

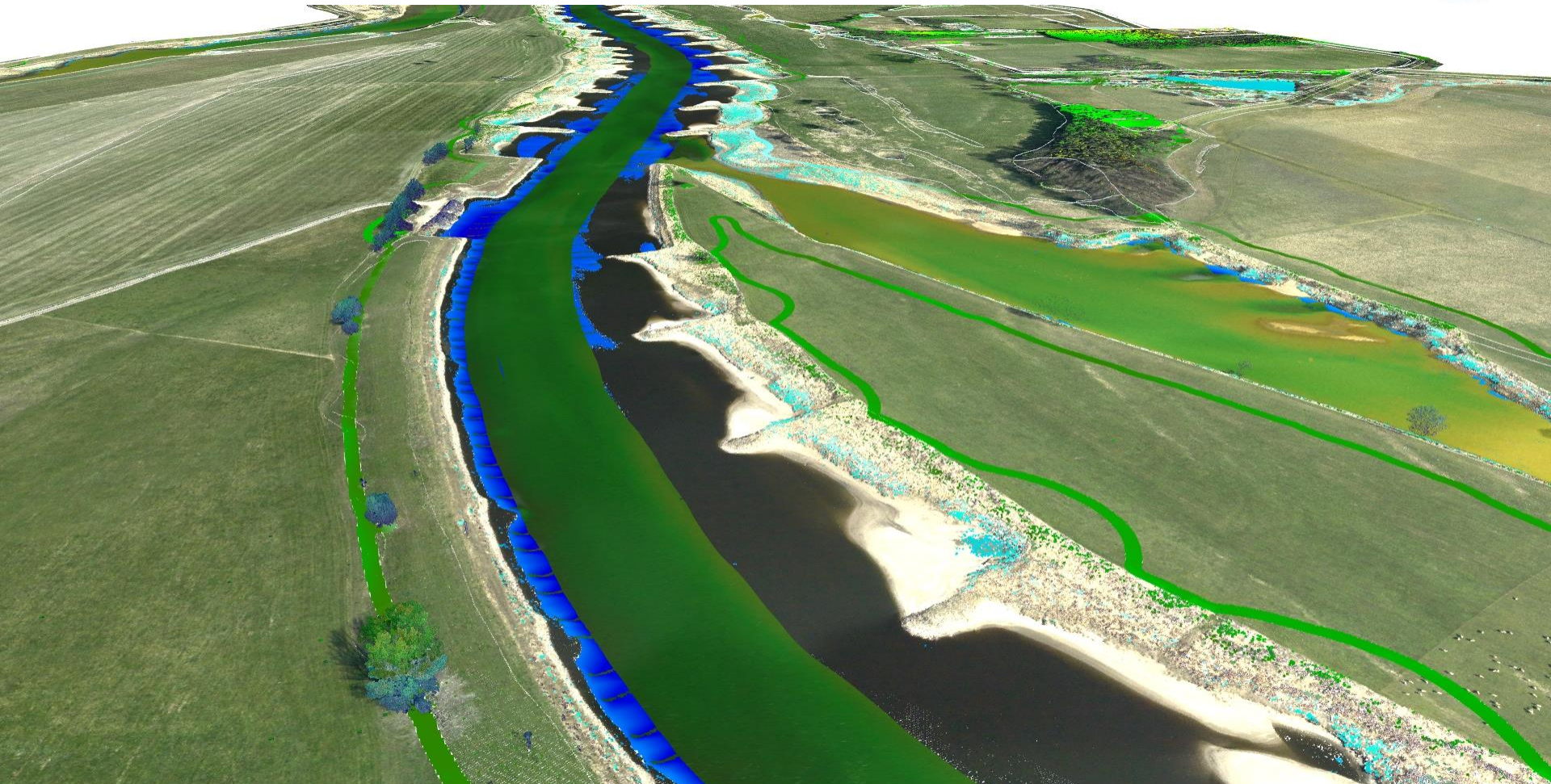
600 km Elbevermessung an 3 Tagen: Full-Waveform- & Geomassendatenverwaltung



Frank Steinbacher, Ramona Baran, Wolfgang Dobler,
Werner Benger & Wolfgang Leimer

33. Hydrographentag der Deutschen
Hydrographischen Gesellschaft

MARUM, Bremen, 18.06.2019



Messkampagne

Technik & Messbedingungen

Befliegung 24.-26. August 2018

Secchi-Tiefe 1.2-1.5m

VQ-880-G

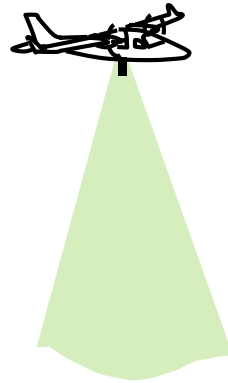
Footprint variable Strahldivergenz (Aufnahme mit 1.1mrad)

