

# SCHNEE UND EISTIEFENMESSUNG MITTELS GEORADAR



**Philipp Schaer**

# Inhalt

- Vorstellung Geosat
- Ground Penetrating Radar (GPR)
  - Funktionsprinzip
  - Anwendungen
- Schneetiefenmessung
  - Beispiel 1: Skipistenmanagement
  - Beispiel 2: Berechnung der Wasserreserven im Vallon de Rechy (VS)
- Eistiefenmessung
  - Beispiel 3: Eisdicke in Skigebiet Tignes (F)
  - Beispiel 4: Bedrock-Modell des Turtmanngletschers (VS)

# Wer ist Geosat?

- 2000: Gründung durch Ch.Hagin und P.Lathion
- 2004: Spezialisierung auf Kartierung mit GeoRadar und Echolot
- 2006: Fusion mit Frossard Geomatik in Sion
- 2006: Beginn der Aktivitäten zur Staumauerüberwachung
- 2008: Lancierung von GeoSnow (GIS-System für Pistenmanagement)
- 2010: Terrestrisches Laserscanning

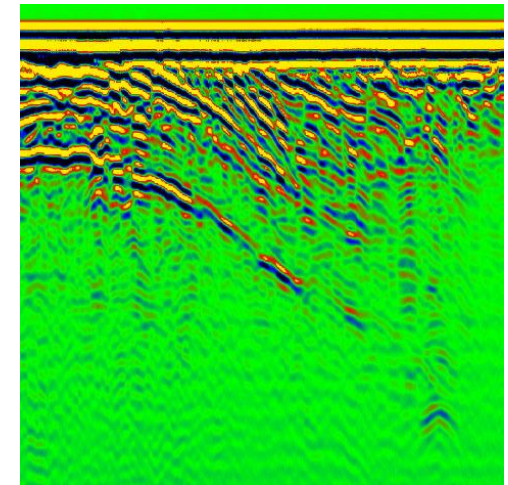
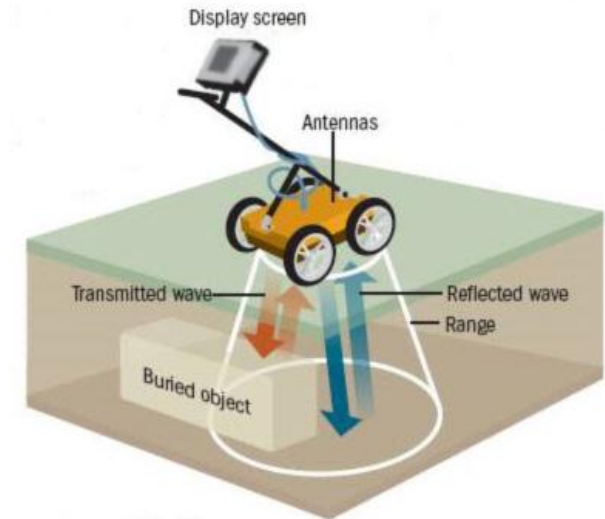


## Geosat Team 2012

- 6 Vermessungsingenieure
- 4 Geomatiker
- 2 Lehrlinge
- 2 Feldgehilfen
- 1 Sekretärin

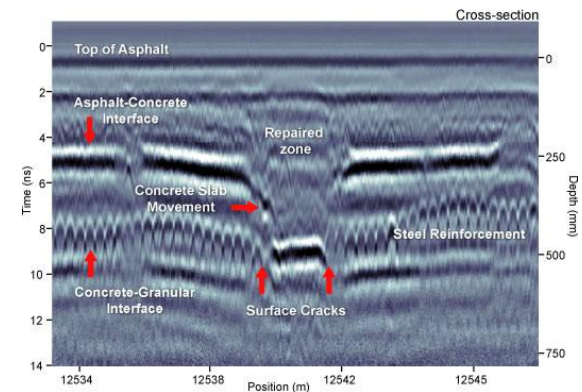
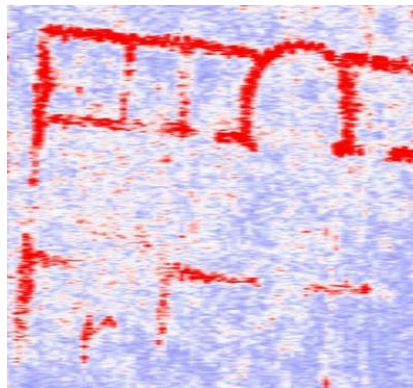
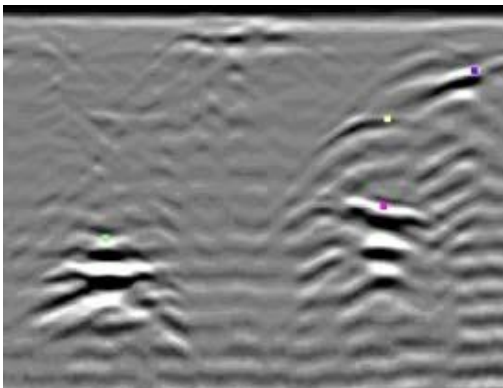
# GeoRadar: Funktionsprinzip

- Abstrahlung eines elektromagnetischen Impulses (10 MHz - 1.5 GHz) in den Untergrund
- Reflexion durch Änderungen der elektrischen und magnetischen Eigenschaften
- Registrierung der zurückgestrahlten Energie und Amplituden als Funktion der Laufzeit
- Falls **Dielektrizitätszahl** ( $\epsilon_r$  Luft  $\approx 1$ ,  $\epsilon_r$  Wasser  $\approx 80$ ,  $\epsilon_r$  Eis  $\approx 1-3$ ,  $\epsilon_r$  Boden trocken  $\approx 4$ ,  $\epsilon_r$  Boden feucht  $\approx 30$ ) bekannt kann aus den Laufzeiten die Tiefe berechnet werden
- Bewegung der Antenne ermöglicht profilhafte Abbildung der elektromagnetischen Eigenschaften des Untergrundes



# GPR: Anwendungen

- Leitungsortung
- Archäologie
- Strassenbelagsschäden
- Hydrogeologie
  - Grundwasser
  - Schnee und Eis
- ...



# Beispiel I: Georadar für Pistenmanagement

## GIS-System zum Skipistenmanagement

- Harmonische Verteilung der Schneedecke im ganzen Skigebiet
- Verhindern eines verfrühten Auftretens von Landflecken
- Optimierung der Pistenbearbeitung



