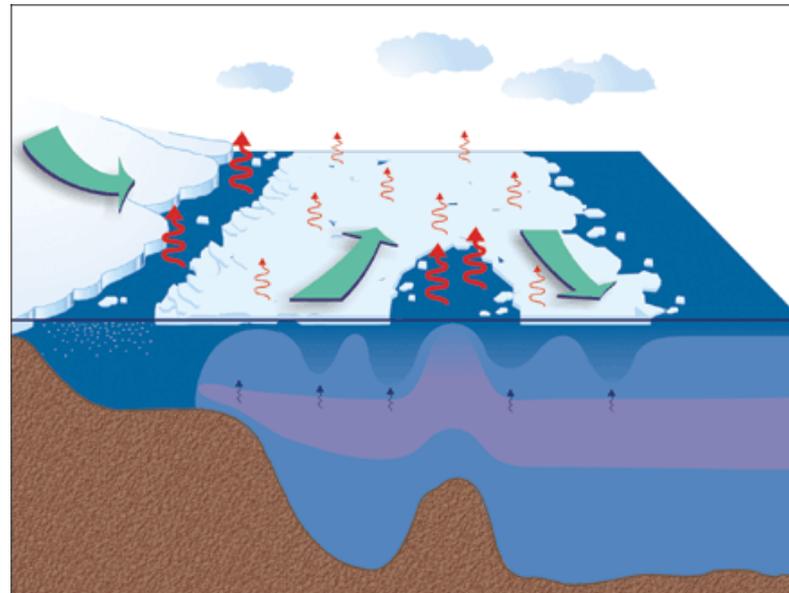


Kombination und Analyse von Daten verschiedener Satellitensensoren als Beitrag zur Erforschung von Polynjen in der Arktis und Antarktis

Thomas Hollands und Wolfgang Dierking



Januar 2015

Projektlaufzeit

Oktober 2012 – Dezember 2015
(3-monatige Unterbrechung)

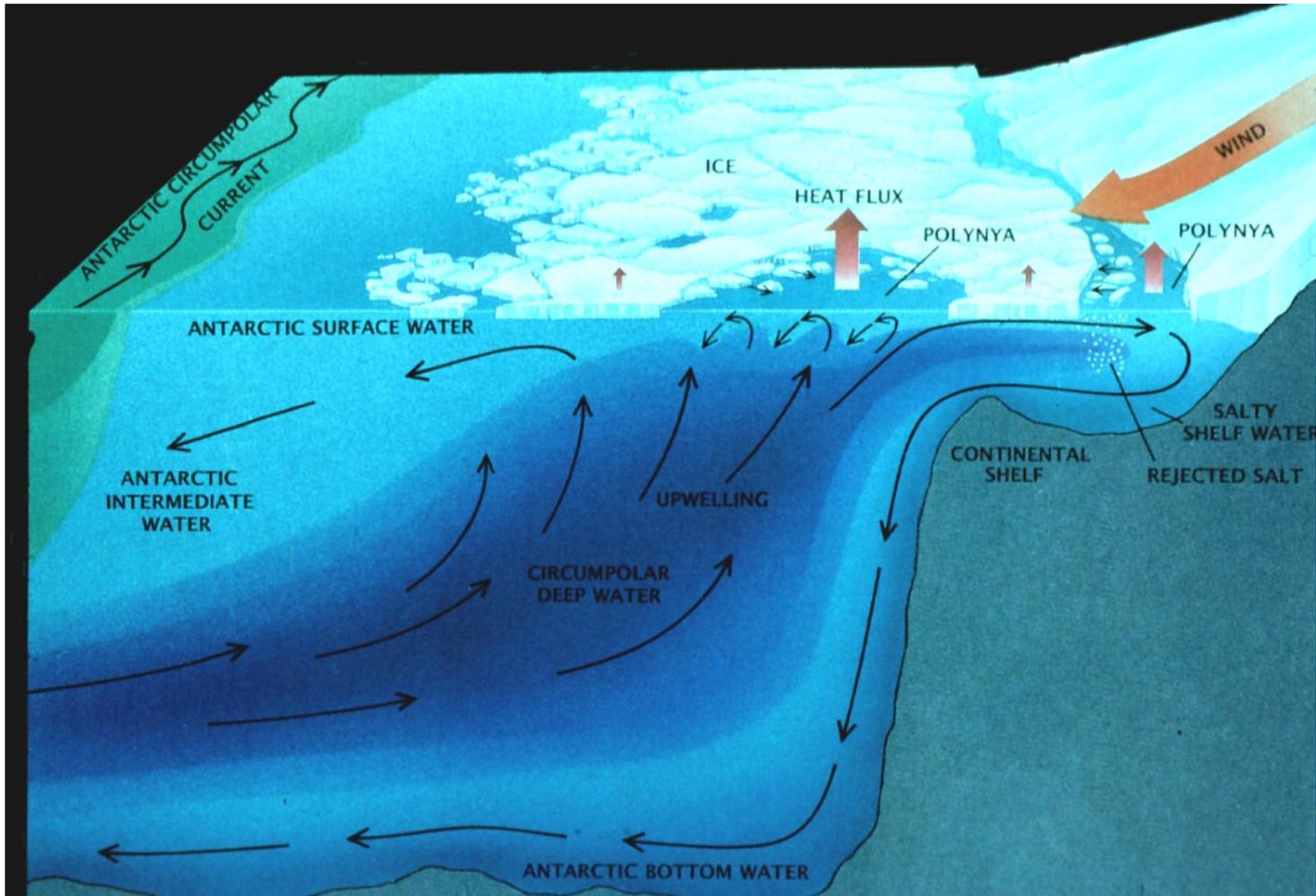
Zielsetzungen des Projektes

- Entwicklung von Strategien zur kontinuierlichen und flächendeckenden Beobachtung der Entstehung und Entwicklung von Polynjen
- Schwerpunkt ist die Anwendung hochauflösender Satellitenbilder (10-100m)
- Kombination von Daten verschiedener Satellitensensoren zur Informationsgewinnung

Spezielle Zielsetzungen des Projektes

- Anpassung / Entwicklung von Algorithmen zur Ableitung von Polynjendaten aus Satellitenbildern (Polynjengröße, Eistypen, Eisbewegung, Eisdicke, Temperaturverhältnisse)
- Anwendung der Algorithmen auf verschiedene Polynjen in der Arktis und Antarktis
- Vergleiche mit Modellrechnungen
- Vergleiche mit Feldmessungen, wenn entsprechende Daten vorhanden sind

Warum sind Polynjen für die Forschung interessant?



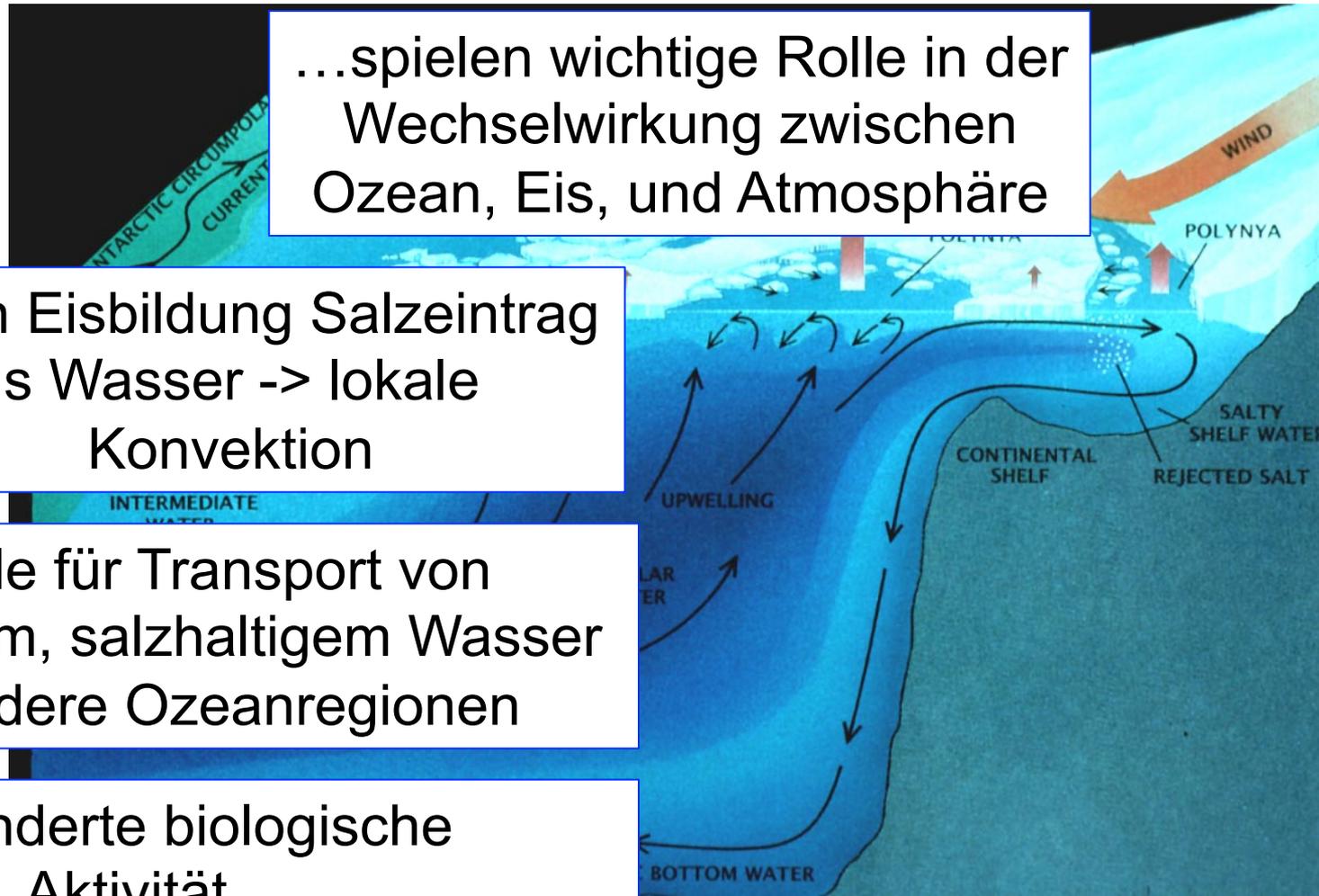
Warum sind Polynjen für die Forschung interessant?

...spielen wichtige Rolle in der Wechselwirkung zwischen Ozean, Eis, und Atmosphäre

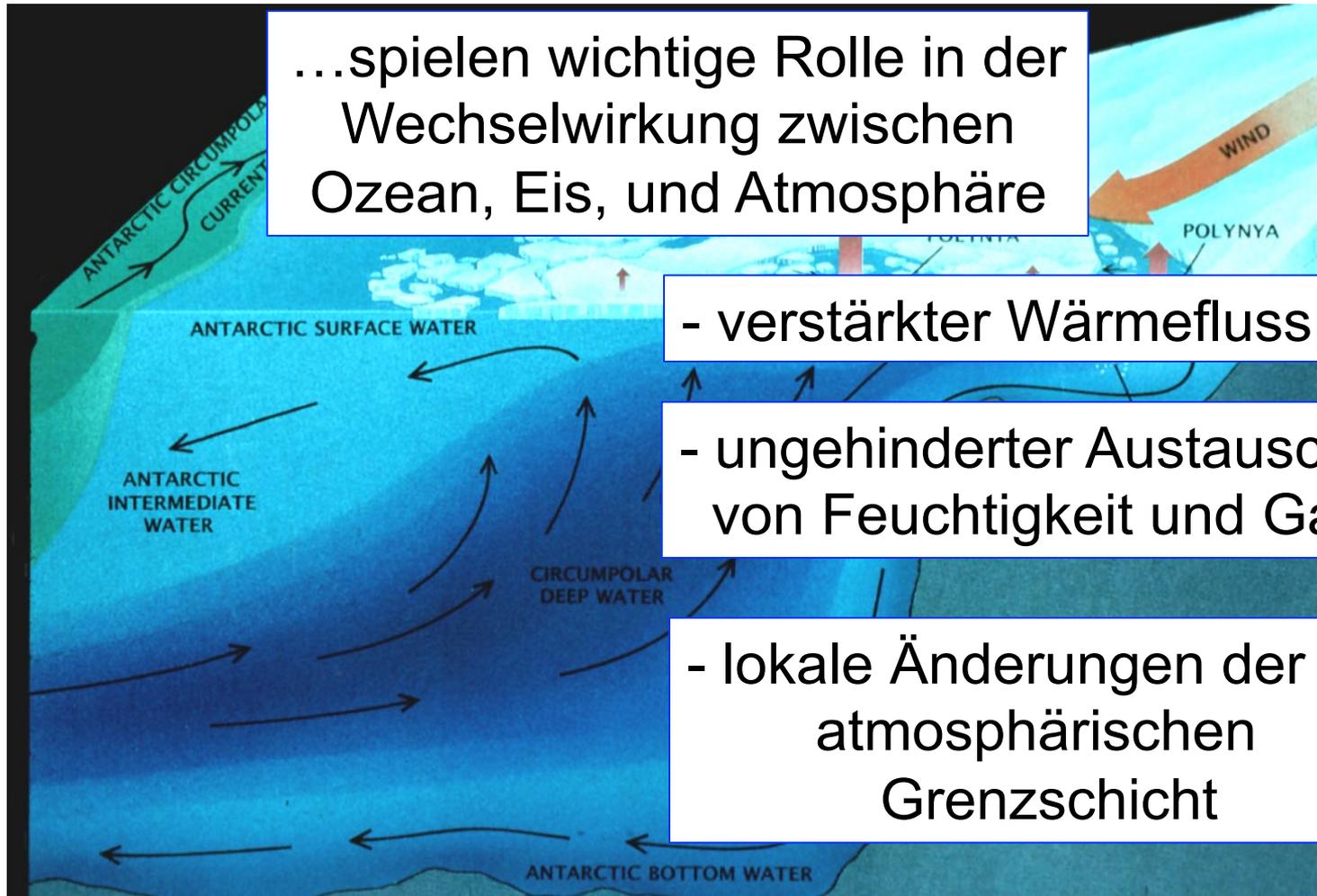
- durch Eisbildung Salzeintrag ins Wasser -> lokale Konvektion

