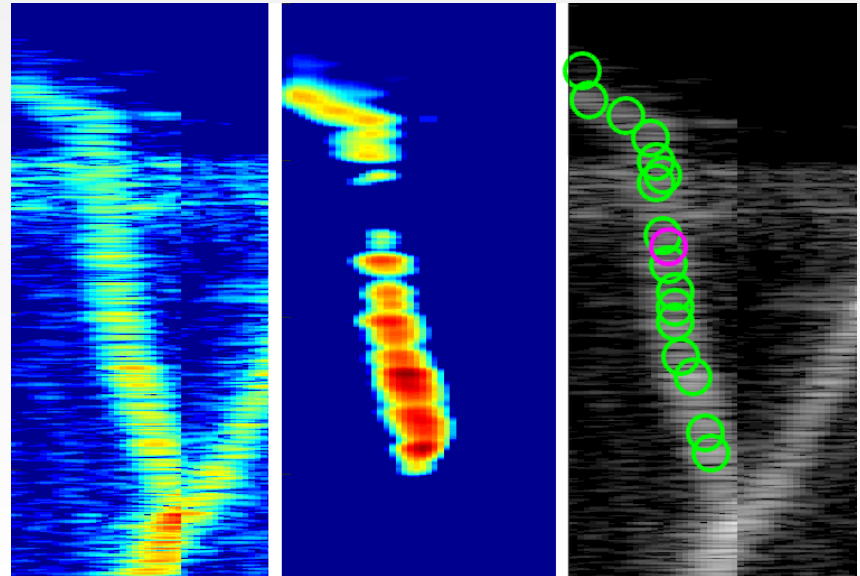


AUTOMATISCHE ERKENNUNG VON OBJEKTEN IN DER WASSERSÄULE MIT HILFE VON TRACKING-ALGORITHMEN

OSKAR KRIWAT

Wärtsilä ELAC Nautik GmbH

- Curriculum Vitae
- Einleitung
- Ziele
- Methodik und Ergebnisse
- Evaluierung
- Schlussbemerkung



Curriculum Vitae

- Oskar Kriwat
- 24 Jahre

2011 – 2015	Bachelorstudium der Elektrotechnik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (09.2015: Bachelor of Science)
11.2014 – 03.2015	Praktikum bei ELAC Nautik
04.2015 – 06.2015	Bachelorarbeit bei ELAC Nautik “Automatische Erkennung von Objekten in der Wassersäule mit Hilfe von Tracking-Algorithmen”
Seit 08.2015	Werksstudent bei ELAC Nautik
Seit 10.2015	Masterstudium der Elektrotechnik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Einleitung

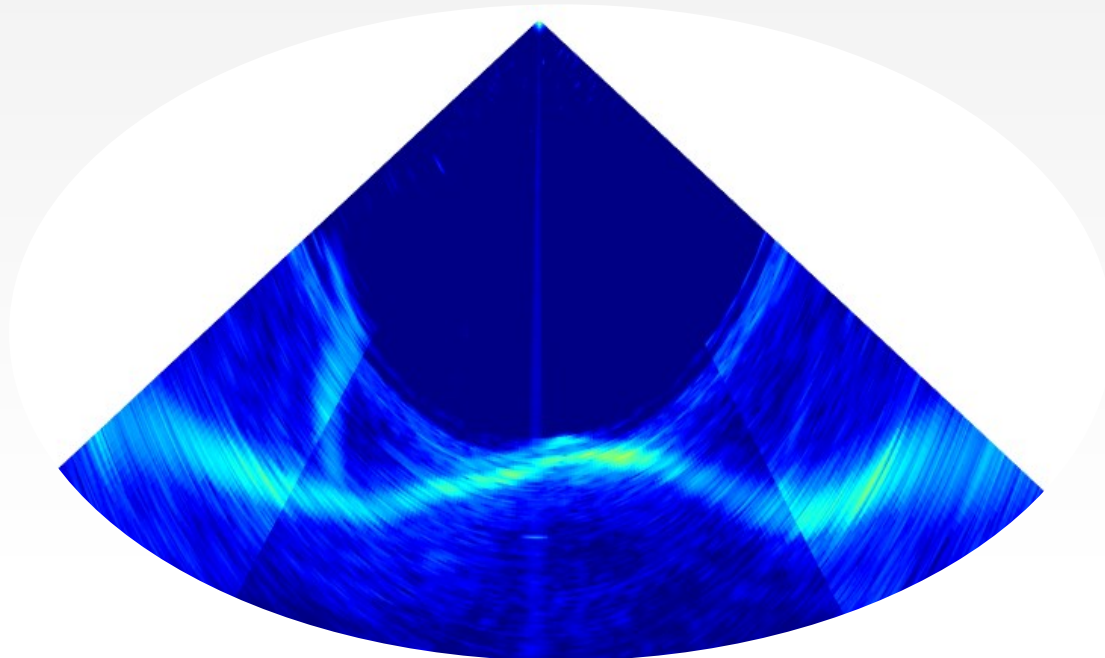
Submarine Gashydrate

- An Kontinentalhängen können sich Gashydrate bilden.
 - Einschlussverbindung
 - Hoher Druck notwendig
 - Temperaturen nahe 0 °C
 - Flach, großflächig verteilt (manchmal tausende km²)
- Gashydrate (insb. Methanhydrate) sind die weltweit größte Reserve an fossilem Kohlenstoff.
 - Mögliche Energiequelle
 - Klimagefahr durch Freisetzung des Methans
- Zerfall der Hydrate ist durch aufsteigende Gasfahnen erkennbar.
- SUGAR (Submarine Gas Hydrate Reservoirs)



