



ABENIS AG



EURAC
research

Terrestrisches Laserscanning Potential, Eigenschaften Anwendungen



Inhalt

- Terrestrial Laserscanning (TLS) im Verbund anderer Monitoring Messysteme
- Kenngrößen und Genauigkeitskriterien
- Methoden der Datenauswertung
- Anwendungsbeispiele
- Zusammenfassung






	GNSS	Terrestrial survey	Terrestrial laser scanning	Airborne laser scanning	Airborne photogrammetry	Terrestrial Satellite Aperture Radar (SAR)	Spaceborn SAR
Platform	Terrestrial: On site	Terrestrial: On site	Terrestrial: Ground base close to site	Remote: Plane/Helicopter	Remote: Plane	Terrestrial: Ground base close to site	Remote: Satellite
Resolution (mountain regions)	Single Point measurement	Single Point measurement	few cm	> 50cm	> 25cm	> 1m @ 1km	> 1m
Range	Local	Local	Local	Regional	National	Local	National
Dimensionality	Direct 3D point coordinates	Direct 3D point coordinates	Direct 3D surface coordinates	Direct 3D surface coordinates	Indirect 3D surface coordinates	Direct 1D coordinate differences	Direct 1D coordinate differences
Accuracy	cm-mm	mm	cm	dm	dm-m	mm	cm-mm
Image information	Not available	Not available	Referenced images	Not available	Multiband image information	Not available	Not available
Natural radiation	Independent	Independent	Independent	Independent	Dependent	Independent	Independent
Shadow effects	Satellite Shadowing	No influence	surface shadowing; Vegetation	Vegetation	In steep terrain	surface shadowing; Vegetation	If radar incidence angle > slope Vegetation

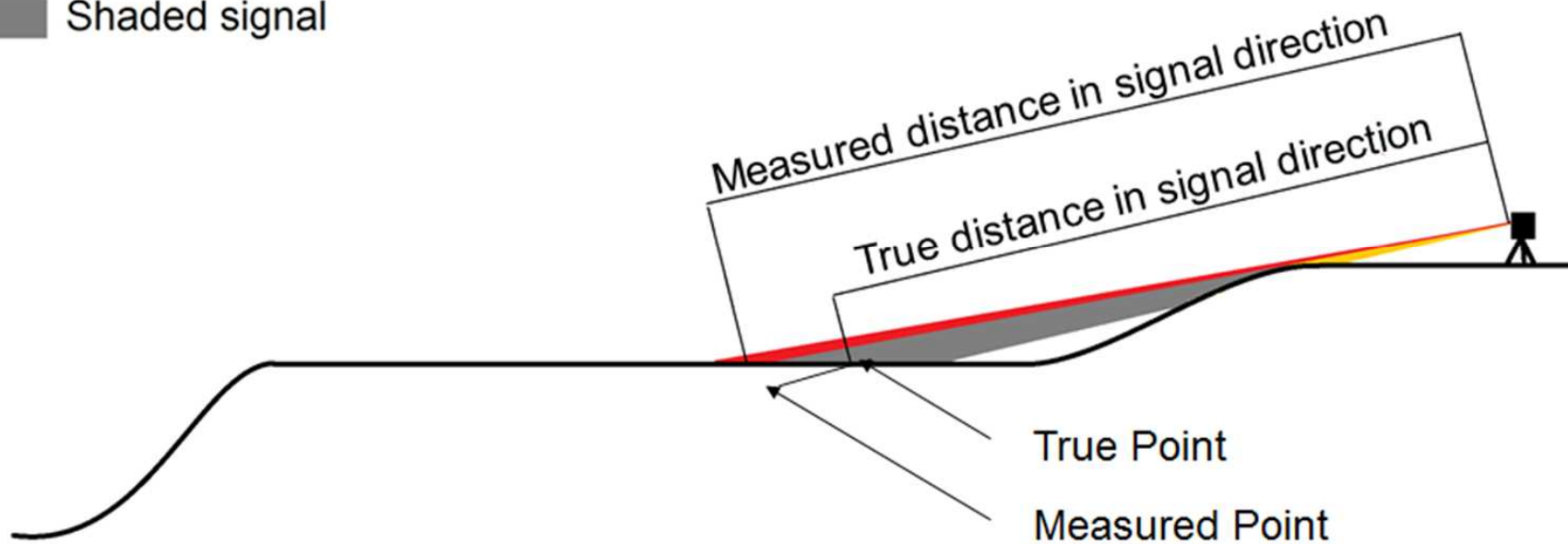


Wichtige Kenngrößen

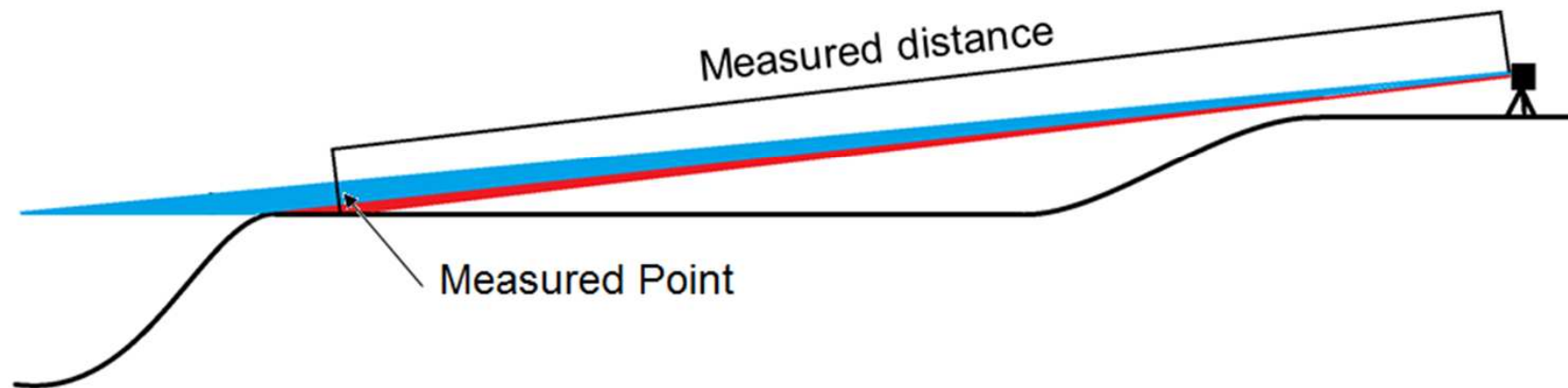
- Laser Divergenz / »Footprint«
→ Entfernunsabhängigkeit !



