

Retracking über Inlandgewässern

Bernd Uebbing
Jürgen Kusche
Ehsan Forootan

09.10.2013

Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie
Institut für Geodäsie und Geoinformation
Universität Bonn

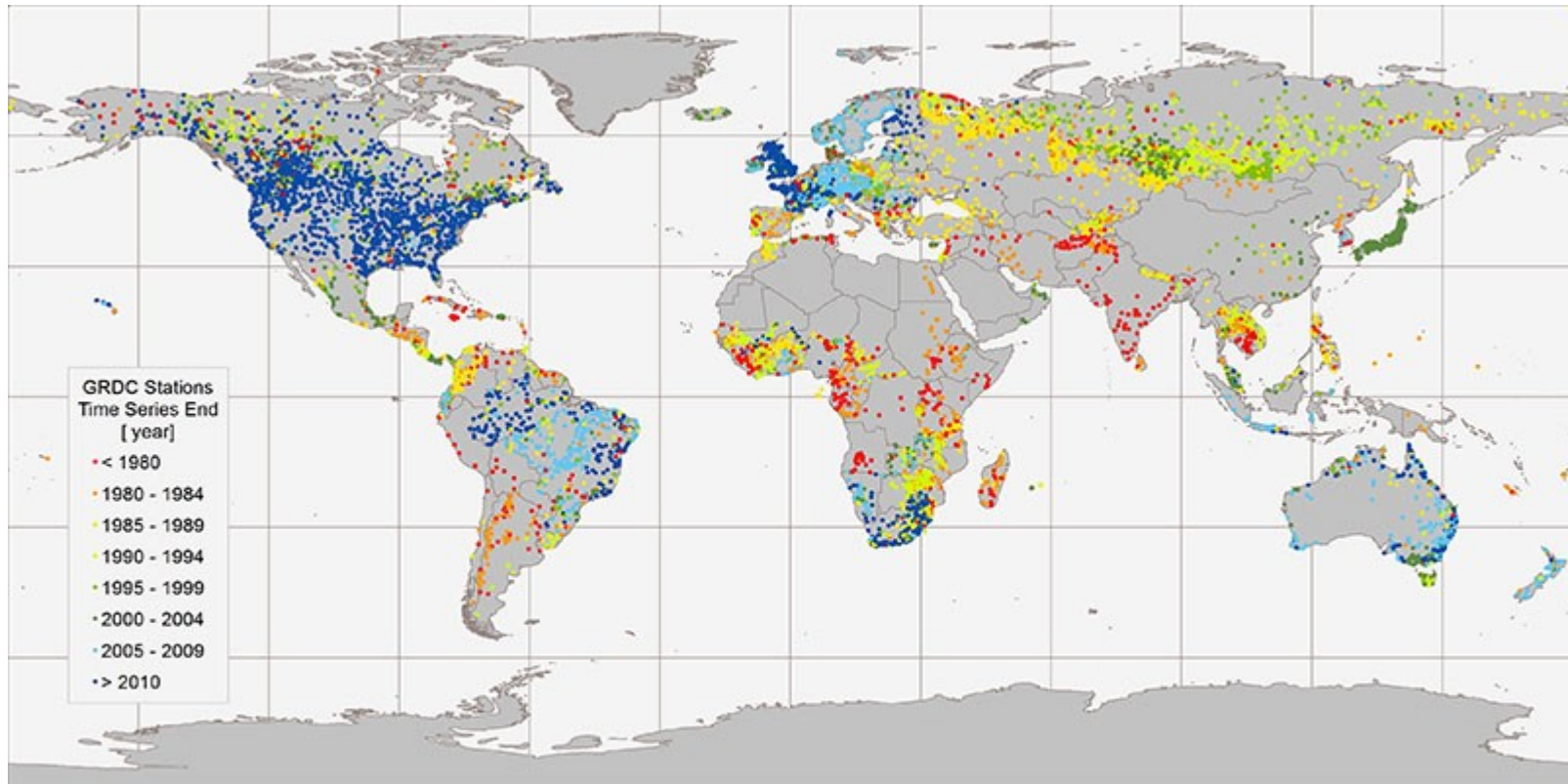
Retracking (Neuprozessierung) von Altimeterdaten über Inlandgewässern

- Messung von Fluss- und Seewasserständen (und damit Abfluss- und Wassermengen)
 - Überwachung (z.B. Frühzeitiges Erkennen von Überflutungen und Dürren)
 - Klimaeinfluss, langzeitliche Veränderungen der Gewässer und der Umgebung

2

Degenerierende Zahl lokaler Pegelmessungen

- Instandsetzung
- politische Interessen
 - Altimetrie als Möglichkeit zur Weiterführung



8923 stations with monthly discharge data, incl. data derived from daily data (Status: 15 Aug 2013)
Koblenz: Global Runoff Data Centre, 2013.



