

FHprofUnt BIOSENS NATURA 2000

Farming 4.0 im Grünland: Nachhaltige Nutzung und Erhöhung der Biodiversität durch Einsatz von Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)

Präsentiert von
Dae Yong Kim und Lars Huth

7 September 2022
Hochschule Anhalt

gefördert durch

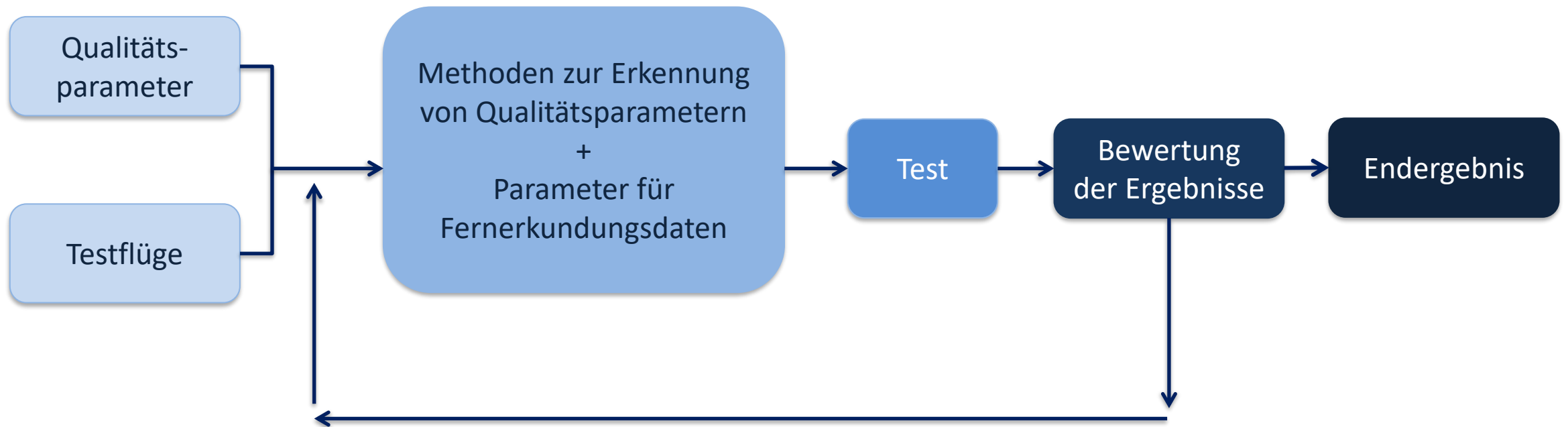


1. Forschungsziel

- Testen der Einsatzmöglichkeiten von UAV und unterschiedlichen Sensoren zur Detektion von Qualitätsparametern artenreicher Grünländer
- Erfahrungs- und Wissensaustausch zu Arbeitsabläufen und technischen Parametern der UAV-Fernerkundung in Grünland

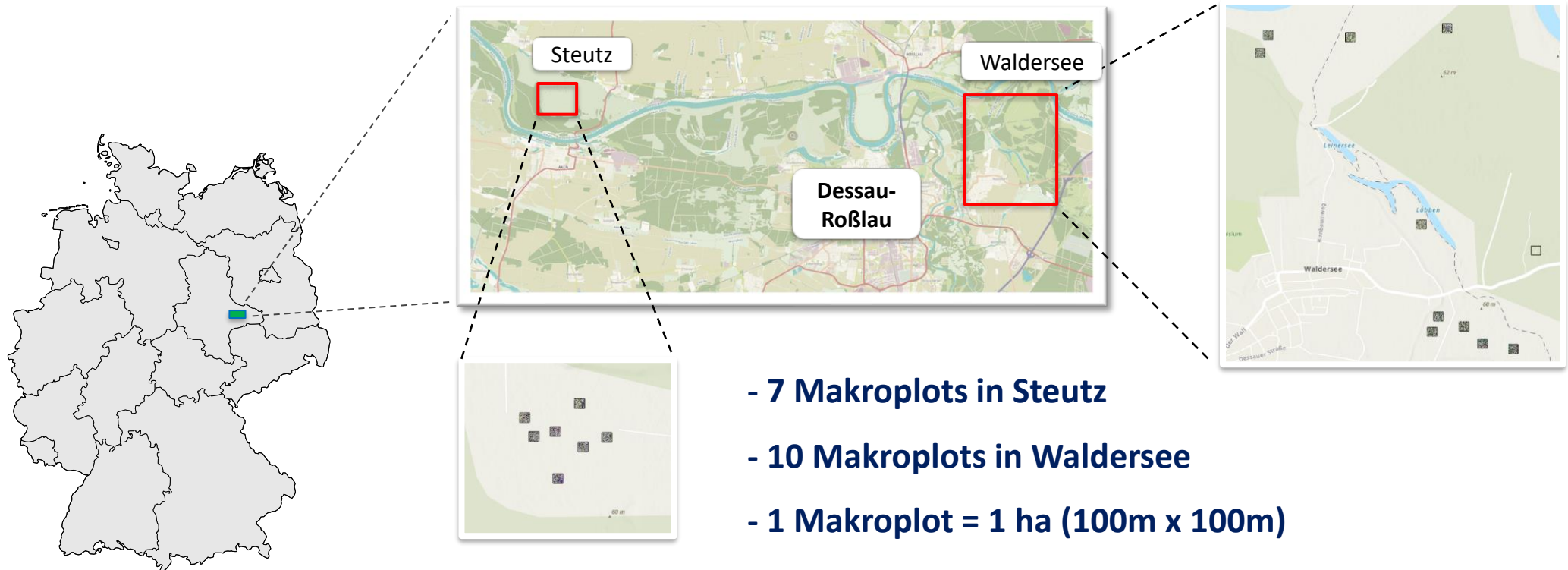


2. Workflow



3. Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet



Map source:

- https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Karte_Deutschland.svg
- Openstreet map





Welche Parameter geben Auskunft über den Zustand des Grünlands aus naturschutzfachlicher Sicht?



VS.



3. Material und Methoden

3.2 Qualitätsindikatoren im Grünland (Auswahl)

- Artenzahlen und Deckungen, z. B.
 - Gesamtartenzahl
 - LRT-charakteristische/ kennzeichnende Arten
 - Rote-Liste-Arten
- Vegetationsstruktur, z. B.
 - Gräser-Kräuter-Verhältnis
 - horizontale Durchsicht/Bestandsdichte
 - Offenbodendeckung
 - Streudeckung
- Blütenreichtum/-deckung
- Vorkommen von Indikatorarten
- ...

3. Material und Methoden

3.2 Qualitätsindikatoren im Grünland (Auswahl)

- Artenzahlen und Deckungen, z. B.
 - Gesamtartenzahl
 - LRT-charakteristische/ kennzeichnende Arten
 - Rote-Liste-Arten
- Vegetationsstruktur, z. B.
 - Gräser-Kräuter-Verhältnis
 - horizontale Durchsicht/Bestandsdichte
 - Offenbodendeckung
 - Streudeckung
- Blütenreichtum/-deckung
- Vorkommen von Indikatorarten
- ...

Welche Qualitätsindikatoren sind mit Fernerkundungsmethoden detektierbar?

3. Material und Methoden

3.2 Qualitätsindikatoren im Grünland (Auswahl)

- Artenzahlen und Deckungen, z. B.
 - Gesamtartenzahl
 - LRT-charakteristische/ kennzeichnende Arten
 - Rote-Liste-Arten
- Vegetationsstruktur, z. B.
 - Gräser-Kräuter-Verhältnis
 - horizontale Durchsicht/Bestandsdichte
 - Offenbodendeckung
 - Streudeckung
- Blütenreichtum/-deckung
- Vorkommen von Indikatorarten
- ...

Untersuchungsfokus auf:

- Vegetationsstruktur
 - Gräser-Kräuter-Verhältnis
 - Offenbodendeckung
 - Streudeckung
- Gesamtblütendeckung + Blütenfarbendiversität
- Indikatorart Löwenzahn (N-Zeiger)

Welche Qualitätsindikatoren sind mit Fernerkundungsmethoden detektierbar?

