Wasser aus dem Permafrost Eigenschaften und Einflüsse auf unsere Wasservorkommen

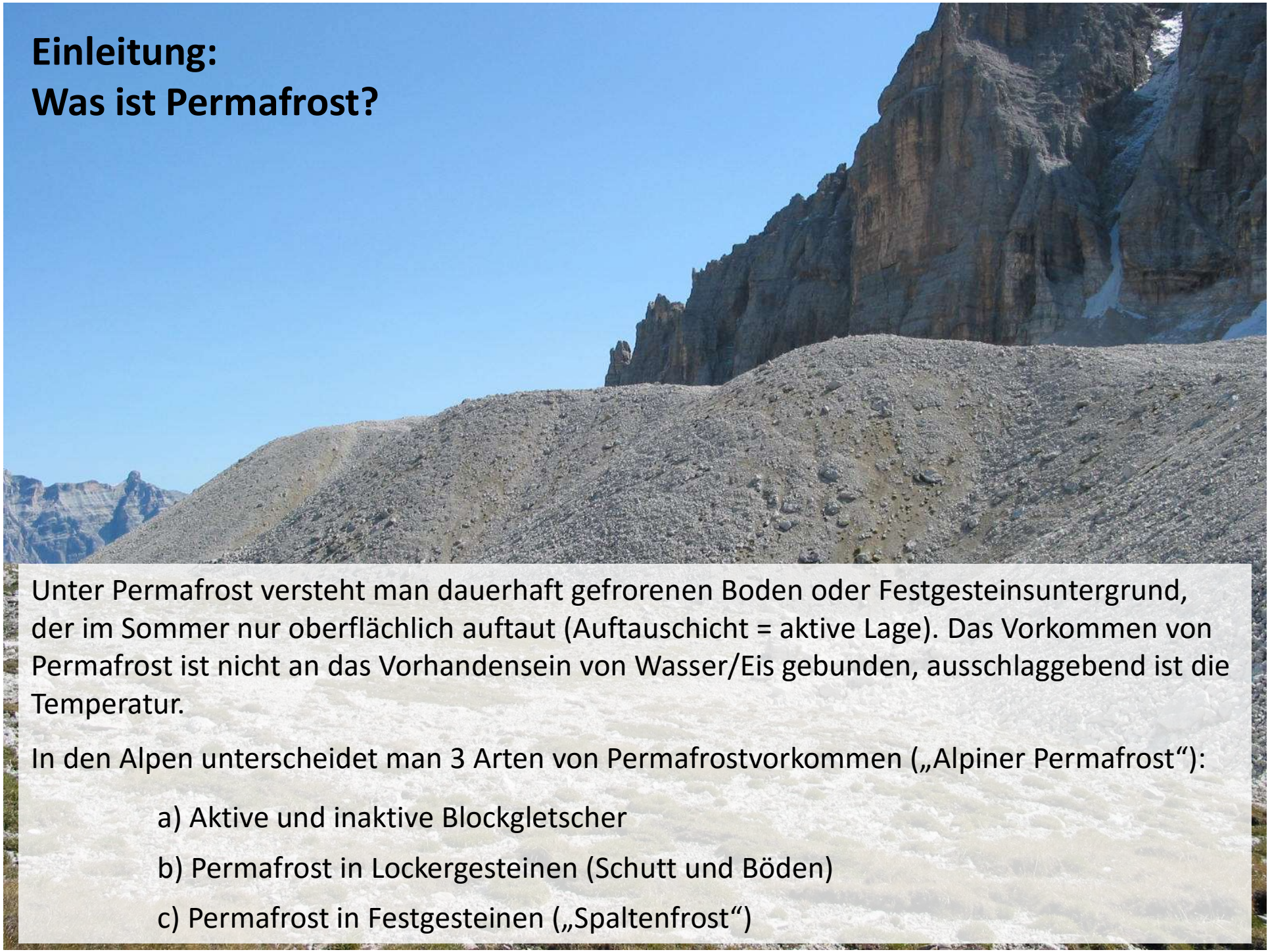
Brixen, 18. März 2016

Volkmar Mair
Amt für Geologie und Baustoffprüfung Bozen

permaqua

Interreg IV

Einleitung:
Was ist Permafrost?



Unter Permafrost versteht man dauerhaft gefrorenen Boden oder Festgesteinsuntergrund, der im Sommer nur oberflächlich auftaut (Auftauschicht = aktive Lage). Das Vorkommen von Permafrost ist nicht an das Vorhandensein von Wasser/Eis gebunden, ausschlaggebend ist die Temperatur.

In den Alpen unterscheidet man 3 Arten von Permafrostvorkommen („Alpiner Permafrost“):

a) Aktive und inaktive Blockgletscher

b) Permafrost in Lockergesteinen (Schutt und Böden)

c) Permafrost in Festgesteinen („Spaltenfrost“)

Einleitung:
Was ist Permafrost? Woran erkennt man ihn?

Les Deux Alpes

Plattkofel

Jaggl, Reschenpass

Murfreit

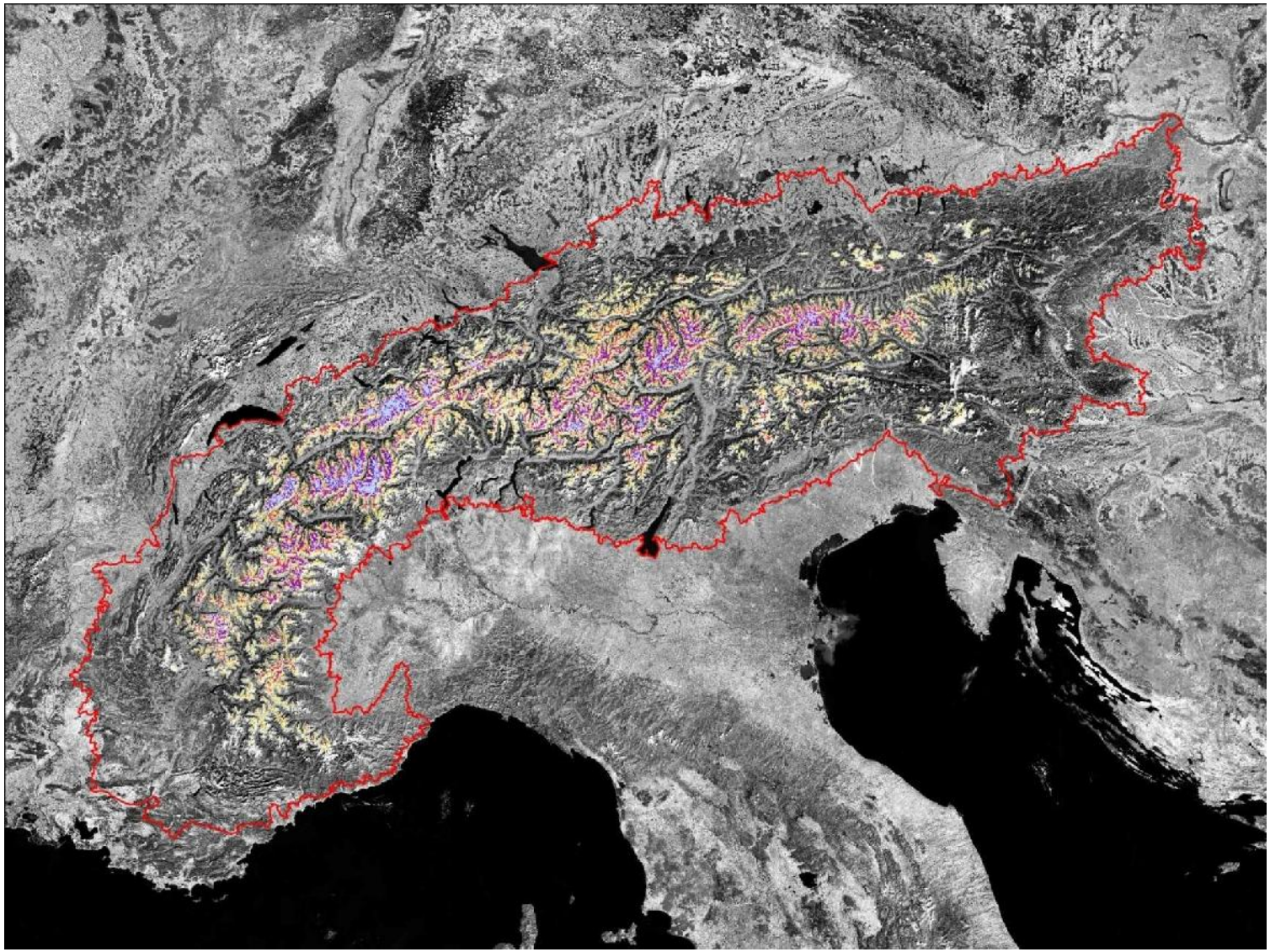
Foto: Lukas Mussner

Similaungrube

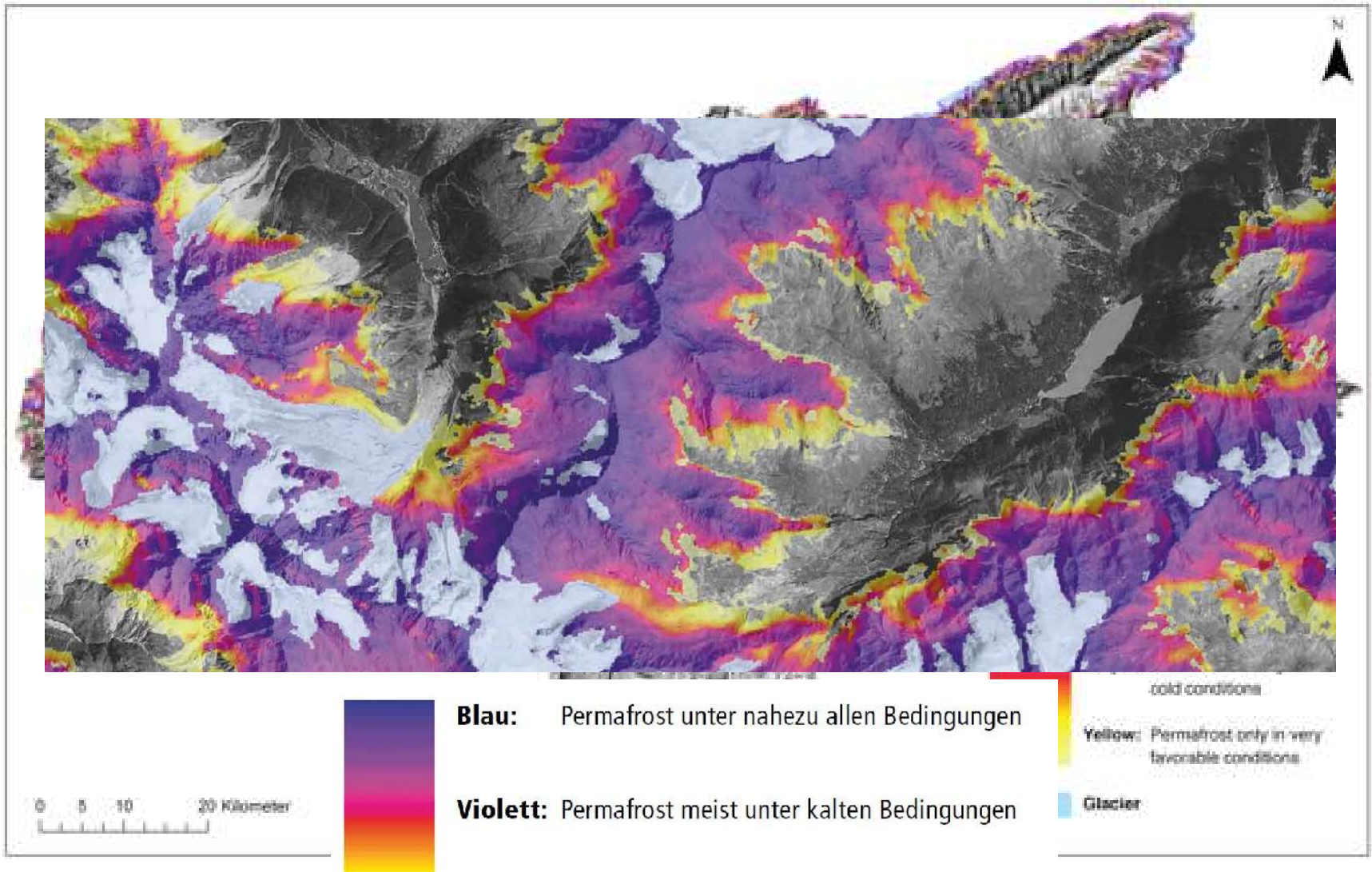
Foto: Egon Gurschler

Projekt PermaNET (2008 – 2011)

Alpenweite Karte der Permafrostverbreitung



Karte der Permafrostverbreitung in Südtirol



Permafrost-Verbreitu **ojektes PermaNET**

Blockgletscher sind lappen- bis zungenförmige Körper aus gefrorenem Lockermaterial (Hangschutt, Moräne) und Eislinsen bzw. Eiskörpern, die sich hangabwärts bewegen. Sie heben sich morphologisch deutlich von ihrer Umgebung ab. Die Bewegung erfolgt ähnlich wie bei Gletschern durch Kriechprozesse als Folge der internen Deformation. Blockgletscher zählen zu den markantesten und häufigsten morphologischen Erscheinungsformen des Hochgebirges.