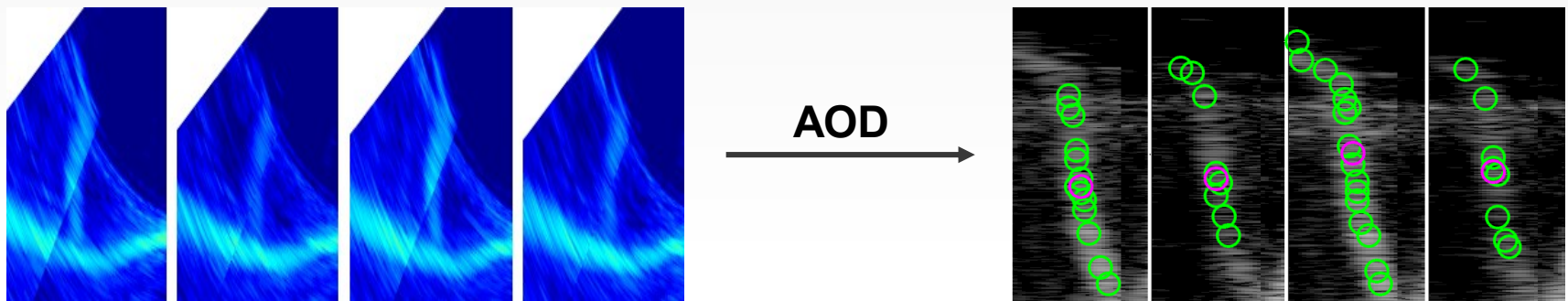
Erkennung von Gashydraten

- ELAC SeaBeam Fächerecholote speichern hochauflösende Bilder der Wassersäule (WCI-Daten).
- Gasfahnen sind in diesen Daten gut zu erkennen.
 - Kartographierung der Vorkommen
 - Monitoring der Eigenschaften von Gasvorkommen



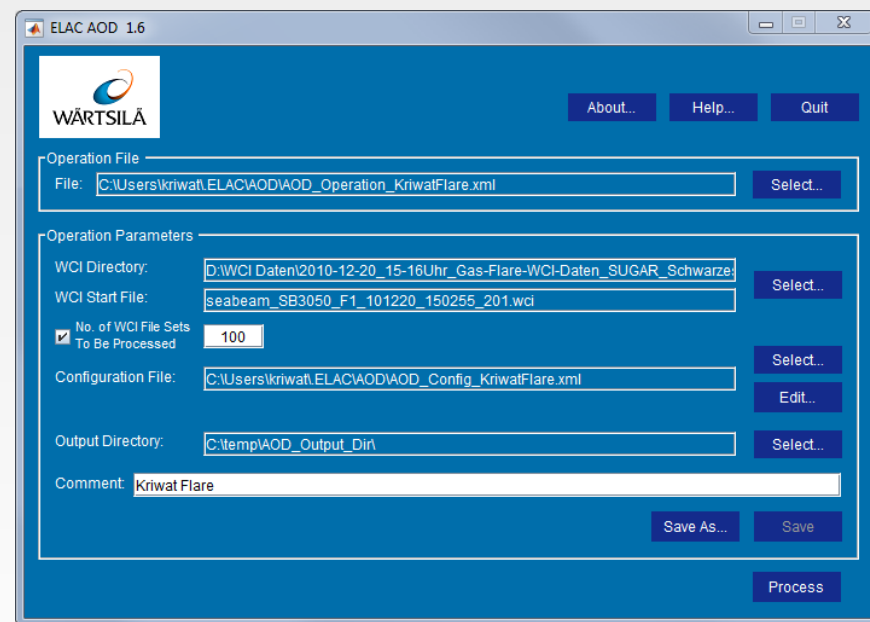
Erkennung von Gashydraten

- Eine Automatisierung der Objekterkennung reduziert den Arbeitsaufwand bei Vermessungen signifikant.
- Rudimentärer MATLAB Software-Rahmen lag zu Beginn der Arbeit vor.
 - Einlesen von Daten, Nebenkeulenunterdrückung, Lokalisierung
- Bei Wärtsilä ELAC Nautik wurde der ELAC Automatic Object Detektor (AOD) entwickelt – maßgeblich in der vorgestellten Bachelorarbeit.

