

# Meereisklassifikation aus Satellitendaten von Sentinel-1 und Sentinel-3

Stefan Wiehle<sup>1</sup>, Dmitrii Murashkin<sup>1</sup>, Anja Frost<sup>1</sup>, Suman Singha<sup>1</sup>,  
Christine König<sup>2</sup>, Thomas König<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DLR Maritime Security Lab Bremen, Bremen, Germany

<sup>2</sup>Dr. Thomas König & Partner, Fernerkundung GbR,  
Dießen am Ammersee, Germany



Gefördert durch:



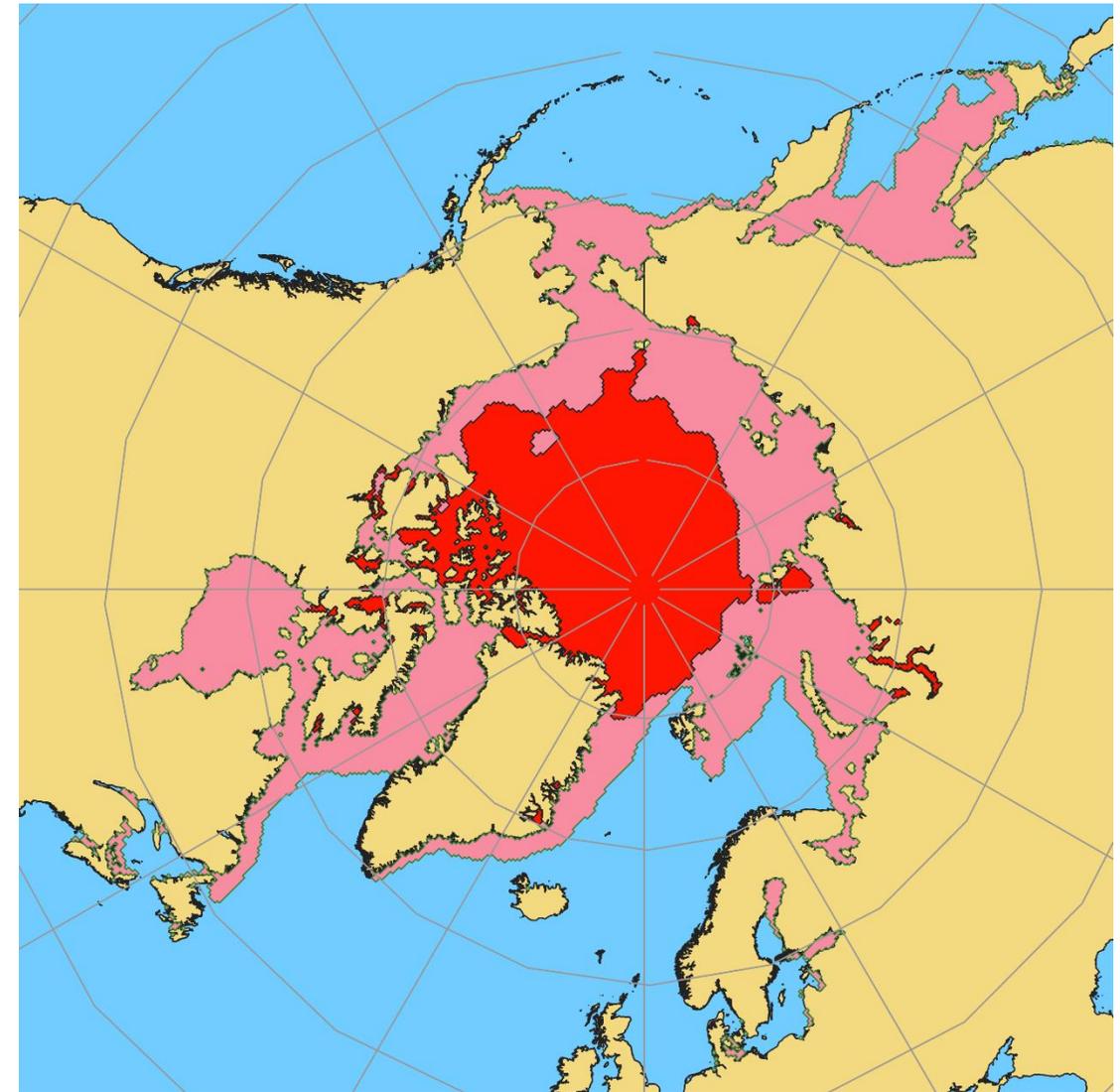
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

