

Empirical investigation of a stochastic model based on intensity values for terrestrial laser scanning

Tomke Lambertus^{1,2}, David Belton¹ & Petra Helmholz¹

¹ Curtin University Perth, Australien; ² Jade Hochschule Oldenburg;

16. Oldenburger 3D-Tage, 2. Februar 2017

Surveying Expedition, Western Australia 2016



Auf dem Weg...



Geländeaufnahme



Das Team



Dank an die Sponsoren
und Mentoren der
Surveying Expedition!

Surveying Expedition, Western Australia 2016



In diesem Beitrag...

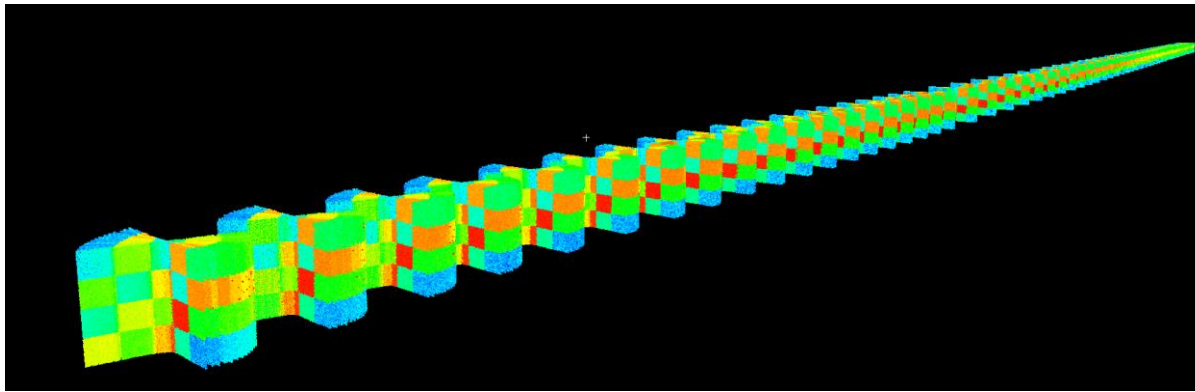
- Vorstellung der empirischen Untersuchungen
- Auswertung und Ergebnisse
- Stochastische Modellierung für den Leica C10 Laserscanner
- Einfluss der Scangeometrie
- Zusammenfassung und Ausblick



Leica C10

Empirische Untersuchung

- Distanzen von 1 m bis 50 m in 1 m-Intervallen (und kürzer)
 - Auftreffwinkel von 0° bis 80° in 5°-Intervallen
 - 20 Segmente pro Scan von Weiß zu Schwarz (~10x10 cm)
- ca. 1.000 Scans und 20.000 verschiedene Aufnahmevariationen



