

5G Versorgung, Robotik-Plattform und Kartierung

Moderation: Andreas Schlarb, Plantivo GmbH



Lösungen aus Smarter Weinberg und NoLa: 5G-Versorgung in den Moselsteillagen 5G Campusnetz mit Edge Cloud in Smarter Weinberg

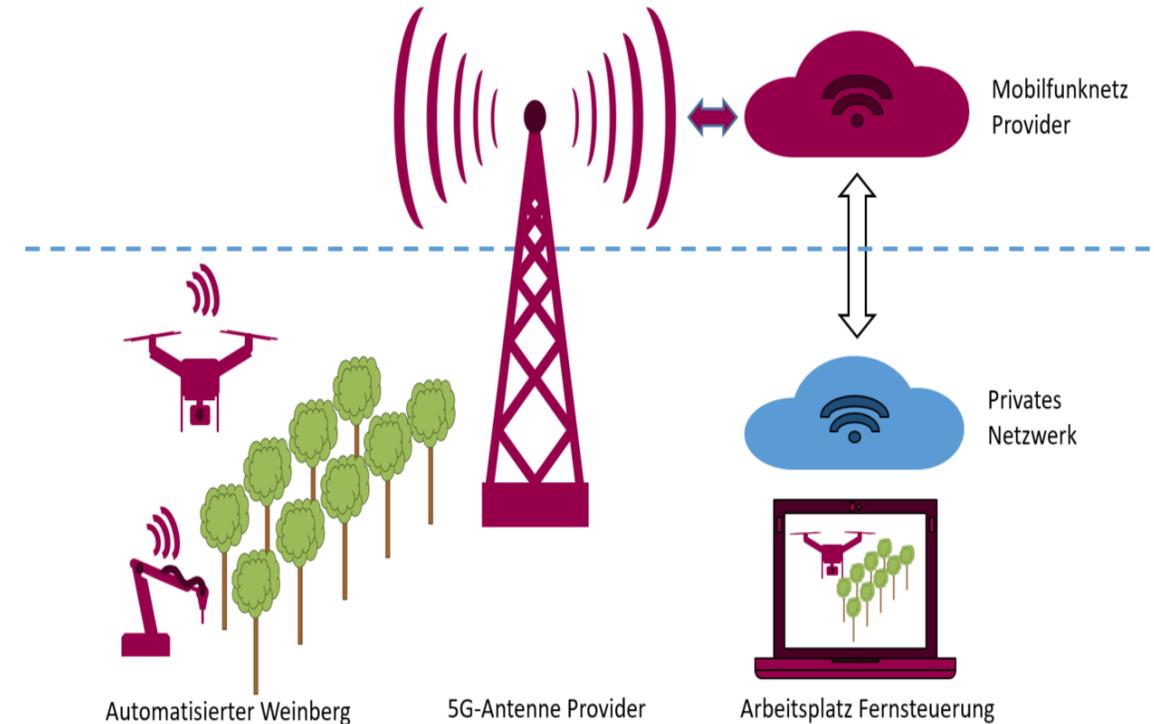
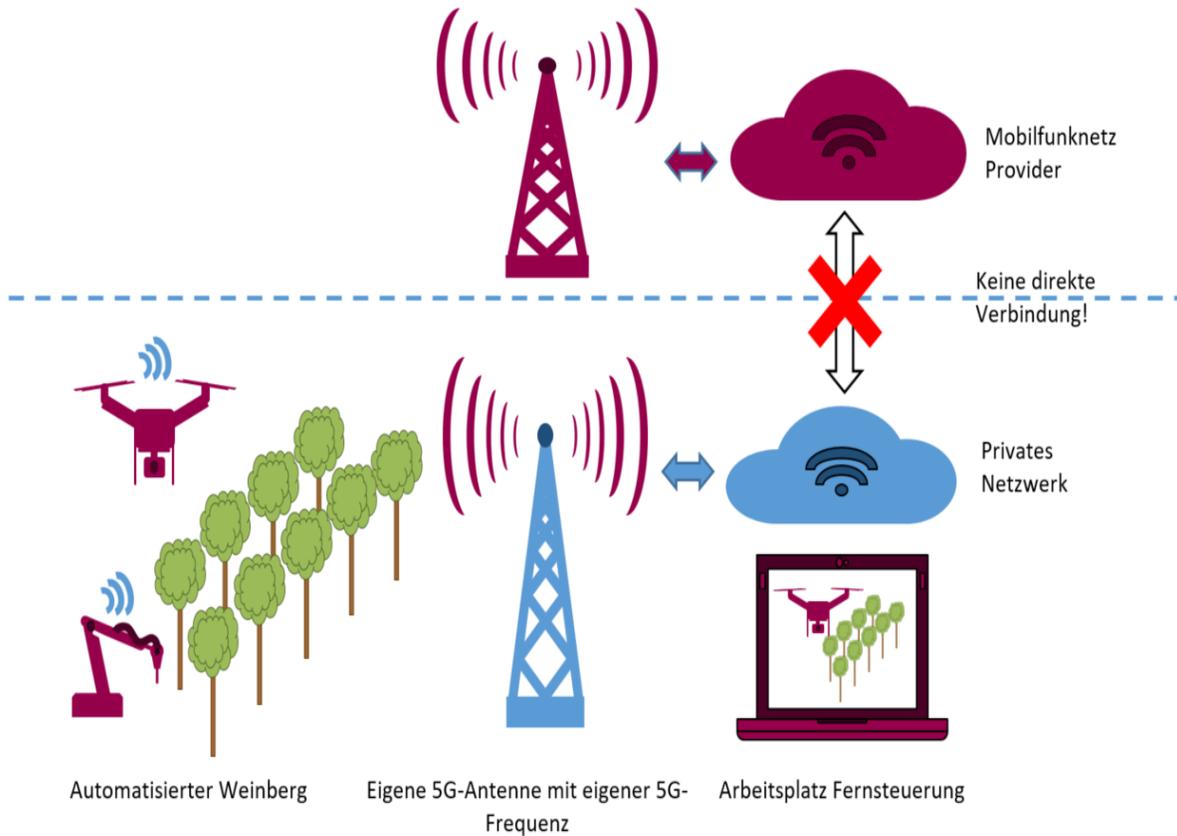
Andreas Küster (MRK Media AG) – Ergebnisse aus Smarter Weinberg

Prof. Dr. Hannes Frey (Universität Koblenz) – Ergebnisse aus NoLa

NoLa als Schwesterprojekt von Smarter Weinberg

□ Szenario 1 – fest installiertes 5G Campusnetz

□ Szenario 2 – Nutzung vorhandener Netze

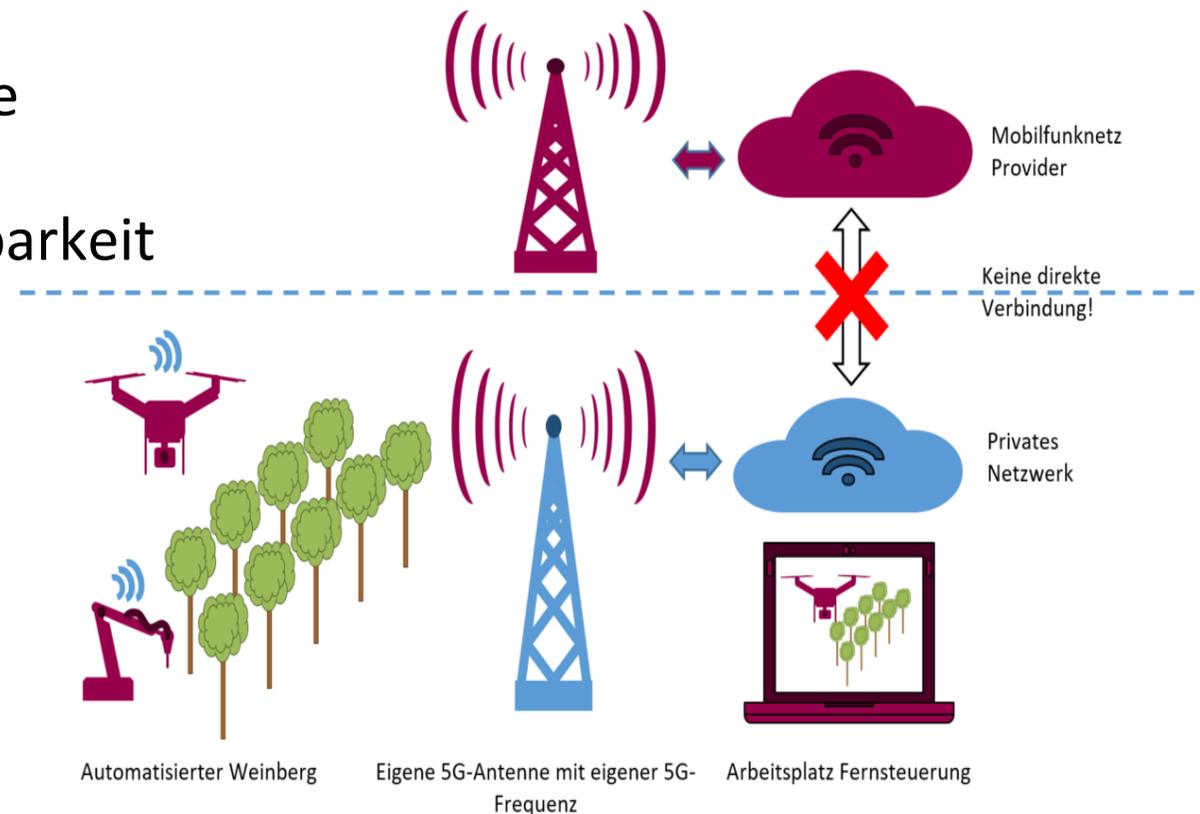


NoLa als Schwesterprojekt von Smarter Weinberg

Warum sind 5G-Netze erforderlich?

- ❑ Es wird eine geringe Latenz & hohe Uploadrate benötigt
- ❑ Ausreichende Abdeckung, Verfügbarkeit und Stabilität

Existierende 5G-Infrastruktur-Lösungen sind nicht wirtschaftlich



Messungen und Simulation

□ Ziele der Messungen:

- Kalibrierung der Modelle
- Ermitteln von Störeinflüssen/Dämpfungen
- Kontrolle der 5G Netze

□ Zwei Arten von Messungen:

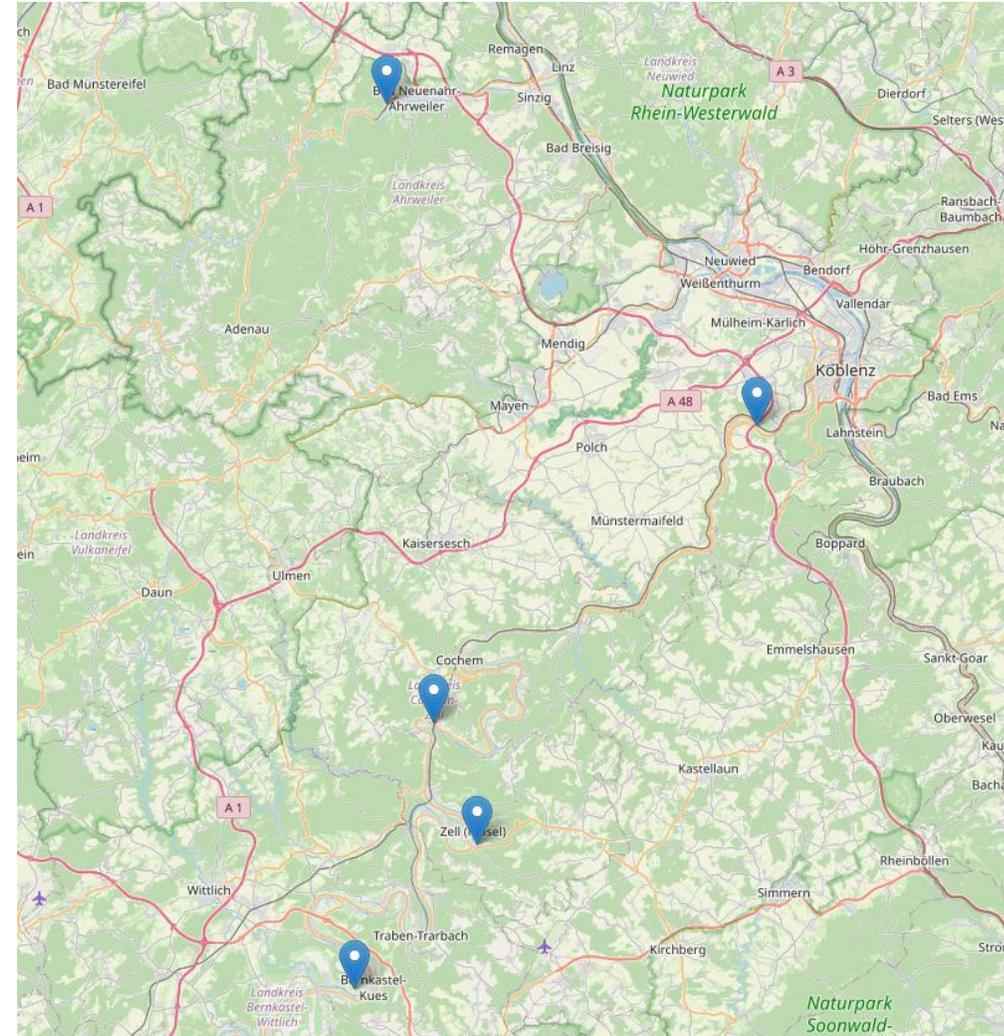
- Continuous-Wave (CW) Messungen
 - Ermittlung von Störquellen, Kalibrierung
- 5G Dienste-Messungen
 - Signalqualität

□ Hoher Aufwand hinsichtlich Logistik und körperlichem Einsatz



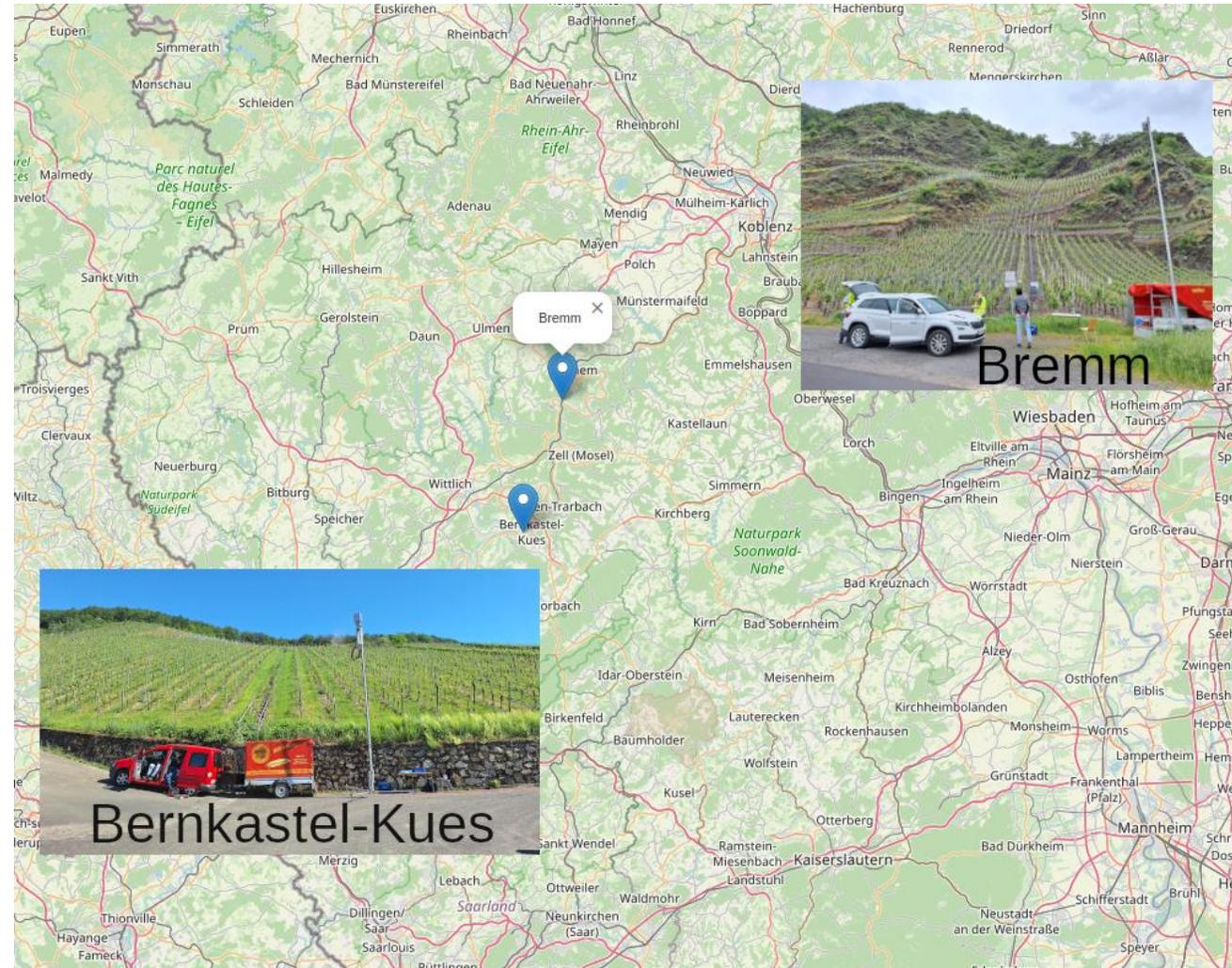
5G-Messungen wurden in Weinlagen in

- Bad Neuenahr
- Winningen
- Bremm
- Zell und
- Bernkastel-Kues durchgeführt.

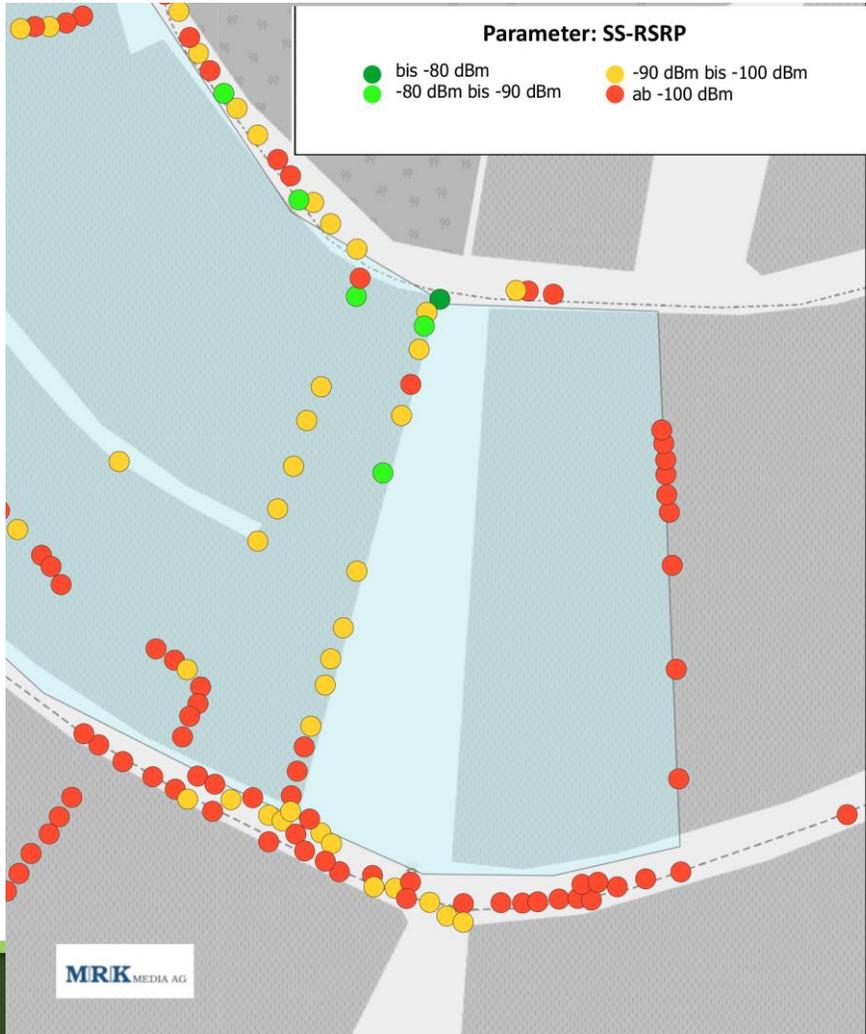


5G RSRP-Messungen in

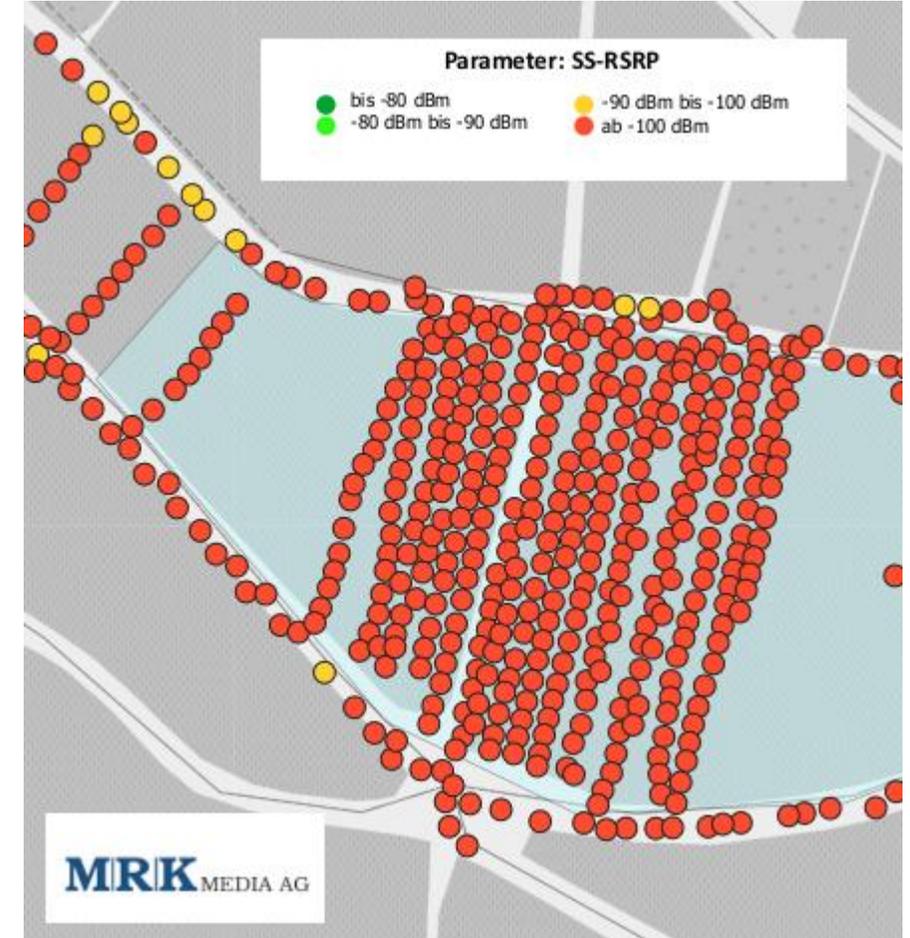
- Bremm und
- Bernkastel-Kues



Messungen öffentliche Mobilfunkversorgung (Jahr 2022)

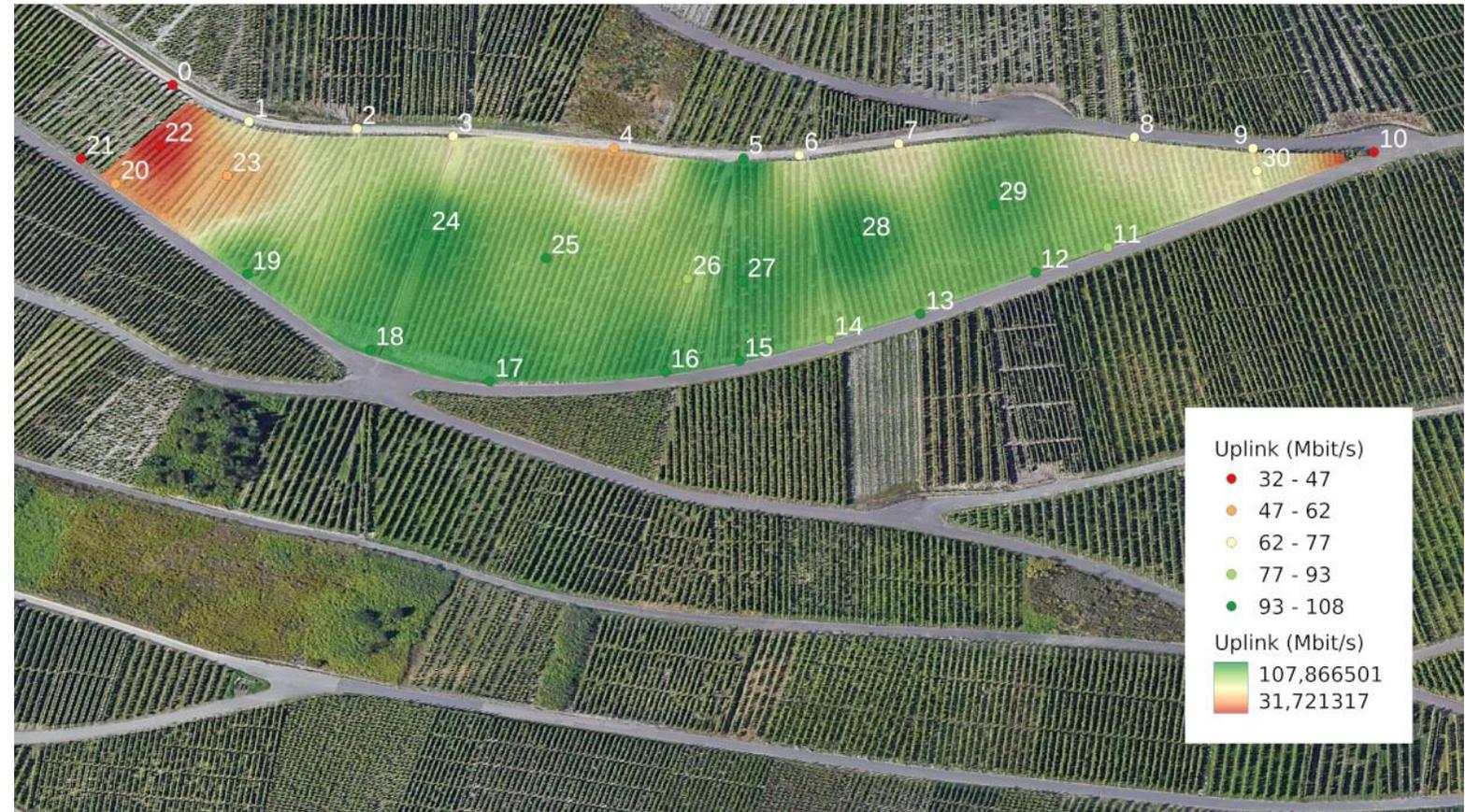


Kreuzlay
in Zell



Arena in
Bernkastel-Kues

Ausleuchtung Arena in Bernkastel-Kues mit stationärem Campusnetz aus Smarter Weinberg



Leistung in dBm	Leistung in Watt	Beispiel
+30 dBm	1 W	Maximale Abgabeleistung eines GSM Mobiltelefons (Power Class 2 bei 1800 MHz)
+23 dBm	200 mW	Maximale Ausgabeleistung eines gewöhnlichen 5G Smartphones (Power Class 3)
+22 dBm	158 mW	Exemplarische abgestrahlte Leistungsdichte [W/m ²] eines Mikrowellenherds bei einem Meter Distanz
+20 dBm bis +10 dBm	100 mW bis 10 mW	Typische abgestrahlte Leistung eines aktiven 5G Smartphones (abhängig von der Distanz zur Basisstation)
0 dBm	1 mW	Sendeleistung eines Bluetooth Standard (Class 3) Radio, 1 m Range
-10 dBm	1/10 mW	Maximale Empfangssignalleistung des drahtlosen Netzes (IEEE 802.11-Varianten)
- 80 dBm	10 pW = 1/100.000.000 mW	sehr guter RSRP-Empfangswert bei einer 5G Übertragung
-140 dBm	0,01 pW	sehr schlechter RSRP-Empfangswert bei einer 5G Übertragung

Leistungen in dBm

logarithmisches Maß:

*ein dBm entspricht
10 log₁₀ Leistung
auf ein Milliwatt
Referenzleistung*

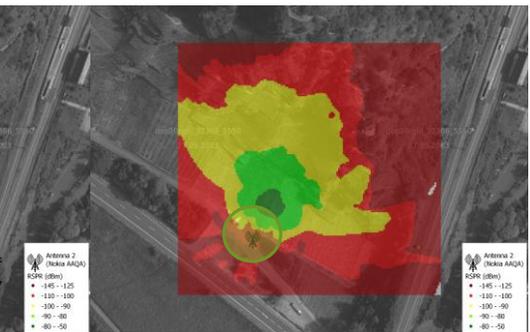
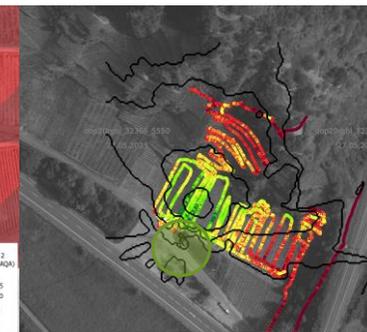
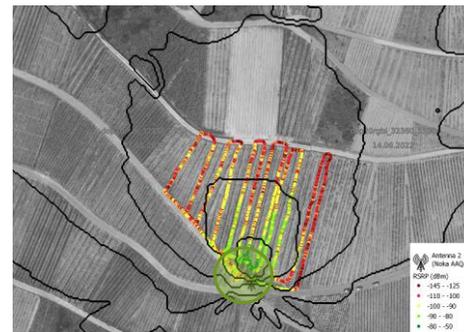
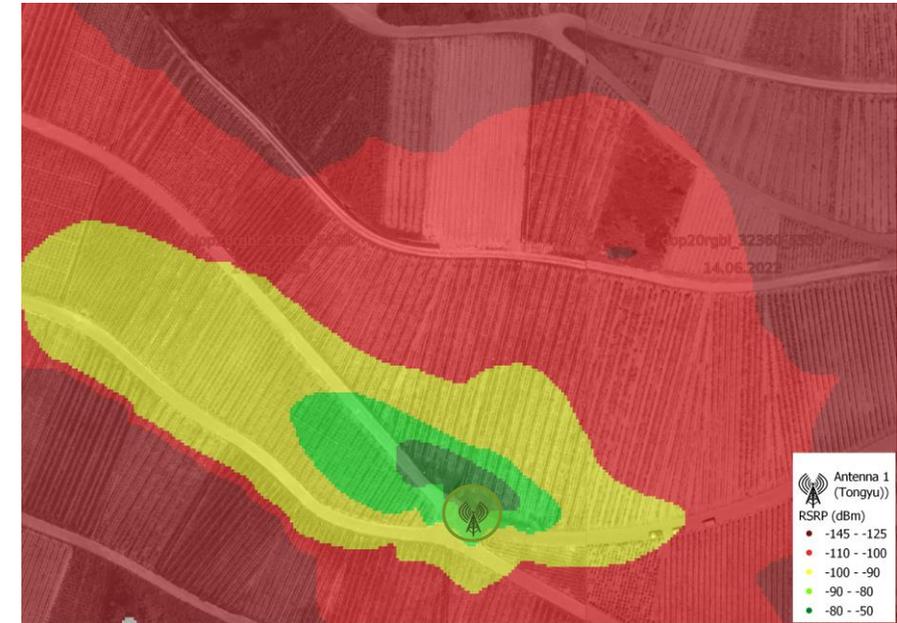
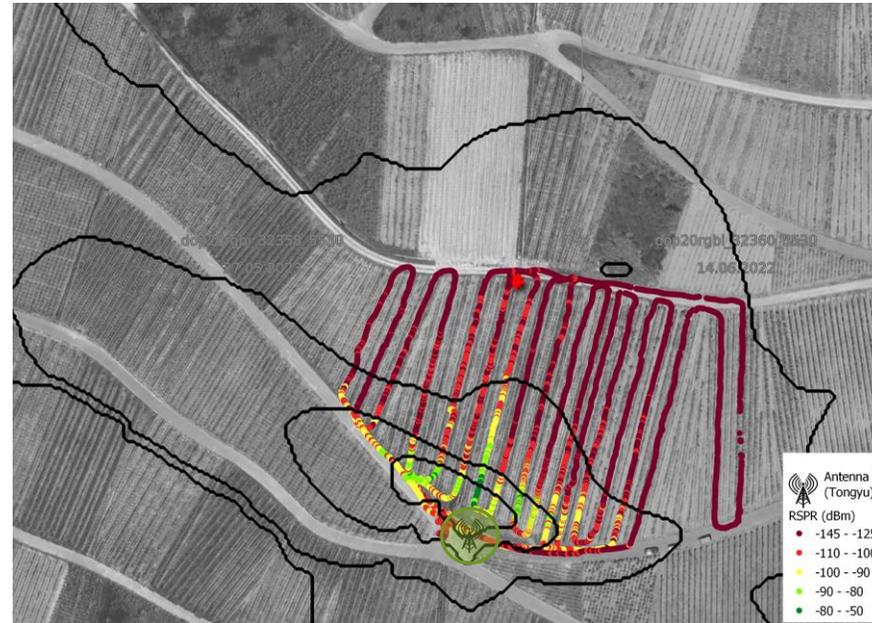
[1] 3GPP Standard TS 38.101-1 und TS 38.101-2, sowie TS 05.05 und TS 51.010-1