Degenerierende Zahl lokaler Pegelmessungen

- Instandsetzung
- politische Interessen
- Altimetrie als Möglichkeit zur Weiterführung

Berechnung der Lake Level Height (LLH)

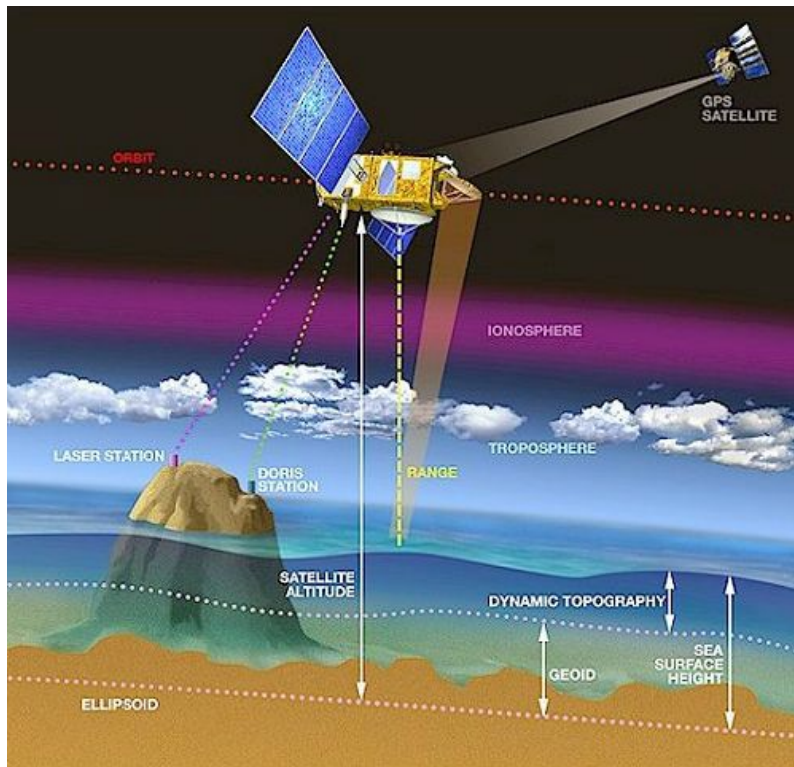
$$R = \tilde{R} + A_{wet} + A_{dry} + A_{iono}$$

$$h = (H - R) - (T_E + T_P + T_L)$$

Orbitparameter

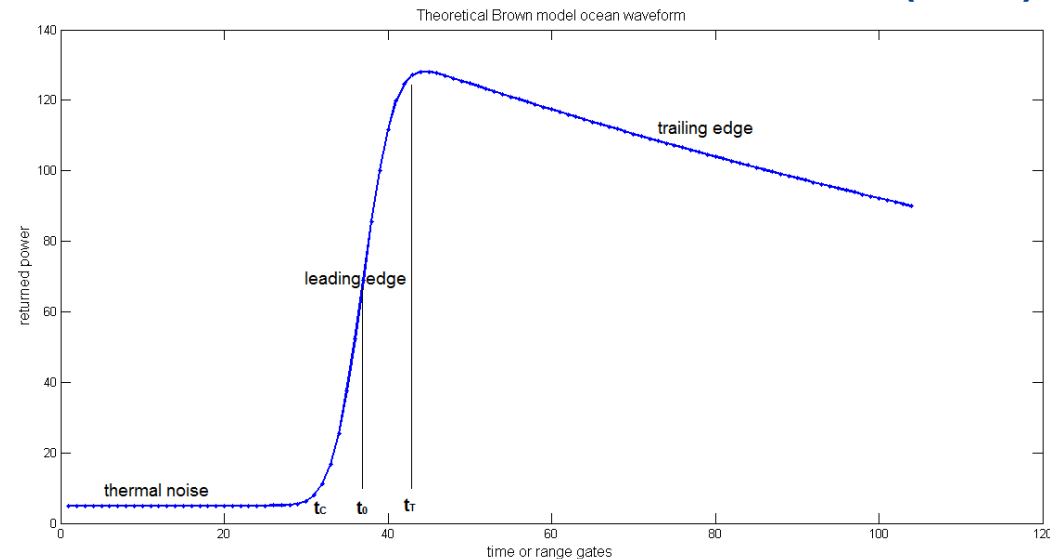
- Repeatorbit (T/P, J1, J2): 10 Tage
- Groundtrackabstand (Äqu): 350 km

→ zeitliche und räumliche Messaufl.

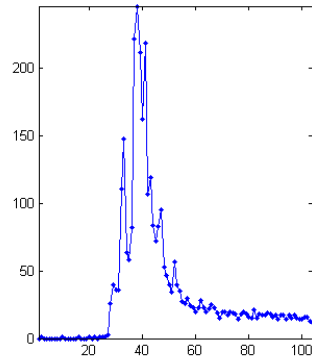


Quelle: AVISO

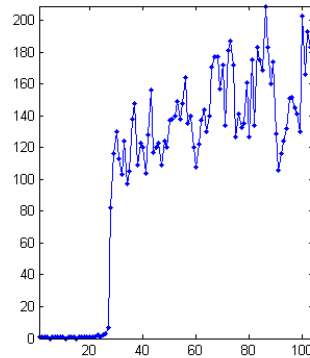
Theoretische Wellenform nach Brown (1977)



