

Massnahmen gegen die Ausbrüche eines Gletschersees ob Saas-Balen (Grubengletscher)

Autor(en): **Röthlisberger, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **89 (1971)**

Heft 40

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85001>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

schichten erhöht, im Betriebsaufwand für die Beleuchtung lassen sich dagegen beträchtliche Ersparnisse erzielen.

Schlussfolgerungen

Die Sehverhältnisse auf Fahrstrassen bestimmen weitgehend die Sicherheit des Verkehrs. Vorbedingung für jedes Erkennen im Strassenraum sind ein ausreichendes Lichtniveau und günstige Kontrastverhältnisse zwischen Verkehrshindernis und Hintergrund, wie sie sich dem Auge des Fahrzeugführers darbieten. Dem mit fortschreitendem Alter abnehmenden Sehver-

mögen des Menschen ist auch im Verkehr Rechnung zu tragen. Die Reflexionseigenschaften der Fahrbahnoberflächen sollen sich im Wechsel zwischen trockenem und nassem Zustand möglichst wenig ändern.

Das heute vorhandene Wissen über die Lichtreflexion von bituminösen Fahrbahnoberflächen ist Bestandteil der «neuesten Erkenntnisse», nach denen vor allem die National- und andere Schnellverkehrsstrassen zu erstellen sind. Zudem ermöglicht günstige Lichtreflexion der Strassenoberfläche Ersparnisse am künstlichen Beleuchtungsaufwand; sie trägt bei Tag und bei

Nacht zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bei.

Die zur Erzielung günstiger Sehverhältnisse an die Belagsoberflächen zu stellenden baulichen Anforderungen sind den übrigen strassenbaulichen Anforderungen gleichzusetzen. Beide Gattungen baulicher Anforderungen gehören in die Sammlung der Baunormen der Strassenfachleute, damit sie beim Strassenbau in gleicher Weise berücksichtigt werden.

Adresse des Verfassers: Hans Leuch, dipl. Ing. ETH, David-Hess-Weg 17, 8038 Zürich.

Massnahmen gegen die Ausbrüche eines Gletschersees ob Saas-Balen (Grubengletscher)

DK 551.311:551.579.3

Von Dr. H. Röthlisberger, Urikon

Vorgeschichte

Durch den starken Gletscherrückgang haben sich die Abflussverhältnisse des Fällbachs an seinem Ursprung beim Grubengletscher am Fuss der Westflanke des Fletschhorns in jüngerer Zeit so stark verändert, dass zum Beispiel die anfangs der dreissiger Jahre aufgenommene Landeskarte 1:50 000, Blatt Visp, im Zungengebiet des Gletschers kaum mehr brauchbar ist. Im Zusammenhang mit den Gletscherveränderungen ist es dabei schon verschiedentlich zu Wasserausbrüchen gekommen. Nachdem 1957 eine folgenreiche Rufe niedergegangen war, die mit dem Grubengletscher nichts zu tun hatte, ereignete sich im August 1958 ein Hochwasser, das ohne Schaden anzurichten volle drei Tage andauerte. Aus einem Bericht des kantonalen Baudepartements geht hervor, dass sich am Ausfluss eines um 1954 neu entstandenen Sees auf etwa 2860 m Höhe der Gletscherbach infolge der Absenkung der Gletscheroberfläche einen neuen Weg durchs Eis gefressen hatte. Während der folgenden neun Jahre funktionierte der neue Auslauf normal, aber am 2. Juli 1968 erfolgte unerwartet bei schönstem Wetter ein gewaltiges Hochwasser. Gesamthaft wurden gegen 400 000 m³ Moränenmaterial erodiert und weitergeschleppt.

Ein grosser Teil davon wurde auf dem Schuttkegel, auf dem die meisten Häuser von Saas-Balen stehen, wieder abgelagert. Es entstanden grosse Schäden an Feldern, Gebäuden und Bachverbauungen. Die Schadenssumme wird auf 1,5 Millionen Franken geschätzt. Wohl nur dem Umstand, dass das Hochwasser am Tag erfolgte, ist es zu verdanken, dass keine Personen zu Schaden kamen. Nachträglich konnte ermittelt werden, dass der gleiche Randsee, der schon 1958 das Hochwasser verursacht hatte, zuerst um etwa 7 m gestiegen war, um dann auf sein normales Niveau abzusinken. Dies entsprach einem gestauten Volumen von 170 000 m³. Die 1958 ins Eis eingefressene Schlucht hatte sich in der Zwischenzeit geschlossen, der Abfluss erfolgte nunmehr auf eine Strecke von gut 300 m unsichtbar, vermutlich am Grund des Gletschers. Hier irgendwo musste der Durchfluss zeitweilig unterbunden gewesen sein, was mit der Beobachtung der Bewohner von Saas-Balen übereinstimmte, dass der Fällbach trotz intensiver Schnee- und Gletscherschmelze vorgängig sehr wenig Wasser geführt hatte.