# Beispiel I: Georadar für Pistenmanagement

## 1. Hardware

**GPS Box**  
(Position mit Infos zur Winde, Fräse und Motor)



**Georadar Box**  
(Schneehöhenmessung)

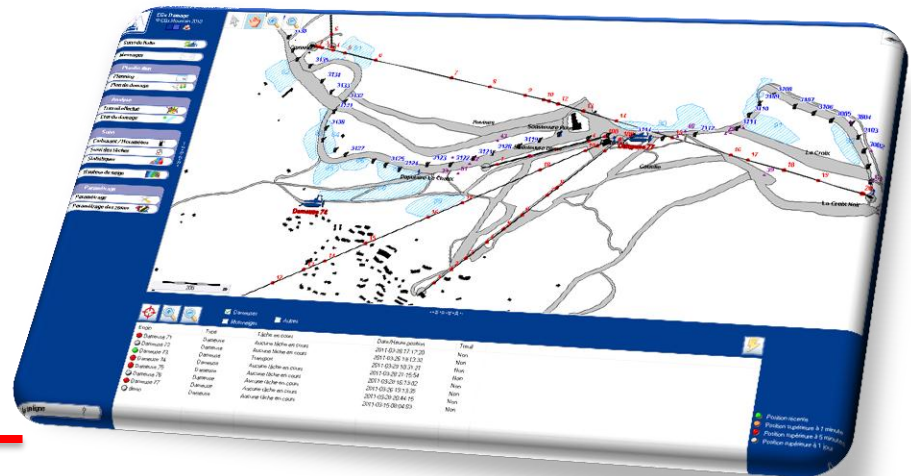


2. Übertragung per Wifi / GPRS

**3. Server**  
Wifi oder GPRS



**4. GIS (Geographisches Informations-System)**

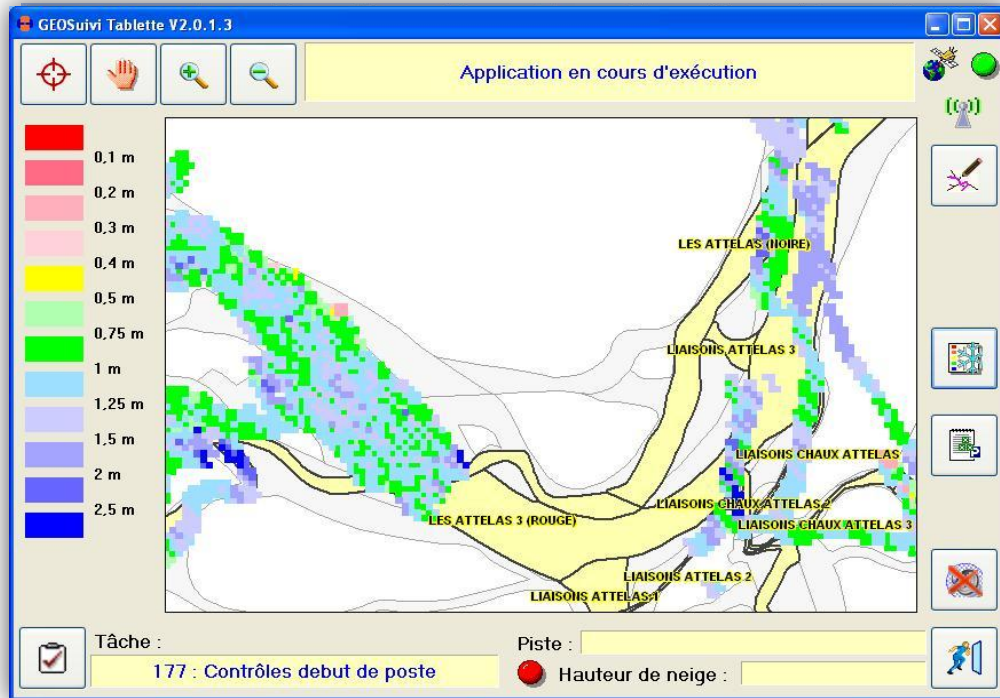


**Laptop PC mit Touchscreen**



Ahorn 2012, Davos

# Beispiel I: Georadar für Pistenmanagement



Der Radar (SnowScan, 500 MHz) unter dem Pistenfahrzeug übernimmt das Messen der Schneehöhe



Verbunden mit dem Laptop im Fahrzeug wird eine Schneehöhenkarte erstellt und via Wifi oder GPRS an den Server gesendet.

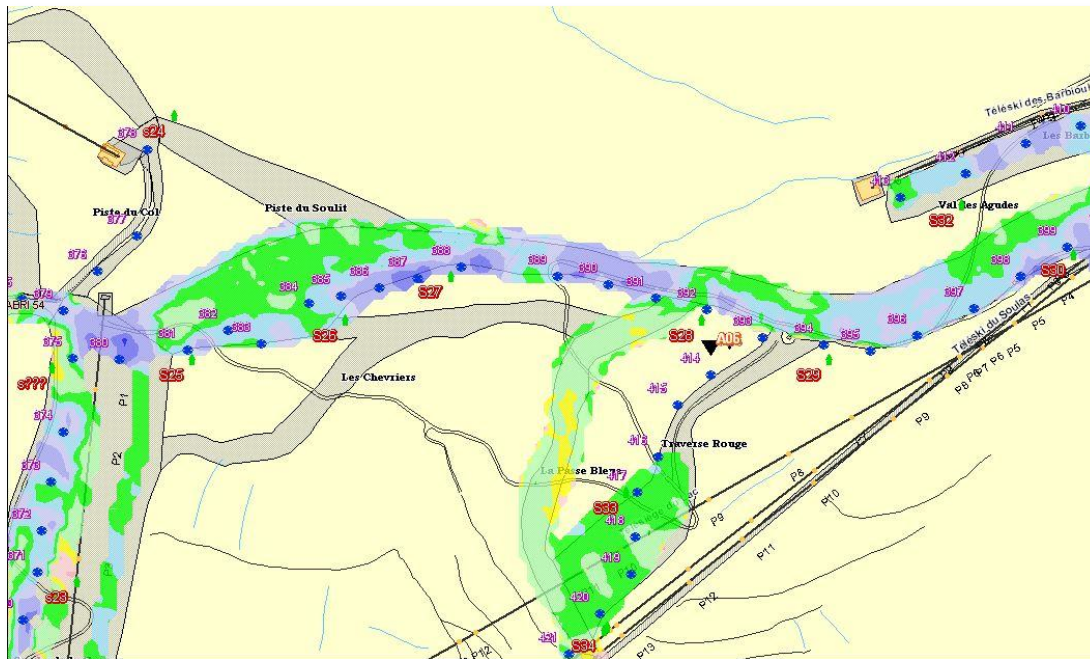




# Beispiel I: Georadar für Pistenmanagement

## Funktionen der Software :

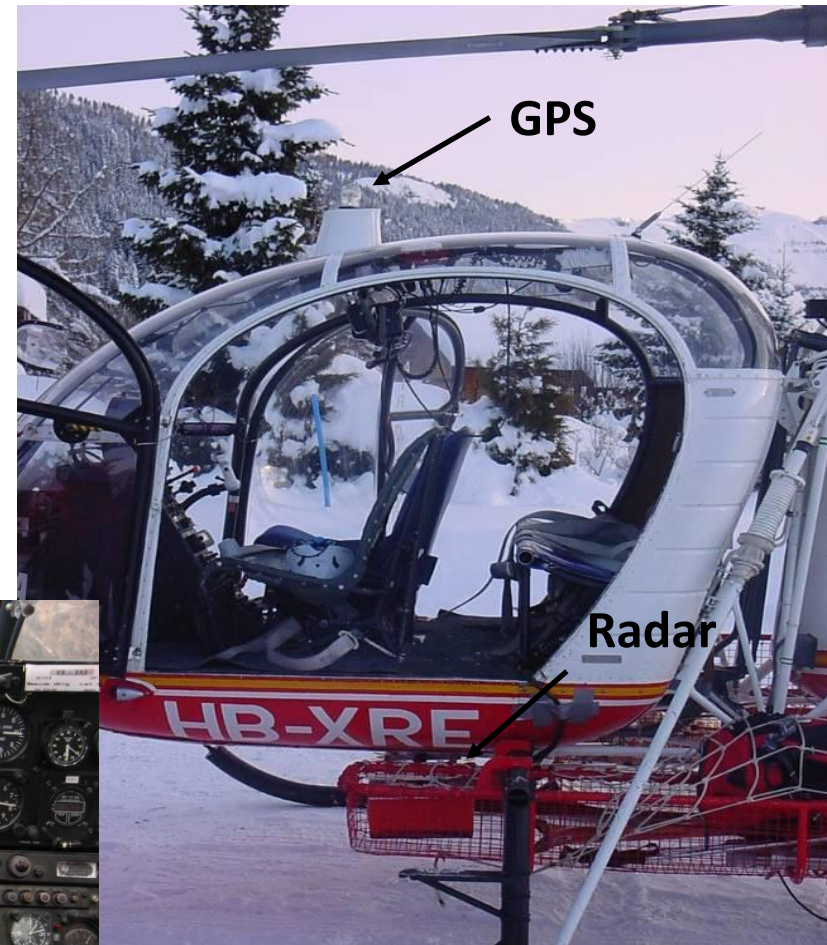
- Position aller Pistenfahrzeuge
- Tracking
- Arbeitsplanung
- Analyse/Statistiken
- Schneehöhenmessung



Nom de la piste	↓	Min	Max	Moy
Morisset	0	0	0,00	
Levant haut	0	0	0,00	
Chevrette	0	0	0,00	
Combe	0	0	0,00	
Chevrette	0	0	0,00	
Route de Méné	0	0	0,00	
Bartavelle	0	0	0,00	
Lou Mesclun	0	0	0,00	
Vallon	0	1,7	0,55	
Liaison Morisset	0	0	0,00	
Accès Bunker	0	0	0,00	
TK Débutant	0	0	0,00	
TK Grande Combe	0	0	0,00	
Grizli	0,03	0,77	0,32	
Chapelle	0,04	1,46	0,40	
Traversée Les Parcs	0,06	0,84	0,50	
Front de Neige	0,06	0,88	0,28	
Jonction	0,06	1,2	0,54	
TK Front de neige 1	0,06	0,88	0,31	
TK Front de neige 2	0,06	0,88	0,28	
TK Les parcs	0,06	0,85	0,42	
Snowparc	0,07	0,75	0,29	
Plateau	0,07	0,94	0,46	
Blanchon	0,07	1,01	0,49	
Saint-Sauveur	0,07	2,68	0,62	
Grand Tour	0,07	1,71	0,68	
Avenue	0,07	1,02	0,33	

