

Meereisklassifikation aus Satellitendaten von Sentinel-1 und Sentinel-3

Stefan Wiehle¹, Dmitrii Murashkin¹, Anja Frost¹, Suman Singha¹,
Christine König², Thomas König²

¹DLR Maritime Security Lab Bremen, Bremen, Germany

²Dr. Thomas König & Partner, Fernerkundung GbR,
Dießen am Ammersee, Germany



Gefördert durch:



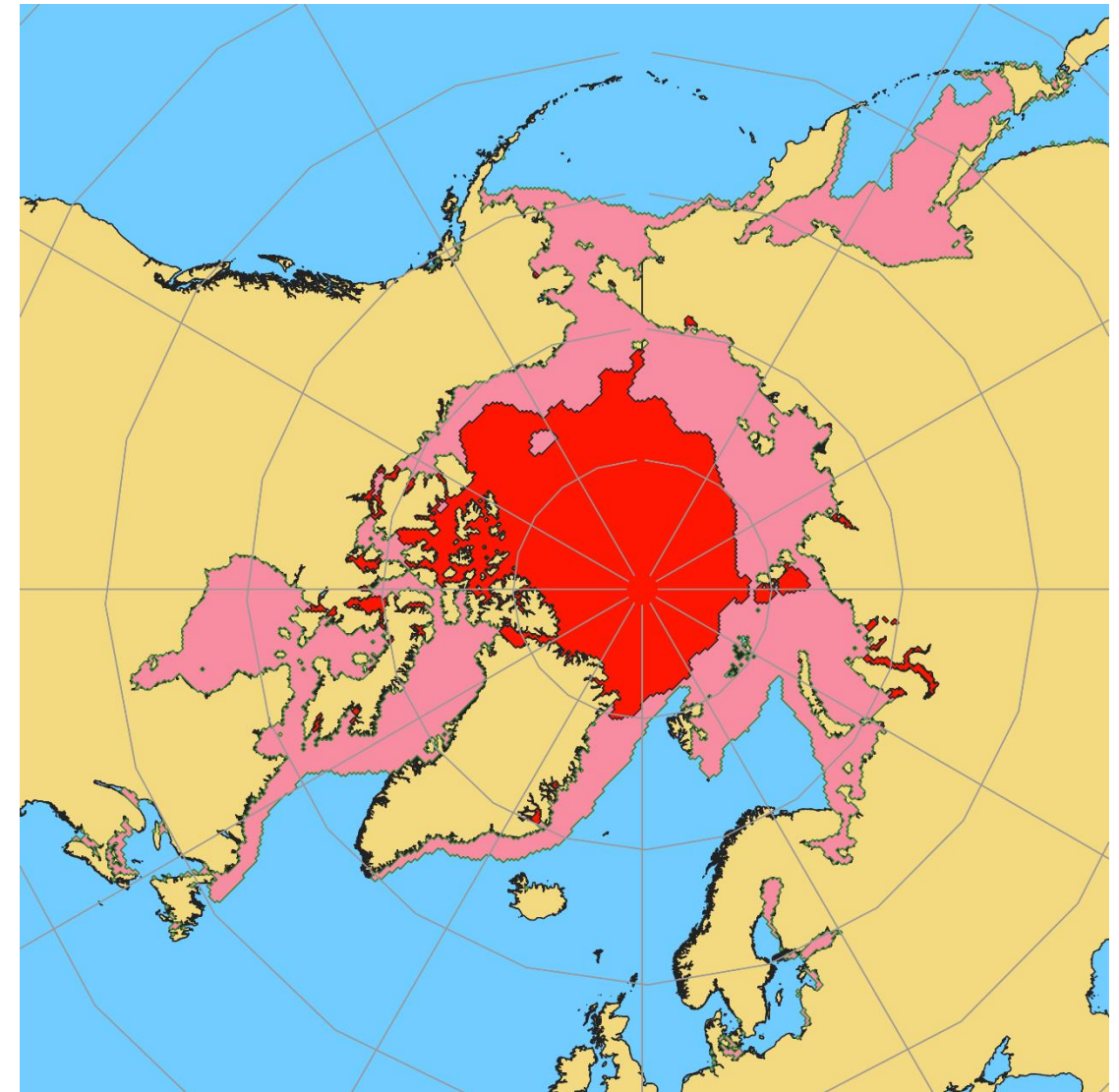
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Wissen für Morgen



Arktisches Meereis

- Ausdehnung über weite Teile der Polarmeere
- Saisonale Unterschiede
 - Dauerhaftes Eis im Zentrum
 - Winter-Eis an den Randgebieten
- Kontinuierlicher Rückgang der Eisbedeckung durch globalen Temperaturanstieg
 - Eisdicke: Halbierung in den letzten 50 Jahren*
 - Ausdehnung September: Halbierung im Vergleich zu 1979*
- Auswirkung auf Wetter und Klima in Europa*
- Besseres Verständnis von Prozessen im Eis für
 - Wettervorhersage
 - Klimamodellierung
 - Schifffahrt



