

UAV-basiertes Grünlandmonitoring auf Bestands- und Einzelpflanzenebene

Philipp Zacharias

Universität Rostock

Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät

Professur für Geodäsie und Geoinformatik

- Projekt
- Datenerhebung mit UAV
- Grünlandmonitoring auf Bestandsebene
- Monitoring von Schadpflanzen (am Beispiel Jakobskreuzkraut)
- Smartphone-basierte Unterstützung



Projekt

UAV-basiertes Grünlandmonitoring auf Bestands- und Einzelpflanzenebene

● Verschiedene Arbeiten im Projekt



● Projekt gefördert durch:

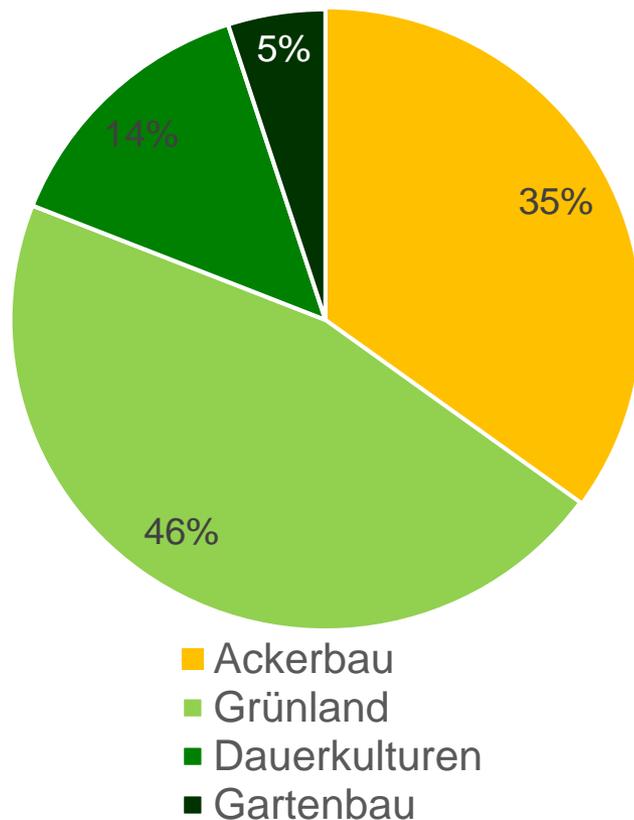


Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation

● In Kooperation mit:



Anteil landwirtschaftlicher Nutzfläche

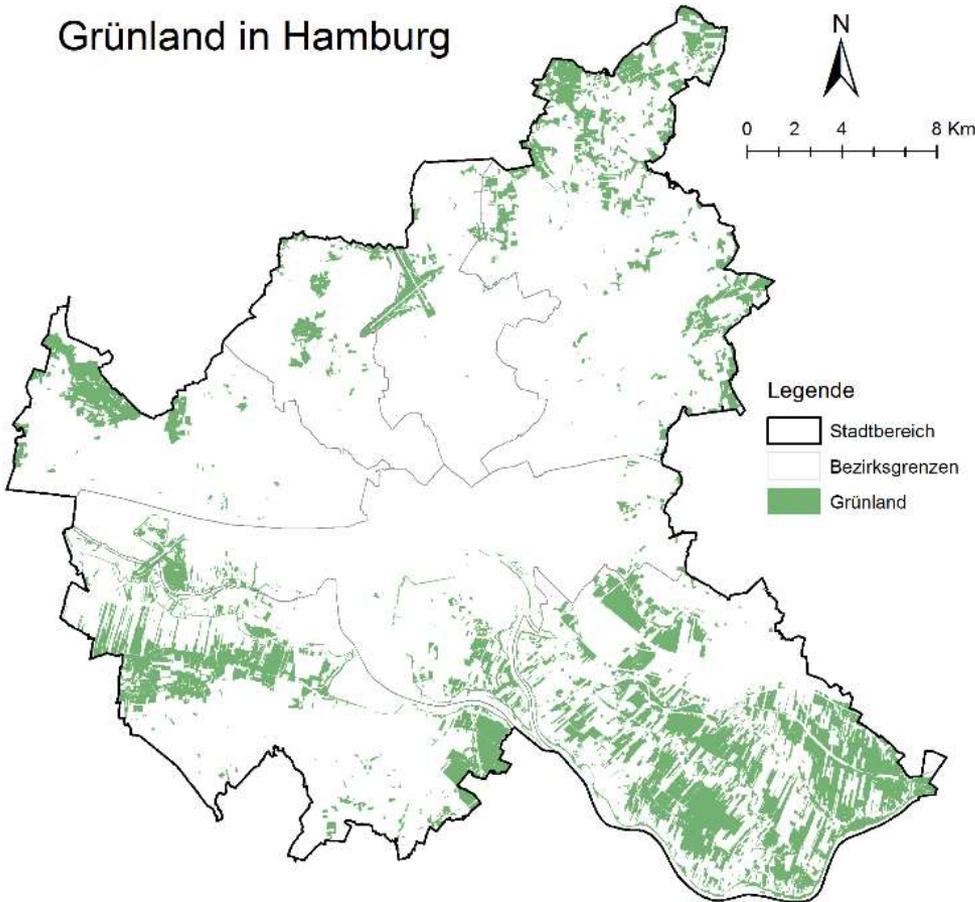


Landwirtschaftlich genutzte Fläche in HH

- Etwa 14.400 ha landwirtschaftliche Nutzfläche in Hamburg (Stand 2013)
- etwa 6.700 ha als Dauergrünland und 5.000 ha ackerbaulich genutzt

Quelle: Drucksache 20/11525: Agrarpolitisches Konzept 2020, Statistische Berichte (2015): Teil 1. Bodennutzung

Grünland in Hamburg



Landwirtschaftlich genutzte Fläche in HH

- stärker **extensiv ausgerichtete Bewirtschaftungsweise** mit hoher Akzeptanz und als wesentlicher Einkommensbestandteil
- **Pferdehaltung** wachsende Bedeutung
- ca. 1000 ha von **Jakobskreuzkraut (JKK)** bestandene Flächen.



Projekt: UAV-basiertes Grünlandmonitoring auf Bestands- und Einzelpflanzenebene
Erstellt durch: M.Sc. P. Zacharias, Professur für Geodäsie und Geoinformatik
Koordinatensystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N
Stand: 15.02.2016

Datenquelle: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (<http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/blotokataster2>), Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (<http://suche.transparenz.hamburg.de/dataset/flachennutzungsplan-hamburg13>), dl-de/by-2-0 (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)

Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea* L.)

- verbreitet sich auf extensiv genutzten Grünlandflächen
- zweijährige bis ausdauernde krautige Pflanze
- Giftig für Mensch und Tier durch leberschädigende Pyrrolizidinalkaloide
- Probleme für Landwirtschaft, Naturschutz und Bevölkerung



JKK Jungpflanze



JKK zur Blüte

- (Small) Unmanned Aerial Vehicles

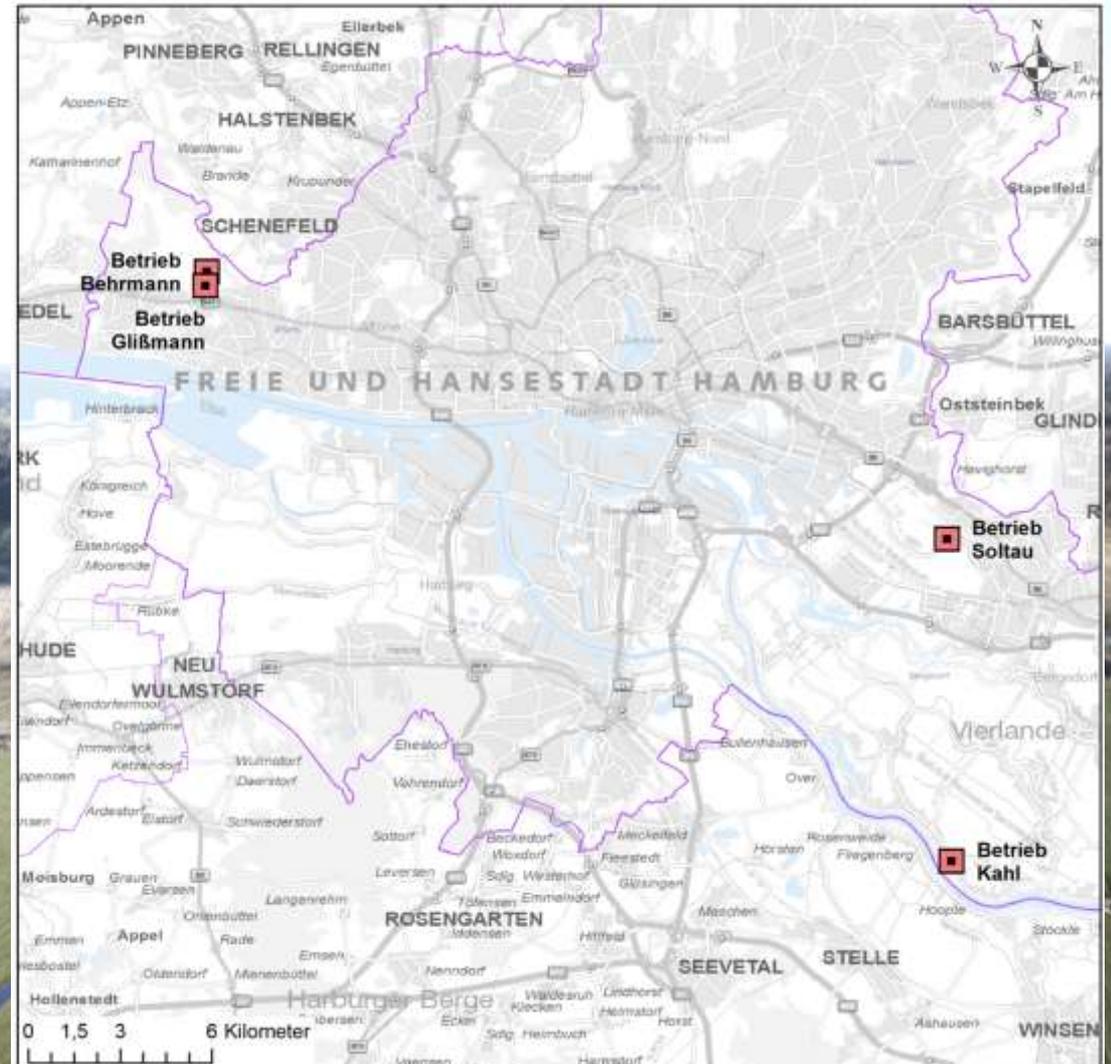


- Hochgenaue RGB-Kamera
- Flexibel einsetzbar
- Sehr tiefe, präzise Flüge möglich

- Verfügt über einen Multispektral-Sensor
- Nah-Infrarot Kanal vorteilhaft für Unterscheidung zwischen Vegetation und Boden (Berechnung von Vegetationsindizes)
- bessere Flächenleistung

Projektflächen

- In Altona und Bergedorf
- 4 Landwirtschaftsbetriebe
- 10 Flächen



- Soltau (im Naturschutzgebiet Boberger Niederung)



- Kahl (in HH-Bergedorf)



