Experten-Befund über die Ursache der Zerstörung der Staumauer "Pian di Gleno" im "Val di Scalve"

Autor(en): **Hilgard, K.E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt**

Band (Jahr): **17 (1925)**

Heft 4

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-920390

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

haben je ein Lagerhaus, ebenfalls mit den nötigen Bureauräumlichkeiten für ihren Geschäftsbetrieb und je einen Getreidesilo zur Aufnahme von 5000 Tonnen Lagergut, sowie je zwei Portalkräne errichtet. Am Westquai haben die Kohlenumschlags A.-G. und die Reederei und Kohlenhandels A.-G. „Oberrhein" je eine Hochbahn mit Kran erstellen lassen. Werkstätten und Arbeitslokale sind im Bau begriffen und Bureaugebäude werden später erstellt werden. Am Klybeckquai hat die Lumina S. A. eine Anlage zur Lagerung von Benzin, Petrol und Heizölen schon seit mehr als einem Jahr in Betrieb. Sie erweitert ihre Anlage bedeutend. Ihr Nachbar, die Rheinische Lagerungs- und Umschlags A.-G. hat eine Hochbahn mit Kran zur Bedienung ihres Lagerplatzes erstellt. Die deutsche Erdöl A.-G. wird im kommenden Herbst ebenfalls eine Niederlassung zur Lagerung von Benzin, Petrol und Heizölen einrichten.

Das gesamte Kapital, das die genannten Unternehmungen für die Einrichtung ihrer Hafenniederlassungen aufwenden, ist mit rund Fr. 8,000,000 anzunehmen, so daß vorläufig in der rechtsrheinischen Hafenanlage in Basel rund Fr. 23,500,000 investiert sein werden.

An die Kosten der Erstellung der Werfthallen und der Getreidesilos der Reedereien am Ostquai des Kleinhüninger Hafenbeckens im angenommenen Betrage von total Fr. 3,500,000 hat der Bund und der Kanton je eine Subvention von Fr. 350,000 bewilligt und zwar auf Rechnung für Kredite zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit.

Es war vorauszusehen, daß verschiedene der Hafenunternehmungen, namentlich die Reedereien und in zweiter Linie die Kohlenniederlassungen während der Jahre, wo noch keine ständige Schifffahrt durch die Regulierung des Stromes zwischen Straßburg und Basel nach Basel möglich sein wird, ungünstige Zeiten zu überwinden haben werden. Es ist aber anzunehmen, daß mit Hilfe der Schweizerischen Bundesbahnen, die jedenfalls für die Entwicklung der Rheinschiffahrt nach Basel ein Interesse haben werden, der Betrieb der Hafenniederlassungen erleichtert wird, so daß sie die schweren Zeiten überstehen können. Hiezu sind einige tarifarische Vergünstigungen notwendig, die dann später wieder aufgehoben werden können. Es ist zu hoffen, daß für die notwendigen Maßnahmen in dieser Hinsicht ein weitgehendes Verständnis vorhanden sein wird.

Im verflossenen Jahr hat sich der Verkehr in erfreulichem Maße entwickelt. Der Umschlag in den beiden Hafenanlagen Basel - St. Johann und Basel-Kleinhüningen belief sich im gesamten auf 286,595 Tonnen. Trotzdem im Rheinhafen Klein-Hüningen einzig die Schweizer Schleppschiffahrtsgenossenschaft mit zwei Kranen zum Güterumschlag eingerichtet war und am Klybeckquai die Lumina S. A., so wurde in diesen rechtsrheinischen Anlagen ein Verkehr von 145,691 Tonnen bewältigt. Auf den Bergverkehr entfielen im gesamten 213,375 Tonnen, auf den Talverkehr im gesamten 83,220 Tonnen, Getreide und Kohlen, darunter 68,500 Tonnen Reparationskohle nach Italien, sowie Benzin und Oele weisen mit zusammen 125,000 Tonnen das Hauptkontingent des Bergverkehrs auf. Im Talverkehr dominierten Erze, Zement, Karbid, Pyritasche, Kondensmilch, Asphalt mit rund 62 Tonnen. Ein neuer Artikel, der in früheren Jahren nicht verschifft wurde, ist das vom Gonzen stammende Eisenerz, das nach der Ruhr zur Verhüttung überführt wird.

