



Multidekadische Gletschermassenbilanzierung in Hochasien anhand photogrammetrischer und interferometrischer Datenauswertung verschiedener Satellitensysteme

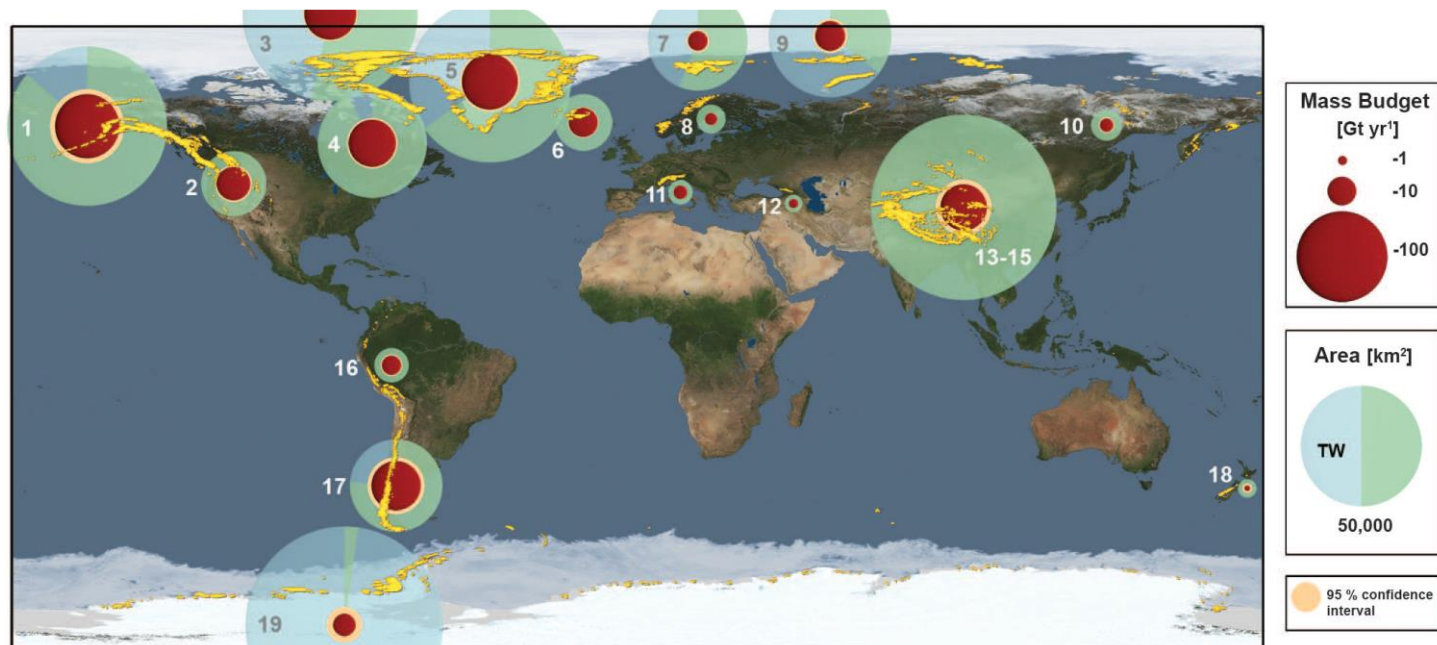
Gebhard Warth, Volker Hochschild

AKFE 2016, Halle



Gletschermassenbilanzierung

- Gletscher als mächtiger Wasserspeicher
- Erfassung terrestrischer Höhen
 - Ableitung von Volumenänderungen
 - Änderung des Wasserspeichers
 - Hydrologische Auswirkungen



Gardner



Ziel: Nutzung aktueller EO-Daten und Archivdaten verschiedener FE-Familien zur Massenbilanzierung von Gletschern

