

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300373

Abachverbauungen und Flusskorrekturen

Schweiz

Nach dem Entwurf von

im Auftrage des eidg. Departements des Innern

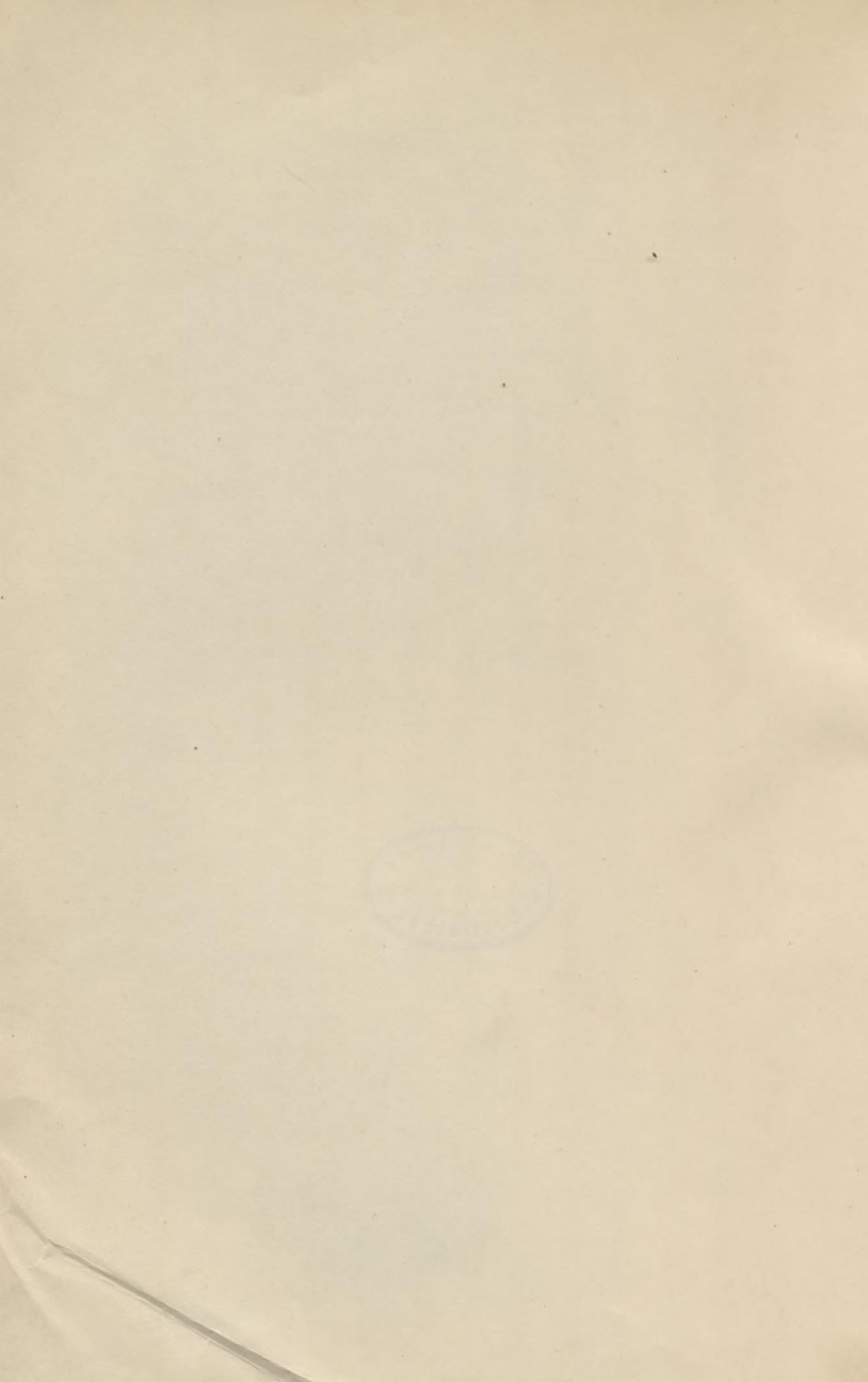
verfertigt und herausgegeben

vom eidg. Oberbaupräsidium



775
56

x
707/3



III. 2985714

Wildbachverbauungen und Flusskorrekationen

in der

Schweiz

Nach ausgeführten Werken

— im Auftrage des eidg. Departements des Innern —

dargestellt und besprochen

vom eidg. Oberbauinspektorat

24/11

—= Drittes Heft =—



BERN

Buchdruckerei Rösch & Schatzmann

1914

G. 45.
—
→ 56.

~~III 16869~~



III - 307011

Inhalt des dritten Heftes

Nr.		Seite
1.	Einleitung	7
2.	Verbauung des Niederurner-Dorfbaches	17
3.	Verbauung des Lamm- und Schwandenbaches bei Brienz	24
4.	Verbauung und Korrektion der Gürbe	43
5.	Verbauung der Rûfiruns bei Mollis	57
6.	Verbauung der Ruhstelliruns bei Mollis	60
7.	Korrektion und Verbauung des Schächenbaches	63
8.	Korrektion der Engelberger-Aa (Nidwalden)	70
9.	Korrektion der Muota	74
10.	Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse	79
11.	Korrektion des Vedeggio	86
12.	Korrektion des Tessins von Bellinzona bis zum Langensee	93
13.	Entsumpfung der Ebene von Noës bei Siders	100
14.	Arbeiten am Crête sèche-Gletscher	103
15.	Sicherungsarbeiten in Rutschungen	108
16.	Tabellarische Kosten-Zusammenstellung der vom Bunde auf Ende des Baujahres 1913 subventionierten Verbauungs- und Korrektionsarbeiten .	117
17.	Graphische Darstellung der in den Jahren 1863—1913 ausbezahlten Bundesbeiträge.	



Verzeichnis der Beilagen

Niederurner-Dorfbach.

Tafel

- I. Topographische Karte 1 : 25 000.
- II. Situation Niederurnen-Morgenholz 1 : 2000.
- III. Längenprofil Niederurnen-Morgenholz, 1 : 2000 für die Längen und für die Höhen.

Tafel

- IV. Detailzeichnung 1 : 200.
- V. Photographie: Rutschung im Buchenwald und wiederhergestellte Verbauung.
- VI. Photographie: Ablaufkanal.

Lambach bei Brienz.

Tafel

- VII. Situation 1 : 20 000.
- VIII. Übersichtslängenprofil: 1 : 5000 für die Längen, 1 : 3000 für die Höhen.
- IX. Situation: Sperre 1e—6, 1 : 1000.
- X. Längenprofil: Sperre 2c—7, 1 : 1000 für die Längen und für die Höhen.

Tafel

- XI. Photographie: Gesamt-Ansicht.
- XII. Photographie: Sperren 1e und 2.
- XIII. Photographie: Blick von der „Satzegg“ aufwärts.
- XIV. Photographie: Sperre 5 und Schale.

Gürbe.

Tafel

- XV. Topographische Karte 1 : 100 000.
- XVI. Übersichtslängenprofil: 1 : 25 000 für die Längen, 1 : 5000 für die Höhen.
- XVII. Situation oberhalb der Einmündung des Meienrisligrabens, 1 : 500.
- XVIII. Längenprofil oberhalb der Einmündung des Meienrisligrabens, 1 : 1000 für die Längen, 1 : 500 für die Höhen.

Tafel

- XIX. Photographie: Druckpartie oberhalb der Einmündung des Meienrisligrabens. Zustand der Holzbauten im Jahre 1909.
- XIX a. Photographie: Zustand im Jahre 1913 nach dem Ausbau mit Betonsperren.
- XX. Photographie: Korrektion oberhalb der Blumensteinbrücke.
- XXI. Photographie: Korrektion des untern Laufes mit Überfällen.

Rüfruns bei Mollis.

Tafel

- XXII. Situation 1 : 1000.
- XXIII. Längenprofil: 1 : 1000 für die Längen und für die Höhen.

Tafel

- XXIV. Detailzeichnung der großen Sperre 1 : 500 und 1 : 200.
- XXV. Photographie: Ansicht der großen Sperre (Mühlesatz).

Ruhstelliruns bei Mollis.

Tafel

- XXVI. Situation: 1 : 1000.
- XXVII. Längenprofil: 1 : 1000 für die Längen und für die Höhen.

Tafel

- XXVIII. Detailzeichnung der großen Sperre 1 : 250.
- XXIX. Photographie: Ansicht der großen Sperre und des Erosions-Kessels.

Schächenbach.

- Tafel
XXX. Topographische Karte 1 : 50 000.
XXXI. Situation: Elektrizitätswerk Altdorf-Reuß
1 : 5000.
XXXII. Längenprofil: Elektrizitätswerk Altdorf-
Reuß, 1 : 5000 für die Längen, 1 : 500 für die
Höhen, und Typen.
XXXIII. Situation bei Spirigen 1 : 1000.

- Tafel
XXXIV. Längenprofil bei Spirigen, 1 : 1000 für die
Längen, 1 : 250 für die Höhen, und Typen.
XXXV. Photographie: Kanal unterhalb der Gott-
hardstraße.
XXXVI. Photographie: Verbauung unterhalb des
Bergsturzes von Spirigen.

Engelberger-Aa (Nidwalden).

- Tafel
XXXVII. Situation bei Büren 1 : 1500.
XXXVIII. Längenprofil: 1 : 5000 für die Längen,
1 : 200 für die Höhen und Typen.

- Tafel
XXXIX. Photographie: Strecke oberhalb der Brücke
von Büren.

Muota.

- Tafel
XL. Situation: Balm-Klingentobel 1 : 10 000.
XLI. Situation: Wehr Spinnerei Ibach-Vierwald-
stätter-See 1 : 10 000.
XLII. Übersichtslängenprofil Balm-Vierwaldstätter-
See. 1 : 20 000 für die Längen, 1 : 100 für die
Höhen.
XLIII. Typen 1 : 200.
XLIV. Photographie: Kanal unterhalb des Ablage-
platzes in der Balm.

- Tafel
XLV. Photographie: Muota oberhalb Hinterthal
nach dem Hochwasser vom 15. Juni 1910.
XLVa. Photographie: Korrigierte Strecke oberhalb
Hinterthal.
XLVI. Photographie: Korrektion mit Sporen beim
„Grünen Wald“.
XLVII. Photographie: Strecke oberhalb Hinter-
Ibach.

Landquart und Zufüsse.

- Tafel
XLVIII. Topographische Karte 1 : 50 000.
XLIX. Übersichtslängenprofil Serneus-Rhein,
1 : 25 000 für die Längen, 1 : 2500 für die
Höhen.
L. Typen 1 : 200.
LI. Situation und Detailzeichnungen des Wehres
mit Hochwasserüberfall bei Felsenbach.
LII. Photographie: Wehr mit Hochwasserüber-
fall bei Felsenbach.

- Tafel
LIII. Photographie: Taschinasbach unterhalb
Grüsch. Sohle mit großen Steinen geschützt.
LIIIa. Photographie: Taschinasbach in Grüsch.
Sohlenpflasterung auf Betonunterlage.
LIV. Landquart bei Jenaz. Betonwahr mit Stein-
verkleidung und Steinvorlage.
LIVa. Landquart bei Fideris-Au. Betonwahr mit
Steinverkleidung und Steinvorlage.

Vedeggio.

- Tafel
LV. Situation 1 : 25 000.
LVI. Längenprofil Ostariettabrücke-Luganersee.
1 : 10 000 für die Längen, 1 : 500 für die
Höhen und 1 : 200 für die Typen.
LVII. Photographie: Gesamt-Ansicht.

- Tafel
LVIII. Photographie: Sohlenschwelle aus rohem
Steinwurf.
LIX. Photographie: Rollwahr mit regelmäßig ge-
legten Deckelsteinen.

Tessin.

- Tafel
LX. Situation der Ebene von Magadino im
Jahre 1850. 1 : 25 000.
LXI. Situation d. ausgeführten Korrektion 1 : 25 000.
LXII. Längenprofil Bellinzona-Langensee. 1 : 25 000
für die Längen, 1 : 200 für die Höhen.

- Tafel
LXIII. Typen 1 : 200.
LXIV. Photographie: Strecke unterhalb Bellinzona.
LXV. Photographie: Überströmbares Wahr aus
großen Blöcken bei Gudo.

Entsumpfung der Ebene von Noës.

Tafel
LXVI. Situation 1 : 4000.
LXVII. Längenprofil: 1 : 4000 für die Längen und
1 : 100 für die Höhen und Detailzeichnung.

Tafel
LXVIII. Photographie: Östlicher Eingang des
Stollens durch die Crête de la Tour.

Arbeiten am Crête sèche-Gletscher.

Tafel
LXIX. Topographische Karte 1 : 50 000.

Tafel
LXX. Photographie: Ansicht des Einschnittes am
17. August 1911.

Rutschungen.

Tafel
LXXI. Verschiedene Situationen u. Längenprofile.
LXXII. Photographie: Bergrutschung von Brienz.
Die Rutschung vom „Kreuz“ aus im
Jahre 1905.
LXXIII. Photographie: Die Rutschung vom „Kreuz“
aus im Jahre 1911.
LXXIV. Photographie: Ansicht der Bergrutschung
von Brienz vom untern Kreuz aus gegen
Brienz (1911).
LXXV. Photographie: Ansicht der Bergrutschung
von Brienz von der Kapelle am Weg nach
Tiefenkastel aus (1911).

Tafel
LXXVI. Photographie: Rutschungen im Nolla-
gebiet. Ansicht des Bergsturzes von
Masügg im Jahre 1912.
LXXVII. Photographie: Druckwirkung infolge des
Bergsturzes von Masügg auf die Sperren
in der Grube.
LXXVIII. Rutschungen im Nollagebiet. Wasserab-
leitung mittelst einer Rinne aus armier-
tem Beton.
LXXIX. Felssturz am Sasso Rosso bei Airolo.
Gesamt-Ansicht.



1.

Einleitung

Aus Veranlassung der schweizerischen Landesausstellung in Zürich im Jahre 1883, bei welcher sich das schweizerische Departement des Innern (Abteilung Bauwesen) beim Wasserbau mit Zeichnungen und Reliefs beteiligte, fügte der damalige eidg. Oberbauinspektor A. von Salis eine erläuternde Schrift bei „Das schweiz. Wasserbauwesen: Organisation, Leistungen und Bausysteme“, in welcher die wichtigsten der damals in der Schweiz in Ausführung begriffenen Korrekturen und Verbauungen grundsätzlich besprochen wurden.

In den Jahren 1890 und 1892 fand dann diese Veröffentlichung eine weitere Fortsetzung in zwei Heften betitelt: „Die Wildbachverbauung in der Schweiz“ nach ausgeführten Werken, im Auftrag des eidg. Departements des Innern, dargestellt und besprochen vom eidg. Oberbauinspektorat.

Diese Hefte enthielten nebst einer Übersicht über den damaligen Stand der Wildbachverbauungen in der Schweiz im Jahre 1890 die ausführliche Beschreibung der ausgeführten Arbeiten.

Die vorliegende Schrift bezweckt nun die bis anhin bei den Wildbachverbauungen in der Schweiz gemachten neueren Erfahrungen, gute wie schlimme, weitem Kreisen zugänglich zu machen und zugleich für die Projektierung und Ausführung neuer Arbeiten eine gewisse Wegleitung zu geben.