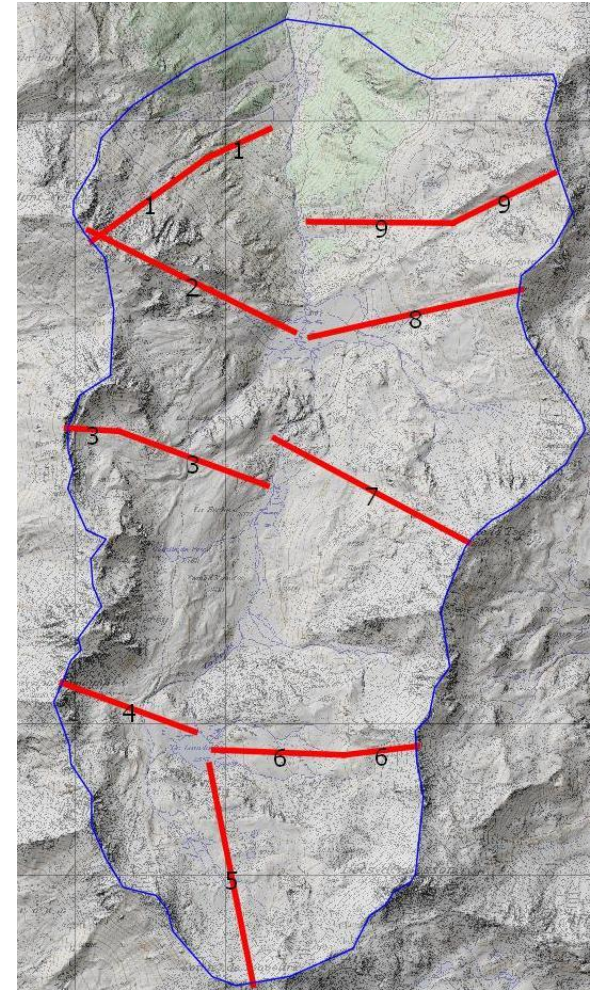
## Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

- GNNS-Empfänger, 20 Hz
- GeoRadar GSSI SIR-3000, 400 MHz, 300 scans/sec
- Synchronisation von Radar- und GPS-Messungen (RTK oder PP) über 1 Hz PPS-Signal
- Software für Navigation im Flug

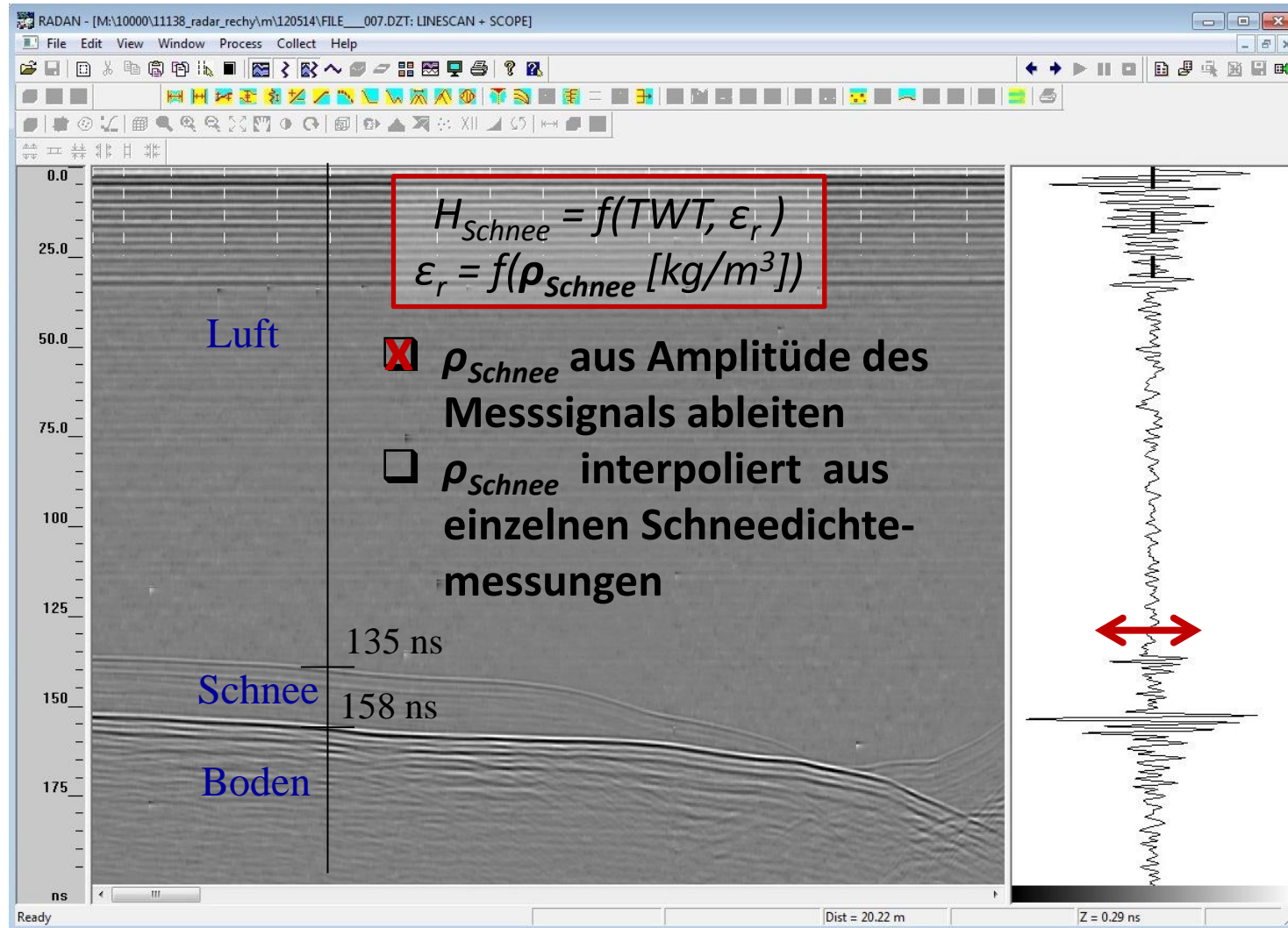


# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

- Situation
  - Einzugsgebiet Vallon de Réchy (~15km<sup>2</sup>)
- Messungen
  - 3 GPR-Kampagnen auf 9 Profilen
    - 20.2.2012
    - 30.3.2012
    - 14.5.2012
- Berechnungen pro Kampagne
  - Schneehöhenprofile
  - Schneedichtebestimmungen
  - Durchschnittliche Schneehöhe
  - SWE (Snow Water Equivalent) und Wasservolumen