Insgesamt sind im Jahre 1924 in den Basler Hafenanlagen 245 Schleppzüge mit 382 Kähnen eingetroffen. 223 Schleppzüge mit 324 Kähnen sind zu Tal gegangen.

Experten-Befund über die Ursachen der Zerstörung der Staumauer „Pian di Gleno" im „Val di Scalve".

Von Prof. K. E. Hilgard, Zürich.

Der am 1. Dezember 1923 in Oberitalien erfolgte Einsturz der Gleno-Staumauer hat in einer ganzen Anzahl von Ländern, besonders unter den Nicht-Technikern der Behörden eine starke Beunruhigung erzeugt. In damaliger Unkenntnis der wahren Ursachen des Bruches, aber unter dem Eindrucke der dadurch erfolgten katastrophalen Ueberschwemmungen sowie ausgedehnter Zerstörungen und der bedauerlichen Verluste an Menschenleben, ist in vielen Kreisen ein allgemeines Mißtrauen gegen alle Staumauern und besonders gegen einige der damals noch im Bau befindlichen entstanden. Angesichts dieser Tatsachen ist es von Interesse, aus dem seit etwa einem Jahr veröffentlichten, an den „Gerichtshof von Bergamo" erstatteten Expertenbericht die für die Beurteilung der Ursachen maßgebenden Schlußfolgerungen zu kennen.[1])

Zum bessern Verständnis dieser Ausführungen sei auf die in Nr. 15 der „Schweiz. Wasserwirtschaft" 1923, S. 346 und 347 enthaltenen Illustrationen, besonders die Abbildungen 6 und 8 hingewiesen, die durch die heute beigegebenen Abbildungen 1—3 ergänzt werden. (Tafel XII, XIV, XVII des Experten-Gutachtens.)

Zum Zweck der Feststellung der Ursachen des Bruches der Staumauer und der allfälligen Bestrafung der für das Unglück Verantwortlichen wurden

[1]) Siehe Annali dei Lavori Pubblici, Ministerio dei Lavori Pubblici, Consiglio Superiore, Fascicolo 5, anno LXII, maggio 1924.

durch den Instruktionsrichter den beiden Experten Prof. Ing. Gaet. Ganassini und Art. Danusso folgende Aufgaben gestellt:

Feststellung mit bestmöglicher Gewißheit aller Tatsachen, die für den Zweck als nötig erachtet werden; Ueberprüfung aller Untersuchungen[2]) technischen und baulichen Charakters, Berücksichtigung und Verwertung aller Zeugenaussagen, die zur Feststellung der technischen und baulichen Merkmale dienen können, welche dem Projekte sowie der Bauausführung zugrunde lagen, und an Hand deren die Experten die ursprüngliche und unmittelbare Ursache der Katastrophe erklären können.

Frage, ob auf Grund einer vorgängigen geologischen Untersuchung des Untergrundes dessen vollständige Dichtigkeit als sicher bezeichnet werden konnte?

Die zusammenfassenden, auf Grund der vorgenommenen objektiven Feststellungen und wissenschaftlichen Untersuchungen von den Herren Experten mit bestem Wissen und Gewissen in voller Uebereinstimmung ausgesprochenen Schlußfolgerungen lauten:

1. Es ist auf Grund der entscheidenden Schlußfolgerungen von Prof. Ing. Augusto Stella als ganz sicher anzunehmen, daß der mit der Staumauer überbaute Untergrund für die Fundie-