Das Bett des Fällbachs wurde im Dorfgebiet von Saas-Balen vom Fuss des untersten Wasserfalls bis zur Mündung in die Vispa am 2. Juli 1968 vollständig zerstört. Durch die

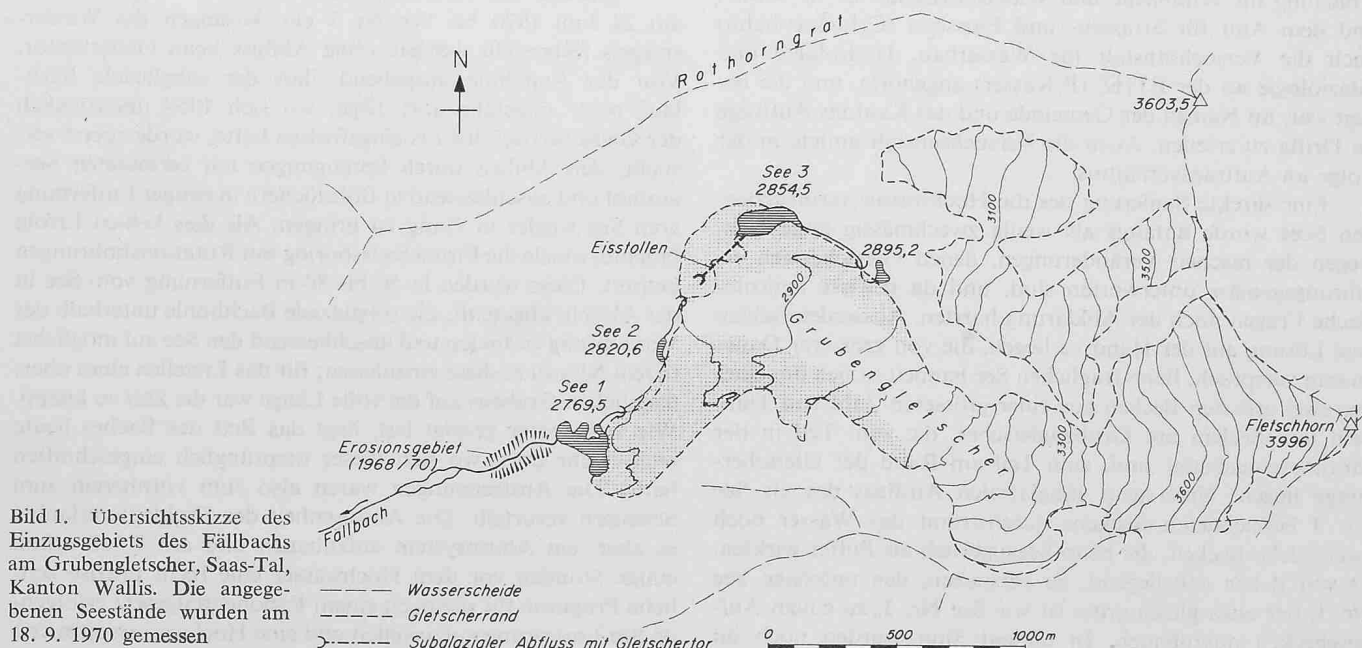


Bild 1. Übersichtsskizze des Einzugsgebiets des Fällbachs am Grubengletscher, Saas-Tal, Kanton Wallis. Die angegebenen Seestände wurden am 18. 9. 1970 gemessen



Bild 2. Der eine Fläche von 2 ha bedeckende Randsee 3 am Grubengletscher, der die Hochwasser des Fällbachs von 1958, 1968 und 1970 verursacht hat, drei Tage nach dem Seeausbruch vom 8. 7. 1970. Stauhöhe vor dem Ausbruch 7 m. Mit dem Überlaufstollen ist der schuttbedeckte Eisrücken links des Sees 40 m links der Oberflächedepression durchfahren worden (11. 7. 1970)