Aufnahme und Projektierung.

Allgemeines.

Bei der gegenwärtigen Organisation der technischen Baubehörden von Bund und Kantonen hat sich für Aufnahmen und Projektierungen bei Wildbachverbauungen folgendes Verfahren als zweckmäßig erwiesen:

Vorerst ist eine sorgfältige Besichtigung des ganzen Bachlaufes vorzunehmen, bei welcher der Umfang der auszuführenden Arbeiten, das Bausystem, einzelne besonders günstige Baustellen etc. besprochen und festgestellt werden können.

Man muß nun schlüssig werden, ob die Unschädlichmachung des Baches durch Vornahme ausgedehnter Arbeiten eine tunlich vollständige sein kann, ob diese ver-

mittelst Einsetzen von Querbauten (Sperrn) mit Nachhülfe von Entwässerungen zu geschehen hat, ob vielleicht das Hinüberleiten des Bachbettes auf Felsen, oder sogar die vollständige Ableitung des Baches durch einen Tunnel und die Erstellung eines ganz neuen Bachlaufes möglich ist.

Sollten Kosten halber solche durchgreifende Maßregeln nicht gewählt werden können, so läßt sich mancherorts eine Verbesserung der Zustände mittelst rationeller und konsequent durchgeführter Ausräumungen in Verbindung mit kleinen Uferschutzbauten herbeiführen.

Dann erfolgt die Aufnahme selbst, welche nach Bedürfnis ausgedehnter und sorgfältiger, oder nur generell gemacht werden kann, je nachdem mit den Bauten sofort begonnen oder mehr nur ein Überblick über die Verbauungswerke und Kosten gegeben werden soll. Im allgemeinen empfiehlt es sich, bei den großen Veränderungen, welche Hochgewitter in unverbauten Bächen bewirken, ein mehr generelles Projekt aufzustellen und nur für die Arbeiten der einzelnen Baujahre speziellere, genauere Projektierungen der einzelnen Bauobjekte, oder einer Gruppe solcher vorzunehmen.

Nach Beendigung der Aufnahmen ist von den technischen Behörden neuerdings ein Augenschein vorzunehmen, bei welchem an Hand der Pläne: Situation-, Längen- und Querprofile nun eine genauere Bestimmung der einzelnen Baustellen möglich ist.

Spezielles.

Sperrn.

Da bei der Projektierung von Wildbachverbauungen nur eine beschränkte Art von Bauobjekten und die Erstellung der Querbauten eine Hauptrolle spielen, so wird man sich zuerst prüfen müssen, ob man hohe Sperrn oder mehr Sohlversicherungen ausführen will.

Höhe der Sperrn.

Diese Frage läßt sich nicht grundsätzlich lösen, man kann nur sagen, daß wenn man einen tief eingeschnittenen Bachlauf stark erhöhen muß, um untergrabenen Einhängen einen neuen Fuß zu geben, hohe Sperrn notwendig sind; sind die Borde nicht hoch, so können niedrige Sohlversicherungen erstellt werden, wobei der unterhalb liegende Querbau die Fundamente des obern vollkommen eindecken sollte. Hierbei ist auch das Gefälle in Berücksichtigung zu ziehen, bei stärkerem sind höhere Sperrn bei schwächeren Gefällen niedrigere anzuwenden.

Höhere Sperrn brechen auch die Gewalt des Wassers besser als niedrigere und begünstigen daher die Ablage der Geschiebe mehr, so daß aus diesem Grunde das Einschalten von größern Sperrn in das Verbauungssystem empfohlen werden darf.

Bauart.

Ob die Sperrn gerade oder gekrümmt (bogenförmig) erstellt werden sollen, hängt in erster Linie von den Anlehnungen ab. Sind die Borde Felsen oder sehr widerstandsfähiges Terrain, so ist es angezeigt die Sperrn bogenförmig auszuführen, indem

dieselben dem Druck weit besser widerstehen und daher in geringeren Dimensionen ausgeführt werden können. Nur muß die Krümmung eine schwache sein, damit die Bogenende auch bei allfällig später notwendig werdender Erhöhung des Baues noch tief genug in die Seitenböschungen eingreifen können. Bei schlechter Beschaffenheit der Uferhänge ist eine geradlinige Führung der Sperrbaute vorzuziehen, nur ist diese dann als starke Stützmauer auszuführen, wobei auch auf die Überlastung der Sperre durch Murgängen Bedacht zu nehmen ist.

Die genügende Stärke der Querbaute, die tiefe Fundamentierung derselben, die sorgfältige Vermeidung von seitlichen Umspülungen und eine solide kunstgerechte Ausführung von Sperrkörper und Flügeln sind ungleich wichtiger, als der Umstand, ob die Baute geradlinig oder gekrümmt auszuführen ist.

In Betreff der Frage, ob den Sperren ein Anzug gegeben werden soll oder nicht, zeigt die Erfahrung, daß bei einem stark geschief führenden Bach, kein oder jedenfalls nur ein sehr schwacher Anzug, zum Beispiel $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$, gegeben werden sollte, indem sonst das über die Krone hinwegrollende Geschiebe den Sperrkörper nach und nach beschädigen würde und diese Schäden schwer zu beseitigen sind. Führt der Bach nur Schlamm und wenig Geschiebe, so darf zur Erhöhung der Stabilität der Vorderfläche ein Anzug von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ gegeben werden, unter Umständen kann selbst eine treppenförmige Anlage den Vorzug verdienen.

Material der Sperre.

Schon bei Beginn der Projektierung hat man sich zu entscheiden aus welchem Material die Sperren erstellt werden sollen.

Da kommt es vor allem darauf an, ob in der Nähe der Baustellen frostbeständiges Steinmaterial von genügender Größe erhältlich ist, ist dies nicht der Fall, so muß man zu Holz- oder Betonbauten greifen.

Die Holzbauten sollten aber auch in einem speziellen Falle vorzugsweise zur Ausführung gelangen, nämlich da, wo die Einhänge eines Baches aus sehr schlechtem, wasserdurchränktem, weichem Material bestehen und starke Rutschungen vorhanden sind. Da leisten kastenförmige Sperren, mit Steinen oder Faschinen ausgepackt, sehr gute Dienste, auf so lange bis mittelst Hebung der Bachsohle, Entwässerungen, an den beidseitigen Hängen Ruhe eingetreten ist, wonach man dann solche Kastensperren durch Stein- oder Betonbauten ersetzen kann.

Von der Menge und der Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Steinmaterials wird es dann auch abhängen, ob man Trockenmauerwerk oder Mörtelmauerwerk anwenden soll. Die Erfahrung hat gezeigt, daß ersteres nur bei Steinen von sehr bedeutenden Abmessungen (über 1 m^3) ausgeführt werden sollte (Gryonne, Veveyse, Niederurnen, Bilten, Spreitenbach), wobei es immerhin vorsichtig ist, wenn man die Krone und die Flügelmauern in Mörtel versetzt.

Bei kleinerem Steinmaterial soll, wenn es Kosten halber irgend wie möglich ist, durchwegs Mörtelmauerwerk ausgeführt werden; die Erfahrung an den verschiedenen Wildbachverbauungen der Schweiz hat dies ganz besonders gezeigt.

Während bei Trockenmauerwerk für die Wasserableitung durch die Sperren hindurch keine besonderen Vorkehrungen erforderlich sind, ist dies beim Mörtelmauerwerk durch etagenweise Anlage von Durchlässen, eingelegte Röhren oder ausgemauerte Kanäle durchaus notwendig.

Bei Sperren aus Beton, armiert oder nicht armiert, ist die gleiche Vorsicht anzuwenden und wird noch die Hinterfüllung derselben mit großen dem Bachbett entnommenen Kieseln, eine sehr nützliche Maßregel sein. Der Auswahl des Steinmaterials und der erforderlichen Bindemittel (Zement oder hydraulischer Kalk), sowie der sorgfältigen Arbeit ist die größte Aufmerksamkeit zu schenken.

Ausführung der Bauten.

a. Reihenfolge.

Hier stellt sich vor allem aus die Frage in welcher Reihenfolge die Bauten überhaupt ausgeführt werden sollen, ob sie von oben herab oder von unten herauf, oder sektionsweise nach und nach zu erstellen sind.

Auf diese Frage gibt es nun wieder keine allgemein gültige Antwort, da die Verhältnisse, welche bei Wildbachverbauungen vorkommen eben sehr verschieden sind.

Muß man unterhalb liegende Wohnstätten und wertvolles Eigentum bald tunlichst schützen, so wird man von unten herauf bauen, damit jede neu erstellte Baute (Sperre) einen Teil der herunterkommenden Geschiebe aufhält und sofort das Bachbett unterhalb entlastet. Je höher man hinauf kommt, je vollständiger wird der Schutz den man erhält, man verhindert aber dadurch das Weiterschreiten der Bachvertiefung nur in geringem Maße.

Will man das Weitergreifen einer von unten herauf kommenden Vertiefung der Bachsohle an einem bestimmten, günstig gelegenen Punkt unterbrechen, so wird man oben anfangen, um der Erosion Einhalt zu tun. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß man der Sicherung der Fundamente der untersten der ausgeführten Bauten alle Aufmerksamkeit zu widmen hat und oft genötigt sein wird rasch bachabwärts die Bauten fortzusetzen.

Die sektionsweise Ausführung wird sich in vielen Fällen als die zweckmäßigste herausstellen und ist daher sehr zu empfehlen. Man erreicht damit bald einen guten Schutz für das ganze zu schützende Gebiet und vermindert meist die Übelstände, die bei den beiden obern Bauweisen erwähnt worden sind. Sie ist aber Anfangs jedenfalls die kostspieligste Bauart, weil zuerst viel intensiver gebaut werden muß, als bei den beiden übrigen.

b. Sperren.

Bei der Ausführung der Sperren ist der Fundamentierung derselben die größte Aufmerksamkeit zu widmen. Dieselbe soll so tief als möglich ausgeführt werden, so daß eine allfällige Auskolkung bei Hochwasser nicht zu befürchten ist.

Wenn felsiger Untergrund vorhanden ist, so muß die Sperre in denselben eingelassen werden, bei schlechtem Boden ist es vorsichtig einen mit Steinen ausgepackten

Holzrost einzulegen, oder als Unterlage eine starke Platte aus armiertem oder gewöhnlichem Beton auszuführen, es sei denn man könne den ganzen Bau auf einen Pfahlrost stellen.

Kann man die Fundamentierung nicht tief genug hinuntertreiben, so muß man dafür besorgt sein, daß man vor die Hauptsperre eine Vorsperre einlegt, so daß dieselbe das Fundament der Hauptsperre eindeckt, d. h. die unterhalb liegende Sperre muß mit ihrer Krone höher liegen als das Fundament der oberhalb befindlichen, um dasselbe auf diese Weise gegen Unterkolkung zu schützen (treppenförmige Anlage der Sperren).

Die Ausführung von Fallbetten zum Schutze der Fundamente hat sich im allgemeinen nicht bewährt, es findet ein allmähliches Ausspülen des feinem Materials unter den Pflästerungen statt, die großen Steine kommen in Unordnung und nach und nach wird auch das mit noch so großer Sorgfalt erstellte Fallbett zerstört.

Besteht z. B. das Fallbett aus einem großen Betonklotz, so wird dieser durch die Reibung und den Anprall der Geschiebe nach und nach abgenützt und geht zuletzt ebenfalls zu Grunde, oder bedarf wenigstens häufiger, kostspieliger Reparatur.

Eine entweder allein oder über eine Steinpflästerung eingelegte Holzabdeckung, gibt ebenfalls keine günstigen Resultate; das Holz geht auch hier zu rasch zu Grunde.

Als bestes Mittel bleibt die Erstellung einer Vorsperre, durch die ein Wasserbecken (Wasserpöster) gebildet wird, in welchem das über die Sperre herabstürzende Wasser seine Geschwindigkeit verliert und daher unschädlich gemacht wird.

Hiebei ist aber zu beachten, daß die Seitenmauern dieses Beckens tief genug fundiert oder so weit zurückgesetzt werden, daß der schädliche Einfluß des abstürzenden Wassers die Fundamente derselben nicht mehr gefährdet.

Bei der Besprechung der Fundamentierung ist hauptsächlich die steinerne Sperre ins Auge gefasst worden, bei Anlage von hölzernen Sperren, welche infolge des weniger dauerhaften Materials mehr einen provisorischen Charakter haben, dürfen die Fundamente weniger tief angelegt werden. Mit Vorteil hat man dort als unterste Lage lange Tannen samt Verästungen benutzt, welche in der Längsrichtung des Bachbettes eingelegt und mit Pfählen festgemacht wurden. Die Hinterfüllung der Sperre durch Geschiebe bildet eine Belastung, welche die Standfestigkeit der Sperre erhöht. Ein kastenförmiger Aufbau aus Längs- und Querhölzern, deren Zwischenräume mit Steinen und Faschinen ausgefüllt sind, bildet den Körper der Sperre. Die oberste Schicht muß entweder mit Holz (Rundholz oder Bohlen) abgedeckt oder mit einer Steinpflästerung (Steinschicht) versehen werden. Die Flügel der Sperre sollten, wenn irgend möglich aus Stein ausgeführt werden, indem hölzerne Flügel zu rasch durch Fäulnis zu Grunde gehen.

Bei steinernen Sperren ist Mörtelmauerwerk dem Trockenmauerwerk unbedingt vorzuziehen. Dasselbe kann entweder mit hydraulischem Kalk oder mit Zementmörtel gemacht werden, je nachdem die Rücksicht auf Ersparnis oder die Erzielung größter Solidität vorwaltet.

Bei Trockenmauerwerk sollen wenigstens die zwei obersten Schichten der Sperre, nämlich die Krone und die darunterliegende Schicht, in Mörtelmauerwerk ausgeführt werden, indem dadurch Beschädigungen eingeschränkt werden.

Das Mauerwerk für die Krone und die darunterliegende Schicht kann auch in Zementmörtel gelegt und für die andern Mauerteile hydraulischer Kalk verwendet werden. Sowohl beim Trockenmauerwerk, als beim Mörtelmauerwerk muß die Kronenschicht sorgfältig behauen und zusammengefügt werden. Von Wichtigkeit ist es, das Mauerwerk sehr sorgfältig, mit durchgehendem Verband in den einzelnen Schichten auszuführen und den ganzen Bau solid und kunstgerecht zu erstellen.

Eine gute, energische Bauaufsicht ist zur Erreichung dieses Zweckes unumgänglich notwendig.

Besondere Aufmerksamkeit ist auch einer genügenden Höhe der Flügel und auf deren Rückenlehnung ans Hochbord zu widmen, denn das Umspülen oder Umgehen einer Sperre ist öfters die Ursache ihrer Zerstörung.

Ein weiterer Punkt betrifft dann noch die Gestaltung der Krone, ob dieselbe horizontal oder schalenförmig auszuführen ist. In der Schweiz werden horizontale Kronen entschieden bevorzugt. Das darüberströmende Wasser fließt nicht immer an derselben Stelle, wie bei einem schalenförmigen Überfall, infolgedessen ist die Abnutzung der Krone eine geringere, was mit Bezug auf den Unterhalt von Wichtigkeit ist.