- Flächen Behrmann und Glißmann in HH-Altona
Sülldorf



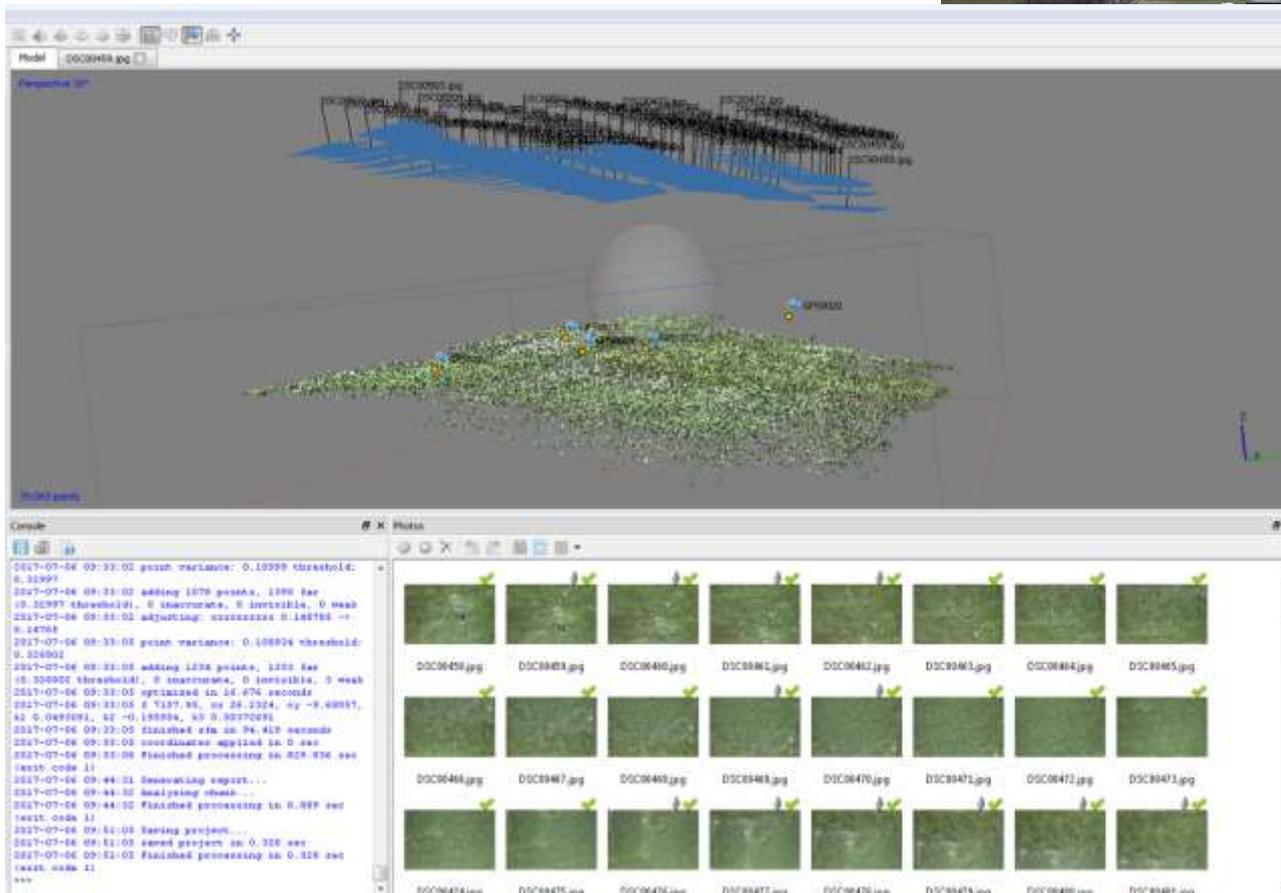
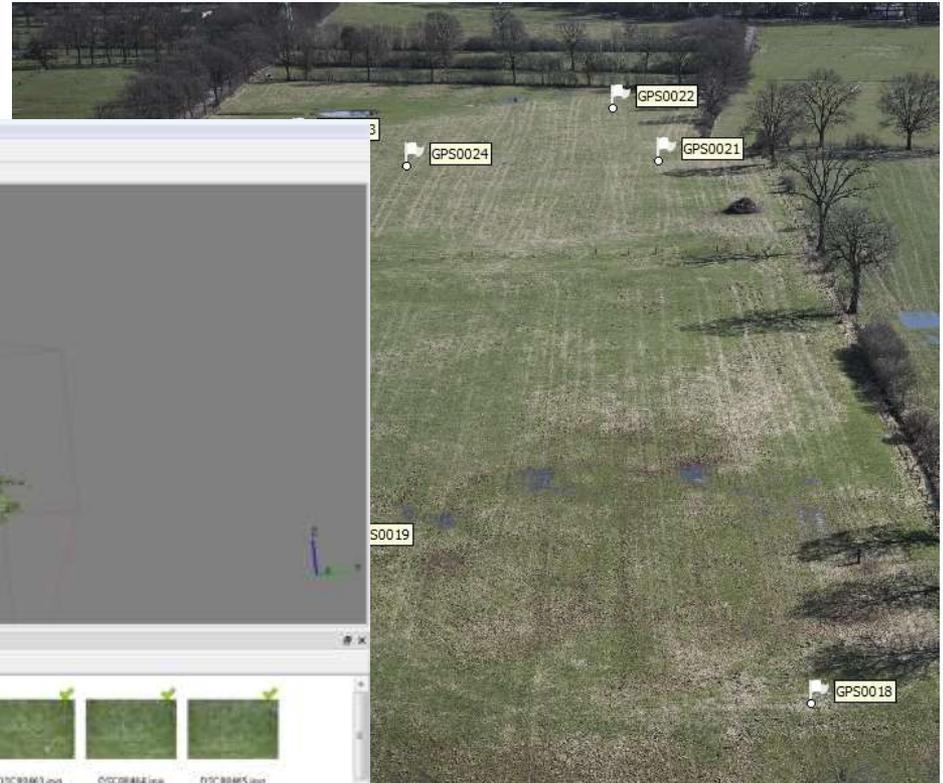
Rissen

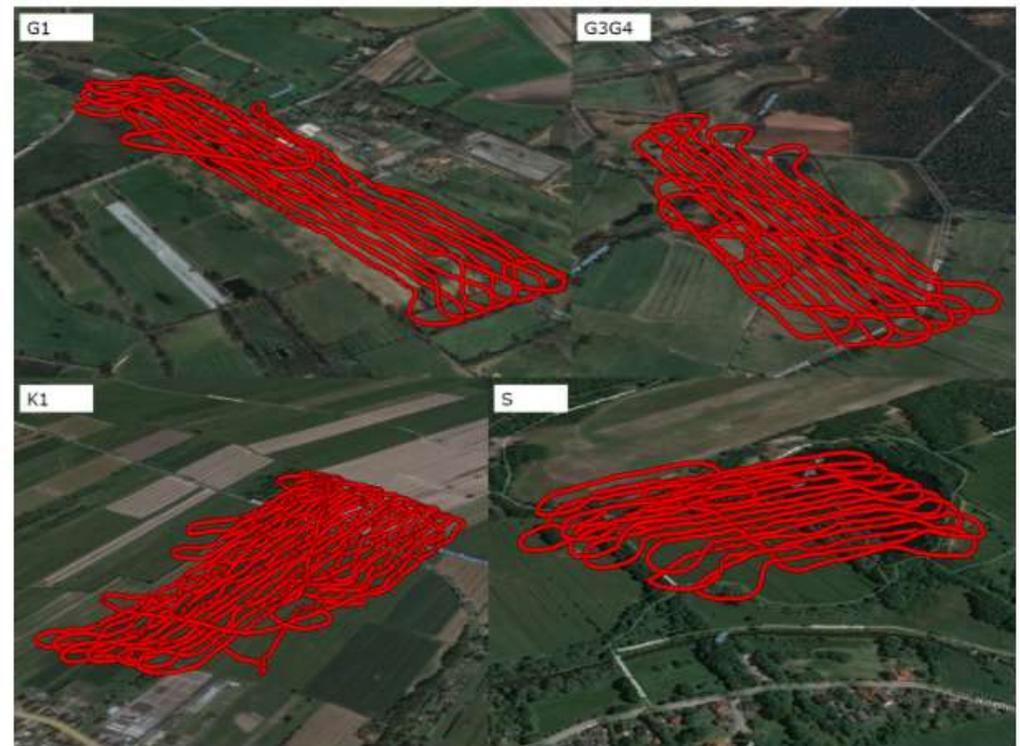


Datenerhebung mit UAV



- insgesamt 39 Flüge zu versch. Zeitpunkten der Vegetationsperiode absolviert
- photogrammetrische Verarbeitung





- UAV-Flüge führen durch photogrammetrische Verarbeitung zu den Produkten:
 - 3D-Punktwolke
 - Digitales Oberflächenmodell
 - Orthophoto
 - Qualitätsbericht

3D-Punktwolke



DOM



Orthophoto

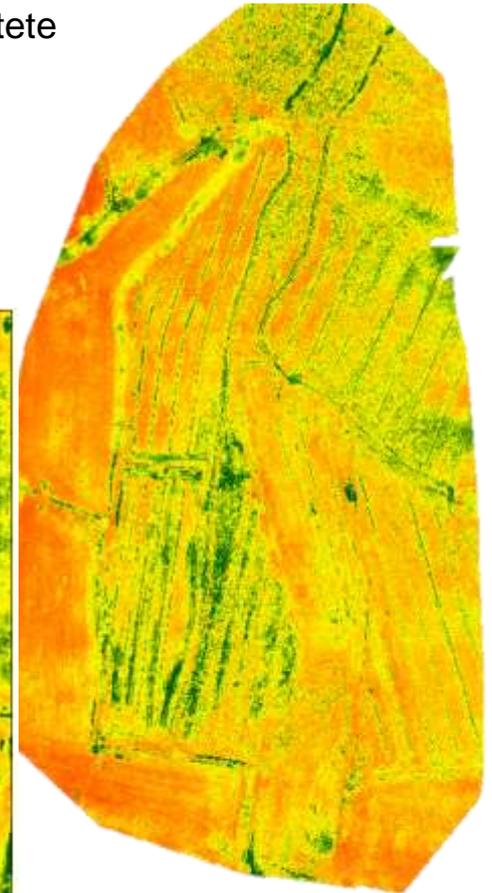
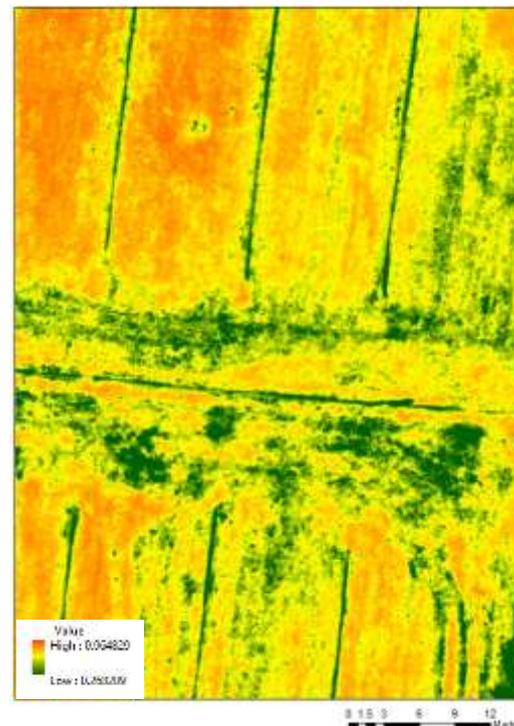


Ground resolution: 9.45 mm/pix

- Weiterhin vorhanden durch Multispektralkamera:
 - Multispektral-Kanäle
 - Vegetationsindex NDVI
 - *Normalized Difference Vegetation Index*