[2] Plets et al., "Exposure Assessment of Microwave Ovens and Impact on Total Exposure in WLANs", 2015

RSRP-Messungen und Simulationen in der Arena bzw. Bremm

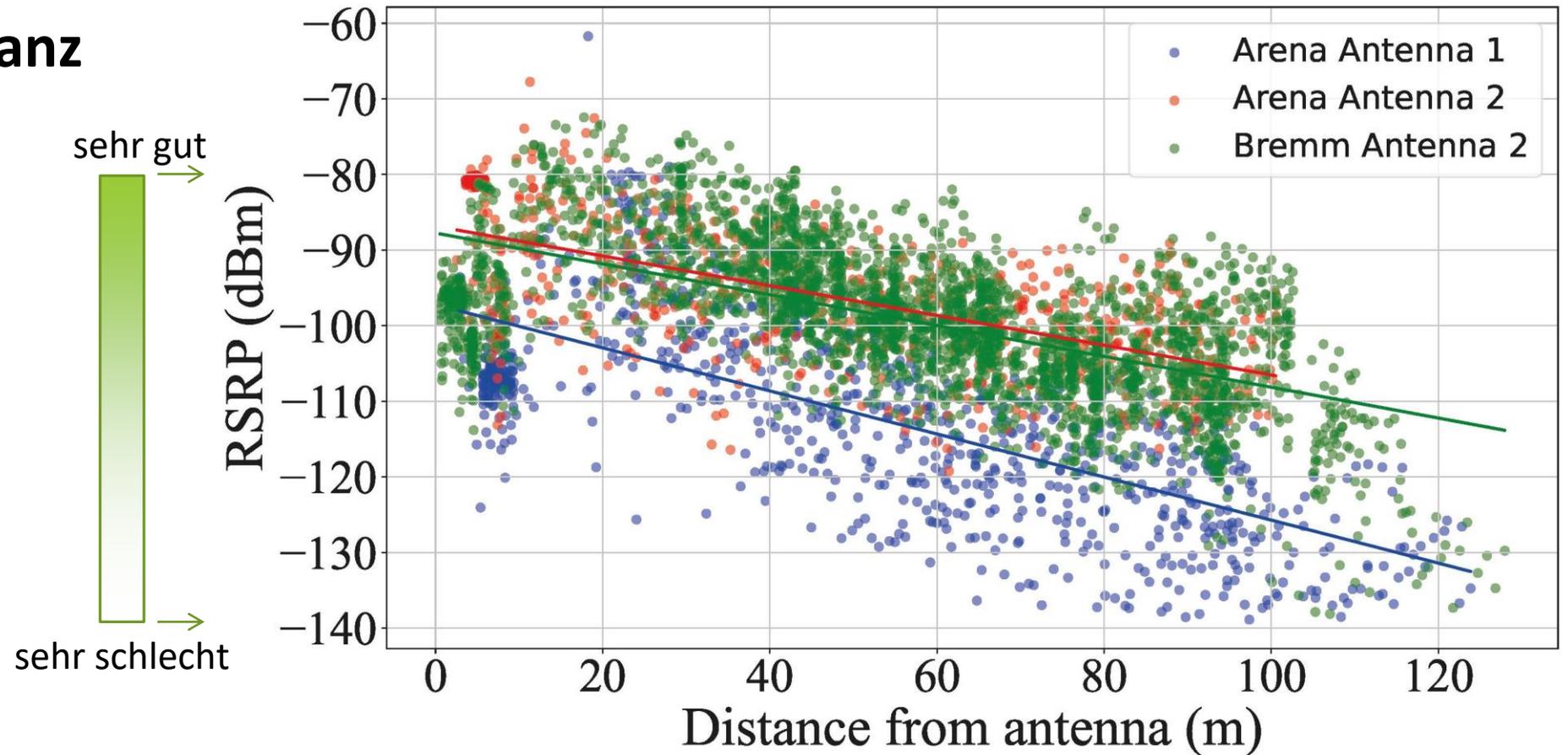
(Antennenkonfigurationen: Tongyu + Nokia bei 0.5W)

RSRP (Reference Signal Received Power):
gemessene Signalstärke eines 5G Referenzsignals im genutzten Frequenzband

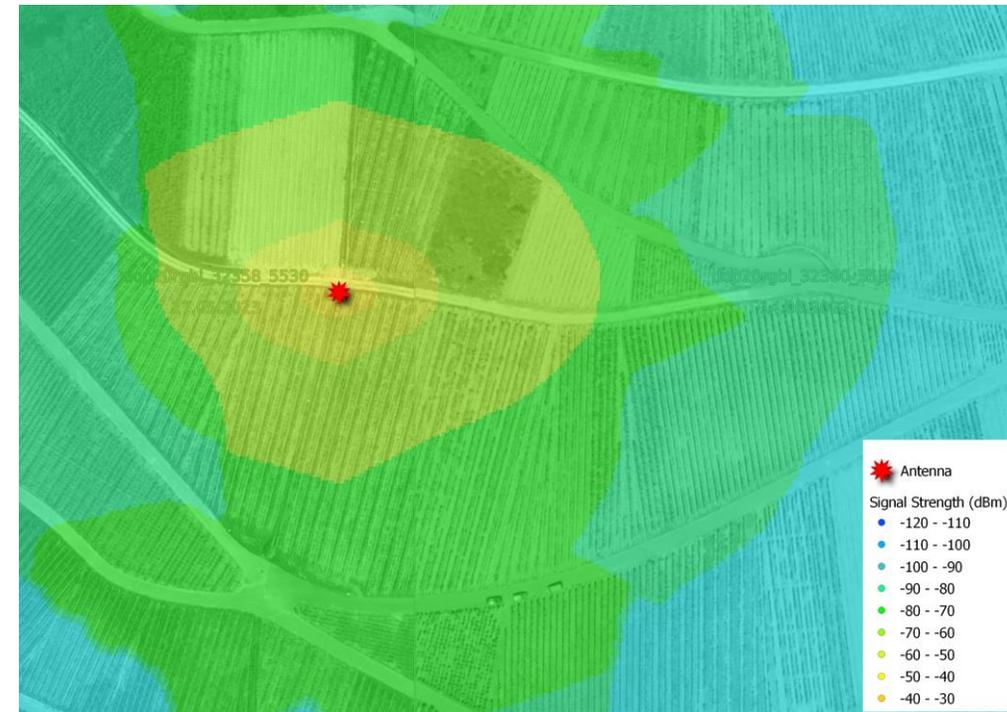
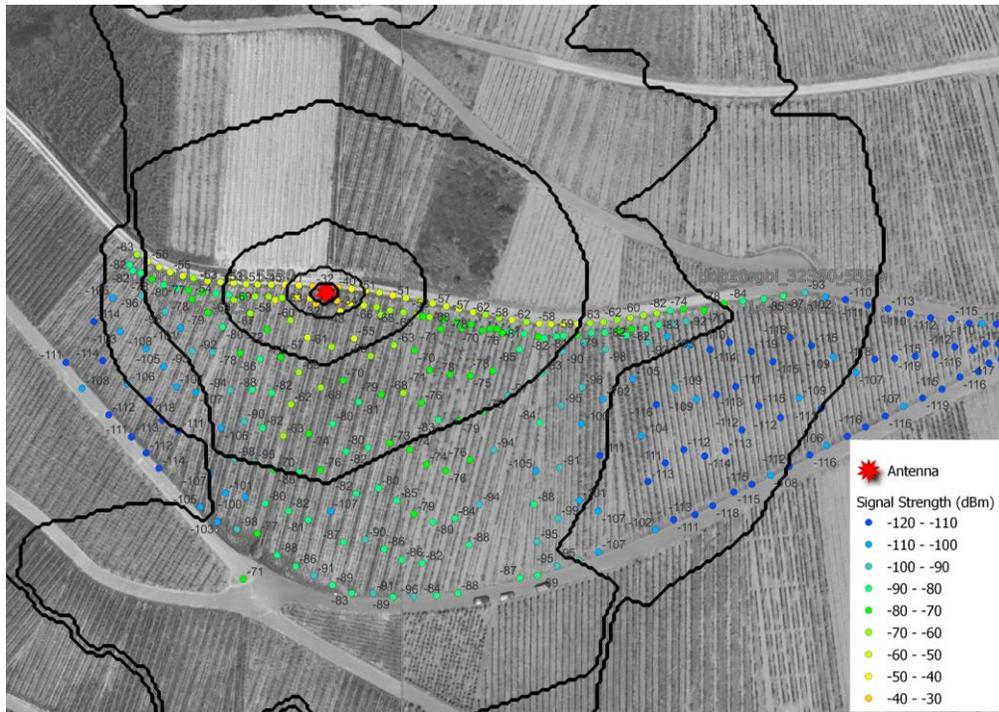




Übertragen in RSRP über Distanz

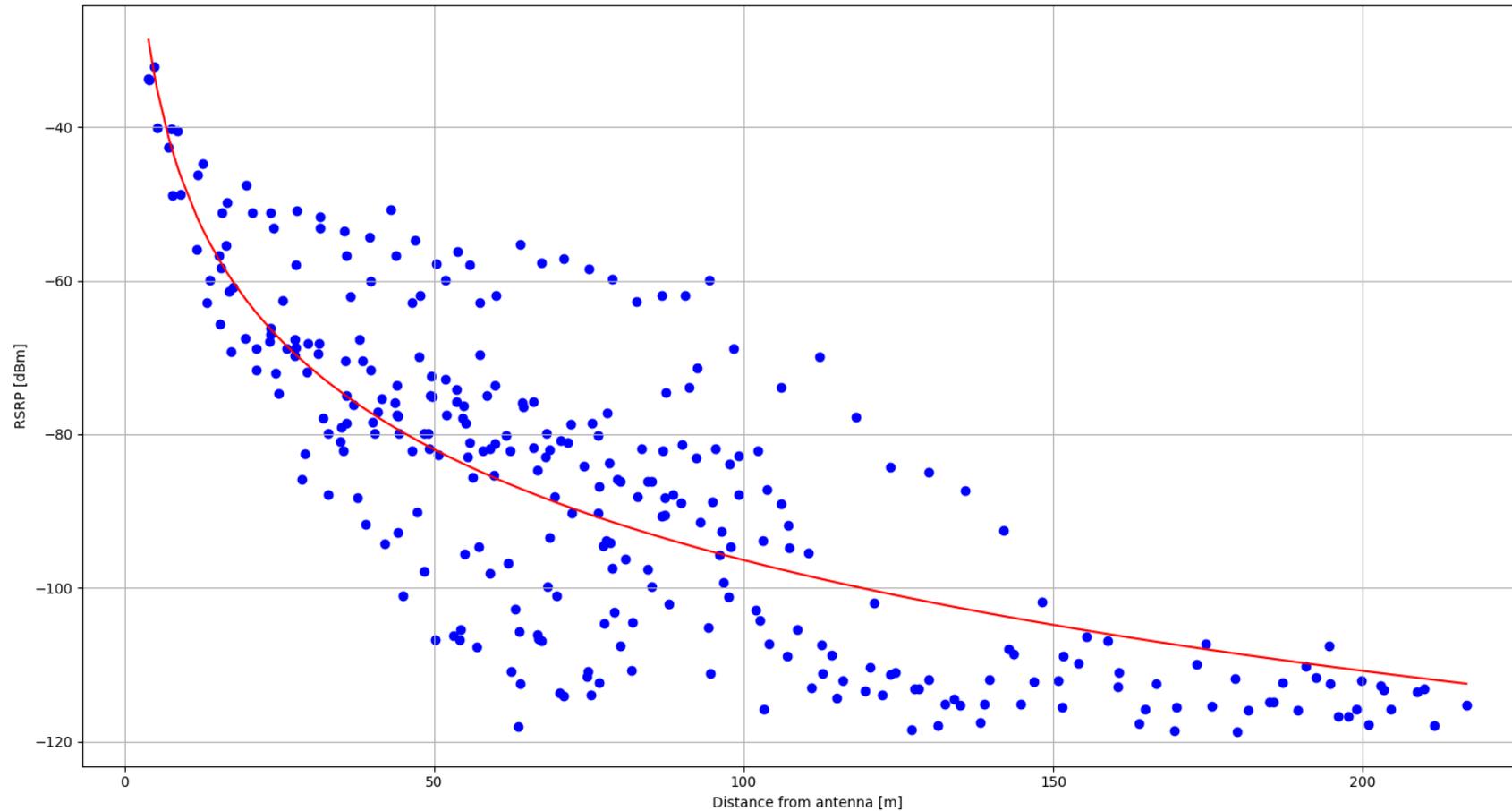


CW-Messungen und Simulationen in der Arena

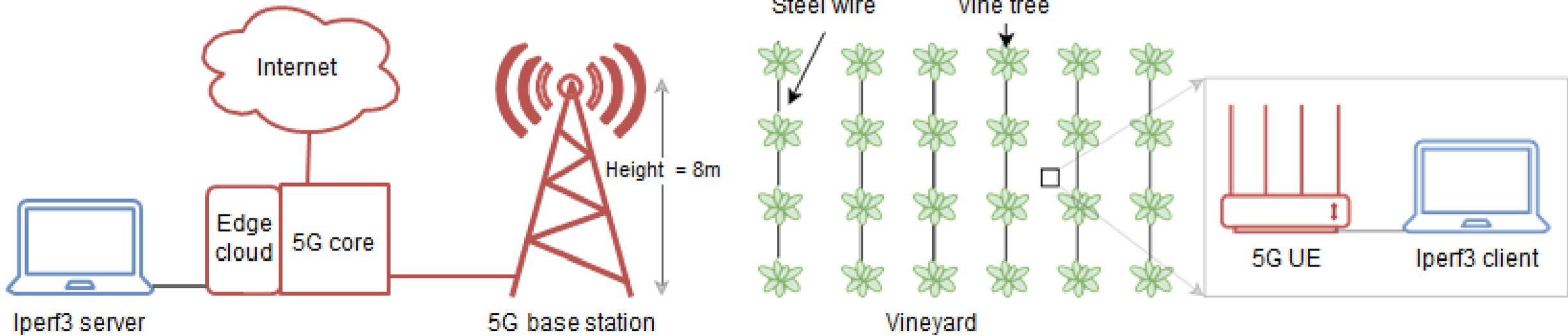


CW (Continuous Wave) Messungen:
Ausbreitungscharakteristik einer physikalischen Trägerwelle

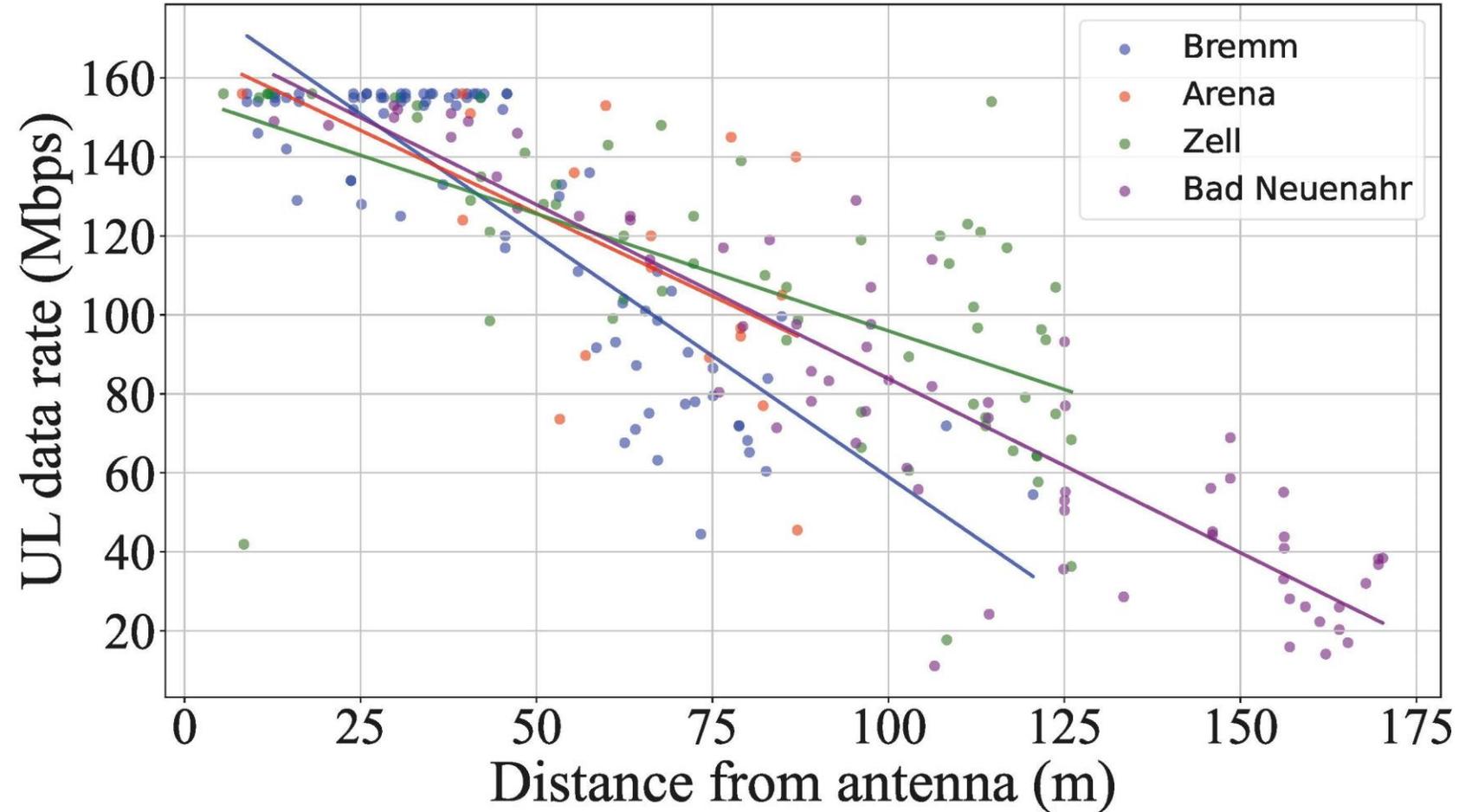
Übertragen in dBm Empfangsleistung über Distanz



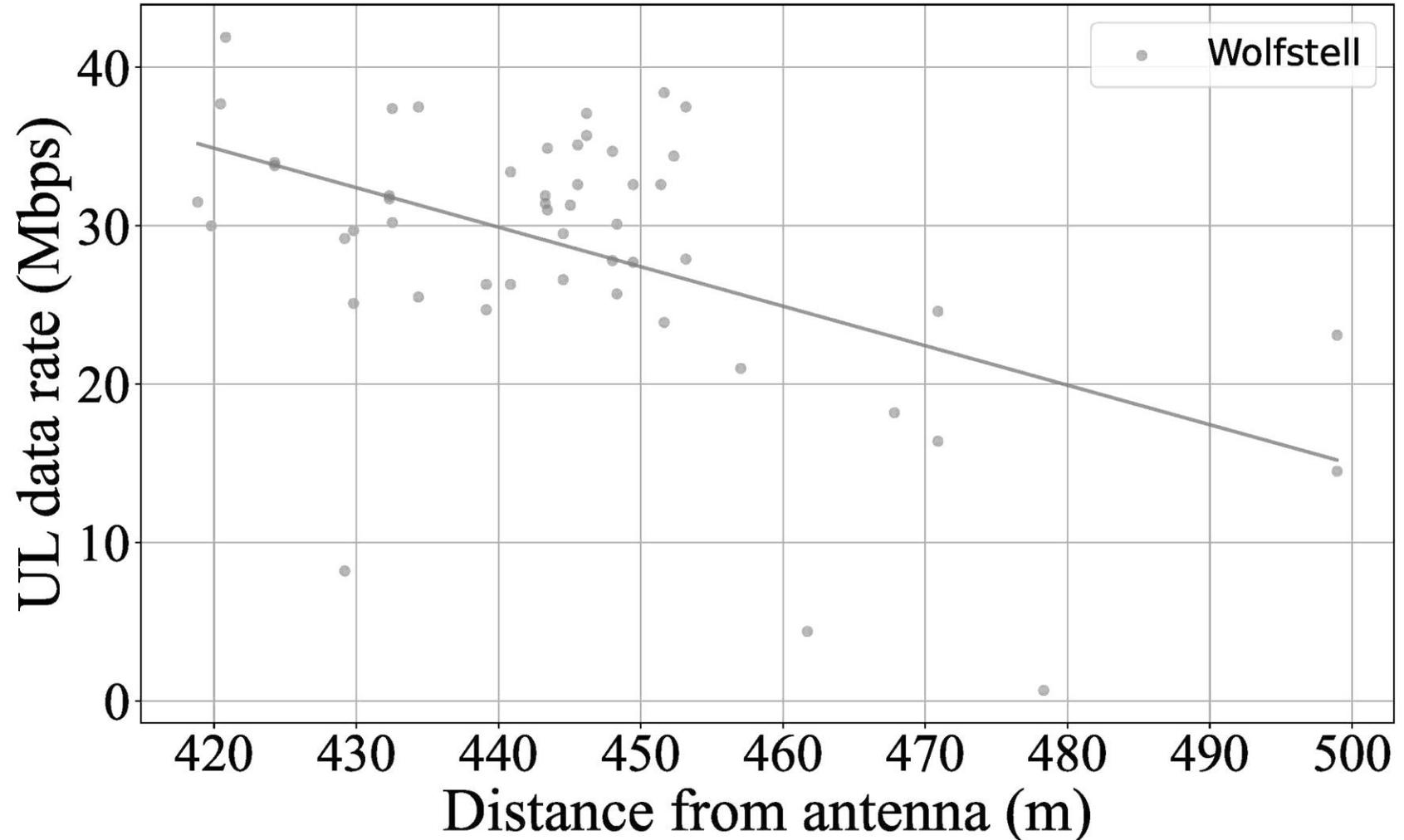
Messungen auf der Anwendungsebene



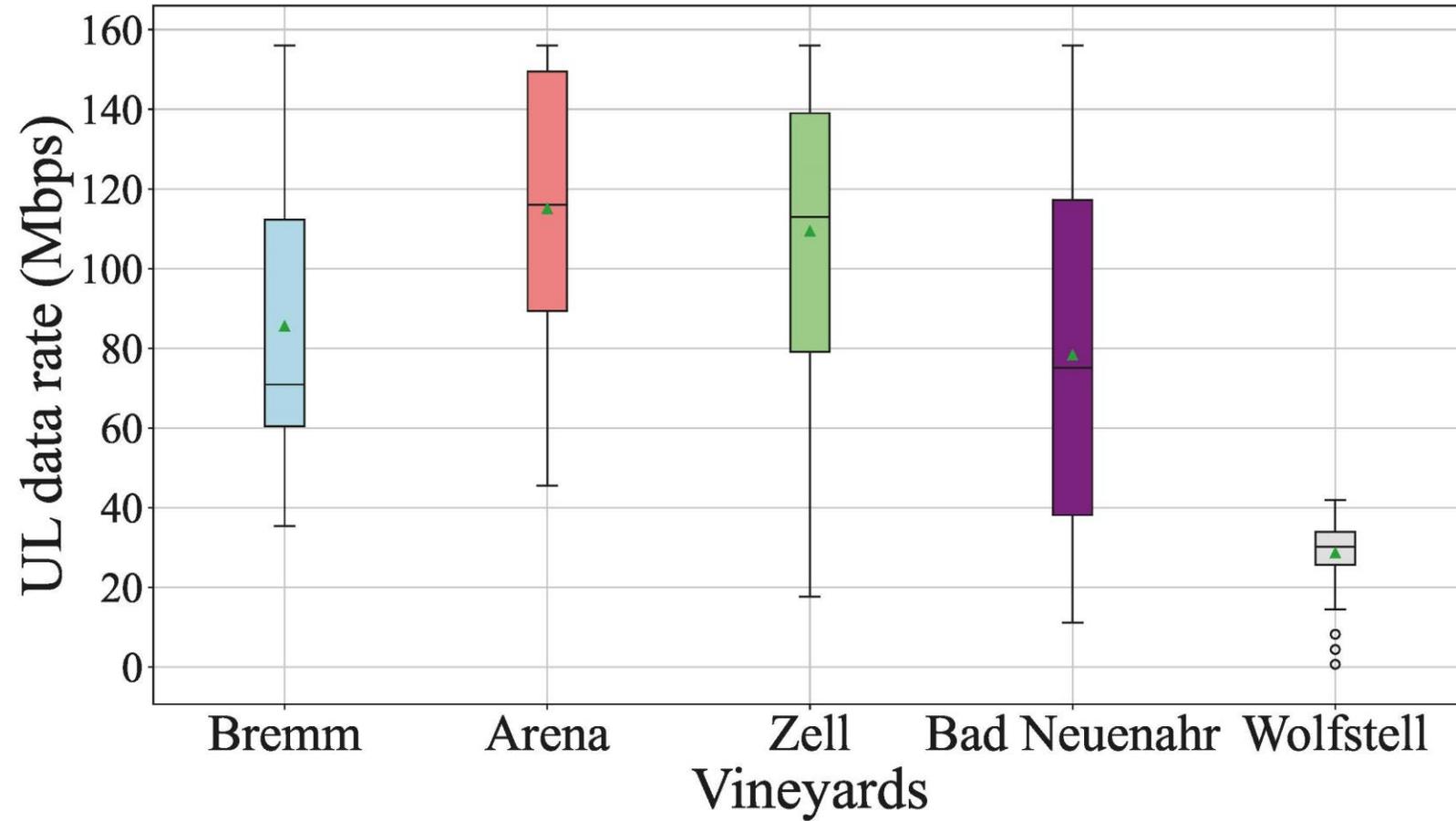
Erreichbare Uplink- Datenraten mit mobiler Basisstation vor Ort



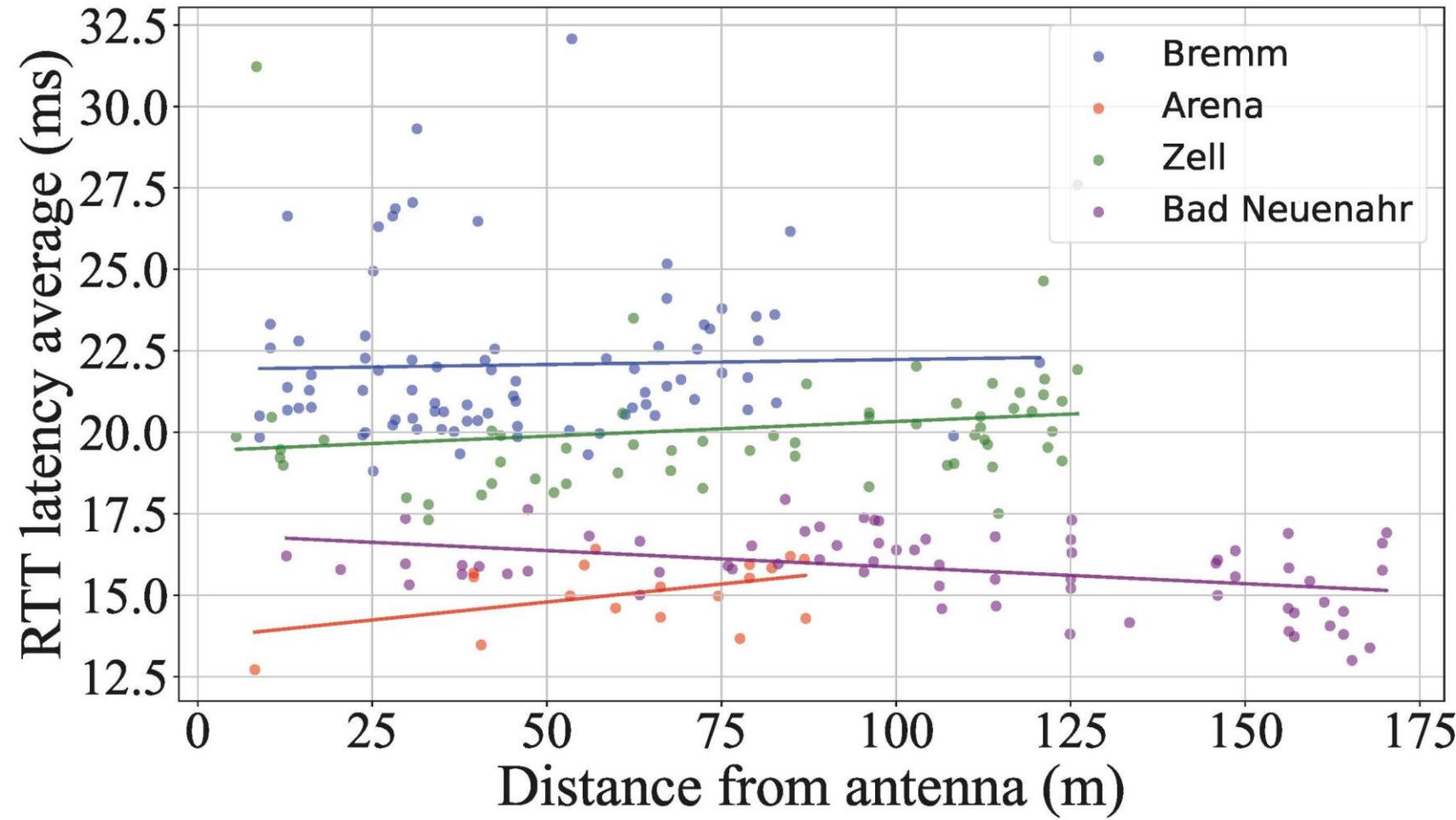
Erreichbare Uplink- Datenraten mit entfernter mobiler Basisstation



