



# Bestimmung der mittleren Meeresoberflächentopographie im Bereich des Weddellmeers mit Hilfe von ICESat-Daten

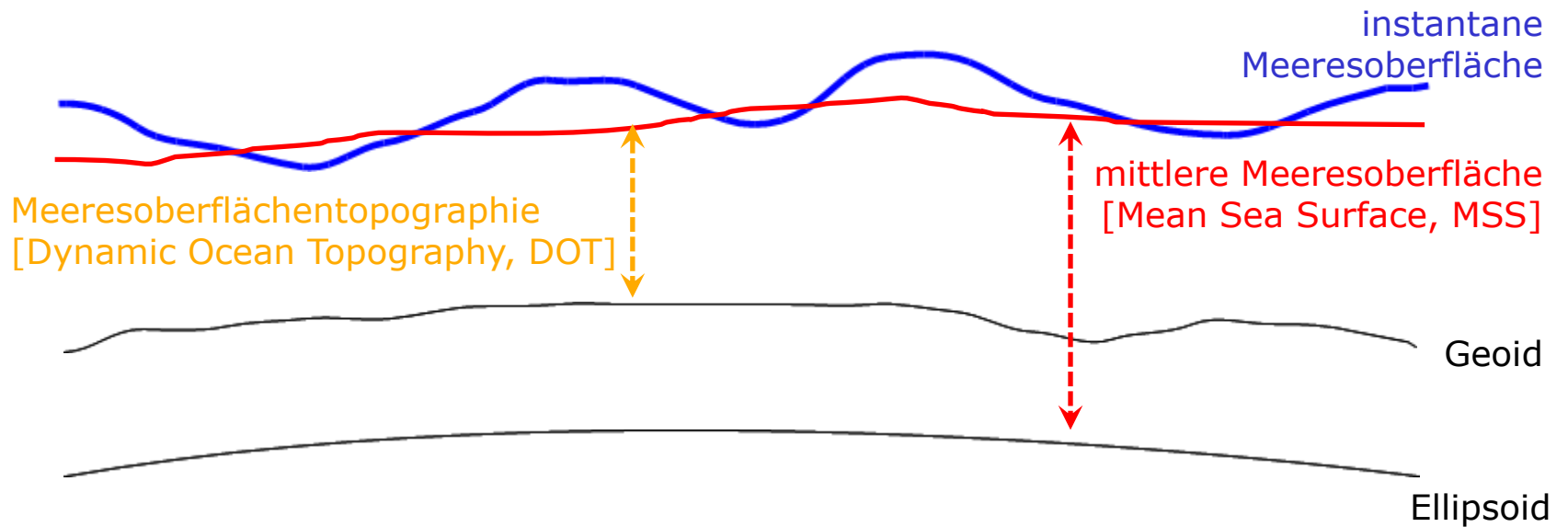
V. Lieb, H. Ewert, M. Scheinert, J. Schwabe, R. Dietrich