3. Material und Methoden

3.3 Fernerkundungsdaten

3.3.1 UAVs und Sensoren



Drohne 1: DJI Matrice M200

- Max. Abfluggewicht: 6,14KG
- Maximale Nutzlast 1,6KG
- 4 Propeller, 2 Batterien

Kamera: Zenmuse X5s f=15mm

- Sensor: RGB 4/3" CMOS
- Effektive Pixel: 20,8 MP (1600 x1200)

Drohne 2: DJI Matrice 600 Pro - 9.5kg + 5.5kg Nutzlast,
- 6 Propeller, 3 GNSS Antennen, 6 Batterien



Kamera	Hersteller	Filter/Lens Type	Wavelength (nm)	Bildauflösung (Pixels)
Multispektral-Kamera	Tetracam	2 Near Infrared	750, 840	1280 x 1024
		2 Green	530, 570	640 x 512
		2 Red	670, 710	
		1 Thermal	Thermal	(Thermal)
RGB-Kamera	Sony	Sigma 19mm f/2.8	Red, Green, Blue	6000 x 4000

3.3 Fernerkundungsdaten

3.3.2 Zusammenfassung der UAV-Flugparameter

AGL	Sensor	Flughöhe	Überlappung	Sensor	Front	Side
	RGB	25 m/ 50m		RGB	80%	75%
	Multispektral	50 m		Multispektral		

3.3 Fernerkundungsdaten

3.3.3 Software & Hardware für die Datenverarbeitung

Software:

- Bilder Alignment und Stitching: Agisoft
- Datenverarbeitung, Klassifizierung und Analyse

- ERDAS Imagine 2000



- ArcGIS Pro

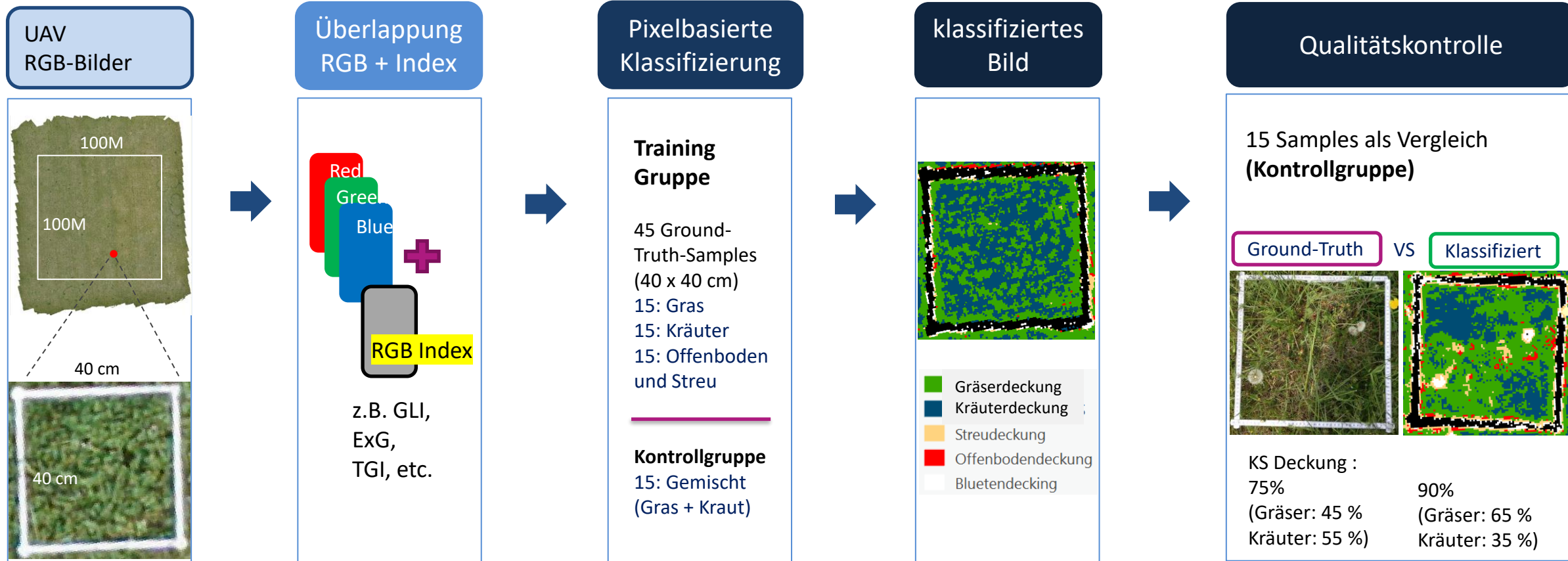


Hardware:

- Intel i7-9700K
- 32GB RAM
- NVIDIA RTX 2060 Super

4. Analyse der Vegetationsstruktur

4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow



4. Analyse der Vegetationsstruktur

4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden

Green Leaf Index (GLI):

$$2\text{Green} - \text{Red} - \text{Blue} / 2\text{Green} + \text{Red} + \text{Blue}$$

Excess Green (ExG):

$$2\text{Green} - \text{Red} - \text{Blue}$$

NDI (Normalized Difference 750/705 Chl NDI)

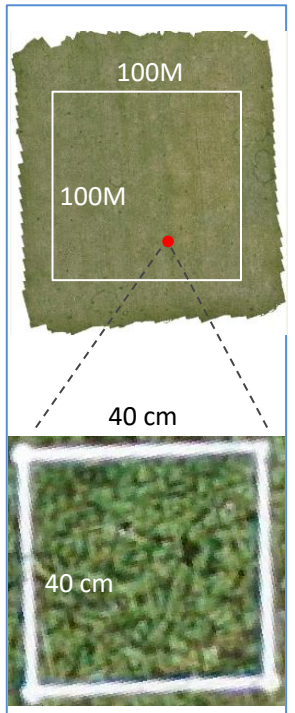
$$\text{Green} - \text{Red} / \text{Green} + \text{Red}$$

Triangular Greenness Index

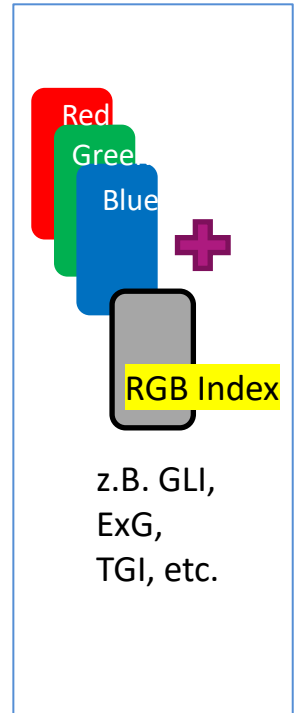
$$\text{TGI} = -0.5[190(\text{Red} - \text{Green}) - 120(\text{Red} - \text{Blue})]$$