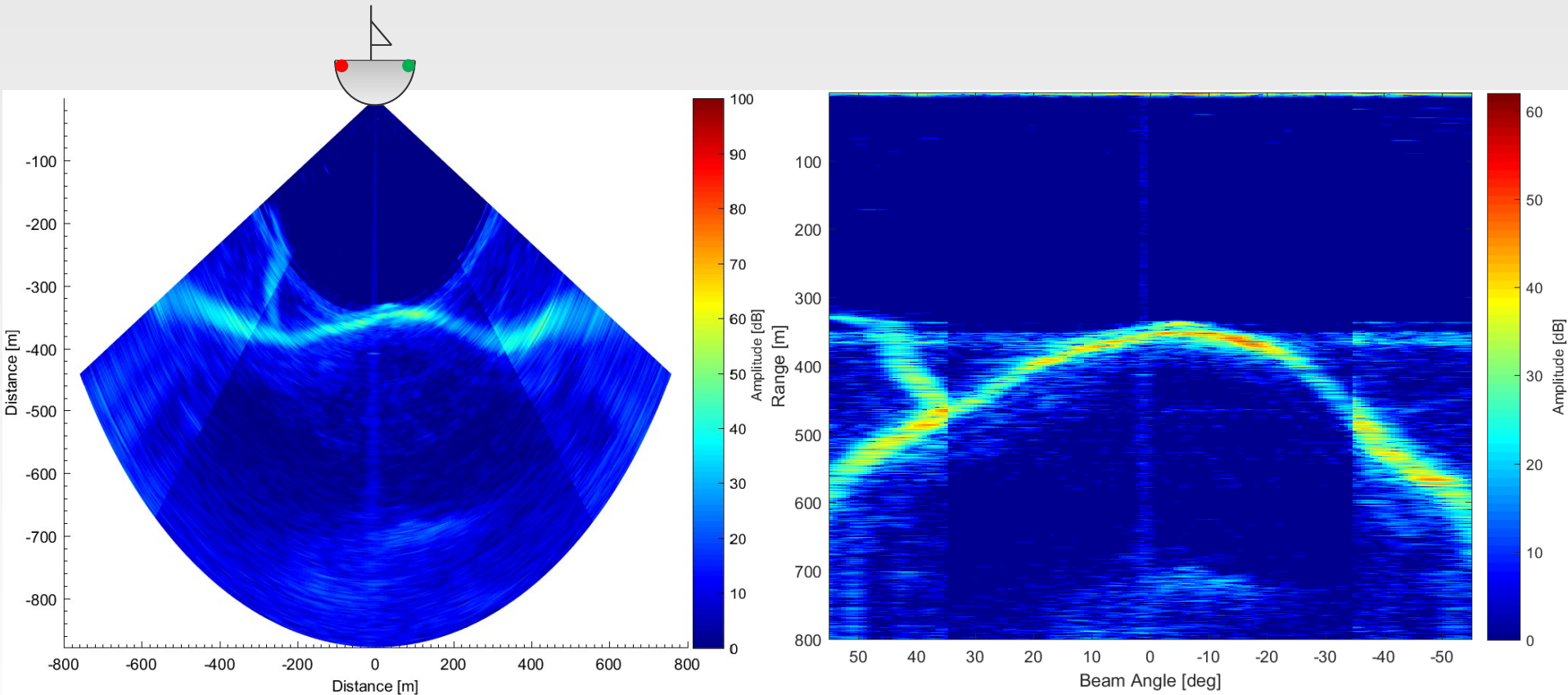


Ziele

- Der AOD soll automatisch auf WCI-Daten gewünschte Objekte (insbesondere Gasfahnen) erkennen.
- Der AOD soll intuitiv von einem Benutzer ohne Vorkenntnisse anwendbar sein und gute visuelle Ausgaben liefern.
- Es sollen die WCI-Daten der ELAC SeaBeam 3030/3050-Anlagen verarbeitet werden.
- Der Schwerpunkt der Bachelor Thesis lag hierbei auf:
 - Verarbeitung von Ping-Folgen durch Tracking-Algorithmen
 - Verbesserte Datenaufbereitung (Unterdrückung von Störungen)



Methodik und Ergebnisse



Polardarstellung
(ELAC WCI Viewer)

Kartesische Darstellung
(AOD)

- Gasfahnen sind Aggregationen benachbarter Gasblasenverbände.
- Die Datenaufbereitung wird in der Bildebene durchgeführt.
- Der Lokalisierer findet Positionen mit erhöhten Amplituden gegenüber der Umgebung.
- Weitere Bearbeitung (Tracking) erfolgt in der „Objektebene“, d.h. auf Listen mit Metainformationen über Objekte.

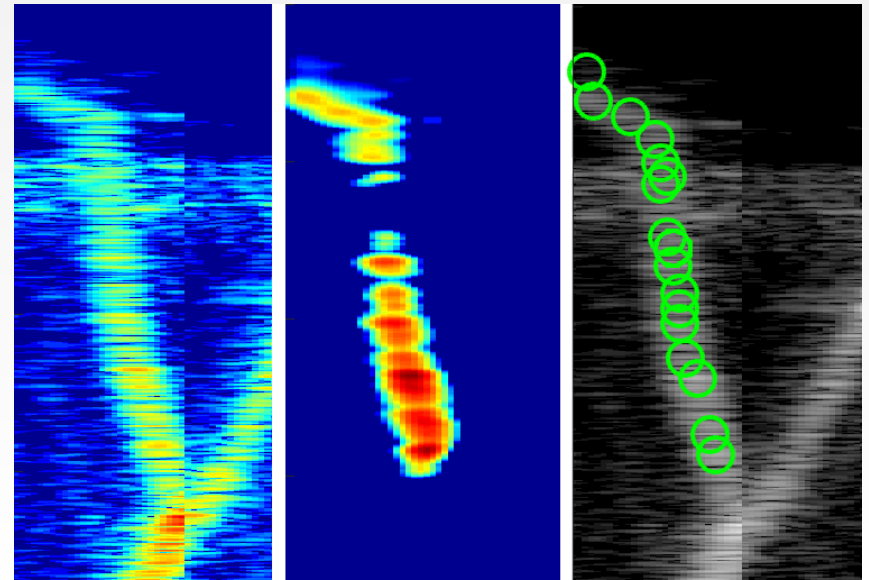
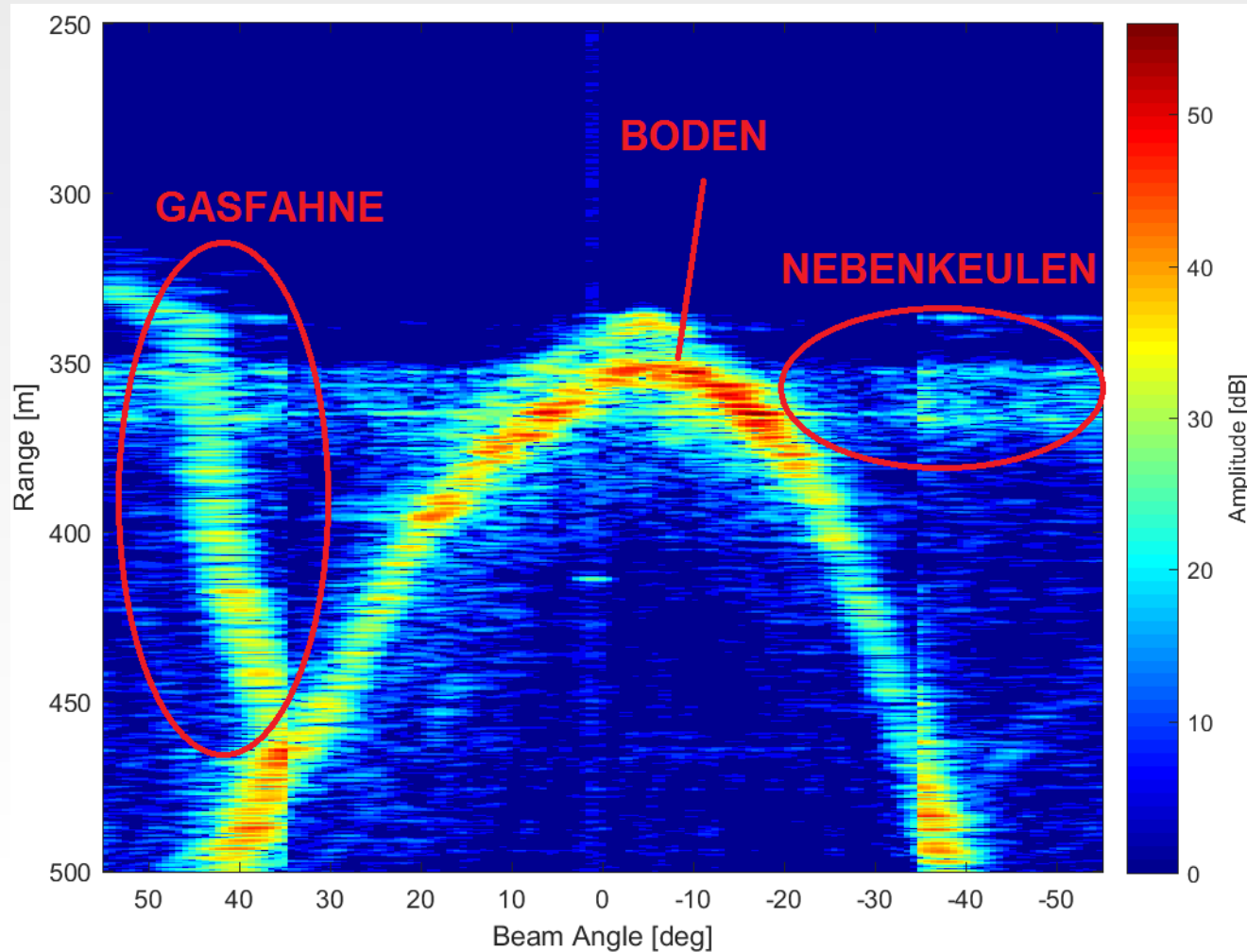