Geodätische Woche 2010

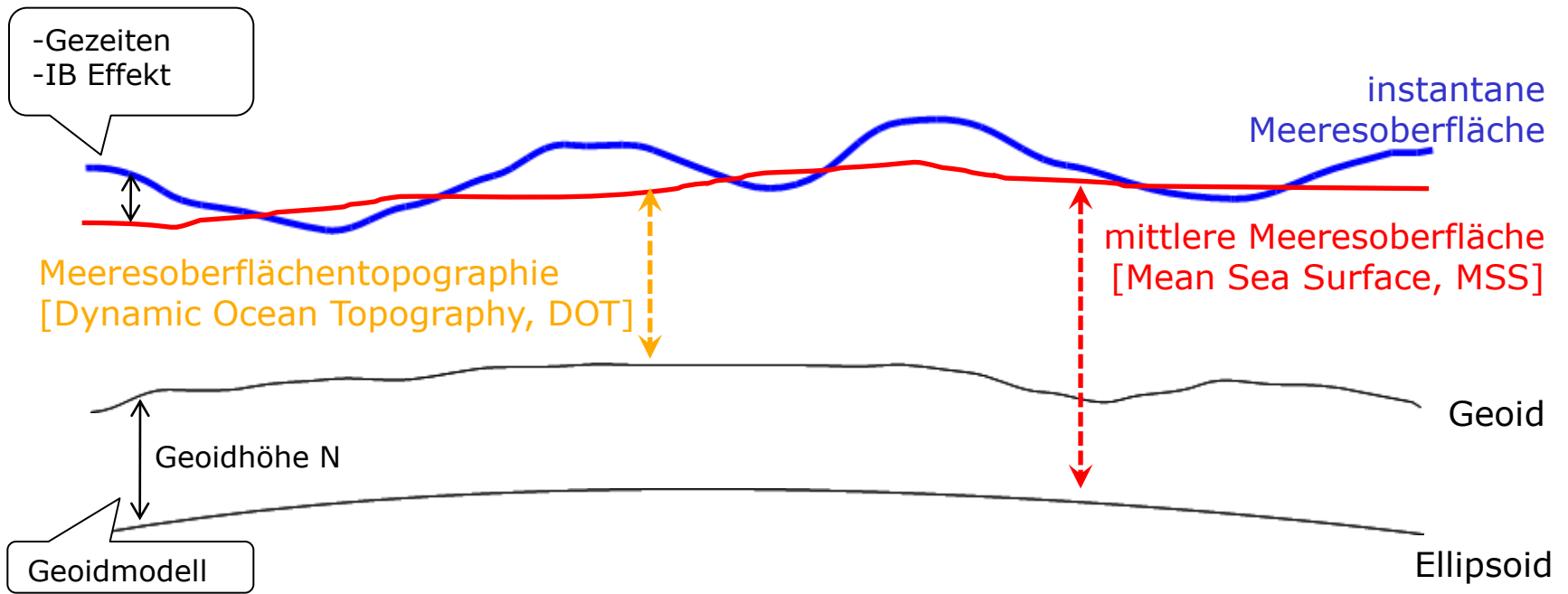
Köln, 06.10.2010



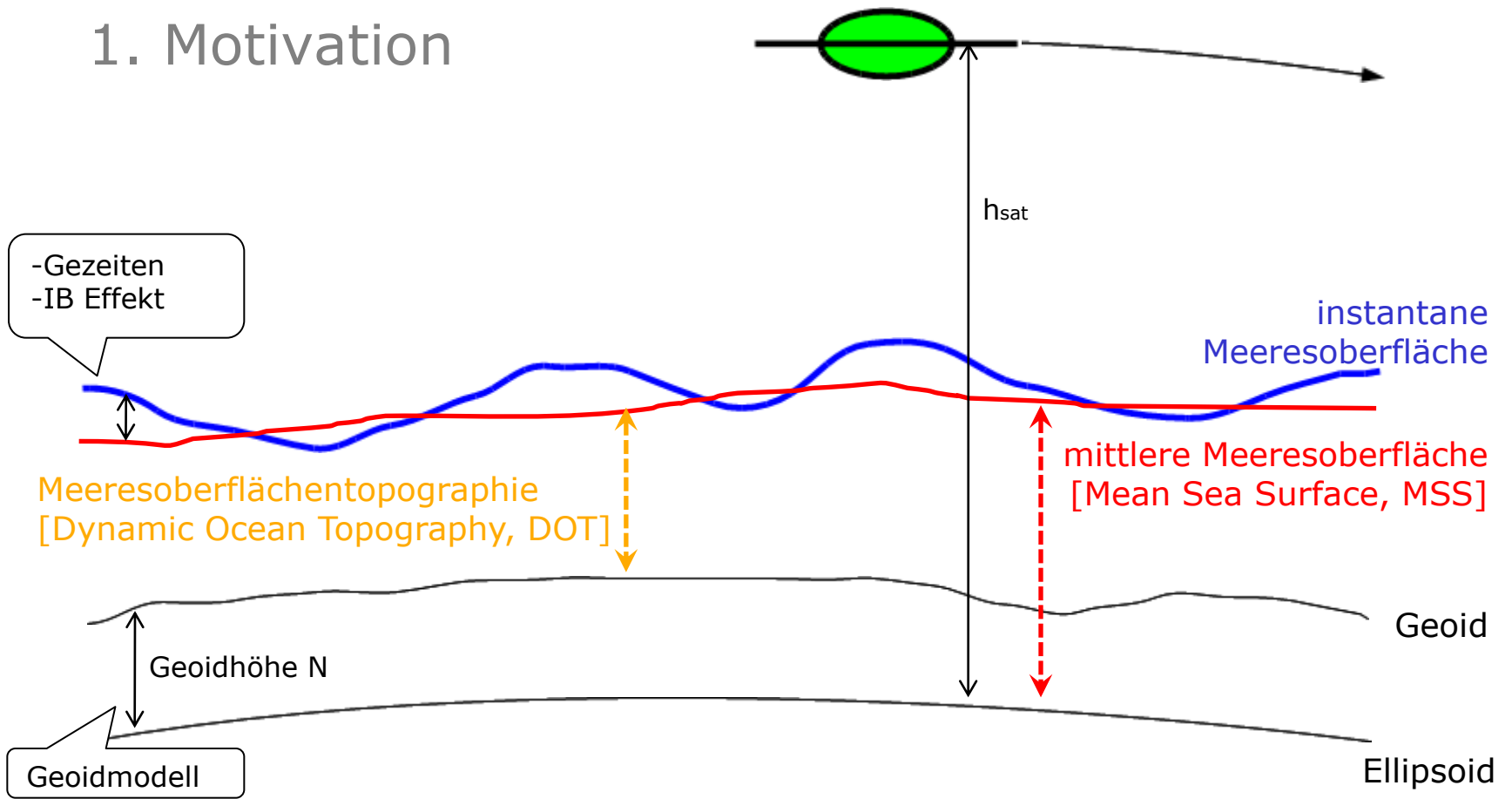
# 1. Motivation



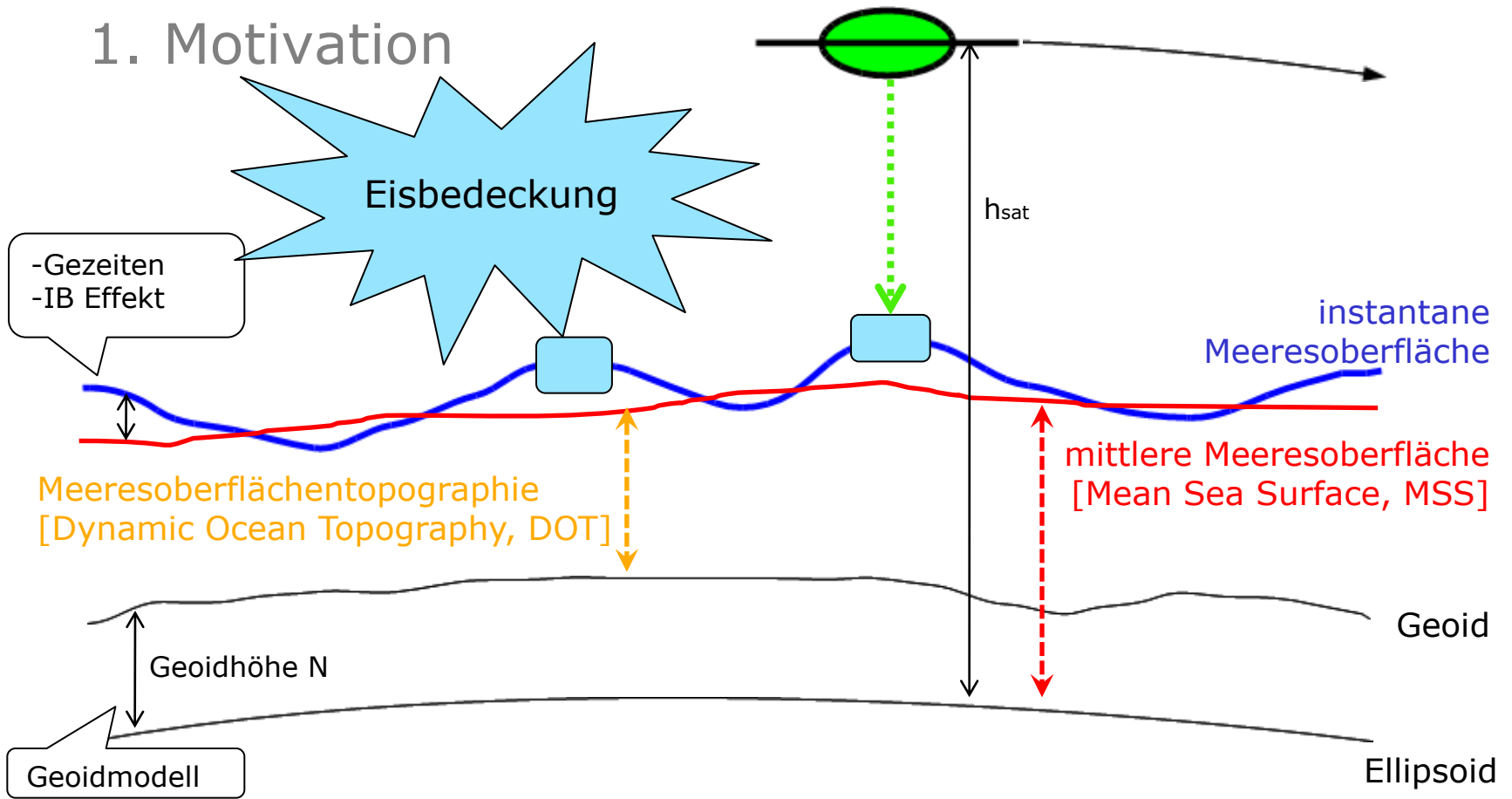
# 1. Motivation



# 1. Motivation



# 1. Motivation



# Gliederung

1. Motivation
2. Datengrundlage
  - 2.1 ICESat-Altimetermessungen
  - 2.2 Geoidmodelle
3. Methodik
  - 3.1 Geoidreduktion und Glättung der Daten
  - 3.2 Klassifikation von Meeresoberfläche und Eisbedeckung
4. Ergebnisse
  - 4.1 Flächenansatz
  - 4.2 Profilansatz
  - 4.3 Validierung
5. Zusammenfassung

## 2. Datengrundlage

### 2.1 ICESat-Altimetermessungen

ICESat (**I**ce, **C**loud, and land **E**levation **S**atellite)

- Erdbeobachtungen (v.a. Polregionen)
- Feb. 2003 – Okt. 2009 (Release 31)

GLAS (**G**eoscience **L**aser **A**ltimeter **S**ystem)

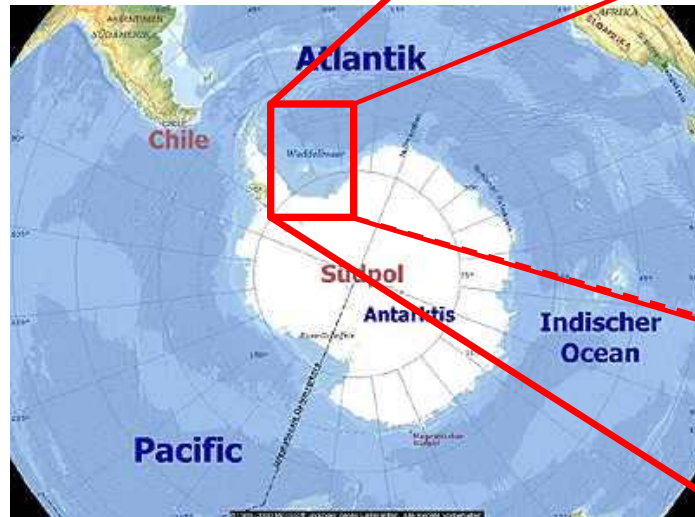
- nur 3 Laserperioden pro Jahr (à 30 Tage) aufgrund technischer Einschränkungen
- Vorteile des Laser-Altimeters bzgl. des Radar-Messverfahrens:



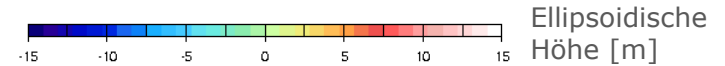
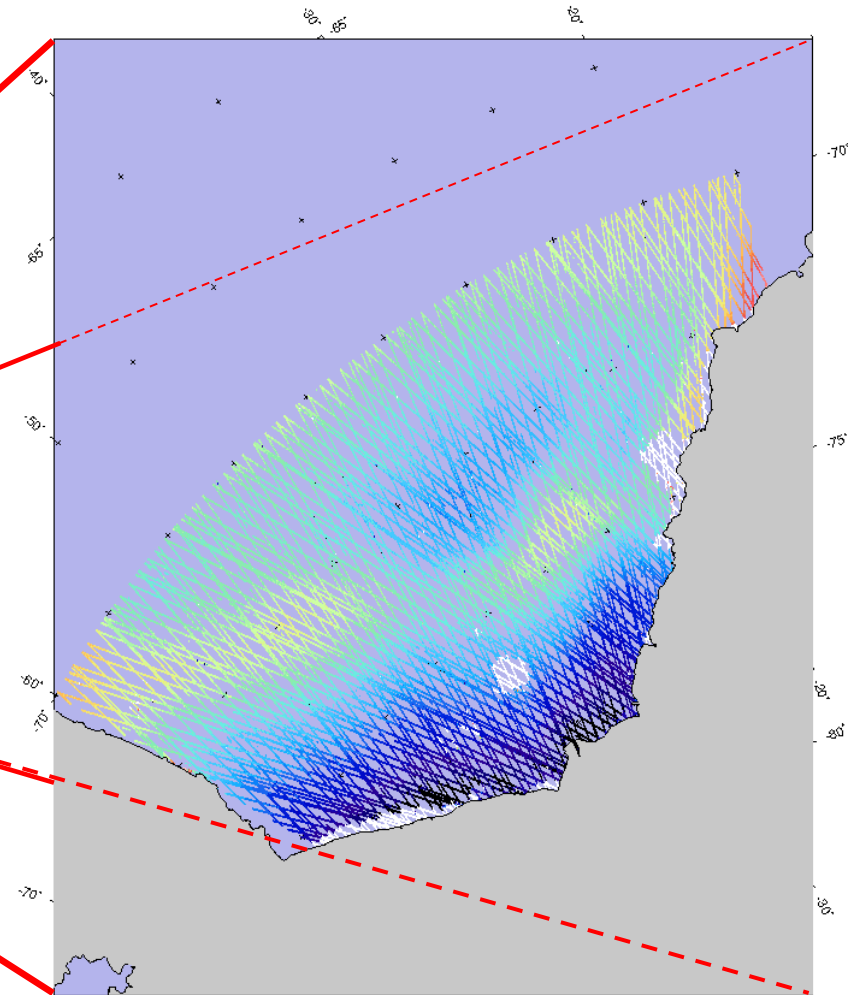
Quelle: <http://icesat.gsfc.nasa.gov/icesat/index.php>

Laser	Radar
+ Spotdurchmesser: 70m + Abstand 2er Footprints: 170m	- Spotdurchmesser: $\geq 1\text{km}$
+ Reflexion an oberster Molekülschicht	- Eindringtiefe: $\sim \text{dm}$ - Streuung in obersten Molekülschichten

Untersuchungsgebiet:  
 Weddellmeer im atlantischen Sektor  
 der Antarktis



Quelle: <http://www.pacal.de/pirireis.htm>



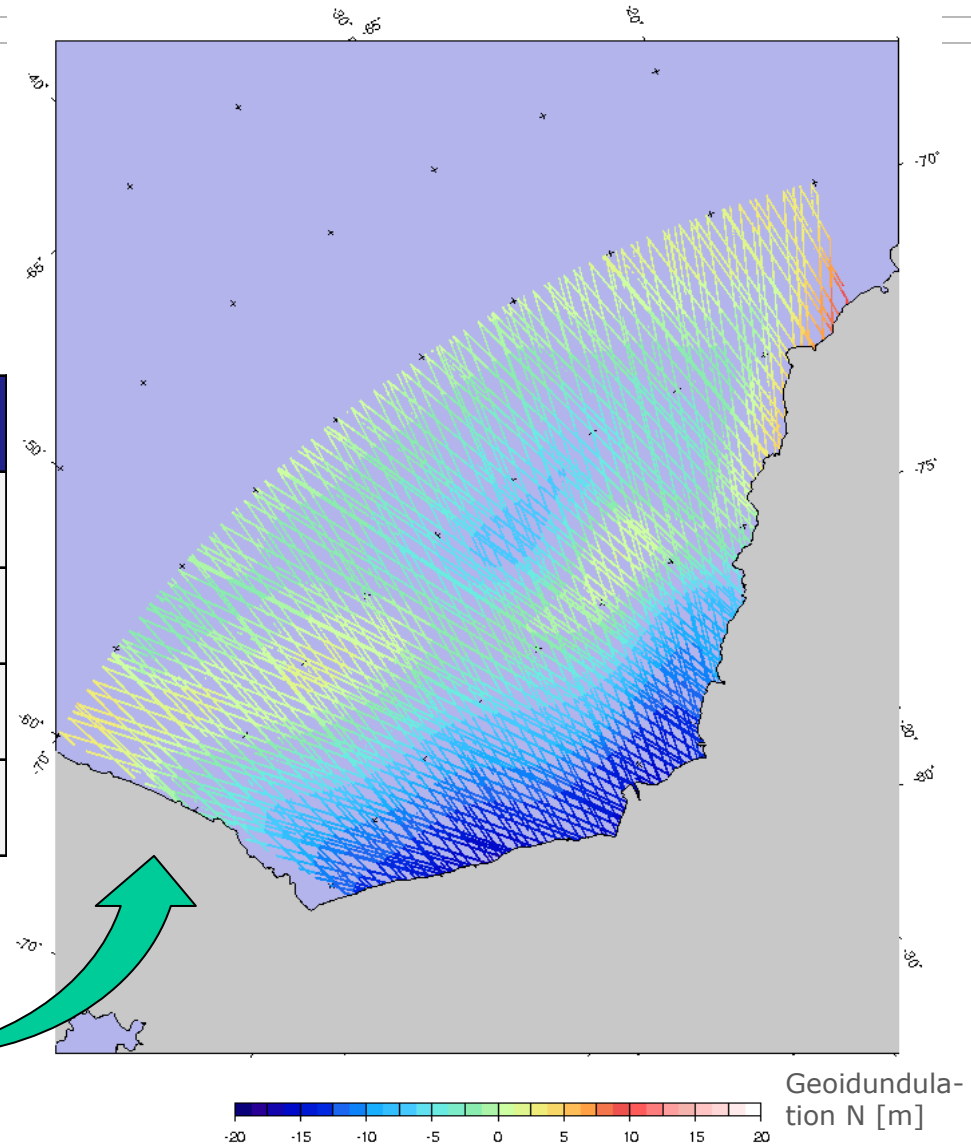
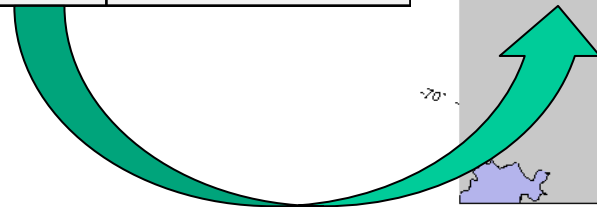


