

EisKlass31

Verbesserung der Meereis-Lageinformationen für die Schifffahrt in polaren Gewässern durch kombinierte Meereis-Klassifikation mit optischen Daten der Sentinel-3 und SAR-Daten der Sentinel-1 Satellitenserie

Projektpartner: König & Partner GbR, Dießen und DLR, Bremen Flughafen

Christine König, Thomas König,
Sven Jacobsen, Anja Frost, Suman Singha

König & Partner GbR
DLR

Kickoff-Meeting, Hannover, 14. Juni 2018

Problem

- Abnehmendes Meereis in Polarregionen ermöglicht Nutzung der Nordwest- und Nordost-Passagen zur Schifffahrt
- Gilt auch für polare Randgebiete wie die Hudson Bay
- Schifffahrt in Eisnähe benötigt gute und z.T. hochauflösende Informationen über Bedeckung, Art, Dicke bzw. Schiffbarkeit und Bewegung des Meereises

Ziel

- Eis-Service mit hochaufgelösten Eisinformationen, insbesondere im polaren Sommer,
- mit präziseren Informationen über die aktuelle Beschaffenheit des Eises
- abgeleitet aus Satellitendaten (synthetisches Apertur Radar und optische Daten)
- mit Unterstützung durch meteorologische Daten, konventionelle Eiskarten, etc.
- Auslieferung auf Schiffe und andere Plattformen in den arktischen Polarregionen



Quelle: Wikipedia

[Maximilian Dörrbecker](#)

([Chumwa](#)), [Karte](#)

[Nordwestpassage und](#)

[Nordostpassage](#), [CC BY-SA 2.5](#)

Beitrag des Förderlinie 1 - Projektes EisKlass31 zum Aufbau des geplanten Dienstes

Bereitstellung der Algorithmik

- Übertragung der Methodik im optischen Bereich von AVHRR auf SLSTR
- Methodik zur Kombination von SAR- und optischer Meereis-Klassifikation

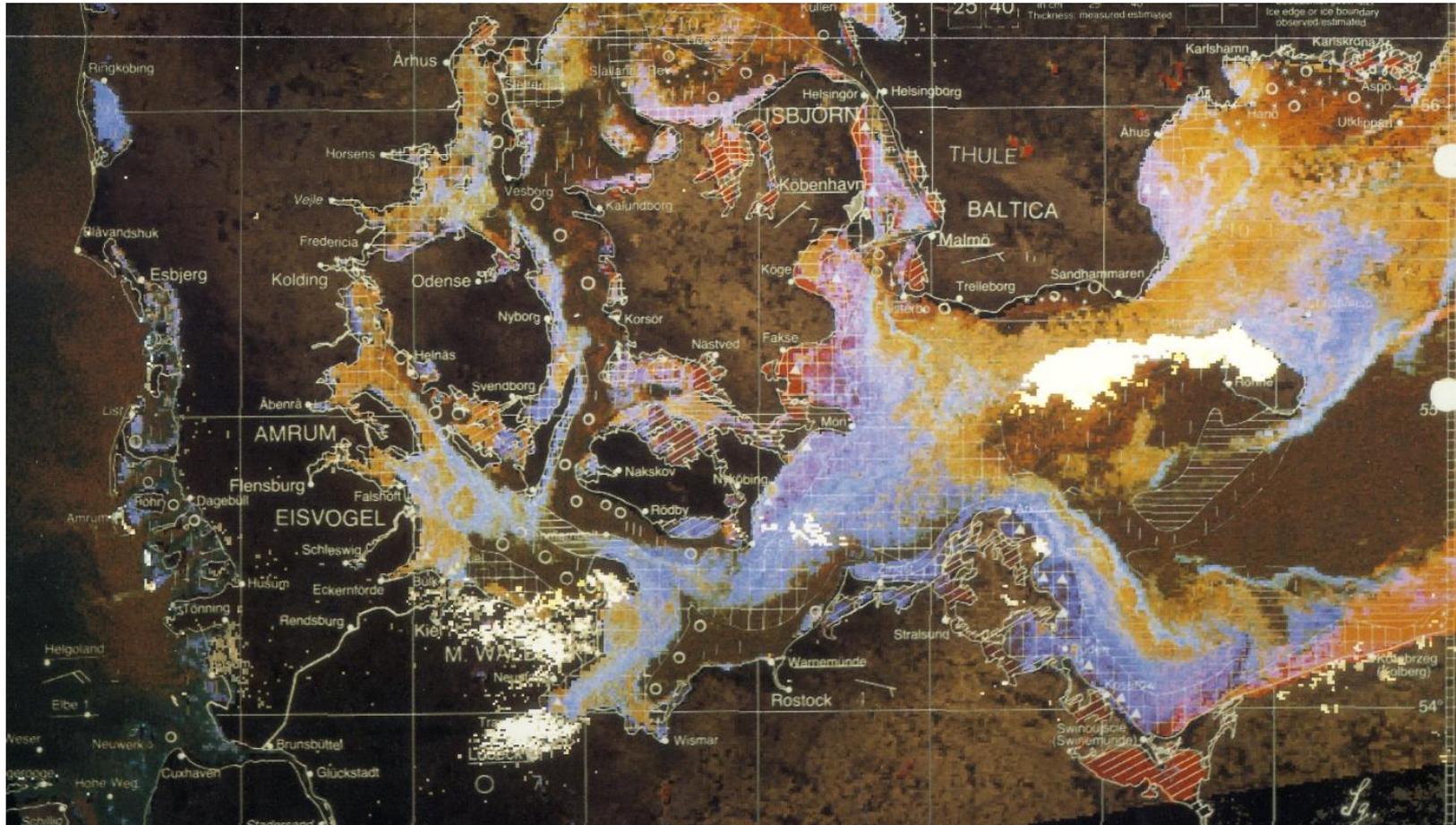
Ausgangssituation

- bei König & Partner: Methodik zur Bestimmung schifffahrtsrelevanter Meereis-Parameter aus optischen Daten des Instruments AVHRR auf NOAA-Satelliten vorhanden
- beim DLR: Methodik zur Bestimmung schifffahrtsrelevanter Eisparameter aus Synthetischen Apertur Radar (SAR) Daten im X- und C-Band (TerraSAR-X, Radarsat-2, Sentinel-1) vorhanden
- Konventionelle Meereisinformationen beim BSH und meteorologische Daten beim DWD vorhanden
- Sentinel-Satellitensystem der ESA betrieben mit
 - ✓ hochaufgelösten C-Band SAR-Daten von den Satelliten der Sentinel-1 Serie
 - ✓ optischen Daten mit relevanten spektralen Eigenschaften und mittlerer geometrischer Auflösung von den Satelliten der Sentinel-3 Serie
 - ✓ langfristiger Verfügbarkeit (> 15 Jahre)
 - ✓ Zugriff in kurzer Zeit (Nahe-Echtzeit)
 - ✓ geeignete Verarbeitungs-Plattform (CODE-DE)

