

Sascha Krohmann / Prof. Uwe Freiherr von Lukas
23. Juni 2026

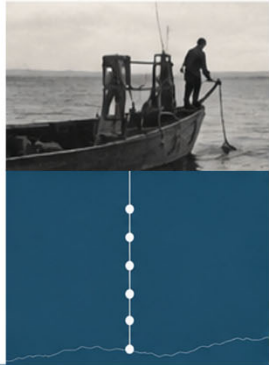
Aus der Forschung in die Praxis: Trends in maritimen Methoden, Verfahren und Systemen

Die Evolution Hydrographischer Messsysteme

Von der Tiefenmessung zu umfassender Kenntnis des Meeresbodens

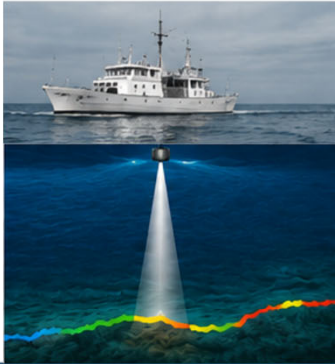
Punktinformation

- Tiefe an einzelnen Punkten



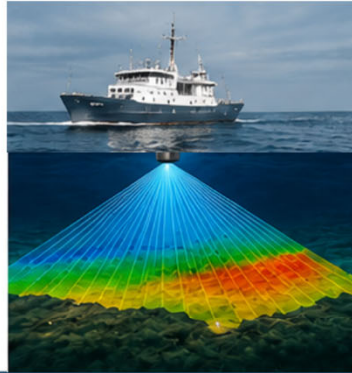
Profilinformation

- Tiefe entlang einer Linie



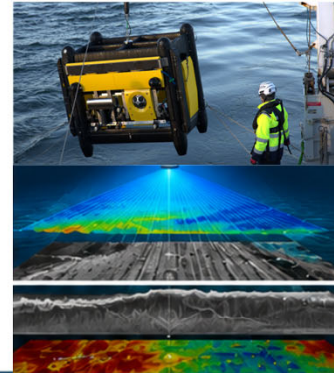
Flächeninformation

- Bathymetrie & Backscatter



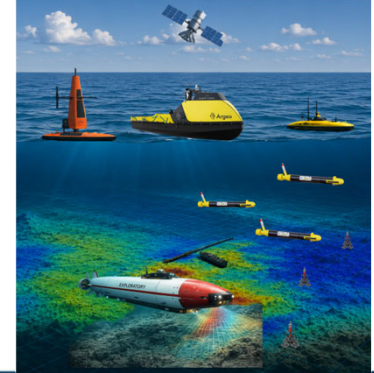
Objektinformation

- Erkennung, Klassifizierung & Analyse von Objekten



Kontextinformation

- Umgebungsverständnis, Vorhersage & Entscheidungsunterstützung



ABDECKUNG



DATENVOLUMEN



INFORMATIONSGEHALT



Zunehmende Flächenabdeckung & Effizienz

KB / Survey

MB / Survey

GB / Survey

TB / Survey

10-100+ TB / Survey

Exponentielle Zunahme des Datenvolumens

Tiefe

Tiefe

Tiefe + Bodenstruktur

Tiefe + Struktur + Objekte
+ Subsurface + Magnetik

Alle Datentypen + KI
+ Veränderung über Zeit

2020er-2030er+ Autonome und intelligente vernetzte Systeme

Vernetzte Plattformen – Multi-Sensor-Integration – Echtzeit-Intelligenz



Autonome USVs

- Langzeitoperation
- Große Flächenleistung
- Geringe Betriebskosten



Multi-Sensor-Integration

- Bathymetrie, SSS, Sub-Bottom
- Magnetik Umweltparameter
- Kameras, Lidar, Navigation



Echtzeitverarbeitung (Edge)

- Onboard-Datenverarbeitung
- Persistente Qualitätsbewertung
- Adaptive Missionsplanung



KI / Maschinelles Lernen

- Automatische Objekterkennung
- Mustererkennung und Klassifikation
- Anomalie- & Änderungsdetektion



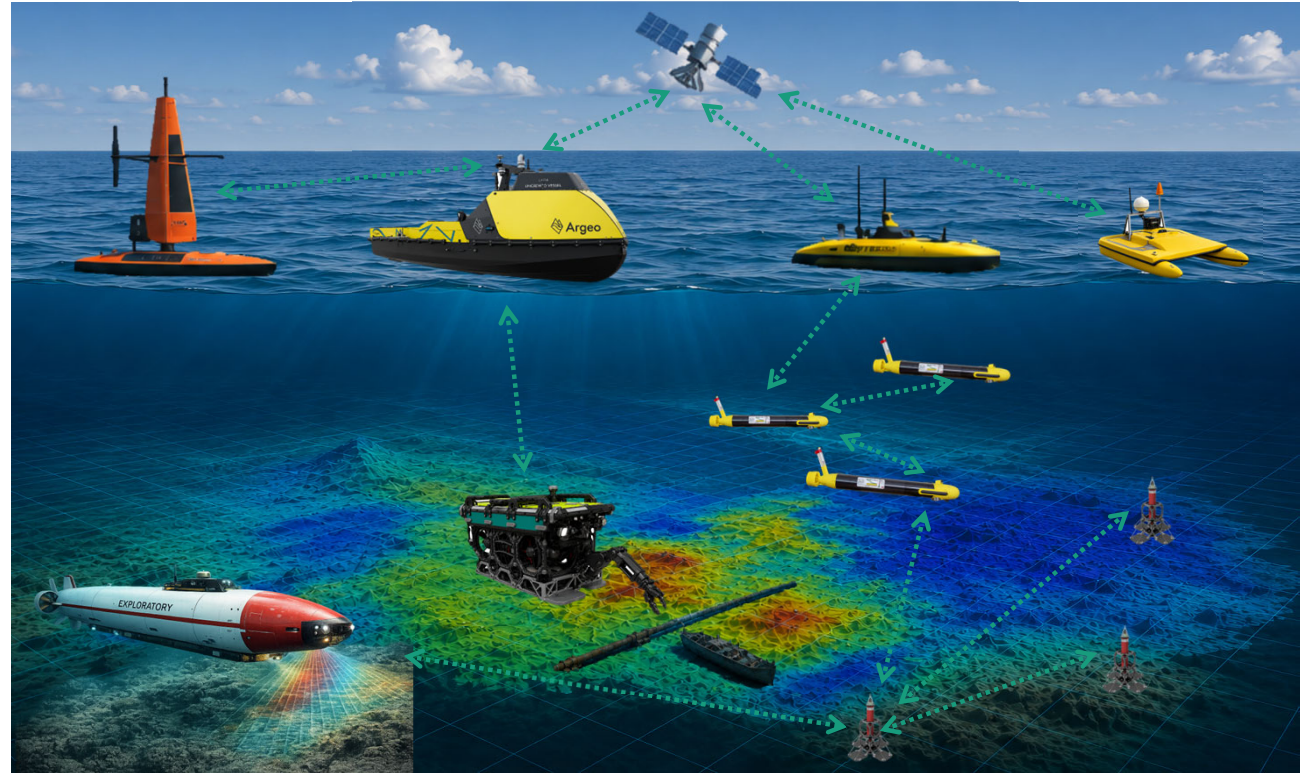
Change Detection

- Wiederholungsmessungen
- Veränderungserkennung
- Zeitreihenanalyse



Dauerhaftes Monitoring

- Persistente Beobachtung
- Digitaler Zwilling
- Entscheidungsunterstützung



Beispiel Entwicklung von Navigationssystemen

Steigende Genauigkeit bei gleichzeitiger Miniaturisierung

Generation	Zeitraum	Typische Systeme	Frequenz	Reichweite zum Boden	Geschwindigkeitsgenauigkeit	Höhe über Grund	Gewicht
1. Generation	1980–1995	RD Instruments Workhorse	300–1200 kHz	50–200 m	~0,5 %	100–200 m	>15 kg
2. Generation	1995–2010	RDI Navigator, Teledyne Explorer	300–1200 kHz	100–600 m	~0,2 %	300–600 m	8–15 kg
3. Generation	2010–2020	Nortek DVL1000, Sonardyne Syrinx	300–1000 kHz	50–300 m	~0,1 %	100–300 m	2–8 kg
4. Generation	2020–2030	Sonardyne Syrinx INS, Nortek DVL500, Water Linked DVL A50	500–2000 kHz	10–200 m	<0,05 %	50–200 m	<2 kg
Autonomie-Generation	heute	Water Linked DVL A50, Cerulean Surveyor, Sonardyne SPRINT-Nav Mini	1–3 MHz	5–100 m	<0,03 %	5–100 m	<1 kg

Beispiel Hochauflösendes ROTV

Fraunhofer Multimodales Sensorsystem

Modulare, geschleppte Vermessungsplattform, die für die hochauflösende Kartierung des Meeresbodens, die Bildgebung unterhalb des Meeresbodens und die Erfassung von Umweltdaten konzipiert ist.

Sie ermöglicht den gleichzeitigen Einsatz mehrerer akustischer und umweltbezogener Sensoren.