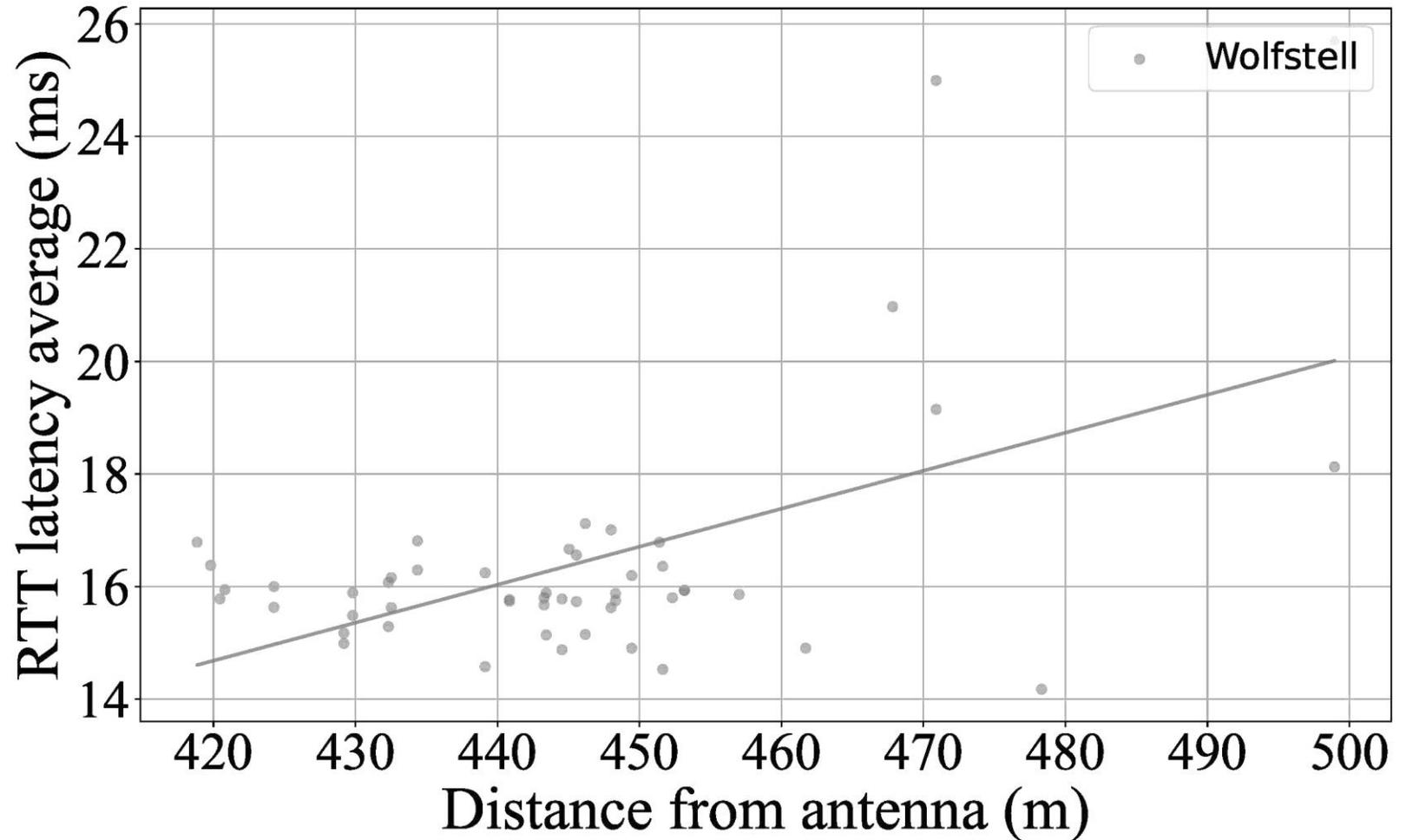
Uplink-Datenraten zusammengefasst



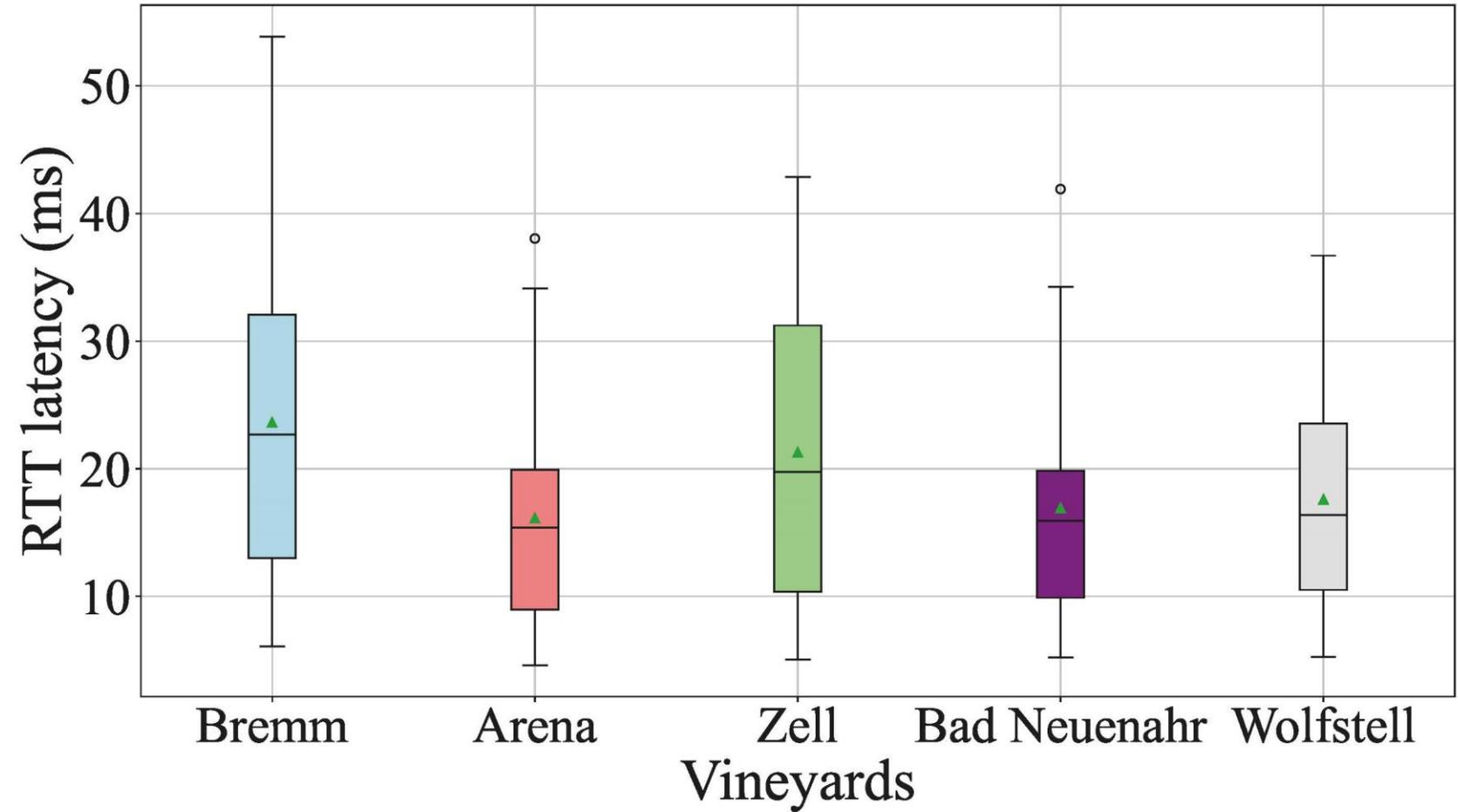
Erreichbare RTT Latenzen mit mobiler Basisstation vor Ort

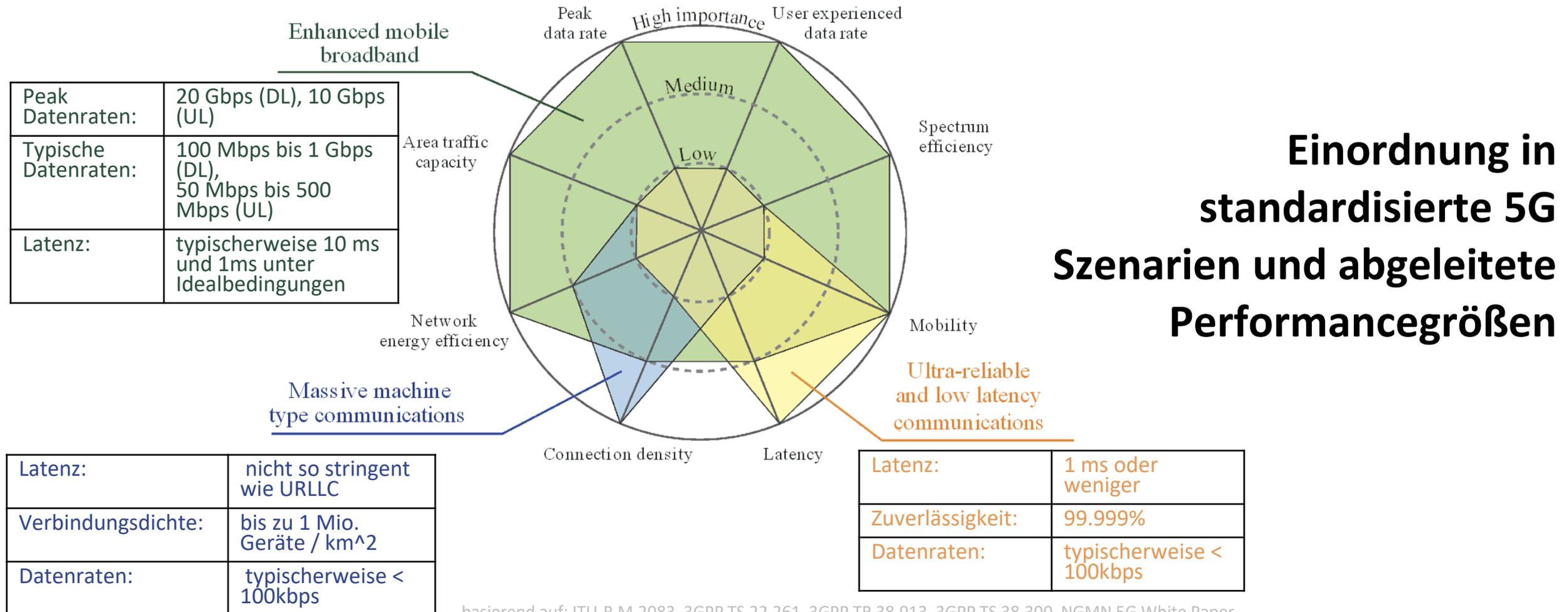


Erreichbare RTT Latenzen mit entfernter mobiler Basisstation



RTT-Latenzen zusammengefasst





basierend auf: ITU-R M.2083, 3GPP TS 22.261, 3GPP TR 38.913, 3GPP TS 38.300, NGMN 5G White Paper

Conclusio

- Status Quo bei Weitem nicht ausreichend für 500 Mbit Datenrate und <10 ms Latenz
- Nomadisches System ist eine mögliche Lösung, da nicht genügend Nutzer für feste Installation vorhanden
- Unter Idealbedingungen sind die gewünschten KPIs laut 5G Standardisierung erreichbar
- Initiale Messergebnisse mit nomadischer Plattform: Datenrate im 100er-Mbit-Bereich möglich, Latenzen um 20 ms
- Jedoch bezüglich Funkausbreitung unwirtliches Gelände (Fading, Dämpfung, erschwertes Deployment)
- Erfordert Entwicklung und Evaluation hinsichtlich
 - Relaying
 - Massive MIMO
 - mmWave
 - Beamforming
 - Weitere empirische Evaluation unter Berücksichtigung weinbergsspezifischer Parameter

5G-Anlage aus Smarter Weinberg

- Nick Theisen (Universität Koblenz)
- Thomas Pöggel (Telekom)
- Markus Schaller (Gimbel)

Ausgangslage: Robotikanwendung im Weinberg

- Sensorik erfasst Umgebung
- Sensordaten werden interpretiert
- Steuersignale werden berechnet



Verlagerung der Rechenleistung in die Cloud

□ Gründe

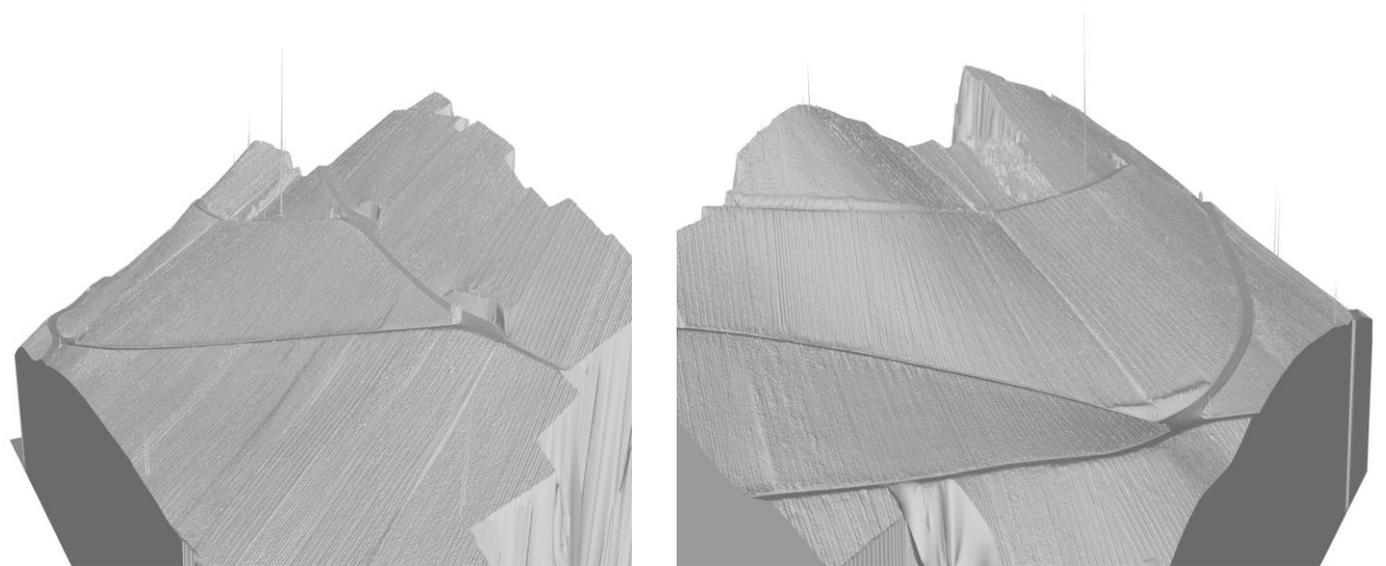
- Energiebedarf der Robotik
- Größen- und Gewichtsbedarf
- Einsatz komplexer KI-Modelle
- Kein Risiko von Hardwarebeschädigungen
- Skalierbarkeit für Multi-Roboter-Szenarien

□ Herausforderungen

- Wie können die Daten übertragen werden?
- Ist die Übertragung schnell genug für die Ansteuerung der Robotik?
- Ist die Bandbreite ausreichend für hohe Datenraten der Sensorik?
- Erfüllen bestehende Mobilfunknetze die Anforderungen?

Anforderungen an die 5G-Anlage

- Latenzanforderungen
 - < 10ms One-Way-Latenz
- Bandbreiteneanforderungen
 - Ca. 100 Mbit/s Uplink
- Anforderungen an Funknetzausleuchtung
 - Möglichst gesamte Weinanlage auf 1 - 5m Höhe
 - Komplexe Topographie



Anforderungen an die 5G-Anlage

Latenzanforderungen

- < 10ms One-Way-Latenz

Bandbreitenanforderungen

- Ca. 100 Mbit/s Uplink

Anforderungen an Funknetzausleuchtung

- Möglichst gesamte Weinanlage
auf 1 - 5m Höhe
- Komplexe Topographie

Autarkie des Systems

- Stromversorgung
- ggf. ohne breitbandige
Internetverbindung

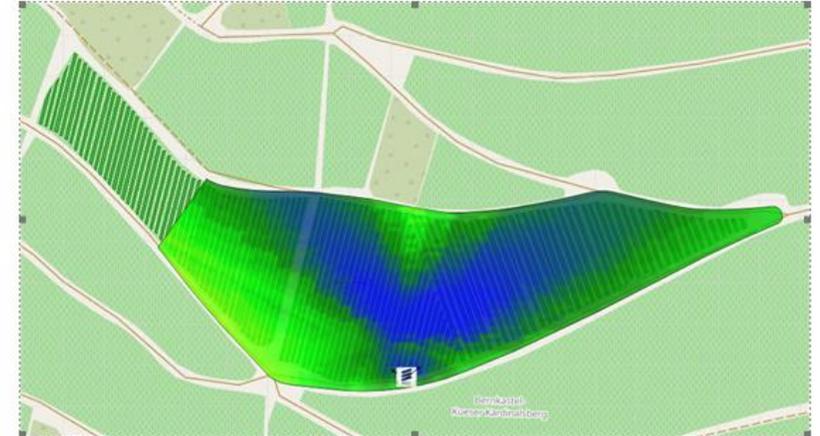
Sicherung des Systems

- Ggü. unbefugtem Zugriff
- Ggü. Umwelteinflüsse

Möglichkeit zur Integration einer Edge- Cloud



1. Antennenhöhen: 8m
SS-RSRP:



PUSCH Throughput:

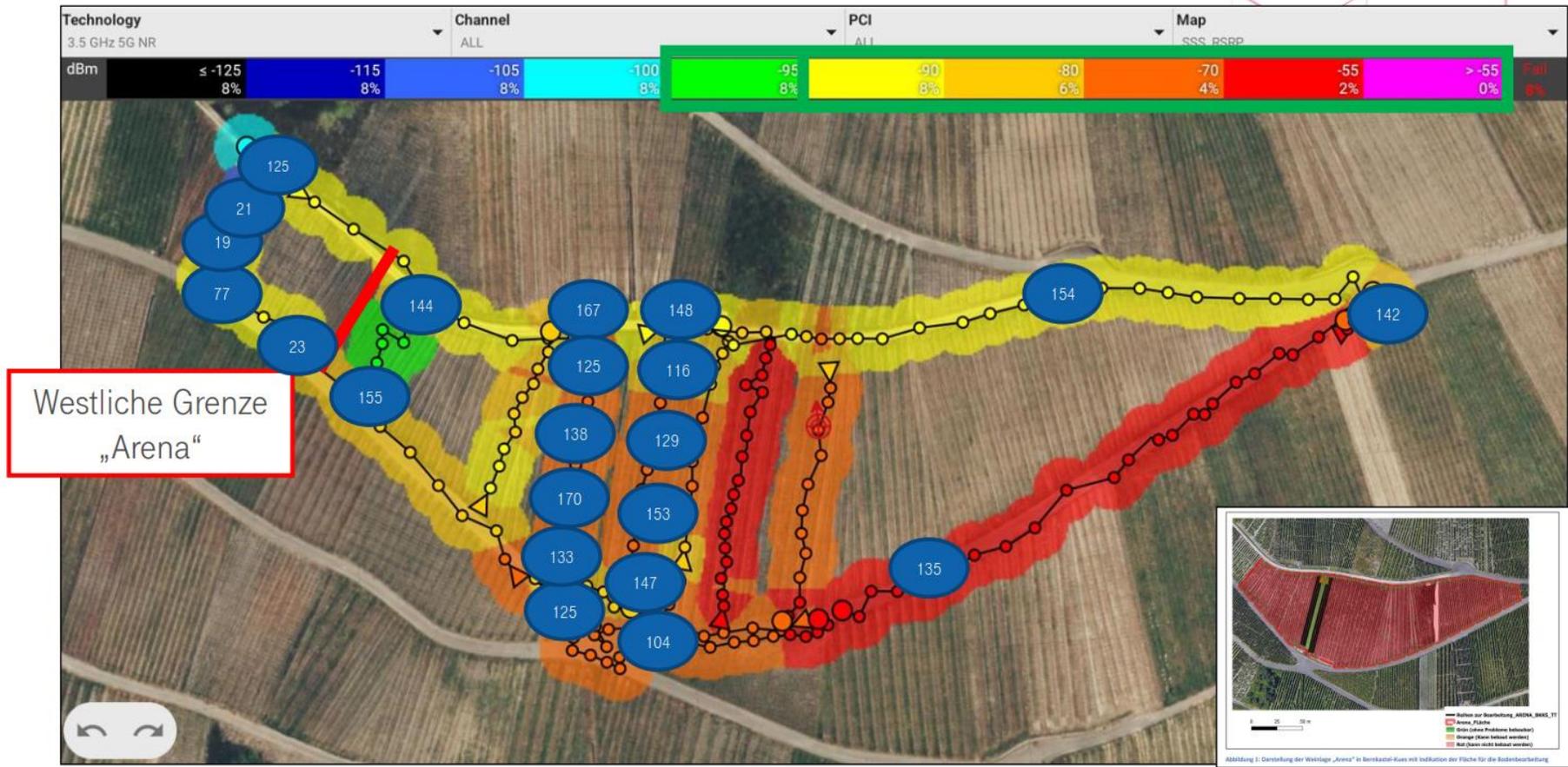


Privates 5G Netz

Komponenten

- Ericsson EP5G und Radio Unit
- Ericsson 4408 Micro Antennen
- Telekom Technik Antennenträger „Micro Container“
- BEV als emissionsfreie Stromversorgung
- Betriebsservice / SLA – Gimbel Consulting

• Analyse: „Projekt Smarter Weinberg“ Ergebnisse: Upload Mbit/s



- „Smarter Weinberg“– Bernkastel-Kues: The main points of the analysis results

Alle Parameter aus der Leistungsbeschreibung werden bei weitem übertroffen:

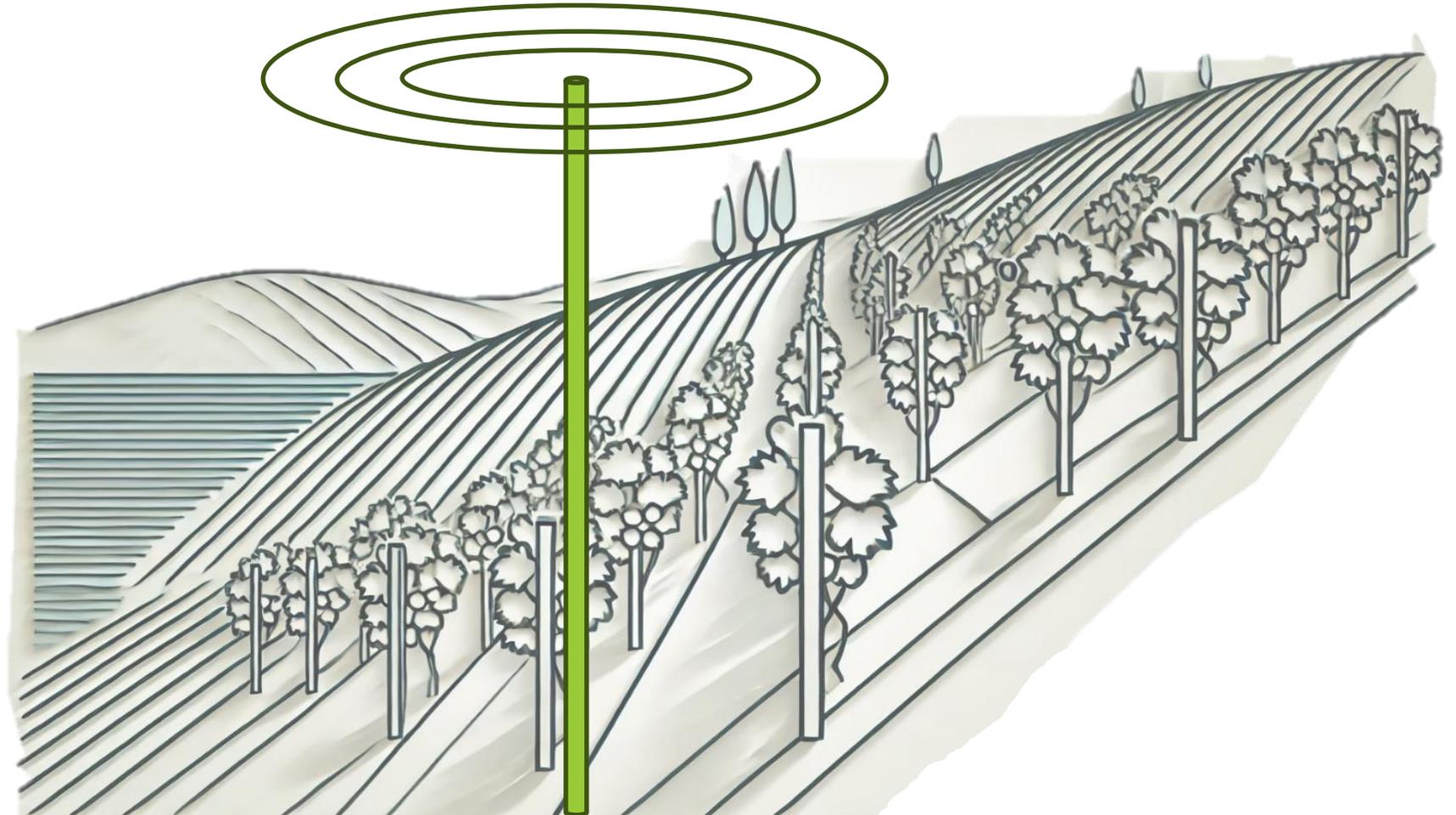
- One-Way-Latenz kleiner **10 ms** → 4,5ms
- Die UL-Rate *UR0* beträgt mindestens **62,5 Mbit/s** → 104 - 170 Mbit/s
- Die Testflächen für Bodenbearbeitung und Robotik *ABR* sind mit **100%** der angegebenen UL-Rate *UR0* abzudecken → 100% erfüllt
- Das Verhältnis von erweiterter Versorgungsfläche zur Gesamtfläche (Mindestabdeckung) der „Arena muss **mindestens 30%** betragen → ist 100%
- Mindestdownload-Rate von **30 Mbit/s** auf *Aerw* MBit/s → auf 100% der Fläche **573 - 723**



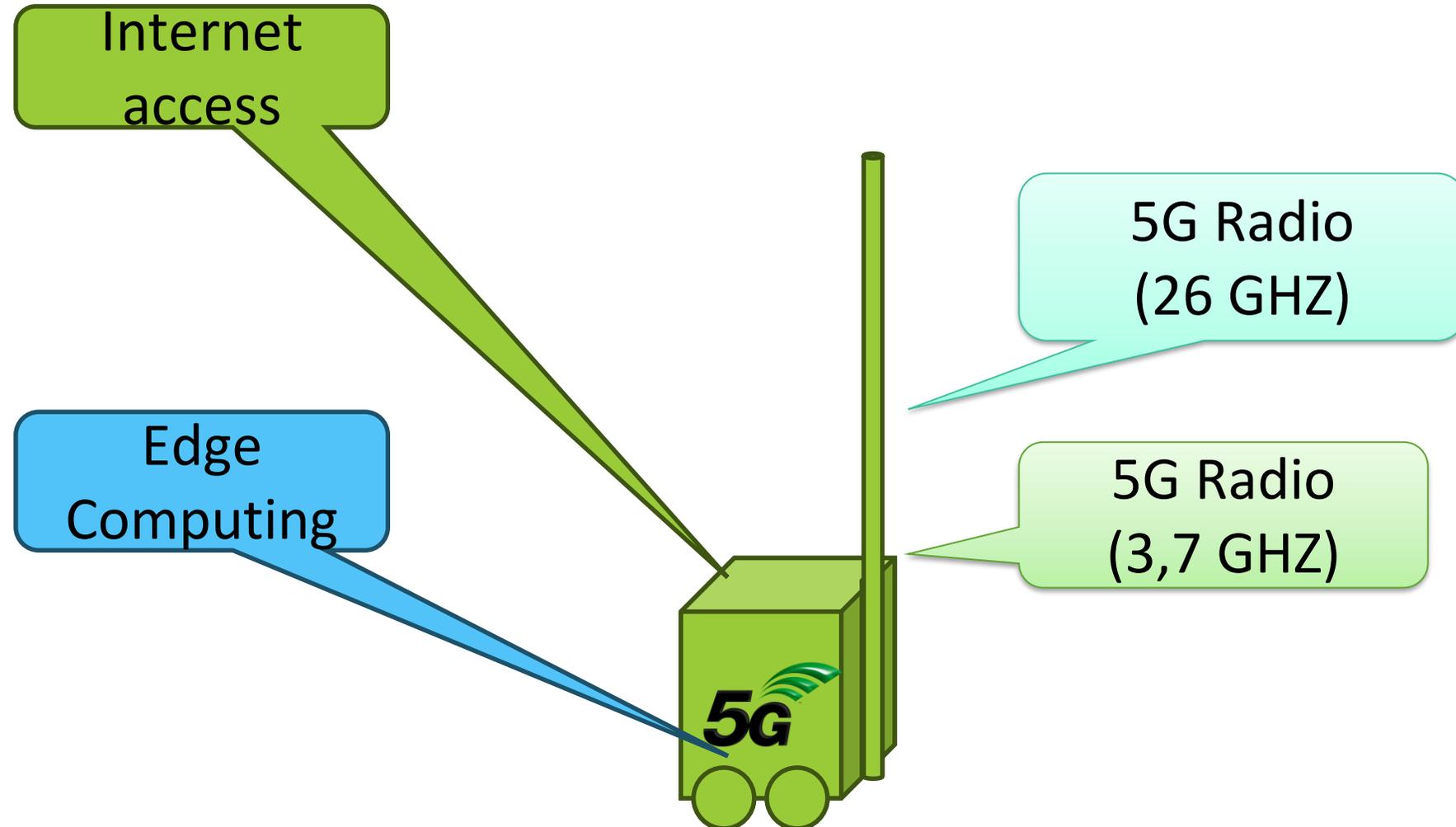
Nomadisches System in NoLa

- Prof. Dr. Wolfgang Kiess (Hochschule Koblenz)

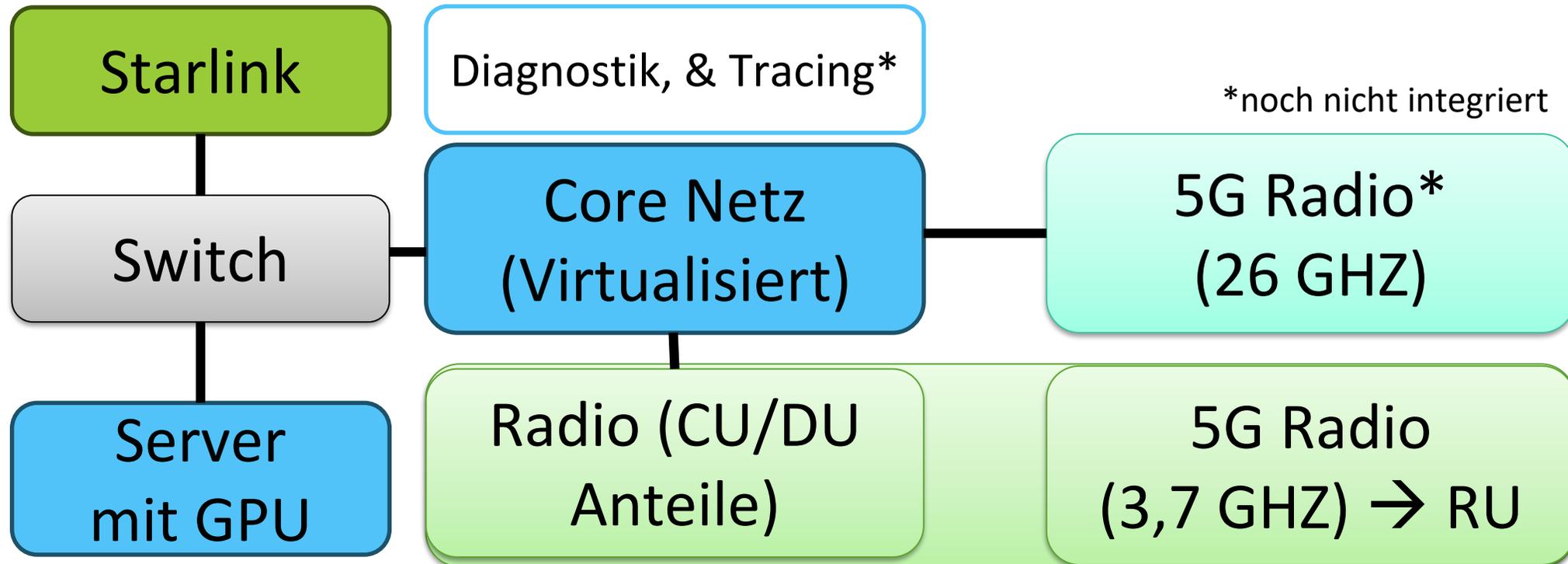
Plan



Komponenten



Systemaufbau



5G Radio
(26 GHz)

5G Radio
(3,7 GHz) → RU



Starlink

Diagnostik, & Tracing

Core Netz
(Virtualisiert)

Switch

Server
mit GPU

Radio (CU/DU
Anteile)

Batterie**

Robuste Transport-
lösung "all in one"

**Alternative zu Wasserstoff

Anforderungen / Sonstiges

- ✓ Erhöhte Reichweite über **ausfahrbaren Mast** und **kabelgebundene Drohne**
- ✓ Ortsunabhängige, **erneuerbare Energieversorgung** über **Wasserstoff**
- ✓ **Mobil** für Einsatz an verschiedenen Orten
- ✓ **Robust** für landwirtschaftlichen Einsatz
- ✓ **Witterungsbeständig** mit Schutz vor Feuchtigkeit, Staub und Hitze

Nutzung der 5G-Versorgung durch eine Robotik Plattform für Arbeiten in Steillagen

- Daniel Müller (Universität Koblenz)
- Tobias Steffes (Clemens Technologies)