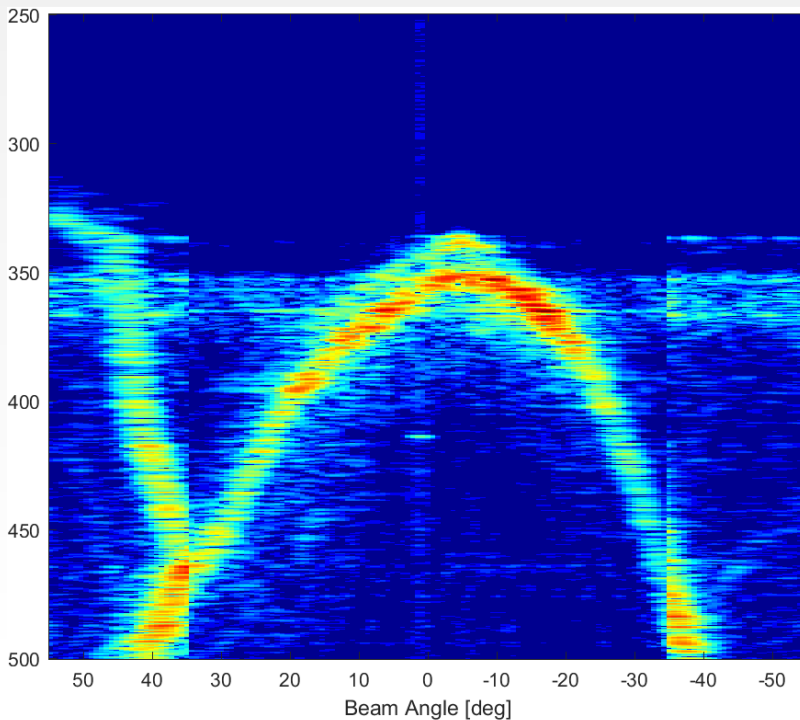
Bild- und Objektebene

- WCI-Daten mit markierten Störungen und einer Gasfahne

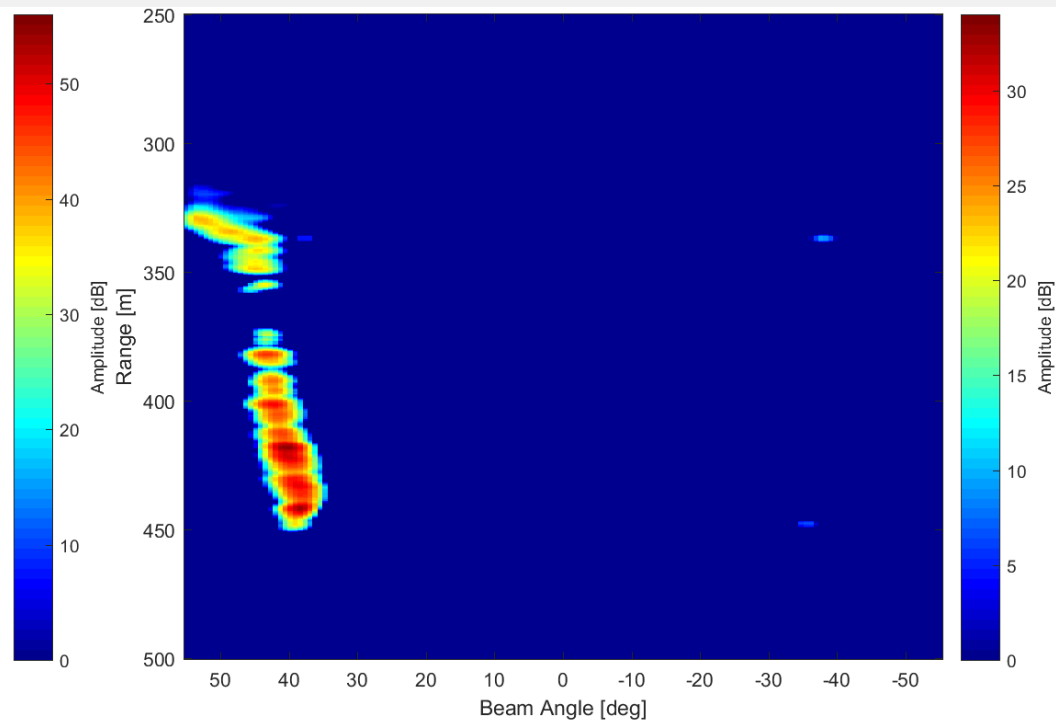


Datenaufbereitung

- Es soll nur noch die gewünschten Objekte in den Daten enthalten sein:
 - Nebenkeulenunterdrückung
 - Entfernung des Bodenechos
 - Reduktion von Störungen und Artefakten