- Quelle für Transport von kaltem, salzhaltigem Wasser in andere Ozeanregionen

- veränderte biologische Aktivität



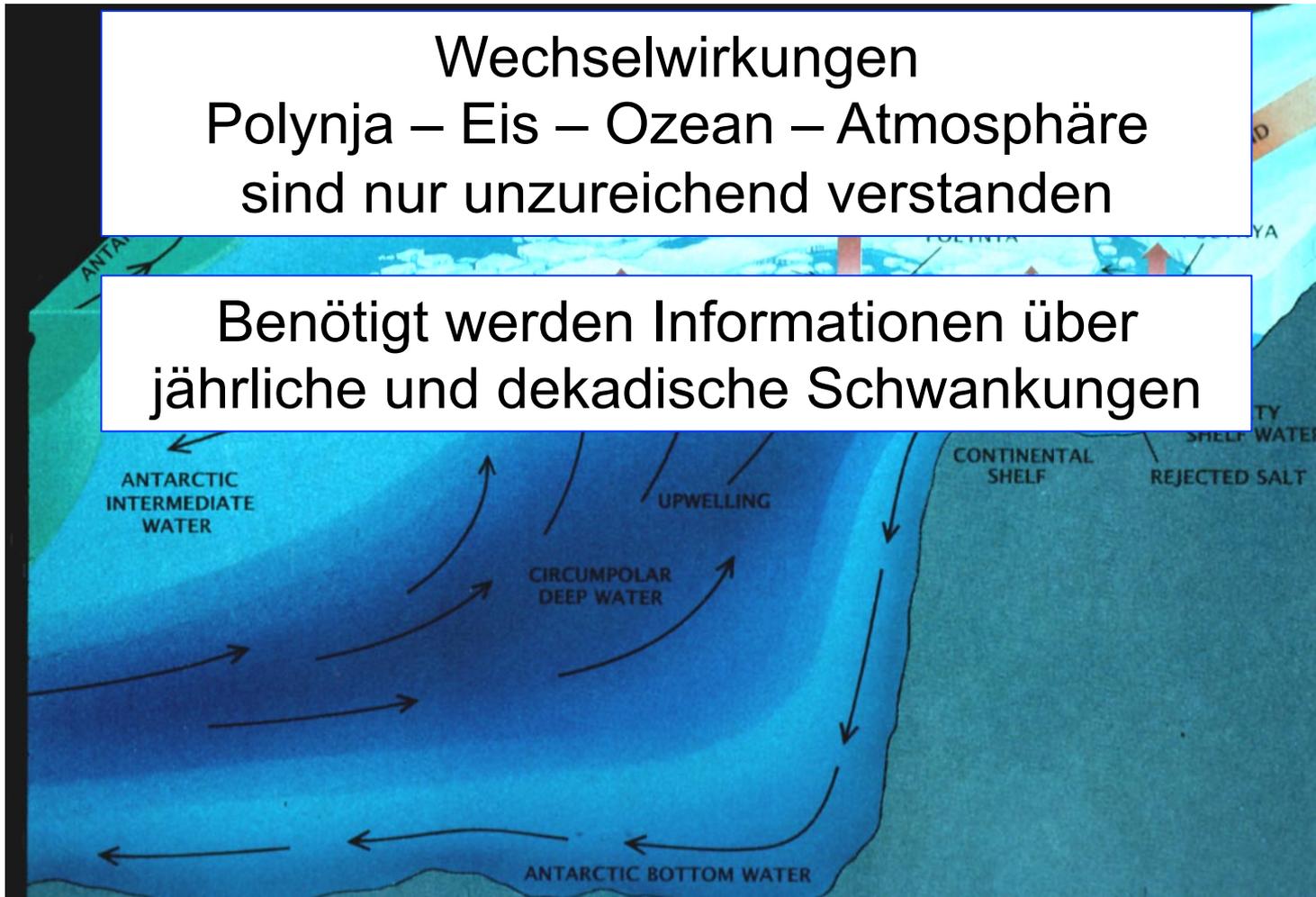
Warum sind Polynjen für die Forschung interessant?



Warum sind Polynjen für die Forschung interessant?

Wechselwirkungen
Polynja – Eis – Ozean – Atmosphäre
sind nur unzureichend verstanden

Benötigt werden Informationen über
jährliche und dekadische Schwankungen



Operationelle Anwendung: Meereis kartierung

| | |
|--|--|
| | Yhteensäätynyt, yhteenajautunut tai hyvin tiheä ajojää Consolidated, compact or very close ice (9-10/10) Sammanfrusen, kompakt eller mycket tät drivis |
| | Ahtautunut tai röykkiöitynyt jää (f=ahtautumia/mpk) Ridged or hummocked ice (f=number of ridges/naut.m.) Vallar och upptornad is (f=vallar/naut.m.) |
| | Päällekkäin ajautunut jää Rafted ice (C=concentr.) Hopskjutens is |
| | Tiheä ajojää Close ice (7-8/10) Tät drivis |
| | Harva ajojää Open ice (4-6/10) Spridd drivis |
| | Hyvin harva ajojää Very open ice (1-3/10) Mycket spridd drivis |
| | Jään reuna tai jään raja Ice edge or ice boundary Iskant eller isgräns |
| | Arvioitu jään reuna tai jään raja Estimated ice edge or -boundary Uppskattad isgräns eller iskant |
| | Veden lämpötilan tasa-arvokäyrä Watertemperature isotherm, °C Vattentemperatur isoterm, °C |
| | Mitattu jään paksuus Thickness measured in cm Uppmätt istjocklek i cm |
| | Halkeama Fracture Spricka |
| | Railo Lead Råk |
| | Sohjovyö Windrow Stampvall |
| | Avovesi <1/10 Open water Öppet vatten |
| | Uusi jää New ice Nyis |
| | Tasainen jää Level ice Jämn is |
| | Kiintojää Fast ice Fastis |
| | |
| | |

| S | F | | |
|--------|----------|--------|---------------------------|
| symbol | cm | symbol | Ø m |
| - | 0 < 3 | | |
| 1 | new ice | 1 | < 2 |
| 2 | < 10 | 2 | 2 - 20 |
| 3 | 10 - 30 | 3 | 20 - 100 |
| 4 | 10 - 15 | 4 | 100 - 500 |
| 5 | 15 - 30 | 5 | 500 - 2000 |
| 6 | 30 - 200 | 6 | 2000 - 10000 |
| 7 | 30 - 70 | 7 | > 10000 |
| 8 | 30 - 50 | 8 | Fast ice |
| 9 | 50 - 70 | X | Not determined or unknown |
| 1. | 70 - 120 | | |

) thickest ice (a)
) second thickest ice (b)
) third thickest ice (c)



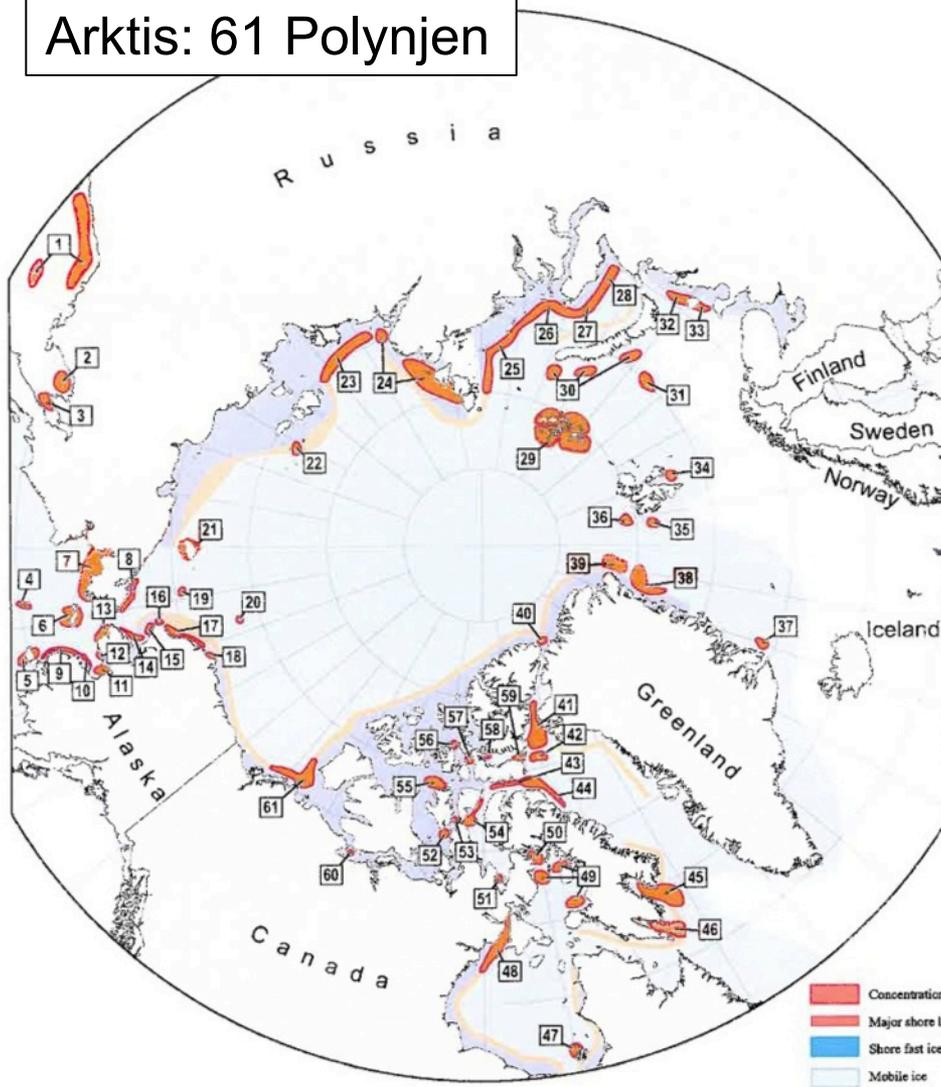
| SUOMI | LIKENNERAJOKSET | FINLAND | TRAFIKBE |
|----------------------|-----------------|---------|------------------|
| Satama | | Jääluur | Ice Cl |
| Hamm | | Isklas | |
| Harbour | | | |
| Tornio, Kemi, Oulu | | | IA |
| Raahе | | | IA |
| Kokkola, Pietarsaari | | | IA |
| Vaasa | | | IA, IB |
| Kaskinen | | | IA, IB IC: II |

Warum ist dieses Projekt auch für die operationelle Meereiskartierung interessant?