Abteilung für Wildbäche und Wasserwirtschaft des Bau- und Forstdepartements des Kantons Wallis in Verbindung mit dem Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau wurde ein grosszügiger Ausbau dieser Bachstrecke an die Hand genommen, und auf Anregung einer eigens gegründeten Talkommission wurde auch die Frage des Gletschersees angegangen. Im August 1969 wurde eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, der ausser der Abteilung für Wildbäche und Wasserwirtschaft (J. de Wolff) und dem Amt für Strassen- und Flussbau (C. Lichtenhahn) auch die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ (P. Kasser) angehörte, und die befugt war, im Namen der Gemeinde und des Kantons Aufträge an Dritte zu erteilen. Auch die Versuchsanstalt amtierte in der Folge im Auftragsverhältnis.

Eine direkte Sanierung des die Hochwasser verursachenden Sees wurde anfangs als wenig zweckmässig angesehen, wegen der raschen Veränderungen, denen Gletscherseen erfahrungsgemäss unterworfen sind, und da gewisse hydrologische Fragen noch der Abklärung harhten. Ausserdem schien eine Lösung auf der Hand zu liegen, die von grösserer Dauer zu sein versprach. Beim fraglichen See handelt es sich um eines der zwei grössten Becken aus einer grösseren Zahl von Tümpeln und Seelein am Grubengletscher, die zum Teil in der Moräne eingebettet sind, zum Teil am Rand der Gletscherzunge liegen. Nach dem subglazialen Ausfluss des als See Nr. 3 bezeichneten Beckens durchströmt das Wasser noch zwei solche Becken, die beim Seeausbruch als Puffer wirkten. Es war daher naheliegend, zu versuchen, den untersten See Nr. 1, der etwa gleich gross ist wie See Nr. 3, zu einem Aufgabbecken auszubauen. In diesem Sinn wurden noch im

Herbst 1969 durch die Geotest AG geoelektrische Sondierungen vorgenommen, um sicher zu sein, dass der zu projektierende Damm nicht auf Toteis zu liegen käme. Ferner waren neue detaillierte Kartengrundlagen dringend erforderlich. Leider erwies sich das Projekt eines Ausgleichsbeckens für den Extremfall als zu gewagt, so dass andere Lösungen gesucht werden mussten.

Während der Abklärung hydrologischer Fragen konnte am 24. Juni 1970 bei See Nr. 3 ein Ansteigen des Wasserspiegels festgestellt werden, ohne Abfluss beim Gletschertor. Von der Annahme ausgehend, dass der subglaziale Bachlauf noch ungefähr dort liege, wo sich 1958 ursprünglich der Gletscherbach ins Eis eingefressen hatte, wurde zuerst versucht, den Abfluss durch Sprengungen am vermuteten Seeauslauf und anschliessend in Bohrlöchern in einiger Entfernung vom See wieder in Gang zu bringen. Als dies keinen Erfolg brachte, wurde die Firma Swissboring mit Rotationsbohrungen betraut. Diese wurden in 50 bis 80 m Entfernung vom See in der Absicht abgeteuft, die subglaziale Bachhöhle unterhalb der Verstopfung zu finden und anschliessend den See auf möglichst tiefem Niveau in diese einzuleiten; für das Erstellen eines oberflächlichen Grabens auf die volle Länge war die Zeit zu knapp. Wie sich später gezeigt hat, liegt das Bett des Baches heute nicht mehr dort, wo sich dieser ursprünglich eingeschnitten hatte. Die Anstrengungen waren also zum vornherein zum Scheitern verurteilt. Die Anwesenheit der Fachleute erlaubte es aber, ein Alarmsystem aufzubauen und am 8. Juli schon einige Stunden vor dem Hochwasser eine recht präzise zeitliche Prognose für die nach einem Exponentialgesetz erfolgende See-Entleerung aufzustellen und eine Hochwasserspitze von

über 10 m³/s vorauszusagen. Auf diese Weise konnte die Bevölkerung von Saas-Balen rechtzeitig gewarnt werden. Ferner ergaben die Erfahrungen sowie die Bohrergebnisse die nötigen Grundlagen für die weiteren Massnahmen. Dazu wurden einige zusätzliche Sondierbohrungen ausgeführt, wobei durch Zufall im zweitletzten Bohrloch der subglaziale Bachlauf volle 40 m neben der Oberflächendepression angebohrt wurde.