Environ. Sci. Technol. 2007, 41, 7424–7429

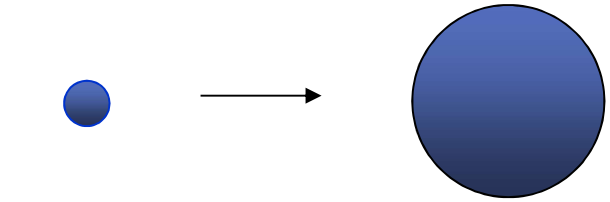
Unexpected Response of High Alpine Lake Waters to Climate Warming

HANSJÖRG THIES,*,† ULRIKE NICKUS,‡ VOLKMAR MAIR,§ RICHARD TESSADRI,∥ DANILO TAIT,⊥ BERTHA THALER,⊥ AND ROLAND PSENNER†

Änderungen der Wasserchemie (Ionen-Zusammensetzung) im Rasass See von 1990 bis 2005

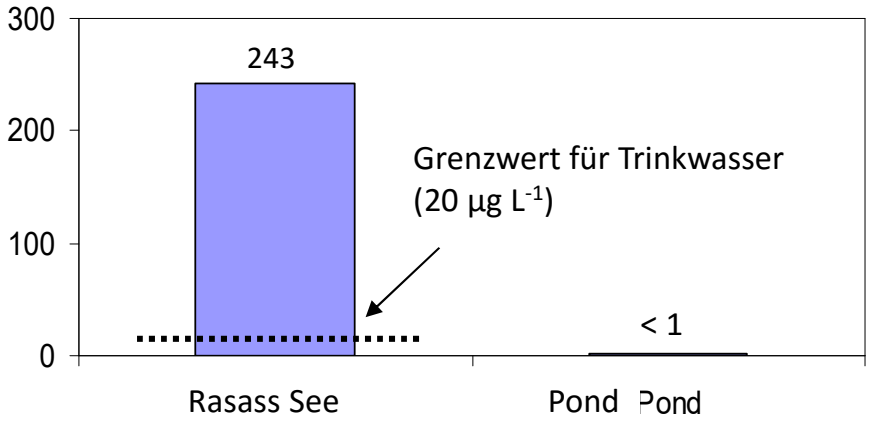
Rasass See, 2682 m

Größenvergleich: Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit



24 µS/cm 450 µS/cm

(Thies *et al.* 2007)



Projekt Permaqua

PERMAFROST UND SEINE AUSWIRKUNGEN AUF WASSERHAUSHALT UND GEWÄSSERÖKOLOGIE IM HOCHGEBIRGE

Partnerschaft:

- LP Amt für Geologie und Baustoffprüfung Bozen
- P1 Biologisches Labor, Umweltagentur Bozen
- P2 Universität Innsbruck
- Assoziierte Partner:
  - Alpenverein Südtirol AVS
  - Konsortium Nationalpark Stilfserjoch
  - Amt der Tiroler Landesregierung-Hydrographie und Hydrologie
  - Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol
  - ARGE Naturschutz
  - Österreichischer Alpenverein OEAV

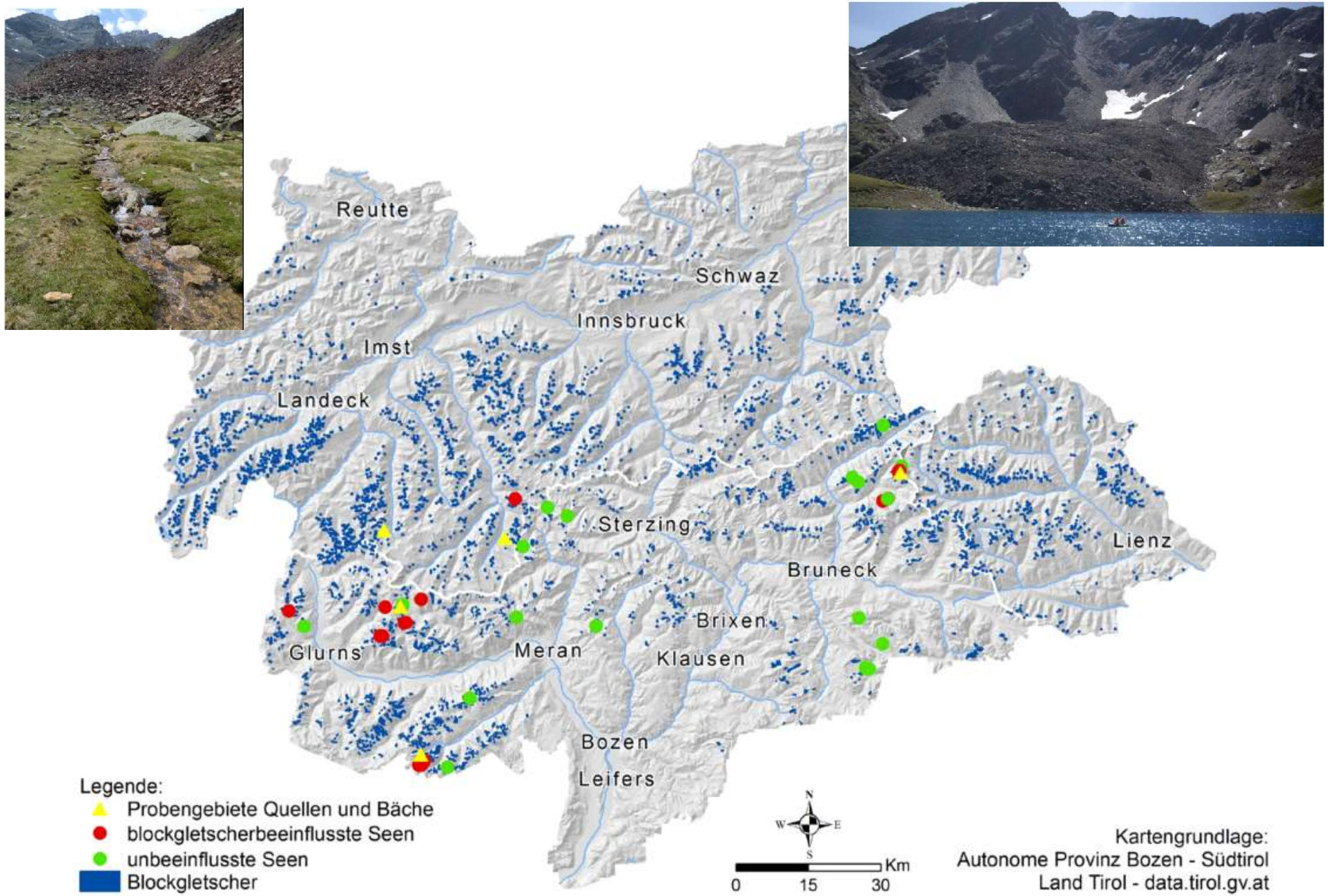
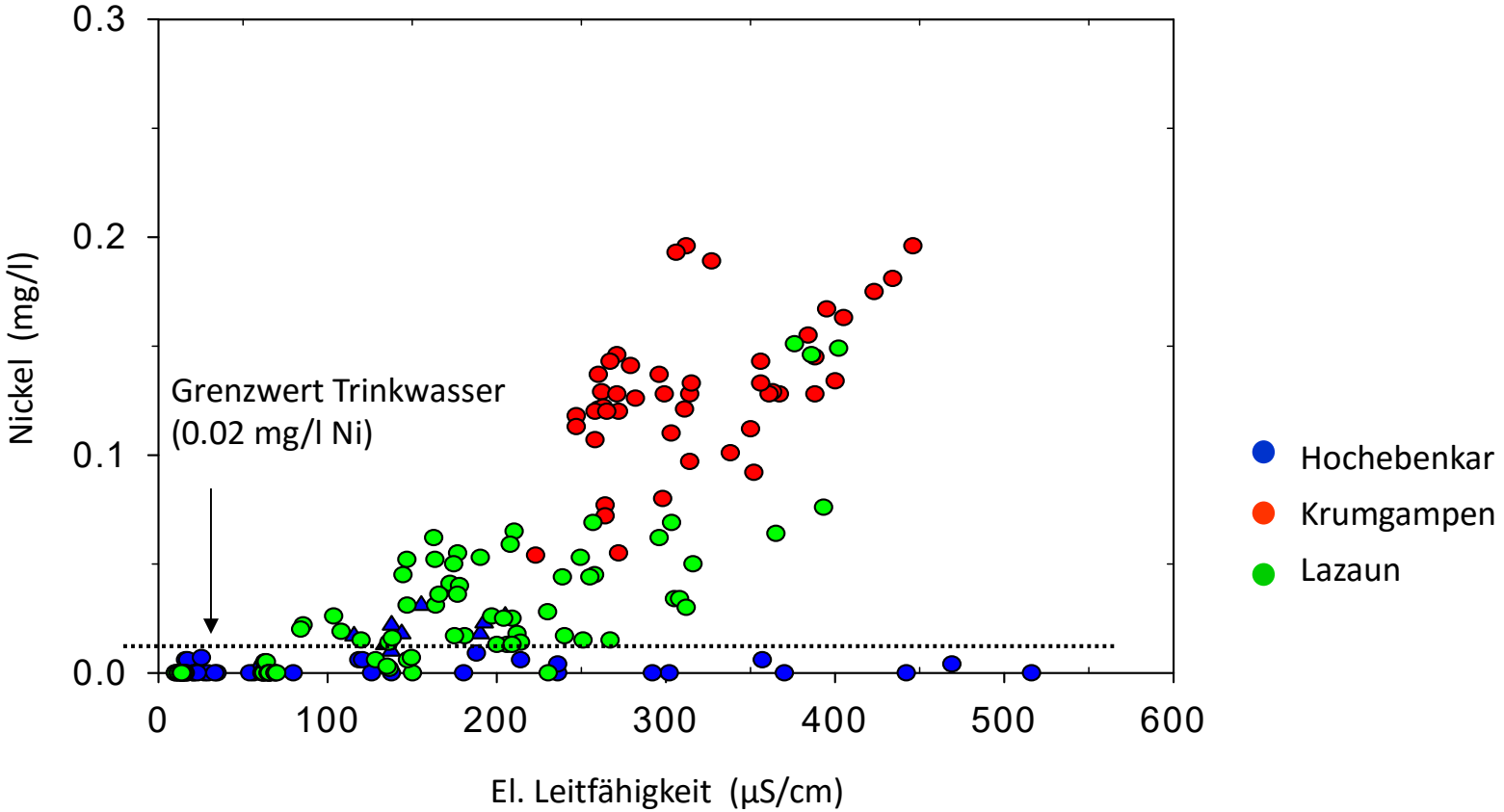


Abb. 6.1 – Untersuchungsgebiete in Süd- und Nordtirol (Datenquelle Blockgletscherkataster: Krainer & Ribis, 2012; Bollmann et al., 2012).