- Verbesserung der Eis-Klassifizierung durch Kombination verschiedener Sensortypen
- Polynjen und ihre unmittelbare Umgebung decken verschiedene Eisklassen ab...
- ...und weisen verschiedene Deformationsstrukturen auf

Verbreitung von Polynjen

Arktis: 61 Polynjen



Antarktis: 52 Polynjen



Quelle: Barber & Massom, Elsevier Oceanography Series 74, 2007

Größe von Polynjen

10 – mehrere 10000 km²

Dauer von Polynjenereignissen:

wenige Tage – Monate (Jahre)

Vorhandene Datensätze

Sensoren: *Envisat ASAR + AATSR, ALOS PALSAR, TerraSAR-X, Radarsat-2, Landsat, EO-1 ALI, ASTER, MODIS*

Anzahl der Datensätze: 82

(Kriterium: annähernd gleichzeitige Aufnahmen von mindestens zwei verschiedenen Sensoren)

Regionen: *21 in der Arktis, 9 in der Antarktis*

1. Beispiele zur Kombination verschiedener Sensoren

Räumliche Auflösung und Flächenabdeckung

25.09.2009



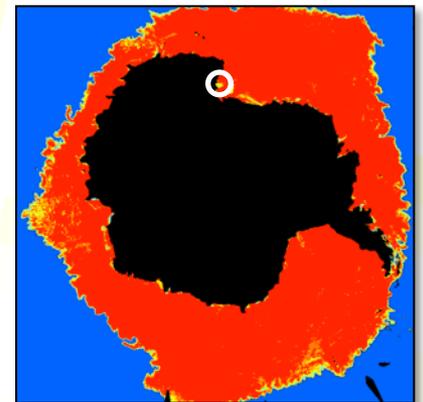
Land-
maske

50-70%

100 %

30-50 %

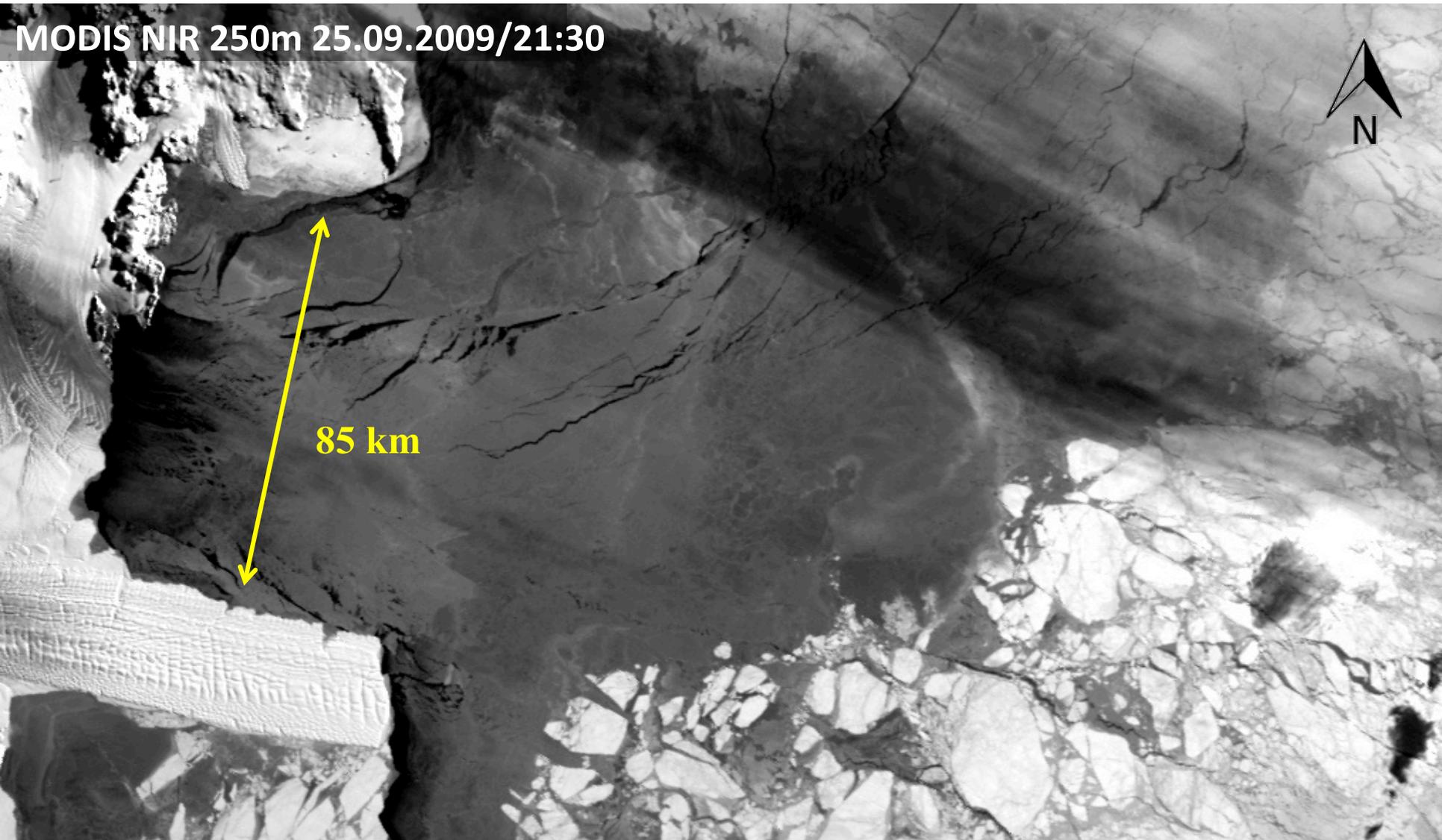
70-90 %



PMR: Tägliche Flächenabdeckung (Eiskonzentrationsdaten (Ant-)Arktis)

Räumliche Auflösung und Flächenabdeckung

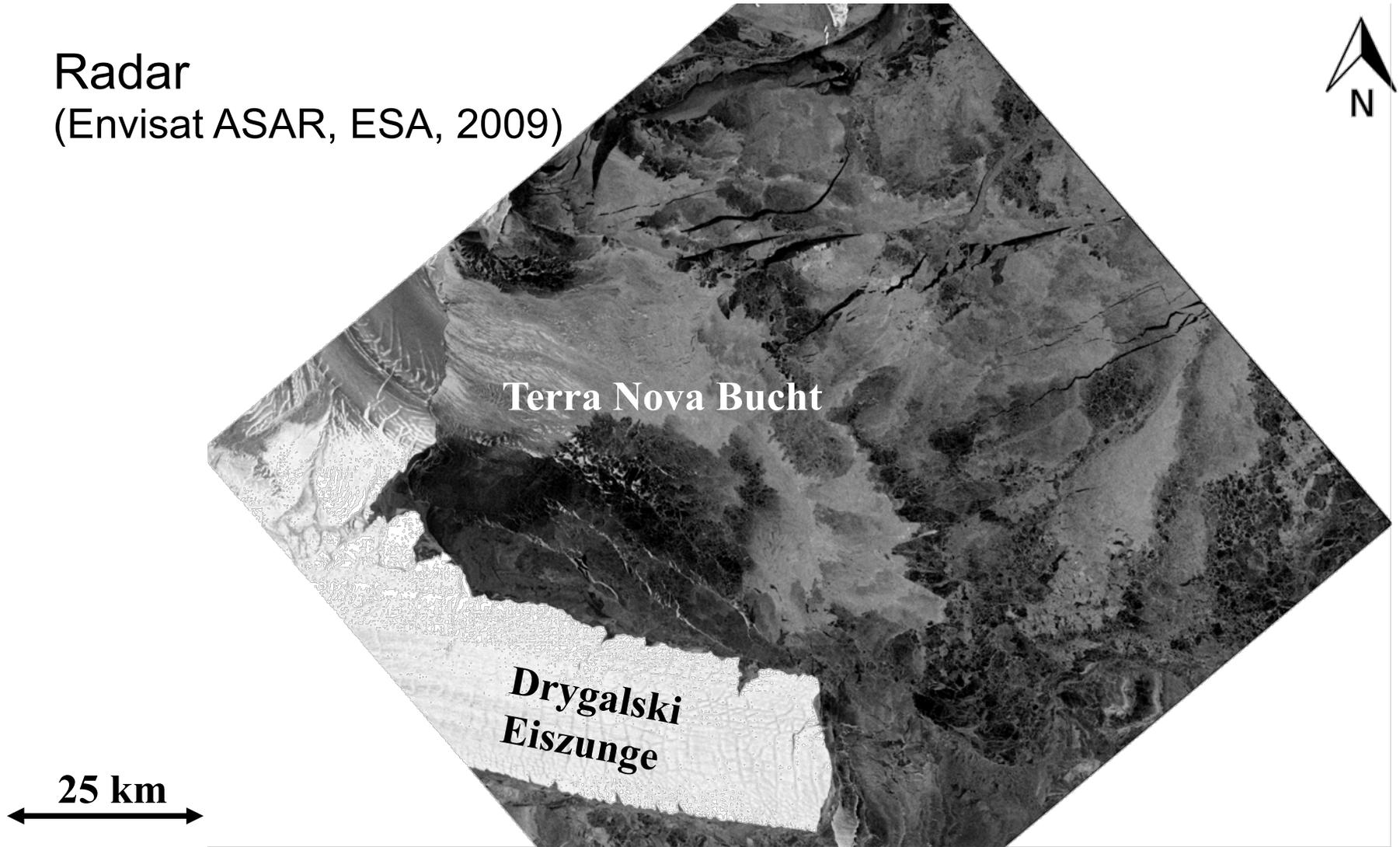
MODIS NIR 250m 25.09.2009/21:30



Hochauflösende Satellitenbilder: Details (250 m)

Informationsgehalt verschiedener Sensoren

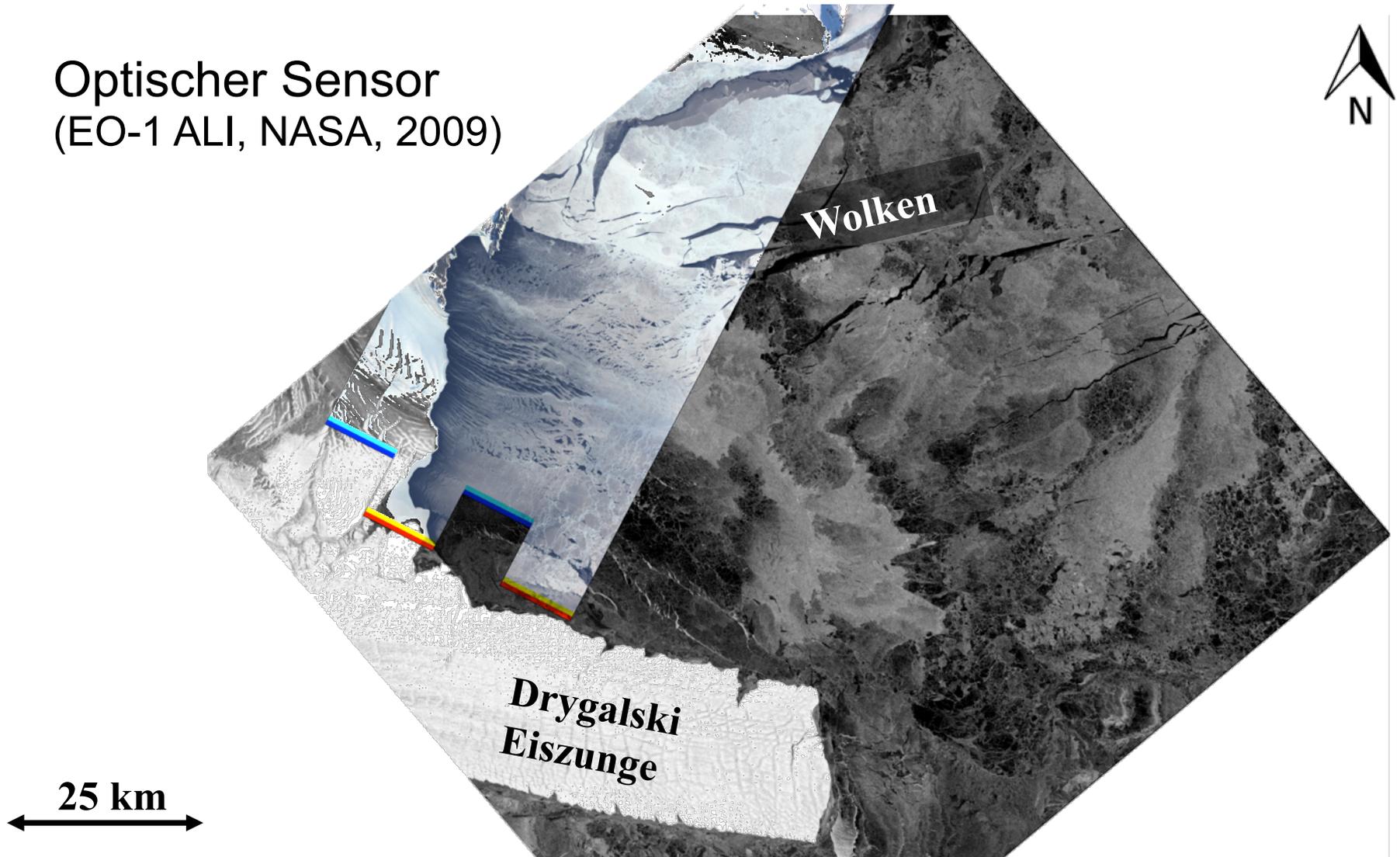
Radar
(Envisat ASAR, ESA, 2009)