-  First target
-  Second target
-  Shaded signal



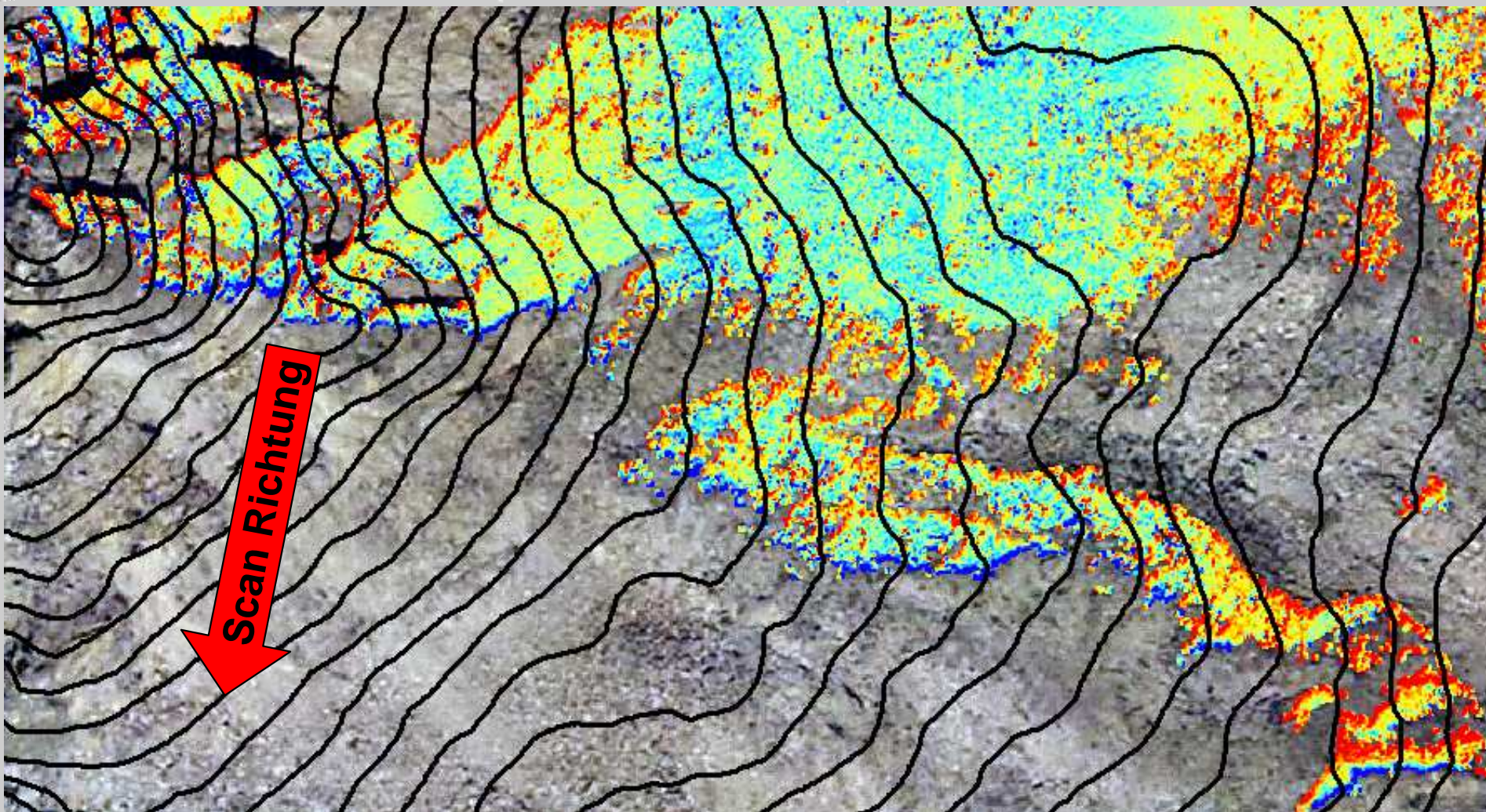
 Target
 No target



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Endkonferenz / Conferenza finale
Bozen, 18/12/2014





Wichtige Kenngrößen

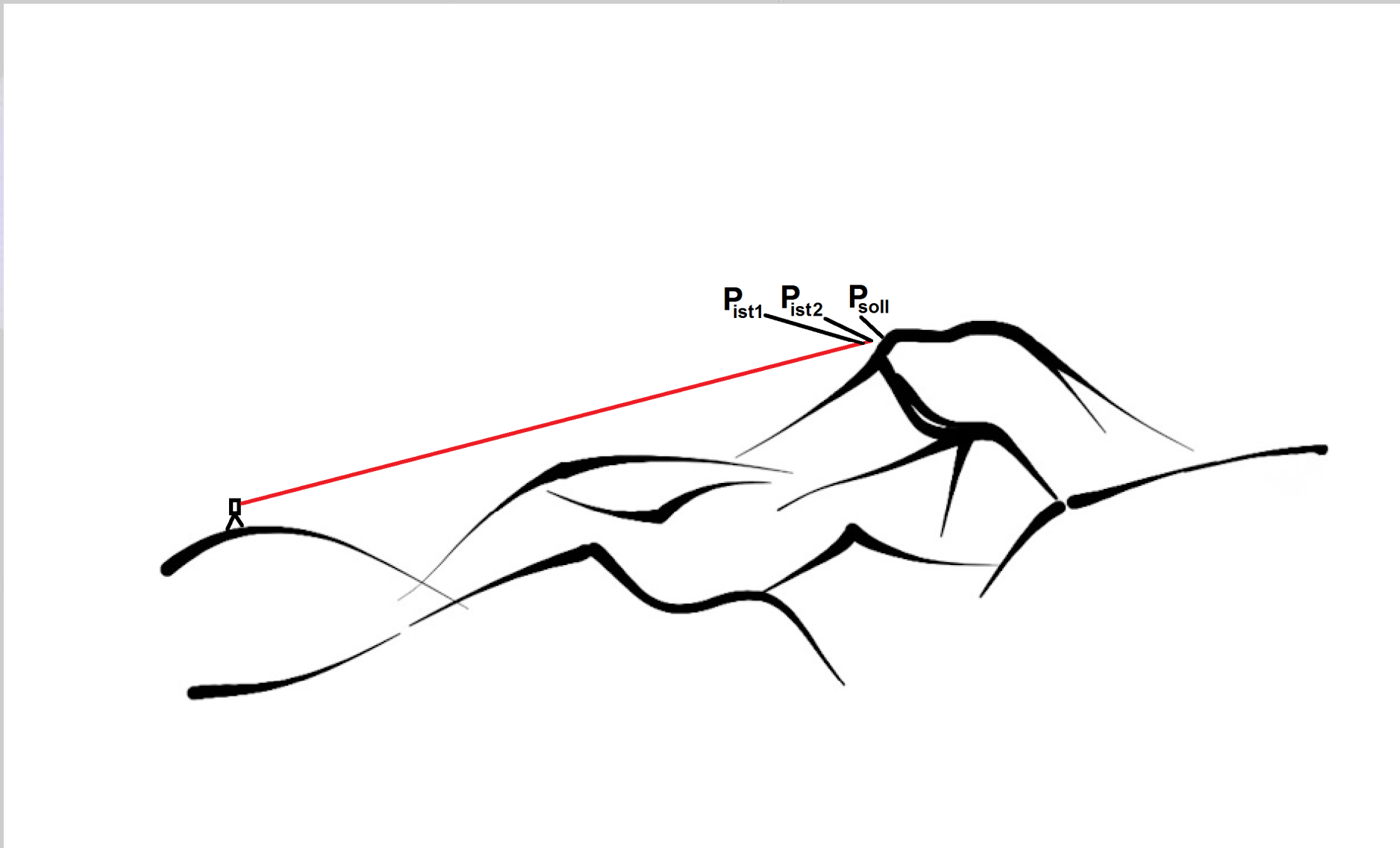
- Laser Divergenz
- Messgeschwindigkeit
 - bis zu $> 200'000$ Messungen/sek
 - Messdauer ~ Genauigkeit