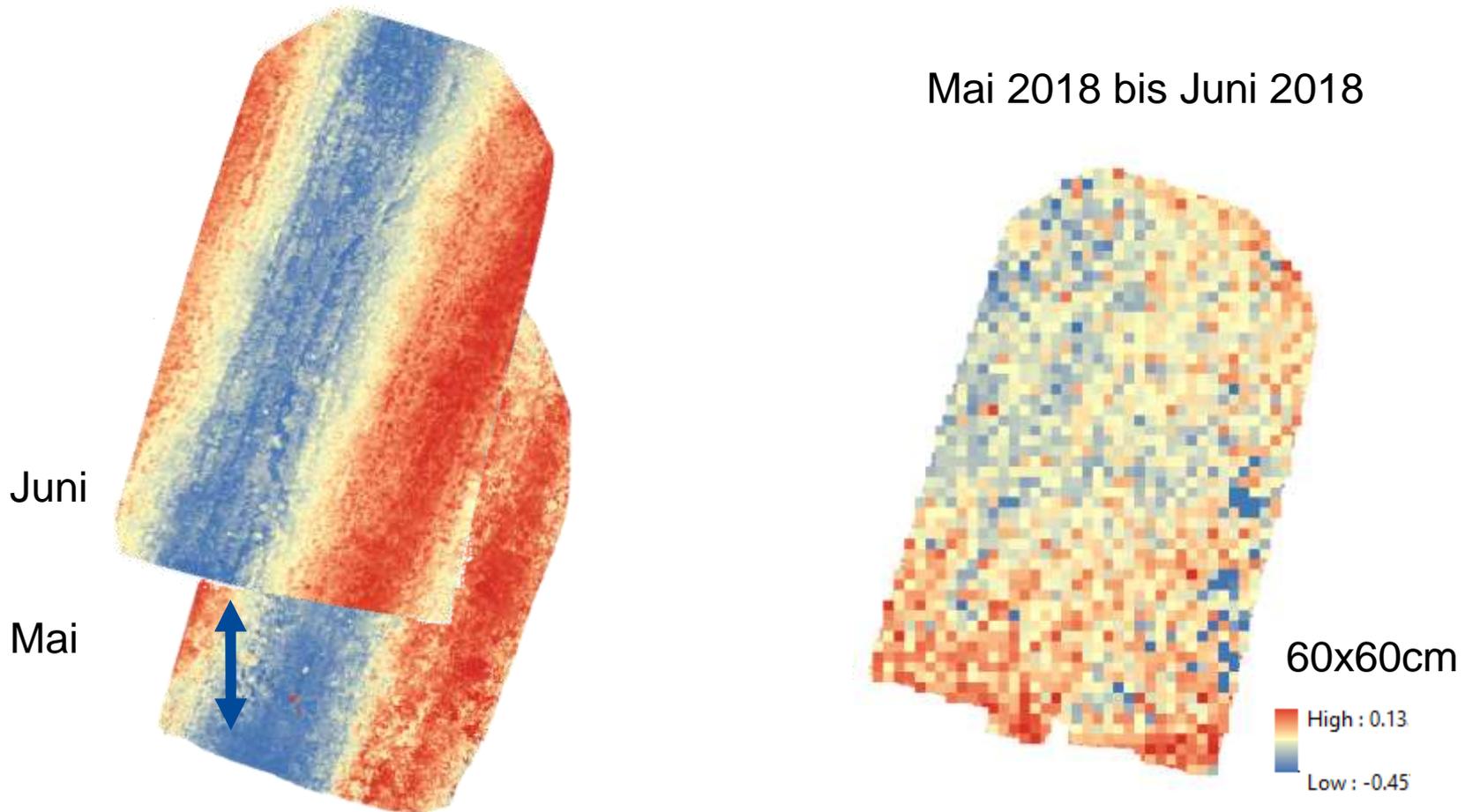
Beispiel für abgeleitete Produkte: NDVI



Grünlandmonitoring auf Bestandsebene

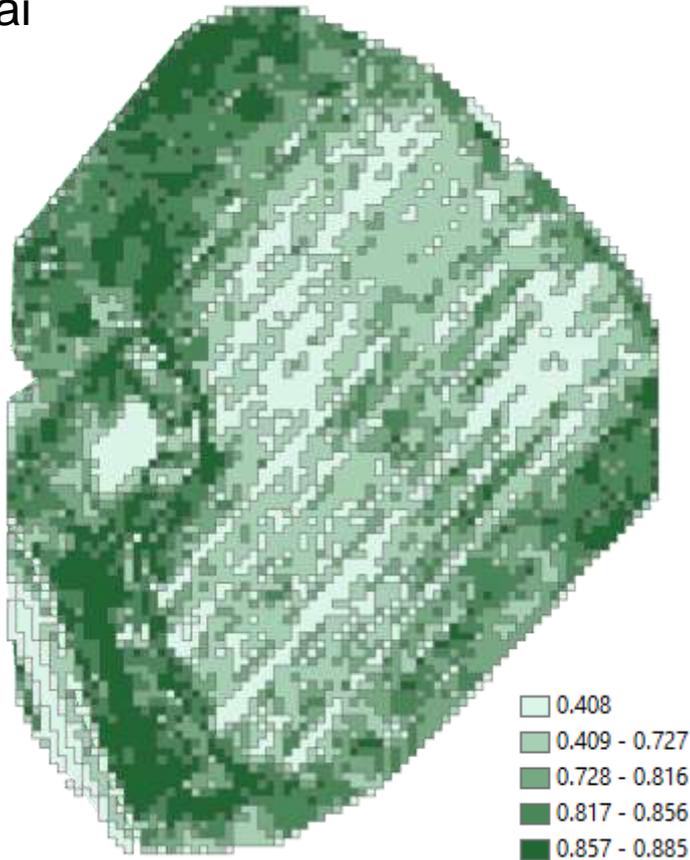


- Beispiel: Bestands-Zuwachsberechnung aus dem DOM

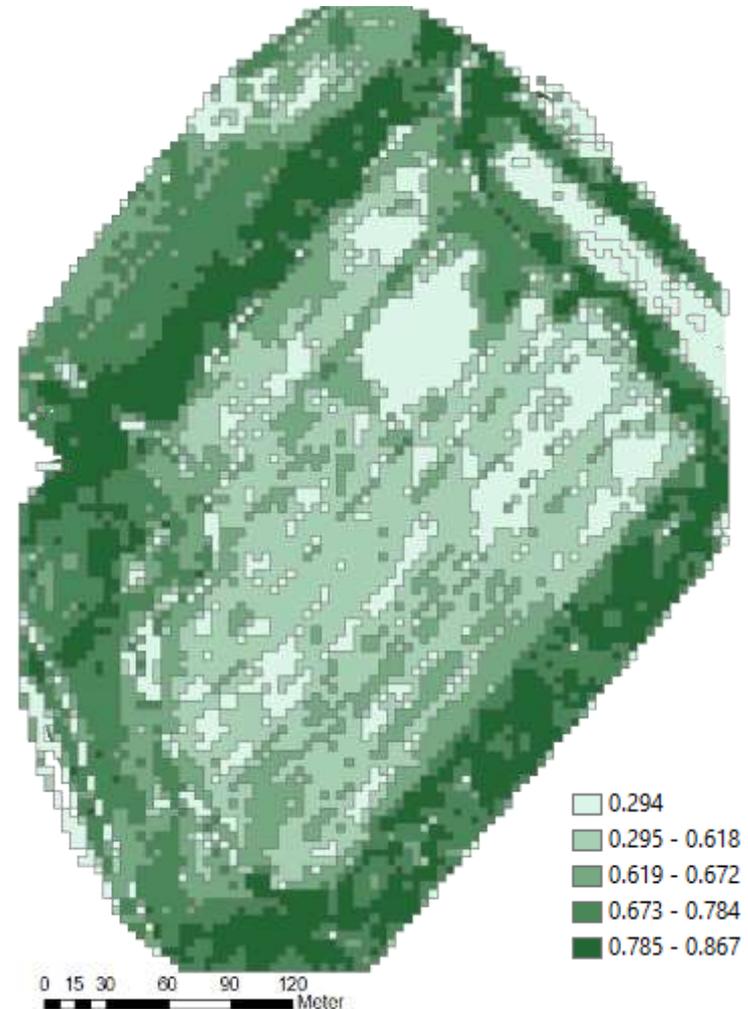


- Beispiel: Vegetationsindex NDVI

Mai

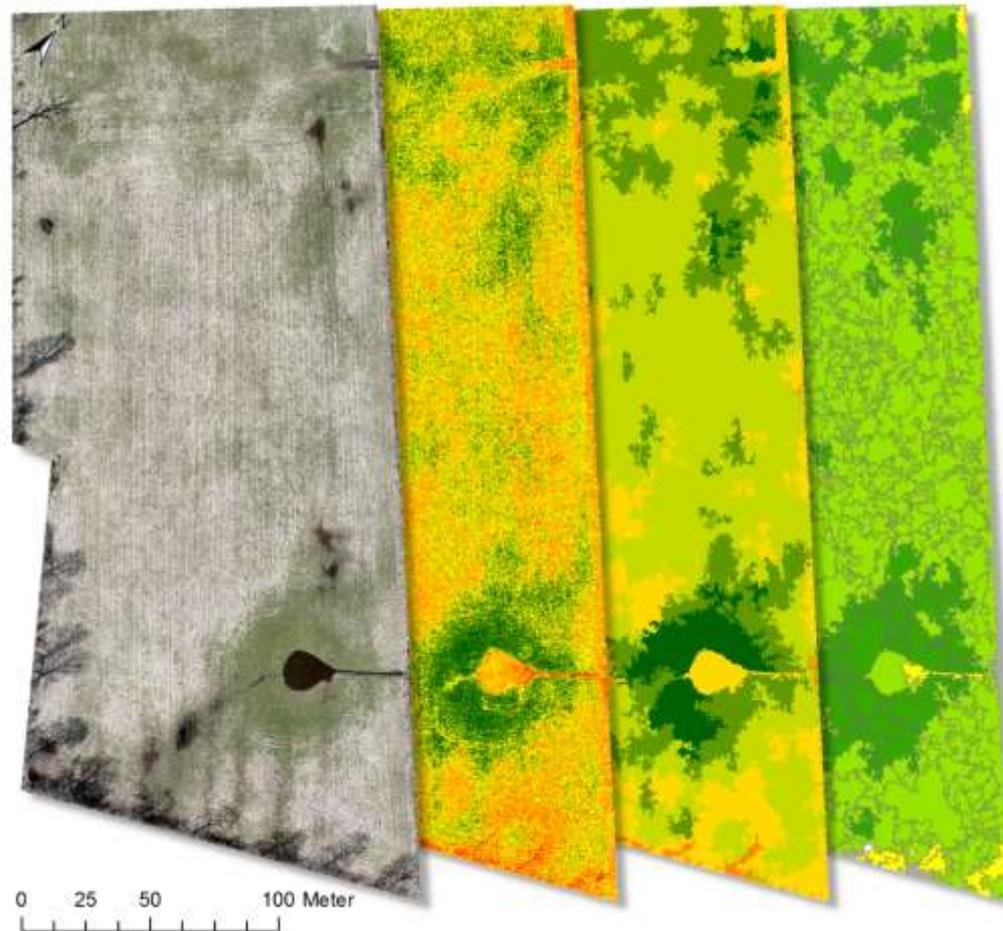


Sept



Shapefiles: 4x4m Kantenlänge je Kachel

- Segmentierung des GL-Bestandes mit Hilfe des Orthophotos.