Qualitätskontrolle

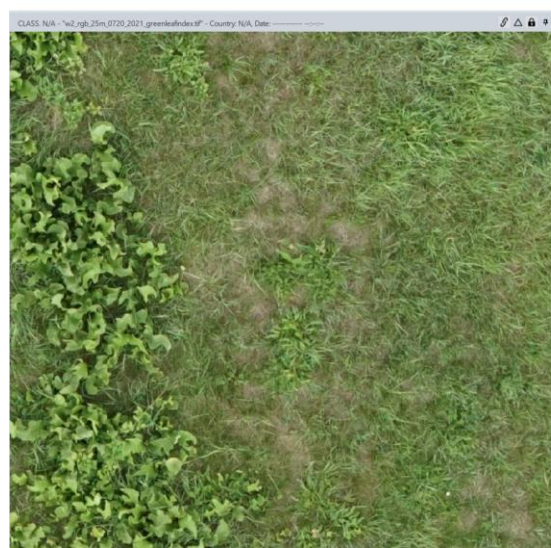
UAV
RGB-Bilder



Überlappung
RGB + Index

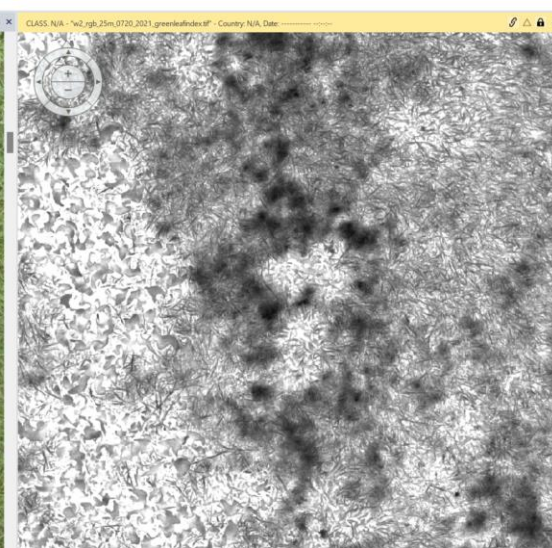


Original RGB



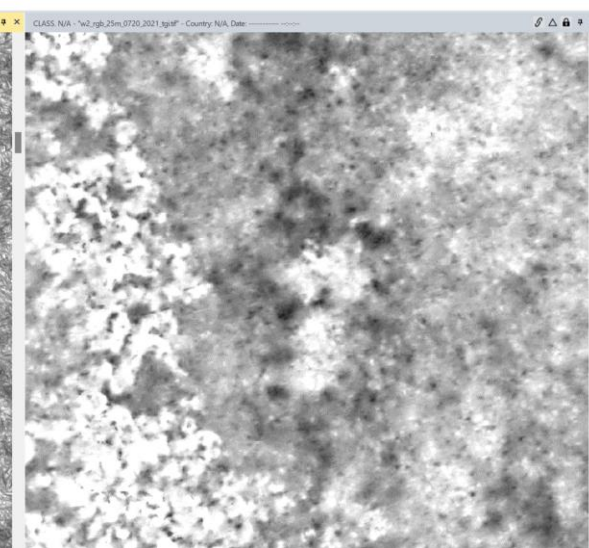
15. Gemischt
(Gras + Kraut)

Green Leaf Index



Brüeten
Brüeten

Triangular Green Index

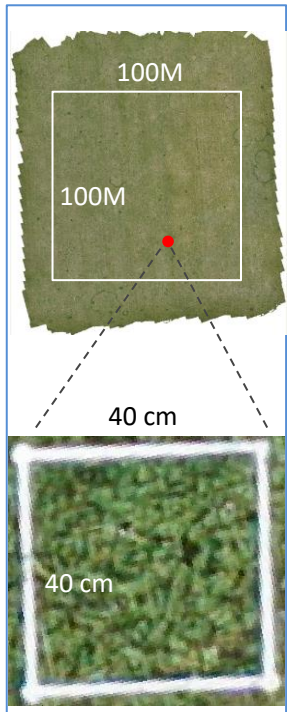


75% (Gräser: 45 % Kräuter: 55 %)	90% (Gräser: 65 % Kräuter: 35 %)
--	--

4. Analyse der Vegetationsstruktur

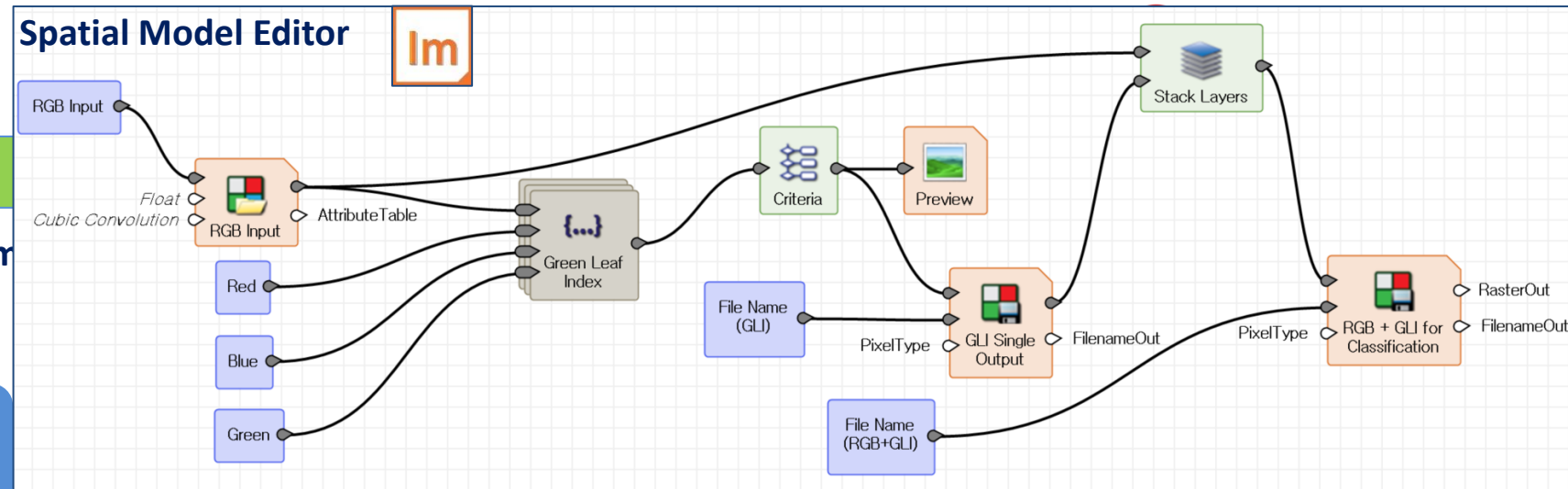
4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsprozess

UAV
RGB-Bilder



Überlappung
RGB + Index

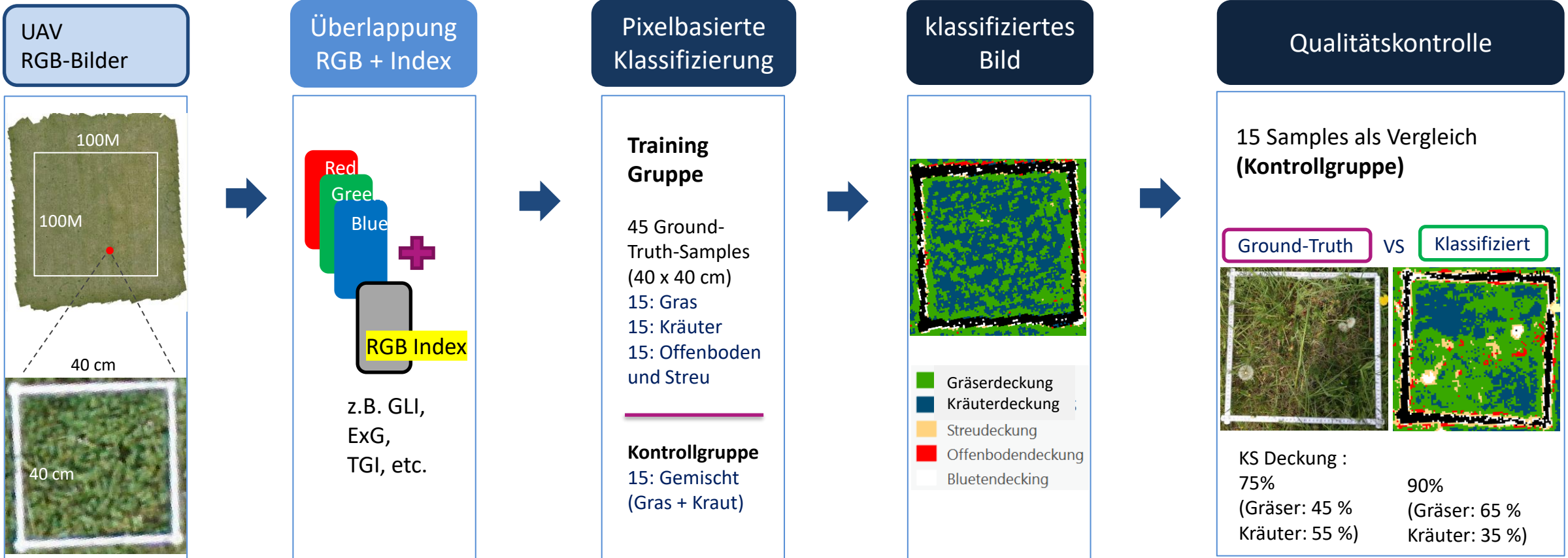
z.B. GLI,
ExG,
TGI, etc.