Ziel ist die integrierte Echtzeit-Verarbeitung hochauflösender multimodaler Daten

- INS SPRINT-Nav 700
- MBES Teledyne T50
- Synthetic Aperture Sonar Kraken MINSAS 120
- 3D Sub-Bottom SAS Edgetech eBOSS
- Valeport Midas Environmental Sensors
- Gradiometer 3+1 G-882 GEOMETRICS
- 4 HD cameras with light
- Sonardyne USBL Sub-Mini 6+ Transponder



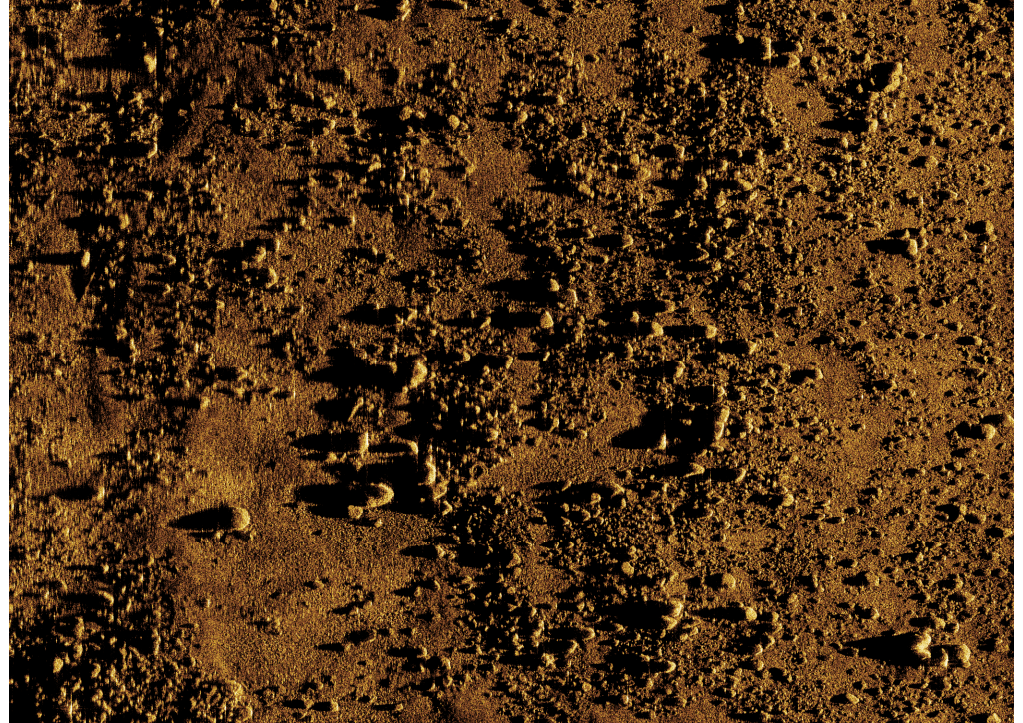
Beispiel - hochauflösende Synthetic Aperture Sonar Bilder Steinriff

Detaillierte Aufnahmen mit einer Vielzahl an
Details

Steigerung der Details heißt auch Erweiterung des
Analyseaufwandes und erhöhte Anforderung an
Objekterkennung

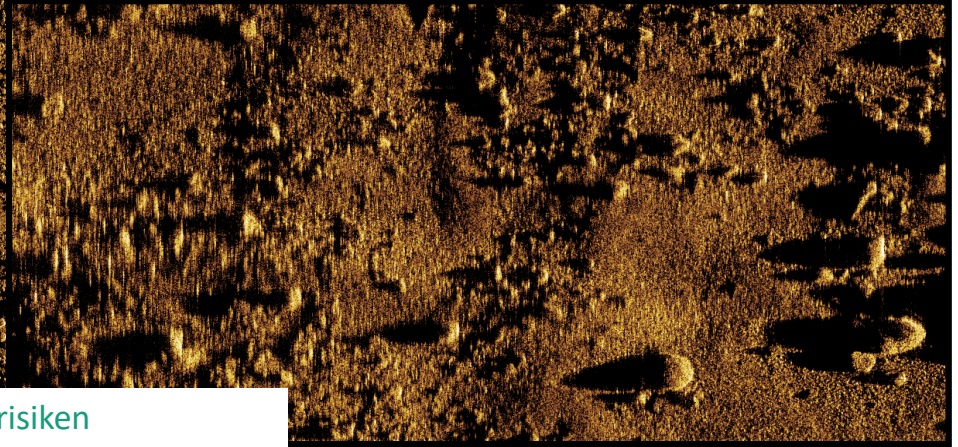
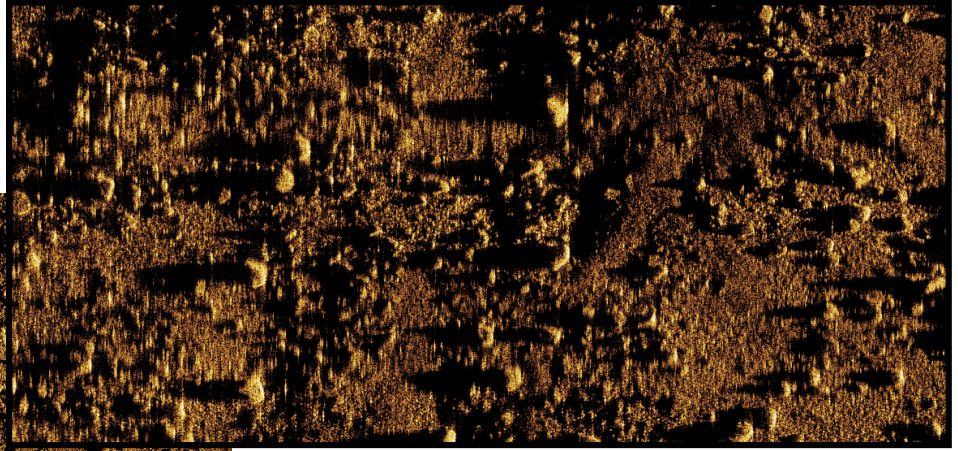
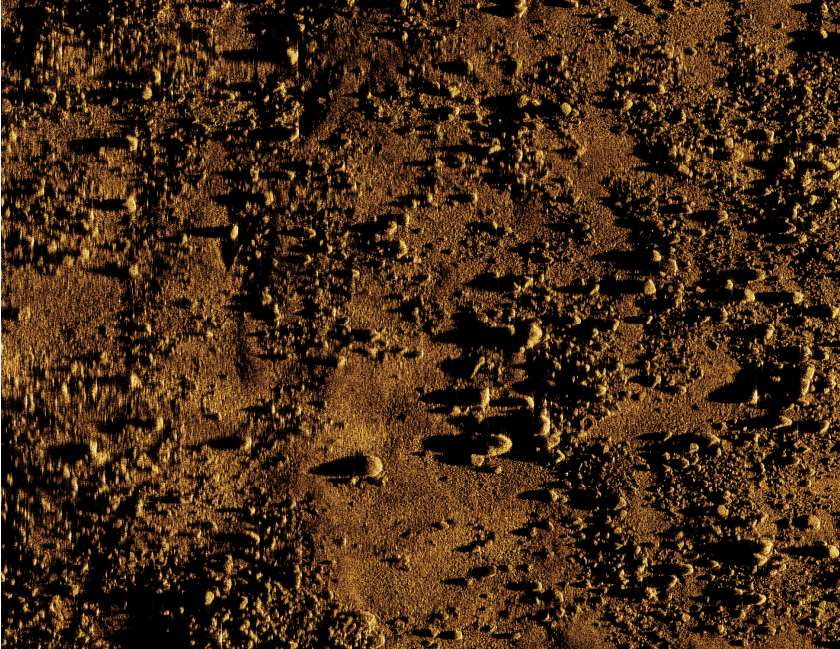
Multimodale Systeme bieten auch die Chancen der
integrierten Verarbeitung