Multispektrale Bilddaten für das Grünlandmonitoring

- Pflanzensoziologische Aufnahmen an 0,5 x 0,5m Spots
 - Artenliste
 - Deckung je Art
 - genaue GNSS-Verortung
 - Biomasse mit Rising-Plate-Meter
- Biomasse-Entnahme und chemische/IR-Analyse
- Auf diese Weise wurden 41 Proben kartiert und analysiert





- Ziel: Schätzung der Biomasse durch Fernerkundung
- Messungen der Wuchshöhendichte auf Grünlandflächen nahe Hamburg
- RTK-GNSS-Verortung der Messpunkte

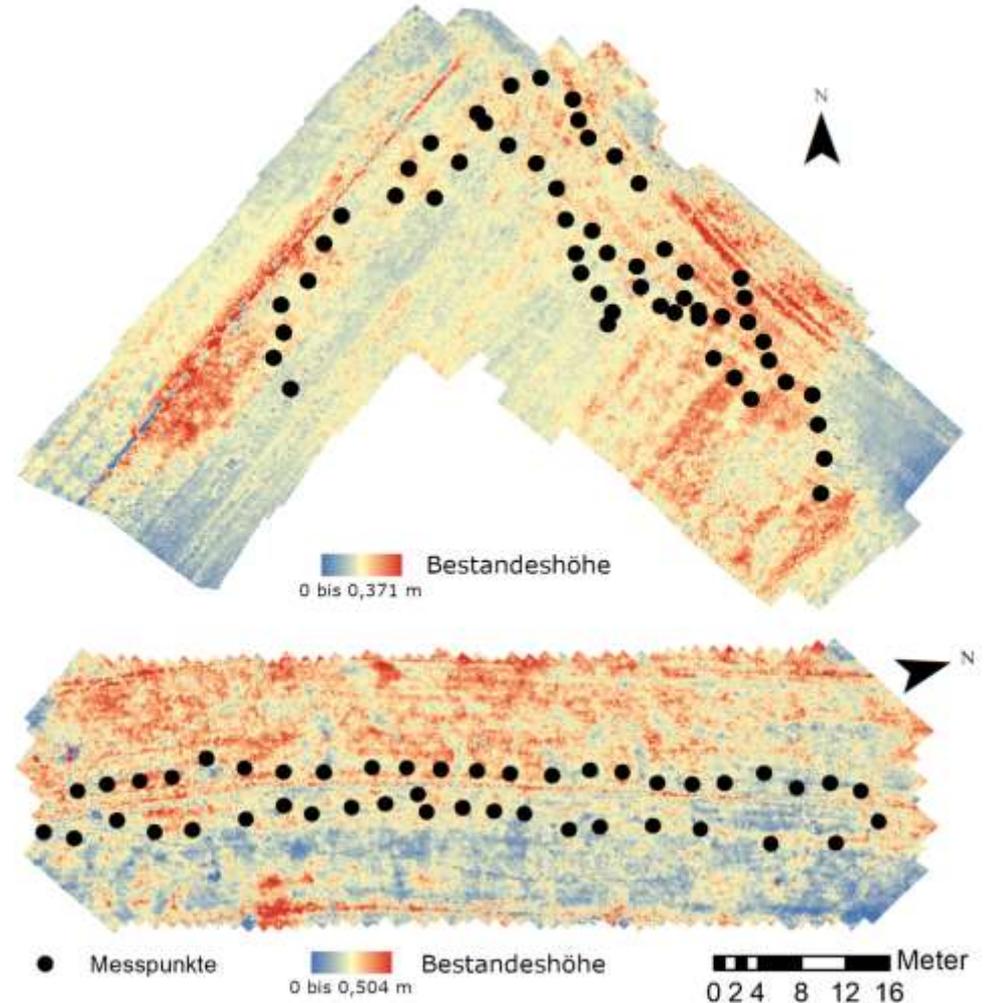
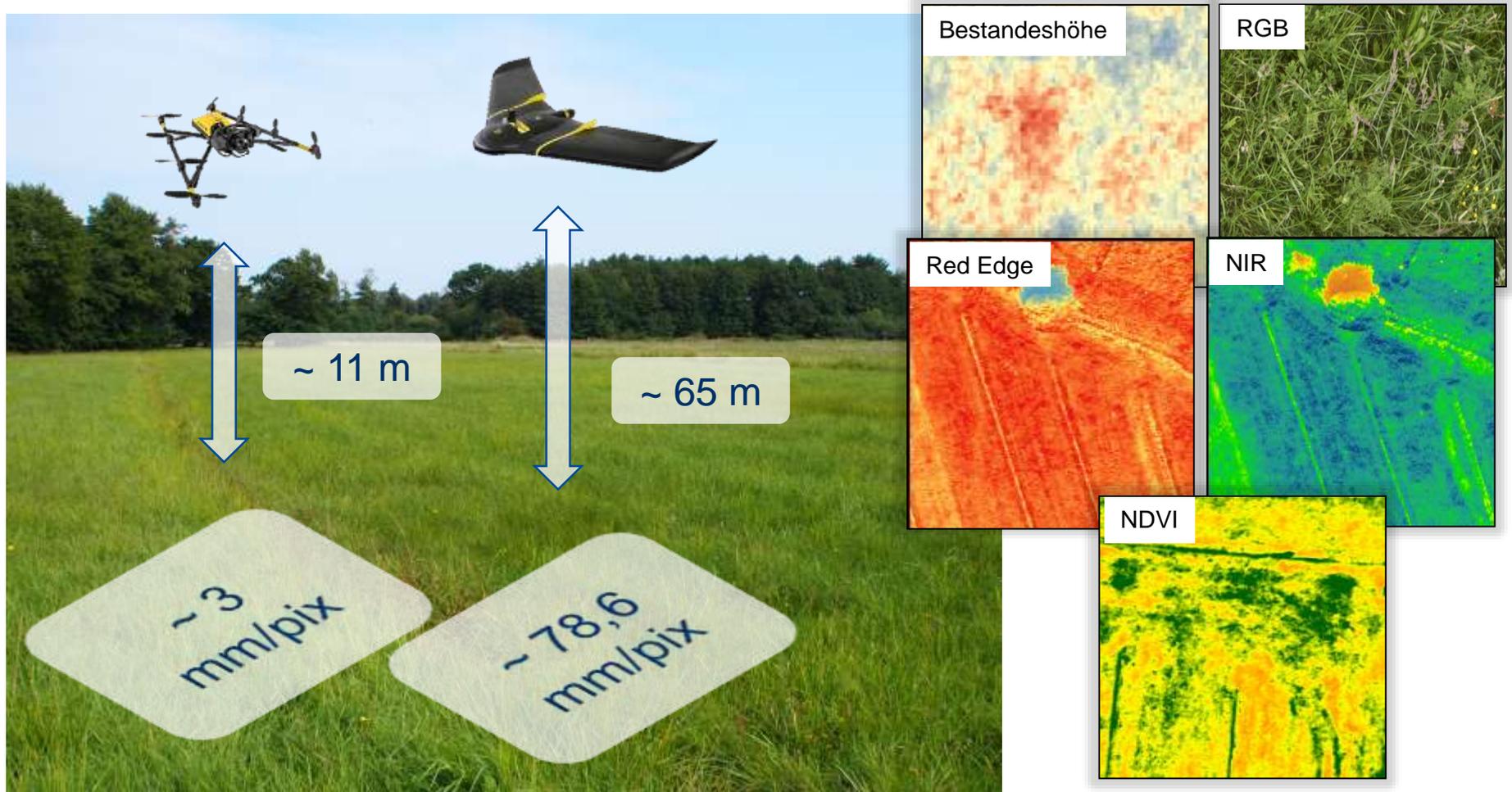


Bild Platemeter: <https://www.farmanddairy.com/columns/will-your-frost-seeding-improve-your-pastures-this-year/334307.html>

- Aufnahmen durch UAV (Unmanned Aerial Vehicles)



- Aufbereitung der Daten im GIS
 - numerische Auswertung der Rasterdaten über Zonenstatistiken
 - Zonen flächengleich zur Fallscheibe
- je Messpunkt:



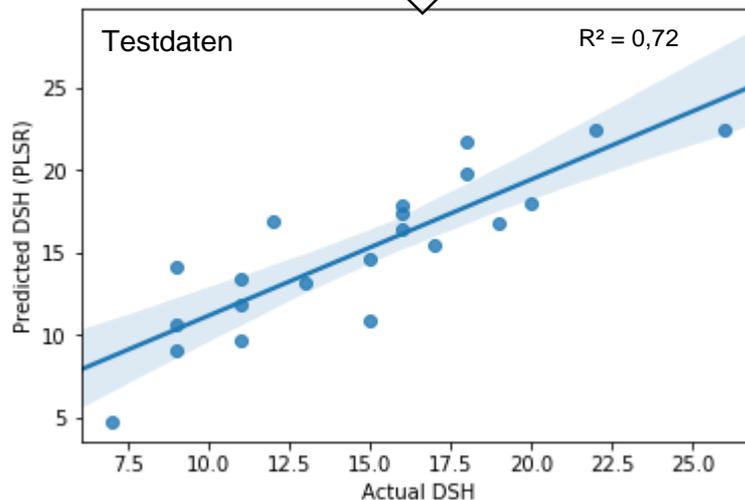
Wuchshöhendichte = 10,5

je Zone wird Minimum, Maximum, Wertebereich, Mittel und Stdabweichung berechnet.

Diese Werte gehen dann in die statistische Analyse ein.