Gletschermassenbilanzierung: Höhendifferenzierung versch. Zeiträume

Quellen zur Höhengenerierung

Aktuelle SAR-Sensoren:
TanDEM-X

Aktuelle opt. Sensoren:
Pléiades (Tri-) Stereo

Optische Archivdaten:
KH-9 Hexagon



Gletschermassen-
bilanzen

Vorhandene Höhendaten

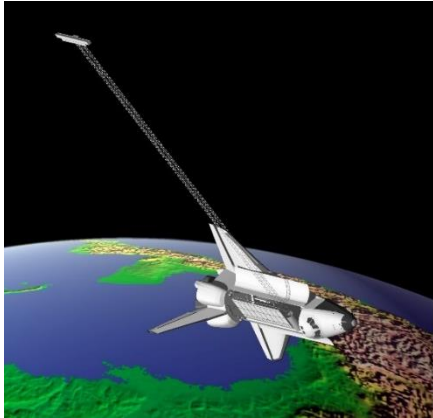
SRTM-C

SRTM-X





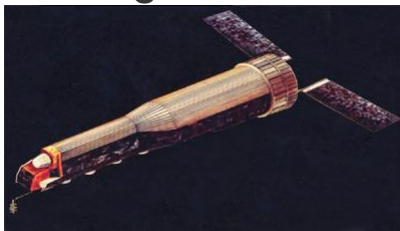
potenzielle Datenquellen



SRTM-C/-X



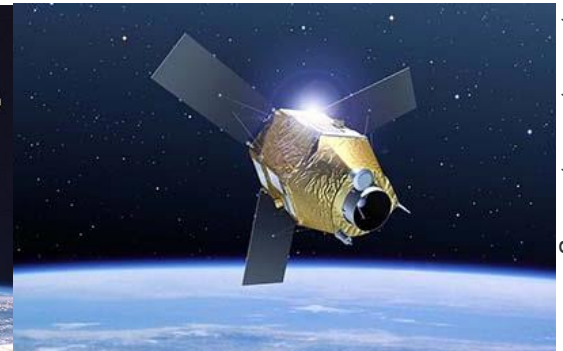
Hexagon/Corona



TanDEM-X



Pléiades

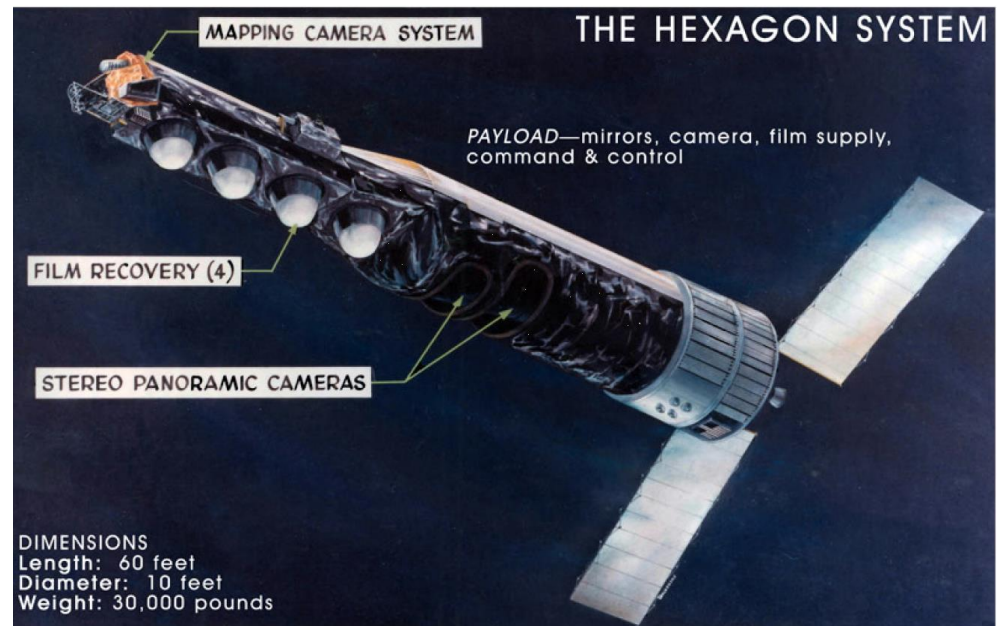


NRO, NASA, DLR, ESA, GoogleEarth



Hexagon

- US-Überwachungssatellit: 19 Missionen 1971 – 1986
- Orbithöhe: 150 – 690 km
- Brennweite: 12 Zoll
- Räumliche Auflösung: ~ 10 m
- Graustufen
- Deklassifiziert: 2011



US National Reconnaissance Office



KH-9 Mapping Camera Image of Moscow, USSR, 6 April 1979

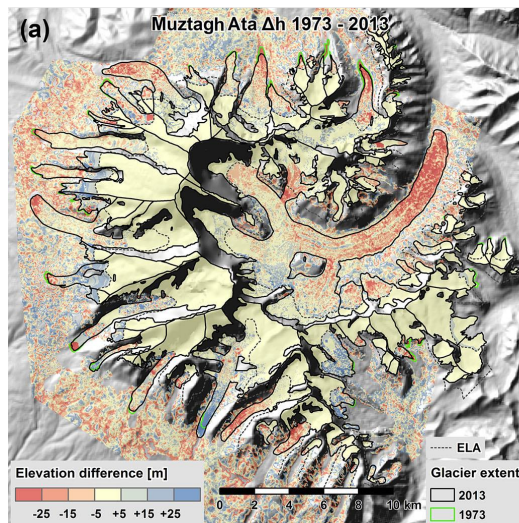


US National Reconnaissance Office

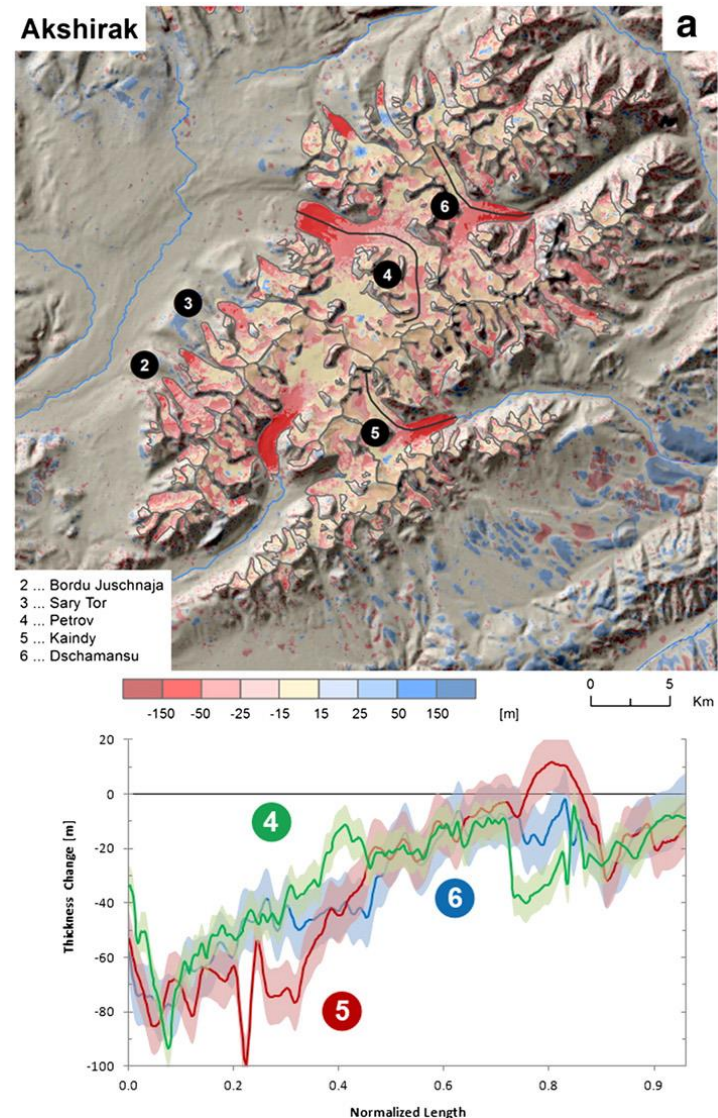
Hexagon in der Glaziologie

DGM-Generierung

- Holzer, N. et al. (2015)
- Pieczonka, T. u. Bolch, T. (2015)
- Westliches Tibetisches Plateau
- Stereoskopische Photogrammetrie



Holzer 2015



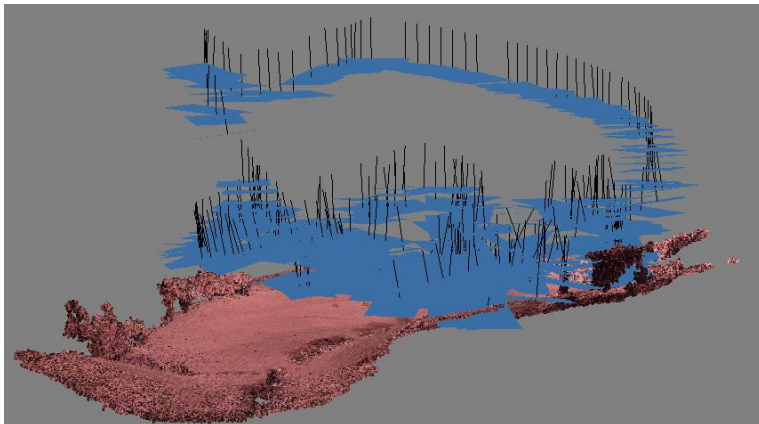


Structure from Motion (SfM)

Jeglicher Kameratyp

Rohdaten grundsätzlich verwendbar

- Automatisierte Bildregistrierung (SIFT)
- Ableitung interner/externer Orientierung
→ Sparse Cloud
- Berechnung der Tiefeninformation
→ Dense Cloud
- Geocodierung der Punktwolke anhand GCP