z.B. Multibeam + 3D Sub-Bottom SAS Processing +
Gradiometer für UXO detection



High resolution acoustic images

Steinriff - Unschärfe

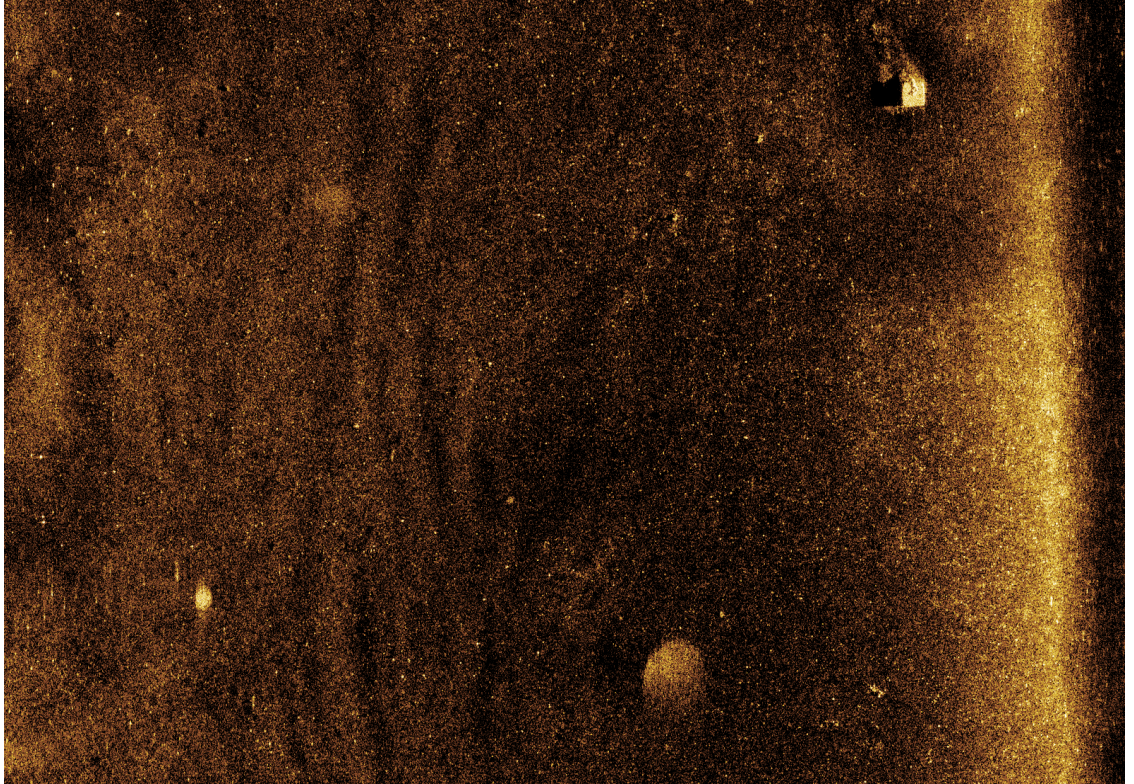


Mit steigender Auflösung entstehen neue Interpretationsrisiken

Beispiel - hochauflösende Synthetic Aperture Sonar Bilder

Was gehört wirklich zum Meeresboden

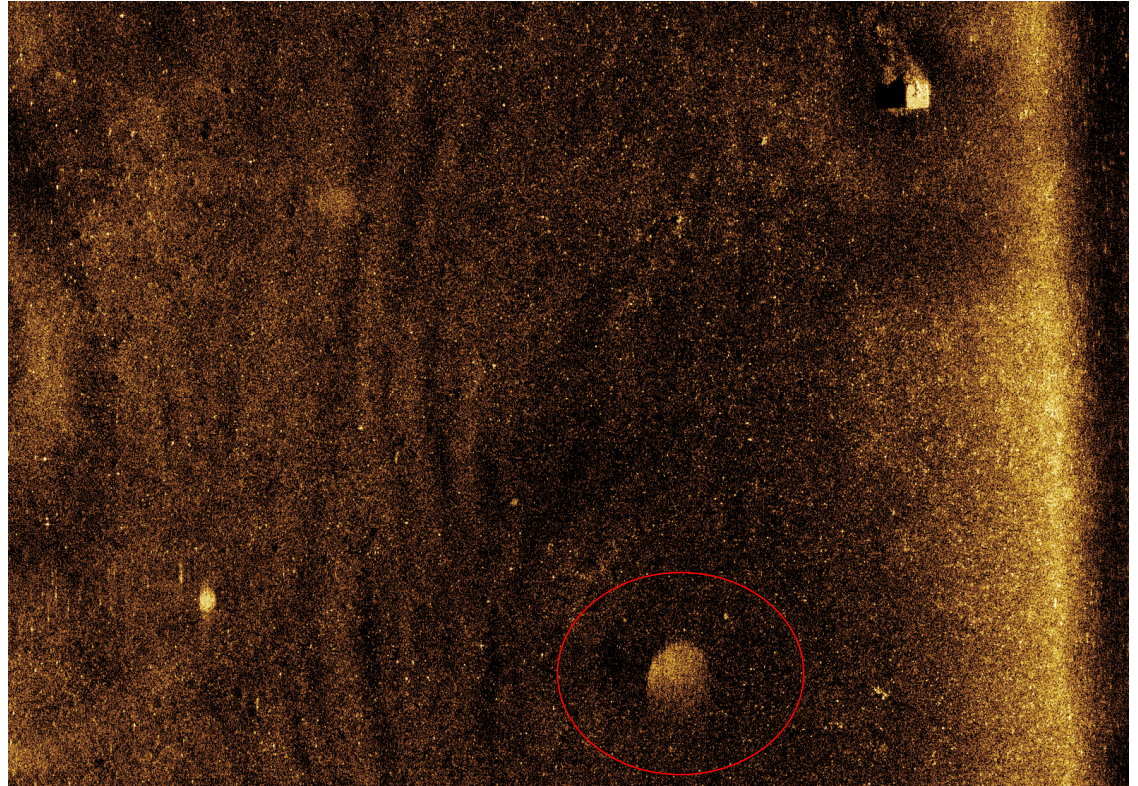
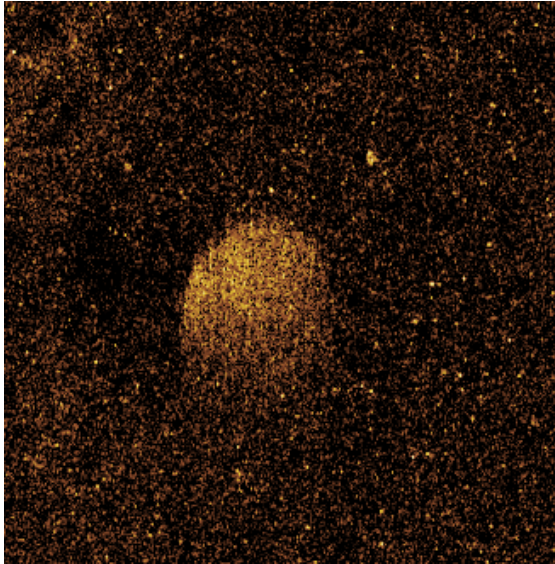
Ankerstein einer Fahrwassertonne



Beispiel - hochauflösende Synthetic Aperture Sonar Bilder

Was gehört wirklich zum Meeresboden

Fischschwarm

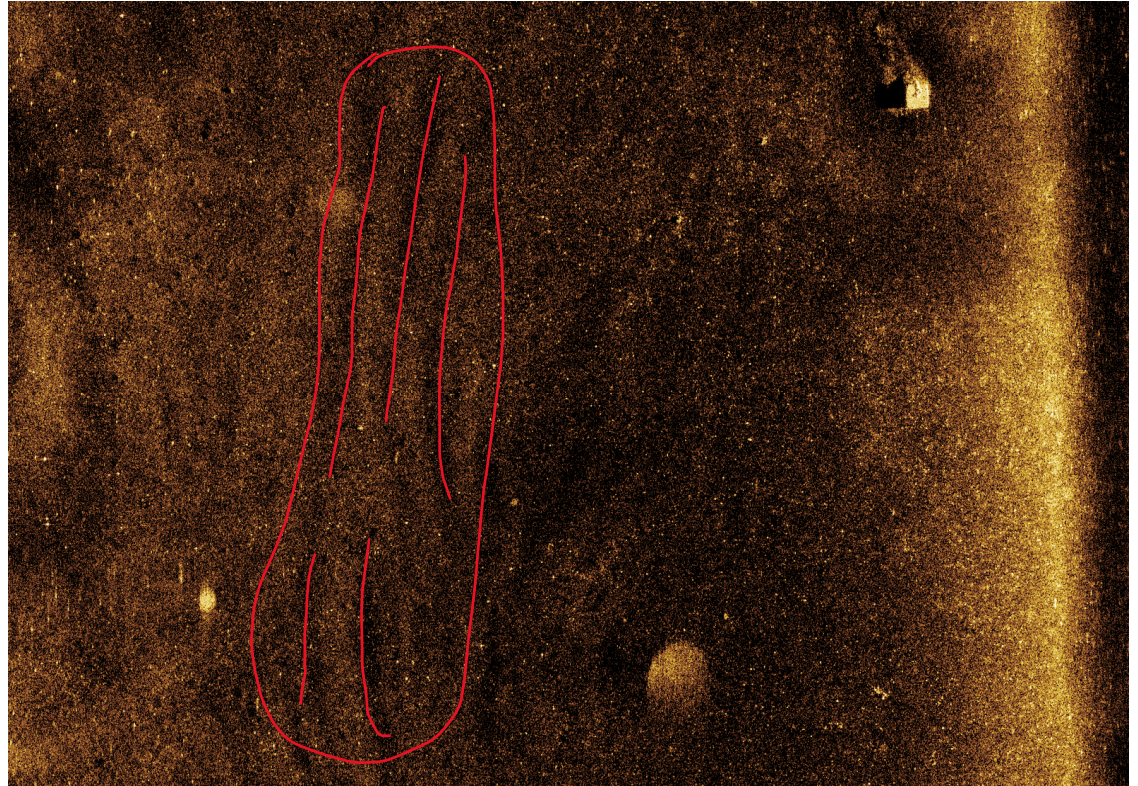


Beispiel - hochauflösende Synthetic Aperture Sonar Bilder

Was gehört wirklich zum Meeresboden

Geisterlinien

Verursacht durch eine abrupte
Änderung der Wasserdichte
(Thermokline / Halokline)