Historie

- Pilotprojekt März - Mai 1984 vom DHI und der DFVLR zur Unterstützung des Eisdienstes bei der Herstellung von Eiskarten und Eisberichten im Ostseeraum mit NOAA-AVHRR Daten
 - Empfang von NOAA-AVHRR Daten in Oberpfaffenhofen
 - Betrieb eines sog. „Dezentralen Terminals“ beim Eisdienst in Hamburg
 - verbunden mittels des Packet Switching Networks DATEX-P der Bundespost
 - dadurch direkter Zugang zum „Interaktiven System Meteorologie“ bei der DFVLR
 - Darstellung der NOAA-Daten in Nahe-Echtzeit in Hamburg
- Weiteres Projekt der Art im Winter 1987
 - Entwicklung einer Methode zur Eistypunterscheidung in Oberpfaffenhofen basierend auf spektralen Eigenschaften des Meereises und seiner Schneeeauflage
- 1988: Erste Versuche der kombinierten Auswertung zur Eislage in der Bottenvik unter Nutzung von SAR-C580-Befliegungen und AVHRR-Daten

AVHRR-Eisklassifikation vom 10. März 1987 in der westlichen Ostsee



Überlagerte Eiskarte: copyright BSH, mit freundlicher Genehmigung durch Klaus Strübing

Arbeitspakete

1. Übertragung der NOAA-AVHRR-Eisklassifikation auf Sentinel-Daten (SLSTR)
2. Verifikation der Klassifikationsergebnisse
3. Untersuchung der Nützlichkeit zusätzlicher Spektralkanäle von Sentinel-3 bei der Eisklassifikation
4. Kombination der Sentinel-3 basierten Eisklassifikation mit einer Eisklassifikation auf Basis von SAR (Sentinel-1)
5. Projektmanagement und Dokumentation

Copernicus Satelliten - Instrumentierung

Satellit	Launch Dates	Instrumente	Swath Width in km	Geometrische Auflösung in m	Radiometrische Auflösung
Sentinel-1A Sentinel-1B	3. Apr. 2014 25. Apr. 2016	C-Band SAR , VV+VH / HH+HV	80 (SM)/ 250 (IW)/ 400 (EW) Wave Mode	5x5 (SM)/ 5x20 (IW)/ 20x40 (EW)	
Sentinel-2A Sentinel-2B	23. Jun. 2015 7. Mär. 2017	MSI , 13 Spektralkanäle, optisch, solar	290 km	10/20/60	12 Bit
Sentinel-3A Sentinel-3B	16. Feb. 2016 25. April 2018	SLSTR , 9 Spektralkanäle optisch, solar + TIR OLCI , 21 Spektralkanäle optisch, solar	1400 (NadirView) 700 (RearView) 1270	500/1000 300	14 Bit

