

Eiko Thiessen

Online-Veranstaltung
Agroforstwirtschaft
15. April 2021

Projektvorstellungen: Holzmasseprognose bei Knicks und Straßenbegleitgehölzen (SBG)

Entwicklung einer innovativen, nicht-invasiven Messmethode zur Bestimmung des Ertragspotenzials von Knicks und KUPs in der Landwirtschaft

Optimierung der energetischen Nutzung von Straßenbegleitgehölzen (SBG)

„Synergiepotenziale von Biomasse- und Energieertrag bei SBG und deren ökologischer Wertigkeit“
und

Prognosetool für den Holzertrag von Straßenbegleitgehölzen (SBG) durch großflächigen Einsatz einer Gehölzvolumenbestimmung

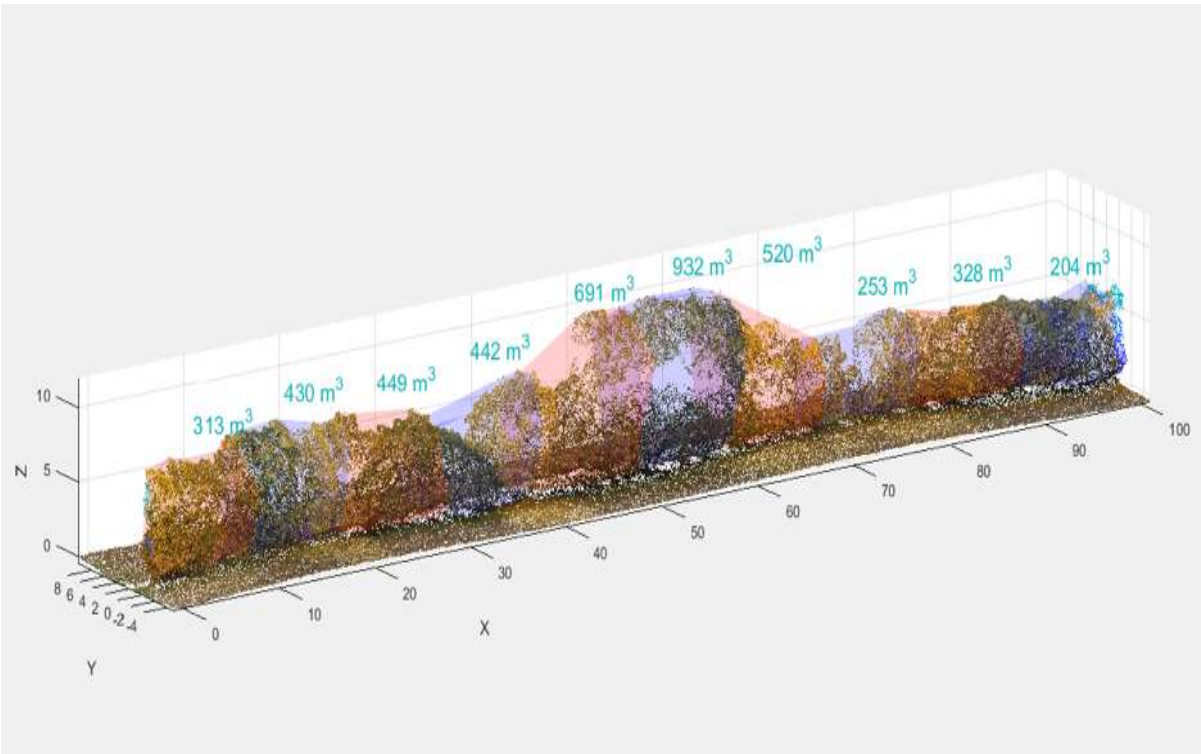
gefördert von EKSH - Gesellschaft für Energie und Klimaschutz in Schleswig-Holstein GmbH

ein Projekt im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft EIP



Ablauf

- Idee: Gehölzvolumen bestimmen, daraus Holzmasse berechnen
- Versuchsflächen und Methodenauswahl
- Resultate: Zusammenhänge, Aufwand, Genauigkeiten
- Zusammenfassung: Methodenvergleich
- Ausblick: Automatisierung, Übertragbarkeit

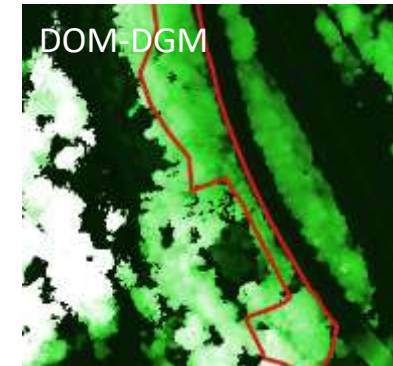
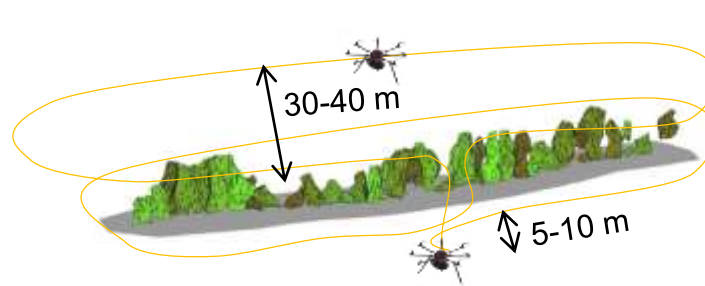


Projektziel(e)

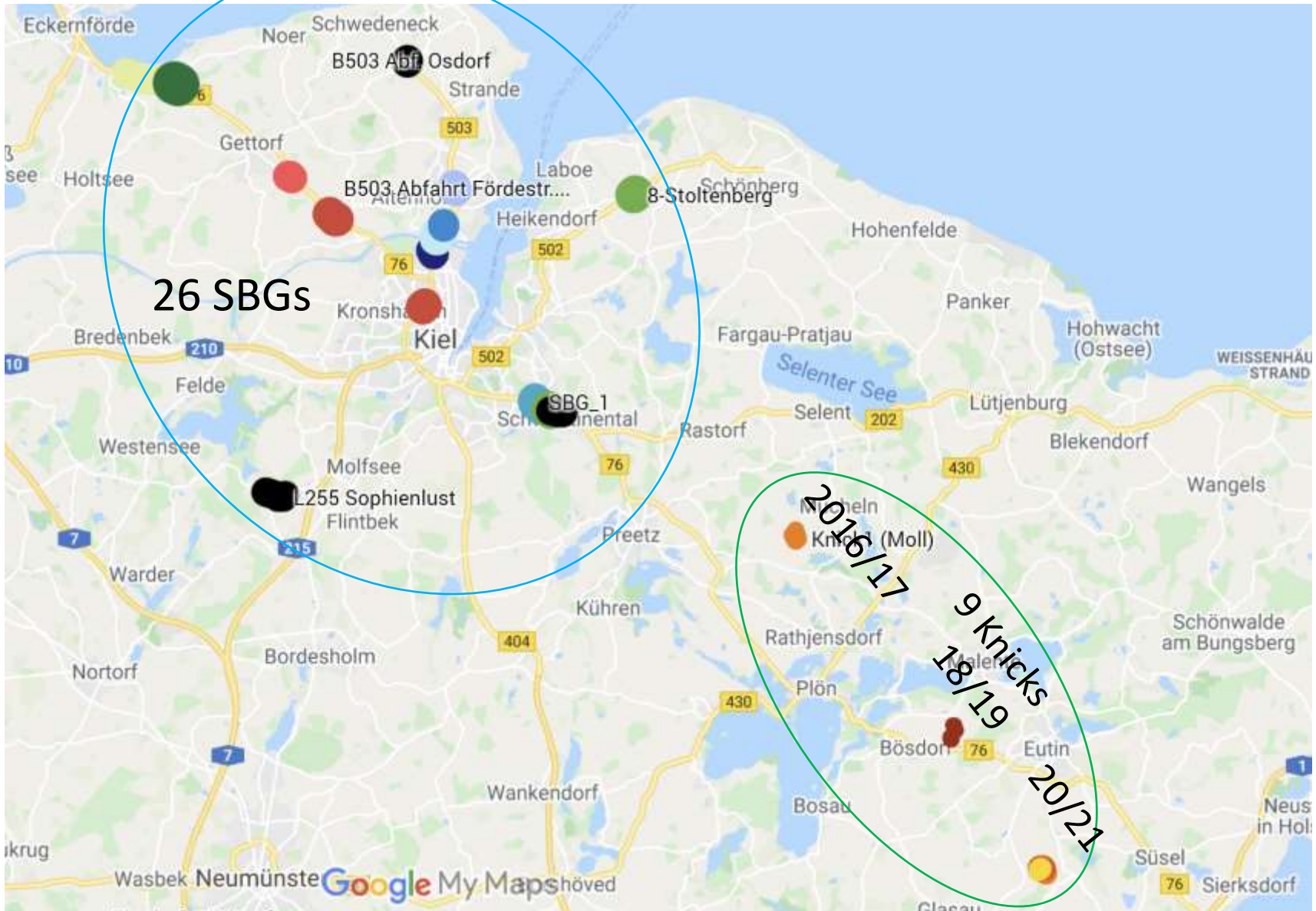
Entwicklung und Validierung eines mobilen Sensorsystems bzw. einer Schnellmethode zur Holzertragsabschätzung an Knicks und SBGs