September 2021

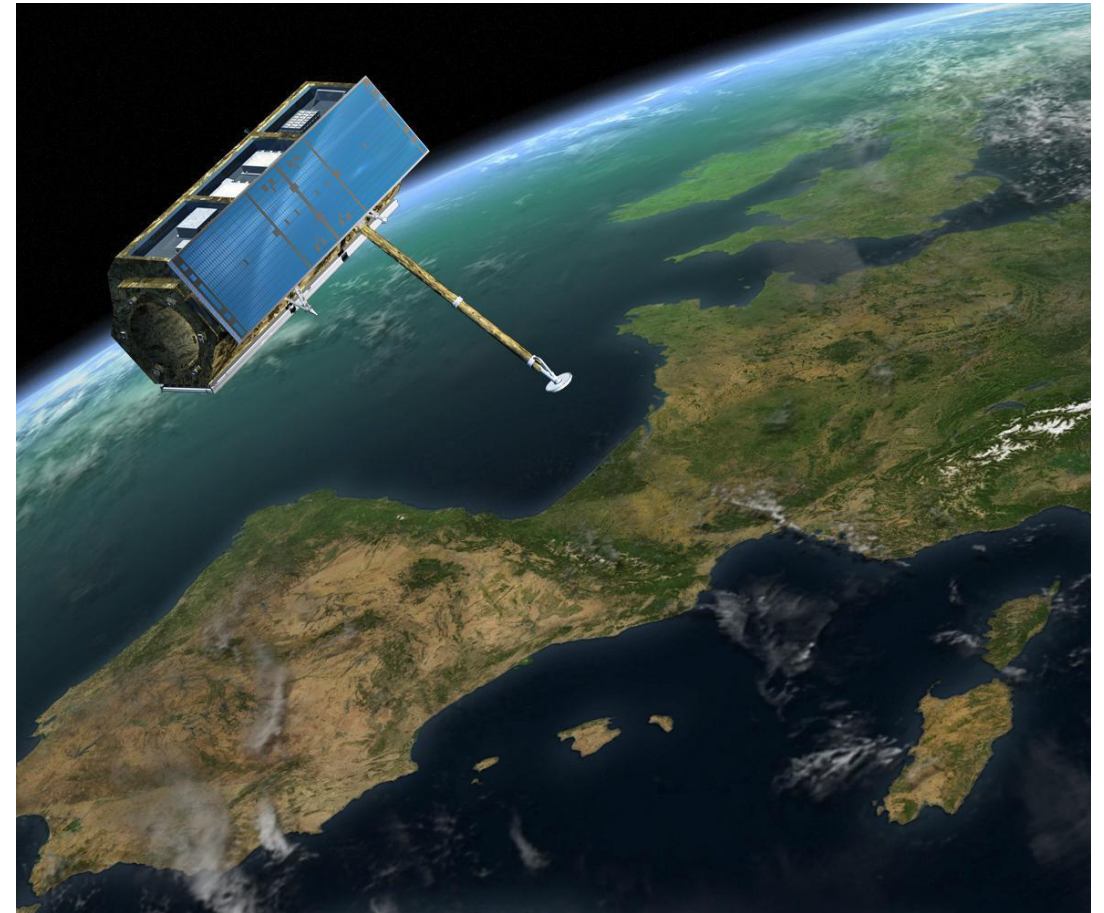
März 2021
Datenquelle: NSIDC

*: Quelle: [AWI Factsheet Klima](#)



Satelliten-Fernerkundung

- Großflächige Abdeckung auch für entlegene Gebiete
- Regelmäßige, planbare Überflüge
- Hohe Aufnahmefrequenz in Arktis und Antarktis durch polare Orbits
- Vielseitige Informationen durch verschiedene Sensoren
- Schnelle Verfügbarkeit bei Anschluss automatischer Prozessierungsketten



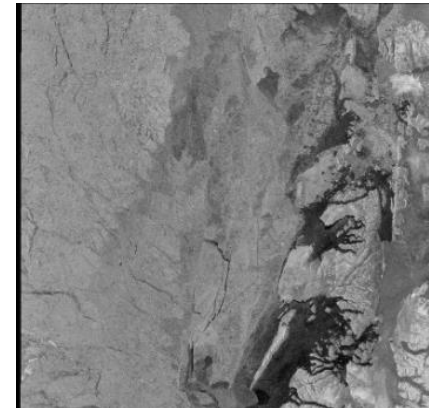
TerraSAR-X Erdbeobachtungssatellit (Bild: DLR)