Oberflächenrauigkeit + Deformation, Eiseinschlüsse: Eisklassen

Informationsgehalt verschiedener Sensoren

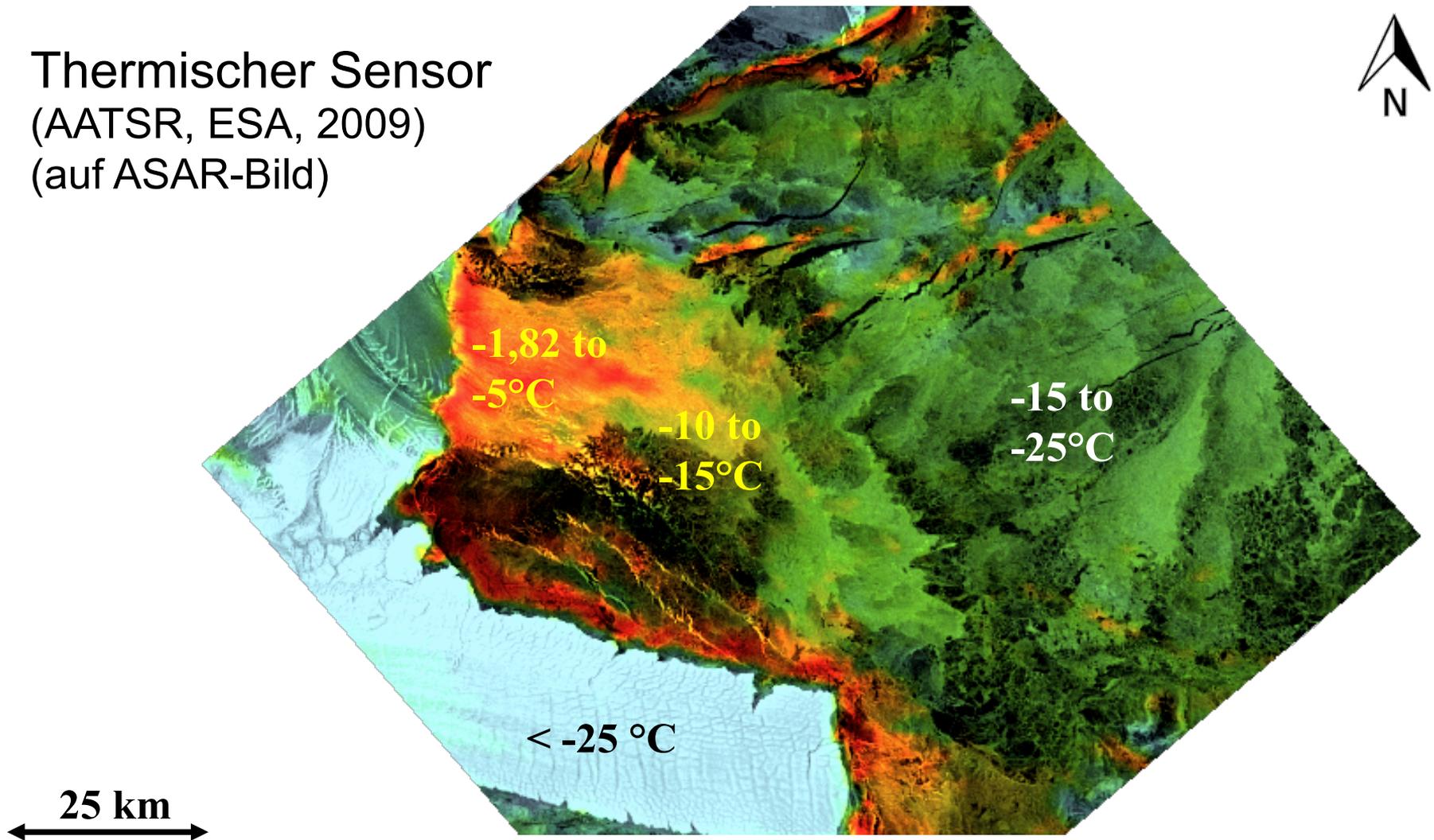
Optischer Sensor
(EO-1 ALI, NASA, 2009)



Wolkenbedeckung, Schnee auf dem Meereis

Informationsgehalt verschiedener Sensoren

Thermischer Sensor
(AATSR, ESA, 2009)
(auf ASAR-Bild)



Oberflächentemperaturen verschiedener Eiszonen

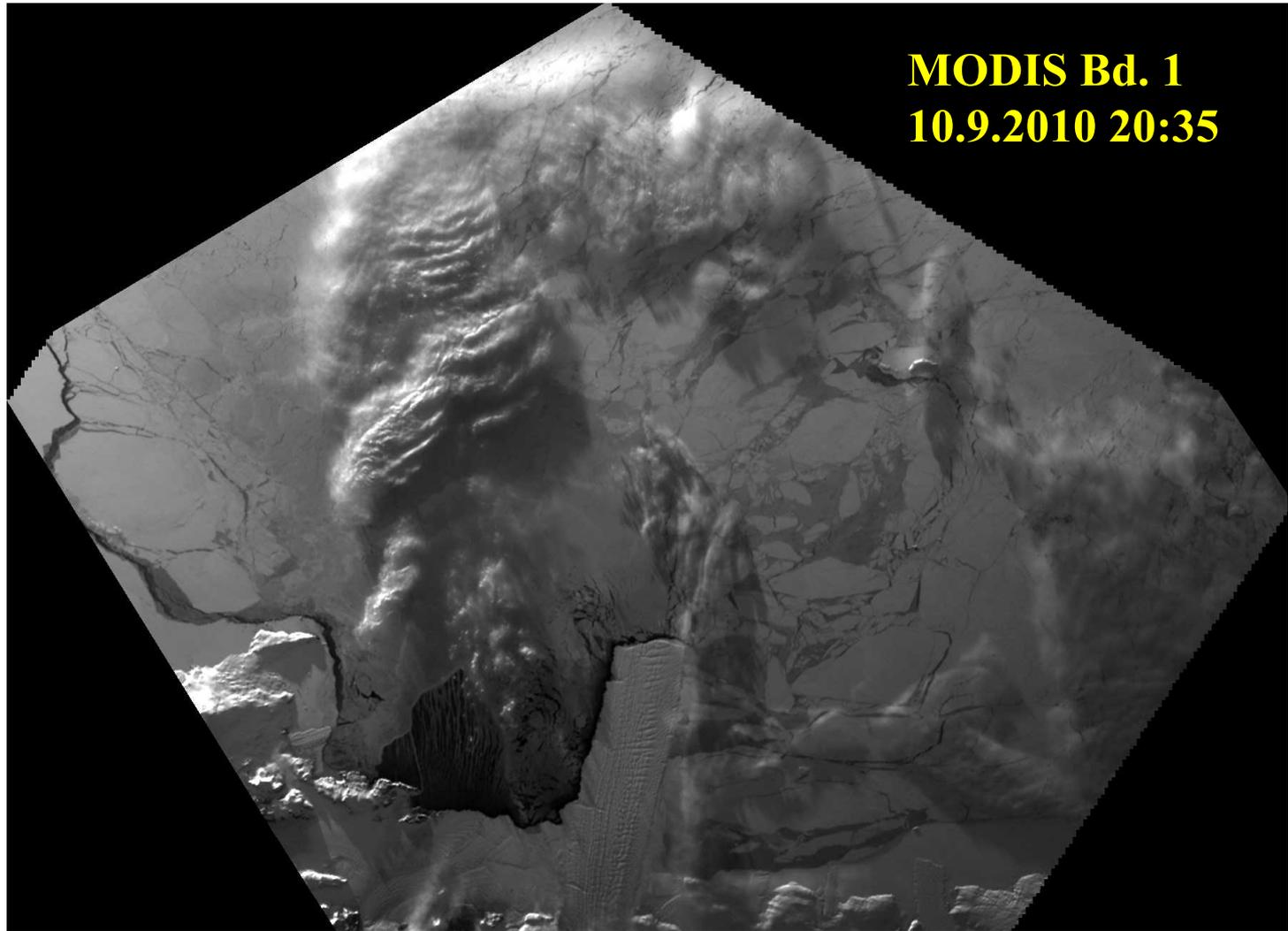
Probleme / Lösungen:

- Vorhersage von Polynjenereignissen zurzeit noch schwierig
(kontinuierliche Datenerfassung ist erforderlich)
- schnelle Änderung von Polynjen und ihrer Umgebung
(nahezu gleichzeitige Aufnahmen mit verschiedenen Sensoren erforderlich)