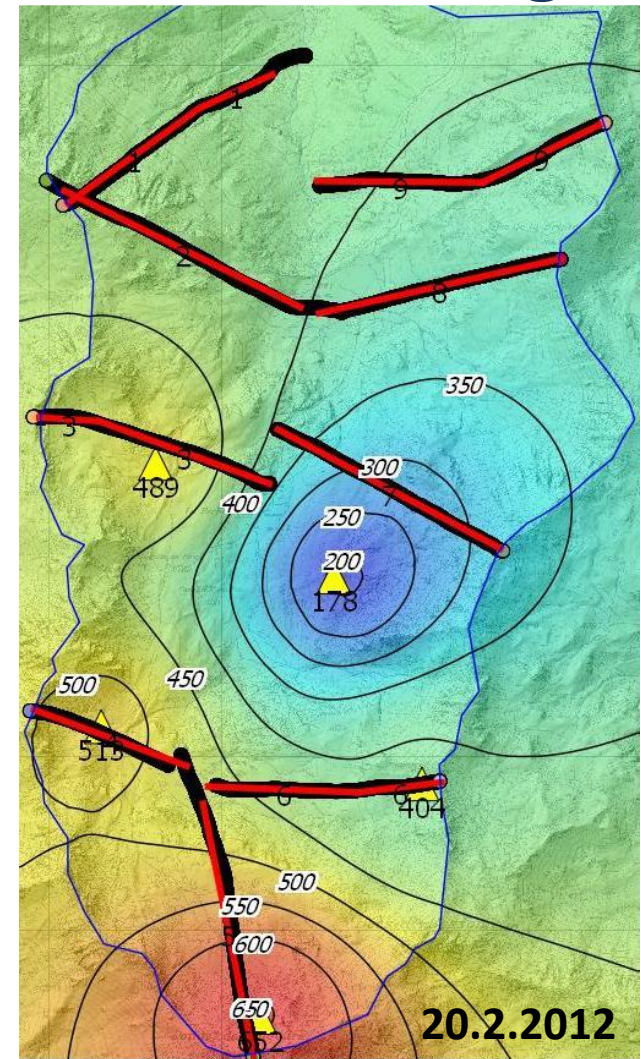


# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung



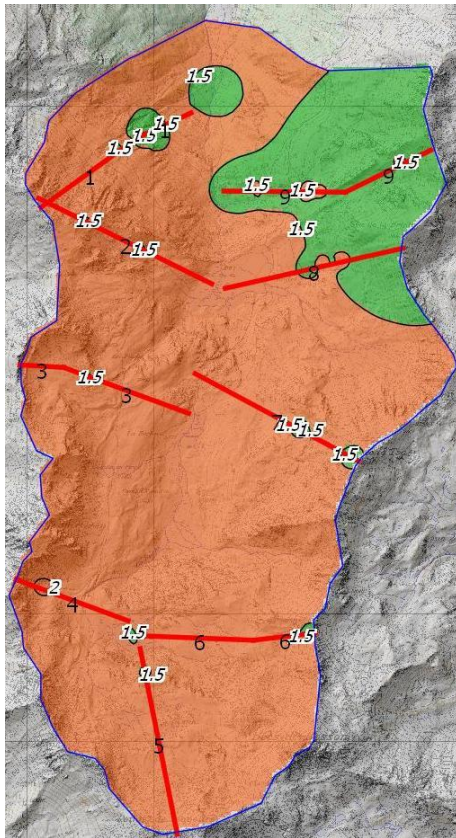
# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

1. Schneeprofile
  1. 20.2.2012: 5 Profile
  2. 30.3.2012: 5 Profile
  3. 14.5.2012: 2 Profile
2. Schneedichtekarte mit IDW
3. Schneedichte pro GPR-Messung berechnen
4. Berechnung von  $\epsilon_o$  und  $H_{\text{Schnee}}$

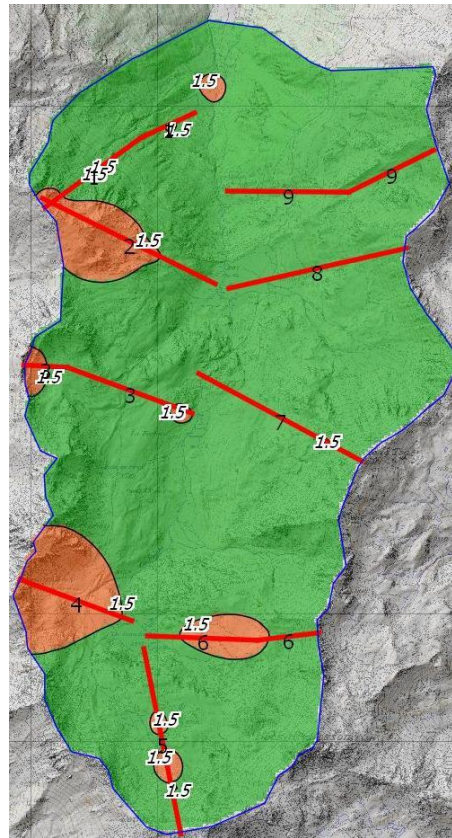


# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

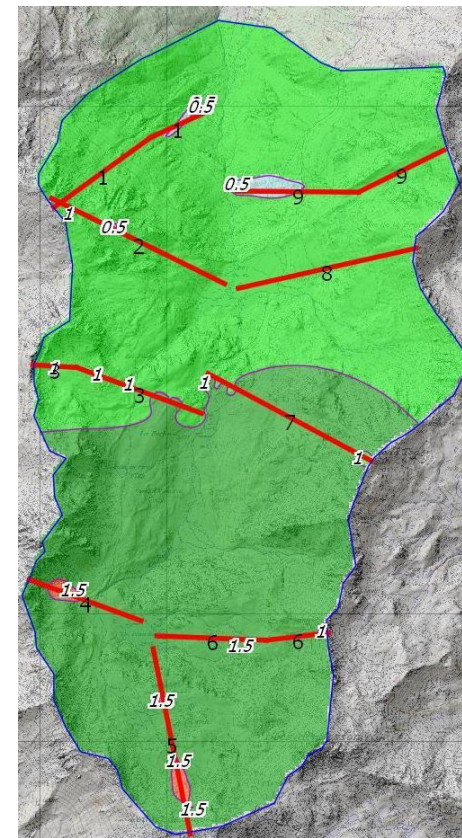
- Schneehöhenkarte per Gewichtung der Teileinzugsgebiete



