

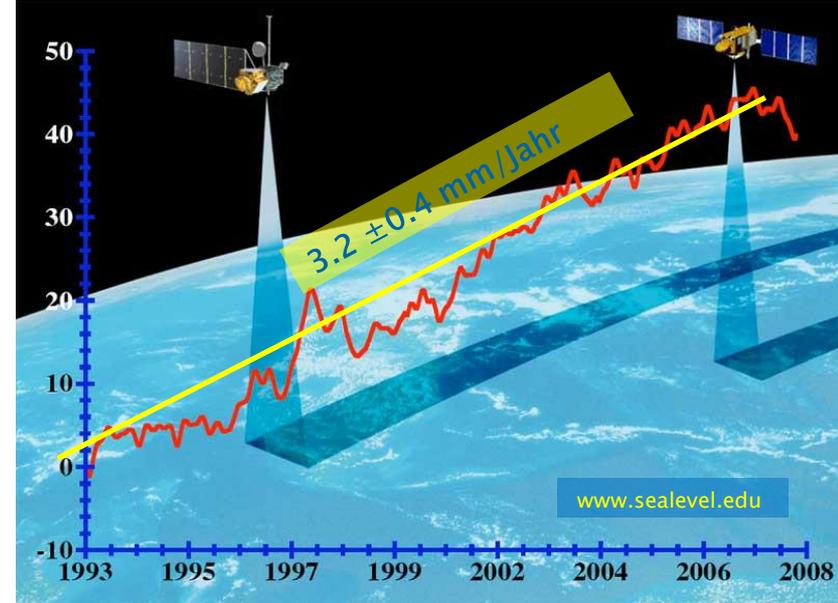


Präzise Absolutkalibration des Jason-2 Altimeters mit Hilfe eines Mikrowellentransponders

Walter Hausleitner, Florian Moser
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Institut für Weltraumforschung

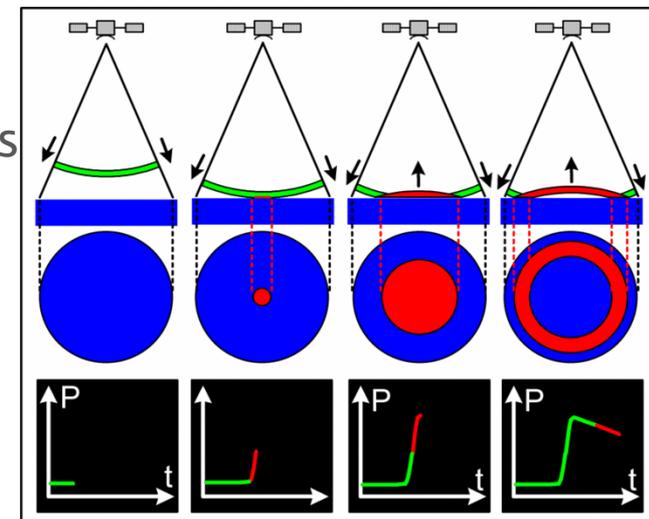
Globaler Wandel: Faktor Ozeandynamik

- Massen- u. Energietransport
- Anstieg des Meeresspiegels
- Anstieg des Meeresspiegels im letzten Jhdt./Jahrzehnt
 - 1.5–2 / 3.2 ± 0.4 mm/Jahr
(Douglas, 1997)
- Globale Erfassung der Ozeandynamik durch Satellitenaltimetrie

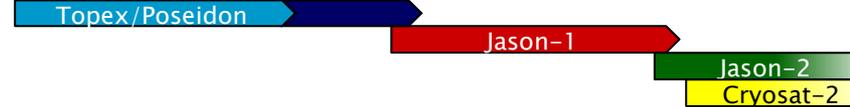
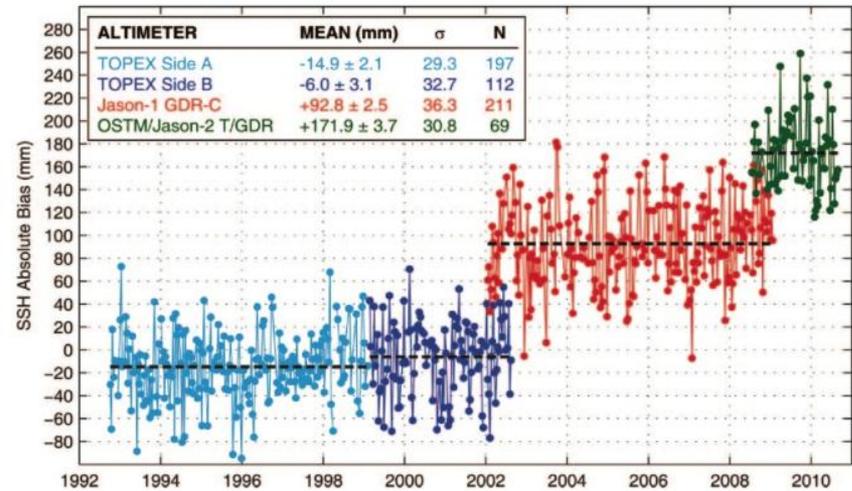