Wichtige Kenngrößen

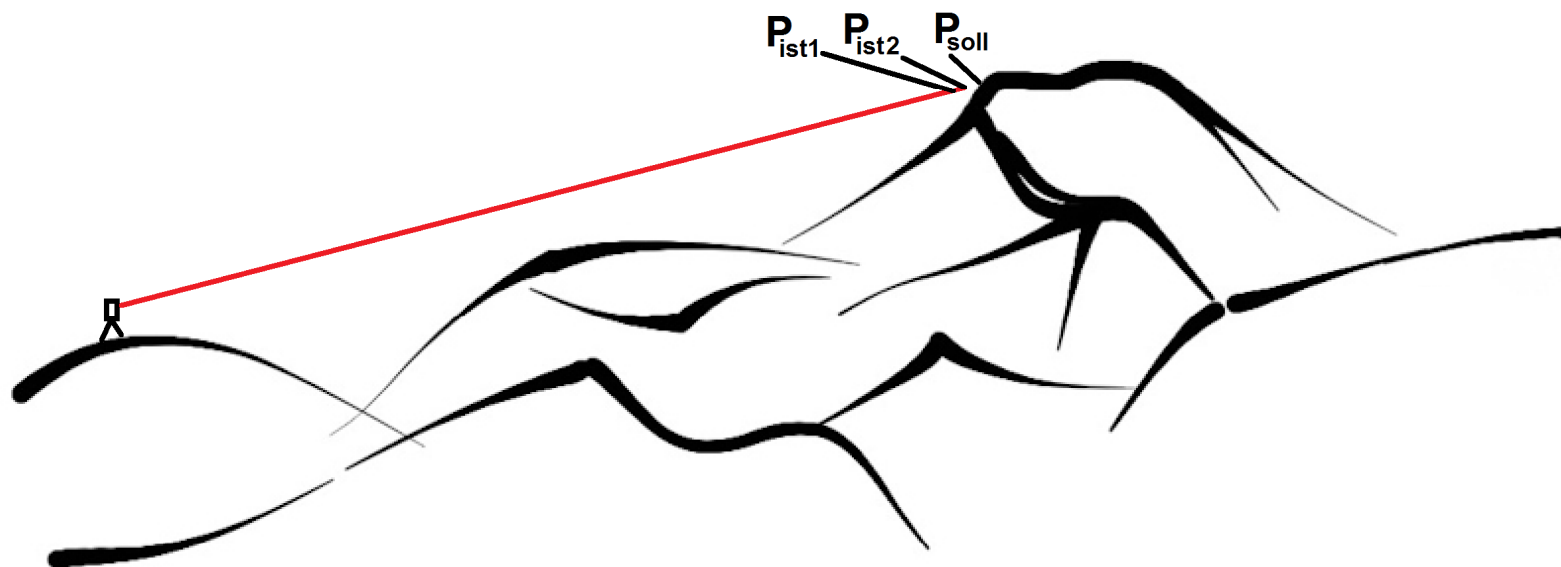
- Laser Divergenz
- Messgeschwindigkeit
 - bis zu $> 200'000$ Messungen/sek
 - Messdauer \sim Genauigkeit
- Absolute/relative Einzelpunkt Genauigkeit