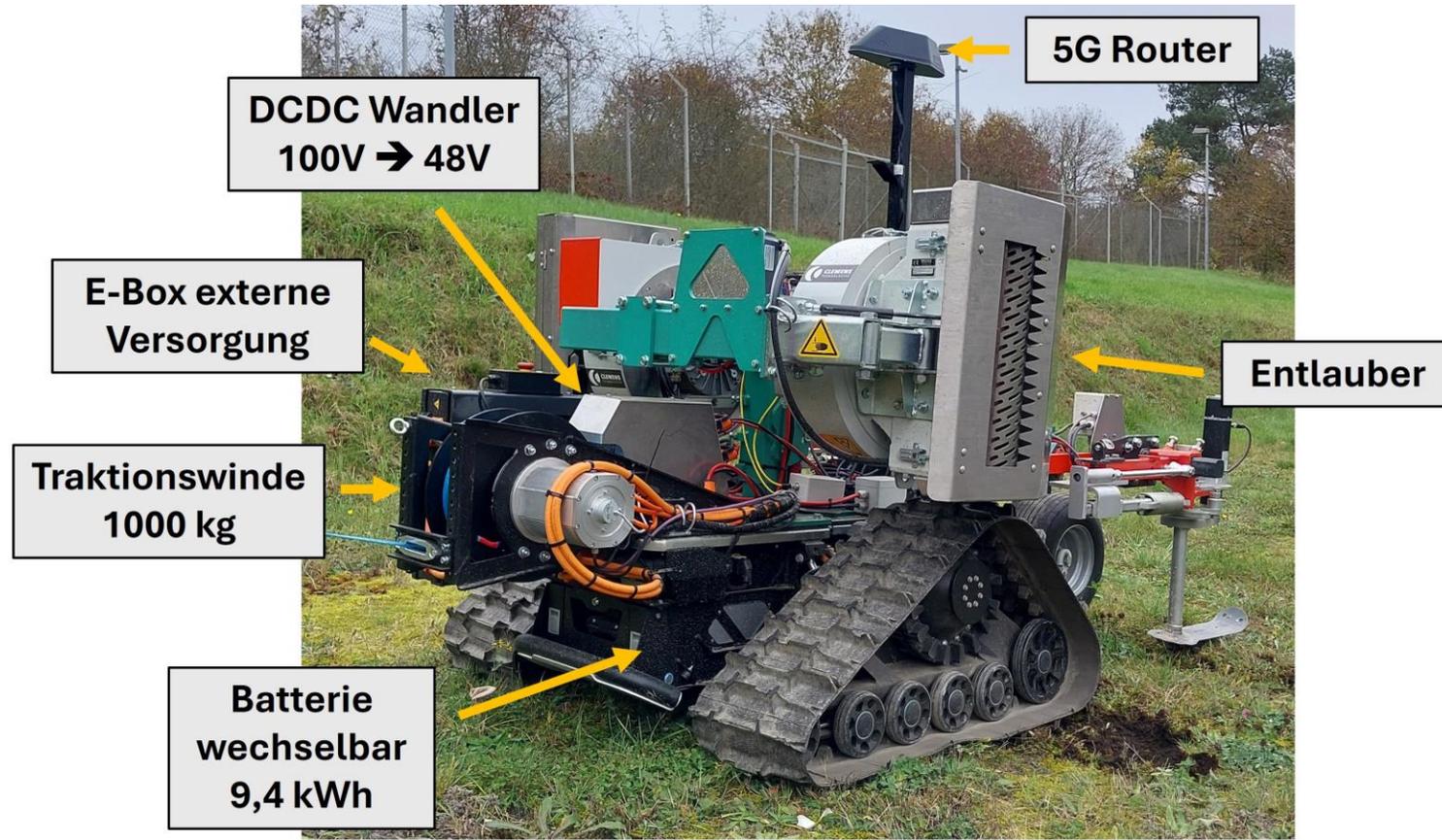
Bearbeitungsanwendungen

- Lokale 5G-Anbindung ermöglicht *echtzeitfähige Ansteuerung von zeitkritischen* Bearbeitungsanwendungen
 - Im folgenden am Beispiel der Unterstockbearbeitung mit Bearbeitungsgerät *Radius*
 - Ausblick auf Entlauben im Anschluss
- Ausstattung einer Robotikplattform mit 5G-Modem und Sensorik, deren Daten auf der lokal verfügbaren Edge-Cloud verarbeitet werden

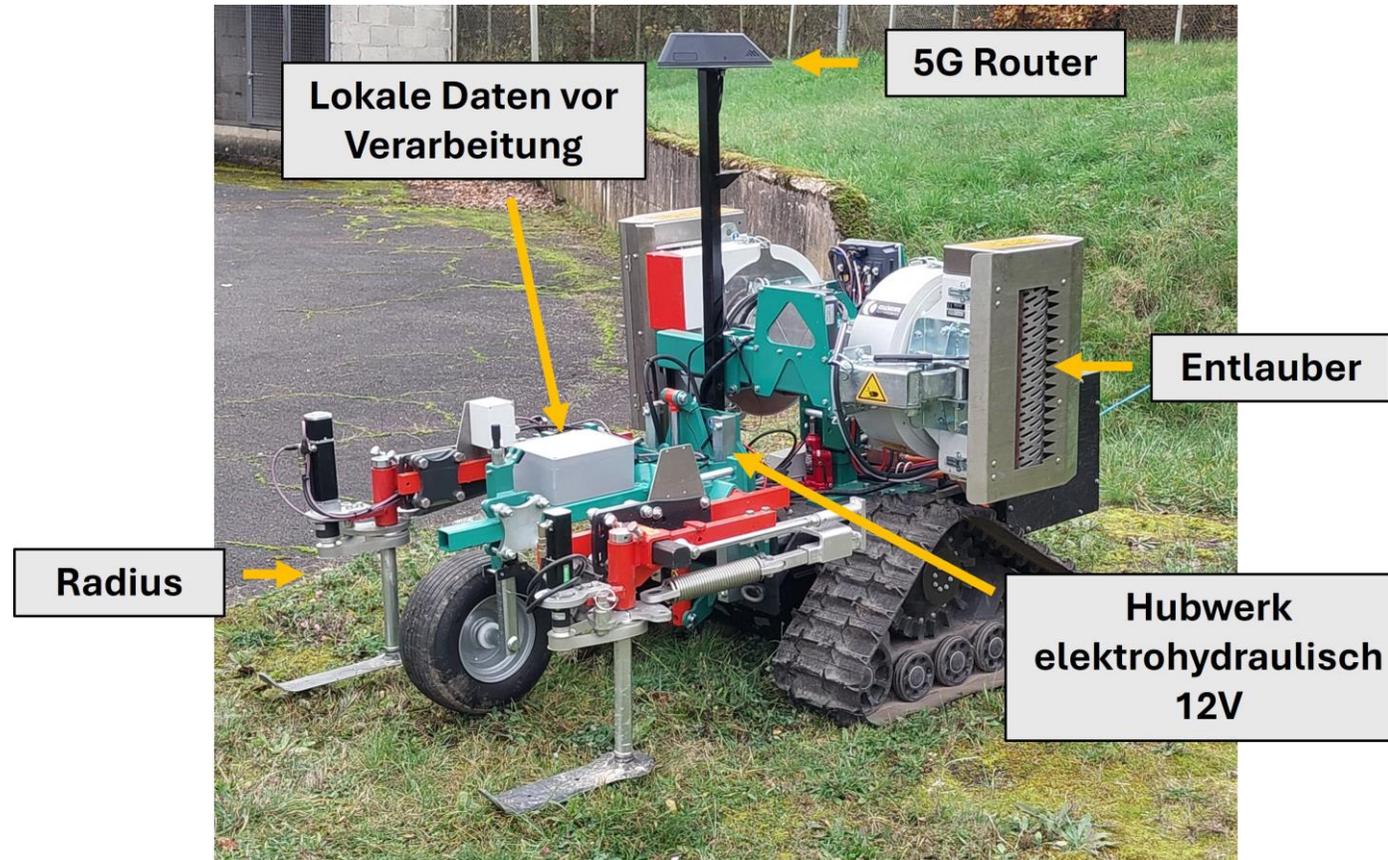


Elektrifizierung der Plattform und Bearbeitungsgeräte notwendig

Roboterplattform



Roboterplattform



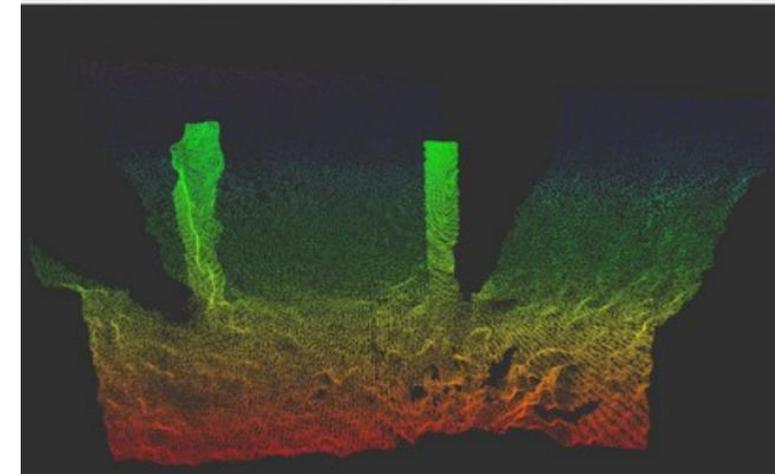
Unterstockbearbeitung mit *Radius*

- ❑ *Radius* zur chemiefreien Beikraut-Bekämpfung
- ❑ unterschneidet Beikräuter, diese vertrocknen
- ❑ Arbeitet um die Reben und Stickle drumherum
- ❑ Stand der Technik sind taktile Systeme, das entwickelte System arbeitet Tasterlos
 - Vorteil: z.B. verschleppen von Krankheiten vermeiden



Unterstockbearbeitung (Rohdaten)

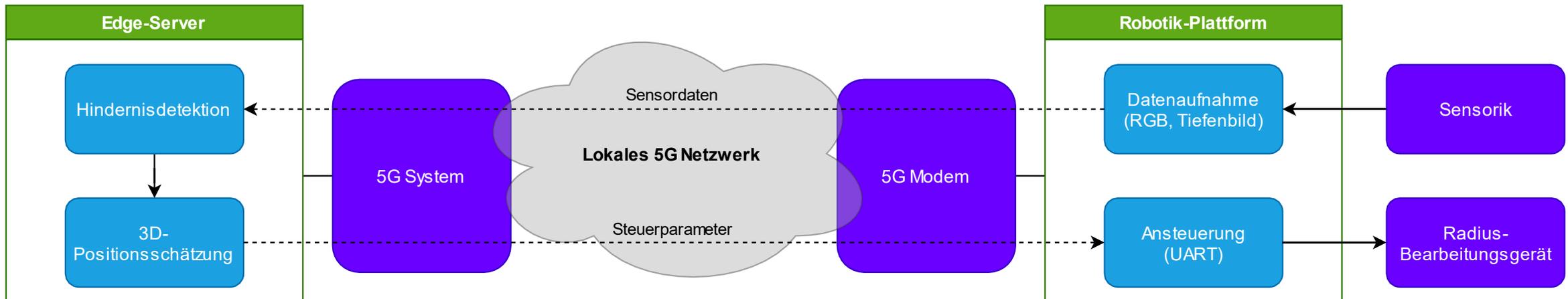
RGB-D-Sensor *RealSense D435i* ermöglicht Aufnahme von Farb- und Tiefenbildern mit bis zu 60Hz



Tiefenkarte (oben) und dazugehörige 3D-Interpretation (unten)

Kommunikation & Edge-Cloud

- Upload des Farbbilds und der Tiefenkarte an Edge Server
- Hinderniserkennung und 3D-Positionsschätzung werden auf Edge Server ausgeführt
- Ergebnisse (Hindernispositionen) werden über 5G zurück an Plattform gesendet zur Ansteuerung des Bearbeitungsgeräts



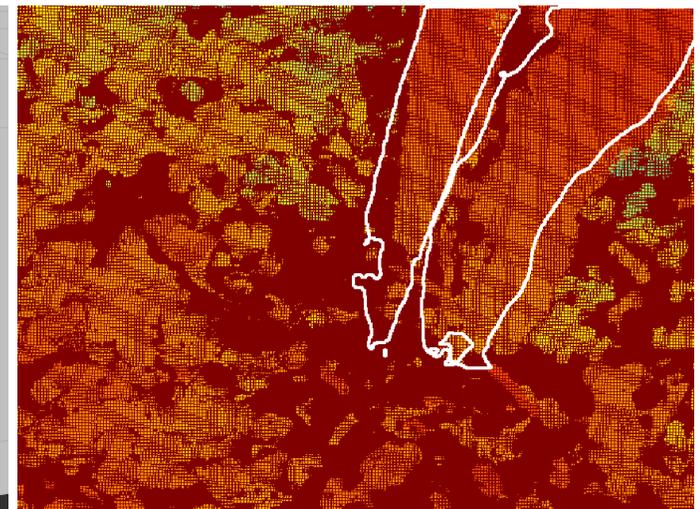
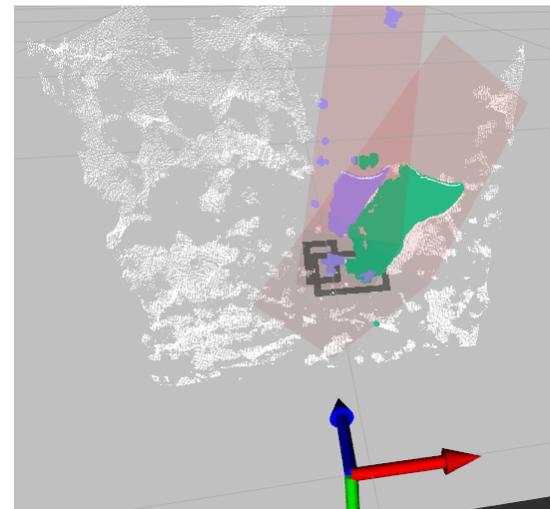
Unterstockbearbeitung

Nach Detektion von Hindernissen als Bildmasken sind weitere Bearbeitungsschritte notwendig, um stabile Ergebnisse zu erhalten aufgrund von

- ❑ zeitlichem Versatz bei Aufnahme RGB- & Tiefenbild und
- ❑ Fehler bei relativer Orientierung zwischen RGB- & Tiefenkamera.

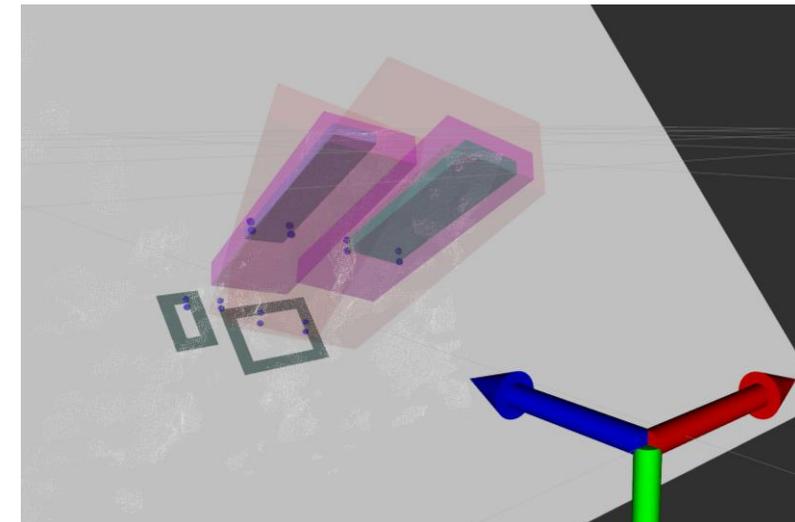
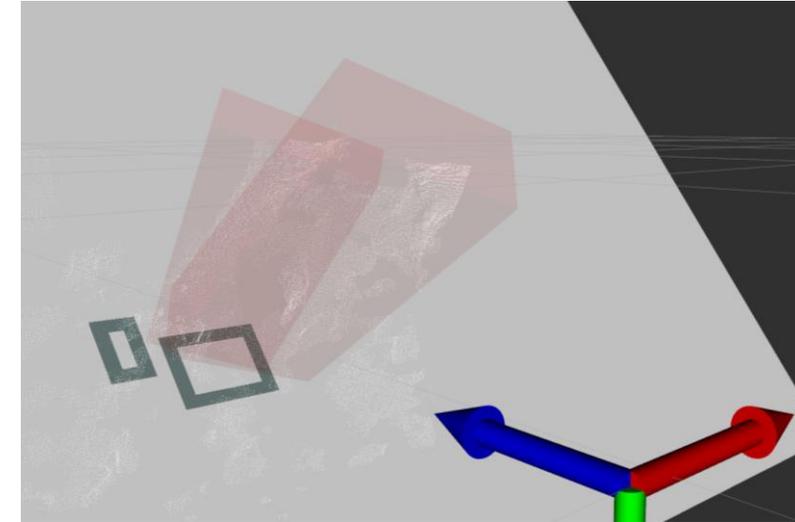
Kompensation durch

- ❑ Pre-Processing
Maskenerosion zur Aussparung von Randbereichen
- ❑ Post-Processing
Bounding Box Fitting, Filtering und Extrapolation



3D-Post-Processing

- Annäherung der Hindernis-Punktewolken durch Bounding Boxen
- Berechnung der Box-Orientierungen durch Hauptkomponentenanalyse (PCA)
- Extrapolation der orientierten Boxen zur Kompensation von Verdeckungen in Bodennähe



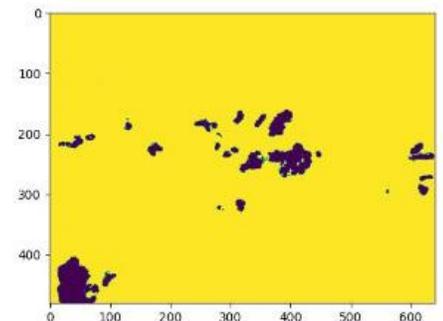
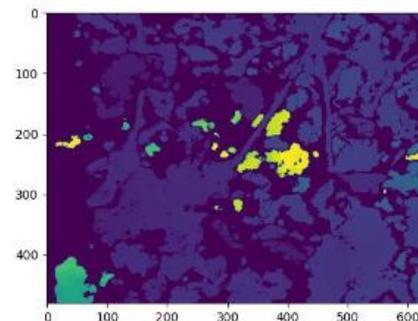
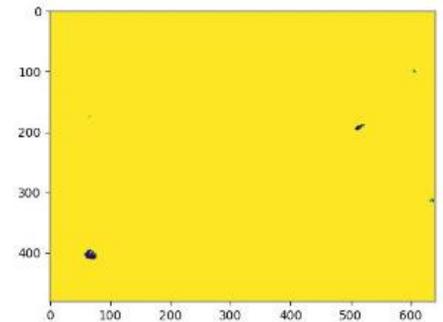
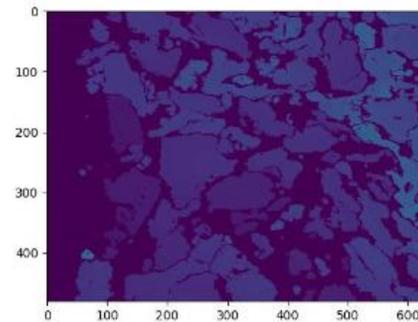
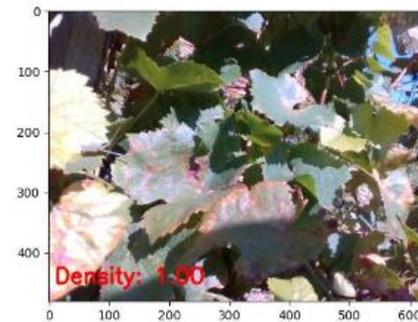
Entlauben

- ❑ Laub wird an die Walzen des Entlaubers angesaugt, abgezupft und durch das Lüfterrad ausgeworfen
- ❑ Leistungsintensive Maschine (bis zu 6KW)
- ❑ Reichweite im Akkubetrieb durch intelligente Ansteuerung erweitern



Dichteschätzung der Laubwand

- Anbringung einer RGB-D Kamera vor dem Entlauber in einem 60° Winkel zur Laubwand
- Bestimmung jener Pixel, die Laubwand im Tiefenbild durchstoßen
 - Nutzung als Heuristik für die Laubdichte
- Erste Experimente zeigen, dass diese Methode der Unterscheidung von Laubwänden mit unterschiedlicher Dichte dienen kann.



Fazit

- ❑ Elektrifizierung des Bearbeitungsgeräts *Radius* erfolgreich
- ❑ Auslagerung zeitkritischer Berechnungen auf Edge-Cloud erfolgreich
 - Übertragungsgeschwindigkeiten und -latenzen ermöglichen kontinuierliches Streaming von Sensordaten
 - Anwendung zeigt, dass Zeitfenster für echtzeitfähige Ansteuerung von Bearbeitungsgeräten eingehalten werden kann
- ❑ Entwickelte Software modular aufgebaut und in Zukunft anpassbar, beispielsweise auch für hybriden Betrieb oder Einsatz neuer Segmentierungsnetze
- ❑ Weitere Bearbeitungsgeräte durch Integration von Sensorik optimierbar

3D-Kartierung & Weiterverarbeitung der Punktwolken in Smarter Weinberg

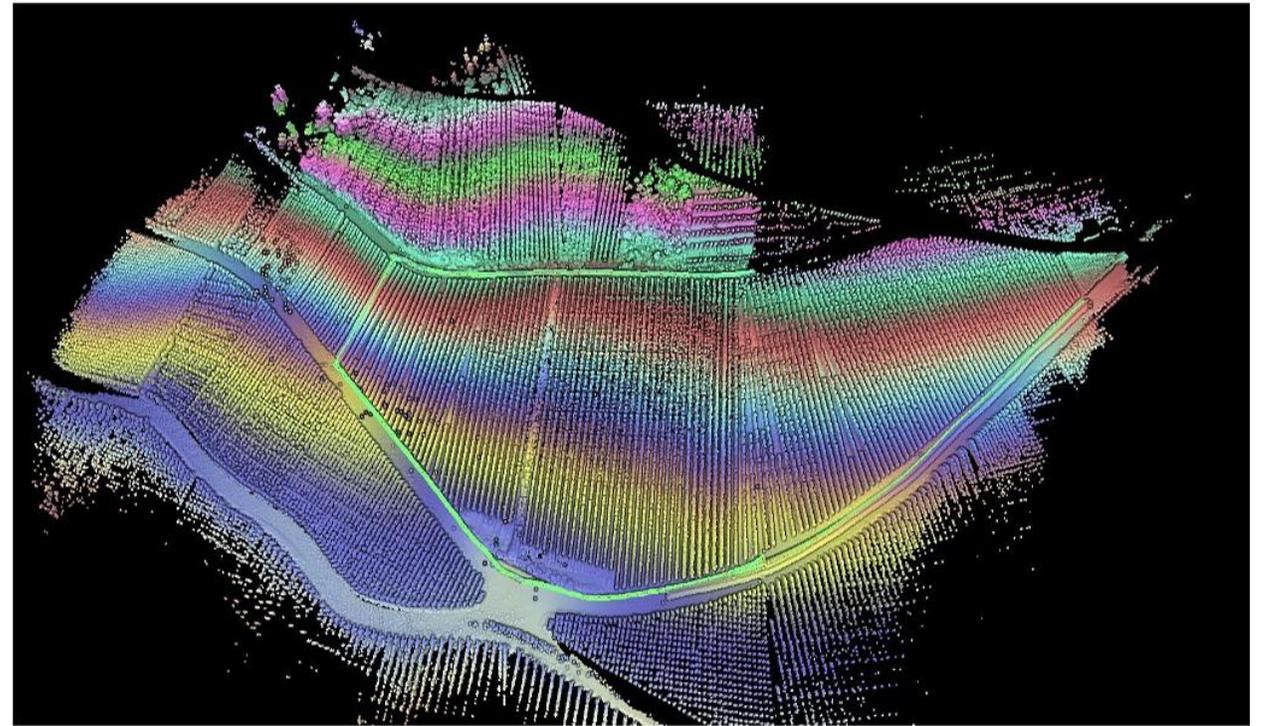
- Martin Mack (Vision & Robotics)
- Nick Theisen (Universität Koblenz)

3D-Kartierung

Situation am Weinberg



3D-Kartierung



Sensor Auswahl

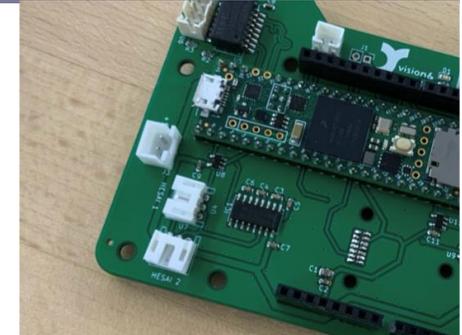
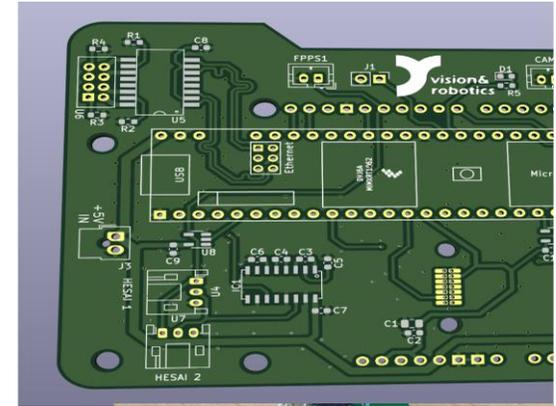
LiDAR Scanner



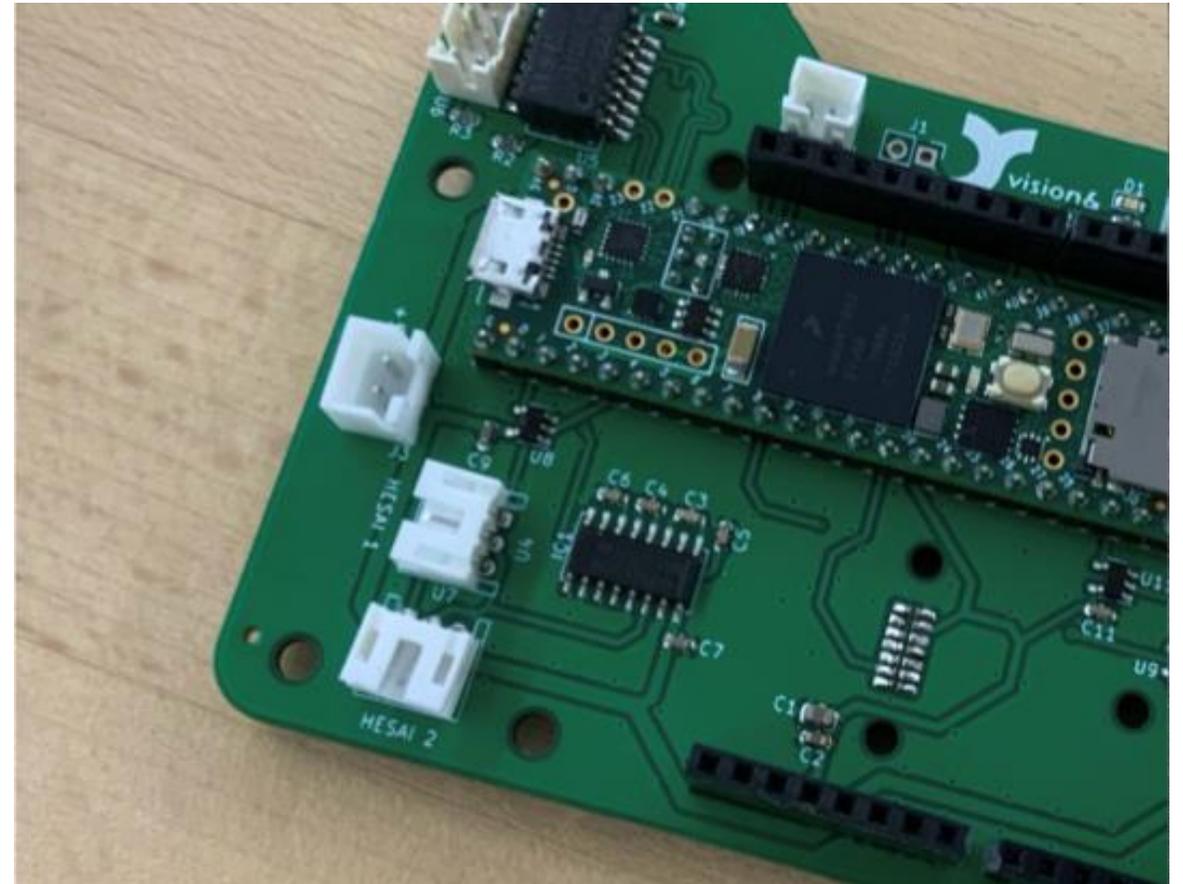
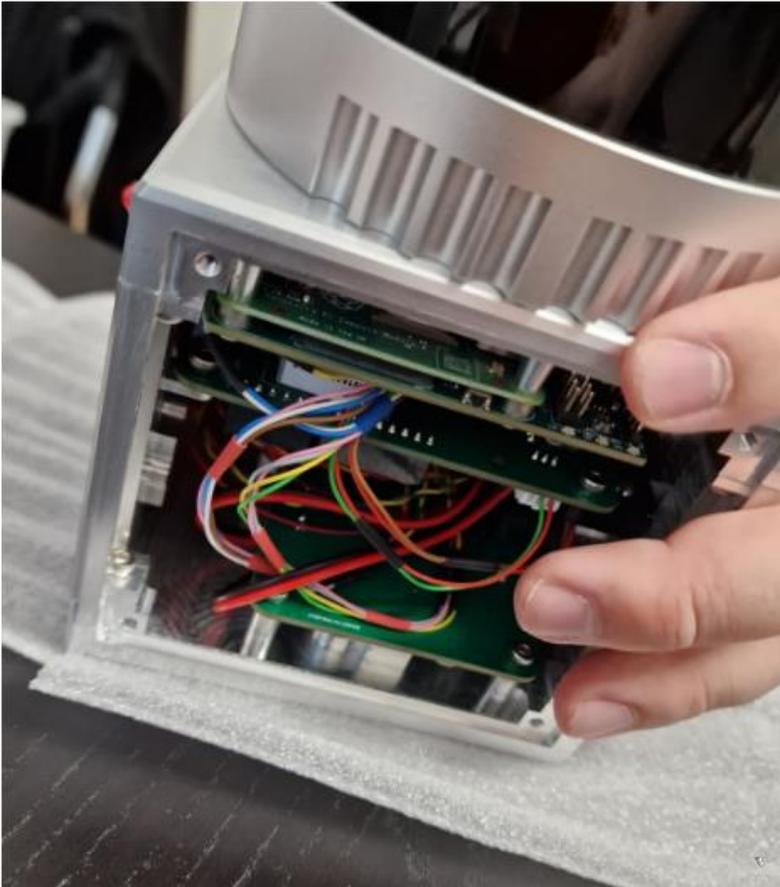
Kameras