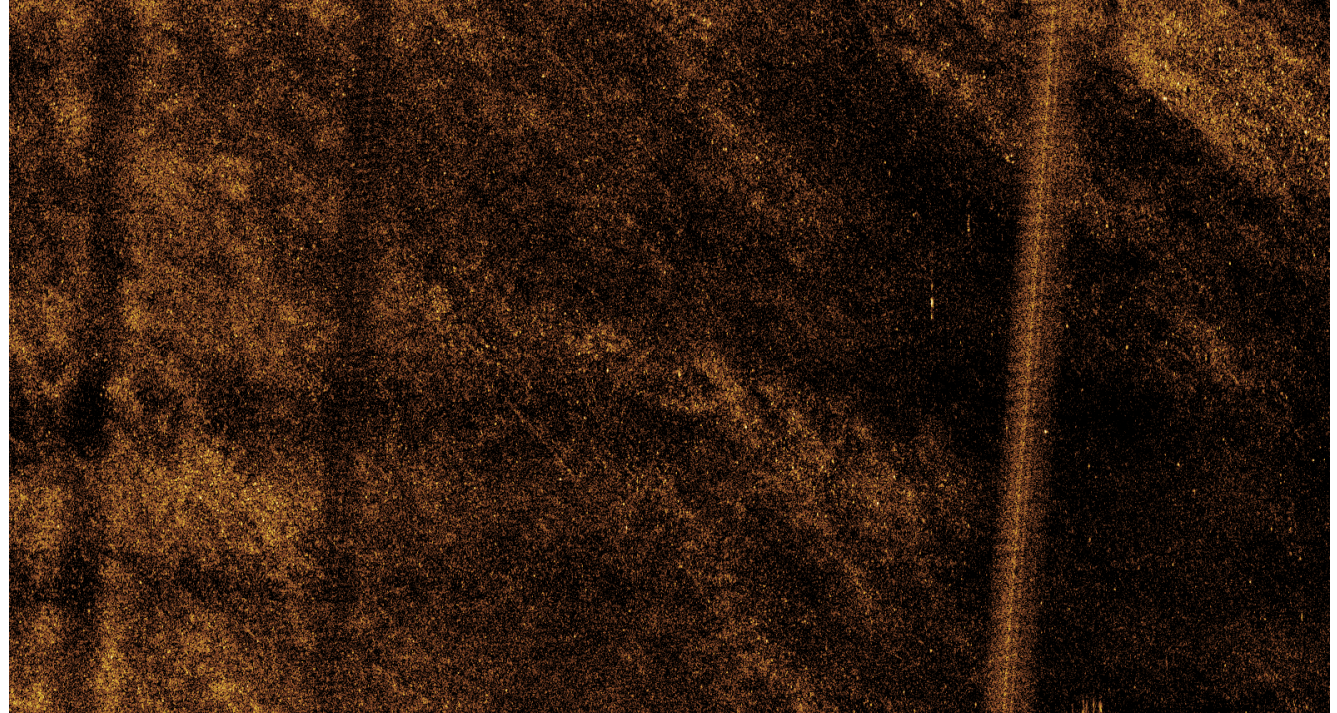


High resolution acoustic images

Interferenz

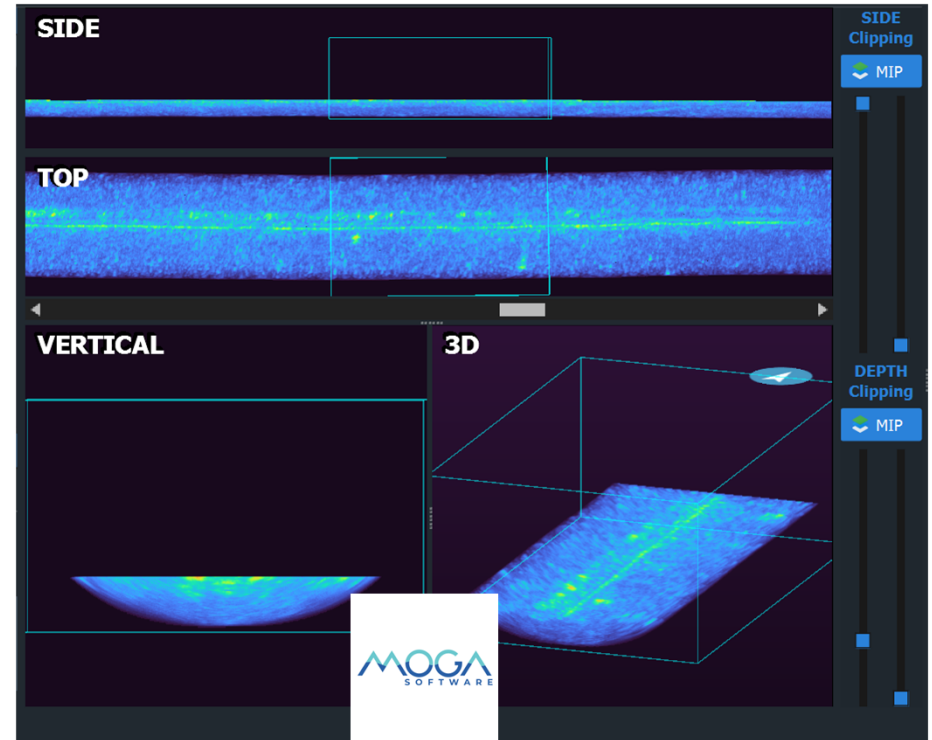
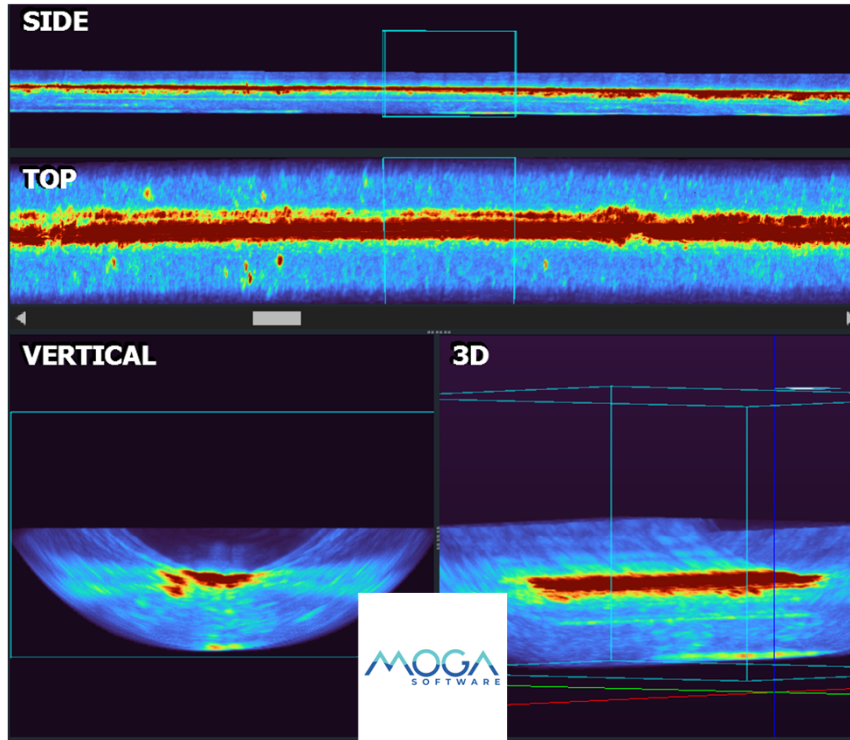
Geisterlinien

Verursacht durch akkustische
Rückkoppelungen (eBOSS)