$$S_{rel} = P_{ist1} - P_{ist2}$$

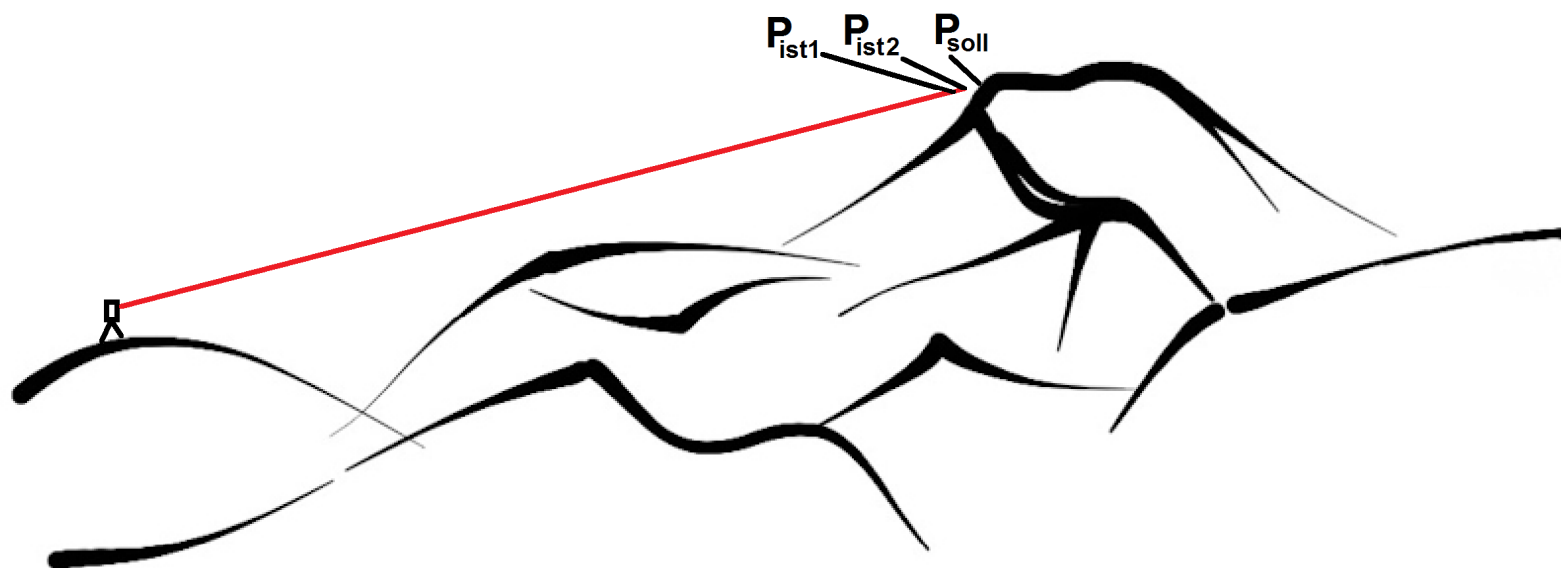
$$S_{abs} = \bar{P}_{ist} - P_{soll}$$



$$S_{rel} = P_{ist1} - P_{ist2}$$

$$S_{abs} = \bar{P}_{ist} - P_{soll}$$

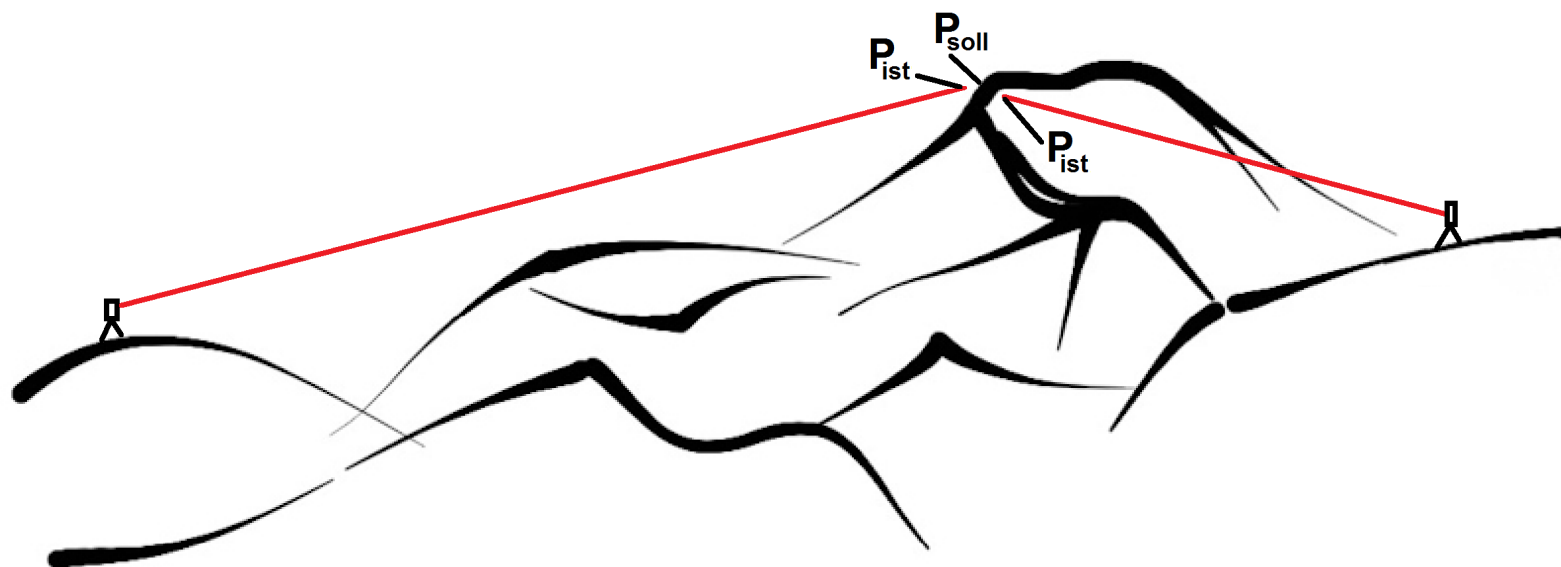
- S_{rel} entscheidend bei einzelner Scanposition
- Zufälliger Fehler → Filterbar durch Punktdichte/Redundanz



- S_{abs} entscheidend bei mehreren Scanposition (Entfernungsabhängigkeit!)

$$S_{rel} = P_{ist1} - P_{ist2}$$

$$S_{abs} = \bar{P}_{ist} - P_{soll}$$



Wichtige Kenngrößen

- Laser Divergenz
- Messgeschwindigkeit
- Absolute/relative Einzelpunkt Genauigkeit
- Wellenlänge

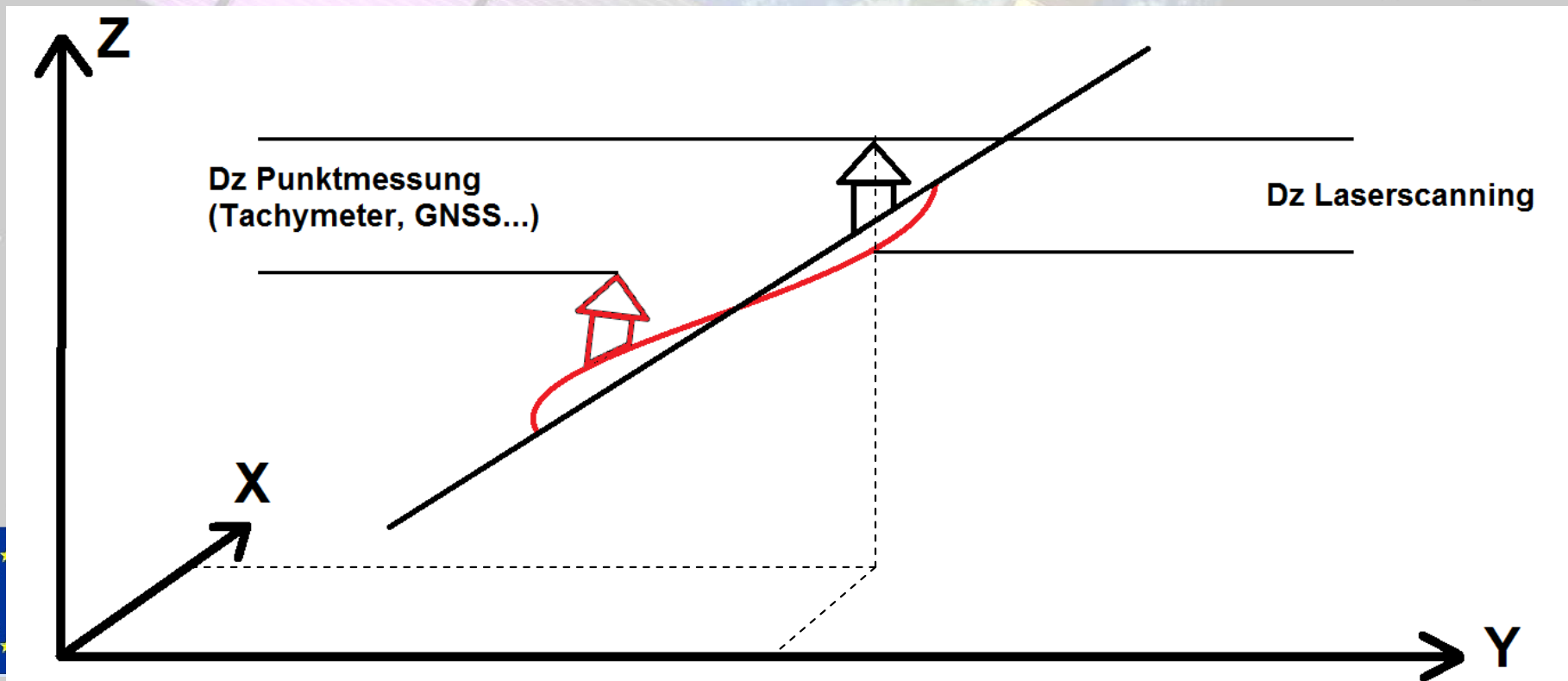


- Referenzierung
 1. ICP ($\geq 20\%$ stabiler Scanbereich)
 2. Festpunkt + ≥ 2 Anschlusspunkte
 3. ≥ 3 gut verteilte Anschlusspunkte (Positionierung vs. Orientierung)
 4. GNSS + ≥ 2 Anschlusspunkte