Original RGB	Green Leaf Index	Triangular Green Index
15. Gemischt (Gras + Kraut)	100% Gründerdeckung	75% (Gräser: 45 % Kräuter: 55 %)
		90% (Gräser: 65 % Kräuter: 35 %)

4. Analyse der Vegetationsstruktur

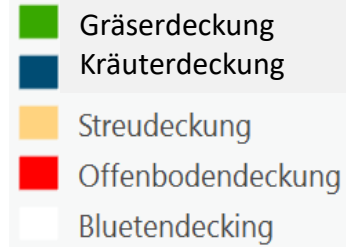
4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow



4. Analyse der Vegetationsstruktur

4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow

Trainingsgruppe



Ground Truth Bild



Klassifiziert

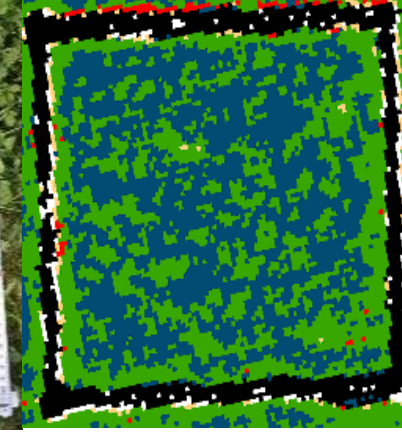


Krautschicht-Deckung : 85%
Gräser-Anteil 98%, Kräuter-Anteil 2% in KS

Ground Truth Bild



Klassifiziert

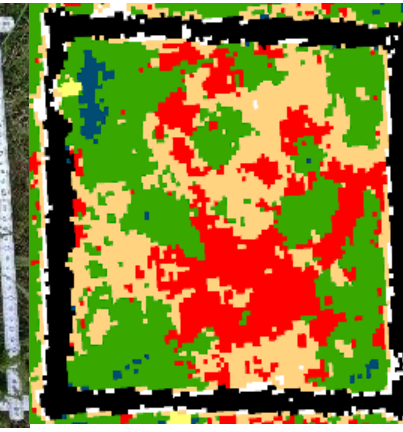


Krautschicht-Deckung : 95%
Gräser-Anteil 5%, Kräuter-Anteil 95% in KS

Ground Truth Bild



Klassifiziert

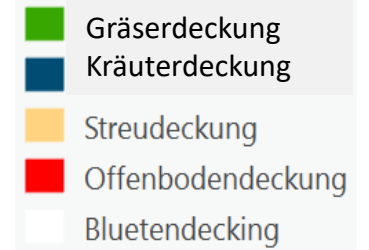


Krautschicht-Deckung: 25%
Streu-Deckung:15%
Offenboden Deckung: 55%
Krypto-Deck: 5%