2. Ableitung von Polynjen-Parametern

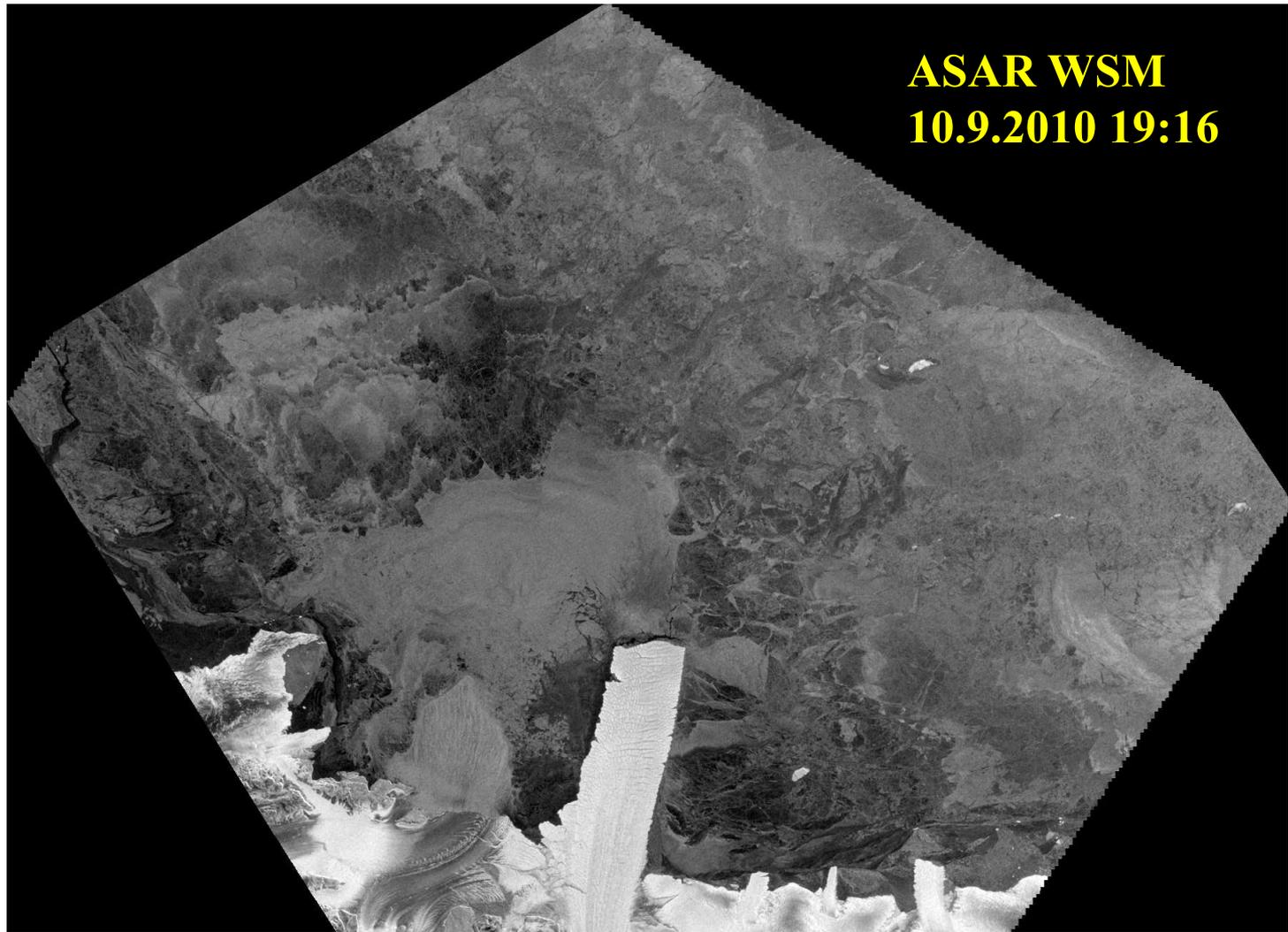
- Eistypen/zonen
- Bewegung des Eises

Eisklassifizierung: Kombination von Daten



Terra Nova Bucht und Umgebung

Eisklassifizierung: Kombination von Daten



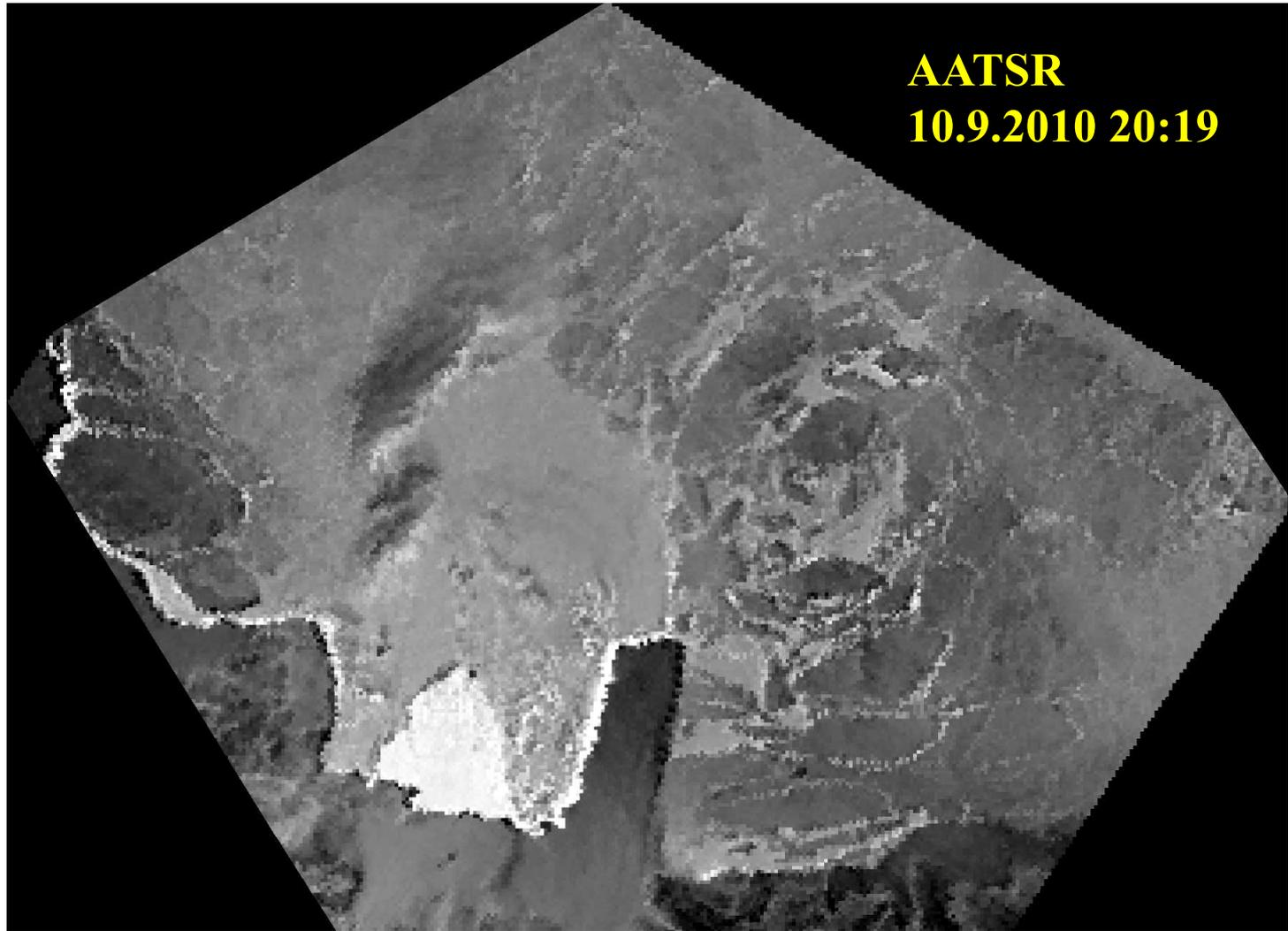
Terra Nova Bucht und Umgebung

Eisklassifizierung: Kombination von Daten



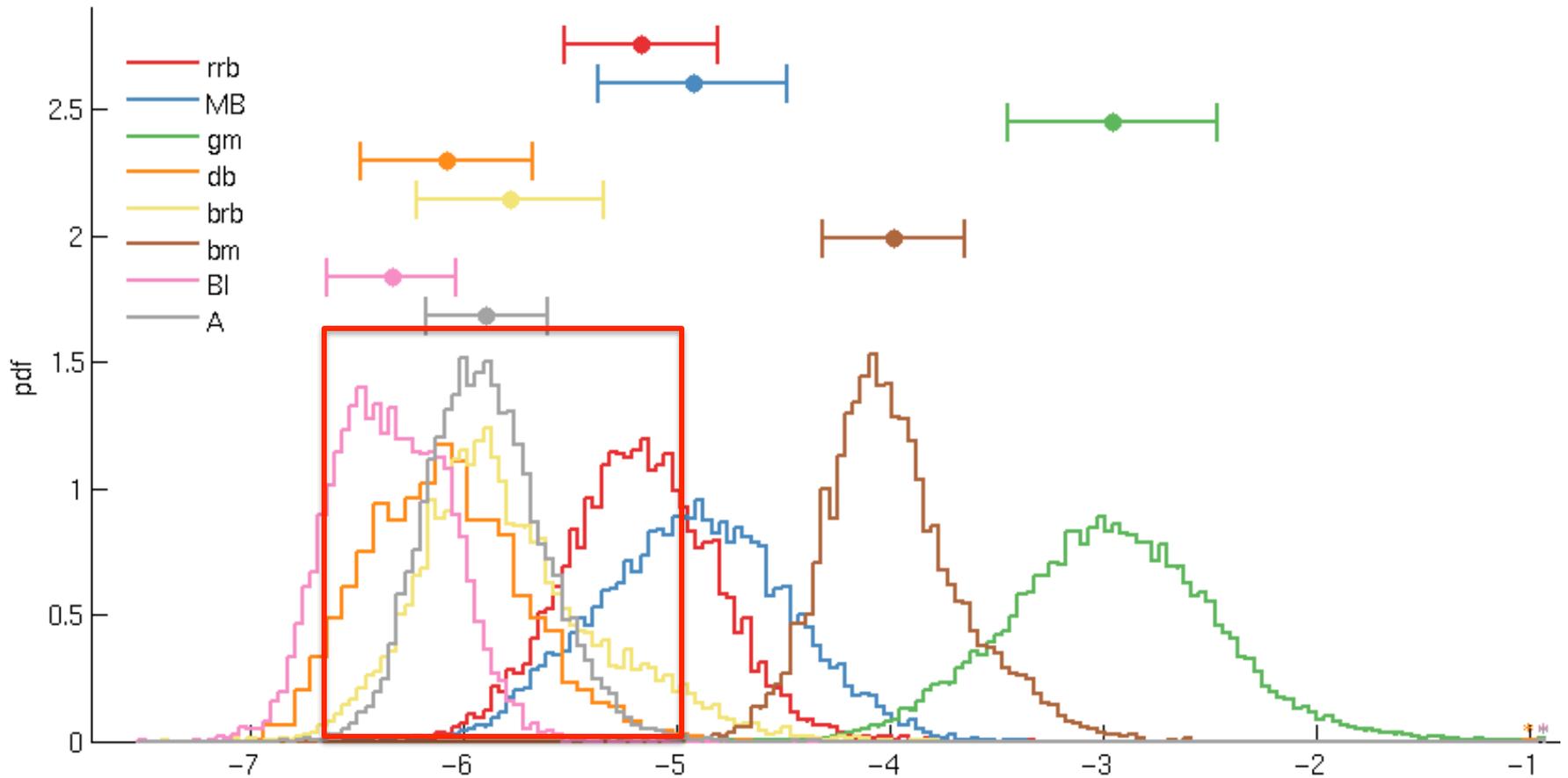
Terra Nova Bucht und Umgebung

Eisklassifizierung: Kombination von Daten



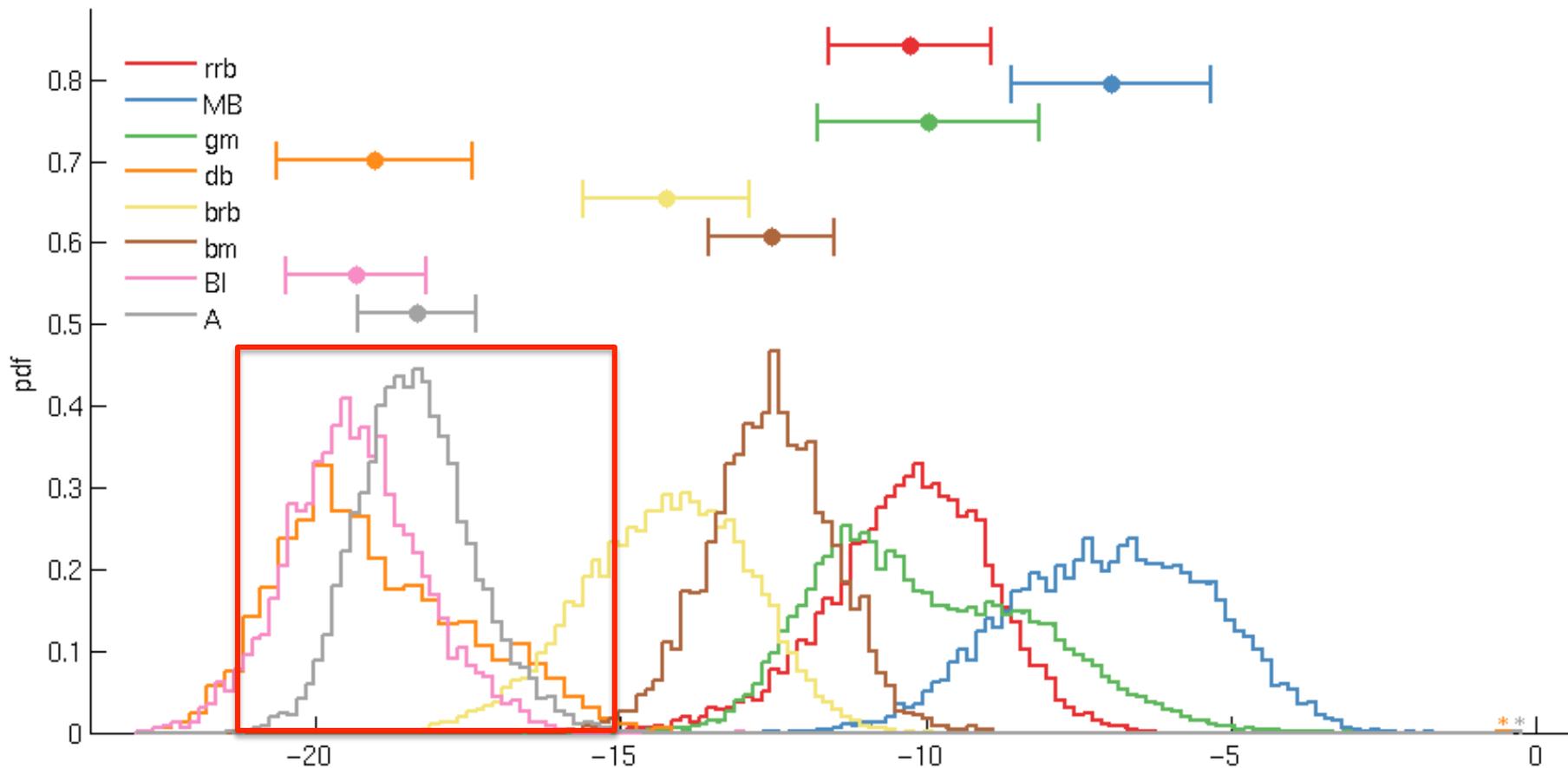
Terra Nova Bucht und Umgebung

Eisklassifizierung: Histogramme der Grauwerte



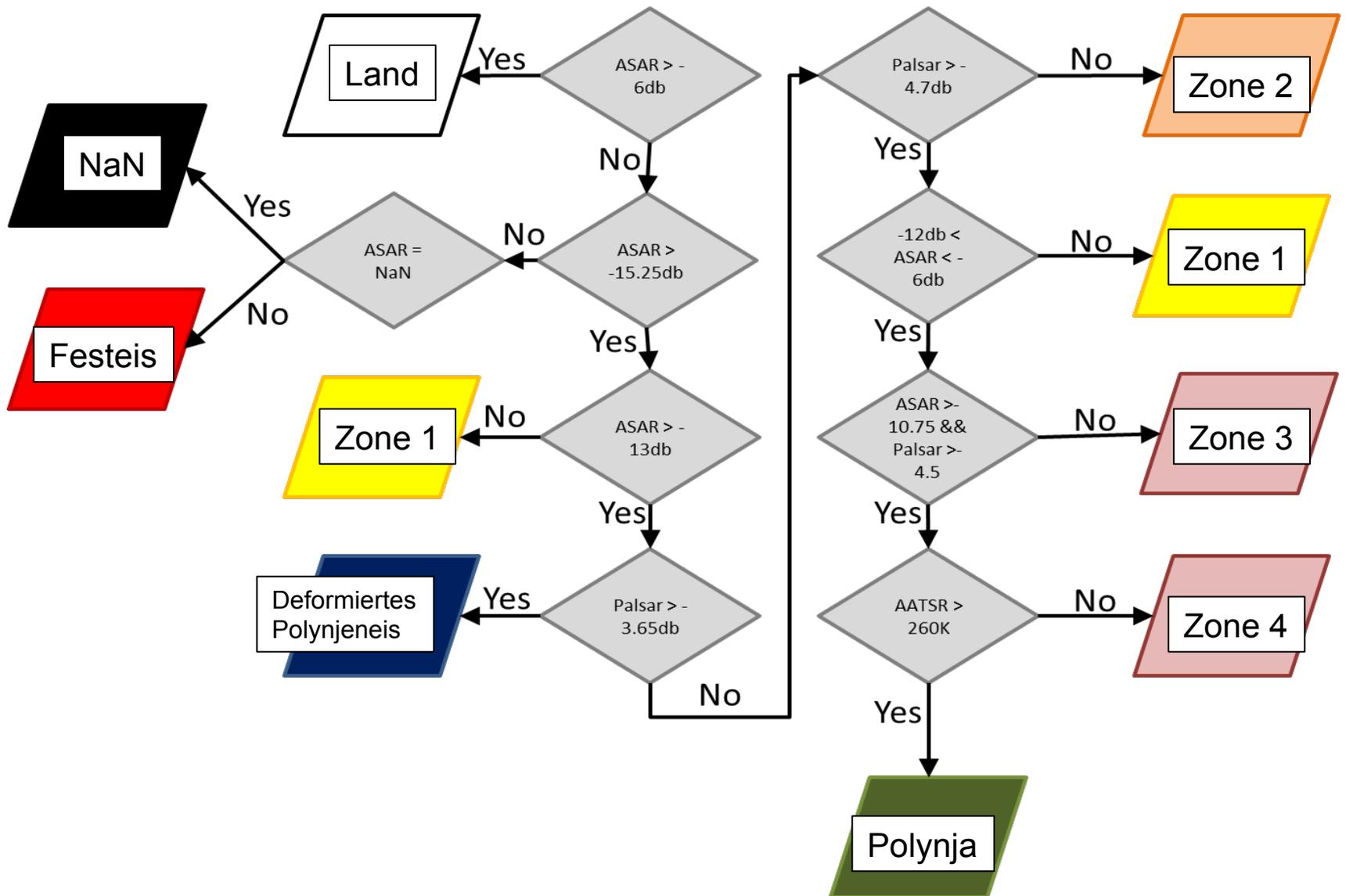
ALOS PALSAR

Eisklassifizierung: Histogramme der Grauwerte

