

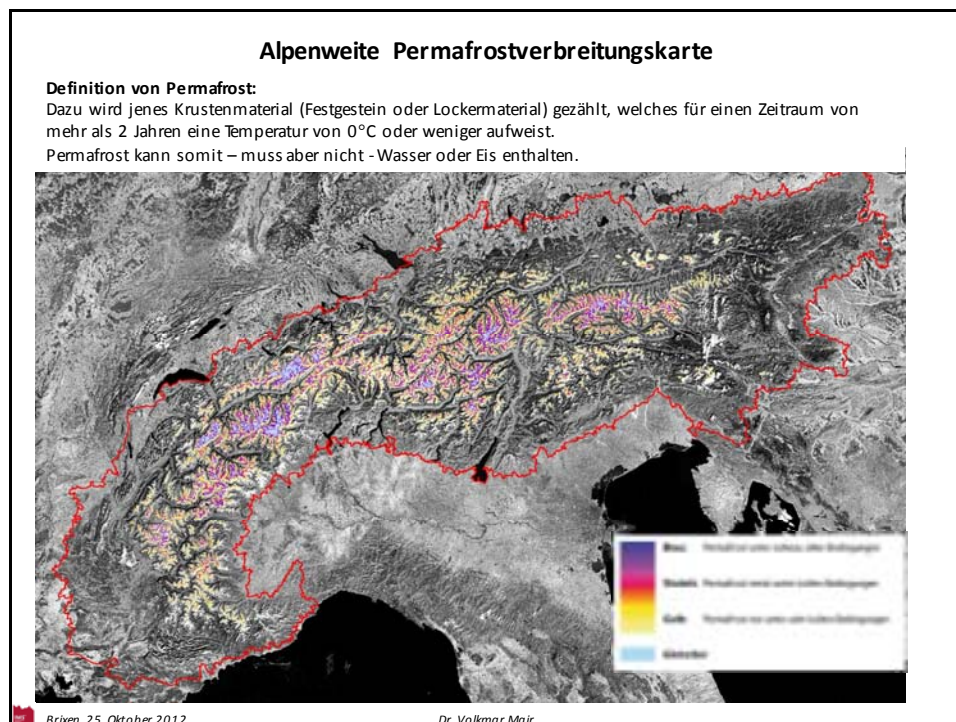
# Permafrost im Klimawandel – Zahlen, Daten, Fakten und Diskussion der möglichen Auswirkungen

Volkmar Mair  
Kathrin Lang, David Tonidandel  
Amt für Geologie und Baustoffprüfung

International Mountain Summit

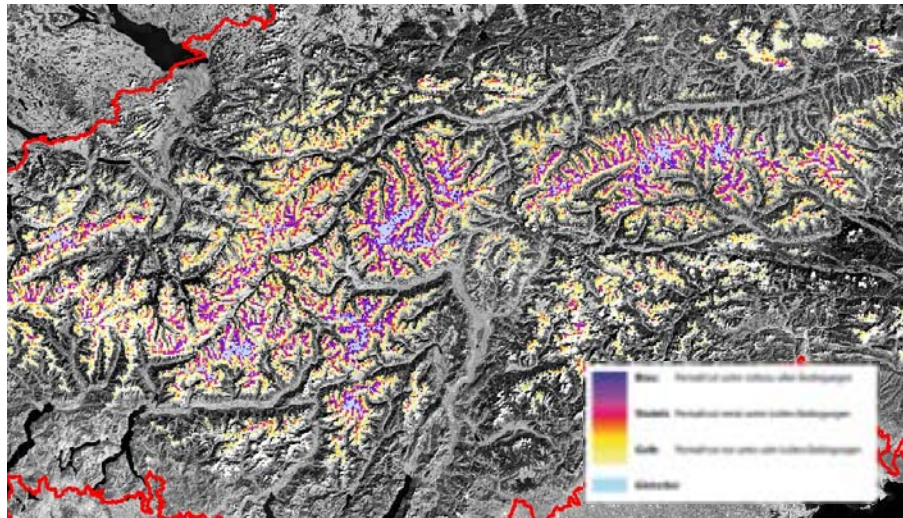
IMS Südtirol

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL  
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE  
PROVINCIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL



### Permafrostverbreitungskarte

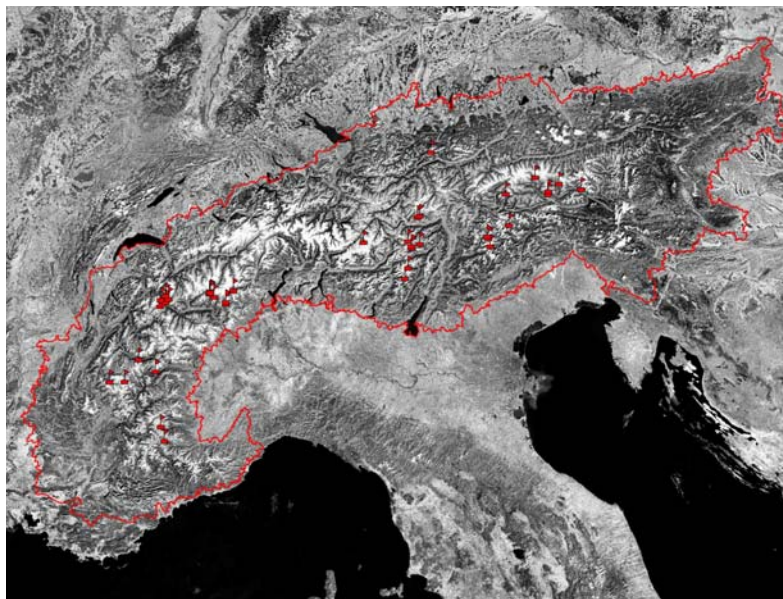
Detailausschnitt: Südtirol und Nachbargebiete