Arbeitsprogramm

- Flächenauswahl
- Methodenauswahl
- Datenaufnahme (Bäume, Boden, Randparameter), Referenz (Wiegen)
- Kalibrierung, Validierung, Naturschutzwert



Flächenauswahl Knicks und SBG

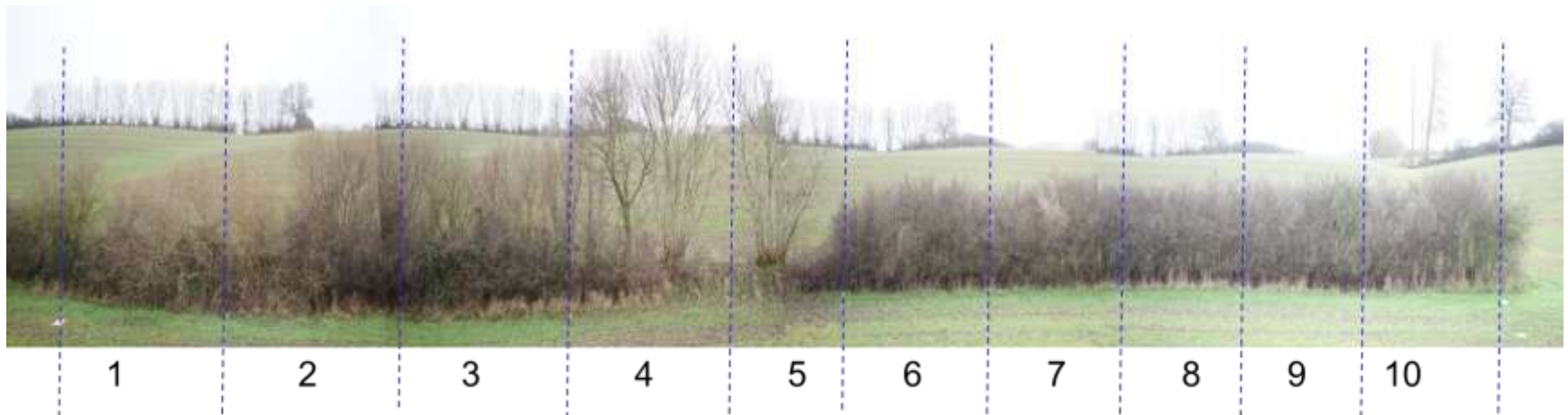


Versuchsdurchführung

Je Jahr 3 Knicks/SBGs mit 100 m langen Versuchsabschnitten à 10 m Segmente

Befliegung, manuelle Kartierung und Wiegen dieser Segmente

- Überlappende Fotos aus unterschiedlichen Perspektiven zu verschiedenen Zeiten (2 mal vor, 1 mal nach Knicken)
- Bestimmung von Arten, Größen und Alter
- Aufnahme Randparameter (Saum, Verbiss, Nutzung,...) und daraus abgeleitetem Naturschutzwert
- Ermittlung der Masse, Wassergehalt und Brennwert der Holzhackschnitzel
- Zentimetergenaues Einmessen mit RTK GPS zur Georeferenzierung



Versuchsdurchführung

Je Jahr 3 Knicks/SBGs mit 100 m langen Versuchsabschnitten à 10 m Segmente

Befliegung, manuelle Kartierung und Wiegen dieser Segmente

- Überlappende Fotos aus unterschiedlichen Perspektiven zu verschiedenen Zeiten (2 mal vor, 1 mal nach Knicken)
- Bestimmung von Arten, Größen und Alter
- Aufnahme Randparameter (Saum, Verbiss, Nutzung,...) und daraus abgeleitetem Naturschutzwert
- Ermittlung der Masse, Wassergehalt und Brennwert der Holzhackschnitzel