Methoden der Datenauswertung

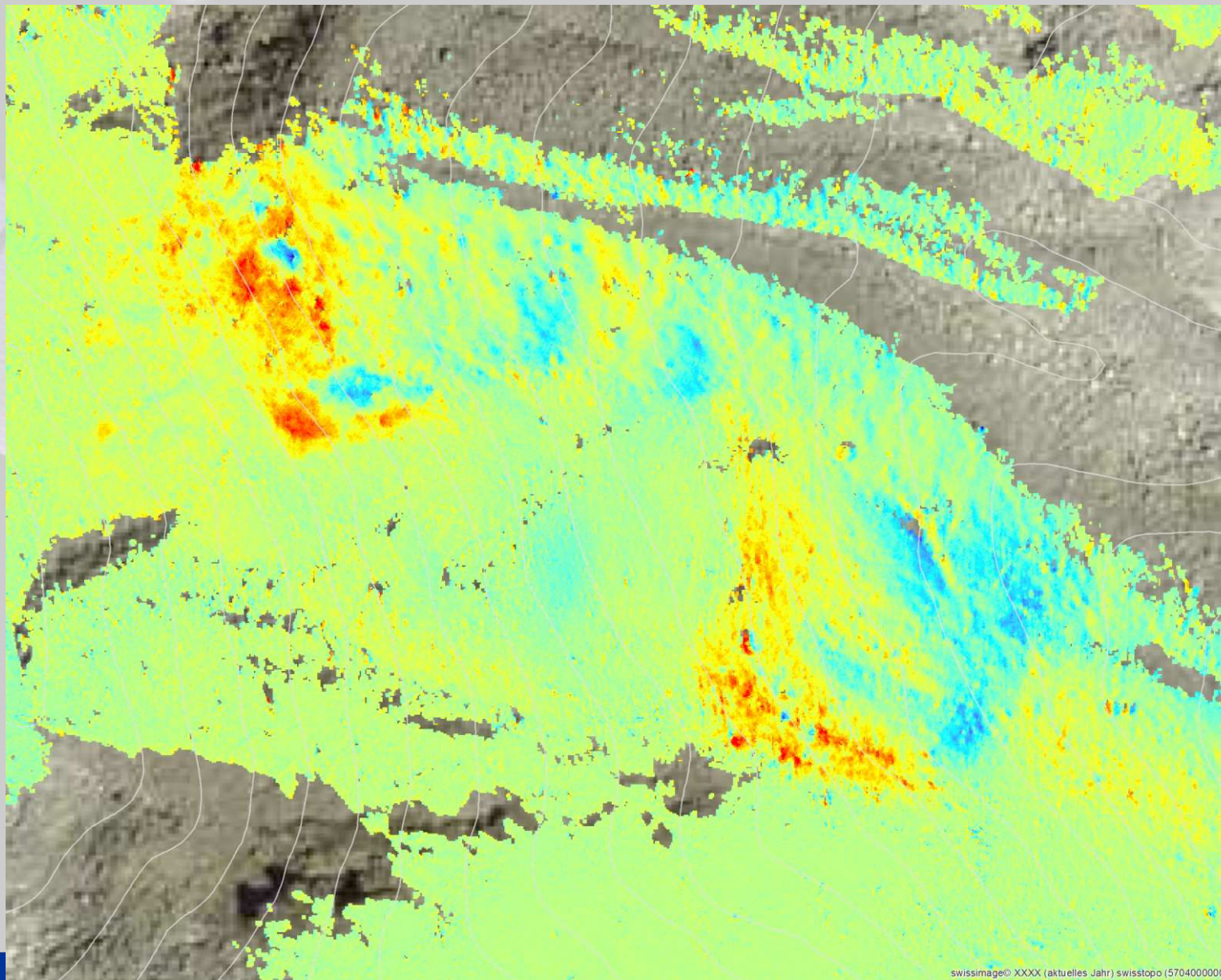
TLS misst keine Bewegung von Oberflächenpunkten sondern Veränderungen an einem Punkt im Bezugssystem



Methoden der Datenauswertung

- Differenz DTM -> Deformationen in 1D





Methoden der Datenauswertung

- Differenz DTM -> Deformationen in 1D
- Horizontale Kriechraten aus Oberflächenstruktur -> Horizontale Bewegung in 2D