Sentinel-1 SAR

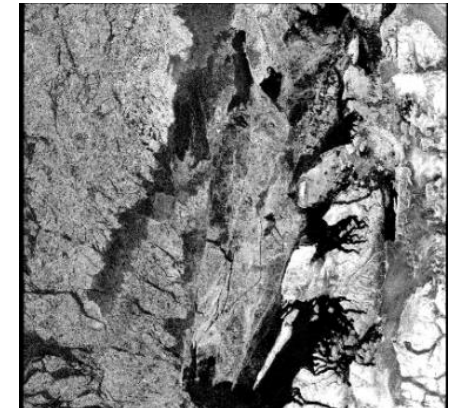
- Radarsensor (C-Band)
- Aufnahmen auch bei Wolken und bei Dunkelheit
- Mehrere Polarisationen
- Sichtbarkeit von Oberflächenstrukturen
 - glattes/raues Wasser
 - junges/altes Eis
- Aufnahmemodus im Meereis: EW
 - 400km Schwadbreite
 - 25m/40m Pixelauflösung
 - HH/HV-Polarisationen



Sentinel-1 Satellit (Bild: ESA)



S1 EW Co-Pol-Band (HH)

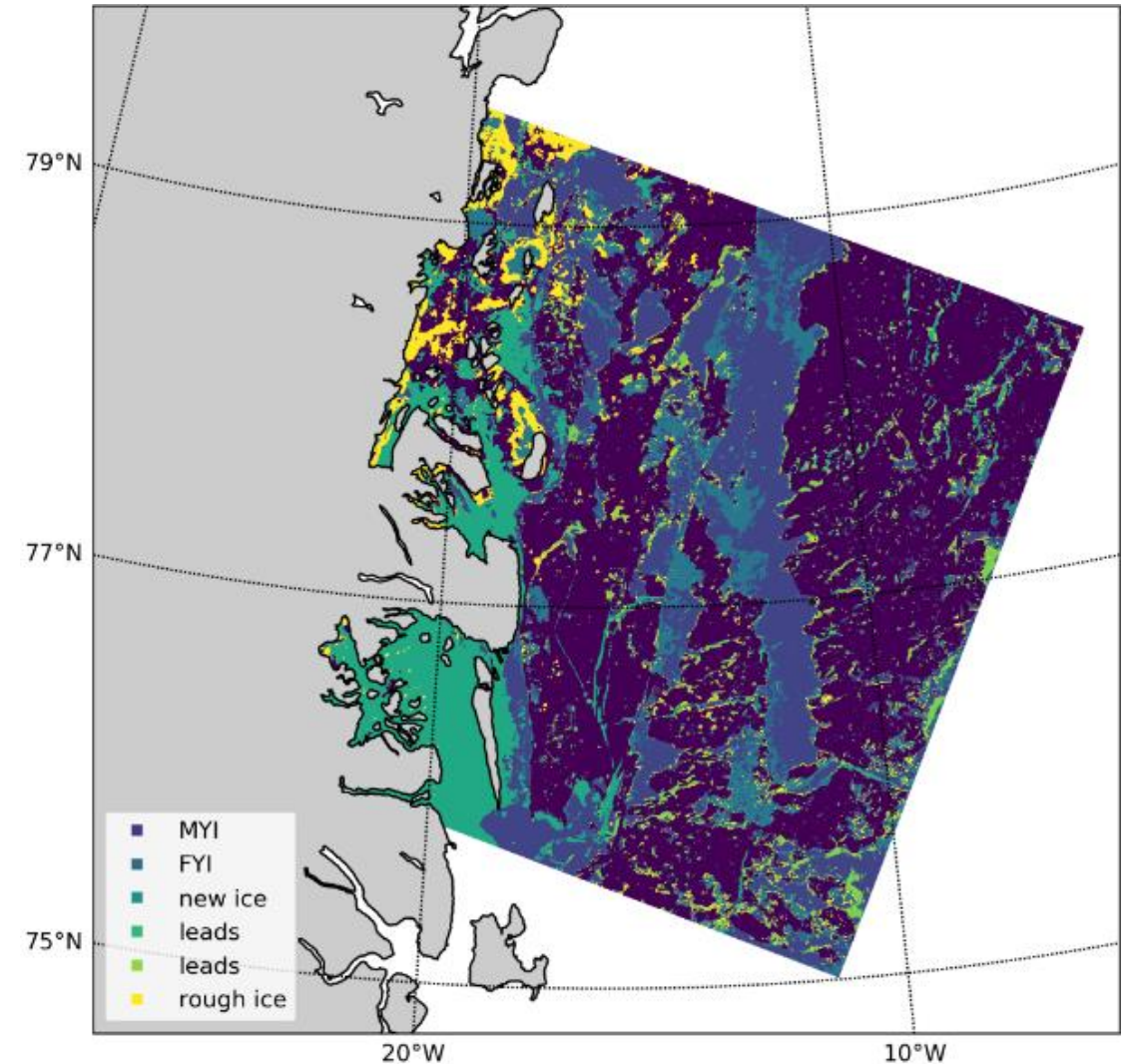


S1 EW Cross-Pol-Band (HV)