Ernte als Referenzmethode



Beim Knicken jeweils Haufen dem Segment zuordnen



Beim Hacken jeden Haufen wiegen
und Proben ziehen



Je Segment 3 Proben für
Trockenmasse, Asche und Brennwert

Ernte als Referenzmethode



Beim Knicken jeweils Haufen dem Segment zuordnen

Beim Hacken jeden Haufen im LKW zur Waage fahren (Tara) und Proben ziehen

Je Segment 3 Proben für
Trockenmasse, Asche und Brennwert

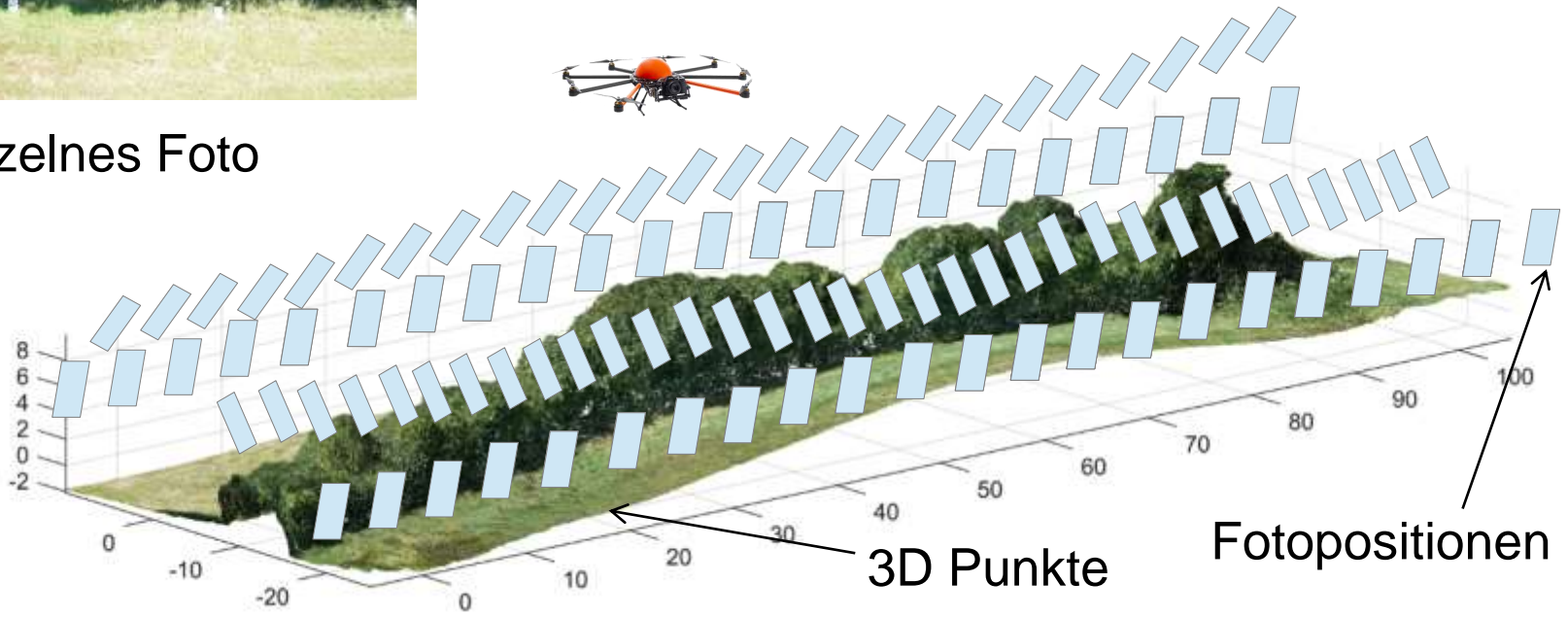




Drohnen Befliegung Structure from Motion (3D)



einzelnes Foto



Kameraauflösung 24 Megapixel, Pixelgröße auf Boden 6 mm, Anzahl Bilder etwa 600, Anzahl 3D Punkte etwa 1.000.000, Überlappung > 90 %, Befliegung: 2 mal vor und 1 mal nach Knicken

