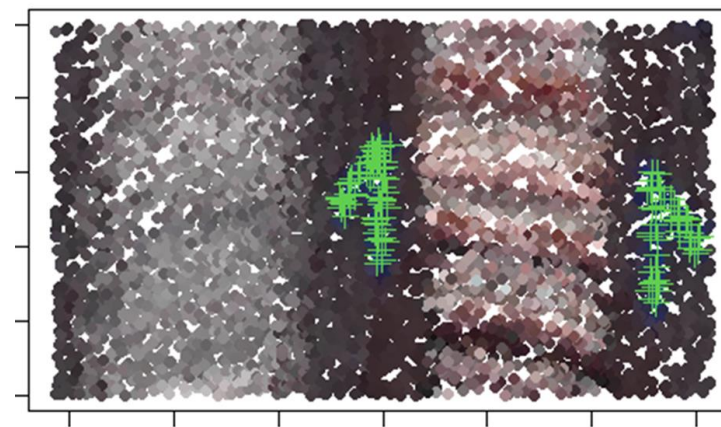
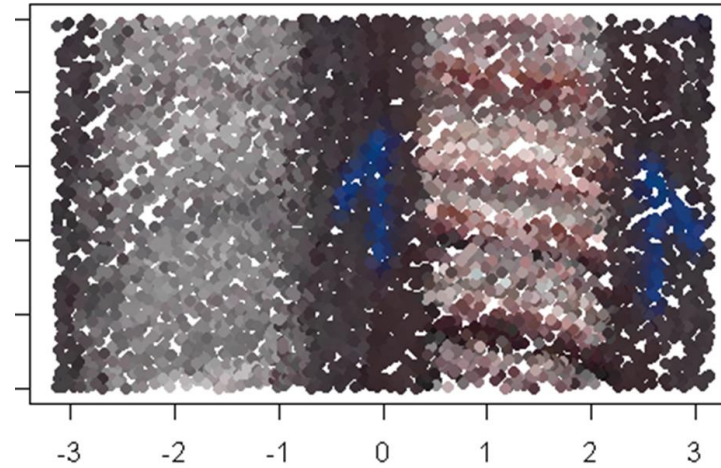
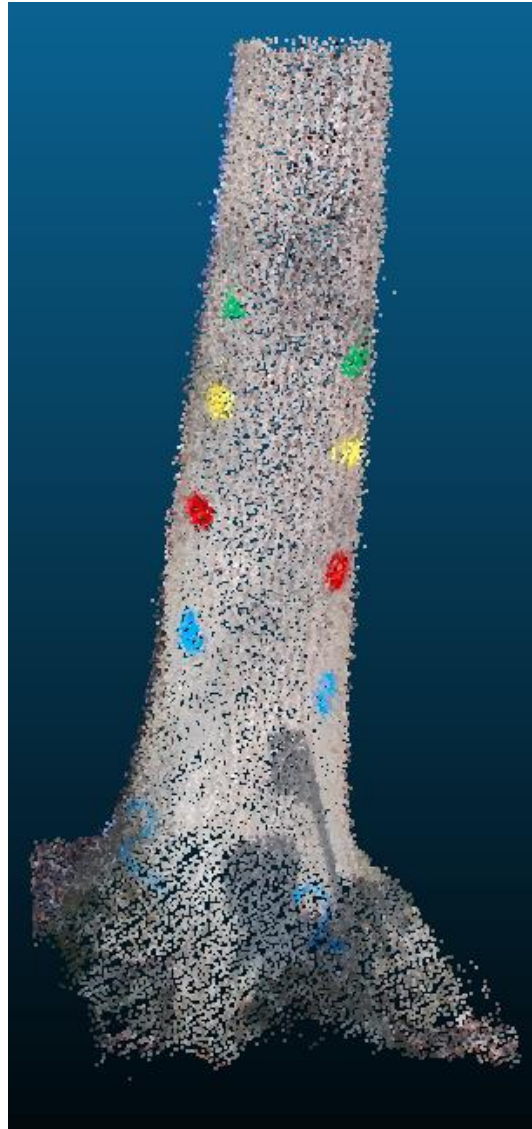


Schadflaeche Vorhersage: 681.8 cm²



Bernadini & Wieser (2022)