## 2.2 Geoidmodelle

Modell	Entwicklungs- grad	Auflösung [km]	Anmerkungen
EGM2008	150	133	-Kombinationsmodell (v.a. ITG-Grace03) -bisher höchstauflösendes Geoidmodell
ITG-Grace2010s	150	133	-„Satellite-only“-Modell
GOCO01S	224	<b>90</b>	-„Satellite-only“-Modell -ohne Vorinformationen
GO_CONS_GCF_2_DIR	240	<b>83</b>	-„Satellite-only“-Modell -mit a-priori Modell

## 2.2 Geoidmodelle

Modell	Entwicklungsgrad
EGM2008	150 2190
ITG-Grace2010s	150
GOCO01S	224
GO_CONS_GCF_2_DIR	240

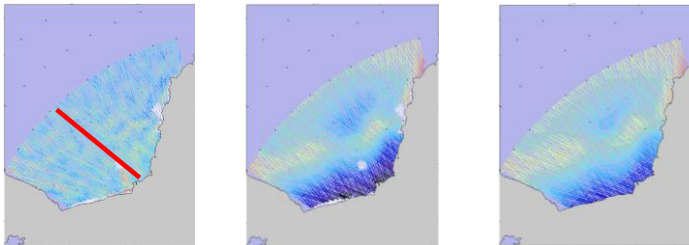


## 3. Methodik

### 3.1 Geoidreduktion und Glättung der Daten

#### Geoidreduktion

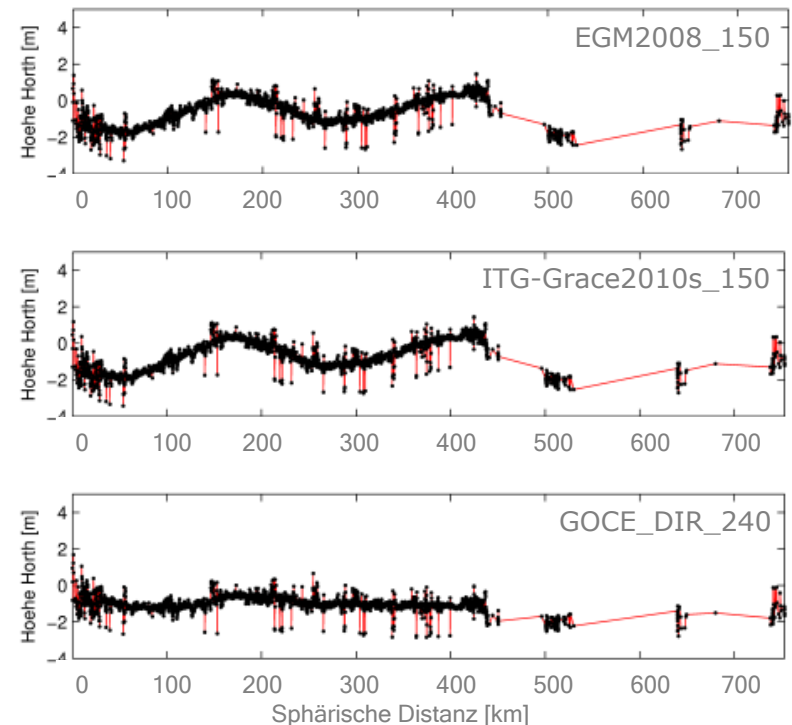
- $DOT = MSS - \text{Geoidmodell}$



- Wahl eines geeigneten Geoidmodells
- Ziel: bestmögliche Annäherung an MSS  
 → Polynomannäherung niedrigen Grades  
 → **GOCE-Modell (GFZ/CNES DIR)**

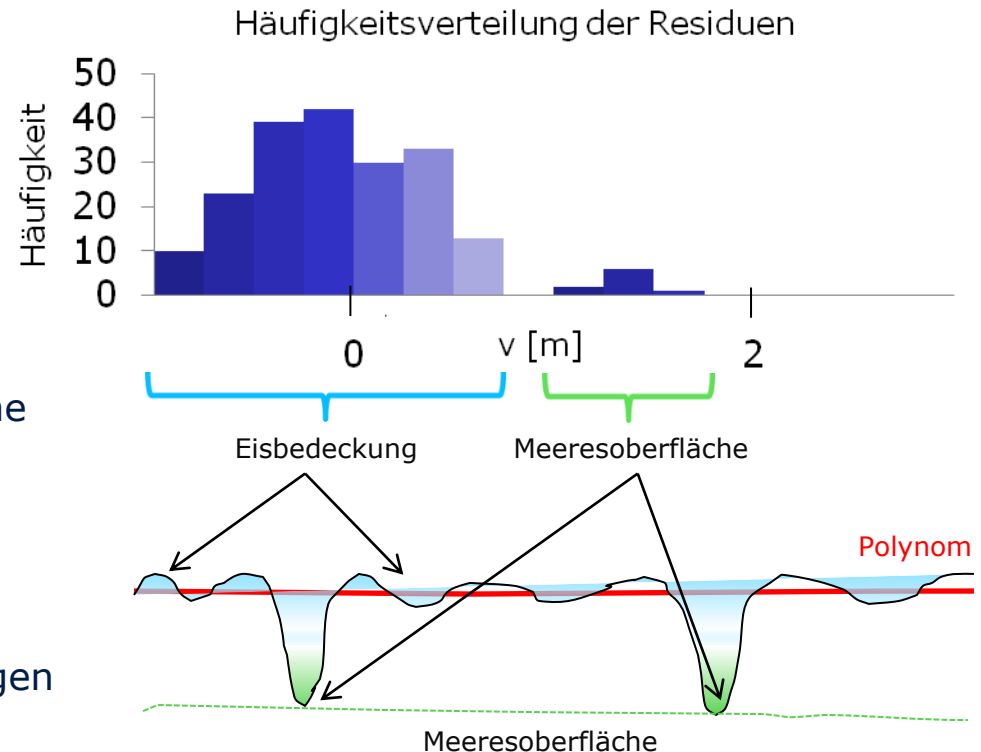
#### Glättung der Daten (Gauß-Filter 40km)