FWF ja

Pulsrate 550 kHz

Scanwinkel 20° vor & zurück

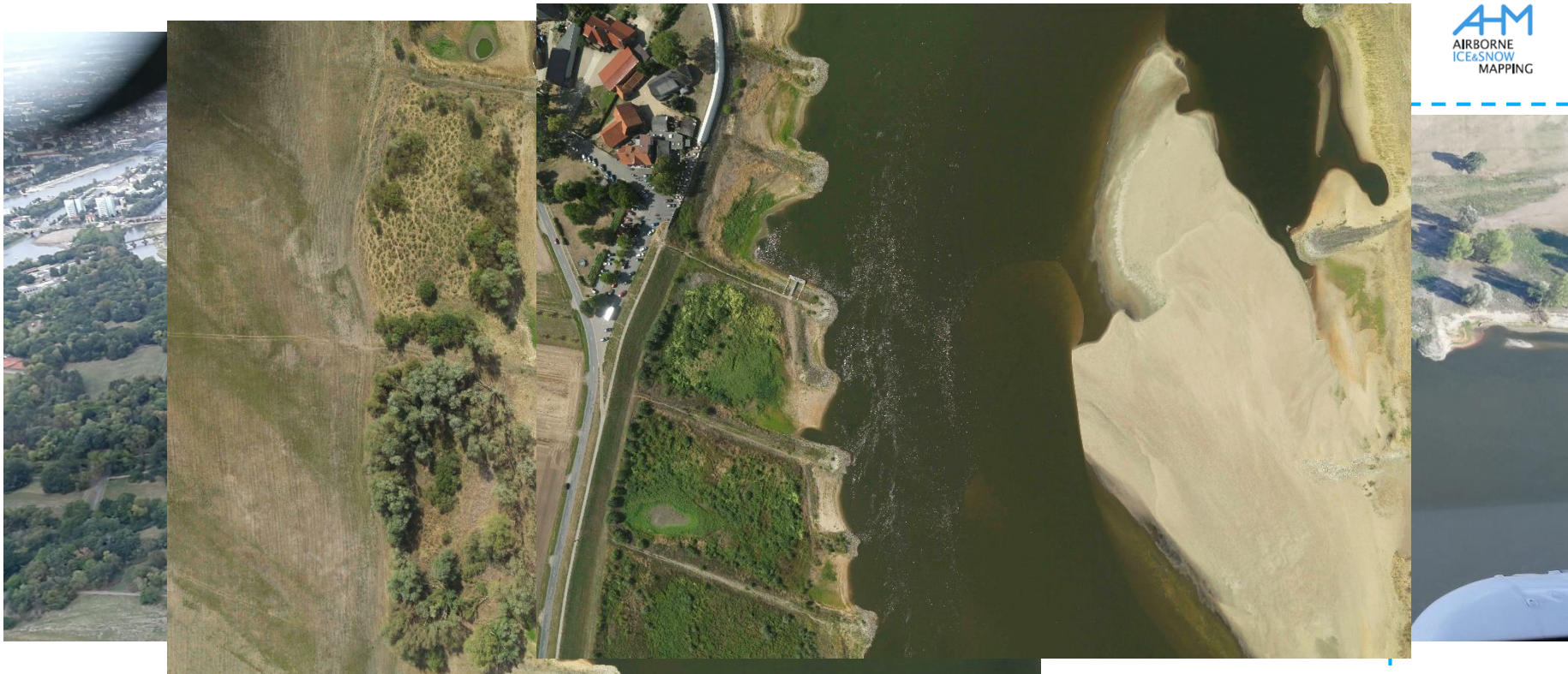
Scanmuster



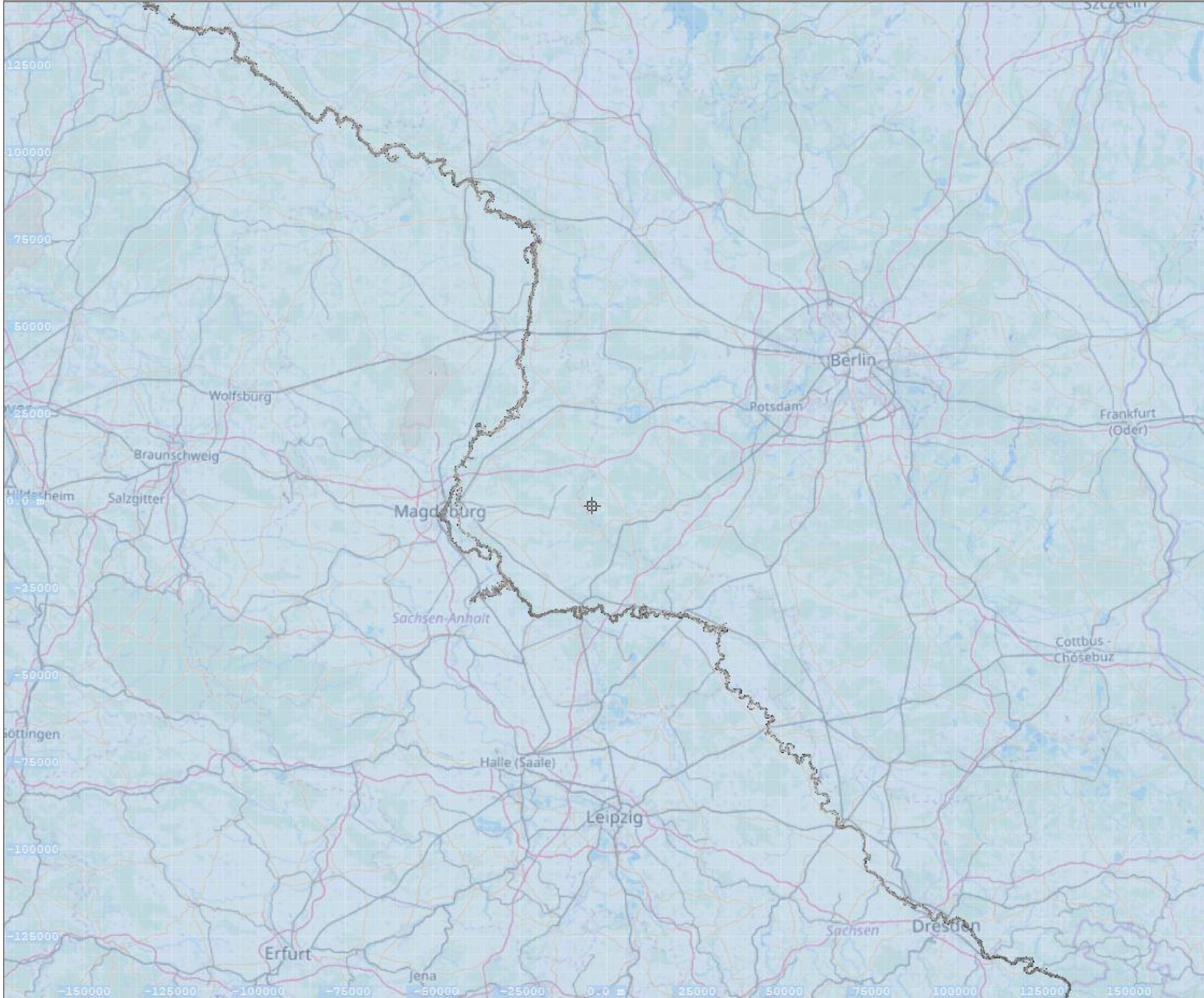
Messkampagne

Short facts: 5.5 TB unprozessierte Rohdaten inkl. FWF
352 Streifenpaare = 704 Streifen
Rohdaten prozessiert 12.8 TB
20.500 RGB-Bilder

Eindrücke aus der Luft



Messkampagne



Warum Full Waveform FWF?

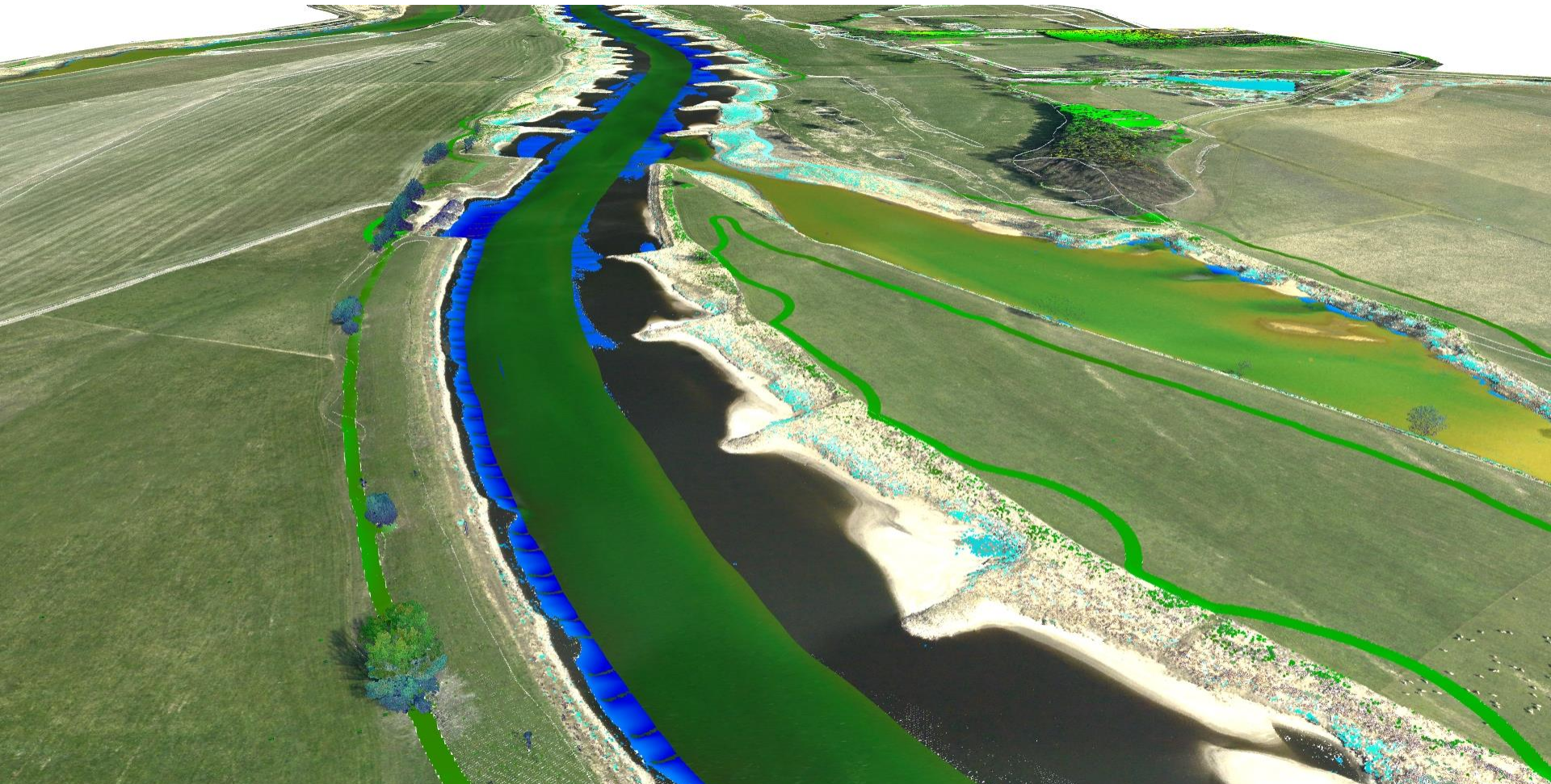
- Riegl VQ-880-G: Online Prozessierung (OP) der FWF erfolgt in Echtzeit
- Komplexere Algorithmen sind zu aufwendig, benötigen u.a. Rechenzeit
→ Daher: Offline-Prozessierung der FWF
- Ein Mehrgewinn an Gewässerinformation ist damit möglich:

bessere Eindringung
bessere räumliche Sohlbedeckung
höhere Sohlpunktdichte
bessere Wasseroberflächenabbildung
bessere geometrische Abbildung von Sohlstrukturen (Kolke u.ä.)
bessere automatisierte Klassifizierungsansätze



