

**Geostatistische Verfahren
zur Berechnung eines digitalen Höhenmodells
durch die Verknüpfung von
Radar-Altimeterdaten und SAR-Daten,
angewendet auf das
Lambert Gletscher / Amery Eisschelf System**

Dipl. Geogr. Ralf Stosius

Universität Trier

Fachbereich VI: Geographie/Geowissenschaften

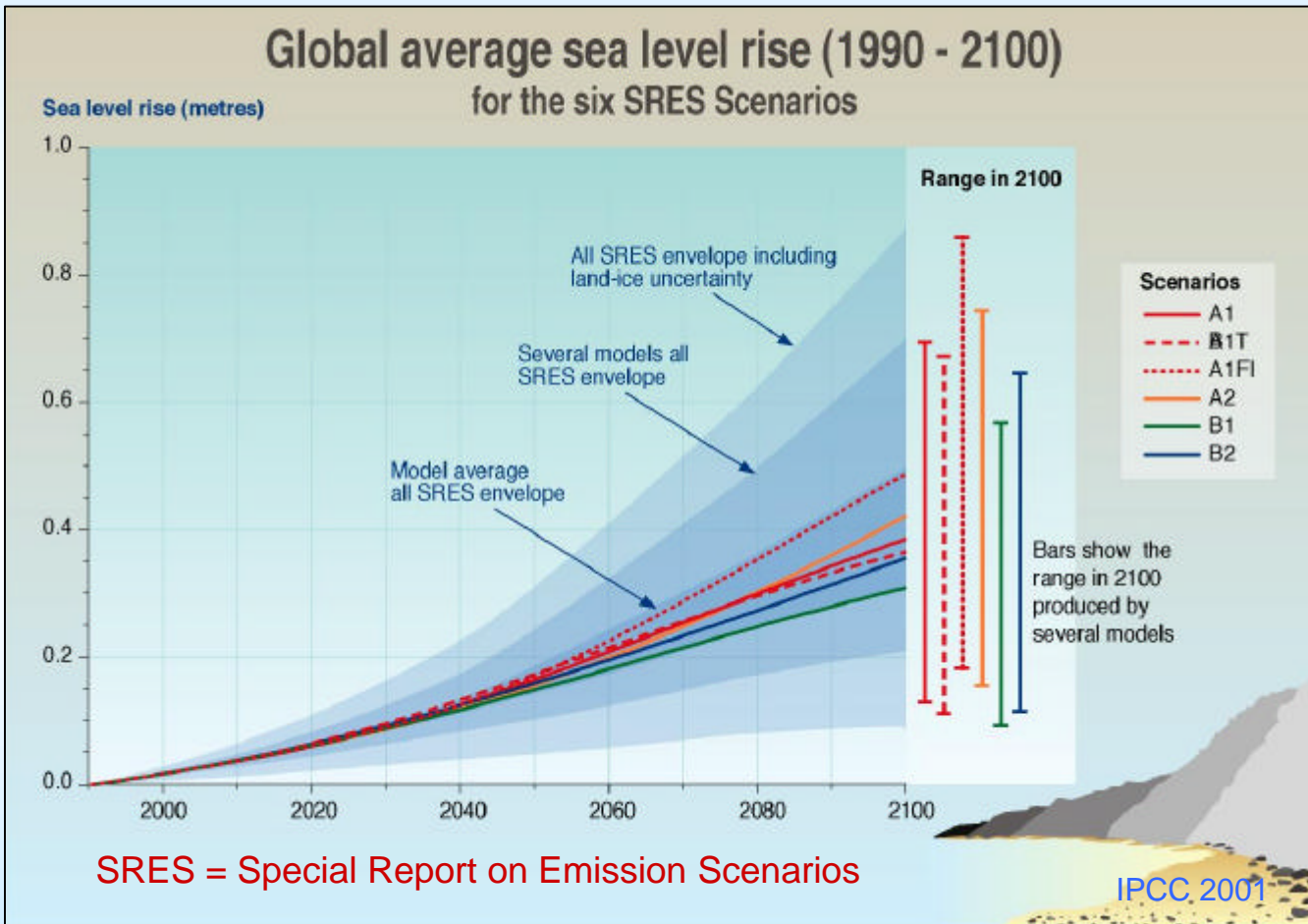
Abt.: Geomathematik

Meeresspiegelanstieg



Europa bei einem Meeresspiegelanstieg um 100m

Meeresspiegelanstieg



Meeresspiegelanstieg

- Thermale Expansion
- Abschmelzen von Eismassen

Massenbilanzierung über Höhenmodelle oder numerische Modelle noch sehr unsicher

- Geologische Prozesse
- Anthropogene Prozesse

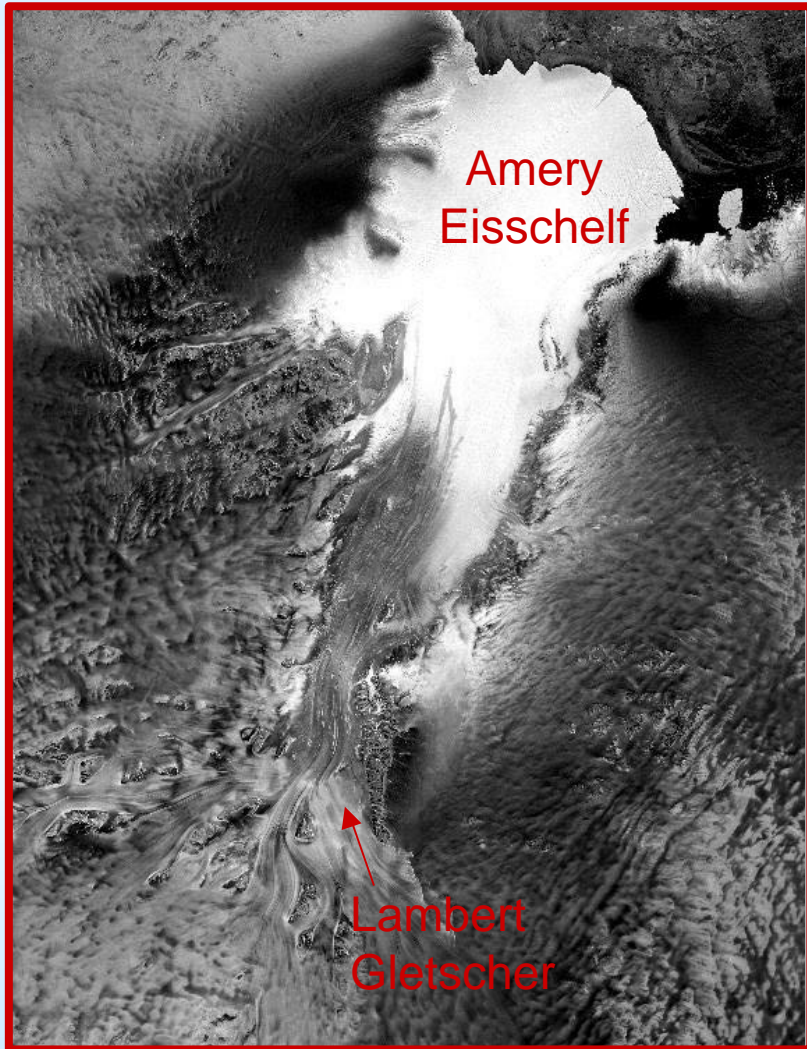
Verbesserungen durch CryoSat

- CryoSat verlängert die Radar-Altimeter Meßreihe