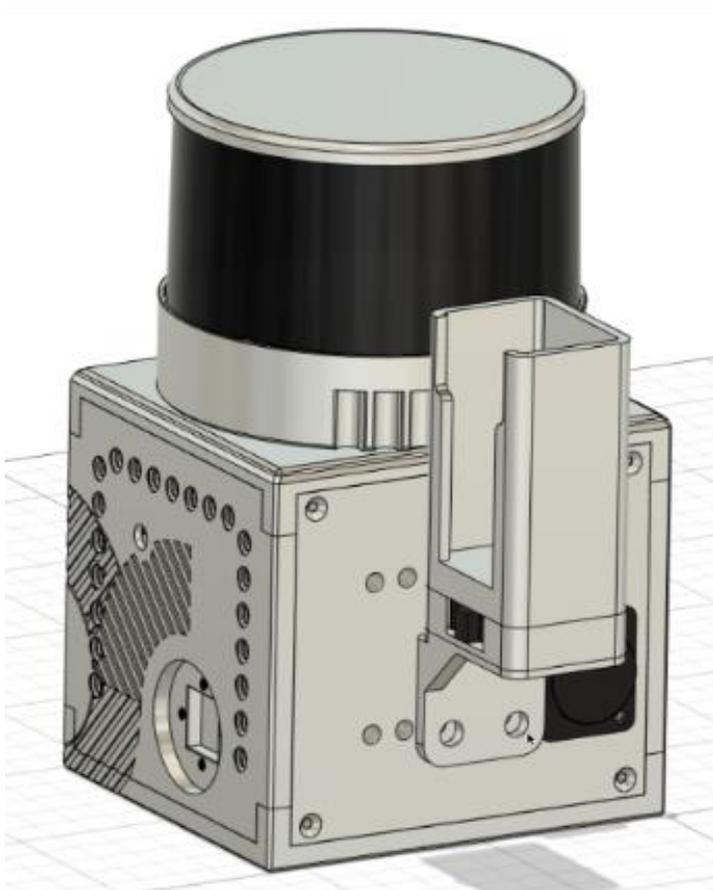
Recheneinheiten und Schnittstellen



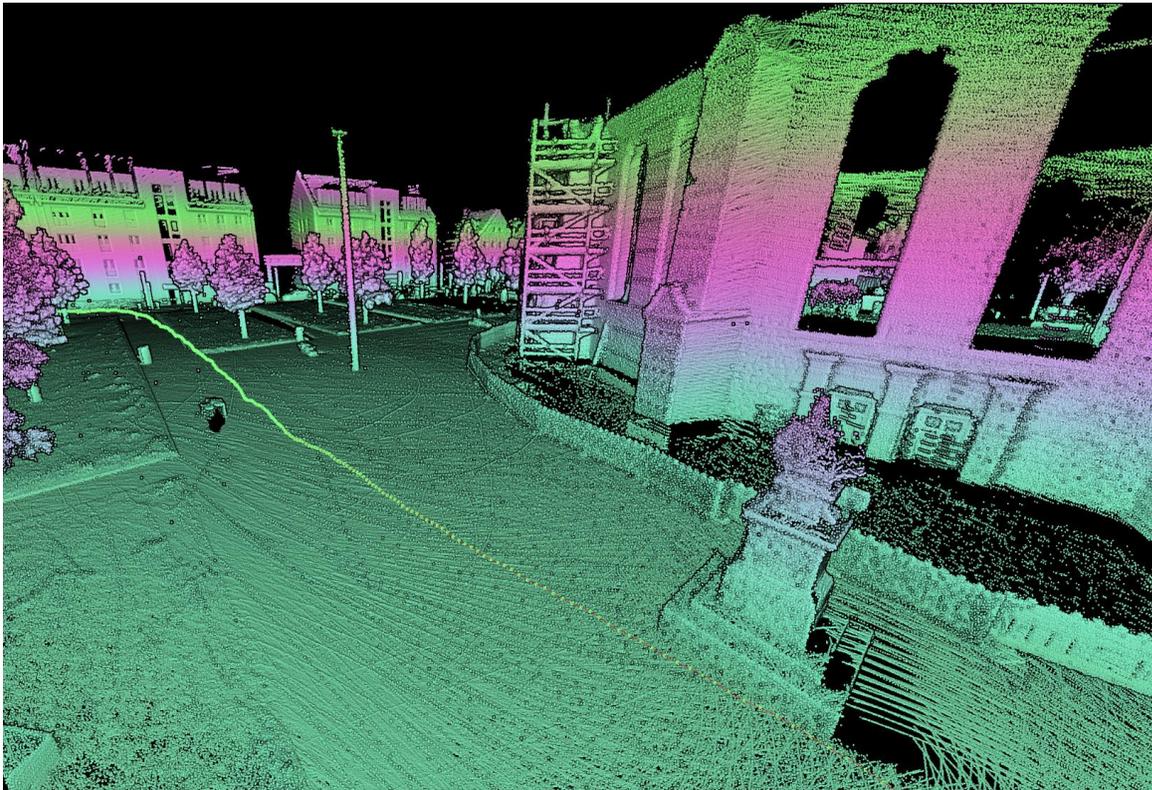
Erste Version Kartierungs-System



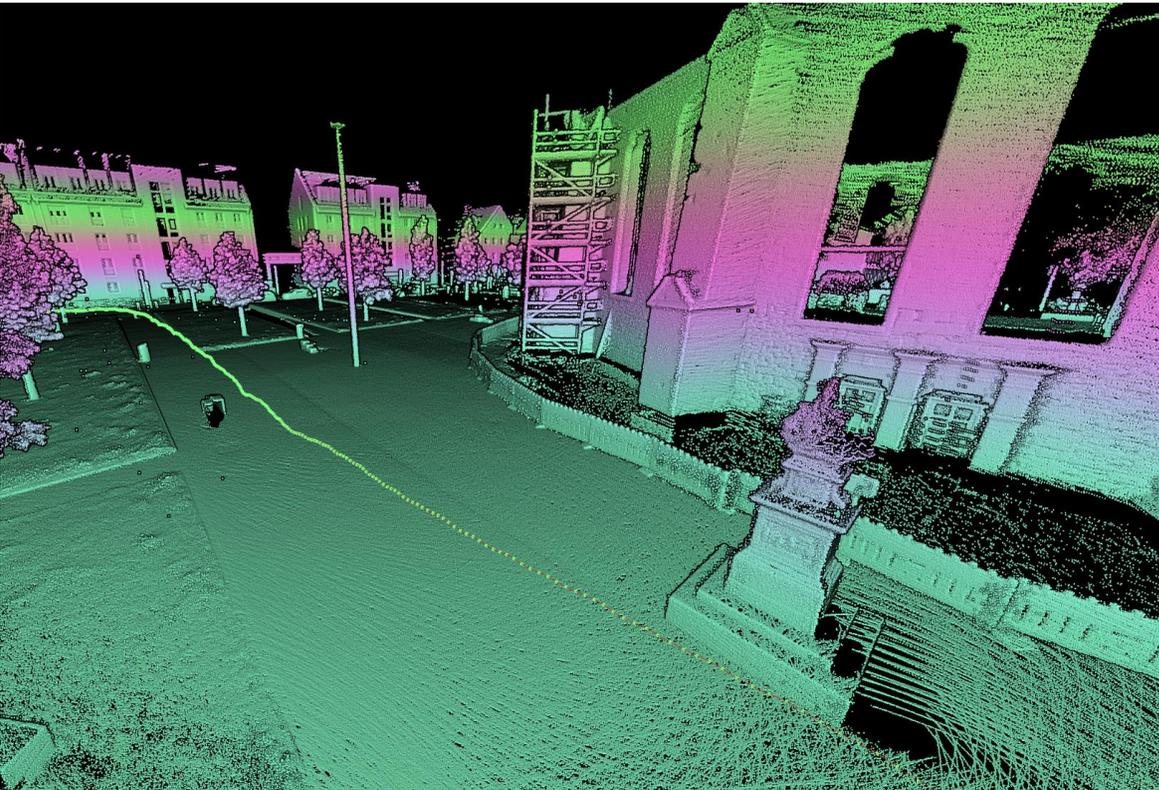
Erste Version Kartierungs-System

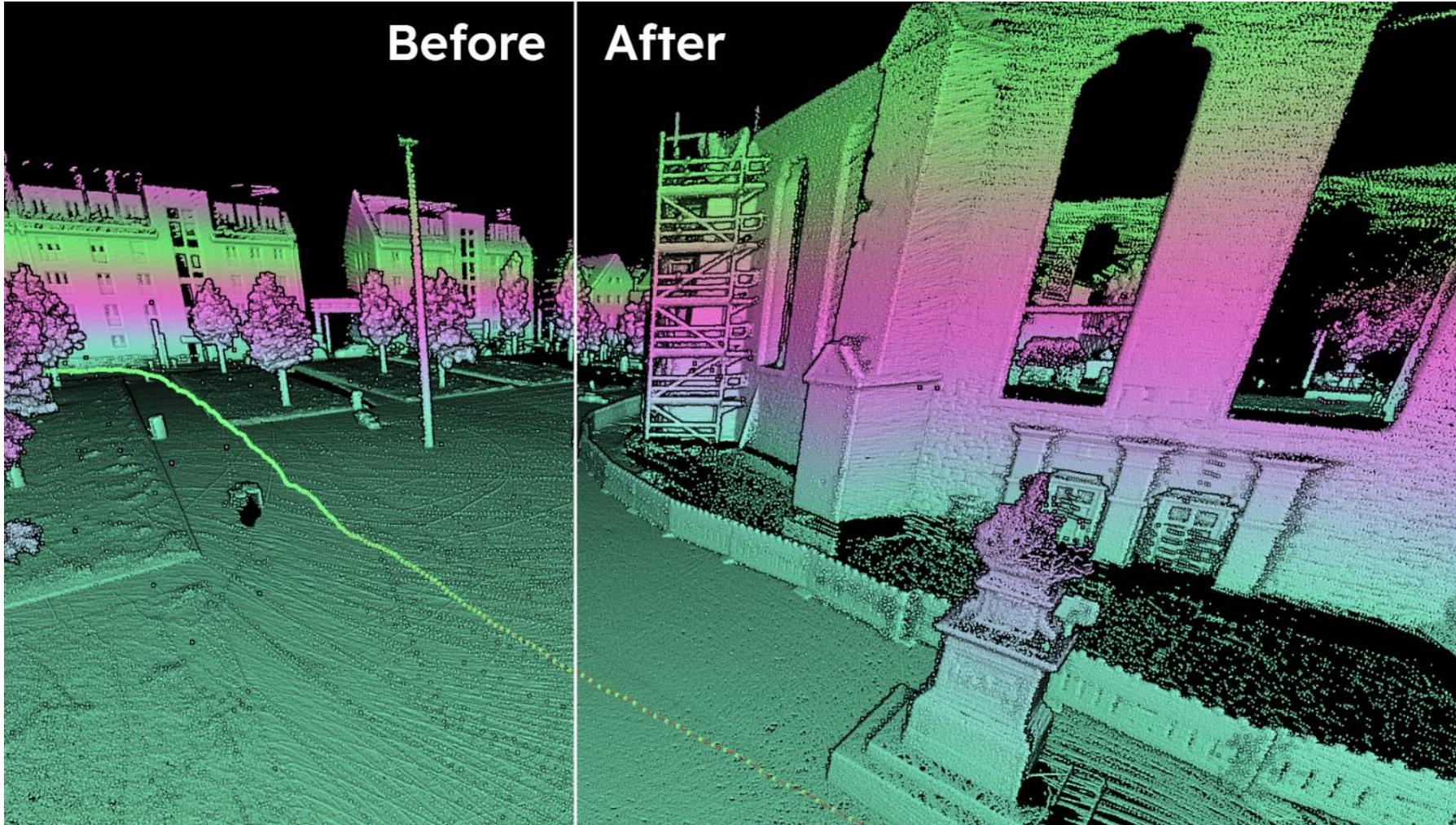


Echtzeit Ergebnis Kartierung

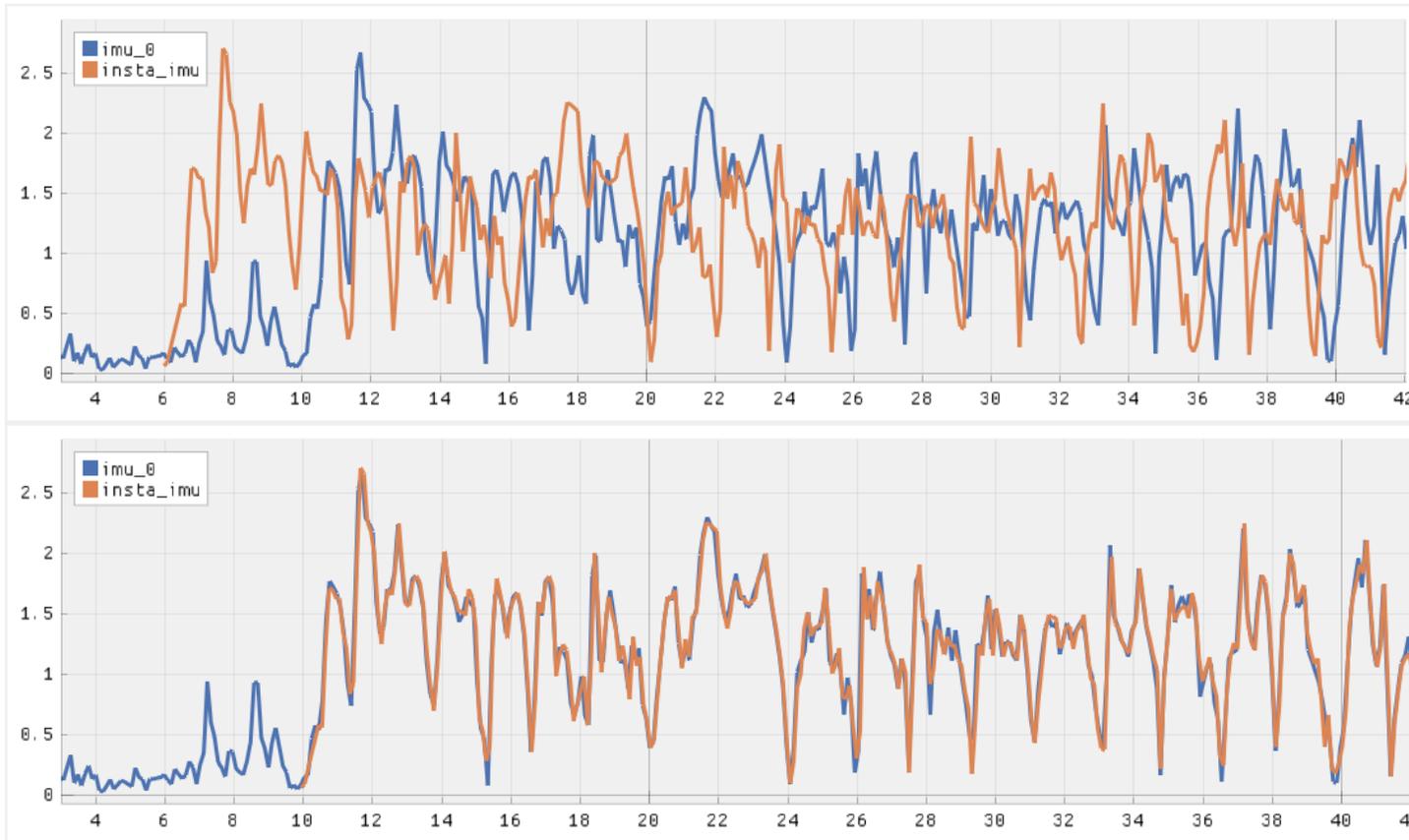


Optimiertes Ergebnis Kartierung

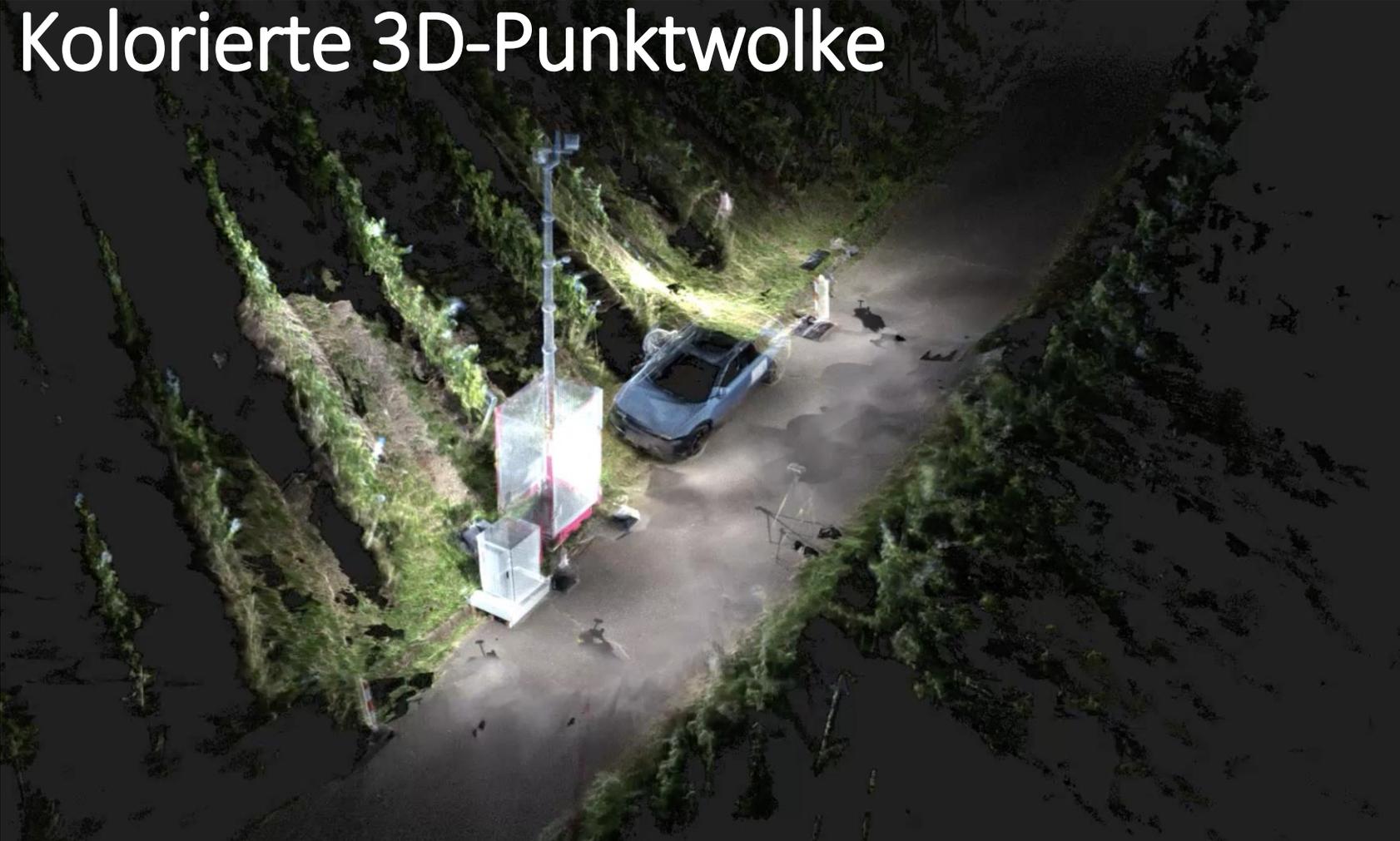




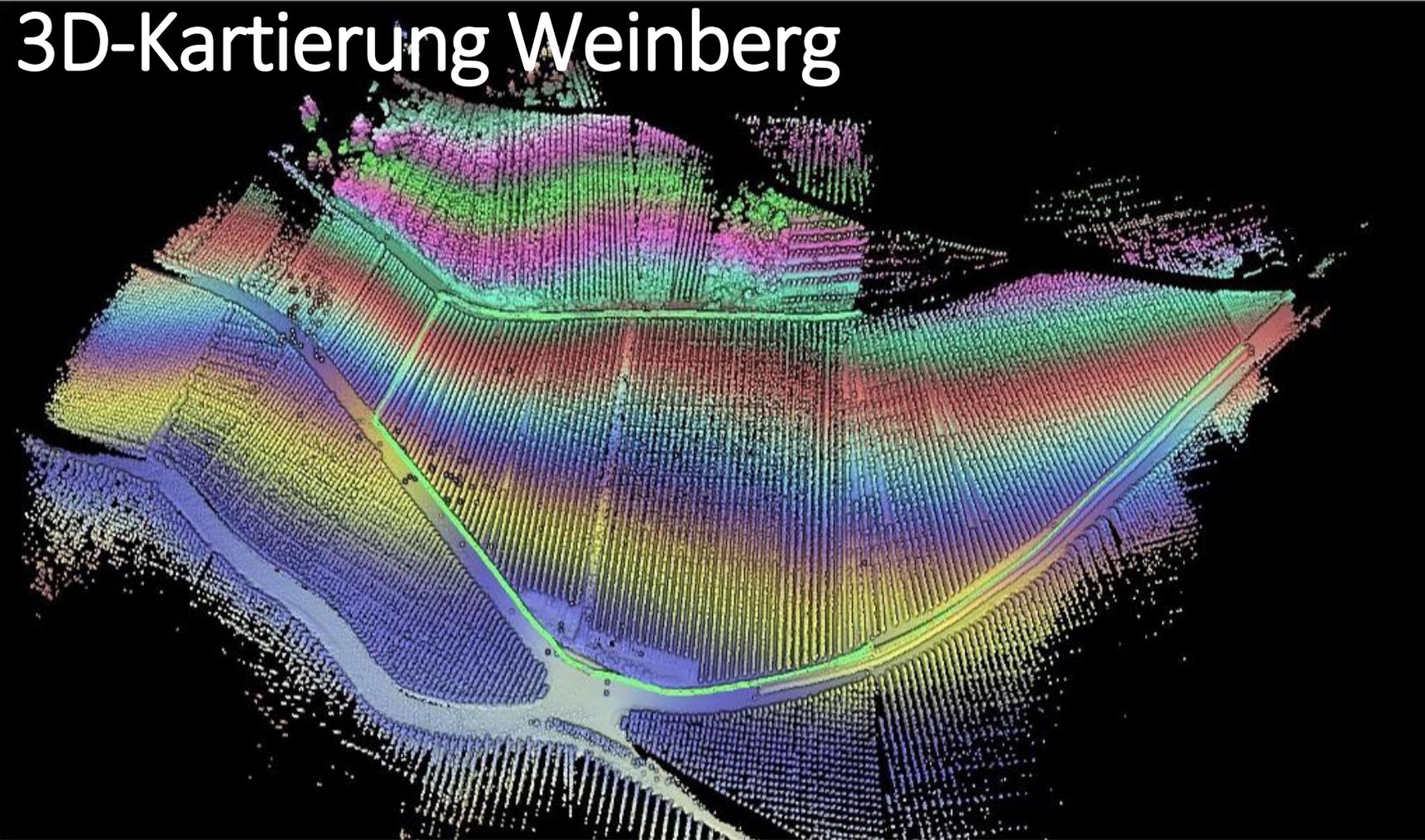
Kombination RGB mit 3D-Punktwolke



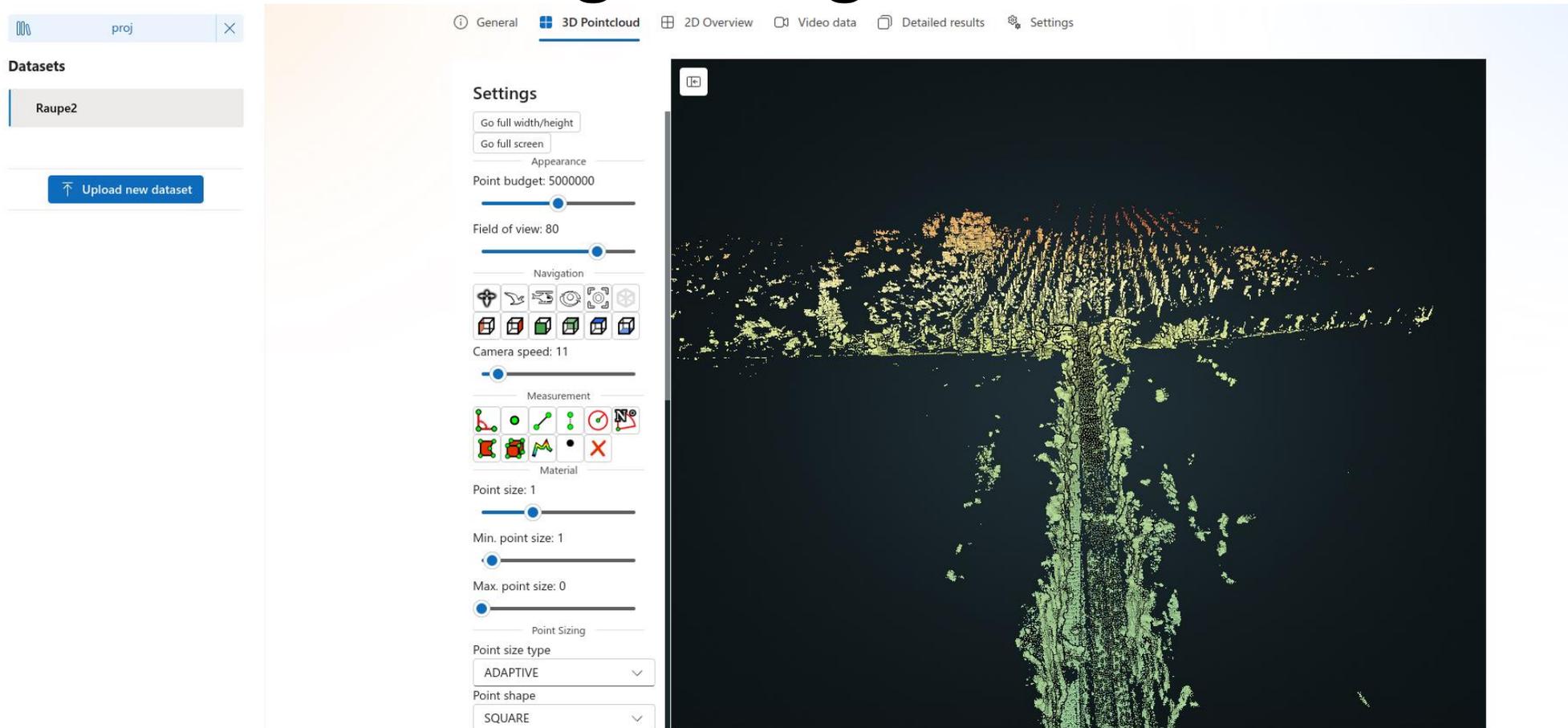
Kolorierte 3D-Punktwolke



3D-Kartierung Weinberg



Cloud Berechnung der Ergebnisse



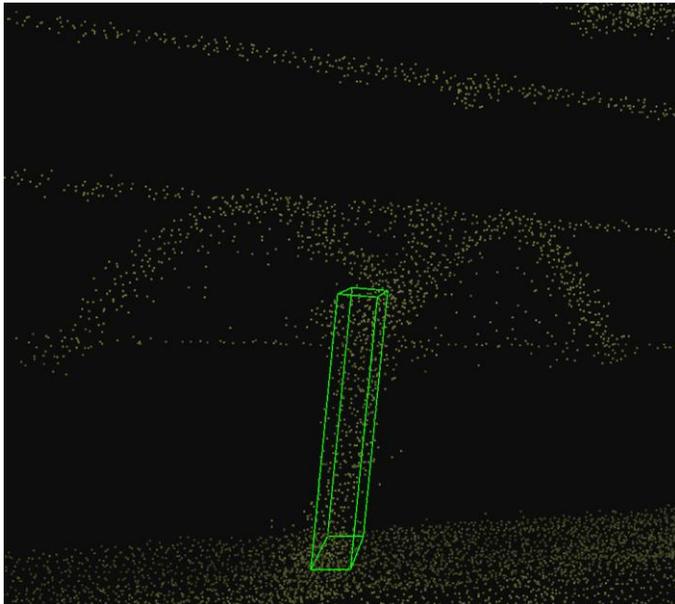
The screenshot displays a software interface for processing point cloud data. On the left, a sidebar shows a dataset named 'Raupe2' and an 'Upload new dataset' button. The main area is titled '3D Pointcloud' and features a navigation menu with options: General, 3D Pointcloud (selected), 2D Overview, Video data, Detailed results, and Settings. The 'Settings' panel is open, showing various controls:

- Appearance:** 'Go full width/height', 'Go full screen', 'Point budget: 5000000' (with a slider), and 'Field of view: 80' (with a slider).
- Navigation:** A set of icons for navigation and viewing.
- Camera speed:** A slider set to 11.
- Measurement:** A set of icons for measurement tools.
- Material:** A set of icons for material selection.
- Point size:** A slider set to 1.
- Min. point size:** A slider set to 1.
- Max. point size:** A slider set to 0.
- Point Sizing:** A section with 'Point size type' set to 'ADAPTIVE' and 'Point shape' set to 'SQUARE'.

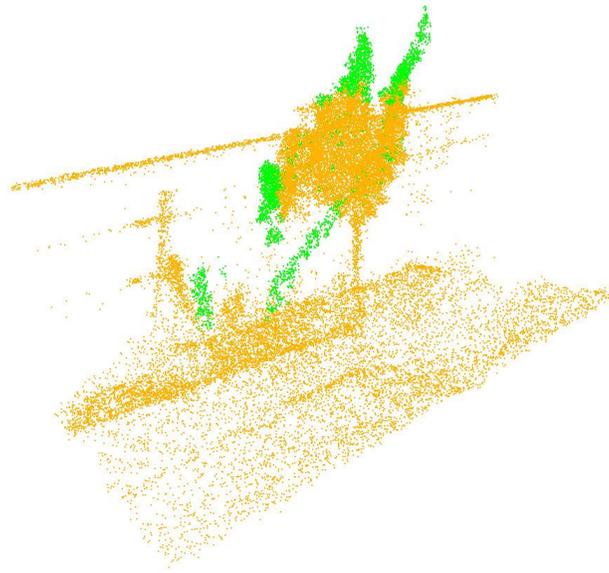
The main view shows a 3D point cloud of a vineyard, rendered in a dark green color, with a camera view from above.

3D-Karten verfügbar! Wie hilft das den Winzern?