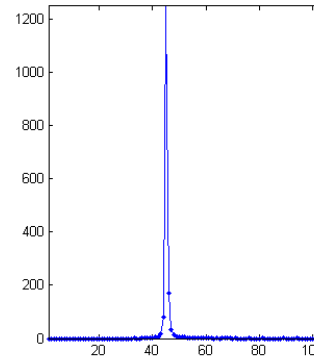
Exemplarische Wellenformen, Voltasee



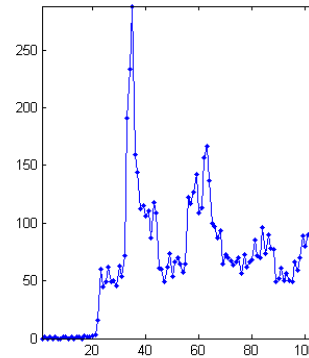
a)



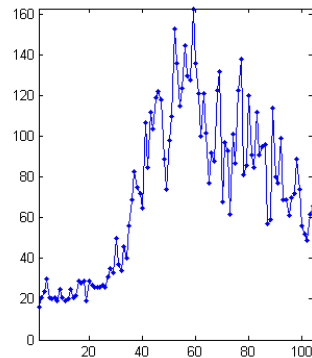
b)



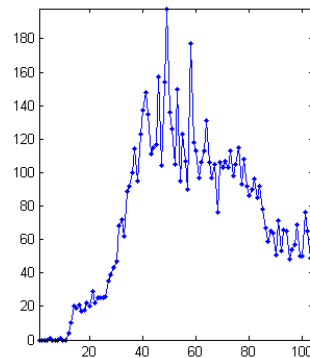
c)



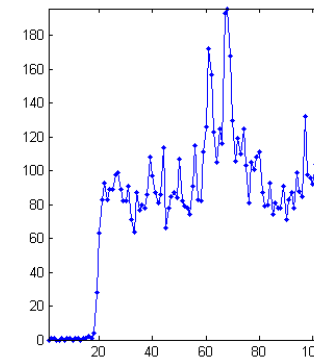
d)



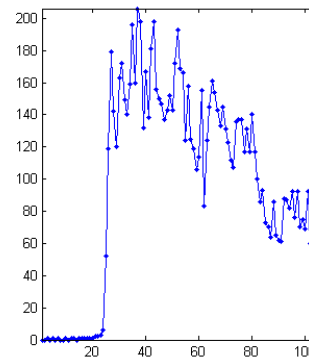
e)



f)



g)



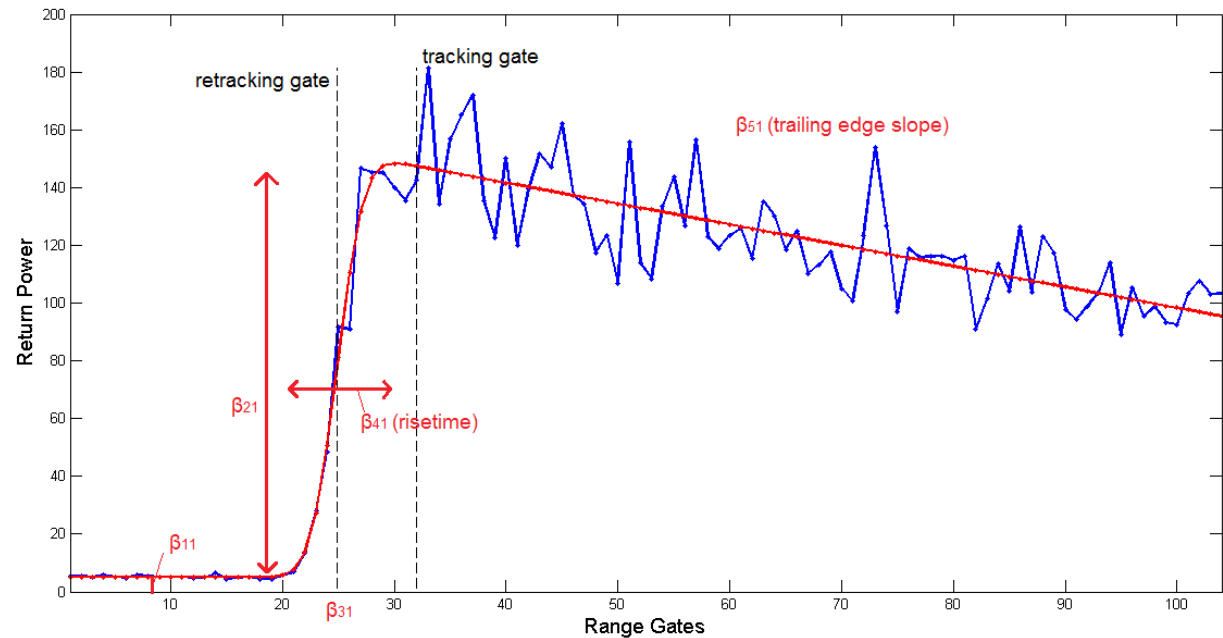
h)