- „remove-restore“

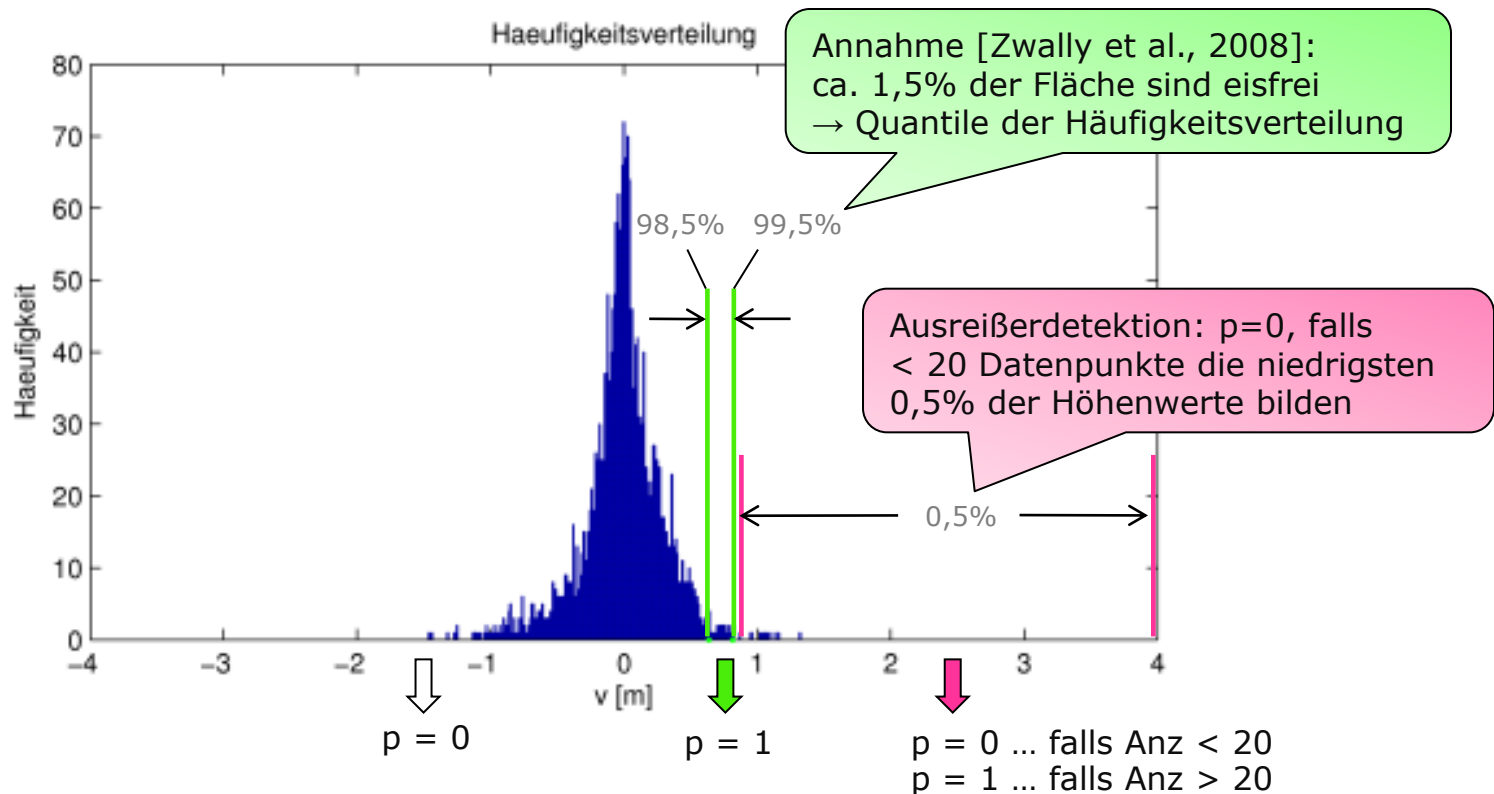


## 3.2 Klassifikation von Meeresoberfläche und Eisbedeckung

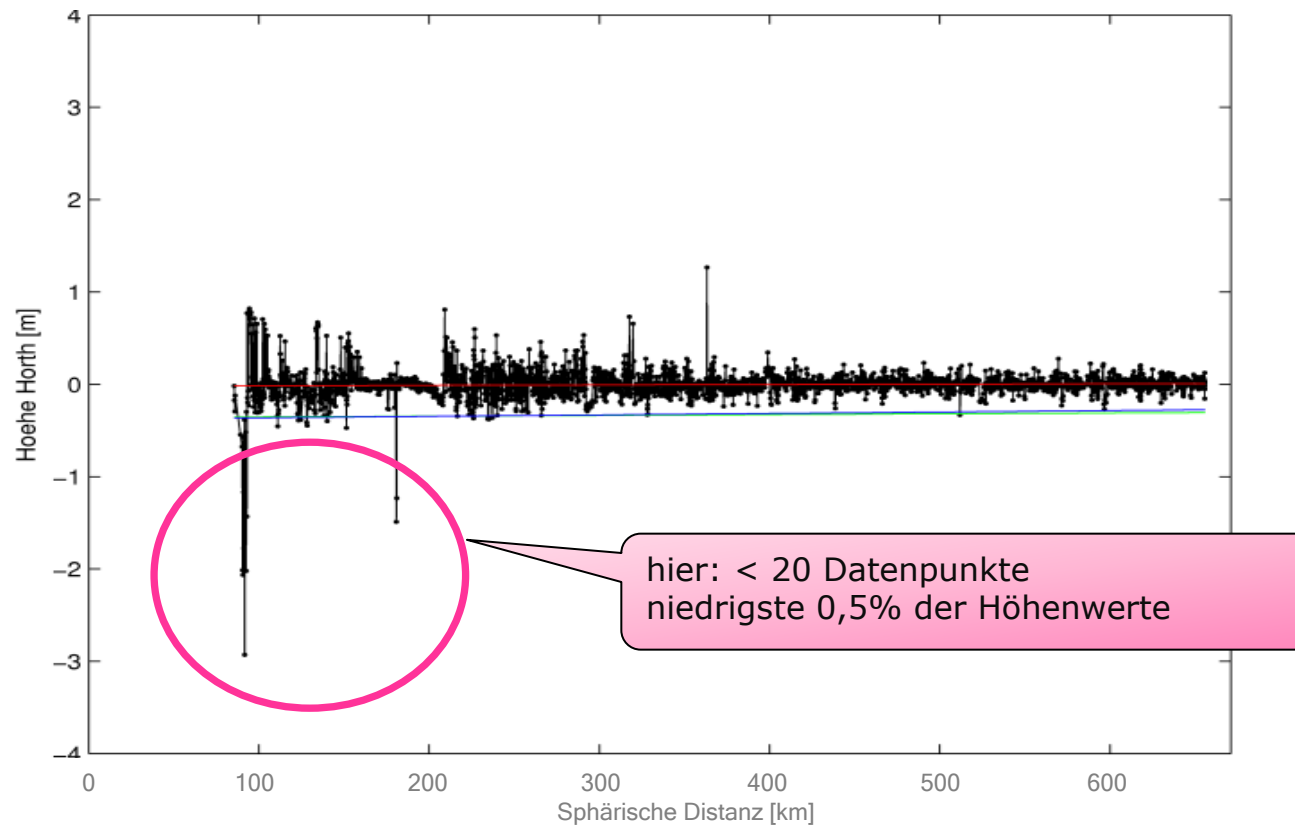
- Iterative Polynomanpassung an die Meeresoberfläche (Polynomordnung  $n=1$ , 2-3 Iterationen)
- Gauß-Markov-Modell: Verteilung der Residuen  $v$ 
  - große  $v_i \rightarrow$  Meeresoberfläche
  - kleine  $v_i \rightarrow$  Eisbedeckung
- Klassifikation der Meeresoberflächenpunkte: Gewichtung der Beobachtungen anhand der Residuen