Erkennung von Farbmarkierungen



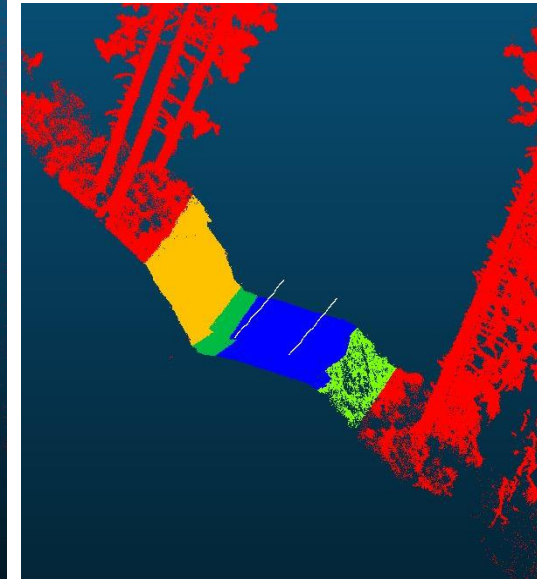
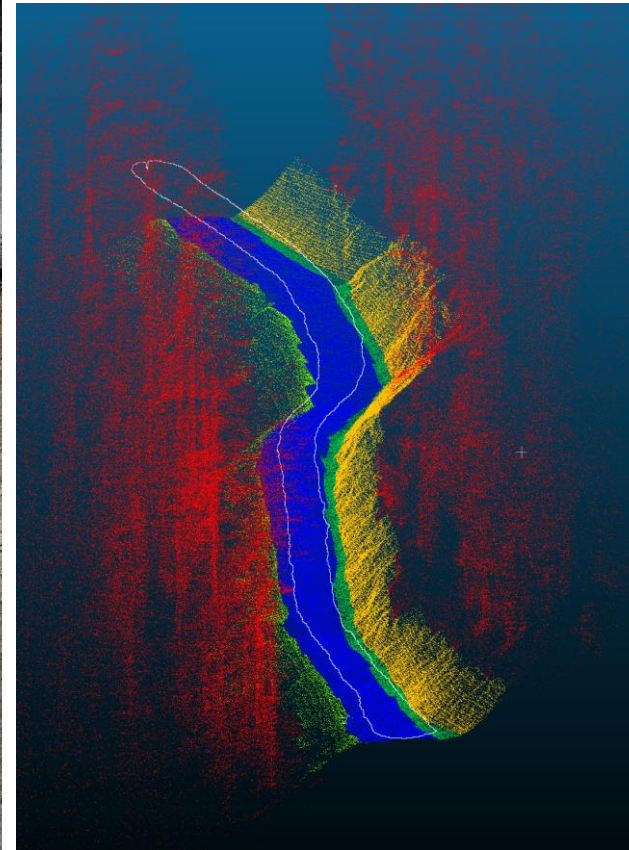
```
> prediction <- knn(train, vorhersage_tab, k = 9)  
> prediction  
[1] "1"
```

Wagner (2022)

Digitaler Zwilling Forststraße



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



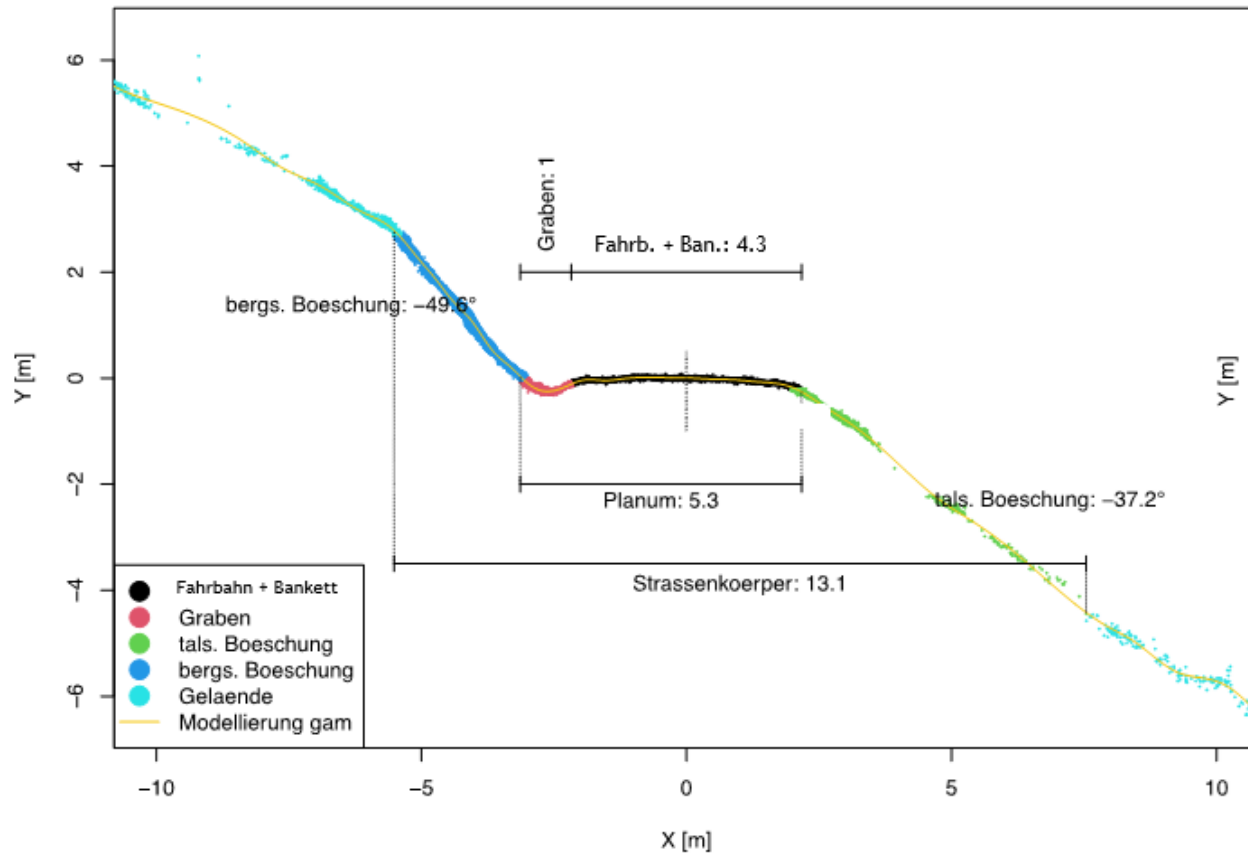
Pirker & Pirolt (2021)