Brixen, 25. Oktober 2012

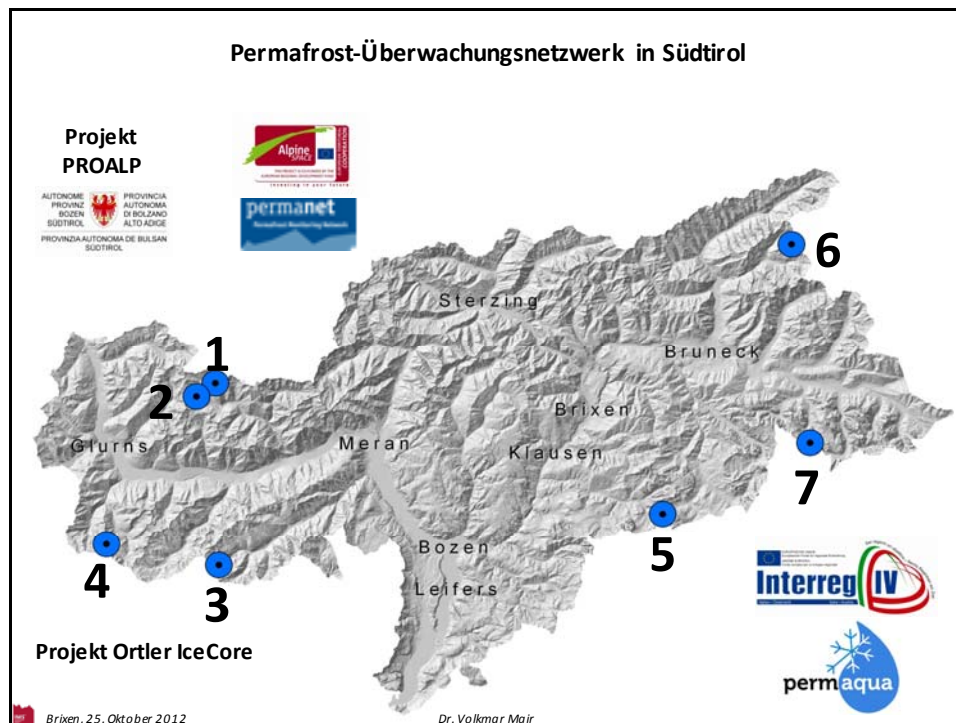
Dr. Volkmar Mair

### Messstationen im Alpenraum



Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair



### 1 - Monitoringstation GRAWAND

- Seit Dezember 2009
- 2 horizontale Bohrlöcher (122m und 160m) im Fels
- Temperaturmessungen
- Bewegungsmessungen
- Übertragung der Daten in Echtzeit

**Brixen, 25. Oktober 2012**

**Dr. Volkmar Mair**

## 2 - Monitoringstation LAZAUN

- Seit Oktober 2010
- 2 vertikale Bohrlöcher (40m und 30m) im Blockgletscher
- Temperaturmessungen
- Bewegungsmessungen (Inklinometer, Koaxialkabel, D-GPS)
- Analysen der Eiskerne (Chemie, Pollen, C-14-Datierungen)
- Abflussmessungen der Blockgletscherquelle
- Beprobung der Quellen in der Umgebung
- Bohrung im Torfmoor von Lazaun (15m)



Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

## 3 - Monitoringstation ROSSBÄNK

- Seit Oktober 2010
- 1 vertikales Bohrloch (30m) im Blockgletscher
- Temperaturmessungen
- Bewegungsmessungen
- Analysen der Eiskerne (Chemie)
- Beprobung der Quellen u. Seen in der Umgebung



Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

#### 4 Monitoringstation ORTLER Stazione di monitoraggio

- Seit August 2011
- Temperaturmessungen im Fels
- Temperaturmessungen im Fels
- Temperaturmessungen im Fels
- Bewegungsmessungen im Fels
- Messung der Eisenerosion (Erosion, Bohrung)

- Seit August 2011
- Messung der Temperatur des Gesteins
- Messung der Temperatur des Gesteins
- Messung der Temperatur des Gesteins
- Messung der Temperatur des Gesteins
- Messung der Temperatur des Gesteins