## Gewichtung der Beobachtungen:



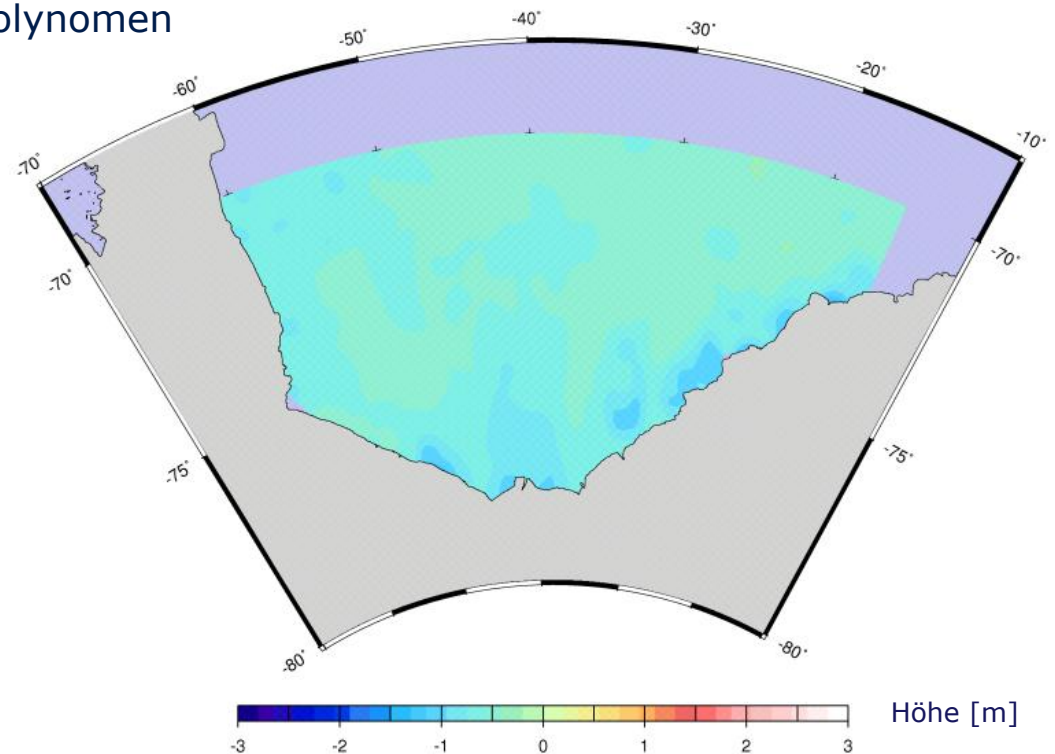
## Gewichtung der Beobachtungen:



## 4. Ergebnisse

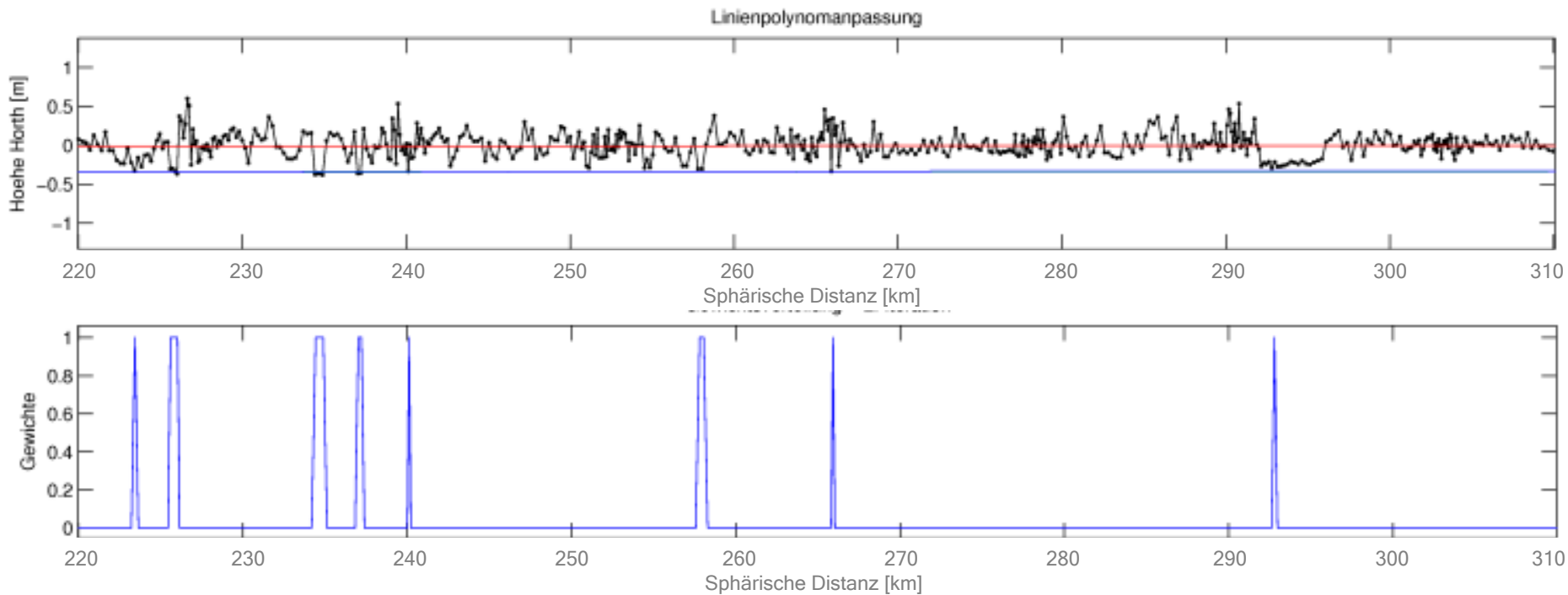
### 4.1 Flächenansatz

- Anpassung von Flächenpolynomen
- plausibles Ergebnis,  
Höheebene: -70cm
- geringe räumliche  
Variation