- CryoSat erweitert den Aufnahmebereich
- CryoSat liefert genauere und besser aufgelöste Daten



Genauere Daten erfordern
genauere Auswerteverfahren

Das Lambert-Gletscher / Amery-Eisschelf - System



Lambert Gletscher / Amery Eisschelf

- Ausschnitt: 570 x 744 km (424.000 km²)
- aus RADARSAT-SAR Mosaik (1997)

Lambert Gletscher:

- Länge: 400 km
- Lage in geolog. Graben (68°)

Amery Eisschelf:

- Fläche: 69.000 km²
- Länge: 300 km
- Eiszufluß aus Eisströmen: 29,7 Gt/a

ERS-2 Altimeterdaten

Ausschnitt:

UTM (Zone 42), 01.08. – 31.10. 1997

Datenquelle:

NASA/GSFC (retracking, slope corr.)
 Höhe bzgl. WGS84

Auflösung:

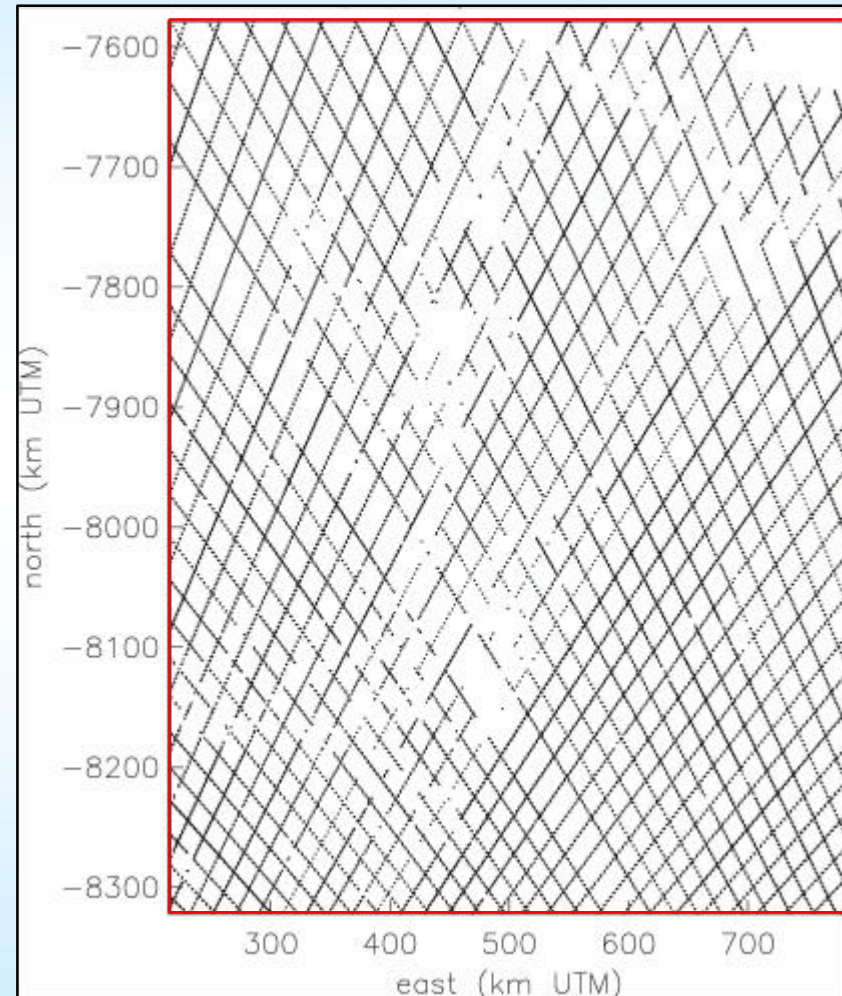
~ 330 m entlang der Orbits
 35d Wiederholungs-Zyklen

Datenlücken:

- Ozean Modus Daten (im Nordosten)
- 15 – 25 km zwischen den Orbits
- Trackingfehler bei Diskontinuitäten

Genauigkeit:

- < 10 cm (Schelfeis, GPS-Vergleich)
- < 10-20 m sonst



Räumliche Interpolation: Kriging

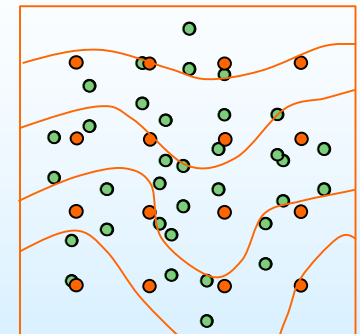
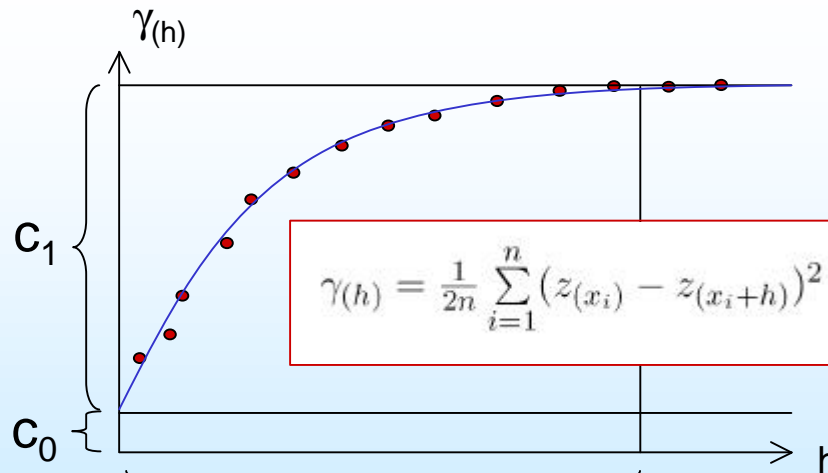
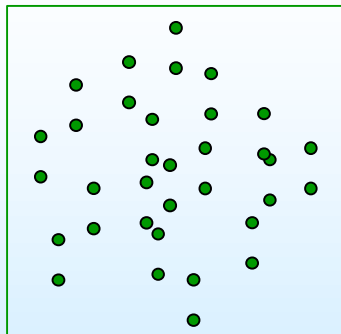
Kriging-Verfahren

Daten-
grundlage

Experimen-
telles
Variogramm

Variogramm-
Modell

Karte



z = Werte der regionalisierten Variable Z
 x = Ortsvektor **a**
 h = Distanzvektor

Ordinary Kriging

Daten:

ERS-2, 1.8. – 30.10. 1997

Auflösung des Höhenmodells:

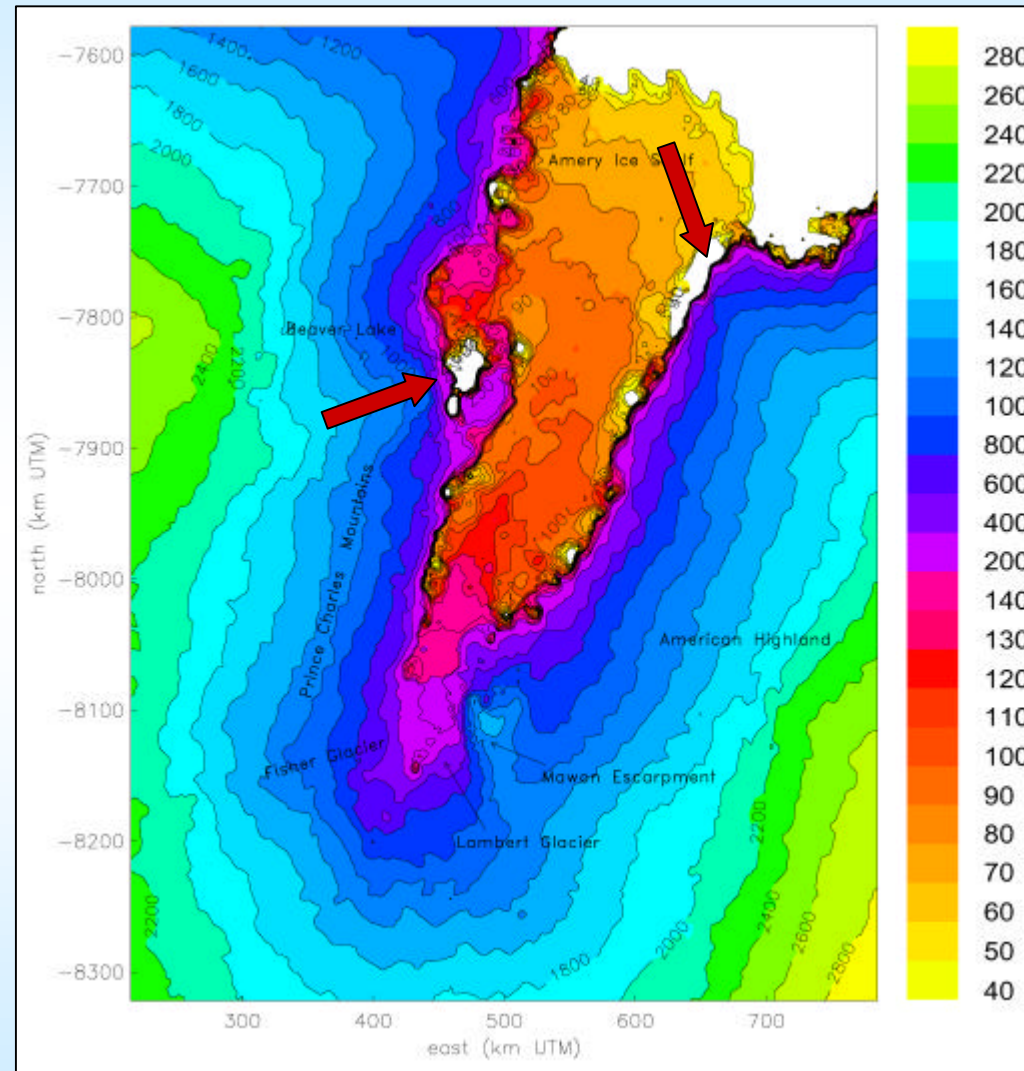
3000 m

Variogrammmodell:

Gauss ($c_0 = 25$, $c_1 = 18$, $a = 16000$)

Interpolationsfehler:

Am abrupten Übergang vom
Eisschelf zum Inlandeis
aufgrund von Datenlücken



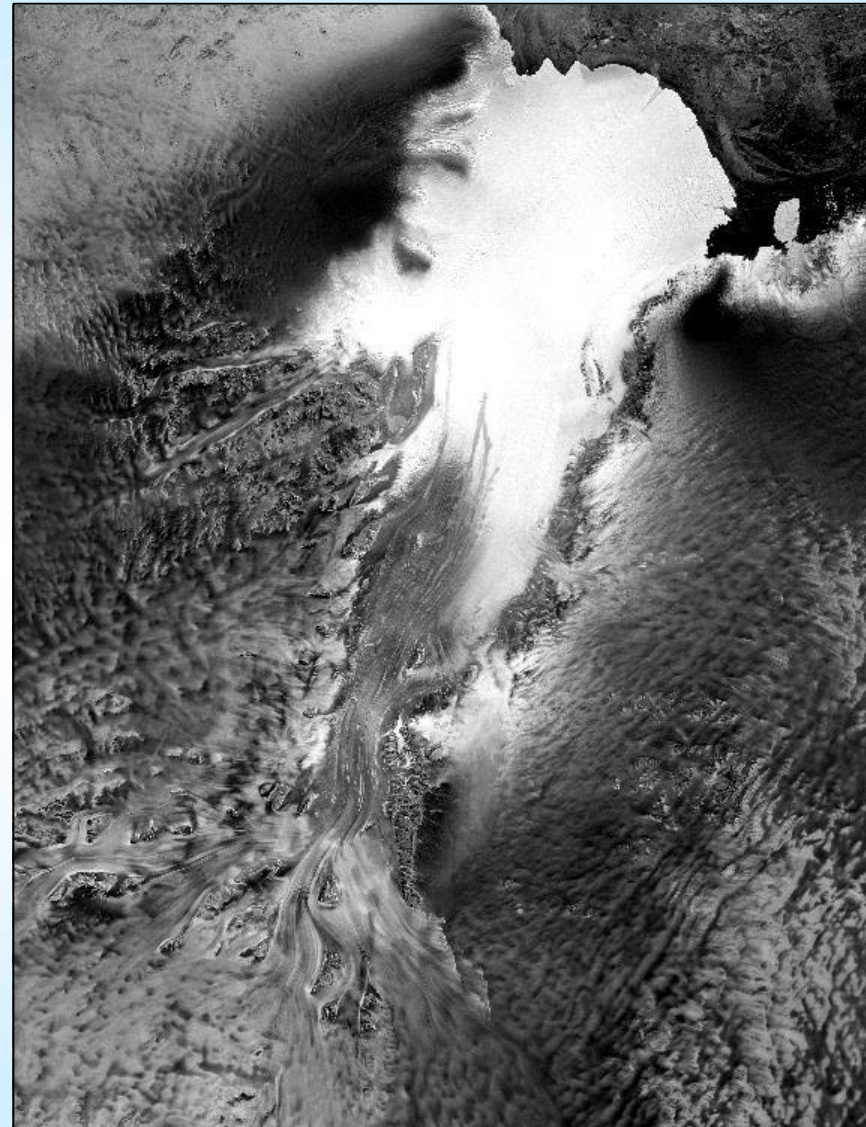
Unterschiedliche morphologische Einheiten



Es gibt kein Variogramm, das die räumliche Struktur aller morphologischen Einheiten repräsentiert.