Beispiel - hochauflösende SAS Sub-Bottom Daten

„Glin“ überlagert die gesuchte Kabelsignatur



Mehr Daten $\neq$ Mehr Wissen

Fokusverschiebung von Datenerfassung zur Datenbewertung

Mehr Auflösung

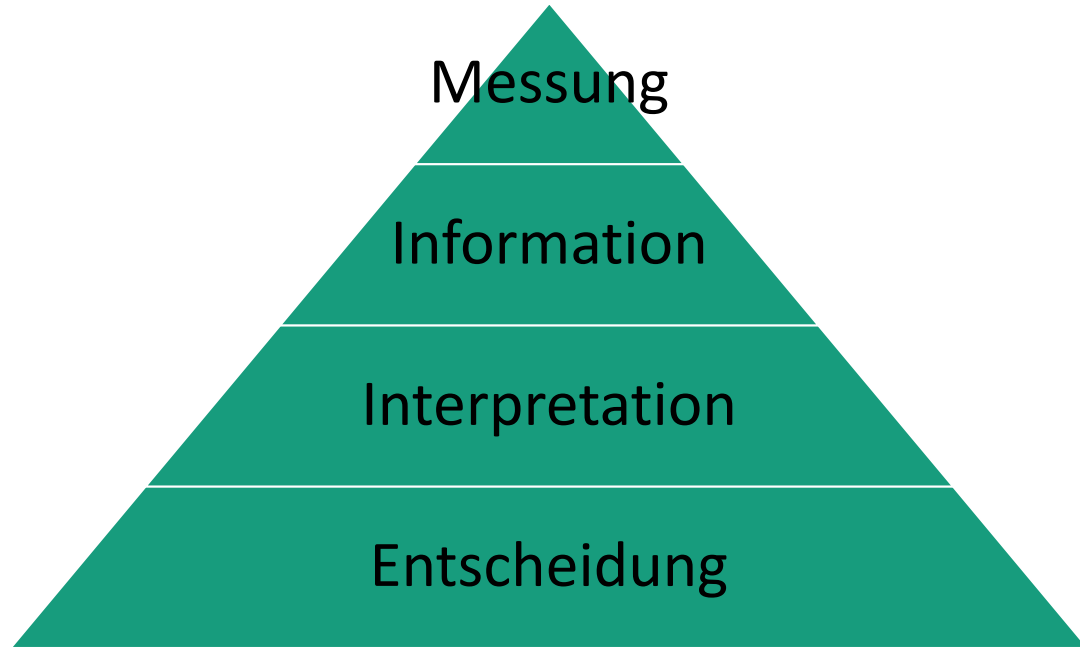
Mehr Sensoren

Größere Flächenleistung

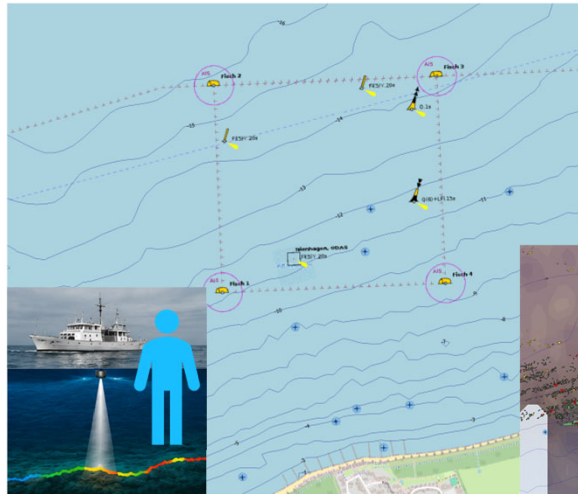
Mehr Anomalie

Mehr Daten

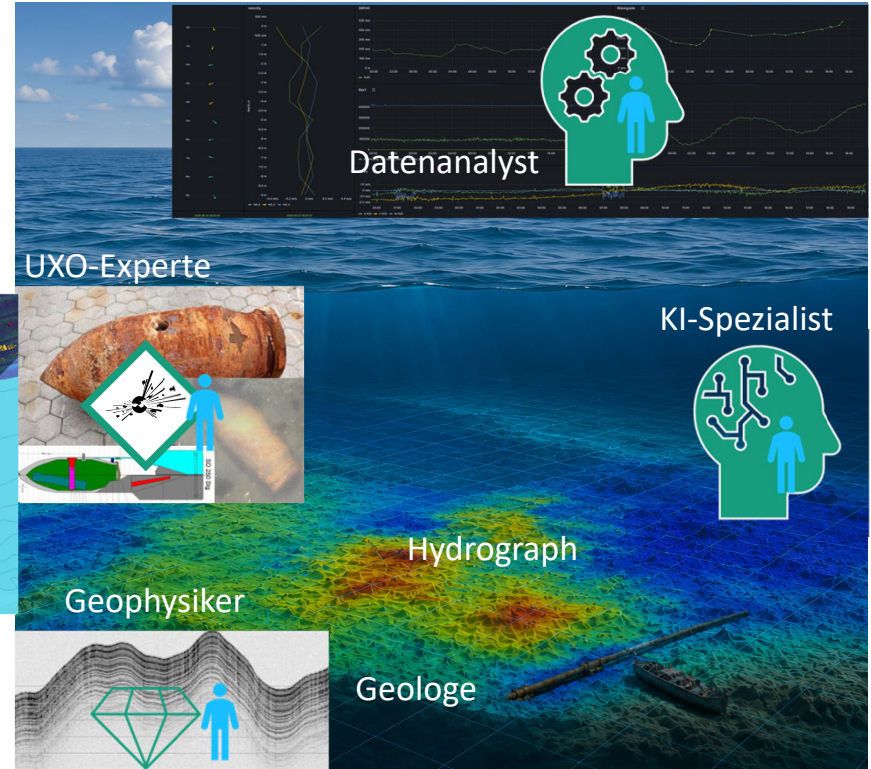
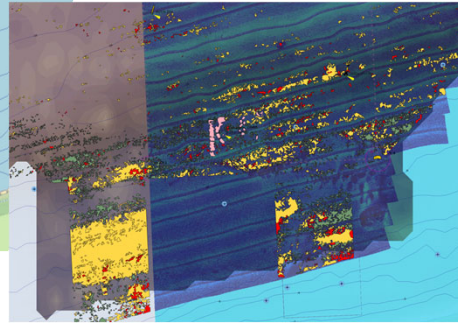
-> Mehr Bedarf an Nachvollziehbarer Qualität



Wer soll das eigentlich alles auswerten?



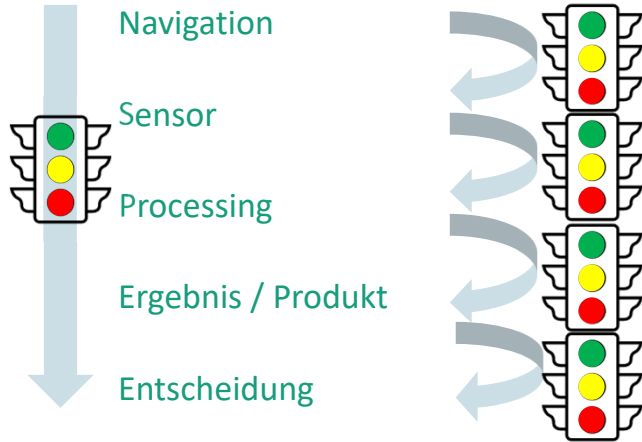
Ein Sensor > ein Experte



Viele Sensoren -> mehrere Experten

Wer bewertet eigentlich die Datenqualität?

Die Herausforderung ist nicht mehr die Datenerfassung sondern das Vertrauen in die Daten



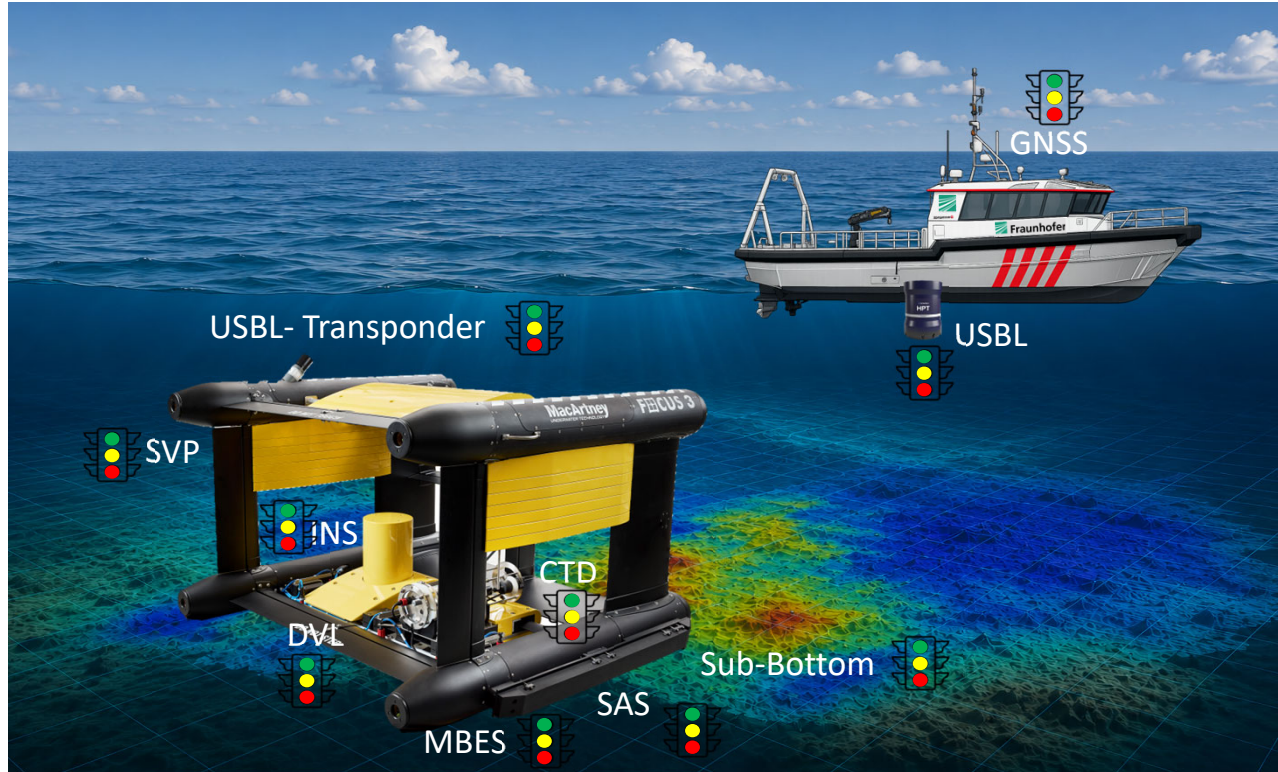
- Bekomme ich konstant und ununterbrochen RTK-Fix?
- Habe ich ausreichende Rollstabilität für alle Systeme?
- Bekomme ich Interferenzen?
- Ist die Lage der Sensoren adäquat?
- Ist der Abstand zum Meeresboden innerhalb der eingestellten Range?
- Habe ich Veränderungen in Backscatter / Sedimentbeschaffenheit?
- Konnten Objekte innerhalb der Erwartungen identifiziert werden?
- Wurden nicht identifizierbare Objekte erkannt?
- Konnten die erkannten Objekte durch andere Sensoren bestätigt werden?
- Ist die Bewegung meines Sensorsystems ausreichend messbar und innerhalb der zulässigeren kompensierbaren Anforderungen?

- Mehr Bedarf an nachvollziehbarer Qualität
- Qualität darf nicht erst im Endprodukt bewertet werden



Echtzeitfähige System-Bewertung

Passt das Sensorsystem zum geforderten Ergebnis in der gesamten Kette?