Sentinel-1-Klassifikation

- Convolutional Neural Network (CNN)
- Beide verfügbaren Polarisierungen (HH/HV)
- Auflösung der Klassifikation: 160m
- Aktuell 6 Klassen
 - Leads / Open Water (smooth)
 - Leads / Open Water (rough)
 - New Ice
 - First-Year Ice (FYI)
 - Multi-Year Ice (MYI)
 - Rough Ice

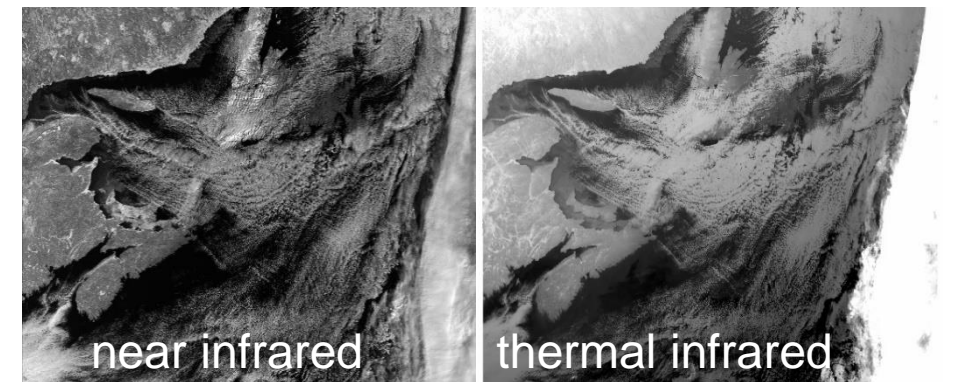


Beispiel einer Eisklassifikation mit Sentinel-1-Daten



Sentinel-3 SLSTR

- optische Datenerfassung
- 9 Spektralkanäle (550 nm – 12 μm Wellenlänge)
- Messungen im sichtbaren Spektralbereich, sowie im nahen, mittleren und thermalen Infrarot
- 1420 km Schwadbreite
- 500 m Pixelauflösung
- kontinuierliche Datenaufzeichnung
- bis zu 14 Überflüge pro Tag in polaren Regionen