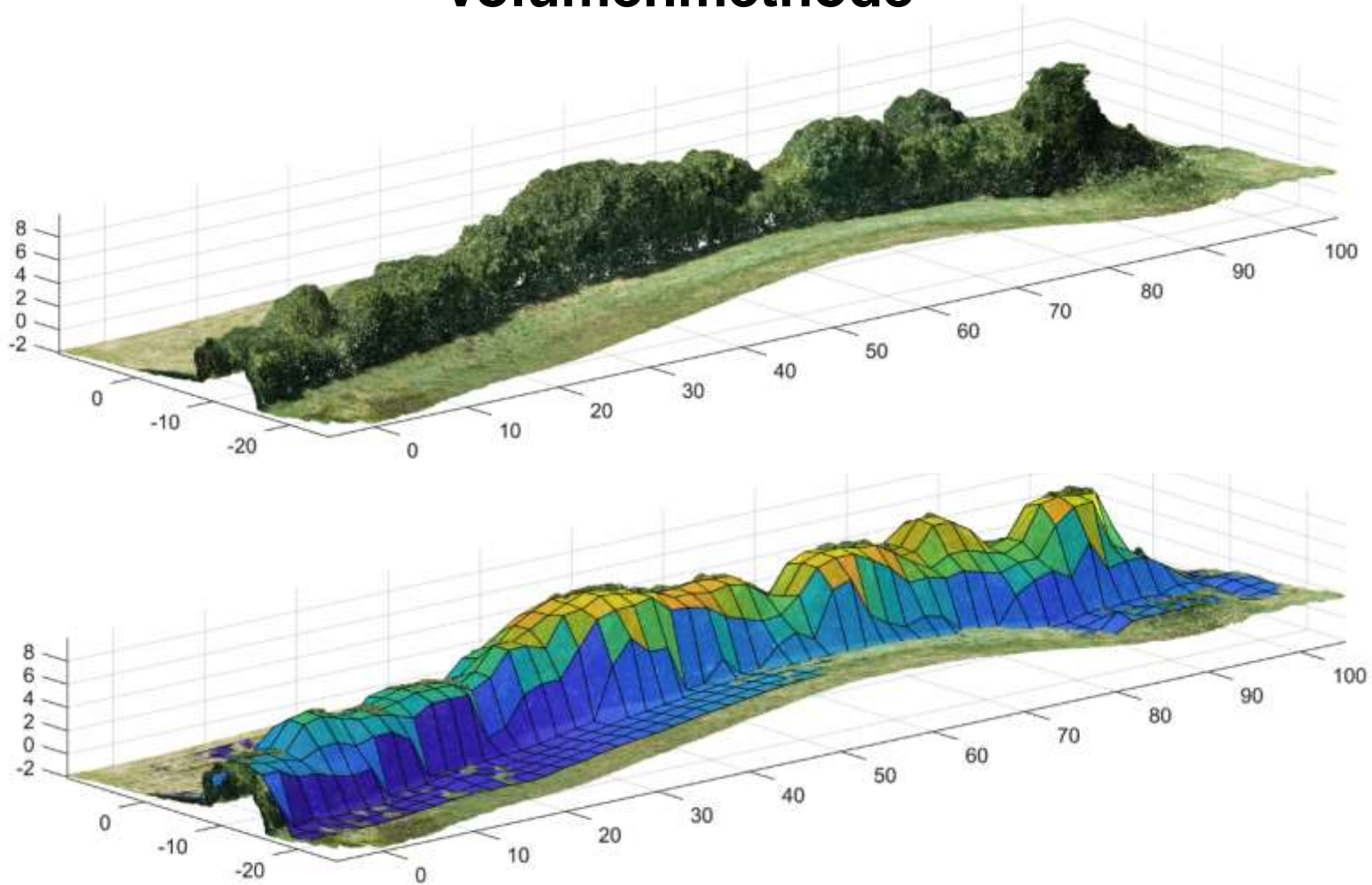
Kartierung

Drohne 3D

Luftbilder 2D

Experten

Volumenmethode

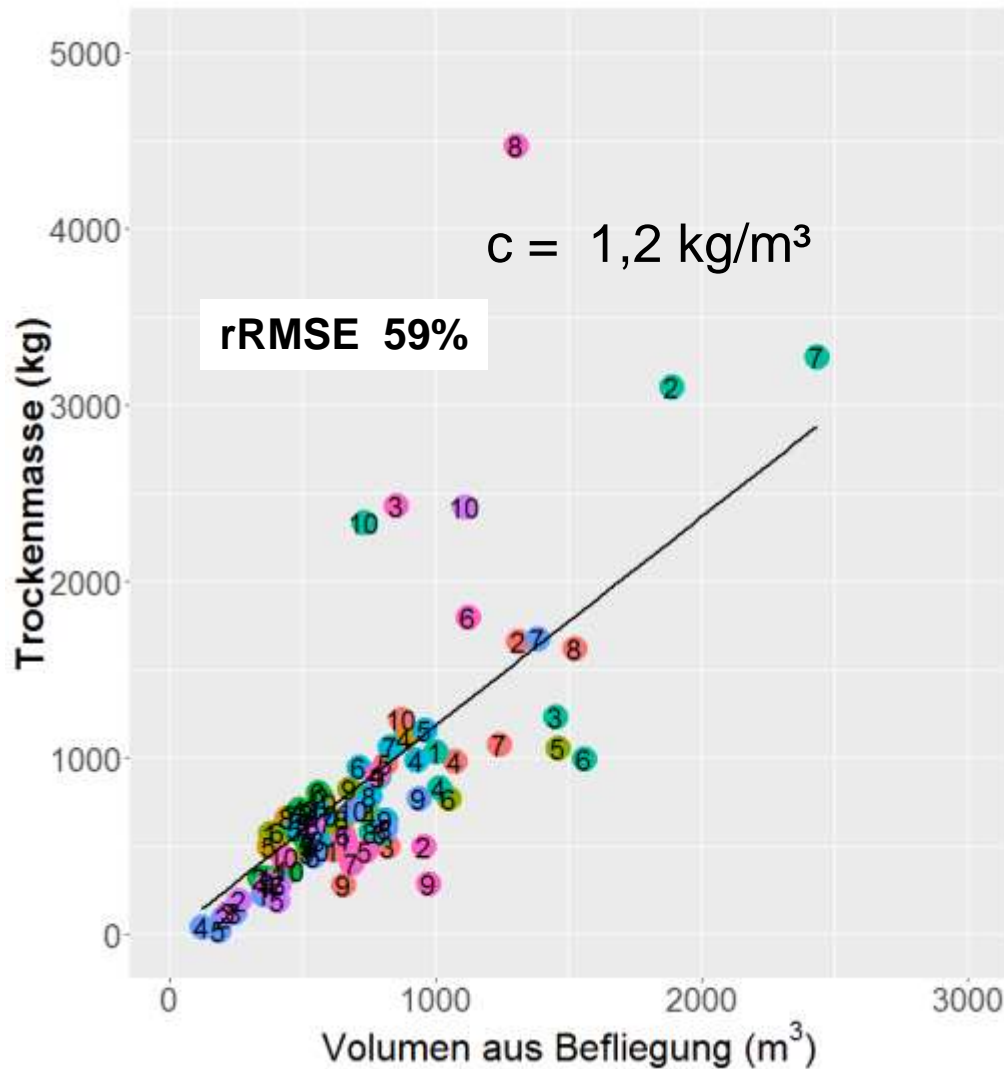


Kartierung

Drohne 3D

Luftbilder 2D

Experten



- Objekt
- Knick 1
 - Knick 2
 - Knick 3
 - Knick 4
 - Knick 5
 - Knick 6
 - Knick 7
 - Knick 8
 - Knick 9

Volumenmethode zur Ertragsabschätzung - Knicks

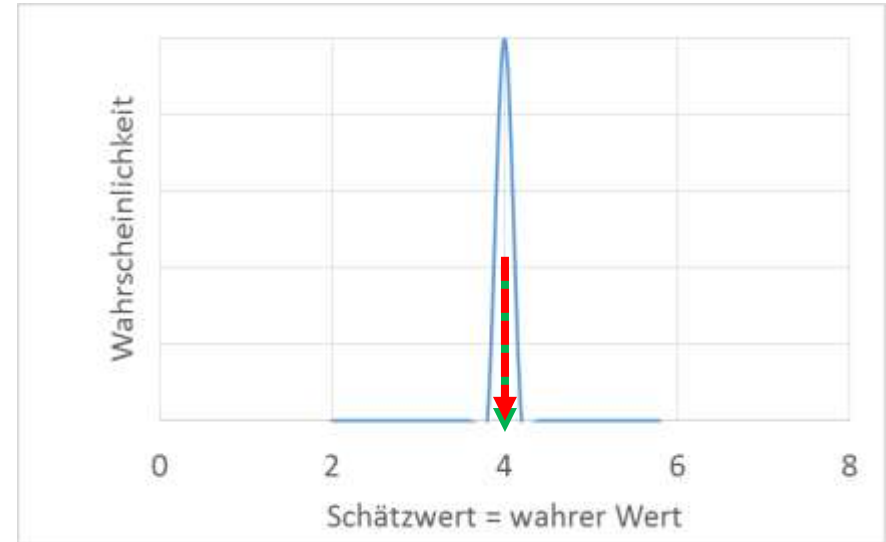
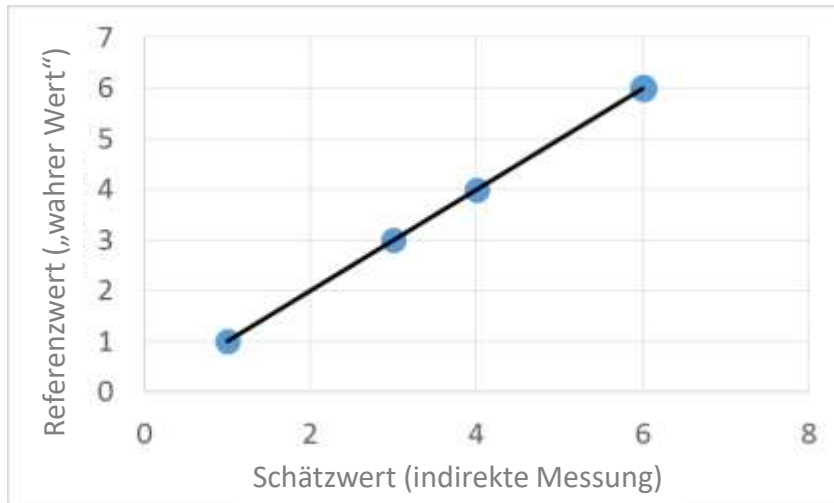
Holzmasse = $c \cdot \text{Volumen}$

$$\frac{\text{dry mass}}{\text{kg}} = 1.2 \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\text{m}^3}$$

Kurze Fehlerbetrachtung indirekter Messungen

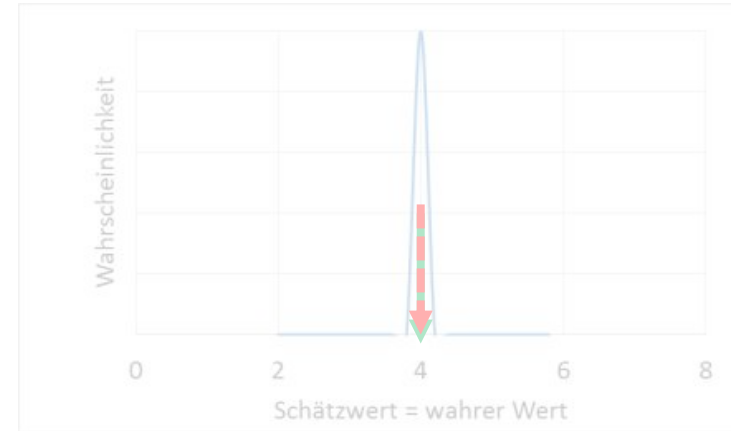
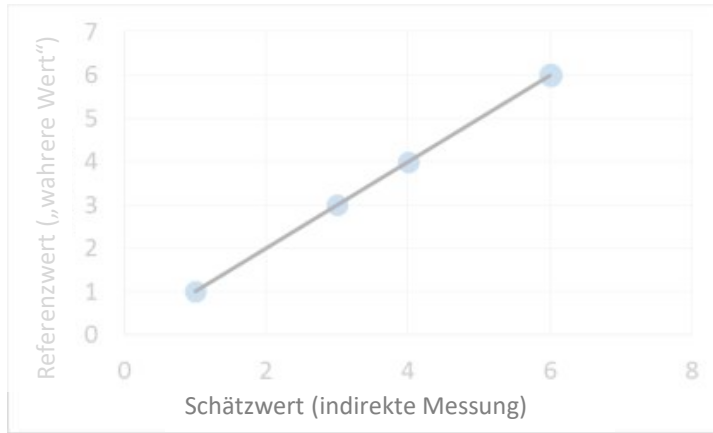
In der **Vergangenheit** war immer Schätzwert = Referenzwert