Anwendungsbeispiel FWF

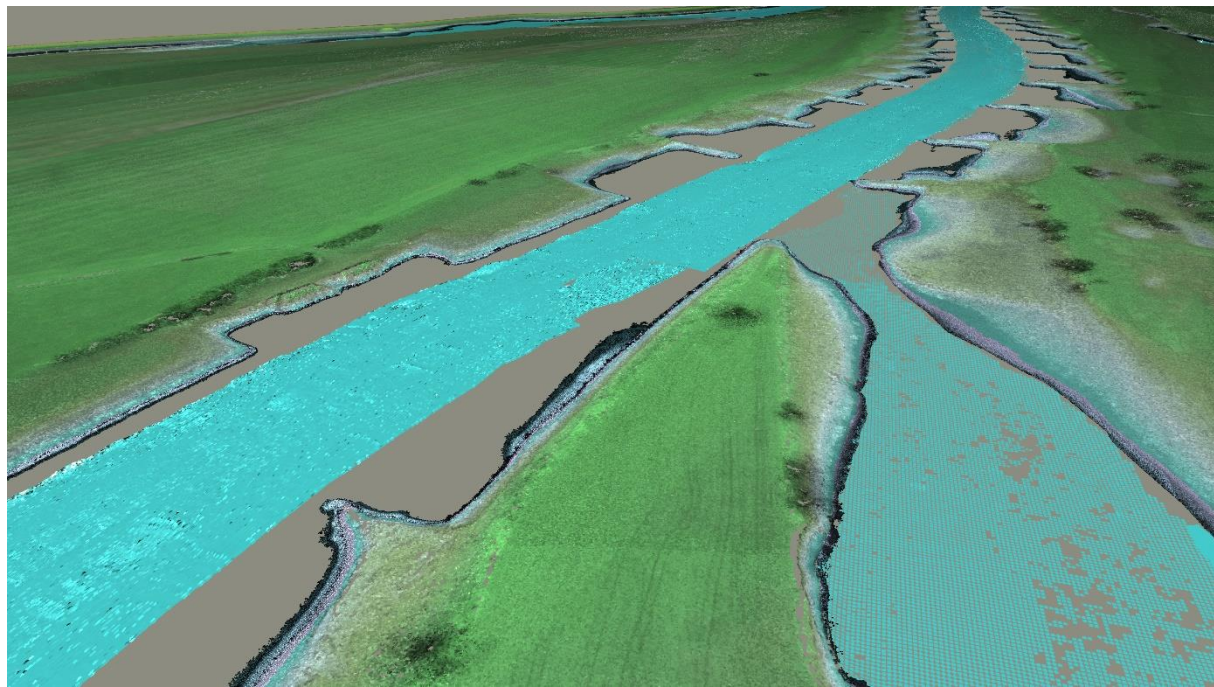
Aktualisierung des Digitalen Geländemodells
des Elbewasserlaufes bei Klöden – 2013
(DGM-W Elbe/Klöden-2013)



2014

VQ-820-G

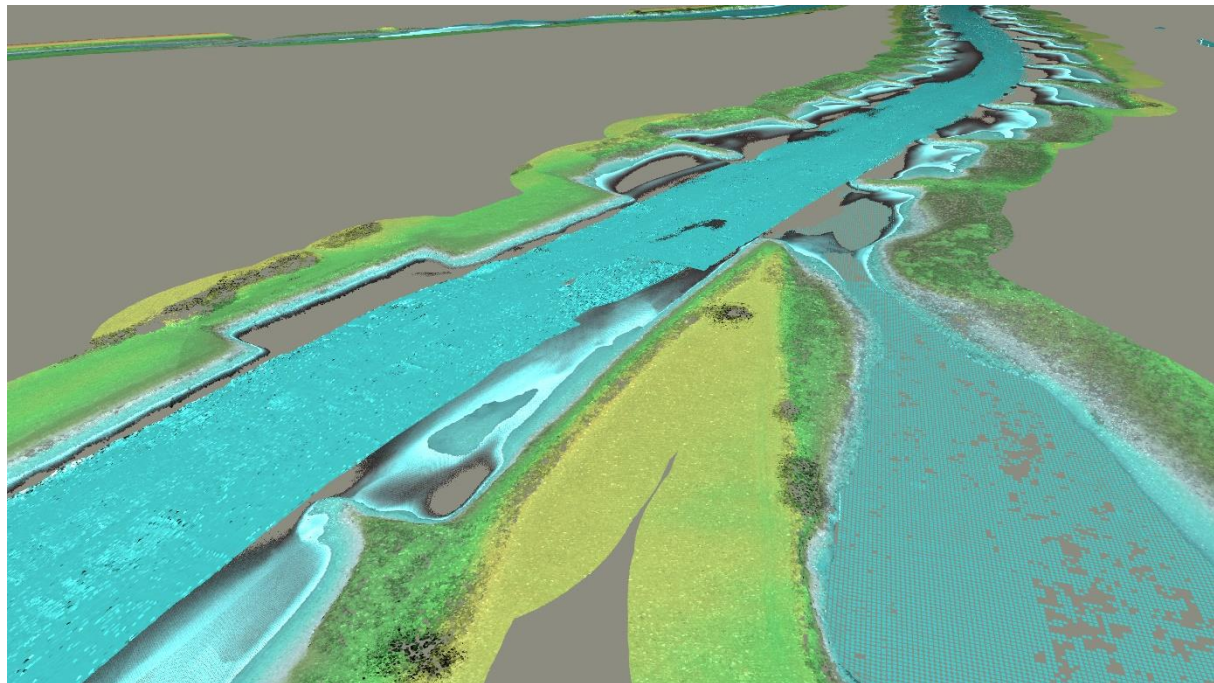
FWF-Aufzeichnung
nicht anwendbar



2015

VQ-880-G

FWF-Aufzeichnung
zunächst ohne
FWF-Auswertung



... und wie sieht es jetzt mit FWF aus?

→ Vollständig implementierte FWF-Prozesskette in HydroVISH:

- OP-Punktdaten mit FWF in einen Datensatz speichern:

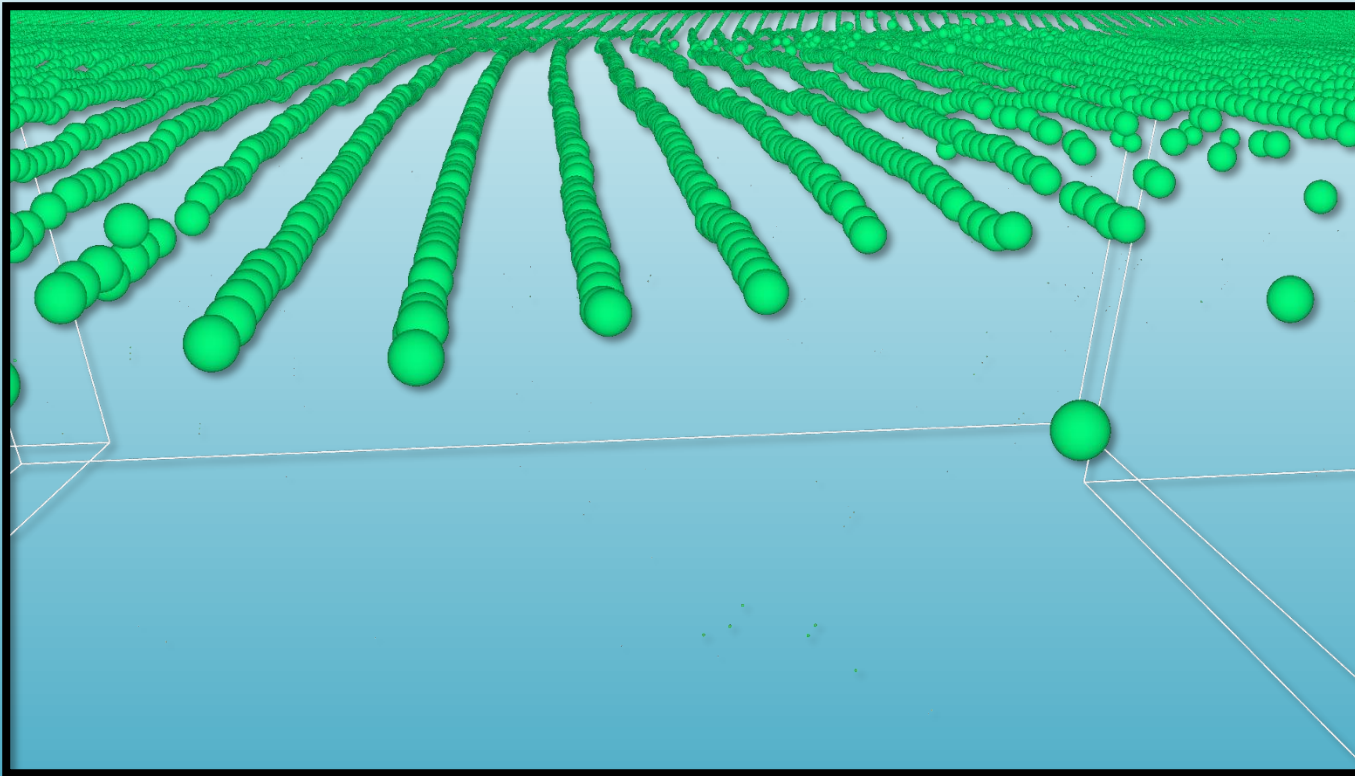
Über GPS-Zeitstempel (in Wochensekunden) des emittierten Laserpulses sowie Entfernung zwischen detektiertem Punkt und Trajektorie (aus sdc-Datei) kann der Zeitpunkt der Detektion innerhalb einer FWF (wfm-Datei) errechnet werden.

- relevante Datenfelder der Punkte und zugehörigen FWFs werden im F5-Layout basierend auf HDF5-Format zur Weiterverarbeitung abgespeichert
- HDF5: High-Performance-Computing
open source
schneller Zugriff auf große Datenmengen
flexible Datenstrukturen
- F5-Layout: konkrete Organisation für raumzeitliche Daten
ermöglicht erst lückenlose Extraktion & Verknüpfung aller Sensordaten



... und wie sieht es jetzt mit FWF aus?