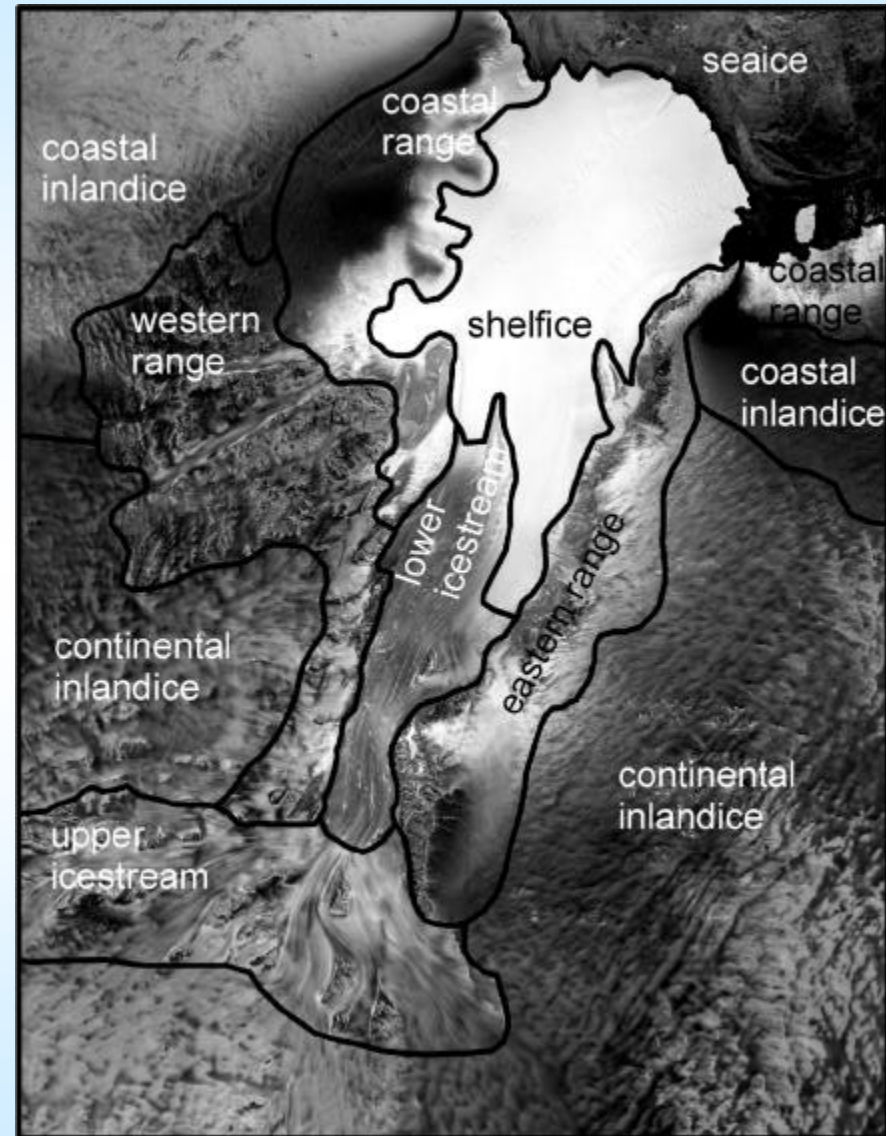


**Stratifiziertes Kriging
(Kriging within Strata)**



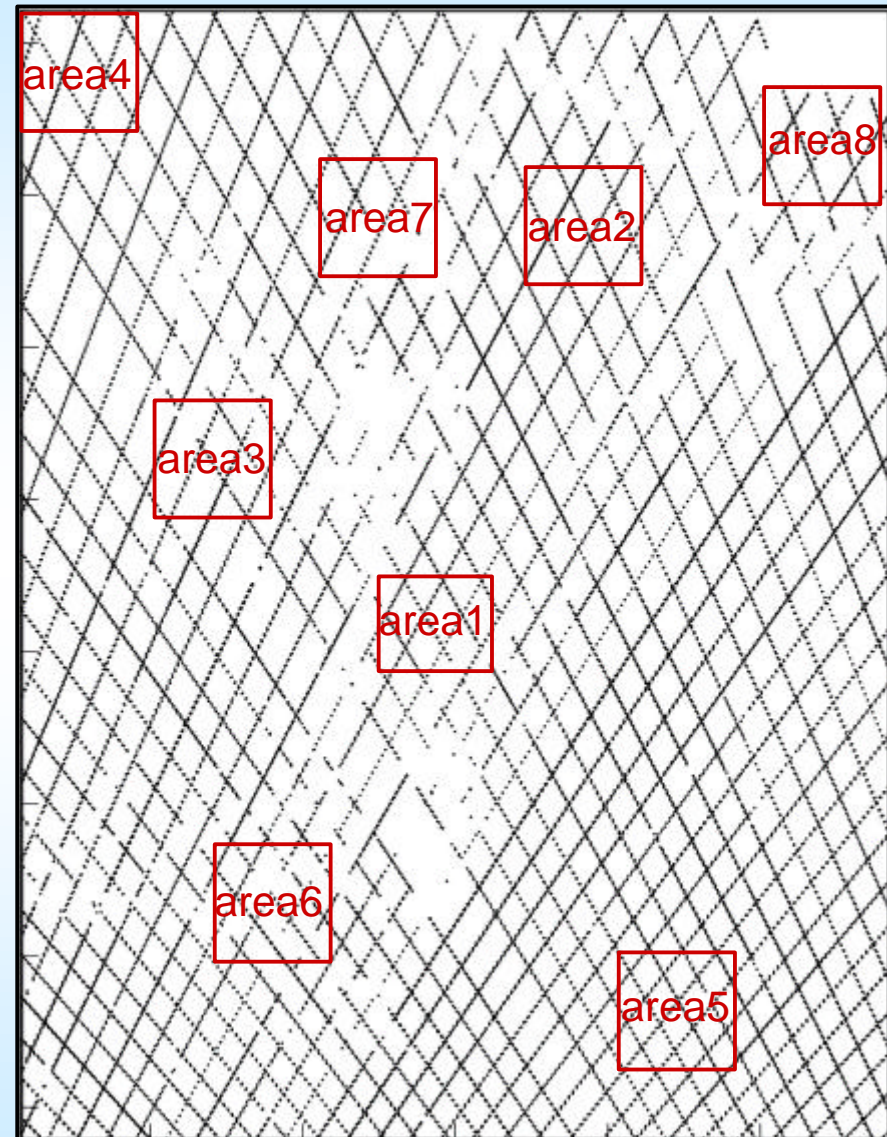
Stratifiziertes Kriging

1. Aufteilung in homogene Regionen



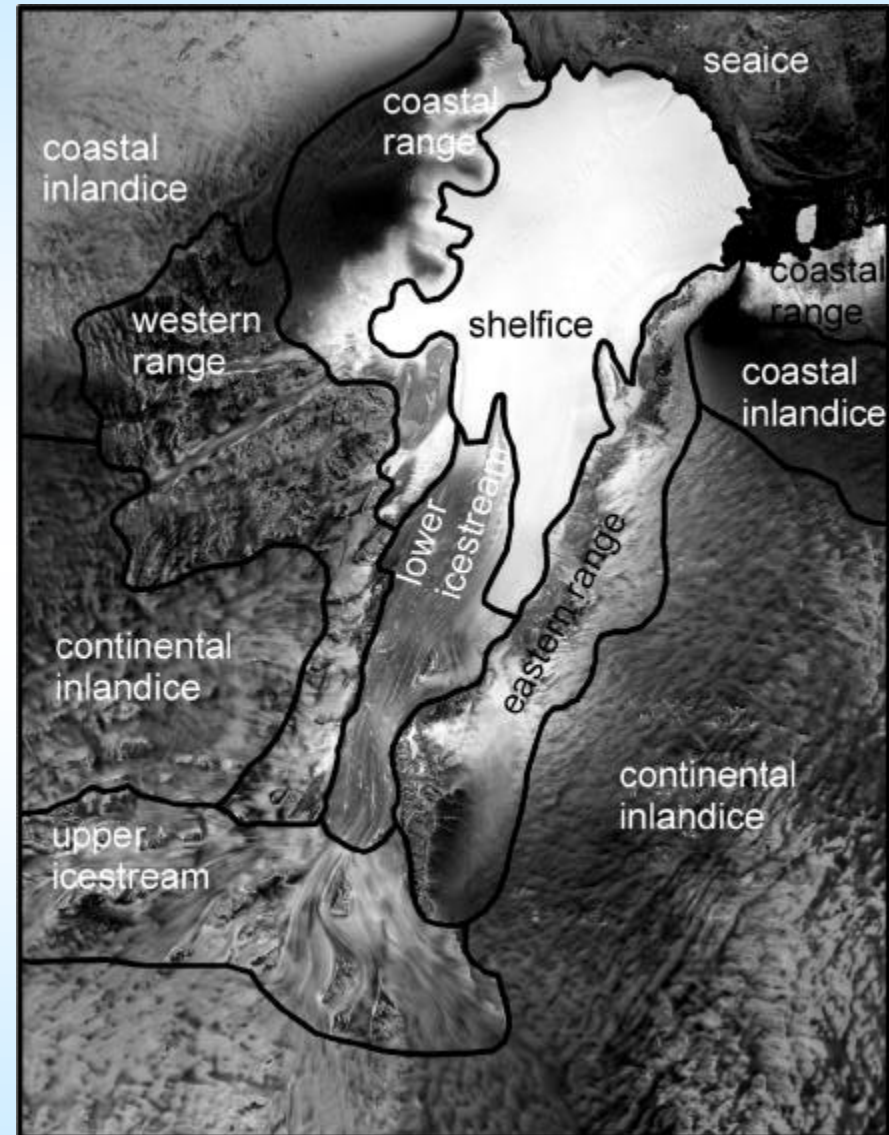
Stratifiziertes Kriging

1. Aufteilung in homogene Regionen
2. Ausweisung charakteristischer Teilgebiete (areas) innerhalb der Regionen
3. Berechnung von Variogrammen für die den areas zugehörigen Altimeterdaten



Stratifiziertes Kriging

1. Aufteilung in homogene Regionen
2. Ausweisung charakteristischer Teilgebiete (areas) innerhalb der Regionen
3. Berechnung von Variogrammen für die den areas zugehörigen Altimeterdaten
4. Regionen mit ähnlichen Strukturen werden mit dem selben Variogramm verknüpft
5. Ordinary Kriging in den einzelnen Regionen