Klassifiziert nach der Maximum-Likelihood-Methode auf Makroplot S4

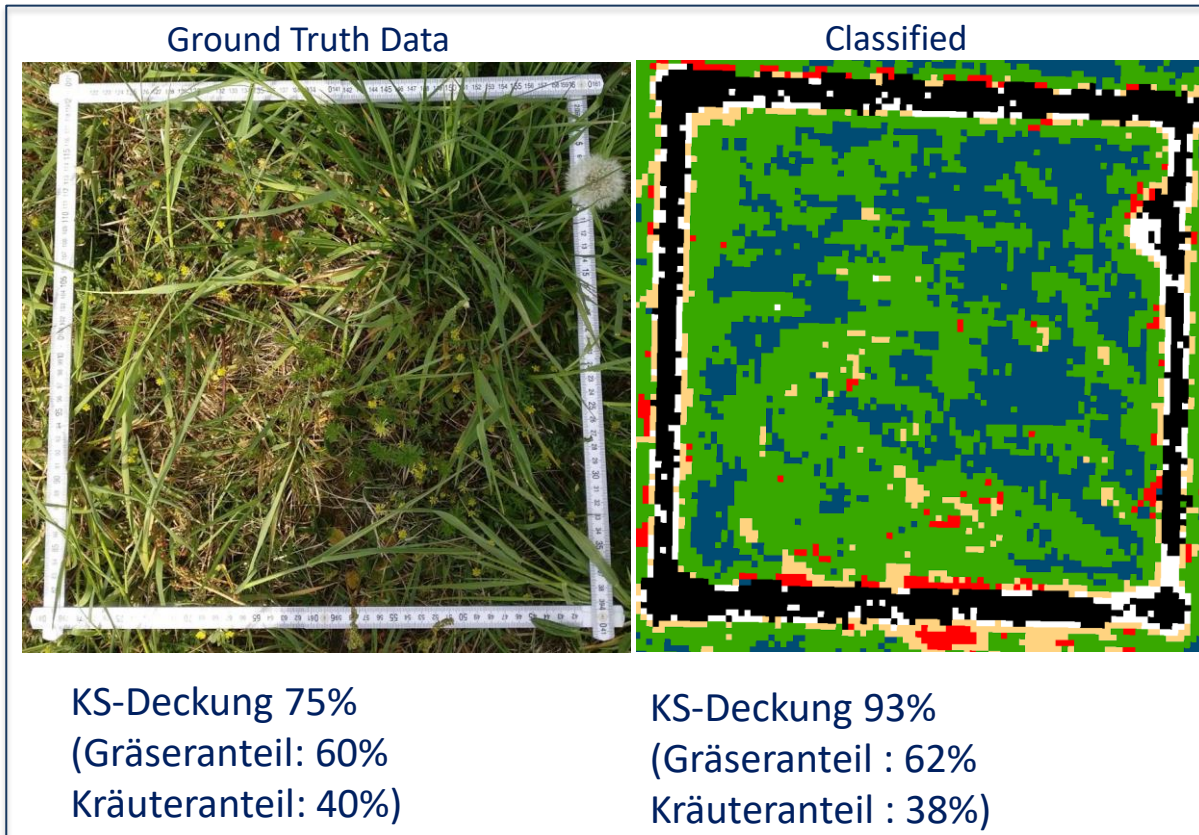
4. Analyse der Vegetationsstruktur

4.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow

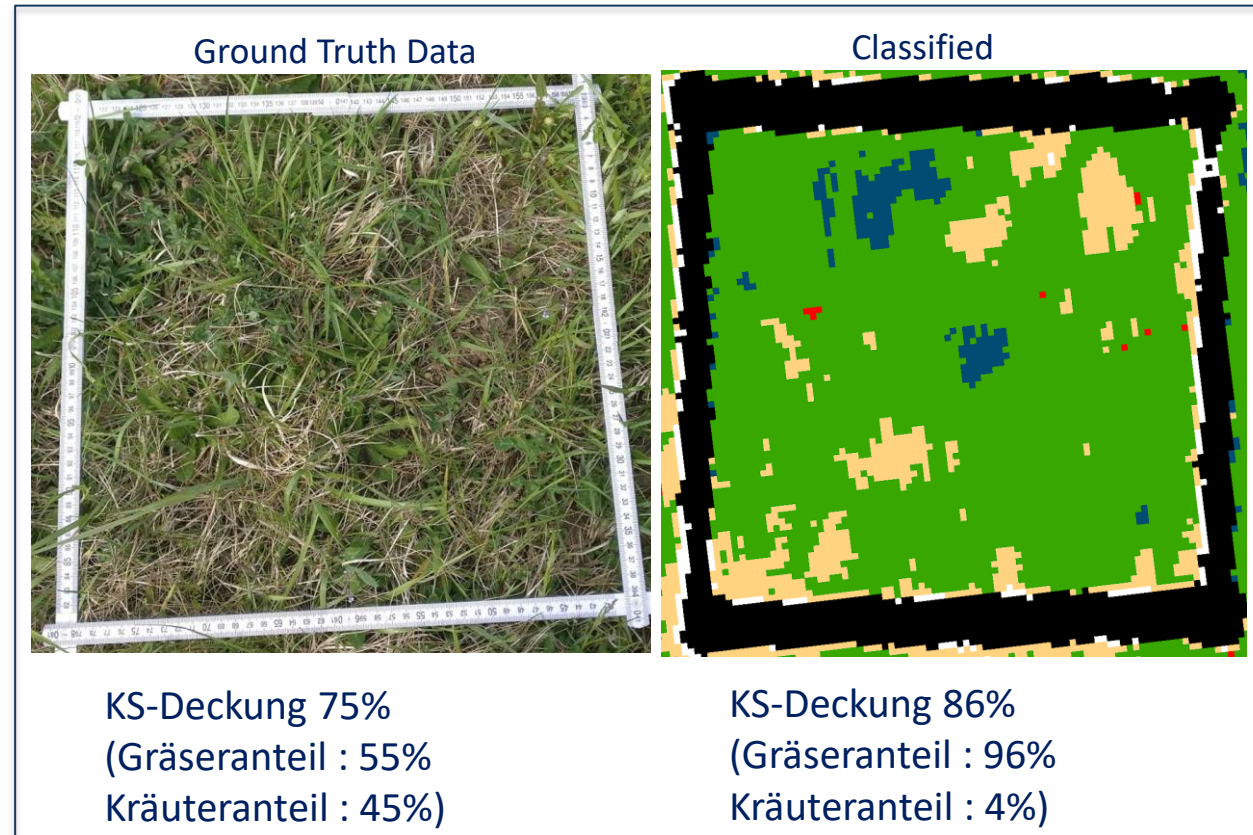


Kontrollgruppe : Gemischte Vegetation

Plot M01



Plot M10

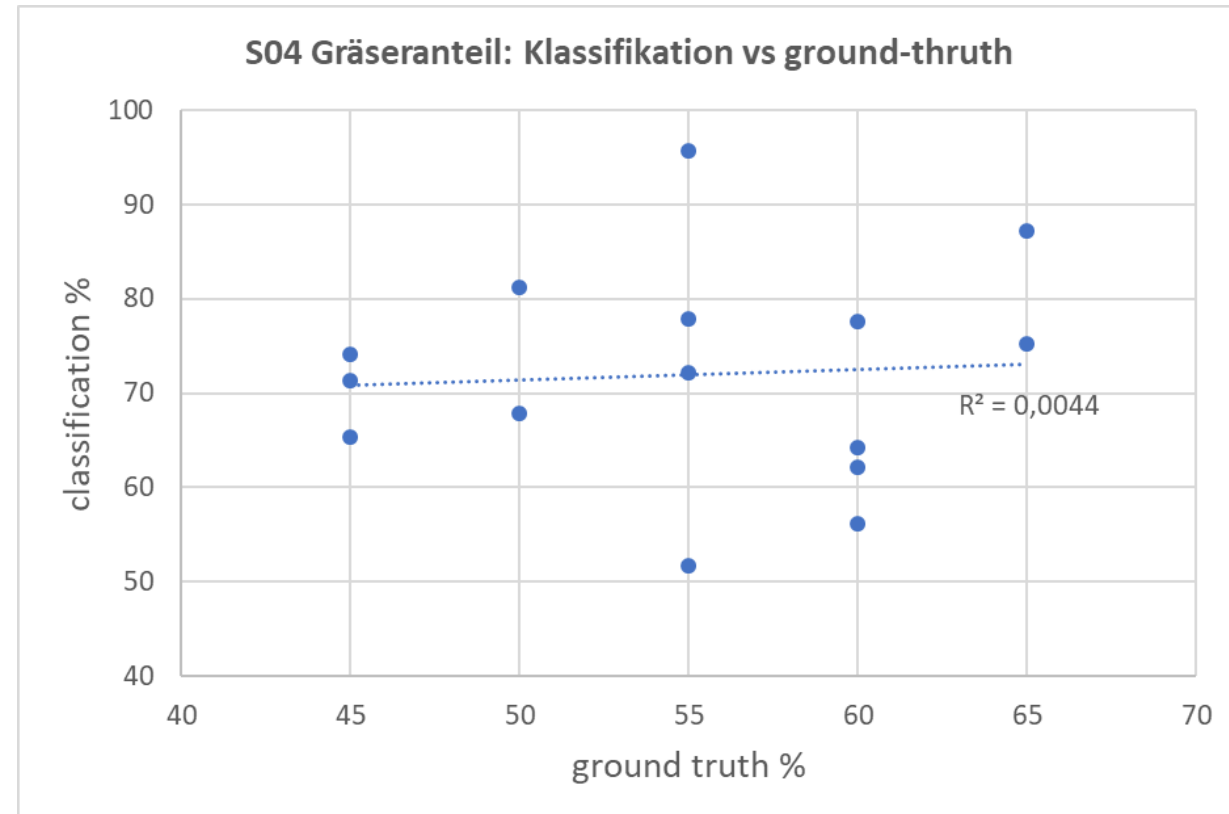


4. Analyse der Vegetationsstruktur

4.2. Ergebnisse

Mai 2022	S04 (Maximum Likelihood)	Klasse	Fläche (m ²)	Prozent (%)
		Gräserdeckung	6565,59	65,65
Kräuterdeckung		1907,12	19,07	
Streudeckung		1188,25	11,88	
Offenbodendeckung		276,43	2,76	
Gelbe Blüten		40,68	0,41	
Weißer Blüten		19,60	0,20	
Markers		3,64	0,04	
Gesamt		10001,33	100,00	
W02 (Random Trees)		Gräserdeckung	8127,06	81,27
	Kräuterdeckung	1713,10	17,13	
	Streudeckung	65,22	0,65	
	Offenbodendeckung	90,20	0,90	
	Gelbe Blüten	1,21	0,01	
	Weißer Blüten	0,34	0,00	
	Markers	4,17	0,04	
	Gesamt	10001,29	100,00	

Klassifikationsergebnis der 15 Kontroll-Samples, Bsp. S04



5. Blütendeckung

5.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow

- 14 MP RGB, Mai 2022

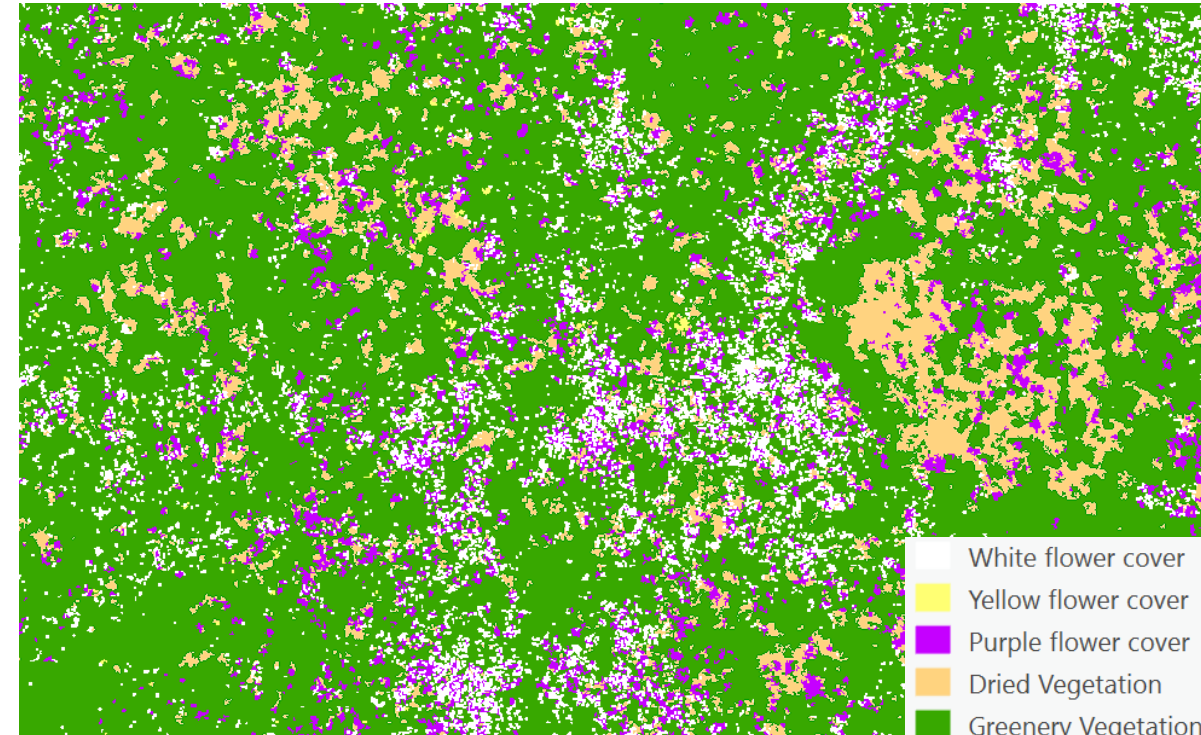
Original RGB UAV
Bild



Objektbasierte
Klassifikation



Klassifiziertes Bild
(SVM)