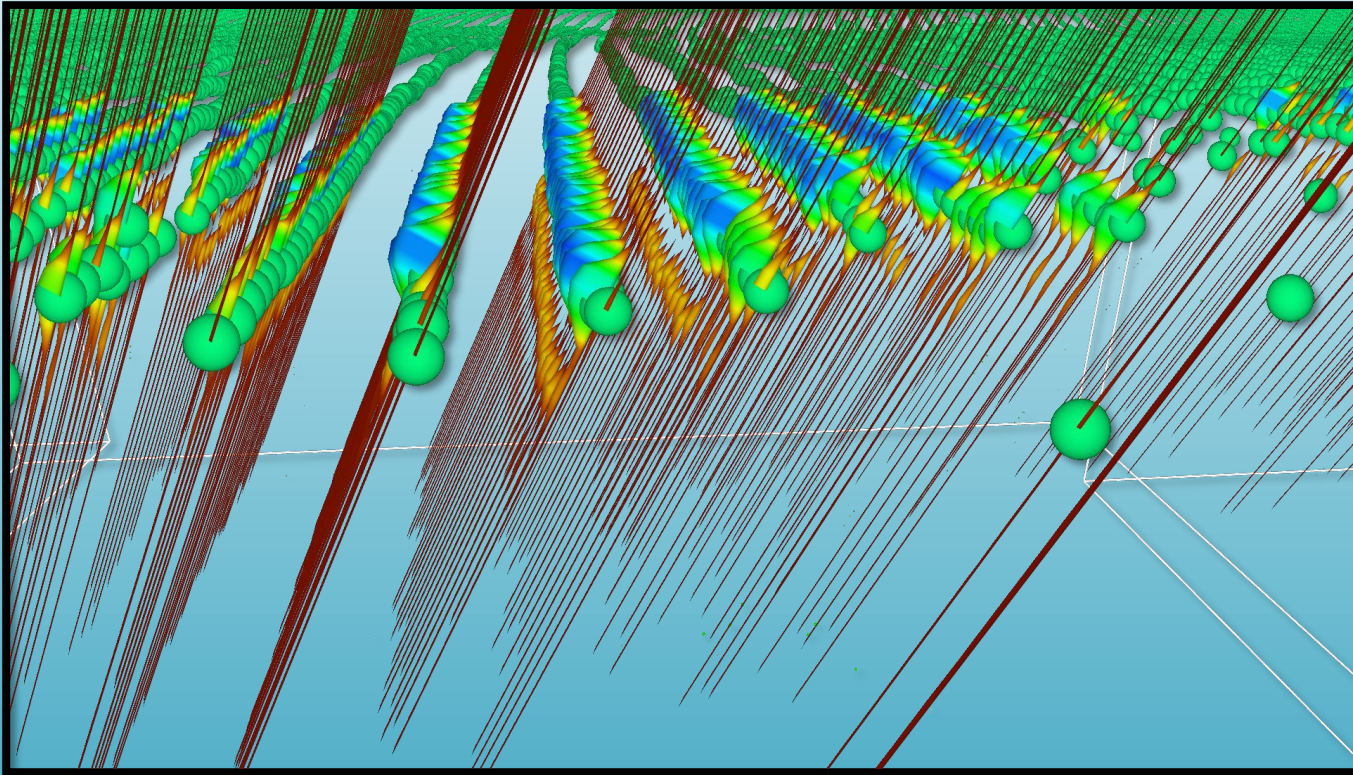
→ Konvertierung Riegl-Format nach HDF5/F5



OP-Punkte entlang eines Scanstreifens

... und wie sieht es jetzt mit FWF aus?

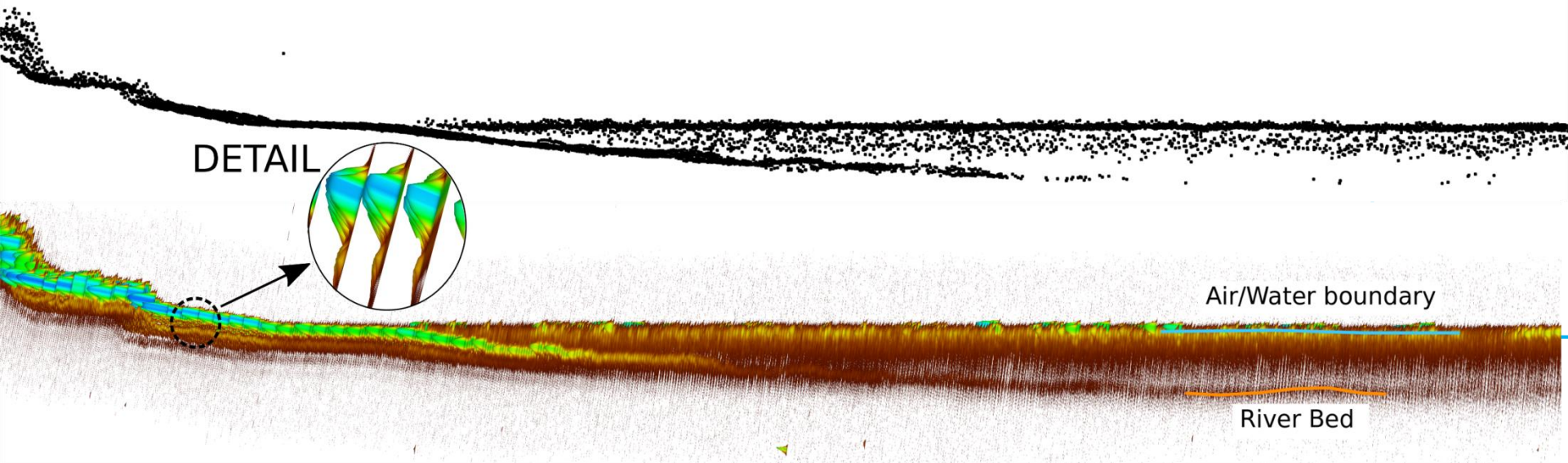
→ Konvertierung Riegl-Format nach HDF5/F5



Direkte Darstellung der FWF entlang
der Laserschussrichtung

... und wie sieht es jetzt mit FWF aus?

→ Voruntersuchung



Vorklassifizierung des Wasserkörpers via FWF



Laserlicht wird in Wasser exponentiell gedämpft (PETZOLD, 1972)

$$A_s = A_0 e^{-\kappa s}$$

Umformen nach κ :

$$-\ln\left(\frac{A_s}{A_0}\right) \frac{1}{s} =: \kappa(s)$$

A_s = Amplitude

A_0 = Anfangsamplitude

s = Weg der FWF

κ = Dämpfungskoeffizient

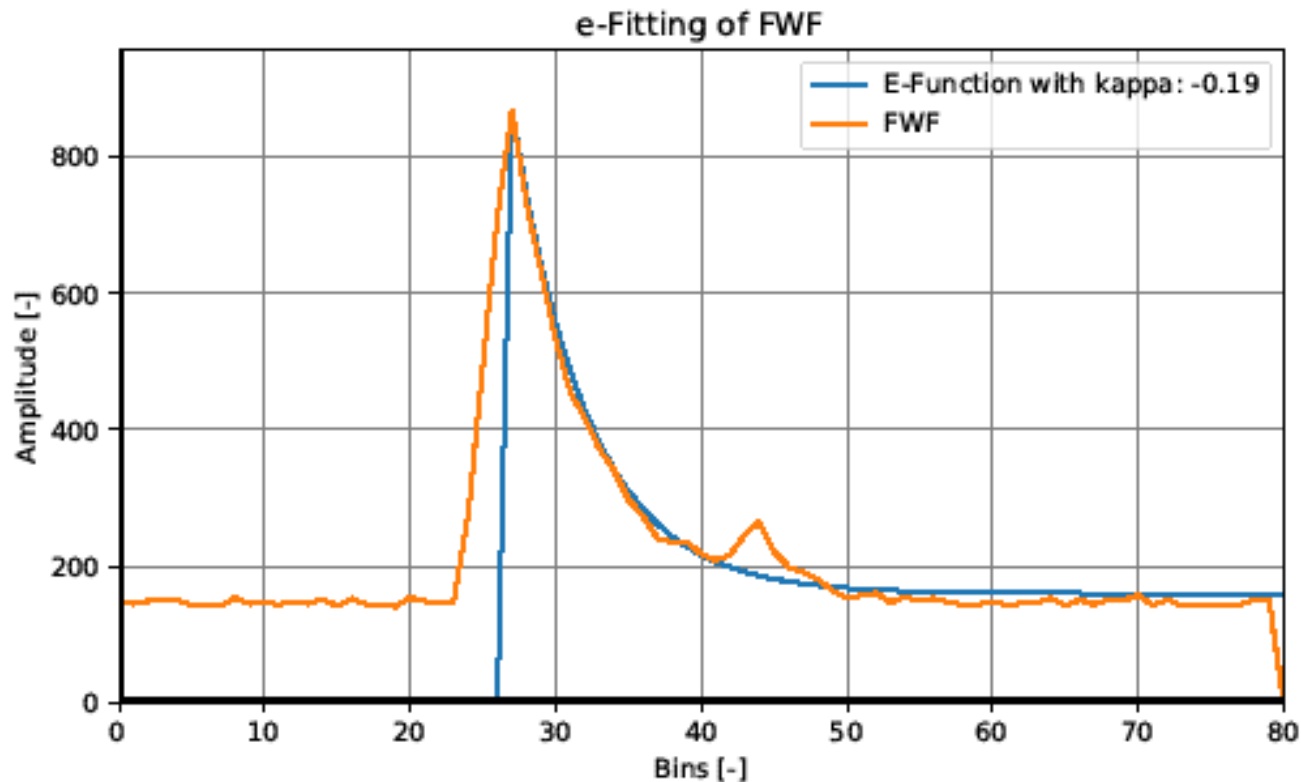
Berechnung κ für jede FWF-Amplitude

Aus Funktion $\kappa(s)$: Verwendung des Median κ als repräsentativer Wert für diskret gegebene Werte von s