Projekt und Ausführung des Eisstollens

Das Hochwasser vom 8. Juli 1970 brachte diesmal mit 100 000 bis 150 000 m³ mehr Schutt nach Saas-Balen, als die noch im Bau befindliche Schale für den Fällbach schlucken konnte, so dass nochmals namhafte Schäden zu verzeichnen waren. Nachdem sich die Verstopfung von See 3 schon nach so kurzer Zeit wiederholt hatte, mussten dringend Massnahmen gefunden werden, die bereits im folgenden Jahr wirksam sein konnten. Trotz verständlichen Misstrauens im Tal gegen jede Art von Wasserstollen im Eis stellte ein solcher die einzige Lösung dar. Eine Zufahrtspiste für Geländefahrzeuge von Saas-Balen über Heimischgarten-Hoferalp zum Grubengletscher war zwar kurz nach der Katastrophe in Angriff genommen worden (eine Flurstrasse war zu unterst bereits im Bau); es erwies sich aber bald als aussichtslos, schwere Maschinen, die zum Beispiel das Öffnen eines Schlitzes im Tagbau erlaubt hätten, vor dem Frühsommer 1971 auf dem Arbeitsplatz zu erwarten. Ein Eisstollen dagegen konnte auch ohne Strasse in Angriff genommen werden, indem sich alle nötigen Installationen per Helikopter auf den Platz bringen liessen. Die günstigste Lage für den Eisstollen wurde auf Grund des im Winter 1969/70 durch das Büro Flotron hergestellten Planes 1:1000 ermittelt. Bei einem Gefälle von 2% ergab sich ohne den 25 m langen Einschnitt bis zum Portal eine Stollenlänge von 180 m. Die grösste Überdeckung betrug dabei 11 m.

Unter günstigen Bedingungen können kleine Eisstollen mit geringem Aufwand von Hand ausgebrochen werden (zum Beispiel die verschiedenenorts als Touristenattraktion unterhaltenen «Blauen Grotten»). In Grindelwald ist dazu ein besonderer Stollenpickel entwickelt worden. Voraussetzung zur Handarbeit ist sauberes Gletschereis ohne Moräneneinlagerungen, so dass stets mit einwandfrei geschärften Werkzeugen gearbeitet werden kann. Nur dann lassen sich mit leichtem Schlag grosse Eissplitter abtrennen. Am Grubengletscher war diese Voraussetzung nicht erfüllt: Die Bohrungen hatten gezeigt, dass eine Eiszone mit eingestreuten Felsblöcken, Steinbrocken und Sand- und Lehmlinsen durchfahren werden musste. Es musste also mit Sprengungen gearbeitet werden, wobei das Bohren der Sprenglöcher ein besonderes Problem darstellte. Normale Bohrhämmer führten nicht zum Ziel, da sich die Schlagbohrer im Eis verklemmten. Wenn nicht pressluftbetriebene Rotationsbohrmaschinen mit besonderen Spiralbohrern hätten ab Lager bezogen werden können, wäre die Ausführung des Projektes in Frage gestanden.

Die Ausführung der Stollenarbeit wurde von der Firma Losinger (Sitten) übernommen. Vom 16. bis 20. September fanden die Lufttransporte auf die Baustelle statt, und in der Woche vom 21. bis 27. September wurde der Voreinschnitt bis zum Portal ausgehoben. Am 28. September konnte mit der eigentlichen Installation und dem Vortrieb begonnen werden. Der Stollen erhielt die Abmessungen 1,60 × 2,00 m. Pro Abschlag wurden 8 bis 10 1,20 m lange Sprenglöcher gebohrt und je mit einer halben Patrone eines wenig brisanten Sicherheitssprengstoffs (Typ C) geladen. Nach acht Tagen war der Stollen bereits 35 m vorgetrieben, als die Sohle direkt hinter der Stollenbrüst in eine grosse Kaverne hinunterstürzte. Das subglaziale Bachgewölbe, durch das der Ausfluss aus dem See erfolgte, war angefahren worden. Es war an dieser Stelle über 10 m breit und gegen 4 m hoch. Die Arbeiten erlitten eine