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

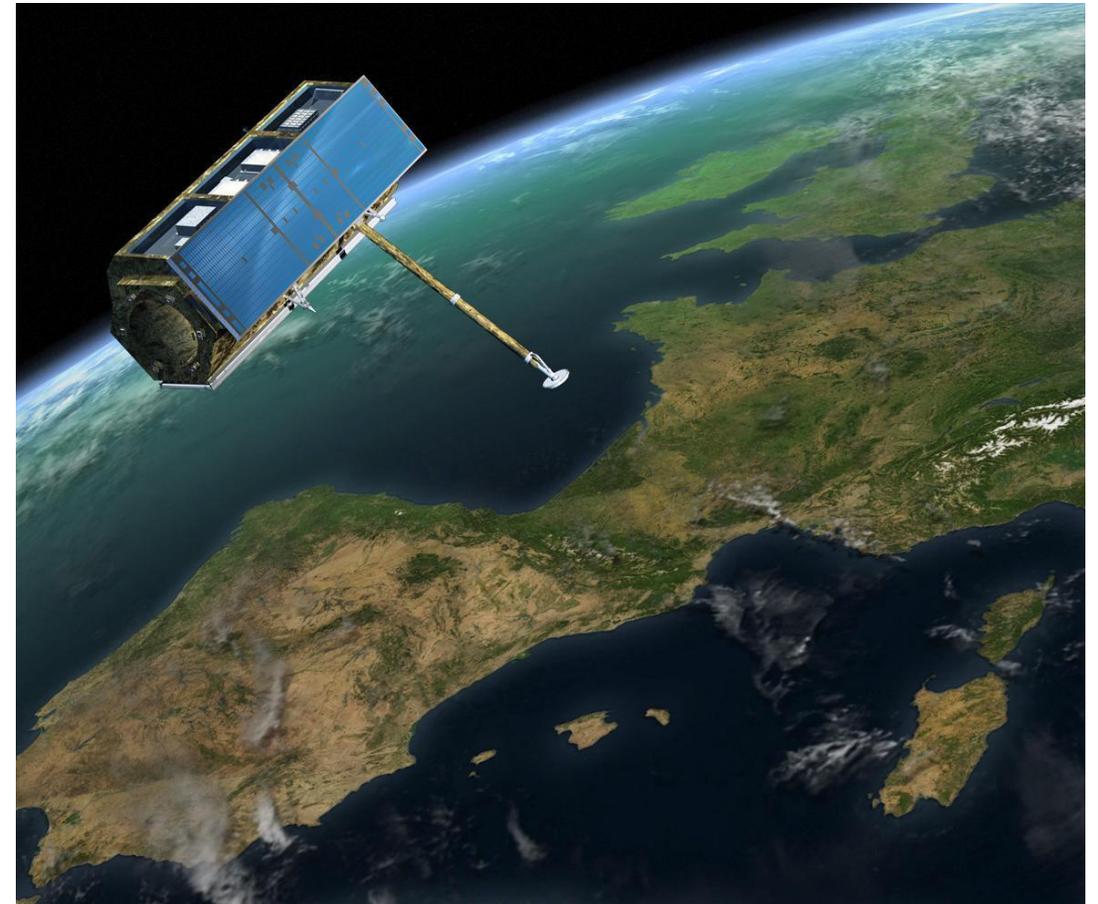
März 2021  
Datenquelle: NSIDC

\*: 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



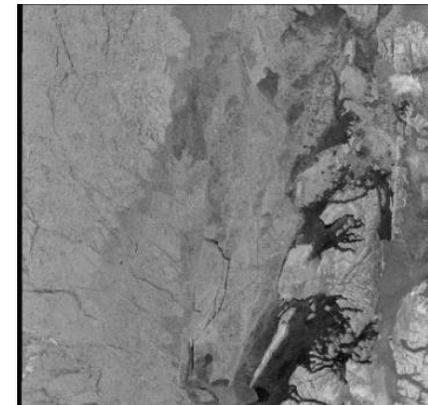
TerraSAR-X Erdbeobachtungssatellit (Bild: DLR)

# Sentinel-1 SAR

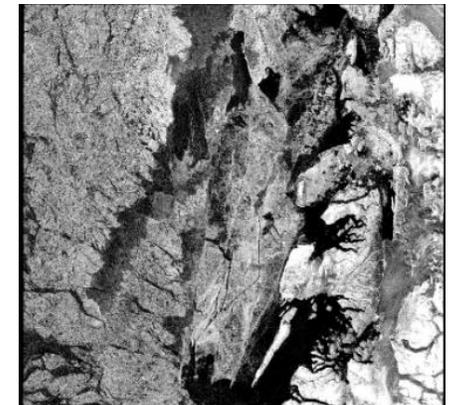
- Radarsensor (C-Band)
- Aufnahmen auch bei Wolken und bei Dunkelheit
- Mehrere Polarisationen
- Sichtbarkeit von Oberflächenstrukturen
  - glattes/raues Wasser
  - junges/altes Eis
- Aufnahmemodus im Meereis: EW
  - 400km Schwadbreite
  - 25m/40m Pixelauflösung
  - HH/HV-Polarisationen