Vorklassifizierung des Wasserkörpers via FWF

- Einpassen der e-Funktion mit Kriterium: integrierte absolute Differenz zwischen Amplitude A_s und dazugehörigem Wert aus e-Funktion
- Schwellenwert für die Differenz: Festlegung Wasserkörper oder nicht

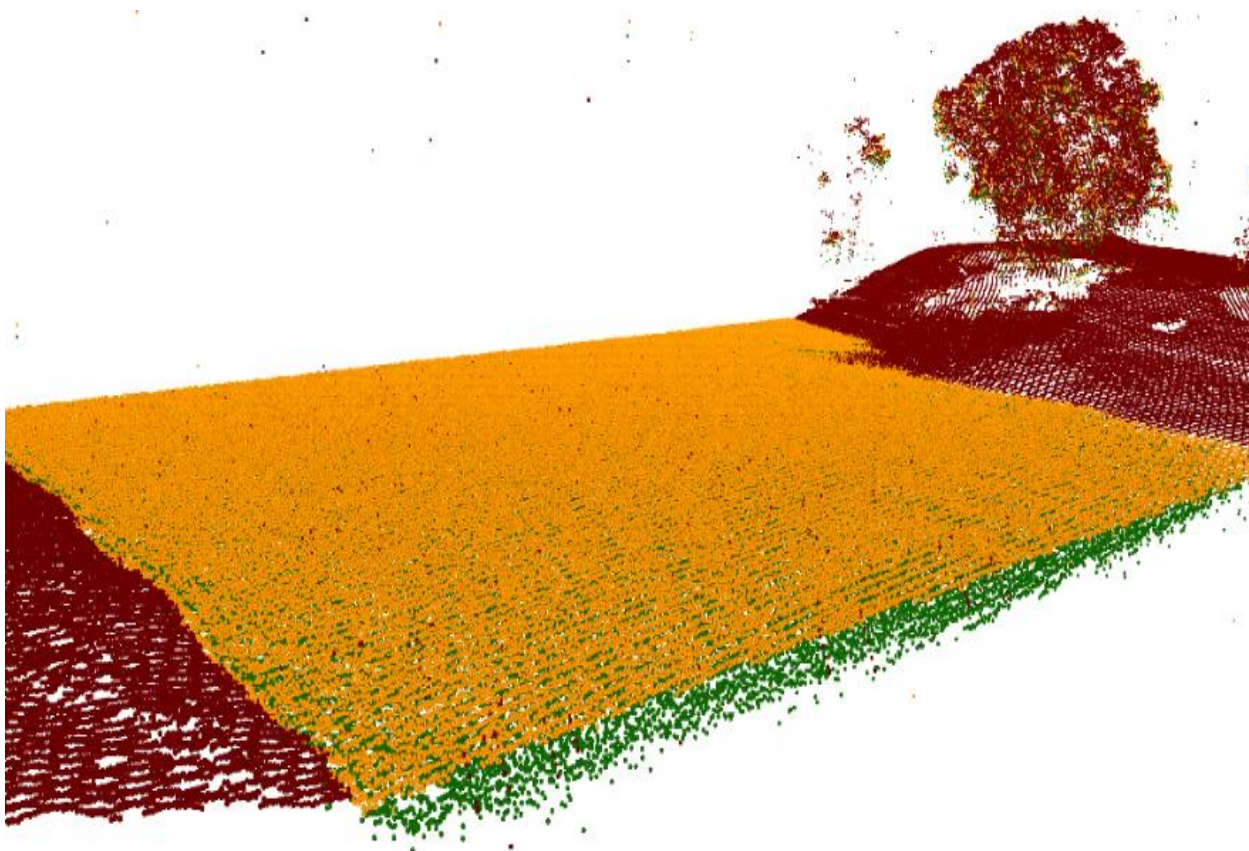


Vorklassifizierung des Wasserkörpers via FWF

kein Wasserkörper

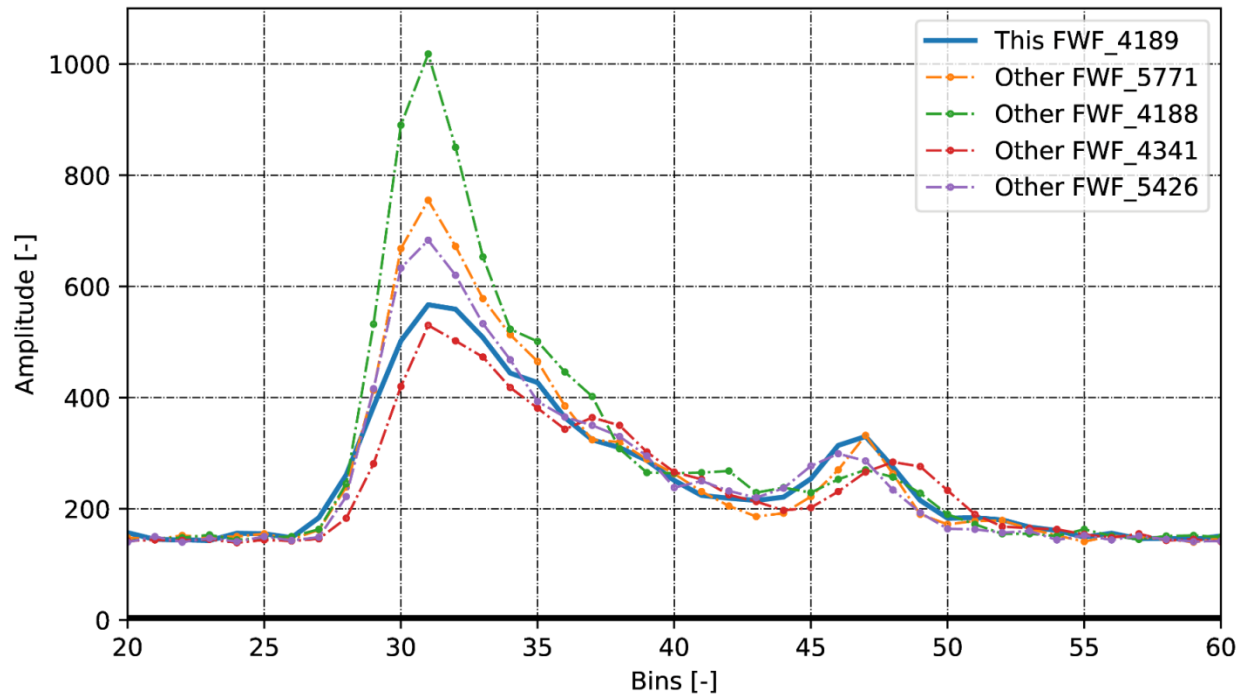
Wasserkörper (letzter FWF-Peak)

Wasserkörper (erster FWF-Peak)