Bei starkem Gefälle in den oberen Partien der Wildbäche kommt man oft in den Fall sich entscheiden zu müssen, ob man eine ganze Reihe von Sperren treppenförmig übereinander bauen, oder der Ersparnis wegen eine Schale anlegen soll. Die Erfahrung hat nun gezeigt, daß Ersteres in weitaus den meisten Fällen technisch das Richtigere ist. Eine Sperre schützt die andere und die Rückenbindungen stützen die beiden Borde, so daß ein allmähliches Abflachen derselben stattfindet. Erstellt man eine Schale, so kann beim Überfluten derselben, welches nie ganz verhindert werden kann, ein neuer Angriff der Seitenborde stattfinden und wiederum eine Masse von Geschieben in das Hauptinsal gebracht werden.

c. Seitenwuhre.

Hat man durch Sperren der Vertiefung der Bachsohle Einhalt getan und dieselbe verbreitert, so handelt es sich darum die beiderseitigen Borde vor seitlichem Angriffe zu schützen. Dies kann nun auf zweierlei Weise geschehen:

Erstens kann man zwischen den Hauptsperrern Zwischensperren einschalten, durch welche das Bachbett nach und nach noch mehr gehoben und verbreitert wird. Durch diese Zwischensperren wird der Bachlauf am Unterschweifen verhindert, sie bilden aber auch ein festes Gerippe, welches die beidseitigen Hänge stützt und dessen natürliche Abflachung begünstigt.

Eine andere Bauweise besteht darin, daß man vom Flügel der oberhalb befindlichen Sperre bis zu demjenigen der unterhalb ausgeführten Längswuhre einbaut und so den Fuß der angebrochenen Hänge direkt stützt.

Das erstere Verfahren dürfte sich empfehlen, wenn in den Bach sehr viele Abwitterungsprodukte gelangen und die Wassermenge eine nicht zu grosse ist; das zweite Verfahren ist vorzugsweise bei Bächen mit grossem Einzugsgebiete und sehr bedeutender Wassermenge anzuwenden.

Die Wuhre können nun aus Stein, Beton, Holz oder Faschinen (Packwerk) gemacht werden.

Hat man gutes Steinmaterial, so sind die Uferschutzwerke entweder als Mauern oder als Steinpflasterungen auszuführen. Letztere Konstruktionsweise ist die gebräuchlichste, bedarf aber einer sehr sorgfältigen Ausführung. Bei Mauern, sei es Trockenmauerwerk, Mörtelmauerwerk oder Beton, muß der Fundamentierung alle Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Uferbekleidungen aus Holz oder Faschinenwuhre sind ihrer Natur nach meist nur provisorische Anlagen und können, wenn aus ausschlagfähigem Strauchwerk hergestellt und gut unterhalten, längere Zeit gute Dienste leisten.

Bei kleinen Bächen können auch Bretter verschiedener Art mit davorgeschnittenen Pfählen und Verankerungen angewendet werden.

d. Entwässerungen.

Bei der Beruhigung angebrochener Hänge spielen Entwässerungsanlagen eine hervorragende Rolle.

Man kann zwei Arten von Entwässerungen unterscheiden: Oberirdische Ableitung der Tagwasser und unterirdisches Sammeln und Ableitung von versickertem Wasser.

Die oberflächliche Ableitung geschieht durch Kanäle aus Holz, Stein, Beton oder Eisen von mannigfaltigster Größe und Form. Bei Holz findet man meistens den rechteckigen Querschnitt als Holzkanäle aller Abmessungen; bei Stein ist die trapezförmige Form die gewöhnlichste, auch die eiförmige kommt vor, wenn das abzuleitende Wasser kein Geschiebe und wenig Sand führt. Bei Beton ist die runde Form (Röhren) die gebräuchlichste, doch gibt es auch halbkreisförmige, eiförmige Kanäle u. s. w.

Bei Eisen werden beinahe ausschließlich Röhren verwendet.

Das unterirdische Fassen und Ableiten der versickerten Tagwasser und der vorkommenden Wasseradern wird im eigentlichen Sinne des Wortes Entwässerung genannt.

Beim Aushub muß der Graben, je nach Beschaffenheit des Bodens, mit einer Böschung versehen oder verspriest werden. Die Sohle ist mit dachziegelförmig aufeinander gelegten Brettern oder mit Steinpflaster zu versichern. Auf den Seiten der Sohlenbretter sind Leisten zu befestigen, damit auf alle Fälle ein Gerinne zum Wasserabfluß geschaffen wird. Auf diese Unterlage kann man nun je nach Umständen entweder Röhren (voll oder durchlöchert) Rundholz, Faschinen oder Steine legen. Darauf kommt eine Lage Rasen, Reisig oder sonst irgendwelche Abdeckung und schließlich wird der Graben mit Kies oder Erde zugefüllt.

Auch eigentliche Drainierungen kann man anwenden, doch dürfen die Gehänge nicht zu steil sein, damit die Drainierungen nicht sofort verschoben werden.

Bei der Anlage der Entwässerungen muß man sich ganz nach dem Terrain richten und womöglich mit den Hauptsträngen den Wasseradern nachgehen. Auch sind dieselben in das Hauptgefälle zu legen und die Seitenstränge schief in den Hauptstrang einzuleiten. Kann die Ableitung des Wassers nicht durch einen einzigen Hauptstrang erreicht werden, so muß dies vermittelt Seitensträngen geschehen. Einsteigeschächte sind wo immer möglich am Zusammenkommen von wichtigen Verzweigungen und nicht zu weit von einander anzulegen, damit eine Überwachung der Wasserführung der Kanäle möglich ist.

e. Schalen.

Hat man im Einzugsgebiete der Wildbäche die erforderlichen Sperren erstellt, um das Bachbett von seiner tiefen Lage herauszuheben und ein neues, breiteres Bachbett zu erlangen, sind die Seitenborde durch Zwischensperren oder Längswuhre gesichert und die notwendigen Entwässerungen ausgeführt, so handelt es sich darum das Wasser und den Rest der Geschiebe unschädlich in das Hauptgewässer oder in einen See zu leiten. Hiefür ist ein zusammenhängendes Gerinne herzustellen, dessen Sohle und Seitenböschungen befestigt sind.

Wie bei den Entwässerungen im Kleinen, so kann man für die Schalen auch in größeren Verhältnissen Stein, Beton, Holz und Faschinen anwenden. Die steinernen Schalen haben zumeist trapezförmige Gestalt. Die Sohle kann entweder gepilastert sein, was bei starkem Gefälle stets der Fall sein muß, oder es werden bei kleinem Gefälle statt der Schale in die Bachsohle eine Reihe von Überfällen eingebaut.

Oft werden auch Ufermauern mit mehr oder weniger Anzug erstellt, dieselben haben sich besonders bei schwächeren Gefällen als sehr zweckmäßig erwiesen.

Bei Beton und Holz sind die Formen ganz ähnliche wie beim Stein, während beim Faschinenbau stets trapezförmige Formen mit tunlichst flacher Böschung angewendet werden müssen. Hiebei muß auch unbedingt darauf gesehen werden, daß zu ihrer Erstellung ausschlagfähiges Holz verwendet werde.

f. Ablagerungsplatz.

Führt das Gerinne in ein anderes größeres Gewässer, so muß oft ein Ablagerungsplatz für die Geschiebe eingeschaltet werden, damit im Hauptfluß keine nachteiligen Anschoppungen stattfinden können. Dieser Ablagerungsplatz ist ein beckenförmiger, von Dämmen umgebener Raum, an dessen unterm Ende ein Abschlußwerk erstellt wird, welches rückstauend wirkt und so die Geschiebe zur Ablagerung bringt.

Vom Ablagerungsplatz bis zum Hauptgewässer erstellt man eine Schale oder sonst einen offenen oder geschlossenen Kanal.

g. Wasserableitungen: Felseinschnitte, Tunnel.

Bei der Verbauung eines Wildbaches ist es hie und da möglich eine gründliche Abhilfe der Übelstände durch vollständige Ableitung des Wassers aus dem bestehenden Gerinne in ein ganz neues zu erzielen.

Ein durch einen vorspringenden Felsen oder durch einen ganzen Gebirgsrücken getriebenen Tunnel leitet den Bach in ein anderes Bachgebiet und entfernt mit einem Male das Wasser von seiner Angriffsstelle.

Dieses Mittel ist aber nicht immer gefahrlos, da Verstopfungen des Tunnels mittelst Holz, mitgeführten Baumstämmen, Geschiebmassen mit großen Steinen vorkommen können; man muß daher Vorsorge treffen, oberhalb der neuen Ableitung eine sorgfältige Verbauung des Baches auszuführen und durch eine stete Aufsicht darüber zu wachen, daß Stauungen vermieden werden.

Weniger vollständig, aber sicherer, ist die Ableitung durch ein offenes Gerinne, sei es, daß der Bach auf Felsen geleitet wird, sei es, daß ein neues Bett in besserem Terrain erstellt werde, welches aber zur größeren Sicherheit noch besonders zu befestigen ist.

Vorkehrungen gegen Lawinen.

Reicht der zu verbauende Wildbach bis ins Gebiet der Lawine hinauf oder stürzen solche regelmäßig in sein Bett ab, so sind die auszuführenden Quer- und Längsbauten dementsprechend zu konstruieren. Scharf hervorspringende Ecken in demselben sind tunlichst zu vermeiden, so daß die Lawinen nicht anstoßen. Die Flügel der Sperren sind abgerundet zu erstellen, die Kronen derselben sehr solid auszuführen, auch ist sofort eine provisorische Hinterfüllung der Sperre anzuordnen.

Im Übrigen ist hervorzuheben, daß eine treppenförmige Anlage der Sperren, wenn mit Sorgfalt ausgeführt, einen günstigen, zurückhaltenden Einfluß auf die Fortbewegung des Lawinenschnees ausübt. Ein weiterer Vorteil der Verbauung des Bachgerinnes besteht auch darin, daß im Frühjahr die Lawine schneller zum Abschmelzen kommt, indem der Schnee auf den Kronen der Sperren rascher abschmilzt.

Ein weiteres Schutzmittel für einen von Lawinen heimgesuchten Bachlauf ist die Anlage eines möglichst großen Ablagerungsplatzes oberhalb der Verbauung. Wenn die Beschaffenheit des Bodens es gestattet, sollte man nicht versäumen einen solchen herzustellen, denn durch die plötzliche, starke Ausweitung des Gerinnes wird die Gewalt der Lawine in bedeutendem Maße gebrochen und dadurch zum Stillstande gebracht.

Oft kann auch der Lawine eine andere für den Bachlauf weniger gefährliche Richtung gegeben werden, indem ein Ablenkungswuhr oder durch einen Felseinschnitt die Lawine an einen andern Ort hingelenkt wird.

Provisorische Schutzmaßregeln während und nach einem Hochwasser.

Tritt während der Ausführung von Verbauungsarbeiten ein Hochgewitter ein, so ist es zumeist unvermeidlich, daß mehr oder weniger bedeutende Beschädigungen entstehen.

Offene Fundamentgruben werden durch die massenhafte Geschiebszufuhr eingedeckt, die Seitenwandungen, ungeachtet der Versprießungen, eingedrückt, Seitenborde durch die Gewalt des Wassers unterspült und zum Einsinken gebracht, frisch aufgeschüttete Dämme angegriffen und weggespült, unfertiges noch nicht erhöhtes Mauerwerk zerstört u. s. w.

Gegen ersteres Vorkommnis kann man sich nur schützen, indem man die Fundamentgraben räumlich tunlichst beschränkt und nur partienweise in Angriff nimmt und sofort ausbaut. Dabei sind allfällige Versprießungen in solidester Weise zu erstellen.

Seitenborde und frisch aufgeschüttete Dämme sind durch eingehängte Tannen oder sonstige Bäume, durch Berauwehrung, angehängte Faschinen oder auch mit Steinen beschwerte, lose Strauchbündel provisorisch zu sichern. Bei Beschädigungen nach einem Hochwasser ist das Einhängen von Bäumen oder Faschinen das praktischste Hilfsmittel. Bei Dämmen ist das Anlegen von Sandsäcken ein sehr wirksames Mittel gegen Durchsickerungen; Faschinen, Bretter und Rasenstücke dienen besonders zu rascher Erhöhung der Dämme behufs Begegnung der Überflutung.

Allgemeine Bemerkungen.

In Vorstehendem sind nun in großen Zügen die hauptsächlichsten Erfahrungen zusammengestellt, welche an den zahlreichen in der Schweiz ausgeführten Verbauungen gemacht worden sind, bei Besprechung von einzelnen Beispielen, soll noch ihre Anwendung mit ihren Vor- und Nachteilen im einzelnen Falle gezeigt werden.

Als Beispiel von Korrekturen von Gebirgsflüssen und anderen Sicherungsarbeiten folgen noch die Beschreibungen der Korrekturen der Engelberger-Aa, der Muota, der Landquart, des Vedeggio und des Tessins, der Entsumpfung der Ebene von Noës, sowie von Sicherungsarbeiten am Crête sèche-Gletscher und von Rutschungen.

Zum Schluß werden auch tabellarische Kostenzusammenstellungen und graphische Darstellungen der ausbezahlten Bundesbeiträge dem Textteil beigefügt.

BERN, im Mai 1914.

Der eidg. Ober-Bauinspektor:

A. von Morlot.

2.

Die Verbauung des Niederurner-Dorfbaches

Kanton Glarus

1. Einzugsgebiet.

Der Niederurner Dorfbach nimmt seinen Ursprung am Fuß des Felredertengrates, dessen südlichste höchste Spitze der Köpfenberg, 1823 m über Meer, und der nördlichste Stock das Melchterli ist. Im Süden scheidet der Felsgrat des Köpflers, des Brücklers und der Wageten das Bachgebiet des Niederurner Baches von demjenigen des Schwendli-baches, im Norden der Grat von Planggenstock und Hirzli dieses Gebiet von demjenigen des Biltnerbaches.

Das ganze Einzugsgebiet bis zum Ablagerungsplatz unterhalb des Dorfes beträgt 8,55 km²; die Länge des Bachlaufes zirka 6,5 km. (Beilage I).

2. Geologische Verhältnisse.

Auf der linken Bachseite ist ausschließlich untere Süßwassermolasse, also Molasse und Nagelfluh von Mergelschichten unterbrochen, vorhanden; auf der rechten Bachseite treten unten Flysch, Schrattenkalk und Seewerschichten und auf den Höhen des Brügglers Gault auf. Aus diesen geologischen Formationen erklärt sich auch das Verhalten des Baches. Derselbe hat sich auf der Kontaktfläche der beiden Hauptformationen tief eingeschnitten. Auf der linken Seite entstanden, der relativen Gleichmäßigkeit der Schichten entsprechend, wenige Rutschungen; auf der rechten Seite aber, die verschiedene, zum Teil wenig widerstandsfähige Schichten aufweist, fanden hohe, weit ausgedehnte Erdbewegungen sowie Runsenbildungen statt.