Plot S7, Genauigkeit 80% und Kappa-Statistik 0,64

5. Blütendeckung

5.2. Ergebnisse

- Gesamtblütendeckungen zwischen 0,08 – 15,05 %
- 7 x Kappa > 0,61

Kappa statistics	Strength of agreement
<0.00	Poor
0.00 - 0.20	Slight
0.21 - 0.40	Fair
0.41 - 0.60	Moderate
0.61 - 0.80	Substantial
0.81 - 1.00	Almost perfect

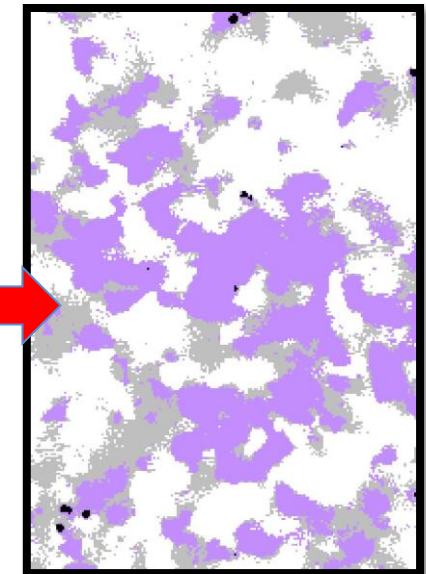
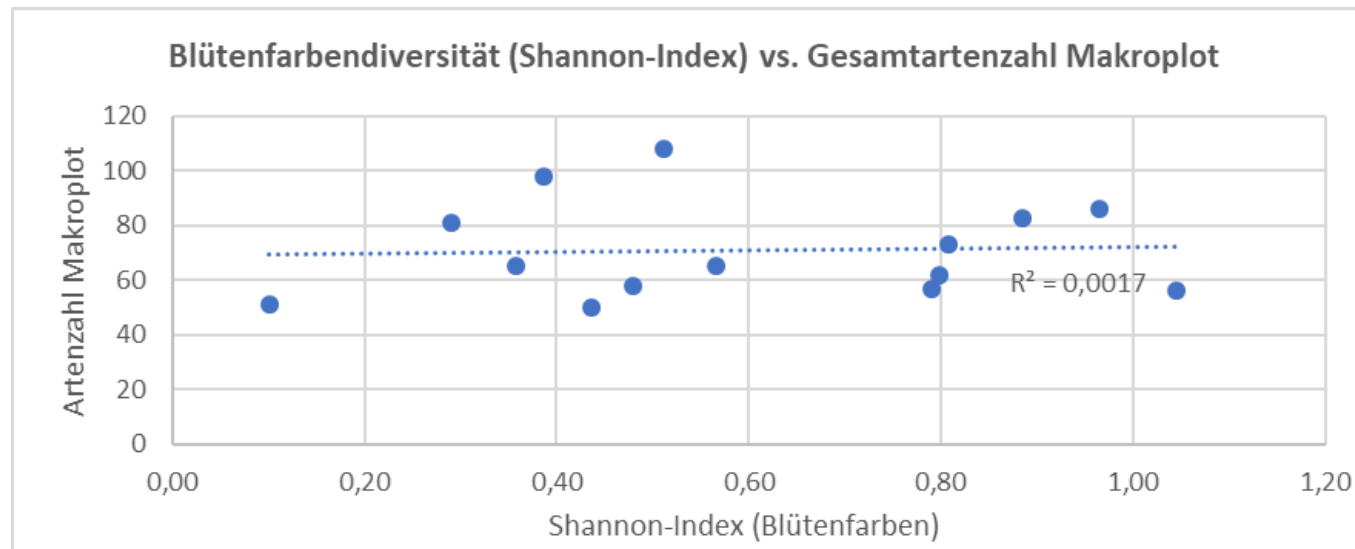
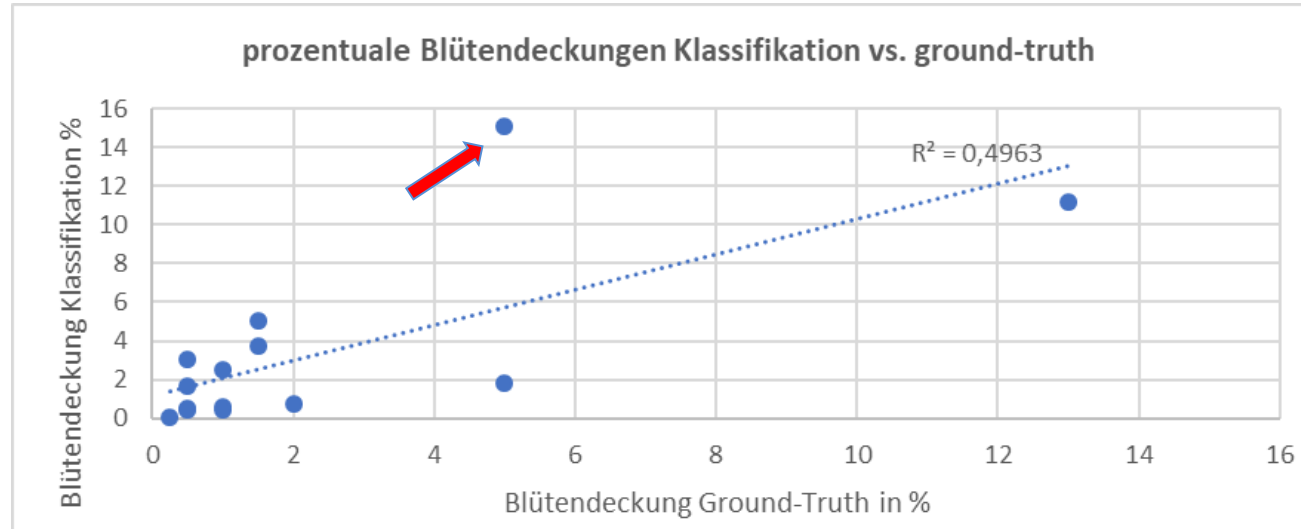
Rwanga et. al (2017)

Blütendeckung in % / 1 ha

Klasse	S4	S7	S8	S10	S11	S13	S20
Weiße Blütendeckung	0,18	6,71	1,00	0,09	0,96	0,13	1,37
Gelbe Blütendeckung	1,85	0,42	1,41	0,08	0,05	0,05	1,19
Violette Blütendeckung	13,02	4,04	0,09	1,70	0,69	0,30	2,46
Trockene Vegetation	47,09	19,42	57,72	47,03	24,83	8,26	39,70
Grüne Vegetation	37,85	69,40	39,79	51,11	73,46	91,26	55,27
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100
Accuracy	0,79	0,80	0,83	0,82	0,65	0,68	0,66
Kappa	0,67	0,64	0,69	0,67	0,40	0,29	0,42
Klasse	W2	W11	W13	W14	W16	W17	W18
Weiße Blütendeckung	0	0,07	0,01	0,05	0,05	0,14	0,26
Gelbe Blütendeckung	0,08	2,60	0,05	0,04	0,03	0,17	0,02
Violette Blütendeckung	0	0,37	0,47	0,54	0,40	0,43	3,43
Trockene Vegetation	4,32	54,21	35,15	36,53	60,07	25,82	26,22
Grüne Vegetation	95,60	42,74	64,32	62,84	39,45	73,44	70,06
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100
Accuracy	0,85	0,88	-	0,75	0,87	0,64	0,85
Kappa	0,45	0,78	-	0,47	0,77	0,37	0,70