Schwermetalle in Blockgletscherabflüssen

(Krumgampen, Hochebenkar, Lazaun 2007-2010)

- Die Konzentrationen übersteigen z.T. die Grenzwerte für Trinkwasser (z.B. Ni)



5.2 | Trinkwasserquellen in der Nähe von Blockgletschern in Südtirol

Quelldaten:
Amt für Gewässernutzung, Autonome Provinz Bozen

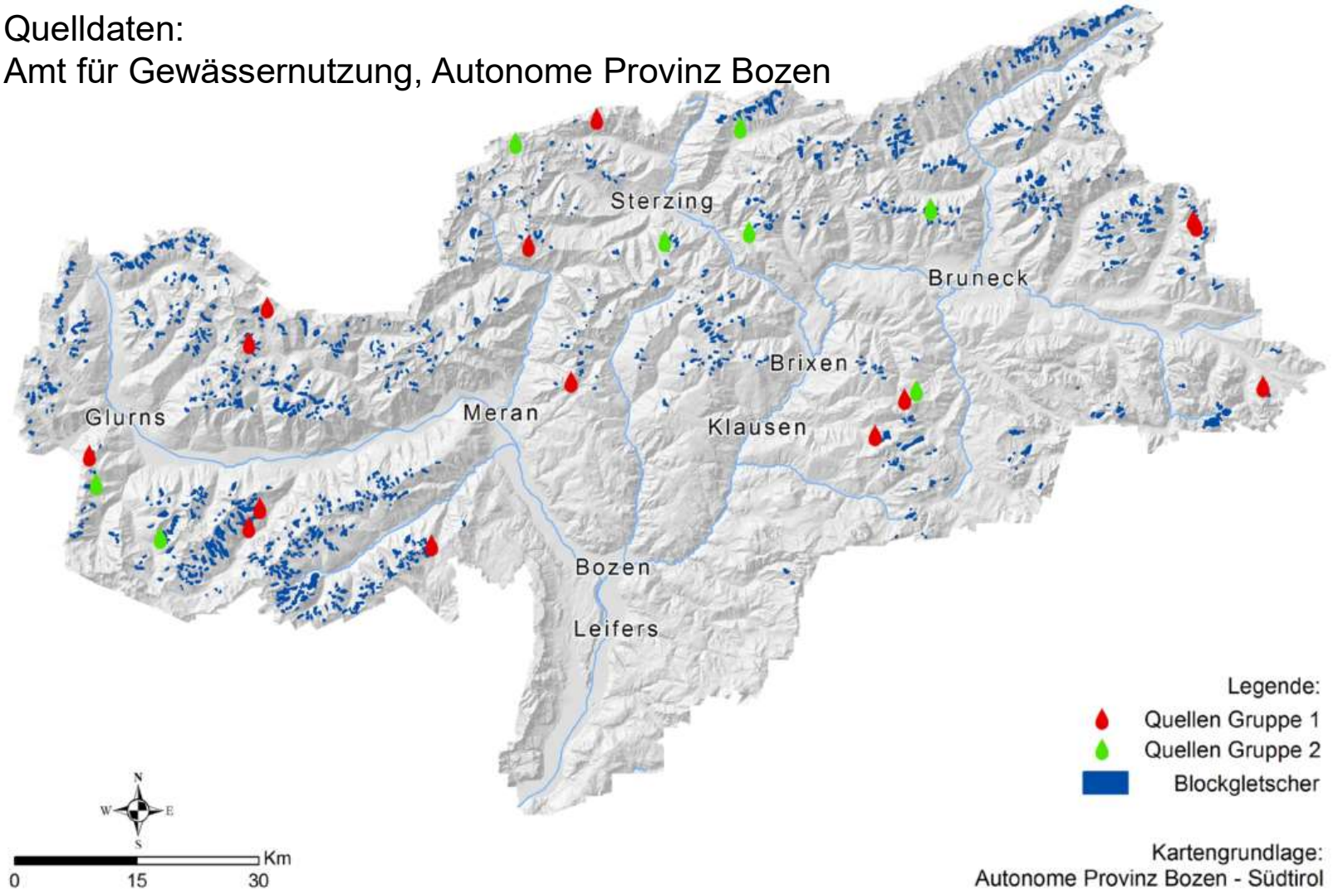
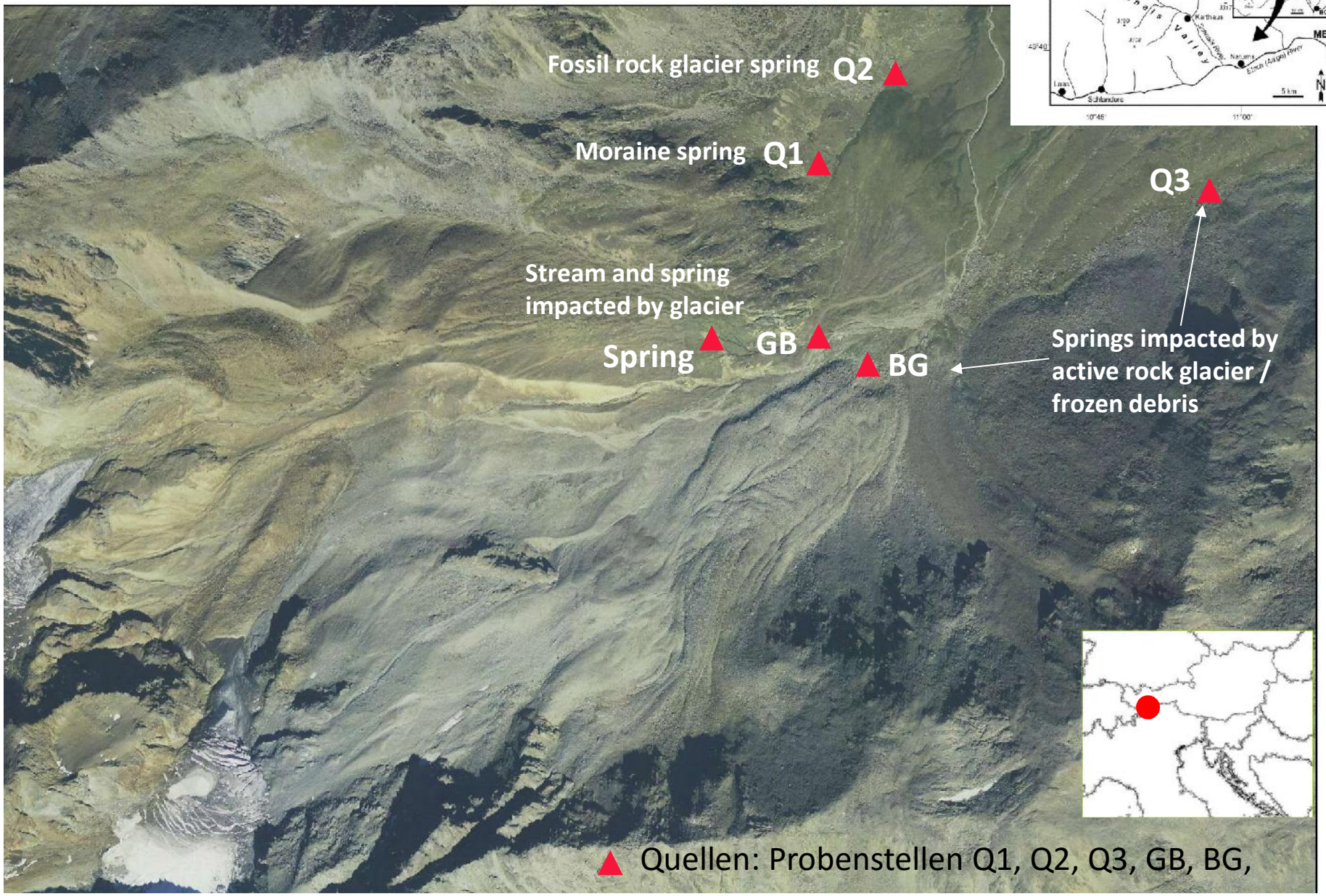


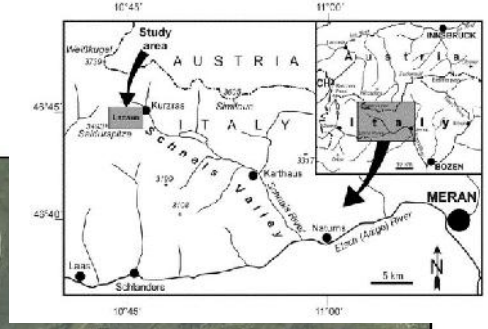
Abb. 5.5 – Digitales Geländemodell Südtirols mit den Blockgletschern und den untersuchten Trinkwasserquellen im Hochgebirge (Datenquelle Blockgletscherkataster: Bollmann et al., 2012).

Permafrost und Wasserressourcen:
Untersuchungen Einzugsgebiet Lazaunalm

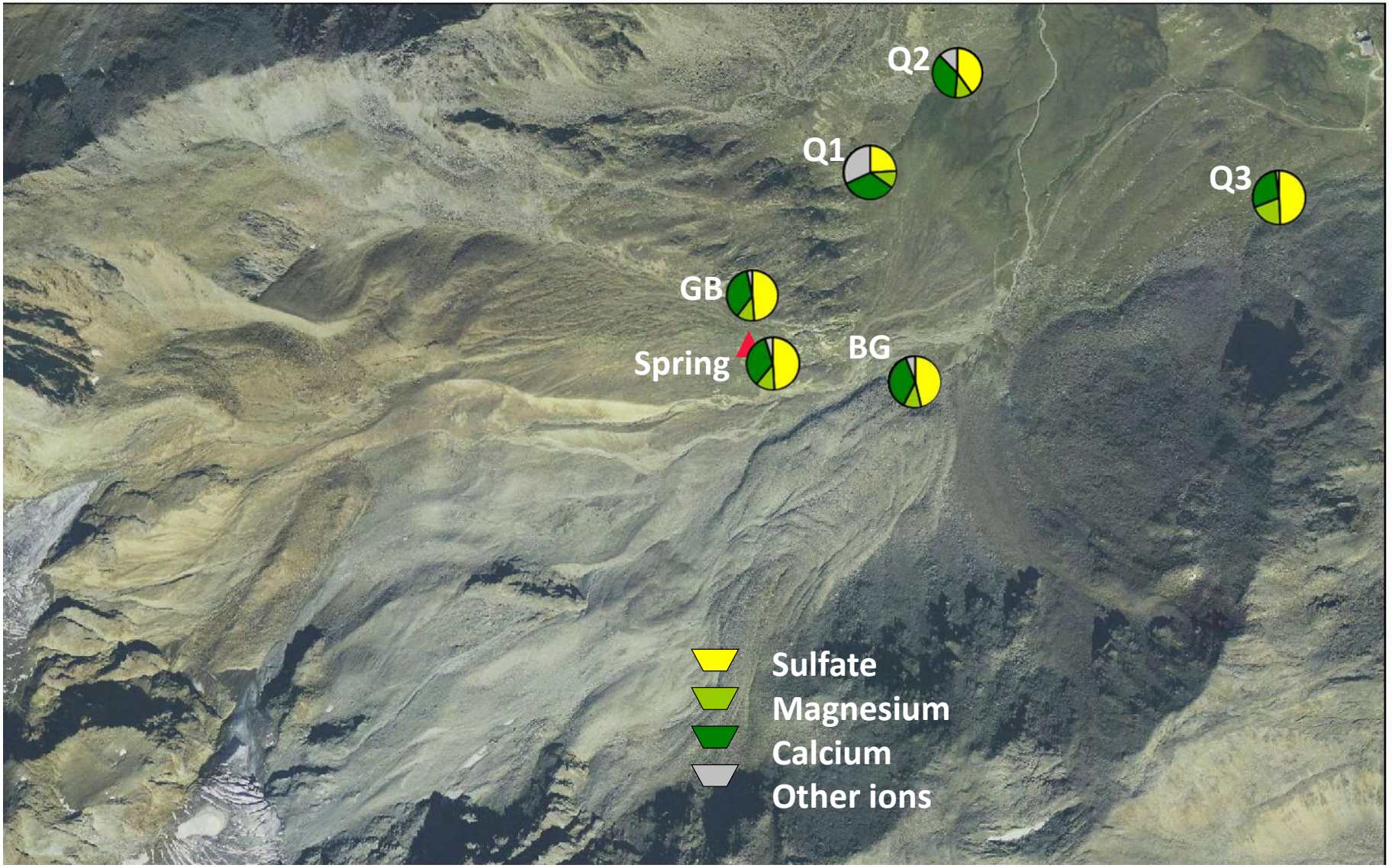
Abb. 4.1 – Pegelmessstelle zur Untersuchung des Abflussverhaltens des Lazaun Blockgletscherbaches.

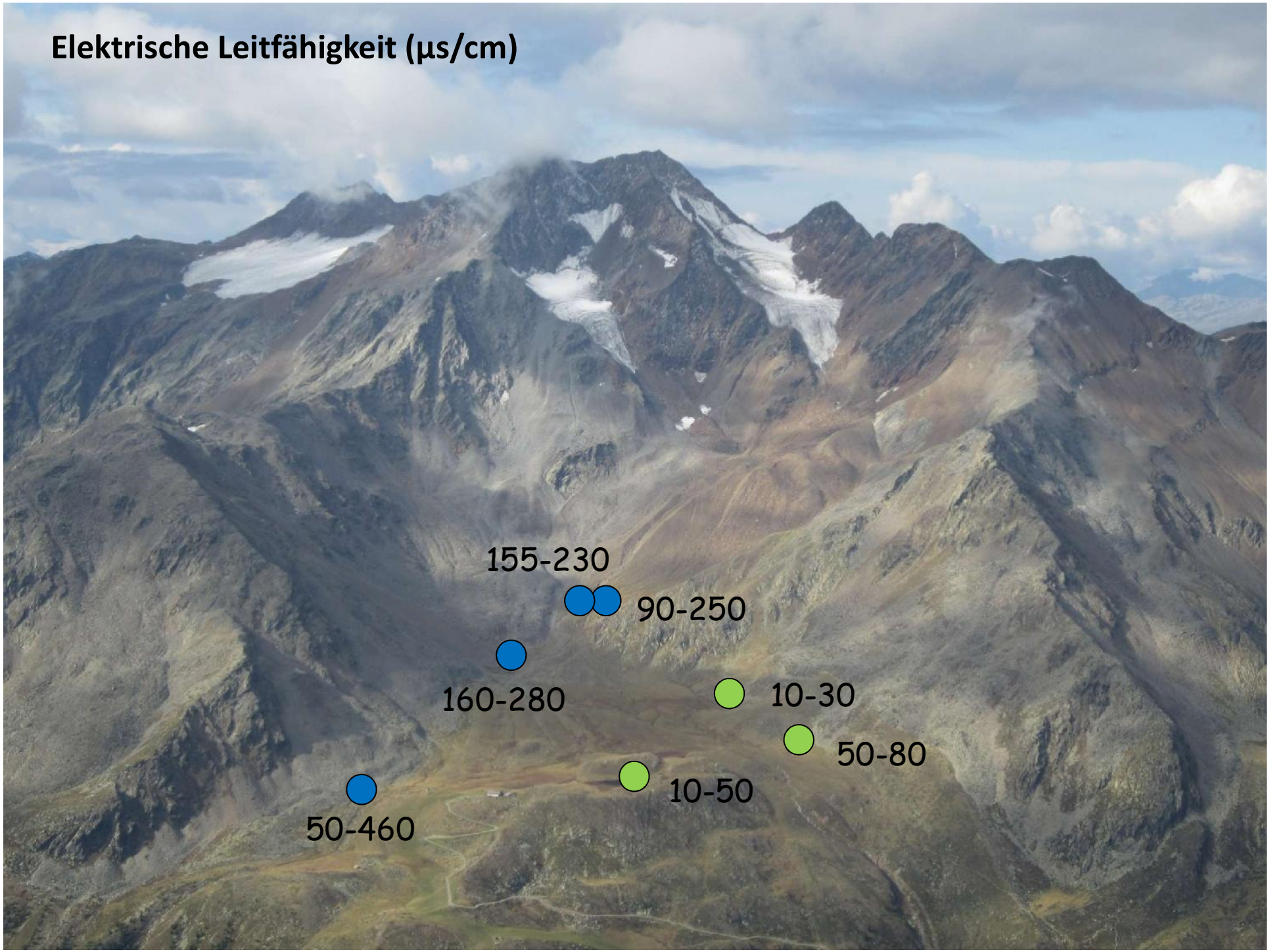
LAZAUN Blockgletscher

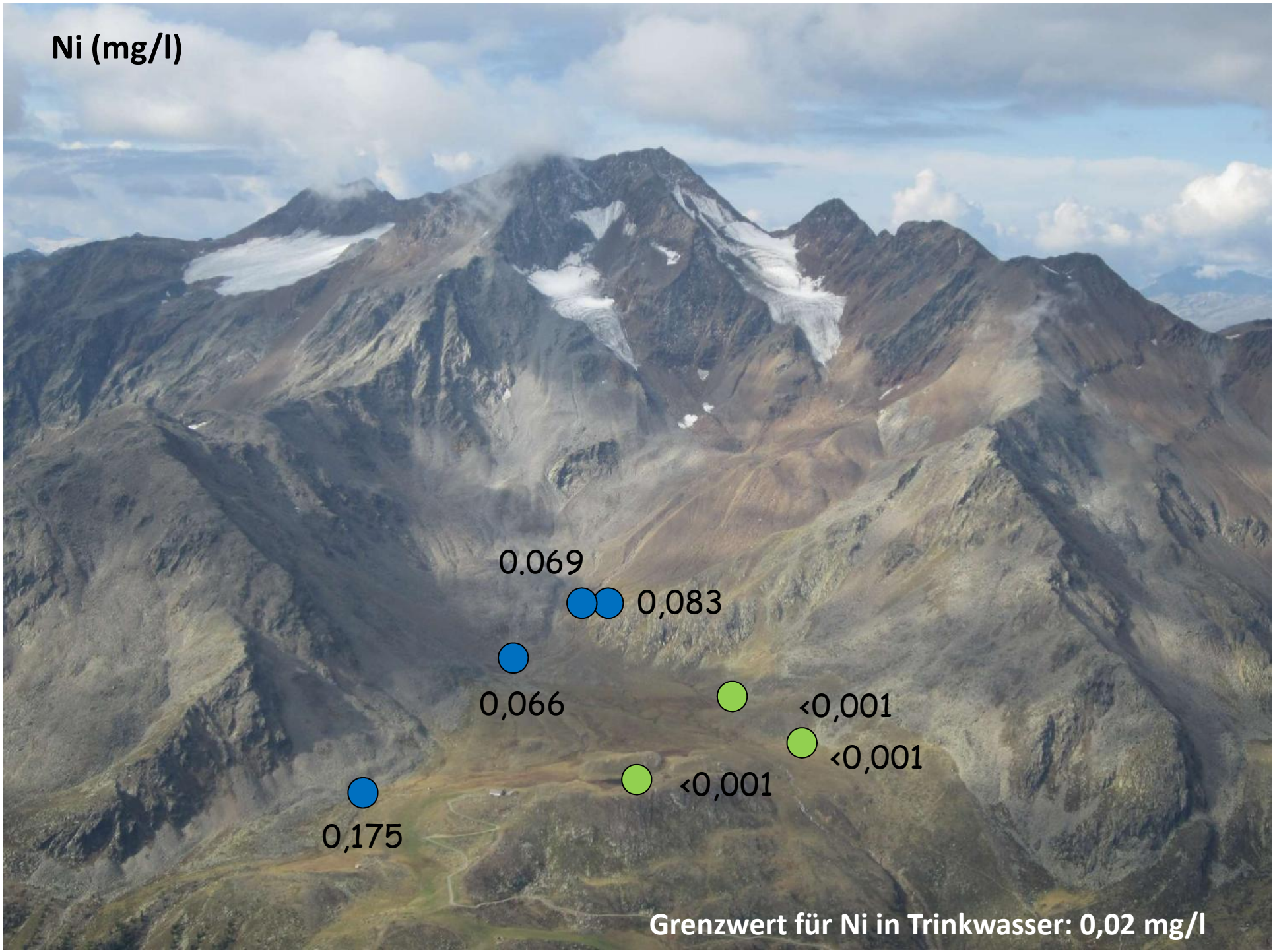




Ionen-Zusammensetzung




Elektrische Leitfähigkeit (µs/cm)
155-230
90-250
160-280
10-30
50-80
10-50
50-460

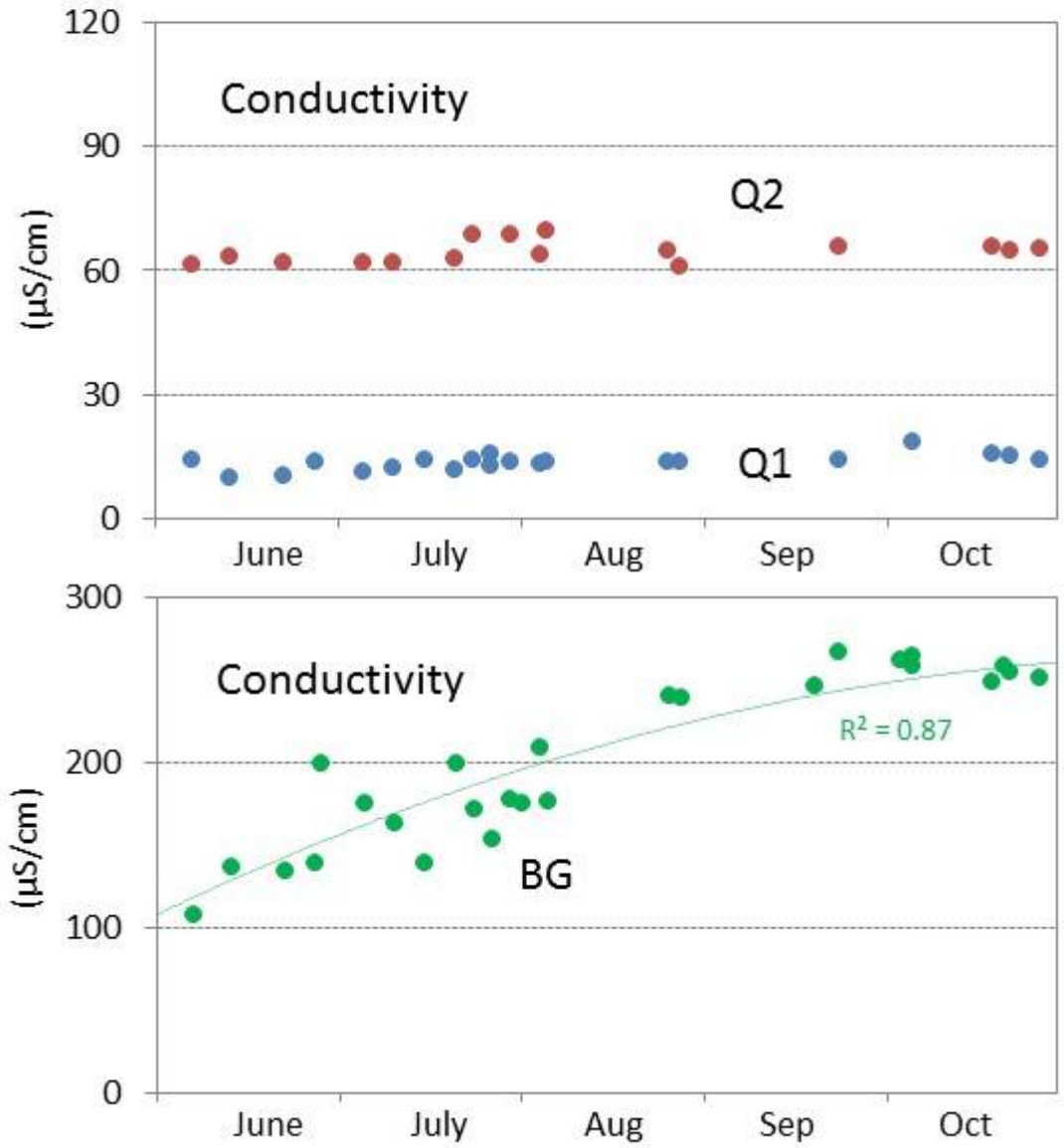

Ni (mg/l)
0.069
0,083
0,066
<0,001
<0,001
<0,001
0,175
Grenzwert für Ni in Trinkwasser: 0,02 mg/l

IONIC COMPOSITION

(June – October, 2007 – 2014 mean values)

	Impacted by	Conductivity µS/cm	SO_4^{2-} mg/L	Mg^{2+} mg/L	Ca^{2+} mg/L
Q1	moraine	14	3	0.4	2
Q2	fossil rock glacier	71	24	2	9
Q3	active rock glacier	338	139	14	34
BG	active rock glacier	200	78	5	26
GB	glacier (and ?)	158	63	4	19
Spring	glacier (and ?)	177	68	4	20

SEASONALITY (2007 - 2014)



no/ little increase in conductivity at sites without impact of active rock glaciers

- Q1 – moraine
- Q2 – fossil rock glacier

conductivity increase at sites impacted by active rock glaciers

(e.g. BG)

Jahresgang des Abflusses

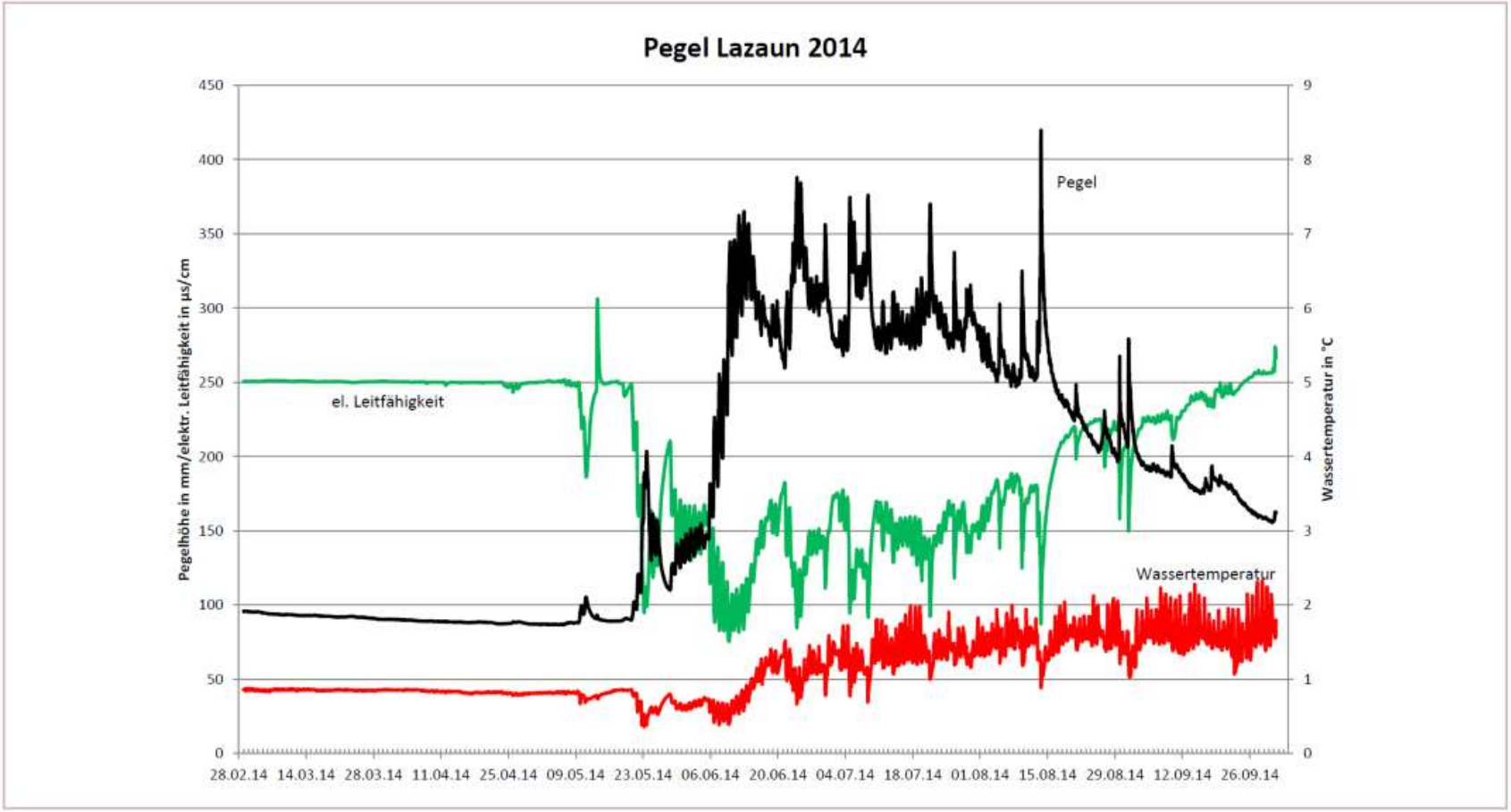
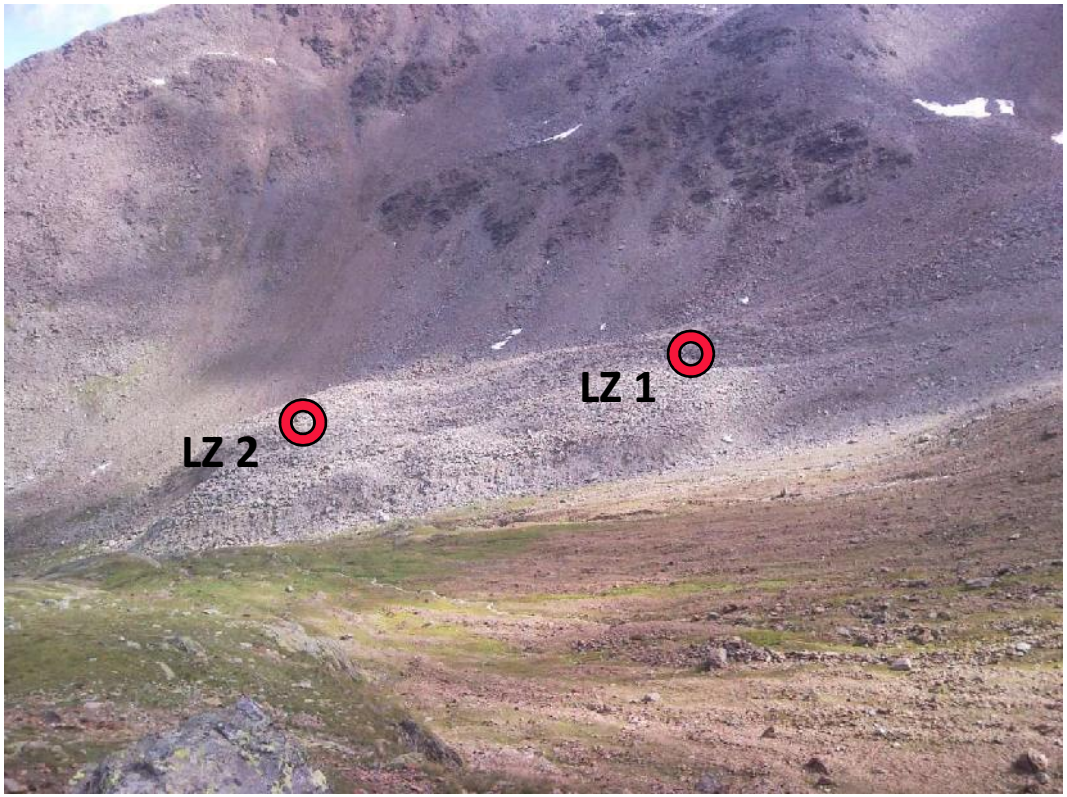


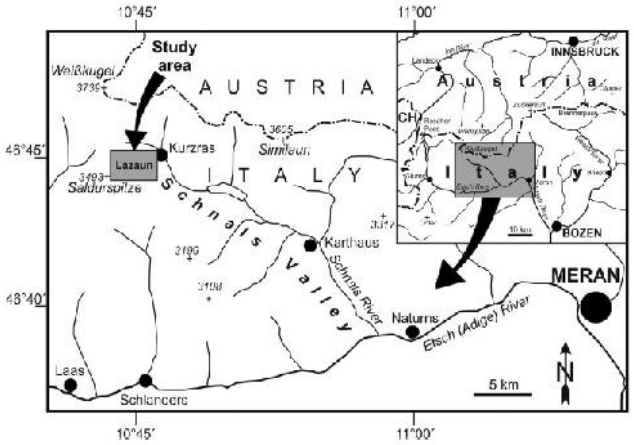
Abb. 4.2 – Grafik des Abflusses, der elektrischen Leitfähigkeit und der Wassertemperatur gemessen am Pegel des Lazaun Blockgletscherbaches.

Internstruktur der Blockgletscher

ermittelt durch 2 Kernbohrungen

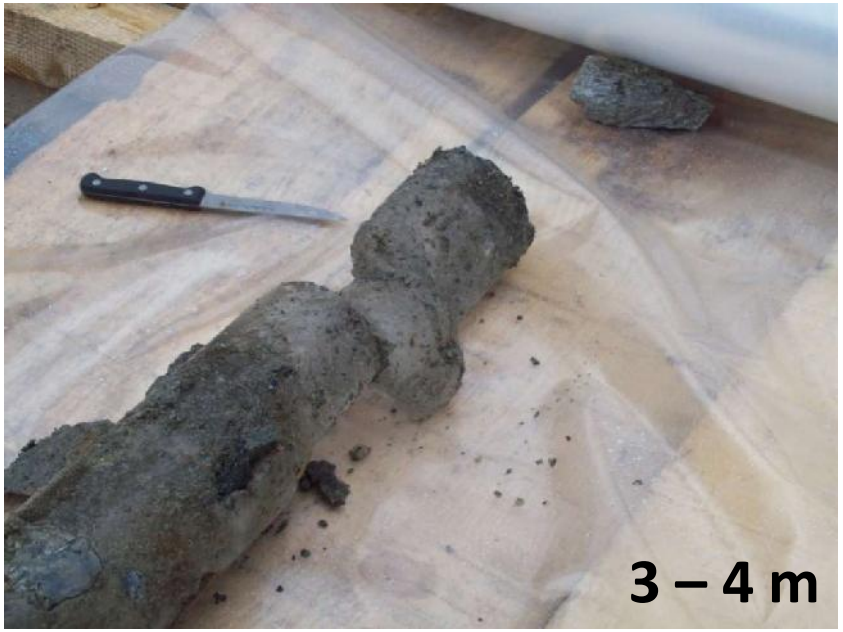


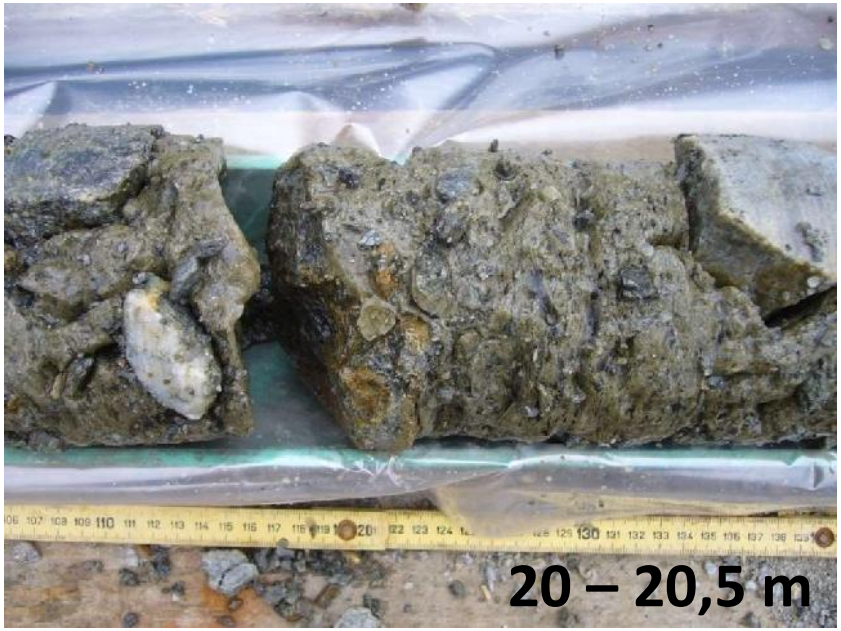
LZ 1 (2580 m) 40 m Länge
LZ 2 (2538 m) 32 m Länge



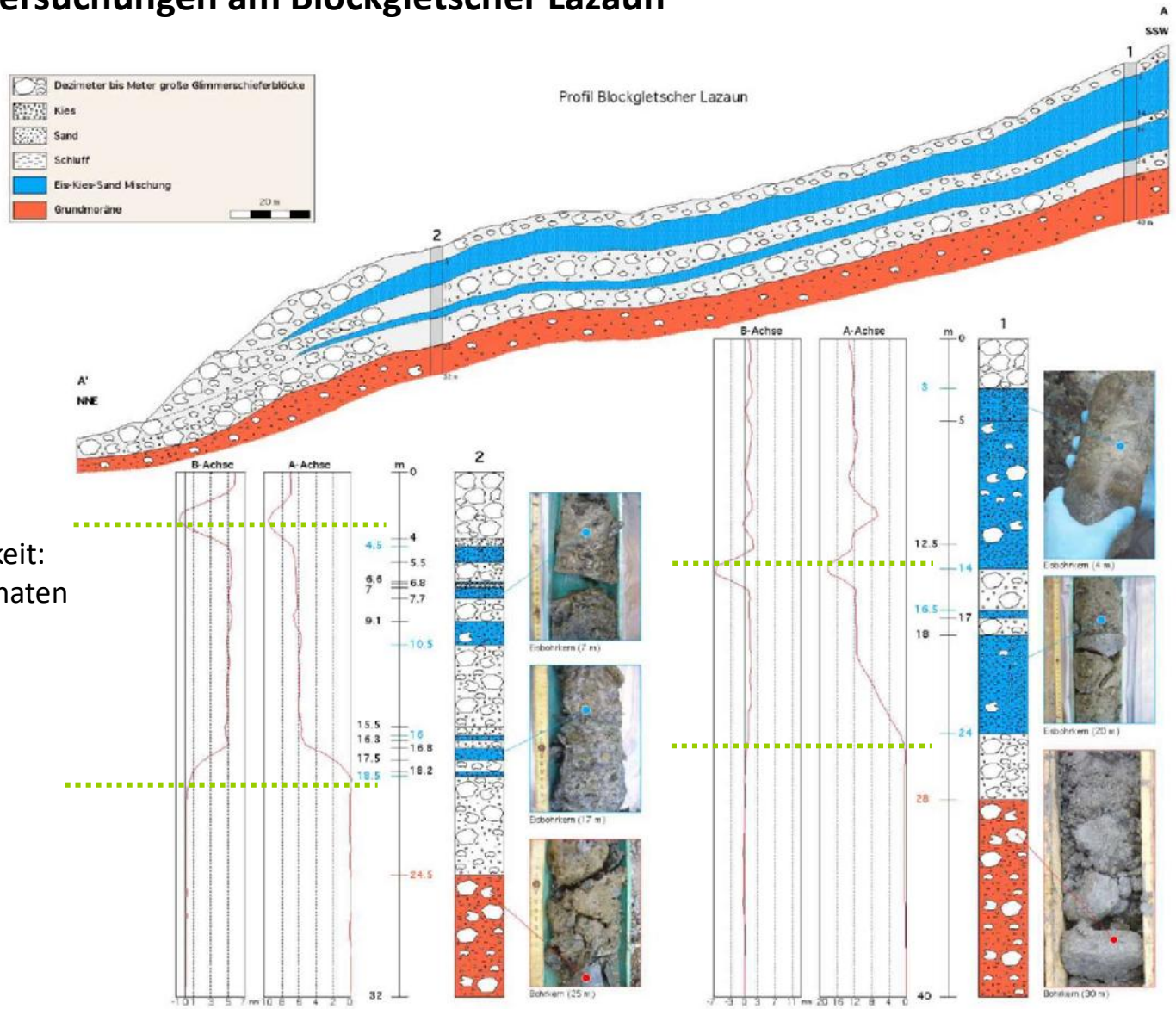
(Sommer 2010)

Kern Lazaun I





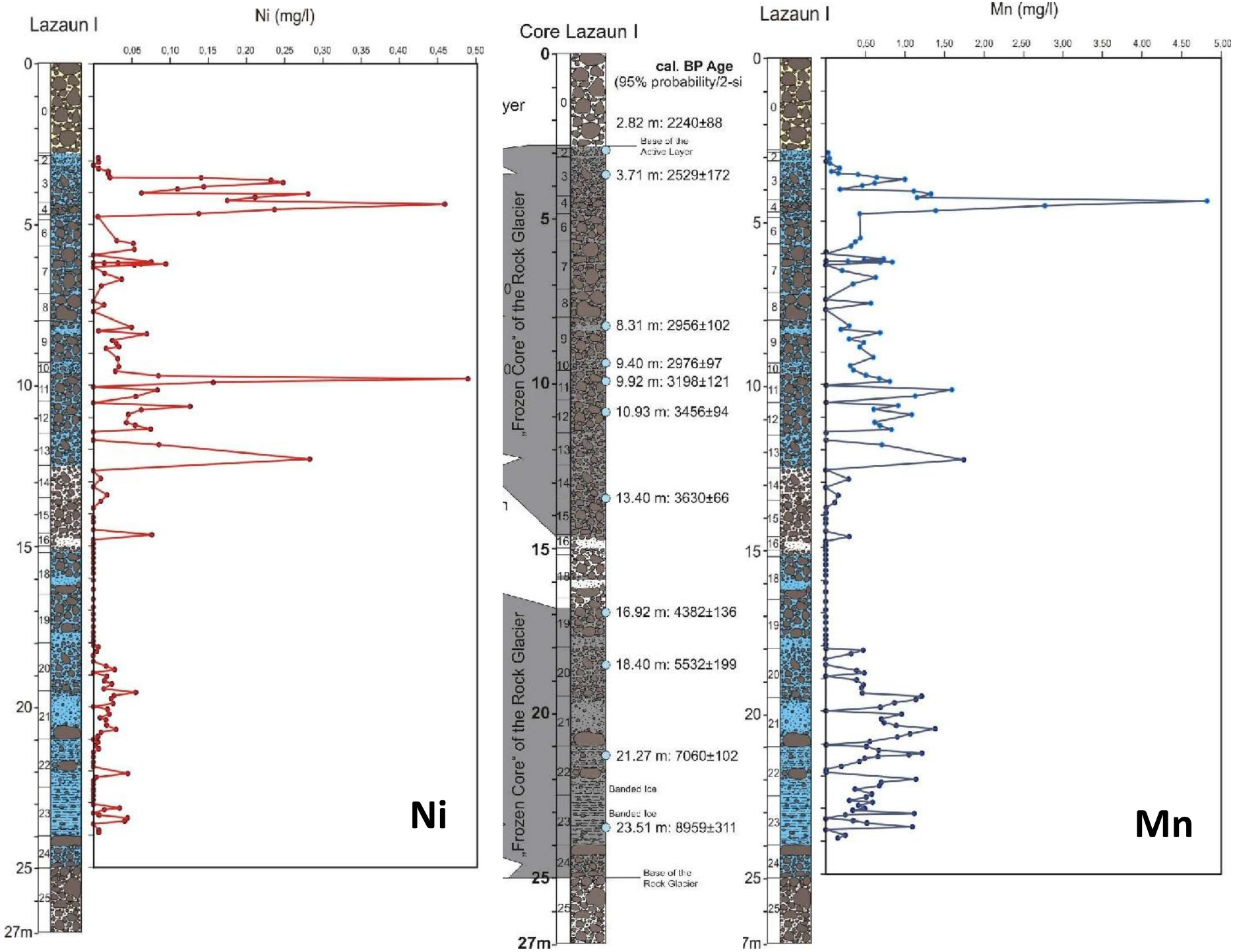
Permafrost und Wasserressourcen:
Untersuchungen am Blockgletscher Lazaun



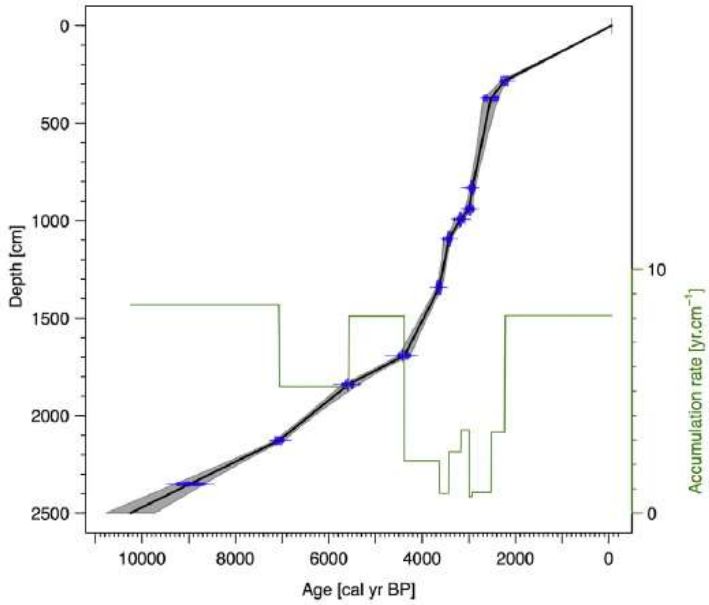
Geschwindigkeit:
1 cm in 2 Monaten

6 cm / Jahr

Inklinometermessungen von August 2010 bis September 2010 (S1) bzw. Oktober (S2) 2010


Lazaun I
Ni (mg/l)
0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 0,50
0
5
10
15
20
25
27m
Ni
Core Lazaun I
cal. BP Age
(95% probability/2-si
yer
2.82 m: 2240±88
Base of the
Active Layer
3.71 m: 2529±172
„Frozen Core" of the Rock Glacier
8.31 m: 2956±102
9.40 m: 2976±97
9.92 m: 3198±121
10.93 m: 3456±94
13.40 m: 3630±66
16.92 m: 4382±136
18.40 m: 5532±199
21.27 m: 7060±102
Banded Ice
Banded Ice
23.51 m: 8959±311
Base of the
Rock Glacier
27m
Lazaun I
Mn (mg/l)
0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00
7m
Mn

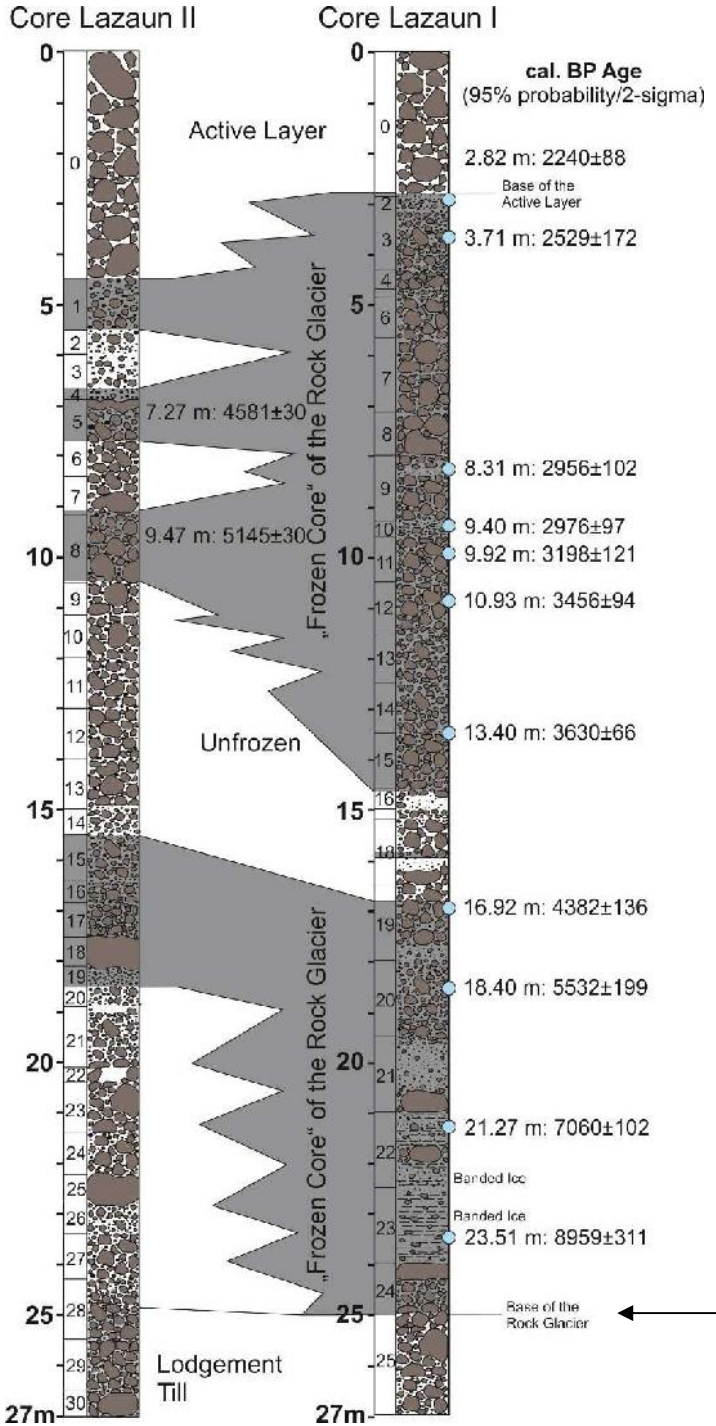
Internstruktur – Alter



Quaternary Research
Volume 83, Issue 2, March 2015, Pages 324–336

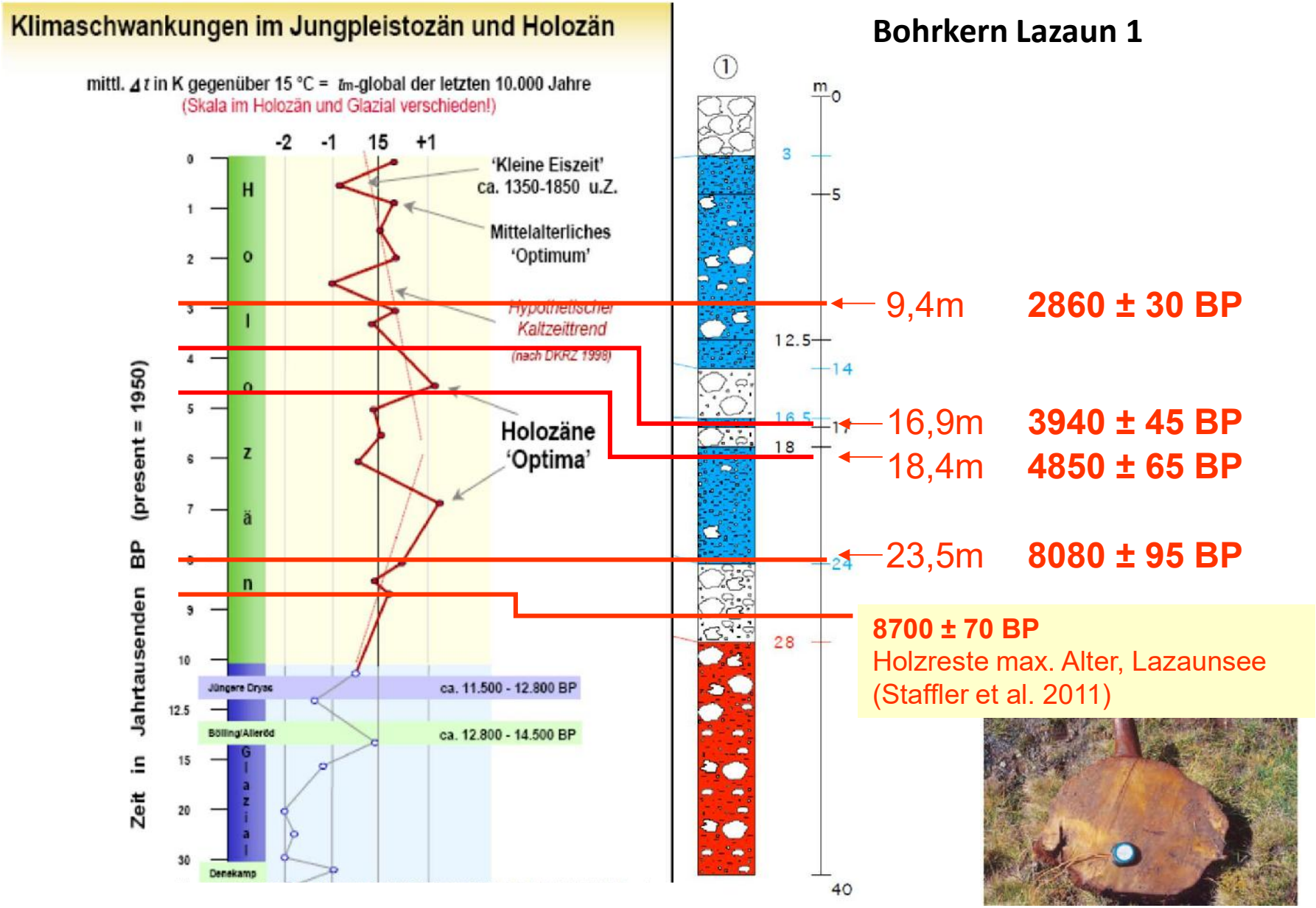
A 10,300-year-old permafrost core from the active rock glacier Lazaun, southern Ötztal Alps (South Tyrol, northern Italy)

Karl Krainer[a], David Bressan[a], Benjamin Dietre[b], Jean Nicolas Haas[b], Irka Hajdas[c], Kathrin Lang[d], Volkmar Mair[e], Ulrike Nickus[e], Daniel Reidl[e], Hansjörg Thies[f], David Tonidandel[d]



10.300

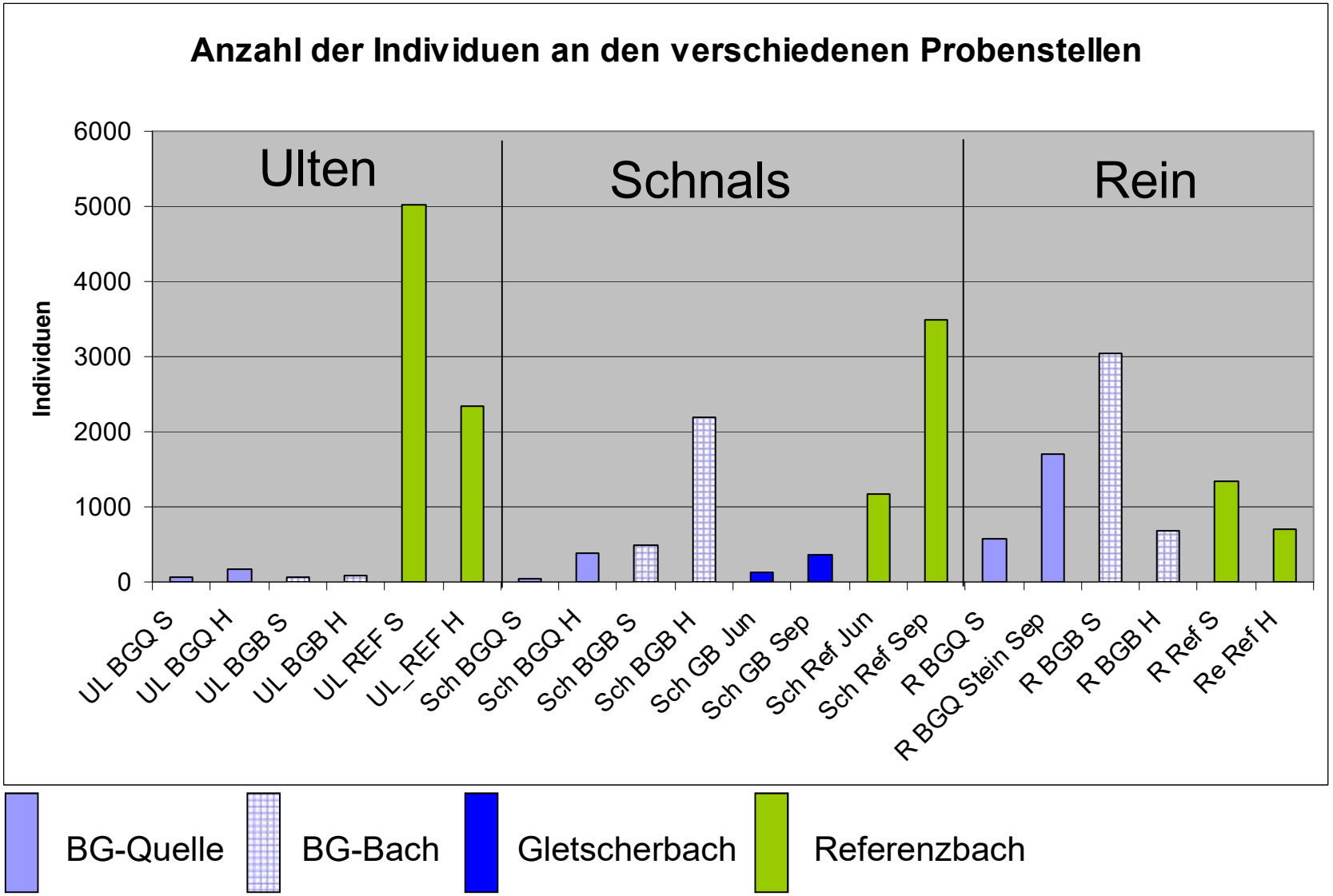
Permafrost und Klimawandel: Interpretation der Daten



Ökologie der Gewässer:
Untersuchungen an Blockgletscherabflüssen

Ökologie der Gewässer:
Untersuchungen an Blockgletscherabflüssen

Makrozoobenthos



Ökologie der Gewässer:
Untersuchungen an Blockgletscherabflüssen

Erste Ergebnisse Makrozoobenthos

- Vor allem in Ulten und Schnals haben die Referenzbäche höhere Individuendichten
- Die Blockgletscherbäche haben meist höhere Individuendichten als die –quellen
- Im September ist die Besiedelung meist dichter als im Juni/Juli

Abb. 6.7 – Makrozoobenthos.

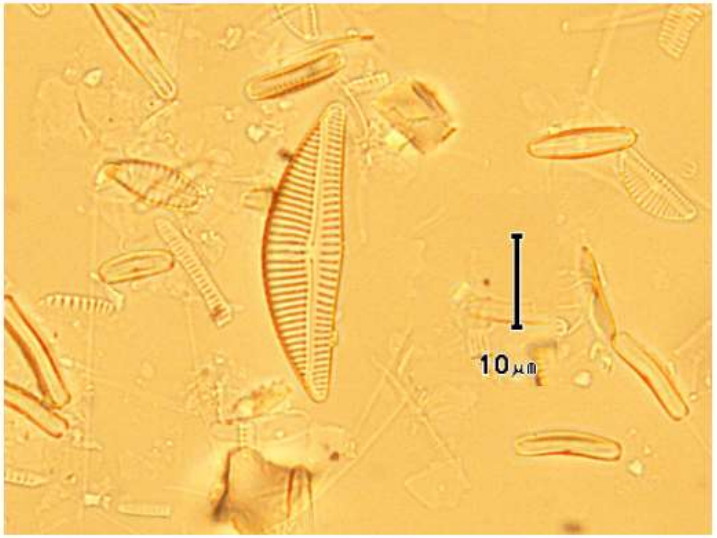


Abb. 6.5 – Kieselalgen unter dem Mikroskop.

Abb. 6.8 – Beprobung des Makro- und Meiozoobenthos.

Abb. 6.6 – Beprobung von Kieselalgen mit Hilfe einer Zahnbürste.