grössere Verzögerung, da es anfangs ungewiss war, ob das Eisgewölbe den nur 1 bis 2 m über dem Scheitel liegenden Stollen längere Zeit tragen würde, besonders da es ausser dem einen durchgeschlagenen Loch von etwa 4 m² Risse aufwies, die durch die Sprengungen verursacht waren und sich fortwährend erweiterten. Nachdem die heikle Zone unter Verwendung reduzierter Sprengladungen durchfahren war, konnten die Arbeiten um den 12. Oktober wieder normal weitergehen. Eine obere Kreuzungsstelle des Bachlaufes bereitete weniger Schwierigkeiten, da hier die Stollensohle nur noch etwa 1,5 m über dem Moränenuntergrund lag, auf dem der Bach floss, und die natürliche Kaverne an dieser Stelle nur 6 m breit und 2 m hoch war. (Dies war die Stelle, wo das Bachgewölbe durch eine Sondierbohrung am Rand angefahren worden war.) Eine wasserführende Spalte 130 m vom Portal entfernt wurde ohne Schwierigkeiten durchfahren, aber nach 150 m, etwa 30 m vor dem seeseitigen Ausgang, der in einer vertikalen Eiswand am südlichen Ufer vorgesehen war, endete der Stollen in einem System vorwiegend flachliegender Spalten, von denen an der Gletscheroberfläche, bloss 2 bis 5 m darüber, nichts zu sehen war. Die Spalten konnten zum Teil kriechend begangen werden, und es liess sich in zwei Richtungen je ein Stollenausgang mit leichtem Gefälle bis zum Seespiegel erstellen. Am 16. November waren beide Ausgänge aufrecht begehbar, und am 18. November konnten Installationen und Mannschaft abtransportiert werden. Nur dank dem ausnehmend trockenen und milden Herbst und dem mutigen Einsatz der Mineure war es geglückt, den Stollen noch im selben Jahr durchzuschlagen.

Im Frühjahr galt es, den Stollen, der über den Winter an beiden Enden mit Brettern verschlossen gewesen war, am Eingang vom Schnee zu befreien und noch einige Anpassungsarbeiten vorzunehmen. Um Zeit zu sparen, war der Stollen auf einer etwas zu hohen Kote angesetzt worden, wo weniger Einschlüsse vorhanden waren als direkt über der Moräne. Im obersten Abschnitt wurde daher die Sohle bis auf eine horizontale, die Moräne tangierende Linie abgesenkt, was am Seeauslauf einer Tieferlegung um 1 m gleichkam. Zudem wurde

Bild 3. Die tiefe Erosionsrinne des Fällbaches nach dem Ausbruch des Grubensees im Juli 1968



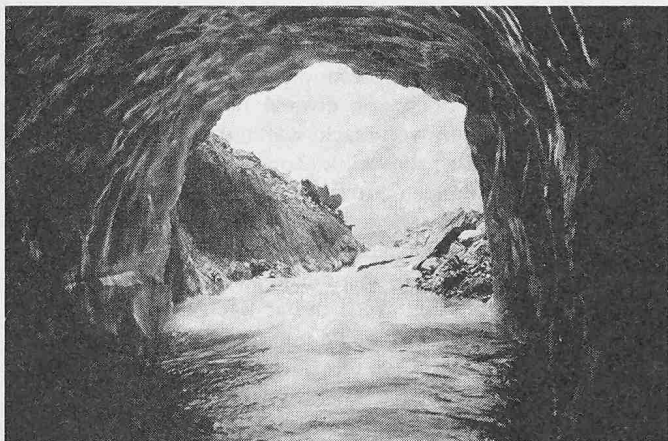


Bild 4. Bewährungsprobe für den Eisstollen: Da der natürliche subglaziale Auslauf des Sees 3 wieder verstopft ist, entwässert sich der Randsee mit etwa 600 l/s durch den neuen Überlaufstollen (9. 7. 71)

vor dem Seeufer ein Schrägschacht von 15 m Länge an die Gletscheroberfläche angelegt, um einen Zugang für den Fall zu schaffen, dass sich später auf dem Wasser treibendes Schnee- und Eiseschwemmsel im Stollen verkeilen sollte.