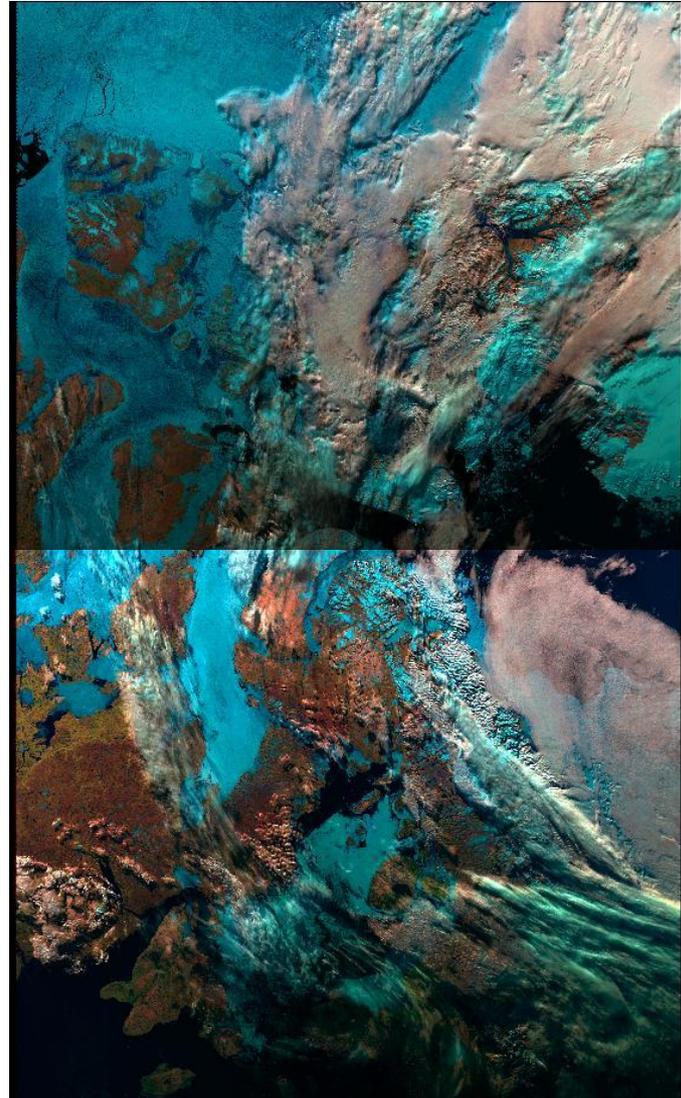
SLSTR Nachtpassage



2017-07-03T02:14:05.438617Z



2017-07-03T02:11:05.438617Z



SLSTR Nachtpassage

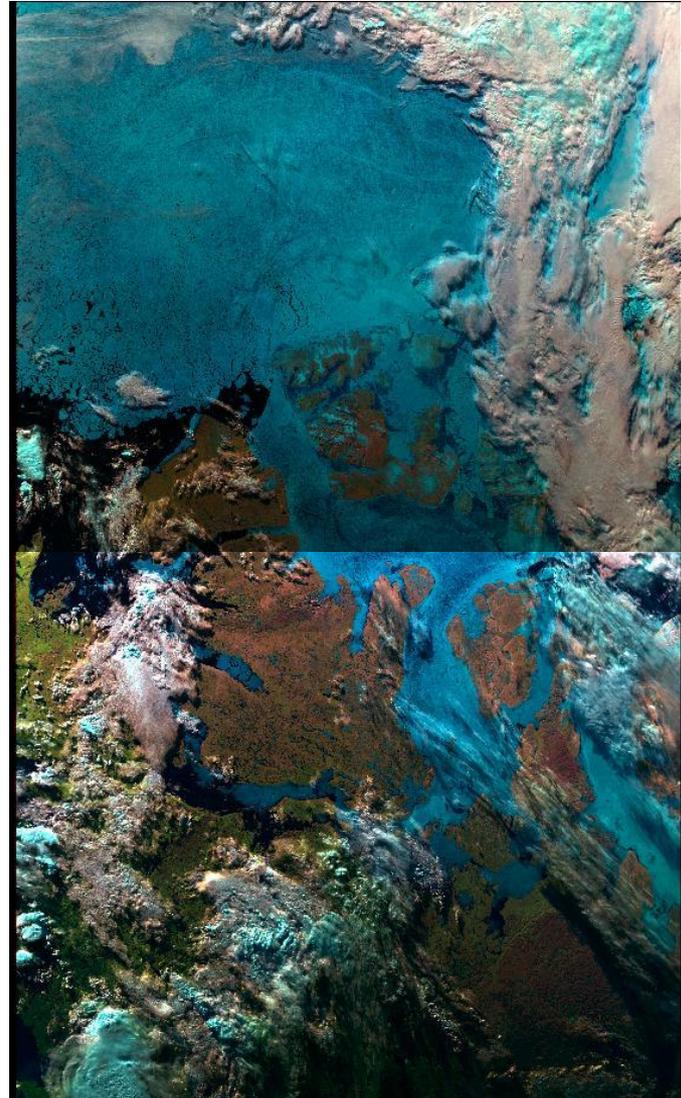
Folgeorbit



2017-07-03T03:55:04.659396Z



2017-07-03T03:52:04.659396Z



Copyright:
EUMETSAT
Mit freundlicher
Genehmigung

SLSTR Mittagspassage



2017-07-03T17:28:58.425630Z



2017-07-03T17:31:58.425630Z



Spektralkanäle des Instruments AVHRR und ihre Entsprechung beim SLSTR

NOAA-AVHRR Kanäle	NOAA-AVHRR Wellenlängen	Spektralbereich	Entsprechende SLSTR-Kanäle und Wellenlängen	
Kanal 1	0,58 – 0,68 μm	Sichtbar	S1 S2	0,545 – 0,565 μm 0,649 – 0,669 μm
Kanal 2	0,72 – 1,0 μm	Nahinfrarot	S3	0,855 – 0,875 μm
Kanal 3	1,6 μm oder 3,55 – 3,93 μm	Nahinfrarot oder mittleres Infrarot	S5 S7	1,6 μm bzw. 3,55 – 3,93 μm
Kanal 4	10,3 – 11,3 μm	Thermales Infrarot	S8	10,5 – 11,4 μm
Kanal 5	11,5 – 12,5 μm	Thermales Infrarot	S9	11,0 – 13,0 μm

Zeitplan

		2018	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez							
		2019						Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul
AP	Übertragung des NOAA-Algorithmus auf Sentinel-3				M1 	M2 								
AP	Verifikation des übertragenen Algorithmus										M3 			
AP	Untersuchung der Nützlichkeit zusätzlicher Sentinel-3 Spektral-Kanäle für die Eisklassifikation								M4 					
AP	Kombination der Sentinel-1 & Sentinel-3 Eisklassifikationen												M5 	
AP	Dokumentation und Management													M6 

Meilensteine

Meilenstein	Zeitpunkt
M1: Prototyp, erste, vorläufige Version, verfügbar	Ende Monat 3
M2: Prototyp mit AVHRR-äquivalenten Ergebnissen (Version 1) verfügbar	Ende Monat 5
M3: Verifizierter Prototyp zur Eisklassifikation aus SLSTR-Daten verfügbar	Ende Monat 9
M4: Kenntnis über Nützlichkeit der zusätzlichen Spektralkanäle für die Eisklassifikation	Ende Monat 7
M5.1: Prototyp-Prozessor zur Eisklassifikation auf Basis von Sentinel-1 Daten entwickelt und getestet	Ende Monat 11
M5.2: Konzept zur Kombination der Sentinel-1 und Sentinel-3-basierten Eisklassifikation erarbeitet	
M5.3: Vergleich der Sentinel-1 und Sentinel-3-basierten Eisklassifikation durchgeführt, Verbesserungsmöglichkeiten und Grenzen der kombinierten Eisklassifikation ausgelotet	
M6.1: Projekt-Abschlussveranstaltung durchgeführt	Ende Monat 12
M6.2: Abschlussbericht liegt vor.	

Ergebnisse

E1.1: Prototyp des Sentinel-3 Eisklassifikations-Algorithmus, Version 1

E1.2: Datensatz korrespondierender SLSTR- und AVHRR-Meereis-Szenen und der zugehörigen Klassifikationsergebnisse.

E2.1: Verifikationsbericht

E2.2: Datensatz von vergleichbaren SLSTR-Daten bzw. den daraus erzeugten Klassifikationsergebnissen und Eiskarten sowie in-situ Daten

E3: Bericht zu den Möglichkeiten der erweiterten Zahl von Spektralkanälen

E4: Kenntnis über Verbesserungspotential und Grenzen der Eisklassifizierung, die sich durch die kombinierte Nutzung von Sentinel-1 und Sentinel-3 Daten ergeben

E5.1: Endbericht

E5.2: Präsentationsmaterial

Verwertung der Ergebnisse

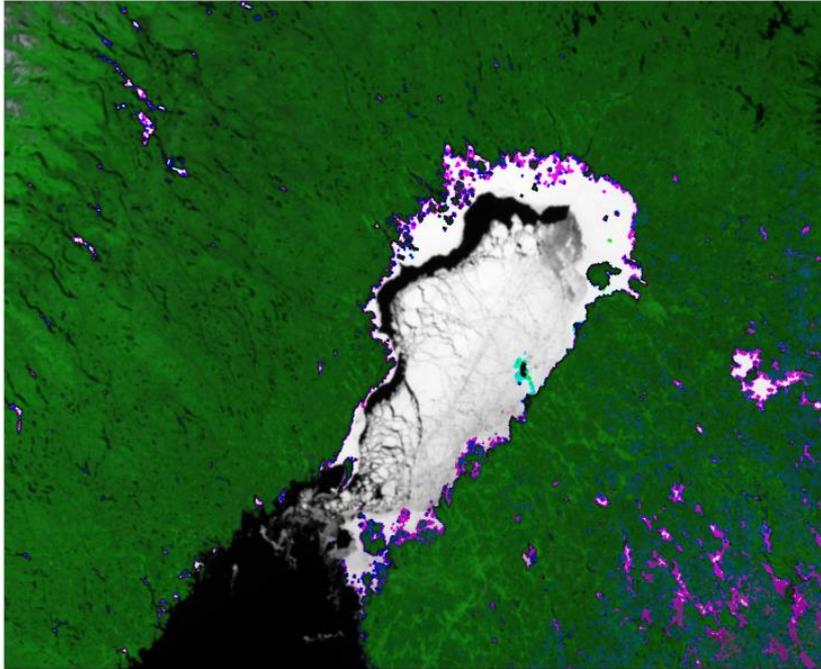
- Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge
- Vorstellung beim Eisdienst des BSH
- Fortführung in Nachfolgeprojekt zum Aufbau des Eis-Service mit hochaufgelösten Eisinformationen abgeleitet aus Satellitendaten (synthetisches Apertur Radar und optische Daten)
- Prozessieren auf der CODE.DE Plattform; Vorteile:
 - Effizienter Zugriff auf Sentinel-Produkte
 - On-demand Prozessierung möglich
 - Standardisierter Zugriff
- Auslieferung auf Schiffe und andere Plattformen in den arktischen Polarregionen durch die Firma Drift&Noise