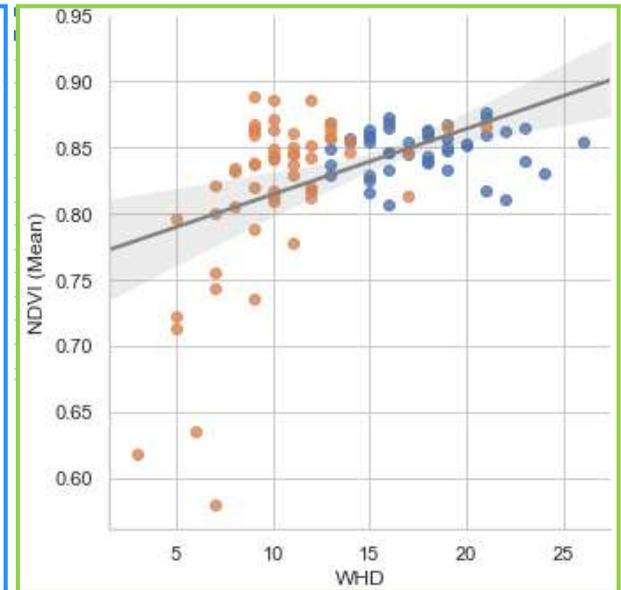
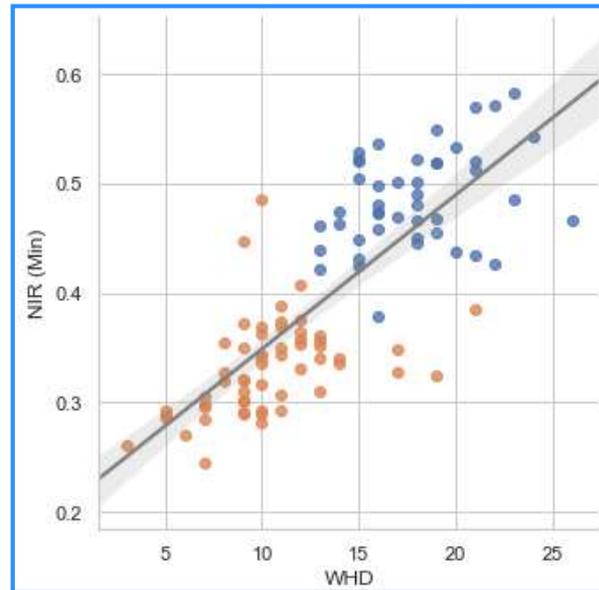
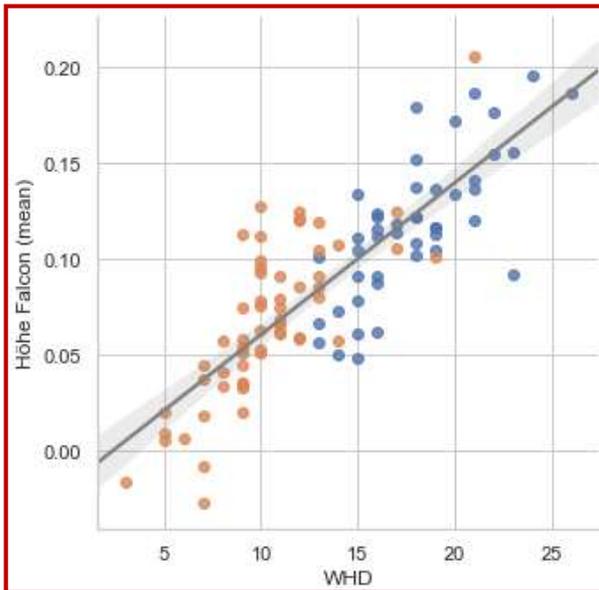
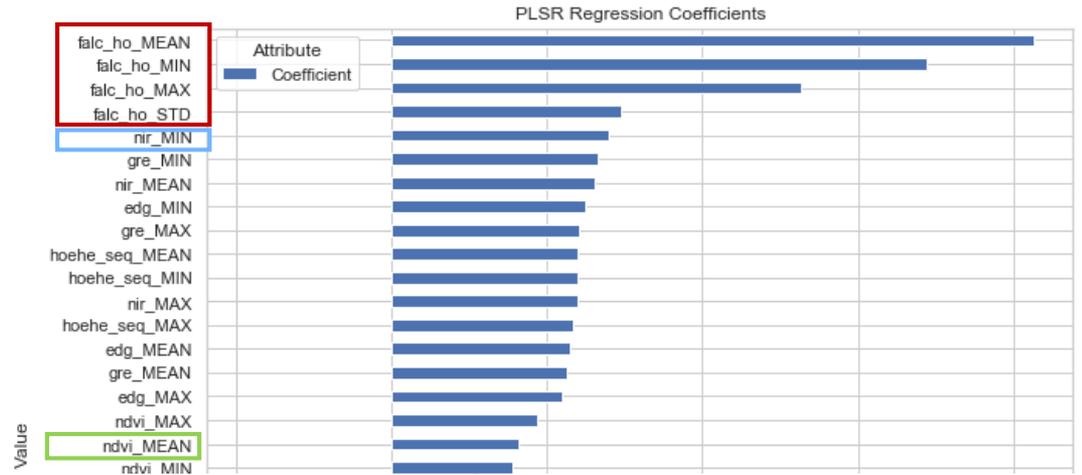
- Ergebnisse

	Falcon		Sequoia		Beide	
	R ²	RMSE	R ²	RMSE	R ²	RMSE
Lineare Regression	0,71	2.55	0,45	3.49	0,49	3.35
Partial Least Square Regression	0,72	2.49	0,54	3.19	0,72	2.51
Multilayer Perzeptron	0,68	2.65	0,47	3.42	0,71	2.55



Möglicherweise müssen die MS-Daten höher aufgelöst sein.

- Höhenraster sind signifikanter als MS-Daten
- Grund: höhere Auflösung

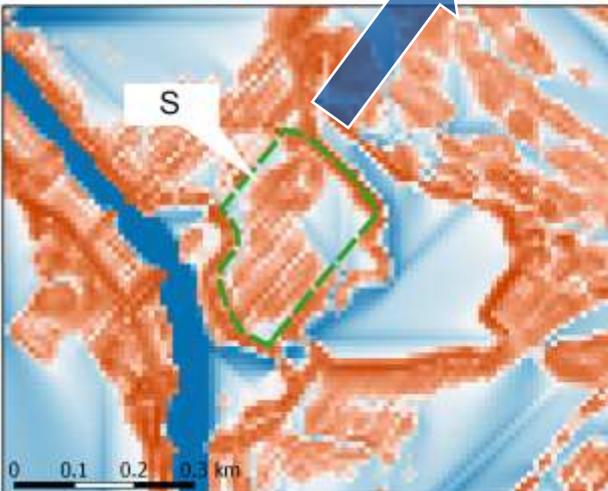


- Topographic Wetness Index im Einzugsgebiet der Projektflächen



Legende

-  Projektflächen
- Topographic Wetness Index
-  4.9
-  7.84
-  10.8
-  13.7
-  16.7



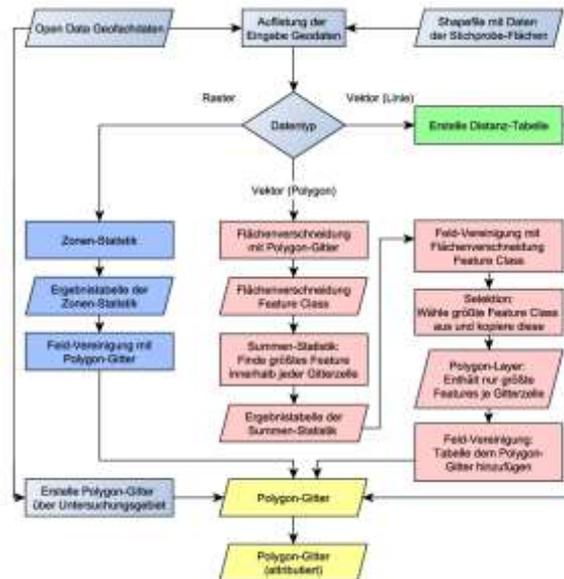
$$TWI = \ln \left(\frac{A_s}{\tan \beta} \right)$$

- TWI* Topographic Wetness Index
- A_s Spezifisches Wassereinzugsgebiet ($\frac{m^2}{m}$)
- β Hangneigung (Grad)

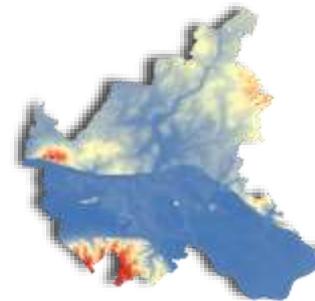
Wo in Hamburg könnte sich Jakobskreuzkraut ansiedeln?

- Verwendung von bekannten Standorten von Jakobskreuzkraut und Wasserkreuzkraut (durch Vegetationskartierungen).
- Offene Geodaten des Transparenzportals Hamburg

Prozessierung im Geo-Informationssystem durch Python-Script.



DGM-1



Grundwassergleichen



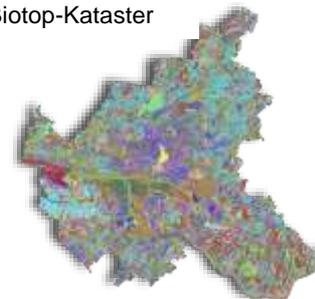
Flächen-nutzungsplan



ALKIS



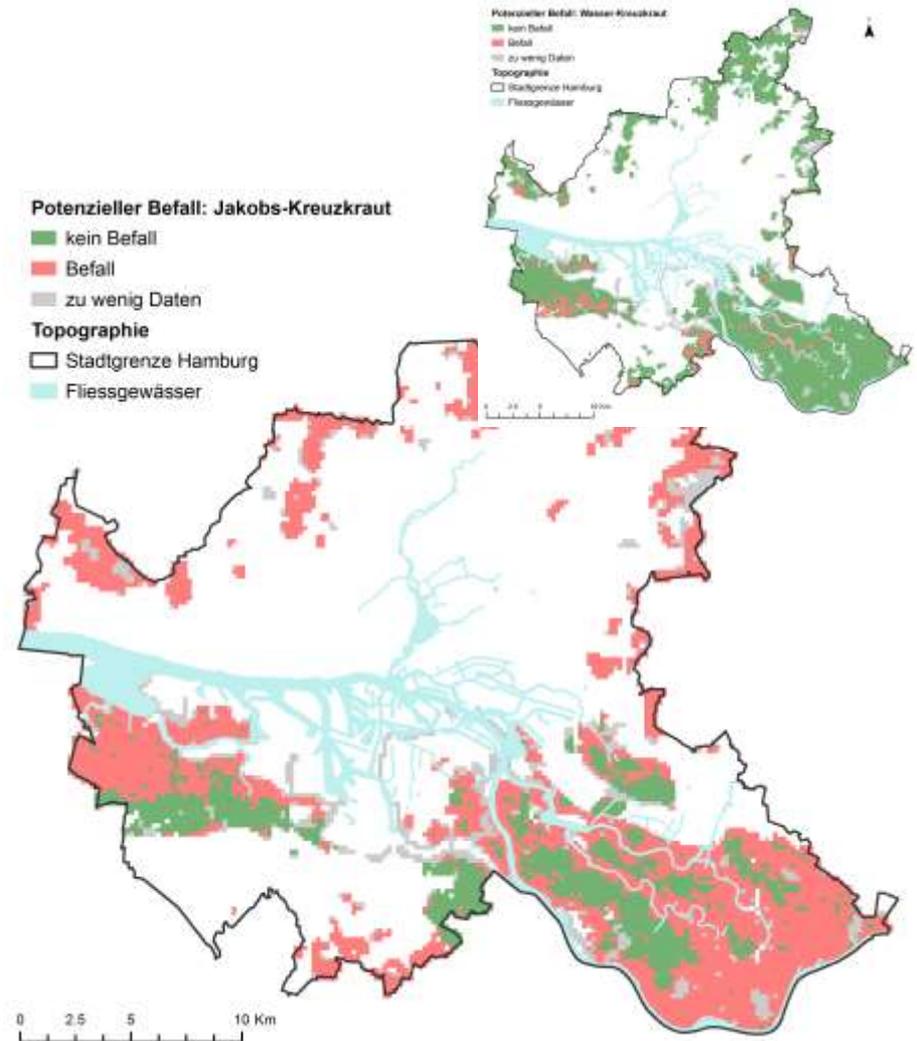
Biotop-Kataster



Karte 1:5.000



- Ergebnis: Flächen, die potenziell mit Jakobskreuzkraut befallen werden können.