Kombinierte Punktwolke



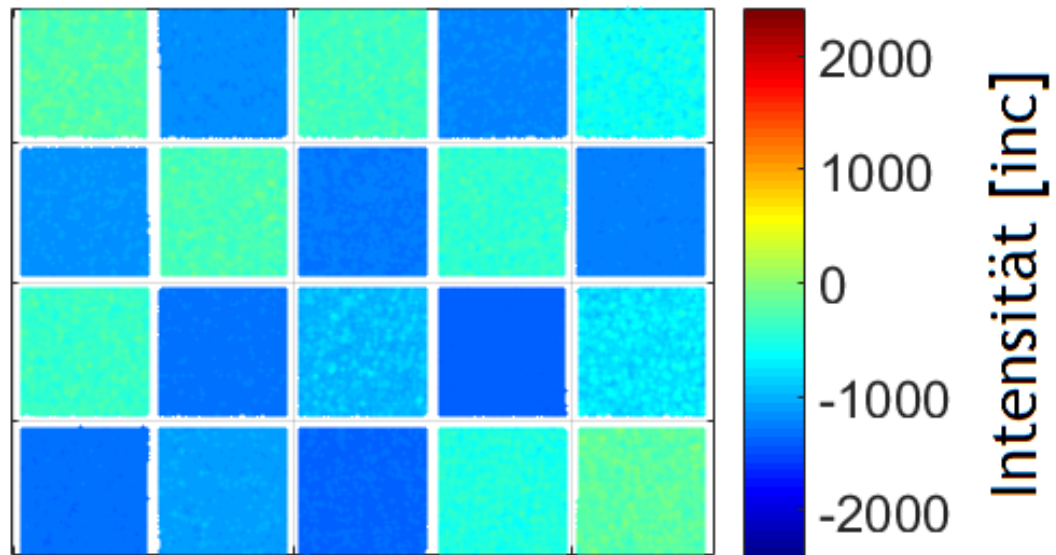
Verwendete Zieltafel

Empirische Untersuchung

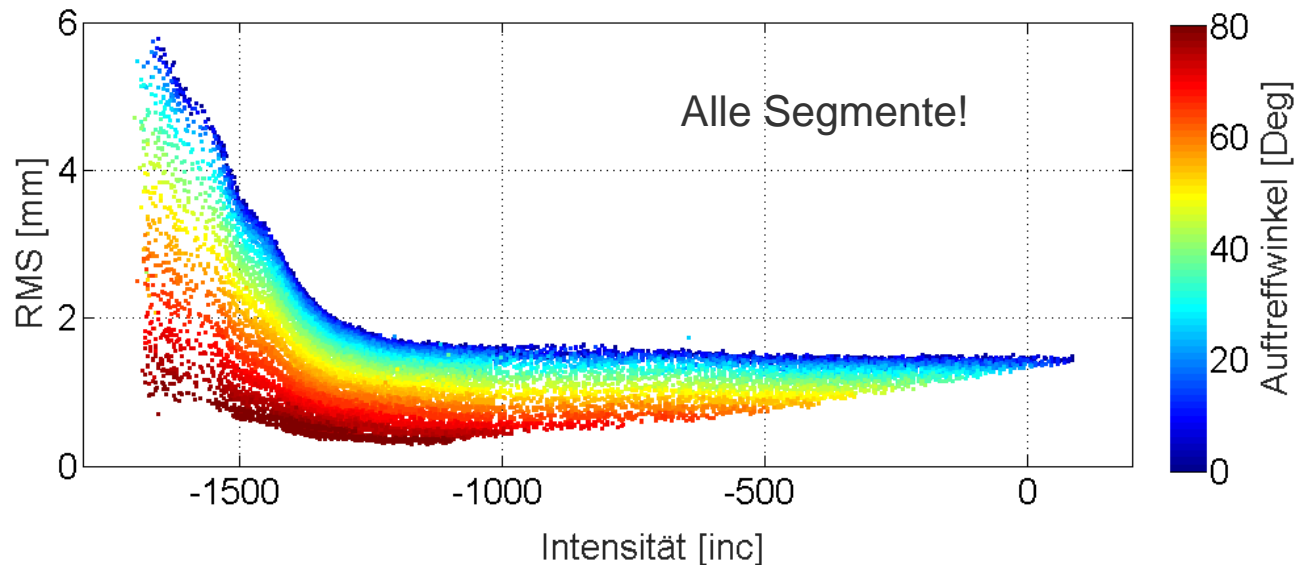
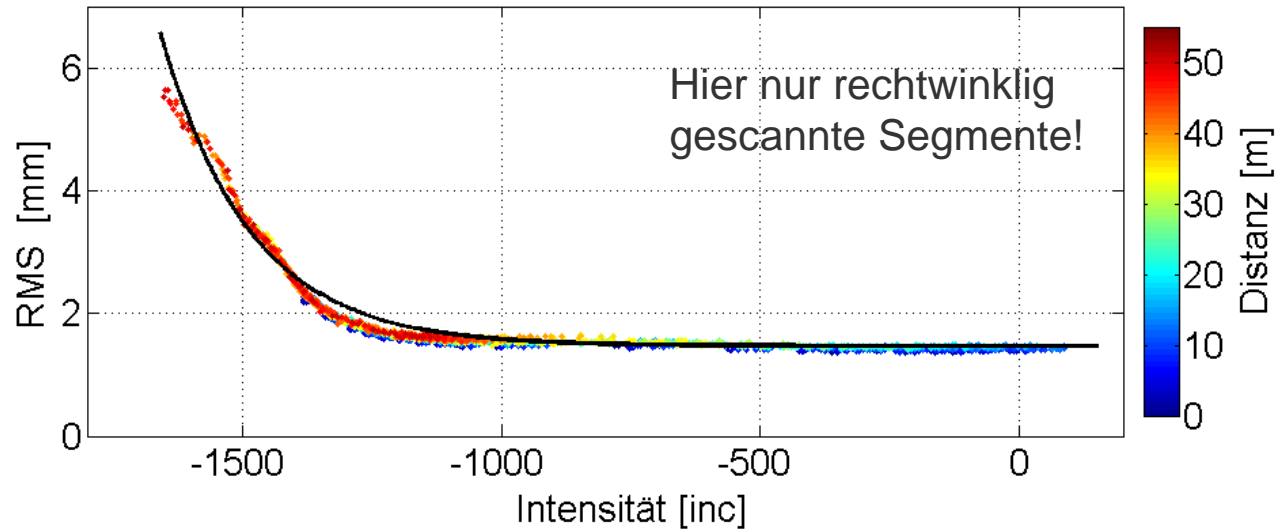
- Aufteilung der Zieltafel in einzelne Segmente
- Ebenenschätzung pro Segment
- Daten zur Auswertung pro Segment:
 - Mittlere Intensitätswert und deren Standardabweichung
 - RMS aus Ebenenschätzung
 - Mittlere Distanz und Auftreffwinkel
 - Anzahl Punkte

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_{Dist_i}^2}{n}}$$

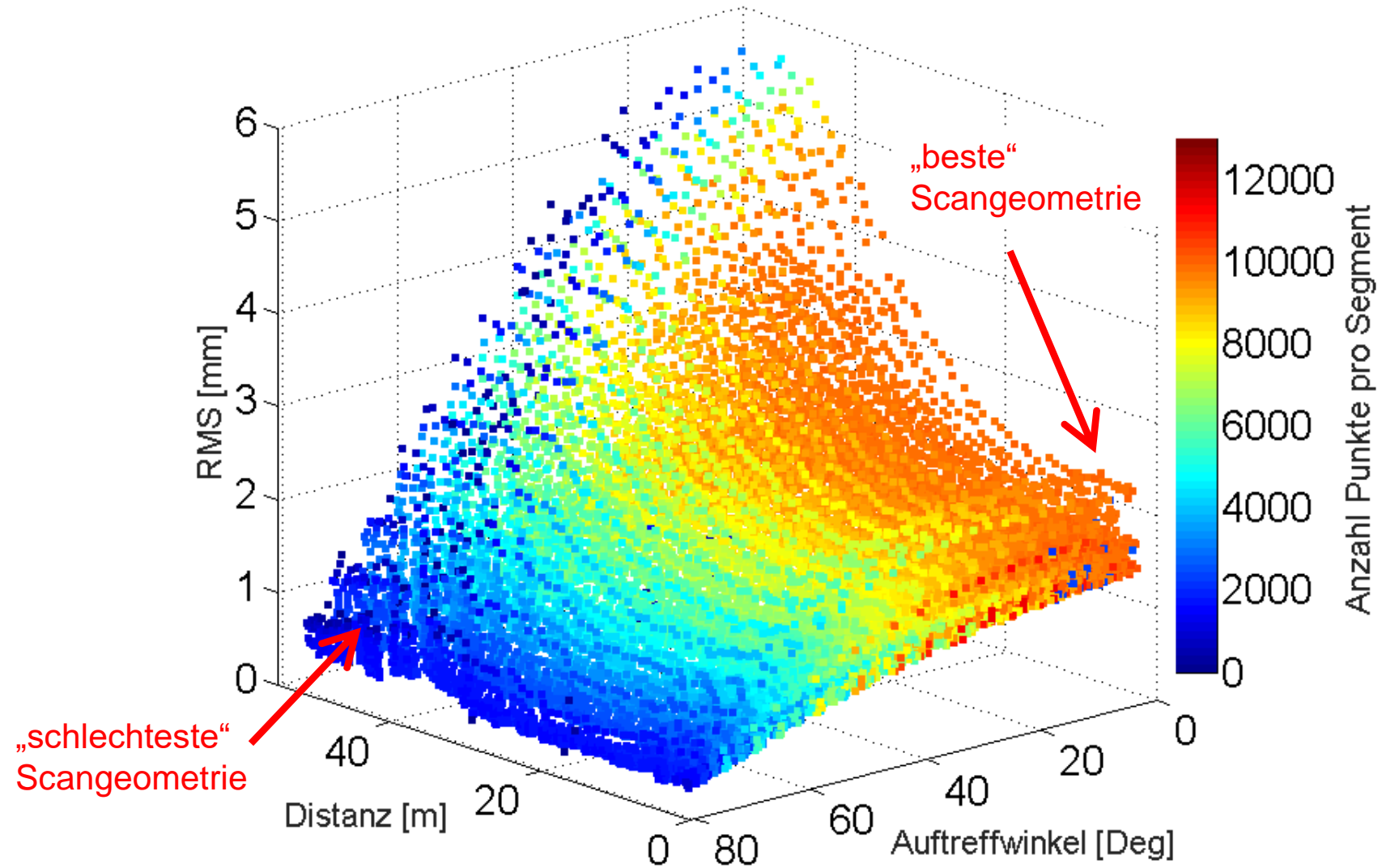
Mit orthogonalem Punktabstand v_{Dist} zur Ebene für n Punkte pro Segment