Sentinel-1 Satellit (Bild: ESA)



S1 EW Co-Pol-Band (HH)

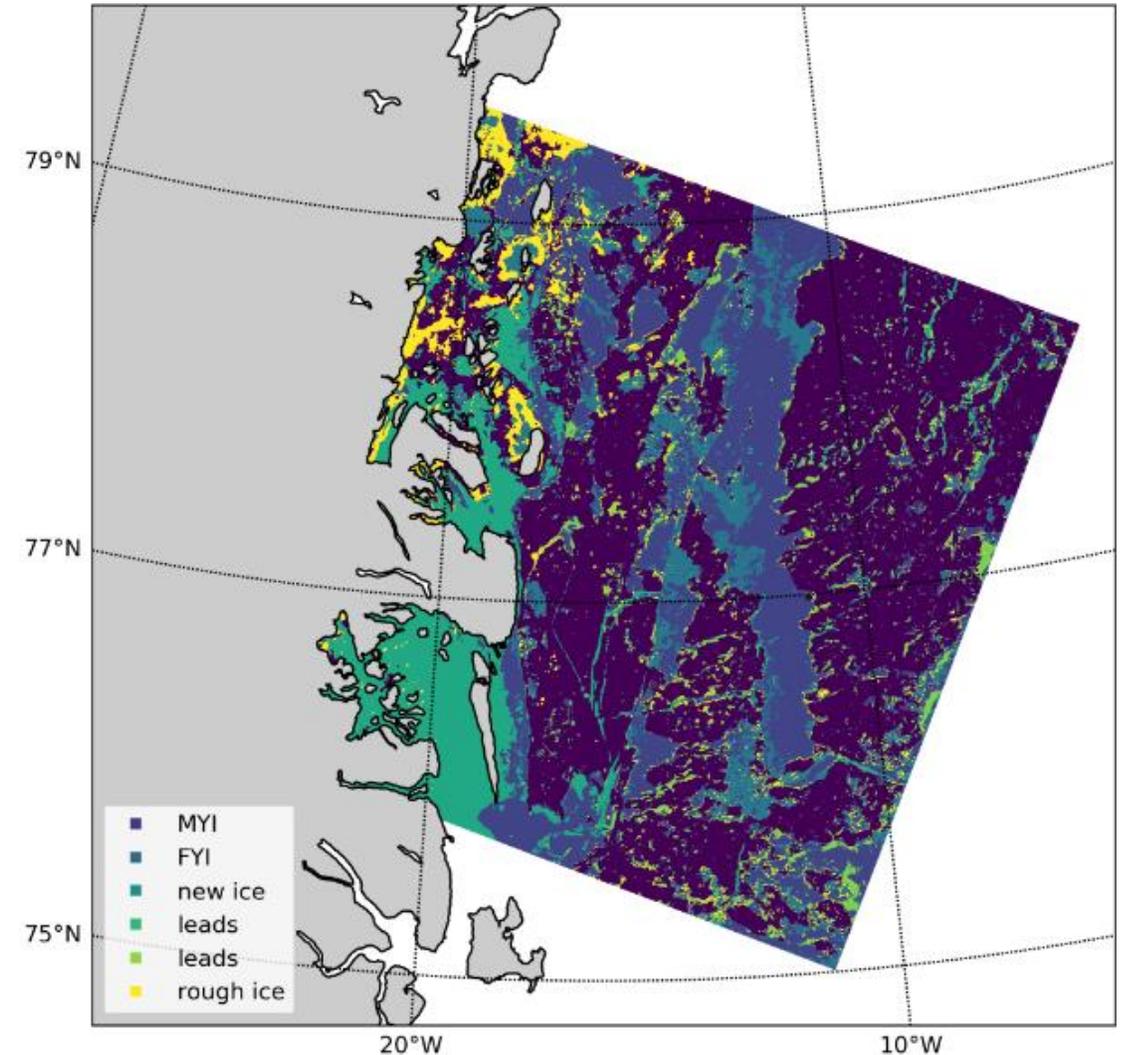


S1 EW Cross-Pol-Band (HV)