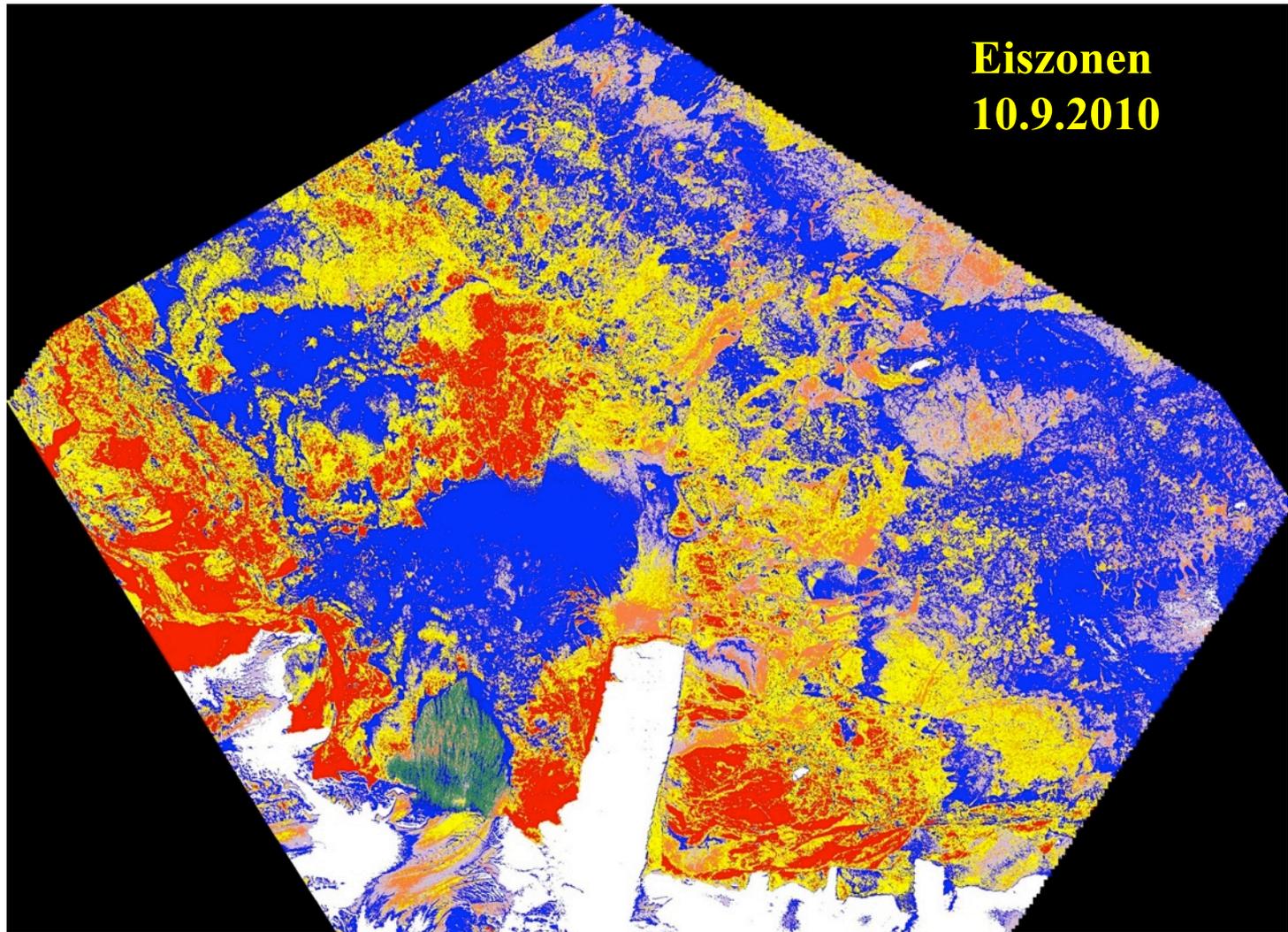


Envisat ASAR

Eisklassifizierung: Entscheidungsregeln

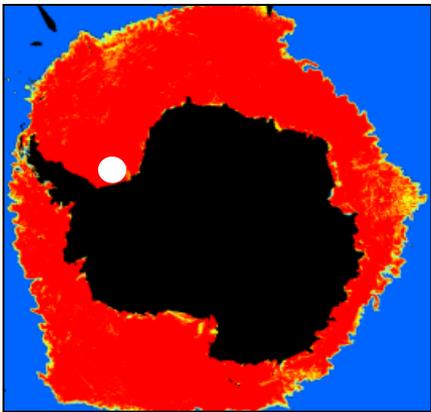
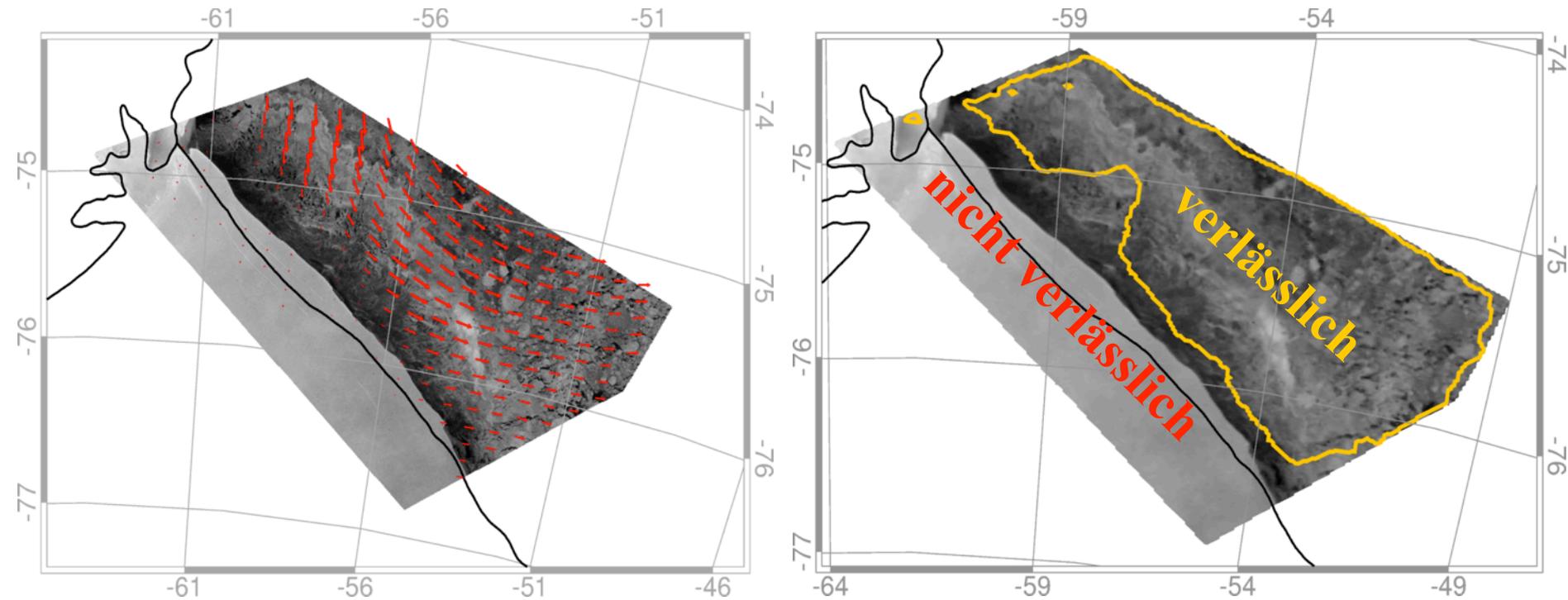


Eisklassifizierung: Kombination von Daten



Terra Nova Bucht und Umgebung

Eisdynamik in der und um die Polynja



Ronne Polynja

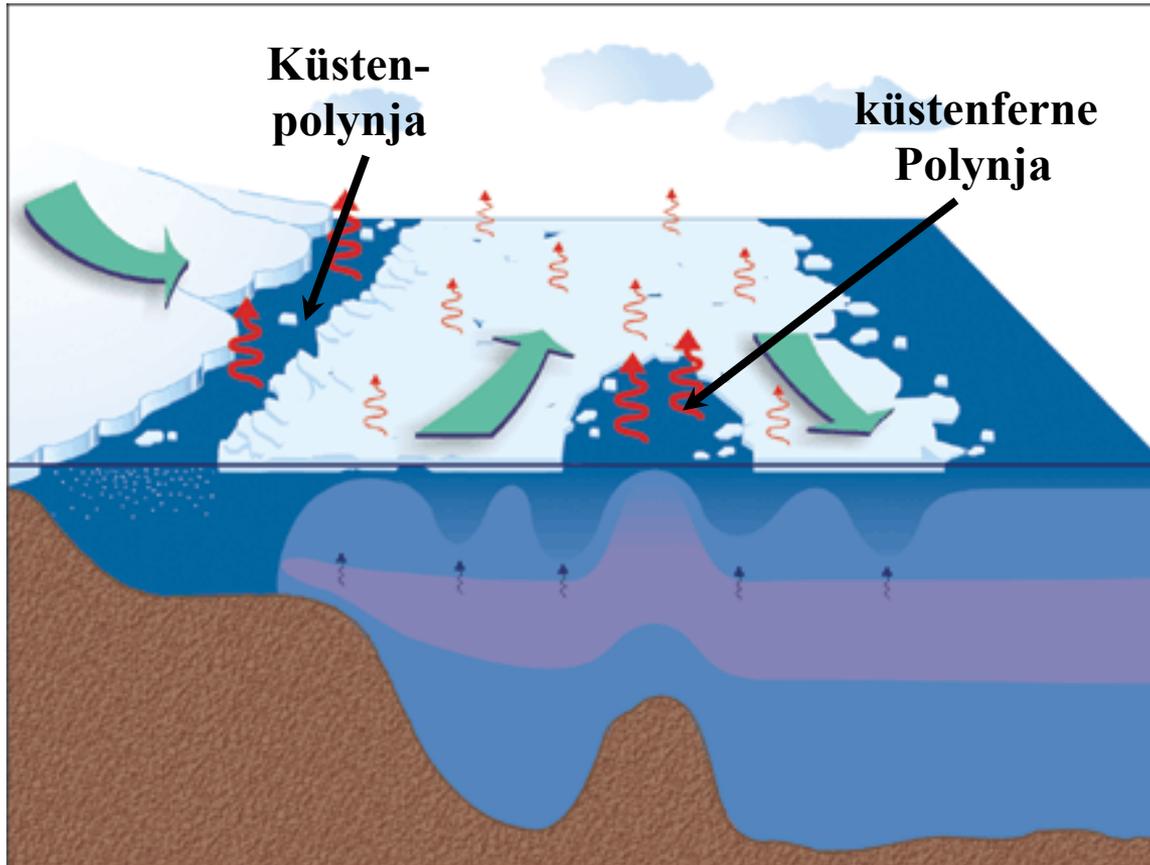
- automatische Bestimmung der Eisdrift
- Testen der Ergebnis-Zuverlässigkeit

Probleme / Lösungen:

- Sinnvolle Benennung der Eiszonen?
(Einbeziehung der Dynamik)
- Übertragbarkeit der Klassifizierung
zwischen verschiedenen Polynjen?
(Untersuchung möglichst vieler Polynjen)
- schnelle Änderung von Polynjen und des
benachbarten Packeises (Eisdrift...)
(stationäre UAVs?)