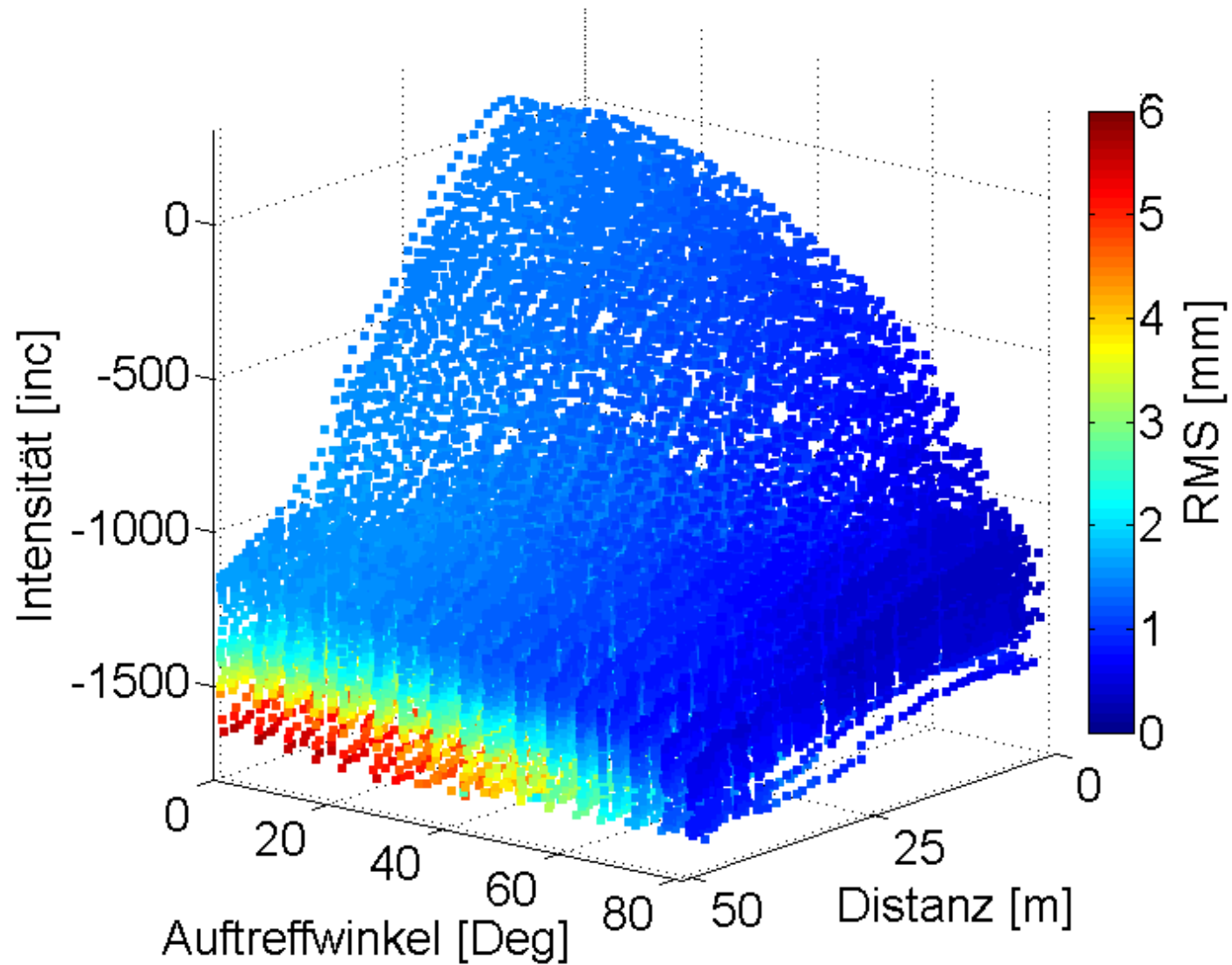
Stochastische Modellierung



Stochastische Modellierung

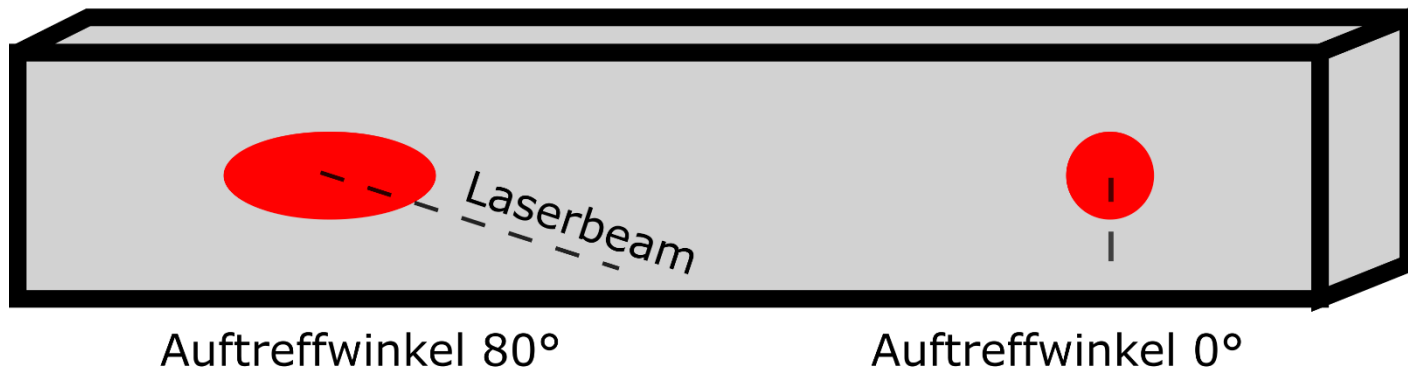


Stochastische Modellierung