# Sentinel-1-Klassifikation

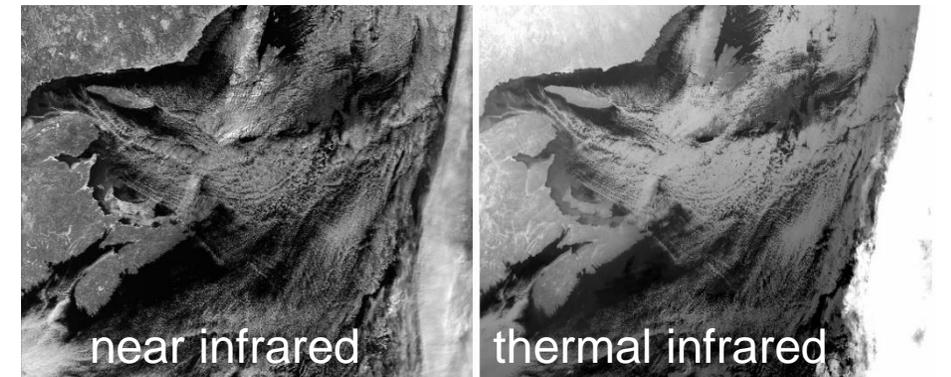
- Convolutional Neural Network (CNN)
- Beide verfügbaren Polarisierungen (HH/HV)
- Auflösung der Klassifikation: 160m
- Aktuell 6 Klassen
  - Leads / Open Water (smooth)
  - Leads / Open Water (rough)
  - New Ice
  - First-Year Ice (FYI)
  - Multi-Year Ice (MYI)
  - Rough Ice



Beispiel einer Eisklassifikation mit Sentinel-1-Daten

# Sentinel-3 SLSTR

- optische Datenerfassung
- 9 Spektralkanäle (550 nm – 12  $\mu$ m 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