Zweiweg-Radarpuls-Verfahren

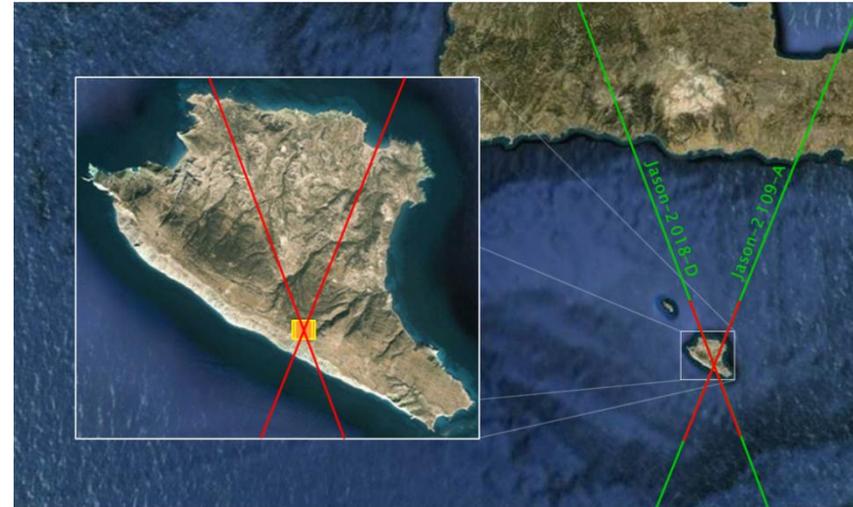
- Laufzeitmessung (Δt) eines Radarpulses
- Reflexion an Meeresfläche u. Detektion an Bord des Satelliten ($r = \frac{1}{2} \Delta t c$)
- POD liefert Höhe (h) und $SSH = h - r$