Risiken

<u>Risiko</u>	<u>Wahrscheinlichkeit</u>	<u>Bedeutung für das Projekt</u>	<u>Maßnahme</u>
SLSTR -Daten fallen aus	gering	essentiell	Umstieg auf amerikanische NOAA-Nachfolge: SUOMI-NPP, JPSS
Verwendete Kanäle sind zu schmalbandig	gering	essentiell	Erweiterte Anpassung / Ableitung eines neuen Algorithmus
Nicht Erreichen der gewünschten Stabilität der Sentinel-3 Eisklassifikation	mittel	mittel	Regionalisierung des Algorithmus ggf. Saisonale Anhängigkeit beachten
Fehlschlagende Kombination Sentinel-1 und Sentinel-3 Eisklassifikation	gering	essentiell	Erweiterter Forschungsbedarf
Sentinel-1 fällt aus	gering	essentiell	Umstieg auf Daten des kanadischen Radarsat-2 Satelliten

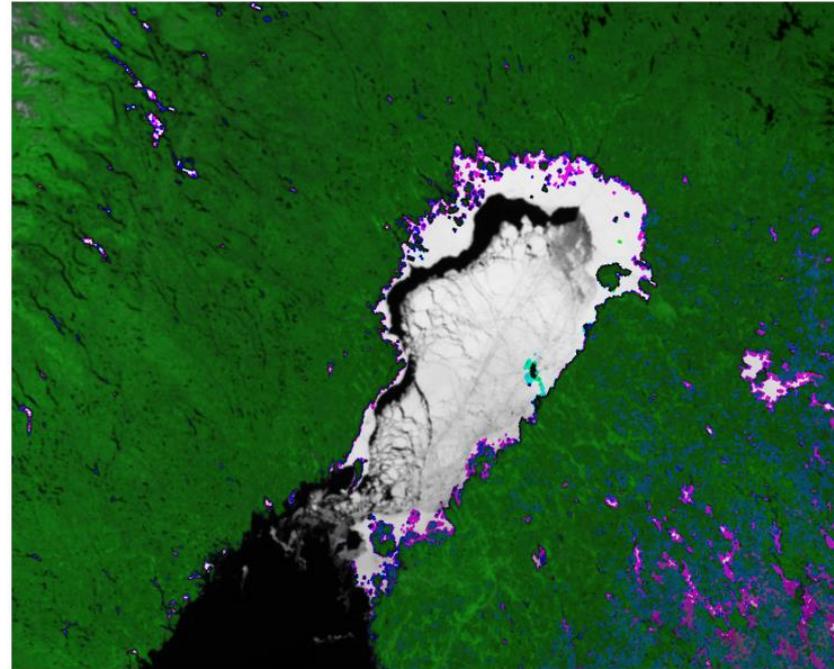
AVHRR Spektralkanäle im sichtbaren Bereich

Satellit: Metop-A



Kanal 1 (kontrastverstärkt)

0,58 um - 0,68 um sichtbarer Bereich



Kanal 2 (kontrastverstärkt)

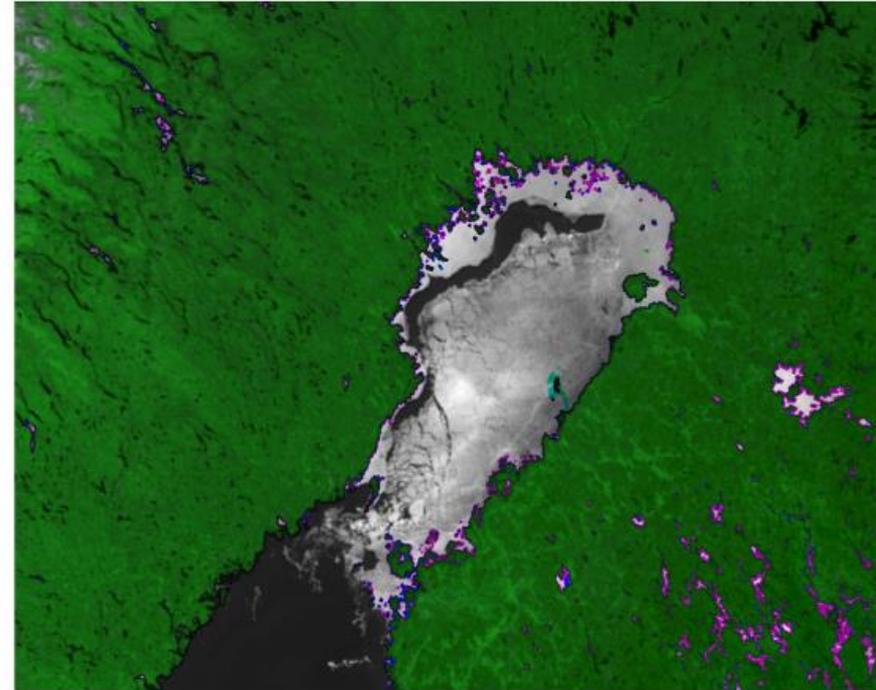
0,725 um - 1,0 um nahes IR

10. April 2018 9:03 Uhr

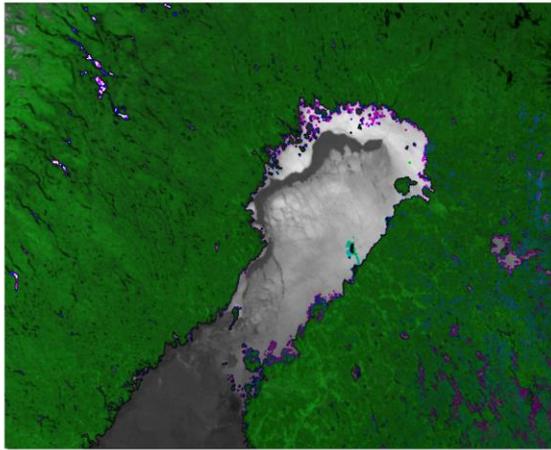
AVHRR Spektralkanäle im sichtbaren Bereich: Unterschiede

Satellit: Metop-A

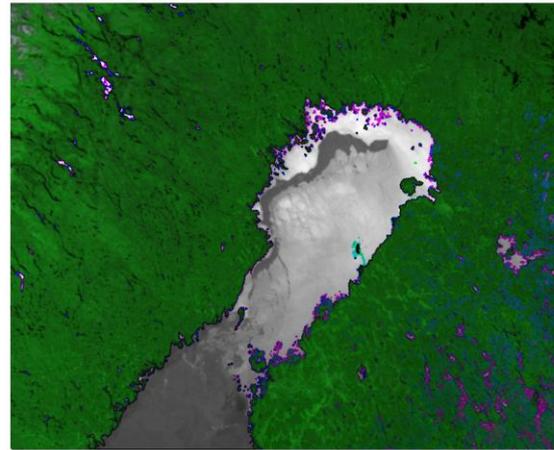
10. April 2018 9:03 Uhr



Kan 1 - Kan 2 (kontrastverstärkt)