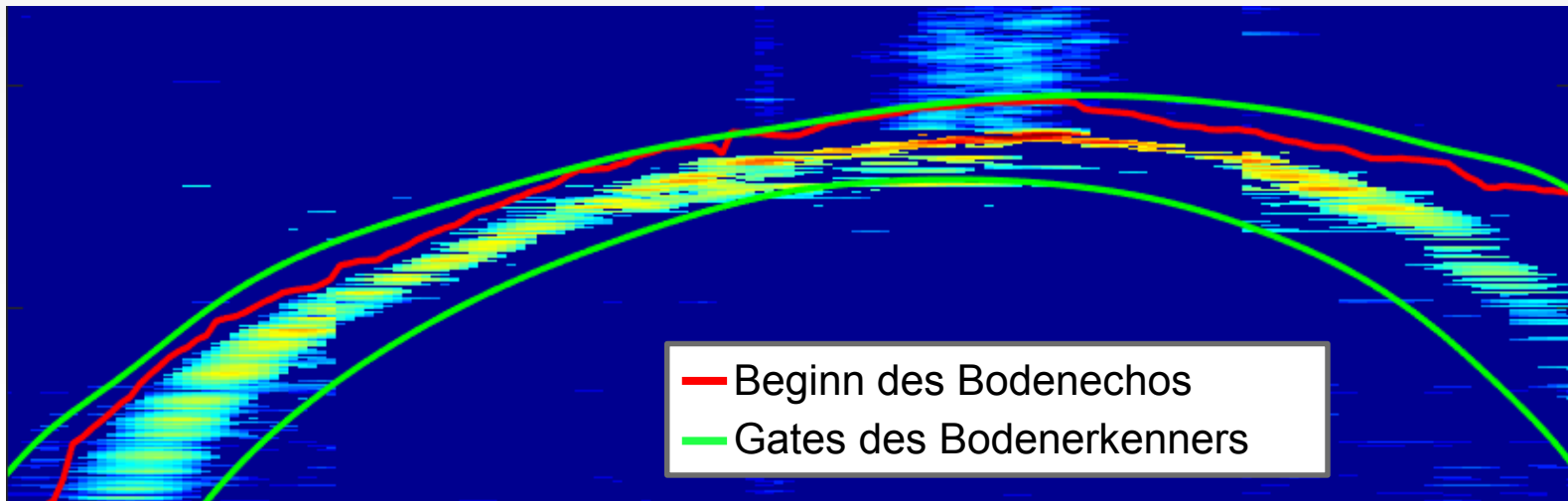
Vor Datenaufbereitung



Nach Datenaufbereitung

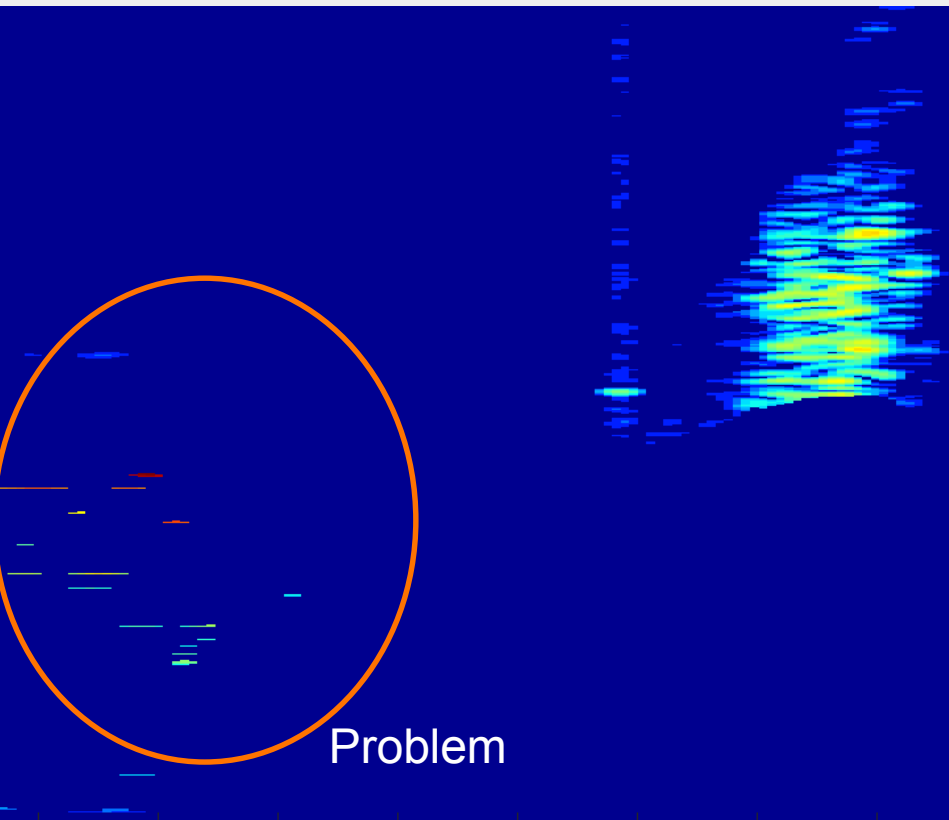
Datenaufbereitung – Entfernung des Bodenechos

- Ein fortgeschrittener, adaptiver Bodenerkennung wurde in den AOD integriert.
- Der adaptive Bodenerkennung folgt dem Bodenprofil mit Suchfenstern (Gates).
- Von dem detektierten Bodenprofil wird eine erwartete Echolänge subtrahiert.