Surface



**Low pass
(Raw topography)**

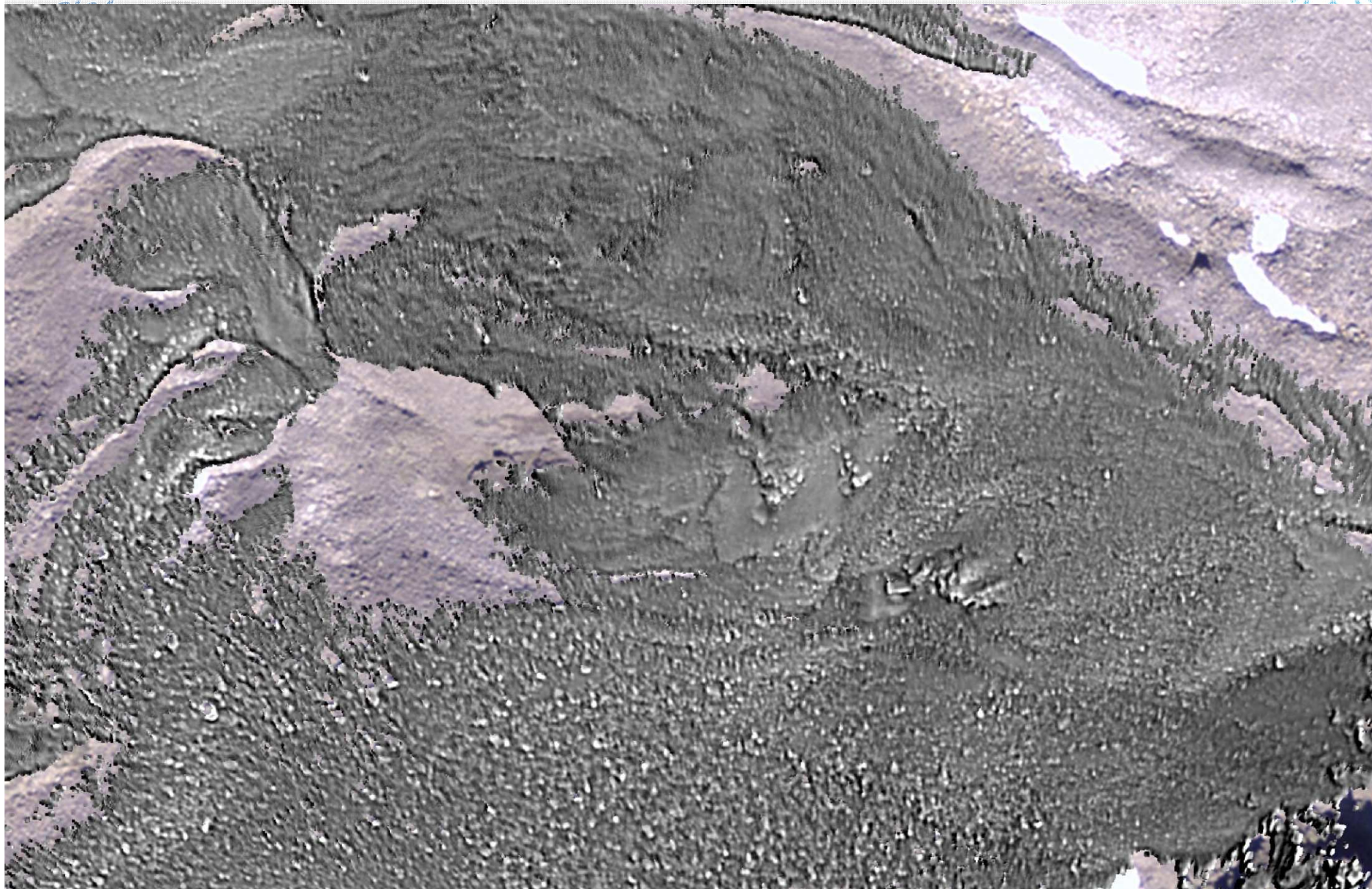


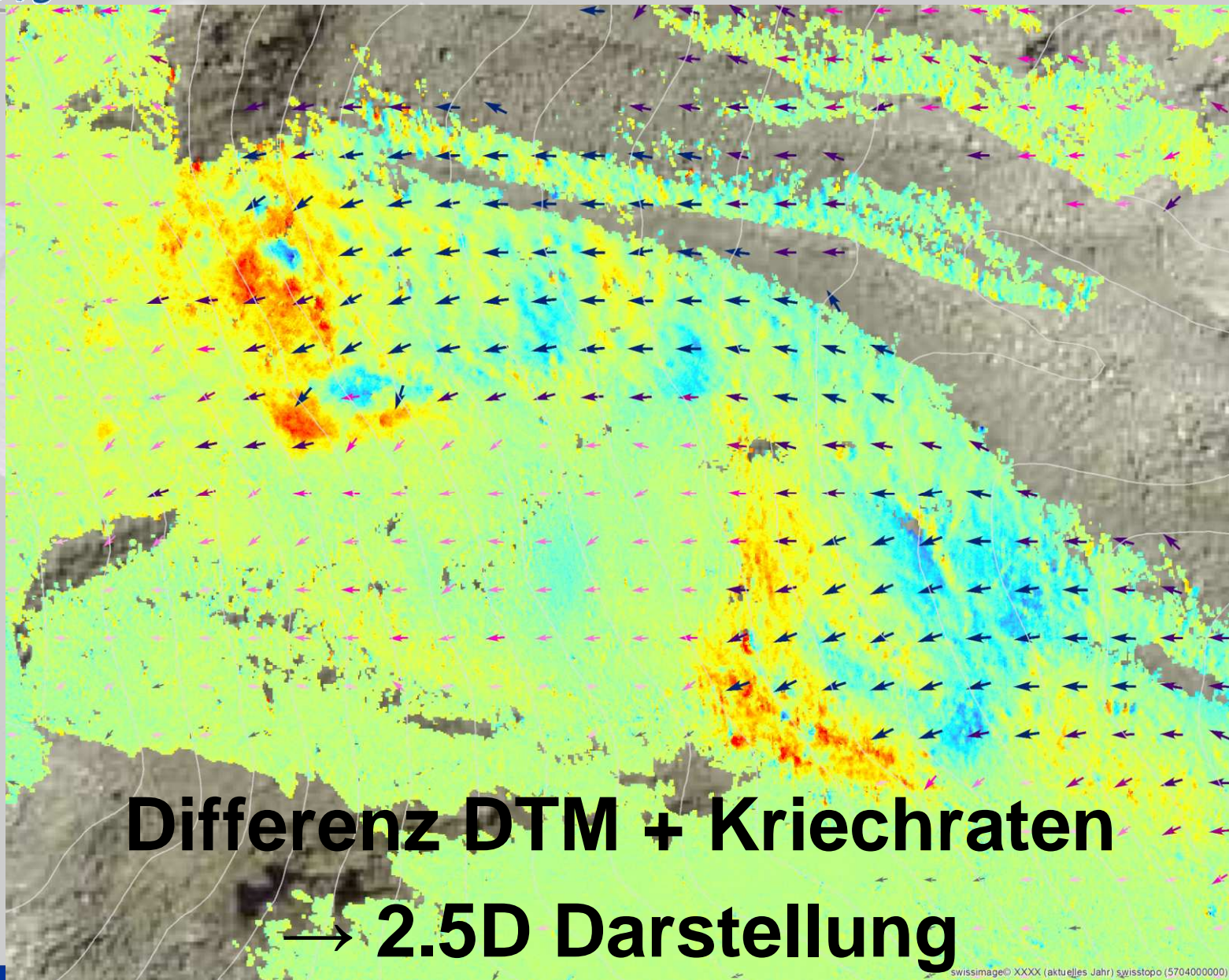
-

**High Pass
(high frequent surface structure)**

=







Differenz DTM + Kriechraten → 2.5D Darstellung

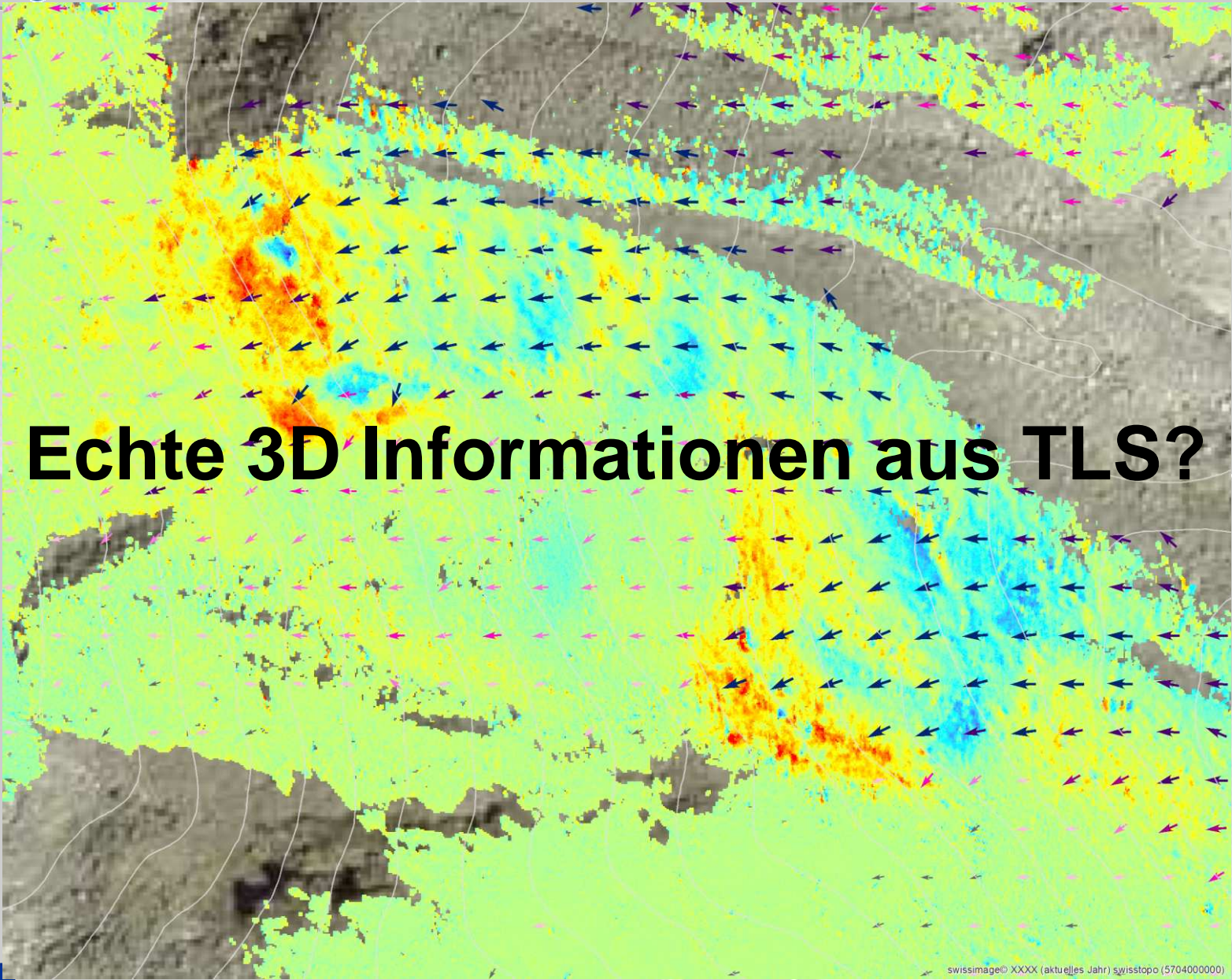
swissimage© XXXX (aktuelles Jahr) swisstopo (570400000)