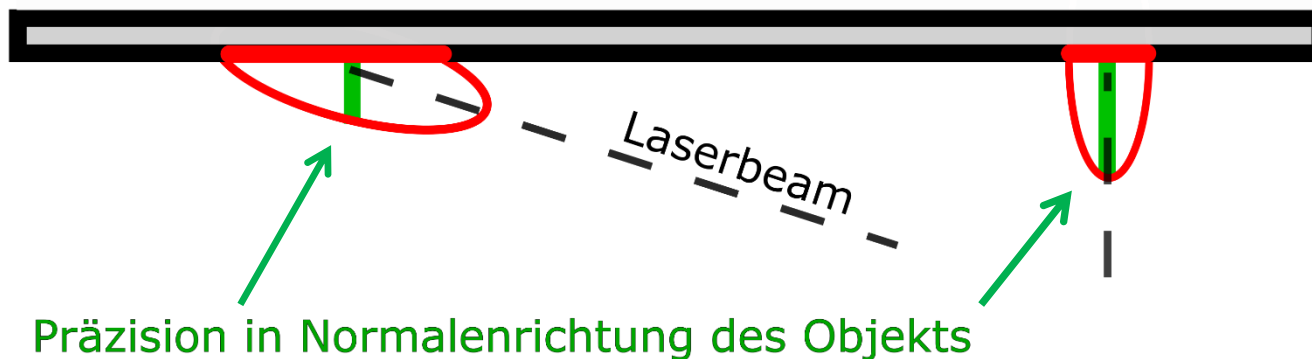


Einfluss der Scangeometrie

Blick von vorne (Footprints)

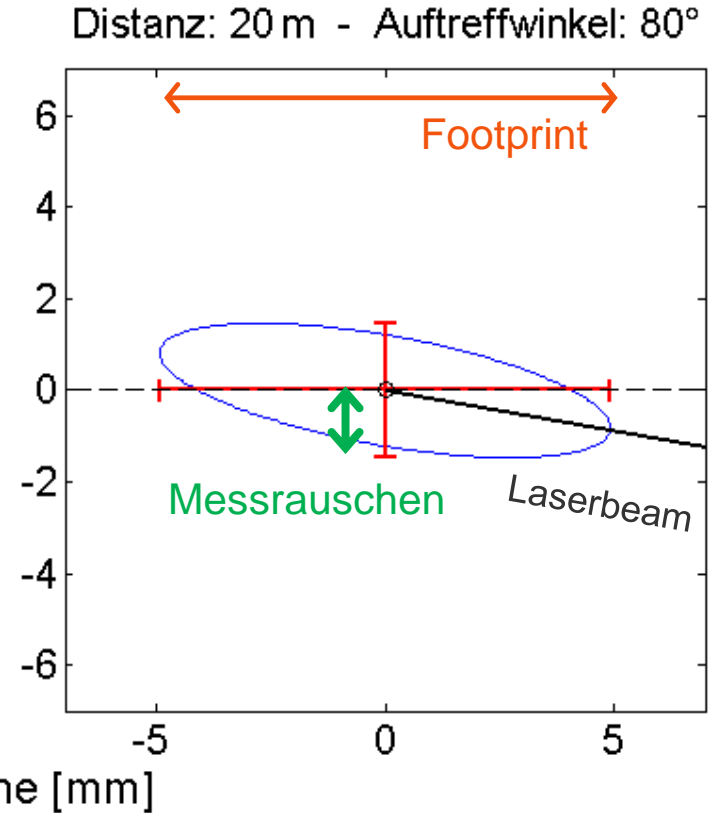
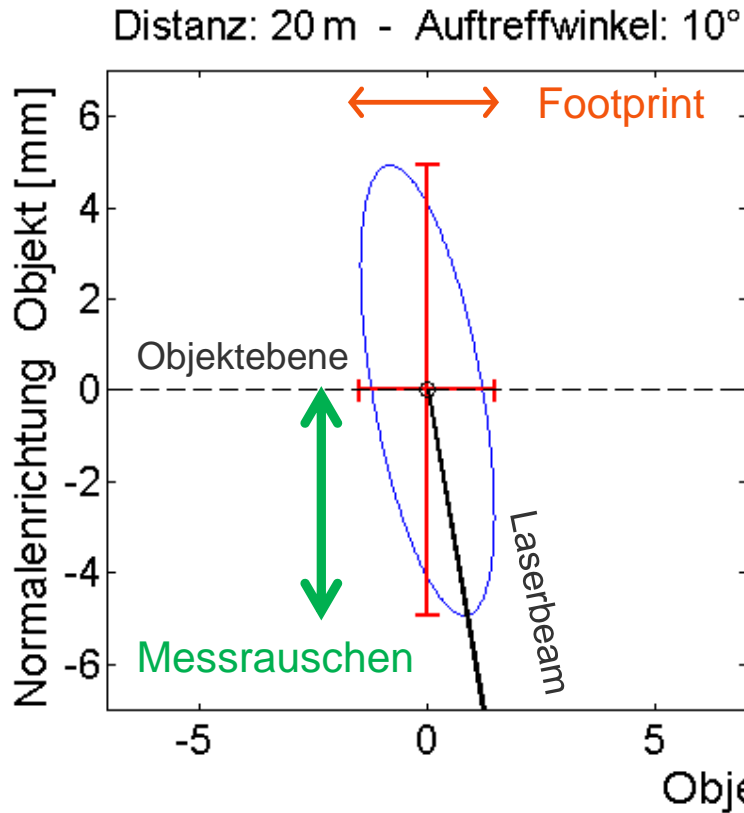