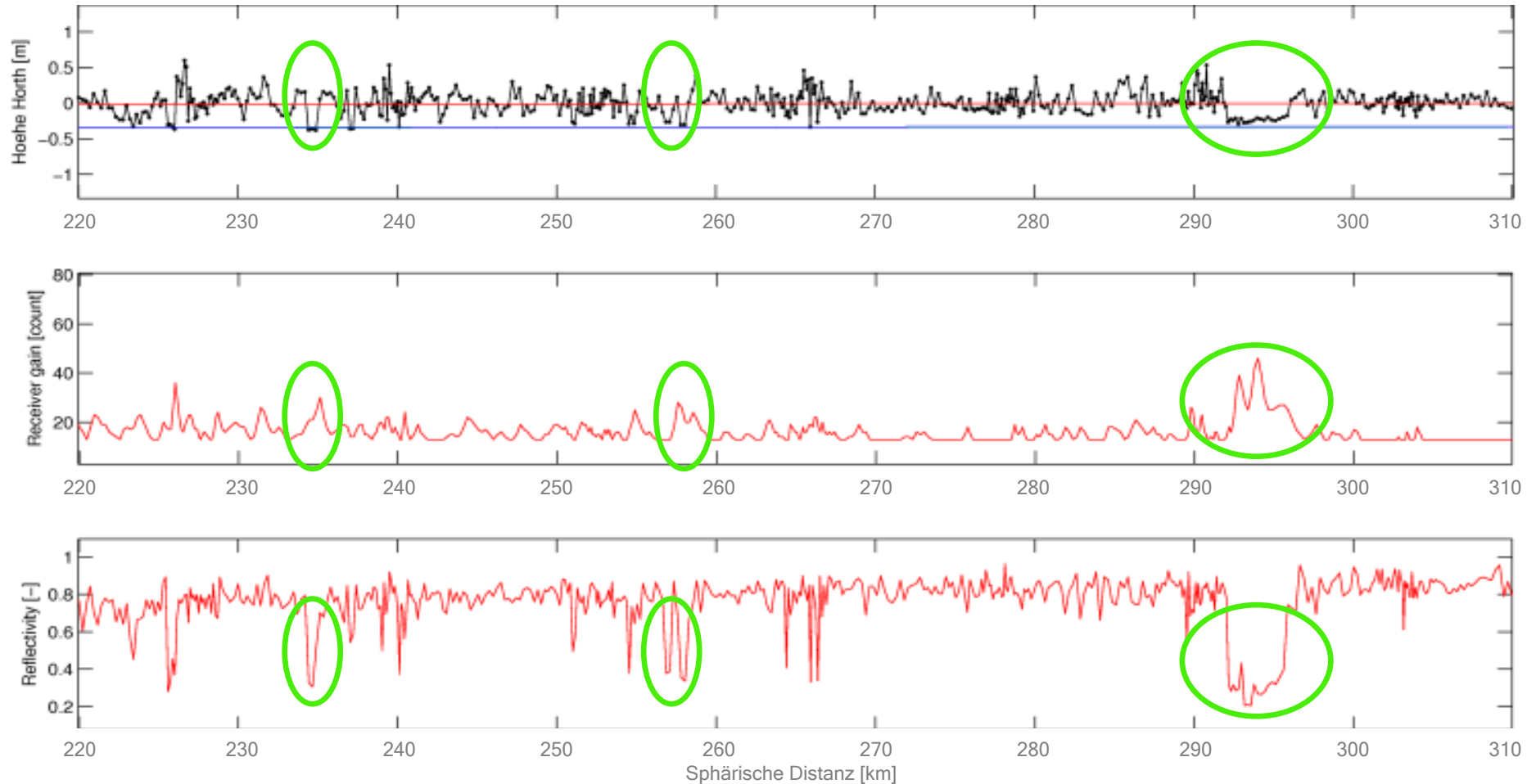
## 4.2 Profilansatz

- Anpassung von Linienpolynomen an die Spuren (Grad  $n=1$ , d.h. Geraden)
- Klassifikation: Punkte der Meeresoberfläche mit Gewicht  $p=1$



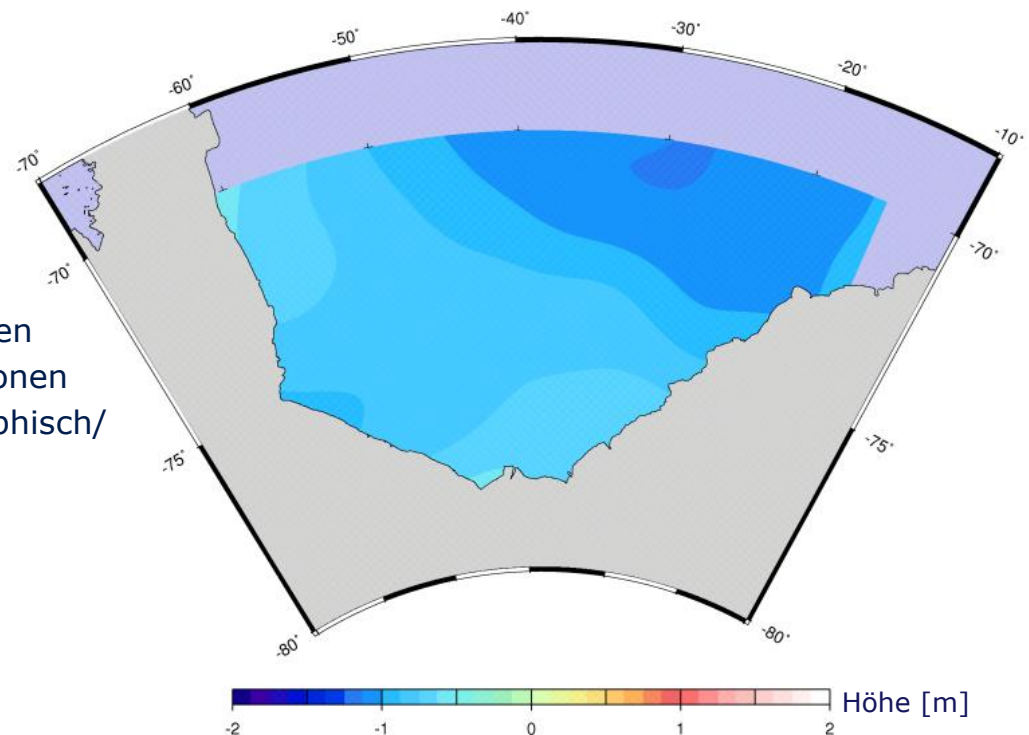


## Bestätigung des Klassifikationsergebnisses mithilfe weiterer Laser-Messgrößen



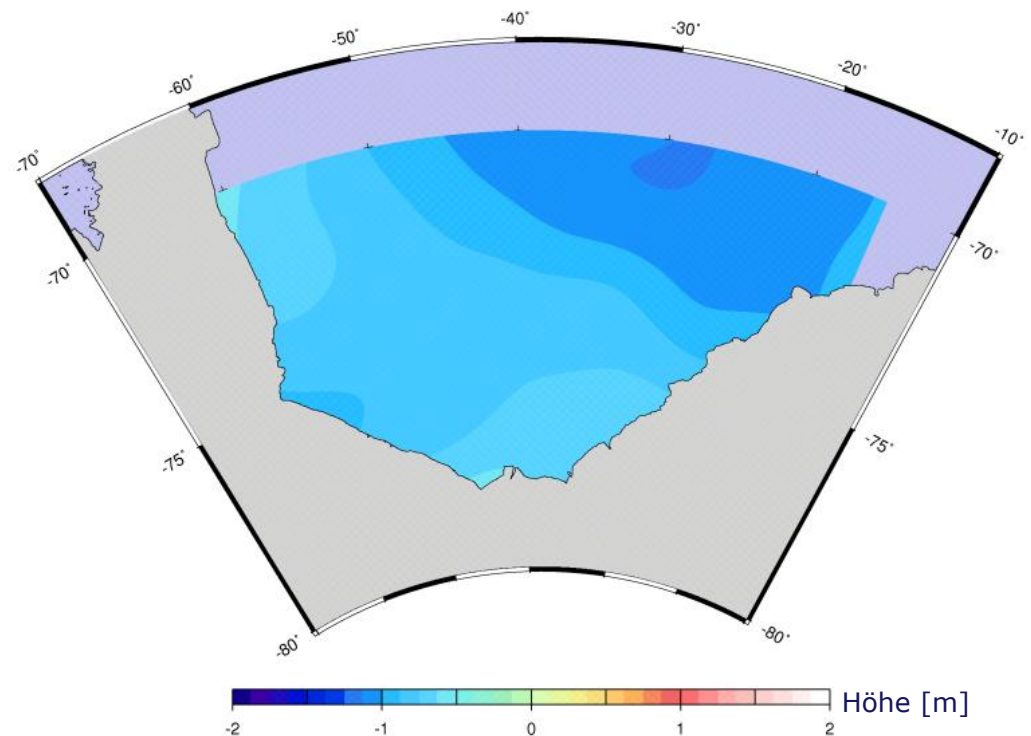
## Profilansatz

- Annahme: Meeresoberflächenpunkte = klassifizierte Punkte nach 3. Iteration
- Interpolation der Originalwerte
- Glättung mit Gauß-Filter:  
r=120km
  - Minimierung der Geoidvariationen
  - Minimierung der ICESat-Variationen
  - Vergleichbarkeit mit ozeanographisch/  
hydrologisch ermittelten DOTs



## Fazit

- deutlich erkennbare Struktur
- mittlere statische DOT
- negative Höhenwerte mit Variationen von  $\pm 50$  cm