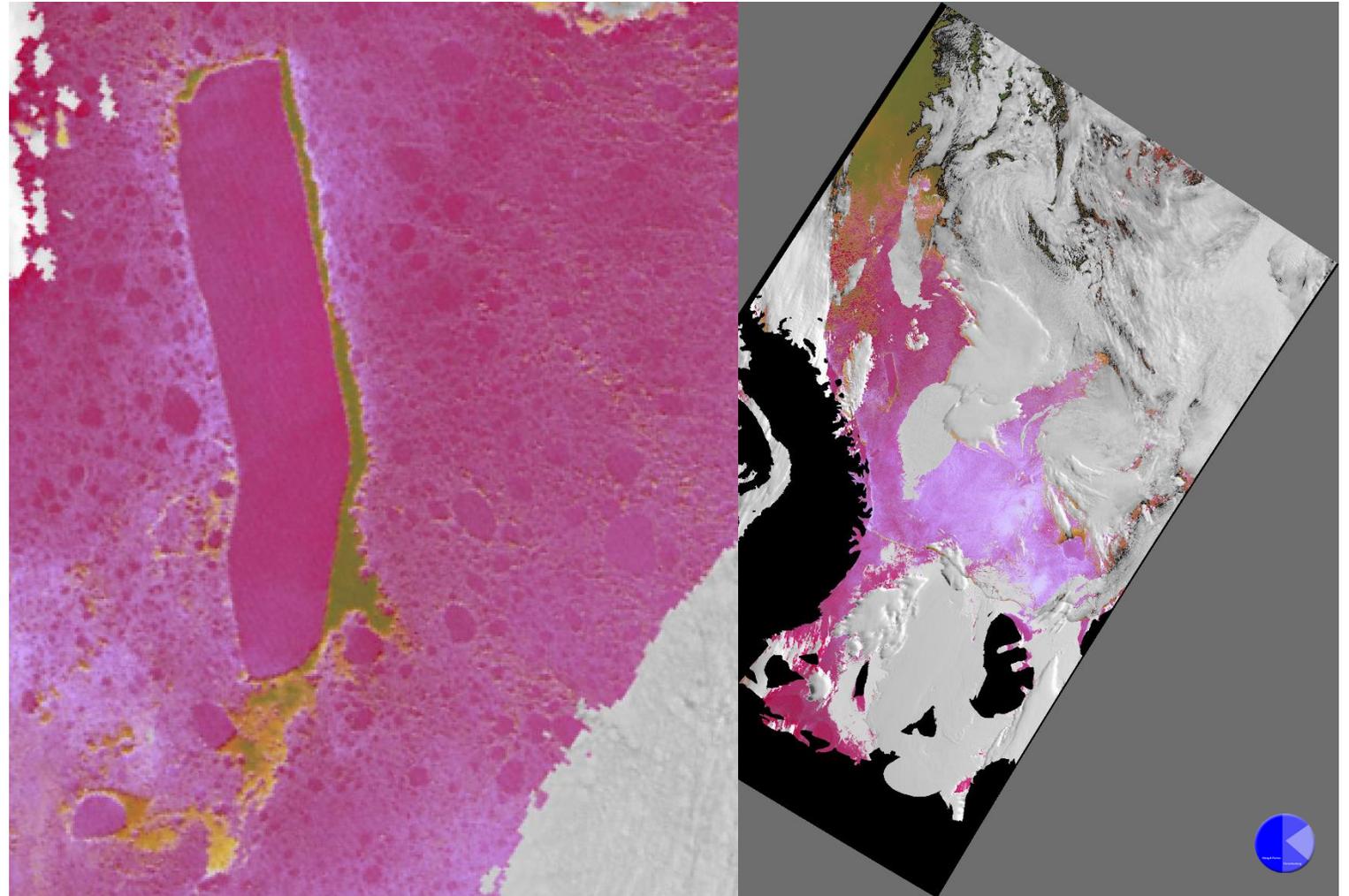


Estuary of St. Lawrence / Newfoundland



# Sentinel-3-Klassifikation

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

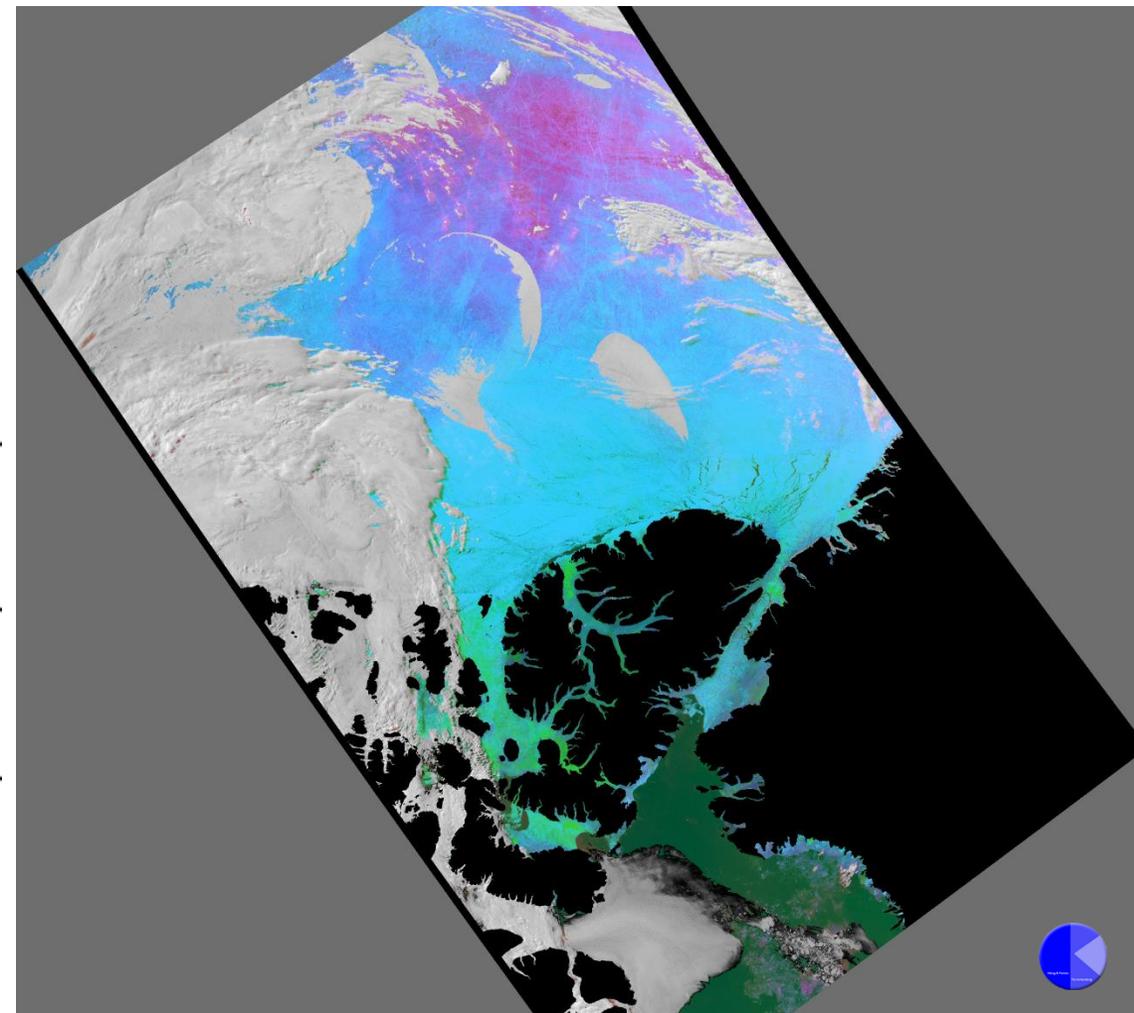


Sentinel 3B SLSTR, 20 Feb. 2022, 10:55 UTC; Weddell Sea, Antarctica  
rechts: 2 Szenen kombiniert; links: Ausschnitt  