Steigerung der Entfernungsgenauigkeit durch Suche des 50%-Punktes der leading edge → Entfernungskorrektur



Basieren auf Wellenformmodellen

- Simple Brown Modell, Erweitertes Brown Modell, 3-Parameter Modell, (Beta5-Retracker), OCOG, 50%-Threshold, ICE1, ICE3
- Verschiedene multiplikative Rauschmodelle
 - Gauß'sches Rauschen → Kleinste Quadrate Schätzung
 - Gamma Rauschen → Maximum Likelihood Estimation



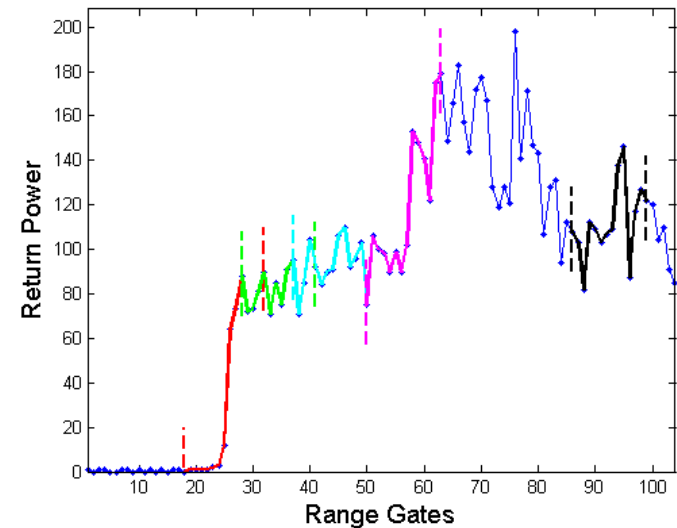
Subwaveforms sind einzelne Teilstücke der Gesamtwellenform (Guo, 2009)

- Detektion von leading edges
- Hier: +/- 5 range gates am Anfang und Ende der Subwaveform → mehr Beobachtungen

7

Improved Threshold Retracker (ITR)

- 1) Subwaveforms finden
- 2) 50%-Threshold Retracker für jede Subwaveform
- 3) Ergebnis: Entfernungskorrektur für jede Subwaveform → Vergleich mit Referenzhöhe



Methode-I

- Kombination von Subwaveform Detektion mit 3-Parameter Ozean Modell
- Annahme: Erste gefundene subwaveform enthält die leading edge mit den gesuchten Parametern
- Anfällig, wenn Peaks in der ersten Subwaveform

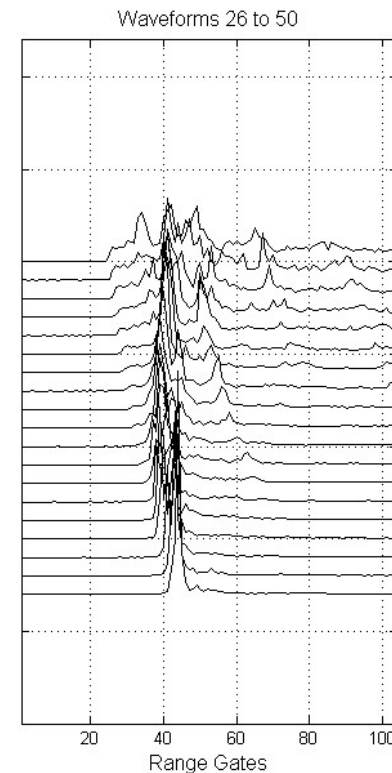
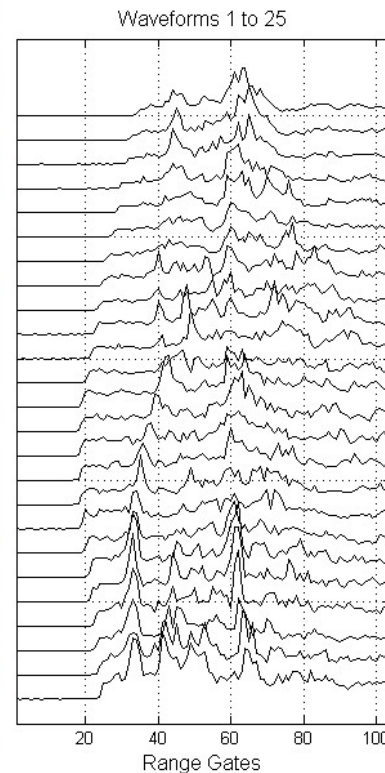
Methode-II

- Analyse der Gesamtwellenform auf Peaks
 - » Aussortieren von Wellenformen ohne leading edge
 - » Labeln der Peak-Beobachtungen; Näherungswerte
 - » Modellierung eines Peaks aus mind. 5 Beobachtungen
 - » Definiertes Fenster um die leading edge wird verwendet

- Schätzmodell:

$$W(t) = S(t) + \begin{cases} 0 & \text{for no modeled peak} \\ P_s(t) & \text{for a symmetric peak} \\ P_a(t) & \text{for an asymmetric peak} \end{cases}$$