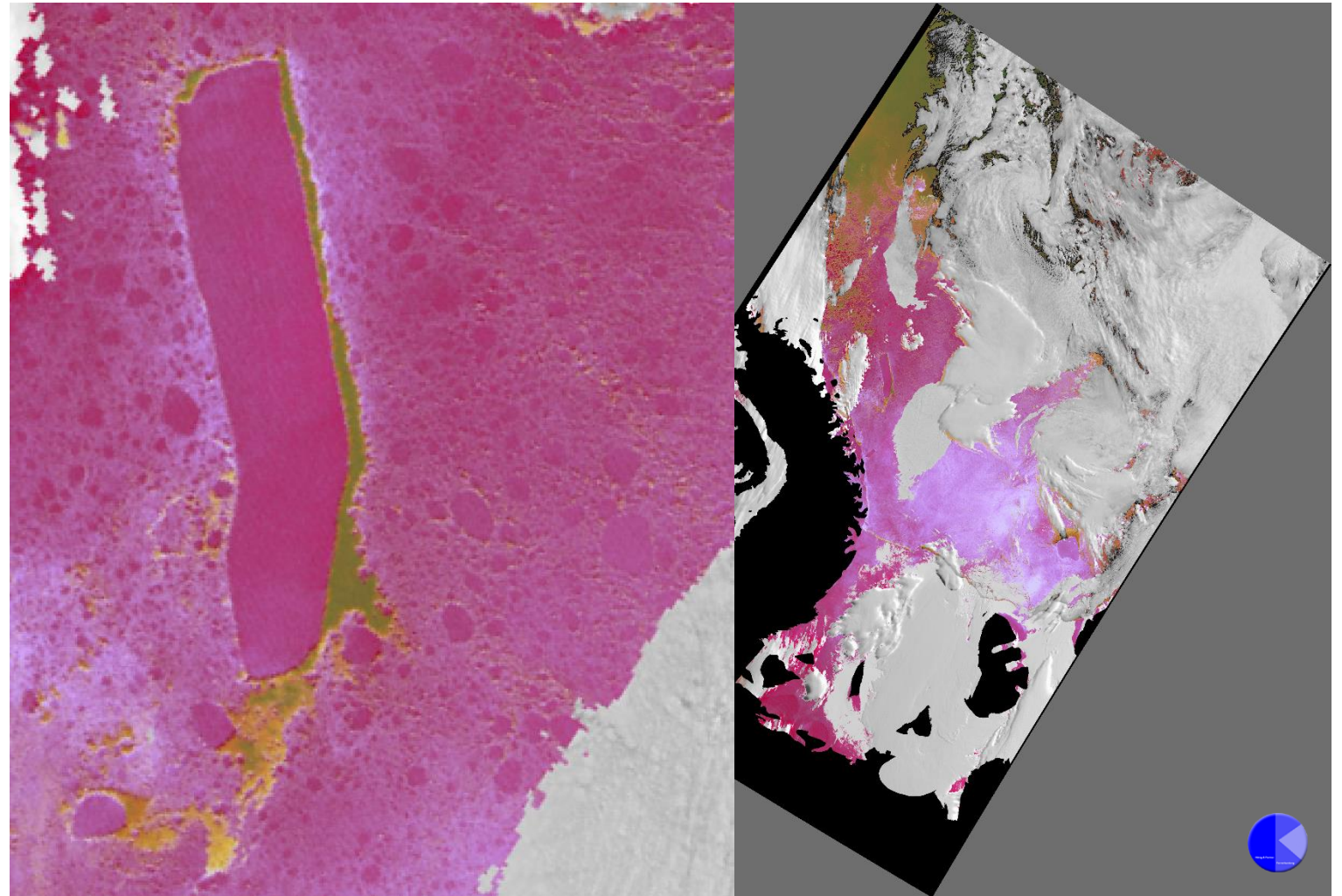


Estuary of St. Lawrence / Newfoundland



Sentinel-3-Klassifikation

- Einzelpixel-Klassifikation
- Auflösung der Klassifikation: 500 m
- kontinuierliche Farbgebung
- 15 Hauptklassen / -farben

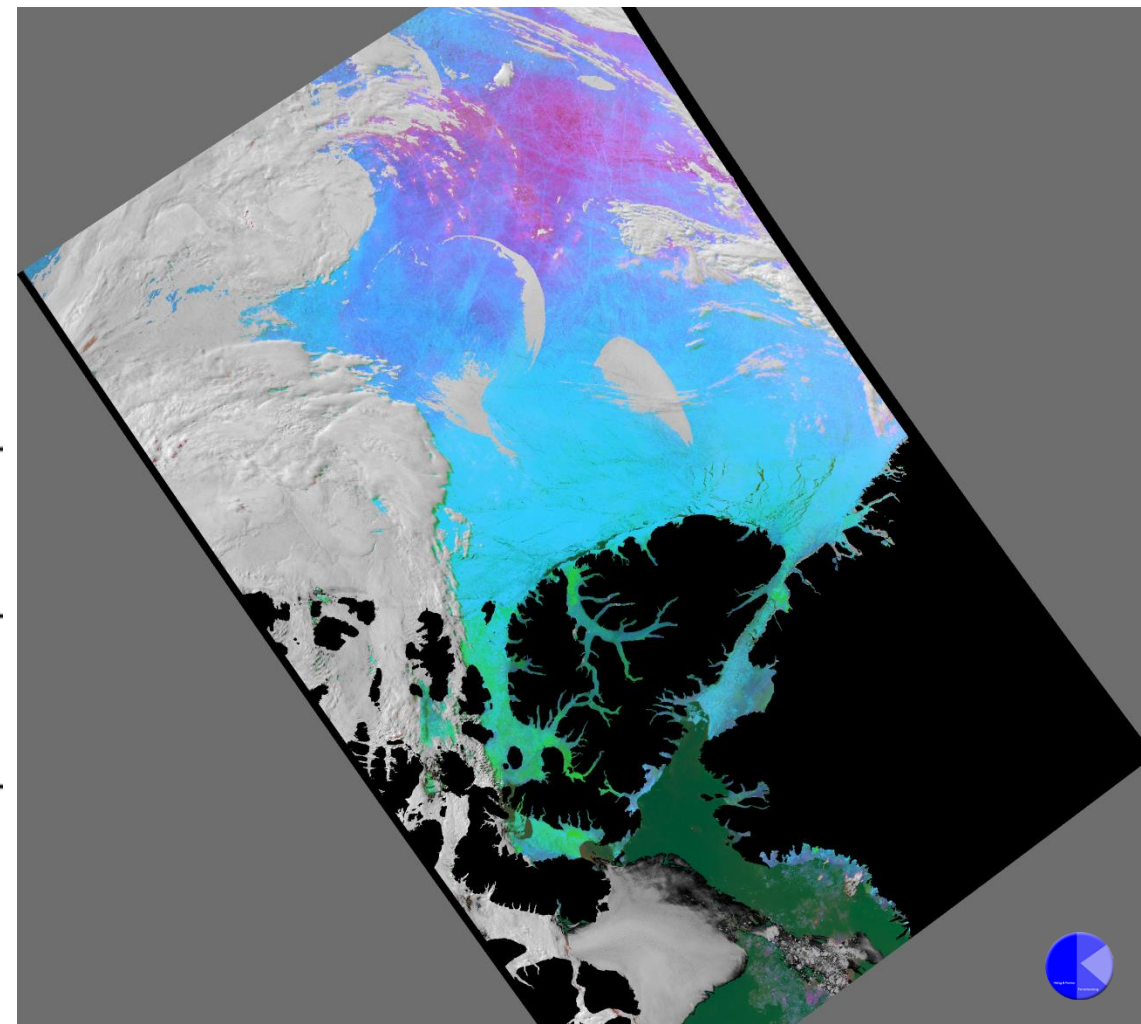


Sentinel 3B SLSTR, 20 Feb. 2022, 10:55 UTC; Weddell Sea, Antarctica
rechts: 2 Szenen kombiniert; links: Ausschnitt
Angefertigt zur Unterstützung der Expedition Endurance22