Angefertigt zur Unterstützung der Expedition Endurance22

Contains modified Copernicus Sentinel data (2022)



# Legende zur Sentinel-3 SLSTR Eisklassifikation

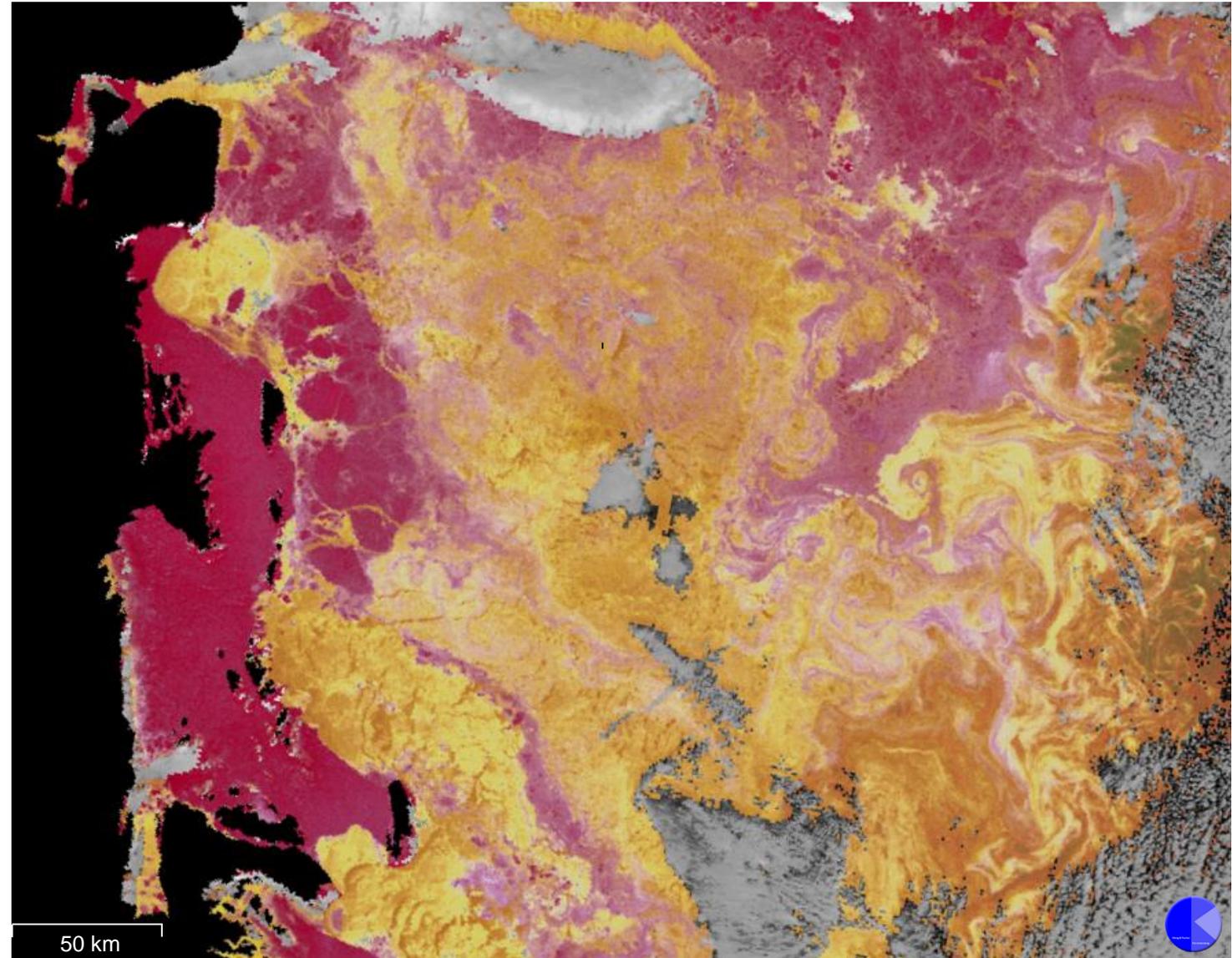


Klassifikationsbeispiel Baffin Bay vom 29. Juni 2020  
Contains modified Copernicus Sentinel data (2020)