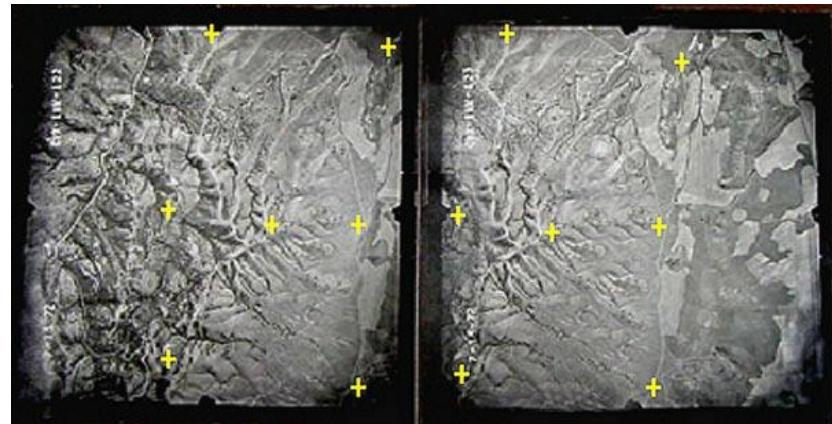


Stereophotogrammetrie

Metrische Kameras

Korrektur der inneren Orientierung

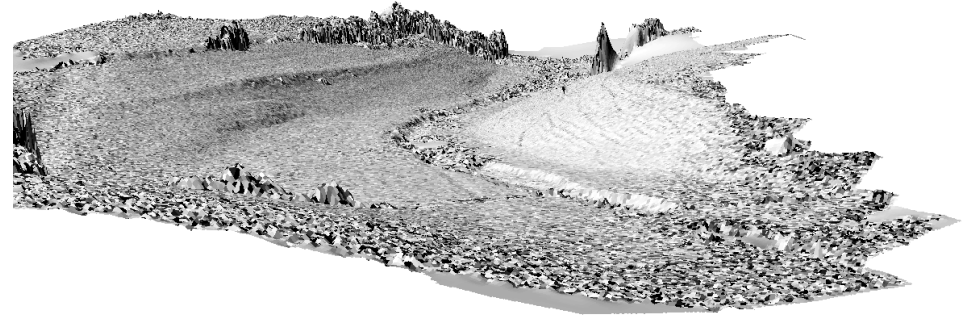
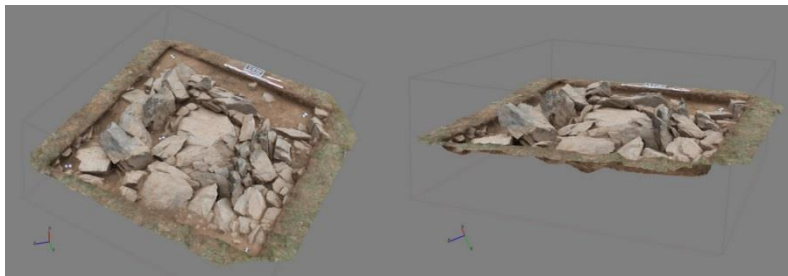
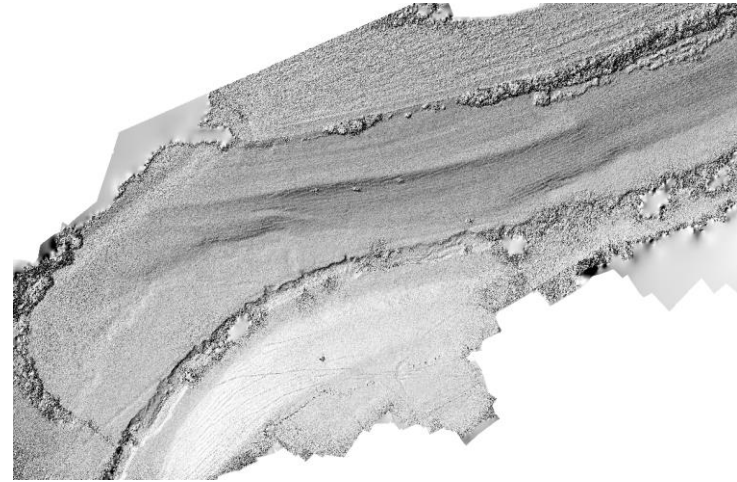
Ko-Orientierung der Aufnahmen



USGS

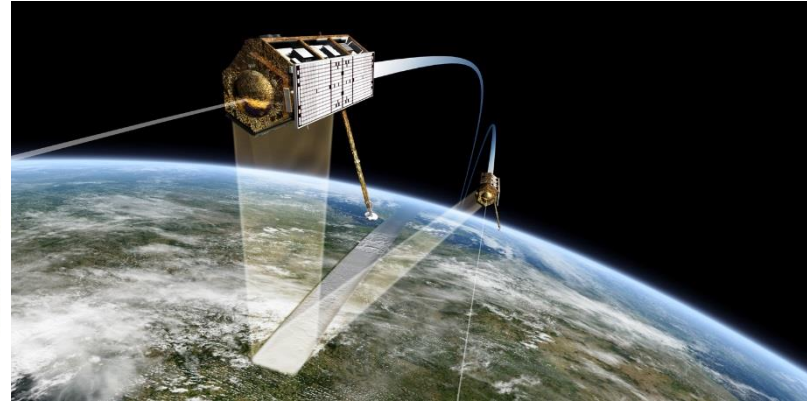
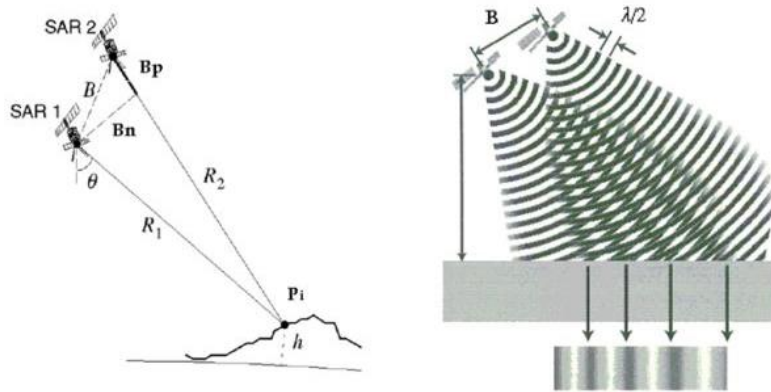


Structure from Motion (SfM)



Pierotti, C., Bemmann, J.