5. Blütendeckung

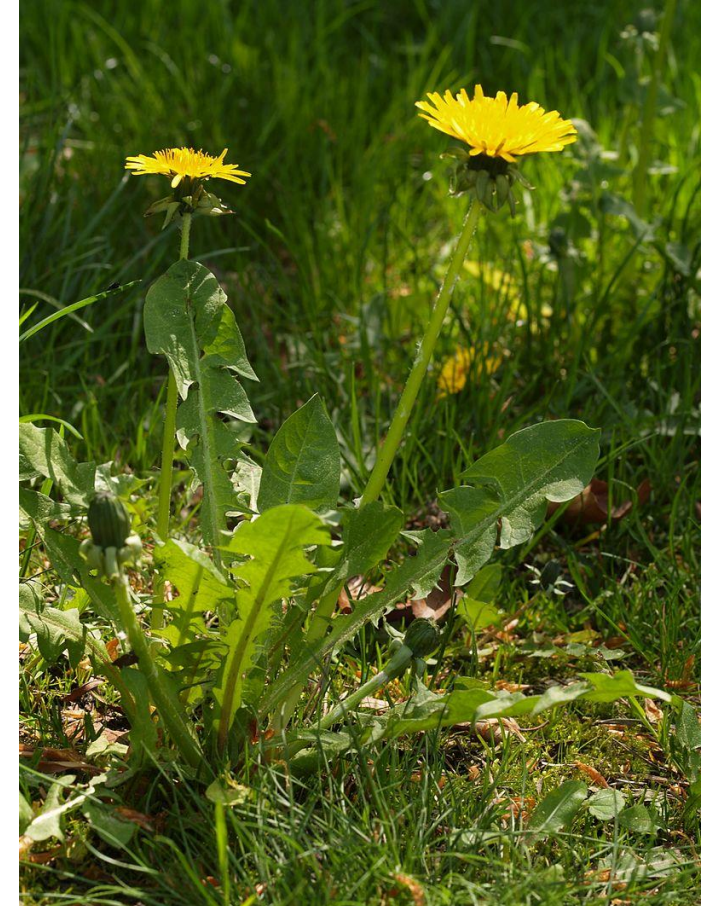
5.2. Ergebnisse



6. *Taraxacum*- Blütendeckung

6.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow

- Korrelation der *Taraxacum*-Deckung mit naturschutzfachlich relevanten Qualitätsparametern (Indikatorart im Grünland, z. B. Oosterveld 1982, Vaida et al. 2017):
 - Stickstoffreichtum (N-Zahl nach Ellenberg 7 = Stickstoffreichtum zeigend)
 - Bewirtschaftsintensität bzw. -art (v. a. Düngung)
- Methodik:
 - gesonderte Befliegung (RGB, 50 m Flughöhe) von 17 Makroplots im April 2021 zur Vollblüte von *Taraxacum* spec.
 - Vergleich der Klassifikationsergebnisse mit Ground-Truth-Daten von *Taraxacum* spec. (Deckung) sowie weiterer gelbblühender Arten (bspw. *Ranunculus* spec.)



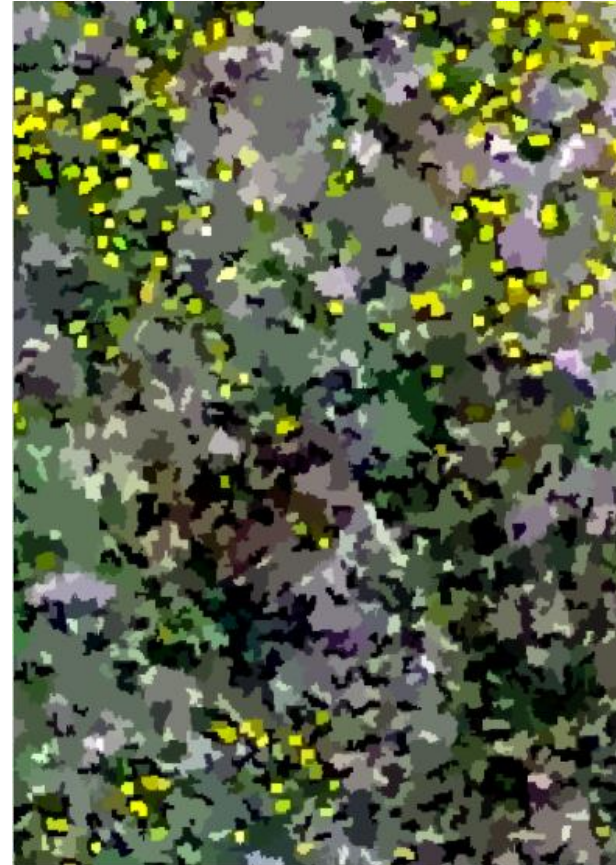
6. Taraxacum-Blütendeckung

6.1. Datenerfassung, Bildverarbeitungsmethoden und Workflow

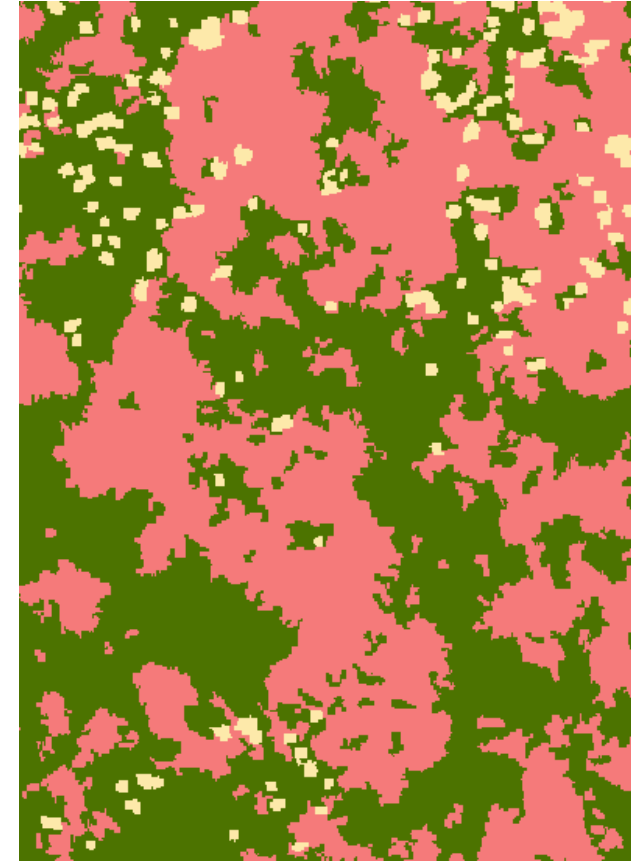
Original RGB UAV Bild






Image Segmentation



Classified Image (SVM)



-  Greenery Vegetation
-  Dried Vegetation
-  Taraxacum (flower only)