## Sentinel-3-Klassifikation

- erkennt zuverlässig offenes Wasser und sehr offenes Treibeis
- sensitiv für Eisdicken bis ca. 50 cm
- sensitiv für Alterung und Feuchte der Schneeeauflage
- 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

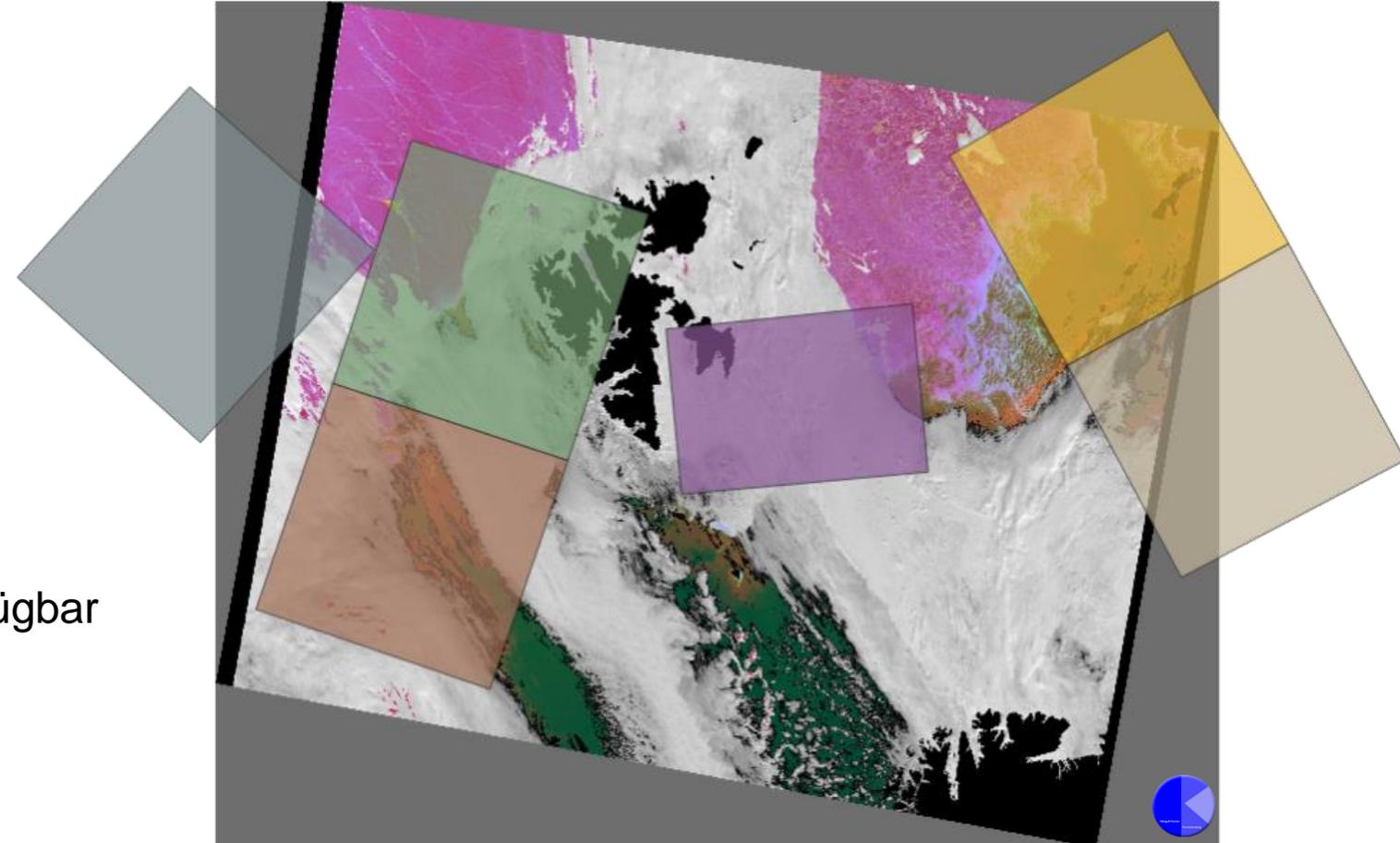
- Noch in Entwicklung
- Eingangsdaten
  - Sentinel-1 EW HH + HV
  - Sentinel-3 SLSTR Klassifikation
  - Versatz: max.  $\pm 12$ h