Ergebnis

Bathymetrie	
Backscatter	
Objekte	
Klassifikation	
Change Detection	
Digital Twin	

-> Hier ist situatives
Expertenwissen
erforderlich

Expertenwissen muss digitalisiert werden

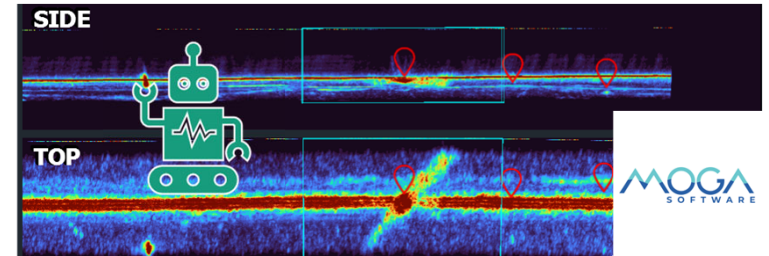
Expertenwissen



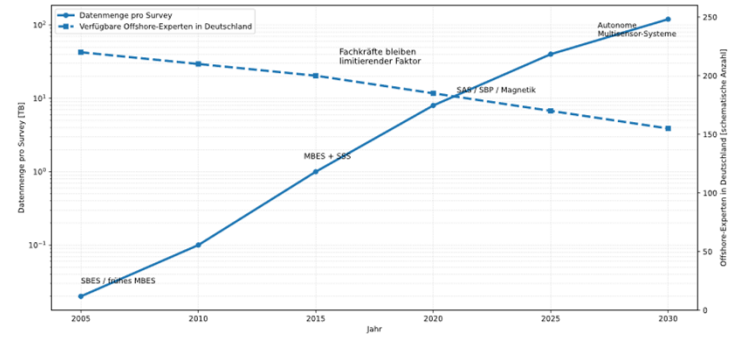
Entscheidungsregeln



Qualitätsmetriken



Automatisierung durch Integration
in die komplette
Verarbeitungsdiplne



Illustrative Darstellung: Fachkräftemangel bedeutet nicht „keine Experten“, sondern begrenzte skalierbare Auswertungskapazität.

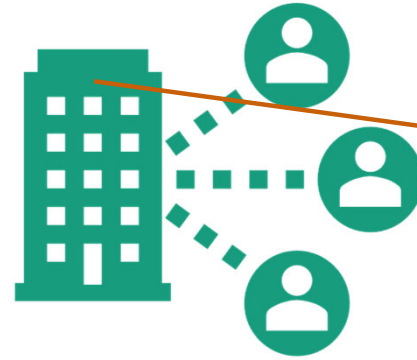
Wenn Expertenwissen nicht digitalisiert wird, bleibt es personenabhängig und skaliert nicht.

Dezentralisierung der Experten

Offshore werden zunehmend Spezialisten für Betrieb, Wartung und Deployment benötigt.

Vorteile:

- Weniger Reisezeit
- Attraktive Arbeitsplätze
- Expertenpool statt Einzelkämpfer
- Enge Verzahnung mit Datenspezialisten
- Internationale Zusammenarbeit
- Optimale Nutzung der Systeme
- Maximierung der Verfügbarkeit



Der zukünftige Hydrograph interpretiert nicht nur Daten,
er bewertet komplexe vernetzte Sensorsysteme.

Kontakt und Hinweis zur Bildgenerierung

Prof. Dr. Uwe Freiherr von Lukas
Standortleiter Fraunhofer IGD
Tel. +49 381 4024-100
uwe.von.lukas@igd-r.fraunhofer.de

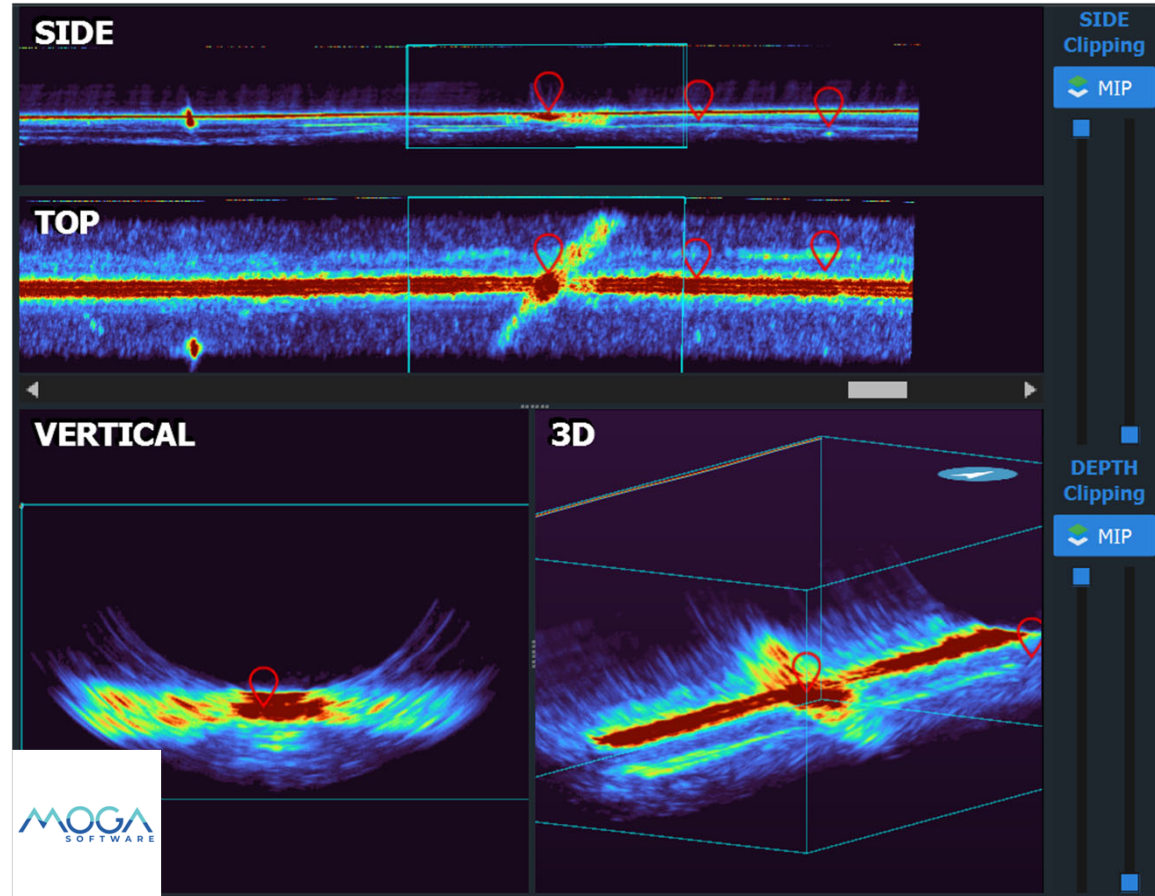
Fraunhofer IGD
Alter Hafen Süd 6
18069 Rostock
Germany
www.igd-r.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Sascha Krohmann
Smart Ocean Technologies | Digital Ocean Lab
Tel.: +49 (0) 151 46378309
Sascha.Krohmann@igd-r.fraunhofer.de

Hinweis zur Bildgenerierung

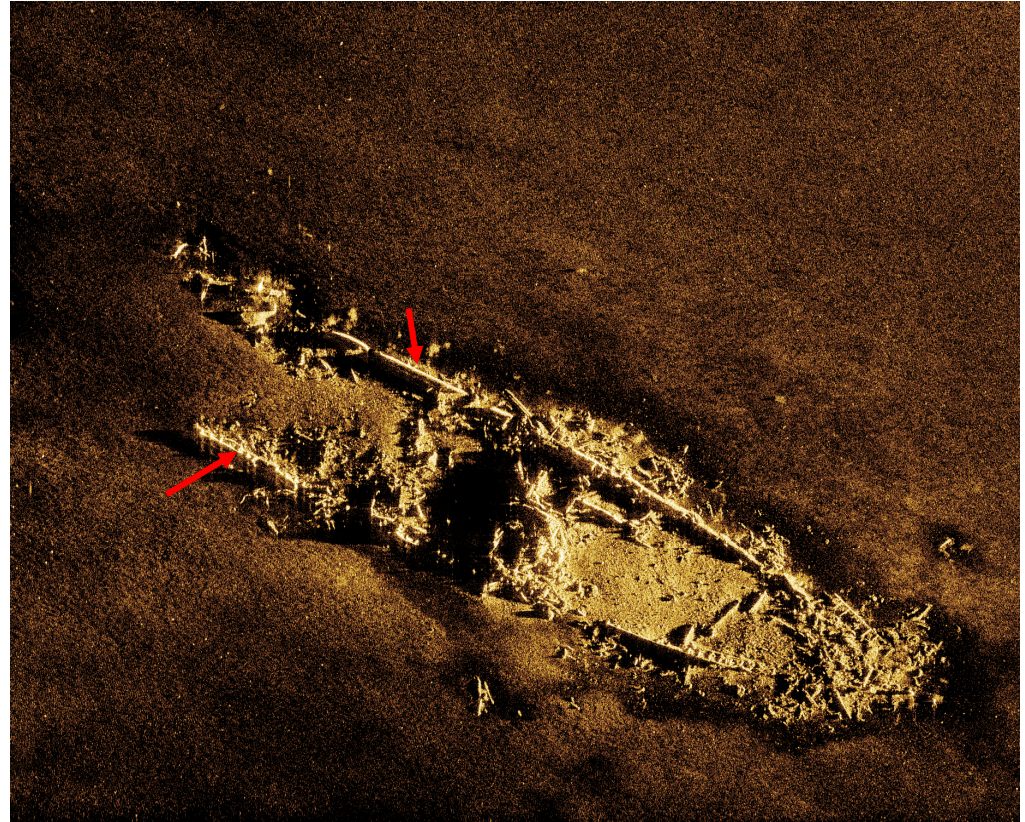
Einzelne Illustrationen und Konzeptgrafiken wurden unter Nutzung generativer KI erstellt bzw. unterstützt erstellt. Die dargestellten Systeme, Verfahren und Datenbeispiele dienen der Veranschaulichung technischer Zusammenhänge und stellen keine Originalmessdaten dar, sofern nicht explizit gekennzeichnet.