-> keinen Fehler in der **Zukunft**

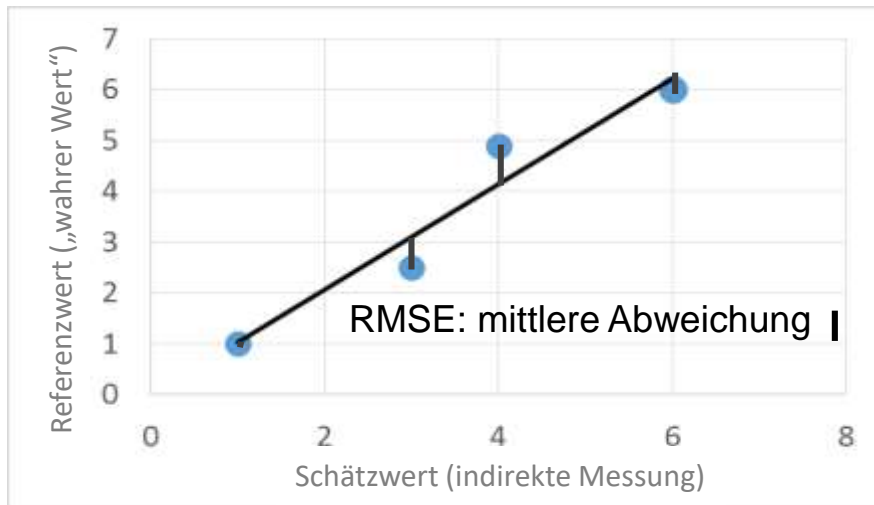


In c Kurze Fehlerbetrachtung indirekter Messungen

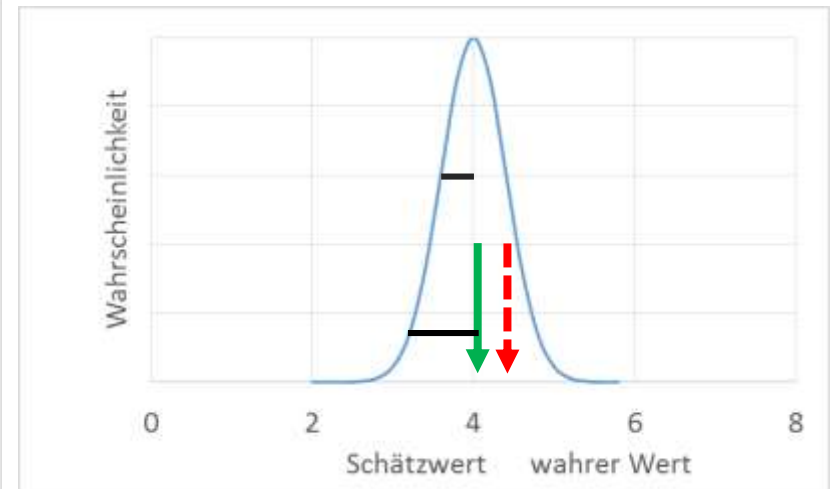
Schätzwert = Referenzwert



Schätzwert \neq Referenzwert
im Mittel z.B. 12 % „daneben“



mit 68 % Wahrscheinlichkeit ist
wahrer Wert = Schätzwert \pm RMSE —
mit 95 % Wahrscheinlichkeit ist
wahrer Wert = Schätzwert \pm 2 · RMSE —

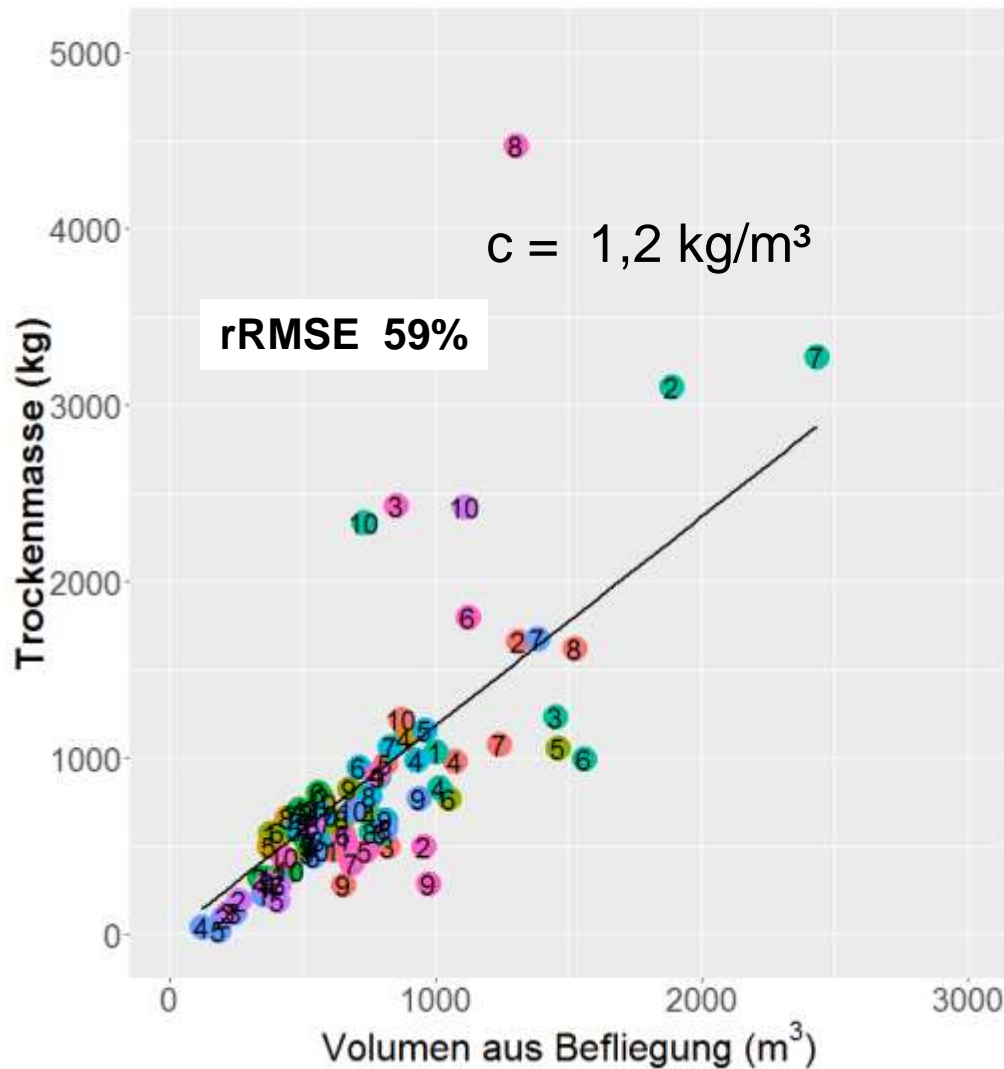


Kartierung

Drohne 3D

Luftbilder 2D

Experten



- Objekt
- Knick 1
 - Knick 2
 - Knick 3
 - Knick 4
 - Knick 5
 - Knick 6
 - Knick 7
 - Knick 8
 - Knick 9

Volumenmethode zur Ertragsabschätzung – Knicks

$$\text{Holzmasse} = c \cdot \text{Volumen}$$

$$\frac{\text{dry mass}}{\text{kg}} = 1.2 \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\text{m}^3}$$