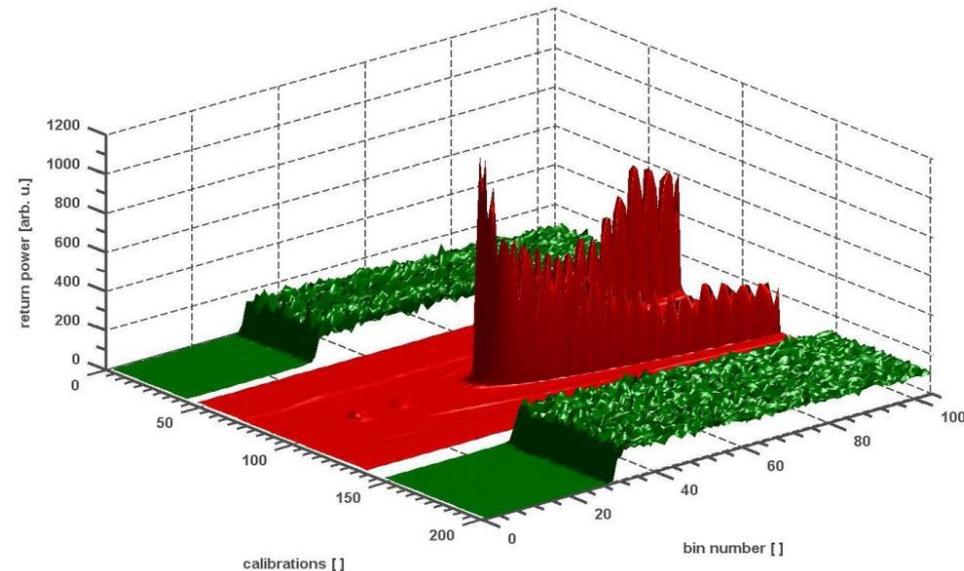
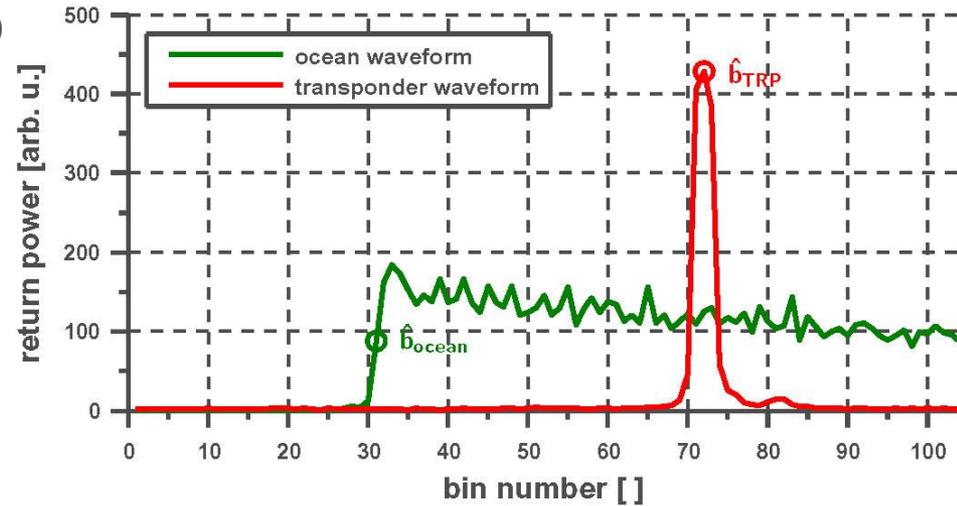
- Zuverlässige Aussagen nur durch sehr lange Beobachtungsreihen
 - Verknüpfung von Datenprodukten vieler Satellitenmissionen
 - Diskontinuitäten zw. Altimeterinstrumenten u. Datenprodukten
- Instrumentenbias
 - $SSH_{J_2} - SSH_{T/P} \approx 18 \text{ cm}$
 - $SSH_{J_2} - SSH_{J_1} \approx 8 \text{ cm}$
- Cal/Val Stationen
 - Harvest (US) ▪ Korsika (F)
 - Bass Strait (AU) ▪ Gavdos (GR)
- Jason-2 Satellit (NASA/CNES)
 - Höhe/Inklination: 1336km/66°
 - Poseidon-3 Altimeter (Hauptinstrument)
 - Pulsrate: 1800 Hz
 - Pulslänge: 105 μs
 - Kreuzungspunkt auf Gavdos



- Gavdos
 - Lage: 50 km südl. Kreta
 - Größe: 33 km²
 - Kreuzungspunkt: 018D/109A
- Instrumentierung (TU Chania)
 - GPS
 - DORIS
 - Pegelstation
 - Transponder
- Altimeter Transponder (ÖAW)
 - Ku-Band Signal Repeater
 - 13.75 GHz \pm 300 MHz
 - Signalverstärkung: 77 dB
 - Autarke Station (Strom, Komm.)
 - 👍 Portabel
 - 👍 Punktuelle Referenz (PTR)



- **Ozean** – Return
 - Regionales Echo ($\approx 100 \text{ km}^2$)
 - Brown Modell
 - Referenzhöhe abhängig von Ozeandynamik
- **Transponder** – Return
 - Lokales Echo
 - Präzise Referenzhöhe durch GPS
- Betriebsmodi:
 - Acquisition
 - **Tracking**
 - CAL2
 - **DIODE-DEM**
- Mittelwert über 90 Echos
→ 20 Hz Waveforms
- 3.125 ns Sampling
→ 104 Bins