Bewährungsprobe (Juli 1971)

Die Sohlenabsenkung war keinen Tag zu früh fertig geworden, als gegen Mittag des 8. Juli, genau ein Jahr nach dem letzten Hochwasser, das Wasser durch den Stollen zu fließen begann. Der Seespiegel lag dabei 2 m über seinem Normalstand, während die Wassertiefe am Auslauf 30 cm betrug. Der oberste Abschnitt des natürlichen subglazialen Gerinnes zwischen See und oberer Kreuzungsstelle mit dem Eisstollen war also wieder verstopft. Merkwürdigerweise begann nach einiger Zeit das Wasser auch von der unteren Kreuzungsstelle bis zum Portal den Stollen zu benützen, was bedeutete, dass der subglaziale Bachlauf weiter unten ebenfalls verstopft war. Schon bei einer nächsten Kontrolle am 19. Juli folgte der Bach aber wieder dem alten subglazialen Lauf, der neue Stollen stand leer. Das Wasser hatte sich offensichtlich am Gletscherbett bereits wieder genügend Durchfluss geschaffen. Die Absenkung des Seespiegels auf das Normalniveau erfolgte dabei ohne in Saas-Balen ein merkliches Hochwasser zu verursachen. Nach den Spuren im oberirdischen Abschnitt des Bachbettes bei der Einmündung in den See Nr. 2 dürfte der Abfluss höchstens etwa 2 m³/s erreicht haben. Wie hoch ohne Überlaufstollen See Nr. 3 diesmal gestiegen wäre, sei dahingestellt (es wird sich aus hydrologischen Überlegungen grob abschätzen lassen); jedenfalls hat der Stollen bereits im ersten Jahr seinen Zweck erfüllt.

Mutmassliche weitere Entwicklung

Die Besonderheit eines Stollens im Eis liegt einerseits darin, dass sich dieses stark plastisch verformen kann, andererseits darin, dass es leicht schmilzt bzw. sublimiert. Die Verformung des Eises stellt beim Stollen am Grubengletscher kein Problem dar, da die Überlagerung zu gering ist, als dass er sich wesentlich schliessen würde. Auch bewegt sich der Gletscher im gegenwärtigen Zustand nicht stark genug, um eine störende Verformung zu verursachen. Der Stollen hat sich im ersten Sommer durch Abschmelzen etwas verändert. Schon das durchfliessende Wasser hat die Sohle 50 cm bis 1 m erodiert, obschon es nur wenige Tage wirkte. Seither war der Stollen der durchströmenden Luft ausgesetzt, wobei sich der verflossene Sommer durch besonders hohe Temperaturen auszeichnete. In der Nähe des Eingangs hat sich die Stollenöffnung um etwa 50 cm erweitert, während die Wirkung weiter innen wesentlich geringer war. Von grosser praktischer Bedeutung ist dieser Schmelzbetrag vorläufig jedenfalls auch nicht. Etwas mehr Gewicht kommt

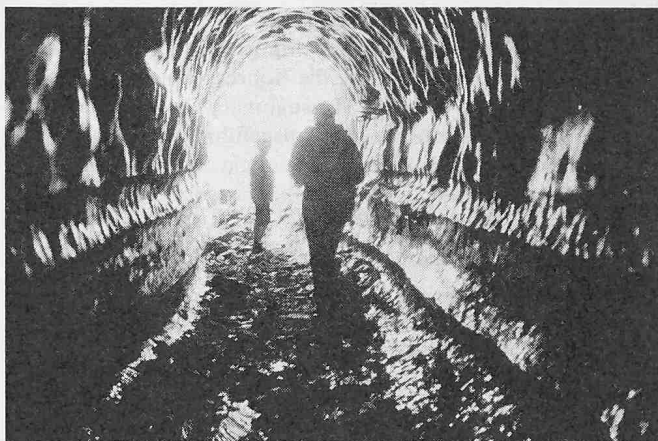


Bild 5. Der Eisstollen liegt wieder trocken da. Die Sohlenerosion von fast 1 m erfolgte in wenigen Tagen (19. 7. 71)

der Ablation an der Gletscheroberfläche zu, wo das Eis rasch schwindet und die Moränenblöcke in den Eingang stürzen. Hier sind daher bereits Unterhaltsarbeiten erforderlich. Es ist nun vorgesehen, den Eingang auf eine Strecke von je 20 m inner- und ausserhalb des Tunnels mit Armco-Rohren zu versehen.

Allem Anschein nach dürfte der Stollen für eine Reihe von Jahren dienen. Eine andere Frage ist die der Weiterentwicklung des Sees selbst. Gegenwärtig vergrössert er sich Jahr für Jahr durch die Rückschmelzung der Ufer, so dass der Hochwasserschutz nötiger ist denn je. Gleichzeitig erniedrigt sich aber auch die Eisbarriere, so dass der Stollen in absehbarer Zeit ausschmelzen wird und das Wasser oberflächlich abfliessen kann, falls nicht vorher der Gletscher erneut vorstösst. Die Gefahr, dass der See auch auf einem tieferen Niveau durchbrechen könnte, besteht nicht, da er im unteren Teil, das heisst bis zum Normalniveau, hinter einem Moränenwall liegt, wie diesen Sommer durch weitere Sondierbohrungen gezeigt werden konnte. Die Hochwassergefahr ist also am Fällbach für einmal gebannt, wobei aber doch bei See Nr. 1 im Hinblick auf die Möglichkeit des Ausbruchs unsichtbarer Wassertaschen aus dem Gletscher noch einige Verbauungsarbeiten vorgesehen sind.