Blick von oben (Fehlerellipse)



- Scangeometrie beeinflusst die Präzision einzelner Punkte in einer bestimmten Richtung, z. B. in Objektnormale

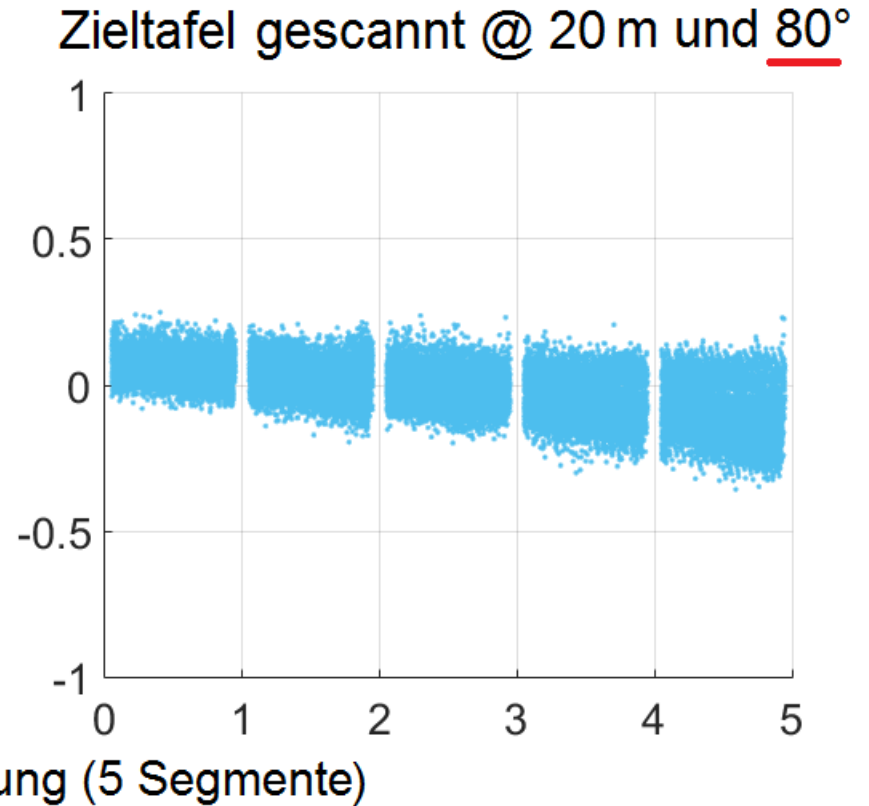
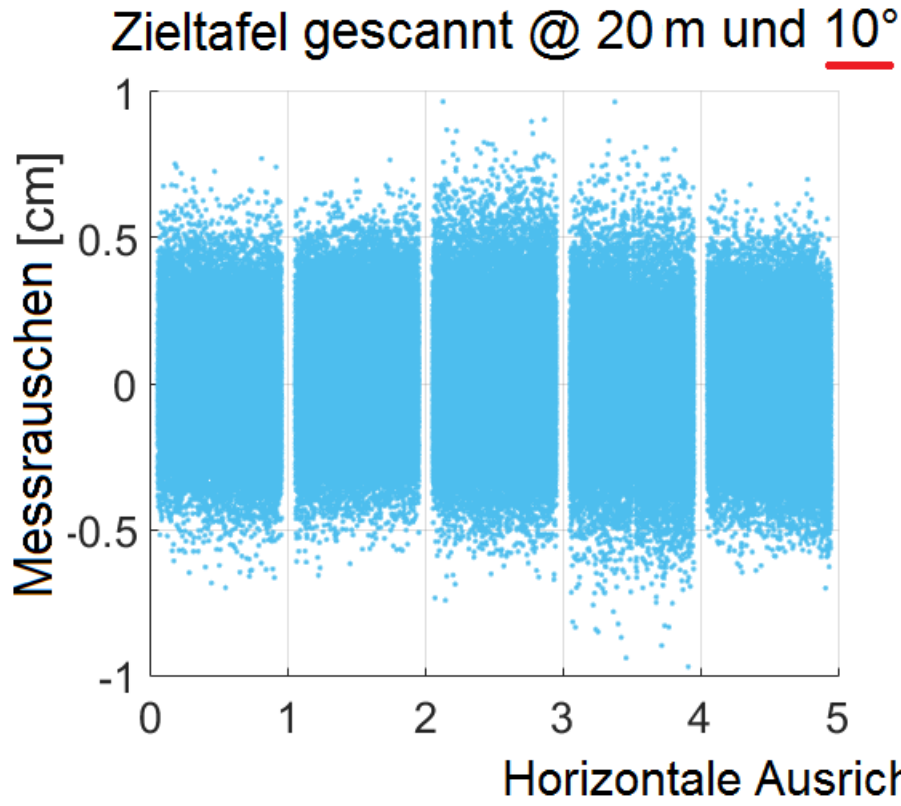
Messunsicherheit beim Einzelpunkt