6. Taraxacum- Blütendeckung

6.2. Ergebnisse

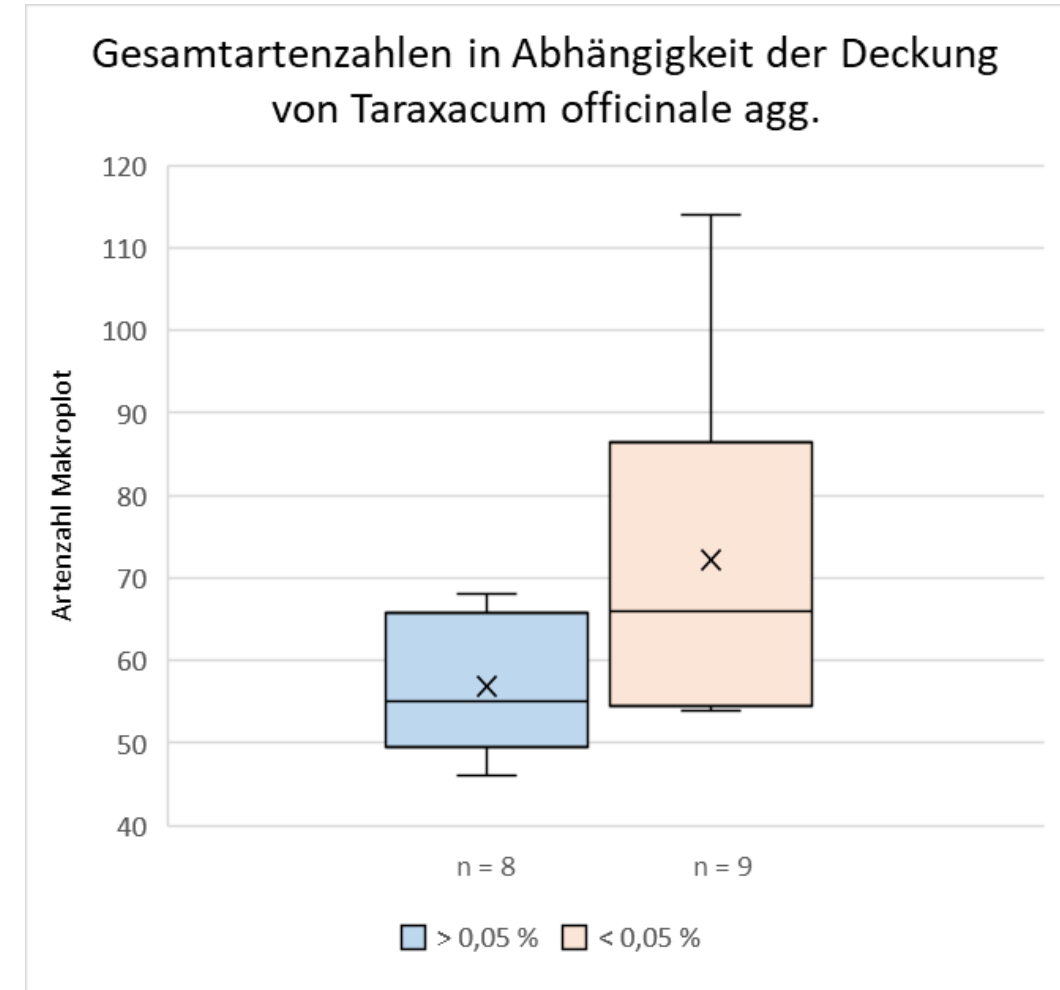
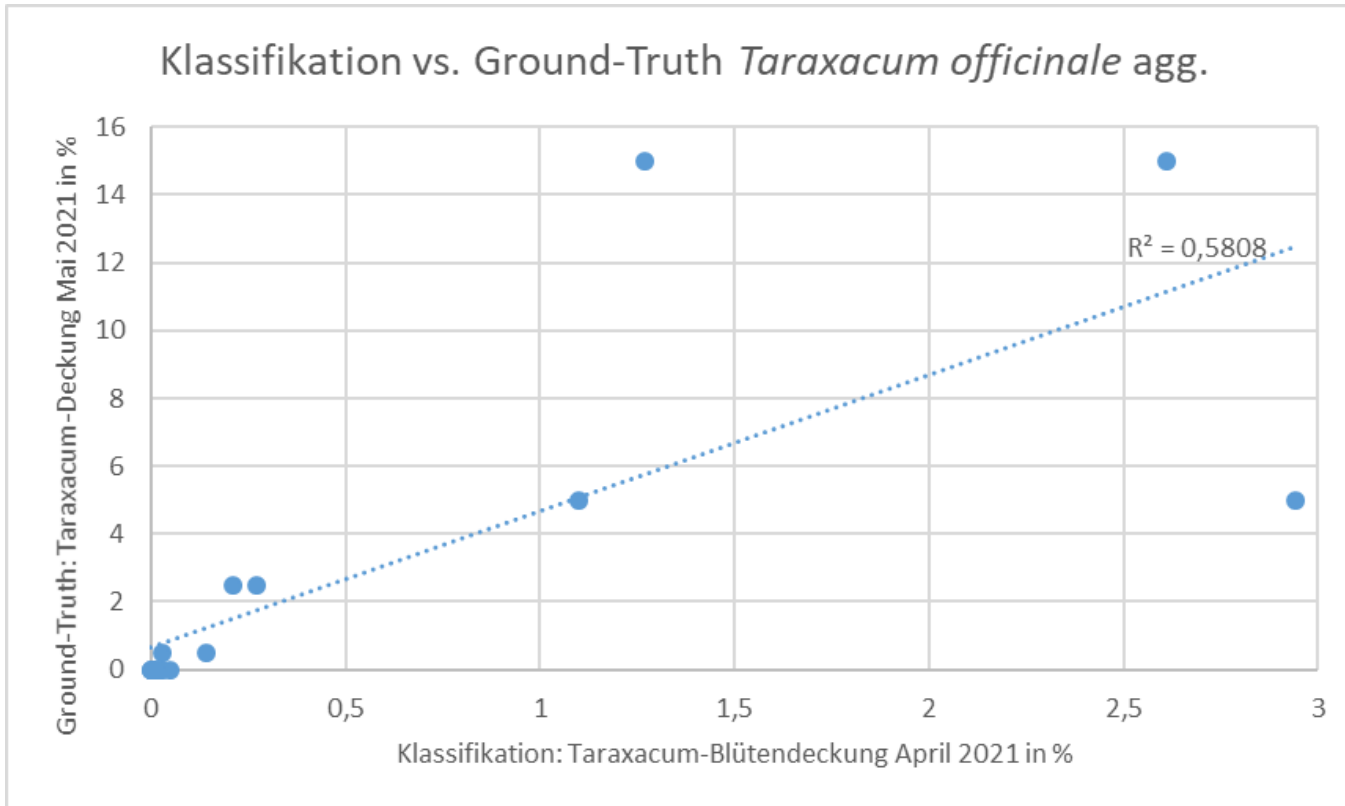
- Blütendeckungen zwischen 0 und 2,94 %
- mittlere Blütendeckung von 0,51 %
- Sehr gutes Klassifikationsergebnis auf 8 von 17 Makroplots (**Kappa > 0,61**)
- restliche Makroplots mit **Kappa 0,41 – 0,60**

Kappa statistics	Strength of agreement
<0.00	Poor
0.00 - 0.20	Slight
0.21 - 0.40	Fair
0.41 - 0.60	Moderate
0.61 - 0.80	Substantial
0.81 - 1.00	Almost perfect

Rwanga et. al (2017)

6. Taraxacum-Blütendeckung

6.2. Ergebnisse



7. Diskussion

- **Vegetationsstruktur**
 - Trennung von Gräsern und Kräuter schwierig (enge Verzahnung)
 - andere Methoden als Lösung?
- **Blütendeckungen**
 - höherer Blütenreichtum und Blütenfarbendiversität bedeuten im Extensivgrünland nicht automatisch höheren Artenreichtum → deutlicher Zusammenhang aber bei Vergleich von Intensiv- und Extensivgrünland zu erwarten
 - Blütenangebot dennoch wichtiger Qualitätsparameter (z. B. Nektarquelle)

7. Diskussion



- **Einzelartendetektion**
 - bei bestimmten Arten möglich, z. B. bei auffälligen Blüten
 - verschiedene Einsatzmöglichkeiten
 - Indikatorarten (Bsp. *Taraxacum spec.*)
 - gefährdete Arten (z. B. Sibirische Schwertlilie, *Iris sibirica* → Aussparen von Mahd)
 - Problemarten (z. B. Orientalisches Zackenschötchen, *Bunias orientalis*)
 - ...



8. Fazit

- Grünland = eher „schwieriger“ Lebensraum
- relativer Vergleich von Flächen eher möglich als Interpretation absoluter Werte
 - fachliche Definition von Schwellenwerten nötig
 - Erarbeitung neuer Bewertungsmodelle
- Grenzen des Einsatzes durch Wirtschaftlichkeit (geringe Flächenleistung, hohe Kosten, ...)
- Fernerkundung kann eine Bodenkartierung im Grünland (z. B. FFH-LRT-Kartierung) nicht ersetzen

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**