20.2.2012



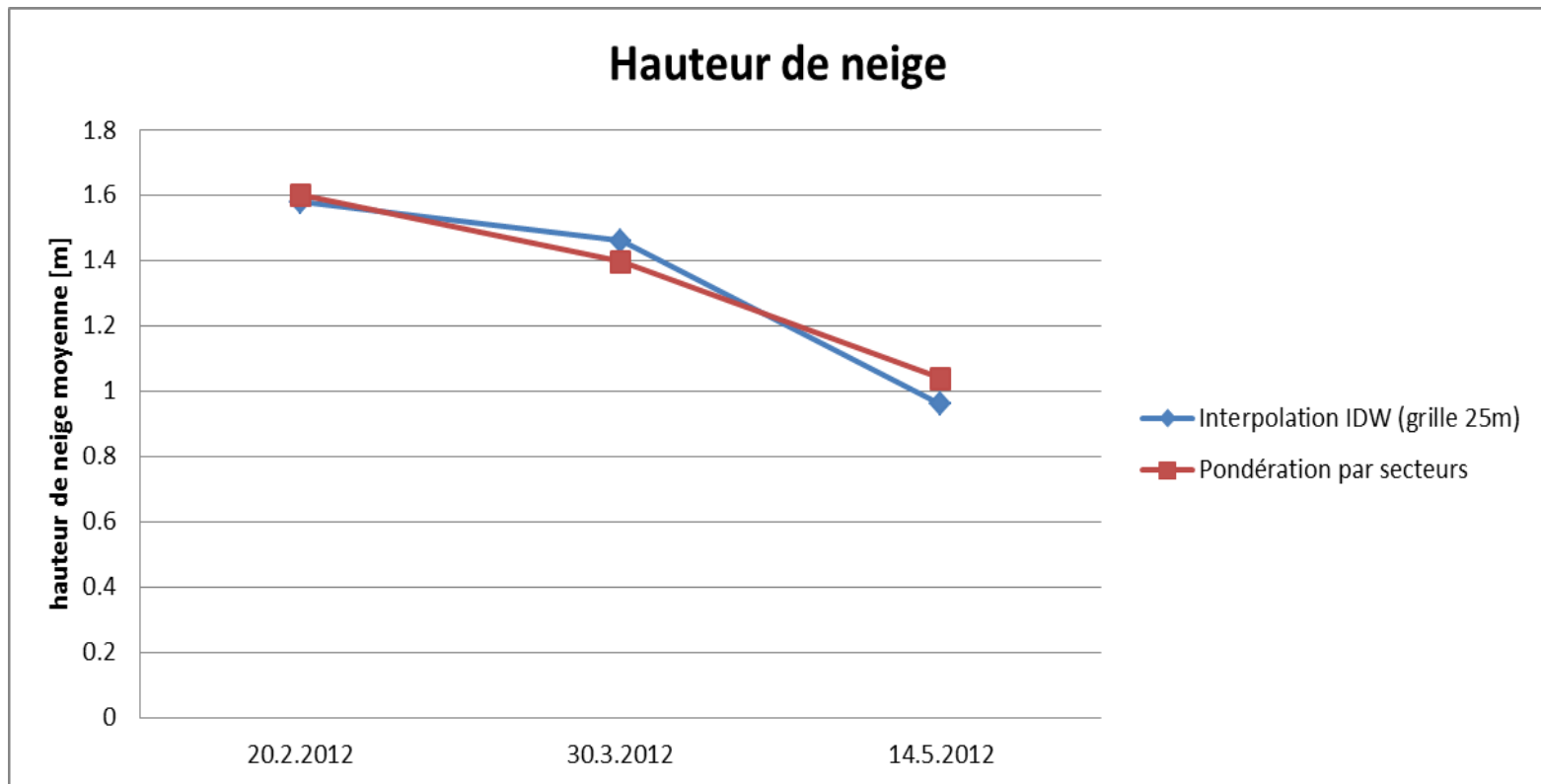
30.3.2012



15.4.2012

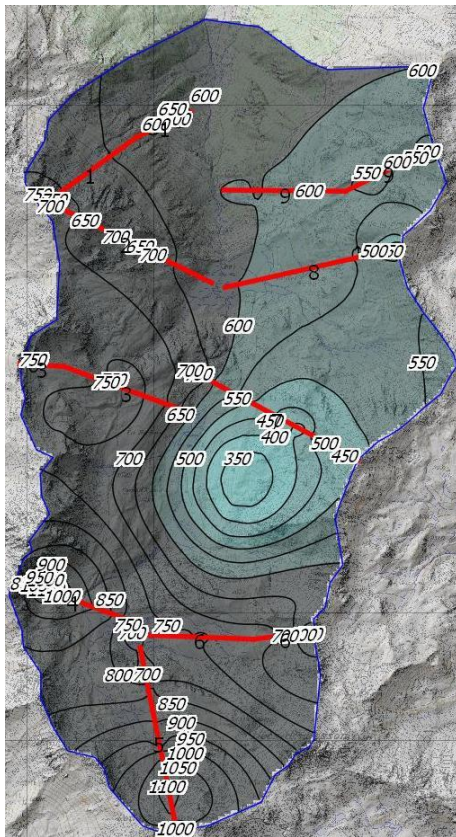
## Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

- Schneehöhenkarte per Gewichtung der Teileinzugsgebiete
- Schneehöhenkarte per IDW (25m Raster )

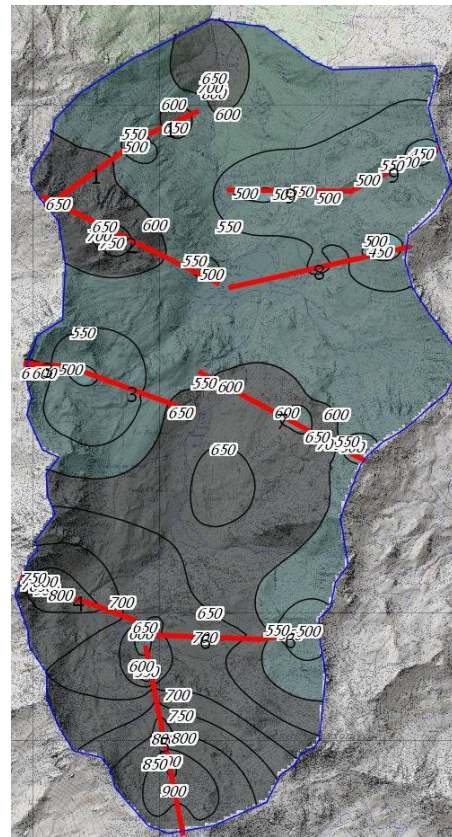


# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung

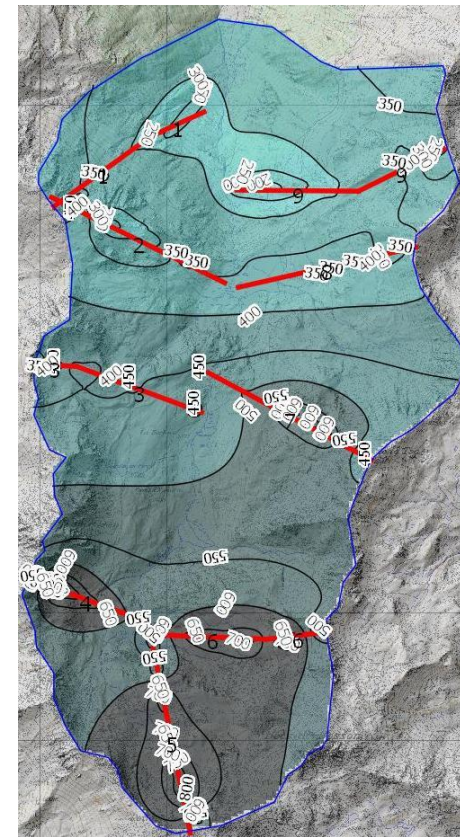
- SWE-Verteilung
- →  $\text{Raster}_{H\_Schnee} = \text{Raster}_{SWE}$