- Stausee in Ghana, Größe: 8500 km²
- Pass 46 und Pass 59 des T/P, J1, J2 Standardorbits
- Vergleich mit Pegel (verm. Akosombo Damm, nicht öffentlich)
- Vergleich mit externen Retrackingergebnissen



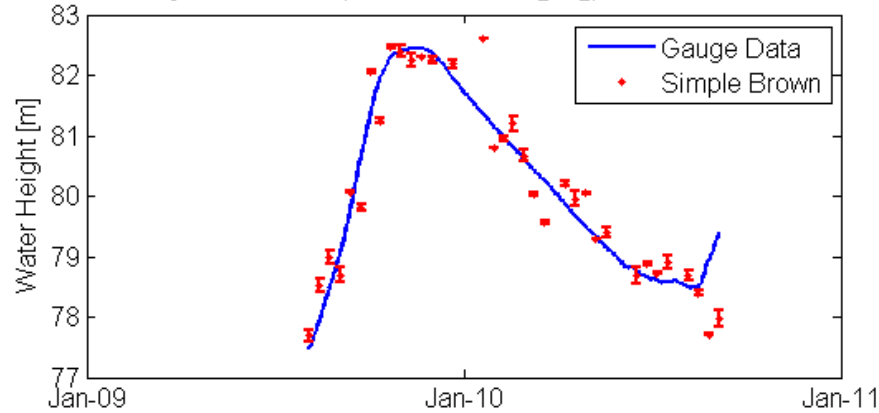
Qualitätsmerkmale

- Standardabweichung der Differenzen zwischen R-LLH und P-LLH
- Korrelationskoeffizient zwischen den beiden Zeitreihen

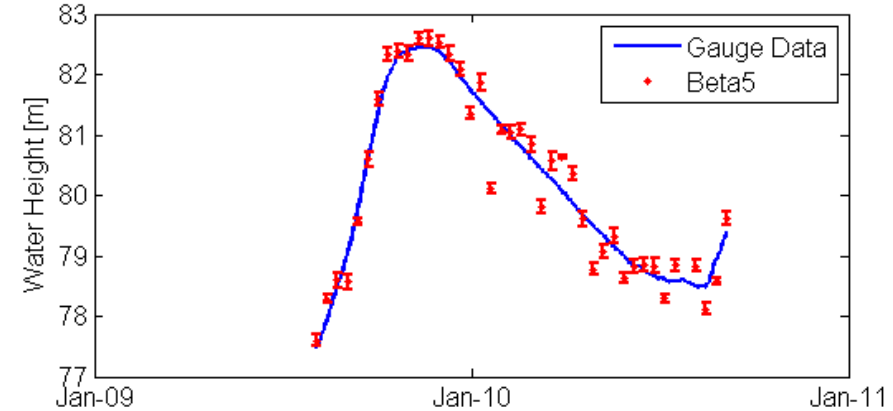
Standard Retracker



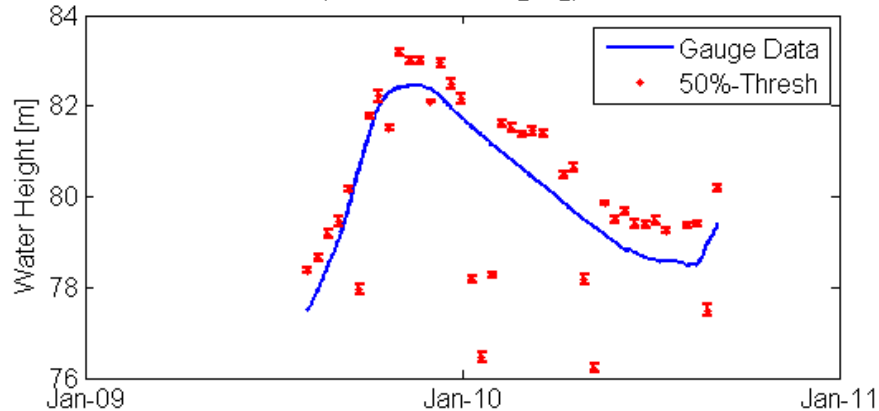
Simple Brown, std=0.537 [m], corr=93.76%



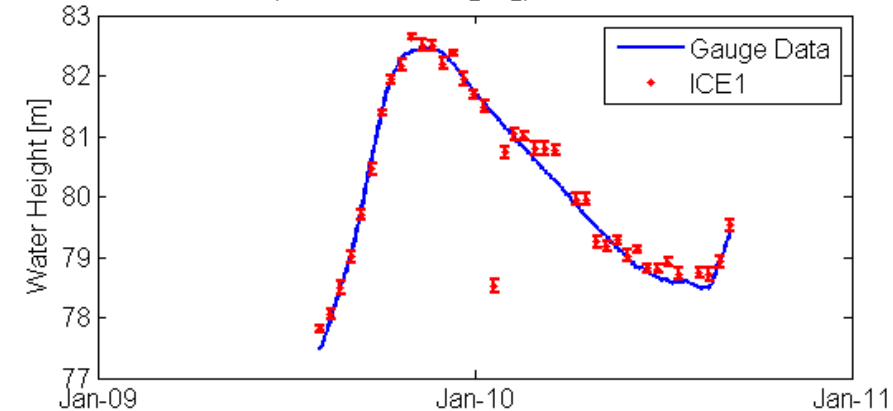
Beta5, std=0.358 [m], corr=97.24%



50%-Thresh, std=1.452 [m], corr=63.53%



ICE1, std=0.500 [m], corr=94.25%



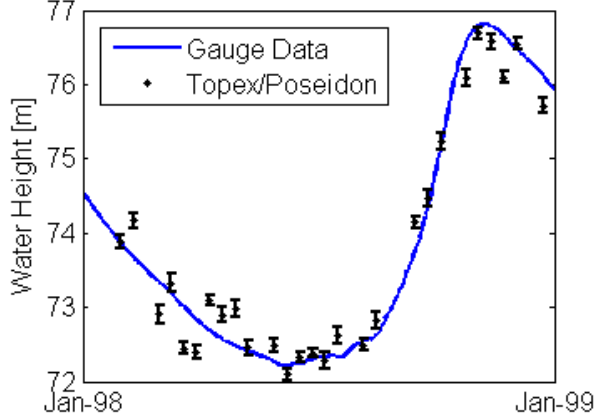
Zeitreihe von 1998 bis Ende 2010



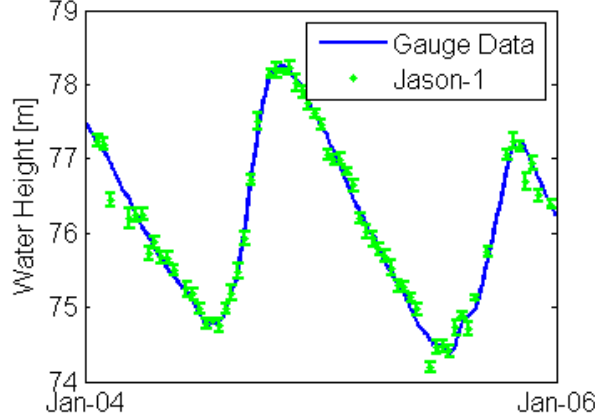
Lake Volta: Topex/Poseidon and Jason-1/2, Pass 46

	Mission								
	Topex/Poseidon			Jason-1			Jason-2		
Retracker	σ_d [m]	ρ	Outl.	σ_d [m]	ρ	Outl.	σ_d [m]	ρ	Outl.
ITR	0.47	96%	3	0.15	99%	2	0.09	99.9%	0
Method-I	0.49	95%	3	0.20	98.5%	2	0.09	99.9%	1
Method-II	0.32	98.3%	3	0.15	99.1%	1	0.09	99.9%	0

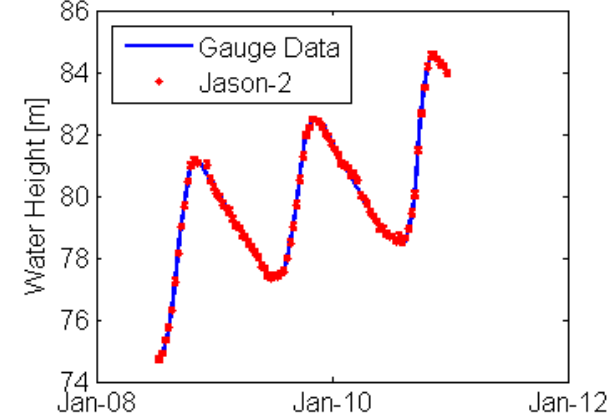
Topex/Poseidon, std=0.319 [m], corr=98.31%



Jason-1, std=0.146 [m], corr=99.18%



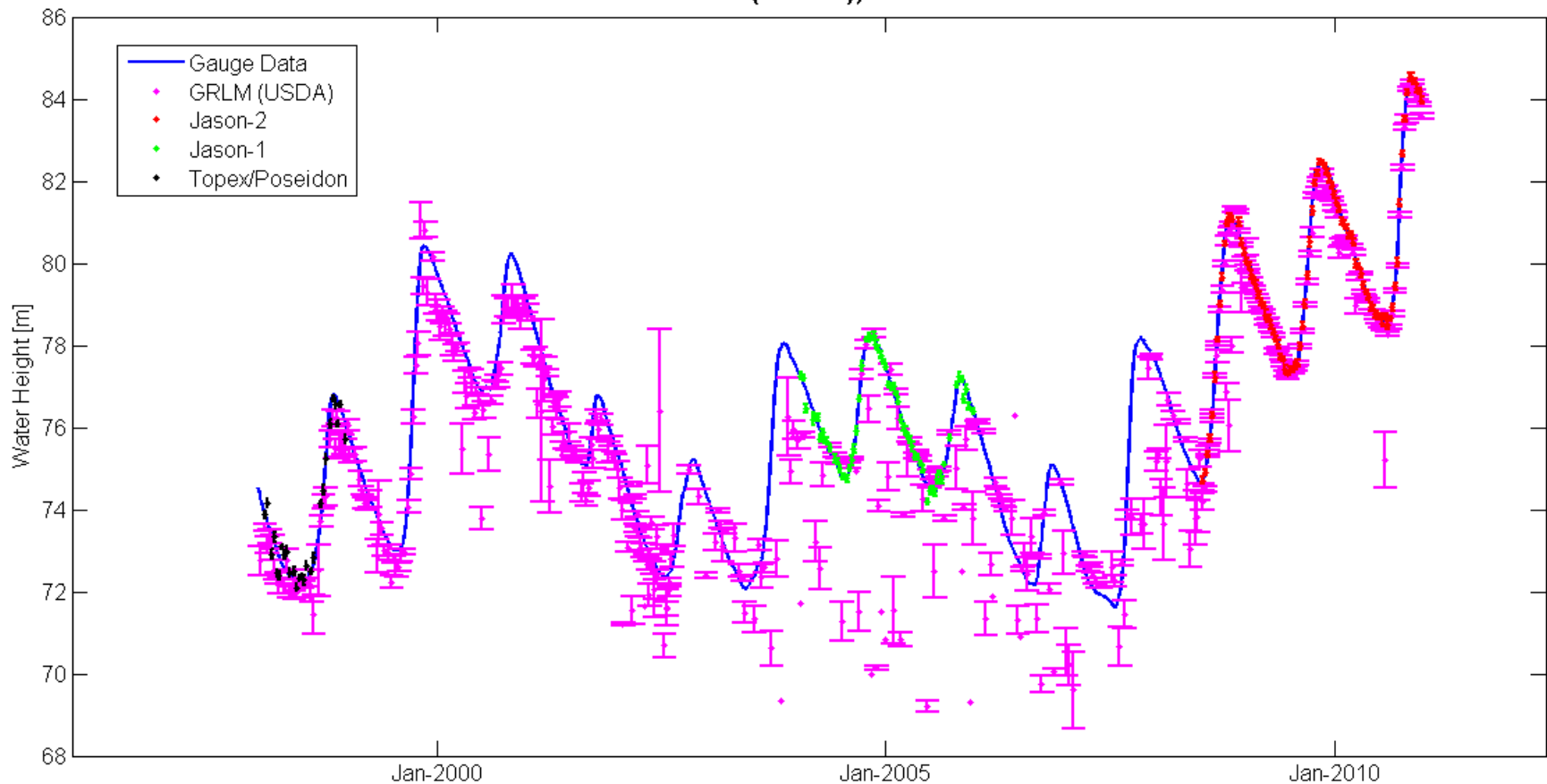
Jason-2, std=0.087 [m], corr=99.93%



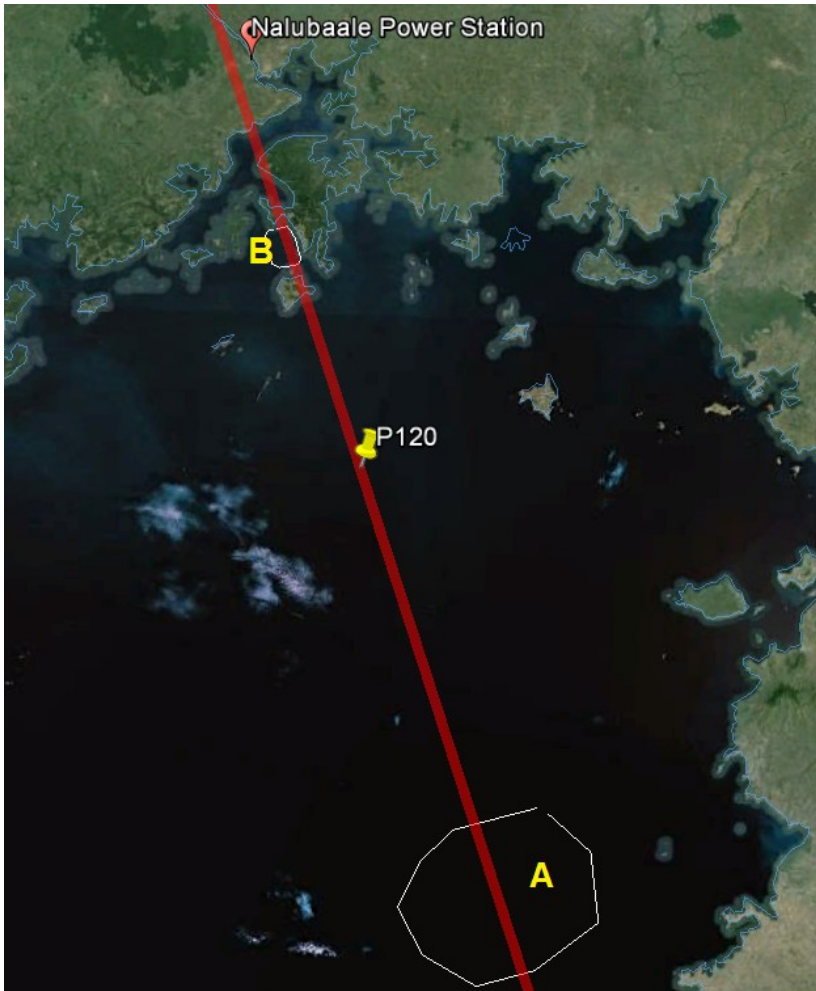
Global Reservoirs and Lake Monitoring

- Starke Streuung der Jason-1 Ergebnisse über Voltasee
- Quelle: USDA/GRLM (2013)