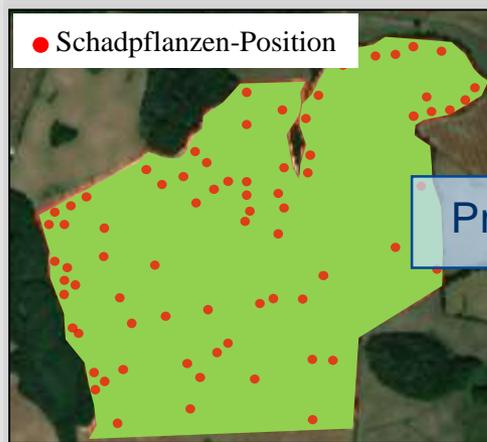


Schadpflanzen-Monitoring

am Beispiel Jakobskreuzkraut

PSM-Applikationstechnik

- Hand-Sprühgerät
- Anbau- /Anhänge-Feldspritze

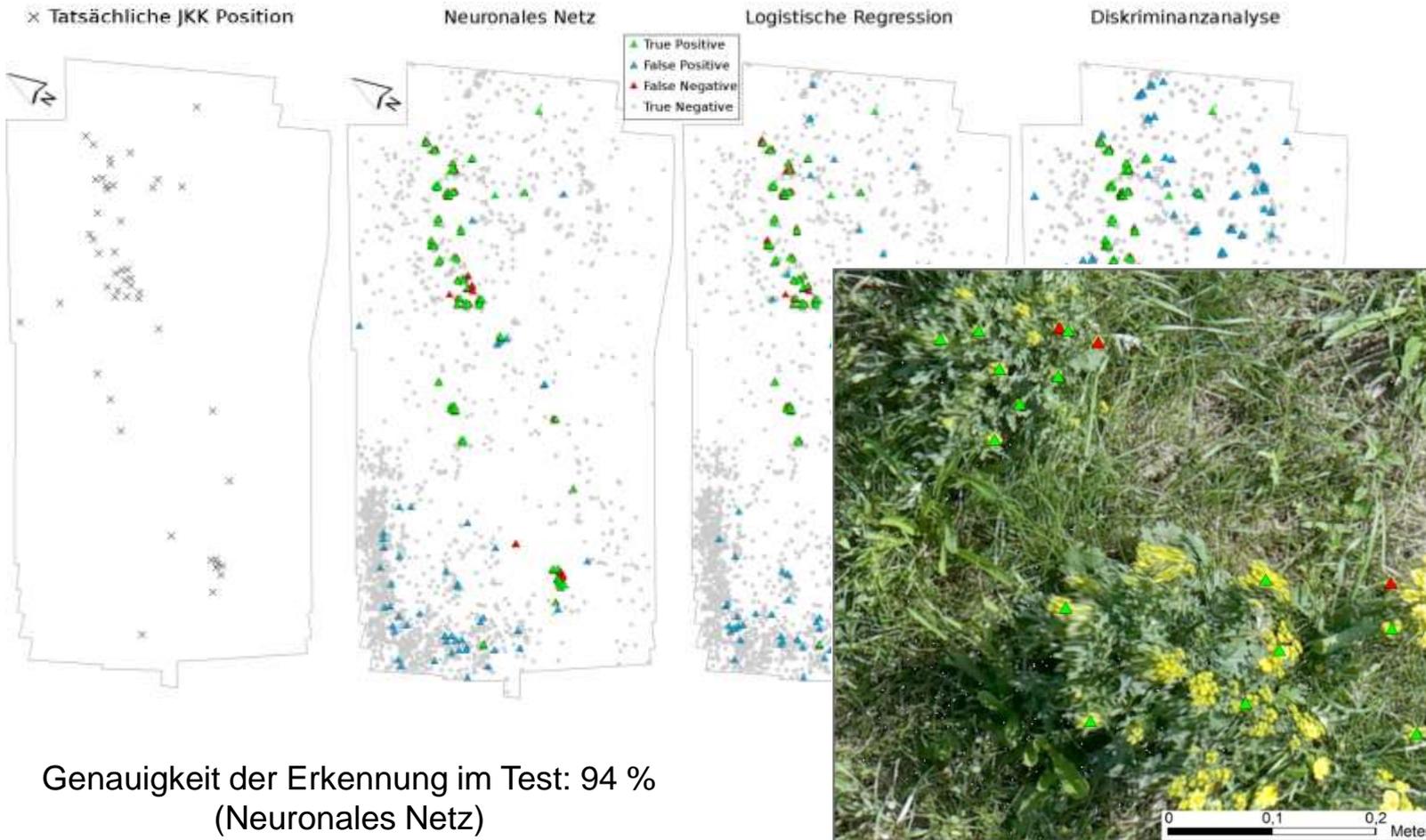


Precision Farming



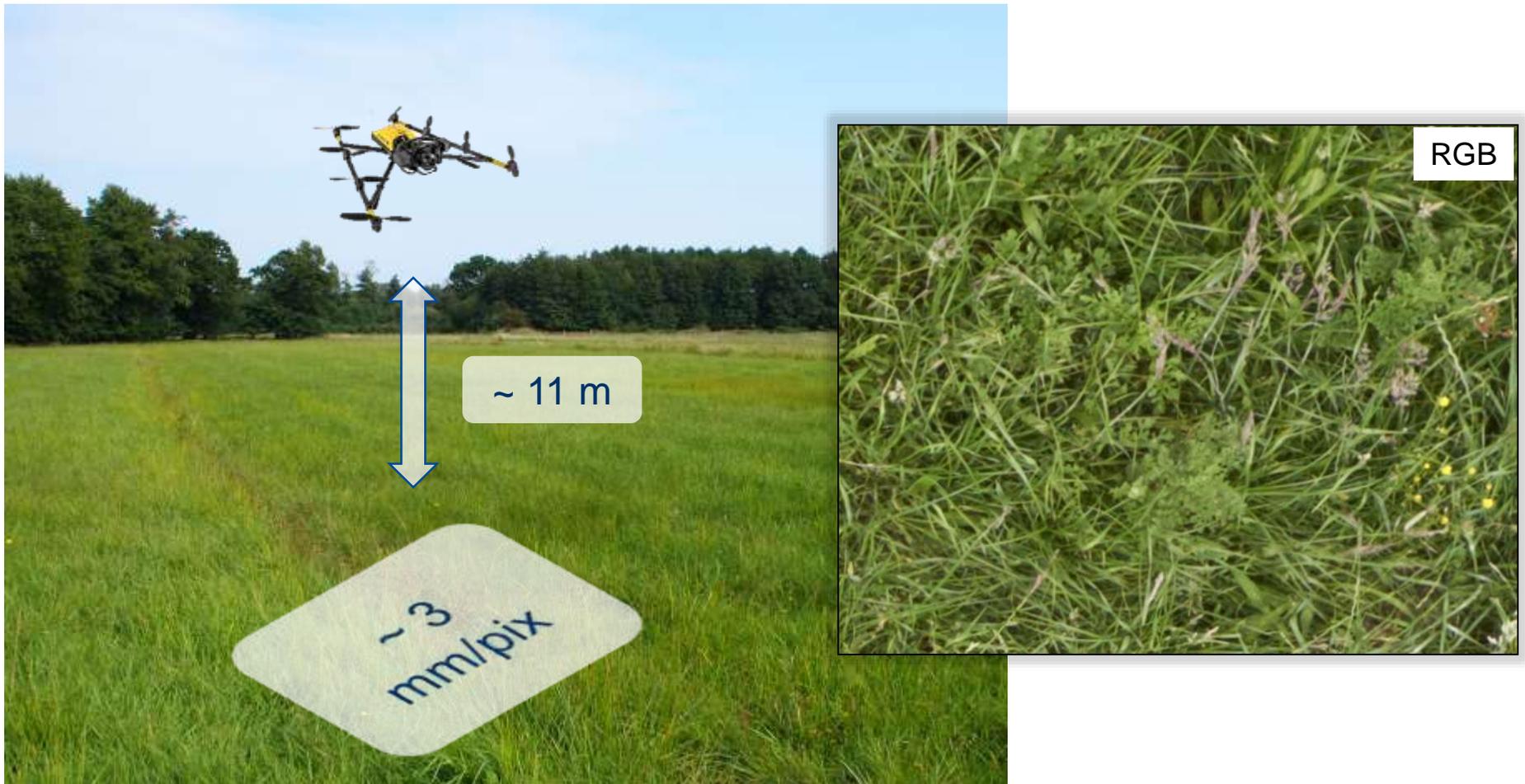
Bilder: <https://www.youtube.com/watch?v=2Eug6dON7qY>, <https://news.exagt.de/?p=578>

● Erkennung JKK während der Blüte (anhand Wuchshöhe und Blütenfarbe)

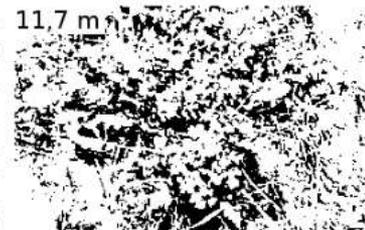
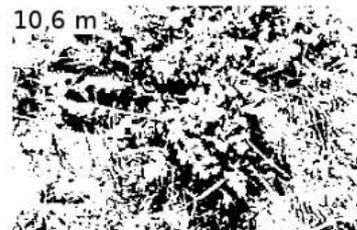
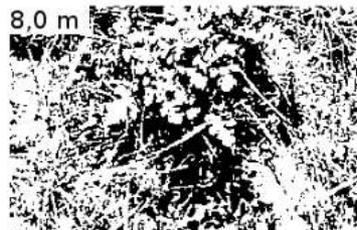
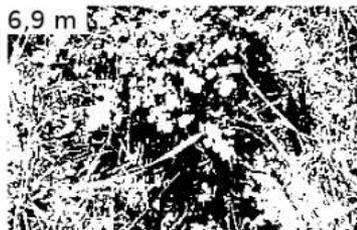
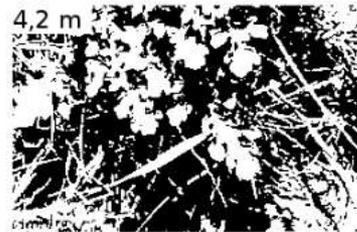
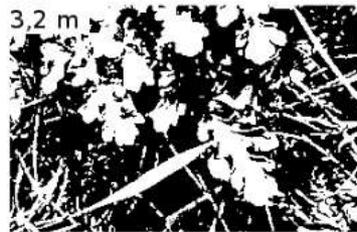
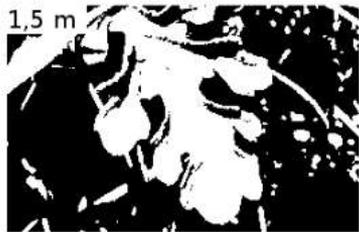


Genauigkeit der Erkennung im Test: 94 %
(Neuronales Netz)

- Datenaufnahme durch UAV (Unmanned Aerial Vehicles)



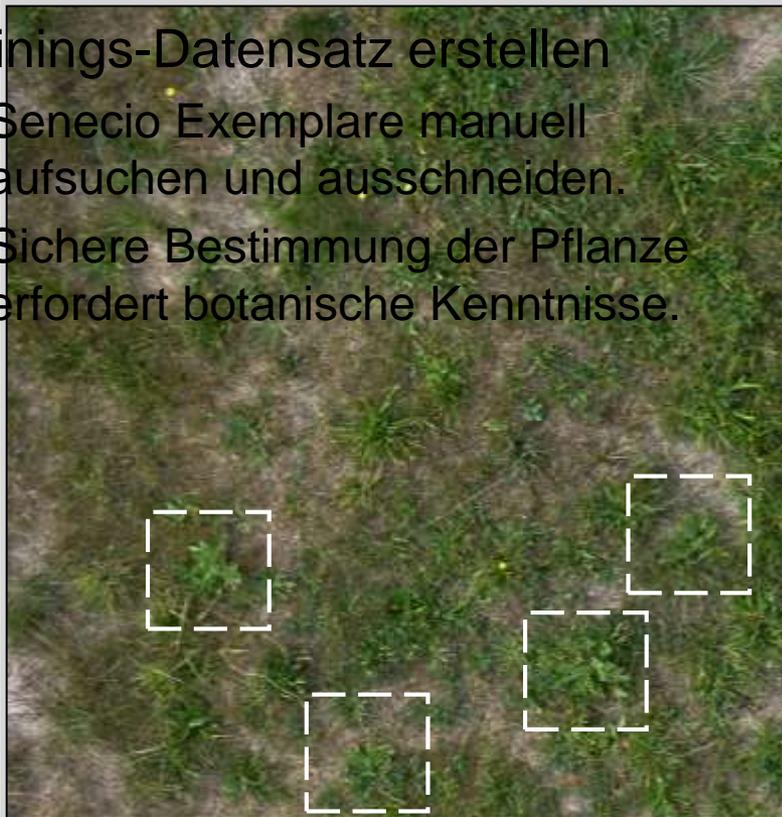
- Pflanze von Nahem erkennbar an der Rosettenform, sowie den charakteristischen Blättern.
- Erkennbarkeit nimmt mit steigender Aufnahmehöhe schnell ab.