Konventionelle Methode

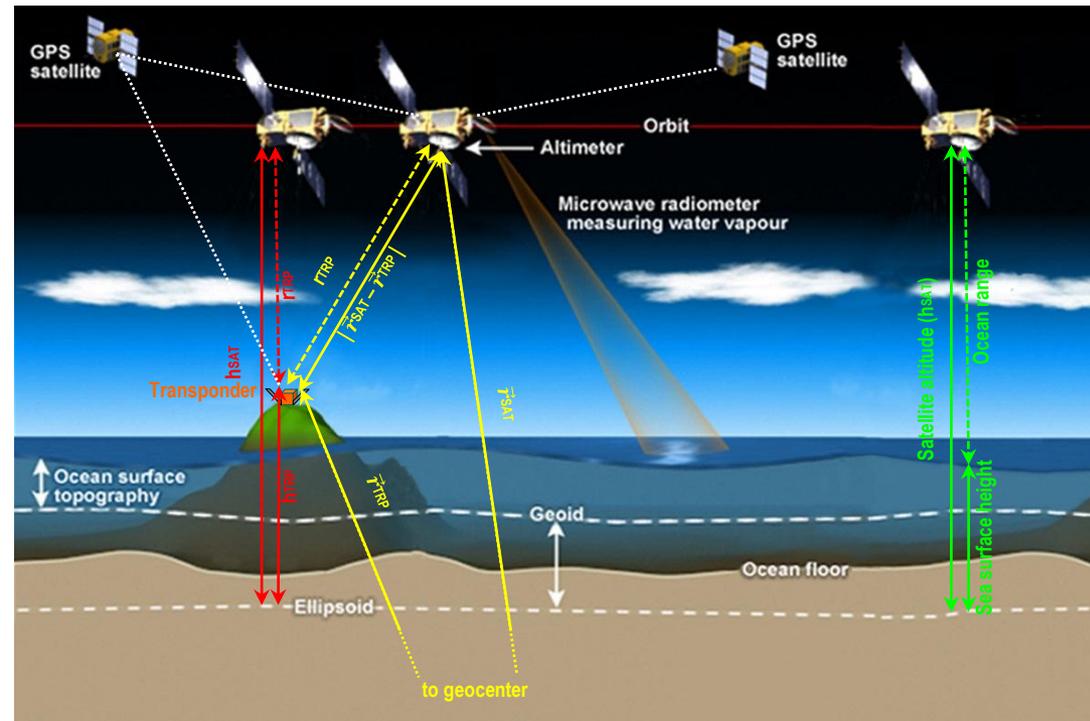
- Vergleich der Meereshöhen (= Geoid+Ozeantopographie) aus Altimeterbeobachtungen mit In-situ Messungen

$$B = (h_{SAT} - h_{LSL}^{ALT}) - SSH_{tide\ gauge}$$

$$rms(B_i) \approx 26\ mm$$

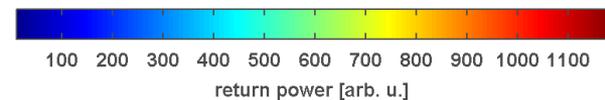
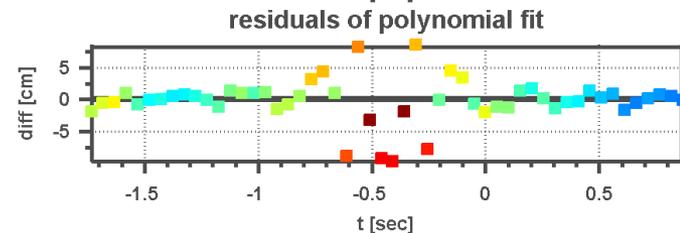
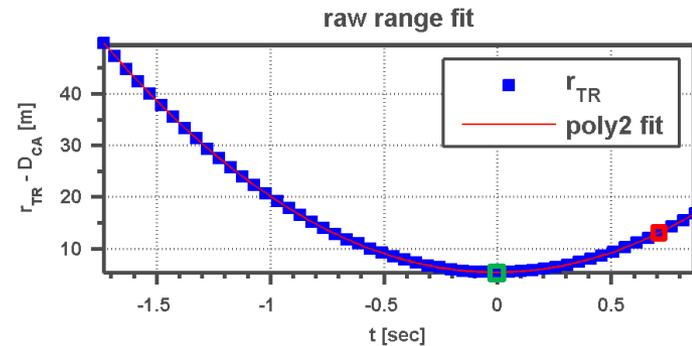
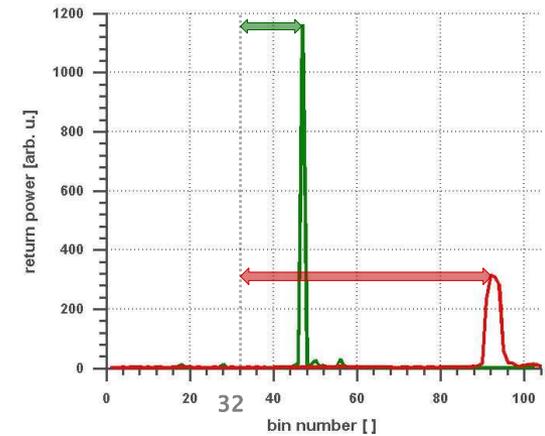
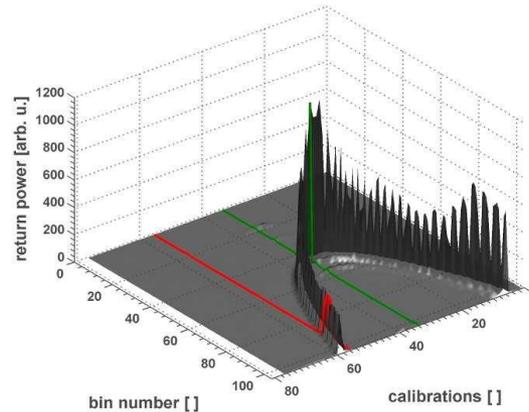
Transponder-Methode