Durch die gute Zusammenarbeit der örtlichen, kantonalen und eidgenössischen Behörden mit der Hochschule und den beteiligten Privatbüros und Unternehmungen war es möglich, ein nicht alltägliches Problem in kurzer Zeit zu lösen. Das Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau leistete dabei nicht nur als Subventionsbehörde, sondern auch durch die vorzügliche Koordination bei vielen Begehungen und Sitzungen einen wesentlichen Beitrag zum guten Gelingen der Arbeiten.

Nachtrag

In der Nacht vom 22. auf den 23. September 1971 hat sich der Spiegel von See 3 unerwarteterweise noch um 2 m gesenkt, wobei der Fällbach auf etwa 4 bis 5 m³/s angeschwollen ist. Bei dieser Wasserführung blieb die Geschiebeführung gering, so dass das neueste Hochwasser harmlos verlief. Weil es mitten in der Nacht erfolgte, hat es aber in Saas-Balen erhebliche Aufregung ausgelöst. Bei einer Besichtigung am Grubengletscher am 25./26. September liess sich feststellen, dass der oberste Abschnitt des subglazialen Gerinnes tiefer liegt, als nach den Sondierbohrungen anzunehmen war, und dass beim kürzlich erfolgten Ausbruch das Wasser den Mäanderbogen abgeschnitten hat, der sich mit dem Eisstollen überschneidet.

Die neue Lage des Seespiegels bedeutet, dass der Eisstollen als Überlaufbauwerk reichlich hoch liegt. Eine er-

neute Tieferlegung der Sohle würde einen Aushub in der Grundmoräne bedingen. Da aber dank der Absenkung des Wasserspiegels der natürliche Bachlauf gegenwärtig im obersten Abschnitt auf seiner ganzen Länge bis zum See begehbar ist, besteht die berechtigte Hoffnung, dass nunmehr durch geeignete Massnahmen eine neuerliche Verstopfung des Seeauslaufs verhindert oder im Frühjahr rechtzeitig behoben werden kann.

Literaturverzeichnis

- [1] *Aellen, Markus*: Interne Notiz über den Ausbruch eines Sees am Grubengletscher (Fletschhorn) ob Saas-Balen, am 2. Juli 1968. VAW-ETHZ, 6. Jan. 1969.

- [2] *Kasser, Peter*: Die Gletscher der Schweizer Alpen 1967—1968 (89. Bericht). Gletscherkommission der Schweiz. naturforschenden Gesellschaft, ergänzter Sonderdruck aus der Zeitschrift «Die Alpen», 4. Quartal 1969, S. 200—225.
- [3] *Lichtenhahn, Carlo*: Zwei Stollenbauten: Stollen im Eis zur Verhinderung von Ausbrüchen eines Sees im Grubengletschergebiet (Wallis) und Stollen im Felsen zur unterirdischen Entwässerung des Rutschgebietes von Campo Vallemaggia (Tessin). Internationales Symposium «Interpraevent 1971», Villach, Kärnten, Österreich: Grenzen und Möglichkeiten der Vorbeugung vor Unwetterkatastrophen im alpinen Raum. Ges. für vorbeugende Hochwasserbekämpfung, Klagenfurt 1971. S. 465—475.

Adresse des Verfassers: Dr. *Hans Röthlisberger*, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ, Voltastrasse 24, 8044 Zürich.

Stützmauer für die Wildbachverbauung im Illgraben

DK 627.141.2

Von **P. Missbauer**, Sitten

1. Einleitung

Der südlich von Leuk gelegene Illgraben gehört zu den bedeutendsten Erosionserscheinungen der Walliser Alpen. Die geologischen Verhältnisse dieser Region – eine tektonische Kontaktzone zwischen dem kristallinen Gestein des Illhorns und dem Kalkgestein des Corbetsch – begünstigten die erodierende Wirkung des Wassers, so dass ein 250 ha grosser Talkessel mit steilen, stark zerklüfteten Felswänden entstand. Der Talboden ist mit moränenartigen, gelben Schuttmassen gefüllt, die in Regenperioden in schlammartigen Murgängen durch den tief eingeschnittenen Illgraben zur Rhone transportiert werden und dabei schon gewaltige Schäden angerichtet haben.