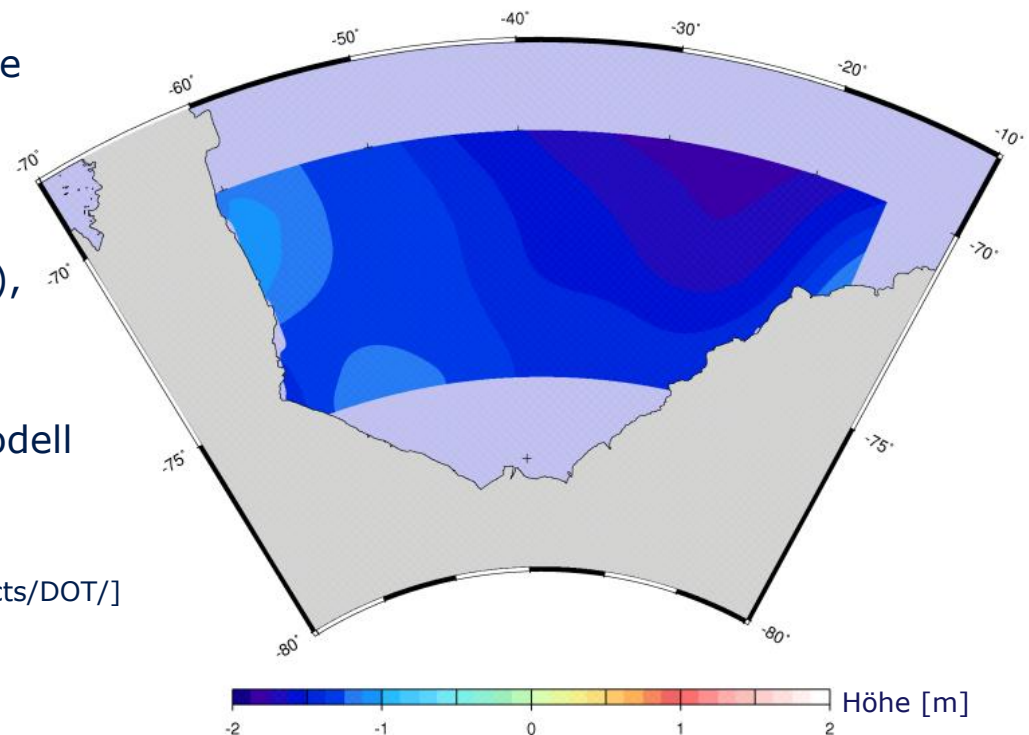


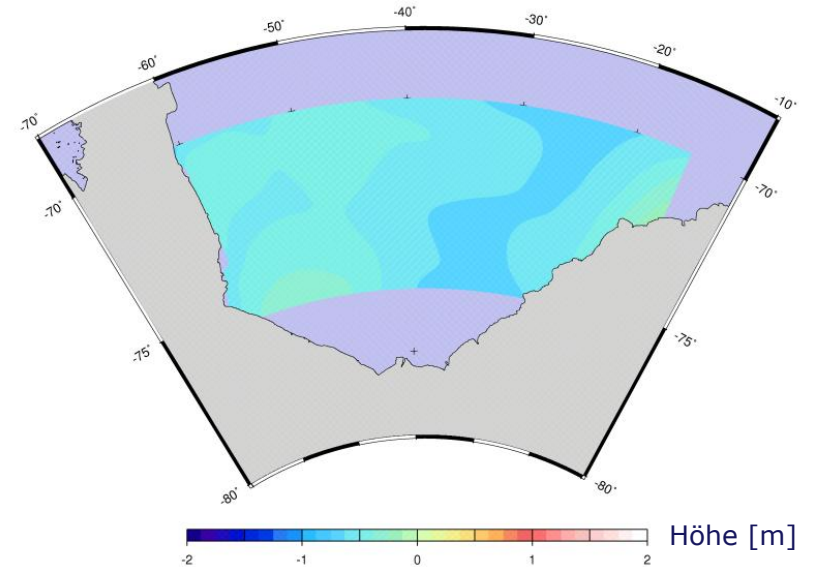
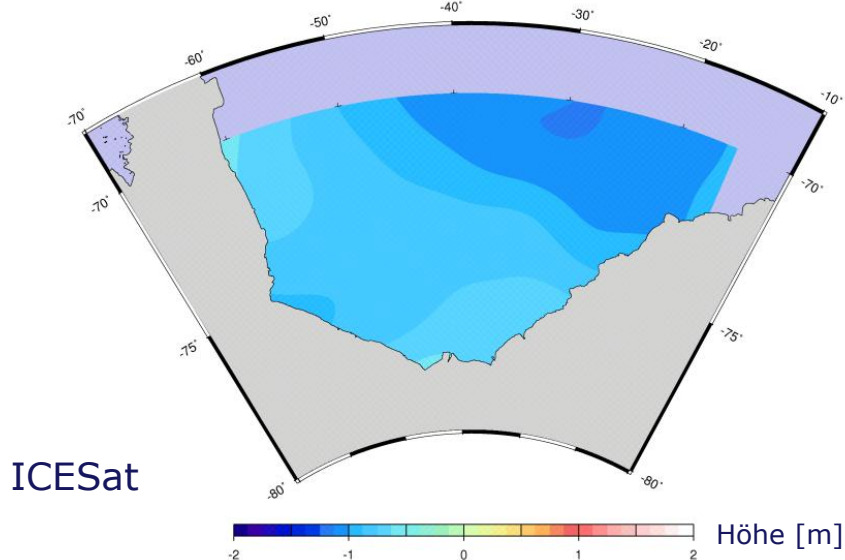
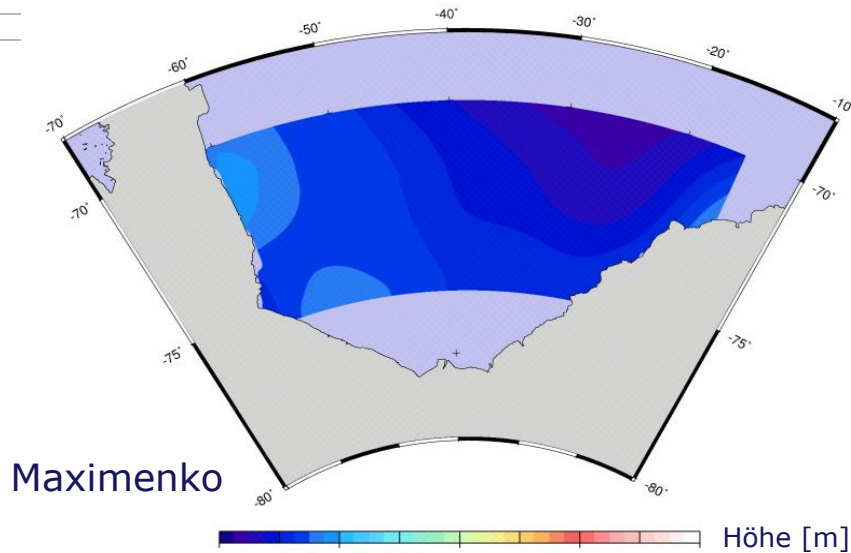
## 4.3 Validierung

### Maximenko [2009]

- MDOT aus Satellitenaltimetrie  
+ ozeanograph. Daten  
+ Schwerefelddaten
- Auflösung:  $n=60$  ( $\lambda=660\text{km}$ ),  
~ Gauß-Filter mit  $r=240\text{km}$
- zugrunde liegendes Geoidmodell  
nicht bekannt

[Quelle: <http://apdrc.soest.hawaii.edu/projects/DOT/>]





Differenz : Maximenko – ICESat  
 Min : -0.8 m  
 Max : -0.1 m  
 Mean : -0.5 m  
 Std : 0.10 m

## 5. Zusammenfassung

- ICESat-Daten um Geoidmodell GO\_CONS\_GCF\_2\_DIR (GOCE) reduziert  
→ beste Annäherung an Datensatz, obwohl nur Daten von 2 Monaten zur Verfügung stehen
  - Klassifikationsansatz: linienhafte Polynomanpassung  
→ kurz- und langwellige Strukturen sichtbar  
→ Gauß-Filter mit  $r=120\text{km}$   
→ DOT
  - Vergleich mit Maximenko-Modell zeigt sehr gute Übereinstimmung
- Mittels ICESat-Daten konnte ein unabhängiges DOT-Modell generiert werden.  
→ Die hohe räumliche Auflösung bietet Möglichkeiten zu weiterführenden Analysen (z.B. Bestimmung von Freibordhöhen, Eisdicken).

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