Contains modified Copernicus Sentinel data (2022)



Legende zur Sentinel-3 SLSTR Eisklassifikation

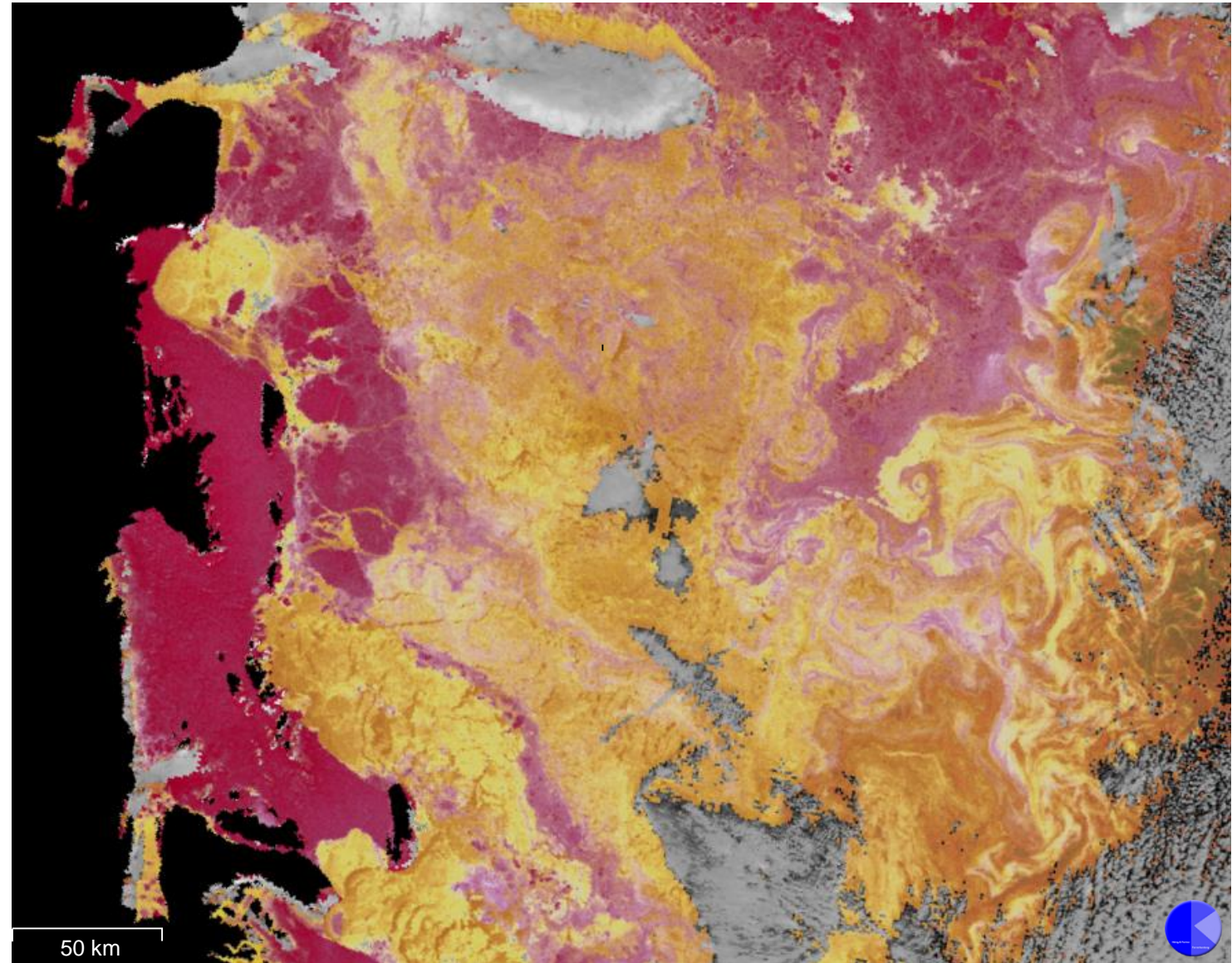


Klassifikationsbeispiel Baffin Bay vom 29. Juni 2020
Contains modified Copernicus Sentinel data (2020)



Sentinel-3-Klassifikation

- erkennt zuverlässig offenes Wasser und sehr offenes Treibeis
- sensitiv für Eisdicken bis ca. 50 cm
- sensitiv für Alterung und Feuchte der Schneeauflage
- erkennt Eis mit Schmelzwassertümpeln
- Mischfarben repräsentieren Mischpixel
- geeignet als Eingabe für Neuronales Netz in unbewölkten Gebieten



Sentinel-3A SLSTR, 30. Sep. 2018, 12:56 UTC; Szenenausschnitt
Ostküste Grönland, ca. 78°N - 80°N