3. Modellierung von Polynjen-Ereignissen

Modellierung der Polynjen - Dynamik

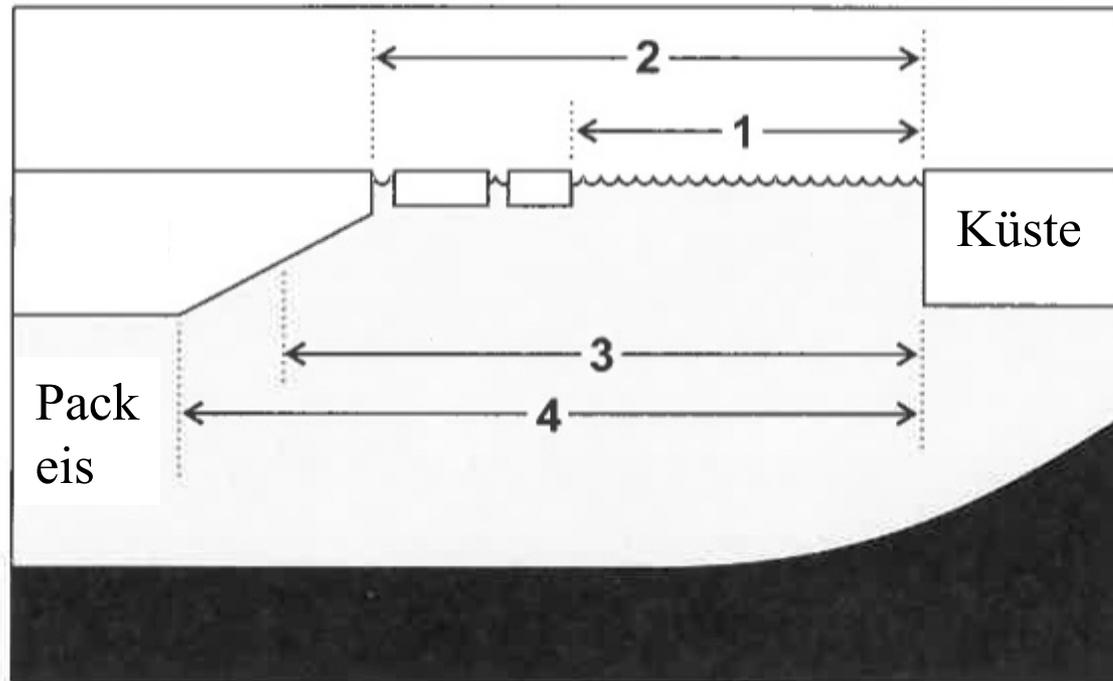


„Pease-Model“
für Küstenpolynjas:

$$R = h_C U_I / F_F$$

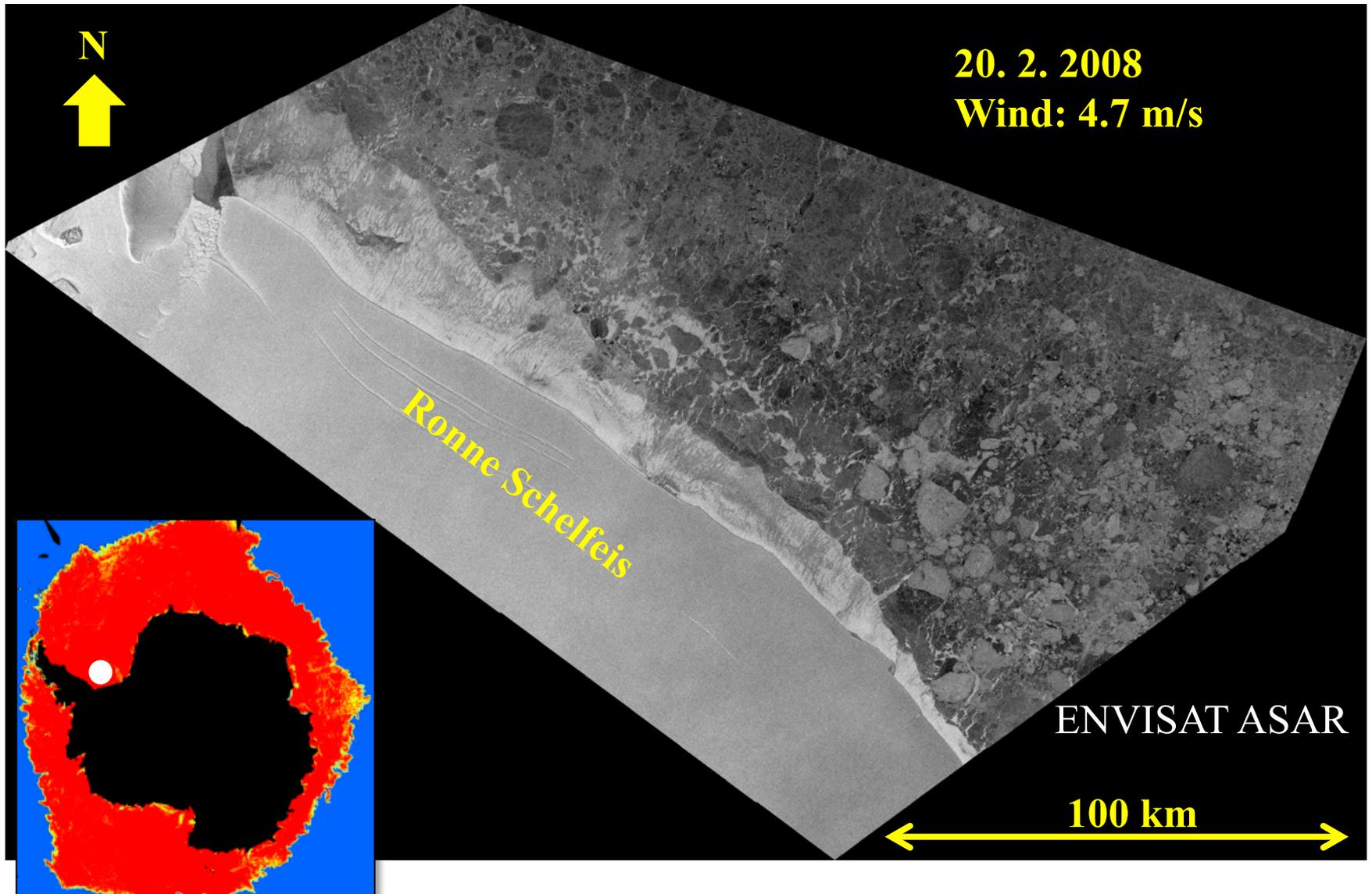
- R Breite der Polynja
- h_C Dicke der Schicht
akkumulierter
Eiskristalle
- U_I Driftgeschwindigkeit
des benachbarten
Packeises
- F_F Wärmeverlust

Ableitung von Polynjen-Parametern: Breite der Polynja?

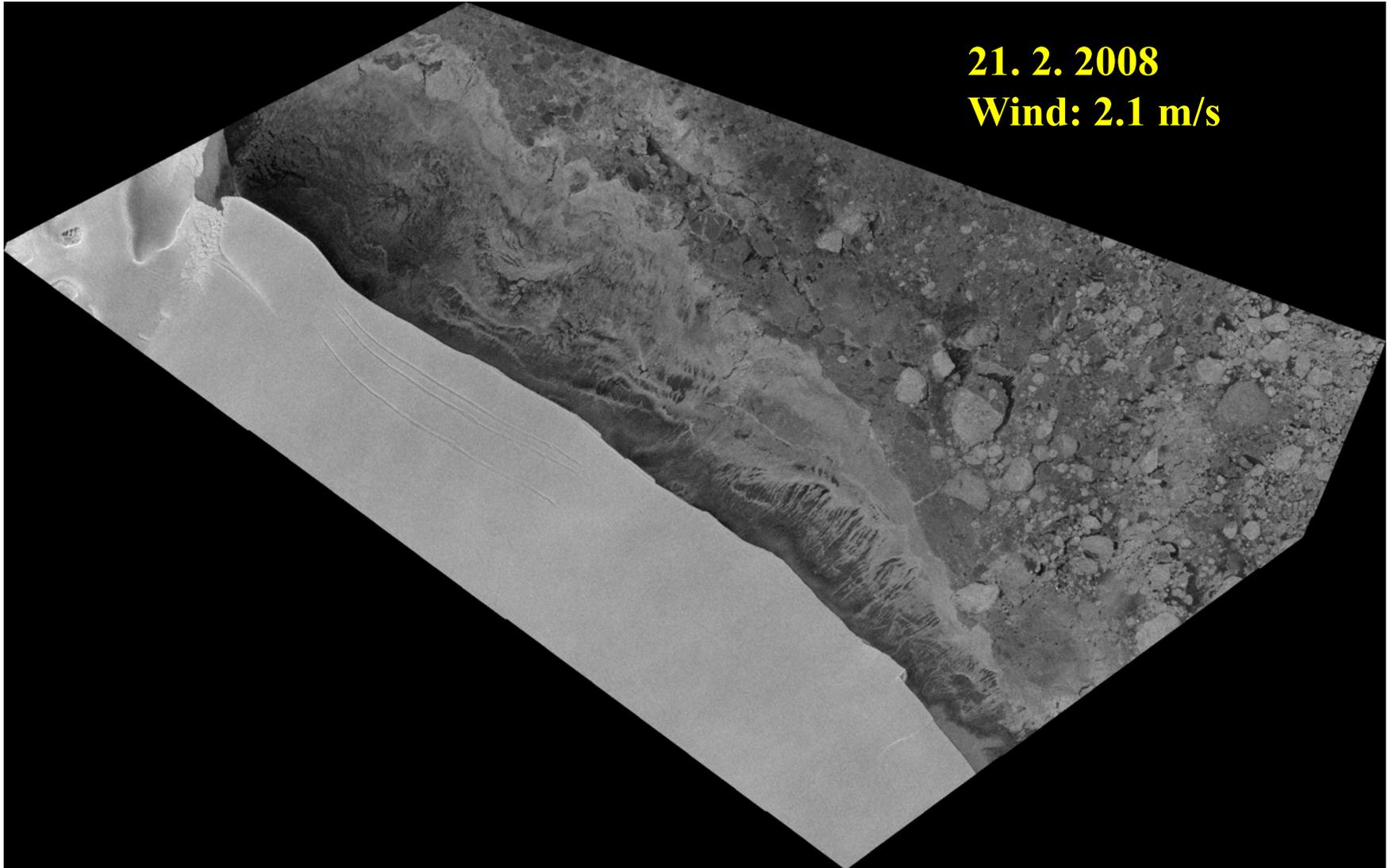


- 1: offenes Wasser
- 2: + einzelne Eisschollen
- 3: + geschlossenes dünnes Eis
- 4: + Eis dünner als das benachbarte Packeis