3. Geschichtliches.

Wie aus dem Berichte von Professor Culmann in seinem Werke: Die Wildbäche der Schweiz, Seite 199 zu entnehmen ist, wurde im Jahre 1703 Niederurnen besonders heimgesucht. In diesem Jahre fand links im Stockenberg ein bedeutender Erdschlipf statt, der unten Schuttwalzen bildete und das halbe Dorf verschüttete; dann erfolgte im Jahre 1837 ein großer Bruch im Feldwald, endlich auch 1856, wo der Wildbach oberhalb des Dorfes bei der Spitze des Niederurnen Schuttkegels ausbrach und die Obstgärten dort so überflutete, daß die Bäume bis an die Krone eingeschüttet dastanden. Das seiner Geschiebe entledigte Wasser wählte dann den Weg nach Niederurnen zu

seinem Bette und wühlte dasselbe so auf, daß mehrere daran stoßende Häuser umzustürzen drohten. All dieses Geschiebe kam von der rechten steilern Bachseite her, in welchem die Runsen namentlich in der Mitte des 19. Jahrhunderts sich rasch vertieft hatten. Eine derselben war vor einem Menschenalter nur zirka 10 m breit gewesen; zur Zeit, als man sie zu verbauen begann, hatte sie schon eine Breite von 60 m.

4. Erste künstliche Schutzvorkehrungen.

Alle diese Runsen sind nun von Richter Jenny in den Jahren 1840—1860 verbaut worden und zwar auf folgende Weise:

Jenny hatte bemerkt, daß die Gewalt der böartigsten Muhrgänge durch Flechtzäune gebrochen werde. Ein Muhrgang wirft wohl die vordersten 6 bis 8 Zäune um, allein dann hat schon eine Trennung der Geschiebe von dem Wasser so weit stattgefunden, daß die Geschiebe zwischen den Flechtzäunen liegen bleiben und das Wasser allein zwischen denselben durchläuft. Dieser Beobachtung entsprechend wurde, unten beginnend, die Runse mit Flechtzäunen verbaut. Dieselben stehen auf Kurven, die nahezu horizontal sind, in ihrem Scheitel jedoch etwas tiefer liegen, um im Querprofil eine etwelche Erhöhung nach der Seite hin zu bewirken. Waren die Flechtzäune durch die nächsten Muhrgänge ausgefüllt, so wurden andere auf die Schuttwalze geschlagen, und so gelang es, den ganzen untern Teil der bis 25 m tiefen Runse bis zu 10 m Höhe in 6 bis 8 Lagen Feldzäune auszufüllen. War diese Auffüllung so weit fortgeschritten, daß kein Angriff der Runsenböschungen zu befürchten war, so wurde in der Mitte eine Rinne von 2,20 m Breite ausgepflastert und zu beiden Seiten derselben Flechtzäune in entgegengesetzter Richtung so geschlagen, daß übertretende Muhrgänge wieder in die gepflasterte Rinne zurückgeleitet wurden. Die letztangeführten Flechtzäune sind nur provisorisch und dienen nur zum Schutze der zwischen ihnen anzulegenden Pflanzungen. Auf diese Weise wurden 4 bis 7 Runsen, je nachdem man die Zweigrunsen hinzurechnet, ganz verbaut; einzelne sind bis 350 m lang.

Der Kostenbetrag dieser Arbeiten belief sich auf zirka Fr. 7000.—, wovon zirka Fr. 3500.— in barem Gelde bezahlt, das übrige in Frohnden geleistet wurde. Nach Vollendung der Verbauung der „großen Risi“ stellte dieselbe in ihrer Erscheinung ein mehrfach sich verzweigendes System von flach gepflasterten Rinnen dar, zwischen welchen der einst brüchige und nun gut bewachsene Hang sich vollständig ruhig verhielt.

Im Sammelkanal erstellte man späterhin noch zwei Sperren, um den Fuß dieser Schalen zu sichern.

5. Hochwasser vom 8. September 1886.

Wie in der Botschaft des Bundesrates an die eidgen. Räte vom 16. August 1887 angegeben ist, fanden am 8. September 1886 außerordentlich heftige Niederschläge im Einzugsgebiet des Niederurner Dorfbaches statt. Die größte Intensität scheinen dieselben

am Melchterli erreicht zu haben. Spuren großer Wassermengen zeigten sich auf der rechten Talseite und dürfte es mehr der Bodenbeschaffenheit beizumessen sein, daß der Flühalpbach keine bedeutenden Erosionen aufwies, während die Hänge des am Melchterli entspringenden Munalpbaches von solchen sehr stark betroffen wurden. Die Spuren dieses starken Wasserabflusses beschränkten sich übrigens nicht nur auf den Hintergrund des Tales, sondern waren auch in den äußern Teilen desselben und namentlich an den linksseitigen, vom Blankenstock und Hirzli steil abfallenden Hängen deutlich wahrzunehmen.

Die Wirkungen dieser großen Wassermengen haben sich von der Munalp weg bis in die Talsohle unterbrochen in eint oder anderer Weise geltend gemacht. Im ganzen obern Lauf fanden Ausspülungen der Bachsohle, sowie Uferabbrüche statt und wurden Geschiebe fortgeschwemmt, während beim abnehmenden Gefälle zuerst die schweren Gesteinsmassen und weiterhin die feinem Teile liegen blieben.

Dabei wurde das Dorf Niederurnen selbst, durch welches der Bach fließt, und seine Umgebung in arger Weise verschüttet und verschlammt. Auch in den obern Partien haben sich die zum Teil kolossalen Blöcke in Haufen angestaut.

6. Verbauungs- und Korrektionsprojekt.

Infolge der bedeutenden Verheerungen, welche das Hochwasser vom September 1886 anrichtete, wurde ein Verbauungs- und Korrektionsprojekt ausgearbeitet und am 22. April 1887 von der Standeskommission des Kantons Glarus dem schweizerischen Bundesrat zu Handen der eidgen. Räte eingereicht.

Dasselbe teilte sich naturgemäß in drei, bezüglich der Ortsverhältnisse und der davon abhängigen Art der Arbeiten wesentlich von einander verschiedenen Partien, nämlich in die Alppartie, in die Absturzpartie und in die Talstrecke.

Die erste reicht von der Munalp herunter bis zur Sevelenbrücke. Sie hat eine Länge von 3406 m und Gefälle von 10 bis 12 ‰. Diese mehr als die Hälfte des ganzen Bachlaufes einnehmende Strecke charakterisiert sich neben dem gleichmäßigen, nicht sehr starken Gefäll dadurch, daß der Bach hier nicht in einer tiefen Schlucht, sondern in der Sohle des Alptales liegt.

Demgemäß haben auch die projektierten Quer- und Parallelbauten nicht sehr große Abmessungen, wenn sie auch von oben nach abwärts, entsprechend dem Anwachsen des Baches, sich verstärken, und an Stelle der leichten Holzkonstruktionen der obersten Strecke, weiter unten, solche von Stein mit teilweise schon stärkeren Dimensionen aufweisen. Es beträgt die Zahl der für diese Partie projektierten Querbauten 53, ihre Gesamthöhe, einschließlich Fundament, 119,8 m, was durchschnittlich für die einzelne Sperre 2,3 m ergibt, während der durchschnittliche Abstand derselben von einander sich auf 64 m berechnet. Die Länge der Parallelbauten auf beiden Seiten ist 1819 m.

Bei dem Zusammenfluß des Flühalpbaches und des Munalpbaches war ein Querdamm vorgesehen worden, mit welchem ein Becken gebildet werden sollte, welches

bei großen Niederschlägen das von oberhalb dieser Stelle kommende Wasser eine Zeitlang aufzuhalten hatte. Diese Anlage wurde aber in der Folge nicht ausgeführt, da deren Zweckmäßigkeit zweifelhaft erschien.

Auf der ganzen ersten Partie liegt das Bachbett auf Schutt, der mit großen Blöcken durchsetzt ist. Die Verbauung hat hier den Zweck, der vertikalen und seitlichen Erosion zu begegnen und damit sowohl Verheerungen daselbst als namentlich auch das Entstehen von Geschieben nach Möglichkeit zu verhindern.

Die zweite Partie ist 1861 m lang und hat Gefälle von 20 bis 30 ‰, auf einer kurzen Strecke sogar von über 40 ‰, wie aus der Beilage Nr. III ersichtlich ist. Hier fließt der Bach in tiefer enger Schlucht. Streckenweise tritt in der Sohle Mergel zu Tage. Es soll dies seit der letzten Katastrophe der Fall sein, vor der das Bachbett mit schweren Geschieben, teilweise mit mächtigen Blöcken, welche noch jetzt auf andern Strecken die Sohle bilden, bedeckt gewesen sei. Dieser Mergel besitzt aber nicht die genügende Festigkeit, um der Wirkung des Wassers und der Geschiebe zu widerstehen; der Bach mußte sich daher bei Fortgang der naturgemäßen Entwicklung weiter in den weichen Untergrund einsenken, was sowohl das Nachstürzen der im Bachbett befindlichen Blöcke, als neuerliche seitliche Anbrüche zur Folge gehabt hätte.

Die Verbauungswerke bestehen hier, wie auf der ersten Partie, aus Quer- und Parallelbauten. Dieselben erhalten aber größere Dimensionen. Die Zahl der ersteren ist 47, ihre Gesamthöhe einschließlich der Fundamente 182 m, die durchschnittliche Höhe daher nicht ganz 4 m. Der durchschnittliche Abstand beträgt rund 40 m und die Gesamtlänge der Parallelbauten für beide Seiten 1602 m.

Bei Aufstellung der Projekte für diese beiden Abteilungen war man sich sehr wohl bewußt, daß im Laufe der Ausführung mancherlei Abänderungen, besonders infolge von Hochwassern und darauf folgender Veränderung im Bachbette notwendig werden würden, man hat aber nichtsdestoweniger in diesem Falle das Projekt mit aller Sorgfalt einstudiert, um eine tunlichst sichere Grundlage für den Bau und für die Kosten zu gewinnen.

Die dritte Partie umfaßt den Übergang zur Talstrecke und diese selbst; hier sind die Verhältnisse und die daraus sich ergebenden baulichen Aufgaben wesentlich andere, als auf den obern Strecken.

Den Übergang charakterisiert der bei km 0,400 bestehende Gefällswechsel von 18 auf 13 ‰. Hier befindet sich das letzte eigentliche Verbauungswerk und beginnt ein regelmäßiges, beidseitig bewahrtes Bachbett. Dasselbe erhielt wegen der noch immer bedeutenden Gefälle, sowohl auf der Strecke zunächst oberhalb des Auswurfkegels, als auf diesem selbst, bis zum Dorfe eine aus niedrigen Querbauten bestehende Sohlversicherung. Bei kleinerem Gefälle tritt an deren Stelle die kontinuierliche Ausmauerung der Sohle, um damit die Abfuhr der Geschiebe zu erleichtern.

Diese dritte Hauptabteilung ist 1185 m lang und die Gefälle auf derselben nehmen allmählich von 13 ‰ bis 1,8 ‰ ab.

7. Kostenvoranschlag.

Die detailliert berechneten Ansätze betragen:

1. Auf der Alppartie	Fr. 38,601. 85
2. Auf der Absturzpartie	„ 108,825. 70
3. Auf der Talpartie (Schuttkegel und Dorf)	„ 64,876. 95
4. Verbauung kleiner Seitenbäche und Unvorhergesehenes	„ 34,695. 50
5. Plankosten und Bauleitung	„ 25,000. —
6. Land- und Gebäudeentschädigung	„ 28,000. —
	<hr/>
Total	Fr. 300,000. —

8. Ausführung.

Nachdem schon im Jahre 1887 mit Ausräumungsarbeiten begonnen worden war, fand die erste Vergebung der Bauten im Jahre 1888 statt. Man arbeitete an drei Baustellen zugleich; an der Schale durch das Dorf, an der Zwischenstrecke und am Abschluß oberhalb derselben. Letzterer Bau war von besonderer Wichtigkeit, weil dadurch der wachsenden Vertiefung nach oben gesteuert und zugleich den im Bachbett befindlichen Geschiebsablagerungen ein fester Fuß gegeben wurde.

Die Schale wurde ganz aus Stein erstellt, mit 3 m Sohlenbreite, 2,70 m Höhe und halbmaligen Böschungen.

Das Zwischenstück bestand ebenfalls aus Steinböschungen mit 1,25 m hohen Sohlenversicherungen, die Felder zwischen denselben waren aber nicht gepflastert.

Die Abschlußsperre samt Vorsperre ist 10,50 m hoch, 48 m breit, mit einem Fallbett aus großen Blöcken. Die Sperre und Vorsperre sind auf Holzrost fundiert.

Im weitem Verlauf der Bauten wurde dann je nach Bedürfnis entweder auf der mittleren oder auf der obersten Strecke eifriger gebaut.

Bald zeigte sich auch die Notwendigkeit Entwässerungsarbeiten vorzunehmen, so besonders zwischen den Sperren 19 und 26 und zwar auf der rechten wie auf der linken Seite. Die Sperren samt Flügel wurden meist auf Holzrost fundiert und in Trockenmauerwerk aus großen Blöcken erstellt. Zwischen Sperre und Vorsperre wurde ein Fallbett eingelegt, welches entweder aus einem starken Steinpflaster oder aus einem Holzrost bestand, dessen Zwischenräume mit Steinausfüllung versehen wurden.

Oft konnte die Vorsperre weggelassen werden, da die Krone der unterhalb liegenden Sperre das Fundament der obern direkt schützte.

Im ganzen wurden ausgeführt:

- a) auf der obern Partie 12 Sperren, 1160 m Länge Parallelbauten und Entwässerungen;
- b) auf der zweiten Strecke 49 Sperren, 2200 m Länge Parallelbauten und Entwässerungen;
- c) auf der untern Strecke eine Abschlußsperre mit Vorsperre, 330 m laufende Meter Kanal mit Sohlenversicherungen und eine Schale von 760 m Länge.

9. Erfahrungen.

Mit der wachsenden Verminderung der Geschiebszufuhr von oben herunter erwies sich das Gefälle zwischen den einzelnen Feldern des Kanals als zu groß. Da dort eine Vertiefung der Bachsohle stattfand, war man genötigt, bis über die Hälfte des Feldes hinaus eine starke Steinpflasterung einzulegen. Nachher hat sich die Baute gut bewährt und bedarf nur ganz geringer Nachbesserungen. (Beilage Nr. IV und VI).

Dieses Vorkommnis hat zur Folge gehabt, daß man im Biltnerbache sofort eine durchgehende Pflasterung des Feldes in Aussicht nahm; desgleichen wurde auch eine etwas verschiedene Konstruktion der Sohlenbauten gewählt, wodurch die Seitenböschungen weniger vom herabkommenden Geschiebe zu leiden hatten. Dank der sorgfältigen Ausführung des Mauerwerkes der Sperren und dem großen Material, aus welchem solche erstellt wurden, ist bis jetzt keine Beschädigung ernsten Charakters vorgekommen, die Sperren haben überall gute Dienste geleistet. Nur die Fallbette haben manchenorts gelitten, nach den gemachten Erfahrungen hätten dieselben ganz gut weggelassen werden können.