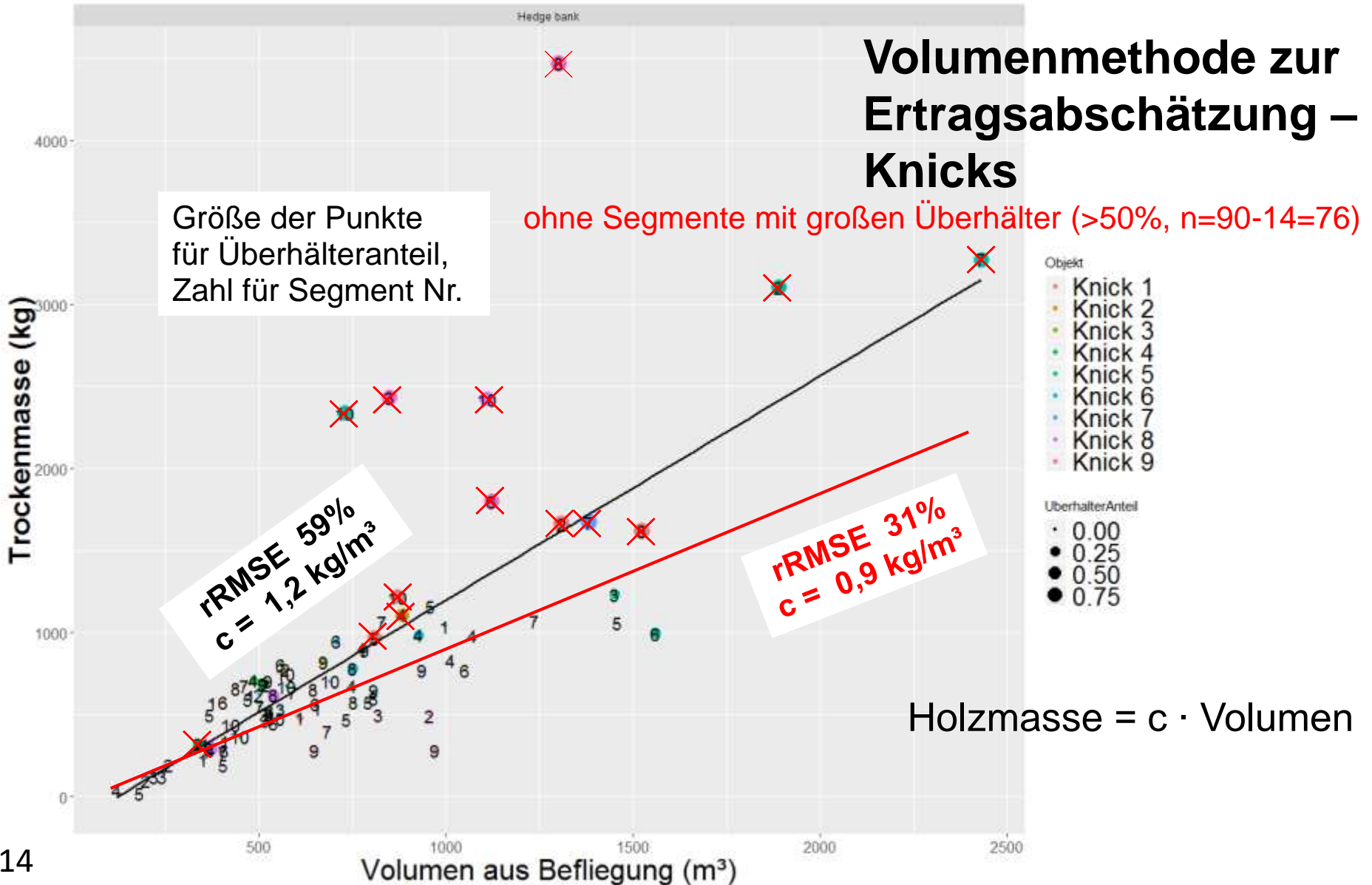
Kartierung

Drohne 3D

Luftbilder 2D

Experten

Volumenmethode zur Ertragsabschätzung – Knicks

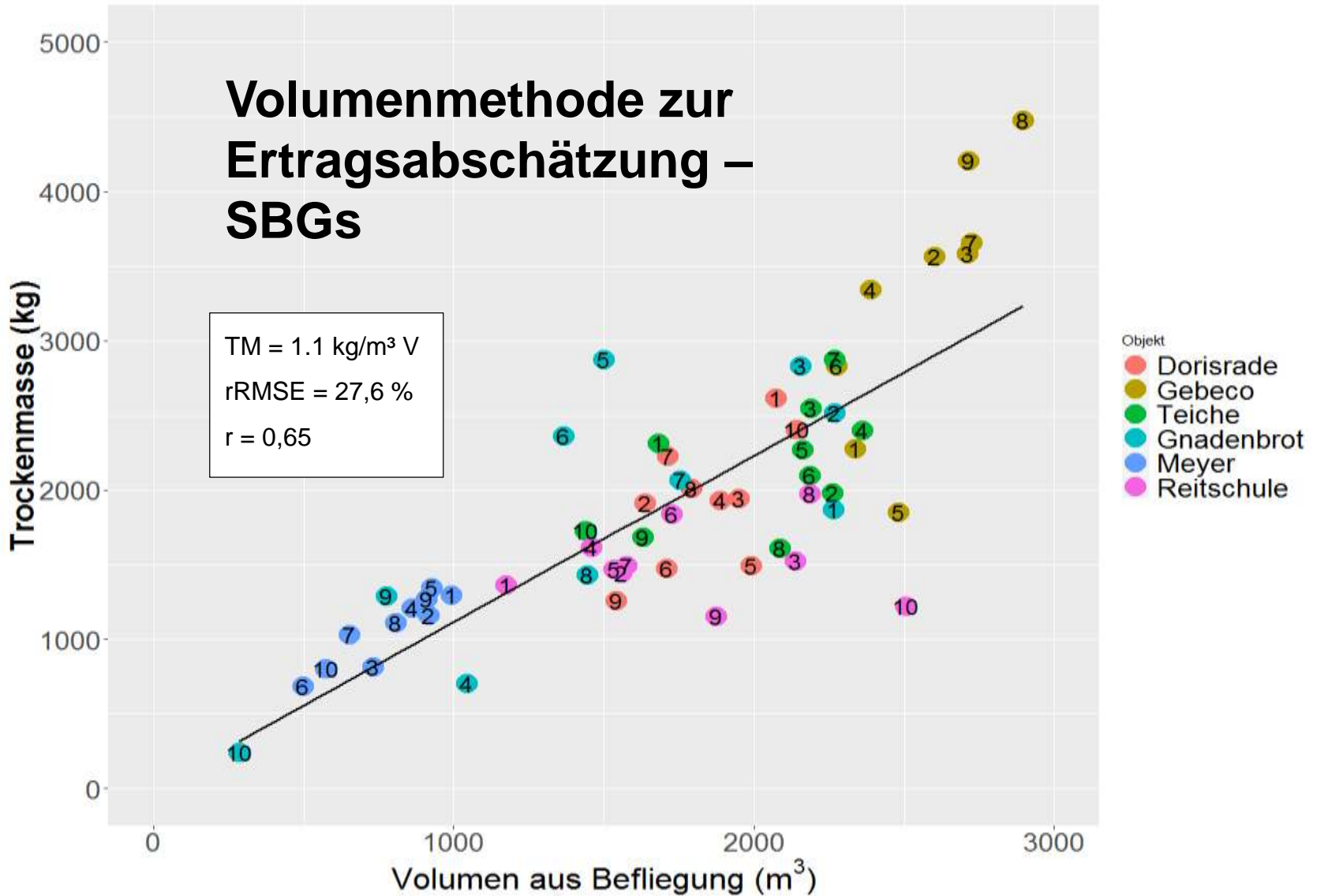


Kartierung

Drohne 3D

Luftbilder 2D

Experten



Fehler – Aufwand der Methoden

Methode	Typ	rRMSE für		Parameter	Zeitaufwand
		10 m	100 m		
Kartierung aller Bäume	9 Knicks	30%	10%	1,9 kg / BHD<10cm	20 h / 100 m
Allometrie	6 SBGs	20%		1,1 kg / BHD<10cm	25 h / 100 m
Volumen / SfM	9 Knicks	60%	15%	1,2 kg/m ³	5 h / 100 m + 2 d CPU
3D Befliegung	6 SBGs	30%	15%	1,2 kg/m ³	5 h / 100 m + 2 d CPU