20.2.2012



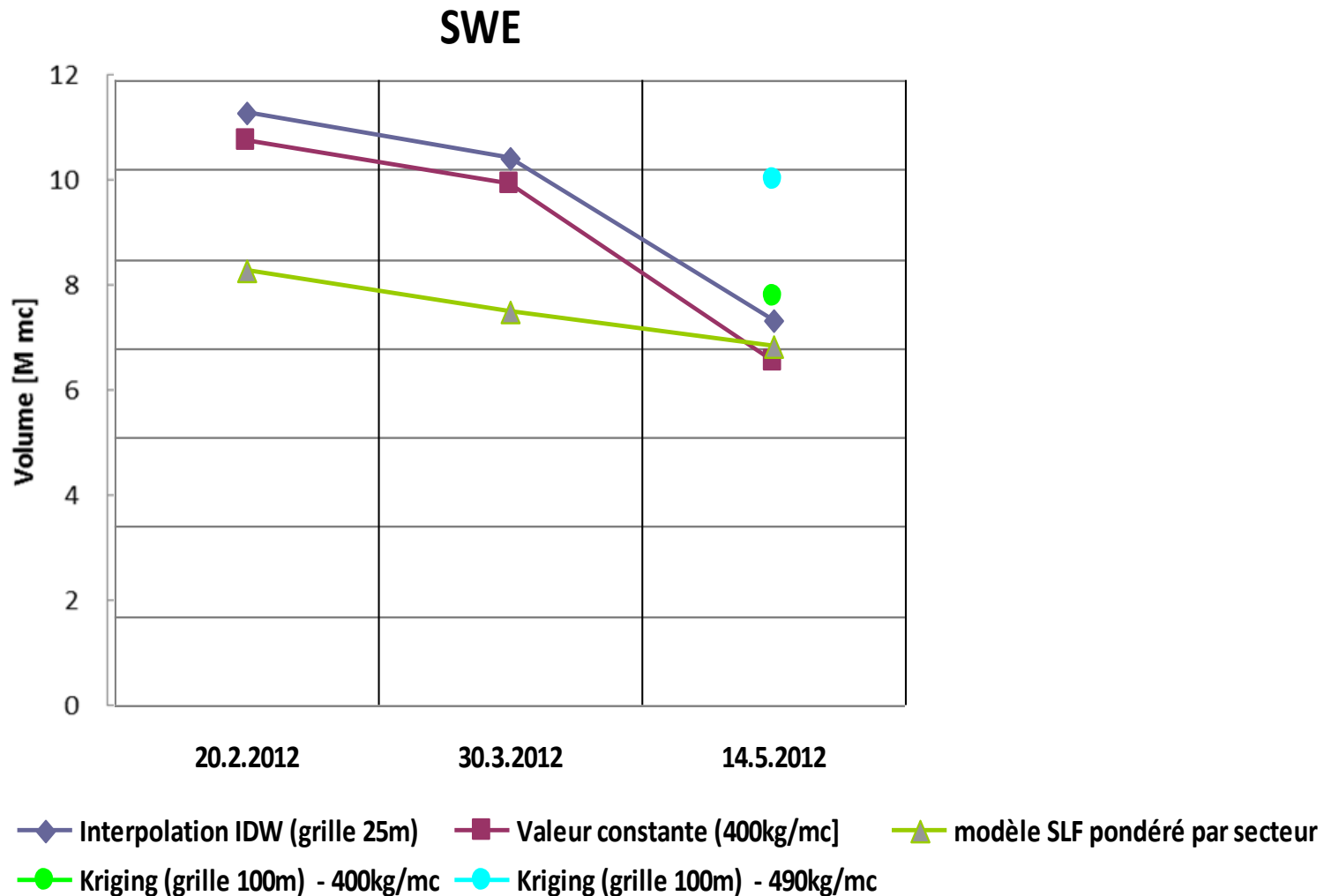
30.3.2012



15.4.2012

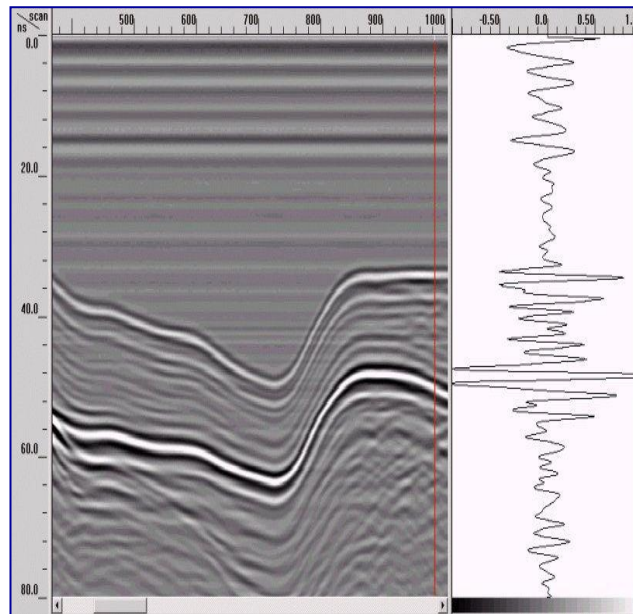


# Beispiel 2: Heligestützte Schneetiefenmessung



# GPR: Schneetiefenmessung

- Rel. hohe Wellenlänge (250-750 MHz)
- Hohe Abtastrate
- Schichtung Schnee/Boden gut sichtbar
- **Dielektrizitätszahl =  $f$ (Schneedichte)**

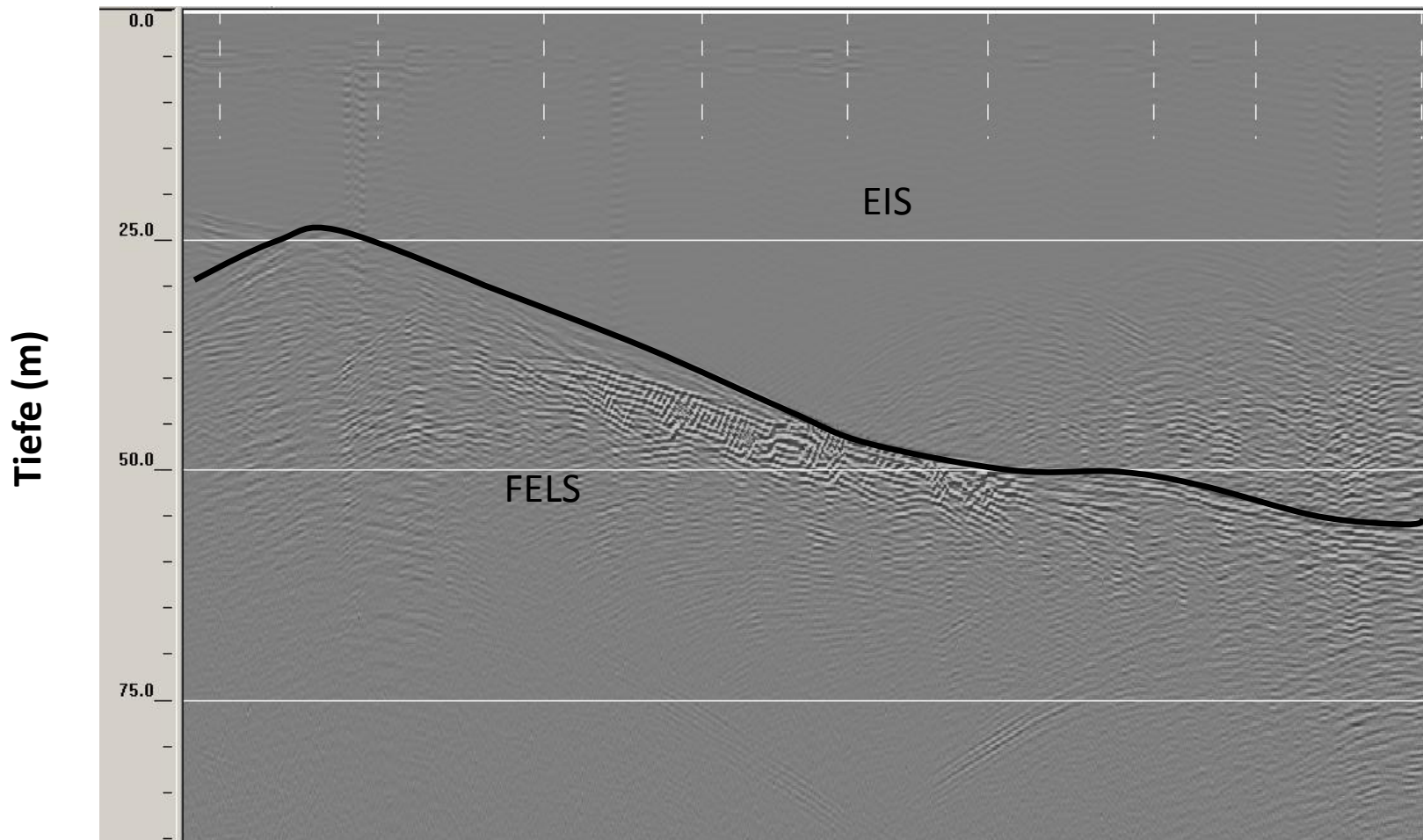


## Beispiel 3: Bodengestützte Eistiefenmessung



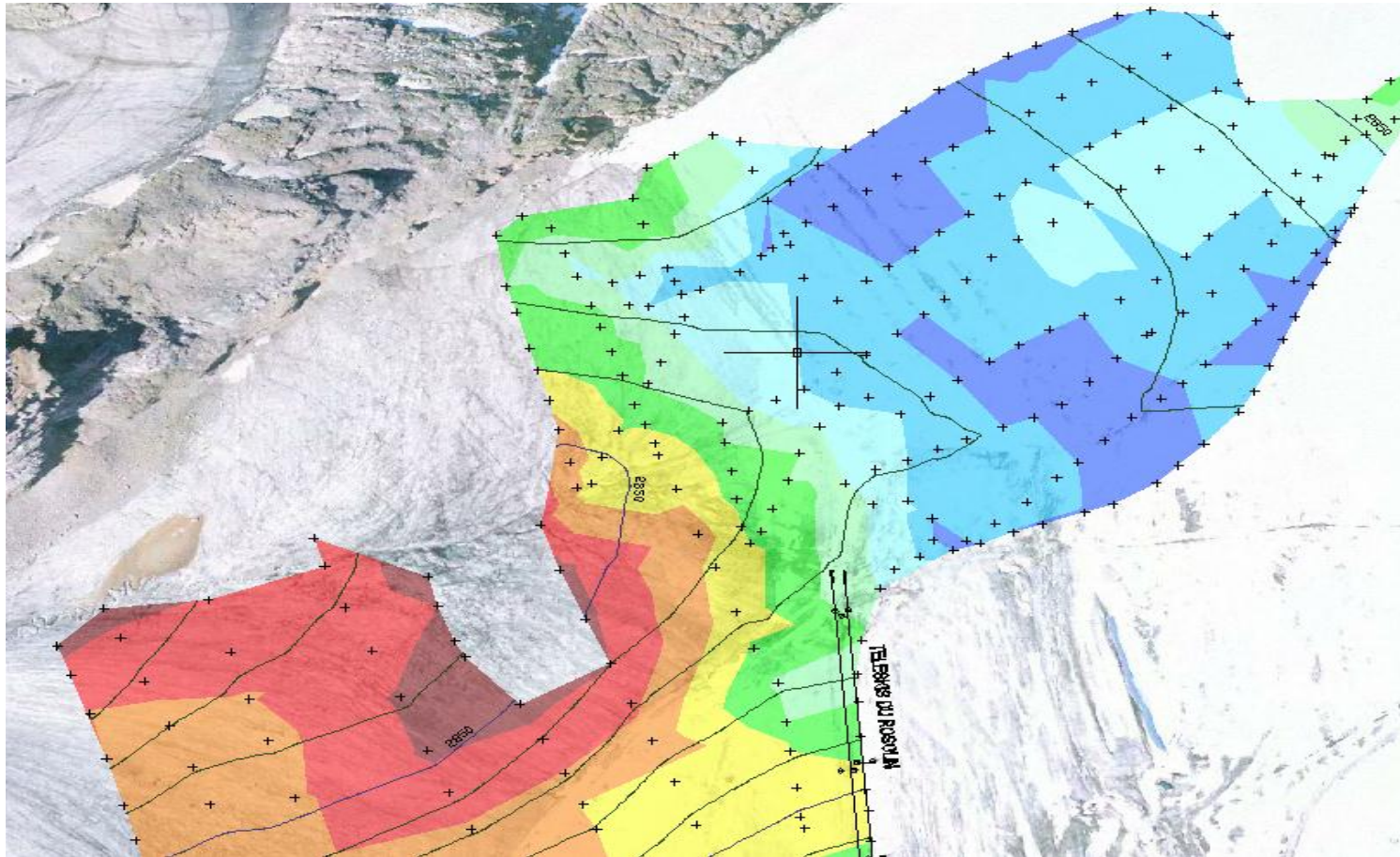
## Beispiel 3: Bodengestützte Eistiefenmessung