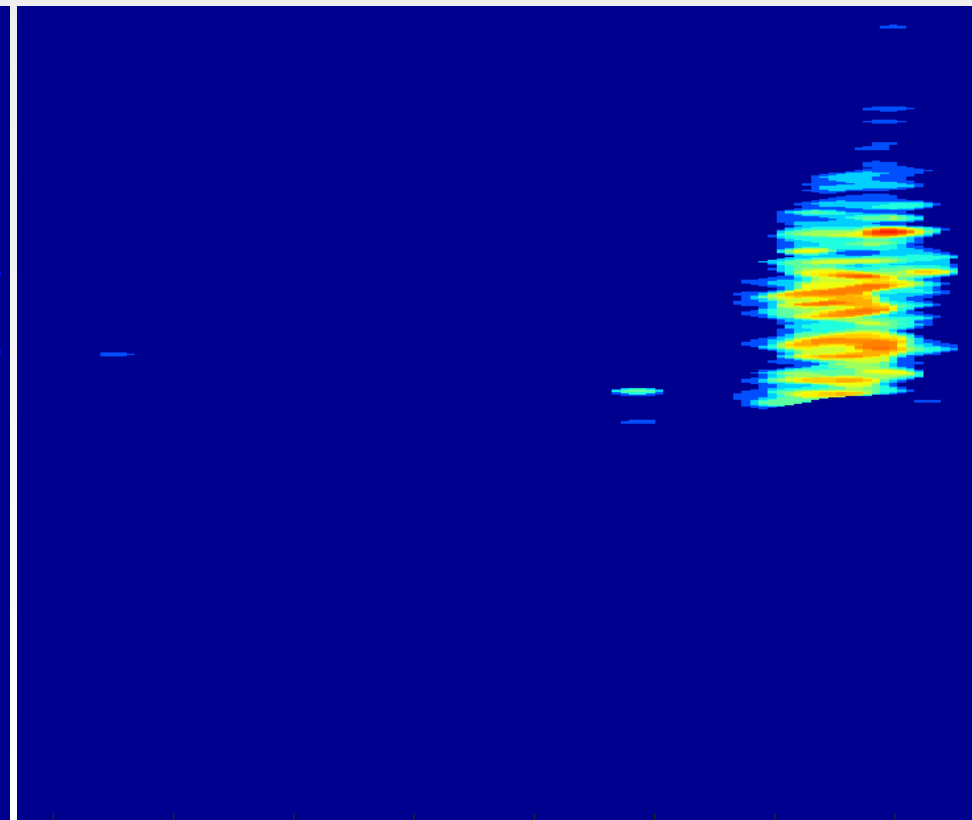


Datenaufbereitung – LUM-Filter zur Störunterdrückung

- LUM-Filter: Erweitertes Median Filter
 - Ersetzt Werte mit Werten aus dem Umfeld
- Vereinzelte, hohe Störspitzen werden effektiv entfernt.

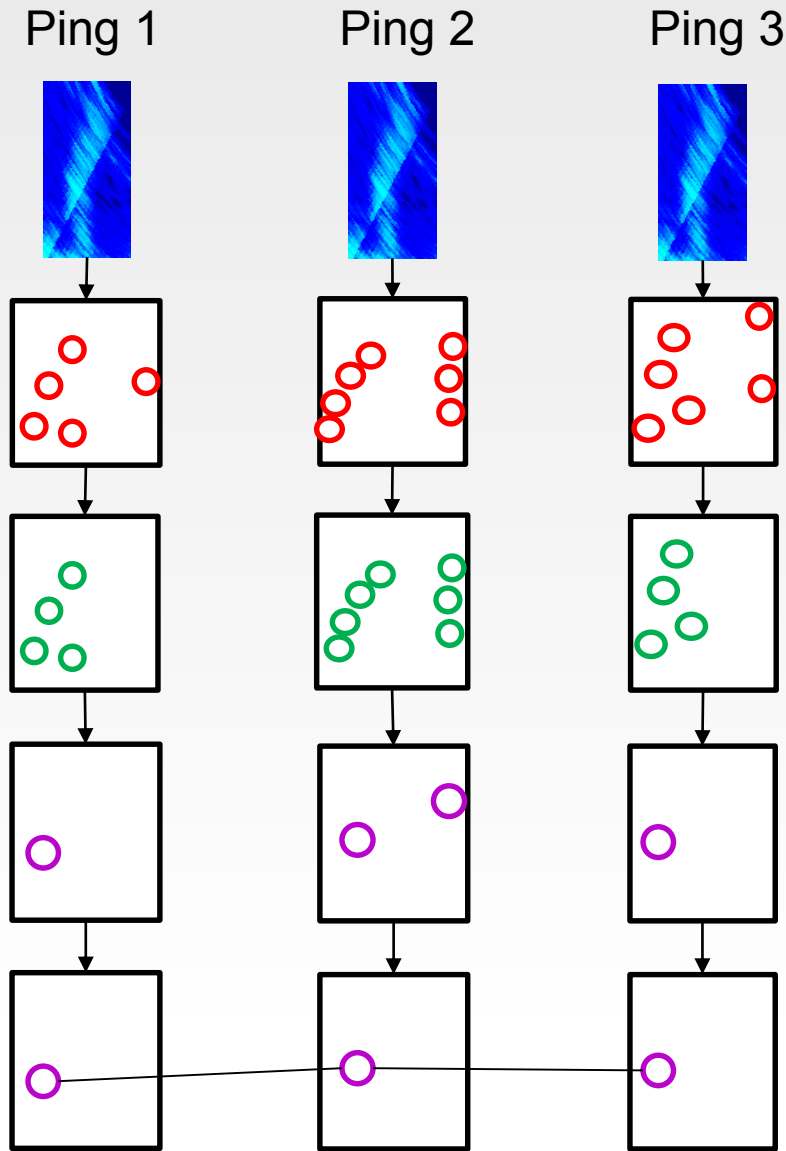


Vor LUM-Filter



Nach 2x LUM-Filter

Tracking – Begriffe und Vorgehen



WCI-Daten (aufbereitet)

Einzelping → „Objekte“

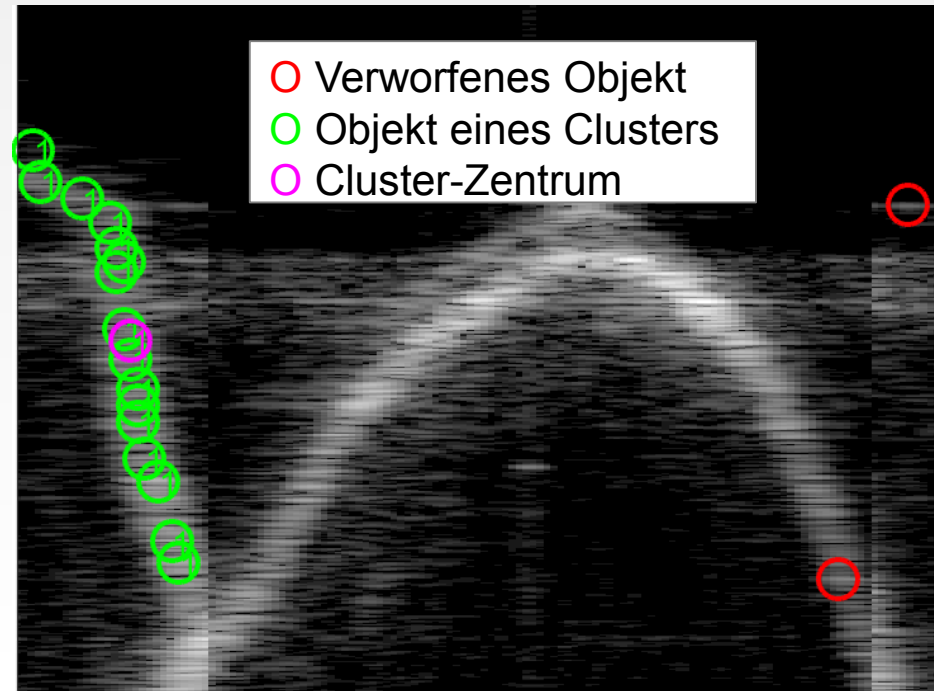
Einzelping: Objekte → „vorläufige Cluster“