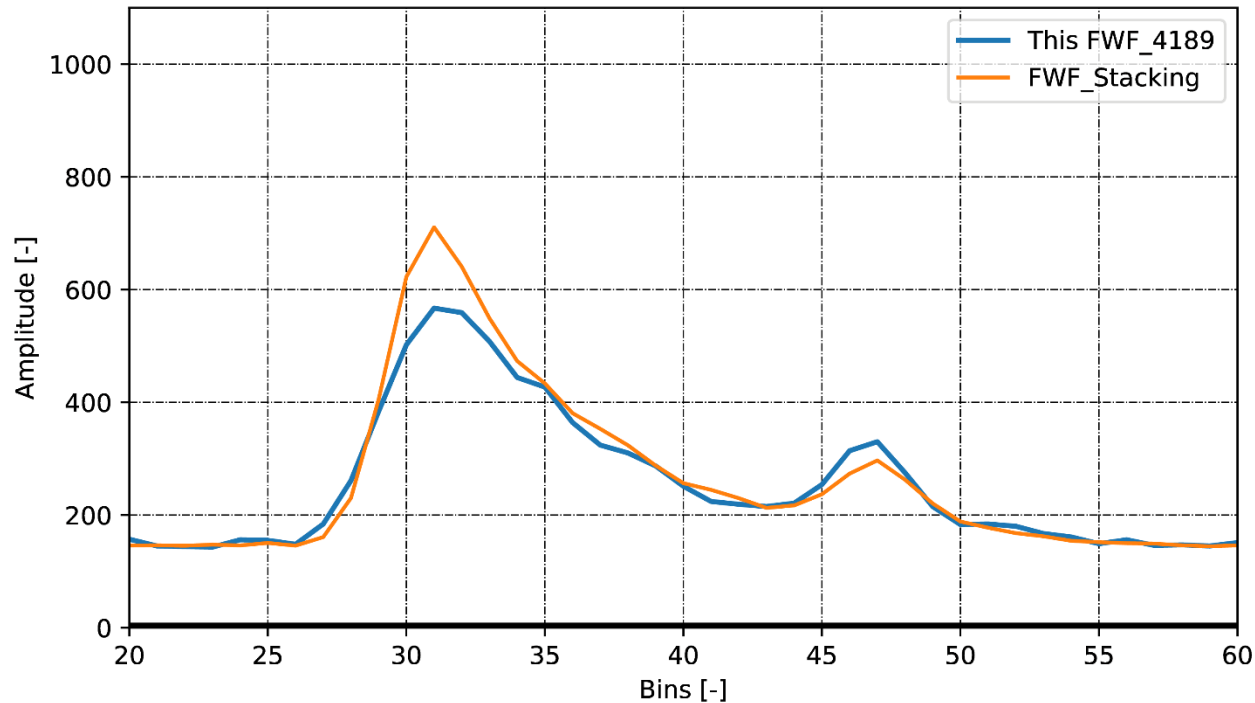
Verbesserung Peak-Detection durch Waveformstacking

- Sohlpeaks der FWF mit geringer Ausprägung z.B. bei größerer Wassertiefe oder starker Trübung und Amplitudenhöhe nur geringfügig größer als Rauschen
- Verbesserung Signal-Rausch-Verhältnis durch Stapelung benachbarter FWFs im Wasserkörper
- FWFs am Hauptpeak ausgerichtet, Suchradius 25 cm



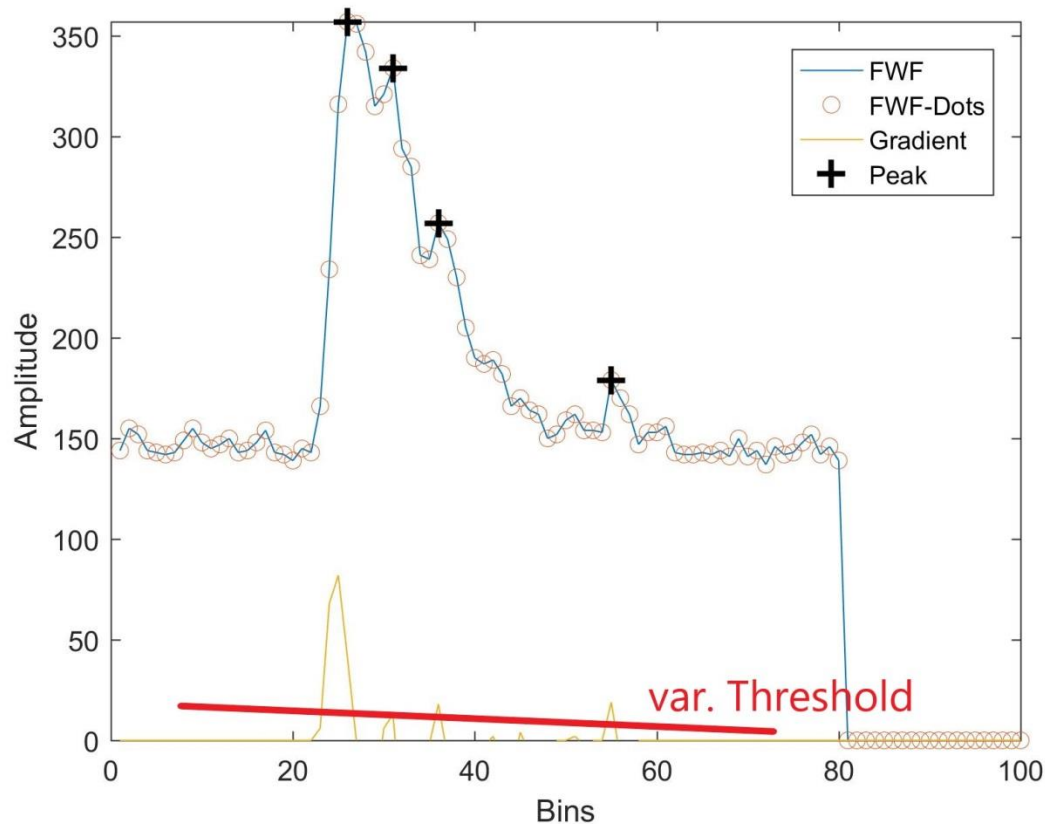
Verbesserung Peak-Detection durch Waveformstacking

- **Gemittelte FWF** mit rauschvermindertem Verlauf und zwei prominenten Peaks (Übergang Luft/Wasser & Sohlpeak) gegenüber der **Referenz-FWF**

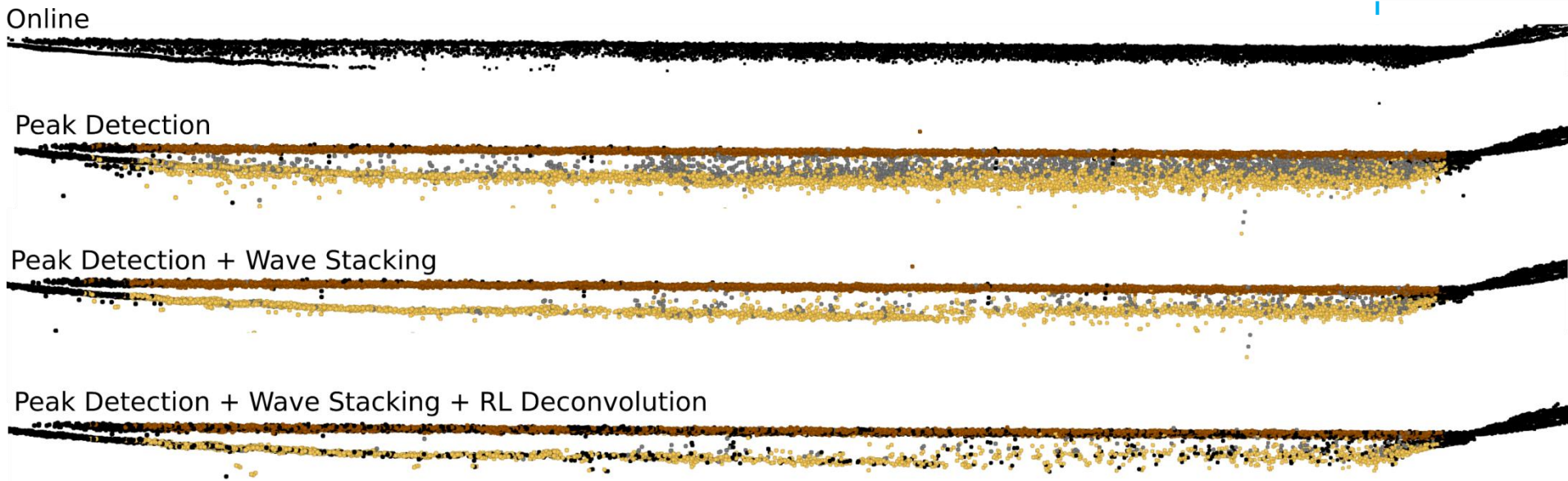


Variable Peak-Detection in der FWF

- Ableitung von Punktkoordinaten aus FWFs
- Verwendeter Algorithmus basiert auf Gradientenfeld, in dem abhängig von Schwellenwert Peaks detektiert werden
- Schwellenwert in tieferen Gewässern zudem geringer angesetzt, um auch schwach ausgeprägte Sohlpeaks zu finden