Annahme Winkelgenauigkeit: 12“
und Streckengenauigkeit: 4 mm

nach BAE et al. 2007

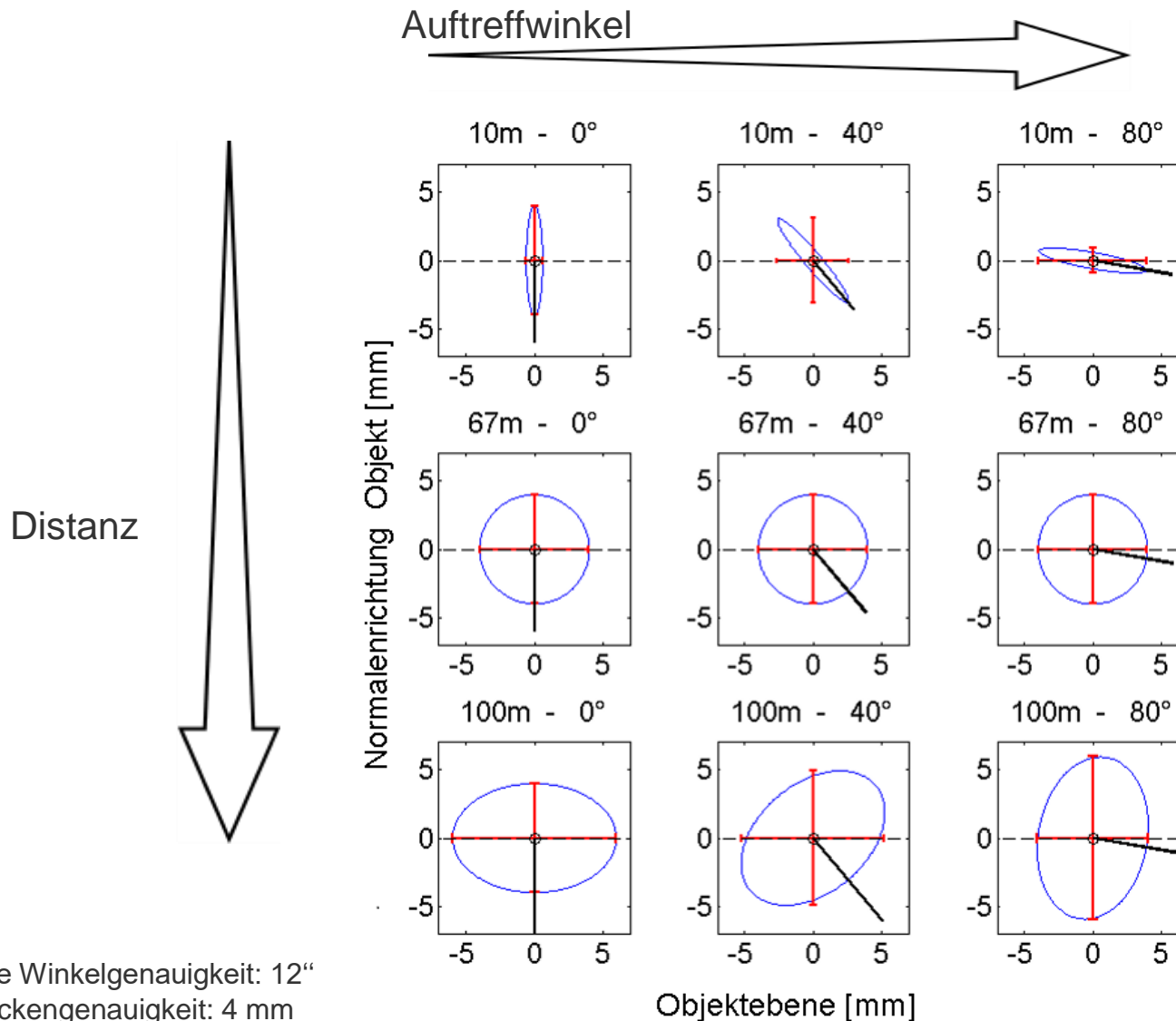
Messrauschen im Experiment



Bestätigt zuvor berechnetes Messrauschen



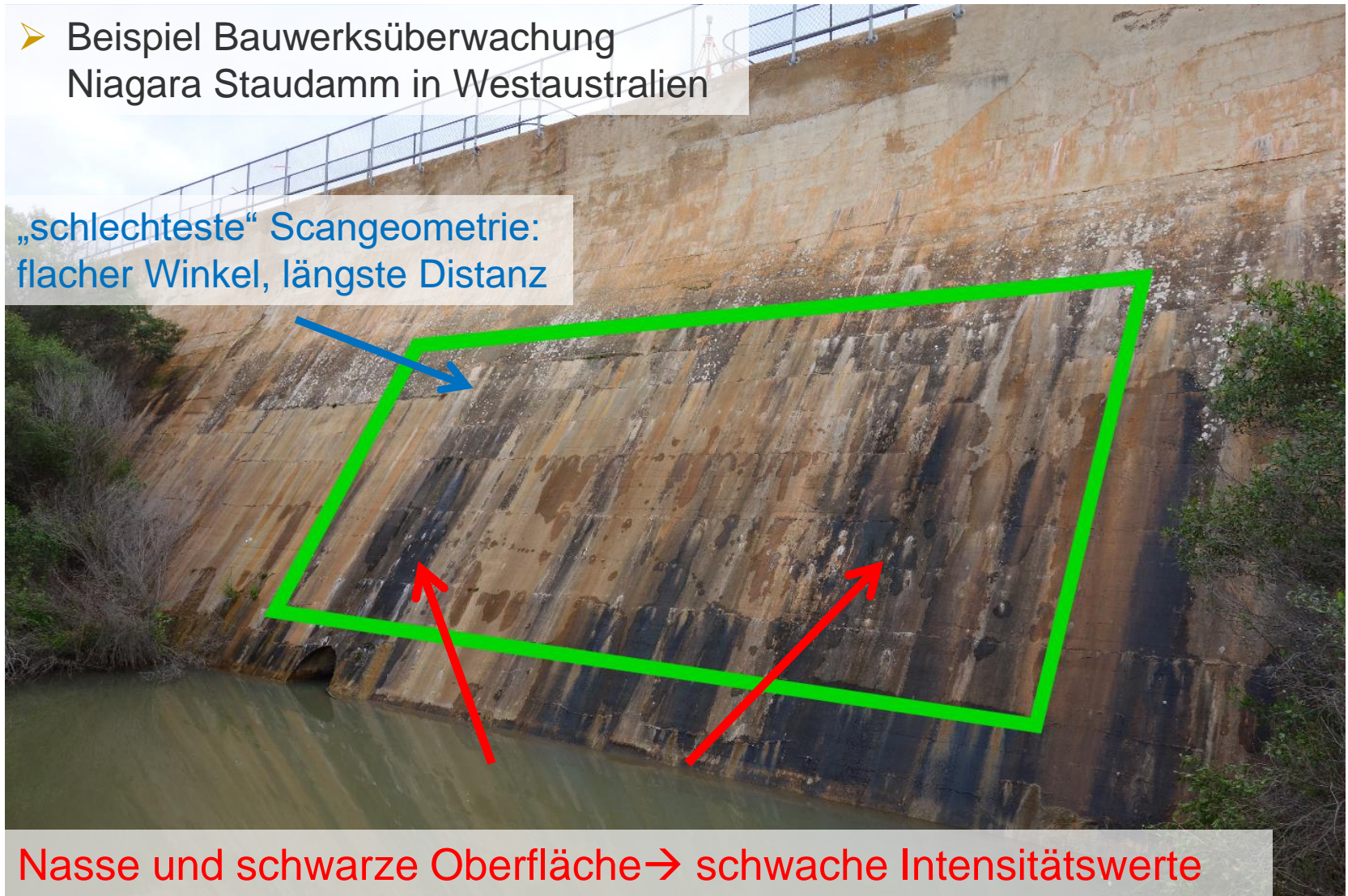
Messunsicherheit beim Einzelpunkt