Fläche / 2D Luftbilder mit Alter	9 Knicks	75%	40%	0,5 kg/(m ² a)	1 h / 100 m
	6 SBGs	35%	25%	0,4 kg/(m ² a)	1 h / 100 m
Schätzen / Experte	3 Knicks	60%	25%	190 kg TM/m ³ HHS frisch	0,5 h / 100 m
	3 SBGs	30%	10%	0,65 kg TM/kg FM	0,5 h / 100 m

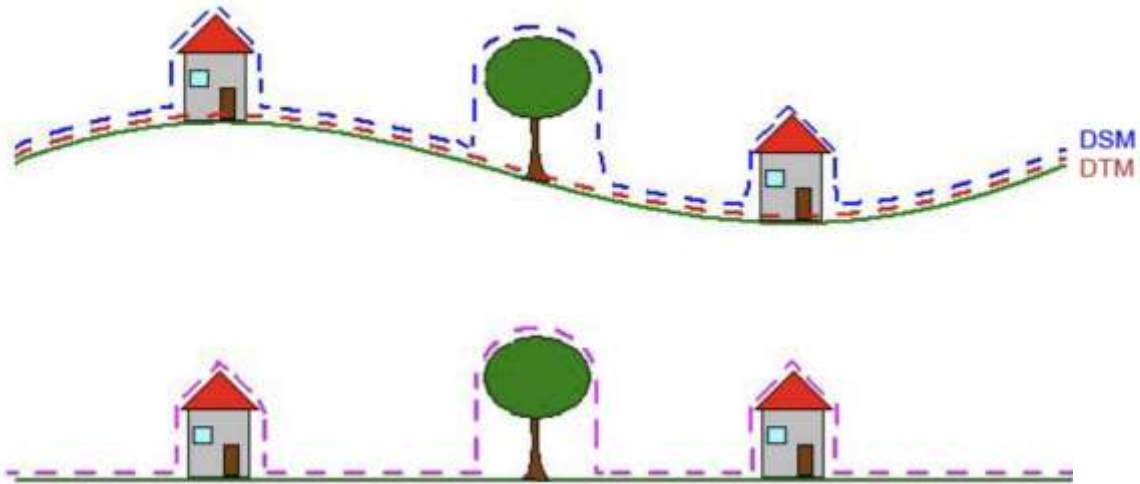
Fehler

Aufwand



Anstatt Befliegung: vorhandene Geodaten

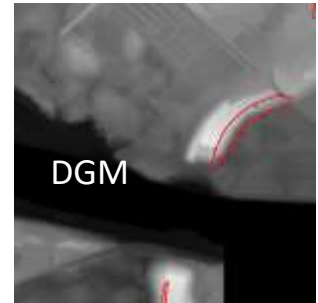
Flächen aus Digitalen Orthophotos DOP
Gehölzvolumen aus digitalen Höhendaten



DOM (*DSM*): Digitales Oberflächenmodell

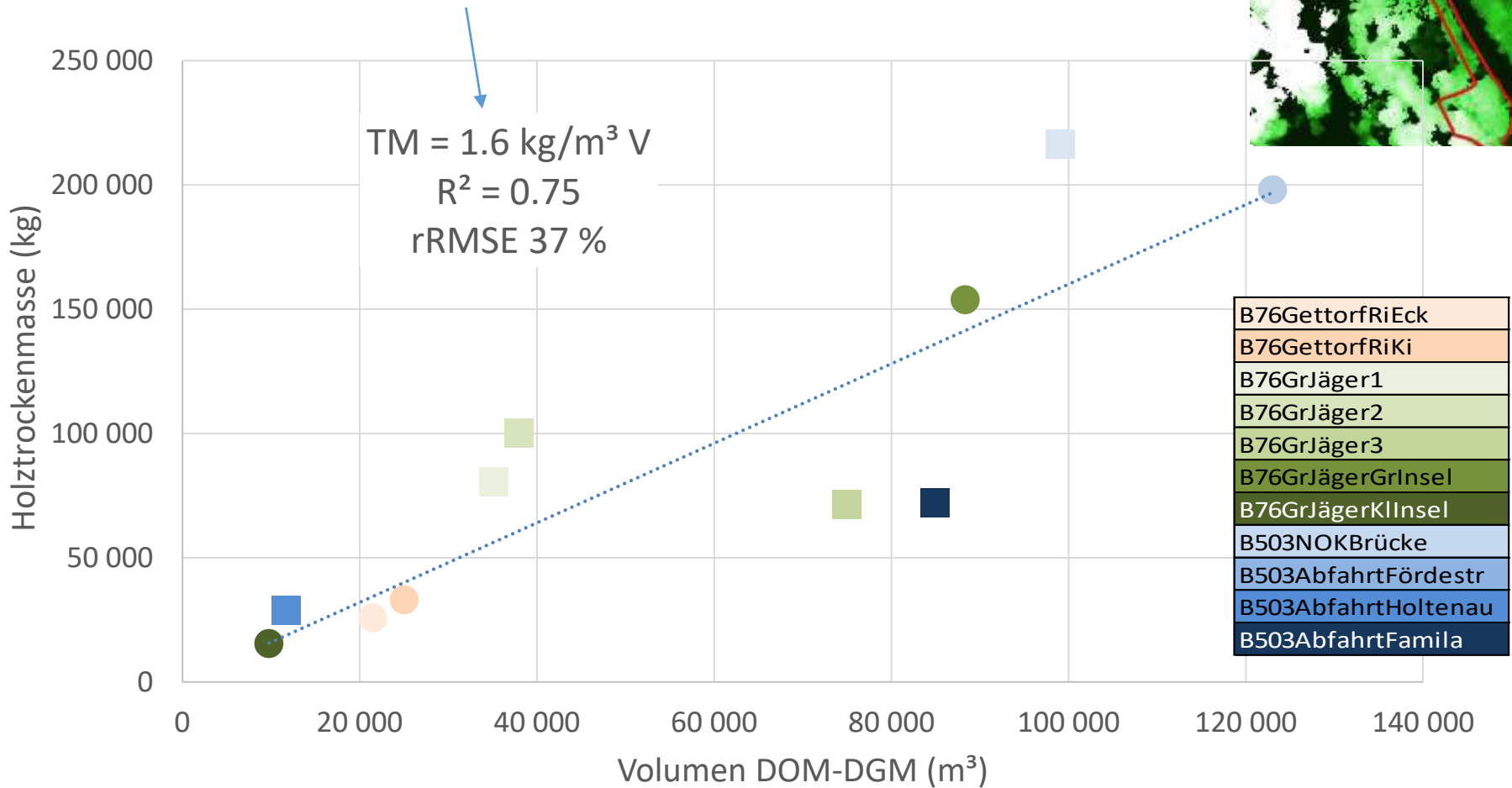
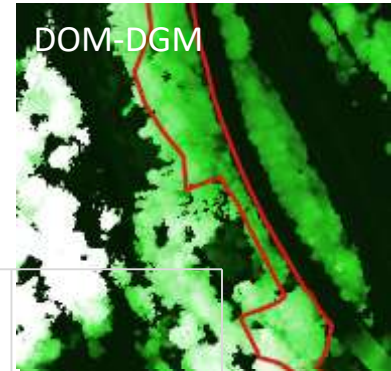
DGM (*DTM*): Digitales Geländemodell

