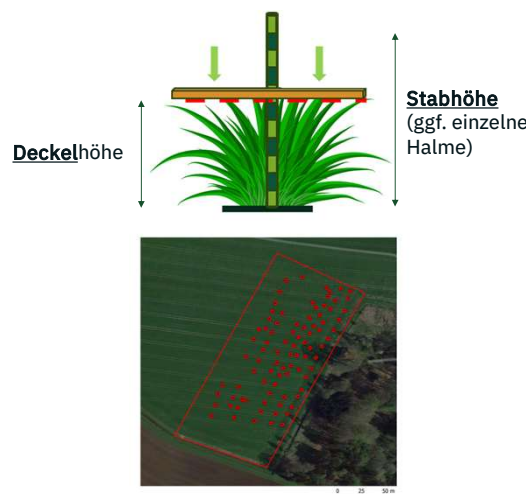


Comparison of UAV- and mowing machine-mounted LiDAR for grassland canopy height estimation

Justus Bracke, Marcel Storch, Janis Bald, Thomas Jarmer

Manuelle Referenzmessung im Feld

- 1,6 ha Grünlandversuchsfläche
- Mahd am 10.05.2023, 17 cm Schnitthöhe
- Referenzmessungen an 86 systematisch angeordneten und georeferenzierten Punkten durchgeführt mit zwei Methoden:
 - Stabmethode
 - Deckelmethode (0,5 m x 0,5 m Styropordeckel)



UAV-gestütztes LiDAR-System

- Trägerdrohne: DJI Matrice 600
 - Flughöhe: 20 m über Grund
 - Fluggeschwindigkeit: 5 km/h
 - LiDAR in Nadir-Orientierung angebracht
- Laserscanner: RIEGL miniVUX-1UAV
 - Rotationsfrequenz: 29 Hz
 - Reichweitengenauigkeit: $\pm 1,5$ cm
 - Präzision: ± 1 cm
 - Punktdichte: 670 pt/m²
 - Fußabdruck des Laserstrahls: 3,2 cm x 1 cm (elliptisch)
- jeweils eine Befliegung des Feldes vor und nach der Mahd



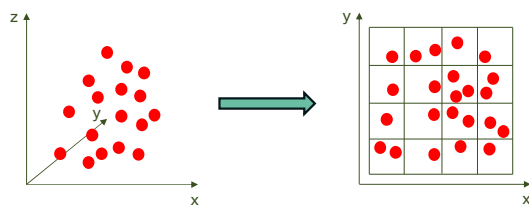
LiDAR-System auf dem Mähaufbereiter

- Maschine: KRONE BiG M 450
 - Arbeitsgeschwindigkeit: 10 km/h
 - Arbeitsbreite: 9,9 m
 - LiDAR 45° zur Vertikalen und 4 m über Grund angebracht, 2 m x 6 m Aufnahmebereich in horizontalem Abstand von 3,42 m vom Sensor vor der Maschine
- Laserscanner: Ouster OS1-64
 - Rotationsfrequenz: 10 Hz
 - Reichweitengenauigkeit: ± 3 cm
 - Präzision: ± 1 cm
 - Punktdichte: 325 pt/m²
 - Fußabdruck des Laserstrahls: $\varnothing$ 2,72 cm



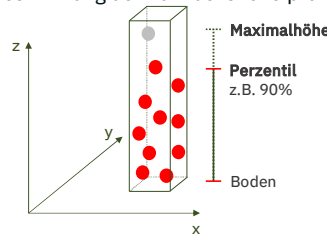
Methodik – Bestimmung der Aufwuchshöhe

1) regelmäßiges 2D-Gitter wird über die 3D-Punktwolke gelegt:



Vergleich verschiedener räumlicher Auflösungen der Gitter-Zellen: **20 cm, 40 cm, 60 cm**

2) Bestimmung der Aufwuchshöhe pro Gitter-Zelle:



Vergleich zwischen **ungefilterter Maximalhöhe** und **Perzentil-Filter** (95% bis 50% in 0,5 Schritten)

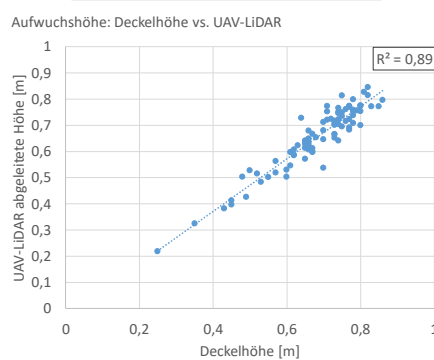
3) Vergleich der Aufwuchshöhen an den Punkten der manuellen Referenzmessung:



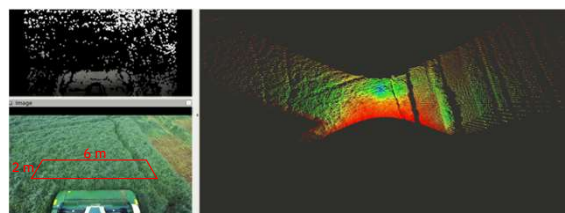
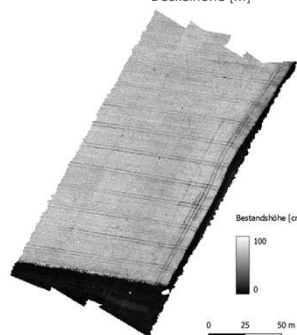
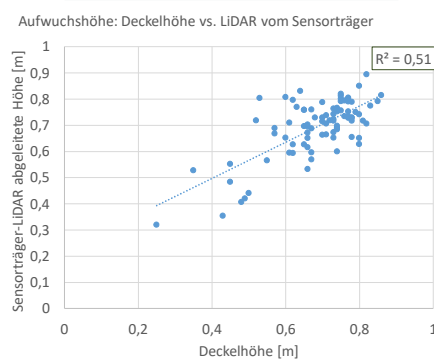
Messpunkt und Gitter-Zelle, beide georeferenziert

Ergebnisse

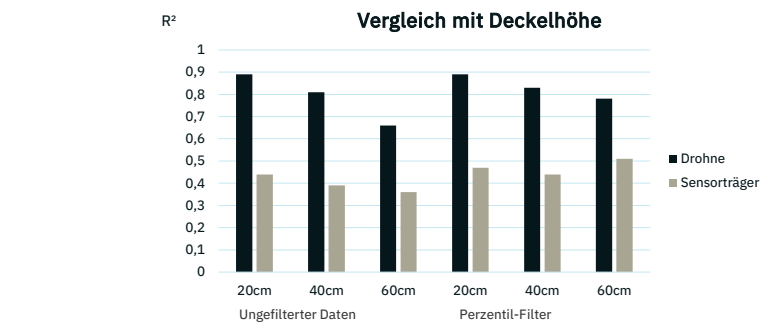
Laserscanning von der Drohne



Laserscanning vom Sensorträger



	Ungefilterte Daten			Perzentil-Filter		
Rastergröße	20 cm	40 cm	60 cm	20 cm	40 cm	60 cm
Drohne vs. Stabhöhe	R²: 0,85 RMSE: 6 cm	R²: 0,73 RMSE: 6 cm	R²: 0,55 RMSE: 9 cm	100% R²: 0,85 RMSE: 6 cm	94% R²: 0,75 RMSE: 6 cm	89% R²: 0,67 RMSE: 7 cm
Drohne vs. Deckelhöhe	R²: 0,89 RMSE: 5 cm	R²: 0,81 RMSE: 6 cm	R²: 0,66 RMSE: 9 cm	100% R²: 0,89 RMSE: 5 cm	94% R²: 0,83 RMSE: 5 cm	89% R²: 0,78 RMSE: 5 cm
Sensorträger vs. Stabhöhe	R²: 0,37 RMSE: 11 cm	R²: 0,31 RMSE: 12 cm	R²: 0,29 RMSE: 13 cm	89,5% R²: 0,4 RMSE: 11 cm	89,5% R²: 0,37 RMSE: 10 cm	65,5% R²: 0,44 RMSE: 9 cm
Sensorträger vs. Deckelhöhe	R²: 0,44 RMSE: 10 cm	R²: 0,39 RMSE: 11 cm	R²: 0,36 RMSE: 14 cm	89,5% R²: 0,47 RMSE: 10 cm	89,5% R²: 0,44 RMSE: 10 cm	65,5% R²: 0,51 RMSE: 8 cm



Fazit

- Die Aufwuchshöhenbestimmung auf Basis der UAV-LiDAR Daten, im Vergleich zu den Höhenbestimmungen mittels der Deckelmethode, war in diesem Versuch genauer und präziser als die Aufwuchshöhenbestimmung auf Basis der Daten des LiDAR-System auf dem Mähaufbereiter. Der Aufwand der Datenerhebung ist im Falle des LiDAR-Systems auf dem Mähaufbereiter dafür deutlich geringer.
- Gründe für die Unterschiede resultieren aus den unterschiedlichen technischen Eigenschaften der verwendeten LiDAR-Systeme und/oder den unterschiedlichen Einflüssen aufgrund der Betriebsumgebungen.

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des Projektes Agri-Gaia (FKZ: 01MK21004A & 01MK21004K). Das Deutsche Forschungszentrum für künstliche Intelligenz in Niedersachsen wird gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur mit Mitteln aus dem Programm zukunft.niedersachsen der VolkswagenStiftung.



Kontakt:

Justus Bracke, M.Sc.

DFKI Niedersachsen
Forschungsbereich Planbasierte Robotersteuerung
Hamburger Straße 24
49084 Osnabrück
Telefon: +49 (0)541 386050-2258
Email: justus.bracke@dfki.de