Contains modified Copernicus Sentinel data (2022)

Ausblick: Fusionierte Klassifikation

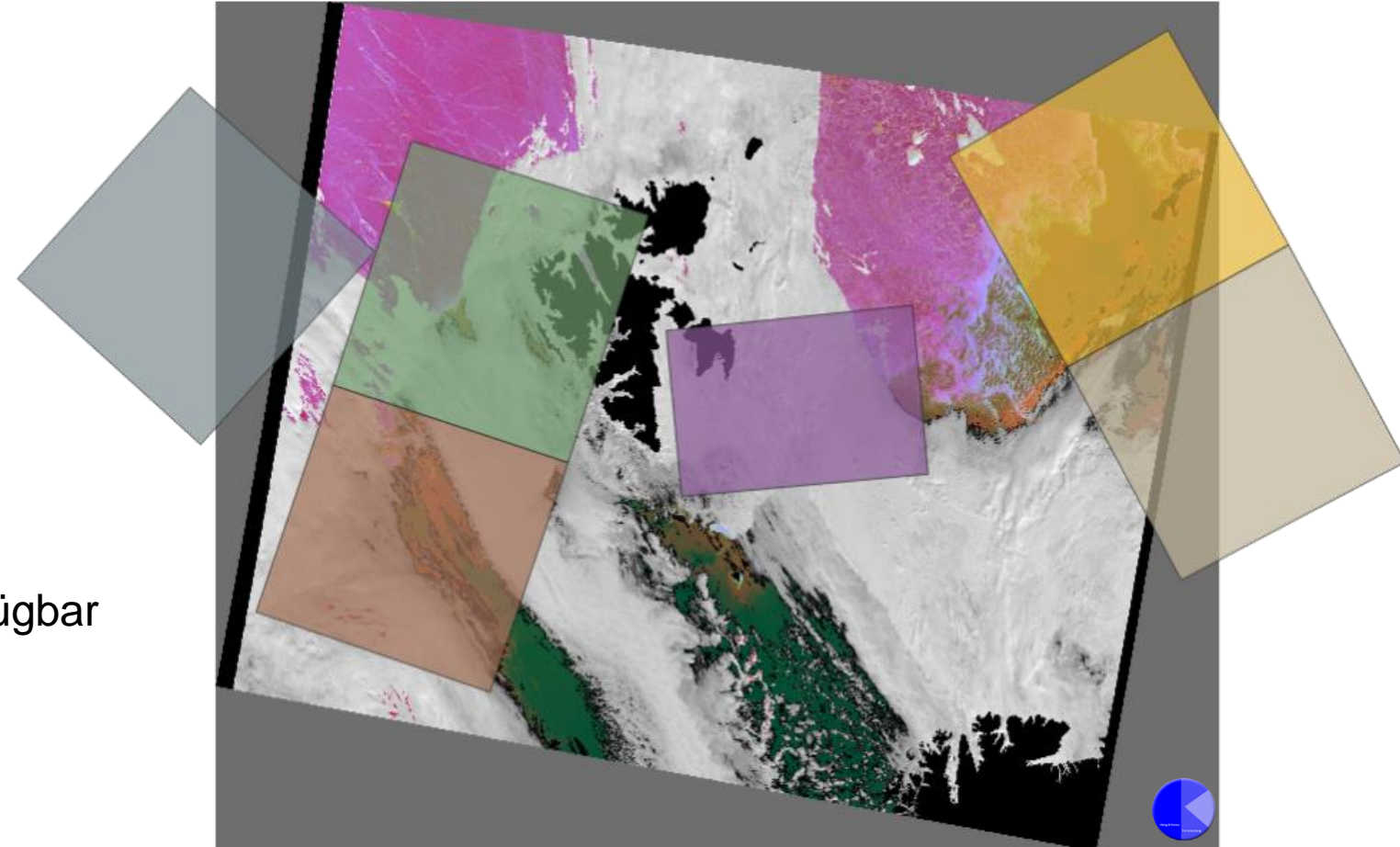
- Noch in Entwicklung
- Eingangsdaten
 - Sentinel-1 EW HH + HV
 - Sentinel-3 SLSTR Klassifikation
 - Versatz: max. ± 12 h



Szenenabdeckung: Sentinel-3 SLSTR Sentinel-1 EW

Ausblick: Fusionierte Klassifikation

- Noch in Entwicklung
- Eingangsdaten
 - Sentinel-1 EW HH + HV
 - Sentinel-3 SLSTR Klassifikation
 - Versatz: max. ± 12 h
- Methodik
 - Erstellung kollozierter Datensätze
 - Anwendung nur wo beide Daten verfügbar
 - CNN analog zur SAR-Klassifikation