- Vergleich von Schrägdistanzen zum Transponder aus Altimetermessungen u. präzisen Orbitpositionen
- Je Überflug sind etwa 100 Einzelkalibrationen möglich

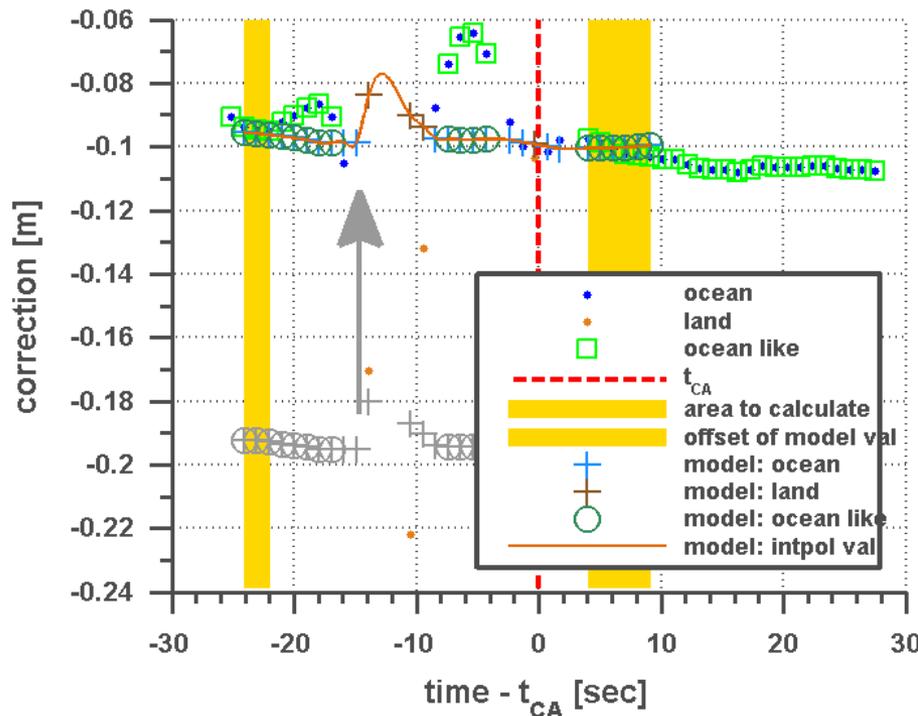


$$B = (|\vec{r}_{SAT} - \vec{r}_{TRP}|) - r_{TRP}^{ALT}$$

- DIODE/DEM Modus öffnet Range-Gate bei Bin 32
- Bestimmung des Return-Bins
 - Gauß Fit
 - Schwerpunkt
 - Sinc-Funktion
 - Zero Padding
- Ausgleichspolynom 2. Grades
 - Hohe Residuen bei Überflug
- Bestimmung der Residuen
 - Korrel. mit Return-Energie
- Iterativer Parabel-Fit
 - Gewichtung mit inv. Energie
- Scheitelpunkt bestimmt PCA