TanDEM-X Interferometrie



Kohärenz γ (Grad der Übereinstimmung) entscheidend über Qualität des Interferometrischen Produkts

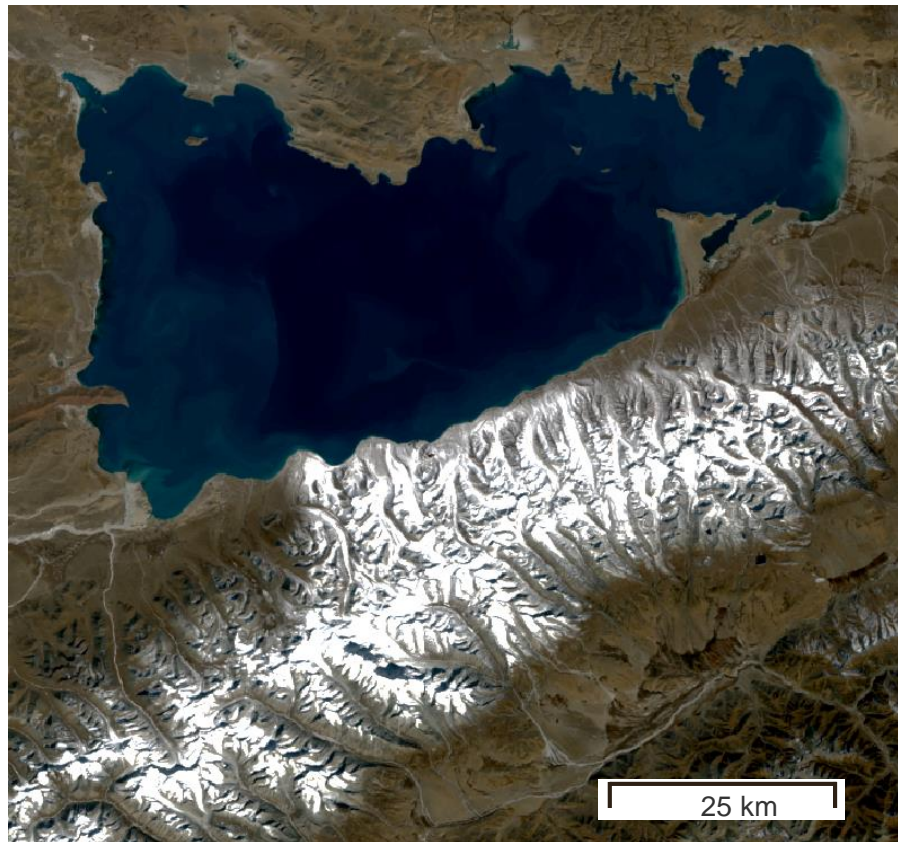
$$\gamma_{\text{int}} = \gamma_{\text{temp}} \cdot \gamma_{\text{geo}} \cdot \gamma_{\text{vol}} \cdot \gamma_{\text{Doppler}} \cdot \gamma_{\text{cor}} \cdot \gamma_{\text{amb}} \cdot \gamma_{\text{quant}} \cdot \gamma_{\text{SNR}}$$

TanDEM-X für interferometrische DGM-Generierung **sehr geeignet**

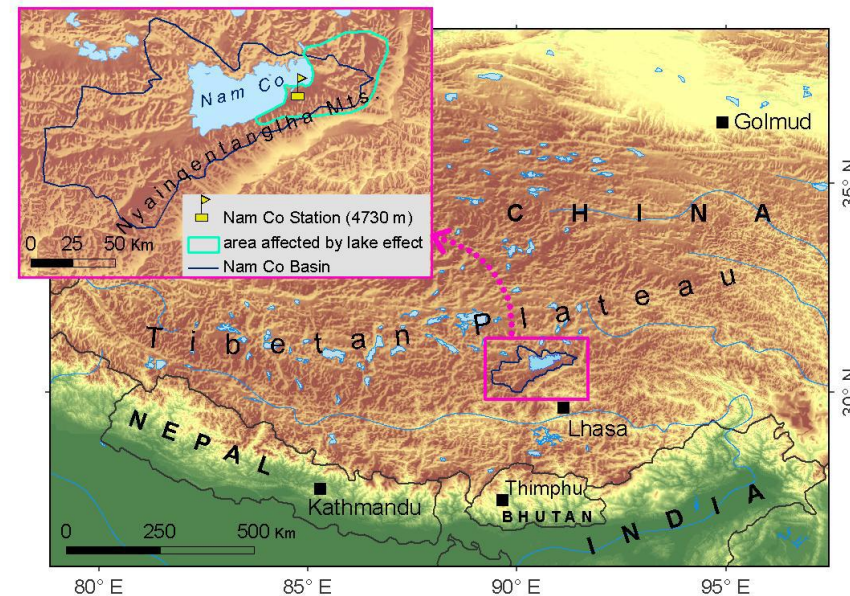


Nyainqentanglha-Gebirge (Tibet)

Landsat 8: 19.11.2015

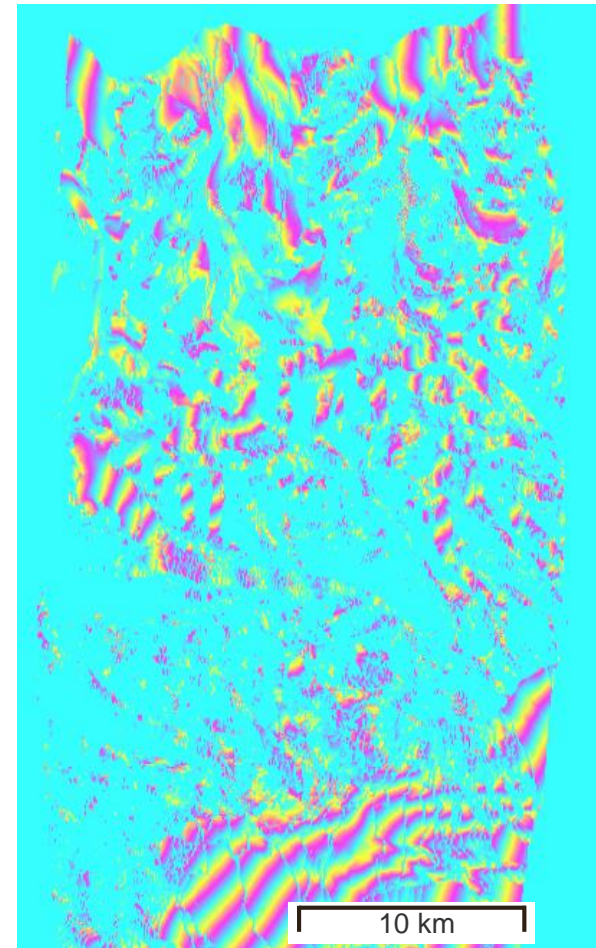
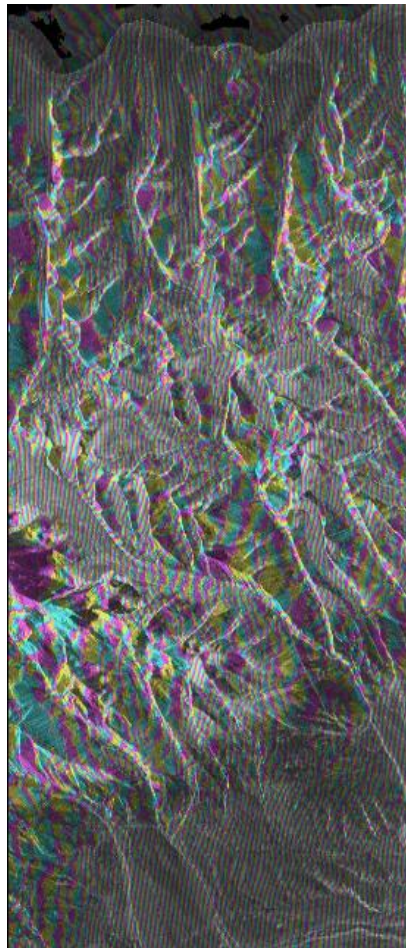
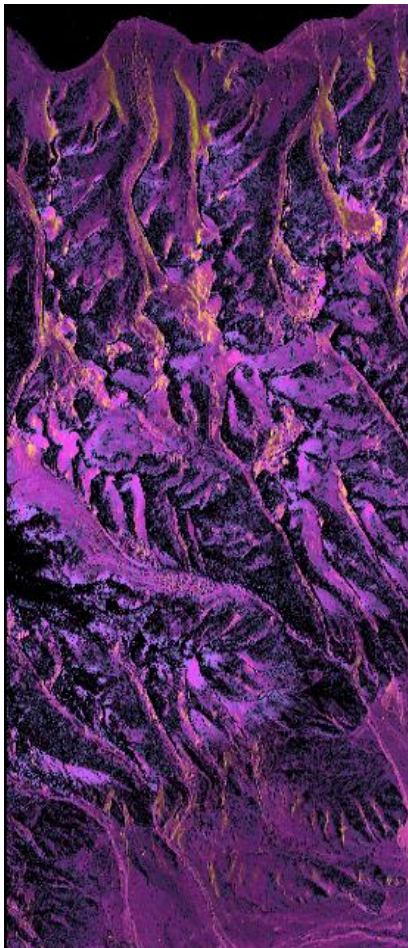