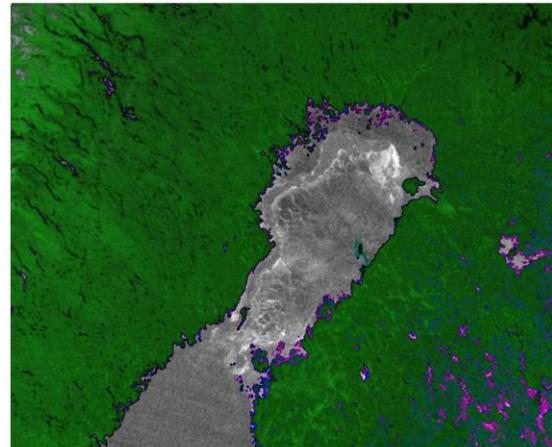


Kanal 4 (invertiert & kontrastverstärkt)
10,3 - 11,3 μm thermales IR



Kanal 5 (invertiert & kontrastverstärkt)
11,5 - 12,5 μm thermales IR

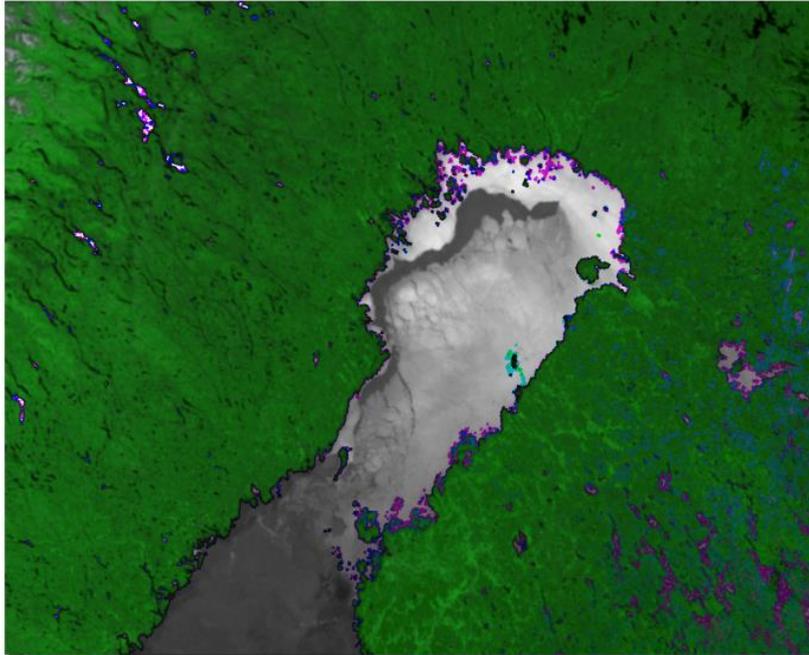
10. April 2018 9:03 Uhr



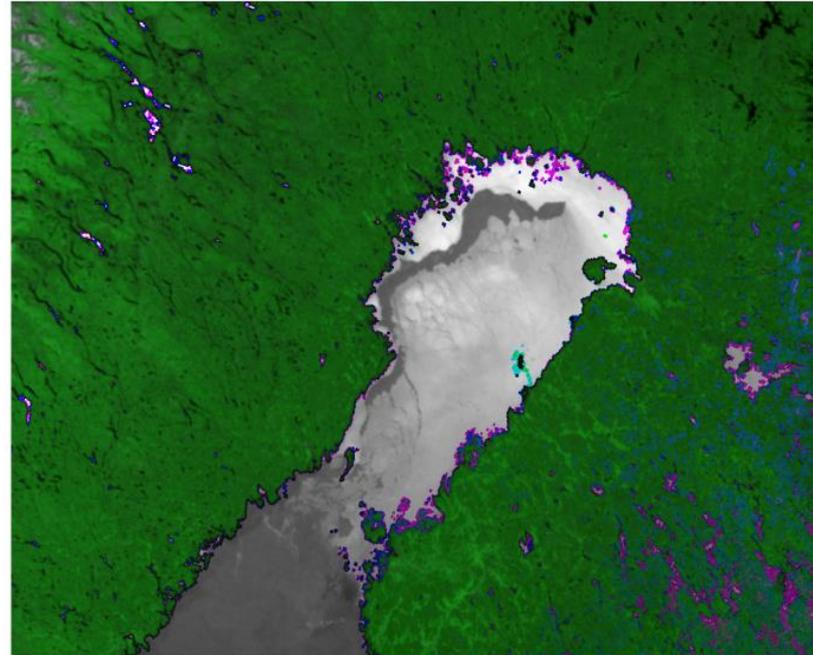
Kan 4 - Kan 5 (kontrastverstärkt)

AVHRR Spektralkanäle im thermal-infraroten Bereich

Satellit: Metop-A



Kanal 4 (invertiert & kontrastverstärkt)
10,3 - 11,3 µm thermales IR



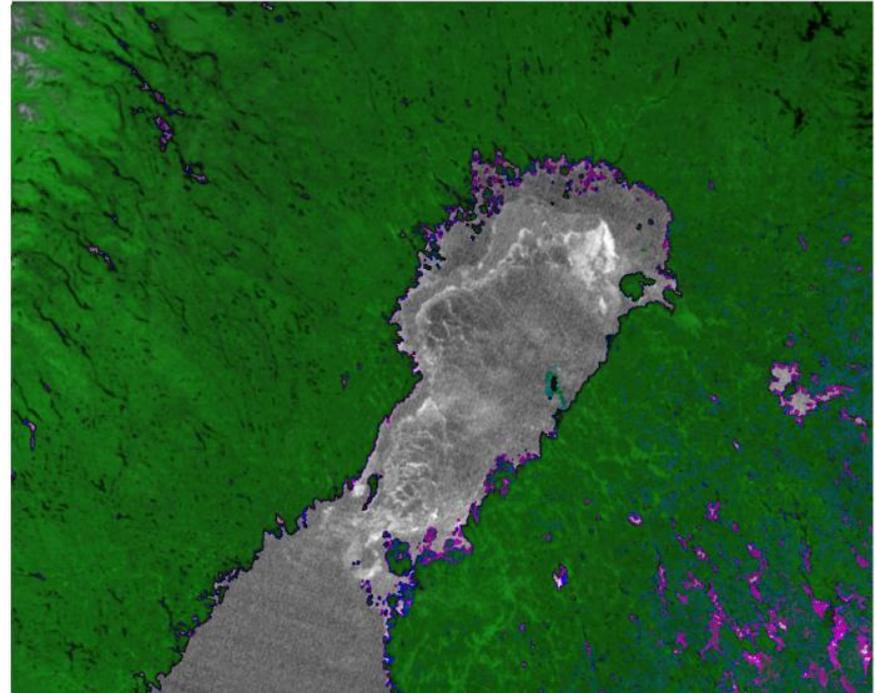
Kanal 5 (invertiert & kontrastverstärkt)
11,5 - 12,5 µm thermales IR