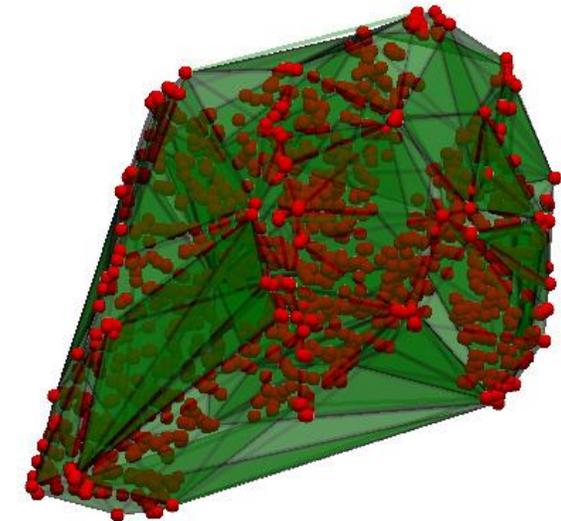
Rebstockverortung



3D-Veränderungserkennung

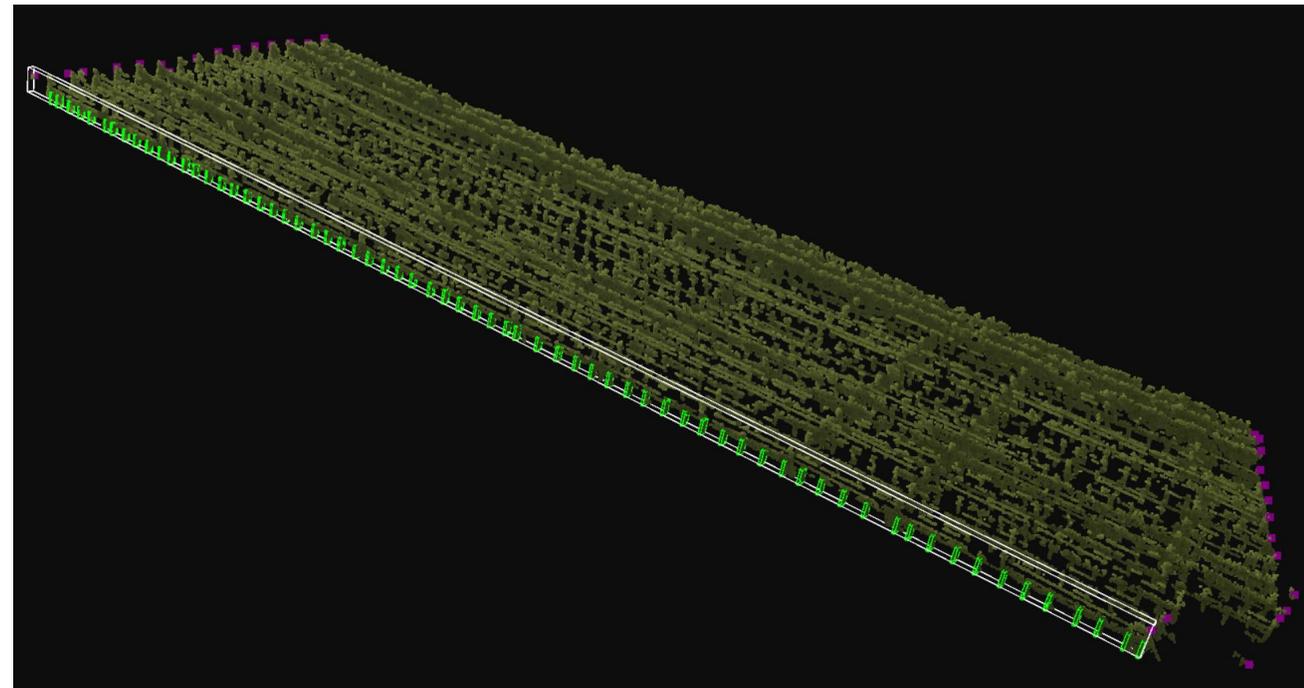


Laubvolumen- und
Pflanzenzustandsschätzung



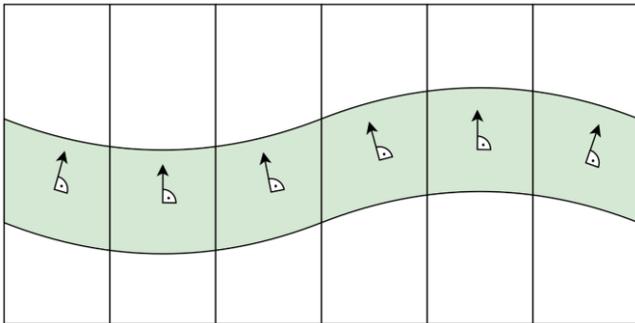
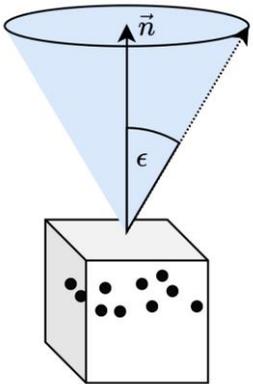
Rebstockverortung

- ❑ Wichtiger Schritt in der Verarbeitung um Informationen auf Einzelpflanzenebene zu bestimmen
- ❑ Quantifizierung und Verortung (GPSKoordinaten) der Pflanzen in Anlage
- ❑ Manuelle Annotation
 - aufwendig und zeitintensiv
 - mehrere Tage pro Rebanlage
- ❑ Automatische Annotation
 - keine manuelle Intervention
 - wenige Sekunden pro Rebanlage
 - Genauigkeit auf ca. 15cm



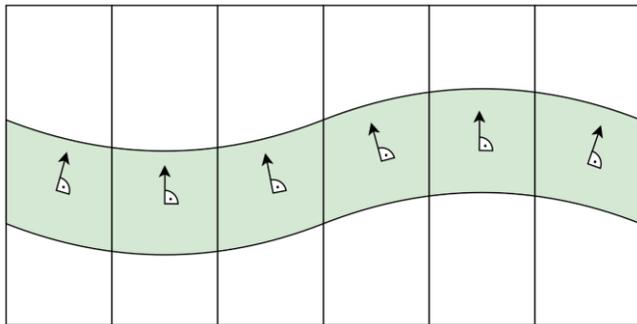
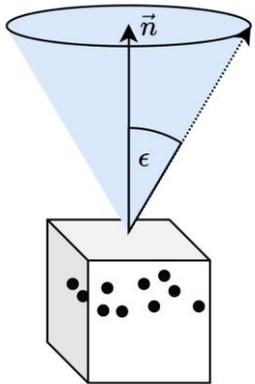
Rebstockverortung

Entfernung der Bodenpunkte

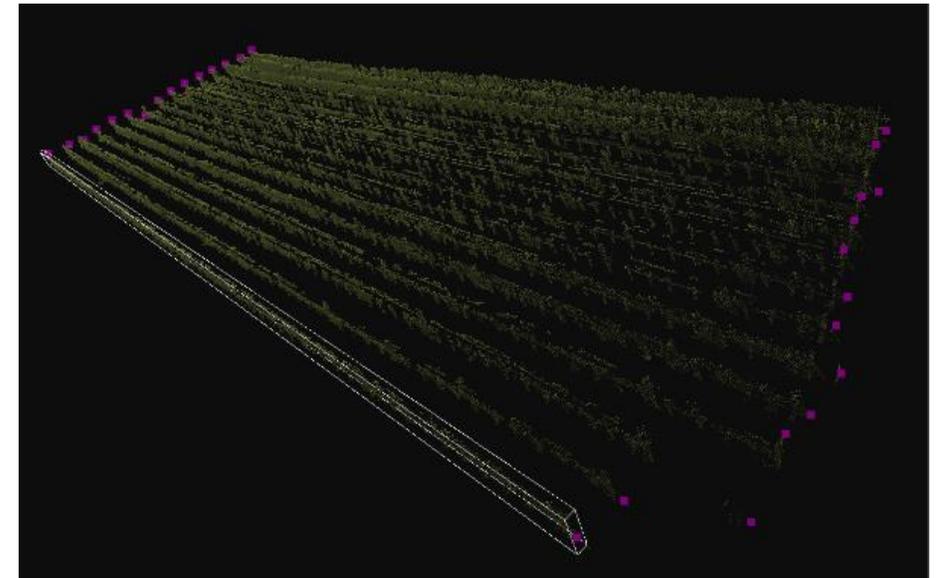
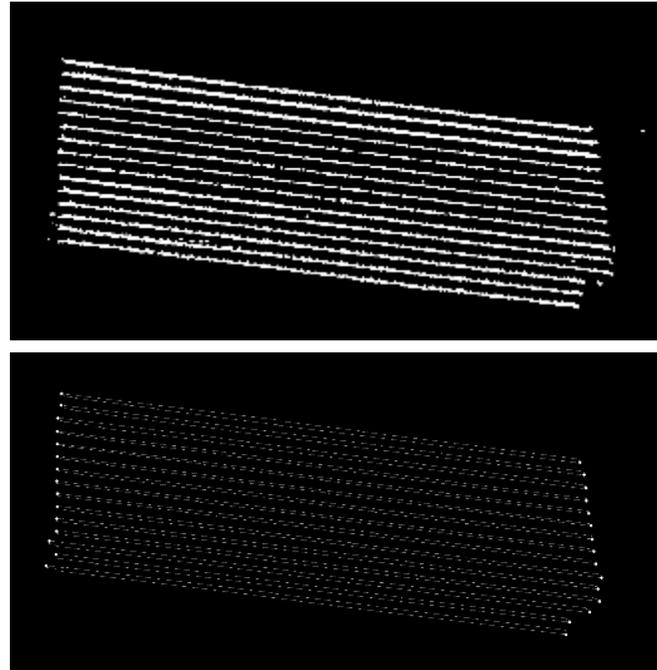


Rebstockverortung

Entfernung der Bodenpunkte

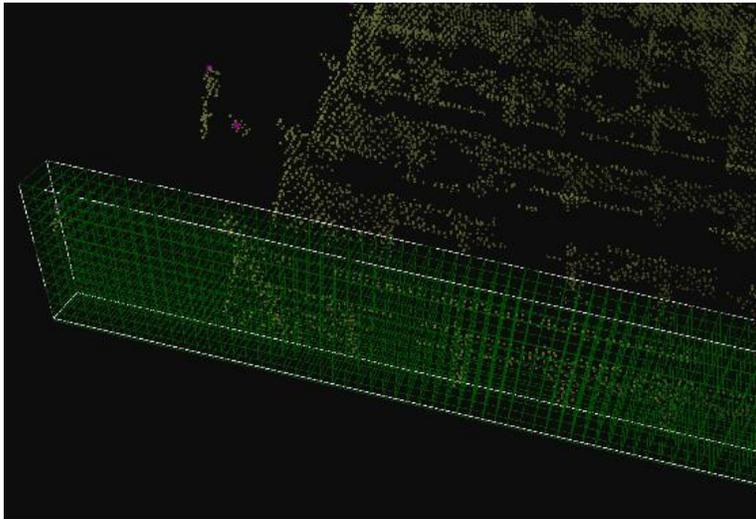


Lokalisierung der
Rebzeilen



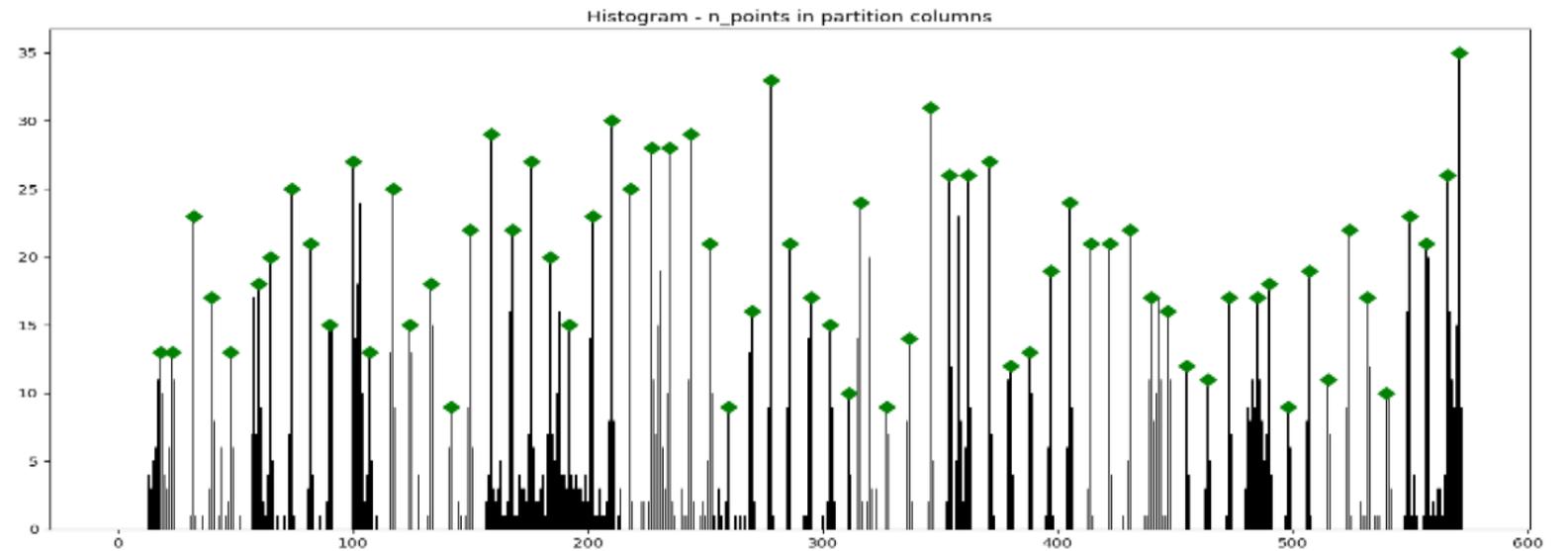
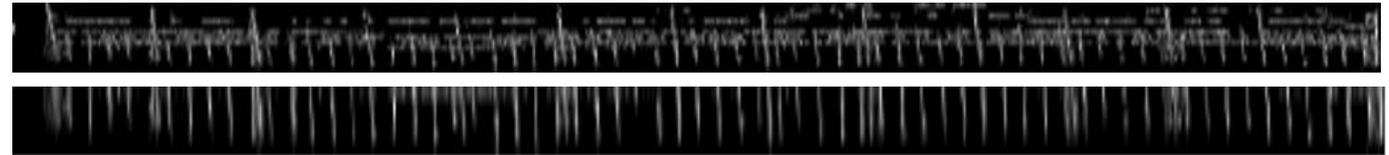
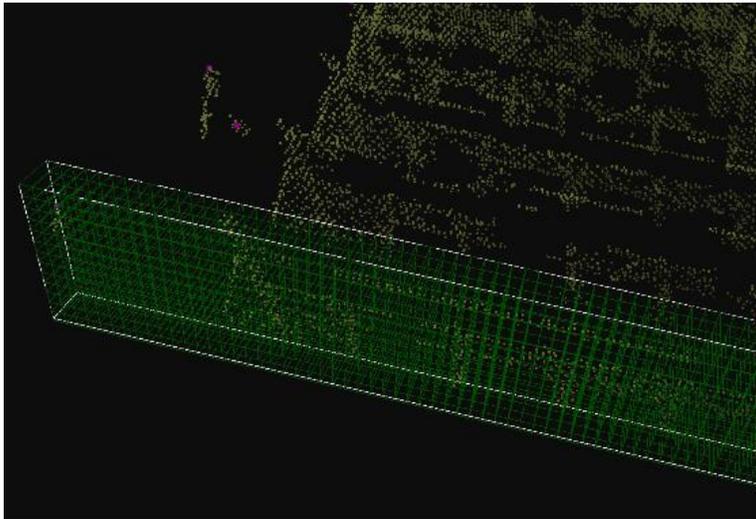
Rebstockverortung

Lokalisierung der Pflanzen in Rebzeile &
Filtern von Fehldetektionen (z.B. Pflanzstöcke, Beikraut)

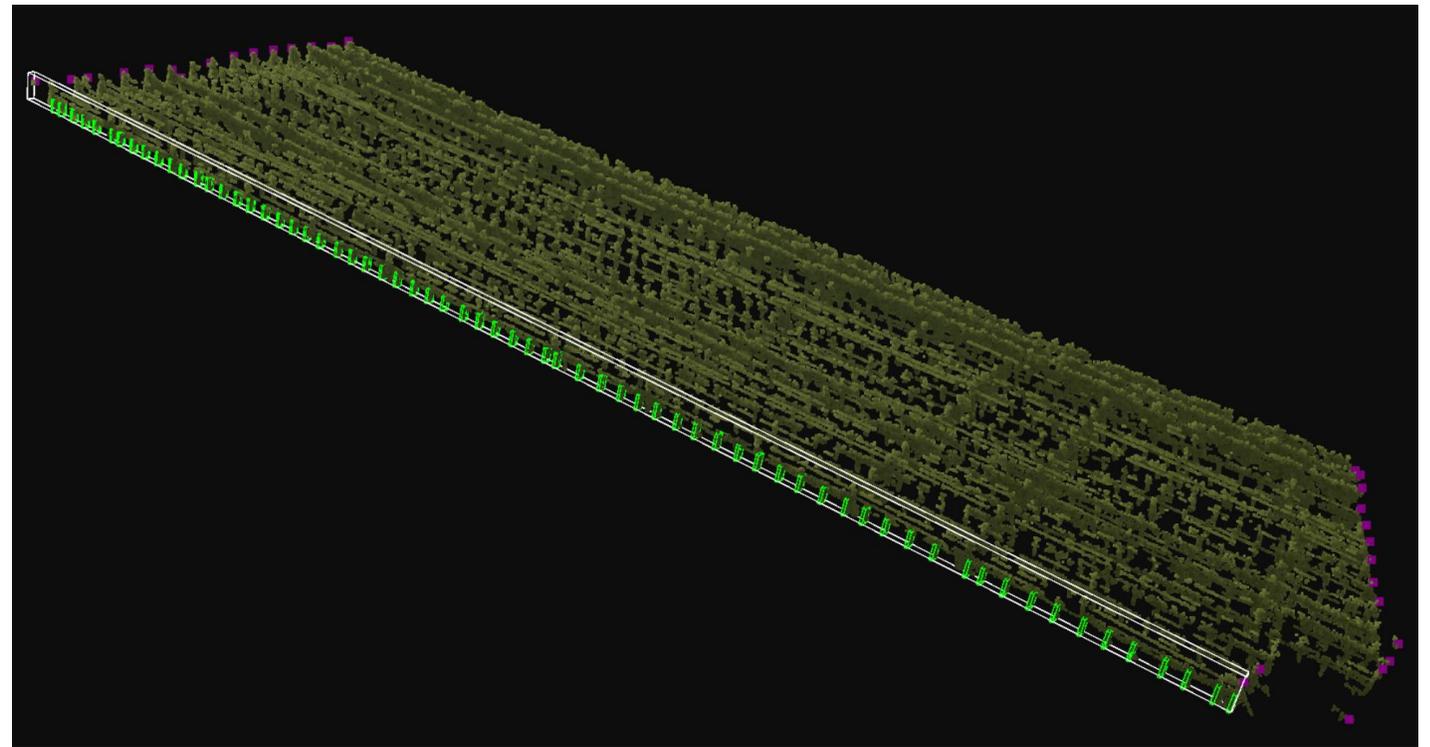
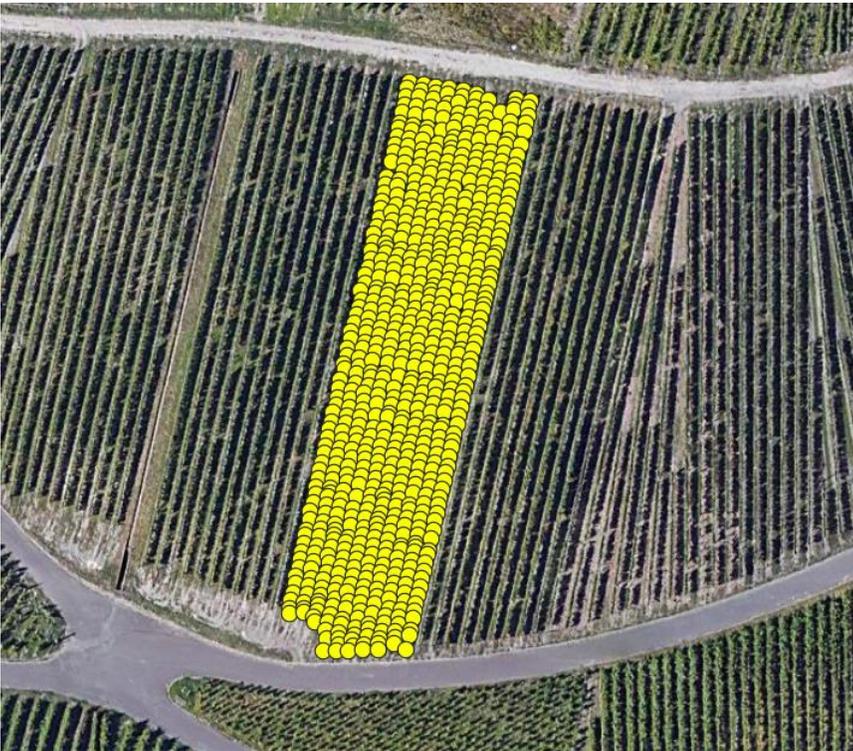


Rebstockverortung

Lokalisierung der Pflanzen in Rebzeile &
Filtern von Fehldetektionen (z.B. Pflanzstöcke, Beikraut)

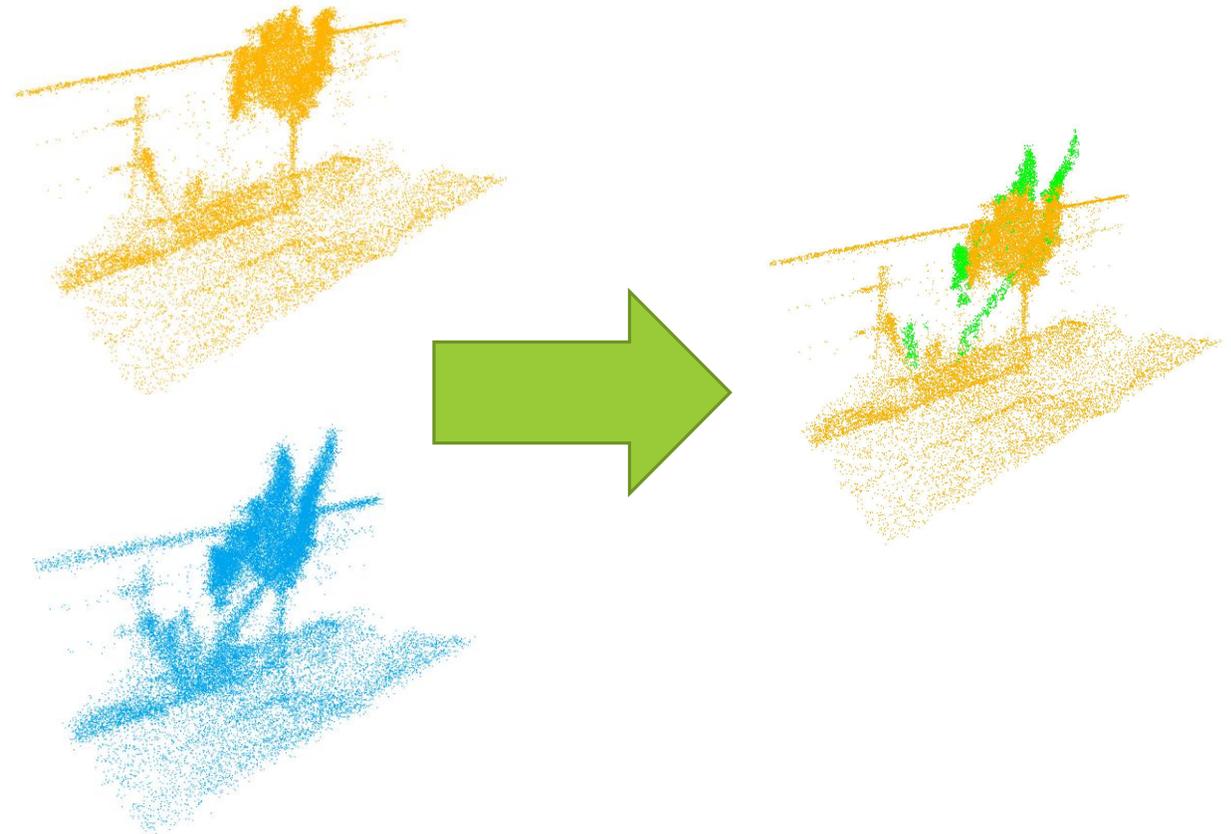


Rebstockverortung

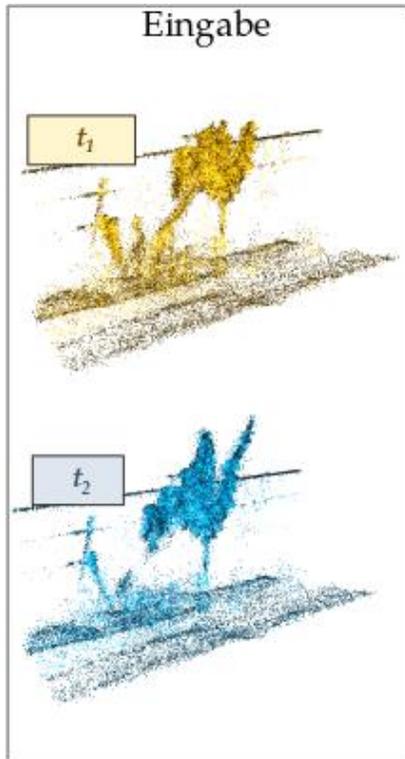


Veränderungserkennung

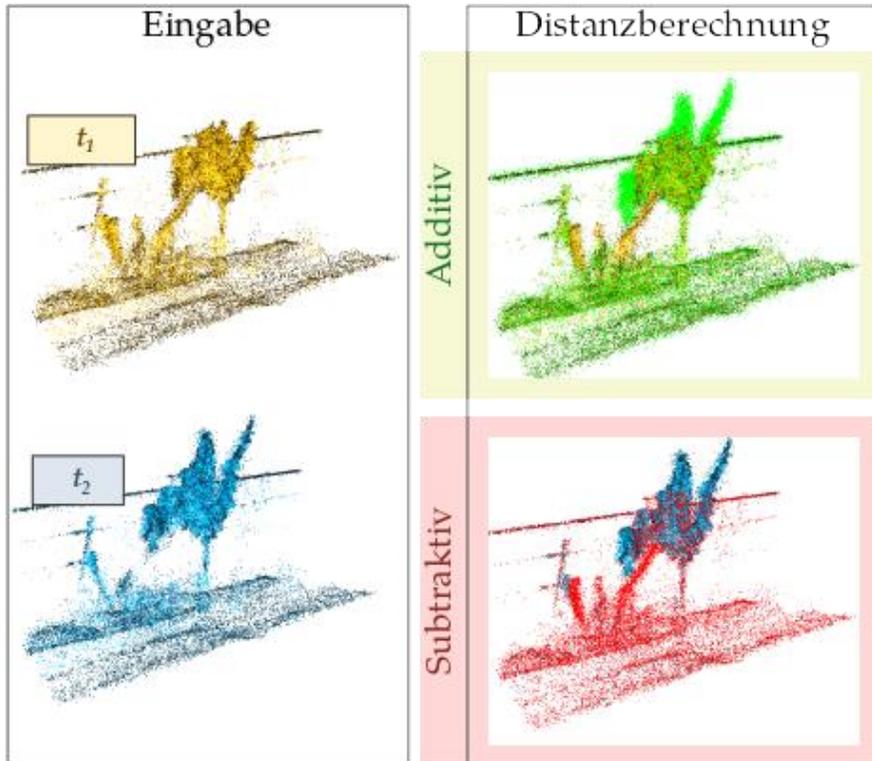
- ❑ Erkennung und Gruppierung von Veränderungen in zwei Punktwolken
- ❑ Automatisierung der Weinbergsinspektion
 - Zu viel Beikraut?
 - Laubentwicklung? Triebentwicklung?
 - Beschädigungen an Pflanzen oder Drahtanlage?
- ❑ => Manuelle Inspektion nach Bedarf



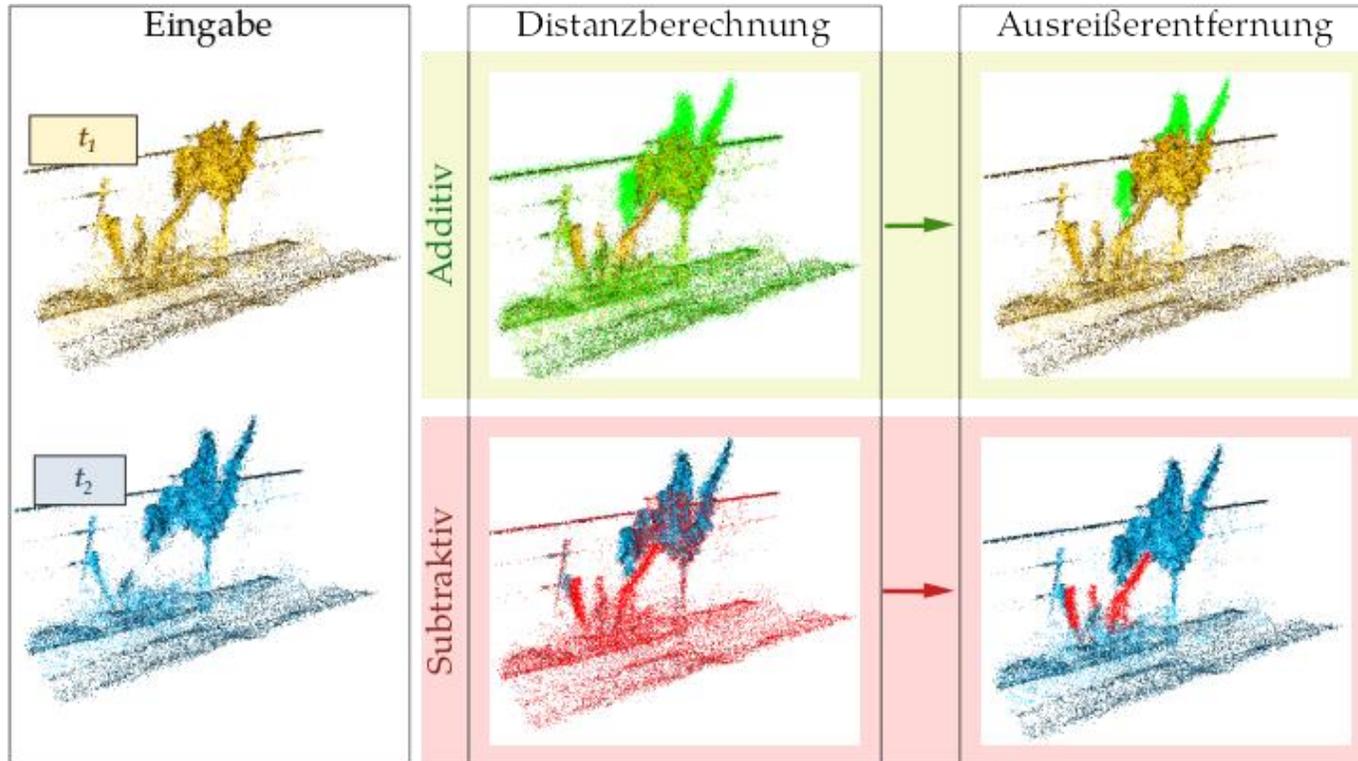
Veränderungserkennung



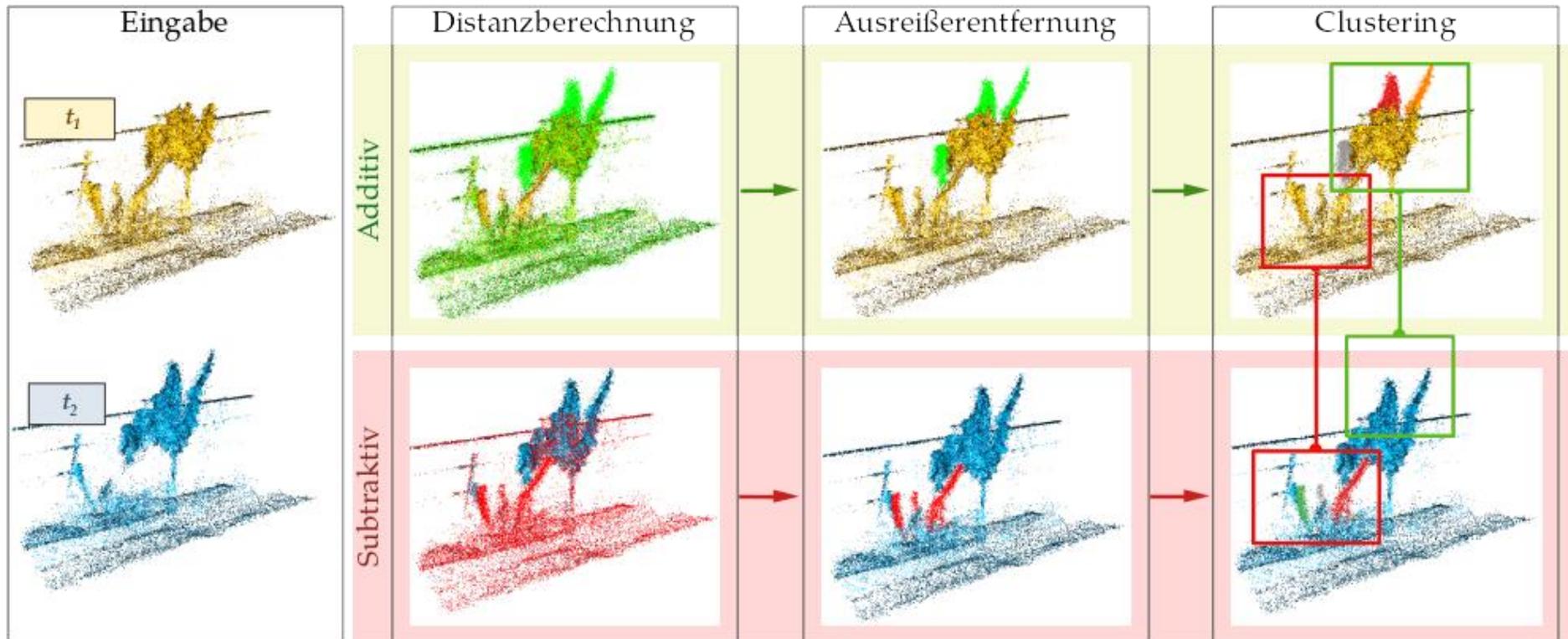
Veränderungserkennung



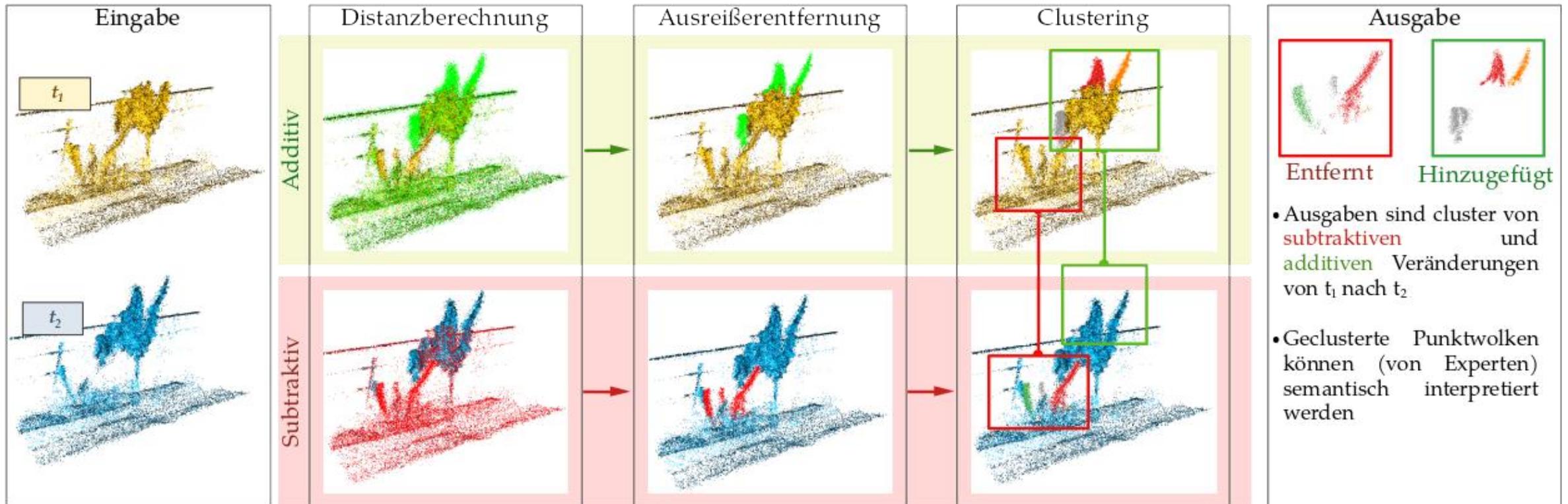
Veränderungserkennung



Veränderungserkennung

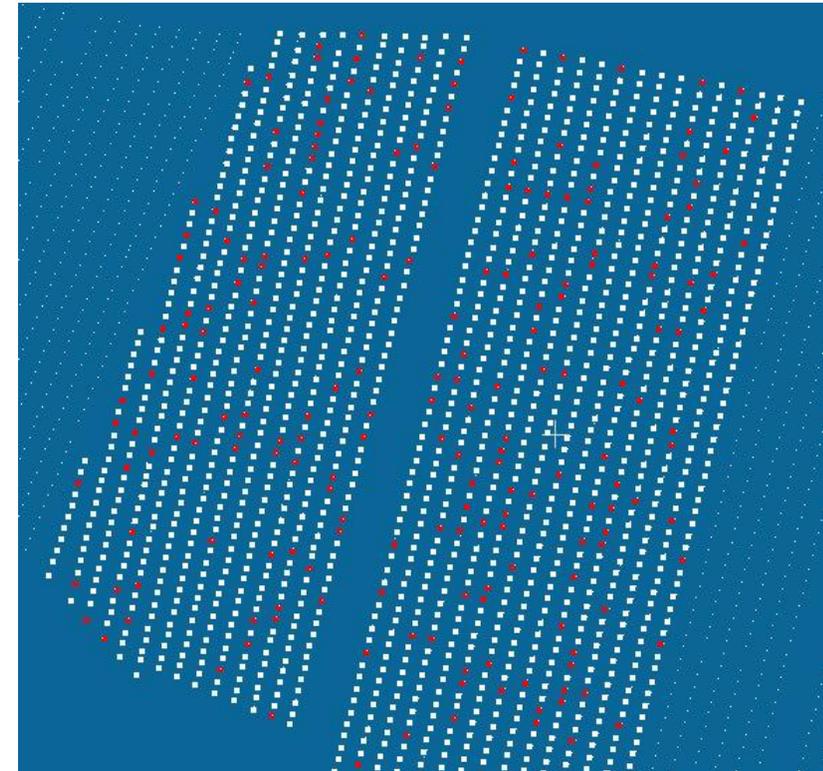


Veränderungserkennung



Laubvolumen- & Pflanzenzustandsschätzung

- ❑ Automatische Inspektion & Quantifizierung der Pflanzenentwicklung
- ❑ Rückschlüsse auf Gesundheitszustand der Pflanzen
- ❑ Frühzeitige Erkennung gestörter Entwicklung zur gezielten Intervention
- ❑ Abschätzen des erwarteten Ertrags auf Basis von Wissen über Pflanzenentwicklung