4500 – 7000 m.a.s.l.
410 mm Jahresniederschlag
Beeinflussung durch SO-Monsun



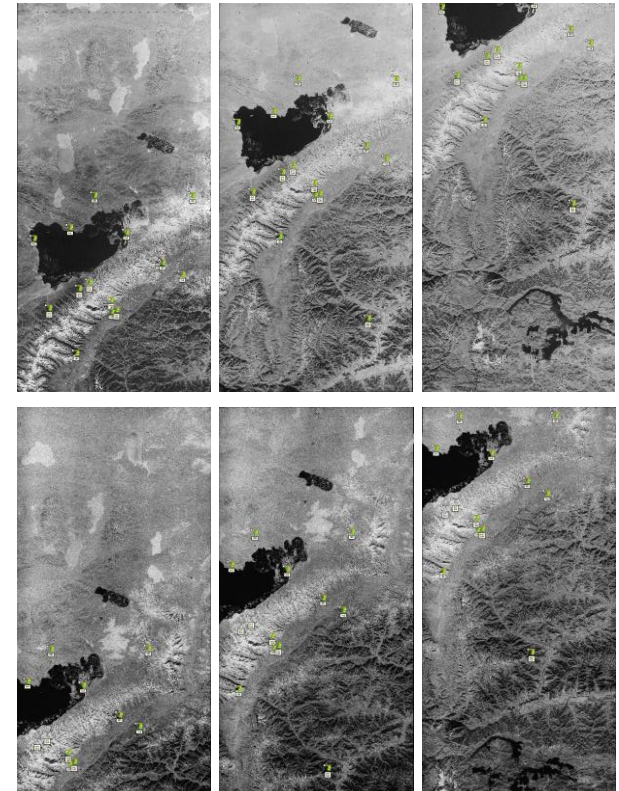
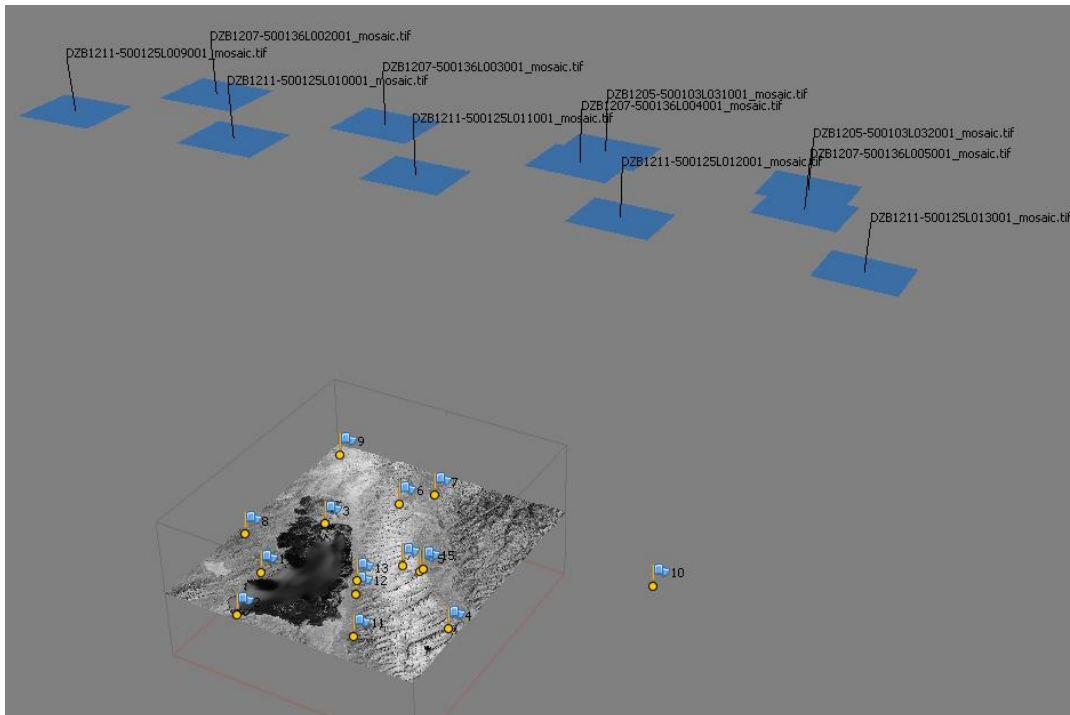