Vorläufige Cluster repräsentiert durch „vorläufige Cluster-Zentren“

Folge von Cluster-Zentren → „Gasflare“ (pro Ping → bestätigte Cluster)

Tracking – Clustering

- Basierend auf den Merkmalen von Gasfahnen werden Objekte zu verfolgbaren Clustern zusammengefasst.
- Single-Linkage-Methode: Jedes Objekt hat einen Mindestabstand zu anderen Clustern
- Clusteranalyse
 - Mindestreichweite vom Boden
 - Nähe zum Boden
 - Anzahl der Objekte
 - Berechnung eines Mittelpunktes
 - Berechnung der Fläche
- Anzahl der zu verfolgenden Objekte wird drastisch reduziert.

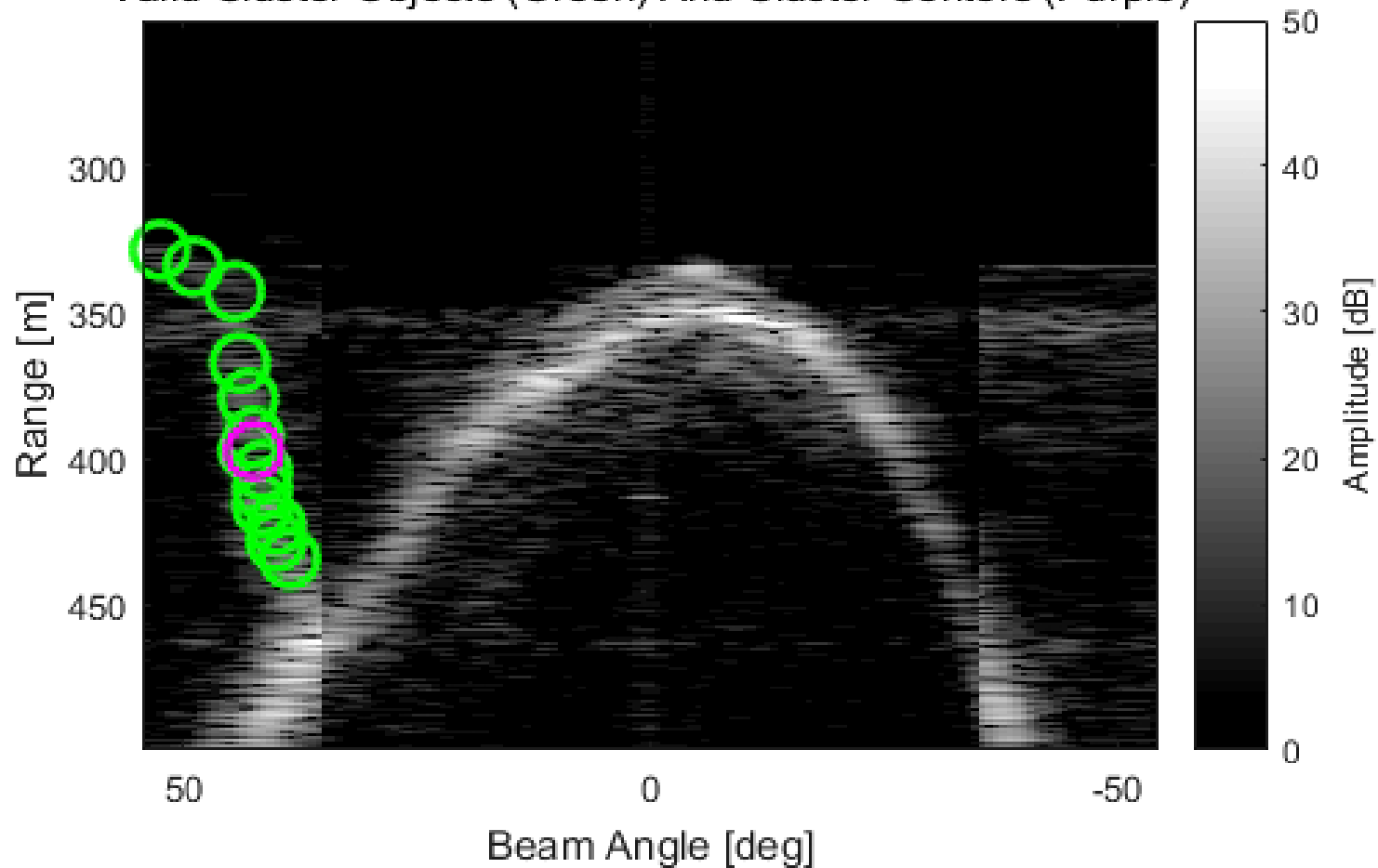


- Schlüssigkeit der Cluster wird über mehrere Pings ermittelt
- Letzte bekannte Positionen der Cluster-Mittelpunkte werden im nächsten Ping wieder erwartet (Prädiktion).
- Im Rahmen bestimmter Toleranzen (Gating) werden alle gefundenen Cluster als Folgecluster aufgefasst.
 - Tracks können verzweigt werden
- Trackbewertung: M/N/L-Logik
 - Betrachte N Pings
 - Mindestens M Detektionen nötig
 - Maximal L aufeinanderfolgende Lücken zulässig
 - M/N/L Parameter theoretisch mit Vereinfachungen berechnet
- Software modular aufgebaut (erweiterbar, veränderbar)

Ping #115507

After Tracking

Valid Cluster Objects (Green) And Cluster Centers (Purple)