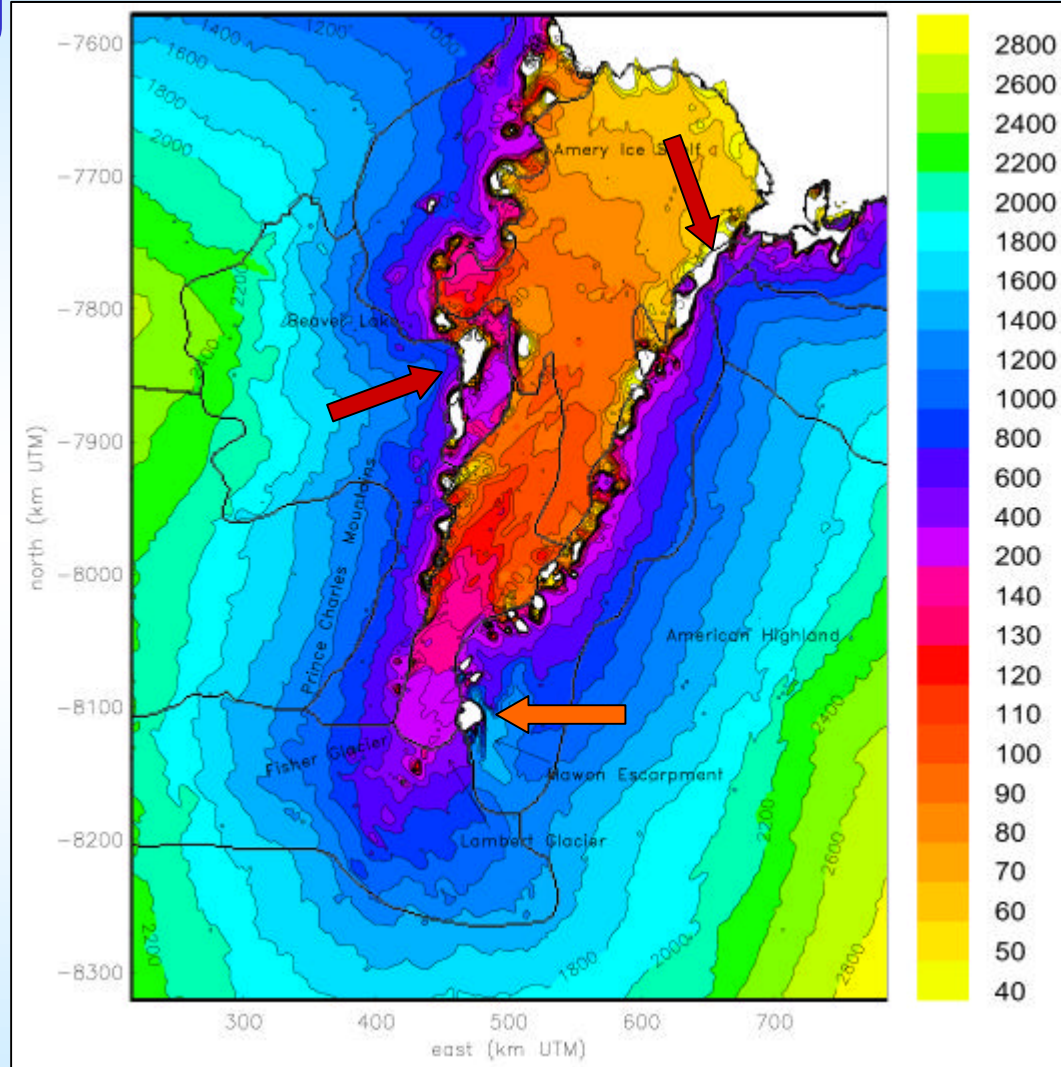
Stratifiziertes Kriging

Interpolationsfehler:

1. Am abrupten Übergang von Eisschelf zum Inlandeis aufgrund von Datenlücken
2. Die Grenzen zwischen den Regionen werden alle als Diskontinuität behandelt
3. Randeffect an den Regionsgrenzen, da dort weniger Punkte bei der Interpolation eingehen



Stratifiziertes Kriging mit kontinuierlichen Übergängen



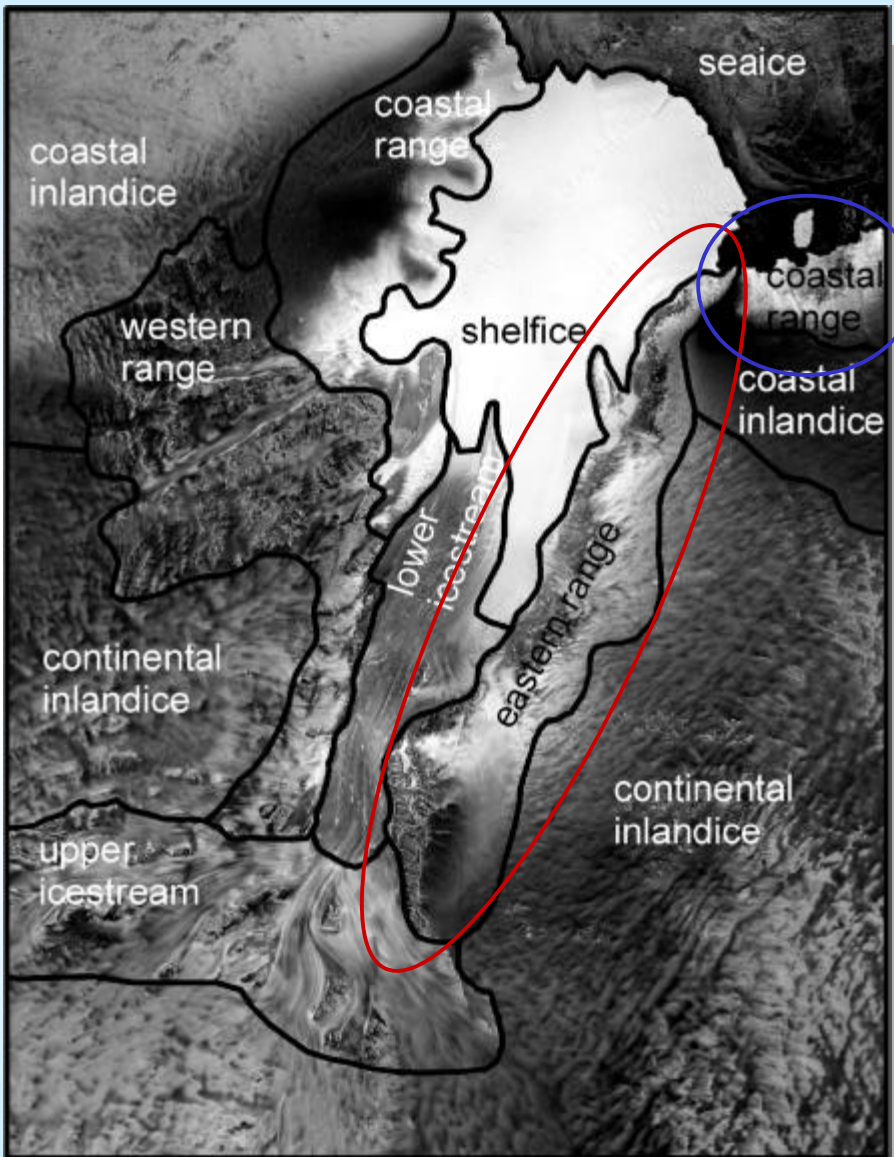
Kreuzvalidierung

Mittlerer Fehler (ME):

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z^*(x_i)]$$

ME – Ordinary Kriging (ME_OK) > ME – Kriging within Strata (ME_KWS)