Vorergebnisse Interferometrie: B-Perp: 270m, 2015/11/29



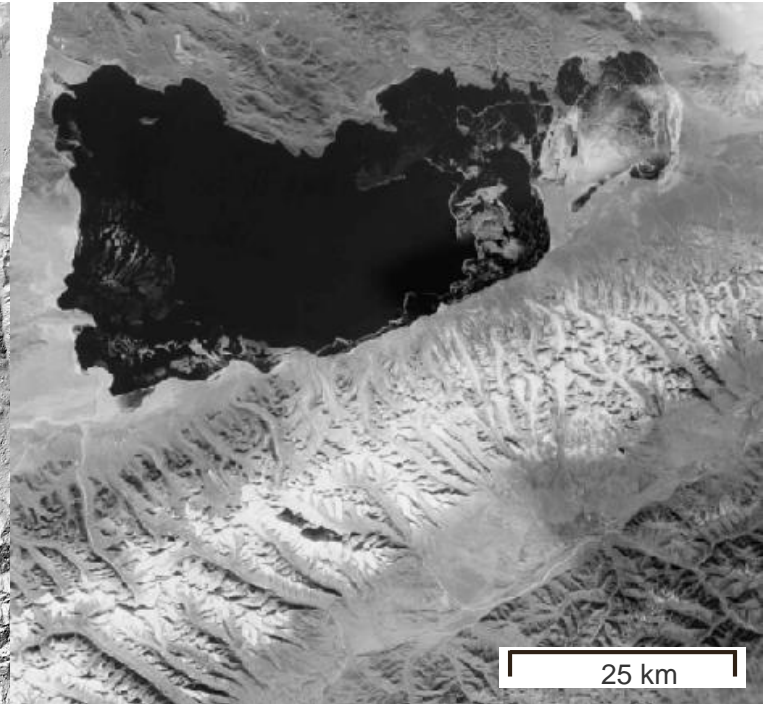
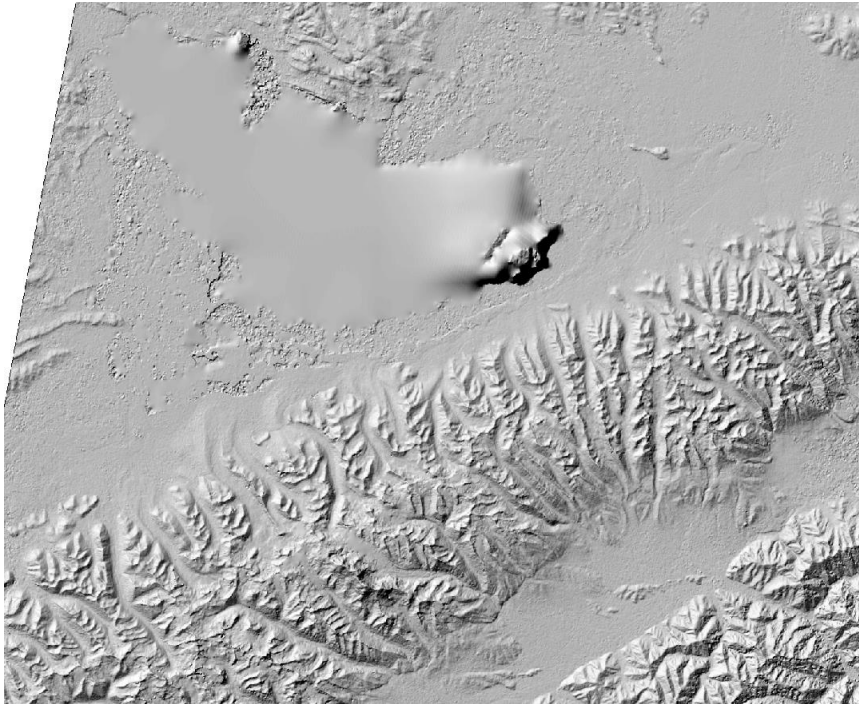


