

Versagen der Talsperre

Autor(en): **Rota, Aldo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **130 (2004)**

Heft Dossier (~~Juli~~) **Jubiläumsausgabe 130 Jahre**

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108485>

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.

Versagen der Talsperre

Zu Bd. 83, Nr. 6 (S. 63-67),
1924, «Der Talsperrenbruch
im Val Gleno»

(ar) Die Schweizerische Bauzeitung musste während ihres Bestehens glücklicherweise nur einmal ausführlich über einen Unglücksfall dieser Art berichten. Was in den frühen Morgenstunden des 1. Dezember 1924 im Val Gleno in den italienischen Alpen, nördlich von Bergamo, geschah, entspricht dem GAU in der heutigen Sicherheitsterminologie. Das vollständige Versagen des zentralen Bereichs einer Talsperre bei maximal gefülltem Speichersee ist seit Beginn der Wasserkraftnutzung im Gebirge das ultimative Katastrophenszenario, das nach menschlichem Ermessen nicht eintreten kann und darf und doch als Restrisiko präsent ist.

Dass ein solches unwahrscheinliches Ereignis nicht irgendwo in einem rückständigen Randgebiet stattgefunden hat, sondern in der hoch industrialisierten Provinz Bergamo, keine 25 km Luftlinie vom Schweizer Grenzübergang Campocologno entfernt, hat die Schweizer Kraftwerkbetreiber und -planer und auch die für die Sicherheit der Anlagen verantwortlichen Behörden verunsichert.

Durch das Unglück hätte die zukünftige Wasserkraftnutzung und damit die Energiepolitik der Schweiz in Frage gestellt werden können. Und dies zu einem Zeitpunkt, an dem die

9. Februar 1924.]

SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG

63

INHALT: Der Talsperrenbruch im Val Gleno (mit Tafeln 11 und 12). — Tendances actuelles en architecture. — „Vers une architecture“. — † Architekt Fritz Stehlin (mit Tafel 13). — Miscellanea: Flutkraftwerk in der Bretagne. Transportwagen für grosse Transformatoren. Eidgenössische Technische Hochschule. Ausfuhr elektrischer Energie. Im Bericht über die Druckstollen-Versuche der Schweizer Bundesbahnen. — Konkurrenzen: Neubau für die Basellandschaftliche Kantonalbank in Birsfelden. — Nekrologie: J. B. Dudler. — Literatur. — Verzeichnisse: Zürcher Ing.- und Arch.-Verein. Sektion Bern des S. I. A. S. T. S.

Band 83. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 6.

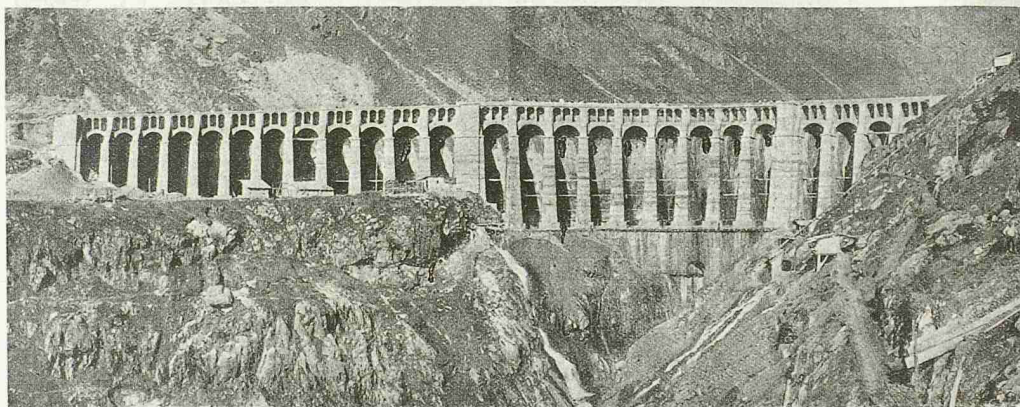


Abb. 4. Luftseitige Ansicht der Stauwand (von Süden) nach Bauvollendung im Herbst 1923. West Ost

Der Talsperrenbruch im Val Gleno

untersucht im Auftrage von Ing. H. E. Gruner (Basel), durch
Dr. Ing. A. Stucky, Basel.

Durch den Bruch der Talsperre im Val Gleno am 1. Dezember 1923, der Hunderte von Menschenleben gekostet und talabwärts einen bedeutenden Schaden verursacht hat, ist die schweizerische Bevölkerung, die unterhalb ausgeführter oder im Bau befindlicher Sperren wohnt, beunruhigt worden. Es ist deshalb notwendig, sich über den Sicherheitsgrad solch hoher Talsperren neuerdings Rechenschaft zu geben und aus diesem furchtbaren Unglück Lehren für die Zukunft zu ziehen.

Die ganze Verantwortungsfrage interessiert uns als Ausländer weniger, sie soll in diesem Berichte überhaupt nicht berührt werden, weshalb wir auch keine Personen mit Namen anführen; wir wollen die ganze Angelegenheit allein vom technischen Standpunkt aus untersuchen und besprechen, gestützt auf an Ort und Stelle erhaltene Eindrücke und Auskünfte. Wenn auf Fehler hingewiesen wird, so geschieht dies nur, um die Aufmerksamkeit der Talsperren-Erbauer darauf zu lenken, damit solche Fehler nicht wieder begangen werden.

Zur Beruhigung soll aber gleich eingangs hervorgehoben werden, dass die Katastrophe im Val Gleno glücklicherweise nicht in der Anwendung überall als richtig anerkannter Ansichten bei Entwurf und Bau der modernen Talsperren ihren Ursprung hat; wäre das der Fall, so würden dadurch natürlich der Ingenieurstand und die neuesten Errungenschaften der Technik in argen Misskredit gebracht. Das Zusammenbrechen der Talsperre im Val Gleno ist durch die ganz aussergewöhnlichen Verhältnisse dieses Bauwerkes zu erklären, und es kann von vornherein gesagt werden, dass keine einzige schweizerische Talsperre und wahrscheinlich auch keine ausländische, die heute in Betrieb ist und infolgedessen die erste Belastung ohne Anstand überstanden hat, mit dem Bauwerk des Gleno zu vergleichen ist. Ein solches Ereignis ist bei uns, ausser vielleicht bei einer allgemeinen Erdbeben-Katastrophe, gar nicht denkbar.

Die Talsperren mit mehreren Bögen, wie die Gleno-Sperre, von denen wir in der Schweiz noch keine besitzen, sind in Italien ziemlich beliebt. Sie haben schon verschiedene hervorragende italienische Ingenieure zu theoretischen Untersuchungen veranlasst. In ihren Publikationen ist aber meistens hervorgehoben, dass die Pro-

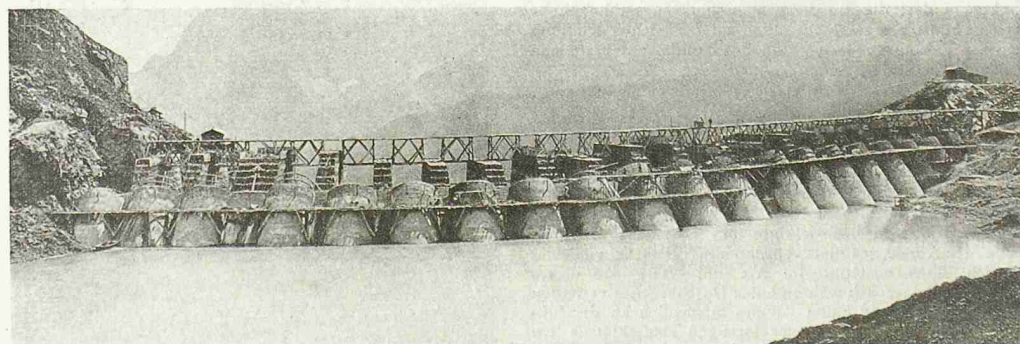


Abb. 3. Wasserseitige Ansicht (von Norden) der im Bau begriffenen Talsperre, unter wachsendem Stau. Ost West

jektierung und die Ausführung dieser Objekte mit noch mehr Sorgfalt zu erfolgen hat, als bei irgend einem anderen Talsperren-System. Es ist auch leicht einzusehen, dass, wenn an Material gespart werden soll und infolgedessen höhere Beanspruchungen zugelassen werden, die Qualität der Arbeit entsprechend besser sein muss. Wenn alle Ratschläge, die von den italienischen technischen Schriftstellern aufgestellt worden sind, am Gleno genau befolgt worden wären, so hätten wir zweifellos dies Unglück nicht zu verzeichnen.

Die Talsperre am Gleno.

Die Tageszeitungen und nichttechnischen Zeitschriften haben über den Unfall und über die Talsperre vielfach ungenaue und sich widersprechende Angaben gemacht. Es ist deshalb nötig, in kurzen Worten die Hauptmerkmale dieses Bauwerkes zuerst darzulegen.

Die Glenosperre befindet sich auf rd. 1550 m Höhe, in der Provinz Bergamo und staut den Bach Gleno, einen Seitenbach des Dezzo, der wiederum ein Seitenfluss des Oglio ist (Abbildung 1). Durch die Talsperre hätte eine Reserve von 6 Mill. m³ Wasser entstehen sollen, die in fünf hydro-elektrischen Kraftwerken ausgenützt worden wäre, von denen die zwei obersten dem Eigentümer der Talsperre, einem Grossindustriellen der Gegend gehörten. Diese fünf Kraftwerke nützten zwischen dem Stausee und dem Dorfe Darfo im Val Camonica einen Höhenunterschied von 1300 m aus. Die Talsperre ist im Jahre 1920 begonnen worden; der Stauspiegel wurde schon während der Bauzeit langsam erhöht, um möglichst bald einen reduzierten Betrieb in der ersten Zentrale zu ermöglichen. Im Laufe des Sommers 1923 ist der Bau zu Ende geführt worden und am 22. Oktober d. J. war der neue See zum ersten Mal voll. Am 1. Dezember zwischen 7 und 8 Uhr morgens stürzte ein Teil der Talsperre zusammen, sodass sich die über den Sommer zurückgehaltenen 6 Mill. m³ Wasser in einigen Minuten in das Tal ergossen konnten und dort die Verheerungen verursachten, die durch die Tageszeitungen genügend geschildert worden sind.

Das Einzugsgebiet des Glenosees ist verhältnismässig klein, wie aus der Karte, Abb. 1, zu entnehmen ist. Der Untergrund besteht aus Perm-Formationen, die Sperre aber sitzt auf einer lokalen Serpentineinlagerung, die eine ausgesprochene Stufe bildet (Abb. 4 und Tafel 11); noch heute sind auf dieser Felsunterlage wunderbare Gletscherschliffe zu beobachten (Tafel 12). Der untere Teil des Tales des Dezzo besteht aus Trias-Formationen, was dem Erbauer ermöglichte, den Kalk, den er am Anfang für den Bau verwendet hat, selbst herzustellen. Vom geologischen Standpunkt aus darf die für den Talabschluss gewählte Stelle als sehr günstig angesehen werden. Trotz leichter Klüftung war der Felsen wunderbar und das Fundament hätte man sich nicht besser wünschen können.

Das Bauwerk hat in der Krone etwa 250 m Länge. Auf dem grössten Teil der Länge beträgt die Höhe 25 bis 30 m, nur in der eigentlichen Schlucht erreicht sie etwa 50 m. Der aufgelöste Teil der Mauer hatte eine Höhe von 27 m und ruhte an der Stelle der Schlucht auf einem trapezförmigen Mauerwerkmassiv (Abb. 4). Es ist behauptet worden, dass der Erbauer zuerst eine massive Gewichtsmauer auszuführen beabsichtigte und dass das Projekt im Laufe der Arbeit geändert worden sei. Dies ist vielleicht möglich, doch bestätigt die Art und Weise wie dieses Mauerwerkmassiv sich während des Durchbruches verhalten hat, diese Erklärung kaum. Wenn tatsächlich an der luftseitigen Böschung des dreieckförmigen Mauerklotzes ein Ansatz aufgeklebt worden wäre, so hätte er bei der geringen Sorgfalt, mit der hier gebaut wurde, während der Kata-

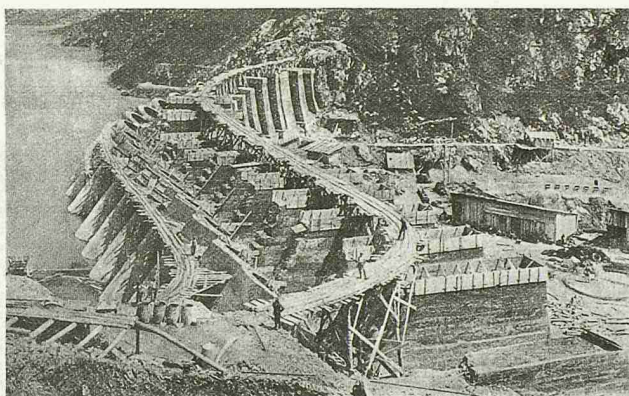


Abb. 2. Blick auf die Baustelle gegen die linke (östliche) Talseite.

strophe sicher nicht Stand gehalten und wäre abgerissen. Dieses Mauerwerkmassiv enthält den 4 m breiten und 10 m hohen Grundablass. Es sei vorweg betont, dass das Unglück nicht auf die Abschwächung der Mauer durch diese verhältnismässig grosse Aussparung zurückzuführen ist, denn nach dem Bericht des Wehrwärters hat der Zusammenbruch nicht dort begonnen; auch ist das untere Massiv, wenn man von der Zerstörung durch die herunterfallenden Wassermassen und Betonblöcke absieht, verhältnismässig wenig beschädigt.

Zum Projekt ist noch zu bemerken, dass die einzelnen Pfeiler untereinander nicht verbunden waren, wie dies meist üblich ist. Es soll damit nicht gesagt werden, dass

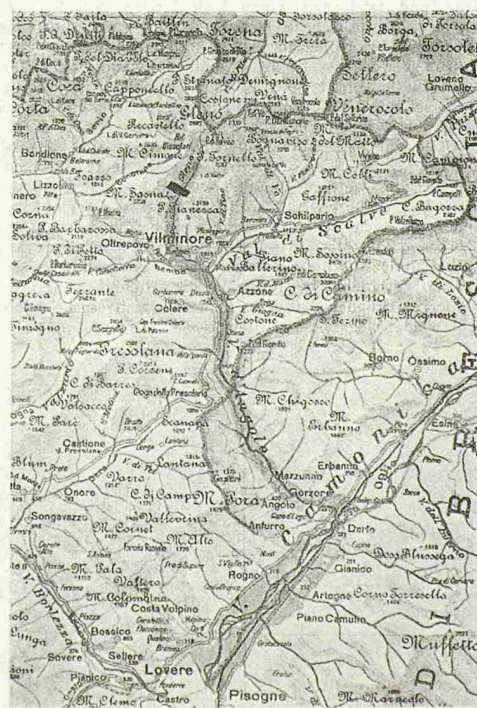


Abb. 1. Uebersichtskarte 1:250000 (unten Lovere und Pisogne am Ised-See).

ersten grossen, mit neuartigen Methoden zu erstellenden Staumauern im Bau oder in einem fortgeschrittenen Projektierungsstadium waren (Wäggital, Barberine, Grimsel). In dieser kritischen Situation mussten sich die Schweizer Kraftwerksbauer möglichst unmittelbare und ungefilterte technische Informationen verschaffen und entsandten umgehend einen ihrer bedeutendsten Exponenten für Abklärungen vor Ort.

Sein Bericht im nebenstehenden Artikel, wiewohl er technisch-sachlich gehalten ist und sowohl die menschlichen als auch die juristischen Aspekte ausklammert, liest sich auch heute noch als erschütterndes Dokument. Die im Artikel aufgelisteten Fehler und Unterlassungen vor allem bei der Ausführung der Talsperre erscheinen im Nachhinein schier unglaublich. Sie erinnern an heutige Meldungen aus Entwicklungs- oder Schwellenländern, in denen Bauwerke mit teilweise grossem Schadenpotenzial ohne staatliche Aufsicht und unter Missachtung technischer, sozialer und ökologischer Regeln realisiert werden.

Im Vergleich zu den zeitgenössischen industrialisierten Bauverfahren ist die Talsperre im Val Gleno mit archaischen Methoden erstellt worden. Aufgrund der Zustände auf der Baustelle ist es undenkbar, dass der anspruchsvolle Baustoff Eisenbeton fachgerecht hergestellt und eingebracht werden konnte. Wie im Arti-

kel festgehalten wird, ist der gesamte Bauvorgang bestenfalls als dilettantisch und das Ergebnis als nicht gebrauchstauglich zu bezeichnen. Trotzdem wurde der Speichersee während der Bauphase maximal gefüllt. Die Erstellung einer Stau-mauer unter den im Artikel geschilderten Bedingungen, ob aus Unwissenheit oder, wider besseres Wissen, bewusst zur Gewinnmaximierung, war eine verantwortungslose und verbrecherische Handlung mit verheerenden Folgen.

Für die schweizerischen Kraftwerkbauer und -betreiber hat die Mission des Experten Dr. Stucky zu einem erfreulichen Ergebnis geführt. Aufgrund der «ganz aussergewöhnlichen Verhältnisse» des Bauwerks am Gleno ist keine andere Talsperre durch vergleichbare Schadensursachen und -mechanismen gefährdet: «Ein solches Ereignis ist bei uns, ausser vielleicht bei einer allgemeinen Erdbebenkatastrophe, gar nicht denkbar.» In den seither vergangenen acht Jahrzehnten sind in der Schweiz in der Tat keine allein auf spontanes Versagen der Stau-mauer zurückzuführende Schadenereignisse eingetreten. Inzwischen ist auch das Szenario Erdbeben beherrschbar geworden: In seinen soeben erschienenen neuen Richtlinien für den Notfallschutz bei Stauanlagen stellt das Uvek daher einleitend fest: «Die grossen Talsperren in der Schweiz gehören zu den sichersten Bauwerken. Sie sind so konstruiert,

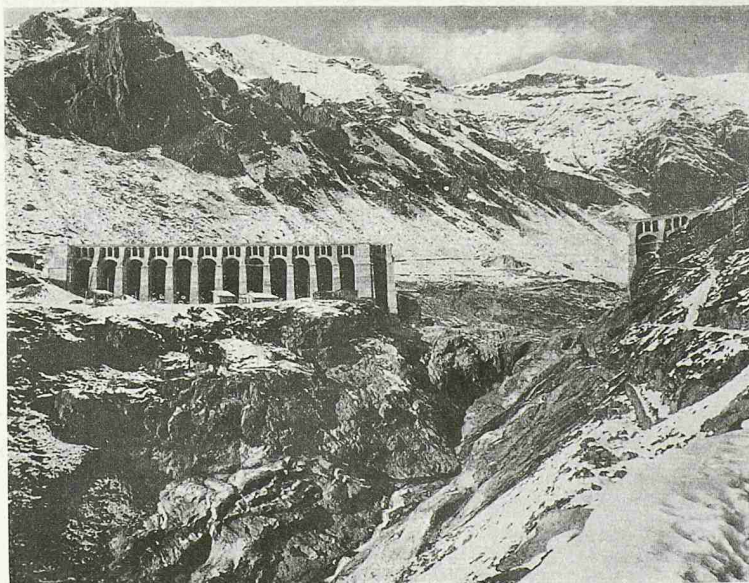


Abb. 7 (oben) Ansicht von Süden

Abb. 8 (unten) Ansicht aus Südwest



ZUM DURCHBRUCH DER STAUMAUER AM MONTE GLENO
IN DEN ITALIENISCHEN BERGAMASKER ALPEN

A.-G. JEAN FREY

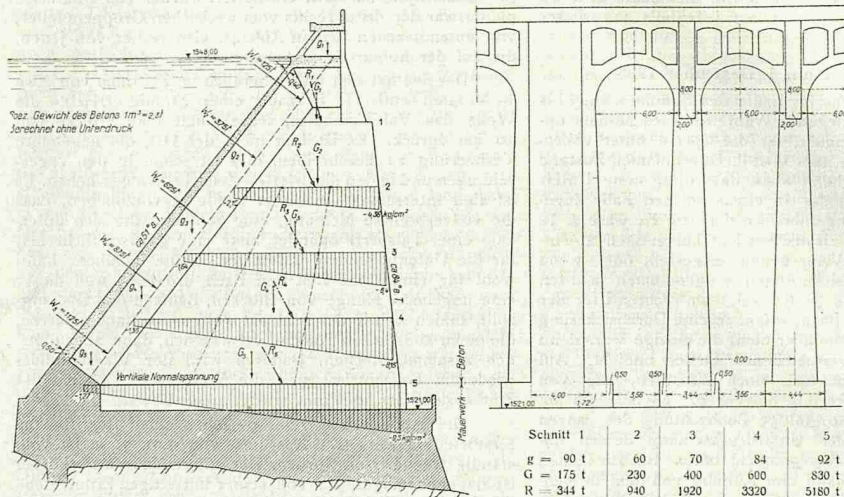


Abb. 5 und 6. Schnitt und luftseitige Ansicht der Gleno-Mauer, 1:400, samt gewöhnlicher statischer Untersuchung.

das Fehlen von Querversteifungen die Ursache des Zusammenbruches gewesen ist, doch hätten richtig angebrachte Verstreibungen nicht geschadet und hätten das Bauwerk auch nicht wesentlich verteuert. Die allgemeine Form des Bauwerks entspricht ungefähr dem, was heute anderwärts gemacht wird; was dagegen die Formgebung im Einzelnen und die Abmessungen betrifft, werden wir später Gelegenheit haben zu sehen, dass diese doch auch nicht ganz sachgemäß projektiert worden sind.

Wenn man die ganze Talsperre von der Luftseite her betrachtet, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass das Objekt viel zu nahe am Abgrund sitzt. Es wäre zweifellos besser gewesen, wenn wenigstens der mittlere und höchste Teil um einige Meter flussaufwärts angelegt worden wäre. Die Abbildungen 2 bis 6 geben im übrigen jede Auskunft über das Bauwerk, sodass

Zum Bruch der Staumauer im Val Gleno, Oberitalien.

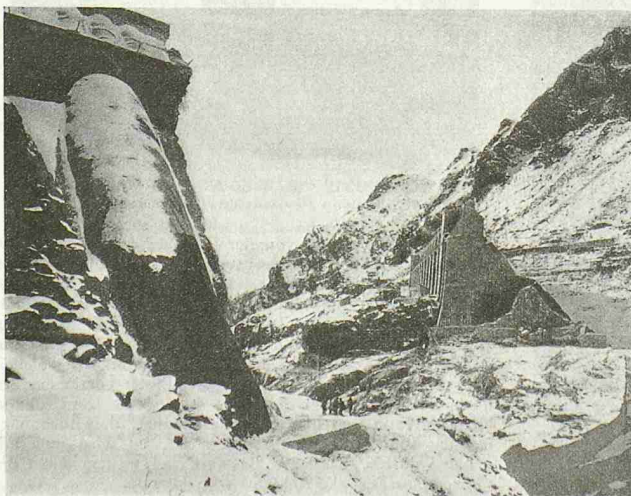


Abb. 9. Ansicht des Durchbruchs gegen die rechte (westliche) Talseite.

hier auf eine nähere Beschreibung verzichtet werden kann.

Was nun die verwendeten Materialien betrifft, so sind drei Punkte zu erwähnen. Der Schotter ist offenbar dem Seebecken entnommen und nicht oder ungenügend gewaschen und sortiert worden, was aus dem Aussehen des Beton und seiner Bruchstücke hervorgeht. Infolge unrichtiger Schottermischung lässt auch die Dichtigkeit des Beton viel zu wünschen übrig, was zu zahlreichen Durchsickerungen Anlass gegeben hat (Abb. 12).

Der untere Teil der Sperre, auf dem die Pfeiler sassen, ist als Mauerwerk mit Kalkmörtel ausgeführt, die eigentlichen Pfeiler, sowie die Gewölbe dagegen sind aus Zementbeton hergestellt. Es ist mir versichert worden, dass der Kalk in einem, zu diesem Zwecke hergestellten Ofen im gleichen Tal gebrannt worden ist. Dies tönt ziemlich sonderbar in einem Lande, in dem genügend Kalk- und Zementfabriken sehr gute Ware zu liefern im Stande sind. Man kann sich nicht ohne weiteres als Kalkbrenner improvisieren, auch ist es ja bekannt, dass das richtige Kalkbrennen und Kalklösen eine ebenso grosse Kunst ist, wie die richtige Zementfabrikation. Aber auch abgesehen hiervon ist für unsere Verhältnisse die Verwendung von Kalk beim Bau einer Talsperre etwas ganz Ungewöhnliches. Der Kalk wird ja wohl heute noch in Italien viel mehr angewendet als z. B. in der Schweiz, doch wird bei Wasserbauten immer entweder richtiger hydraulischer Kalk verwendet oder Puzzolan beigemischt, was hier nicht oder wenigstens nicht überall geschehen ist. Die Folge blieb natürlich nicht aus; der Kalk konnte in den innern Teilen des Bauwerks nicht abbinden und wurde dann durch die infolge undichten Mauerwerks zahlreich eingetretenen Durchsickerungen auch sehr leicht ausgewaschen. Der Erbauer scheint im Laufe der Arbeiten diese Gefahr selbst erkannt zu haben oder er ist vielleicht darauf aufmerksam gemacht worden, weil später für den oberen Teil Zement Verwendung gefunden hat. Leider wurde aber nicht die in einem solchen Fall einzig richtige Massnahme getroffen, nämlich die, nicht nur das Bindemittel zu wechseln, sondern, trotz finanzieller Einbusse, das schon gebaute Schlechte abbrechen und neu aufzuführen.

Endlich sei noch hervorgehoben, dass die Ausführung selbst sehr zu wünschen übrig liess, was aus den Abbildungen 10 bis 13 auf Tafel 12 und Seite 66 deutlich ersichtlich ist. Wir brauchen hierüber nicht viele Worte zu verlieren, die Bilder reden eine eindrucksvolle Sprache!

Der Bauplatz war trotz seiner Grösse ziemlich einfach eingerichtet. Im Ingenieur-Verein von Mailand ist von der Herstellung des Beton von Hand gesprochen worden;

dass sie allen denkbaren Beanspruchungen widerstehen können. Selbst ein starkes Erdbeben würde sie nicht zum Einsturz bringen.»

Aus konstruktiver Sicht bedeutend war die Erkenntnis, dass die im Val Gleno verwendete Bauart der Talsperre als Gewölbereihen-Pfeilerstaumauer nicht als Ursache der Katastrophe anzusehen war, dass dieser damals verbreitete Mauertyp bei richtiger Ausführung also kein Sicherheitsrisiko darstellt.

In der Schweiz existieren allerdings bis heute keine als Gewölbereihen-Pfeilerstaumauern ausgeführten eigentlichen Talsperren. Bereits seit 1916 besteht jedoch das nach diesem Prinzip in schlankem Eisenbeton ausgeführte kleine Sammelbecken des SBB-Kraftwerks Massaboden bei Brig. Der bekannte, von Alexandre Sarrasin als sehr schlanke Eisenbeton-Konstruktion mit einer Gewölbestärke von nur 12 cm entworfene talseitige Abschluss des Ausgleichbeckens Les Marécottes bei Martigny wurde 1925 in Betrieb genommen (tec21 22/2002). 1926 folgte noch das kleinere Ausgleichsbecken Oberems bei Leuk. Die drei Schweizer Gewölbereihen-Pfeilerstaumauern sind heute immer noch in Betrieb. Die Talsperre am Monte Gleno ist nach der Katastrophe von 1923 nicht wieder aufgebaut worden.