Digitaler Zwilling Forststraße

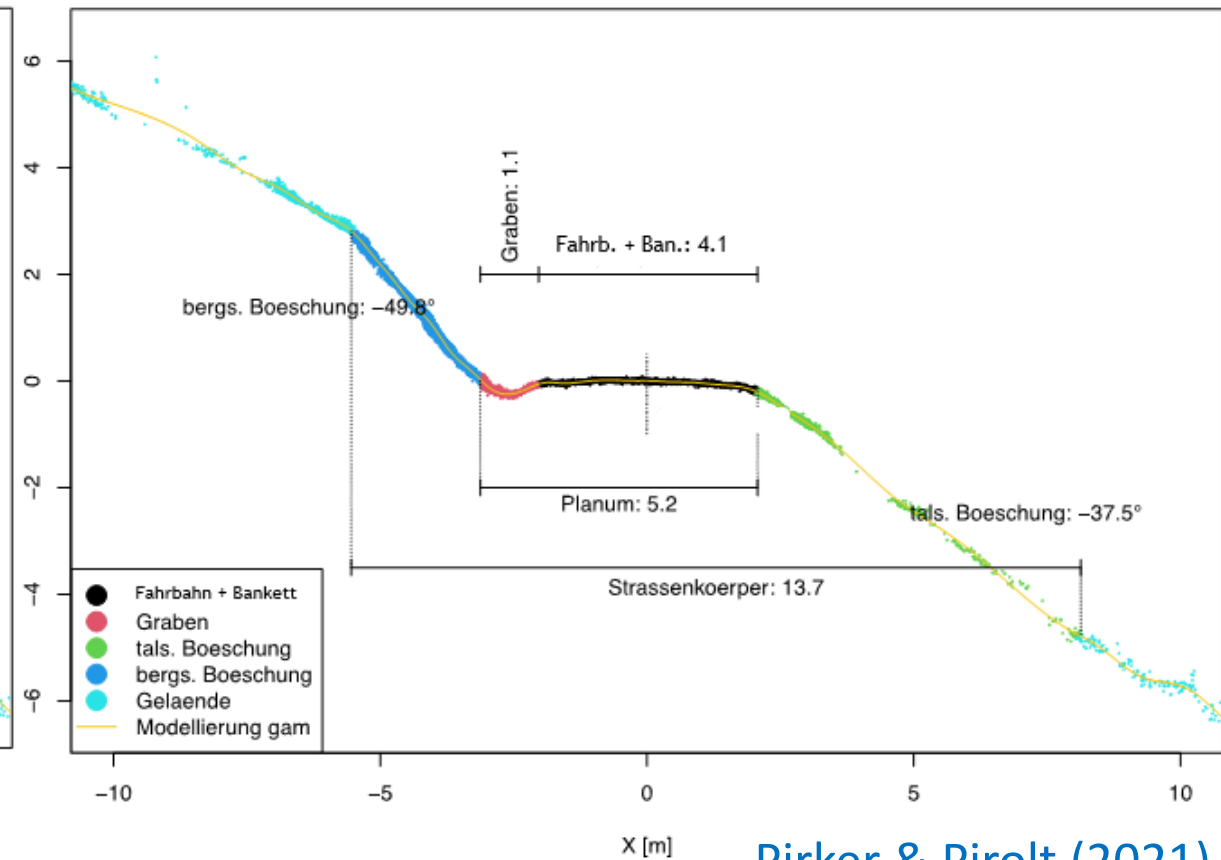


Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Referenzprofil bei m: 110



autom. Profil bei m: 110



Pirker & Pirolt (2021)

Fazit



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

- **Arbeitszeitbedarf 7-12 min** pro Probefläche mit tragbarem Laser.
- Entspricht **75% Zeit- und Kostenreduktion** gegenüber traditionellem Verfahren (jedoch längere Computerrechenzeiten).
- **Vollautomatisierte** Auswertung.
- Detailgetreues, nahezu **verlustfreies Abbild** der **Wirklichkeit**
→ **digitale Archivierung** für spätere Aufgaben/Auswertungen.
- **Präzise räumliche „Interpolation“** für **Waldbestände** durch Verknüpfung mit ALS-Daten.
- **Digitaler Informationsfluss** an der Schnittstelle Waldmonitoring – Forsttechnik etabliert.

Herzlichen Dank!



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna



Literatur I

Gollob, C; Ritter, T; Nothdurft, A (2020): Forest Inventory with Long Range and High-Speed Personal Laser Scanning (PLS) and Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Technology. *Remote Sensing*, 12(9), 1509.

Gollob, C; Ritter, T; Nothdurft, A (2020): Comparison of 3D Point Clouds Obtained by Terrestrial Laser Scanning and Personal Laser Scanning on Forest Inventory Sample Plots. *Data*, 5(4), 103.

Gollob, C; Ritter, T; Krassnitzer, R; Tockner, A; Nothdurft, A. (2021): Measurement of Forest Inventory Parameters with Apple iPad Pro and Integrated LiDAR Technology. *Remote Sensing*, 13(16), 3129.

Gollob, C; Ritter, T; Wassermann, C; Nothdurft, A (2019): Influence of Scanner Position and Plot Size on the Accuracy of Tree Detection and Diameter Estimation Using Terrestrial Laser Scanning on Forest Inventory Plots. *Remote Sensing*, 11(13), 1602.