Im April 1961 kam es zu einem gewaltigen Bergsturz mit einer Anhäufung von mehreren Millionen m³ verwitterter Felsmassen, die den Ausgang des Talkessels absperreten. Eine dadurch hinter dieser Ablagerung entstandene Wasseransammlung brach im Juni 1961 plötzlich aus. Die dabei zu Tal schiessenden Wasser- und Schlammassen richteten grosse Verheerungen an und rissen die 40 m lange Stahl-Fachwerkbrücke der Kantonsstrasse weg.

2. Zweck der Verbauung

Im Einverständnis mit dem Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau beschlossen die kantonalen Behörden, durch eine Verbauung die Schutthalden im Talkessel zu konsolidieren und die Erosion des Wasserlaufes einzuschränken.

Nach eingehender Prüfung verschiedener Varianten, nach der Durchführung der erforderlichen Sondierbohrungen und Bereitstellung der geologischen und geotechnischen Grundlagen, entschloss man sich für die klassische Lösung der Wildbachverbauung, d. h. eine Reihe von Sperren anzuordnen. Durch diese Massnahme wird das Gefälle des Wasserlaufes und damit der Geschiebetransport verringert, eine weitere Vertiefung der Bachsohle wird verhindert und die Seitenerosion herabgesetzt.

Ein topographisch besonders günstig gelegener, natürlicher Engpass am Ausgang des Talkessels konnte dabei benützt werden, um mit einer 50 m hohen Sperrmauer die im Talgrund liegenden, steilen Schuttkegel zu konsolidieren. Diese Hauptsperre, die durch ihre aussergewöhnlichen Abmessungen und die besonderen Schwierigkeiten bei der Bauausführung von normalen Wildbachverbauungen abweicht, soll im folgenden näher beschrieben werden (Tafeln 12 bis 15).

3. Geologie

Der Fels an der Sperrstelle besteht aus einem ziemlich reinen Kalkgestein mit deutlich ausgeprägten, steil fallenden Schichten, die ungefähr parallel zur Talrichtung streichen. Dieser Kalkstein ist am Mauerfuss und am linken Ufer in ziemlich gesundem Zustand. Am rechten Ufer jedoch laufen die Schichten steil gegen die Oberfläche an und sind daher stark verwittert. Die angrenzende Verwer-

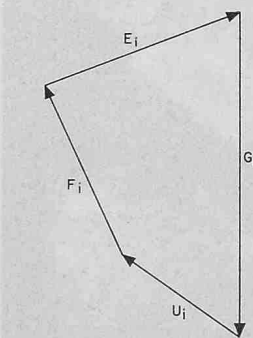
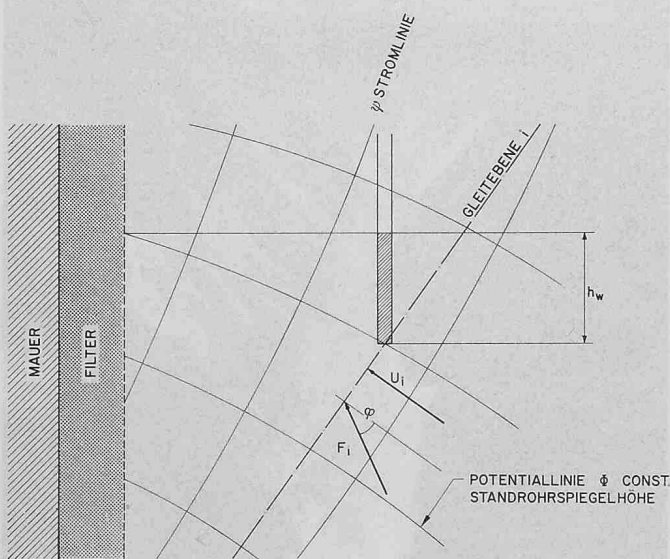


Bild 1. Stromliniennetz zur Ermittlung der Erddruckverhältnisse.

G_i Gewicht der Schuttmasse über der Gleitebene i

E_i Resultierende der Reibungskräfte

U_i Resultierende des hydrostatischen Druckes in der Gleitebene