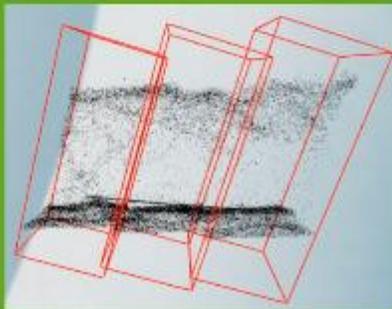


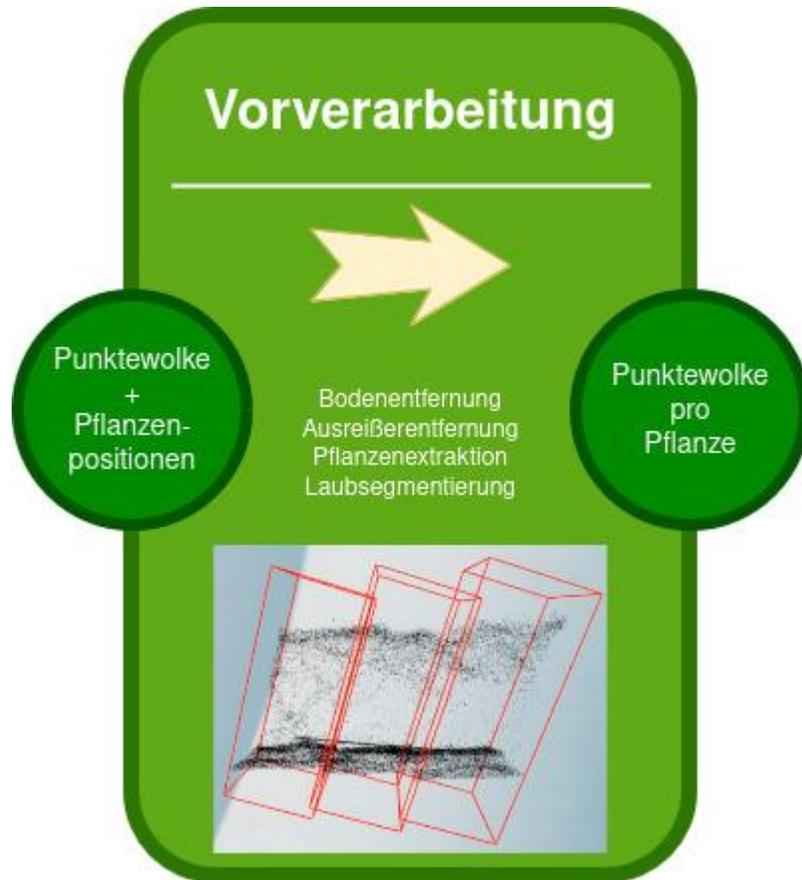
Vorverarbeitung

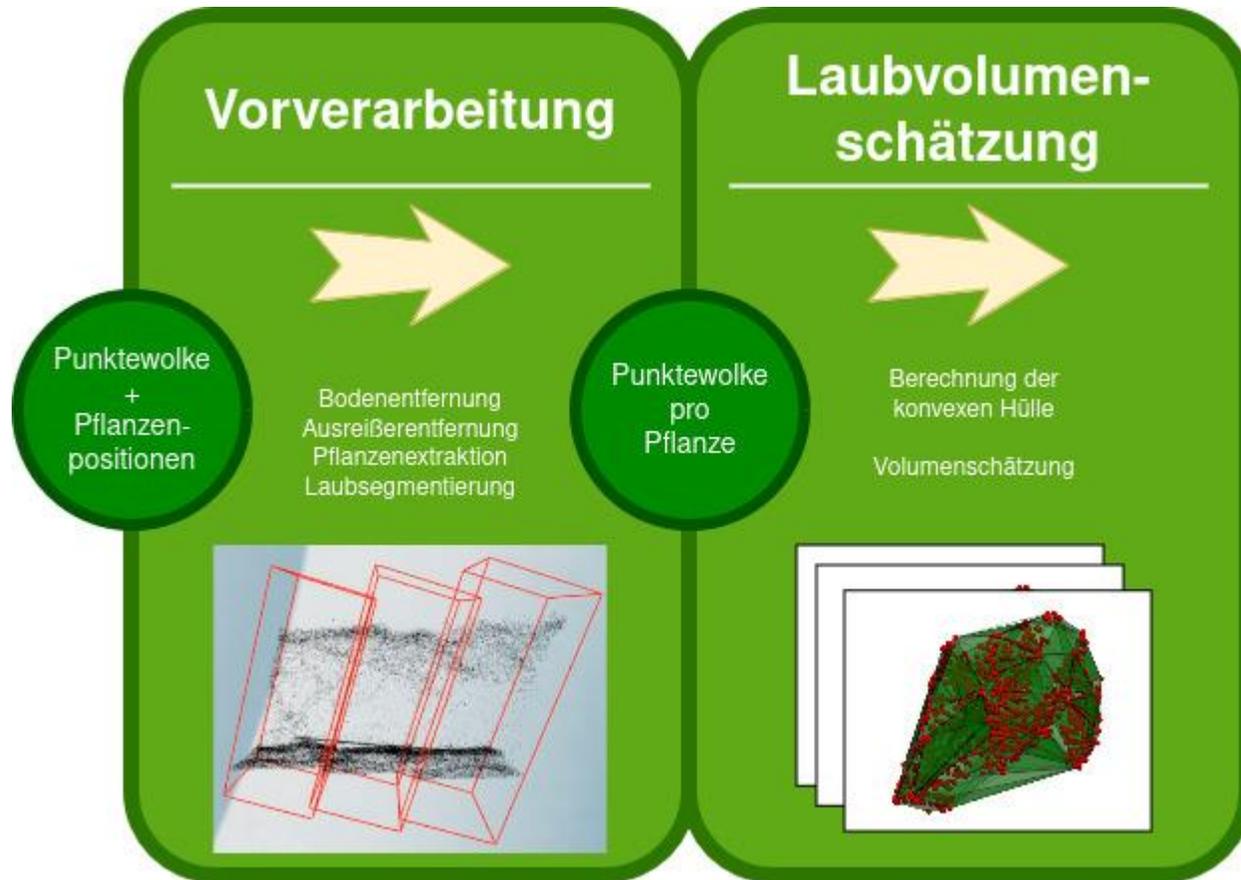


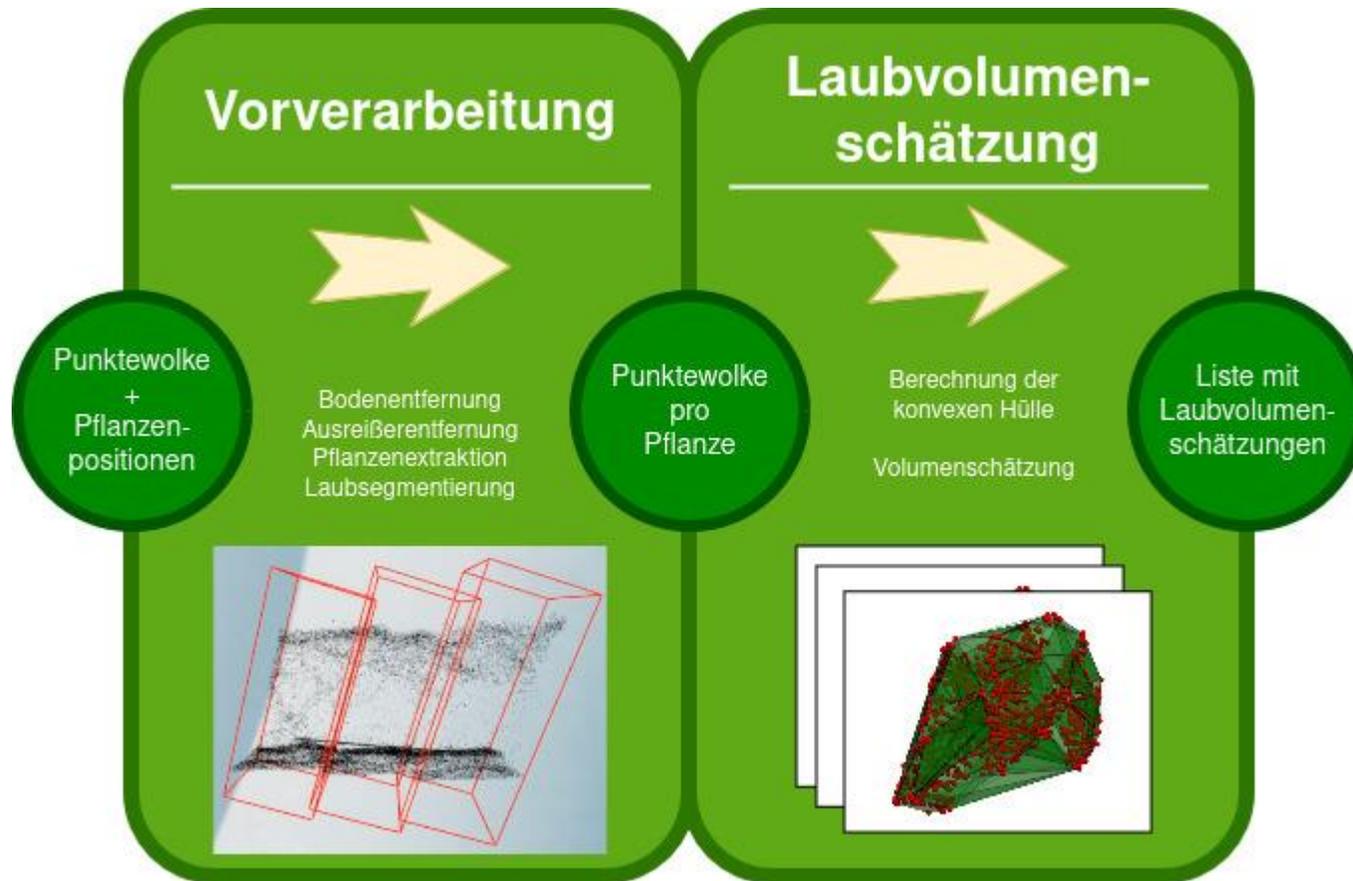
Punktwolke
+
Pflanzen-
positionen

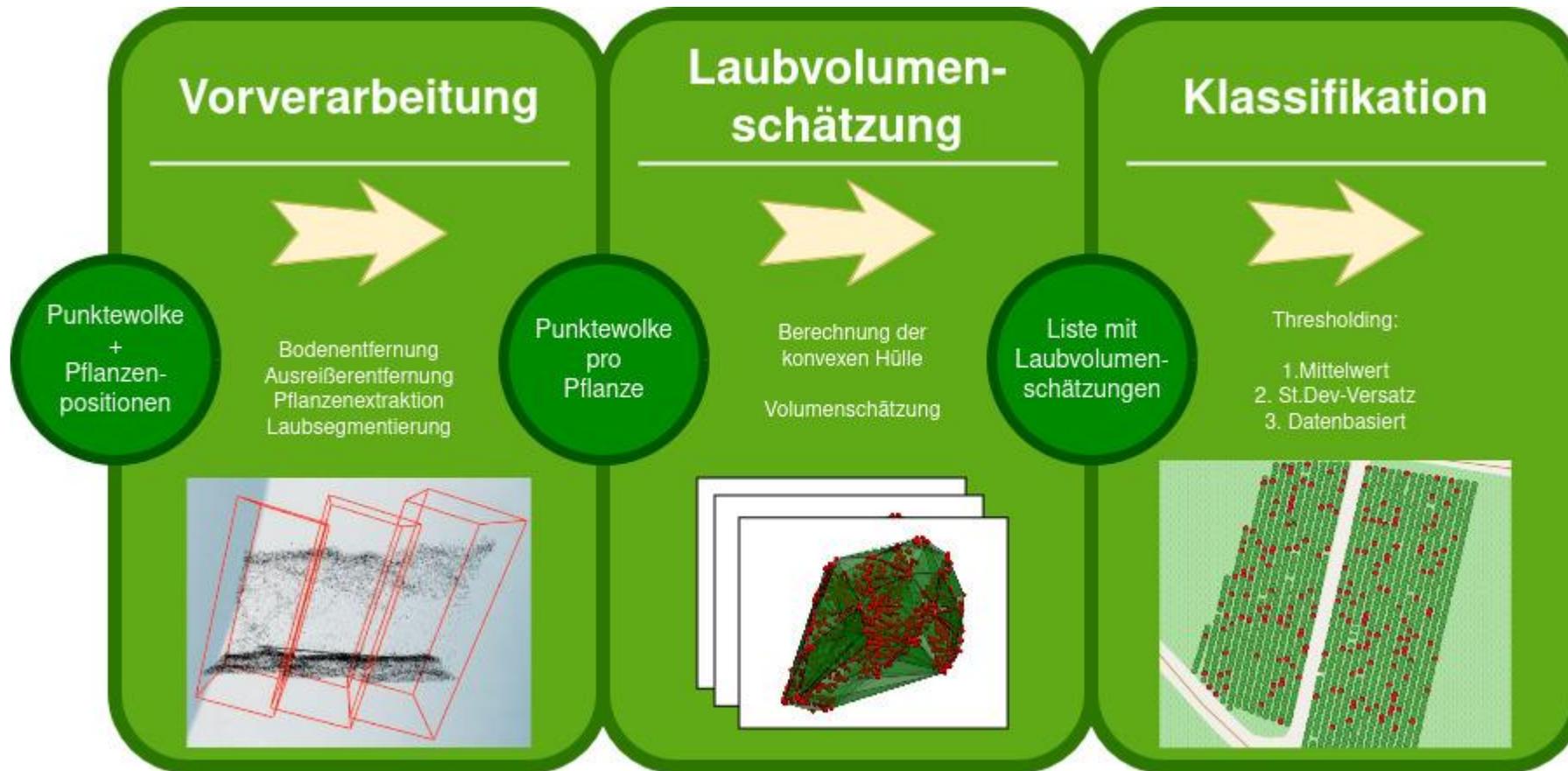
Bodenentfernung
Ausreißerentfernung
Pflanzenextraktion
Laubsegmentierung

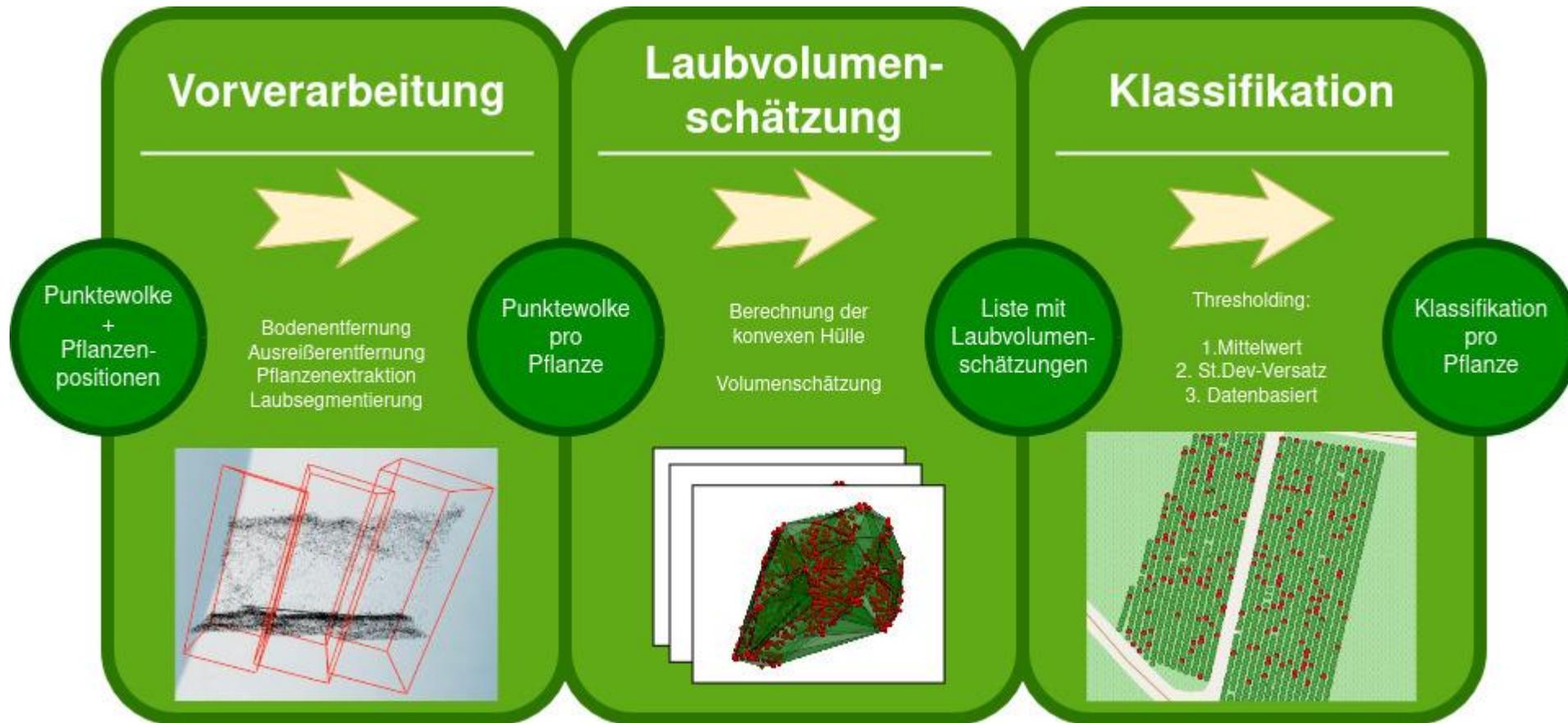












Fazit

Langfristige Vision

- Verringern des Arbeitsaufwandes und Personalbedarfs
- Gleichzeitige Kartierung & Anlagenbearbeitung
- Digitaler Zwilling der Anlage
- Extraktion relevanter Informationen fürs Weinbergmanagement auf Einzelpflanzenebene
- Entlastung bei Dokumentationsaufgaben & Unterstützung beim Rebanlagenmanagement

Grundlagen zur Erfüllung der Vision geschaffen

- Effektive und präzise 3D-Kartierung
- Automatische Analyse der 3D-Daten zur Erfassung und Dokumentation des Anlagenzustands, -entwicklung & der Anlagenschäden

Drohneneinsatz zur Kartierung in Smarter Weinberg und NoLa

- Frederik Jochum (aeroDCS)

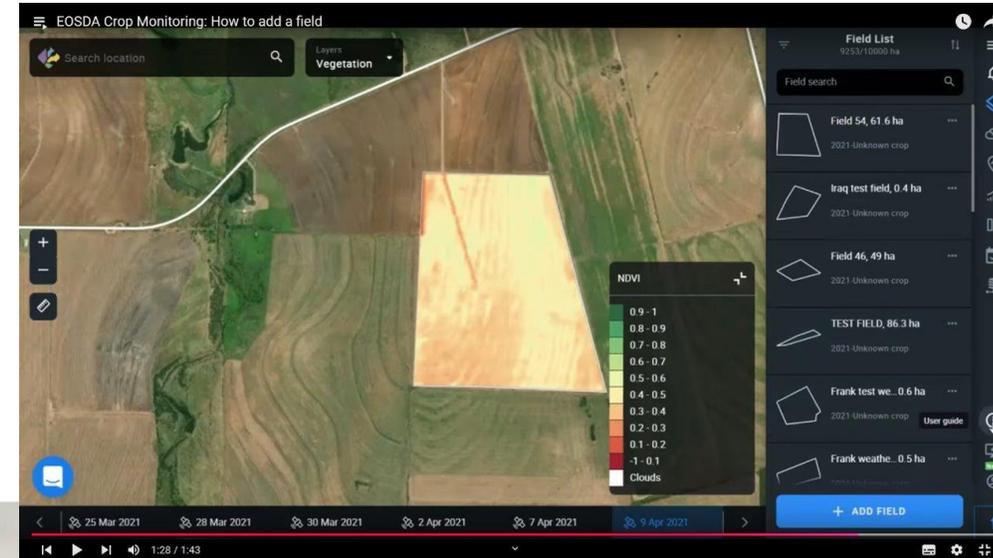
Anwendungsfelder

- Konzept in Industrie 4.0: Digital Twin
- Landwirtschaft: Geospatial Twin
 - Abbildung der Realität -> Deskriptiv
 - Kenngrößen erheben -> Informativ
 - Vorhersagen durch Modelle -> Prädiktiv
- Beispiel: Bonitur

Beispiele



MOOSLE



APP.

Unsere einfach zu bedienende App ist das Herzstück unserer Plattform und immer an deiner Seite. Alle Funktionen sind sowohl auf iOS, Android als auch über einen Webbrowser auf dem PC verfügbar, egal wo du bist. Unsere App ist modular aufgebaut und passt sich so optimal an deinen individuellen Arbeitsalltag an.

Nachfolgend findest du eine Übersicht über die Basisfunktionen sowie eine Liste der verfügbaren Module.

❑ Satellitendaten...

- Geringe Auflösung
- Wolken

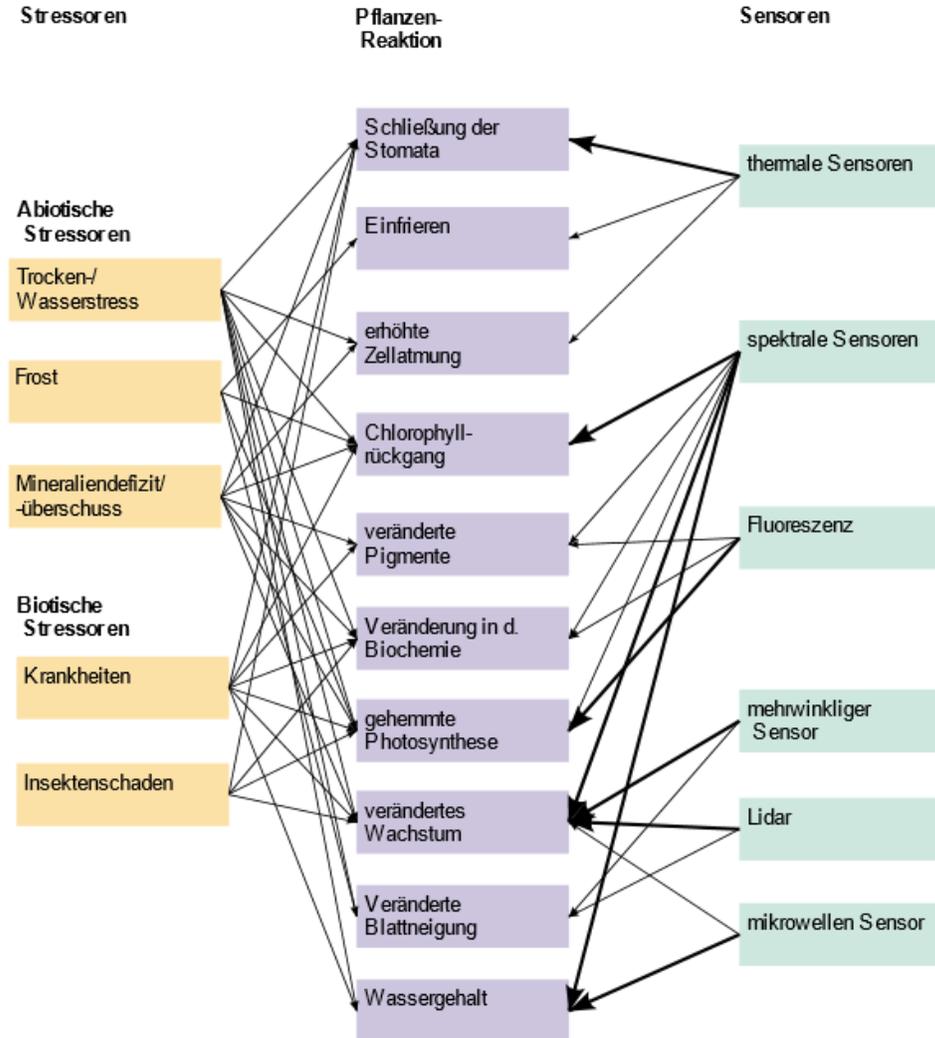
❑ Flugzeugdaten...

- Auflösung unzureichend
- Seltene Befliegung

❑ Drohnen...



Welche Daten sind für uns interessant?



Quelle:
H.G. Jones & R.A. Vaughn,
remote sensing of vegetation,
2010, Oxford University Press,
S.272

Sensierung

- Multispektral
 - Vegetationszustand v.A. Chlorophyll-Gehalt
 - Kenngrößen: SVIs
- Lidar
 - Präzise Geometrie / 3d Modelle
 - Kenngrößen: Standort, Laubwanddichte, Wuchs, ...
- Optisch
 - Geometrisches Modell, natürliche Darstellung
- Thermal
 - Trockenstress (CWSI)

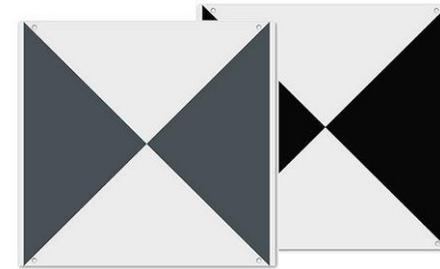


Kalibrierung & Verortung

- Georeferenzierung über
 - RTK / PPK
 - Verankerte Luftbild-Markerplatten

- Referenzplatten
 - Kalibrierte Lambert-Diffusorplatten + DLS

- Thermohygrometer
 - Thermale Referenzmessung



Übersicht



Bremm



Bernkastel-Kues

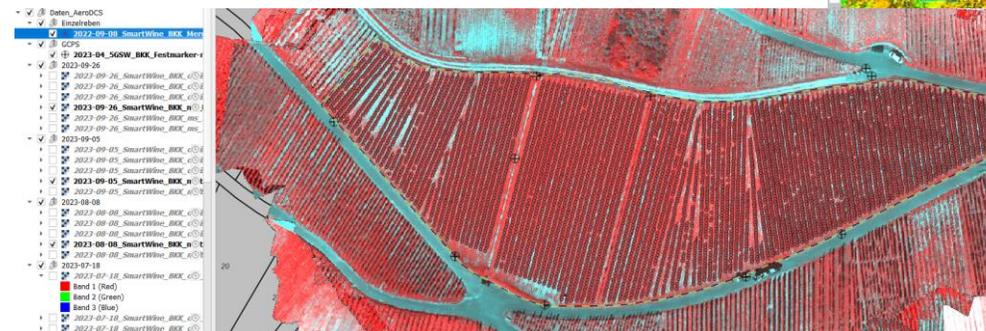
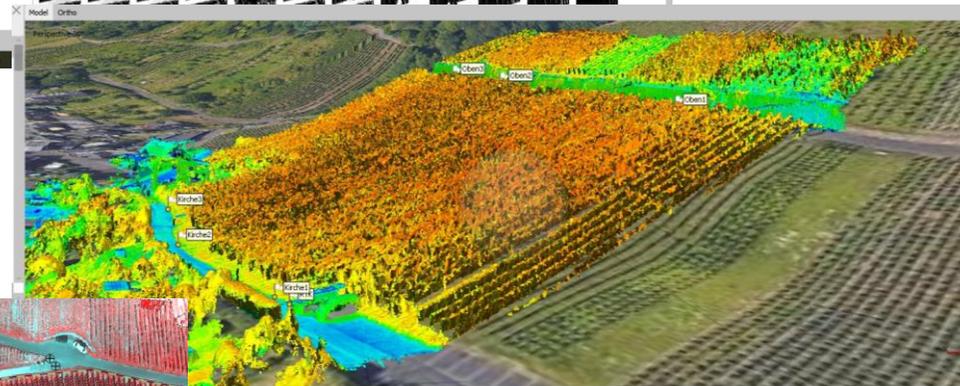
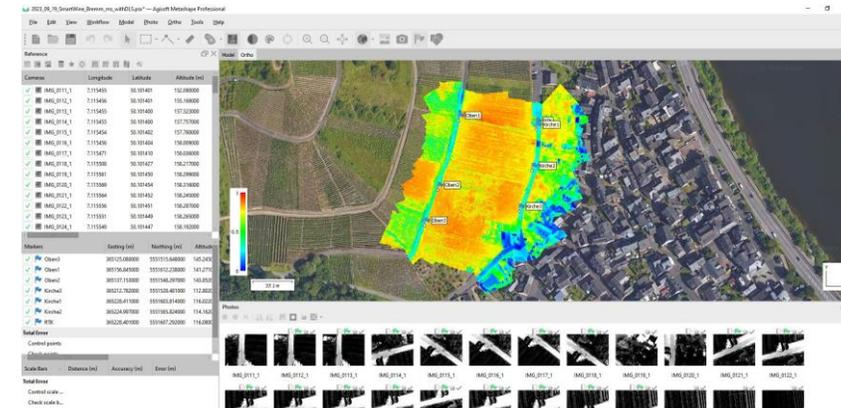