Kühmaier, M; Gollob, C; Nothdurft, A; Lackner, M; Stampfer, K (2022): Capacity Planning of Timber Harvesting in Windthrow Areas. *Forests*, 13(2), 350.

Nothdurft, A; Gollob, C; Krassnitzer, R; Erber, G; Ritter, T; Stampfer, K; Finley, AO (2021): Estimating timber volume loss due to storm damage in Carinthia, Austria, using ALS/TLS and spatial regression models. *Forest Ecology and Management*, 502, 119714.

Literatur II



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna

Nothdurft, A; Stampfer, K (2022): Digitale Zwillinge. *Österreichische Forstzeitung*, 01/2022, 12-15; ISSN 1012-4667

Ritter, T; Gollob, C; Nothdurft, A (2020): Towards an Optimization of Sample Plot Size and Scanner Position Layout for Terrestrial Laser Scanning in Multi-Scan Mode. *Forests*, 11(10), 1099.

Ritter, T; Gollob, C; Kraßnitzer, R; Stampfer, K; Nothdurft, A (2022): A Robust Method for Detecting Wind-Fallen Stems from Aerial RGB Images Using a Line Segment Detection Algorithm. *Forests*, 13(1), 90.

Ritter, T; Schwarz, M; Tockner, A; Leisch, F; Nothdurft, A (2017): Automatic Mapping of Forest Stands Based on Three-Dimensional Point Clouds Derived from Terrestrial Laser-Scanning. *Forests*, 8(8).

Seywald, J; Gollob, C; Ritter, T; Nothdurft, A (2022): TLS-Vermessung liegender Stämme. *Österreichische Forstzeitung*, 03/2022, 14-16.

Witzmann, S; Matitz, L; Gollob, C; Ritter, T; Krassnitzer, R; Tockner, A; Stampfer, K; Nothdurft, A (2022): Accuracy and Precision of Stem Cross-Section Modeling in 3D Point Clouds from TLS and Caliper Measurements for Basal Area Estimation. *Remote Sensing*, 14(8), 1923.