Peak-Detection an Testquerschnitt

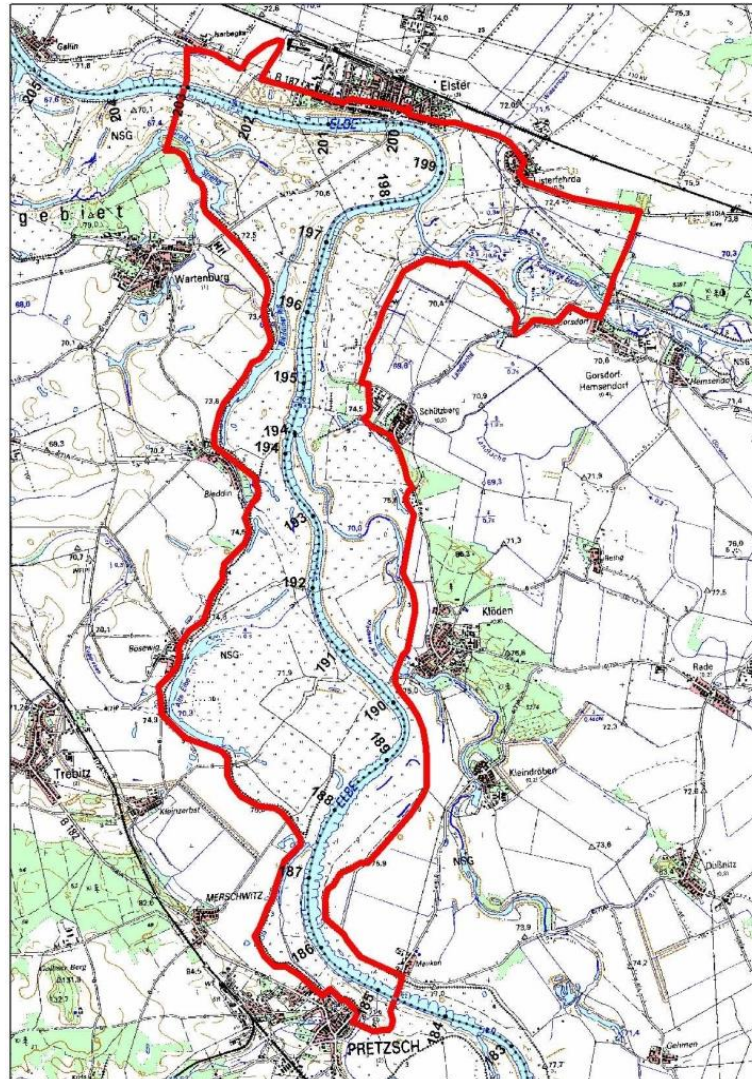


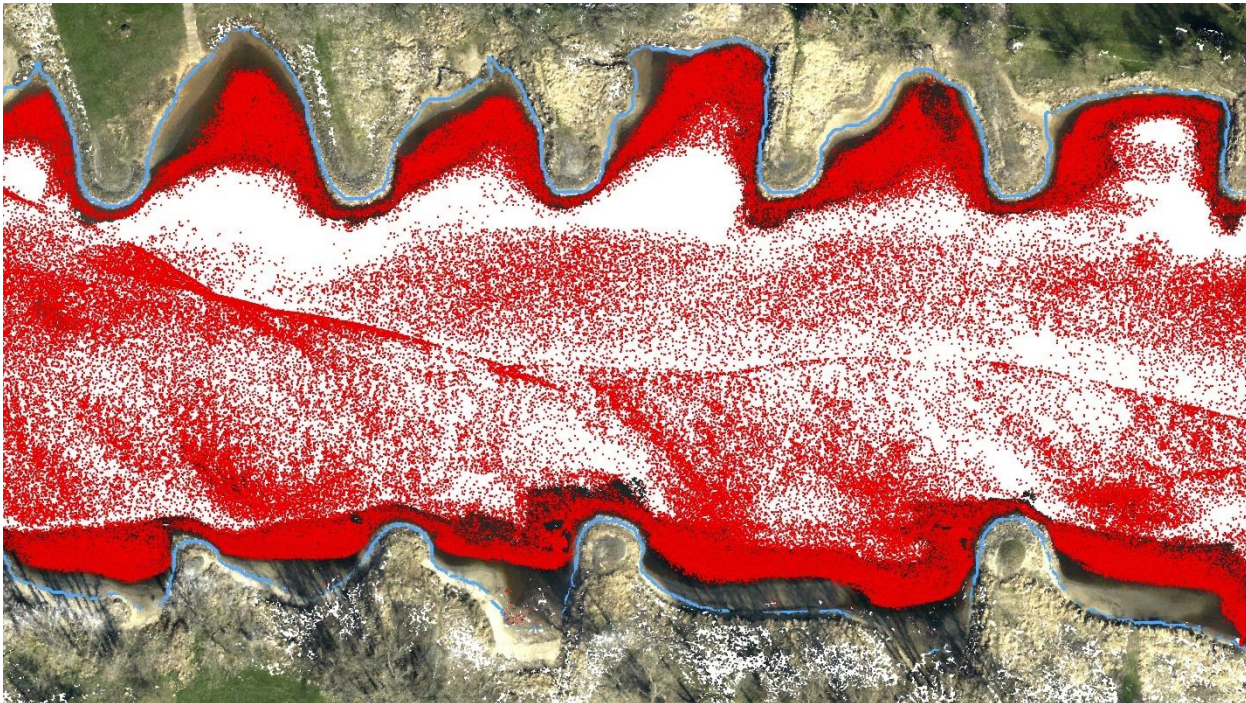
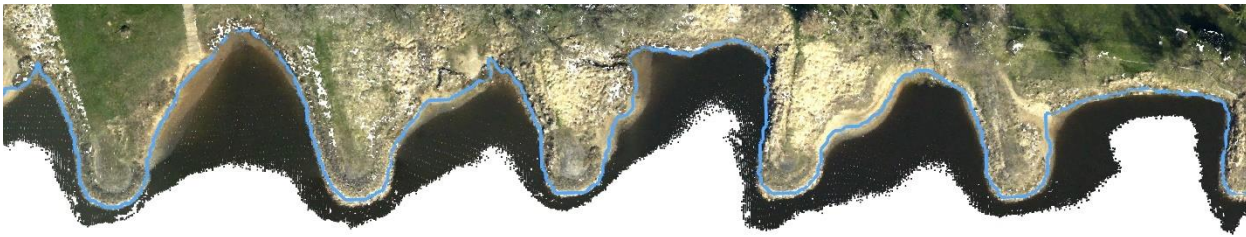
Peak Detection + Wave Stacking am besten:
Sohle klar zu erkennen, ruhiger Verlauf

Peak Detection + Wave Stacking + RL Deconvolution:
nur geringfügige Verbesserung erkennbar

FWF-Ergebnisse für DGM-W Elbe/Klößen-2013

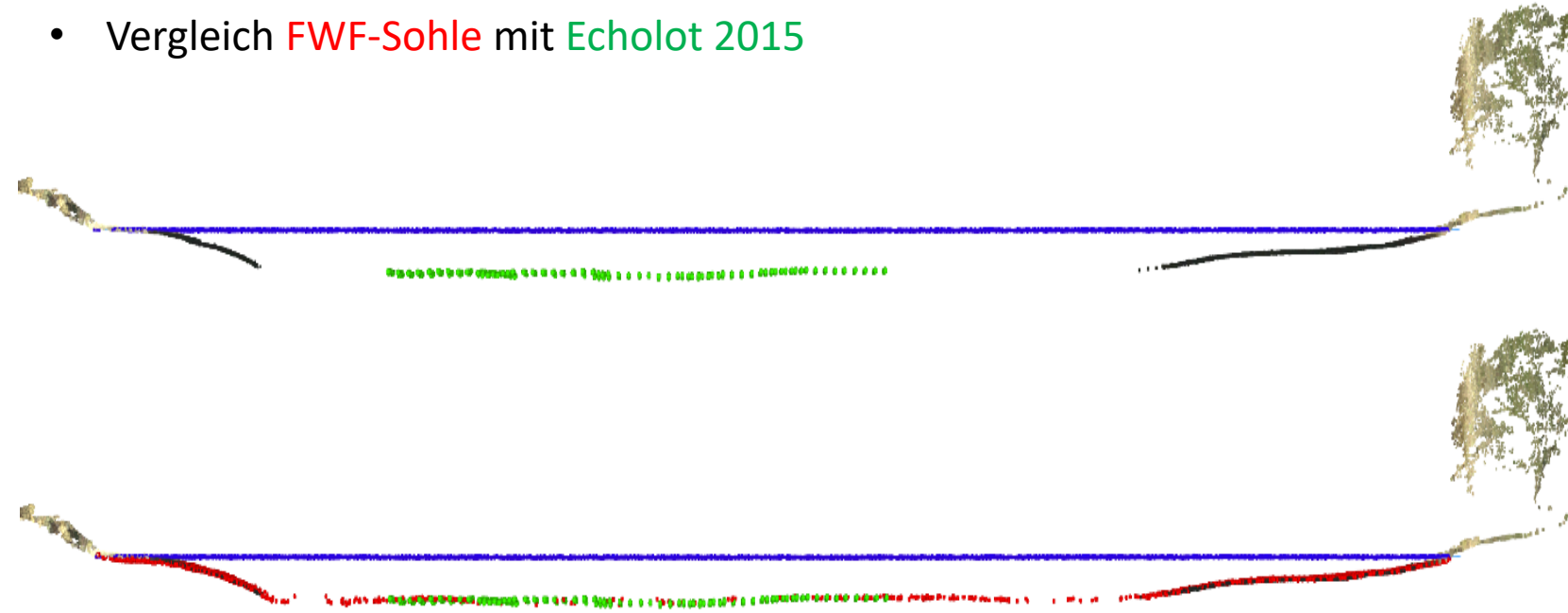
- Auswertung der FWFs zur Befliegung vom 07. September 2015 für 20 km langen Abschnitt der Elbe bei Klößen inklusive einiger Nebengewässer