Zell

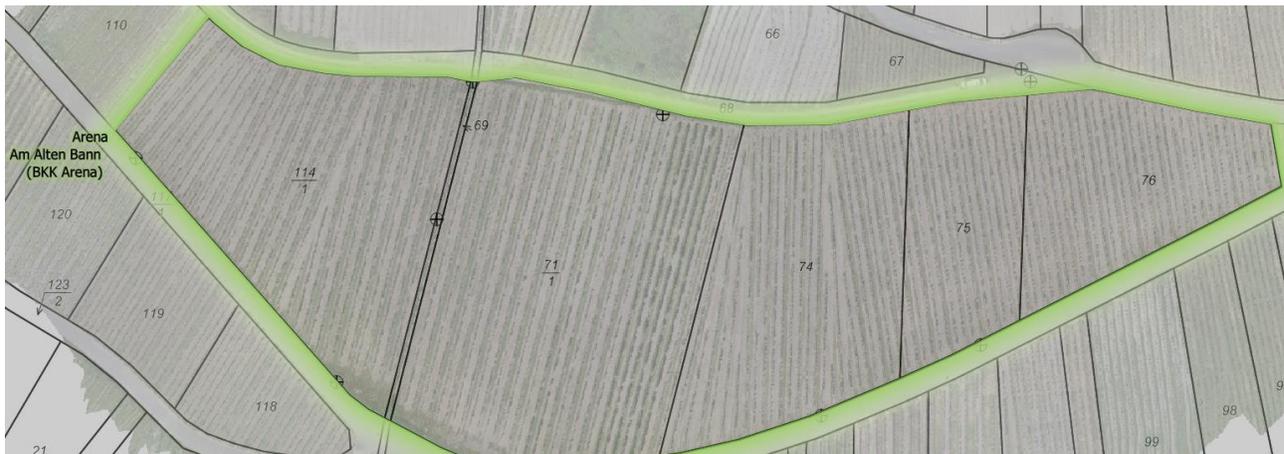


Statistiken:

- ❑ Flugeinsätze: 70
- ❑ Anzahl Bilder: 270.000
- ❑ Datengröße:
 - Rohdaten: ca. 1.5 TB
 - Projektdaten: ca. 3.5 TB
 - Ergebnisse: ca. 1 TB



- Auswertung
- Sensorfusion
- Aufbereitung in GIS
- Korrelation mit Boniturdaten



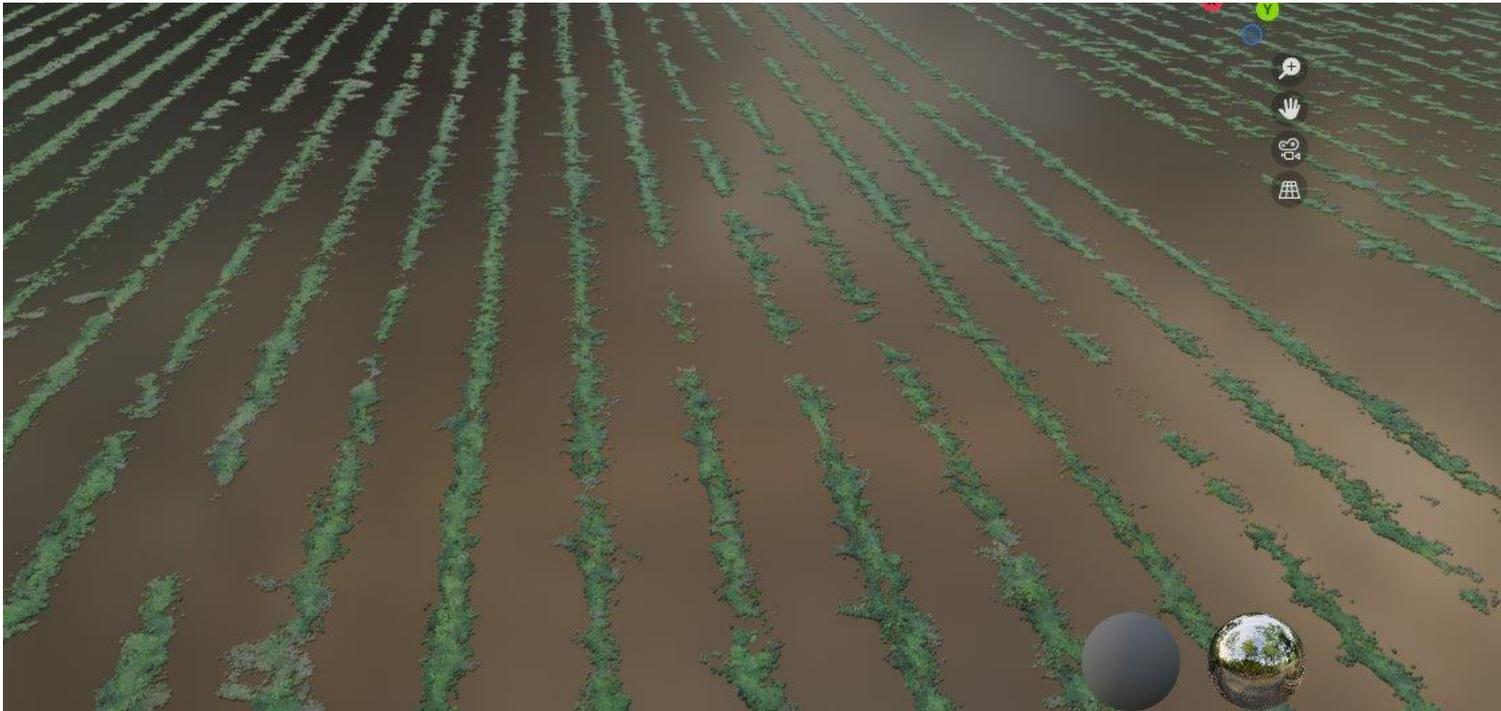
Analysieren von Punktwolken, um Einblicke in die Pflanzengesundheit und den Pflanzenschutz zu erhalten

- Ausrichtung
- Bildung einer dichten Punktwolke
- Höhenbasierte Filterung
- Vegetative Indizes



Höhenbasierte Filterung von Punktwolken

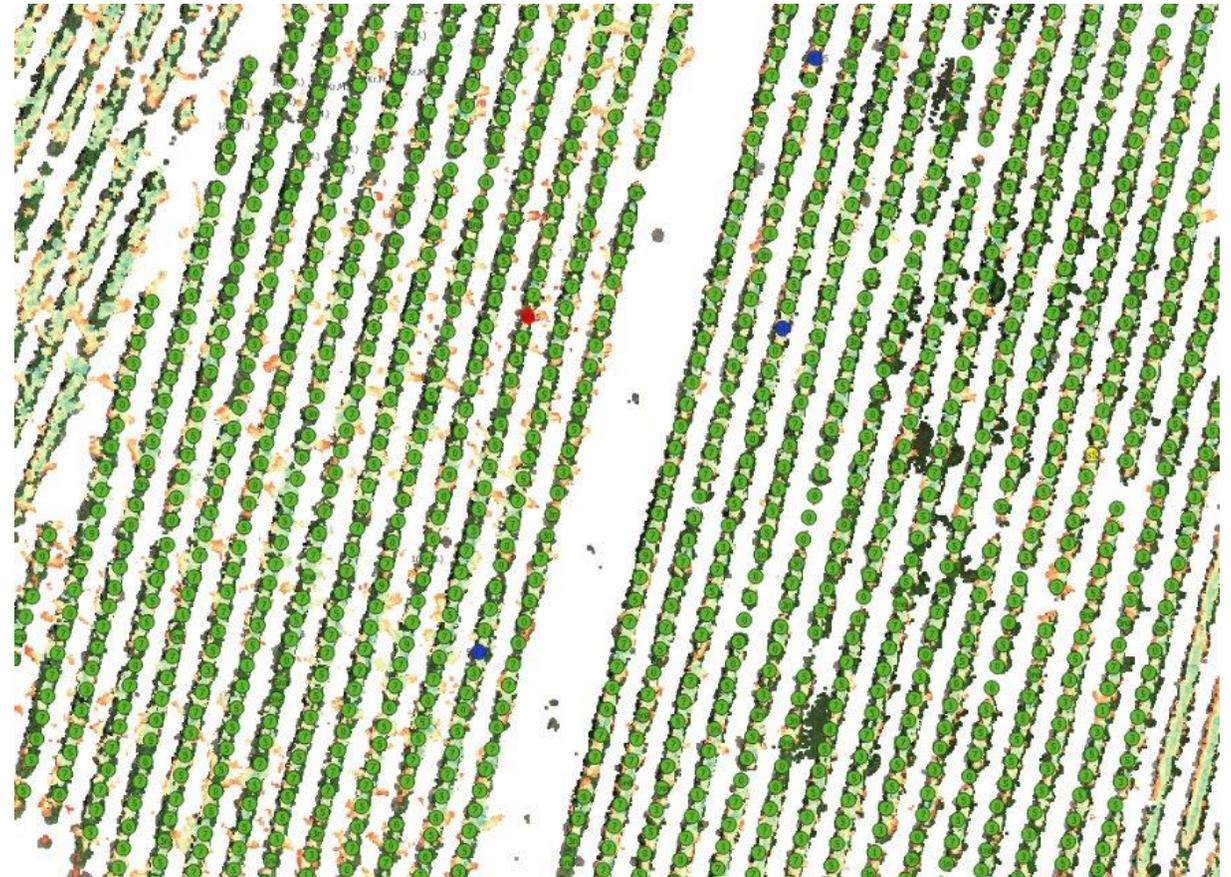
120cm - 160cm



Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau

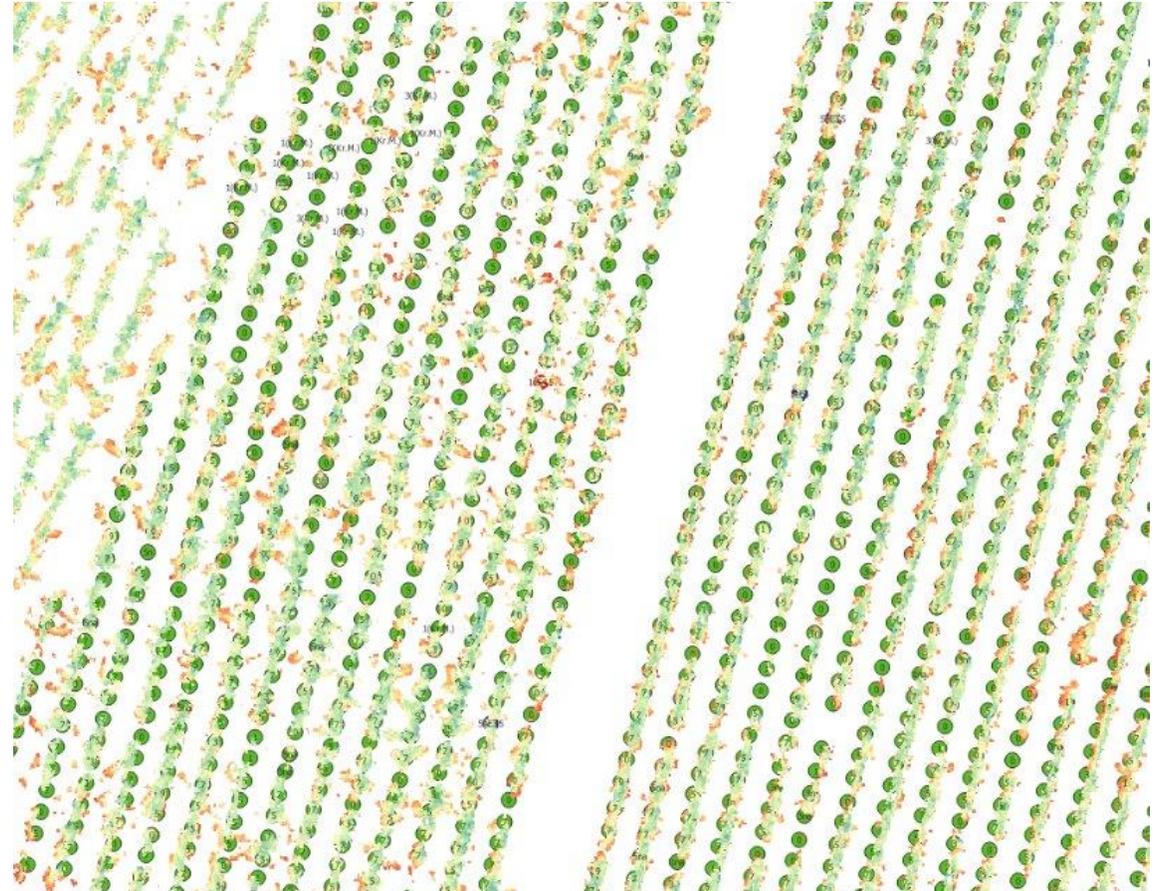


Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

NGRDI überlagert, 21.06.2023

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau

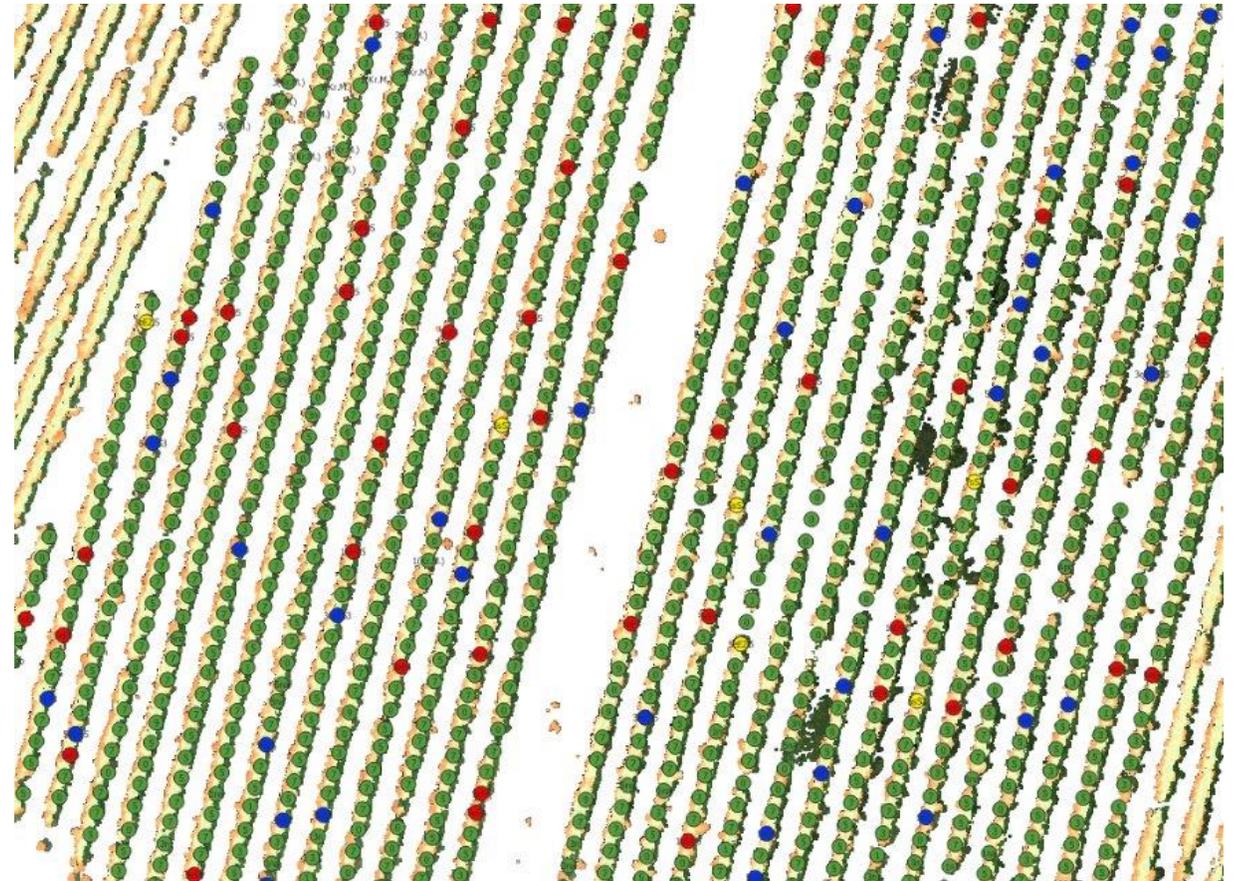


Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

18.06.2023

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau

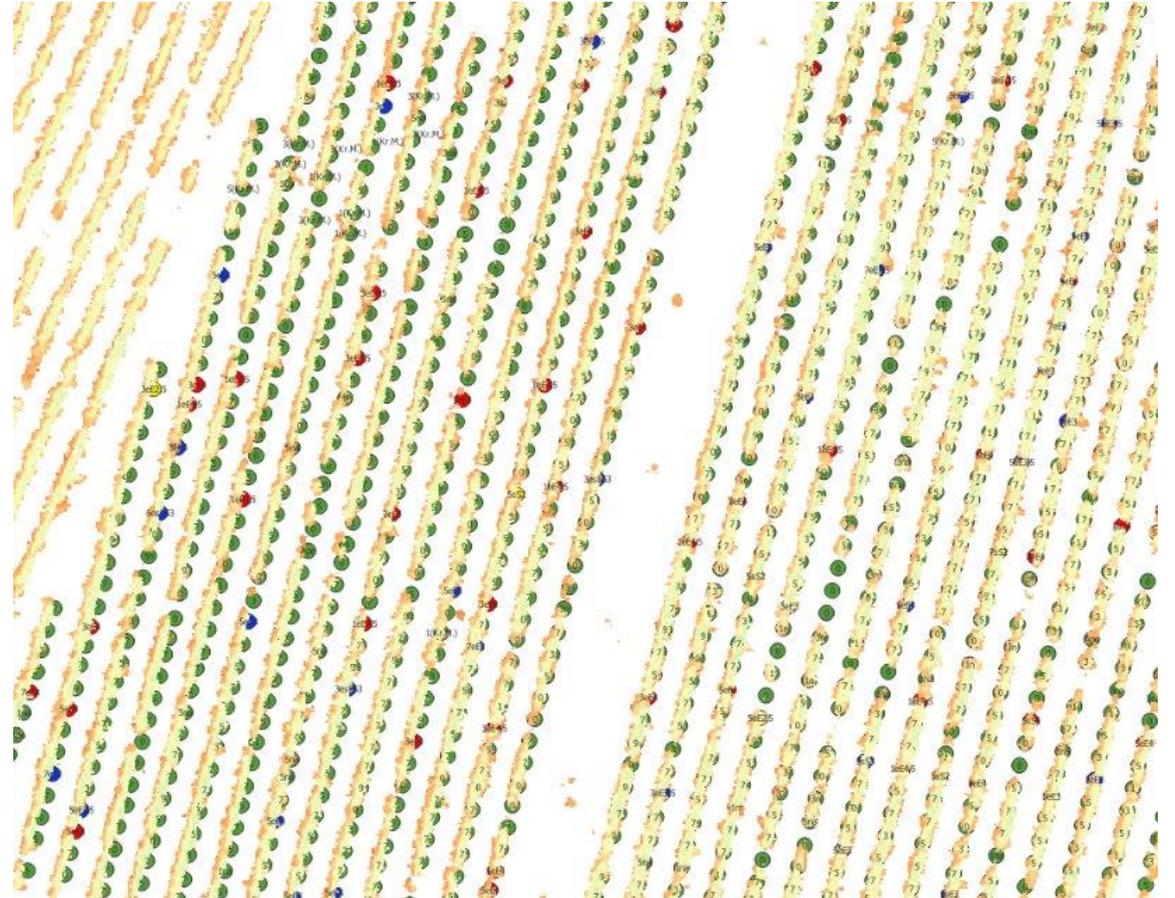


Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

NGRDI überlagert, 18.06.2023

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau

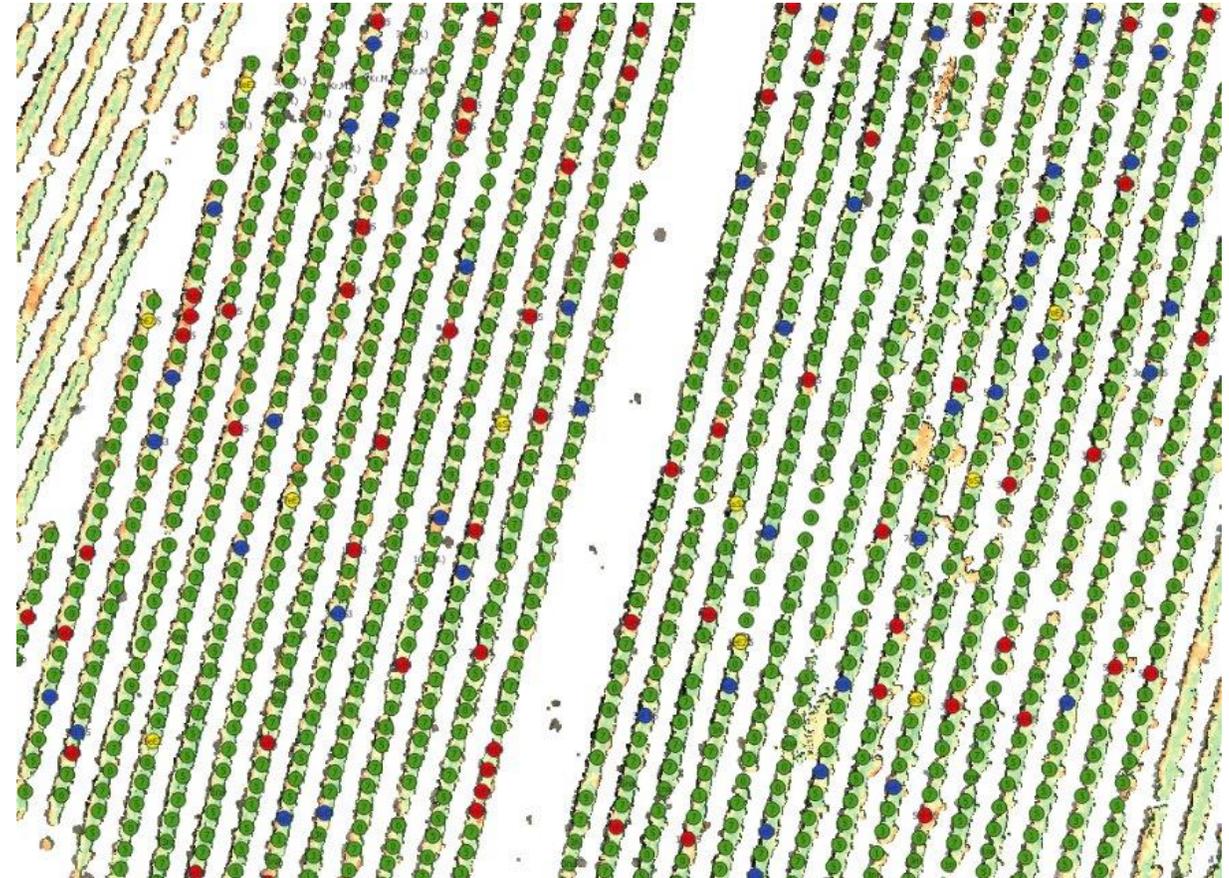


Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

08.08.2023

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau



Zeitreihenanalyse der Vegetationsindizes in Bezug auf die Stärke der Symptome

NGRDI überlagert, 08.08.2023

- Symptomsstärke $>3,5$
- Symptomsstärke $>2,5 < 3,5$
- Symptomsstärke $>1,5 < 2,5$
- Symptomsstärke $<1,5$

120cm –160cm Höhenniveau



- Wirkungsgrad
- Zeitbasierterer Ansatz
- Bewertung der Pflanzengesundheit durch Kreuzanalyse von Vegetationsindizes mit Bodendaten in verschiedenen Höhenstufen

Funknetzplanung in NoLa

- Andreas Küster (MRK Media AG)

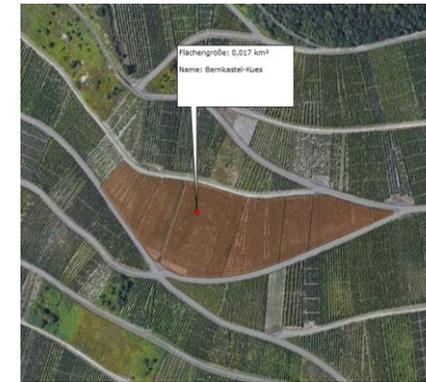
5G- Campusnetz-Lizenzen

Kurzzeitfrequenzzuteilung:



- Kurzzeit Lizenzen müssen jeden Monat eingereicht werden -> höherer Aufwand
- Kleinteilige Landwirtschaft
- Was passiert wenn mehrere 5G Systeme nebeneinander sind?

Langzeitfrequenzzuteilung:



- Jedes Feld oder zusammenhängende Fläche benötigen eine eigene Lizenz
- Die Zeit spielt keine Rolle, sondern die Antennen-Einrichtung. Es ist für 10 Jahre festgelegt.

NoLa ist in zwei Arbeitskreisen zum Thema Lizenzierung vertreten

- Use-Cases für Nomadische 5G Netze für kleinteilig strukturierten ländlichen Räumen.
- Prozessablauf für die Automatisierung und Digitalisierung der regulatorischen Interaktionen für die Bereitstellung und den Betrieb von privaten 5G-Netzen in kleinteilig strukturierten ländlichen Räumen
- Anwendungsbereiche der nomadischen 5G Plattform.
- Herausforderungen der 5G-Versorgung und Lizenzierung in kleinteilig strukturierten ländlichen Räumen.

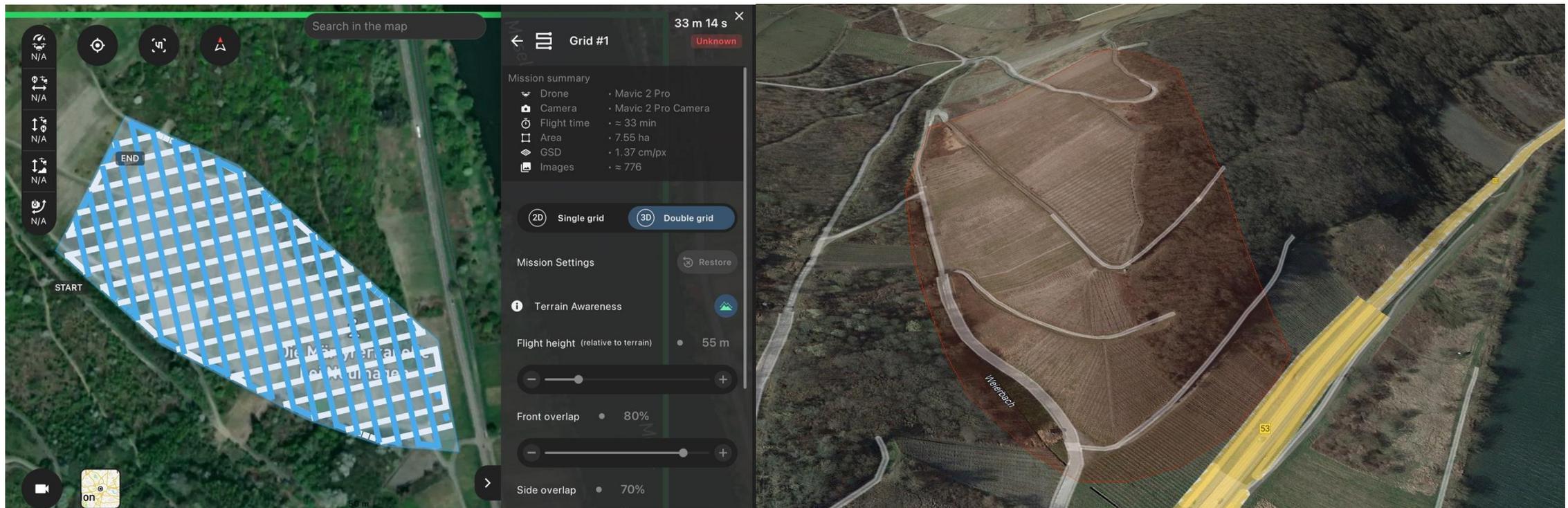


Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen IIS

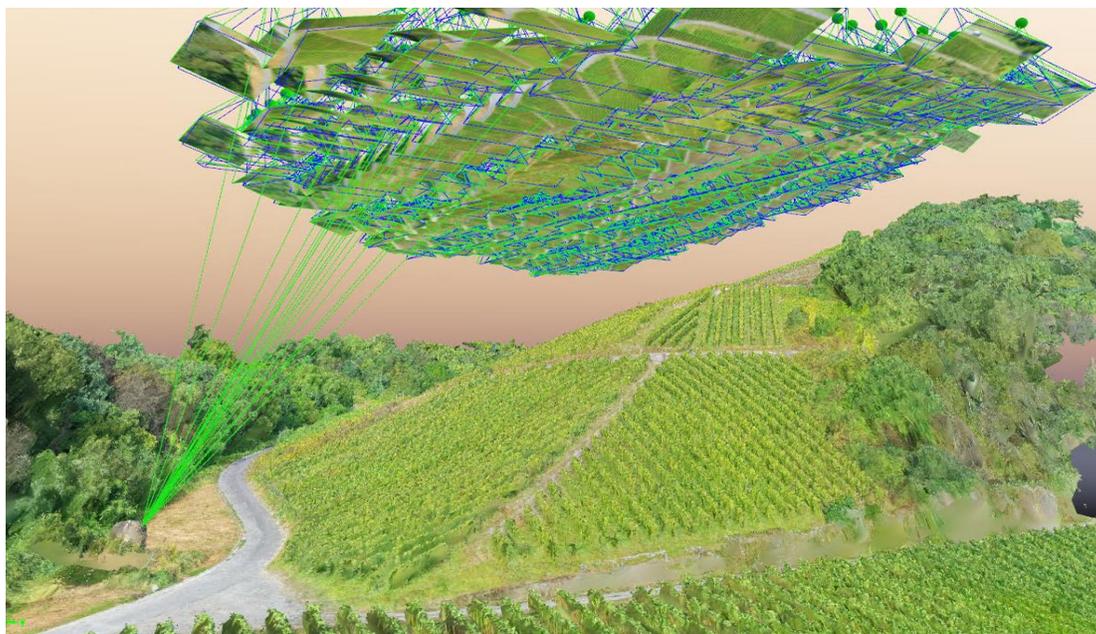
Wir erforschen, wie ein nomadisches Netz über eine Langzeitzuteilung (BNetzA) abgebildet werden könnte.

Befliegung

Beispiel der Missionsplanung Weingut Bollig-Lehnert in Trittenheim



Fotogrammetrie



- Hochauflösende digitale Oberflächenmodelle
- 3D-Oberflächen-Rekonstruktion
- Bestimmung von Materialeigenschaften

- Fotogrammetrische Produkte
- 3D-Punktwolke mit hoher Dichte
- Hochauflösende digitale Geländemodelle



Digitaler Zwilling



Ruine Burg Fürstenberg und Weinberge

□ Identifizierung und Digitalisierung von:

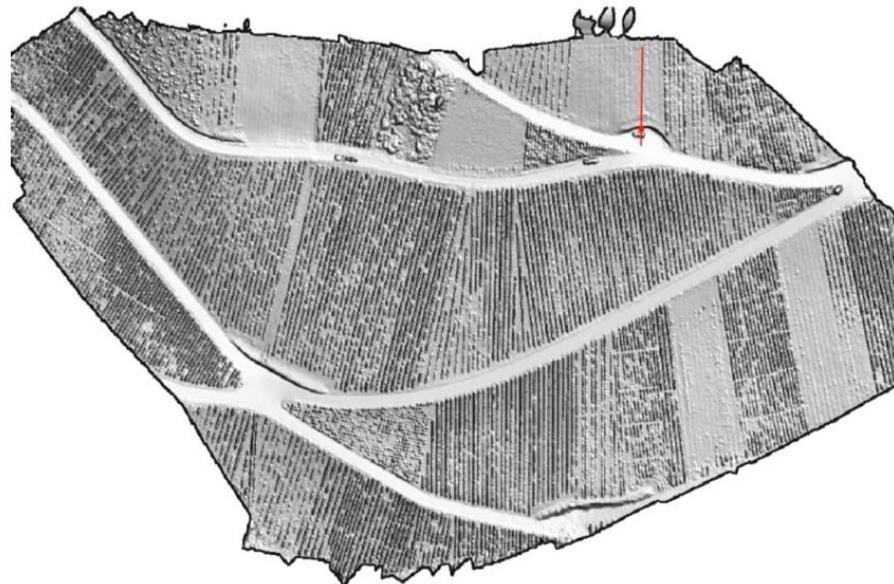
- Straßen
- Mauern
- Weinreben-Reihen
- Entwässerungsrinnen
- Bauwerke
- Vegetation
- unter anderem

Morphologische Klassifizierung

Visualisierung des DOM

Name des Grundstücks(1):
DLR Arena

DGM und DOM-Pixel
Auflösung = 0,023 m



Lage des Flurstücks = ETRS89 /
UTM zone 32N – Projiziert

E = 360022,048 ;
N = 5530798,283 ;
Z = 193.795

Wir wollen einen Planungsbaukasten mit typischen Feldern und Ausrichtungen der Funkversorgung erstellen, um die 5G-Versorgung durch eine nomadische Funkzelle wirtschaftlich zu machen.