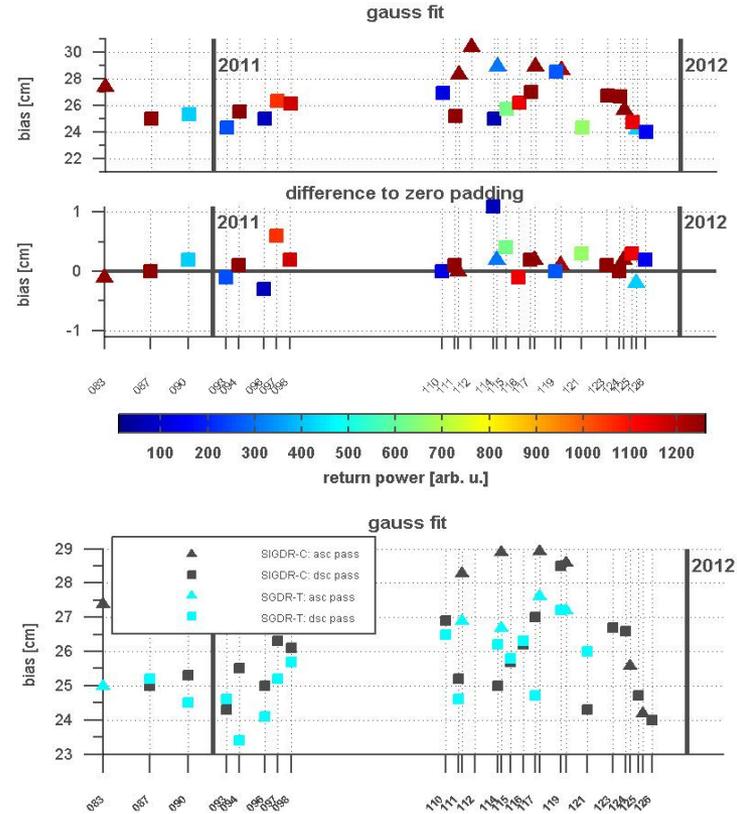
- Korrekturen der Rohdistanz
 - Instrumente (Altimeter, Transponder)
 - Atmosphäre (Ionosphäre, Troposph.)
 - Geophysik. Phänom. (Gezeiteneffekte)
- Summe der Korrekturen: ≈ 12 m



Korrektur	
Altimeter	Altimeter Signalweg Δr_{path}
	Altimeter Phasenzentrum Δr_{cog}
	DORIS Uhrendrift Δr_{uso}
Transponder	TRP elektron. Delay Δr_{elec}
	TRP geom. Delay Δr_{geom}
	TRP Signalverzög. Geh. Δr_{pmma}
Ausbreitung	Ionosphäre Δr_{iono}
	Trocken Troposphäre Δr_{dry}
	Feuchte Troposphäre Δr_{wet}
Geophys.	Gezeiten d. festen Erde Δr_{solid}
	Polgezeiten Δr_{pole}
	Gezeitenauflasten Δr_{load}
sonst.	Pseudo-Doppler Δr_{dopp}
	Pseudo Time-Tag Bias Δr_{dat}

- **Transponder Kampagne**
 - 26 Passes zw. 10/2010 u. 01/2012
 - Altimeterprodukt: SIGDR / SGDR
- **Bias-Wertebereich GAUß: 24–29 cm**
 - SINC- u. ZERO-PADDING zeigen hohe Übereinstimmung (<1 cm), ENERGY CENTROID < 2.5 cm
- Keine Korrelation zw. auf- u. absteigende Bahnbögen
- Kein Bias-Trend
- Bester erzielbarer Altimeterbiaswert

⇒ **25.7 ± 0.3 cm**



Hausleitner W., F. Moser, J.-D. Desjonqueres, F. Boy, N. Picot, J. Weingrill, M. Mertikas, A. Daskalakis, 2012, A new method of precise Jason-2 altimeter calibration using microwave transponder. Submitted to Marine Geodesy, Advances in Space Research

	SIGDR				SGDR			
	\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	S_i	\tilde{x}	\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	S_i	\tilde{x}
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
GAUSS FIT	26.3	0.3	1.5	26.1	25.7	0.3	1.2	25.8
ENERGY CENTROID	25.1	0.4	1.8	24.6	24.7	0.4	1.9	24.6
SINC FUNCTION	26.4	0.3	1.6	26.4	25.8	0.3	1.4	25.8
ZERO PADDING	26.4	0.3	1.5	26.1	25.9	0.3	1.3	26.0

- Mikrowellentransponder ist ein sehr geeignetes Instrumentarium zur absoluten Altimeterkalibration
- Der größte Vorteil liegt in der sehr flexiblen Einsatzmöglichkeit über Land bzw. im Küstenbereich
- Die Unabhängigkeit der Messung von der Meereshöhenvariation erlaubt eine um den Faktor 10 höhere Präzision der Messung
- Geplante Altimeterprojekte in Kooperation mit CNES:
 - Inland-Kalibration des Altimeters von SARAL/AltiKa
 - Simultane Transponderbeobachtung mit der SLR Station Graz/Lustbühel