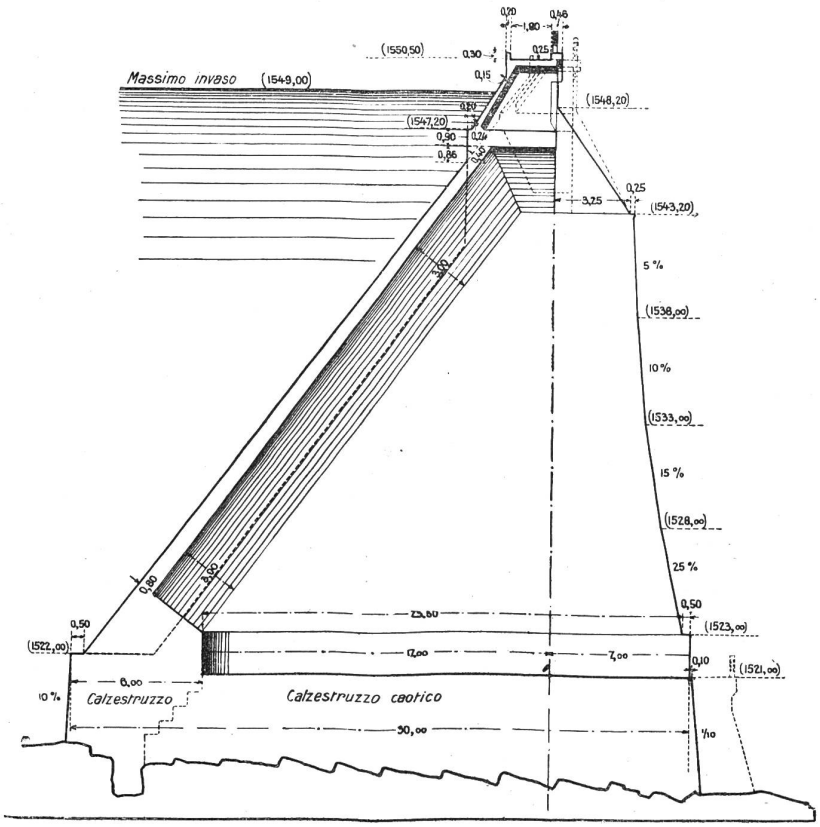

Abb. 1. **Staumauer vom Val di Gleno. Querschnitt durch die Mauer.** Maßstab 1 : 350.

In der Folge wurde auf Veranlassung des Königs das Mandat der Experten durch eine Frage geologischer Natur erweitert, nämlich:

Feststellung der Folgen der Bildung eines künstlichen Staucees an einer Stelle, die seit Jahrhunderten der Sinkstoffablagerung des Abflusses vom Gleno-Gletscher gedient hat und wo deshalb vermutlich weder tragfähiger noch dichter Untergrung vorhanden sein könnte; Beantwortung der

rung der Talsperre geeignet war, und es ist durch die Akten erwiesen, daß die geologischen Verhältnisse der Baustelle vorgängig des Baues der Staumauer untersucht, und ein auf diesen Bau bezüglicher Bericht von dem verstorbenen berühmten Prof. Torquato Taramelli erstattet worden war.

2. Ebenso sicher ist es auf Grund der Untersuchungen von Prof. Augusto Stella ausgeschlossen, daß die Mitwirkung seïsmischer Vorgänge Schuld an dem beklagenswerten Unglück trage, denn von solchen konnte durch die in nächster Nähe stationierten Beobachter geodynamischer Erscheinungen keine erkennbaren Spuren nachgewiesen werden.

[2]) Die Resultate früherer unabhängiger Untersuchungen an Ort und Stelle durch Herrn Dr. Ing. A. Stucky (Basel) und andere, sind in der Schweiz. Bauzeitung, Nr. 6 und 7 sowie 25, Band 83 vom 9. und 16. Februar sowie 21. Juni 1924 und Bulletin Technique, Suisse No. 6 vom 15. März 1924 publiziert worden.

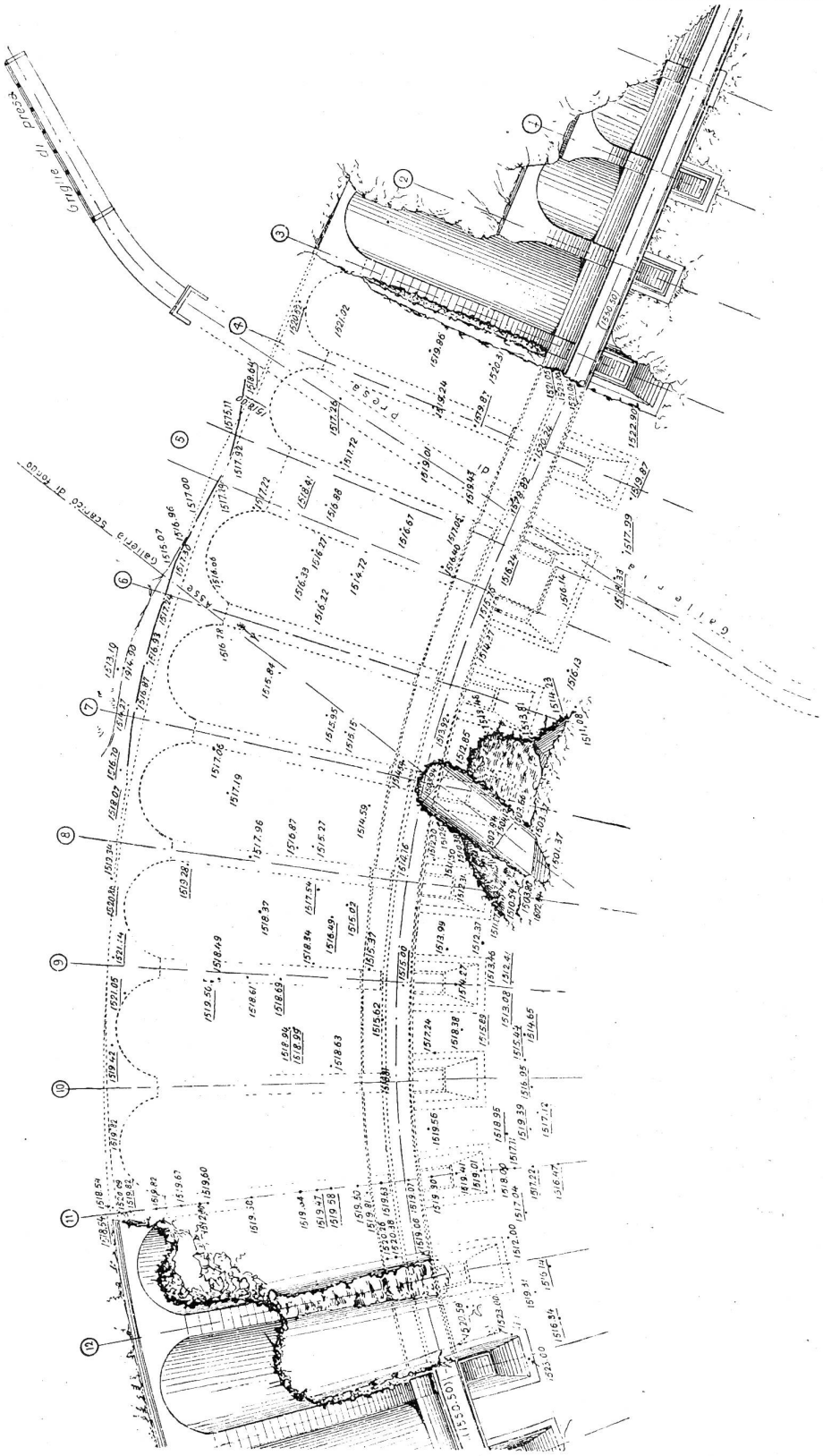

Abb. 2. Staumauer vom Val di Gleno. Grundriss der linken Hälfte der Staumauer. Maßstab 1 : 500.
(Die unterstrichenen Koten beziehen sich auf Felsen, der zerstörte und fortgespülte Teil der Staumauer ist punktiert angegeben).

3. Als fundamentale Ursache für die Verschuldung des Einsturzes erscheint die ungenügende Stabilität des den zentralen Unterbau der Gewölbe bildenden Mauerwerkkörpers.[3]) Dieser Mangel an genügender Stabilität teilt sich in einen inneren und einen von der Art seiner Lagerung abhängigen Teil. Der Mangel an innerer Stabilität war begründet in der Dimensionierung und auch Widerstandsfähigkeit des Mauerwerkverbandes,

[3]) Siehe Abb. 6, S. 346. Der die tiefsteingeschnittene Partie der Felsschlucht verstopfende alte Rest des ursprünglich als massive Staumauer begonnenen und den Gewölben als Unterbau dienenden Mauerwerkkörpers ist fast vollständig verschwunden.

die beide ungenügend waren, um den inneren Spannungen, die direkt oder indirekt vom hydrostatischen Druck und dem Unterdruck bei gefülltem Staubecken hervorgerufen werden konnten, zu widerstehen. Anderseits bot die Lagerung auf der bloßen Oberfläche[4]) des unterliegenden Felsens keine Sicherheit. Des weitern war durch einen Unterbruch des Zusammenhanges des Mauerwerkkörpers durch den Grundablaß - Stollen[5]) die Widerstandsfähigkeit gerade in jenem Teil des Unterbaues der Sperrmauer bis zu einem gewissen Grade aufgehoben worden, der als der unterste vom Wasserdruck am meisten beansprucht war.

4. Die den Einsturz zunächst veranlassende Ursache ist nicht vollkommen genau zu bestimmen. Jedenfalls waren keine äußeren Einflüsse oder Ereignisse festzustellen, die als entscheidende Ursache die Störung des Gleichgewichtes hätten bewirken können. Es ist als ausgeschlossen zu betrachten, daß der auf dem massiven Mauerwerkkörper ruhende, aus Strebepfeilern und Gewölben bestehende Aufbau (Vielfachgewölbe-Staumauer) trotz der mehr als spärlichen Dosierung der Bindemittel und der aus der Untersuchung tatsächlich hervorgegangenen Mängel der Bauausführung, wie sie durch die Zeugenaussagen bestätigt und zum Teil auch von den Erbauern zugegeben, sowie auch durch die Laboratoriumsversuche festgestellt wurden, infolge ursprünglicher mehr oder weniger vereinzelter Schwächungen insgesamt nachgegeben habe. Der Einsturz war die Folge des (mit steigendem Wasserspiegel) in zunehmendem Maße sich geltend machenden Mangels an innerer Standfestigkeit jenes Mauerwerk-Unterbaues, durch welchen auch der Einfluß der mangelhaften Lagerung noch potenziert wurde. In einem bestimmten Momente, in dem

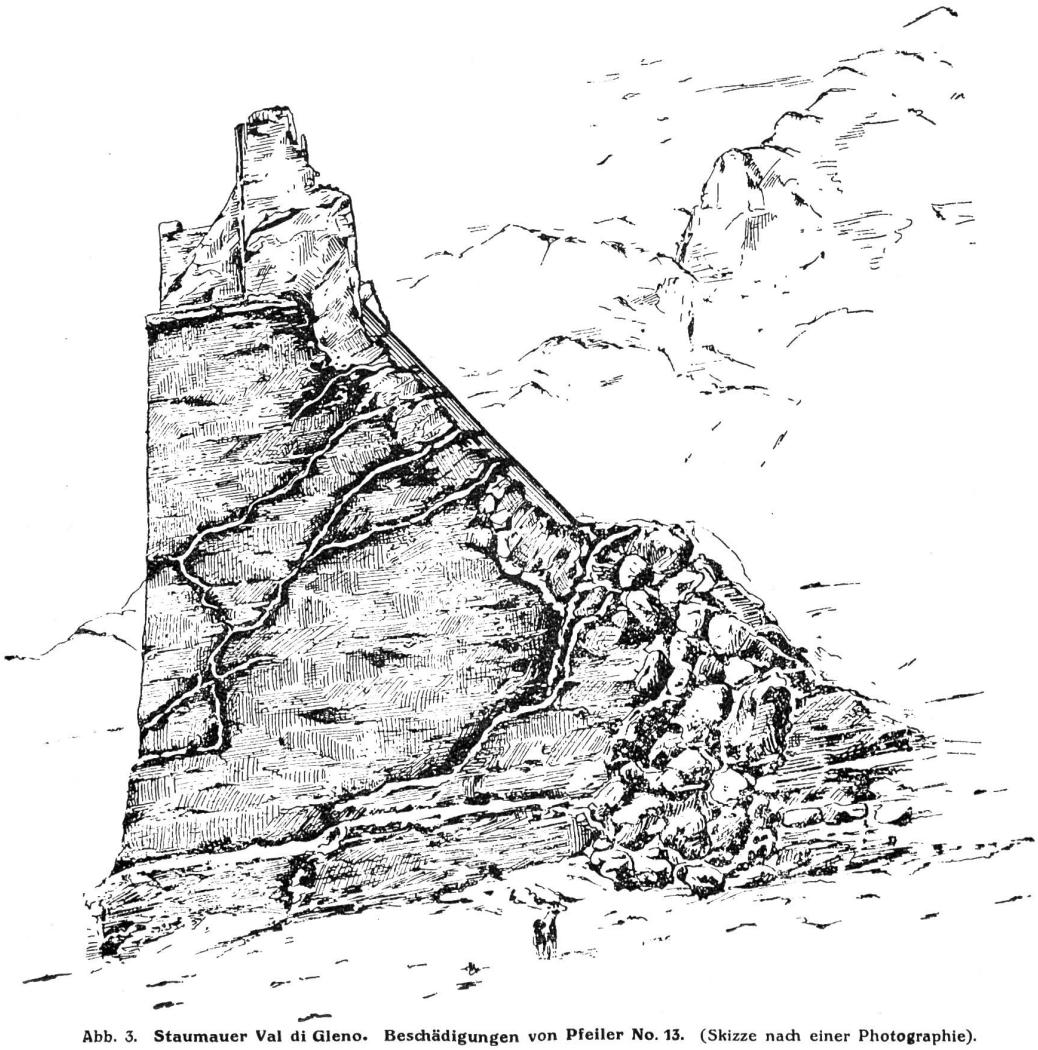

Abb. 3. **Staumauer Val di Gleno. Beschädigungen von Pfeiler No. 13.** (Skizze nach einer Photographie).

[4]) An Stelle einer soliden Eintiefung des Mauerfußes in eine genügenden Widerhalt bietende Felsaussprengung (der Uebersetzer).

[5]) Der Grundablaß-Stollen von beträchtlicher Höhe und Weite erstreckte sich unter einem schiefen Winkel zur talseitigen Gesichtsfläche durch den Mauerwerkkörper hindurch, so daß sich die so verursachte Schwächung des Mauerwerkkörpers auch auf einen beträchtlichen Teil seiner Länge erstreckte (siehe: „Galleria Scarico di Fondo" in Abb. 2, der Uebersetzer).

sich die Reste seiner Widerstandsfähigkeit erschöpft hatten, mußte die nun erfolgende Sackung des Mauerwerkes eine so tiefgreifende Lockerung des Mauerwerkverbandes hervorrufen, daß auch die dazwischen liegenden, noch im Gleichgewichtszustande befindlichen Teile zerstört wurden, das typische Bild der so oft beobachteten Stadien der fortschreitenden Zerstörung von Mauerwerksbauten.