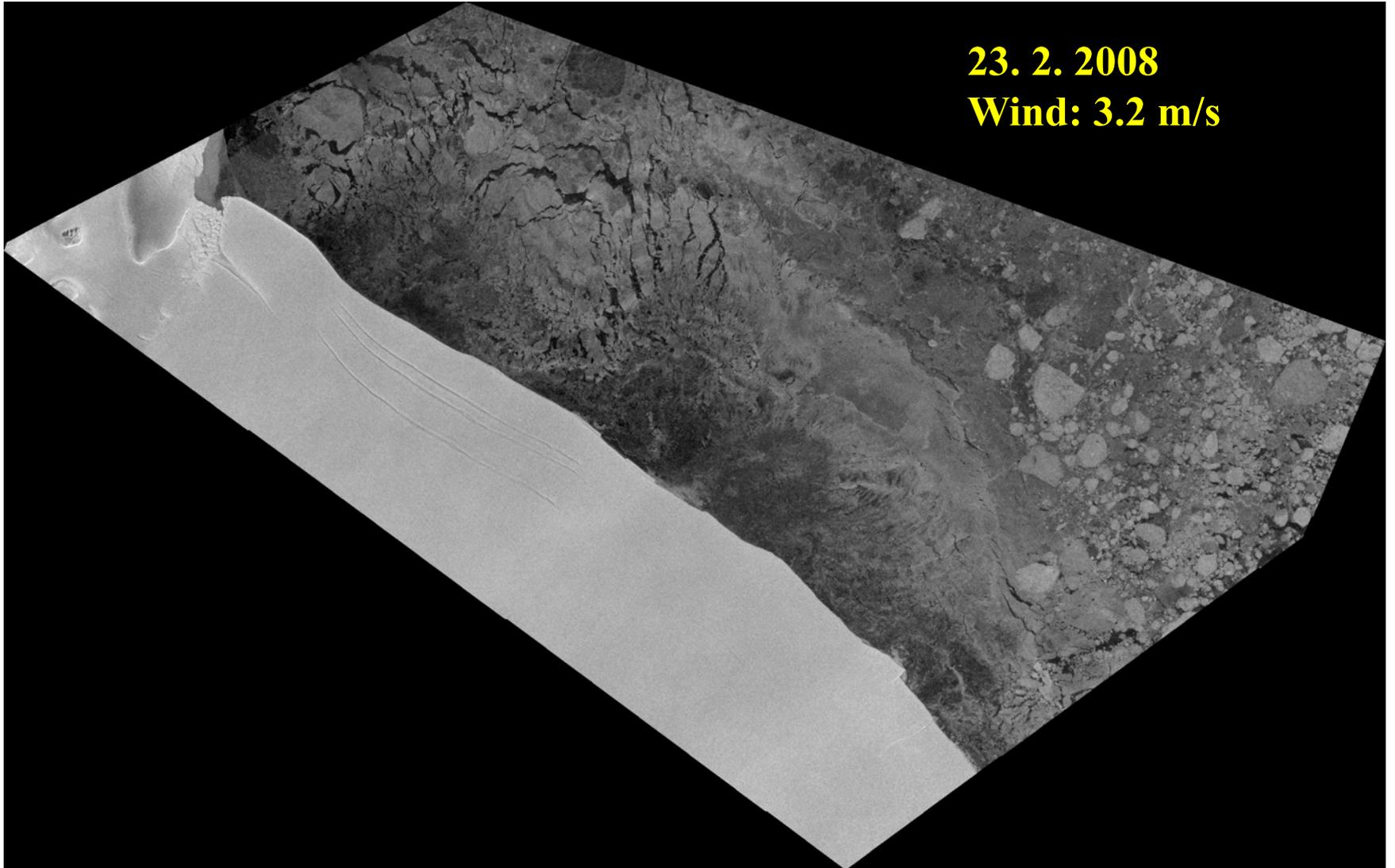
Entwicklung von Polynjen



Entwicklung von Polynjen



Entwicklung von Polynjen

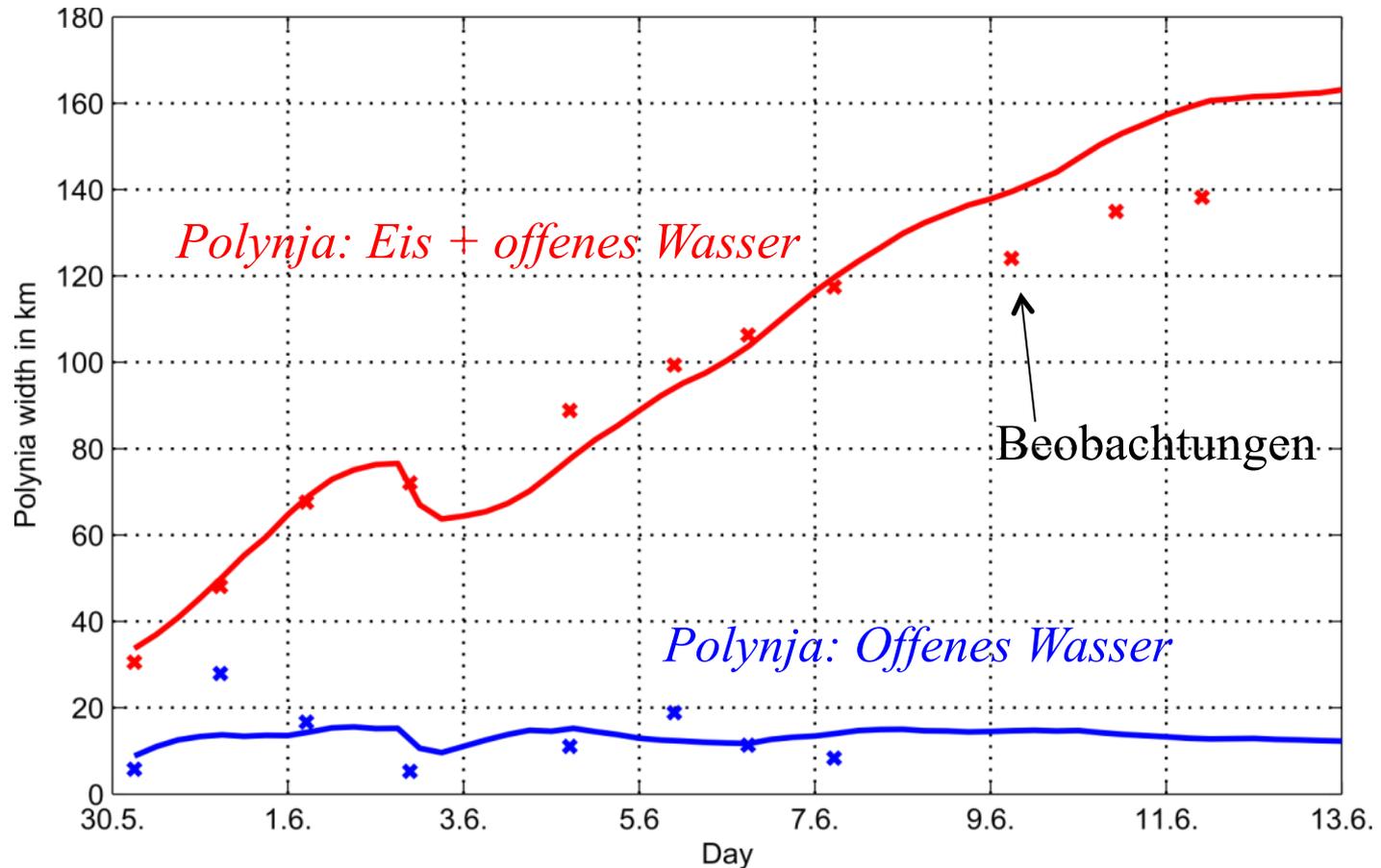


23. 2. 2008

Wind: 3.2 m/s

Modellierung der Polynjen - Breite

1-D Simulation: Polynjenbreite als Funktion der Windgeschwindigkeit



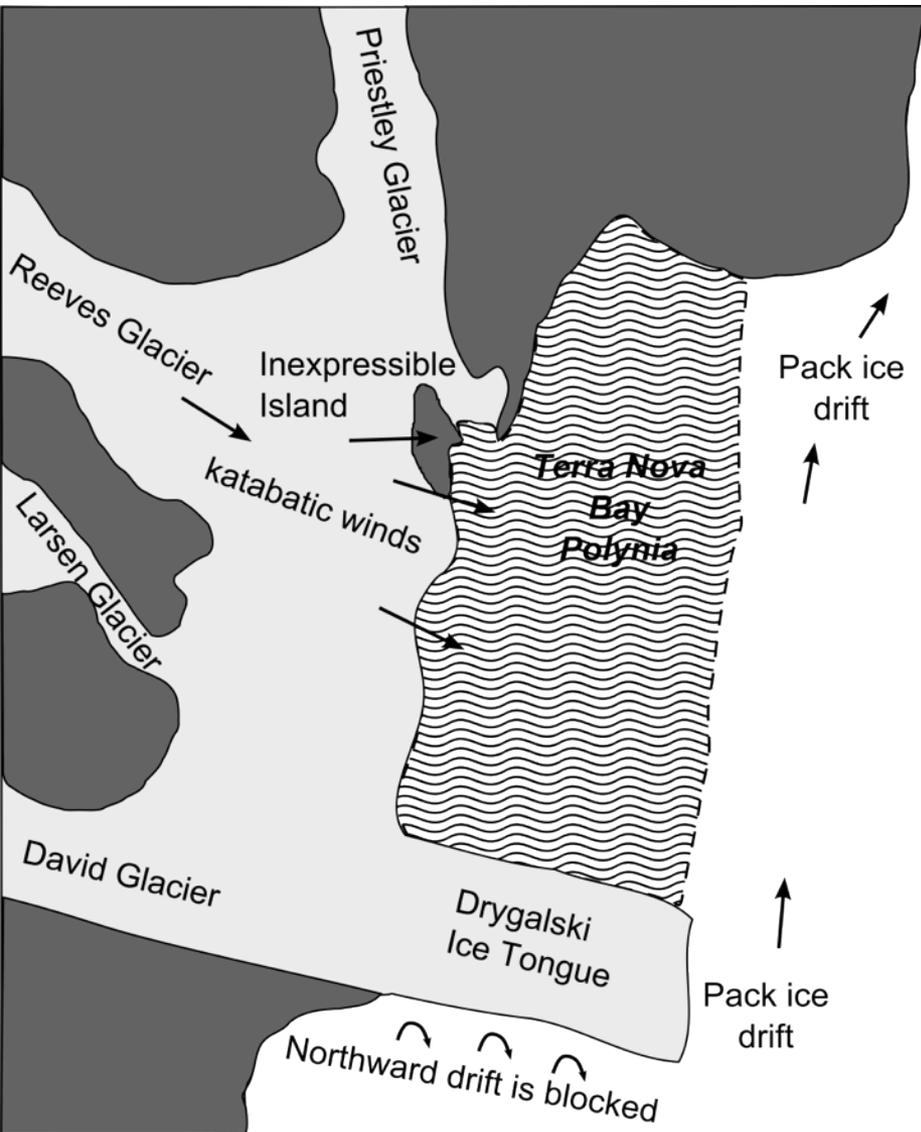
Ronne Polynja

(Wind Daten: ECMWF ERA-Interim)

Probleme / Lösungen:

- komplizierte Umgebungsverhältnisse, z. B. *Terra Nova Polynja* (komplexere Simulationsmodelle)

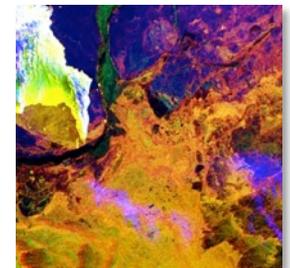
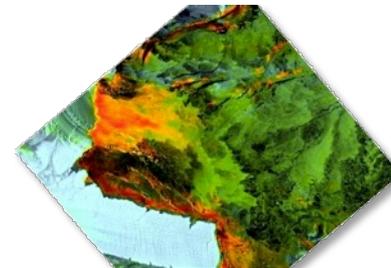
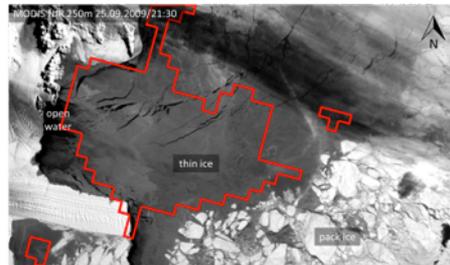
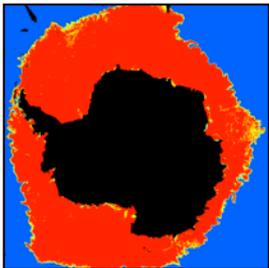
- fehlende meteorologische + ozeanographische - Felddaten (Schiffsmessungen, Stationen)



Zusammenfassung



- Untersuchung von Polynjen-Entstehung und -Entwicklung
- Nutzung hochauflösender Satellitensensoren
- Suche nach “historischen” Multisensor-Zeitreihen
- Potenzial von Sensorkombinationen zur Ableitung verschiedener geophysikalischer Meereisparameter
- Verbesserung von Modellen zur Polynjenentwicklung
- Problem: Notwendigkeit koordinierter Aufnahmestrategien



Kontakt



Thomas Hollands &
Wolfgang Dierking
Meteorologie der Polargebiete
Erdbeobachtungssysteme (EOS)

thomas.hollands@awi.de
wolfgang.dierking@awi.de
0471/4831-1714

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- AATSR Advanced Along-Track Scanning Radiometer
(Envisat) (Nutzung der TIR Kanäle)
- PALSAR Phased Array type L-band Synthetic Aperture
Radar (ALOS)
L-Band, 1.2 GHz
- ASAR Advanced Synthetic Aperture Radar (Envisat)
C-Band, 5.3 GHz
- MODIS Moderate Resolution Imaging Spectro-
radiometer (Terra, Aqua)
Band 1: 620-670nm Rot, Band 2: 841-876 NIR

- ALI Advanced Land Imager (EO-1, Earth Observing-1 Mission) (Kanäle im VNIR + SWIR Bereich)
- ASTER Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (Terra) (VIS-TIR)
- OLI+TIS Operational Land Imager, Thermal Infrared Sensor (Landsat-8)