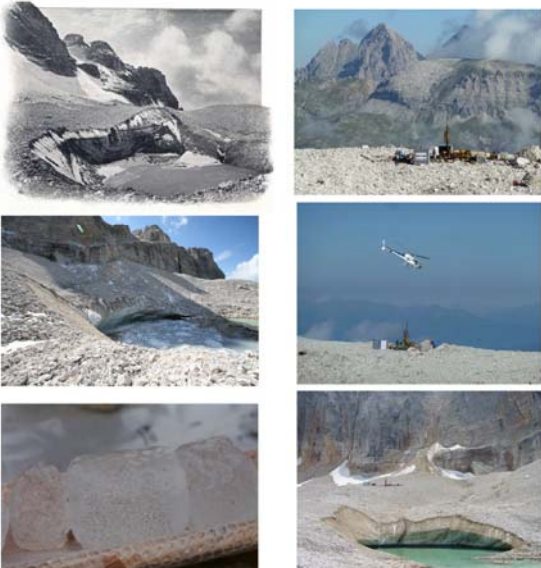


Brixen, 25. Oktober 2012 Dr. Volkmar Mair

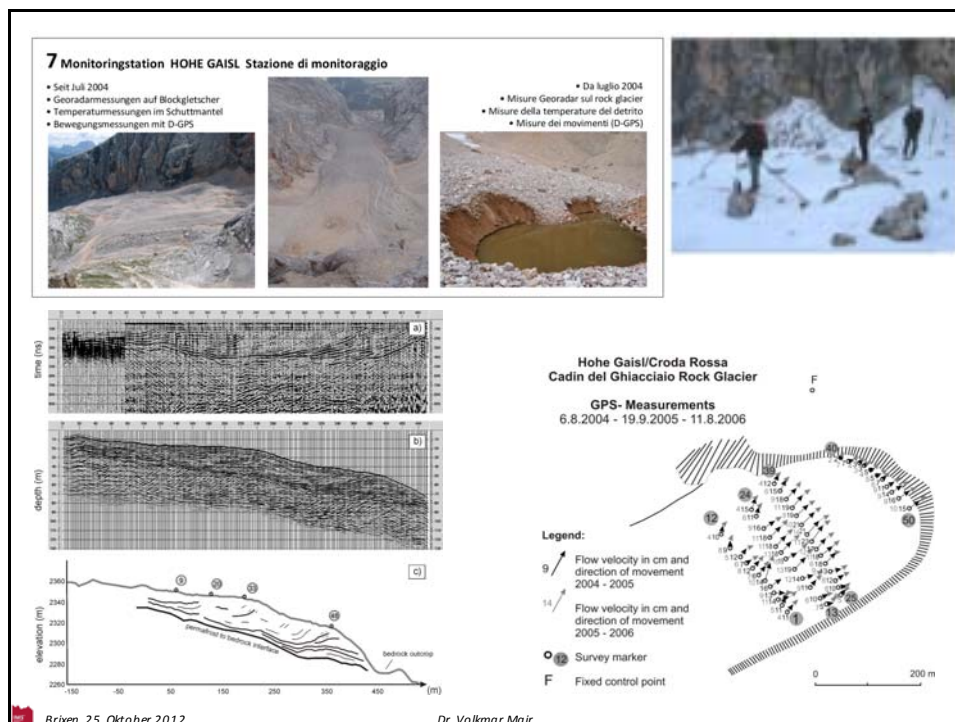
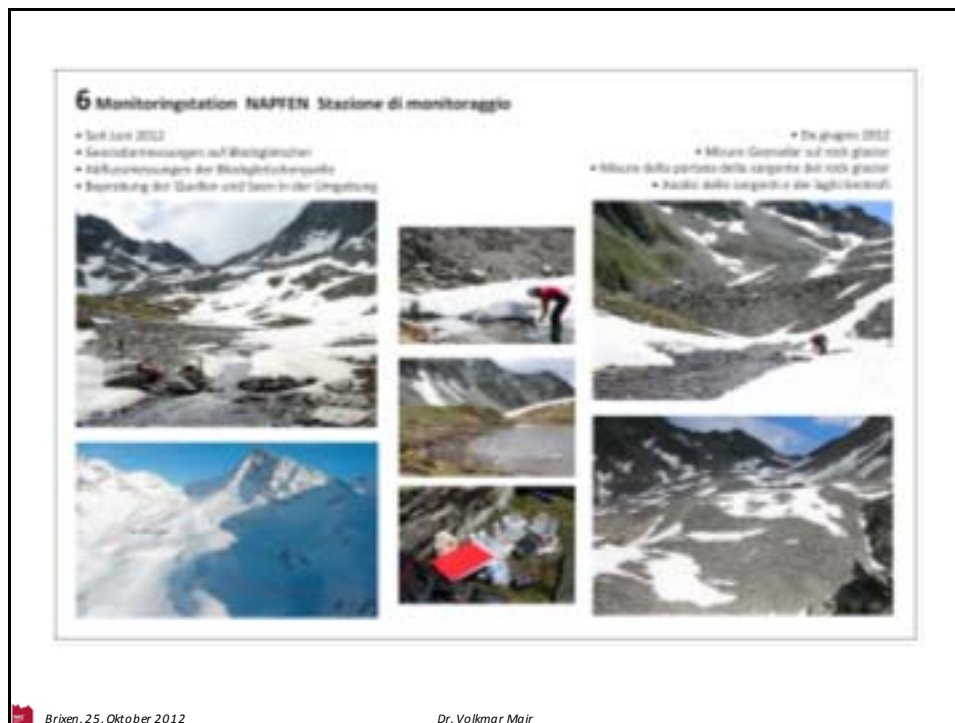
#### 5 Monitoringstation SELLA Stazione di monitoraggio