Aus der etwas gewundenen Fassung dieser Schlußfolgerungen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß die primäre Ursache des Einsturzes keinesfalls auf die Verwendung einer Vielfach-Gewölbe-Mauer zurückzuführen ist, sondern einzig und allein auf das Nachgeben und Ausweichen des ihr in ihrer zentralen Partie als Unterbau dienenden, aus schlechtem Mauerwerk bestehenden und ungenügend dimensionierten, in der am tiefsten eingeschnittenen Stelle der Felsschlucht eine Art „Propfen" (im Expertengutachten mit „Tampone muraria" bezeichnet) bildenden Stückes des ursprünglich als massive Schwergewichts-Staumauer begonnenen Bauwerkes. Die Tatsache, daß noch nie eine gewölbte Staumauer infolge ihrer Gewölbeform eingestürzt ist, bleibt demnach unverändert bestehen. Es ist umso wichtiger, das zu konstatieren, als in neuerer Zeit eine große Anzahl hervorragender Staumauern in Gewölbeform, und zwar speziell nach dem typisch-amerikanischen „Vielfach-Gewölbe"-System, in Italien und Frankreich, vor allem aber in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und sodann auch neuerdings in Süddeutschland erbaut wurden, die sich bei sorgfältiger Herstellung unter sach- und fachkundiger Leitung und Aufsicht wirtschaftlich und statisch-konstruktiv außerordentlich bewährt haben.

Anderseits legt das Gutachten mit aller Klarheit dar, daß ein großes persönliches Verschulden bei der Ausführung der Gleno-Staumauer vorliegt, sodaß die hiefür Verantwortlichen mit Sicherheit hätten bezeichnet werden können. Es ist schwer verständlich, daß in einem Lande, das über so gute Ingenieure und für derartige Bauwerke so gut geeignete Bauarbeiter und -materialien verfügt, und in dem schon eine beträchtliche Anzahl von Staumauern aller bewährten Systeme mit Erfolg ausgeführt wurden, so namenlos gefehlt werden konnte! Der aus hervorragend tüchtigen Ingenieuren zusammengesetzte Aufsichtsrat des Italienischen Wasserwirtschaftsamtes war leider durch königliches Dekret, aus Ersparnisgründen, schon auf Ende des Jahres 1922 aufgelöst worden, ist aber seither als eine „Folge der Gleno-Katastrophe" wieder ernannt worden. Noch unverständlicher erscheint die Tatsache, daß, nachdem das Gutachten dem Gerichtshof bereits am 30. April 1924 übergeben wurde, die Gerichtsverhandlungen noch nicht einmal begonnen und also auch noch keinerlei Urteil gefällt worden, oder gar eine Bestrafung der Schuldigen, die eine Katastrophe von solch enorm verheerenden Folgen und unzählige Menschenopfer verschuldet haben, erfolgt ist. Zeitungsberichten zufolge versuchen die Verteidiger der für das Unglück verantwortlichen Angeklagten einen verbrecherischen Anschlag auf das Bauwerk glaubhaft zu machen.[6])

Die Rheinschiffahrt nach Basel im Jahre 1924.