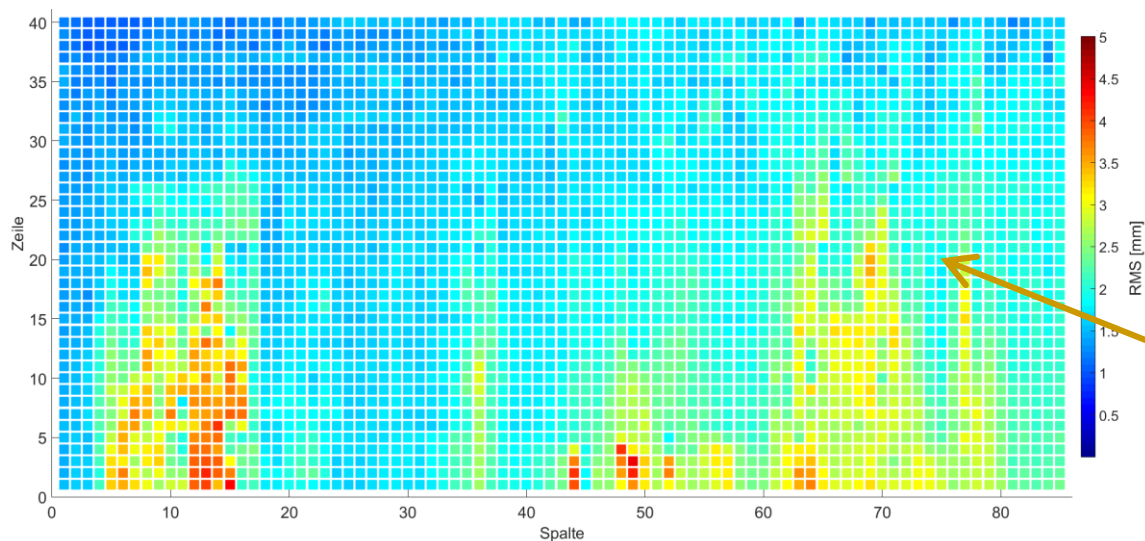
Gültigkeit in der realen Welt?

- Beispiel Bauwerksüberwachung
Niagara Staudamm in Westaustralien

„schlechteste“ Scangeometrie:
flacher Winkel, längste Distanz

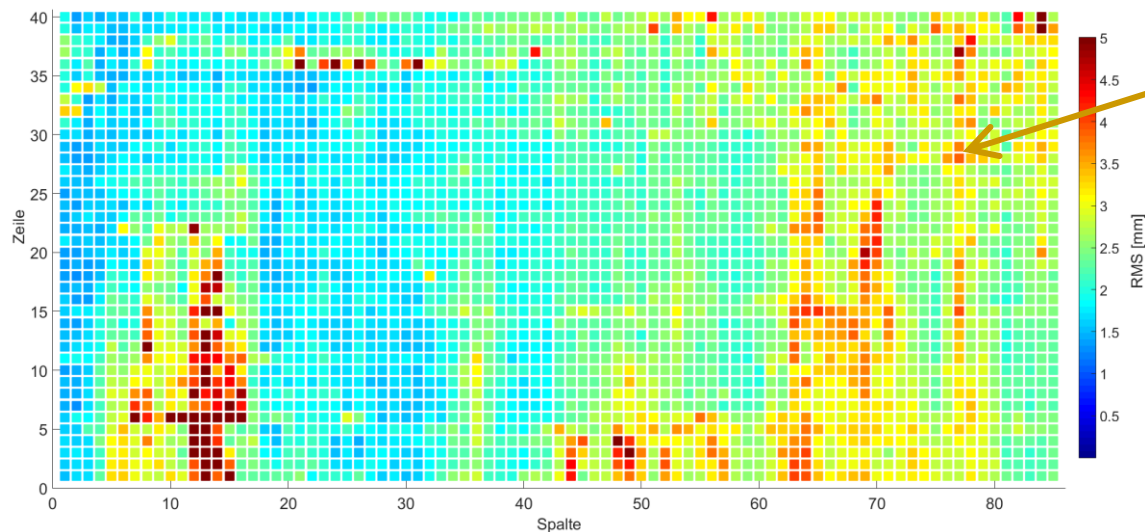


Gültigkeit in der realen Welt?