- Seit Juli 2012
- 2 vertikale Bohrlocher (46m und 30m) im Blockgletscher
- Geplant: Temperaturmessungen
- Geplant: Bewegungsmessungen (Inklinometer und Kaskadabank)
- Geplant: Analysen der Eisenerosion (Chemie)
- Überwachung der Bewegung mit D-GPS

- Da luglio 2012
- 2 fori verticali (46m e 30m) nel rock glacier
- A breve: Misure della temperatura
- A breve: Misure dei movimenti (inclinometro e cavo TDR)
- A breve: analisi delle carote di ghiaccio (chimica)
- Misure dei movimenti con D-GPS



Brixen, 25. Oktober 2012 Dr. Volkmar Mair



# Daten Analyse



Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

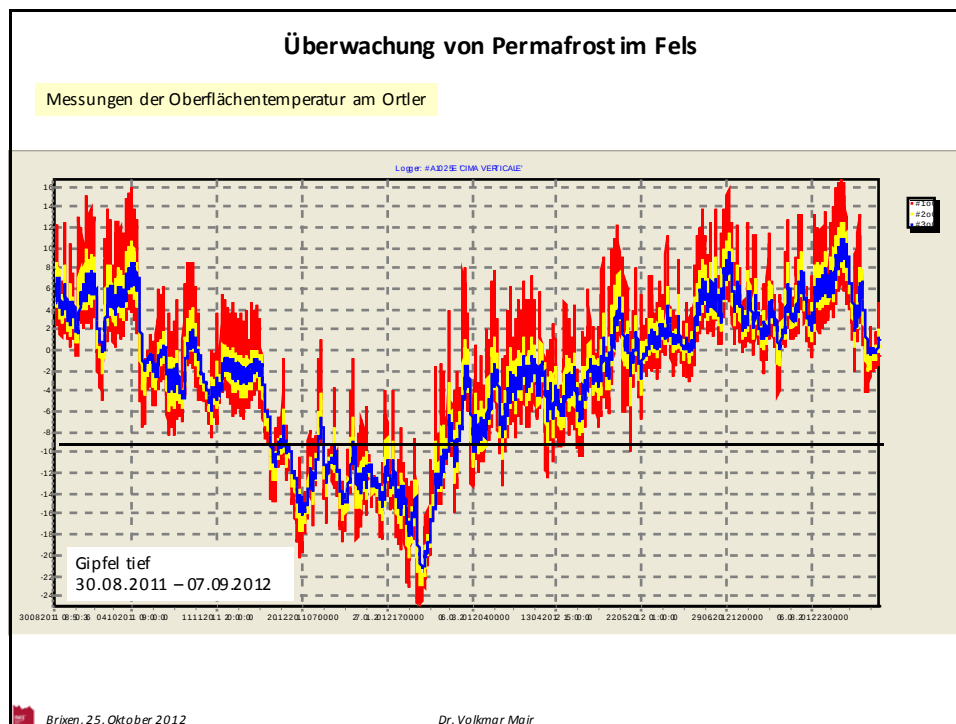
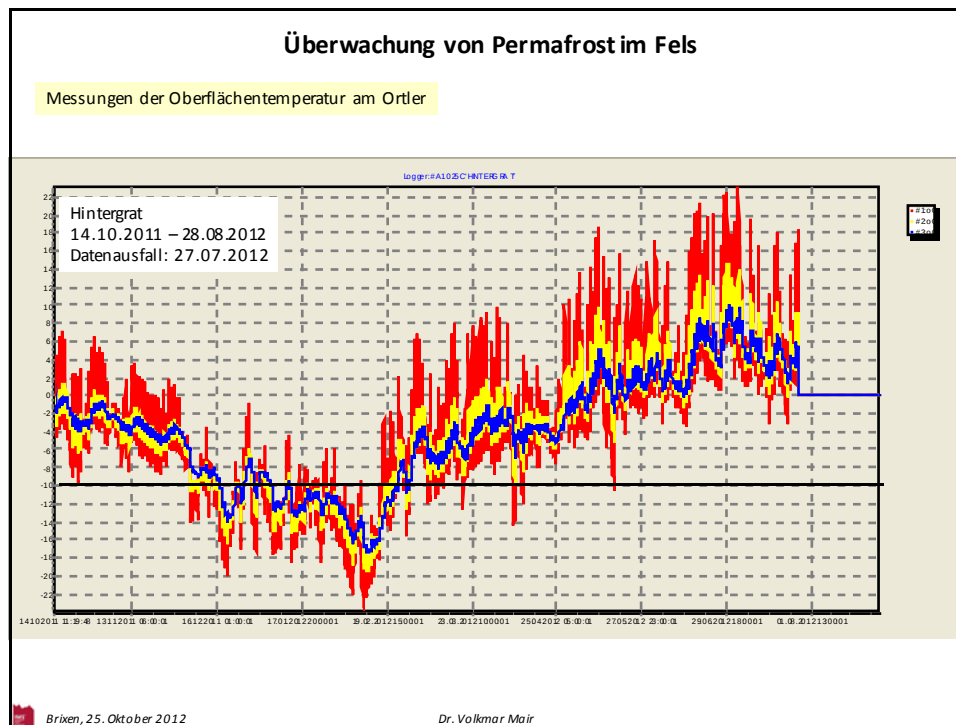
## Überwachung von Permafrost im Fels