Kabelkreuzung



High resolution acoustic images glimmer

High density reflections

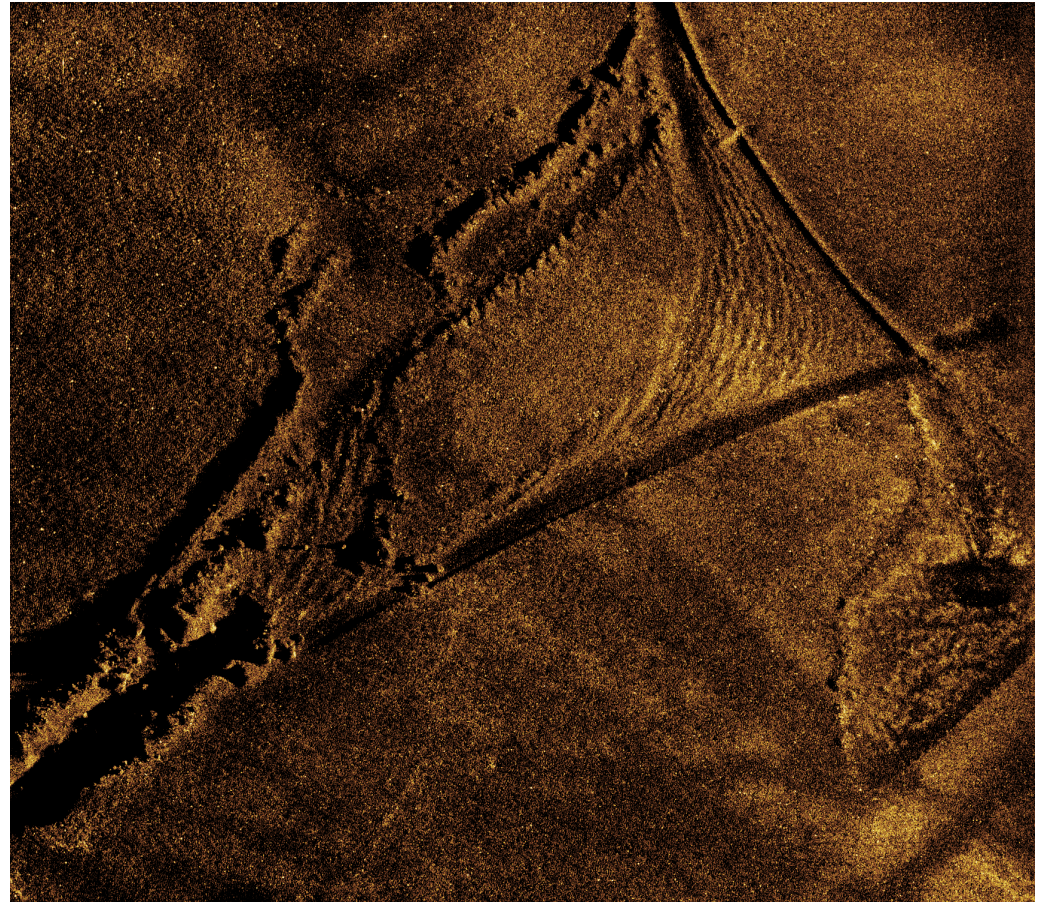


High resolution acoustic images

Seabed forensic

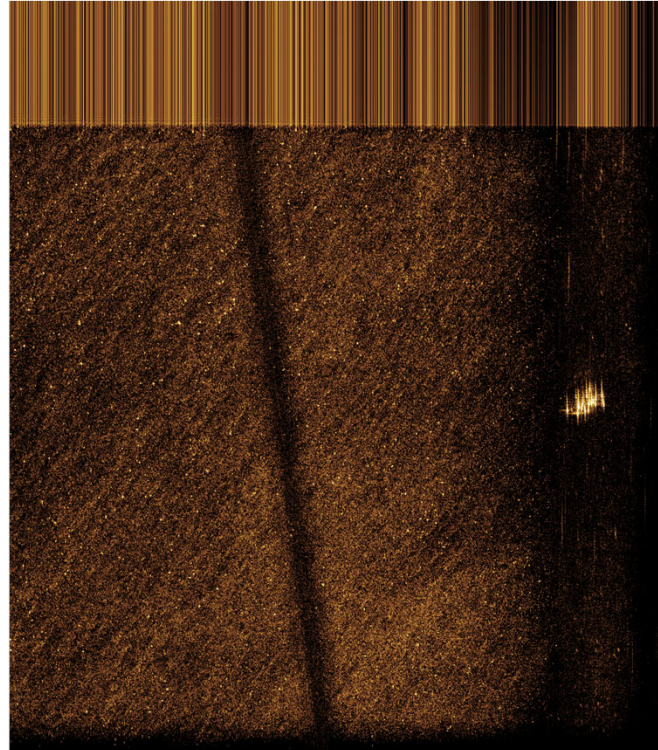
Gear bottom hits (trawling)

Trawling lines on the seabed



High resolution acoustic images

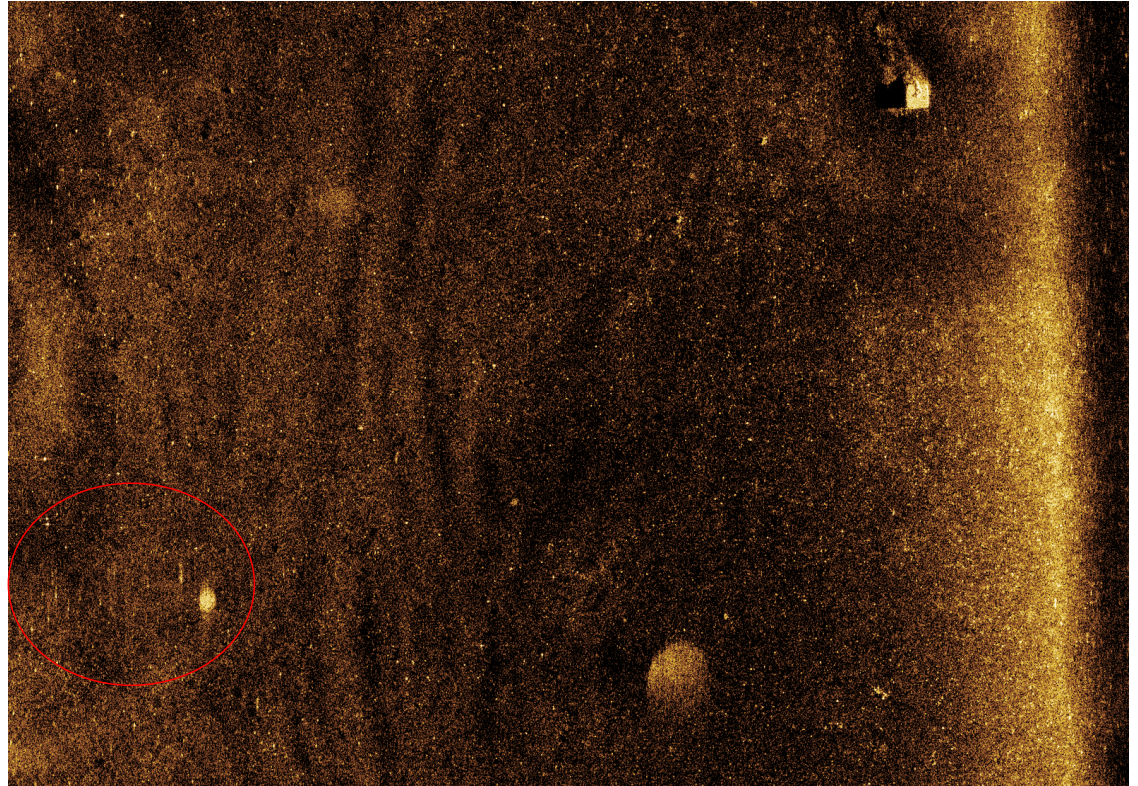
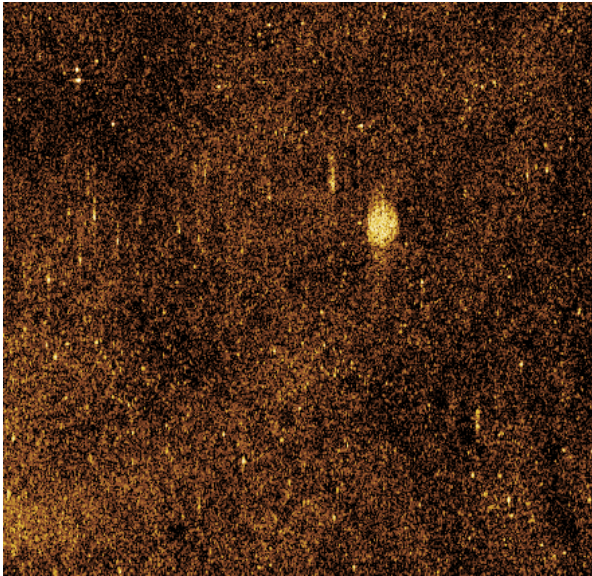
Exceeding limits of motion compensation