- Auswertung der Radar-Daten und Topographiekorrektur

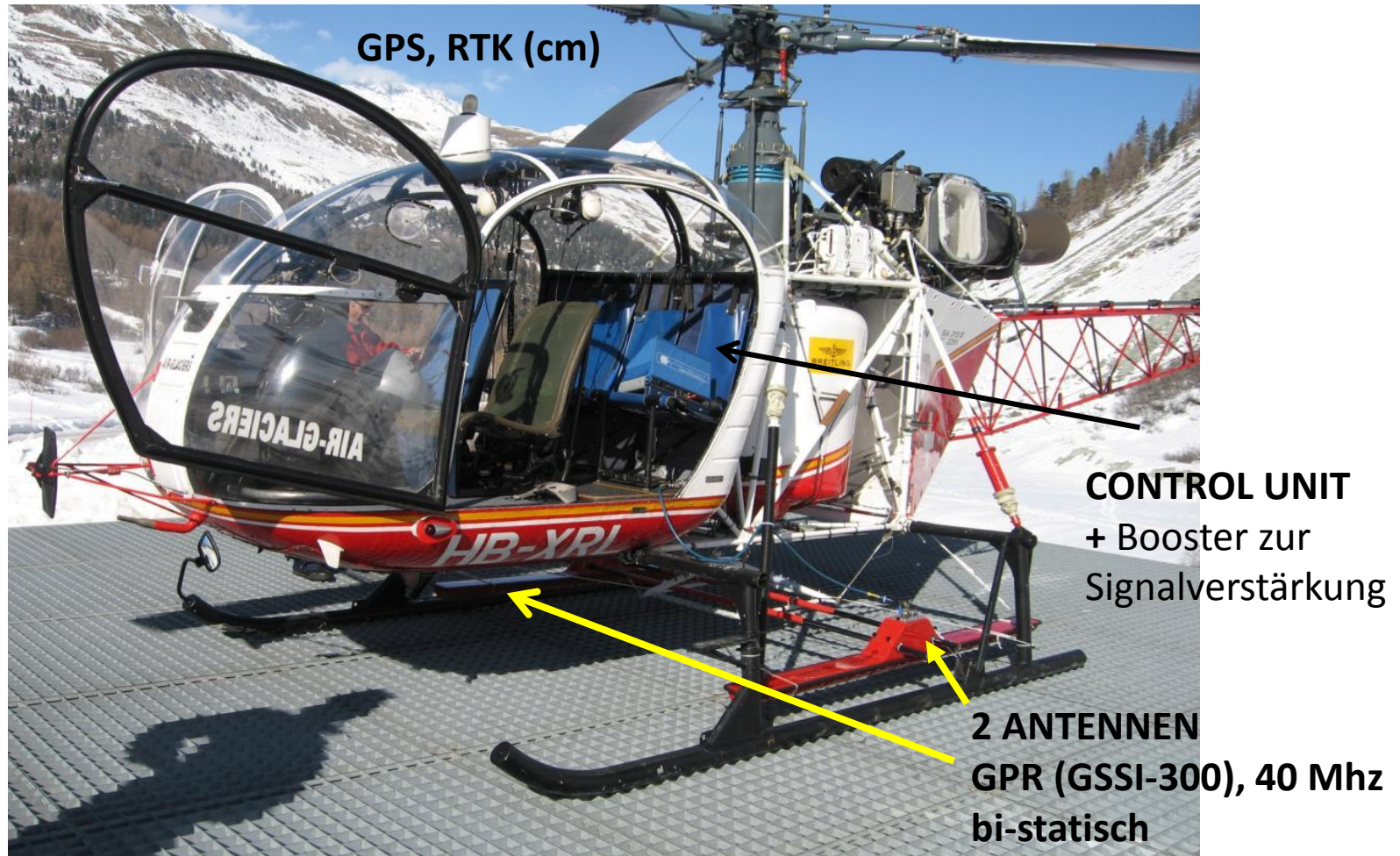


# Beispiel 3: Bodengestützte Eistiefenmessung

- Kartographie Aufarbeitung

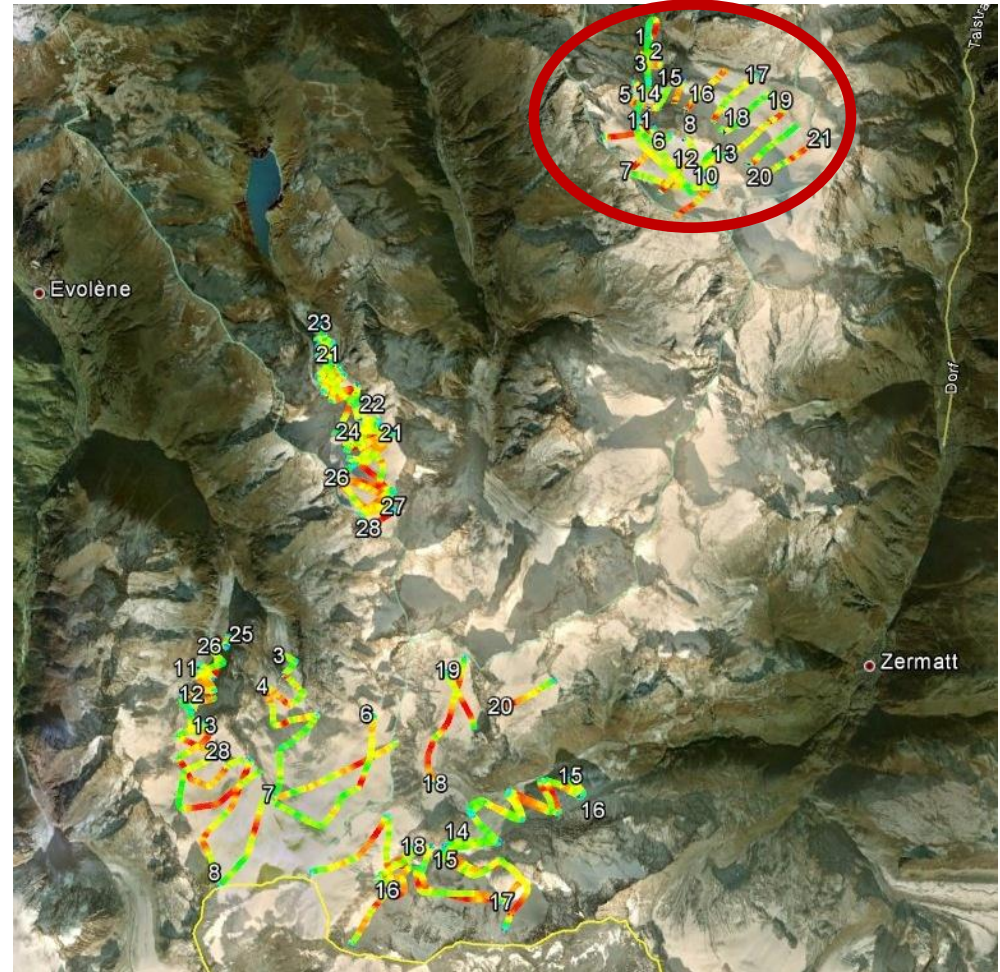


# Beispiel 4: Helikoptergestützte Eistiefenmessung

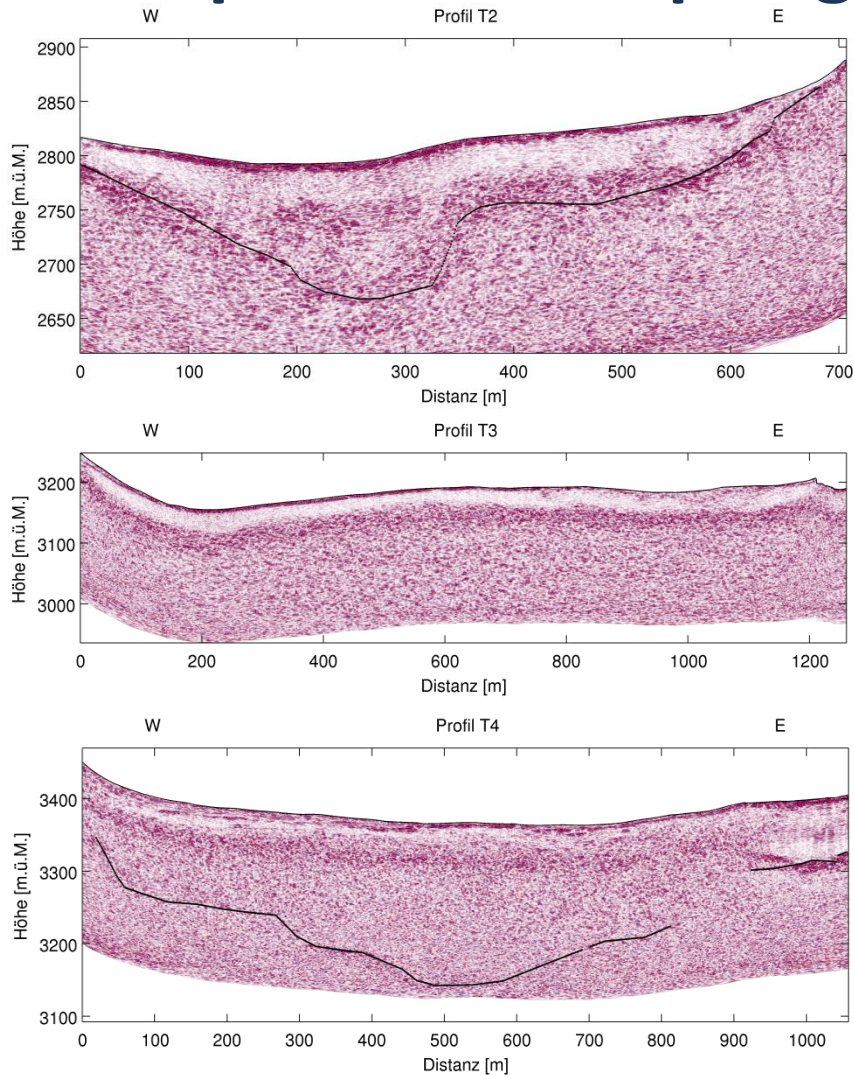


# Beispiel 4: Heligestütze Eistiefenmessung

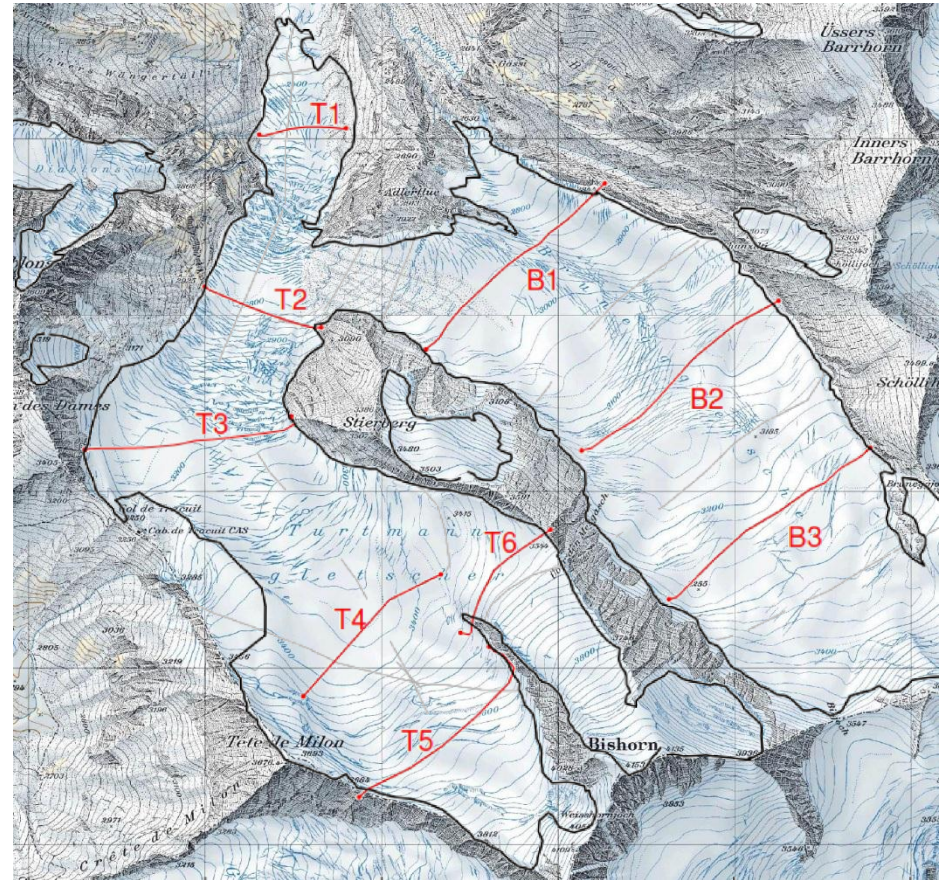
- Kampagne Winter 2011/12
  - Insgesamt 24 Gletscher im Wallis und Aosta-Tal
  - Mehr als 450km Profile
  - Tiefen bis 300m



# Beispiel 4: Helikoptergestützte Eistiefenmessung



## Brunegg- und Turtmannletscher (4.2012)

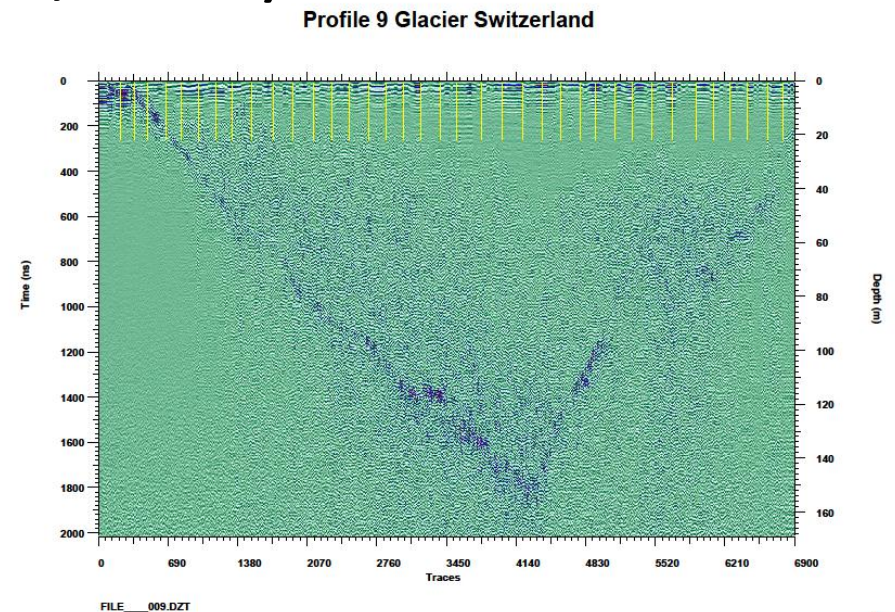


Datenauswertung: Institut für Glaziologie, VAW, ETH Zürich



# GPR: Eistiefenmessung

- Niedere Frequenzen (40-60 MHz)
- Erhöhte Durchdringungstiefen mit großem vertikalen Zeitfenster (2000-3000ns)
- Abgrenzung zwischen Eis und Boden z.T schwierig sichtbar
- **Dielektrizitätszahl =  $f(\text{Eis}, \text{Schnee}, \text{Wasser})$**



A person wearing a red jacket and a green helmet is seen from the side, operating a helicopter. The cockpit is visible, showing various instruments and controls. The background is a vast, snow-covered mountain range under a clear blue sky. The text "Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit" is overlaid in the center of the image.

**Vielen Dank für ihre  
Aufmerksamkeit**

**Geosat SA  
Route du Manège 59b  
CH-1950 Sion  
schaer@geosat.ch**