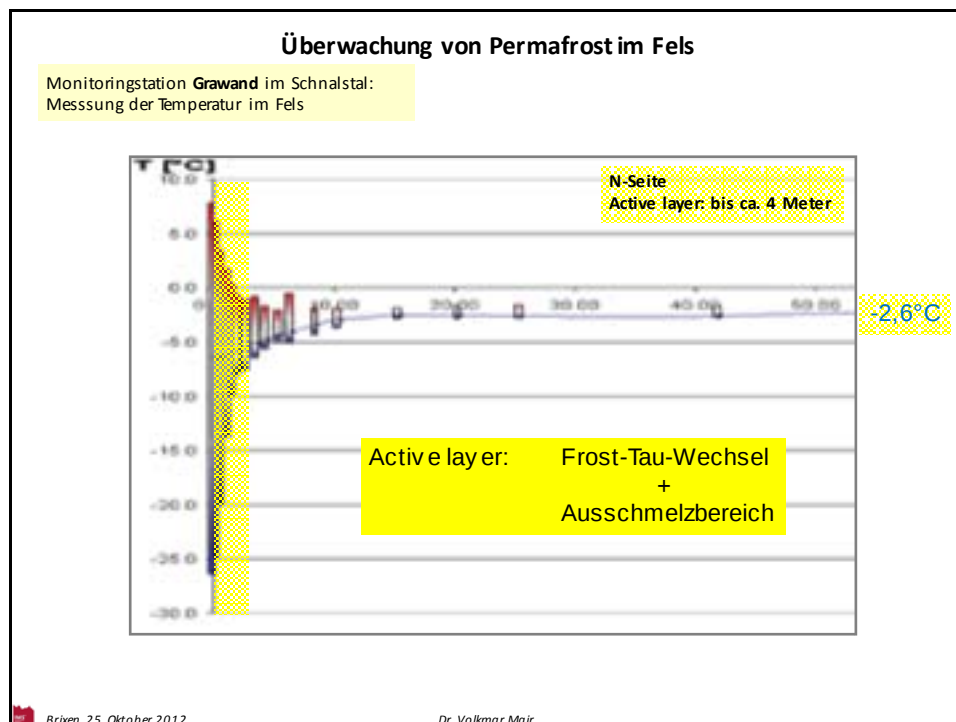
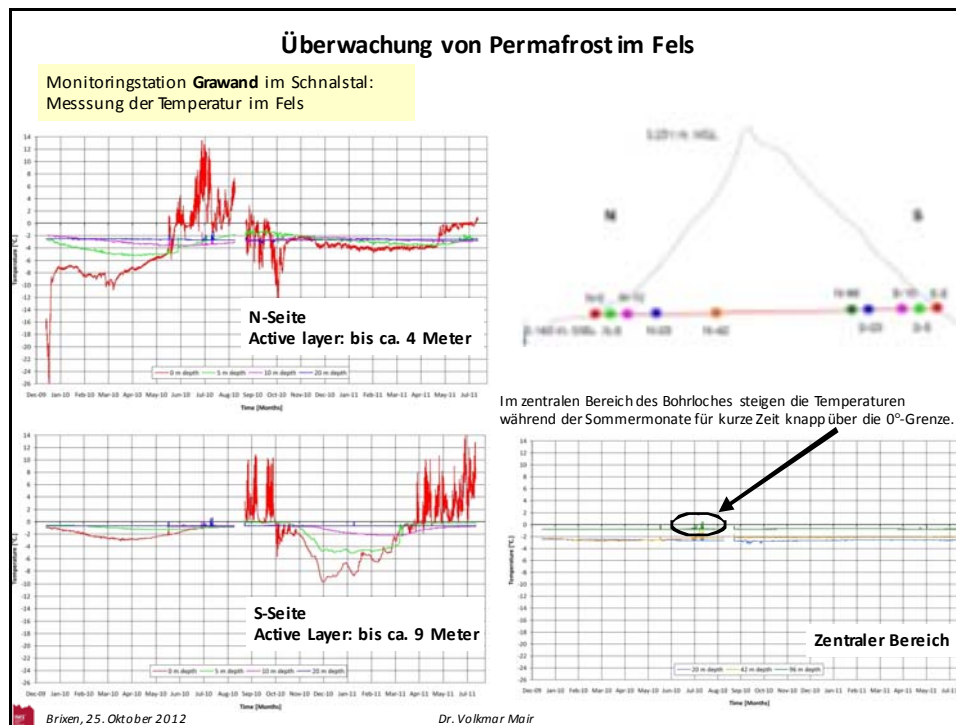
Messungen der Oberflächentemperatur am Ortler