10. April 2018 9:03 Uhr

AVHRR Spektralkanäle im thermal-infraroten Bereich: Differenz der Schwarzkörper-Temperaturen

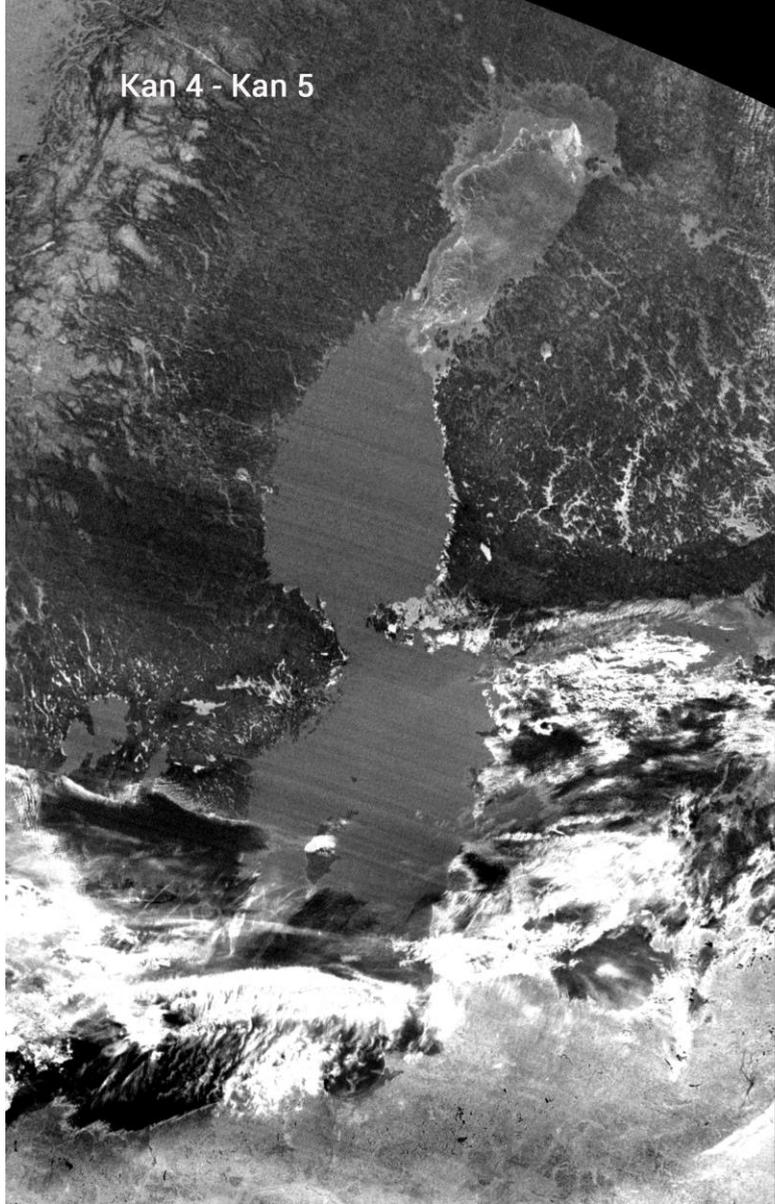
Satellit: Metop-A

10. April 2018 9:03 Uhr

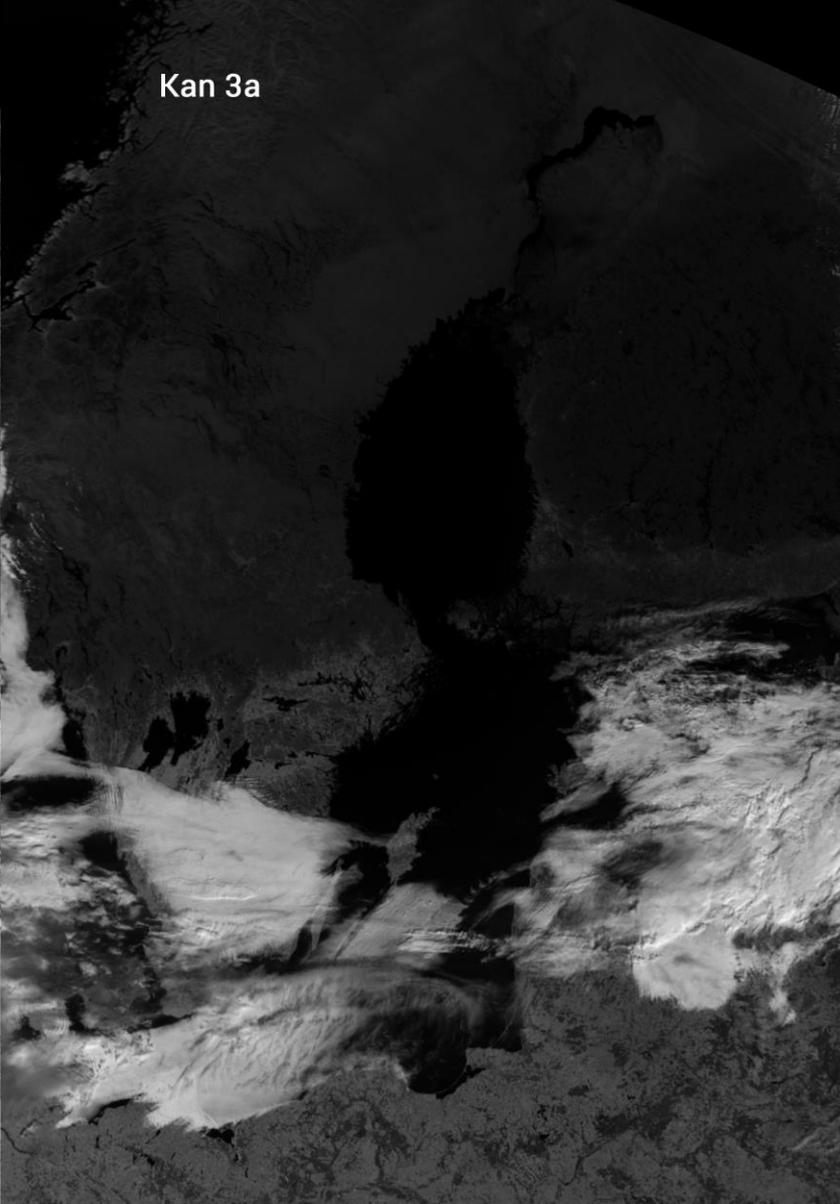


Kan 4 - Kan 5 (kontrastverstärkt)

