



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ClimOpt

Optimierung des Managements klimabedingter Naturgefahren

Interreg IV A Italien-Schweiz 2007-2013

● GPR – Messungen der Eisdicke an neun Südtiroler Gletschern

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



KANTON
GRAUBÜNDEN
AMT FÜR WALD
UND NATURGEFAHREN



Herausgeber: Autonome Provinz Bozen - Südtirol und Kanton Graubünden

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Abteilung Brand- und Zivilschutz, Drususallee 116, 39100 Bozen
brand.zivilschutz@provinz.bz.it, www.provinz.bz.it/zivilschutz
Abteilungsleiter Hanspeter Staffler

Kanton Graubünden

Amt für Wald und Naturgefahren, Loëstraße 14, CH-7000 Chur
info@awn.gr.ch, www.awn.gr.ch
Bereichsleiter Christian Wilhelm

© 2014

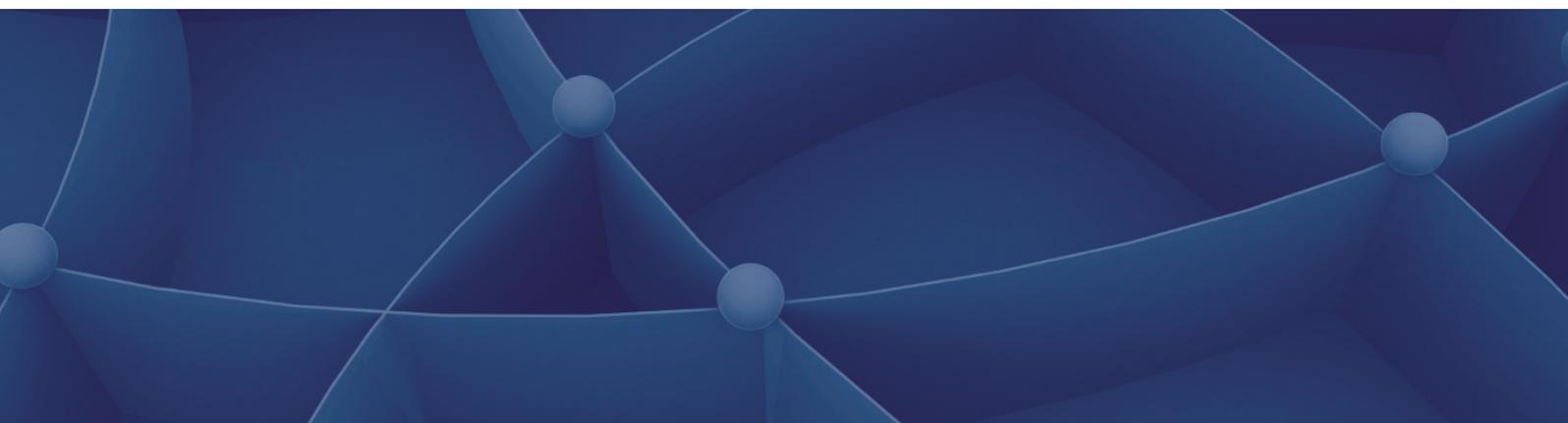
Projektsteuerung

Andreas Zischg (abenis alpinexpert GmbH/abenis AG)
a.zischg@abenis.it, www.abenis.it, www.abenis.ch
Roberto Dinale (Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen)
roberto.dinale@provinz.bz.it, www.provinz.bz.it/hydro

Grafik

sonya-tschager.com

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers gestattet.



ClimOpt – Optimierung des Managements klimabedingter Naturgefahren

Interreg Italien-Schweiz 2007-2013

Autoren:

Christian Mitterer, Andrea Fischer



Unione Europea
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Le opportunità non hanno confini.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Messmethode	7
3	Laaserferner, Gemeinde Laas	9
3.1	Messung	11
3.2	Ergebnisse	12
4	Hohen- und Schranferner, Gemeinde Martell	15
4.1	Messungen	16
4.2	Ergebnisse	19
4.2.1	Hohenferner	19
4.2.2	Schranferner.....	22
5	Feuerstein- und Hangendenferner, Gemeinde Brenner	25
5.1	Messungen	26
5.2	Ergebnisse	29
5.2.1	Feuersteinferner	29
5.2.2	Hangendenferner	32
6	Suldenferner, Ast von der Ortler Südseite	35
6.1	Messung	36
6.2	Ergebnisse	38
7	Matscherferner, Gemeinde Schluderns	41
7.1	Messung	38
7.2	Ergebnisse	45
8	Grafferner, Pfossental, Gemeinde Schnals	48
8.1	Messung	49
8.2	Ergebnisse	51
9	Langtaufererferner, Gemeinde Langtaufers	54
9.1	Messung	56
9.2	Ergebnisse	58
	Literatur	61
	Abbildungsverzeichnis	62
	Tabellenverzeichnis	65

1 Einleitung

Im Frühjahr 2013, von 13. Mai bis 13. Juni, wurden Eisdickenmessungen (Kapitel 2) von neun Gletschern in Südtirol (Abbildung 1.1) im Auftrag des Hydrographischen Amtes Bozen im Rahmen des INTERREG Projektes ClimOPT durchgeführt. Projektleiterin für das Institut für Gebirgsforschung der Österreichische Akademie der Wissenschaften war Dr. Andrea Fischer.

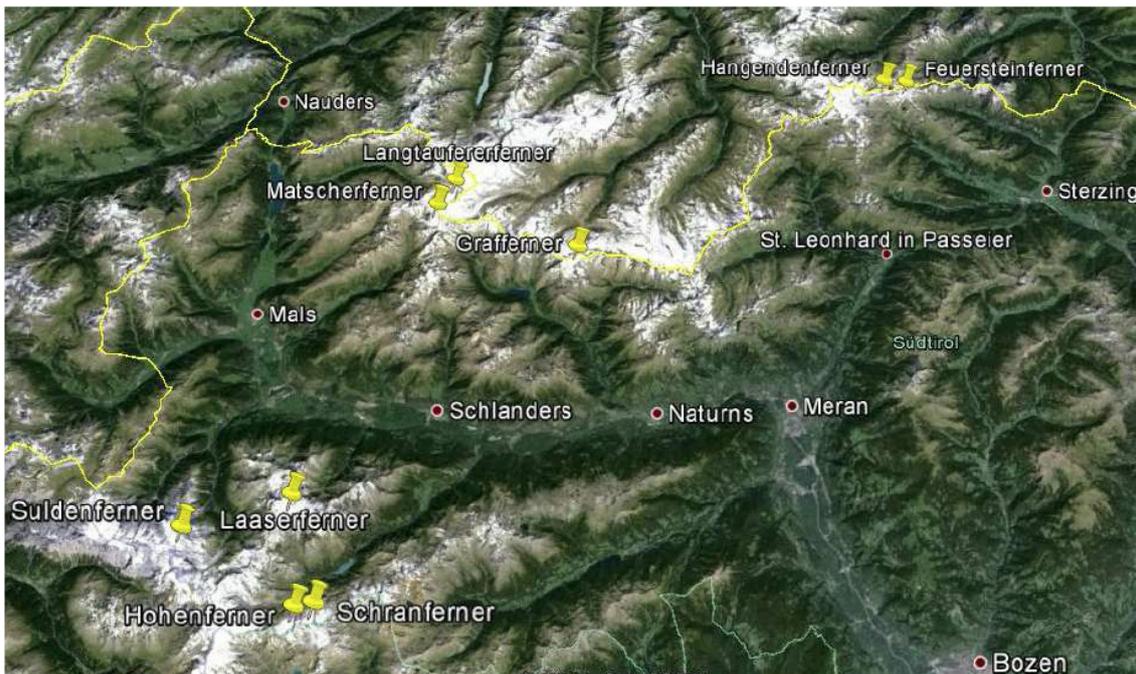


Abbildung 1.1: Übersicht der gemessenen Gletscher (Quelle: Google Earth).

Der folgende Bericht beinhaltet die Auswertungen der Messungen im Feld und gibt Aufschluss über die Eismächtigkeit (Fischer, 2009) und die Beschaffenheit des Untergrundes. Die Messprofildichte wurde den topographischen Gegebenheiten und der damit verbundenen Zugänglichkeit am jeweiligen Gletscher angepasst. Mit dem Digitalen Geländemodell und den Gletschergrenzen aus dem Gletscherinventar 2006 (Knoll, 2006) wurden die Untergrundshöhen entlang der Messprofile ermittelt und über die ganze Gletscherfläche interpoliert (Kapitel 2). Daraus resultierend wurden Karten des Messprofiles, des Untergrundes und der Eisdicke erstellt und in den Kapiteln 3 bis 9 dargestellt. Die Eisdicken wurden immer mit Schneeeauflage gemessen. Die sondierte Schneehöhe wird für jeden Gletscher als mittlere Schneehöhe bei den Ergebnissen angegeben. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Daten der Gletscher ist in Tabelle 1.1 ersichtlich.



Gletscher	Datum	Fläche A [km ²]	Eisvolumen V [10 ⁶ m ³]	Eisdicke [m]		mittlere Schneehöhe [cm]
				mittlere	max.	
Laaserferner	13.05.2013	3,376	60,768	18	63	235
Hohenferner	14.05.2013	1,314	23,652	18	44	299
Schranferner	14.05.2013	0,891	13,365	15	43	350
Feuersteinferner	08.06.2013	1,301	14,311	11	31	399
Hangendenferner	08.06.2013	0,914	10,968	12	47	371
Suldenferner (Südast)	11.06.2013	3,707	55,605	15	63	292
Matscherferner	12.06.2013	2,563	23,067	9	33	358
Graffener	12.06.2013	1,622	30,818	19	59	275
Langtaufererferner	13.06.2013	3,868	58,020	15	81	306

Tabelle 1.1: Zusammenfassung der wichtigsten Daten der Gletscher.

Die Karten, ESRI Raster der Eisdicke und des Untergrundes und ASCII Files der Messprofile mit den jeweiligen Koordinaten, Eisdicken und Untergrundshöhen, die Radarauswertungen und der Bericht werden auf CD geliefert. Alle Daten wurden in folgendem Koordinatensystem bearbeitet:

Ellipsoide: WGS 84

Datum: ETRS 89

Projektion: UTM Zone 32N

Mit den Resultaten dieses Berichtes kann die Wasserspeicherkapazität der Gletscher für die unterschiedlichen klimatischen Regionen von Südtirol abgeschätzt werden. Weiters können Übertiefungen im Untergrund lokalisiert und die Bildung von unterirdischen Gletscherseen und deren Signifikanz als Naturgefahr erkannt werden.

2 Messmethode

Die Eisdickenmessungen wurden mittels Radioecholotung / Ground Penetrating Radar (GPR) durchgeführt. Bei der Radioecholotung wird ein elektromagnetisches Signal ausgesendet, das an der Grenzschicht zwischen Eis und Fels reflektiert wird (Abbildung 2.1). Diese Reflexion muss nicht zwangsläufig im Profil stattfinden, sondern kann auch irgendwo anders auf einer Kugeloberfläche stattfinden. An einzelnen Stellen können auch interne Reflexionen (Gletscherspalten) im Profil sichtbar sein (Abbildung 2.3).

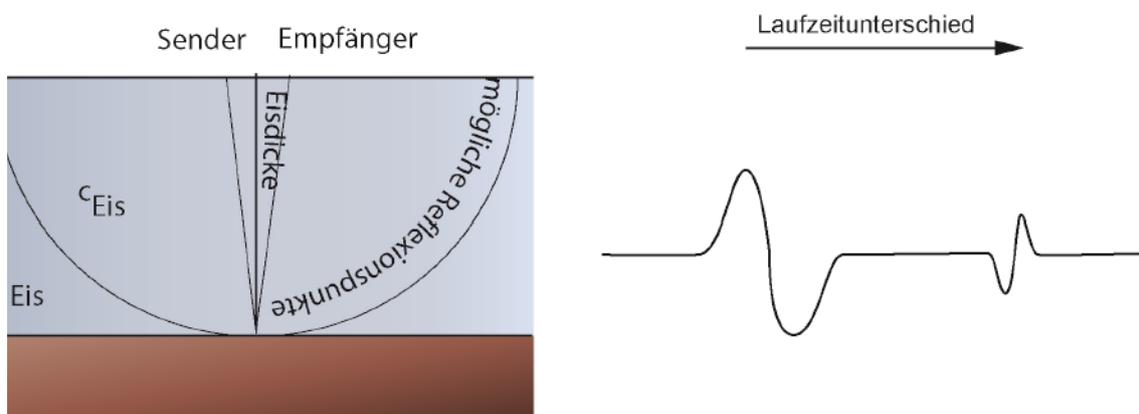


Abbildung 2.1: Skizze des Messprinzips.

Bei den Messungen wurde ein GPR System der Firma GSSI (<http://www.geophysical.com/gssi-brochures.htm>) eingesetzt, das auf einem Schlitten mit einem konstanten Antennenabstand von 2 m montiert wurde (Abbildung 2.2). Als Recorder wurde ein SIR 3000 Gerät benutzt, dazu wurden Antennen der Bauart 3200 MLF mit einer Antennenhalblänge von 2,00 Metern verwendet. Die Signale wurden kontinuierlich im time mode aufgezeichnet, die räumliche Auflösung entlang des Profils ergibt sich somit aus der Fahrgeschwindigkeit des Schlittens. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20km/h werden etwa alle 1,4 m ein Punkt gemessen, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h alle 35 cm (bei RATE=4).



Abbildung 2.2: Das GPR der Firma GSSI in der verwendeten Konfiguration.

Die Radioechos wurden mit der Software ReflexW ausgewertet. Die Verortung der Signale wurde mit der Trackaufzeichnung eines Garmin GPS durchgeführt, die Höhen stammen, soweit nicht anders angegeben, aus der LiDAR Landesaufnahme aus dem Jahr 2006. Die durchschnittlichen Fehler in der Verortung betragen wenige Meter. Da der Reflexionspunkt des Radarsignales im Untergrund auf einer Kugeloberfläche liegt und nicht bekannt ist, reicht diese Aufzeichnungsgenauigkeit aus. Eine genauere Verortung des Reflexionspunktes im Untergrund kann nur durch eine sehr aufwendige 3D Tomographie erfasst oder angenähert werden.

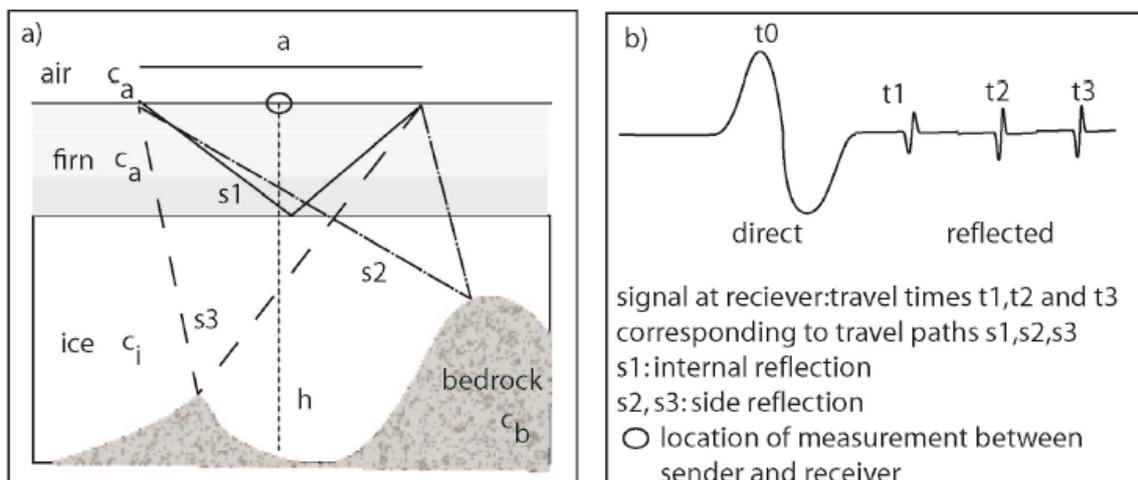


Abbildung 2.3: Mögliche Mehrdeutigkeiten in der Interpretation durch multiple Reflektoren.



Der Untergrund wurde aus dem gemessenen Werten unter der Annahme dass die Eisdicke der Gletschergrenze null ist händisch interpoliert. Dazu wurden Linien gleicher Untergrundhöhe gezeichnet, die mit dem ArcGIS Tool 'Topo to Raster' gegridet wurden. Das Eisvolumen wurde durch die Subtraktion des Untergrundrasters vom Raster der Oberfläche (Digitales Geländemodell) berechnet.

3 Laaserferner, Gemeinde Laas



Abbildung 3.1: Übersicht Laaserferner (Quelle: Google Earth).

Der Gletscher befindet sich auf 4632'00" geographischer Breite und 1039'10" geographischer Länge (gelbe Stecknadel, Abbildung 3.1).

Der Laaserferner erstreckt sich über einen Höhenbereich zwischen 3400 und 2600 Meter. Er besitzt zwei Teile die von einer Eisscheide getrennt werden. Nur der westliche Teil des Gletschers, der zum Einzugsgebiet der Gemeinde Laas gehört, wurde vermessen. Dieser Bereich ist ein flacher Gletscher mit einer Fläche von 3,376 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006, Hydrographisches Amt Bozen), einer Eisrinne am nordöstlichen Ende und der Eisscheide in Richtung Osten (Abbildung 3.2).

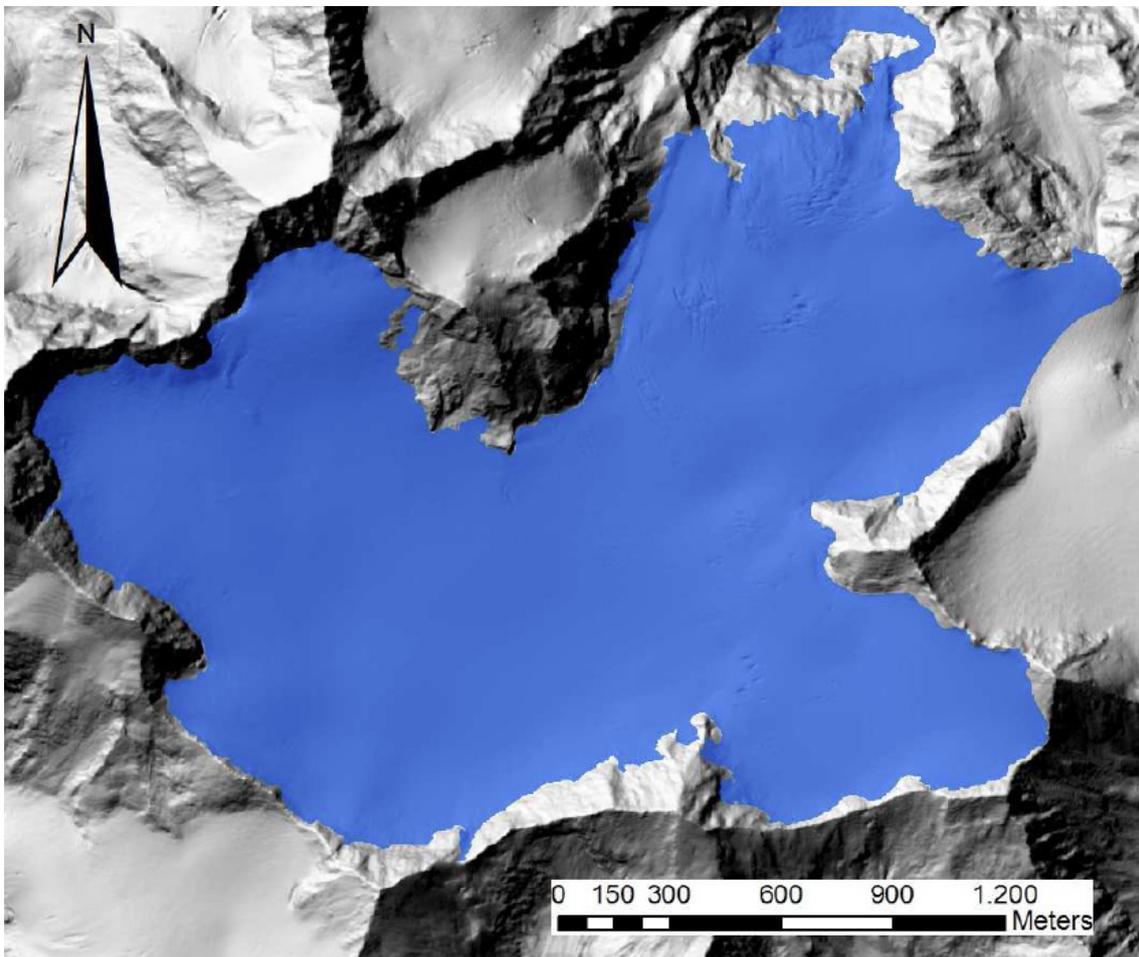


Abbildung 3.2: Laaserferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.



3.1 Messung

Die Radarmessungen am Laaserferner wurden am 13. Mai 2013 durchgeführt. Ausgangspunkt für den Hubschrauberflug war im hinteren Martelltal (siehe Bild 3.1). Aufgrund des starken Nordföhnes mussten wir im unteren Bereich des Gletschers landen und in höhergelegene Bereiche des Gletschers aufsteigen. Trotz des Windes und der aufziehenden Wolken verlief der Messtag erfolgreich.



Abbildung 3.3: Laaserferner am 13.05.2013, Blickrichtung Nordwest.



Abbildung 3.4: Laaserferner am 13.05.2013, Blickrichtung Nordost.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

M.Sc., Ing. Christian Mitterer

Stefan Scheiblauber



3.2 Ergebnisse

Abbildung 3.5 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die mittlere Schneehöhe betrug 235 cm.

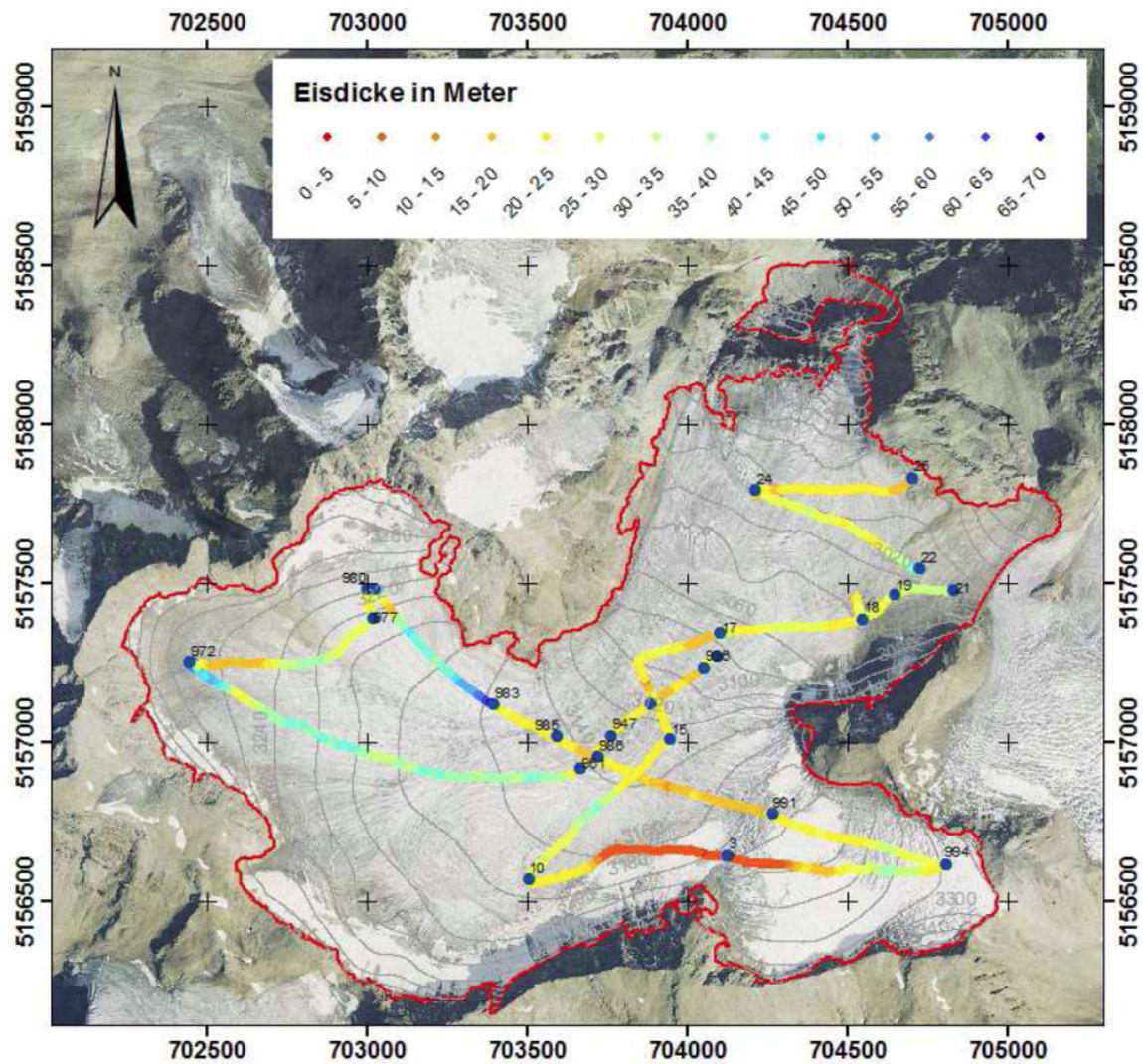


Abbildung 3.5: Gemessene Eisdicke in Meter des Laaserferners, GPS-Punkte (blaue, nummeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Die Eisdicke des Laaserferners beträgt meist nur noch zwischen 20 und 40 Meter. Die Stellen über 40 Meter befinden sich in einem höhergelegenen Kar unterhalb der Vertainspitze und der Hohen Angelusspitze. In diesem Bereich (siehe Pfeil, Abbildung 3.6) befindet sich eine Übertiefung des Untergrundes.

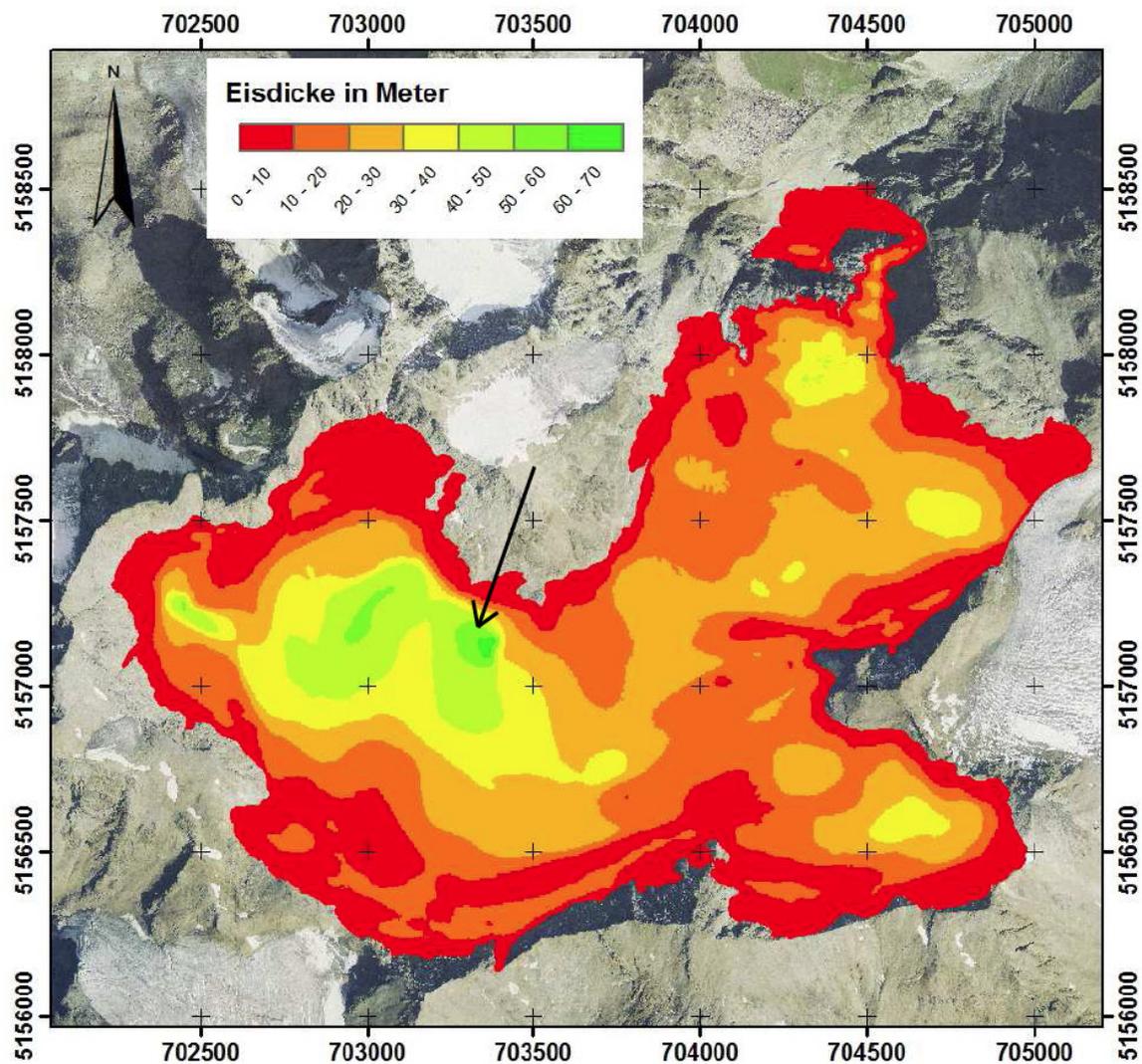


Abbildung 3.6: Raster der Eisdicke des Laaserferners in Meter. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

Die Übertiefung ist in der Karte des Untergrundes (Abbildung 3.7) gut als geschlossene Isolinie bei 3120 und 3100 Meter Untergrundshöhe erkennbar.

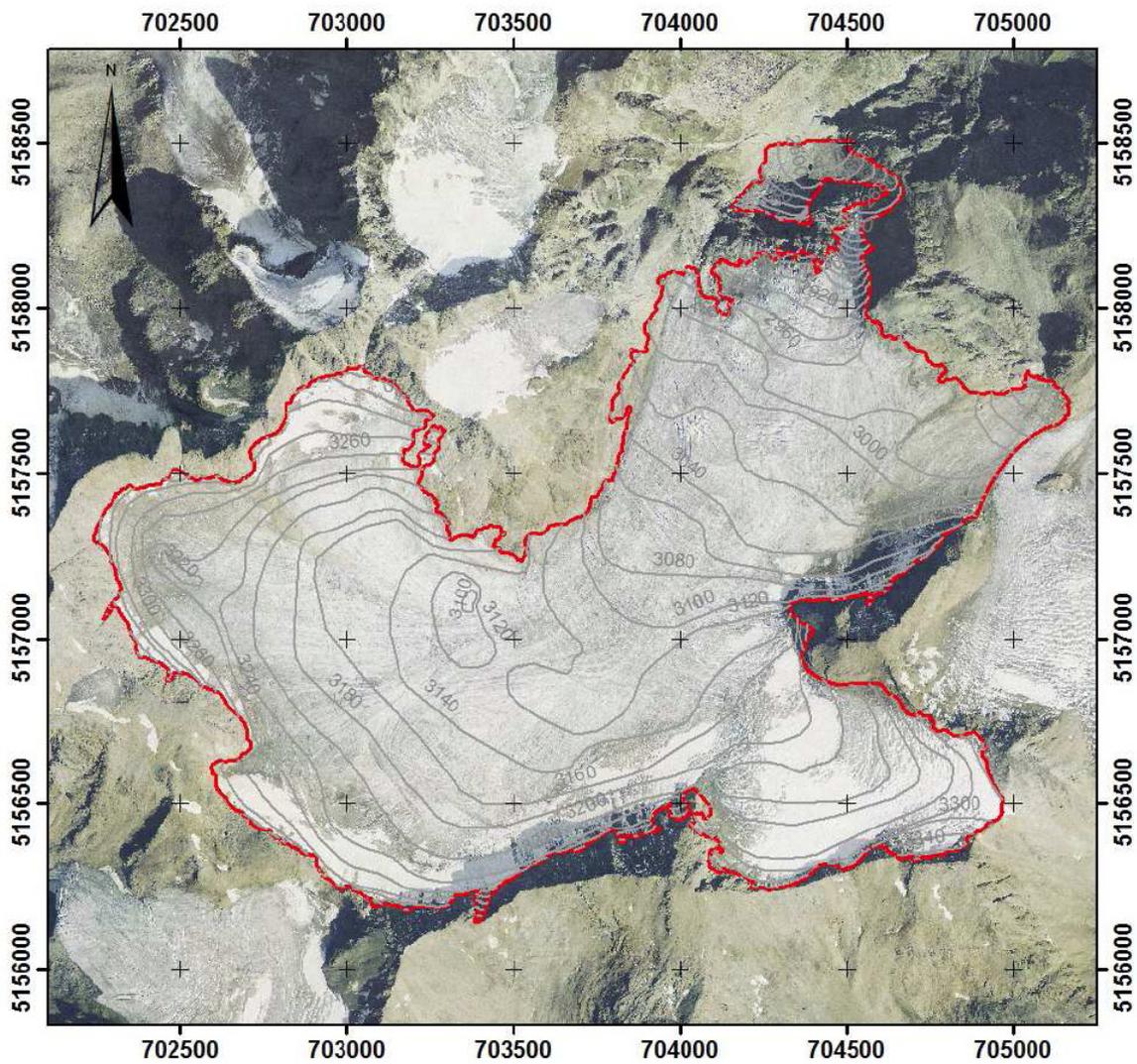


Abbildung 3.7: 20m Höhenlinien des Untergrundes vom Laaserferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

4 Hohen- und Schranferner, Gemeinde Martell

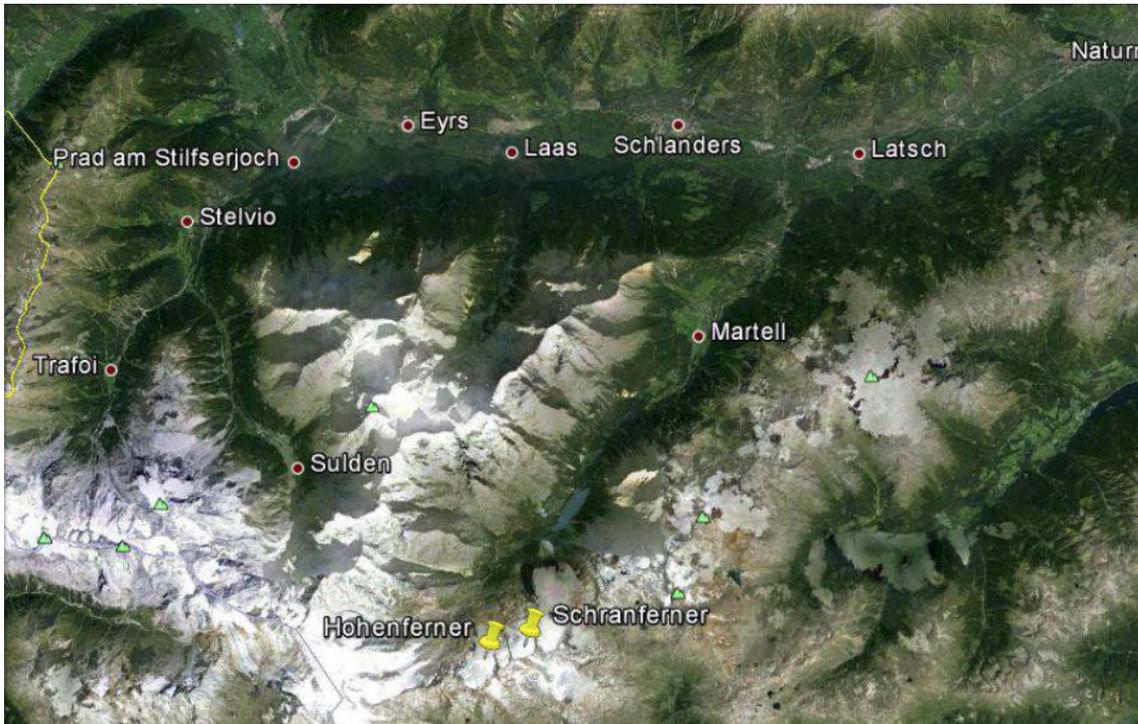


Abbildung 4.1: Übersicht Hohen- und Schranferner (Quelle: Google Earth).

Die Gletscher befinden sich zwischen 4627'00" und 4628'20" geographischer Breite und zwischen 1040'50" und 1042'22" geographischer Länge (gelbe Stecknadeln, Abbildung 4.1).

Der Hohenferner liegt zwischen 3300 und 2700 Metern Seehöhe und der Schranferner in einer Höhe von 2900 bis 3300 Metern. Laut Gletscherinventar 2006 des Landes Südtirol betrug die Fläche des Hohenfernens 1,314 km² und die des Schranfernens 0,891 km². Der Hohenferner ist geringfügig grösser als der Schranferner der wesentlich steiler ist (Abbildung 4.2).

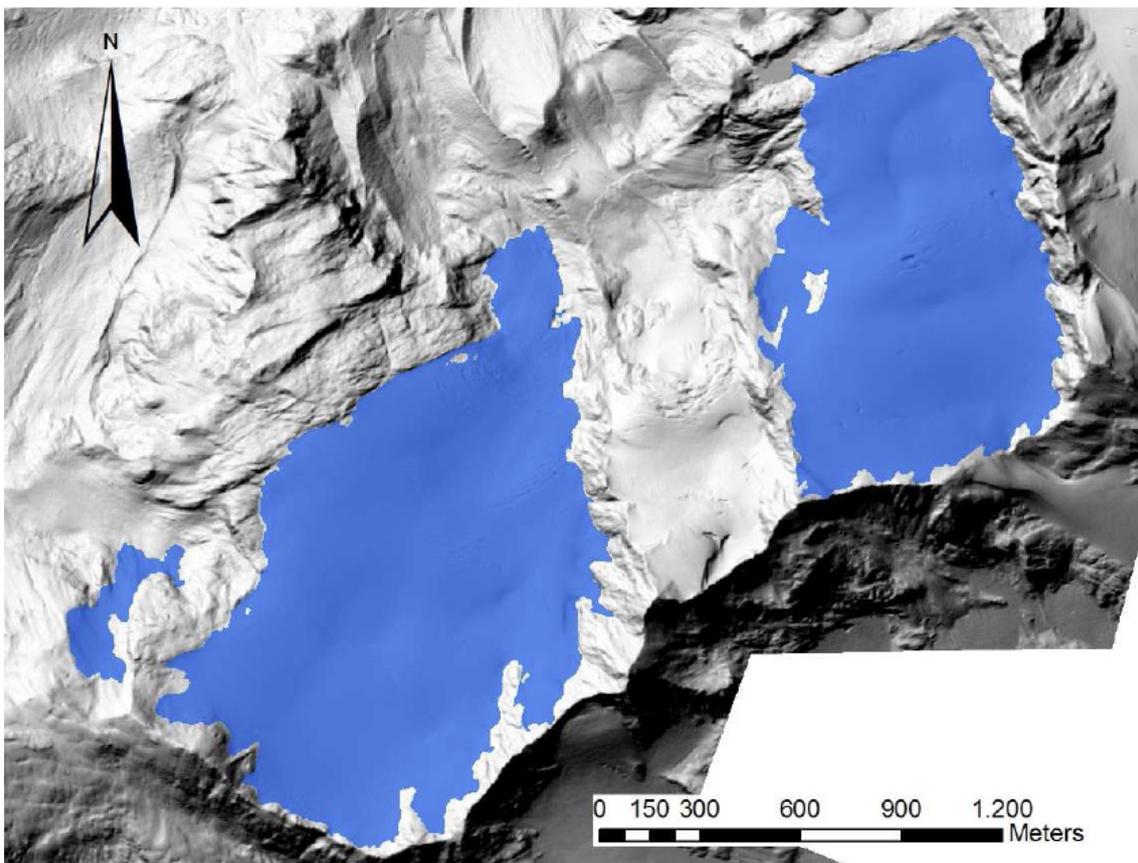


Abbildung 4.2: Hohenferner (links) und Schranferner (rechts) mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.

4.1 Messungen



Abbildung 4.3: Hohenferner am 14.05.2013, Blickrichtung Süd.



Am 14.05.2013 wurde an beiden Gletschern die Eisdicke gemessen. Abflug war wie am Tag zuvor beim Laaserferner im hinteren Martelltal. Es wurde zuerst der obere Bereich des Hohenfeners angeflogen (Abbildung 4.3) und von dort aus gemessen. Nachmittags wurde mit dem Hubschrauber vom unteren Teil des Hohenfeners (Abbildung 4.4) auf den Schranferner übersetzt (Abbildung 4.5) um dort die GPR - Messungen (Abbildung 4.6) durchzuführen.



Abbildung 4.4: Hohenferner am 14.05.2013, Blickrichtung Ost.



Abbildung 4.5: Luftaufnahme vom Schranferner am 14.05.2013, Blickrichtung Südost.



Abbildung 4.6: Schranferner am 14.05.2013, Blickrichtung Ost.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

M.Sc., Ing. Christian Mitterer

Stefan Scheiblauer



4.2 Ergebnisse

4.2.1 Hohenferner

Abbildung 4.7 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die mittlere Schneehöhe betrug 299 cm.

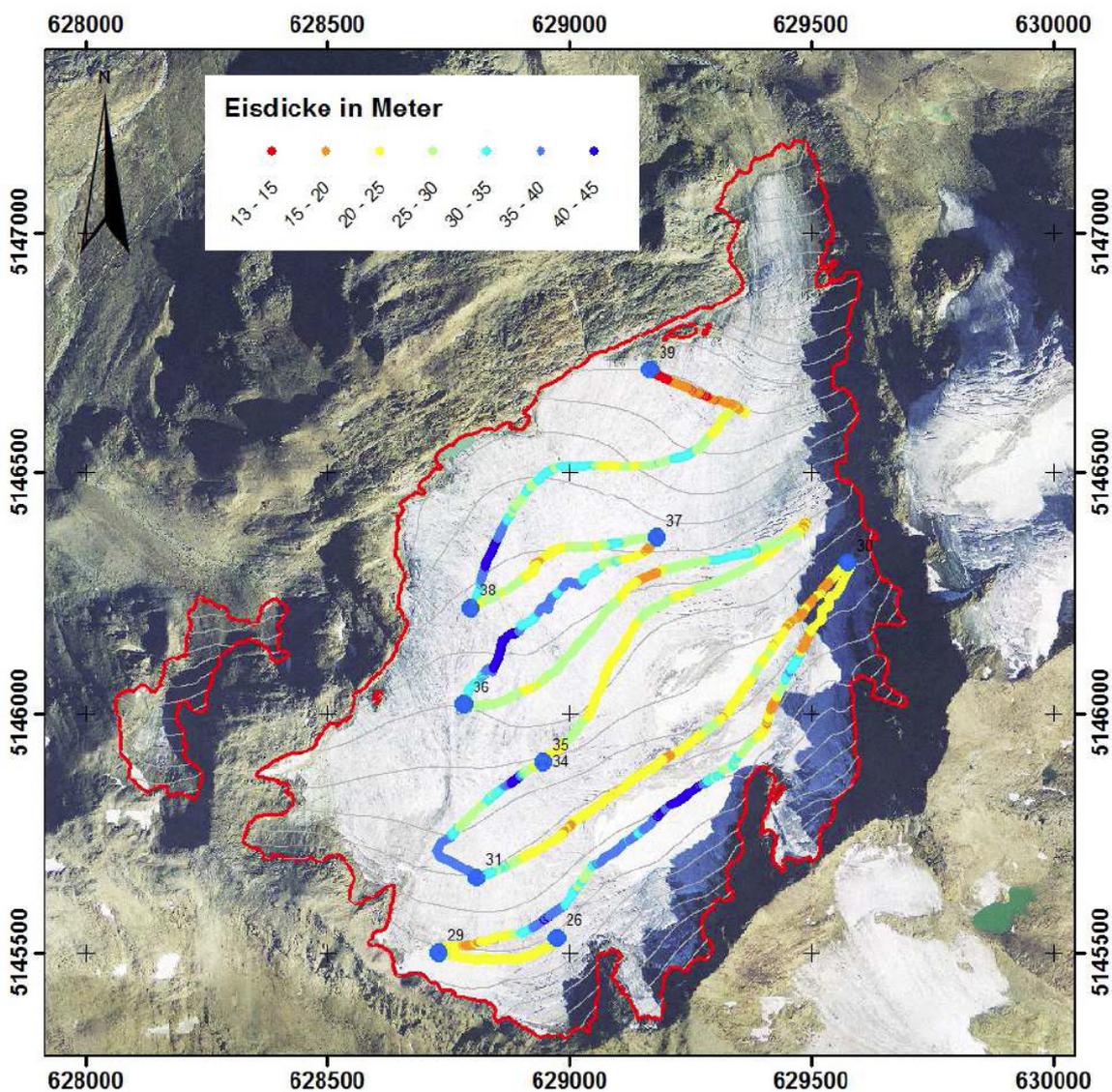


Abbildung 4.7: Gemessene Eisdicke des Hohenferners in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Der Grossteil des Eises am Hohenferner ist zwischen 20 und 40 Meter dick. Die Bereiche mit Eisdicken über 40 Meter befinden sich im mittlerern Höhenbereich des Gletschers (siehe Pfeile, Abbildung 4.8).

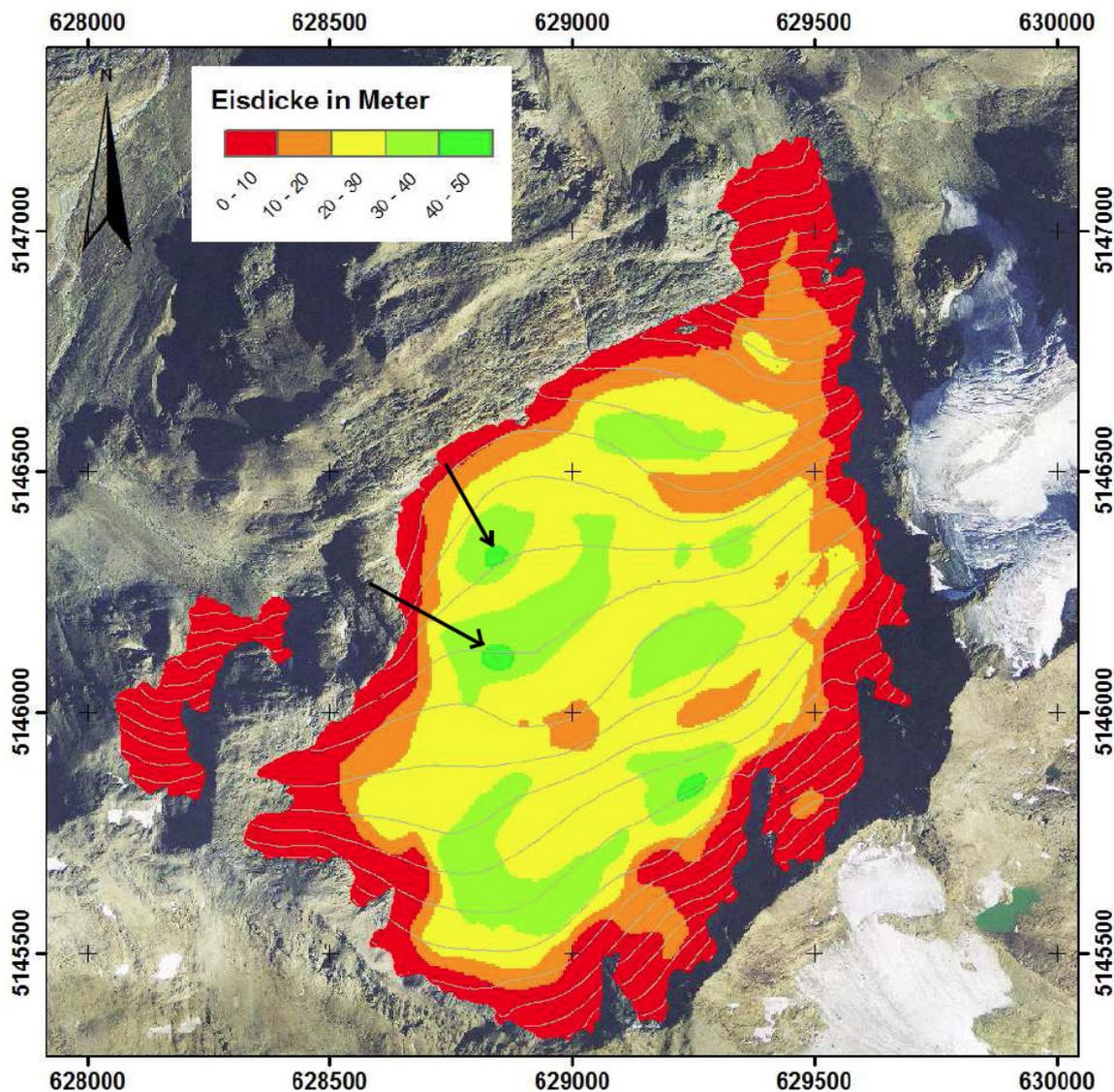


Abbildung 4.8: Raster der Eisdicke in Meter vom Hohenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

Abbildung 4.9 zeigt die Karte des Untergrundes.

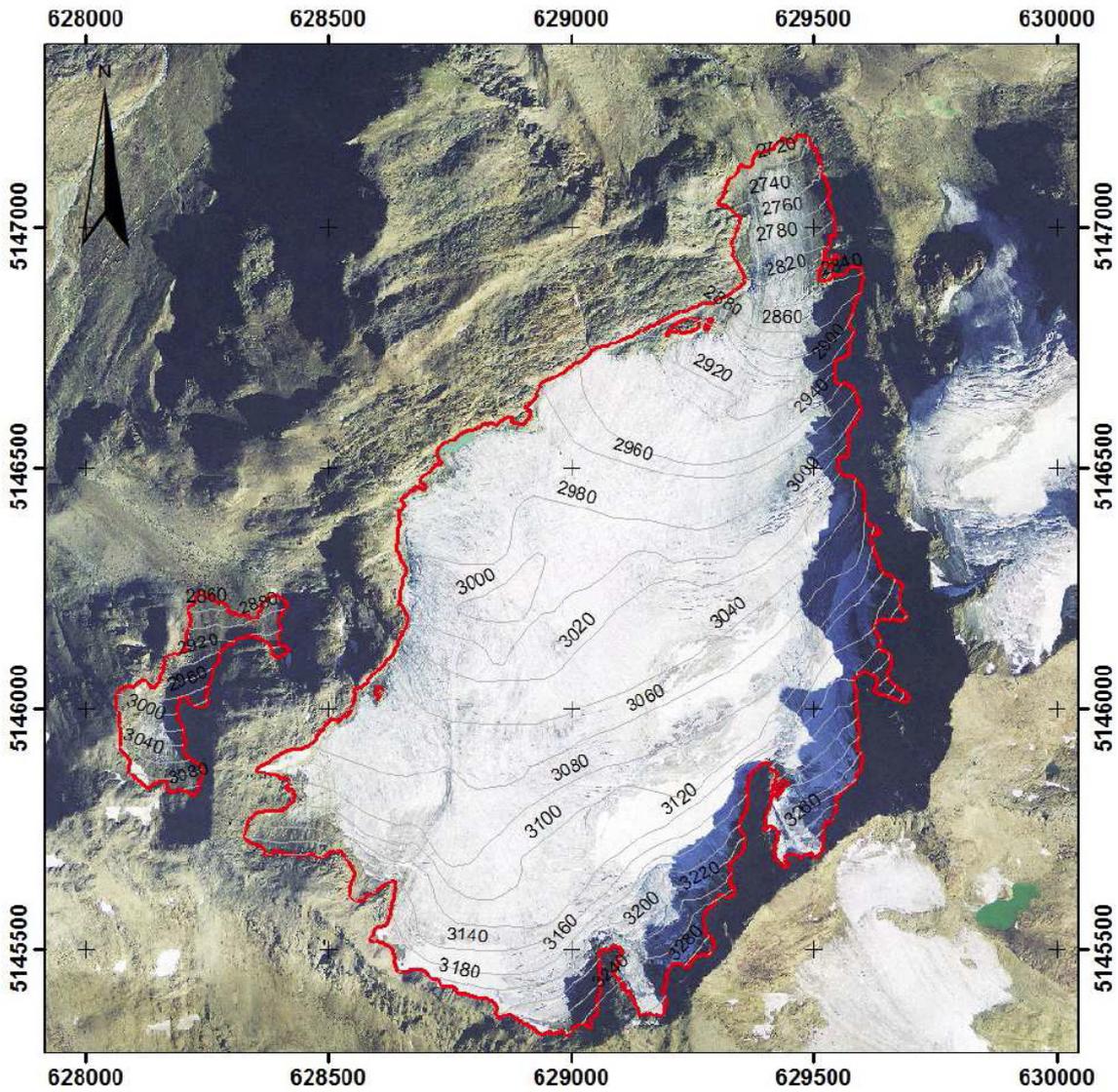


Abbildung 4.9: 20m Höhenlinien des Untergrundes vom Hohenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



4.2.2 Schranferner

Die gemessenen Eisdicken in Meter werden in Abbildung 4.10 dargestellt. Die einzelnen Messprofile wurden zwischen den GPS Punkten aufgenommen. Mittlere Schneehöhe in Zentimeter betrug 350.

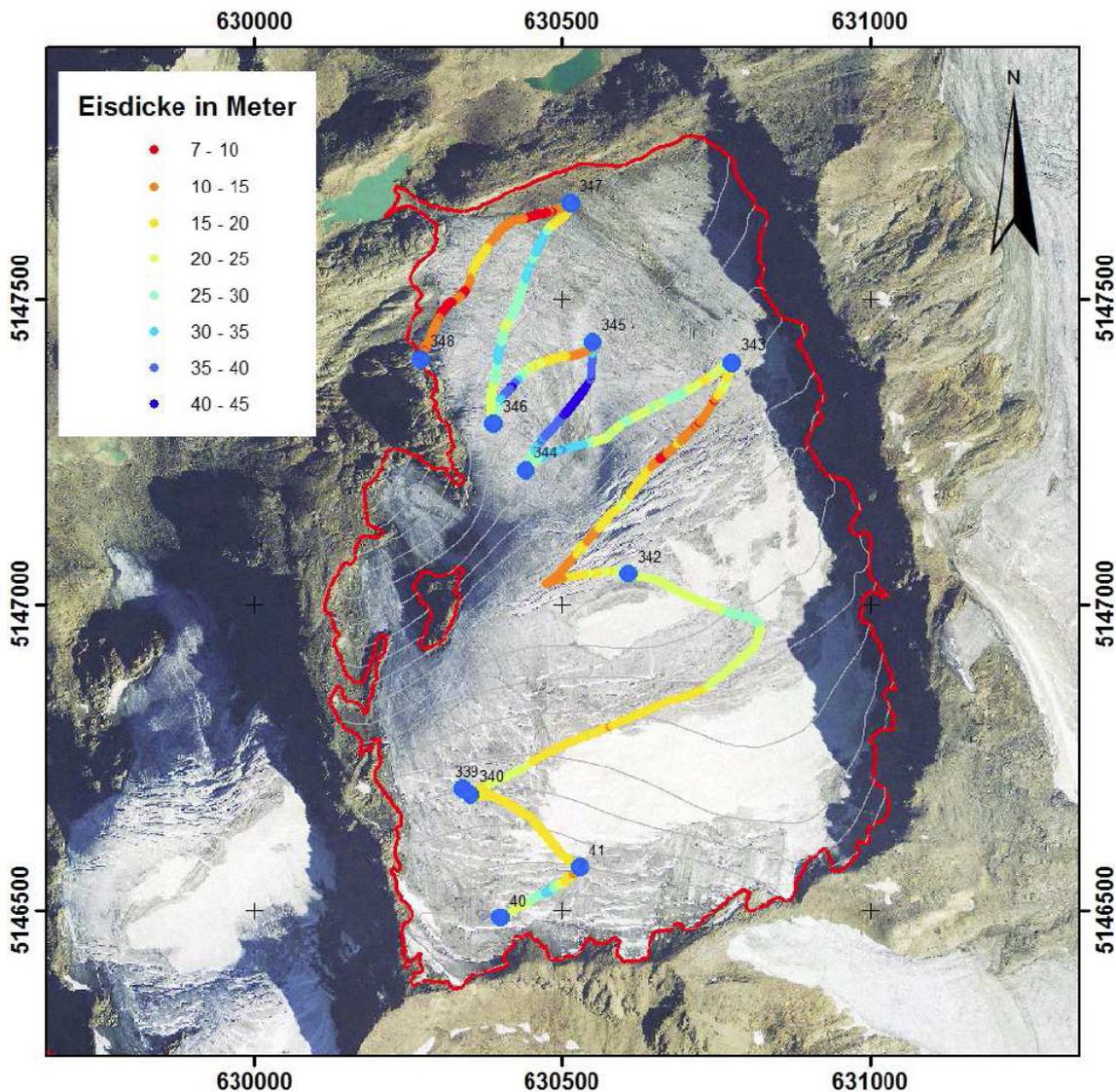


Abbildung 4.10: Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, nummeriert) der einzelnen Messprofile des Schranferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Die Eisdicke des Schranferners beträgt meist nur noch zwischen 20 und 30 Meter. Der Pfeil in Abbildung 4.11 weist auf eine Übertiefung des Gletscheruntergrundes hin, die sich in der Karte des Untergrundes (Abbildung 4.12) im Bereich der geschlossenen 2960 Meter Höhenlinie befindet.

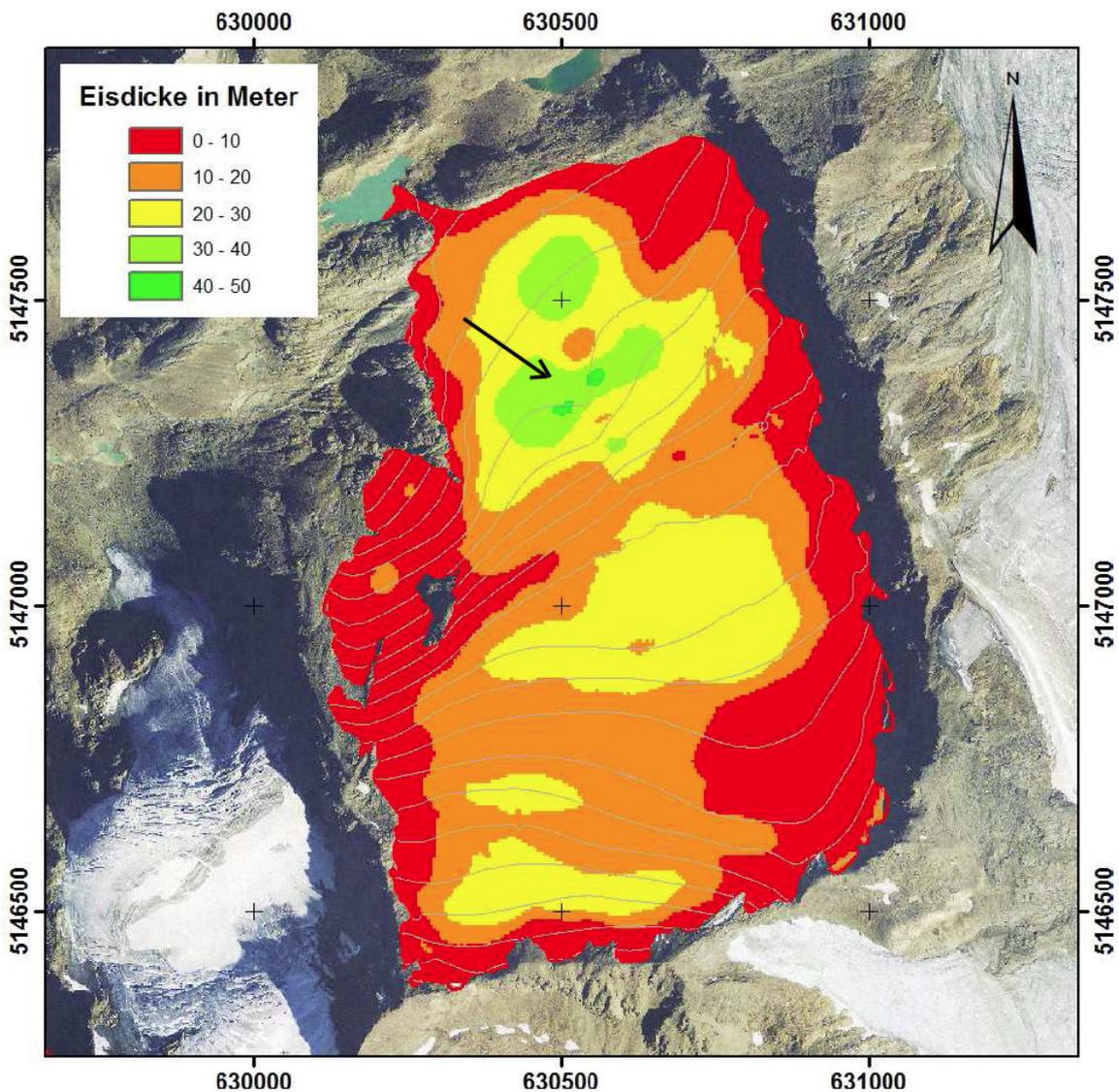


Abbildung 4.11: Raster der Eisdicke in Meter vom Schranferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

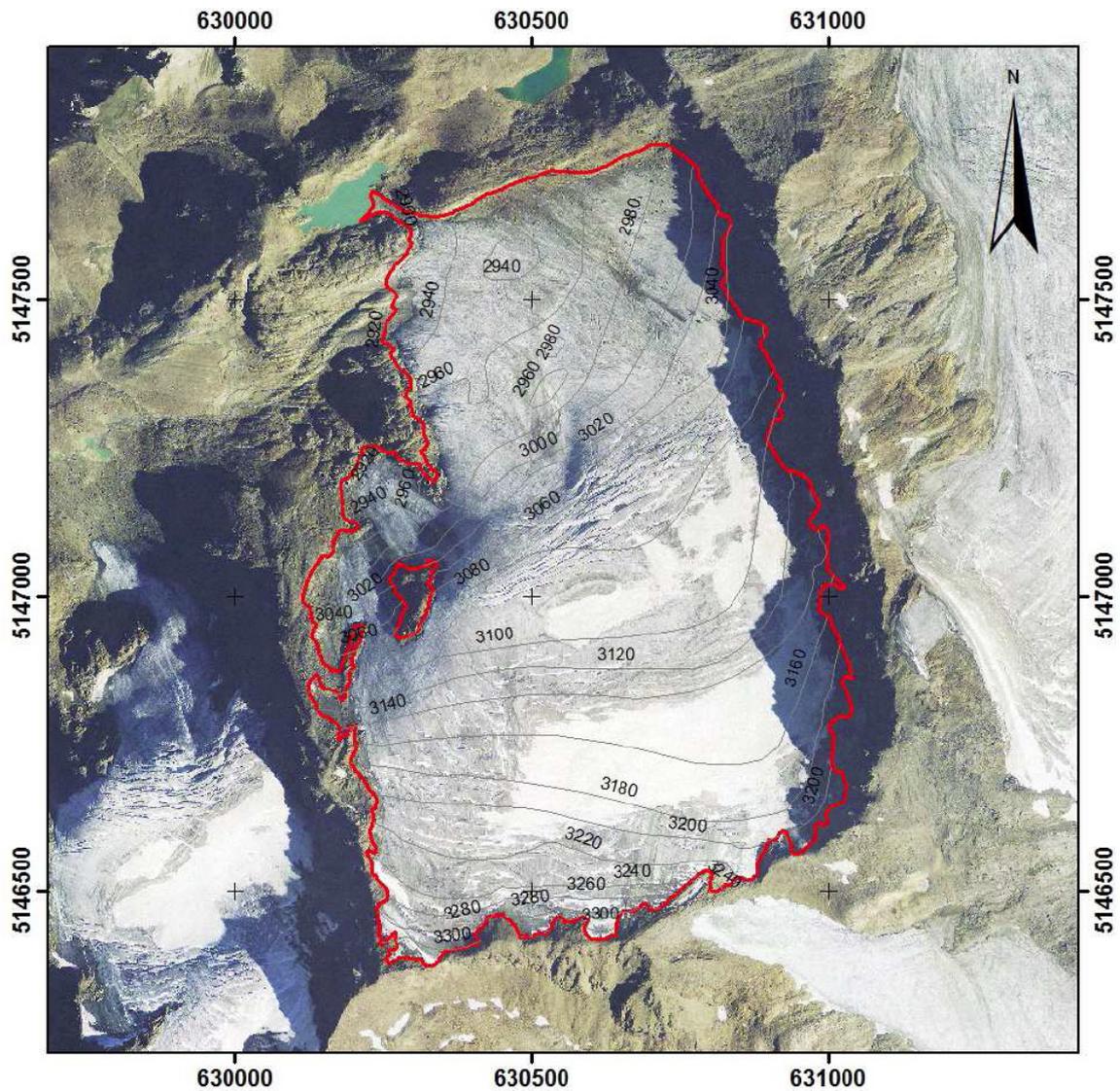


Abbildung 4.12: 20m Höhenlinien des Untergrundes vom Schranferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

5 Feuerstein- und Hangendenferner, Gemeinde Brenner

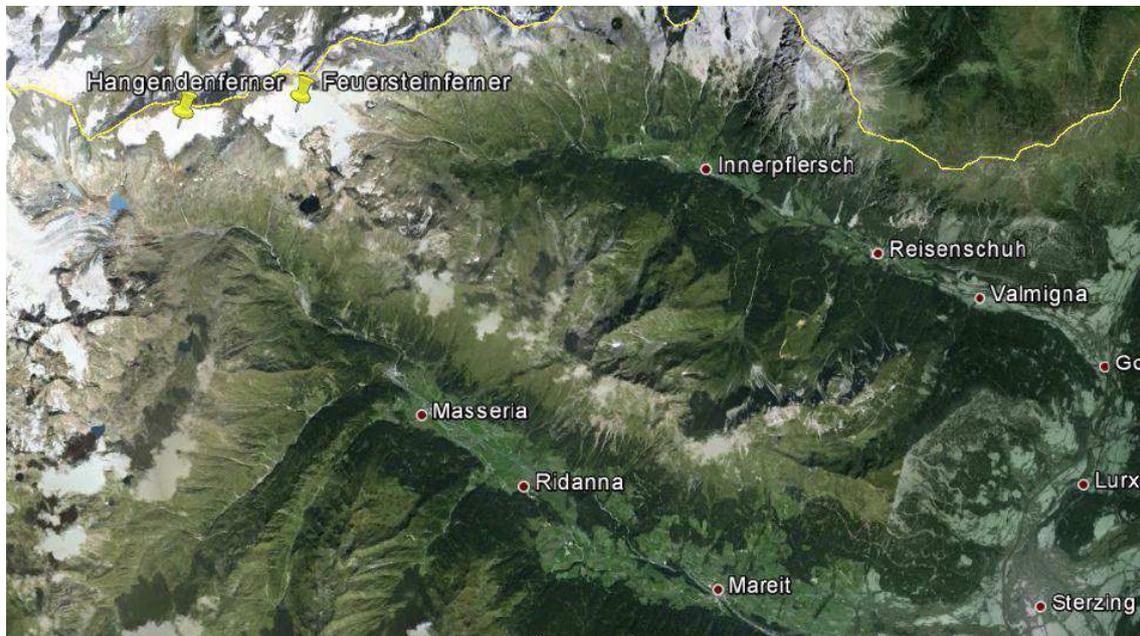


Abbildung 5.1: Übersicht Feuerstein- und Hangendenferner (Quelle: Google Earth).

Die Gletscher befinden sich zwischen 4657'59" und 4657'30" geographischer Breite und zwischen 1112'48" und 1116'00" geographischer Länge (gelbe Stecknadeln, Abbildung 5.1).

Die Fläche des Feuersteinferners betrug 1,301 km² und die des Hangenferners 0,914 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006). Abbildung 5.2 zeigt die nebeneinander liegenden Gletscher.

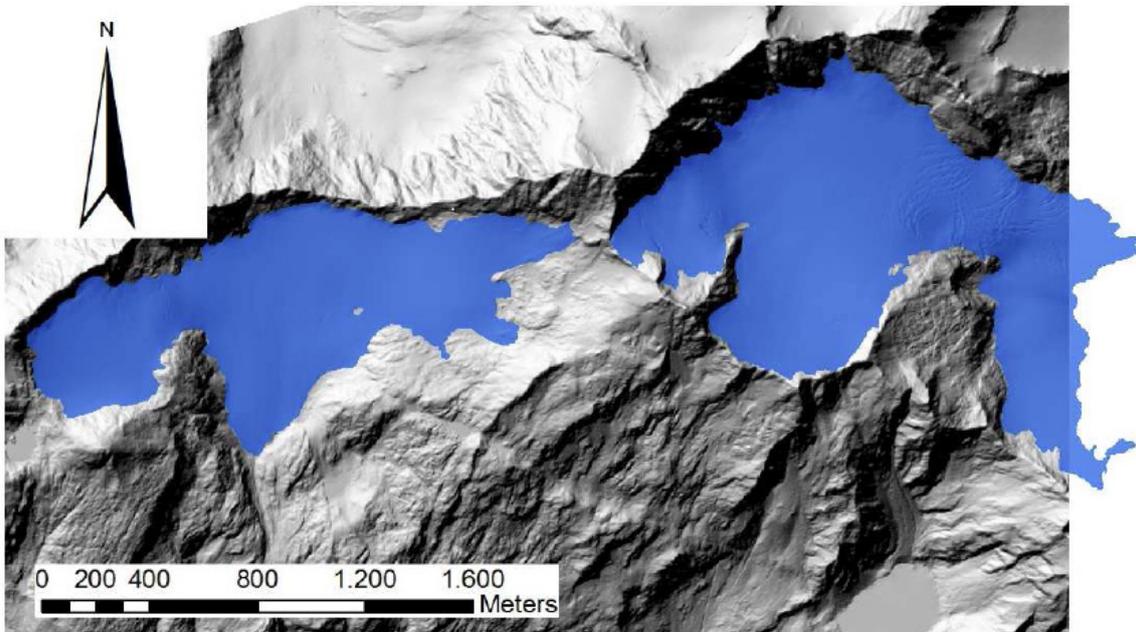


Abbildung 5.2: Hangenferner (links) und Feuersteinferner (rechts) mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.

5.1 Messungen

Die Helikopterbasis in Sterzing war am 08.06.2013 Ausgangspunkt für die Messungen am Feuerstein- und Hangenferner. Am Vormittag wurde am Feuersteinferner (Abbildungen 5.3 und 5.4) die Eisdicke gemessen. Gegen Mittag wurde mit dem Hubschrauber auf den Hangenferner (Abbildungen 5.5 und 5.6) übersetzt und dort am Nachmittag die Messungen durchgeführt.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

M.Sc., Ing. Christian Mitterer

Mag. Lea Hartl

Mag. Martin Stocker-Waldhuber



Abbildung 5.3: GPR Feuersteinferner am 08.06.2013, Blickrichtung Südwest.



Abbildung 5.4: Feuersteinferner am 08.06.2013, Blickrichtung Nordwest.



Abbildung 5.5: Hangendenferner am 08.06.2013, Blickrichtung Südwest



Abbildung 5.6: Hangendenferner am 08.06.2013, Blickrichtung Nordost



5.2 Ergebnisse

5.2.1 Feuersteinferner

Abbildung 5.7 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Sondierte mittlere Schnehöhe war 399 cm.

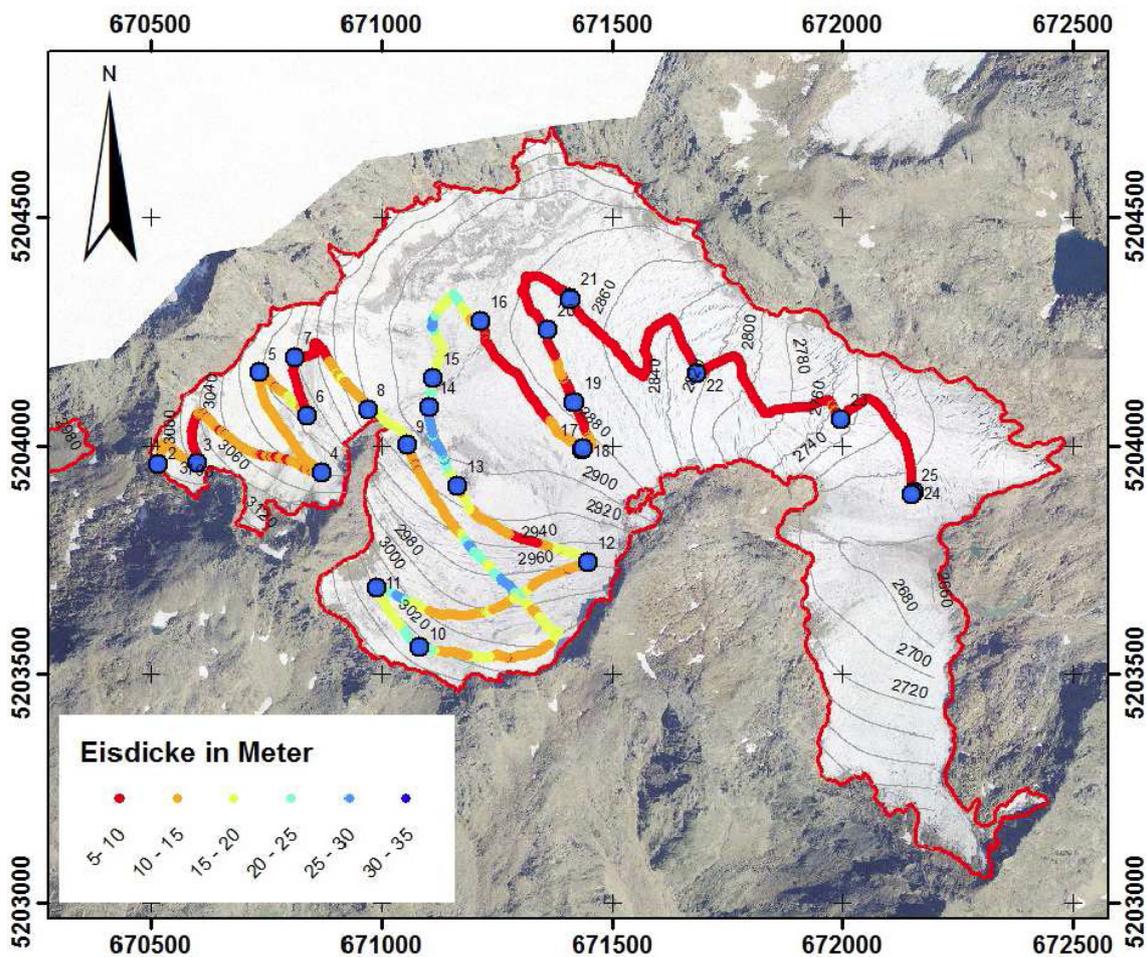


Abbildung 5.7: Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile des Feuersteinferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

Etwa die Hälfte des Eises am Feuersteinferner ist dünner als 20 Meter (Abbildung 5.8).

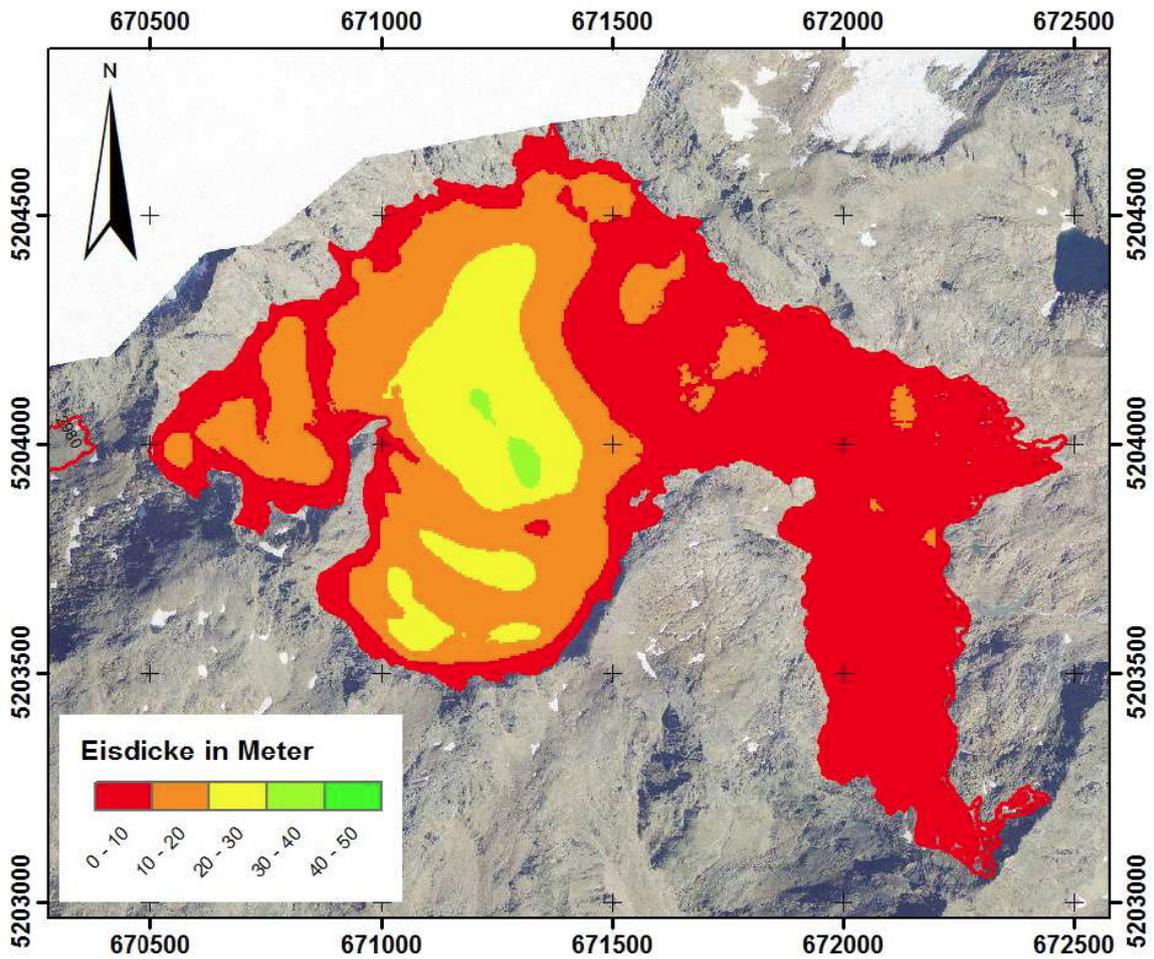


Abbildung 5.8: Raster der Eisdicke in Meter vom Feuersteinferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

Abbildung 5.9 zeigt die Karte des Untergrundes.

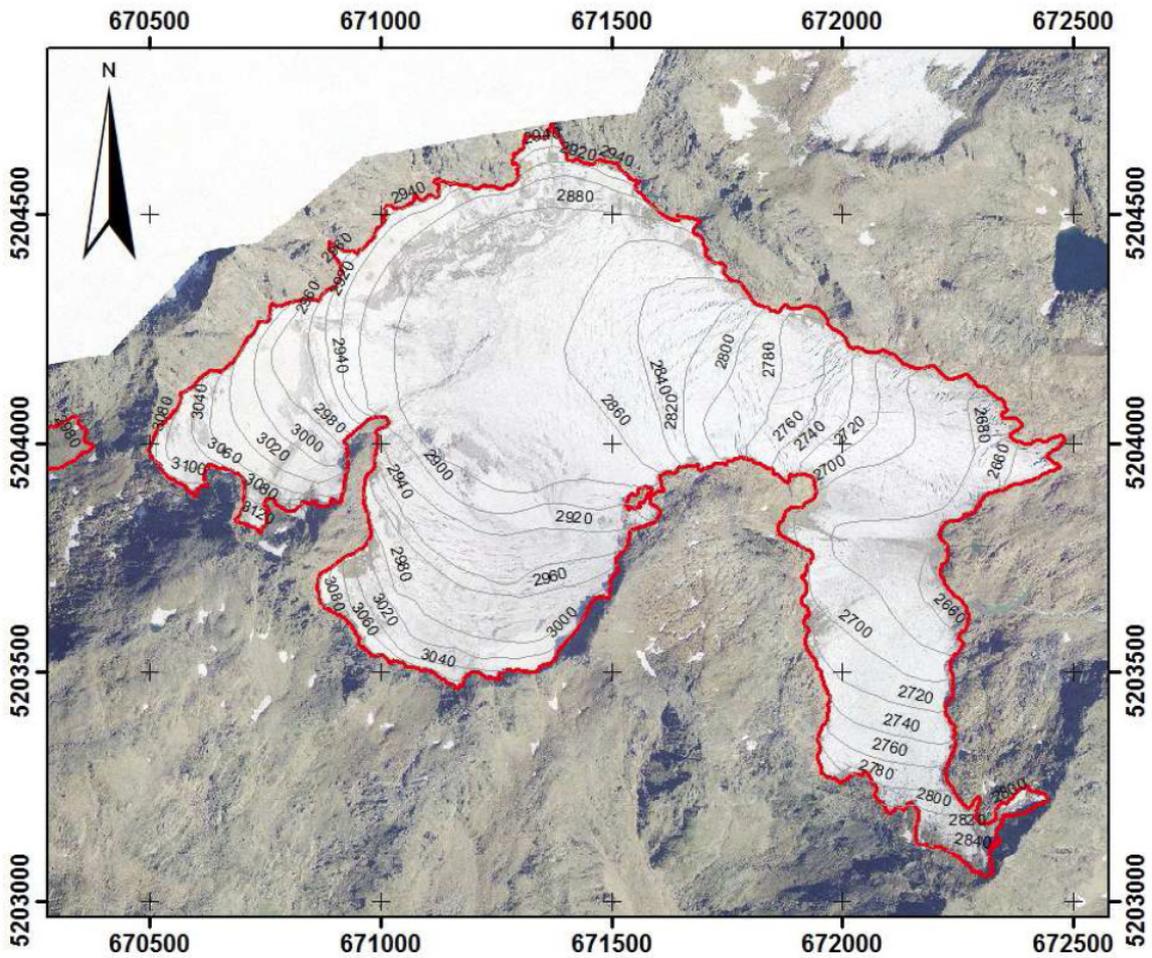


Abbildung 5.9: 20m Höhenlinien des Untergrundes vom Feuersteinerferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



5.2.2 Hangendenferner

Abbildung 5.10 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die mittlere Schneehöhe des Hangendenferner betrug 371 cm.

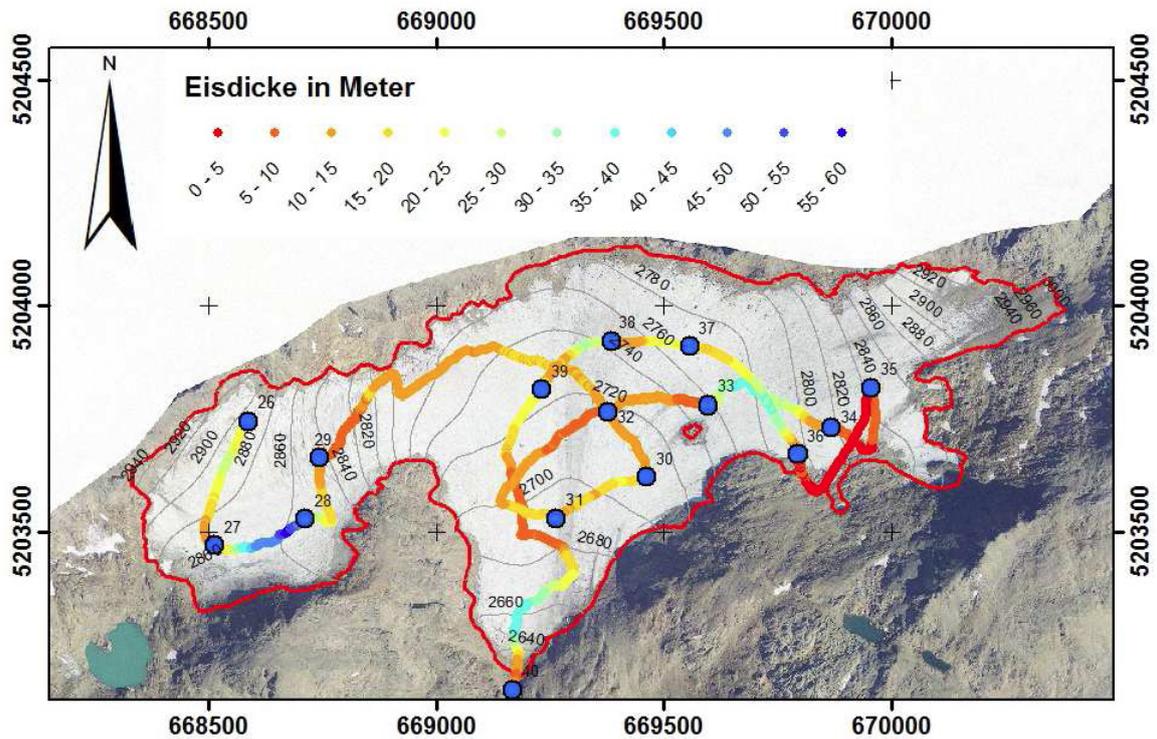


Abbildung 5.10: Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile des Hohenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Der Hangendenferner hat noch Stellen mit über 40 Meter Eis. Meist ist das Eis zwischen 20 und 30 Meter dick (Abbildung 5.11).

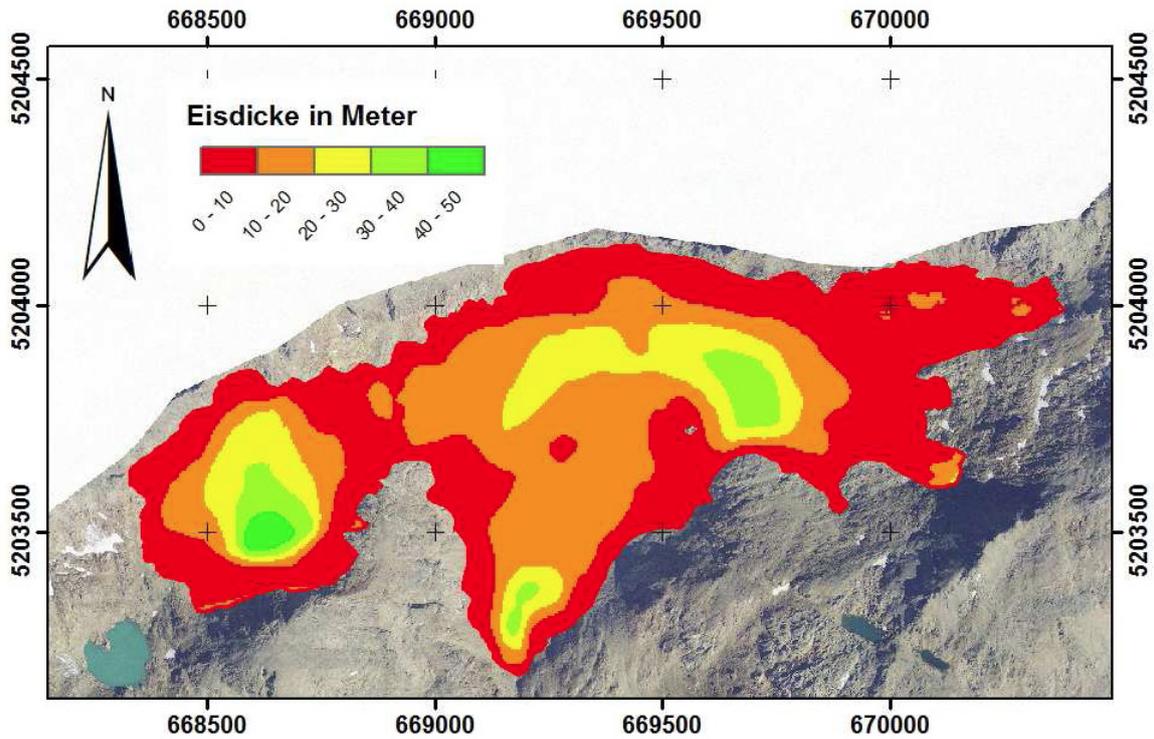


Abbildung 5.11: Raster der Eisdicke in Meter vom Hangendenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.



Die Karte des Untergrundes wird in Abbildung 5.12 dargestellt. Übertiefungen des Untergrundes sind hier im westlichen Lappen des Gletschers im Bereich der geschlossenen 2820 Meter Höhenlinie und im Bereich der geschlossenen 2740 Meter Höhenlinie zu finden.

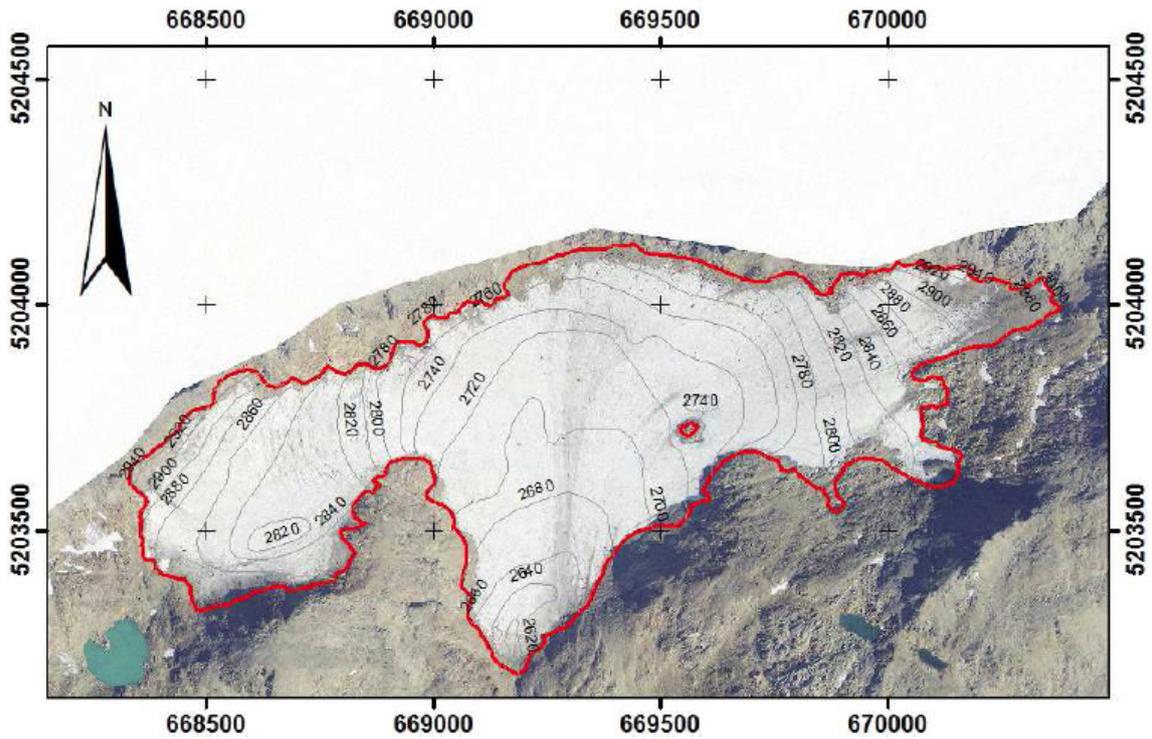


Abbildung 5.12: 20m Höhenlinien des Untergrundes vom Hangendferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

6 Suldenferner, Ast von der Ortler Südseite



Abbildung 6.1: Übersicht Suldenferner (Quelle: Google Earth).

Der südlich exponierte Ast des Suldenfernens zwischen Ortler und Königsspitze befindet sich auf 4630'00" geographischer Breite und 1033'15" geographischer Länge (gelbe Stecknadel, Abbildung 6.1).

Der Suldenferner erstreckt sich über einen Höhenbereich von 1000 Meter zwischen 3700 und 2700 Meter und einer Gesamtläche von 5,56 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006, Hydrographisches Amt Bozen).

Die Eisdicken wurden nur auf dem südlichen Ast des Suldenfernens vermessen. Daher wurde zur Auswertung nur dieser Teil des Gletschers herangezogen, und im südöstlichen Bereich (Abbildung 6.2) abgeschnitten.

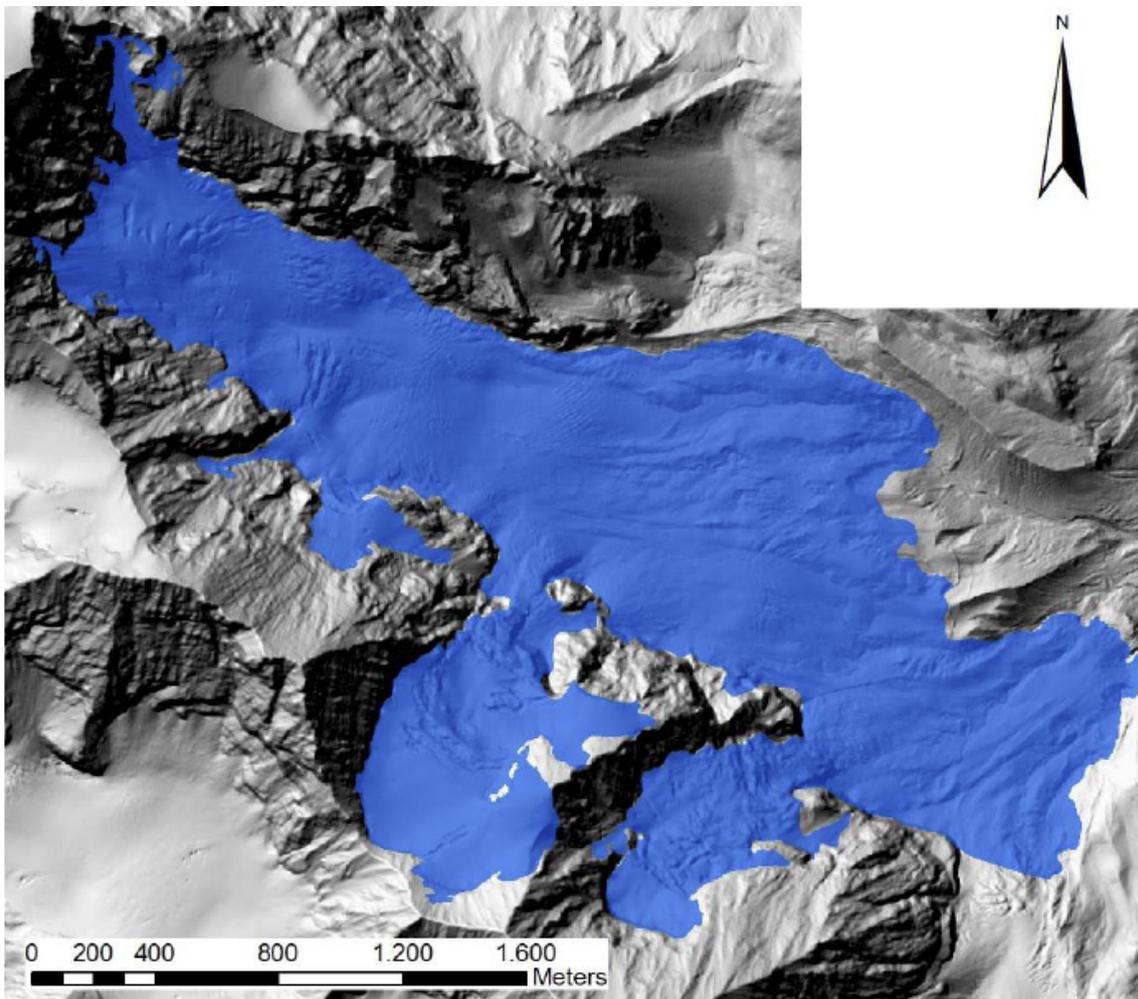


Abbildung 6.2: Suldenferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.

6.1 Messung

Der 11. Juni 2013 war ein Messtag mit viel Wolken und Schauern. Die Wolkenuntergrenze lag bei 3000 Meter. Nach Absprache mit dem Piloten wurde von Sulden gestartet und so weit hinauf es möglich war (2850 Meter) geflogen. Dort wurde das GPR in Betrieb genommen und bis 2950 Meter Seehöhe aufgestiegen und dann die Messungen nach unten fortgesetzt.

Die schlechten Sichtverhältnisse erschwerten das Befahren des Suldenferners (Abbildung 6.3) erheblich. Dennoch konnten bei dieser Witterung die Messungen durchgeführt werden.

Durchführung der Messungen (IGF):
M.Sc., Ing. Christian Mitterer
Mag. Lea Hartl
Stefan Scheiblauer



Abbildung 6.3: Suldenferner am 11.06.2013, Blick in Richtung Ortler.

Abbildung 6.4 zeigt den abgerissenen Teil des Suldenferners unterhalb der Königsspitze.



Abbildung 6.4: Eisrinne von der Königsspitze am 11.06.2013



6.2 Ergebnisse

Abbildung 6.5 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die mittlere Schneehöhe war 292 cm.

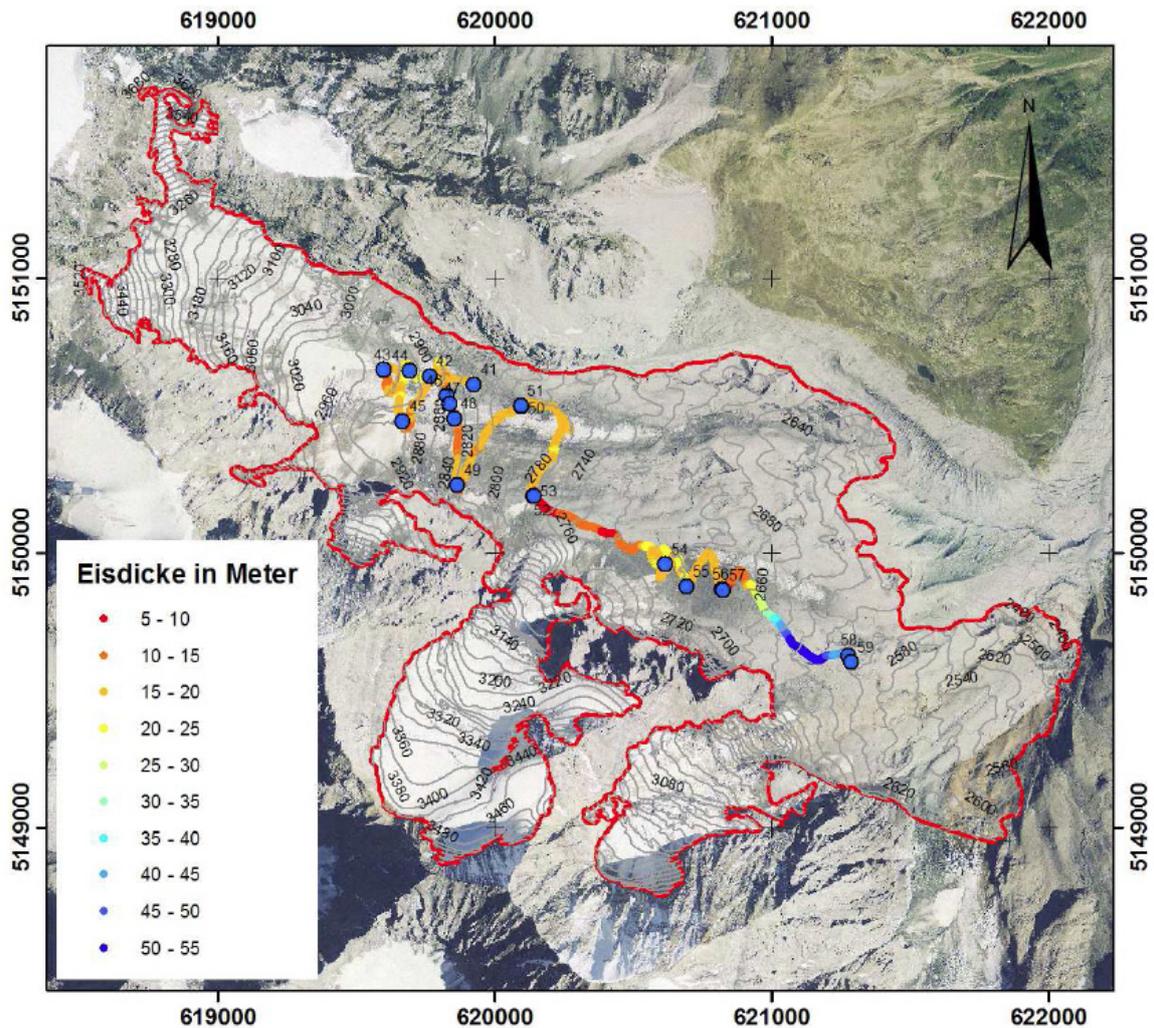


Abbildung 6.5: Gemessene Eisdicke in Meter vom Suldenferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

Abbildung 6.6 zeigt die Eisdicke in Meter für den südlichen Ast des Suldenferners.

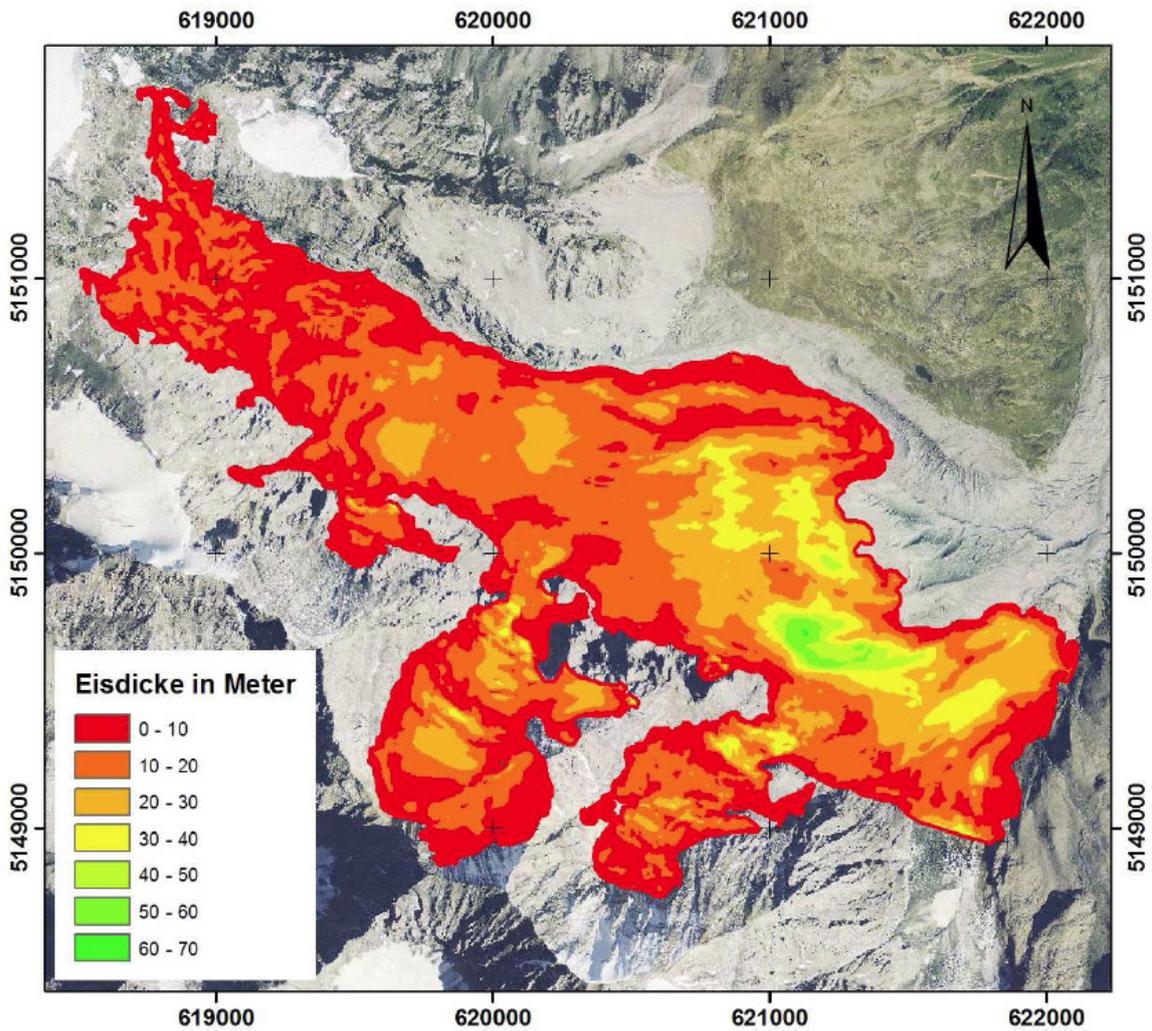


Abbildung 6.6: Raster der Eisdicke in Meter des Suldenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

In Abbildung 6.7 wird die Karte des Untergrundes dargestellt.

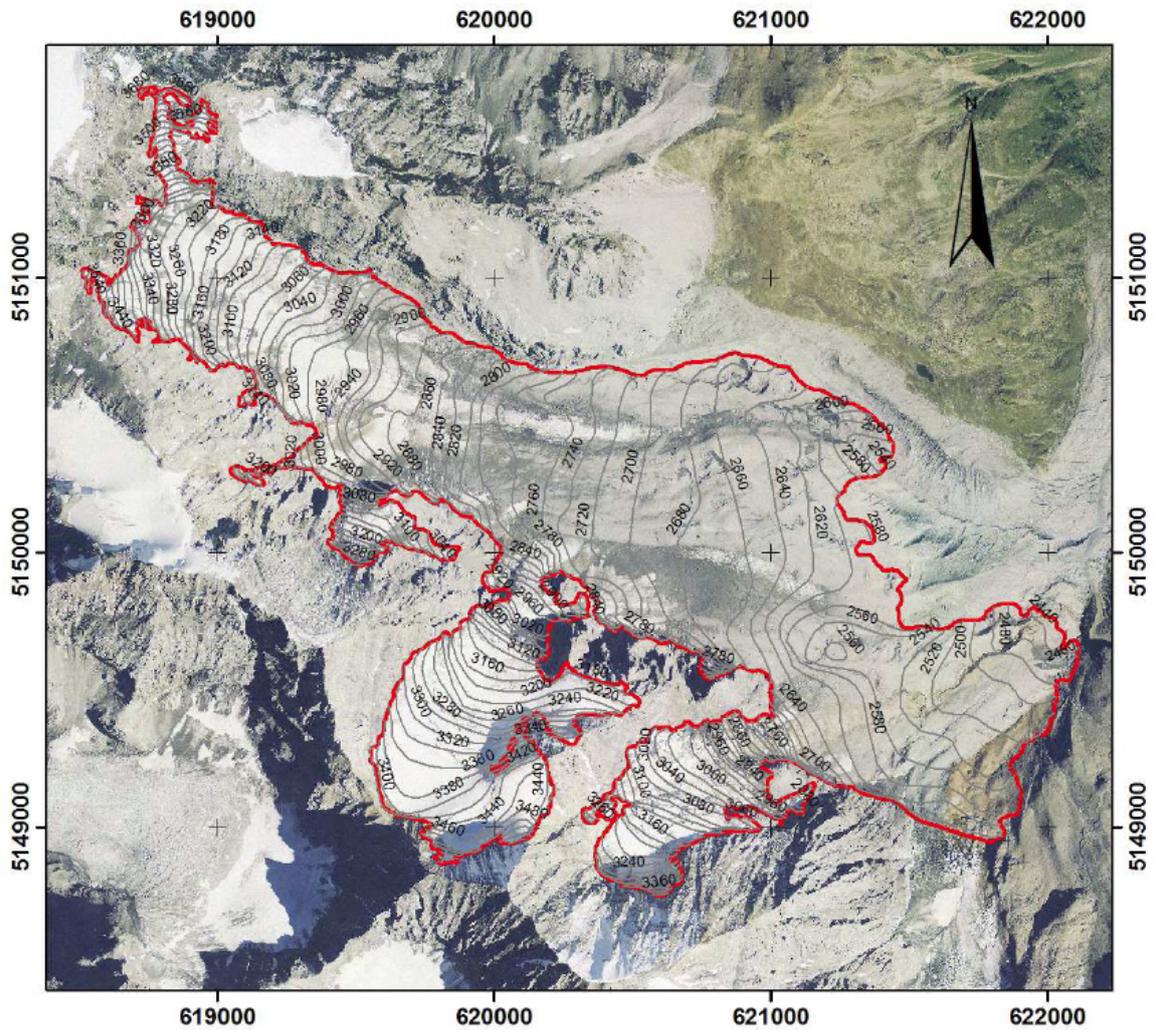


Abbildung 6.7: 20m Höhenlinien des Untergrundes des Suldenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

7 Matscherferner, Gemeinde Schluderns



Abbildung 7.1: Übersicht Matscherferner (Quelle: Google Earth).

Der Matscherferner (Abbildung 7.2) liegt auf der Südseite der Weisskugel bei 4647'10" geographischer Breite und 1034'28" geographischer Länge (gelbe Stecknadel, Abbildung 7.1).



Der Gletscher reicht von 3700 bis 2740 Höhenmeter mit einer Gesamtfläche von 2,563 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006, Hydrographisches Amt Bozen).

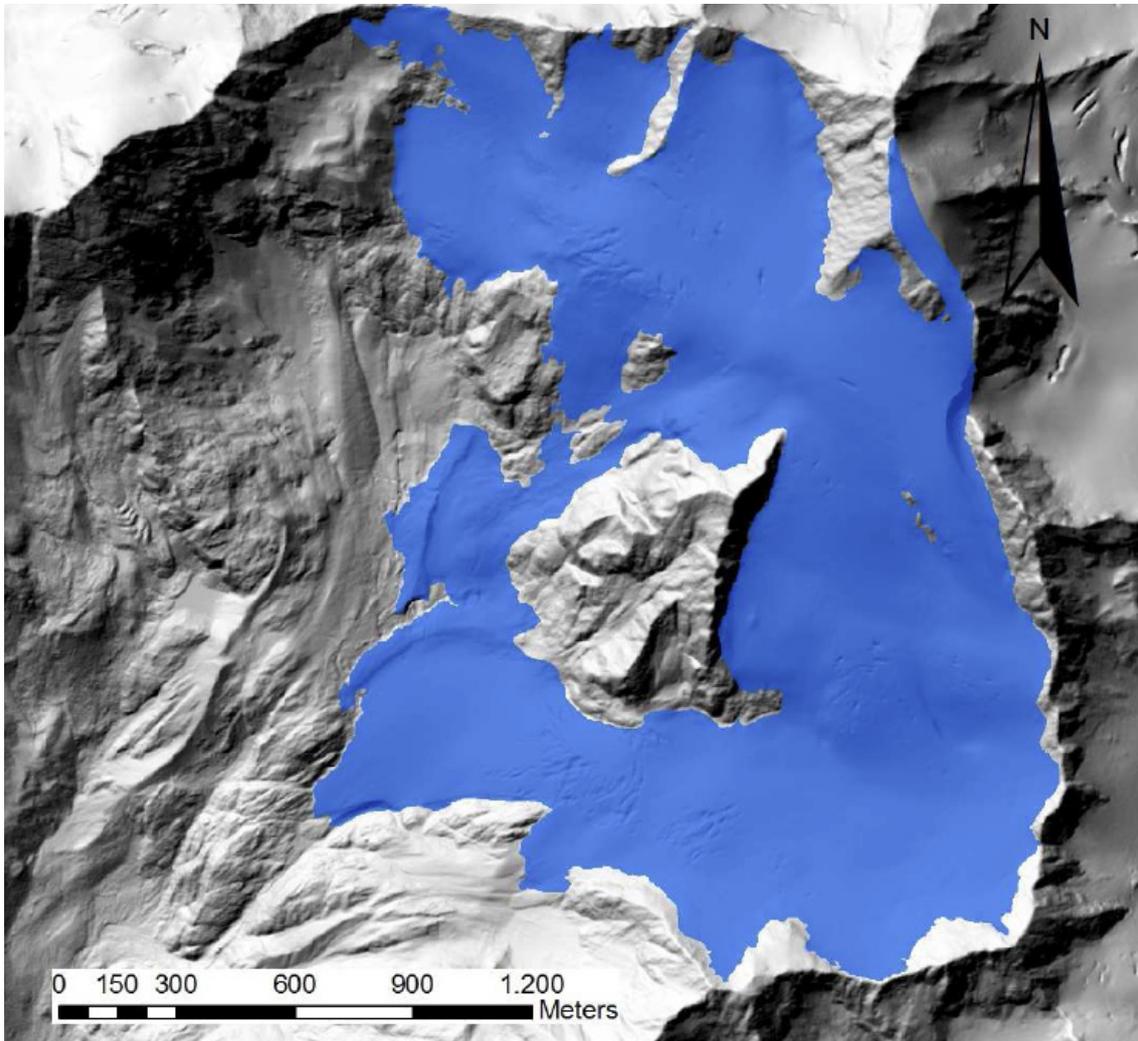


Abbildung 7.2: Matschferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.

7.1 Messung

Ausgangspunkt des Fluges am 12. Juni 2013 war der Parkplatz in der Ortschaft Kurzras / Maso Corto im Schnalstal. Die Messbedingungen waren aufgrund des schönen Wetters und der guten Schneeeauflage optimal. Der nordwestliche Teil (Abbildung 7.3) des Matschferners (Abbildung 7.4) konnte wegen der Spalten nicht gemessen werden. Um 13 Uhr wurde auf den Grafferner übersetzt.



Abbildung 7.3: Spaltenzone des Matschferners am 12.06.2013.



Abbildung 7.4: Matschferner am 12.06.2013, Blickrichtung Süd.



Abbildung 7.5 zeigt das GPR in Aktion in einer Höhe von 3200 Metern oberhalb einer markanten Vertiefung der Gletscheroberfläche.



Abbildung 7.5: Matscherferner am 12.06.2013, Blickrichtung Südost.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

Mag. Bernd Seiser

Mag. Martin Stocker-Waldhuber

M.Sc., Ing. Christian Mitterer



7.2 Ergebnisse

Abbildung 7.6 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die mittlere Schneehöhe betrug 358 cm.

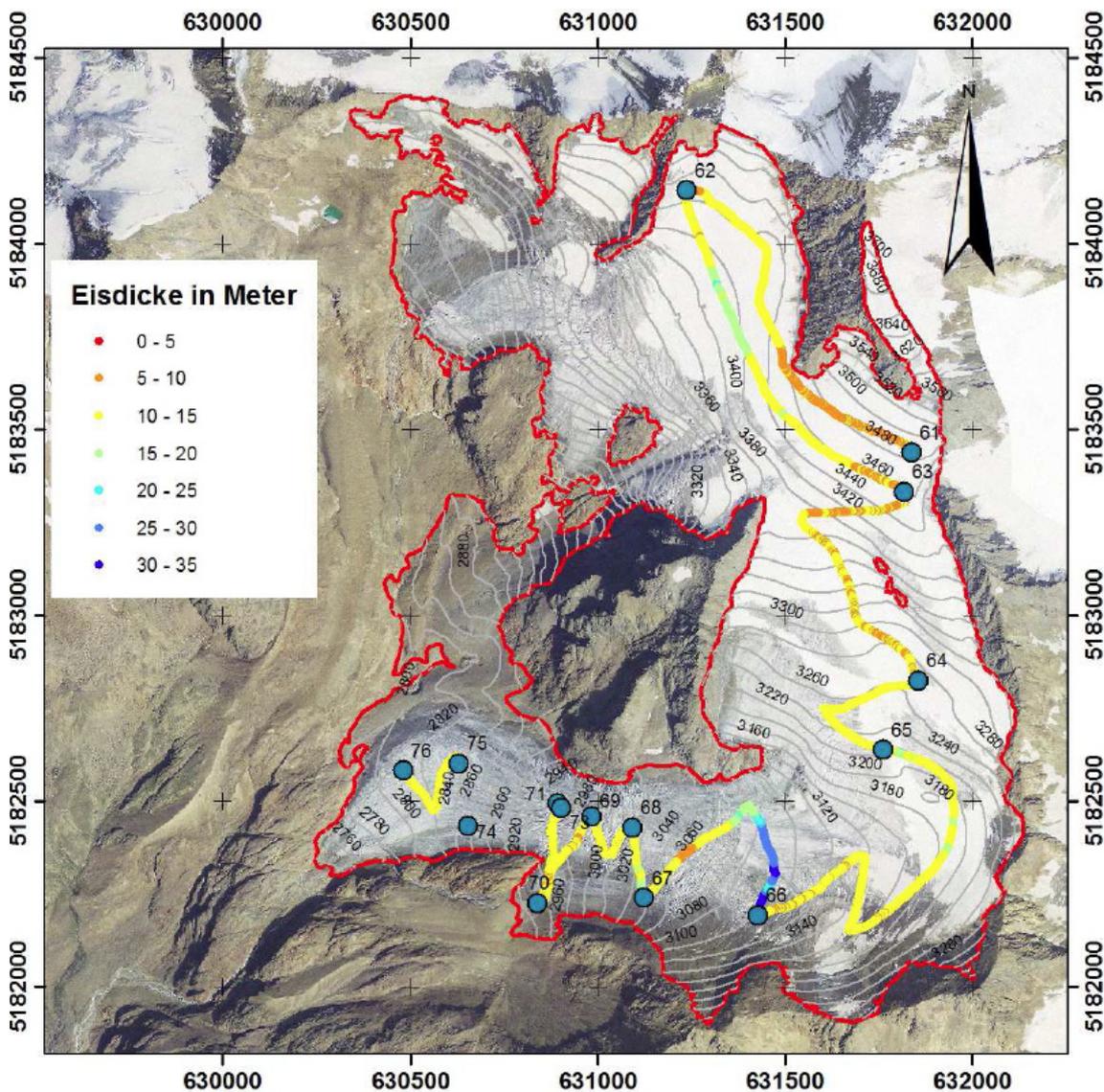


Abbildung 7.6: Gemessene Eisdicke in Meter vom Matscherferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Den Raster der Eisdicke in Meter zeigt Abbildung 7.7.

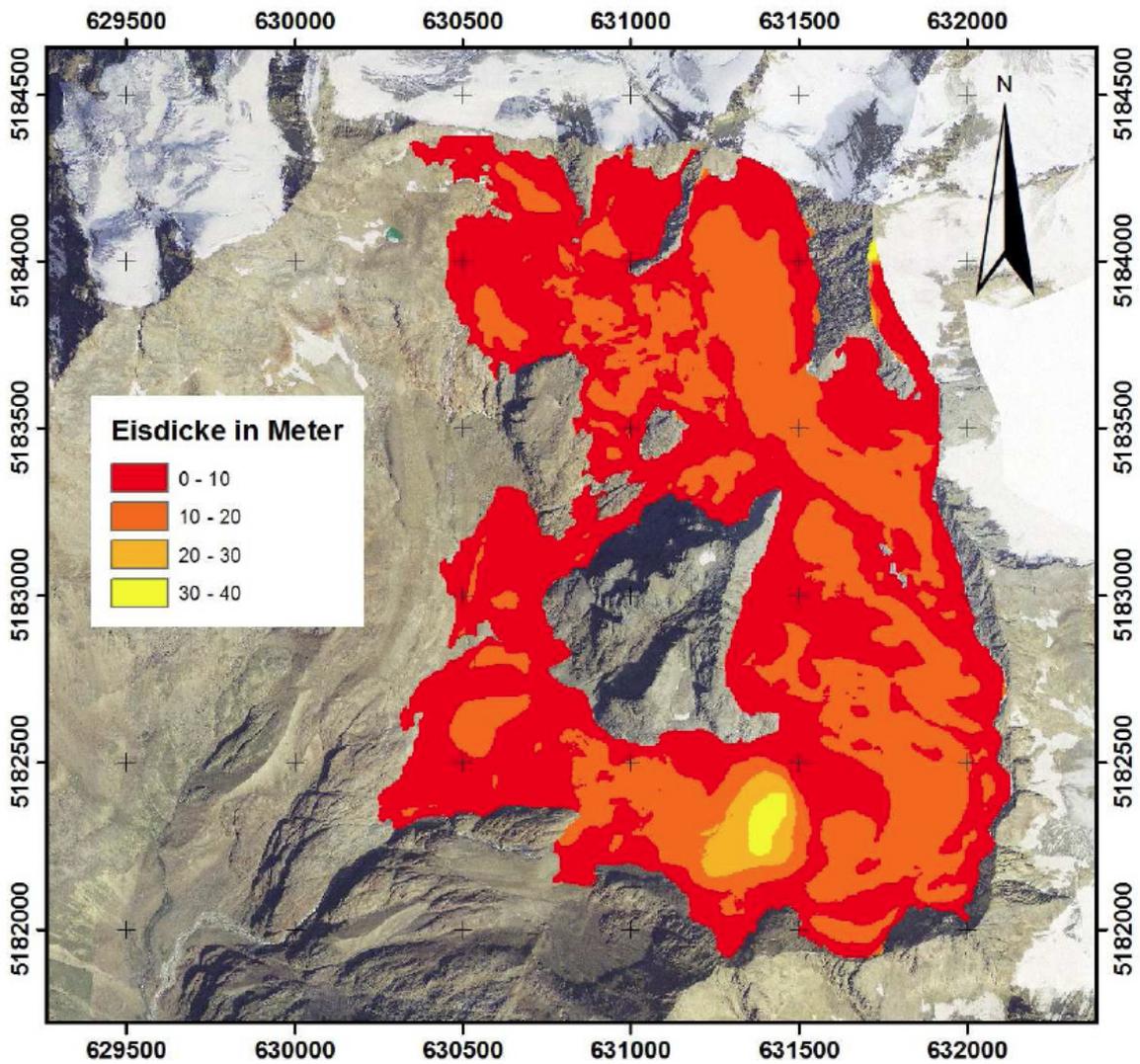


Abbildung 7.7: Raster der Eisdicke in Meter des Matschferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.



In Abbildung 7.8 wird die Karte des Untergrundes des Matscherferners dargestellt.

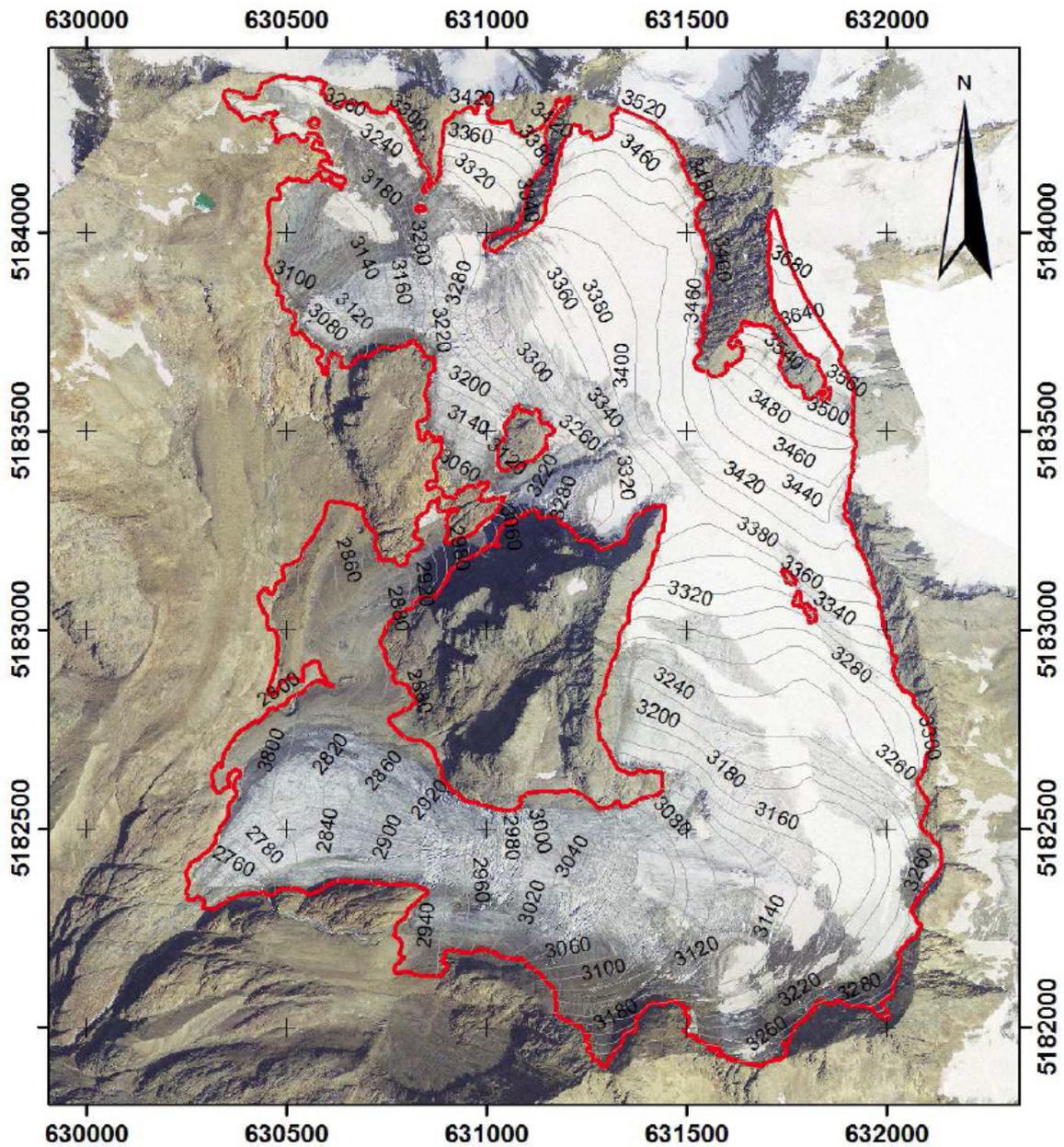


Abbildung 7.8: 20m Höhenlinien des Untergrundes des Matscherferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

8 Grafferner, Pfoosental, Gemeinde Schnals



Abbildung 8.1: Übersicht Grafferner (Quelle: Google Earth).

Der Gletscher befindet sich auf 4645'40" geographischer Breite und 1053'30" geographischer Länge (gelbe Stecknadel, Abbildung 8.1).



Der Grafferner (Abbildung 8.2) liegt in einem Höhenbereich von 3500 bis 3000 Meter. Die Eisscheide im nordwestlichen Teil des Gletschers bildet gleichzeitig die Staatsgrenze mit Österreich. Der Gletscher auf der Ostseite des Similaun hat eine Fläche von 1,622 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006, Hydrographischer Amt Bozen).

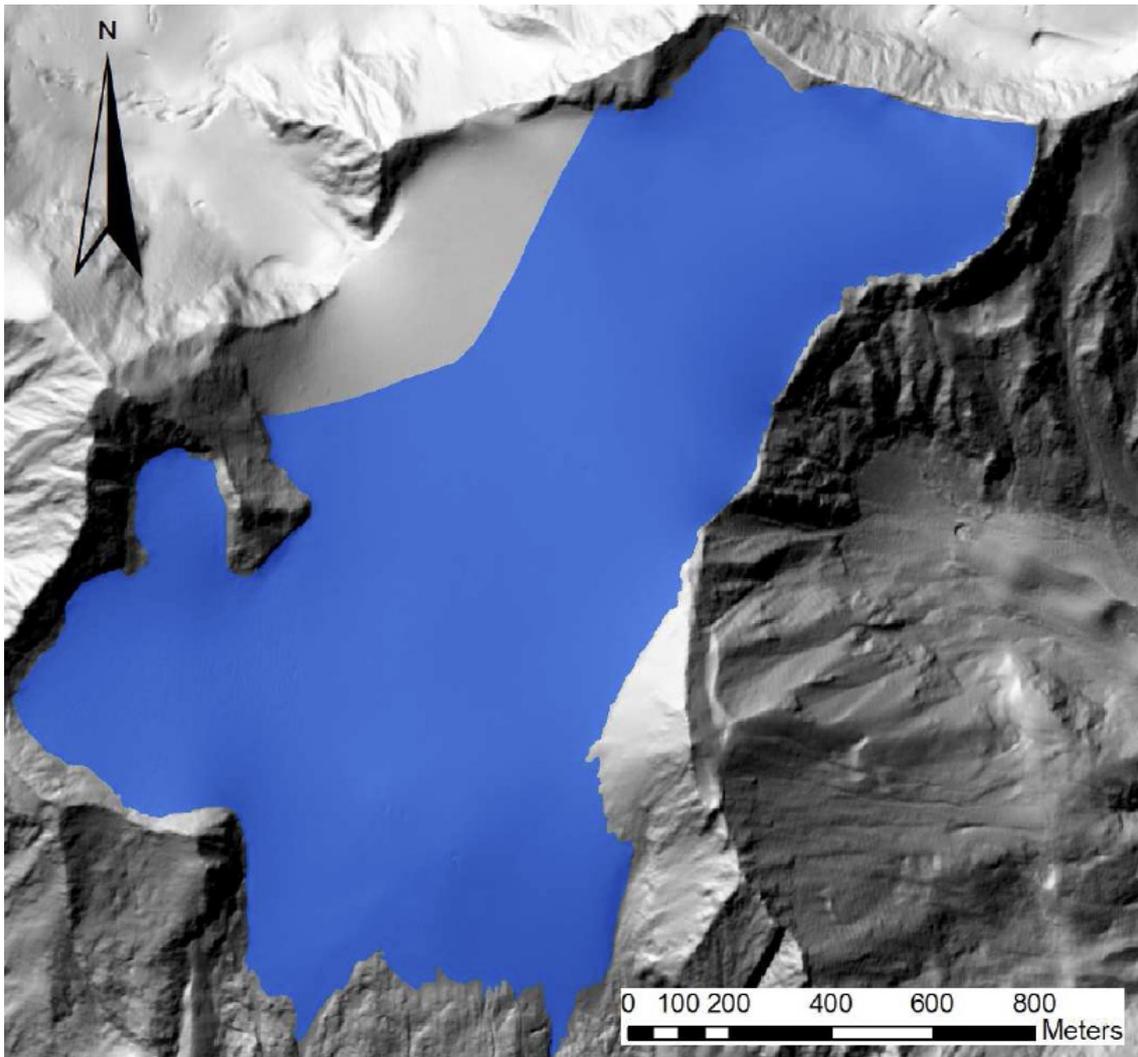


Abbildung 8.2: Graffernerferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.

8.1 Messung

Die Radarmessungen am Grafferner (Abb.: 8.3 und 8.4) wurden am 12. Juni 2013 nachmittags durchgeführt nachdem vom Matscherferner mit dem Hubschrauber übersetzt wurde.



Abbildung 8.3: Messteam und Radar mit Similaun im Hintergrund, Grafferner am 12.06.2013, Blickrichtung West.



Abbildung 8.4: GPR Grafferner am 12.06.2013, Blickrichtung Südost.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

Mag. Bernd Seiser

Mag. Martin Stocker-Waldhuber

M.Sc., Ing. Christian Mitterer



8.2 Ergebnisse

Abbildung 8.5 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Die sondierte mittlere Schnehöhe war 275 cm.

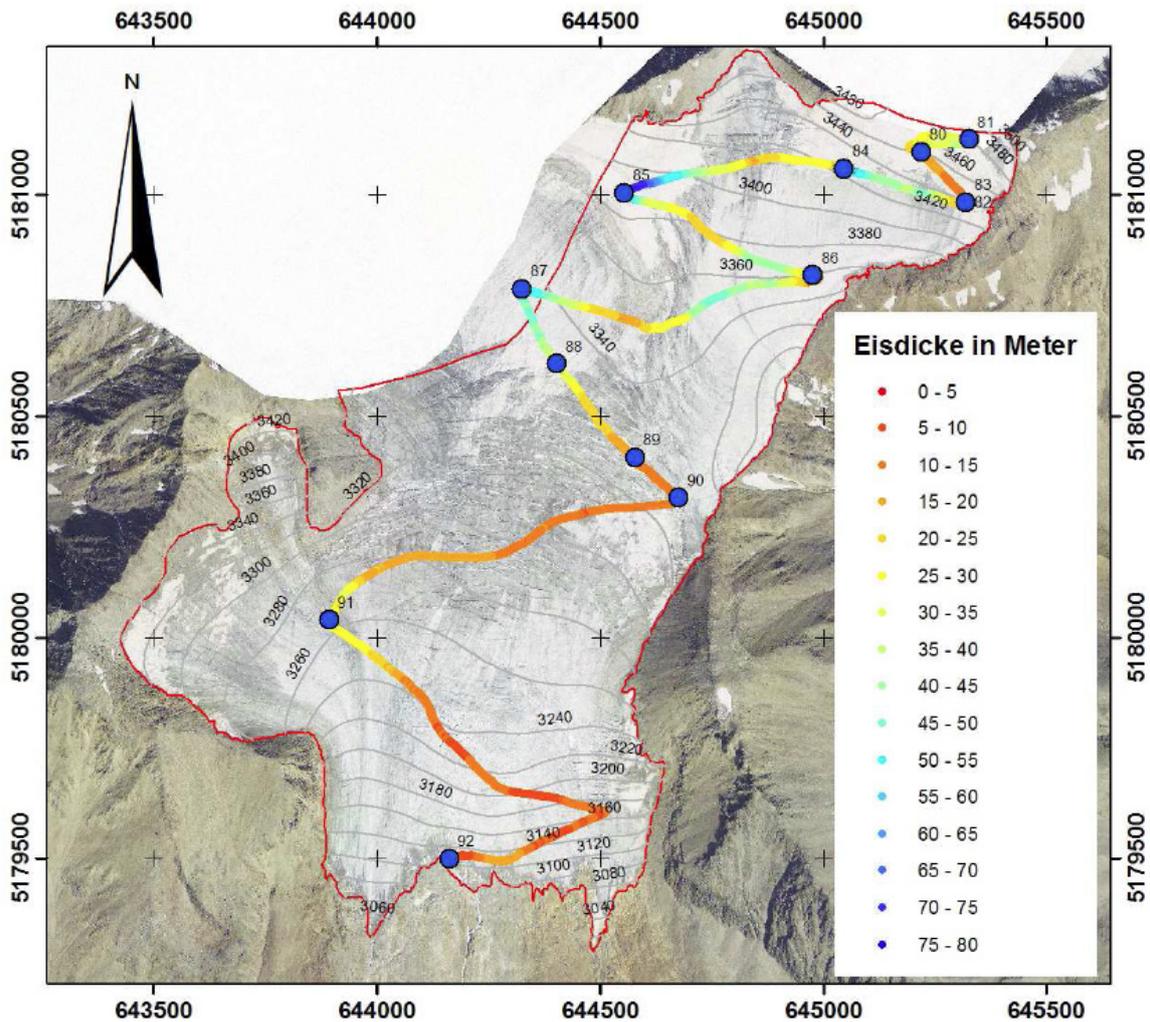


Abbildung 8.5: Gemessene Eisdicke in Meter vom Grafferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

Abbildung 8.6 zeigt die Eisdicke in 10 Meter Klassen.

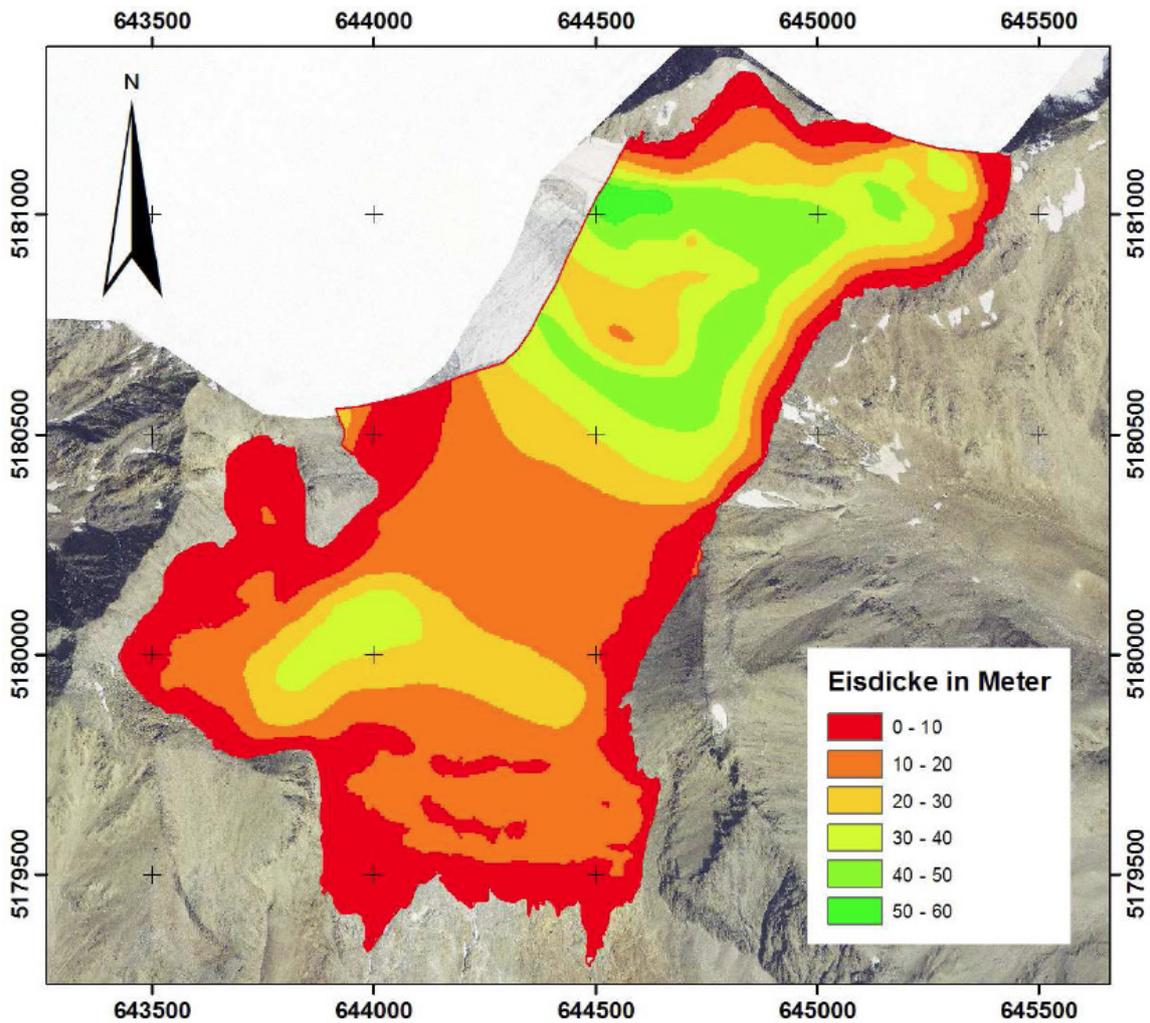


Abbildung 8.6: Raster der Eisdicke in Meter des Grafferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.

Die Karte des Untergrundes des Grafferners wird in Abbildung 8.7 veranschaulicht.

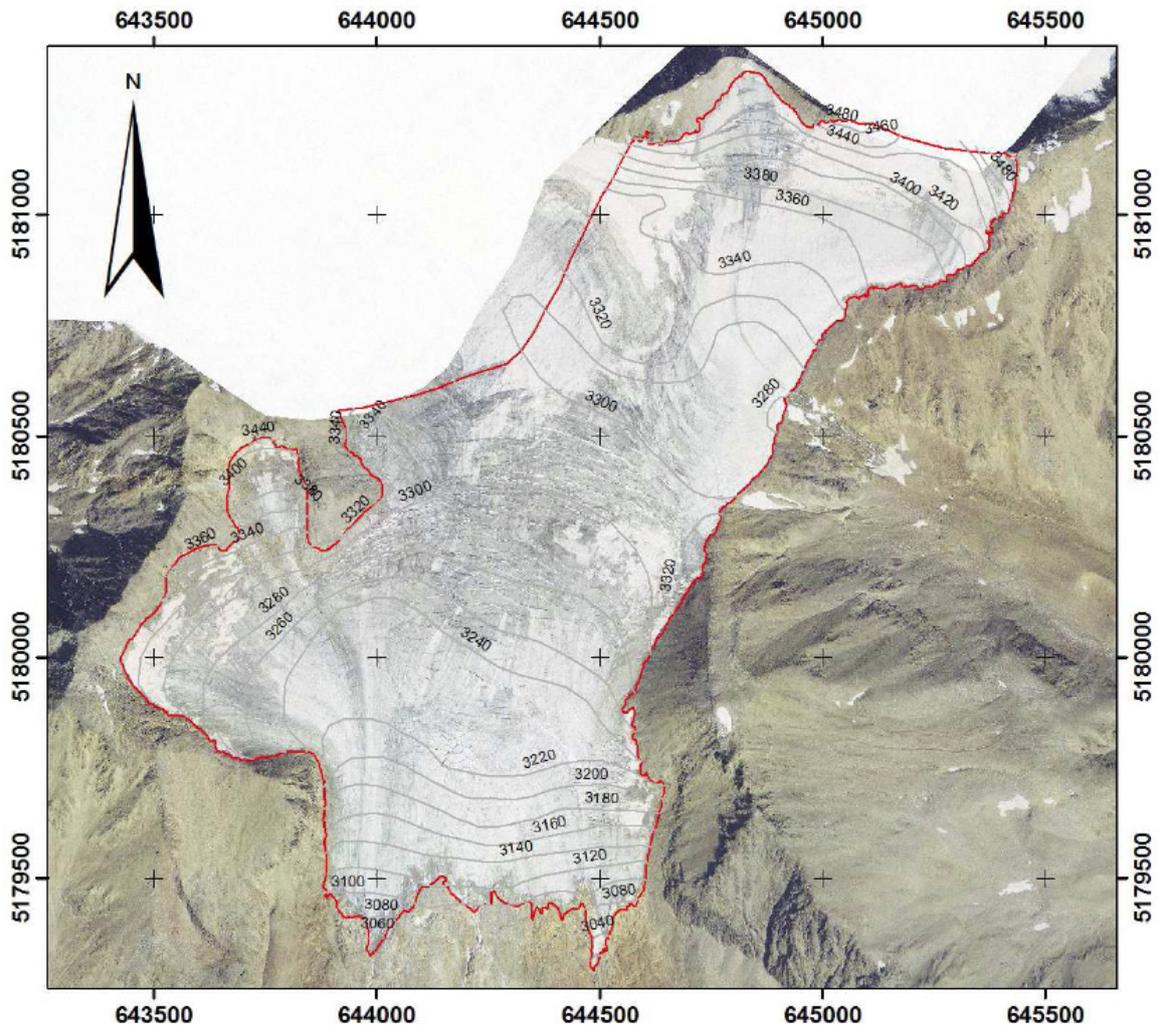


Abbildung 8.7: 20m Höhenlinien des Untergrundes des Grafferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.

9 Langtaufererferner, Gemeinde Langtaufers

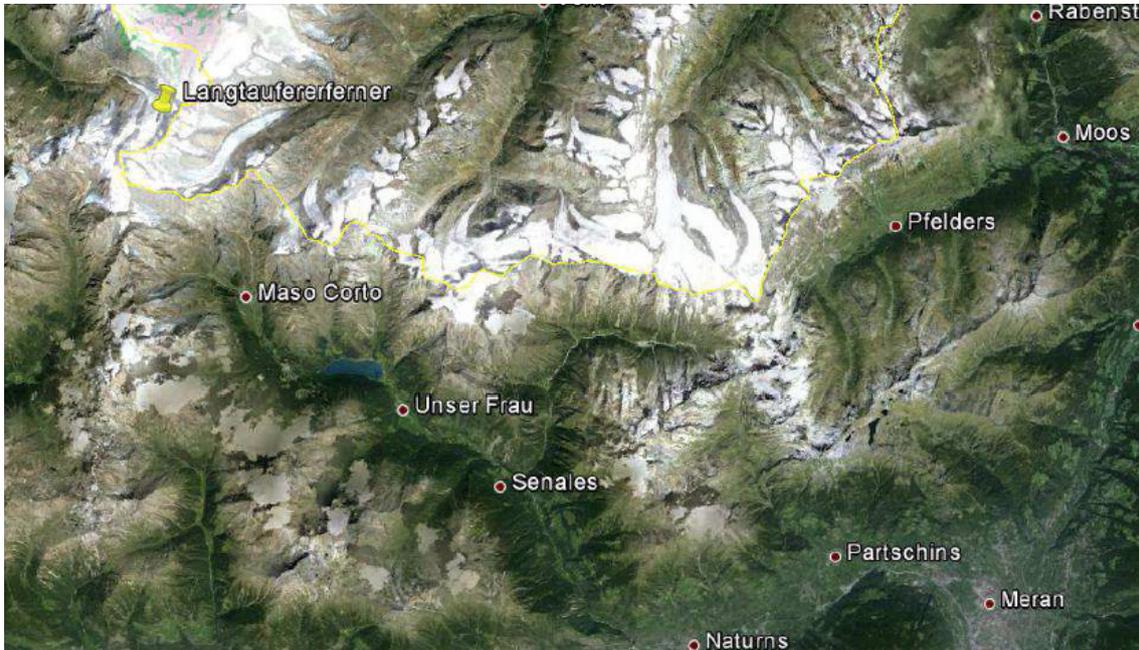


Abbildung 9.1: Übersicht Langtaufererferner (Quelle: Google Earth).

Auf 4648'33" geographischer Breite und 1044'17" geographischer Länge (gelbe Stecknadel, Abbildung 9.1) liegt der Langtaufererferner.



Der Langtaufererferner (Abbildung 9.2) erstreckt sich über einem Höhenbereich von 3600 bis 2500 Meter mit einer Fläche von 3,868 km² (Quelle: Gletscherinventar 2006, Hydrographisches Amt Bozen). Im Akkumulationsgebiet besitzt der Gletscher zwei voneinander getrennte Bereiche. Der Eisbruch vom Gepatschferner (Abbildung 9.5, rechts oben) liefert zusätzliches Material auf die Zunge des Langtaufererferner.

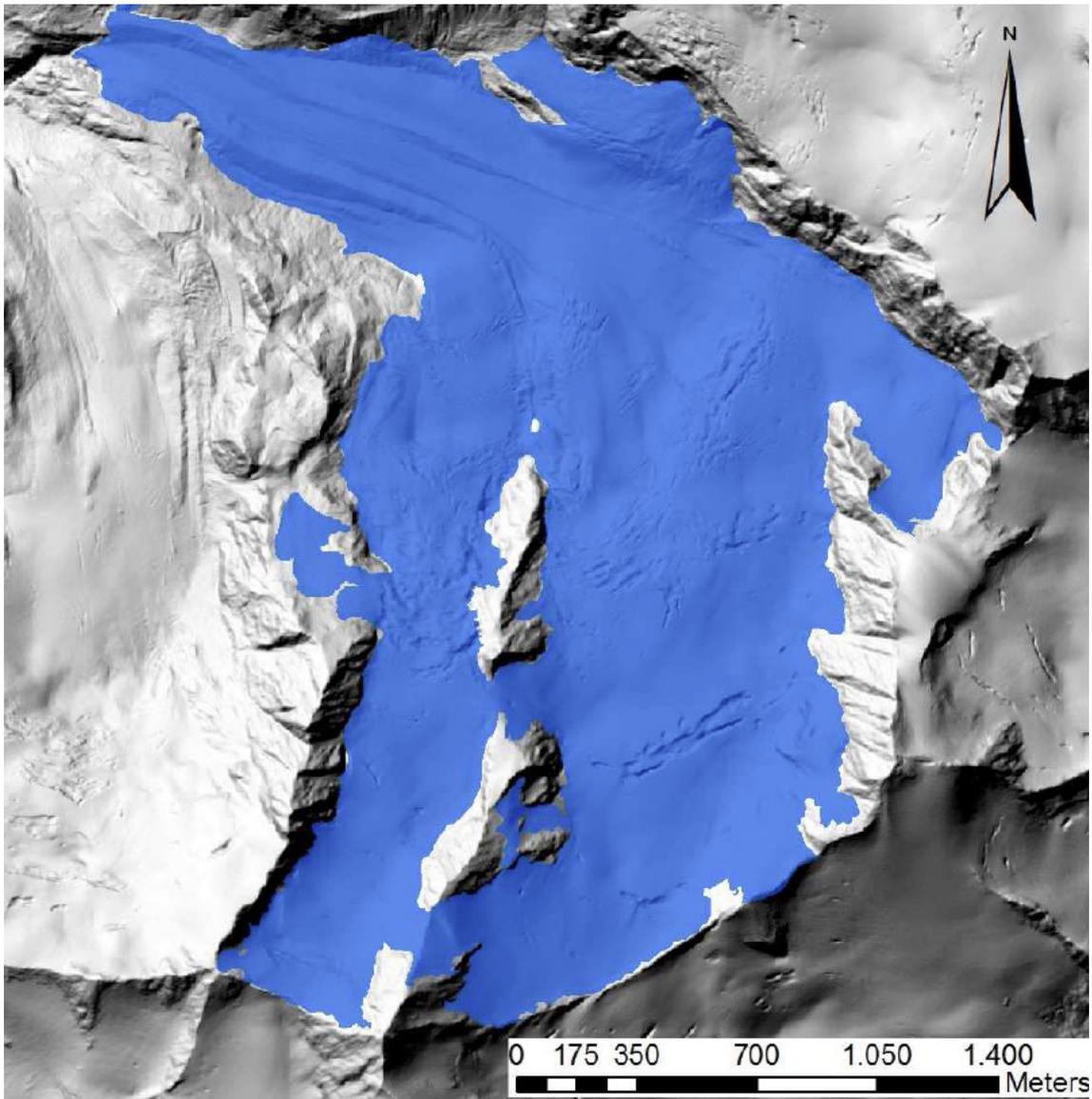


Abbildung 9.2: Langtaufererferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen.



9.1 Messung

Ausgangspunkt für die Messung am 13. Juni 2013 war wie am Tag zuvor am Parkplatz der Bergbahn Kurzras / Maso Corto. Es wurde der östliche Bereich des Akkumulationsgebietes angefliegen. Aufgrund der massiven Spalten im westlichen Teil des Gletschers (Abbildung 9.4) war es nicht möglich diesen zu vermessen.



Abbildung 9.3: Langtaufereferner am 13.06.2013, Blickrichtung Nord bis Nordost.



Abbildung 9.4: Spaltenzone (Bildmitte), Langtaufereferner am 13.06.2013.



Abbildung 9.5: Langtauferferner am 13.06.2013, Blickrichtung Nordwest.

Durchführung der Messungen (IGF):

Dr. Andrea Fischer

Mag. Bernd Seiser

Mag. Martin Stocker-Waldhuber

M.Sc., Ing. Christian Mitterer



9.2 Ergebnisse

Abbildung 9.6 zeigt die Eisdicke in Meter der einzelnen Messprofile zwischen den GPS Punkten. Hier wurde eine mittlere Schneehöhe von 306 cm gemessen. Die Lücke des Messprofils im Zungenbereich entstand durch einen Messfehler (Reflektor der Radarmessungen nicht erkennbar) der aufgrund der früheren Abholung durch den Helikopter nicht mehr korrigierbar war.

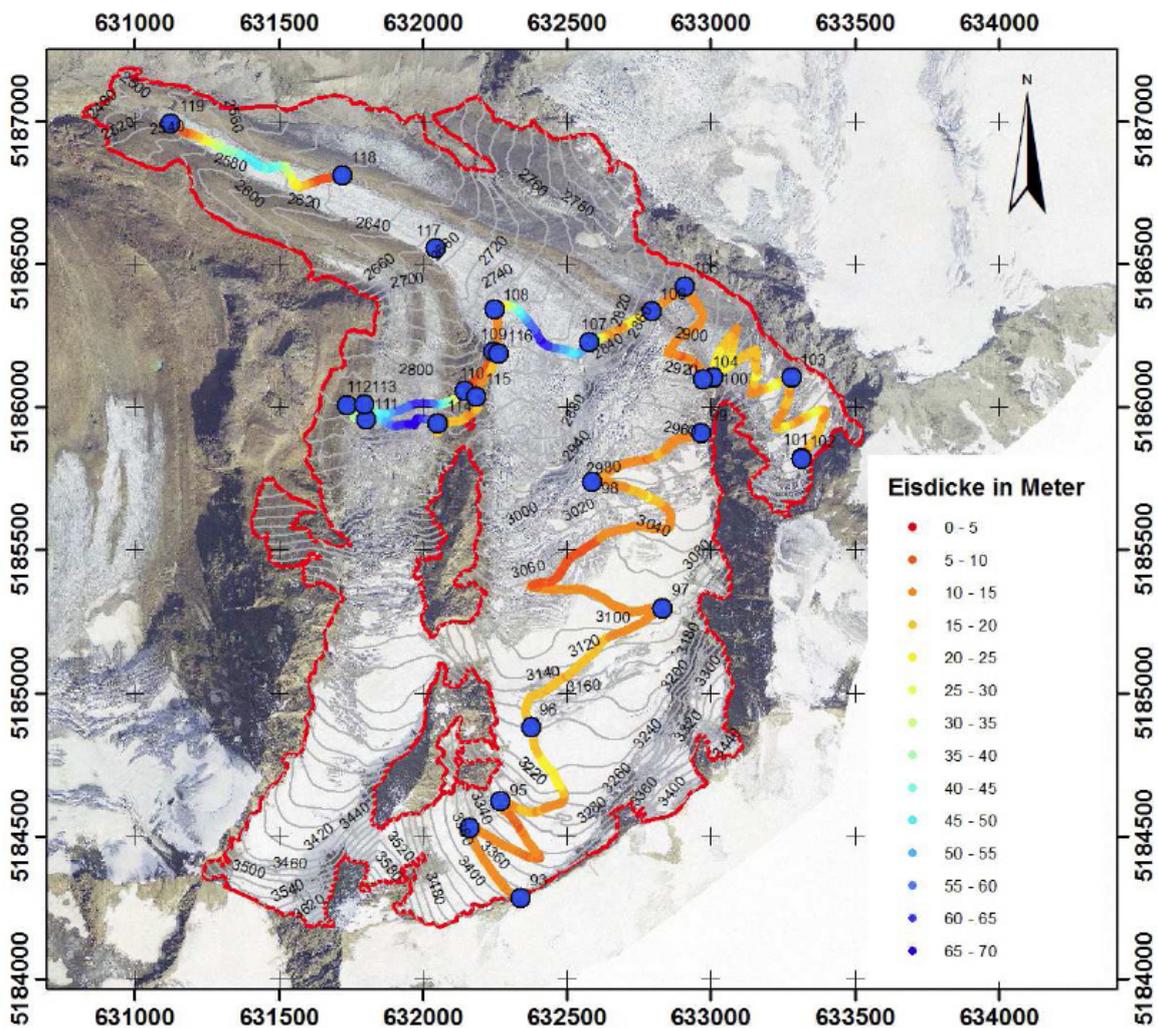


Abbildung 9.6: Gemessene Eisdicke in Meter vom Langtaufereferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Abbildung 9.7 zeigt die Eisdicke in Meter. Fortsetzend zur Gletscherzunge von den zwei Bereichen mit Eisdicken über 50 Meter sind ebenfalls Eisdicken über 50 Meter anzunehmen.

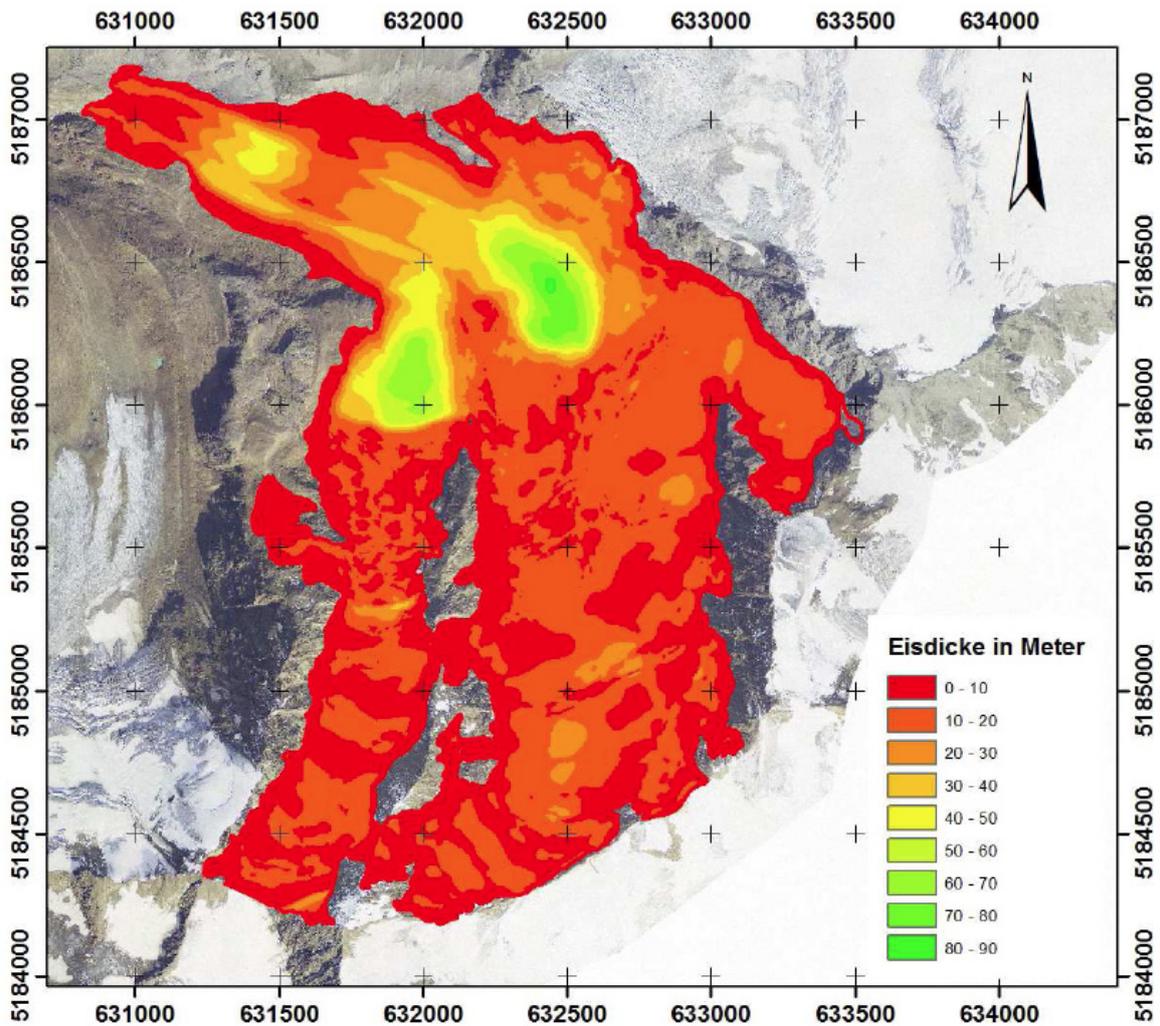


Abbildung 9.7: Raster der Eisdicke in Meter des Langtaufereferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.



Die Karte des Untergrundes vom Langtauferferner ist in Abbildung 9.8 dargestellt.

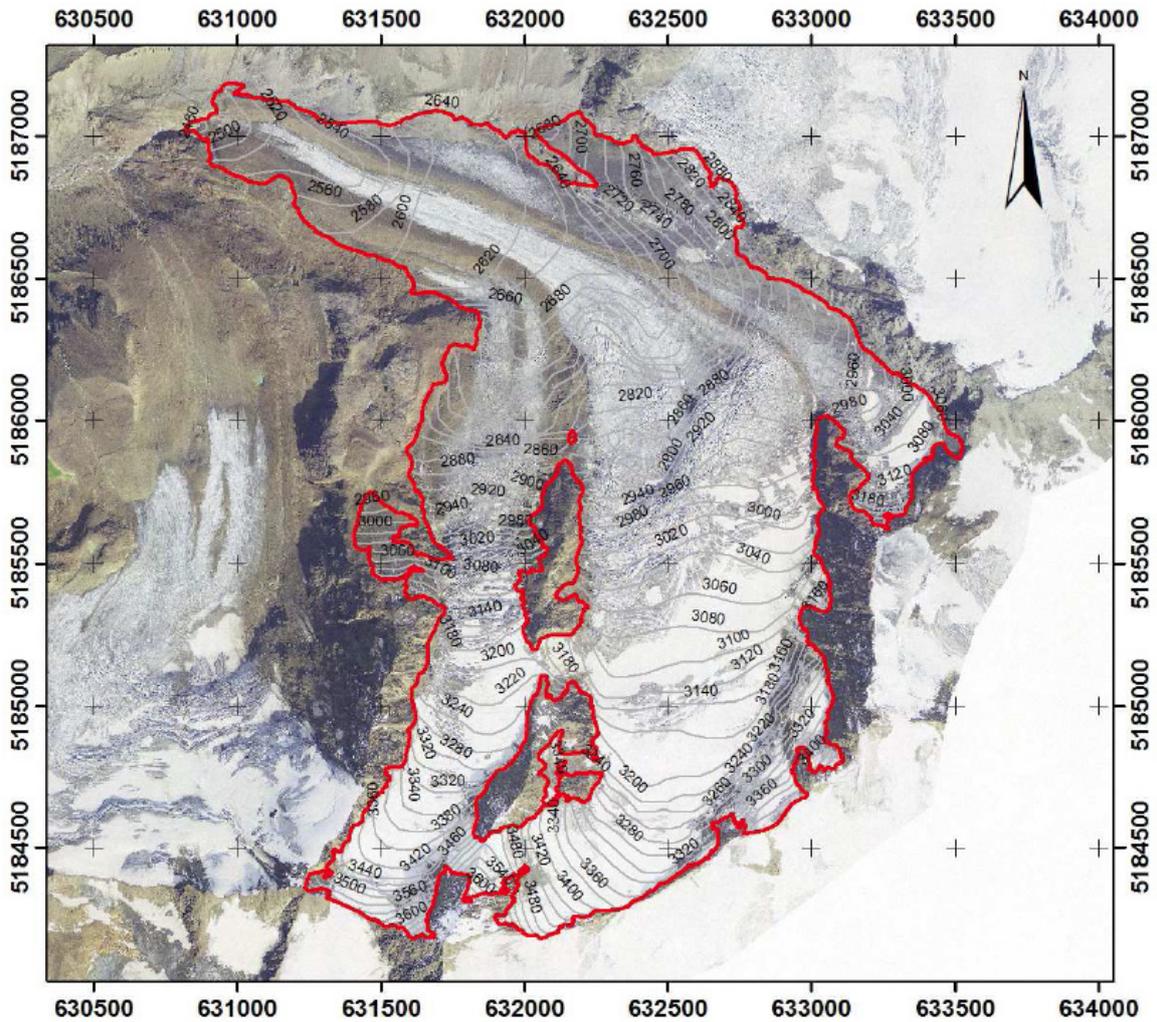


Abbildung 9.8: 20m Höhenlinien des Untergrundes des Langtauferferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.



Literatur

Fischer, A., 2009: Calculation of glacier volume from sparse ice-thickness data, applied to Schaufelferner, Austria. *Journal of Glaciology*, 55, 453–460(8).

Knoll, C., 2006: Gletscherinventar Südtirol AA1997. Master's thesis, University of Innsbruck.



Abbildungsverzeichnis

1.1	Übersicht der gemessenen Gletscher (Quelle: Google Earth)	5
2.1	Skizze des Messprinzipes	7
2.2	Das GPR der Firma GSSI in der verwendeten Konfiguration	8
2.3	Mögliche Mehrdeutigkeiten in der Interpretation durch multiple Reflektoren	8
3.1	Übersicht Laaserferner (Quelle: Google Earth)	9
3.2	Laaserferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen ...	10
3.3	Laaserferner am 13.05.2013, Blickrichtung Nordwest	11
3.4	Laaserferner am 13.05.2013, Blickrichtung Nordost	11
3.5	Gemessene Eisdicke in Meter des Laaserferners, GPS-Punkte (blaue, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	12
3.6	Raster der Eisdicke des Laaserferners in Meter. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	13
3.7	20m Höhenlinien des Untergrundes vom Laaserferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen.....	14
4.1	Übersicht Hohen- und Schranferner (Quelle: Google Earth)	15
4.2	Hohenferner (links) und Schranferner (rechts) mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	16
4.3	Hohenferner am 14.05.2013, Blickrichtung Süd	16
4.4	Hohenferner am 14.05.2013, Blickrichtung Ost	17
4.5	Luftaufnahme vom Schranferner am 14.05.2013, Blickrichtung Südost	17
4.6	Schranferner am 14.05.2013, Blickrichtung Ost	18
4.7	Gemessene Eisdicke des Hohenferners in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	19
4.8	Raster der Eisdicke in Meter vom Hohenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.....	20
4.9	20m Höhenlinien des Untergrundes vom Hohenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	21
4.10	Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile des Schranferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	22
4.11	Raster der Eisdicke in Meter vom Schranferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	23
4.12	20m Höhenlinien des Untergrundes vom Schranferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	24



5.1	Übersicht Feuerstein- und Hangendenferner (Quelle: Google Earth)	25
5.2	Hangendenferner (links) und Feuersteinferner (rechts) mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	26
5.3	GPR Feuersteinferner am 08.06.2013, Blickrichtung Südwest	27
5.4	Feuersteinferner am 08.06.2013, Blickrichtung Nordwest	27
5.5	Hangendenferner am 08.06.2013, Blickrichtung Südwest	28
5.6	Hangendenferner am 08.06.2013, Blickrichtung Nordost	28
5.7	Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile des Feuersteinferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	29
5.8	Raster der Eisdicke in Meter vom Feuersteinferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	30
5.9	20m Höhenlinien des Untergrundes vom Feuersteinferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	31
5.10	Gemessene Eisdicke in Meter und GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile des Hohenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	32
5.11	Raster der Eisdicke in Meter vom Hangendenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	33
5.12	20m Höhenlinien des Untergrundes vom Hangendenferner. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	34
6.1	Übersicht Suldenferner (Quelle: Google Earth)	35
6.2	Suldenferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	36
6.3	Suldenferner am 11.06.2013, Blick in Richtung Ortler	37
6.4	Eisrinne von der Königsspitze am 11.06.2013	37
6.5	Gemessene Eisdicke in Meter vom Suldenferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	38
6.6	Raster der Eisdicke in Meter des Suldenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	39
6.7	20m Höhenlinien des Untergrundes des Suldenferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	40
7.1	Übersicht Matscherferner (Quelle: Google Earth)	41
7.2	Matscherferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	42
7.3	Spaltenzone des Matscherferners am 12.06.2013	43



7.4	Matscherferner am 12.06.2013, Blickrichtung Süd	43
7.5	Matscherferner am 12.06.2013, Blickrichtung Südost	44
7.6	Gemessene Eisdicke in Meter vom Matscherferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	45
7.7	Raster der Eisdicke in Meter des Matscherferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	46
7.8	20m Höhenlinien des Untergrundes des Matscherferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	47
8.1	Übersicht Grafferner (Quelle: Google Earth)	48
8.2	Graffernerferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	49
8.3	Messteam und Radar mit Similaun im Hintergrund, Grafferner am 12.06.2013, Blickrichtung West	50
8.4	GPR Grafferner am 12.06.2013, Blickrichtung Südost	50
8.5	Gemessene Eisdicke in Meter vom Grafferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	51
8.6	Raster der Eisdicke in Meter des Grafferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen.....	52
8.7	20m Höhenlinien des Untergrundes des Grafferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	53
9.1	Übersicht Langtaufererferner (Quelle: Google Earth).....	54
9.2	Langtaufererferner mit Gletschergrenze von 2006 (blau) des Hydrographischen Amtes Bozen	55
9.3	Langtaufererferner am 13.06.2013, Blickrichtung Nord bis Nordost	56
9.4	Spaltenzone (Bildmitte), Langtaufererferner am 13.06.2013	56
9.5	Langtaufererferner am 13.06.2013, Blickrichtung Nordwest	57
9.6	Gemessene Eisdicke in Meter vom Langtaufererferner, GPS-Punkte (blau, numeriert) der einzelnen Messprofile. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	58
9.7	Raster der Eisdicke in Meter des Langtaufererferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 des Hydrographischen Amtes Bozen	59
9.8	20m Höhenlinien des Untergrundes des Langtaufererferners. Dargestellt auf dem Orthofoto von 2008 mit der Gletschergrenze von 2006 (rot) des Hydrographischen Amtes Bozen	60



Tabellenverzeichnis

1.1 Zusammenfassung der wichtigsten Daten der Gletscher	6
---	---