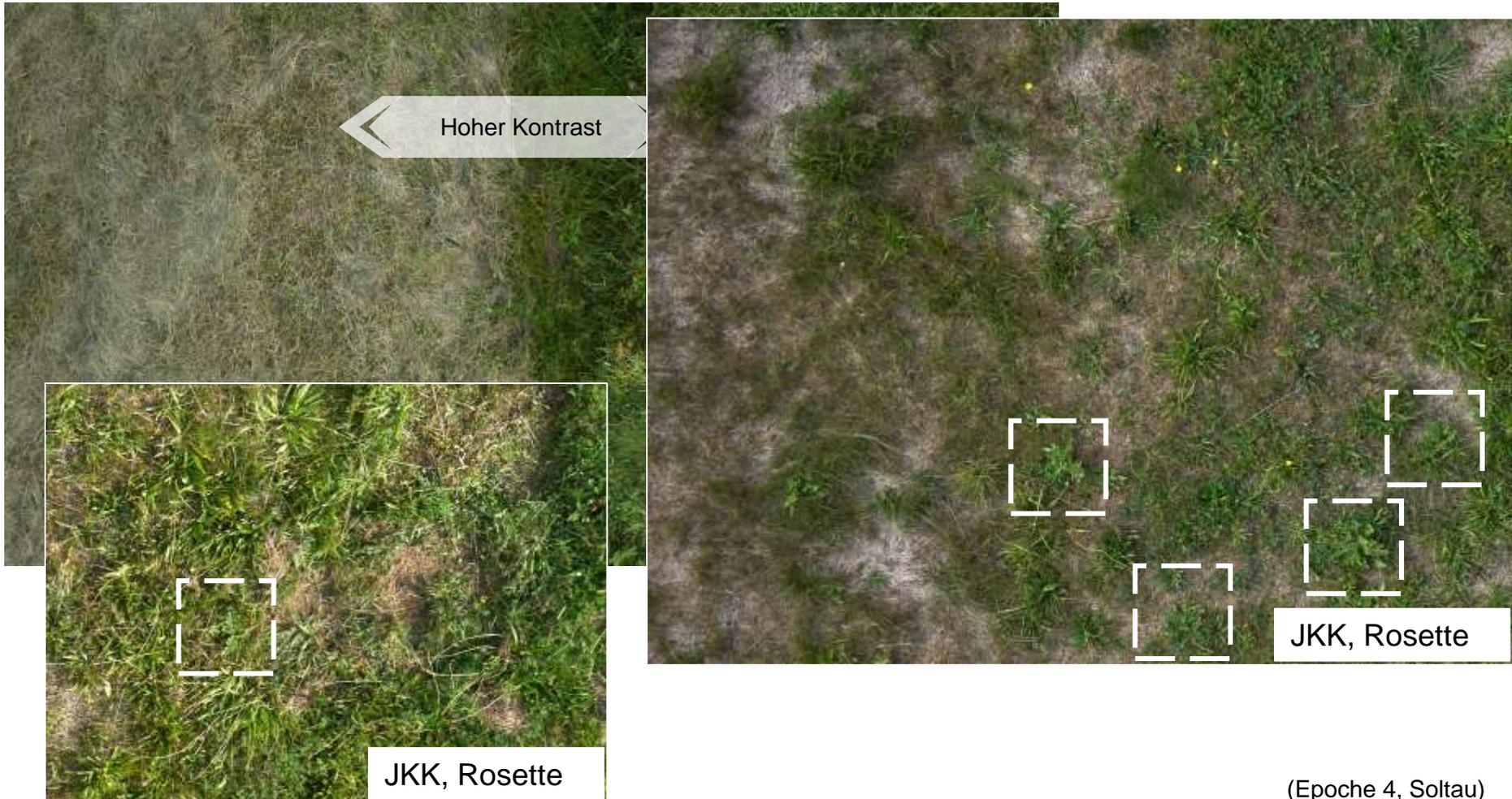
- Grünland ist sehr vielseitig.
- Senecio-Pflanzen und Hintergrund sind sehr variabel.

Trainings-Datensatz erstellen

- Senecio Exemplare manuell aufsuchen und ausschneiden.
- Sichere Bestimmung der Pflanze erfordert botanische Kenntnisse.



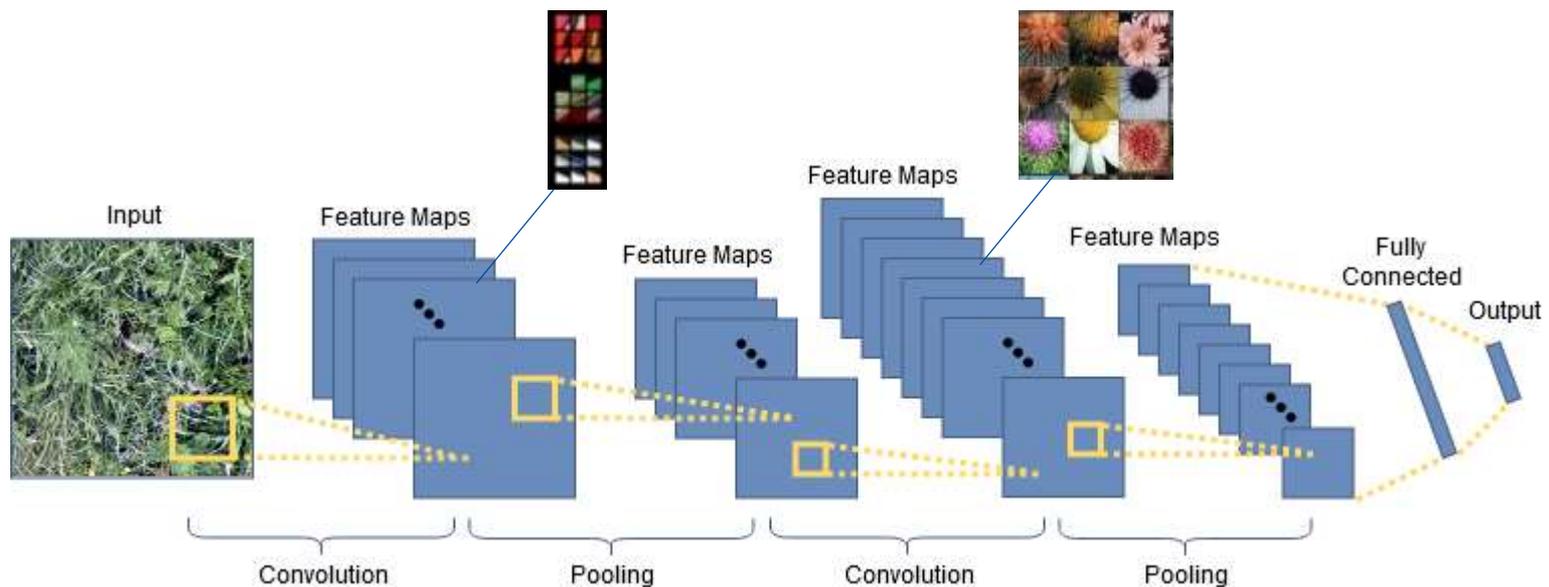
Beispiel: Trockenheit im Sommer 2018



(Epoche 4, Soltau)

Deep Learning

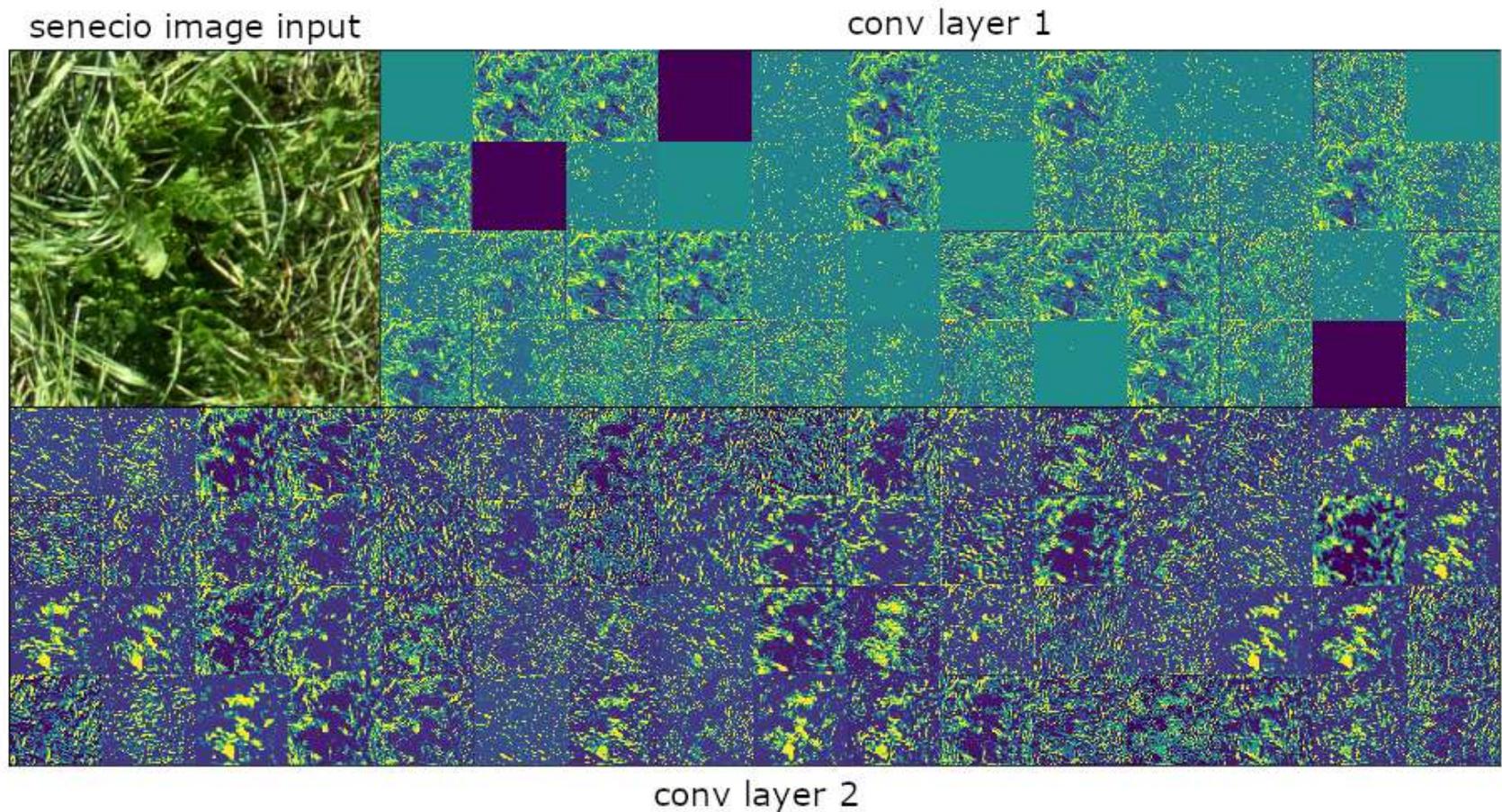
- Anhand der gesammelten Daten wurde ein binäres Convolutional Neural Network (CNN) trainiert
- Zwei Klassen: Senecio, Grünland (je 2000 Bilder)