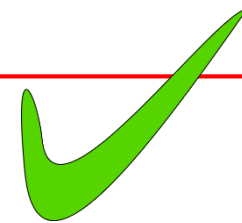
- Beispiel Bauwerksüberwachung
Niagara Staudamm in
Westaustralien
- 8.5 x 4 m -Ausschnitt
- Eingeteilt in ein 10x10 cm -Raster

a priori Präzision (RMS) abgeleitet
aus Intensitätswerten & Winkel



Tatsächliche erreichte RMS aus
Best Plane Fit mittels PCA,
direkt abgeleitet aus Rohdaten

Intensitätswerte als Prädiktor
für Präzision?



Zusammenfassung

- Intensitätswerte sind aussagekräftig für die Präzision der Streckenmessung, die Schlüsselkomponente oder Elementarbeobachtung in TLS
- Einflüsse von Oberflächeneigenschaften (Farbe, Material, Feuchtigkeit) auf die Präzision der Streckenmessung beeinflussen gleichermaßen auch die Intensitätswerte
- Präzisionsinformationen werden repräsentativ in einer Messgröße für jeden Punkt zusammengefasst
- Komplexe Einzelmodellierung aller möglichen Fehlereinflüsse ist nicht nötig
- Vorgestelltes Experiment bestätigt die Gültigkeit des stoch. Modells für den 1D-Fall von WUJANZ et al., Oldenburger 3D-Tage 2017
- Scangeometrie sollte dennoch berücksichtigt werden, die Präzision in Objektnormalenrichtung ist abhängig vom Auftreffwinkel und kann sich ggf. bei flachen Auftreffwinkeln verbessern

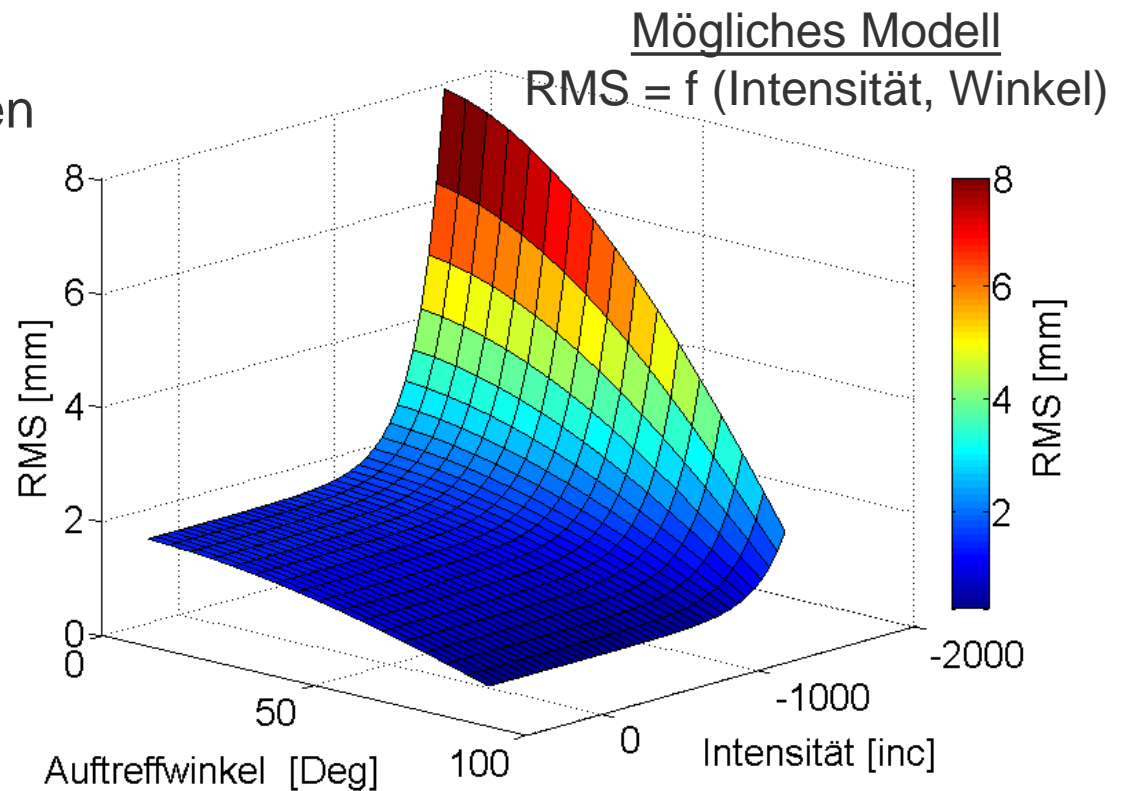
Ausblick

➤ Kombiniertes stochastisches Modell:

- Intensitätswert weiterhin als Basis
- Zusatzparameter „Winkel“ für Präzisionsbestimmung in gewünschter Richtung

➤ Allgemeingültigkeit prüfen

- Übertragung auf andere Laserscanner Modelle



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Empirical investigation of a stochastic model based on intensity values for terrestrial laser scanning

Tomke Lambertus: tomke.lambertus@student.jade-hs.de
David Belton: d.belton@curtin.edu.au
Petra Helmholz: petra.helmholz@curtin.edu.au