Im Jahre 1899 fand dann auf der rechten Bachseite eine hoch hinaufreichende Abrutschung statt, welche zwischen den Sperren 8 und 13 das ganze Bachbett stark auffüllte und den Bachlauf auf die rechte Seite drängte, aber dort liegen blieb, ohne am umliegenden Gelände oder im Dorfe den geringsten Schaden anzurichten. (Beilage Nr. II und V). Die in Bewegung geratene Masse hatte eine Breite von zirka 200 m und eine Länge von zirka 300 bis 400 m, sowie mehrere Meter Tiefe und konnte zu zirka 60,000 bis 100,000 m³ bewertet werden. In der Mitte war die Bewegung stärker als an den Rändern. Die ausgeführten Arbeiten sind nun folgende: Zuerst wurde eine oberflächliche Entwässerung des Schlipfes an Hand genommen, der eine sorgfältige Fassung und Ableitung der sämtlichen vom obern Rande eingetretenen Wasser folgte. Hierauf wurden im Bachbett selbst über den eingeschotterten Querbauten 9 neue Sperren und 9 Vorsperren erstellt, mit durchgehenden Seitenversicherungen, so daß der Bachlauf daselbst in ununterbrochener Weise versichert wurde. Seither ist dort nichts mehr vorgekommen, die Rutschung wie auch die erfolgte Auffüllung haben sich mit Vegetation überdeckt.

Im Jahre 1900 fanden dann noch in der „großen Risi“ und im Felderenwald kleine Abrutschungen statt, ebenso im Morgenholz. An ersterer Stelle wurde eine leichtgebogene Stützmauer von 20 m Länge als Fuß der Versicherung ausgeführt, die nötigen Entwässerungen vorgenommen und aufgeforstet.

Im Felderenwald und im Morgenholz wurden bei ersterem nebst Pflasterung sorgfältige Wasserableitungen gemacht, an letzterer Stelle solche von bedeutender Länge. Seither ist nichts Schädliches eingetreten und ist das ganze Gebiet samt den Bacheinhängen wieder vollständig bewaldet.

10. Kosten der ausgeführten Bauten.

1. Alppartie	Fr. 46,511.89	
2. Absturzpattie	„ 239,422.39	
3. Talpartie		
a) Schuttkegelpartie	Fr. 126,203.19	
b) Ablagerungsplatz	„ 8,276.53	„ 134,479.72
4. Kleine Seitenbäche	„ 813.46	
5. Plankosten und Bauaufsicht	„ 35,166.64	
6. Land- und Gebäudeentschädigung	„ 31,656.—	
		<hr/>
Eigentliche Verbauung Total	Fr. 488,050.10	
Verbauung des Erdbruches im Buchwald .	Fr. 67,366.30	
Verbauung im Buchwald und in der großen		
Risi	„ 5,360.—	
Entwässerung im Morgenholz	„ 3,270.90	„ 75,997.20
		<hr/>
Total	Fr. 564,047.30	



3.

Verbauung des Lamm- und Schwandenbaches bei Brienz

Kanton Bern

1. Einzugsgebiet.

Der Lammbach und der Schwandenbach entspringen unterhalb dem Grat, welcher sich vom Briener-Rothorn (2351 Meter über Meer) zum Arnihaken (2216 m über Meer), der Hohen Gumm (2137 m über Meer) und dem Arnifirst (2208 m über Meer) hinzieht. Das Einzugsgebiet der Bäche beträgt 4,3 und 3,2 km², also für beide zusammen 7,5 km², Beilage Nr. VII und XI.

Was den Lammbach speziell anbelangt, so hatte sich vor der Katastrophe von 1896 zuoberst ein Kessel gebildet, dessen Wände mehr oder weniger steil in das eigentliche Bachgerinne herunterreichten. Dann folgte eine mit Geschieben ausgefüllte Schlucht, bis zum Schuttkegel herunter, auf welchem dann der Bach in zwei Gerinnen hinunterfloß, deren westliches auch den Schwandenbach aufnahm und in einer gepflasterten Schaafe dem Brienersee zuführte.

Der Schwandenbach fließt in seinem obern Laufe in kleinem Gerinne über felsigen Boden, in neuerer Zeit kommen unbedeutende seitliche Absetzungen nur westlich oberhalb Brunni und gegen die Giebeleggalp vor. Der Schwandenbach führt deshalb auch wenig Geschiebe. Er erhält dieselben nur aus den sogen. Brüchen, einer Seitennische, welche sich auf der Ostseite vom Brunni gebildet hat und in den Jahren 1860, 1867 und 1887 durch bedeutende Nachbrüche größer geworden ist. Im unteren Teile der Schlucht ging der Schwandenbach über großes Gerölle und von da, wie oben erwähnt, in gemeinsamer Schale mit dem Lammbach dem See zu.

2. Geologische Beschaffenheit des Einzugsgebietes.

Den Berichten von Dr. E. Kissling und Professor Dr. A. Heim ist folgendes zu entnehmen:

Wie das ganze südliche Gehänge der Rothornkette, so ist auch der im Sammelgebiet des Lammabaches gelegene Teil des Gebirges aufgebaut aus den Schichtreihen der untern Kreideformation. Entweder sind es dünnplattige, rostgelb anwitternde Kalke, oder dann schwarze, mürbe Schiefer, die im allgemeinen ein S. S. O. gerichtetes Ge-

fälle zeigen. Die Schichtflächen sind häufig durchsetzt von Spaltflächen, die das Ablösen des Gesteins in Form von kuboidischen Stücken ungemein begünstigen. Namentlich ist dies der Fall an den Wänden auf der linken Seite des Grabens, wo die Schichtenköpfe hervortreten und wo sich ausgedehnte Schutthalden am Fusse der Felswände gebildet haben. Stellenweise geht dort während der Tageszeit, besonders im Frühjahr, wenn periodisch ein Übergang zwischen Gefrieren und Auftauen stattfindet, ein eigentlicher Steinhagel nieder. Aus den Schuttmassen ragen stehengebliebene härtere Felsblöcke in Form von Rippen heraus. Aber nur einzelne erstrecken sich hinab bis in das Bett des Wildbaches, der Fuß der andern ist begraben im aufgehäuften Felsschutte.

Von der erstgenannten, ist die oberste Rippe, die unter dem Namen der „blauen Egg“ bezeichnete Stelle. Es ist diese Rippe von großer Bedeutung geworden, weil sie wie ein Riegel das Sammelgebiet des Baches nach unten abschließt und den Geschieben einen relativ nur schweren Durchgang gestattet. Diese natürliche Talsperre mag jedenfalls an die 20 m Höhe besessen haben. Das hinter der „blauen Egg“ gelegene Sammelgebiet ist von verschiedenen Wasserläufen durchschnitten, zwischen welchen schmälere oder breitere Rücken stehen geblieben sind. An einem derselben, dem sogen. „Rufisatz“ hat der Schlipf stattgefunden.

Die sogen. Schwandenfluh besteht in ihrem untern Teil aus kompakten, festen Bänken von oberjurassischem Kalkstein, welcher in steilen Wänden hält und die Ausbildung von Erosions- und Kesselschluchten ohne Nachbrechen der Wände gestattet. Der Schwandenbach stürzt unterhalb Brunni über diese Jurakalkwände hinab. Aber schon bei Brunni setzen die mergeligen, dünnbankigeren Kalk („Kieselkalk“) und Mergellager der untern Kreidebildung („Berrias“ und Neocomschichten) auf.

Diese Gesteine sind, wie dies schon beim Lammbach erwähnt wurde, brüchig, klüftig und enthalten nur selten feste Bänke. Die Grenze zwischen dem festen Jurakalk und den brüchigen und zum Teil mergeligen Kreidegesteinen fällt mit den Schichten parallel gegen Südosten immer tiefer. Der Fußweg von Brunni gegen Oberschwanden bewegt sich nahe auf der Grenze der Gesteine und hier treten in nasser Zeit eine Anzahl von Quellen über den kompakten Jurabänken aus dem klüftigen Kreidegestein hervor. Im Spätsommer stehen sie fast ab. Die Felsen linksseitig am Ausgang der Schwandenbachschlucht sind auch noch fester Jurakalk. Das Gehänge darüber gegen Durre, gegen die Brüche und Ägerti liegen in den brüchigen Kreidegebilden.

3. Geschichtliches.

Nach der Publikation von Prof. Dr. C. Schmidt in Basel „Der Murgang des Lammbaches bei Brienz“ findet sich auf den Schweizerkarten des 17. und 18. Jahrhunderts am obern Ende des Briener-Sees neben Brienz selbst eine zweite größere Ortschaft „Kienholz“ verzeichnet.

Von einer gewaltigen Katastrophe wird aus dem Jahre 1499 gemeldet. Das große Dorf Kienholz samt dem Schlosse Kien wurde damals durch eine Lammbachmure

10 m hoch mit Steinen und Schlamm überschüttet und lange Zeit bezeichneten nur dürftige Hütten die Stätte, wo es gelegen. Der Brienersee, der sich vorher bis hart an den Ballenberg erstreckt haben soll, wurde nun mehrere hundert Meter niederwärts gedrängt.

In Kienholz wurde im Jahre 1353 der Bund zwischen Bern und den vier Waldkantonen beschworen und lange Zeit blieb Kienholz der übliche Versammlungsort der Berner und der Urschweizer.

Im Jahre 1797 brachen Lamm-, Schwanden- und Glyssibach gleichzeitig aus. Mehrere Häuser von Unterschwanden mußten geräumt und nach Oberschwanden versetzt werden.

Während in frühern Zeiten die Lammbachmure häufiger gegen Osten, d. h. gegen Hofstetten sich ausleerte, wird sie gegenwärtig meist nach Westen in das Gebiet von Schwanden hinübergedrängt, jener Gemeinde, welche schon durch einen eigenen Wildbach, den Schwandenbach, und außerdem durch Bergstürze bedroht ist, so daß schon zu verschiedenen Malen, neuerdings im Jahre 1891, ein Teil des Dorfes versetzt werden mußte. In den Jahren 1874 und 1894 haben sich größere Lammbachmuren gegen Unterschwanden hin ergossen.

4. Katastrophen im Jahre 1896.

Die Entstehung des ersten Murganges wird in dem geologischen Berichte vom 22. Juni 1896 von Dr. E. Kissling folgendermaßen angegeben.

„Von der Gummenalp her zieht sich steil abwärts in das Lammachtobel eine im obern Teil bewaldete Rippe, der Rufisatz genannt. An ihrem Ende löste sich am 26. Mai 1896 (nach andern Angaben erst am 28.) eine bedeutende Masse los und rutschte in die Mulde hinter der „blauen Egg“, diese selbst zum größten Teile zudeckend.

Die Bewegung war ein Abgleiten (kein Sturz), so daß der Fuß der sich loslösenden Masse an die gegenüberliegende rechte Talwand hinaufgeschoben wurde, während die Decke samt ihrer Vegetation an den Fuß der Abbruchwand zu liegen kam. Offenbar war das Abgleiten ein allmähliches, denn von den mitgenommenen Tannen stunden noch einzelne aufrecht und waren von glatter Moospolitur umgeben, wie wenn sie noch an ihrer ursprünglichen Stelle geblieben wären. Durch den Schlipf am Beginn des Sammelkanals wurde dem Lammbach der Weg verlegt und das Wasser zu einem See gestaut. Wie nun sein Spiegel bis zur Höhe des sperrenden Schuttriegels gestiegen war, fand die Entleerung statt. Eine breite und tiefe Rinne wurde ausgerissen.

Das durch den Absturz der „blauen Egg“ bedingte starke Gefälle rief einer außerordentlich intensiven Erosionstätigkeit des mit großer Gewalt ausfließenden Wassers. Ein Stück der an der „blauen Egg“ liegenden Trümmermasse wurde weggeführt und dadurch eine große Vertiefung erzeugt.

Mit elementarer Gewalt stürzte nun der Schlamm ins Tobel des Lambbaches hinab und erzeugte dort den unheilvollen Murgang, indem der größte Teil des Materials desselben aus dem eigentlichen Sammelkessel stammt, in den der Wildbach am 31. Mai sein Bett um wenigstens 6 Meter tiefer in die Schuttmassen einschneidet. Infolgedessen sind zu steile Böschungen entstanden, die Schuttgehänge müssen daher in das Bachtobel herabgleiten, bis die normale Böschung wieder hergestellt ist.“

Nach der darauffolgenden, andauernden Regenperiode änderten sich dann die Verhältnisse im Sammelkessel in besorgniserregender Weise, worüber in einem weiteren geologischen Berichte vom 9. September 1896 nachstehendes gesagt wird:

„Der Schlipf an der „blauen Egg“ liegt zwar noch zum größten Teil festgehalten. Durch die großen Niederschläge der letzten Zeit aber wurde dort ein gutes Stück mitfortgerissen. Geradezu erstaunlich ist sodann die Erosionstätigkeit des Wildbaches in der Sohle des Tobels. Am Ausgang bei der alten Talsperre (welche in den Jahren 1872—1874 mit einem Kostenaufwande von Fr. 12,600. — zweimal erstellt worden war) von der übrigens nur noch einige Reste zu erkennen sind, hat er sich nicht weniger als 26,5 m in sein früheres Schuttbett eingeschnitten.

Durch das tiefe Einschneiden ist der Gleichgewichtszustand der beiden Schutthalden zu beiden Seiten des ganzen Sammelkanales zerstört worden. Beständig rutschen größere und kleinere Partien des Steilufers nach.

Die Bewegung greift hinauf in die oberen Partien der Gehänge. Unter donnerndem Gepolter lösen sich hie und dort ganze große Schuttmassen los, gleiten hinab ins Bachbett, versperren dem Bach seinen Weg und drängen ihn auf die andere Seite, bis er sich Platz geschafft und einen Teil des hindernden Materials als Murgang fortschafft. So wird der niedergegangene Schutt, wenn er genügend durchnäßt ist, periodisch dem Tobelausgang zugeführt und so häuft sich im Sammelkanal beständig Material zu neuen Murgängen an.“

Im letzten geologischen Berichte vom 19. September 1896 wird die fortschreitende Veränderung im Lambachtobel aufs neue konstatiert und dabei die verschiedenen Stellen angegeben, wo Felsriegel sichtbar werden und aufs neue die außerordentliche Beweglichkeit des Materials in der Sohle hervorgehoben.

5. Beschreibung des Projektes.

Auf diesen Bericht hin wurde nun beschlossen, mit der Anhandnahme der Arbeiten, welche die Sohle fixieren sollten, sofort zu beginnen und zunächst zwei Sperren im Sammelkanal beim ersten Felsriegel, sowie unterhalb an einer Stelle, wo der Fels ebenfalls zutage tritt, auszuführen.

Der ganze Bachlauf wurde außerdem aufgenommen und ein generelles Projekt ausgearbeitet.

Die leitenden Grundsätze waren hiebei folgende: Im Sammelkanal sind zuerst an denjenigen Stellen, wo der Fels zutage tritt, hohe Talsperren zu erstellen, um die Bachsohle zu heben und den beidseitig angerissenen Hängen wieder festen Fuß zu geben.

Dann sollte bei der „blauen Egg“ die dortige Ablagerung definitiv festgelegt und die steile Partie unterhalb durch eine flache Schale befestigt werden.

Nach erfolgter Hinterfüllung der Sperren beabsichtigte man Zwischensperren einzubauen, um das zu starke Gefälle noch mehr zu brechen. Endlich sollte noch auf der untersten Strecke der Versuch gemacht werden, mittelst Schindler'scher Verpfählung eine noch ausgiebigere Aufhöhung der Bachsohle zu erlangen und tunlichst viel Geschiebe zur Ablagerung zu bringen.