Region	ME_OK [cm]	ME_KWS [cm]
seaice	-30,73	-5,43
shelfice	-4,36	0,47
eastern range	16,78	23,66
lower icestream	-136,79	-0,81
upper icestream	8,18	4,43
coastal range (west)	34,42	-2,03
coastal range (east)	-42,91	-48,05
western range	69,61	-1,75
coastal inlandice (west)	2,52	0,67
coastal inlandice (east)	57,03	0,03
continental inlandice (west)	15,38	0,28
continental inlandice (east)	9,48	0,37



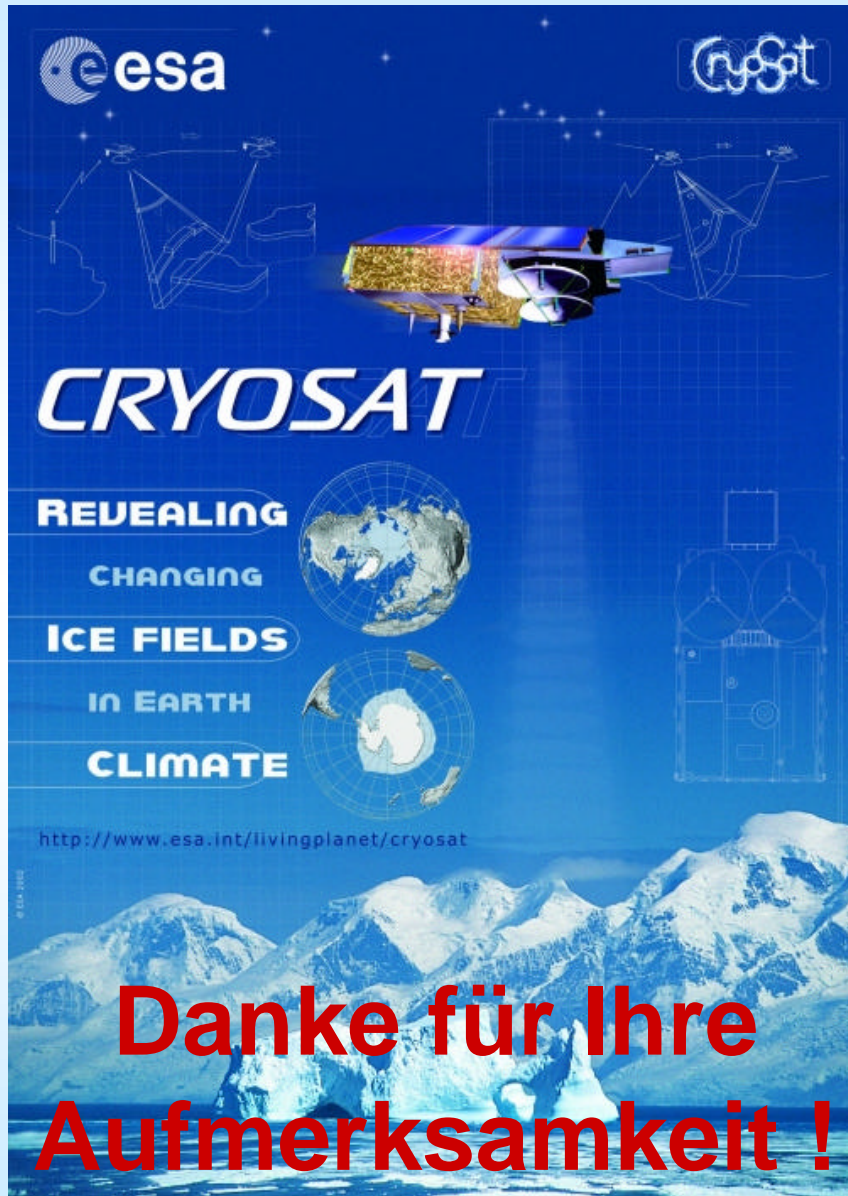
Region	ME_OK [cm]	ME_KWS [cm]
seaice	-30,73	-5,43
shelfice	-4,36	0,47
eastern range	16,78	23,66
lower icestream	-136,79	-0,81
upper icestream	8,18	4,43
coastal range (west)	34,42	-2,03
coastal range (east)	-42,91	-48,05
western range	69,61	-1,75
coastal inlandice (west)	2,52	0,67
coastal inlandice (east)	57,03	0,03
continental inlandice (west)	15,38	0,28
continental inlandice (east)	9,48	0,37

Stratifiziertes Kriging für CryoSat-Daten

- Die hohe Datendichte der CryoSat-Daten wird ausgenutzt.
- Sekundäre Informationen können integriert werden.
- Die räumliche Struktur wird regional detailliert erfasst.
- Stratifiziertes Kriging liefert genauere digitale Höhenmodelle.



Stratifiziertes Kriging eignet sich sehr gut für die Erstellung digitaler Höhenmodelle als CryoSat-Level3 Produkt.



The image is a promotional graphic for the CryoSat satellite mission. It features the ESA logo in the top left and the CryoSat logo in the top right. In the center, a 3D rendering of the CryoSat satellite is shown against a dark blue background with a grid pattern. Below the satellite, the word "CRYOSAT" is written in a large, white, italicized font. To the left of the satellite, there is a vertical stack of text: "REVEALING", "CHANGING", "ICE FIELDS", "IN EARTH", and "CLIMATE", each in a white box. To the right of this text are two globes showing Earth's ice coverage. At the bottom of the graphic, there is a URL: <http://www.esa.int/livingplanet/cryosat>. The bottom portion of the graphic shows a photograph of snow-capped mountains. Overlaid on the bottom half of the graphic is the text "Danke für Ihre Aufmerksamkeit !" in a large, bold, red font.

esa

CryoSat

CRYOSAT

REVEALING
CHANGING
ICE FIELDS
IN EARTH
CLIMATE

<http://www.esa.int/livingplanet/cryosat>

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit !**