

Schutz vor grossen Überschwemmungen

Urban Anthamatten, Nils Hählen, Hansrudolf Keusen, Hans-Matthias Liechti*

Bau Entwässerungstollen für Gletschersee

Gegen die Bildung eines immer grösser werdenden Sees auf dem Unteren Grindelwaldgletscher wird ein Entwässerungstollen gebaut. Der gut 2 km lange Stollen wird seit Januar 2009 im Sprengvortrieb gebaut und soll ab Frühling 2010 das Tal vor grossen Überschwemmungen schützen.

Seit 2005 bildet sich auf dem Unteren Grindelwaldgletscher im Berner Oberland regelmässig ein See, der keinen oberirdischen Abfluss hat. Das Wasser sucht sich jeweils einen Weg durch das Gletschereis, was jährlich mehrmals zu raschen Seentleerungen führen kann. Da der See von Jahr zu Jahr grösser wird, sind bereits in wenigen Jahren grosse Hochwasser mit enormem Schadenpotenzial möglich. Aus diesem Grund haben im Herbst 2008 die Verantwortlichen des Tiefbauamts des Kantons Bern und der Gemeinde Grindelwald, zusammen mit Fachleuten nach Lösungen für dieses Problem gesucht. Nach der Evaluation verschiedener Schutzmassnahmen, wie beispielsweise dem Bau einer Staumauer oder einer Seeabsenkung durch einen oberirdischen Graben, entschied sich das Fachgremium zum Bau des Entwässerungstollens.

Konzept Stollen

Mit dem Stollen werden zwei Ziele verfolgt:

- Reduktion der im See gespeicherten Wassermenge durch künstlichen Überlauf.
- Permanente Erschliessung für schwere Baumaschinen, damit zum Beispiel durch Rutschungen unterbrochene Abflusswege wieder freigelegt werden können.

Der Stollen beginnt beim Ausgang der Gletscherschlucht und steigt auf einer Länge von rund 2 km in der Flanke des Mättenbergs zum Gletschersee hoch. Der Einlauf wird im vorderen Teil des Sees erstellt, wo eine Felswand in das Seebecken eintaucht. Wenn der Seespiegel den Stolleneinlauf erreicht, fliesst das Wasser rund 700 m durch den Stollen und stürzt dann beim Stollen-

fenster 2 über einen Wasserfall in die Gletscherschlucht. Die untersten 1,3 km des Stollens haben reine Erschliessungsfunktion.

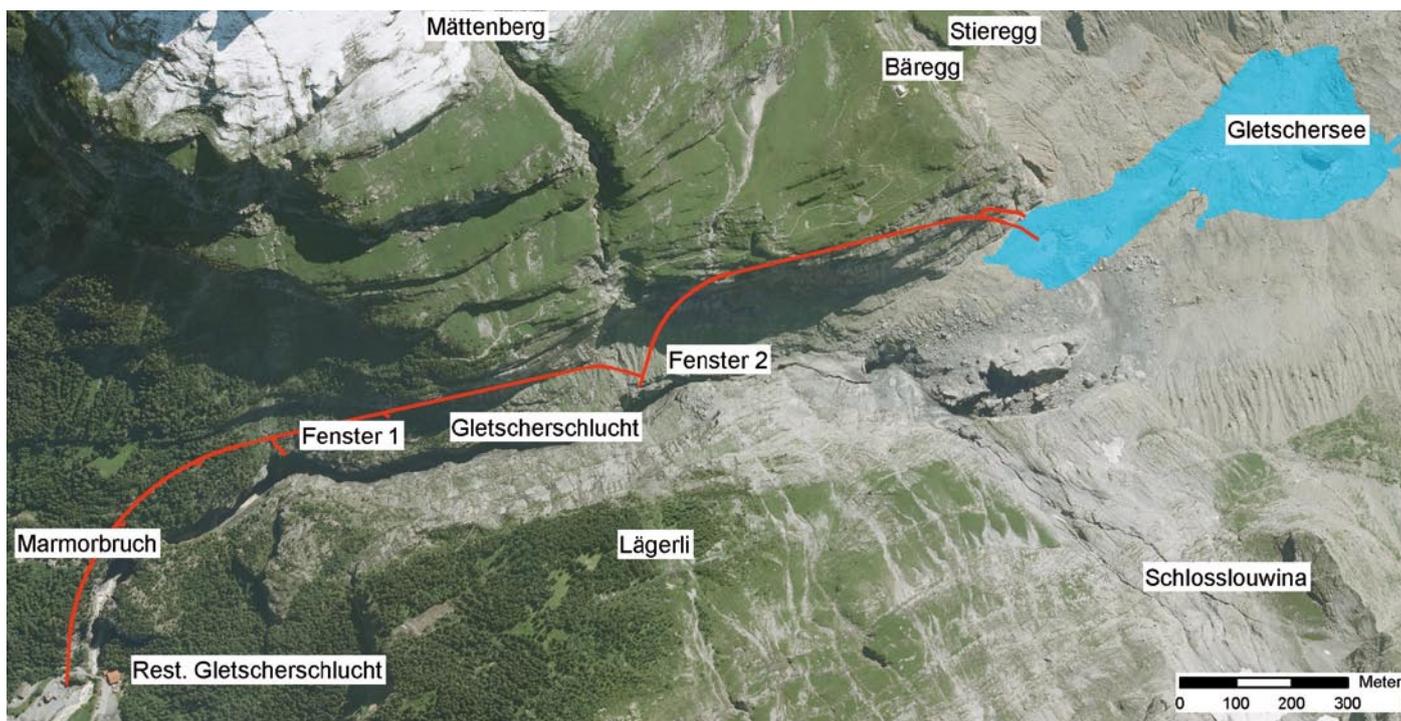
Bauprojekt

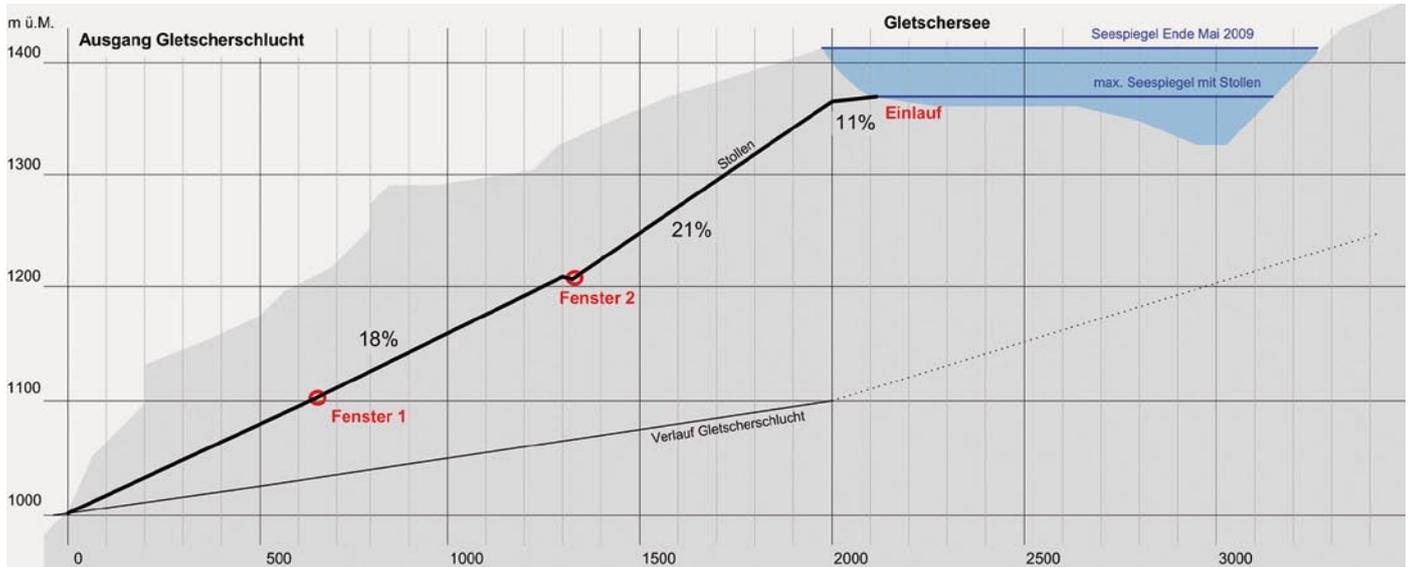
Das hufeisenförmige Lichtraumprofil des Stollens ist 3,2 m breit und 4,4 m hoch. Damit ergibt sich ein minimaler Ausbruchquerschnitt von knapp 14 m². Die Dimensionierung erfolgt auf einen Abfluss von 50 m³/s. Auf den unteren zwei Dritteln des Stollens mit reiner Erschliessungsfunktion beträgt die Steigung 18%. Das oberste Drittel wurde mit 21% Steigung aufgeföhren. Nur im Bereich des Einlaufs auf den letzten zirka 120 m wird die Steigung auf 11% reduziert. Um das Überschwappen des Seeabflusses in den unteren Stollenbereich zu verhindern, wurde am oberen Ende des Erschliessungstollens ein Hochpunkt projektiert.

Trotz Anpassungen im Projekt bezüglich der Hydraulik konnte der enge, geplante Zeitrahmen unterboten werden, und der Durchstich erfolgte mit 6 Wochen Vorsprung gegenüber dem Terminprogramm. Daraus ergibt sich eine mittlere Vortriebsleistung über alles von 63 m pro Woche.

Bauherr ist die Schwellenkorporation Grindelwald. Das Projekt kostet rund 15 Millionen Franken und wird durch den Bund und Kanton Bern mit 66% subventioniert. An den Restkosten der Schwellenkorporation Grindelwald beteiligt sich die Schwellenkorporation der Region Interlaken mit einem namhaften Beitrag, da sie bei grossen Seeausbrüchen besonders stark betroffen wäre.

1 Linienführung Entwässerungstollen in der Situation.





2 Linienführung Entwässerungsstollen im Längensprofil.

Geologie und Geotechnik

Der Stollen liegt auf seiner gesamten Länge in feinkörnigem Hochgebirgskalk (Malm). Diese sehr monotone Geologie wird nur kurz bei Stollenmeter 302 bis 364 durch eine Einschaltung von Grindelwaldner Marmor unterbrochen.

Die dominierenden Trennflächen im Kalk sind Schieferung und Schichtung, welche flach gegen Norden, das heisst gegen den Vortrieb einfallen. Senkrecht zur Schieferung besteht ein steil stehendes, stark durchtrennendes Kluftsystem mit Abständen von zirka 10 m.

Das Gebirge ist weitgehend trocken. An einigen Stellen ist das erwähnte Kluftsystem wasserführend, mit einer ausgeprägten Korrelation zu Niederschlägen. Obschon der Kalk karstfähig ist, wurden nirgends grössere Hohlräume aufgeföhren.

Der Sprengvortrieb erfolgte überwiegend in Ausbruchklasse 2 nach SIA. Die feinplattige Ausbildung des Kalkes mit Druckfestigkeiten von 10 bis 100 MPa (N/mm²) ermöglichte ein profilgenaues Sprengen ohne geologische Überpro-

file. Unter diesen günstigen geologischen Voraussetzungen war der Sicherungsaufwand gering und beschränkte sich im Normalfall auf 2 bis 3 Anker/m mit Spritzbeton in der Kalotte.

Organisation und Ablauf Vortrieb

Der Stollen wurde im konventionellen Sprengvortrieb aufgeföhren. Für das Bohren der Sprenglöcher und Felsanker wurde ein zweiarmiger Bohrjumbo eingesetzt, der pro Abschlag etwa 55 gut 3 m lange Löcher bohrte. Jeder Abschlag benötigte 130 kg Emulsions Sprengstoff. Der Ausbruch wurde mit Stollenladern zum Portal beziehungsweise zu den Stollenfenstern geschuttet. Für die logistische Bewältigung der Baustelle wurden neben zwei Stollenfenstern zusätzlich neun Schutternissen, sieben Trafonischen und drei Rettungsnischen ausgebrochen.

Von Mitte Januar bis Ende März 2009 wurde im 2-Schicht-Betrieb während sechs Tagen gearbeitet. Ab April 2009 konnte im 4/3-Durchlaufbetrieb produ-

ziert werden. Pro Schicht arbeiteten vier Personen im Vortrieb, und die Werkstatt war durch einen Mechaniker besetzt. Im rückwärtigen Bereich zählten zwei Elektriker und ein Platzwart zum Team. Im Schnitt arbeiteten 24 Personen an diesem anspruchsvollen Projekt. Damit konnten Wochenhöchstleistungen von über 100 m Vortrieb inklusive Sicherung und Sohlenbeton erreicht werden.

Durchschlag See

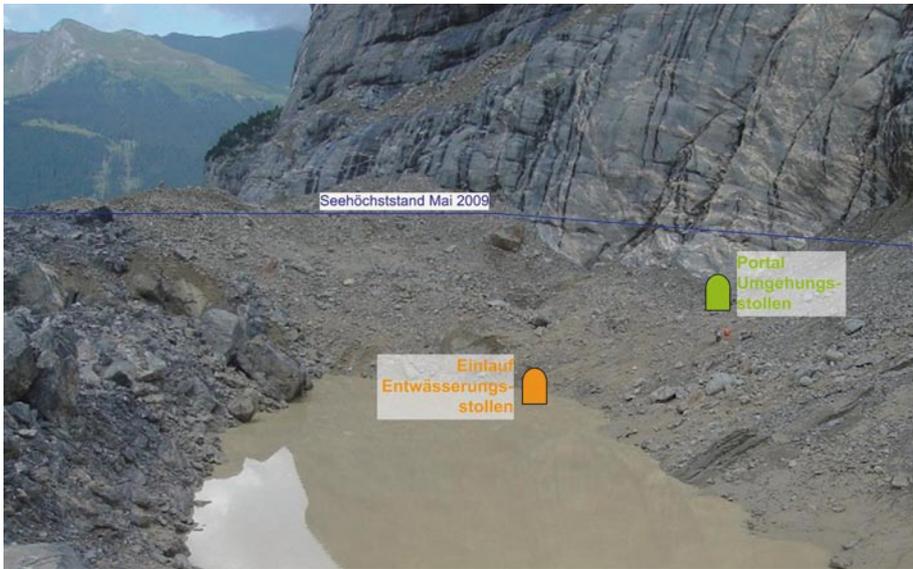
Die letzten 30 m des Stollens zwischen Fels und Seebecken müssen in einer eishaltigen Lockergesteinsüberdeckung erstellt werden. Da sich dieser Untergrund wegen Instabilitäten nicht für einen dauerhaften Stollenbau eignet, wird ein steiler Umgehungsstollen gebaut, welcher über dem Gehängeschutt ans Tageslicht kommt. Dank diesem Stollen können schwere Maschinen in den Einlaufbereich gebracht werden, um das Lockermaterial abzuräumen und die Verbindung zwischen Entwässerungsstollen und Seebecken herzu-

3 Trafonische.



4 Stollenlader bei Schutterung am Fenster 2.





5 Lage des Umgehungsstollens und Einlauf Entwässerungsstollens im Gletscherseebecken.

stellen. In den Herbstmonaten befindet sich jeweils kein Wasser im See, so dass der Durchschlag im Trockenem erfolgen kann.

Stand der Arbeiten und Ausblick

Der Durchschlag des Umgehungsstollens wurde am 20. September 2009 realisiert. Seither sind schwere Maschinen

daran, den Gehängeschutt vor dem Einlauf des Entwässerungsstollens wegzuräumen.

Nach dem Materialabtrag beim Einlauf muss der Stollen bis zum Fenster 2 mit Sohlenbeton versehen und am Parament verkleidet werden. Das Bauende und somit die Inbetriebnahme des Stollens ist für Ende April 2010 vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt ist durch die Schnee-

Am Bau Beteiligte

Bauherr:

Schwellenkorporation Grindelwald

Projektaufsicht:

Oberingenieurkreis I der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern

Projekt und Bauleitung:

B+S AG, Bern

Hydraulik und Geschiebe:

Prof. Dr. Anton Schleiss, ETH Lausanne; Jäggi Flussbau und Flussmorphologie, Ebmatigen

Geologie und Bauleitung:

Geotest AG, Zollikofen

Bauunternehmung Stollenausbruch:

Gasser Felstechnik AG, Meiringen

Materialbewirtschaftung und Betonlieferung:

KIESTAG Kieswerk Steinigand AG, Wimmis

schmelze wieder mit einem Anstieg des Gletschersees zu rechnen. ■

Weitere Informationen:

www.gletschersee.ch

*Urban Anthamatten, B+S AG, Bern; Nils Hählen, Oberingenieurkreis I, Tiefbauamt des Kantons Bern; Hansrudolf Keusen, Geotest AG, Zollikofen; Hans-Matthias Liechti, Gasser Felstechnik AG, Lungern.

Inserat