Oberhalb der „blauen Egg“ wurde die Verbauung der zahlreichen Seitenrunsen vorgesehen, um die Geschiebezufuhr zu vermindern.

Von der untersten Sperre abwärts wurde im dortigen Abfuhrkanal eine durchgehende Versicherung mittelst kleinen Sohleinbauten bis in den Ablagerungsplatz hinunter in Aussicht genommen.

Der Ablagerungsplatz selbst sollte durch einen starken Damm begrenzt und damit das umliegende Land vor weiterer Überführung geschützt werden. Hier würde ebenfalls durch Pfahlreihen mit Faschinengehängen nach Schindler'schem System die Leistungsfähigkeit des Ablagerungsplatzes erhöht und tunlichst viele Geschiebe zurückgehalten werden, bis die oberhalb ausgeführten Verbauungen und Aufforstungen die gewünschte Wirkung gehabt hätten.

Als unterer Abschluß des Ablagerungsplatzes war ein Überfall vorgesehen, von welchem aus eine starke, gepflasterte Schale bis zum Brienersee hinuntergehen sollte.

Im Schwandenbach waren drei größere und fünf kleinere Sperren in Aussicht genommen, sowie Eindämmungen auf dem Schuttkegel, im Anschlusse an diejenigen des Lammaches. Im ferneren war die Fassung und Ableitung der Quellen in den Brüchen projektiert, nebst Entwässerungen und Verlegung des Bachbettes.

6. Kostenvoranschläge.

Die Kostenvoranschläge für die Verbauung des Lamm- und Schwandenbaches weisen folgende Summen auf:

A. Unterste Abteilung.

Ablageplatz unterhalb der ersten Sperre und Auslauf in den See.

1. Ablageplatz (Grunderwerb, Eindämmungen, Wasserableitungen, Pfahlreihen) etc. Fr. 205,000. —
2. Abschluß des Ablagerungsplatzes und Ableitung in den See . . . „ 45,000. —
Erhöhung und Korrektion der Staatsstraße „ 13,500. —
Änderungen am Bahnkörper der Jura-Simplon-Bahn „ 52,000. —
3. Festlegen der Bachrunse „ 11,500. —

Total Abteilung A Fr. 327,000. —

B. Abteilung zwischen der I. und II. großen Sperre

(Sperre, Sohl- und Fußversicherungen in Holz, Pfahlreihen etc.) . . .	Fr. 35,000. —
Total der Abteilung B	<u>Fr. 35,000. —</u>

C. Abteilung zwischen der II. Sperre und der „blauen Egg“.

Zwei große steinerne Talsperren mit Vorsperren. Zwischensperren in Holz; Ufer- und Sohlversicherungen; Entwässerungen, provisorische Bauten etc.

Total der Abteilung C	<u>Fr. 175,000. —</u>
-----------------------	-----------------------

D. Abteilung bei der „blauen Egg“.

Befestigung der seitlichen Hänge; Herstellung einer Schale, Wasserableitung und Entwässerungen.

Total der Abteilung D	<u>Fr. 39,000. —</u>
-----------------------	----------------------

E. Bauten oberhalb der „blauen Egg“.

Verbauung der beiden größten Wasserrinnen, Entwässerungen und Verschiedenes.

Total der Abteilung E	<u>Fr. 45,000. —</u>
-----------------------	----------------------

F. Unvorhergesehenes, Administration und Bauleitung.

	<u>Fr. 109,000. —</u>
Gesamtbetrag der Bauten für den Lammbach	<u>Fr. 730,000. —</u>

Schwandenbach.

1. Drei größere Talsperren	Fr. 33,000. —
2. Fünf kleinere Talsperren	„ 15,000. —
3. Eindämmungen auf dem Schuttkegel	„ 10,000. —
4. Fassung und Ableitung der Quellen in den Brüchen	„ 6,000. —
5. Entwässerungen	„ 3,000. —
6. Verlegung des Bachbettes	„ 4,000. —
7. Unvorhergesehenes	„ 9,000. —
Gesamtbetrag der Bauten für den Schwandenbach	<u>Fr. 80,000. —</u>
Totalkostenbetrag für Lammbach und Schwandenbach	<u>Fr. 810,000. —</u>

7. Besprechung des Projektes.

Auf Wunsch der Kommissionen der eidg. Räte wurde Dr. A. Heim, Professor der Geologie am eidg. Polytechnikum, um ein Gutachten über die geologische Beschaffenheit des bezüglichen Terrainabschnittes ersucht und angefragt, ob er mit Beziehung darauf die von der Regierung von Bern laut Projekt vorgesehenen Vorkehren als zweckmäßig betrachte.

Die geologischen Verhältnisse sind nun unter 2 nach diesem Gutachten und nach demjenigen von Herrn Dr. Kissling auseinandergesetzt worden, es erübrigt nur noch die Ansicht von Professor Dr. Heim über das Projekt mitzuteilen.

Er war damit einverstanden, daß für den Lambbach kein starres Projekt aufgestellt werde und anerkannte auch die Grundprinzipien, nämlich:

1. Fixierung und möglichste Erhöhung der Sammelkanal- und Sammelgebietsrinnen.
2. Einschränkung der Ablagerung auf das schon verwüstete Gebiet oberhalb dem Dorfe Kienholz, zum Schutze von Straße und Bahn.

Bezüglich der Mittel hätte Professor Dr. Heim vorgezogen, daß kein dichter Damm (Erdmasse mit Steinkleidung) aufgeschüttet würde, sondern daß ein wasser-durchlässiges Hindernis in der Weise der Schindler'schen Faschinenstaudämme mit Pfahlreihen oder schwächeren Faschinenstauwehren an den Seiten und im Innern des Ablagerungsgebietes hergestellt würde, um die Murgänge zu lenken und sie zu zwingen, sich an beiden Flanken abzulagern, dagegen die Mitte für den spätern Bachweg zu senken. Auf diese Weise könne man leicht den Bach selbst zwingen, mit breiten Wällen von Schutt sein zugewiesenes Ablagerungsgebiet zu begrenzen.

Dann wurde noch der Vorschlag gemacht, den gegen das untere Ende des Sammelkanales zutage tretenden Felsriegel um etwa 2 m zu vertiefen, um etwas mehr Gefälle zur Ableitung der Geschiebe zu gewinnen.

Im Sammelkanal findet Prof. Dr. Heim die Anlage von hohen Sperren zweckmäßig, aber sehr schwierig, und bemerkt, daß vielleicht Sperren aus Eisenkonstruktion, nachträglich mit Mauerwerk oder Beton vervollständigt, gute Dienste leisten dürften.

Er empfiehlt warm die Erprobung des Schindler'schen Systems (durchlässige Wehre und Pfahlreihen) und hofft damit nach und nach höhere Auflandungen zu erhalten als durch Sperren.

Endlich regt er auch noch den Gedanken an, bei der Ausführung der Sperren durch die Auflandungen hindurch kräftige Entwässerungen anzulegen, damit die Auffüllungen eine steilere Böschung annehmen und fester aufliegen, als wenn schlammhaltiger Boden zur Auflandung gebracht wird.

Einverstanden ist Prof. Dr. Heim mit der Behandlung des obern Gebietes des Lambbaches bezüglich Verbauung, besonders aber was die ausgiebigste Aufforstung dieses Abschnittes anbelangt.

Mit Bezug auf das Schwandengebiet wird noch ganz besonders eindringlich auf die drohende Gefahr eines Ägertiübergsturzes hingewiesen. In den Jahren 1840 bis 1845 habe sich zuerst oben auf dem „Ägerti“, einer Hochfläche zwischen Schwanden und Lambbach bei ca. 1150 m über Meer mitten durch die welligen Wiesen eine Spalte gebildet, welche sich immer mehr erweiterte, so daß sie jetzt eine Gesamtlänge von 700—750 m habe, mit einem Unterschied der Randhöhen von über 3 m. In den letzten Jahren habe sie sich jährlich um etwa 20 m verlängert. In den Absätzen, also an der Rückwand der Spalte, erscheine der brüchige Fels; der Spalt gehe also nicht durch Schutt, er sei eine Felsspalte.

Man habe es hier zweifelsohne mit einer sehr tiefgründigen Felsbewegung zu tun, da die oberhalb befindlichen Ställe sich nicht deformieren, sondern sich mit einem sehr großen Bodenstück als zusammenhängendes Ganzes bewegen.

Herr Prof. Dr. Heim sah die Sache als sehr gefährlich an, indem ein großer Absturz plötzlich eintreten könne, dessen Fuß möglicherweise bis 2 und 2½ km weit hinunter gelange.

Mit den als das einzig mögliche Mittel vorgeschlagenen Entwässerungen ist er einverstanden.

Unterhalb der Brücke sollten seiner Ansicht nach keine Bauten ausgeführt werden.

Es erübrigt nur noch kurz anzugeben, aus was eigentlich das vorhin erwähnte Schindler'sche Bausystem bestand:

In einem Berichte von Schindler an Prof. Dr. Heim äußert ersterer sich über die am Lambbach auszuführenden Bauten dahin, daß im Ablagerungsgebiete

1. keine, wenn auch noch so starke Werke in der Schluchtssole erstellt werden sollten, weil sie ohnehin verschwinden und ihr weiterer Nutzeffekt aufgehoben würde, und
2. daß überhaupt keine großen Kosten auf die Örtlichkeit verwendet werden sollten, da es hier mehr auf periodische Wiederholung der Werke, als auf einmalige definitive Herstellung eines Baues ankomme.

Im Ablaufkanale müsse die erosive Arbeit ebenfalls stille gestellt werden. Die Fesselung ihrer Kraft liege in der vielfachen Zerschneidung seines schlangenähnlichen Leibes. Seine Sohle müsse fixiert, erhöht und möglichst breit gemacht werden, um auch hier eine Teilung und Kraftzerpitterung des Stromes herzustellen.

Dieses Ziel werde in möglichst vollkommener Weise erreicht durch eine Anzahl (ca. 52 Stück) Pfahlriegel oder Stauwerke, welche ebensoviele Kolmatierungskurven für Aufnahme der Geschiebe bilden würden. Die erstmalige Stauung könne, angesichts der günstigen Nebenumstände vielleicht auf 3 m, mindestens aber auf 2 m berechnet werden, so daß die Füllung des jetzt vorhandenen tiefen Grabens mit einer Fassung von mehr als 100,000 m³ in kurzer Zeit vollzogen sein könnte. Die Anbringung der Stauwerke müßte eventuell in 2 oder 3 Perioden (Stufen) wiederholt werden.

Stellen des Laufes, welche besonderem Drucke und stärkerem Angriff ausgesetzt erscheinen sollten, was im oberen Teile der Fall sein könnte, müßten durch besonders angebrachte tiefe Grundpfähle speziell versichert werden.

Auf dem Schuttkegel solle durch systematische Ausnutzung der Dezentralisationsfähigkeit des Schuttkegels, mittelst regelrechtem und zielbewußtem Brechen des Hauptstromes und Ableiten seines Inhalts an diejenigen Stellen, welche sich vermöge ihrer Tieflage und ihrer Unschädlichkeit dafür eignen, möglichst viel Geschiebe zurückgehalten und jeder Gefährdung des Eigentums begegnet werden.

Am Lambbache seien gegenwärtig, soviel ohne Spezialaufnahme des Terrains beurteilt werden könne, als solche Ablagerungsstellen, die Tieflage vor dem Bergfuß unterhalb Schwanden, bis an die durch den Abfluß des Schwandenbaches notwendige Rinne zu bezeichnen. Dort müsse zur Offenhaltung dieses Abflusses, durch sachkundige

Pallisadierung ein künstlicher Ablagerungsdamm geschaffen werden zur Begrenzung des Ablagerungsplatzes auf dem Schuttkegel.

Indem noch auf baldigsten Beginn der Arbeiten, besonders zum Schutze des Dorfes Kienholz, der Straße und der Bahn hingewiesen wurde, wird bemerkt, daß das Anlegen von Pfahlstauwerken an richtiger Stelle und entsprechender Kraft mehr Sache eines genialen Instinktes und der Erfahrung, als des Studiums sei und die Benützung und Anpassung an lokale Verhältnisse, welche von Fall zu Fall entschieden werden müßten, erfordere.

Im allgemeinen könne nur gesagt werden, daß der Hauptstrom durch wenige starke Strombrecher in etliche Stränge zerlegt, d. h. zu forciertem Ausbruche gebracht werden müsse, daß diese Scheidungsobjekte sich nach unten hin vermehren und verdichten und mit zunehmender Distanzerweiterung zwischen den einzelnen Ringen sich qualitativ auch verengern müßten, um schließlich auch feines Geschiebe zurückzuhalten und abzulagern.

Der Abschluß des Ganzen bilde eine schiefe zur Ablaufstelle führende Sammelrinne (Schale) für das ausgeschiedene Wasser, welches am billigsten durch Pfahlbau hergestellt werde und die größte Solidität besitze.

Der mit dem Wasser abfließende feine Schlamm könne bei richtiger Anordnung das jetzt schuttbedeckte Kulturland wieder ertragfähig machen und einen Teil des bisherigen Schadens ersetzen.

Der erwähnte Kostenvoranschlag weist folgende Beträge auf:

<i>Oberer Lauf.</i> 5 Auflagen zu 3 m Stauhöhen, 20 m Breite = 100, 1 m zu Fr. 12. —	
Fr. 1200. —	
Somit 1550 m Totallänge auf 31 m Zwischendistanz, 50 Stück	
à Fr. 1200. —	Fr. 60,000. —
<i>Schuttkegel.</i> (Maße approximativ, weil nicht nach einer Aufnahme gemacht.)	
1100 m 1 zu Fr. 12. —	Fr. 13,200. —
Kanalisierung des Sammelwassers, Graben, Ab-	
leitung etc.	„ 5,000. —
Nivellierungspfähle	„ 2,000. —
	Fr. 20,200. —
Unvorhergesehenes ca.	„ 19,800. —
	Total <u>Fr. 100,000. —</u>

8. Forstliche Verhältnisse.

Von dem ganzen Gebiet des Lambbaches, ohne Schuttkegel auf 2,82 km² gewertet, sind kaum 5% bewaldet.

Der oberste Teil des Sammelgebietes umfaßt die Alp Giebelegg, die in steter Verwilderung begriffen ist, weil durch Abholzung, durch stetes unvernünftiges Wildheuen und durch allzu starken Weidgang der Ruin derselben heraufbeschworen wird.

Einen weitem kleinern Teil des Sammelgebietes des Lambbaches bildet die Alp Gummen, der größte Teil liegt im Einzugsgebiet des Eistlenbaches.

Die Alp Giebelegg hat höchstens 8 Hektaren Wald, die Alp Gummen etwa 15 Hektaren, erstere befindet sich im untersten Teile auf einer Höhe von 12—1400 m.

Die forstlichen Organe des Kantons Bern beantragten nun:

1. Der Staat Bern solle die Alp Giebelegg auf dem Wege der Expropriation erwerben. Dieselbe würde dann aufgeforstet, die Wirkung großer, bewaldeter Flächen würde nicht ausbleiben.

2. Die Pflege und der Schutz der bestehenden und der zu schaffenden Waldungen sei einer speziellen Aufsicht zu unterstellen.