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Endkonferenz / Conferenza finale
Bozen, 18/12/2014





Echte 3D Informationen aus TLS?

swissimage© XXXX (aktuelles Jahr) swisstopo (570400000)



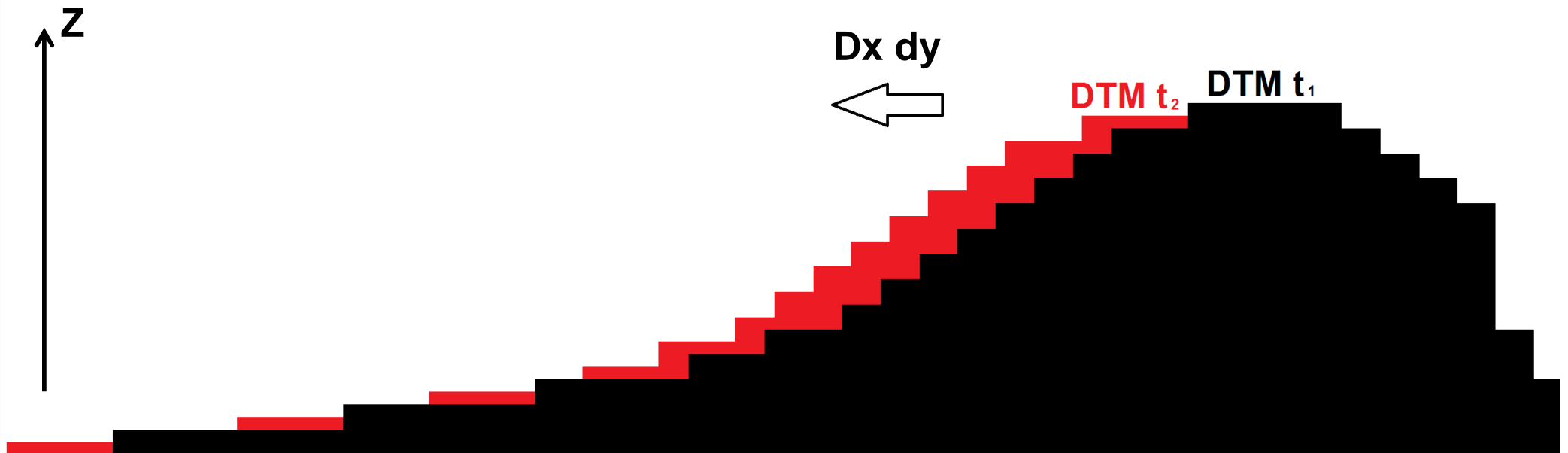
Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Endkonferenz / Conferenza finale
Bozen, 18/12/2014