Evaluierung

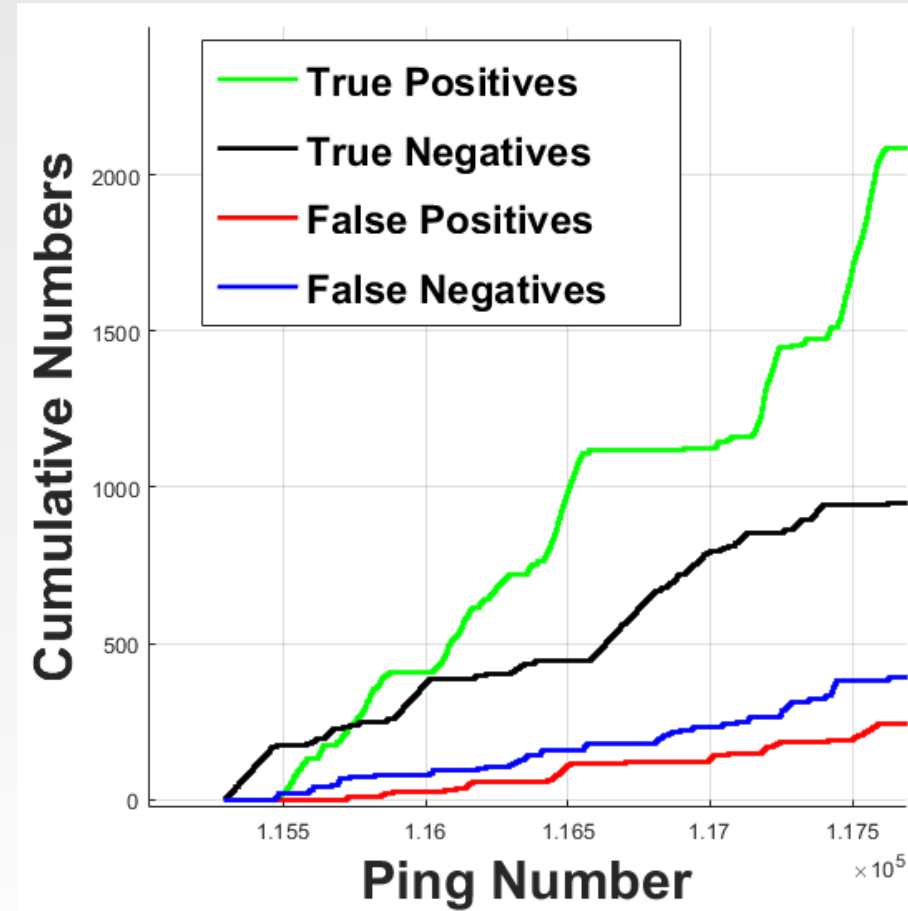
In der Bachelorarbeit wurden 4 Ereignisse definiert:

Name	Beschreibung
True Positive (TP)	In einem Ping wurde eine Gasfahne richtigerweise erkannt.
True Negative (TN)	In einem Ping ohne Gasfahne wurde keine Gasfahne erkannt.
False Positive (FP)	Es wurde eine Gasfahne detektiert, wo tatsächlich keine war.
False Negative (FN)	Eine Gasfahne wurde nicht erkannt.

- Die Anzahl der TP ist nicht direkt mit der Anzahl der Gasfahnen verknüpft, da Folgedetektionen derselben Gasfahne wieder ein TP sind.
- Detektionswahrscheinlichkeit $P_D = \frac{\text{Anzahl der TP}}{\text{Anzahl der TP} + \text{Anzahl der FN}}$
- Falschalarmrate $FAR = \frac{\text{Anzahl der FP}}{\text{Anzahl der Pings}}$
- Basierend darauf wurde bei Wärtsilä ELAC Nautik eine Evaluierungssoftware erstellt.

Evaluierung

- Definierter Parametersatz für den AOD
- Zugelassene Toleranzen bei der Evaluierung:
 - Hohe Toleranzen innerhalb eines Pings
 - 1 Ping Toleranz (Ping-Richtung)
- Ergebnis:
 - $P_D = 84,1 \%$
 - $FAR = 0,105 \text{ FP / Ping}$

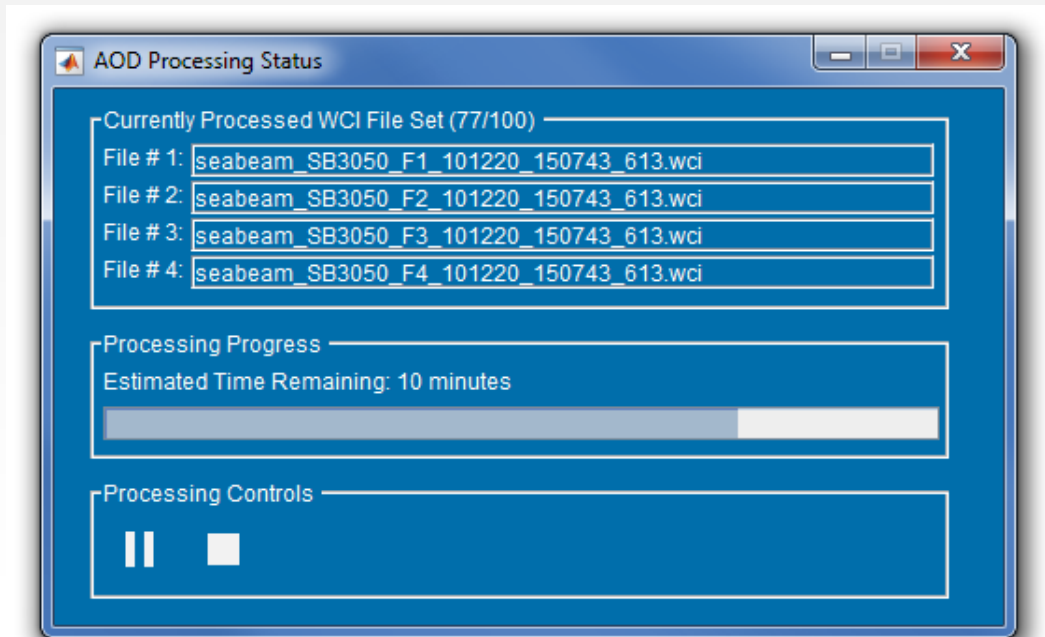


Evaluierung für 2300 Pings

Schlussbemerkung

Schlussbemerkung

- Operational anwendbare Software (Betaversion)
- Bilder und Videos von Zwischenschritten
- Ausblick:
 - Parameteroptimierung für bessere Detektionsrate
 - Reduktion der Parameter
 - Parallel Processing
 - Onlinefähigkeit





WÄRTSILÄ

Wärtsilä ELAC Nautik GmbH

Oskar Kriwat

oskar.kriwat@wartsila.com

www.elac-nautik.com