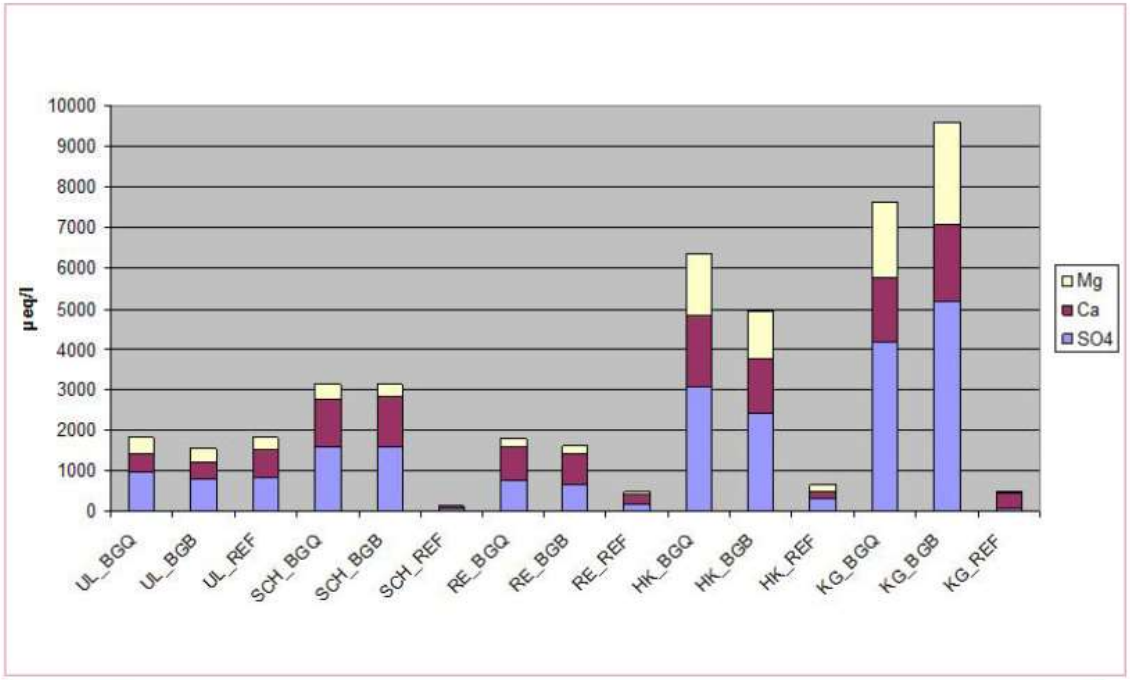


Abb. 6.9 – Einige chemische Parameter an den verschiedenen Probestellen. Magnesium (Mg), Kalzium (Ca) und Sulfat (SO_4) sind an den blockgletscherbeeinflussten Probestellen viel höher als in den unbeeinflussten Referenzbächen (Ausnahme Standort Ulten: dort konnte kein unbeeinflusstes Gewässer gefunden werden). BGQ=Blockgletscherquelle, BGB=Blockgletscherbach, REF=Referenzbach, UL=Ulten, SCH=Schnals, RE=Reintal, HK=Ötztal, KG=Kaunertal.

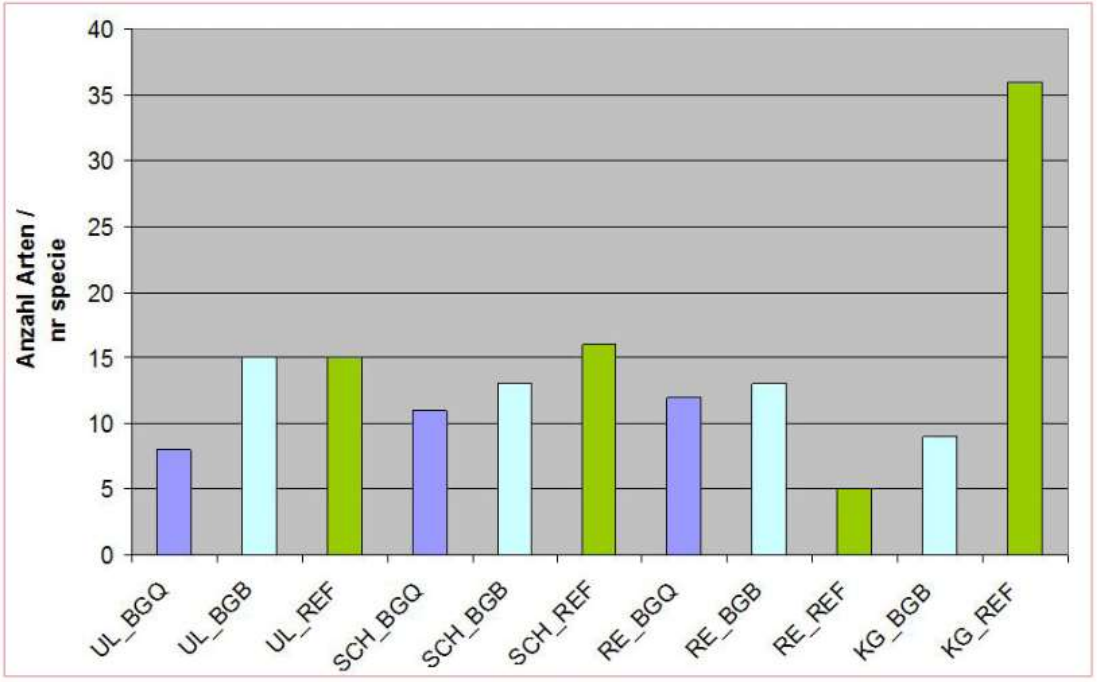
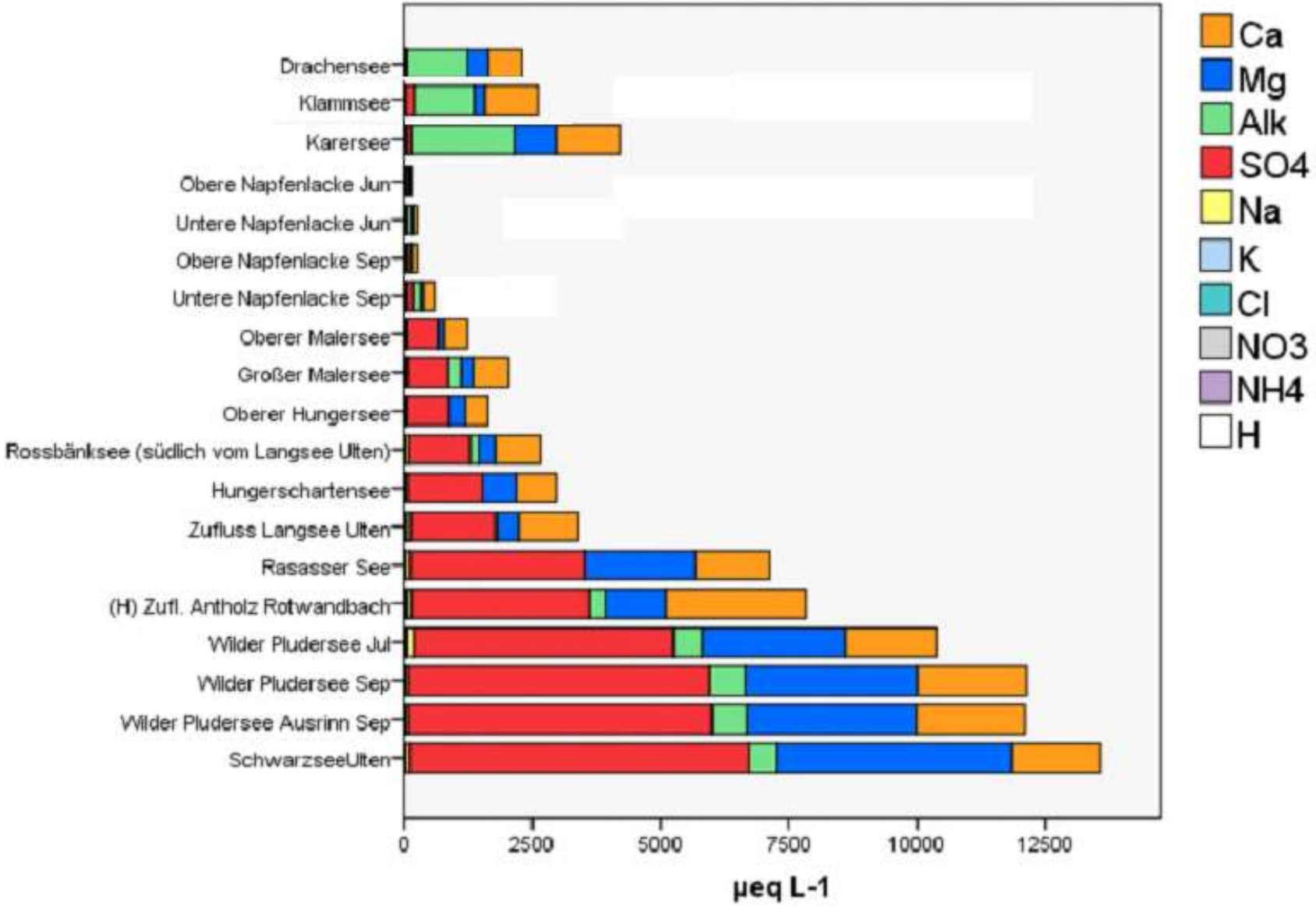


Abb. 6.10 – Artenanzahl der Kieselalgen an den verschiedenen Probestellen (BGQ=Blockgletscherquelle, BGB=Blockgletscherbach, REF=Referenzbach, UL=Ulten, SCH=Schnals, RE=Reintal, KG=Kaunertal).

Ökologie der Gewässer:
Untersuchungen an Hochgebirgsseen

Chemie verschiedener Seen



	Al	Ba	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Sr	Zn
UL_BGQ	802	< 5	4	< 5	5	3	259	15	29	8
UL_BGB	636	< 5	4	< 5	5	3	193	12	28	8
UL_REF	< 5	< 5	< 5	< 5	3	< 5	< 5	< 5	57	4
SCH_BGQ	< 5	2	6	< 5	3	< 5	3	59	65	30
SCH_BGB	< 5	2	4	< 5	3	< 5	9	33	71	15
SCH_REF	7	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	10	4
RE_BGQ	< 1	5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	62	< 1
RE_BGB	< 1	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	62	< 1
RE_REF	4	< 5	< 5	< 5	3	3	< 5	< 5	23	4
HK_BGQ	<1	5,1	<1	<2	<1	<1	<1	7,3	141,7	2,7
KG_BGQ	4736	13	50	<2	13	<1	438	246	63	181
KG_BGB	4668	17	56	<2	13	1	491	333	71	189
KG_REF	93	2	<1	<2	<1	78	3	1	4	2
Großer Malersee	<1	4	<1	<2	<1	5	11	9	45	4
Zufluss Gr. Malersee	3025	13	13	<2	2	1954	83	45	16	36
Hungerschartensee	1896	1	41	<1	<1	<1	293	133	49	34
Wilder Pludersee	<1	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1	276	<1
Upiasee	<1	<1	2	<2	1	<1	2	20	37	3
Wannenkarsee	117	6	14	<2	2	15	50	64	43	39
Schwarzsee (Ulten)	<1	17	<1	<1	<1	<1	<1	<1	137	<1

Tab. 6.1 – Metallgehalte (µg/l) im Wasser verschiedener Blockgletscherquellen, Blockgletscherbäche, Referenzbäche sowie der untersuchten Seen. Erhöhte Werte sind orange hervorgehoben, Referenzstellen sind grün unterlegt (BGQ=Blockgletscherquelle, BGB=Blockgletscherbach, REF=Referenzbach, UL=Ulten, SCH=Schnals, RE=Reintal, HK=Ötztal, KG=Kaunertal).

Zusammenfassung:

- Permafrost ist in den Alpen oberhalb von 2.500 m häufiger verbreitet als vielfach angenommen.

- In Südtirol sind etwa 440 km² bzw. 6 % der Landesfläche von Permafrost bedeckt, in Österreich ca. 2.000 km²

- Aufgrund seiner Temperatur von nahe 0 °C ist Permafrost besonders anfällig auf Klimawandel. Klimamodelle prognostizieren für die Alpen eine Erwärmung von etwa 4 °C bis 2100, was u.a. zu einem verstärkten Abschmelzen des Permafrosts führen wird.

- Die größten Eisanteile des Permafrosts sind in den Blockgletschern gebunden

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:
  - Erste Ergebnisse aus verschiedenen Projekten zeigten, dass Wässer aus abschmelzendem Permafrost hohe Gehalte an Schwermetallen enthalten können. Diese Werte liegen mancherorts weit über dem Grenzwert für Trinkwasser
  - 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)
  - Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Abschmelzen von Permafrost und dem Anstieg von Schwermetallen bzw. Spurenelementen in den genutzten Trinkwasserquellen in Südtirol kann zu diesem Zeitpunkt nicht festgestellt werden.
  - Die Lazaunbachquelle wird aufgrund der hohen Nickel- und Aluminiumgehalte nicht mehr für Trinkwasser verwendet. Für die anderen Quellen sind in den nächsten Jahren weitere Analysen geplant, um einen eventuellen Einfluss nachweisen zu können.

- Permafrost und Ökologie:
  - Erste Ergebnisse zeigen Unterschiede in der Anzahl der Individuen (Makrozoobenthos) zwischen beeinflussten und nicht beeinflussten Gewässern

Danke für Ihre Aufmerksamkeit