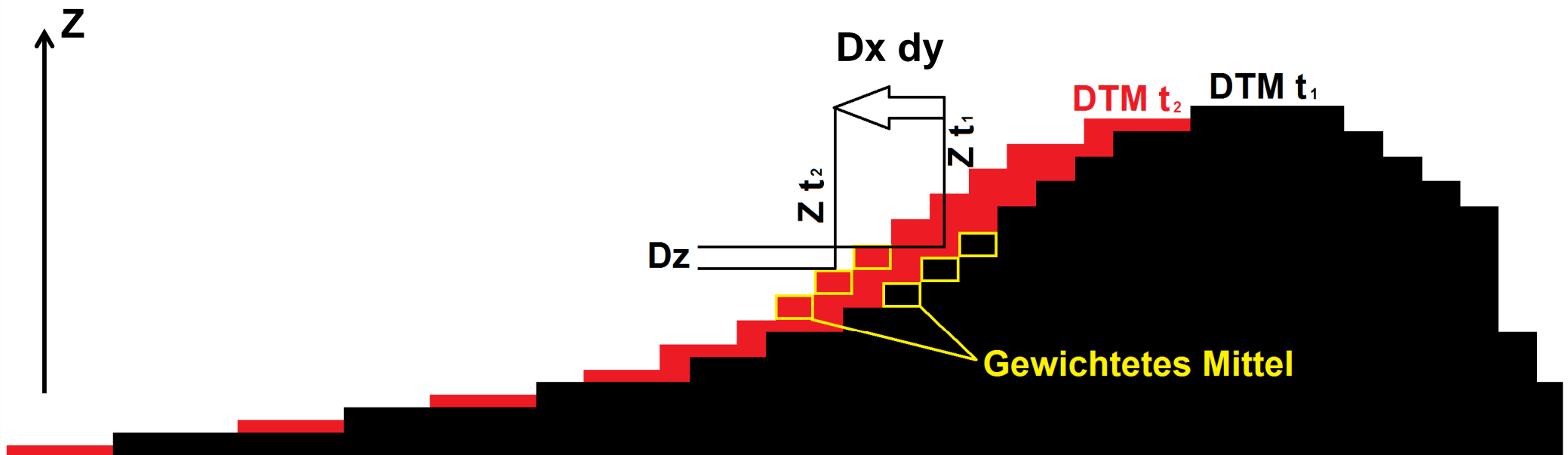
Methoden der Datenauswertung

- Ansatz: Höhenkomponente über gewichtetes Mittel



Methoden der Datenauswertung

- Ansatz: Höhenkomponente über gewichtetes Mittel der 3x3 Umgebung

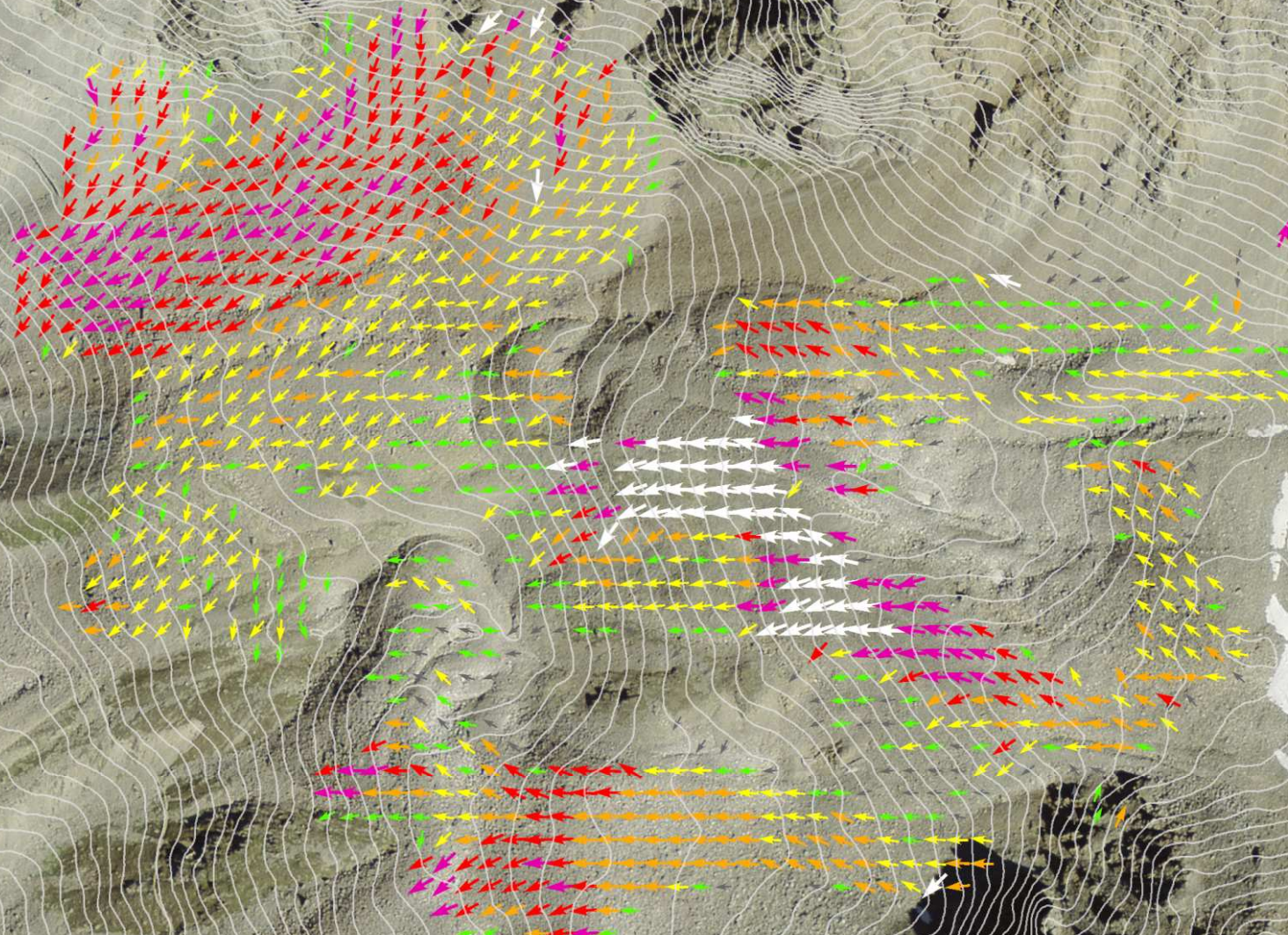


Methoden der Datenauswertung

- Differenz DTM + Kriechraten
→ 2.5D Darstellung
- 3D Vektoren aus 2D + Rasterhöhenextraktion
- Direkte 3D Vektoren aus
Iterative closest point (ICP) Algorithmus???



Anwendungsbeispiel



Kriechraten
2009 - 2014
[cm]

- ↑ < 5
- ↑ 5 - 20
- ↑ 20 - 30
- ↑ 30 - 40
- ↑ 40 - 50
- ↑ 50 - 100
- ↑ > 100

Zusammenfassung

- TLS: Präzise Fernerkundung lokaler, flächiger Bewegungen
- Abhängig von Oberflächenstruktur
- 3D Deformationen nicht trivial zu extrahieren
- Anspruchsvolle Fehlerabschätzung durch Vielzahl unterschiedlicher, z.T. räumlich differenziell wirksamer Fehlereinflüsse



Weitere Genauigkeitskriterien

- Stabiler Stand
- Messgeometrie (schleifende Schnitte!)
- Referenzierung
- **Unter optimalen Voraussetzungen
Deformationen $\geq 1\text{cm}$ @ x-100m
erfassbar**



Pro:

- Laserscanning prädestiniert für kleinskalige Phänomene



Pro:

- Laserscanning prädestiniert für kleinskalige Phänomene
- Genauigkeit genügt Überwachung der allermeisten Massenbewegungen



Pro:

- Laserscanning prädestiniert für kleinskalige Phänomene
- Genauigkeit genügt Überwachung der allermeisten Massenbewegungen
- Einsetzbar in unzugänglichem Terrain

Pro:

- Laserscanning prädestiniert für kleinskalige Phänomene
- Genauigkeit genügt Überwachung der allermeisten Massenbewegungen
- Einsetzbar in Unzugänglichem Terrain
- Flächendeckende Überwachung



Pro:

- Laserscanning prädestiniert für kleinskalige Phänomene
- Genauigkeit genügt Überwachung der allermeisten Massenbewegungen
- Einsetzbar in Unzugänglichem Terrain
- Flächendeckende Überwachung
- Gute Interpretation durch 3D Info + Bilder



Kontra:

- Datenlücken durch Abschattungseffekte



Kontra:

- Datenlücken durch Abschattungseffekte
- Abhängig von Oberflächenstruktur zur Bestimmung von Kriechbewegungen

Kontra:

- Datenlücken durch Abschattungseffekte
- Abhängig von Oberflächenstruktur zur Bestimmung von Kriechbewegungen
- Fehlereinflüsse durch Vegetation