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.  $\pm 12$ h
- Methodik
  - Erstellung kollozierter Datensätze
  - Anwendung nur wo beide Daten verfügbar
  - CNN analog zur SAR-Klassifikation

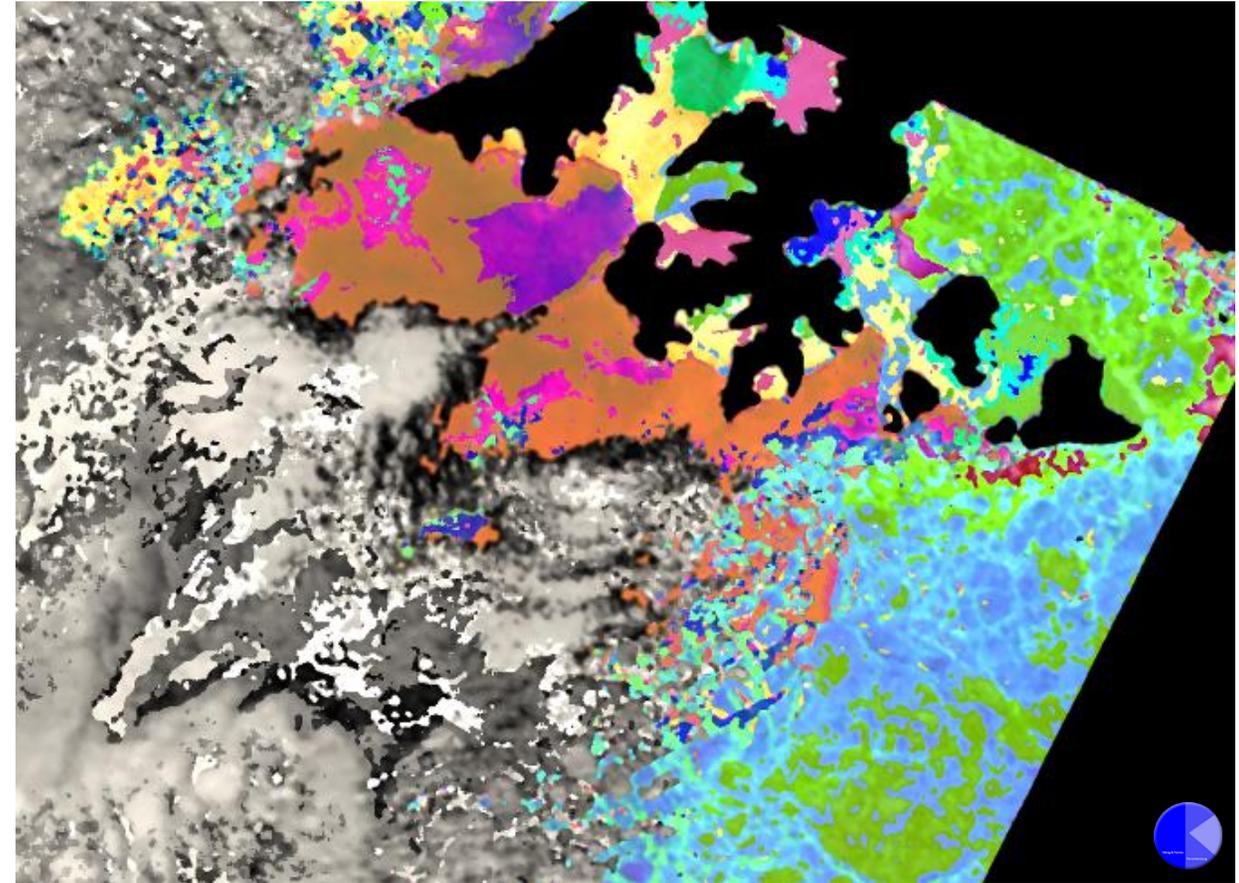


SLSTR-Klassifikation und Sentinel-1-Aufnahmen mit zeitlichem Abstand bis zu  $\pm 12$  Stunden

Contains modified Copernicus Sentinel data 2020

# Ausblick: Fusionierte Klassifikation

- Noch in Entwicklung
- Eingangsdaten
  - Sentinel-1 EW HH + HV
  - Sentinel-3 SLSTR Klassifikation
  - Versatz: max.  $\pm 12\text{h}$
- 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](mailto:stefan.wiehle@dlr.de)
  - +49 421 24420 1863
- Christine und Thomas König
  - [rs.iceoffice@googlemail.com](mailto:rs.iceoffice@googlemail.com)
  - +49 8807 928031
- Projekt EisKlass2
  - [eisklass.org](http://eisklass.org)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