Kan 4 - Kan 5



Kan 3a



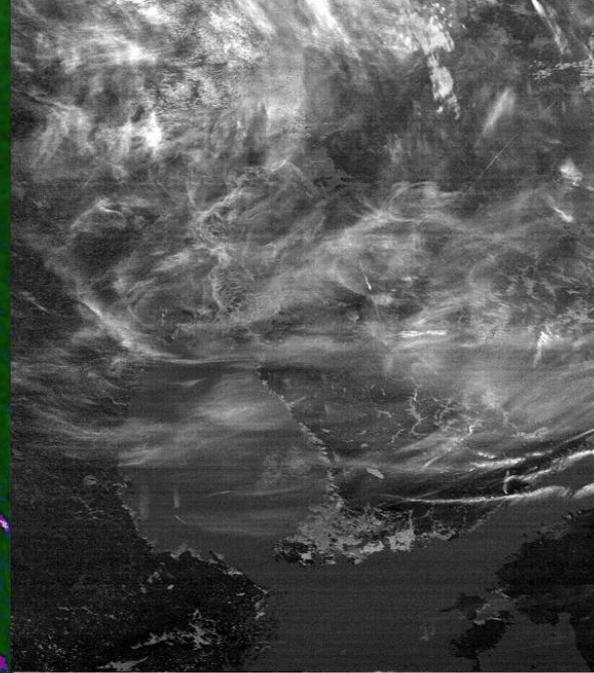
Metop-A
AVHRR
10. April 2018
9:03 UTC

Differenz der
Thermalkanäle
4 und 5

und

Kanal 3a

12. April 2018 09:03 Uhr
NOAA-AVHRR



Berechnung von dünnen hohen Wolken:
(Kanal 4 - Kanal 5)

Vorläufige Legende:

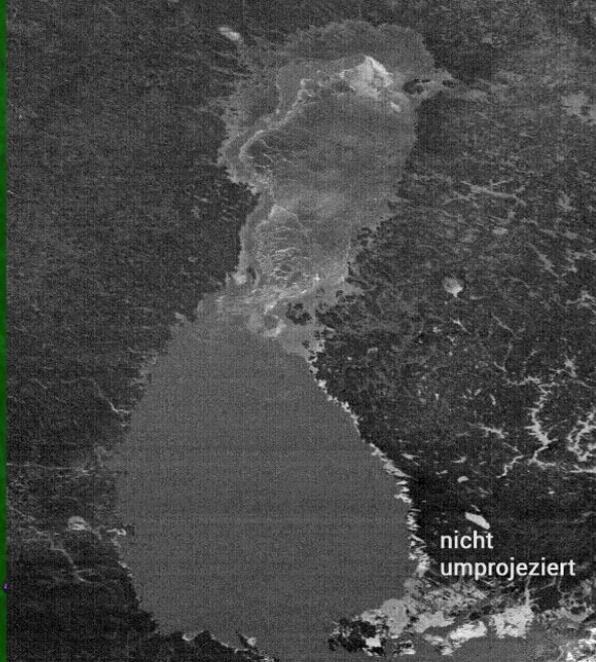
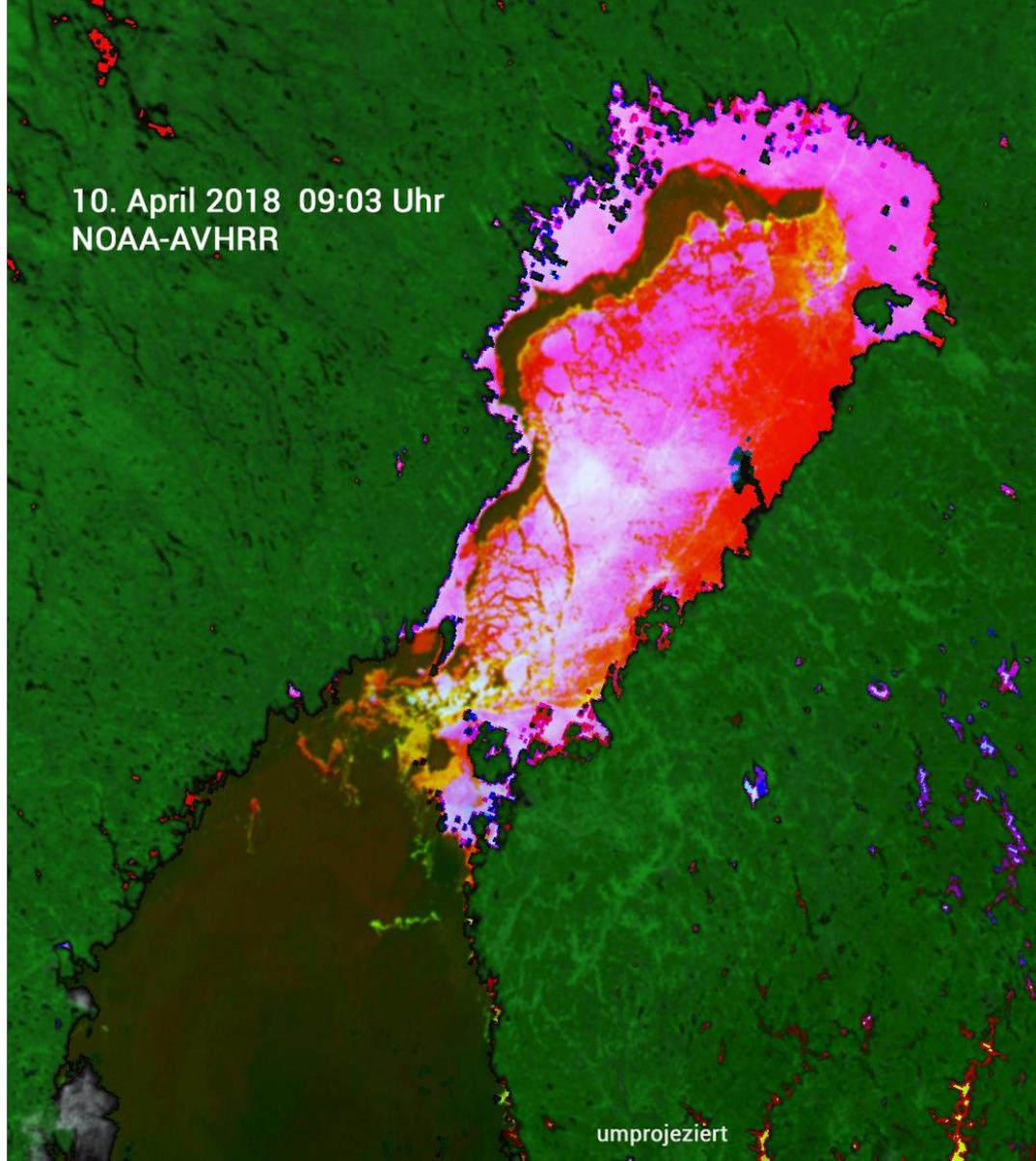
- Land
- offenes Wasser
- dünnes Eis (bis dunkler Nilas)
- heller Nilas bis grauweisses Eis
- grauweisses Eis mit trockner Schneeeauflage
- grauweisses Eis mit älterem oder feuchtem Schnee
- grauweisses Eis mit zunehmend feuchterem Schnee