9. Aufforstungsprojekte.

Den Berichten des eidg. Oberforstinspektorates ist folgendes zu entnehmen:

Im Lambbachgebiete sind den Terrainverhältnissen entsprechend zwei Abschnitte zu unterscheiden:

Eine untere Abteilung, welche die in der Hauptsache mehr oder minder verrüften Einhänge der Lambbachrunse umfaßt und eine obere, die sich aufwärts bis an den Grat, welcher die Grenze gegen den Kanton Unterwalden ob dem Wald bildet, erstreckt.

Die in Bestand zu bringende produktive Fläche beträgt 132 Hektaren, die Kosten sind veranschlagt:

für die Aufforstung zu	Fr. 82,000. —
für den Verbau	„ 138,000. —
Total	<u>Fr. 220,000. —</u>

Die unterste Abteilung mit ca. 72 Hektaren produktiver Fläche soll mit 670,000 Pflanzen, davon 600,000 Erlen aufgeforstet werden. Von einer Befestigung der Rutschhalden durch Flechtzäune wird abgesehen, dagegen sind die nassen Stellen zu entwässern und die steilsten Partien der Einhänge durch Graspflanzung zu ruhigen. Auch sollen manche Runsen durch kleine Einbauten gegen weitere Vertiefungen geschützt werden.

Besondere Bedeutung kommt der Anlage eines ausreichenden Wegnetzes zu, indem ohne solches bei der großen Steilheit und Unzugänglichkeit der Rutschhalden, von einer rationellen Durchführung der Arbeiten keine Rede sein könne. Zu diesen verschiedenen Zwecken werden folgende Kostenbeträge in Aussicht genommen:

Kulturen	Fr. 38,000. —
Entwässerung und Berasung	„ 4,000. —
Runsenverbau	„ 8,000. —
Weganlagen	„ 3,000. —
Total	<u>Fr. 53,000. —</u>

In der obern Abteilung von 60 Hektaren Ausdehnung bestehe die große Schwierigkeit in der fast überall drohenden Lawinengefahr. Da weder Holz für Pfahlreihen, noch geeignetes Material zu Schneemauern vorhanden ist, beabsichtigt man solche je nach Beschaffenheit des Terrains durch Erdterrassen oder Felsterrassen von ca. 1 m Breite zu ersetzen, die auf durchschnittlich 3 m Vertikalabstand anzulegen sind.

Im ganzen werden 84,000 laufende Meter Erdterrassen und 17,000 l. m Felsterrassen in Aussicht genommen. Die Aufforstung soll mit 450,000 Pflanzen stattfinden, davon 90,000 Erlen und 360,000 Nadelhölzern. Unter den letztern sind die Fichten mit 160,000 und die Arven mit 100,000, die Lärchen mit 40,000, die Bergkiefern mit 20,000 und die Bergföhren mit 40,000 vertreten.

Endlich bedarf es auch in dieser Ableitung eines vollständigen Wegnetzes. Devisiert werden je 4000 l. m Haupt- und Überwege.

Sodann muß die Kulturfläche durch einen Stachelzaundraht von 1600 m Länge gegen die auf der Ostseite angrenzende Alp Gummen eingefriedigt werden.

Für die sämtlichen Arbeiten veranschlagt das Projekt die Kosten wie folgt:

Aufforstung inklusive Nachbesserungen	Fr. 33,000. —
Lawinenverbau mit Terrassen	„ 101,600. —
Weganlagen	„ 6,000. —
Einfriedigung	„ 4,800. —
Total	<u>Fr. 145,400. —</u>

Das Unvorhergesehene wird mit 6% der Verbauungskosten bemessen und für Unfallversicherung, Bauleitung etc. und verschiedene Ausgaben allgemeiner Natur im ganzen die Summe von Fr. 21,600. — angesetzt.

Für Verbauungen und Aufforstungen im Schwandenbach ist ein ähnliches Projekt ausgearbeitet worden, im Kostenbetrage von Fr. 260,000. —.

Infolge der großen Steilheit löst sich auf dem ganzen obersten Teil des Gebietes und zum Teil auch noch unterhalb der Hütten von Giebelegg alljährlich der Schnee in größeren und kleineren Grundlawinen ab, welche neben der raschen und sehr exponierten Lage für die Aufforstung das wichtigste Hindernis bilden und daher verbaut werden müssen.

Der Verbau soll auch hier, wie am Lammbach, mittelst ca. 1 m breiten Terrassen erfolgen. Wo der Boden flachgründig ist, würden diese teilweise in Fels gesprengt und die ausgebrochenen Steine zum Aufmauern der Terrassen verwendet werden. Im unteren Teil der Projektfläche, wo sich die Lawinen-Couloirs zu Runsen vertiefen, sollen Sohlenversicherungen in Form von kleinen Schwellen von Holz und Stein, Verpfählungen und Steinpackungen etc. angewendet werden. Mit Inbegriff der Nachbesserungen im Betrage von 10% sind für die Kulturen 640,000 Pflanzen vorgesehen oder 8100 per Hektare, davon sind ca. 35% Fichten, 22% Arven, 16% Erlen, 12% Lärchen, 3% Bergkiefern und 7% Weymuthskiefern, Buchen und andere Laubhölzer. Für Zugänglichmachung des Terrains werden 6000 l. m Haupt- und 8000 l. m Nebenwege vorgesehen.

Endlich ist zu bemerken, daß für Arbeiten, welche wie am Lammbach 2 bis 4 Stunden von der nächsten Ortschaft ausgeführt werden müssen, Unterkunftsräume unentbehrlich sind. Man gedenke zu diesem Zwecke einen Teil der mit den Alpgründen angekauften Ställe umzubauen. Endlich wird noch die Versicherung der Arbeiter gegen Unfall, sowie eine ständige Bauleitung vorgesehen.

Der Kostenvoranschlag setzt sich folgendermaßen zusammen:

Aufforstungen	Fr. 100,000. —
Lawinenverbauungen	„ 108,000. —
Weganlagen	„ 10,000. —
Terrainankauf	„ 20,000. —
Unfallversicherung	„ 6,000. —
Technische Vorarbeiten und Bauleitung	„ 5,000. —
Unvorhergesehenes	„ 11,000. —
Total	<u>Fr. 260,000. —</u>

Als Termin für die Vollendung der Arbeiten am Lammbach ist das Jahr 1915, für die am Schwandenbach das Jahr 1920 in Aussicht genommen.

10. Ausführung der Arbeiten.

Nach Kenntnisnahme dieser verschiedenen Gutachten ist dann das definitive Projekt von den technischen Organen des Kantons Bern unter Mitwirkung des eidg. Oberbauinspektorates und mit dessen Einverständnis aufgestellt und in den Grundzügen unverändert ausgeführt worden.

Bei dem Augenschein der Kommissionen der eidg. Räte wurden die verschiedenen Bausysteme einläßlich diskutiert. Im oberen Gebiete wurde im Prinzip festgestellt, daß die nun deutlich zutage tretenden Felsriegel dazu benutzt werden sollten, um an diesen günstigen Stellen hohe Talsperren zu bauen, durch welche das Bachbett daselbst fixiert und mit einem Male erhöht würde. Dabei wurde der Wunsch ausgesprochen, daß mit dem Schindler'schen Bausystem Versuche angestellt werden möchten, sowohl im oberen Gebiete, als auch auf dem Ablagerungsplatze.

Nach Beendigung der ersten Notarbeiten auf dem Schuttkegel und an Straßen und Eisenbahn ist dann im Spätherbste 1896 mit dem Bau der untersten Sperre am Ausgange der eigentlichen Lammbachschlucht begonnen worden. Zum Schutze derselben wurde oberhalb eine Holzsperrre aufgeführt, welche etwas Geschiebe zurückhalten und die Ausgrabung der Foundation der Hauptsperre sichern sollte.

Die Arbeiten wurden Dank günstiger Witterung kräftig gefördert und beinahe den ganzen Winter hindurch fortgesetzt. Im Frühjahr 1907 stund bereits eine starke Talsperre da, welche den Fuß des ganzen Verbauungssystems sicherte.

Im Ablaufkanale war an der Stelle, an welcher der Fels zutage trat, eine Seitenmauer rechtes Ufer erstellt worden, eine weitere Sicherung dieser Felsstufe wurde zurzeit als nicht dringlich erachtet.

Beim Ablagerungsplatz entstand nun sofort die Frage, ob derselbe auszuführen sei, und ob die Begrenzung eine durchlässige oder eine undurchlässige sein solle?

Man entschied sich für letztere, weil die Bewohner von Kienholz, die Straße und die Eisenbahn, gegen allfälliges Durchfließen von Wasser auch schon im ersten Bau stadium gesichert sein wollten. Immerhin bestand die Meinung, daß im Innern des Ablagerungsplatzes mittelst durchlässiger Zwischendämme eine mögliche Zurückhaltung der Geschiebe veranlaßt werden solle, daß das Wasser aber über einen Überfall in den See hinaus zu leiten sei.

Die Umfassungsdämme wurden sofort in Angriff genommen und tüchtig gefördert. Vorher war auch ein Versuch mit den Schindler'schen Faschinendämmen gemacht worden, welche Arbeiten vom Erfinder selbst geleitet worden waren. Die Durchführung einer vollständigen Anlage daselbst scheiterte aber an Mißverständnissen unter den Beteiligten. An der „blauen Egg“ war gleichzeitig auch eine kleine Sperre mit einem unterhalb befindlichen Stück Schale angelegt worden, um einer allfälligen Vertiefung der Abflussschwelle vorzubeugen.

Alsdann wurde am zweiten Felsriegel, der sog. „Satzegg“, eine weitere hohe Talsperre in Angriff genommen. Da der Fels nicht überall gleich widerstandsfähig war, wurde unten ein starkes Gewölbe ausgeführt und darüber erst an beide Hänge anschließend Mauerwerk erstellt. Unter Beibehaltung einer gemauerten Durchlaßöffnung wurde dann der Raum zwischen Gewölbe und Fundament und beiden Seiten mit Mörtelmauerwerk ausgefüllt.

Um eine möglichst trockene Hinterfüllung zu erhalten, wurde der Anregung von Prof. Dr. Heim entsprechend eine Drainierung hinter der Sperre erstellt und mit auf gebeugten Steinen bedeckt, so daß ein Durchfließen des Sickerwassers erfolgen konnte, bis zur vollständigen Ausbildung des Gefälles von einer Sperre zur andern.

Nach Erstellung der Sperre am 2. Felsriegel an der sog. „Satzegg“ wurde nun eine noch höhere Sperre in der „Engi“ in Angriff genommen und im Jahre 1898 zu bedeutendem Teile ausgeführt. Zwischen der ersten und zweiten Sperre sind dann auch Versuche mit Pfählen gemacht und vom Bau führer der Lammbachverbauung 28 Pfahlgürtel erstellt worden, welche aus 3 bis 4 hintereinander, schachbrettförmig angeordneten Pfahlreihen bestanden.

Nach erfolgter Ausführung fand ein außerordentlich heftiges Hochgewitter statt, welches die meisten dieser Pfahlgürtel zerstörte, die Umfassungsdämme des Ablagerungsplatzes überflutete und eine zwar glücklicherweise nur kurzdauernde Unterbrechung der Straßen- und Eisenbahnverbindung bewirkte. Die Masse des heruntergekommenen Geschiebes wurde schätzungsweise zu 172,000 m³ bestimmt.

Die Zerstörung der Pfahlgürtel ist leicht verständlich, fand doch am obern Ende der Strecke zwischen Sperre 1 und 2 eine Vertiefung von nahezu 12 m statt, die also weit unter die Spitze der längsten Pfähle reichte, und deren Wegfegen erklärt. Gegen eine so tief hinuntergreifende Zerstörung sind Bauten, welcher Art sie auch sein mögen, meist ohnmächtig; dagegen helfen nur Arbeiten, welche die Entstehung eines solchen

Murganges verunmöglichen oder wenigstens sehr stark abschwächen, also nur konsequent bis hinauf in die obern Verzweigungen ausgeführte Verbauungen, Entwässerungen und Aufforstungen.

Der Hauptunterschied der beiden in Rede stehenden Bauweisen liegt ohne Zweifel darin, daß bei der ersten durch die Erstellung der Sperren das Gefäll gebrochen und daher die Gewalt des Wassers vermindert wird, wobei diese Wirkung durch die Verbreiterung des Querprofiles und der damit verbundenen geringern Wasserhöhe im Durchflußprofile noch unterstützt wird.

Bei den Pfahlgürteln soll die Gewalt des Wassers durch Verteilung gebrochen werden, was sowohl durch die Anwendung einer größeren Zahl solcher Pfahlgürtel, als durch die hiebei erreichte Verbreiterung erzielt wird. Hingegen findet keine so bedeutende Verminderung des Gefälles statt und darin liegt die Gefahr dieses Bausystems. Kann von einem Gürtel zum andern, oder überhaupt eine tiefgehende Einsenkung der Bachsohle stattfinden, so daß dieselbe weit unter die Pfahlspitzen hinunterreicht, so widerstehen die Pfähle nicht und es tritt Zerstörung ein.

Da wo, wie beim Niederurner-Dorfbach, die in Betracht kommende Wassermenge klein und die Widerstandsfähigkeit der Einbauten (dort der Flechtzäune) in ihrer Gesamtheit groß genug ist, hat man sehr gute Resultate erzielt, was beim Lammbach, im oberen Gebiete wenigstens, in der ersten Bauperiode nicht stattfinden konnte, weil noch mit großen Murgängen zu rechnen war.

In der Alp Gummen wurde noch im gleichen Jahre eine sehr wirksame Wasserableitung erstellt und eine festere Rinne als Ablaufkanal für die ausgeführte Entwässerung benutzt.

Am *Schwandenbache* wurde nur ein Weg gebaut und Kies für die Entwässerungen oberhalb den Brüchen und im Teufenboden gerüstet.

Am Ablagerungsplatze erhöhte man die Umfassungsdämme, erstellte zwei große Traversen, welche das Wasser gegen den Überfall hin leiten sollten, und begann mit der Korrektur der Staatsstraße und dem Heben der ganzen Eisenbahnlinie.

Im dritten Baujahre 1899 vollendete man unten den Ablagerungsplatz, den Überfall und die Korrektur der Staatsstraße und der Eisenbahn.

Im oberen Gebiete beendigte man die große Engisperre, erhöhte die Sperre Nr. 1 und begann mit dem Bau der Zwischensperren. Im Schwandenbach führte man die Entwässerung des Teufenbodens durch, mittelst eines durchgehenden Stollens und Einsteigschächten. Der Erfolg dieser Arbeiten war aber nur ein mäßiger, indem nur ganz geringe stetig fließende Wasseradern in den Stollen eingeleitet werden konnten. Desgleichen wurde auch die offene Entwässerung oberhalb der Ägertispalte mittelst Zementröhren, Steinfüllungen und Schächten begonnen.

Im Jahre 1900 wurden am Ablagerungsplatz Eindämmungen längs dem Schwandenbache ausgeführt und der Damm daselbst verbreitert.

Im oberen Gebiete des Lammbaches setzte man den Bau von Zwischensperren fort und vollendete am Schwandenbach die Wasserableitung oberhalb der Ägerti-Spalte.