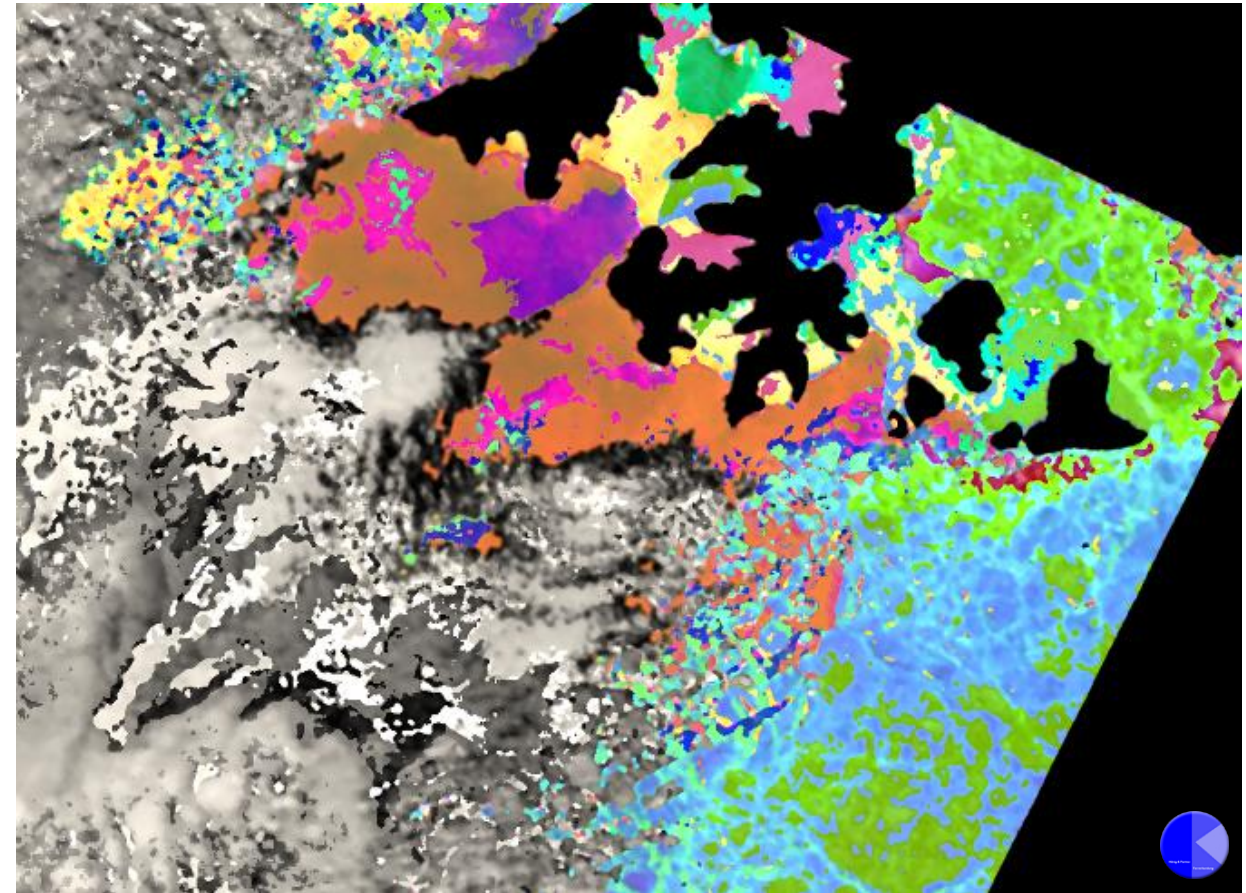


SLSTR-Klassifikation und Sentinel-1-Aufnahmen mit zeitlichem Abstand bis zu ± 12 Stunden

Contains modified Copernicus Sentinel data 2020

Ausblick: Fusionierte Klassifikation

- Noch in Entwicklung
- Eingangsdaten
 - Sentinel-1 EW HH + HV
 - Sentinel-3 SLSTR Klassifikation
 - Versatz: max. ± 12 h
- Methodik
 - Erstellung kollozierter Datensätze
 - Anwendung nur wo beide Daten verfügbar
 - CNN analog zur SAR-Klassifikation
- Erste Ergebnisse aus Vorprojekt EisKlass31 versprechen genaue Klassifizierung und mehr Informationen



Manuelle fusionierte Klassifikation aus Projekt EisKlass31

Contains modified Copernicus Sentinel data 2017



Zusammenfassung

- Satellitendaten
 - Hohe Verfügbarkeit in Polarregionen
 - Flächenhafte Beobachtung des Meereises
 - Bestimmung von Eisverteilung und Eistypen
- SAR-Daten
 - Hohe Auflösung
 - Eisstrukturen
- SLSTR-Daten
 - Hohe Abdeckung
 - Schnee- und Wasserbedeckung
- SAR+SLSTR
 - Ziel: Genauere und feinere Klassifikation
- Stefan Wiehle
 - stefan.wiehle@dlr.de
 - +49 421 24420 1863
- Christine und Thomas König
 - rs.iceoffice@googlemail.com
 - +49 8807 928031
- Projekt EisKlass2
 - eisklass.org

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

