

Gletscherbohrung in Saas-Fee

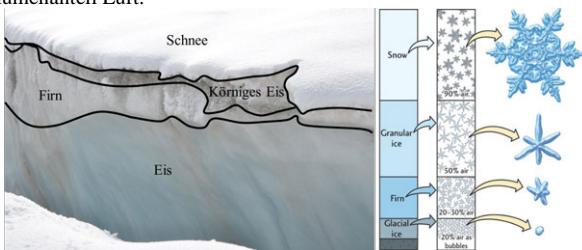
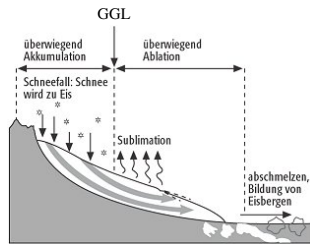
Belgin Bal, Salome Haller, Daria Hollenstein, Jakob Mostert

Einleitung

Das Ziel des diesjährigen Projektes war es, Gletscherbohrkerne zu gewinnen und diese auf die Zusammensetzung der Sedimente und ihres Eises zu untersuchen. Bei einer Expedition auf den Feegletscher wurden mittels eines Handbohrers Eiskerne entnommen. Das Interesse lag darin, anhand der Daten Rückschlüsse auf markante zeitliche Ereignisse zu ziehen und Beweise für anthropogene Einflüsse zu finden.

Theorie Gletscher

- Massen aus Schnee, Firn und Eis
- Luft- und Gesteinspartikel in Eiskerne eingeschlossen
- laminares Geschwindigkeitsprofil mit nicht parallelen Fließlinien
- Akkumulationsgebiet → Fließlinien nach unten geneigt (Submergenz)
- Ablationsgebiet → Fließlinien verlaufen nach oben (Emergenz)
- 0°C-Höhe per Definition GGL
- Beurteilung Schneeakkumulation anhand Volumenanteil Luft.

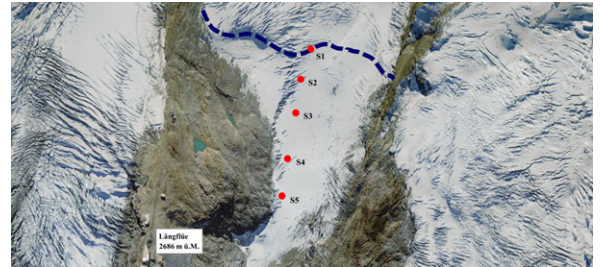


Darstellung der Schnee- und Eistypen anhand einer Gletscherspalte des Feegletschers.

Studienaufbau

Aufgrund der Evaluationskriterien Sicherheit und Zugänglichkeit fiel die Wahl auf den Feegletscher. Der Gletscher wurde über die Seitenmoräne betreten. Von der Gleichgewichtslinie bei ca. 3000 m ü. M. wurden im Ablationsgebiet an fünf Standorten Bohrungen durchgeführt. Die Überlegung dahinter war, dass nahe der Gleichgewichtslinie aufgrund der Fließmuster die meisten Eisschichten angebohrt werden können.

Bei den ersten vier Positionen (S1-S4) wurden je zwei Bohrungen durchgeführt. Beim letzten Standort (S5) wurde eine zusätzliche dritte Bohrung bis zu 1 m Tiefe vollzogen.



Satellitenbildaufnahme des Feegletschers. In Rot sind die Bohrstandorte gekennzeichnet. Die blaue Linie zeigt die Gleichgewichtslinie bei ca. 3000 m ü. M.

Methodik

Eiskernbohrung

- schneefreie Stelle
- Bohrer zusammensetzen
- 4 Standorte mit 23cm und 35cm tiefen Bohrkernen
- Standort 5 mit 3 Bohrkernen bis zu 1m Tiefe
- Proben luftdicht abgepackt



Fraktionierungsanalyse

- Siebgrößen: 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm, 32 µm
- Aufbau Siebturm (Sieb und Becherglas als Behälter)
- Sedimentwasser sieben
- Becherglas mit Leitungswasser ausspülen und Spülwasser separat auffangen (nicht mischen!)
- Spülwasser sieben
- Siebe bei 50°C in Trockenschrank trocknen
- Sedimente mit Zahnbürste auskratzen
- Fraktionierungsgrößen in Gläschen abfüllen

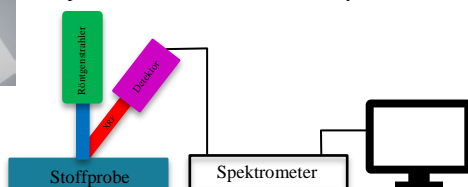
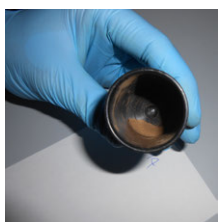


Wasserproben – pH

- pH-Sonde kalibrieren
- pH der Probeflüssigkeit messen
- Probeflüssigkeit filtern
- pH der Probeflüssigkeit messen

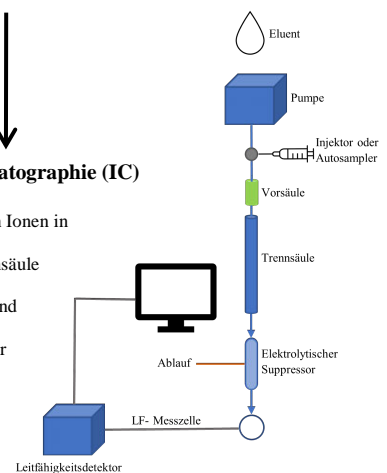
Röntgenfluoreszenzanalyse (XRF)

- Bestimmung atomarer Zusammensetzung fester Proben
- Stoffprobe wird mit Röntgenstrahlen bestrahlt
- je nach Zusammensetzung wird andere XRF Strahlung zurückgeworfen
- XRF Strahlung von Detektor auslesen
- spektrometrischer Nachweis und Analyse



Ionenchromatographie (IC)

- Bestimmung Konzentrationen von Ionen in wässrigen Lösungen
- Analysesubstanz wird durch Trennsäule gepumpt
- Durchfluss abhängig von Grösse und Ladung des Ions
- am Ende der Säule mittels Detektor Leitfähigkeit messen
- wenn viele Ionen vorhanden sind, steigt die Leitfähigkeit
- relative Konzentration der Stoffe in Substanz je nach Leitfähigkeit ermittelbar

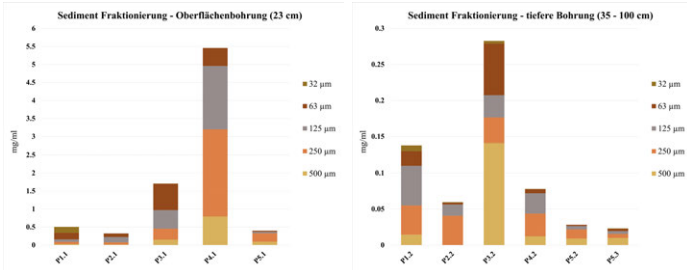


Gletscherbohrung in Saas-Fee

Belgin Bal, Salome Haller, Daria Hollenstein, Jakob Mostert

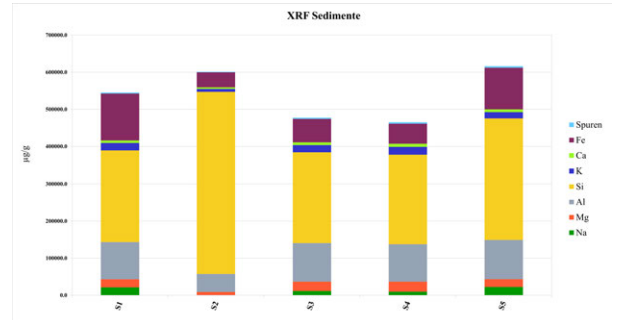
Resultate Fraktionierungsanalyse

Die Sedimentmenge wurde durch die Schmelzwassermenge dividiert und ist als y-Achse im Diagramm dargestellt. Daraus ist ablesbar, dass bei Siebgrösse 250 µm gesamthaft die meiste Fraktionierungsmenge anfällt. Bei allen Proben weisen die Bohrungen an der Oberfläche mehr Sedimente auf als die tieferen. Denkbar ist, dass es durch die Sonneneinstrahlung zu einer Abschmelzung der obersten Schicht kommt und dies zu einer Aufkonzentration der Sedimente an der Oberfläche führt.



Resultate Röntgenfluoreszenzanalyse (XRF)

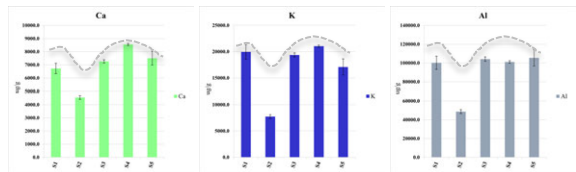
Der Fokus bei den unten dargestellten Resultaten der XRF-Analyse liegt auf den Elementen, welche am häufigsten vorgekommen sind. Die Elemente Silicium, Aluminium und Eisen bilden die Hauptkomponenten der Proben. Des Weiteren sind die Alkali- und Erdalkalimetalle Na, Mg, K und Ca aufgeführt.



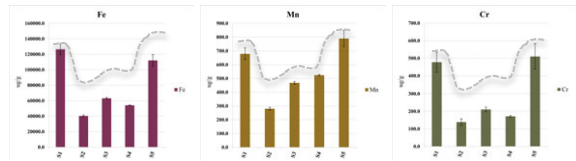
Resultate Ionenchromatographie (IC)

Auffällig in den Diagrammen sind die grossen Mengen an Kalium (K^+) und Natrium (Na^+), sowie Fluorid (F^-) und Chlorid (Cl^-) in Probe 3.2. Im Vergleich zu den anderen Elementen liegen diese weit über dem Durchschnitt. Es ist ein markanter Zusammenhang zwischen dem Kation K^+ und dem Anion F^- erkennbar. Kaliumfluorid wird in der Aluminiumindustrie oder als Zusatzstoff bei Mundhygieneprodukten verwendet. Da in unmittelbarer Nähe zum Bohr-Standort menschliche Aktivität herrscht, könnten diese Stoffe auf den Bau der Bergbahn oder auf andere Auswirkungen auf dem Gletscher verweisen. Die korrelierenden Konzentrationen von Na^+ und Cl^- können auf Kochsalz ($NaCl$) zurückgeführt werden. Das ist in Stüsswasser enthalten oder lässt sich auch auf anthropogene Einflüsse zurückführen.

Die Gehalte für die Elemente Calcium, Kalium und Aluminium deuten in den Proben S1, S3, S4 und S5 auf einen gemeinsamen stöchiometrischen Ursprung hin. Im Zusammenhang mit dem hohen Si-Gehalt und den Alkalimetallen könnte dies für die Minerale Orthoklas $KAlSi_3O_8$, Albit $NaAlSi_3O_8$ und Anorthit $CaAl_2Si_2O_8$ sprechen.

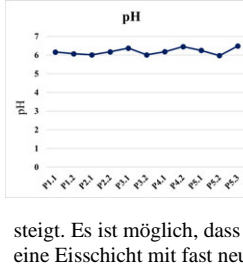


Eine Gruppe von Elementen mit ähnlichen Gehaltsverteilungen umfasst neben Eisen die Elemente Mangan, Chrom, Cobalt und Zink. Sie zeigen bei S1 und S5 höhere Gehalte im Vergleich zu S2, S3 und S4.

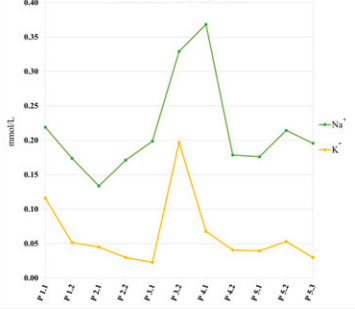


Bohrkerne pH-Wert

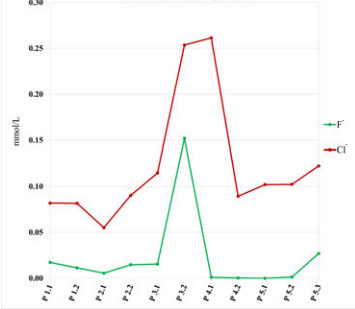
Der pH-Wert liegt über alle Wasserproben konstant bei einem arithmetischen Mittel von ungefähr 6.2. Zwischen dem oberflächlichen und dem tieferen Bohrkern der fünf Standorte wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet. Auffallend ist, dass der pH-Wert bei P5.2 abfällt aber bei P5.3 ansteigt. Es ist möglich, dass bei der letzten und tiefsten Bohrung eine Eisschicht mit fast neutralem pH angebohrt wurde.



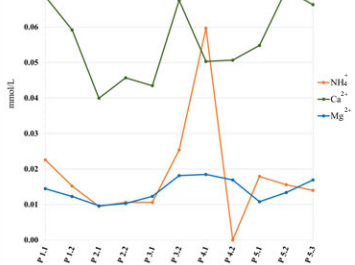
Kationen Gletscherproben



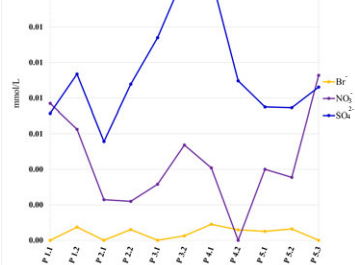
Anionen Gletscherproben



NH4+, Ca2+, Mg2+



NO3-, SO42-, Br-, SO32-



Fazit

In der Startphase war das Projekt von einer offenen Zielsetzung geprägt. Es hat sich zu einem sehr interessanten und analysereichen Thema entwickelt, begleitet von unvergesslichen Erlebnissen. Im Laufe des Projektes konnten Methoden entwickelt werden, die künftigen Projekten in ihrer Ausarbeitung als Grundlage dienen können. Weiter konnte anhand der XRF-Auswertung aufgezeigt werden, dass sich trotz geringer Probenmengen Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Gletschermaterials ziehen lassen. Festzuhalten ist, dass alle Messungen und Auswertungen aufschluss- und erfolgreich waren. Eine Problematik lag darin, dass mit sehr kleinen Sedimentmengen gearbeitet wurde und in der Aufarbeitung die Verluste minimiert werden mussten. Für die Zukunft ist es ratsam, Bohrkerne mit einem motorbetriebenen Bohrer zu gewinnen. Somit könnten leichter tiefere Schichten angebohrt und die Probenmengen ausgedehnt werden.