Beispiel - hochauflösende Synthetic Aperture Sonar Bilder

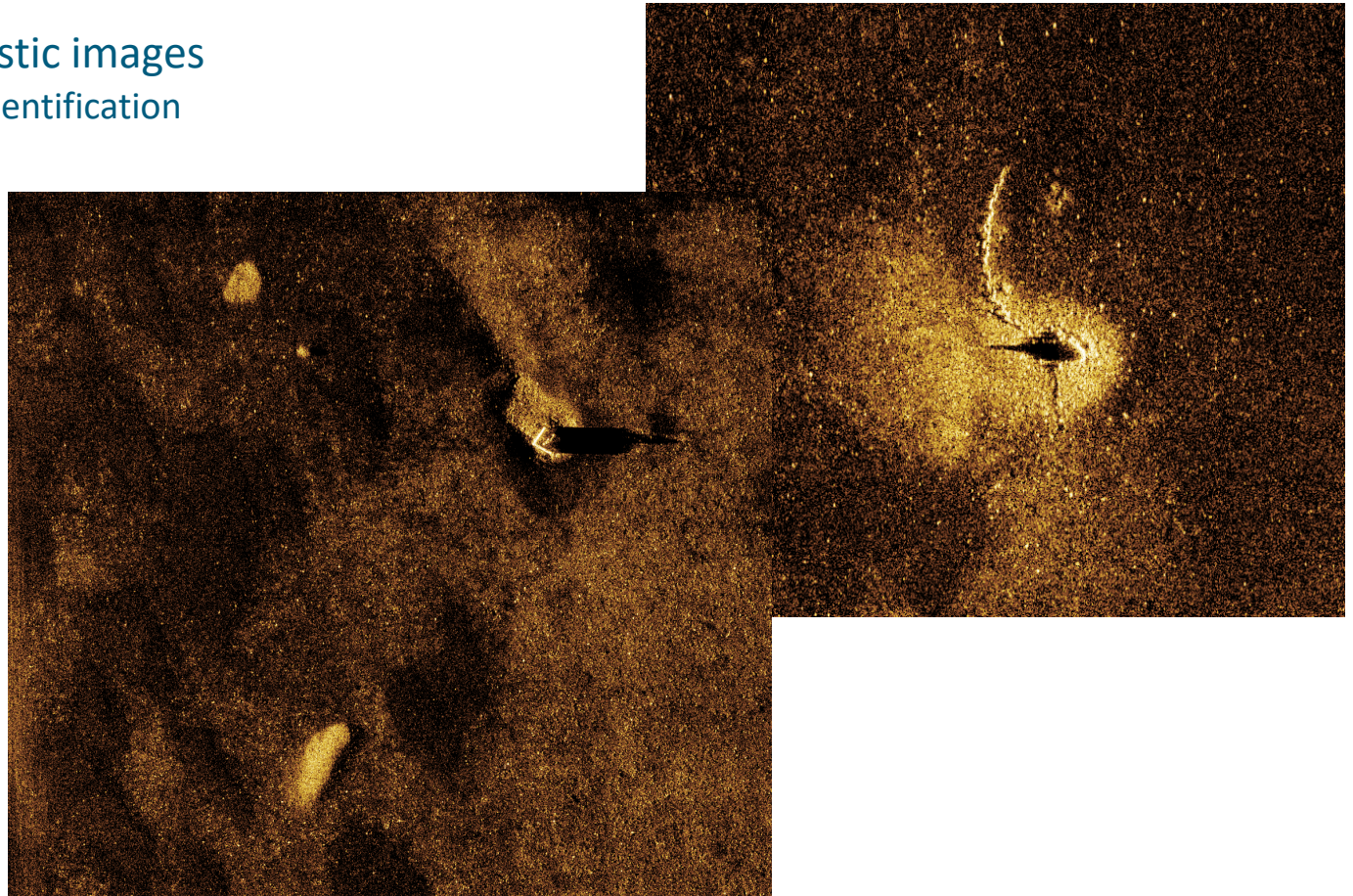
Was gehört wirklich zum Meeresboden

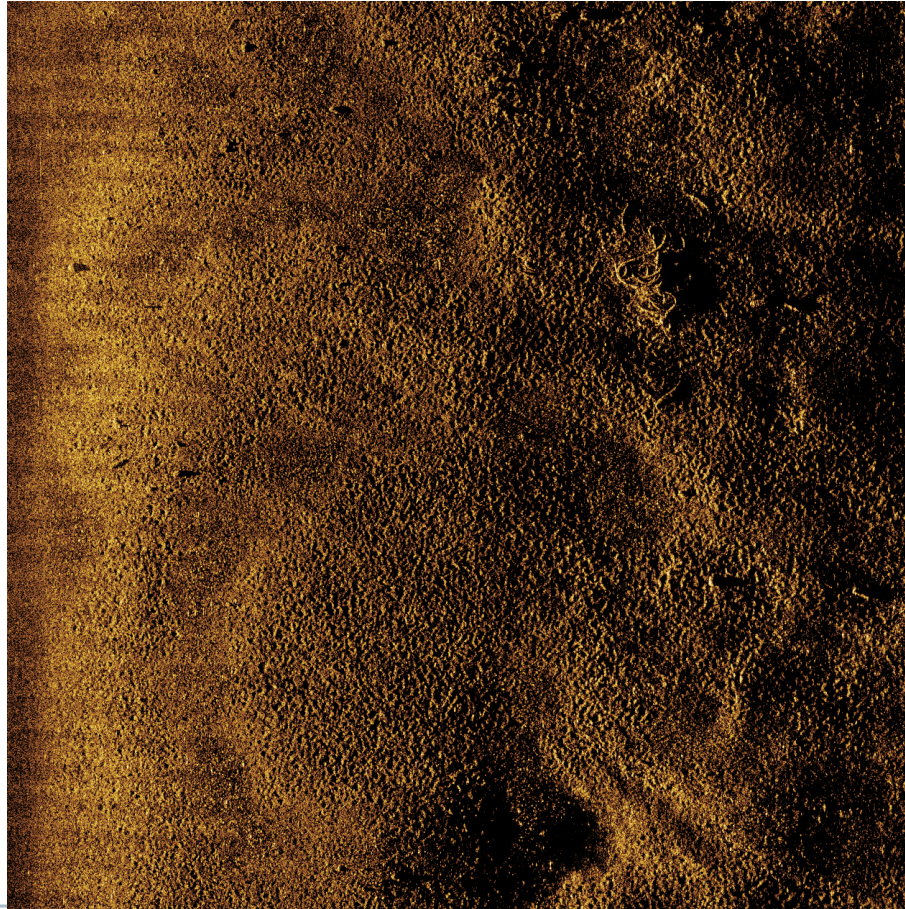
Reflexionsartefakte



High resolution acoustic images

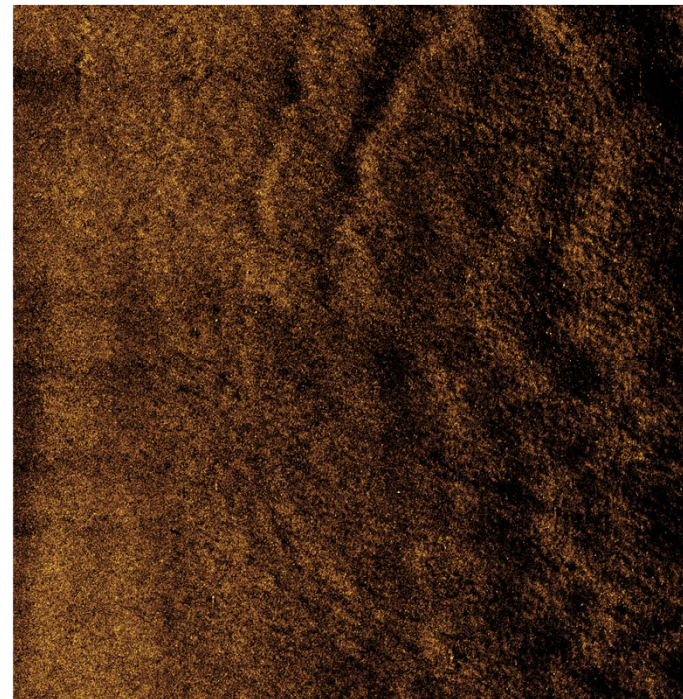
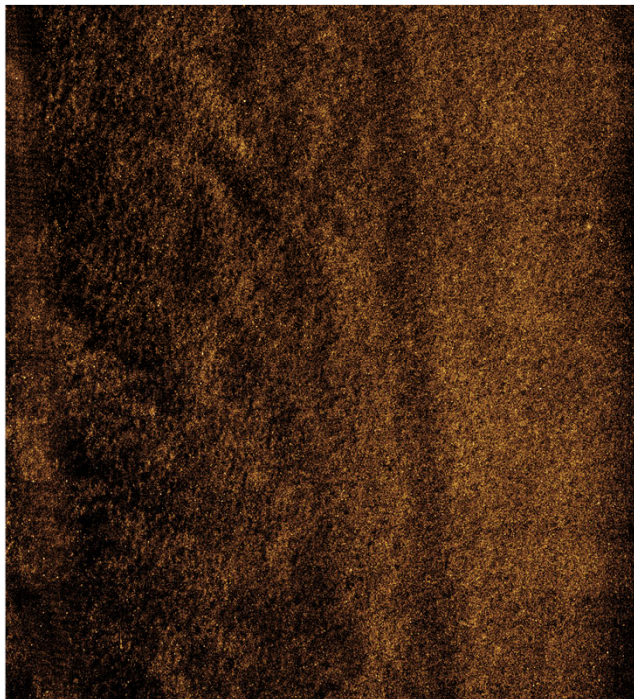
Object detection and identification





High resolution acoustic images

Boundary layers - thermocline



High resolution acoustic images

bathymetry