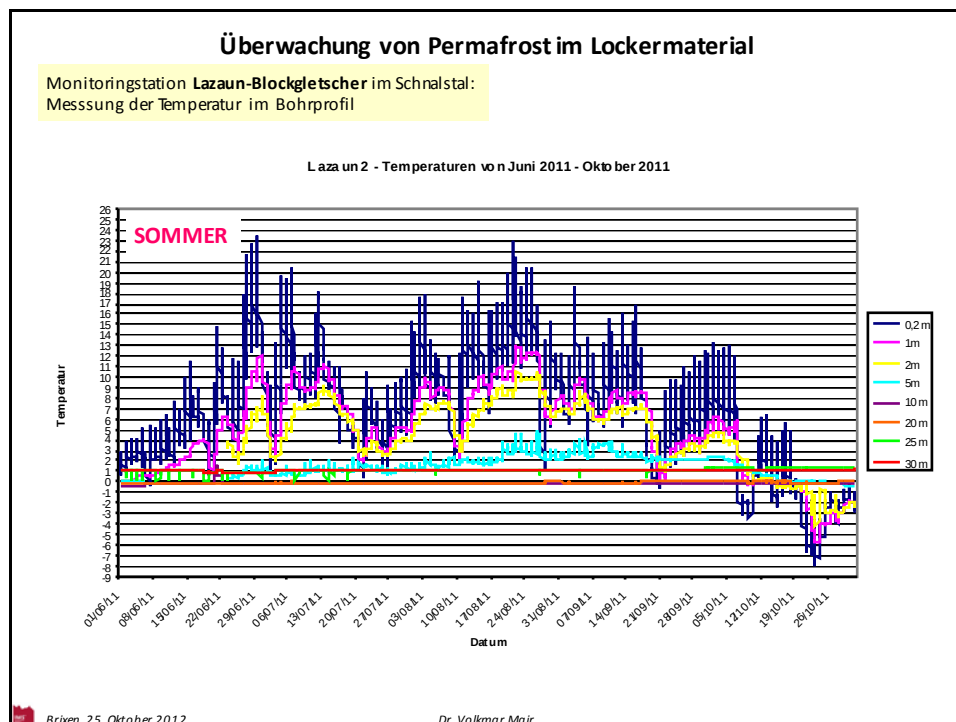
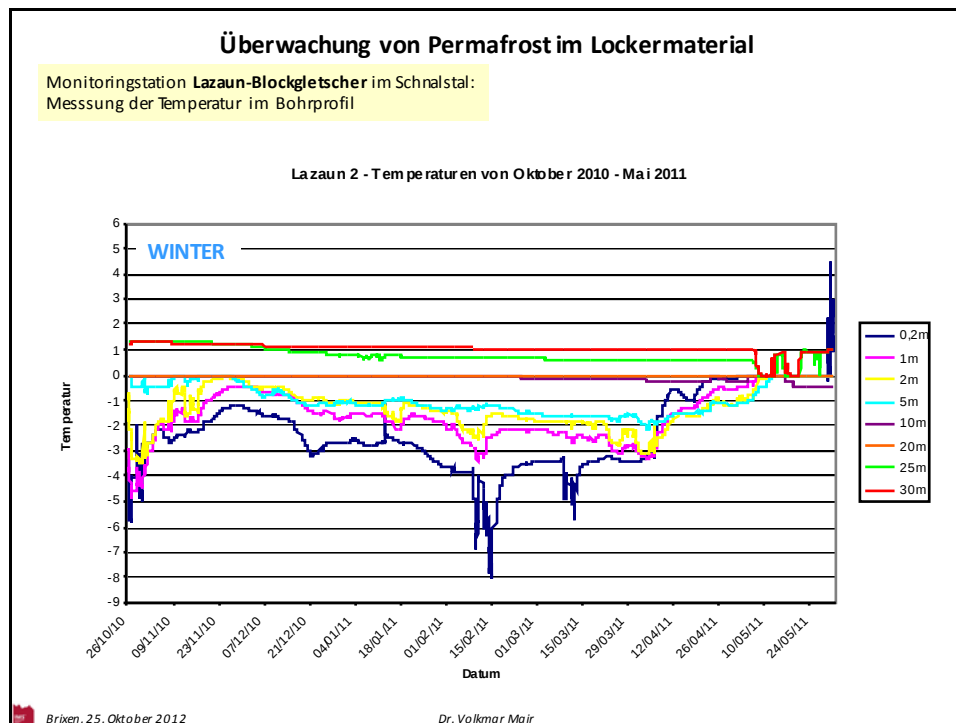


Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

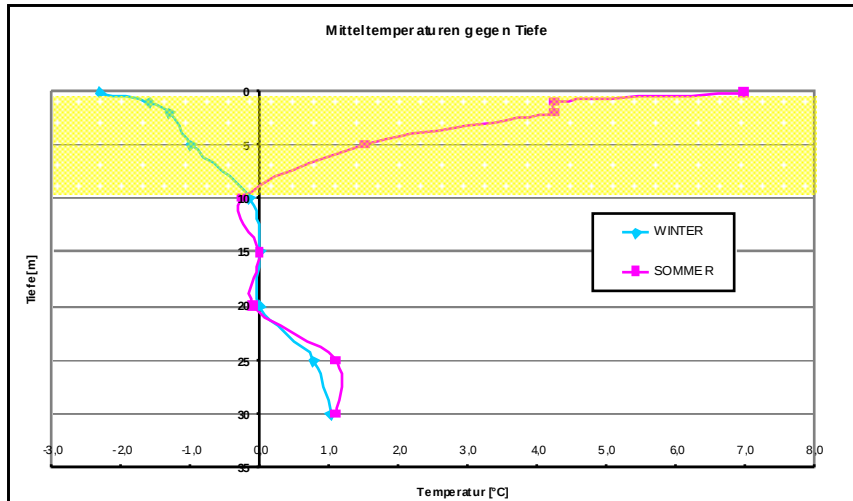






### Überwachung von Permafrost im Lockermaterial

Monitoringstation **Lazaun-Blockgletscher** im Schnalstal:  
Messung der Temperatur im Bohrprofil