Metop-B

AVHRR

12. April 2018
9:03 UTC

10. April 2018 09:03 Uhr
 NOAA-AVHRR



Berechnung von dünnen hohen Wolken:
 (Kanal 4 - Kanal 5)

Vorläufige Legende:

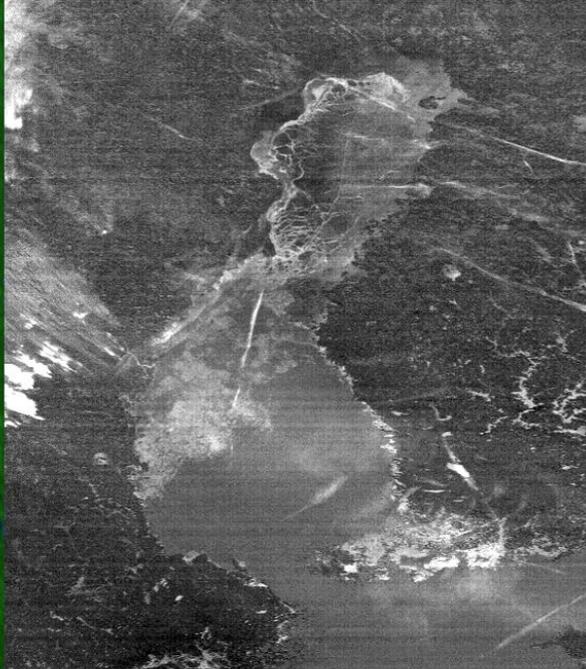
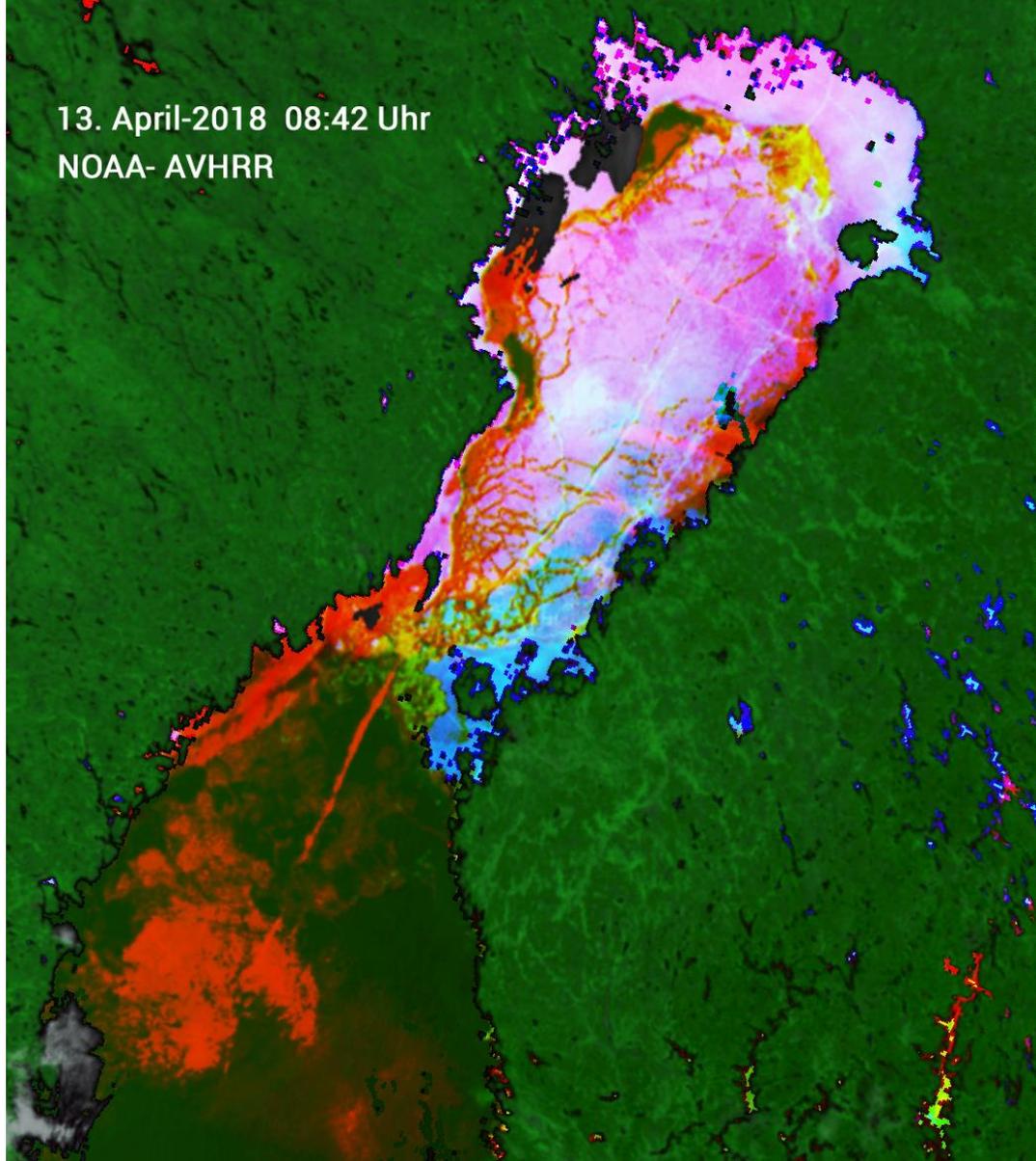
-  Land
-  offenes Wasser
-  dünnes Eis (bis dunkler Nilas)
-  heller Nilas bis grauweisses Eis
-  grauweisses Eis mit trockner Schneeeauflage
-  grauweisses Eis mit älterem oder feuchtem Schnee
-  grauweisses Eis mit zunehmend feuchterem Schnee
-  Schnee

Metop-A

AVHRR

10. April 2018
 9:03 UTC

13. April-2018 08:42 Uhr
NOAA- AVHRR



Berechnung von dünnen hohen Wolken:
(Kanal 4 - Kanal 5)

Vorläufige Legende:

	Land
	offenes Wasser
	dünnes Eis (bis dunkler Nilas)
	heller Nilas bis grauweisses Eis
	grauweisses Eis mit trockner Schneeeauflage
	grauweisses Eis mit älterem oder feuchtem Schnee
	grauweisses Eis mit zunehmend feuchterem Schnee

Metop-B

AVHRR

13. April 2018
8:42 UTC