DOM - DGM:
Baum- und Gebäudehöhen



Volumenmethode: DOM-DGM – SBGs

Problem: bis jetzt im Bereich Kiel nur Daten aus 4/2019 mit unbelaubten Bereichen



Fehler – Aufwand der Methoden

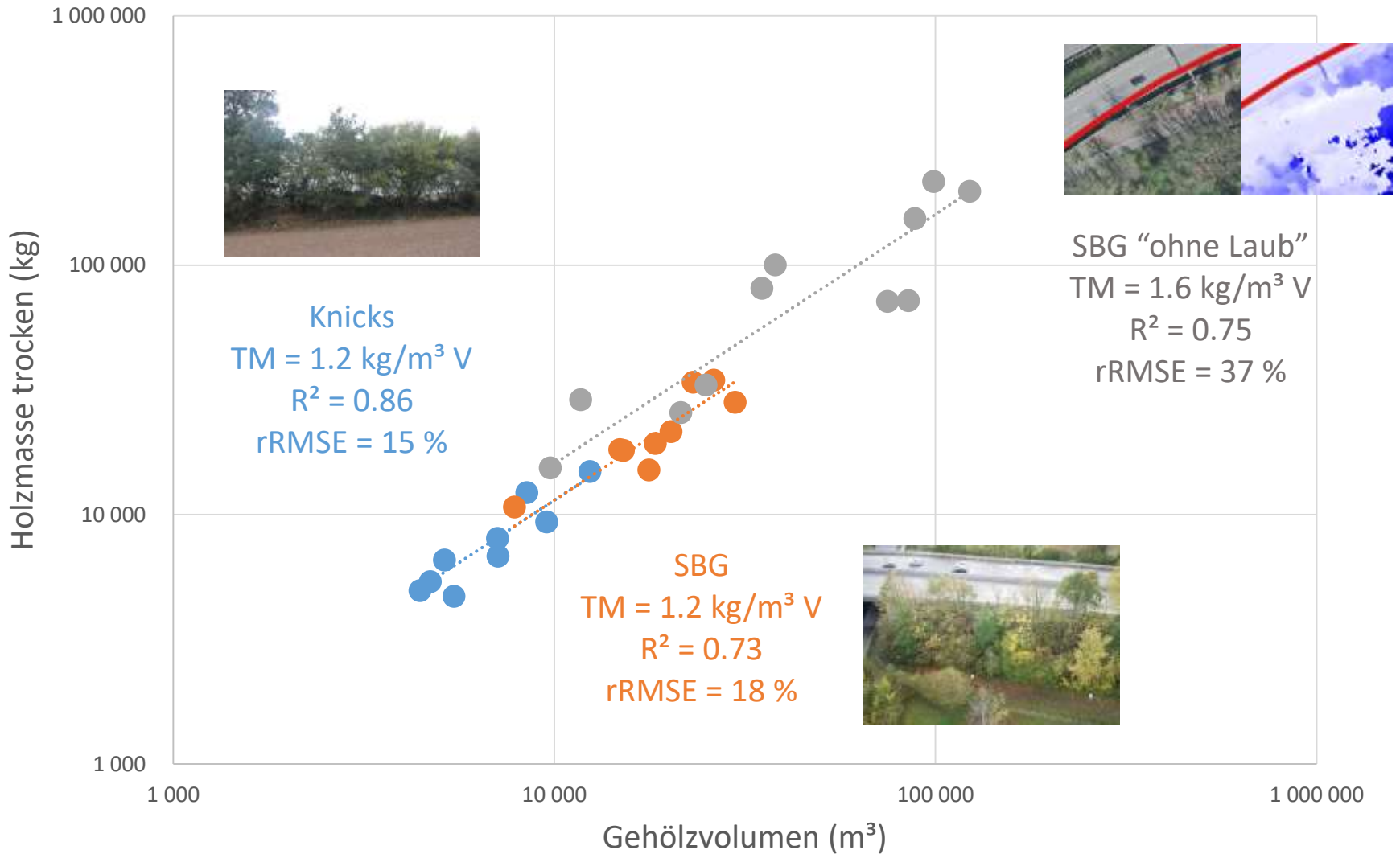
Methode	Typ	rRMSE für		Parameter	Zeitaufwand
		10 m	100 m		
Kartierung aller Bäume	9 Knicks	30%	10%	1,9 kg / BHD<10cm	20 h / 100 m
Allometrie	6 SBGs	20%		1,1 kg / BHD<10cm	25 h / 100 m
Volumen / SfM	9 Knicks	60%	15%	1,2 kg/m ³	5 h / 100 m + 2 d CPU
3D Befliegung	6 SBGs	30%	15%	1,2 kg/m ³	5 h / 100 m + 2 d CPU
Volumen / Geodaten	11 SBGs	-	40%	1,6 kg/m ³	0,5 h / km ²
Fläche / 2D Luftbilder mit Alter	9 Knicks	75%	40%	0,5 kg/(m ² a)	1 h / 100 m
	6 SBGs	35%	25%	0,4 kg/(m ² a)	1 h / 100 m
Schätzen / Experte	3 Knicks	60%	25%	190 kg TM/m ³ HHS frisch	0,5 h / 100 m
	3 SBGs	30%	10%	0,65 kg TM/kg FM	0,5 h / 100 m

Fehler

Aufwand



Volumenmethode aller untersuchten Objekte > 100 m



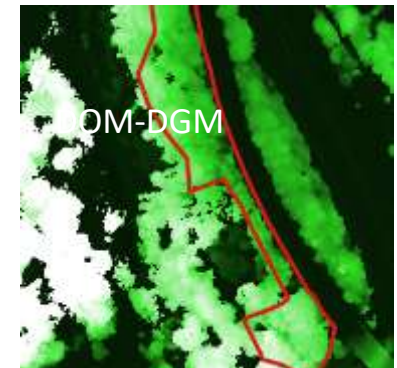
Fazit zur Volumenmethode

- Drohne und SfM Algorithmus gut geeignet, um 3D Modell und damit Volumen von belaubten Gehölzen zu erhalten; günstigere „Consumer“-Drohne liefert vergleichbare Ergebnisse.
- Gehölzvolumen ist im Gegensatz zur Gehölzfläche relativ eng mit Holztrockenmasse korreliert – unabhängig von Artenzusammensetzung, Alter und Breite.



Ausblick auf andere Regionen und Jahre

- Faustformel „1,2 kg/m³“: Übertragbarkeit auf andere Regionen ist wahrscheinlich gegeben (Tests).
- Zeiteffiziente Geodatenanalyse („DOM-DGM“) beim belaubten Zustand (Aufnahmedatum Mai-November) sollte Gehölzvolumen realistisch beschreiben.



CHRISTIAN - ALBRECHTS - UNIVERSITÄT



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