Ergebnisse Hexagon



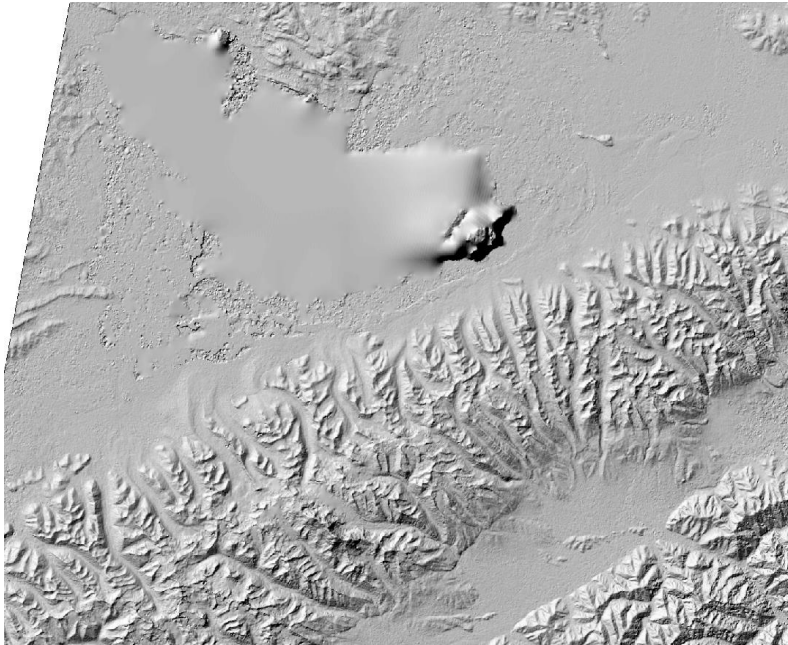


KH-9 Hexagon: Januar 1974

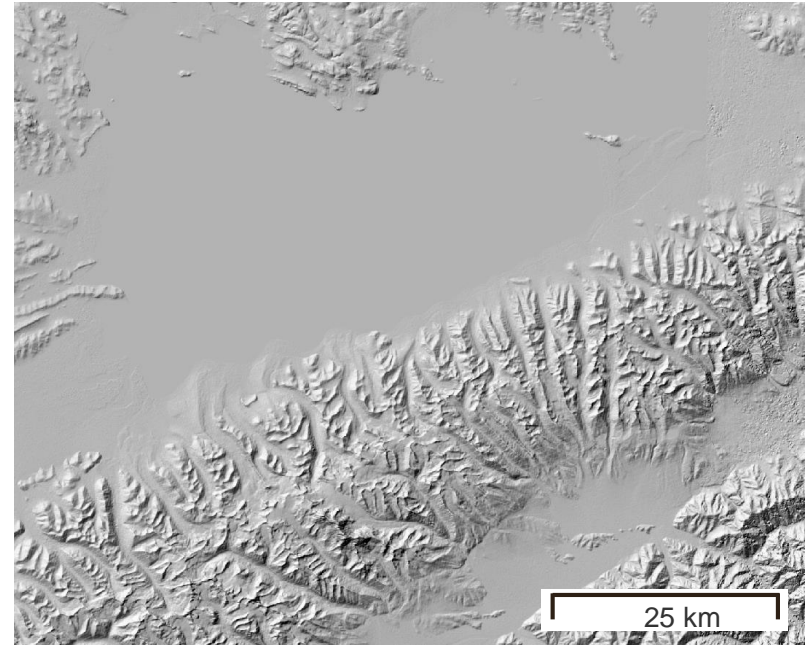




KH-9 Hexagon 1974



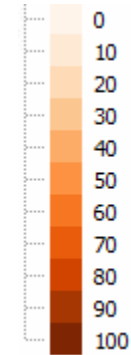
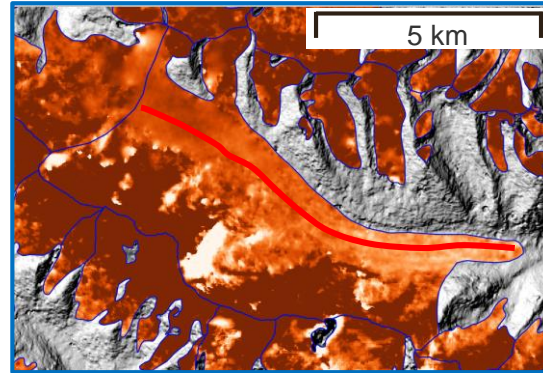
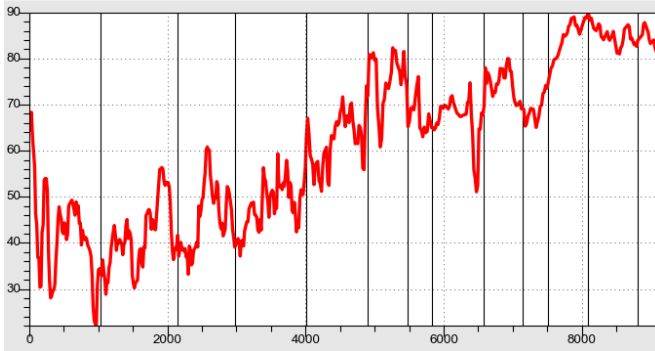
SRTM-C 2000



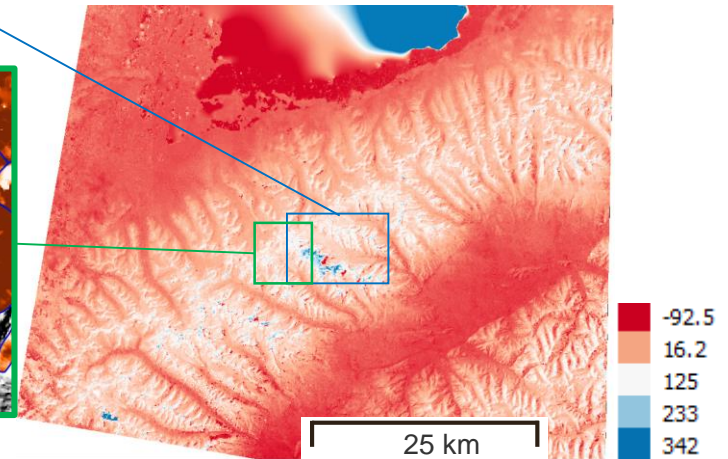
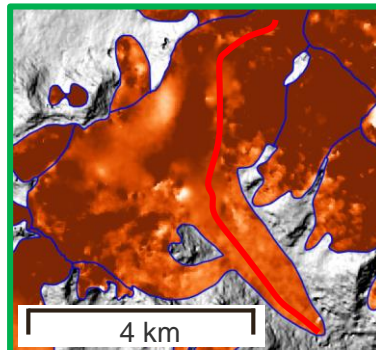
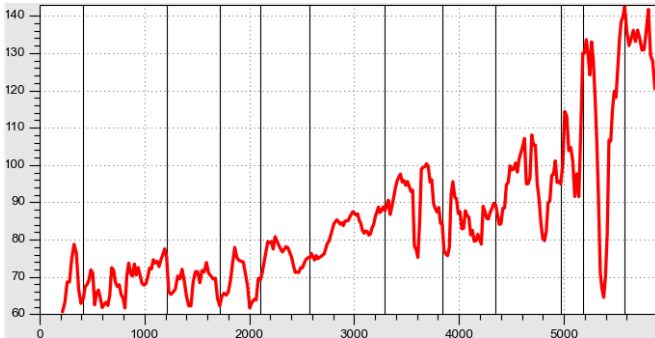


Differenzierung Hexagon-SRTM (1974 - 2000)

Xibu Gletscher



Panu Gletscher





Gletschermassenbilanz 1974 - 2000

Transformation der Höhendifferenzen in Volumendifferenzen

Angenommene Eisdichte: 900 kg/m^3 (Gardner et al. 2013)

	Xibu Gletscher (27,3 km ²)	Panu Gletscher (11,3 km ²)
dh (26 a)	- 70,8 m (+/- 20,9)	- 90,3 m (+/- 22,6)
dh/dt	- 2,72 m yr ⁻¹	- 3,47 m yr ⁻¹
dV/dt	- 2,72 m ³ yr ⁻¹	- 3,47 m ³ yr ⁻¹
Massenbilanz	- 244,8 mm w.e. yr ⁻¹	- 312,3 mm w.e. yr ⁻¹

Gardelle et al. (2013): 2000 – 2013 - 0,39 m yr⁻¹

Gardner et al. (2013): 2003 – 2008/2009 - 0,30 m yr⁻¹

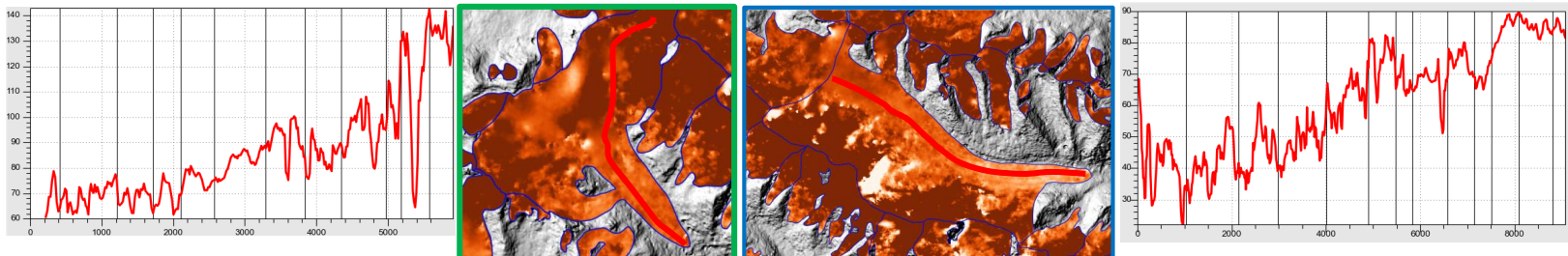
Neckel et al. (2014): 2003 – 2008/2009 - 0,81 m yr⁻¹