Die Hafenverwaltung der S. B. B. hat hierüber einen interessanten Bericht verfasst, dem wir folgende Angaben entnehmen:

Die Schiffahrt nach Basel konnte sich im Berichtsjahre im allgemeinen frei entfalten. Im Gegensatz zu den Vorjahren wurde der Verkehr nicht mehr so stark durch politische Hemmnisse beeinträchtigt. Der Wasserstand in den Monaten Mai bis August war gut. Die Transporte erreichten daher sowohl im Berg-, als auch im Talverkehr Rekordzahlen. Von günstigem Einfluss waren namentlich auch die vermehrten Umschlagseinrichtungen sowie die Verbesserungen in den Geleiseanlagen in den beiden Hafenanlagen.

Der Wasserstand hielt sich in der eigentlichen Schiffahrtsperiode bis Ende August sozusagen dauernd auf 2 Meter. Anhaltender Regen brachte den Rhein gegen Ende Juni bei Strassburg auf eine Höhe, die die Durchfahrt unter den Kehler Brücken für einige Tage hemmte. Vom September ab ging die Wassermenge rapid zurück und am 10. September war nur mehr ein Pegelstand von 1,10 m zu verzeichnen. Aber während im April bei einer Wassertiefe von 1,40 m (Basler Pegel) die Fahrten mit Kahntiefgängen von 1,35 m und 600 Tonnen Ladung glatt vor sich gingen, konnten die Schiffszüge gleicher Bedingungen anfangs September bei 1,60 m (B. P.) schwer durchkommen. Speziell gewisse „Uebergänge" zwischen Breisach und Strassburg hatten sich im Laufe der Saison stark verschlechtert. War am 4. April bei einem Wasserstand von 85 cm B. P. die geringste Fahrwassertiefe 1,60 m (km 74), so betrug diese am 8. September rund 1 m (km 95,95) bei 86 cm B. P. Der anhaltend hohe Wasserstand der Sommermonate mit zeitweisem Hochwasser dürfte die bei Niederwasser gebildete tiefe Fahrrinne an gewissen Stellen ausgeebnet haben. Auf Grund bahndienstlicher Anordnung ist zwischen der Station Felsenau und der Hafenverwaltung ein telegraphischer Meldedienst über ausserordentliche Wasserverhältnisse eingerichtet worden.

Am Schiffsverkehr beteiligten sich schweizerischerseits die Schweizer Schleppschiffahrtsgenossenschaft, die Rhenus A.-G. für Schiffahrt und Spedition sowie die Neptun Transport und Schiffahrts A.-G. in Basel und ferner als Vertreterin der Mannheimer Reederei Vereinigte Spediteure und Schiffer, die Agence Furness S. A., ebenfalls in Basel. Der erste Schiffszug lief am 3. April bei einem Pegelstand (B. P.) von 85 cm ein und der letzte am 7. Oktober bei Basler Pegel 85 cm. Der stärkste Ankunftsverkehr wies der 18. August auf, wo in 6 Schiffszügen 7 Dampfer mit 13 Kähnen total 6930 Tonnen Ladung ankamen. Die grösste Ladung, 1050 Tonnen Kohlen (ab Rotterdam), lief am 26. Juni ein. (B. P. 2,50 m.) Bei einem Höchsttiefgang von 2,50 m war der Kahn auf 2,10 m abgeladen. Die Fahrzeit Strassburg—Basel betrug 26 Fahrstunden. Der schwerste Schiffszug, der bis jetzt nach Basel fuhr, lief am 18. August ein (4 Kähne mit total 1759

[6]) Siehe neuestes Gutachten im Auftrag der Erbauer-Firma Vigano, zu deren Verteidigung erstattet von den Ingenieuren Prof. Baron U. Granzotto, L. Kambo und U. Maszoli: „Indagini, Risultanze e Condusioni". Milano 1925.