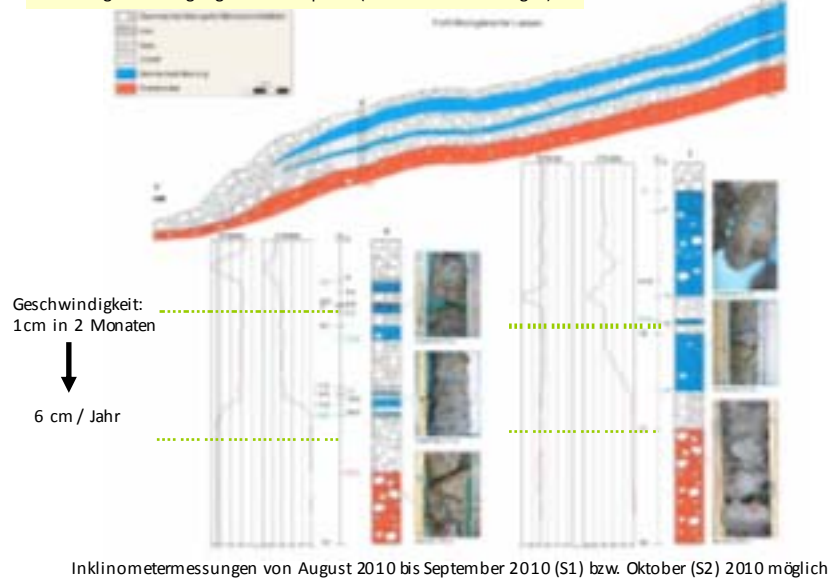


Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

### Überwachung von Permafrost im Lockermaterial

Monitoringstation **Lazaun-Blockgletscher** im Schnalstal:  
Messung der Bewegungen im Bohrprofil (Inklinometermessungen)

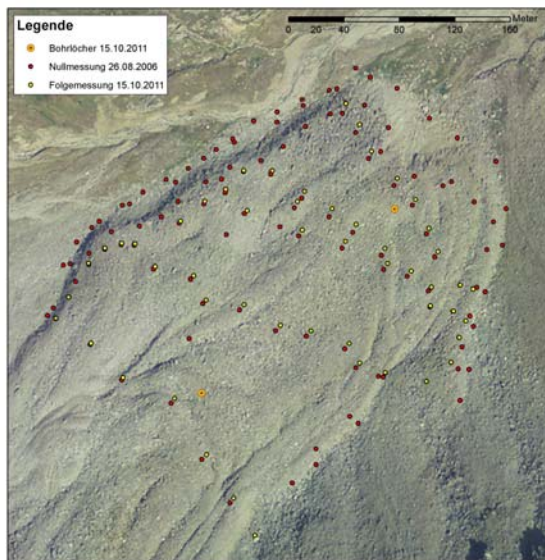


Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

### Überwachung von Permafrost im Lockermaterial

Monitoringstation **Lazaun-Blockgletscher** im Schnalstal:  
Messung der Bewegungen an der Oberfläche (Bewegungsmessungen mit D-GPS)



Bewegungsrichtung nach NE

Bewegungsraten haben  
Von 2006 bis 2011 an allen  
Punkten zugenommen

Im zentralen Bereich fließt  
der Blockgletscher schneller als  
am Rand

Größte Verschiebung  
Im vorderen Bereich von > 7 m  
(2006-2011)

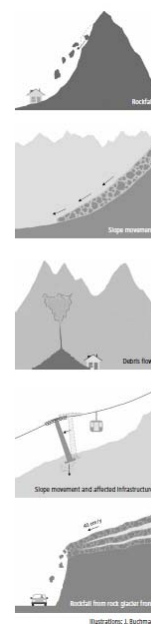
Einsinkbeträge bis zu 30cm,  
Durchschnittlich 5-20cm  
→ Eis schmilzt aus

Vergleich mit den Bewegungs-  
messungen im Bohrloch:  
an der Oberfläche sind die  
Bewegungen ca. um den Faktor 10  
schneller (> 1mm/Tag)

Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

### Interpretation der Daten, Ausblick

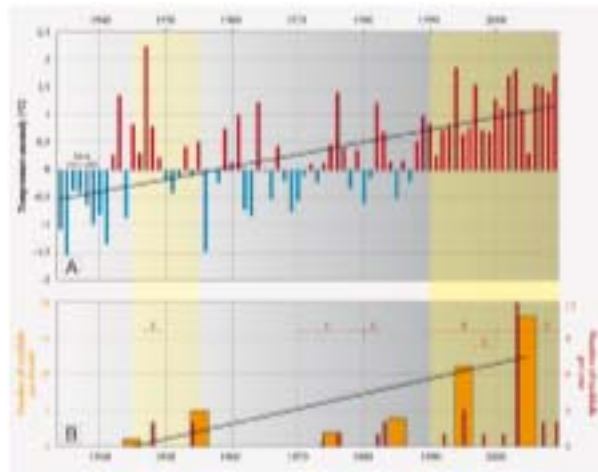


Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

### Naturgefahren – Permafrost

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels



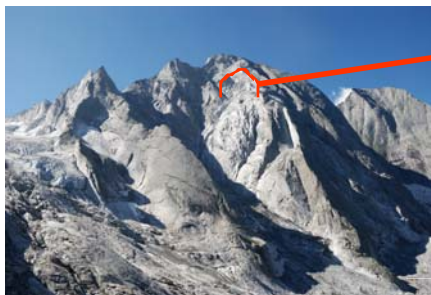
**Abb. 4:** Vergleich zwischen der Klimaentwicklung in Chamonix (1940 bis 2000) und der Aktivität von Sturzprozessen im nördlichen Bereich der Aiguilles de Chamonix (Mont Blanc Massif, Frankreich). A: Durchschnittliche Jahresmitteltemperatur im Vergleich mit dem Durchschnitt zwischen 1951 – 1980; B: Sturzschlagenergie pro Dekade und pro Jahr. Schwarze Linie: Trend (lineare Regression, detailliert für B); linke Y-Achse in B: nicht genau datierte Sturzschlagenergie; Meteorologischer Datensatz: Météo-France.

Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

### Naturgefahren – Permafrost

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels



**Ende Dezember 2011**

Felssturz am 3.370m hohen Piz Cengalo im Bergell.  
4 Mio. Kubikmeter Gestein sind über 1.500 Hm in das unbewohnte Val Bondasca abgestürzt.  
Die Abbruchfläche ist größer als 1 Hektar.

Kleinere Felsstürze gab es bereits im Sommer 2011.



Überwachung der Bergflanke mittels TLS (terrestrischem Laserscanner)

Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

**Naturgefahren – Permafrost**

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels



Felssturz am Becherhaus,  
9.7.2011

Nach einer längeren Hitzeperiode,  
Eis an der Abbruchstelle dokumentiert



Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

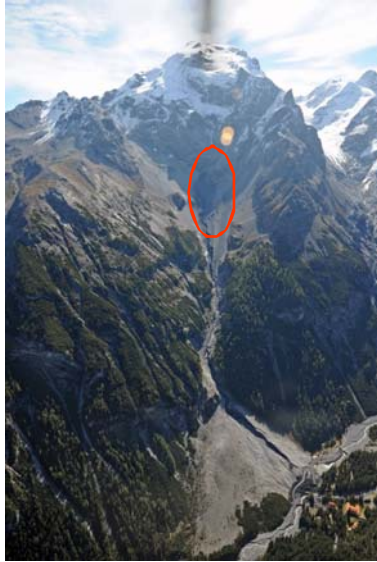


Murabgänge aus Blockgletschern an der  
Nordseite des Sellastocks;  
Ursache: destabilisiertes Material infolge  
ausschmelzenden Eises;  
2 Ereignisse im Sommer 2003



**Naturgefahren – Permafrost**

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels



Murgang in Trafoinach Unwetter am 25. August 2012

Brixen, 25. Oktober 2012

Dr. Volkmar Mair

**Zusammenfassung**

- Temperatur im Gestein:
  - in 3200 m SH: -2,6°C konstant
  - in 3850 m SH: -2,8°C konstant (unter 70 m Eis!)
  - Active Layer: 3-10 m in Fels, je nach Exposition mit starken Schwankungen
  - Oberflächentemperaturen (bis 50 cm in Fels) geben nur Lufttemperaturen wieder
- Temperatur in Blockgletschern:
  - 0 bis -1°C konstant
  - Active Layer 3-10 m mit starken Schwankungen
  - An der Basis und in eisfreien Zwischenschichten Luftzirkulation bzw. Wasser mit positiven Temperaturen (>1°C) nachgewiesen
- Bewegung in Blockgletschern:
  - Wenige cm bis einige m pro Jahr
  - Bewegungen an der Basis, in versch. Niveaus und an der Oberfläche, jeweils mit versch. Geschwindigkeiten
  - Mehrere Zungen übereinander nachgewiesen

### Zusammenfassung

- Alter von Blockgletschern und Gletschern
  - Blockgletscher Lazaun bis 8000 Jahre BP nachgewiesen, daher als Klimaarchiv geeignet!!
  - Ortler Gletscher bis 2650 BP nachgewiesen
- Schwermetalle in Schmelzwässern aus Permafrostarealen:
  - Herkunft aus Permafrost-Eis nachgewiesen (Eiskerne Lazaun)
  - Schwermetalle (Ni, Mn, Zn) korrelieren mit niedrigen pH-Werten
  - Datierungen der metallhaltigen Eis-Schichten belegen Alter vor Industrialisierung (>2800 BP)
- Temperaturentwicklung (Klimaerwärmung) und Gefahrenpotential:
  - Temperaturanstieg korreliert direkt mit Zunahme von Steinschlagereignissen
  - Temperaturanstieg korreliert direkt mit Ausschmelzen von Permafrosteis und damit mit mobilisierbarem Material und der Bewegungsgeschwindigkeit von Blockgletschern
  - Temperaturanstieg korreliert direkt mit Freisetzung von Metallen und Schwermetallen in Schmelzwässern



Danke für die Aufmerksamkeit