Lake Volta: GRLM (USDA), T/P and Jason-1/2



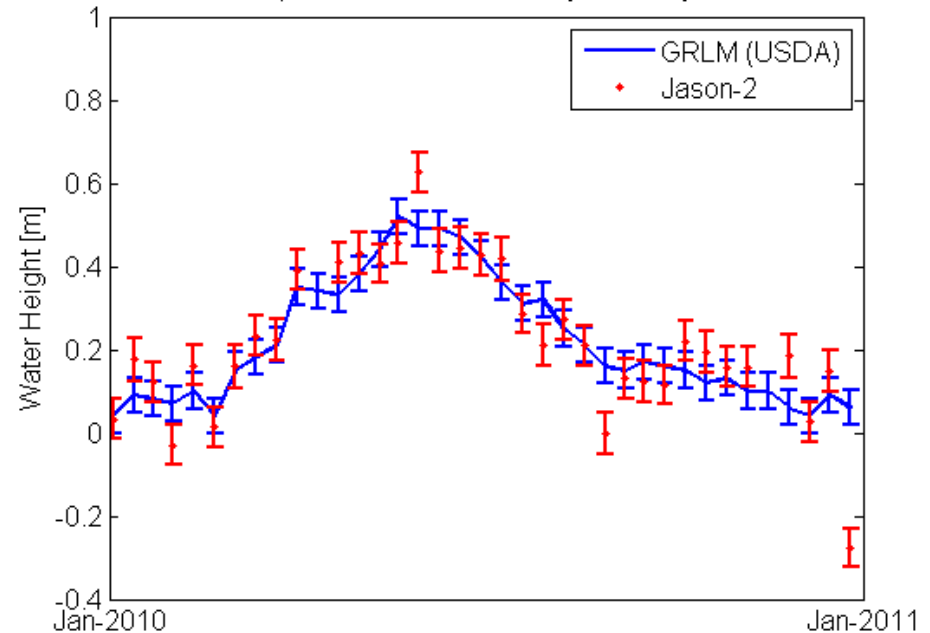
Gebiet B: starke Landkontamination



Retracker	Mission					
	Topex/Poseidon			Jason-1		
	σ_d [m]	ρ	Outl.	σ_d [m]	ρ	Outl.
ITR	0.50	54.8%	0	0.09	95.4%	3
Method-I	2.43	10.8%	0	0.09	95.0%	4
Method-II	0.45	61.5%	0	0.08	95.3%	3

14

Lake Victoria, Area B: GRLM (USDA) and Jason-2



Bestimmung von LLHs über Inlandgewässern

- Besser je moderner das verwendete Altimeter
- Benötigt angepasste Retrackingalgorithmen
- Abhängig vom Gewässer (Landeinfluss, Wetter, Witterung, etc.)

15

Ausblick

- Bestimmung der Näherungswerte aus der Analyse von Methode-II ist verbesserbar
- Umfassende Klassifikation der auftretenden Wellenformen
- Kombination verschiedener Missionen (Envisat, SARAL)

- **AVISO (2011)**, OSTM / Jason-2 Products Handbook. CNES / NASA, <http://www.aviso.oceanobs.com>. SALP-MU-M-OP-15815-CN, Issue 1.8.
- **Brown, G. S. (1977)**. The average impulse response of a rough surface and its applications. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. AP-25(No. 1):pp. 67–74.
- **Chelton, D. B., Ries, J. C., Haines, B. J., Fu, L.-L., and Callahan, P. S. (2001)**. Satellite altimetry. In Fu, L.-L. and (Ed.), A. C., editors, Satellite Altimetry and Earth Sciences: A Handbook of Techniques and Applications, pages pp. 1–132.
- **Deng, X. (2003)** Improvement of geodetic parameter estimation in coastal regions from satellite radar altimetry. PhD thesis, Curtin University of Technology
- **Guo, J., Chang, X., Gao, Y., Sun, J., and Hwang, C. (2009)**. Lake level variations monitored with satellite altimetry waveform retracking. IEEE Journal of Selected Topics in applied Earth observations and remote sensing, Vol. 2(No. 2):pp. 80–86.
- **Halimi A, Mailhes C, Tourneret JY, Thibaut P, Boy F (2013)** Parameter estimation for peaky altimeter waveforms. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing Vol. 51:pp. 1568–1577, DOI 10.1109/TGRS.2012.2205697
- **Uebbing, B. (2013)** Development of a toolbox for retracking satellite altimeter measurements. Master's thesis, Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn, Institut f. Geodäsie und Geoinformation
- **USDA/GRLM (2013)**. Satellite radar altimetry: Global reservoir and lake elevation database. U.S. Department of Agriculture's Foreign Agricultural Service (USDA-FAS) / NASA / University of Maryland, http://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer/global_reservoir/Default.aspx , (last checked: 25.08.2013).