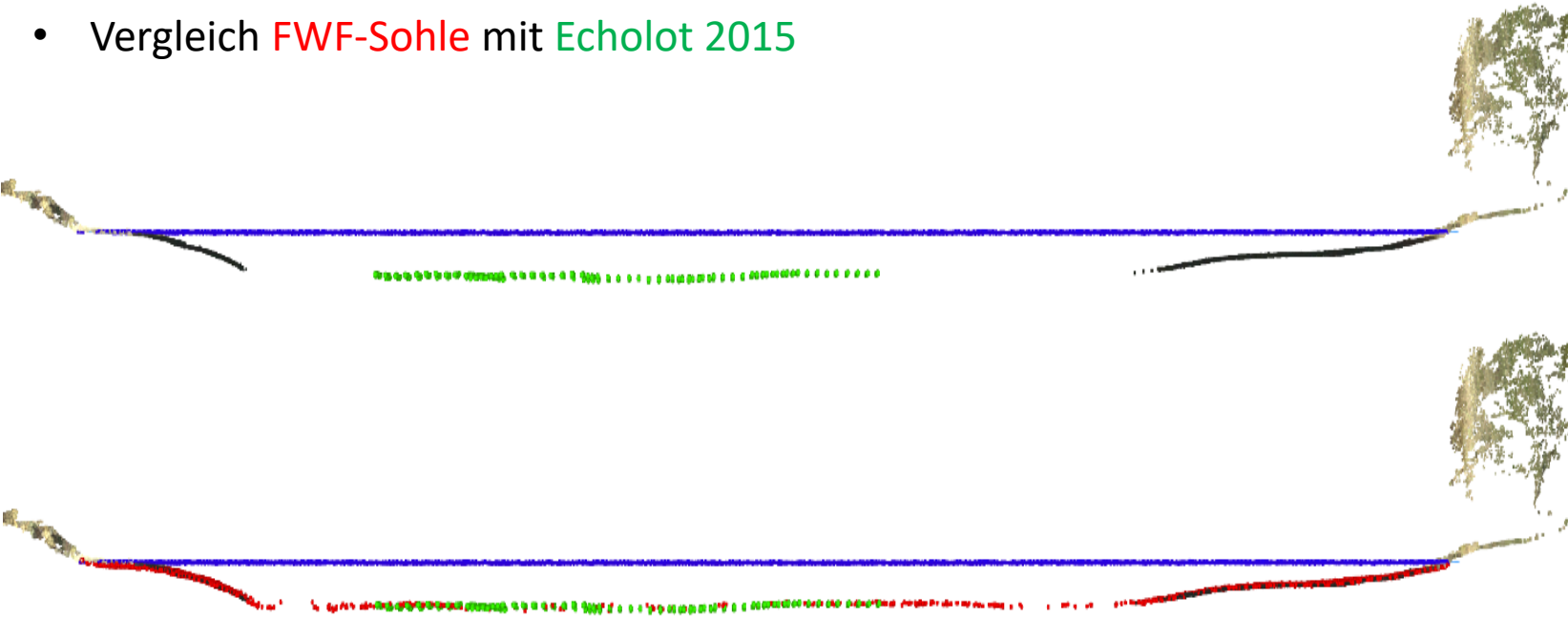
FWF-Ergebnisse für DGM-W Elbe/Klößen-2013

- Vergleich **FWF-Sohle** mit **Echolot 2015**

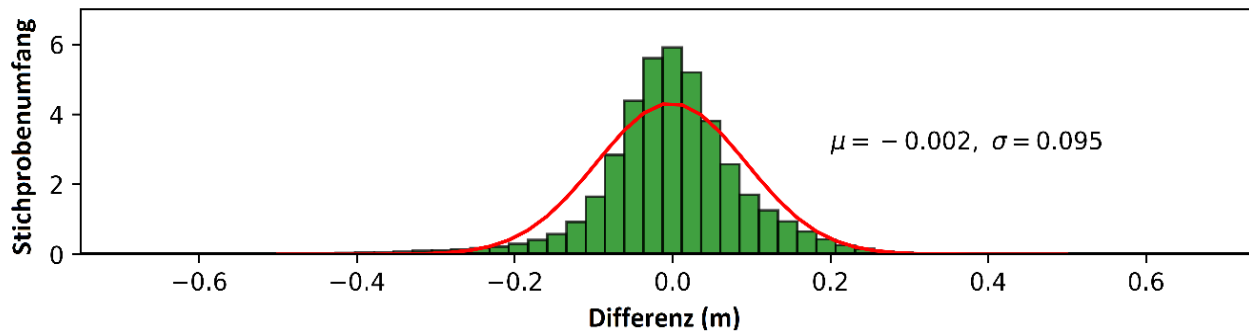


FWF-Ergebnisse für DGM-W Elbe/Klößen-2013

- Vergleich **FWF-Sohle** mit **Echolot 2015**

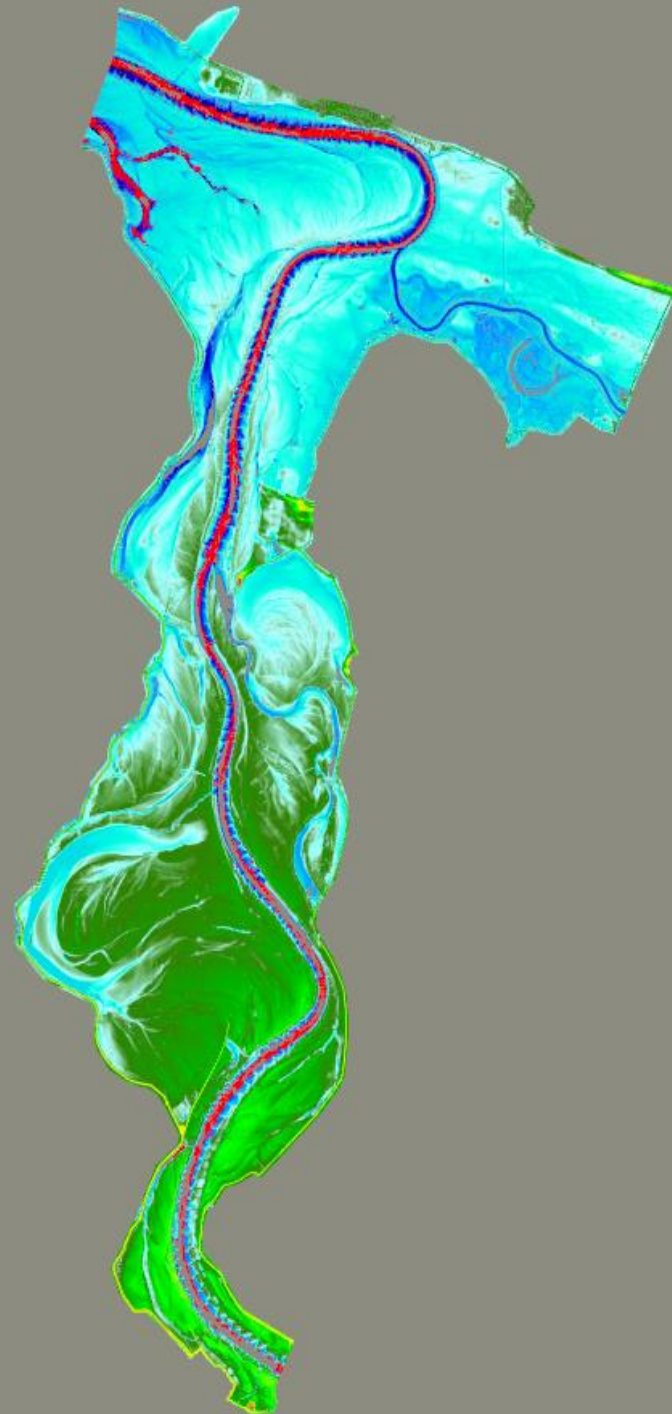


- Histogramm Differenz **FWF-Sohle** & **Echolot 2015**



Zusammenfassung

- Mit HydroVISH können alle FWF gerendert und damit beurteilt werden, ob eine vertiefte Analyse der FWF Sinn macht
- Mit einem Exponentialansatz kann der Wasserkörper vorklassifiziert werden
- Mit Stapelung benachbarter FWFs kann das Signal-Rausch Verhältnis verbessert und damit die Peak-Detection erleichtert werden
- Verbesserte Peak-Detection über variablen Gradienten-Schwellwert
- Die extrahierten FWF-Sohlpunkte zeigen gute Übereinstimmung zu parallel erhobenen Echolot-Daten





YOUR SPATIAL COMPANY

www.ahm.co.at