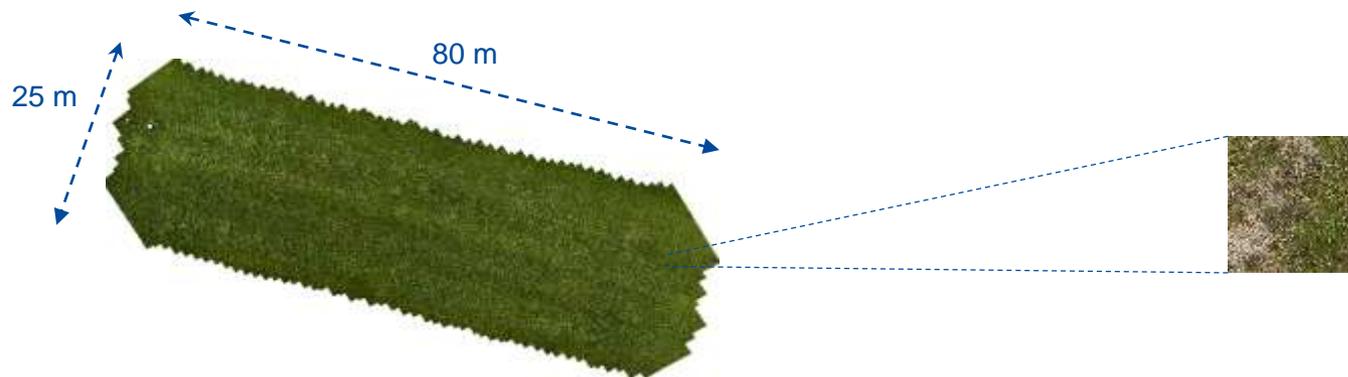
Ergebnisse

- Trainingsgenauigkeit:
 - Gras und Senecio Datensatz: 97 %
 - Kraut-betonter Datensatz: 82 %
- **Generalisierungstest (weiteres Grünland)**
 - **Gras und Senecio Datensatz: 60 %**
 - **Kraut-betonter Datensatz: 45 %**
- Sehr hohe Variabilität von Senecio und Diversität von Grünland bereitet Probleme bei der Generalisierung.
- Grünland durch den recht kleinen Datensatz noch nicht komplett abgebildet.

- Blick ins neuronale Netz: Visualisierung der Entscheidungsgewichte



- Erkennungssystem – fertig trainiertes Netz als Klassifikator nutzen
- Problem: Größe und Abmessung der UAV-Daten bei der benötigten Auflösung



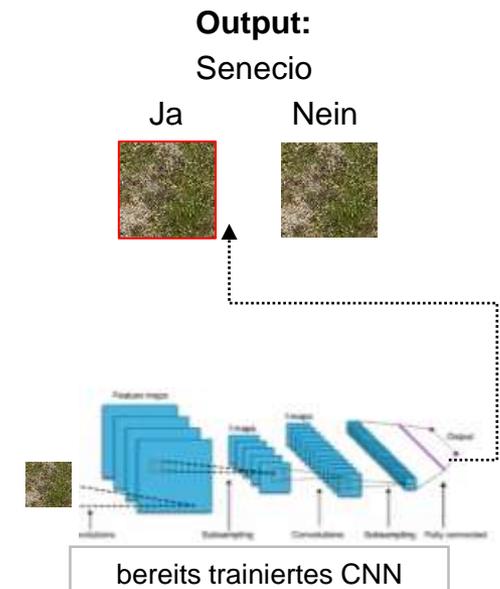
UAV-Orthophoto: ca. 25000 x 50000 Pixel
UAV-Einzelbild: ca. 7500 x 5000 Pixel

Trainingsbilder:
z.B. 400 x 400 Pixel

- Sliding Window System



2. Bildausschnitte zur Klassifizierung an CNN gesendet.

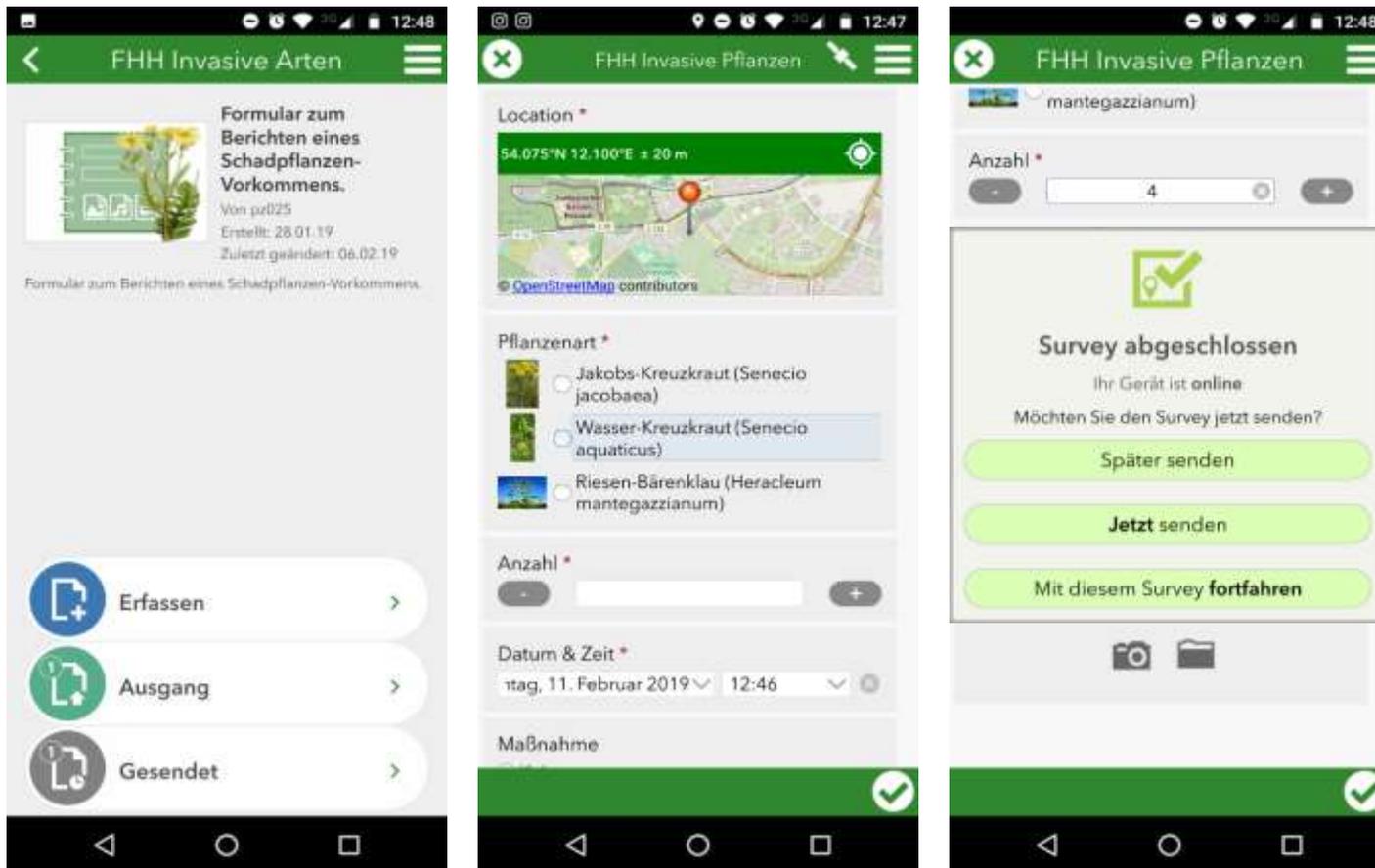




Smartphone-basierte Unterstützung

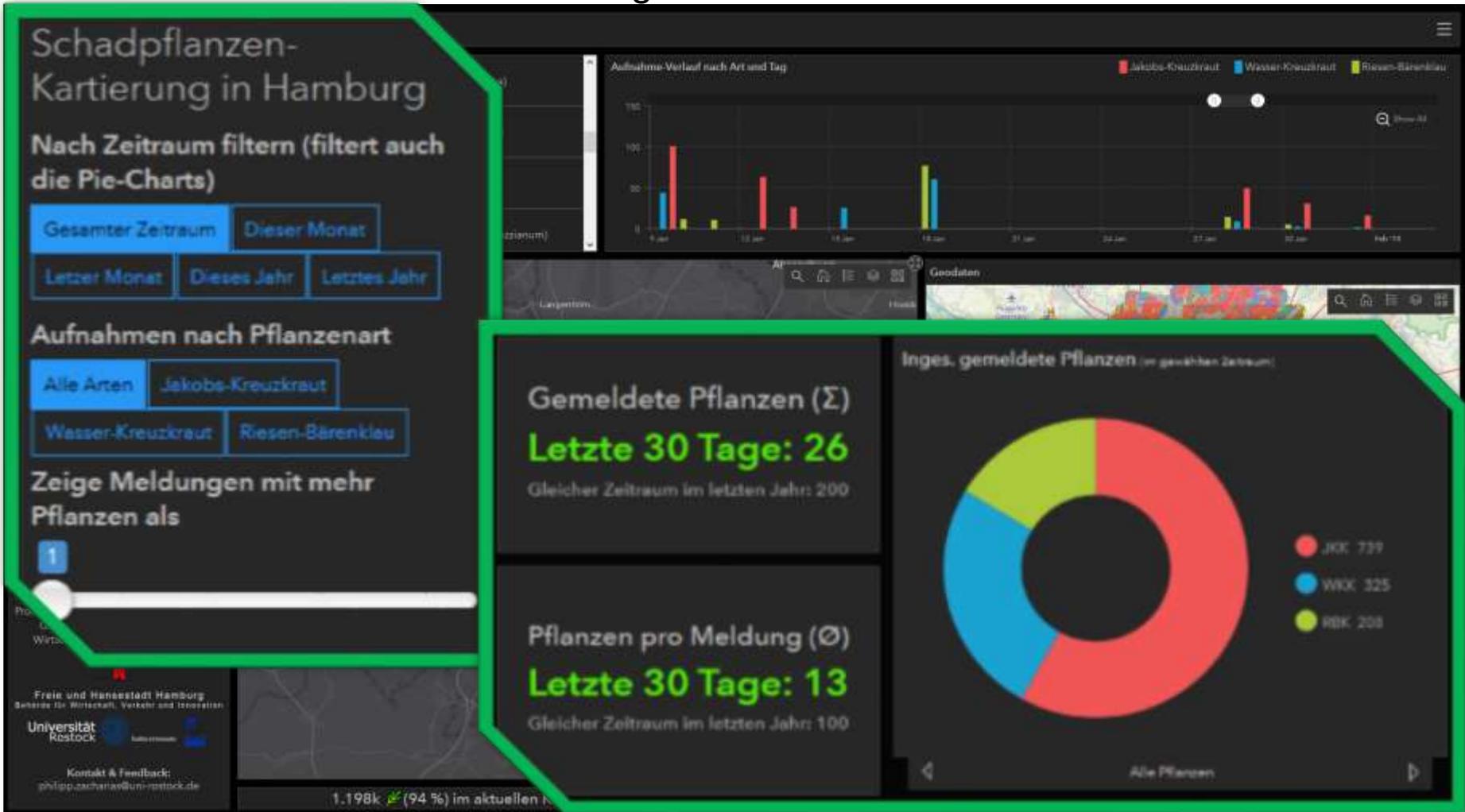
- Problem für Verwaltung:
 - Schlechter Überblick von der aktuellen Befallssituation.
 - Wenig Daten, oft veraltet.
 - Wo sind wie viele Pflanzen?
- Das Wissen ist eigentlich vorhanden (Fachleute, Landwirte, Anwohner, Hobby-Biologen), es muss nur zusammengetragen werden.
- Ziel: Unterstützung des Schadpflanzen-Monitorings durch einfache Erfassung von Schadpflanzen mit dem Smartphone

- Smartphone-App zur Kartierung von Schadpflanzen im Grünland



- Erstellt mit Survey123 von Esri.

- Web-Oberfläche zur Visualisierung der Daten





Vielen Dank.

Diskussion