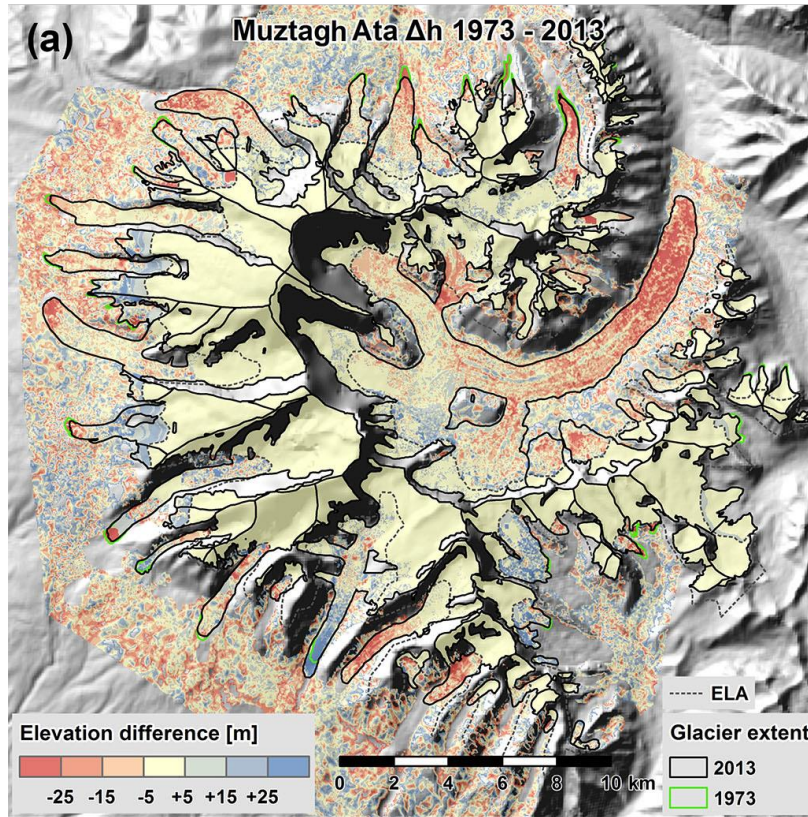
Käab et al. (2015): 2003 – 2008 - 1,34 m yr⁻¹



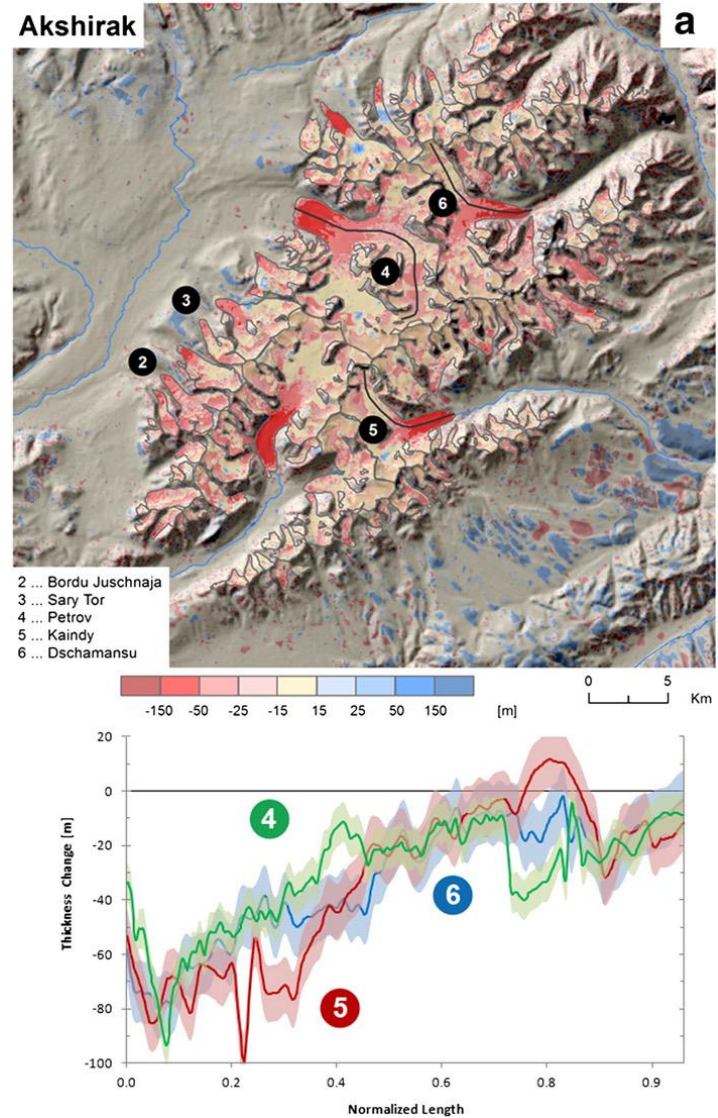
Erste Erkenntnisse

- SfM ermöglicht Höhengenerierung von KH-9-Daten
- Höhendifferenzen von Erwartungen abweichend
- SfM-Methodik zeigt Schwächen auf Bereichen niedrigen Kontrasts, keine Korrelationen
- Ausreichende Anzahl an Aufnahmen benötigt
- Berücksichtigung von unterschiedlichen Eindringtiefen





Holzer 2015

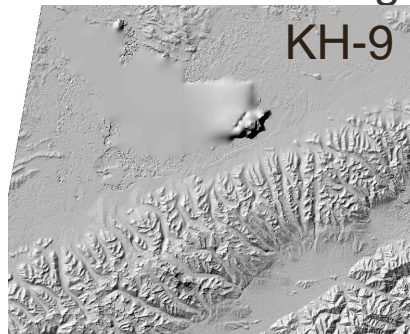




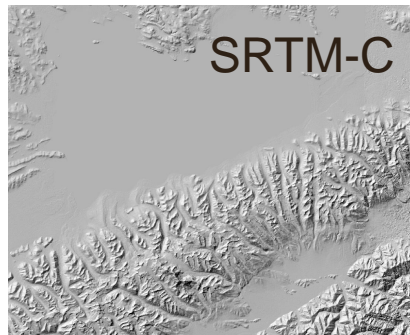
Weiteres geplantes Vorgehen

- Kontrastverbesserung optischer Daten, Verzerrungskorrektur
- Einbindung unabhängiger Information (Laseraltimetrie)
- DGM-Produkte optischer Sensoren und Radarsensoren niedriger temp.

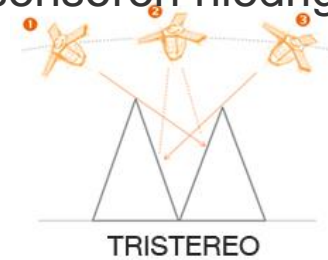
Baseline benötigt



KH-9

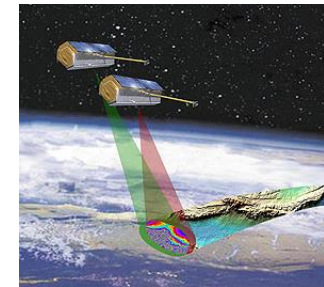


SRTM-C



TRISTEREO

Pléiades

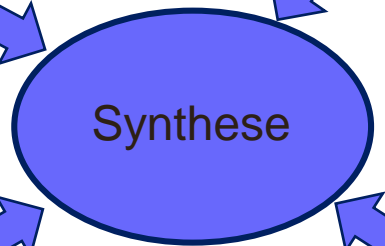


TanDEM-X



Sentinel-1 (C-Band)

Airbus Defence, DLR





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Gebhard Warth

AG Physische Geographie und Geoinformatik, Prof. Dr. Hochschild
Universität Tübingen

gebhard.warth@uni-tuebingen.de