Im Jahre 1901 fand eine gewaltige Ablösung in den Brüchen des Schwandenbaches statt, die Schuttmassen überdeckten den obersten Teil des Ablagerungsplatzes, überschritten den Umfassungsdamm daselbst und bedeckten kleinere Teile Kulturlandes, sowohl gegen Unter- als gegen Oberschwanden hin, richteten im ganzen aber wenig Schaden an. Gegen die Wiederholung ähnlicher Vorgänge ergriff man sogleich weitere Vorsichtsmaßregeln.

So ist im Jahre 1902 der obere Teil des Ablagerungsplatzes erweitert und am Ausgang der Schlucht rechtsseits ein hoher, schiefer Sporn eingebaut worden. Die Umfassungsdämme wurden erhöht. Im Lammbache wurde eine hohe Sperre unterhalb der „blauen Egg“ ausgeführt, nebst verschiedenen Wasserableitungen.

Da die erstmals bewilligte Subvention erschöpft war, wurde eine neue im Betrage von Fr. 100,000. — bewilligt, um die angefangenen Bauten ohne Unterbrechung fortsetzen zu können.

Im Jahre 1903 wurde die Erhöhung der Eisenbahn und der Staatsstraße vollständig beendet und eine Reihe von Spornen längs dem Uferdamm, Seite Unterschwanden, erstellt. Im Lammbach wurden in den untern Partien Zwischensperren ausgeführt, am „blauen Egg“ die große Sperre gänzlich beendet und eine neue als Fuß der Schale begonnen.

Im Jahre 1904 wurde unterhalb der „blauen Egg“ die Sperre erhöht und die Schale beinahe fertig erstellt. Beilage Nr. XIV. Im weitem ist dann ein neues vollständiges Verbauungsprojekt für den Schwandenbach und den Lammbach aufgestellt worden, welches folgende Ergänzungsbauten vorsah:

A. Schwandenbach.

- a. Erstellung eines hohen starken Dammes zum Schutze der nächstliegenden Gebäude von Unterschwanden;
- b. Erhöhung der Umfassungsdämme des Ablagerungsplatzes;
- c. Verbauungen und Entwässerungen in den Brüchen, und
- d. je nach Bedürfnis Veränderung der Wege, Wasserleitungen etc.

B. Lammbach.

- a. Allmähliche, soweit tunliche Erhöhung der bestehenden Sperren;
- b. Erstellung von Zwischensperren;
- c. Ausführung von Sperren in den Runsen oberhalb der „blauen Egg“.

Der Kostenvoranschlag für diese Bauten wurde wie folgt festgesetzt:

a. Verbauungen am Schwandenbach	Fr. 278,000. —
b. Ausbau im Lammbach	„ 275,000. —
c. Verschiedenes und Unvorhergesehenes	„ 47,000. —

Total Fr. 600,000. —

Im Jahre 1905 wurde im Lammbach die Sperre Nr. 4 erhöht und der Schalenkopf bei der „blauen Egg“ samt Seitenmauern erstellt. Im Schwandenbach ist nicht gearbeitet worden.

Im Jahre 1906 führte man im Lammbach eine Zwischensperre Nr. 4a aus nebst einer Seitenschale; die Hauptarbeiten entfallen jedoch auf den Schwandenbach, wo ein großer Damm zum Schutze von Unterschwanen und Entwässerungen in den Brüchen erstellt wurden, sowie die Erhöhung der Straßenbrücke bei Unterschwanen.

In den Jahren 1907 und 1908 wurden die Schutzdämme am Ablagerungsplatze erhöht und die nach Kienholz führende Straße samt Brücke verlegt. Im fernern erhöhte man die Sperre Nr. 1, führte eine neue Zwischensperre zwischen 3 und 4 aus, auch setzte man die Bauten an der Sperre 4a fort und begann mit den Fundamenten einer Zwischensperre zwischen 2 und 3.

Im Jahre 1909 wurde im Lammbach an den Sperren 2, 2a und 2b (Beilage Nr. XII und XIII) und im Alpbögli oberhalb der „blauen Egg“ gearbeitet. Im Schwandenbach sind die Entwässerungen in den Brüchen gefördert und ist am Fuße der großen Rutschung mit den Fundamentarbeiten für eine hohe und breite Sperre begonnen worden.

Im Jahre 1910 wurde hauptsächlich im Schwandenbach gebaut. Die Versicherungsbauten in den Brüchen und die Erstellung der großen Sperre daselbst schritten tüchtig vorwärts. Am Lammbach ist an den Zwischensperren 2b, 2c und 4a gearbeitet worden.

In den Jahren 1911 und 1912 sind die Arbeiten an beiden Bächen energisch gefördert worden.

Im Schwandenbach besserte man die Leitungsschächte in den Brüchen aus und beendigte die große Sperre und eine zweite kleinere Sperre. Auf dem Ablagerungsplatz wurden die Schutzdämme erhöht.

Im Lammbach wurde die Sperre 4a vollendet, die Sperre 7 und die Abschlußdämme auf der blauen Egg erhöht und oberhalb derselben eine weitere Sperre im Abbruchgebiet angefangen.

Bei der Ausführung der Sperren wurde der Fundamentaushub derselben zuerst von Hand ausgehoben. Im weitern Verlauf der Arbeiten hat aber der Bauführer bei der Schneeschmelze das Wasser mit seiner erodierenden Wirkung zu Nutze gezogen, indem er unterhalb der Baugrube einen Kanal aushob und dann mittelst Brettern sowie hölzernen Kanälen das Wasser konzentrierte und so das zudem etwas gelockerte Material abtrieb. Dieses Verfahren hat bedeutende Kostenverminderungen zur Folge gehabt.

Günstiges Steinmaterial konnte auf der ganzen Strecke von oberhalb der blauen Egg bis zum Ablagerungsplatz von den beidseitigen Felswänden bezogen werden; bei der blauen Egg und unterhalb zuerst von der rechten, später von der linken Bachseite bei den unterhalb liegenden Sperren zumeist von letzterer.

An vielen Stellen konnten die Steine von der Bruchstelle unmittelbar zur Aufmauerung der Sperren verwendet werden, manchmal mußten aber weit oben große Minen geladen werden, welche dann eine Menge Material lieferten. Die Steine wurden auf Schlitten geladen und dann bis zu einer steilen Partie, die mit Schutt bedeckt war, heruntergeführt. Hier befand sich am Ende ein Holz, an welches der Schlitten anlieft und die Steine über die obengenannte steile Auflandung herunterwarf; am Fuß derselben wurden sie wieder auf Schlitten geladen und von dort zur Aufmauerung der Sperren verwendet.

Die Steinschlitten waren mit einem Spureisen beschlagen und liefen auf Schienen, so daß diese Gleitbahn zum Transport auf kleineren wie auf größeren Gefällen benutzt werden konnte, was bei Rollbahnen nicht möglich gewesen wäre.

Der große Vorteil dieser Vorrichtungen besteht auch in einem schnellen Auf- und Abladen. Um die Reibungen auf den Schienen und demgemäß die Abnutzung derselben zu vermindern, sowie den Beschlag der Kufen an den Schlitten zu schonen, wurden die Schienen von Zeit zu Zeit mit Öl bestrichen, was den schnellen Transport nur beförderte.

Die Kosten der Arbeiten im Lamm- und Schwandenbach belaufen sich anfangs des Jahres 1913 auf Fr. 1,388,449.50. Hievon entfallen auf den Schwandenbach Fr. 270,459.75 und auf den Lammbach Fr. 1,117,989.75.

Auf die einzelnen Bauten verteilen sich die Kosten wie folgt:

Kosten der einzelnen Bauten: (Kosten bis Ende 1913).

Überfall und Ableitung in den See (gemauerte Schale)	Fr. 175,873. 55
Ablagerungsplatz inkl. Straßen- und Bahnverlegung	„ 147,925. 35
Arbeiten auf dem Schuttkegel	„ 4,821. —
	<hr/>
	Fr. 328,619. 90

Sperre Nr. 1	Fr. 68,380. 75
„ „ 2	„ 81,508. 85
„ „ 2a	„ 26,707. —
„ „ 2b	„ 22,638. —
„ „ 2c	„ 8,236. —
„ „ 3	„ 93,622. 25
„ „ 3a	„ 32,730. —
„ „ 4	„ 44,675. 65
„ „ 4a	„ 109,229. 90
„ „ 5	„ 63,625. 25
„ „ 6	„ 8,275. 35
„ „ 7	„ 17,754. 50
„ „ 8	„ 9,305. 55
Zwischensperren	„ 83,725. 90

Total für 20 Sperren und Zwischensperren	Fr. 670,414. 95
Arbeiten an der „blauen Egg“ (Schale etc.)	„ 24,958. 85
Weganlagen, Erstellung einer Bauhütte, Brücken etc.	„ 9,964. 15
Bauaufsicht und allgemeine Kosten	„ 88,742. 90

Total Lammbach Fr. 1,122,700. 75

Verbauung des Lammaches mit Ablagerungsplatz	Fr. 1,122,700. 75
Verbauung des Schwandenbaches ohne Ablagerungsplatz	„ 287,633. 40

Gesamtkosten Fr. 1,410,334. 15

Abmessungen und Kubikinhalt der einzelnen Sperren.

Der Kubikinhalt des Mauerwerkes sämtlicher Sperren beträgt ca. 33,000 m³, wozu noch ca. 2000 m³ für Schalenbauten hinzukommen. Der Einheitspreis des Mauerwerkes inkl. Fundamentaushub ist im Mittel Fr. 18. 50, variierend von Fr. 16. 50 bis Fr. 25. 25. Die Abmessungen der bedeutendsten Sperren sind nun folgende:

Unterste Sperre Nr. 1. Obere Breite 74 m, Höhe 13 m = 3655 m³ Mauerwerk.

Satzegg-Sperre Nr. 2. Obere Breite 41 m, Höhe 16 m = 2525 m³ Mauerwerk.

Die Stufenhöhe, nämlich die Sperre mit 2 Vorsperren, beträgt 28,6.

Enge Sperre Nr. 3 Obere Breite 60 m, Höhe 28 m = 5600 m³ Mauerwerk.

Nr. 3a. 60 m obere Breite, 9 m Höhe = 3385 m³ Mauerwerk.

Nr. 4. 90 m obere Breite, 19 m Höhe = 3400 m³ Mauerwerk.

Nr. 4a. 90 m obere Breite, 19 m Höhe = 6000 m³ Mauerwerk (noch nicht vollständig beendigt).

Nr. 5. 56 m obere Breite, 17,7 m Höhe = 3050 m³ Mauerwerk.

Wirkung der Sperren.

Hinter den Sperren hat sich eine Masse von Verwitterungsmaterial abgelagert, die gemäß Profilaufnahme und Berechnung rund 350,000 m³ beträgt, oberhalb der „blauen Egg“ 150,000 m³, im ganzen also ca. 500,000 m³. Siehe Beilagen Nr. VIII, IX und X.

Die rechtsseitigen Abhänge sind im allgemeinen zur Ruhe gekommen und es haben mit Beginn der Arbeiten nur kleinere lokale Rutschungen stattgefunden; die Bachsohle hat sich stark erhöht, der ganze Bachlauf nimmt immer mehr einen stabilen Charakter an, der nur durch die von den linksseitigen Hängen herunterkommenden Abwitterungsprodukten beeinträchtigt wird.

Wirkung der Verbauung.

Auf dem Ablagerungsplatz sind ebenfalls bedeutende Geschiebmassen zur Ruhe gekommen, die Berechnung derselben ist aber sehr schwierig, weil stets gewisse Geschiebemengen durch die Schale unschädlich in den See geführt werden.

Die Eisenbahn und die Kantonsstraße von Brienz nach Meiringen sind nun geschützt, ebenso die Ortschaften Kienholz und Unterschwanen.

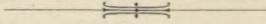
Die Bepflanzung der am Ablagerungsplatz anstoßenden Grundstücke ist wieder aufgenommen worden und schreitet in erfreulicher Weise vorwärts.

Schwandenbach.

Im Schwandenbach sind ganz zuoberst mittelst einem Stollen Wasserleitungen gemacht worden, ebenso oberhalb der sog. Ägertispalte, bei den Brüchen. Die Bewegungen daselbst haben sich bedeutend verlangsamt, ohne jedoch ganz aufzuhören, da aber am obern Ende des Ablagerungsplatzes zwei mächtige Ablenkungssperren aus-

geführt und am Fuß der Brüche zwei starke, auf Fels fundierte Sperren erstellt worden sind, so darf angenommen werden, daß auch für Unterschwanen bei partiellen Ablösungen jede Gefahr beseitigt sein dürfte.

Das Gesagte zusammenfassend, darf man für diese Verbauung wohl sagen, daß die bis jetzt ausgeführten Bauten von sehr gutem Erfolg begleitet worden seien und der umliegenden Gegend diejenige Sicherheit gewährt haben, welche mit solchen Bauten überhaupt zu bewirken ist.



4.

Verbauung und Korrektion der Gürbe

Kanton Bern

1. Einzugsgebiet.

Die Gürbe entspringt am nördlichen Abhang der Stockhornkette zwischen Nünenenstock und Gantrisch. Die verschiedenen Quellen fließen in ziemlich gefahrlosen Gräben der Alp Tschingel zu und vereinigen sich unterhalb derselben zu einem einzigen Rinnal, welches eine nordöstliche Richtung einschlagend, beidseitig zahlreiche und gefährliche Zuflüsse aufnimmt. Unter diesen ist der gefährlichste der Meierisligraben, dessen Ursprung der sogenannte „Große Bruch“ bildet, ein Schlipf, der sich vom Zigerhubel abgelöst hat und eine Länge von zirka 500 m und eine Höhe von zirka 280 m besitzt. Es ist dies eine lehmige Schutthalde, die infolge Auswaschung ihres Fußes abrutscht und deren Material durch den Meierisligraben in die Gürbe hinunterkommt.

Während im Quellgebiet die Gürbe ziemlich unverletzten Boden durchläuft und wenig Geschiebe liefert, wird dieses Gewässer weiter unten in der sogenannten Gürbeschlucht wild und unbändig, unterwühlt die Berglehnen, erzeugt links und rechts Rutschungen und ist in stetiger Vertiefung begriffen.

Bei ihrem Austritt in das Haupttal fließt die Gürbe in sehr erhöhtem Bett über einen ungeheuren Schuttkegel gegen die Forstsäge zu. Hier wird das Wildwasser von der gegenüberliegenden Halde abgewiesen und wendet sich unter bedeutender Geschiebsablagerung nach Norden, nachdem es den von Blumenstein herkommenden Fallbach aufgenommen hat.

Nun durchfließt die Gürbe oberhalb Wattenwyl ein enges Tal, welches sich gegen die Aare zu immer mehr erweitert und unterhalb Kehrsatz seinen Abschluß in einer der diesen Fluß umschließenden Terrasse findet. (Siehe die Karte Beilage Nr. XV und das Übersichtslängenprofil, Beilage Nr. XVI.)

2. Geologische Verhältnisse.

Wenn man vom Nünenenstock und Gantrisch in das Tal der Gürbe hinuntergeht, so sind die obersten Spitzen oberer Jura, dann folgt mittlerer und unterer Jura. Die Alpen Wirtneren und Nünenen bestehen aus erratischen Ablagerungen, Dolomit, Rauchwacke und Gips oder Trias. Die verschiedenen kleinen Runsen, welche die Gürbe

bilden, schneiden sich in die letztgenannten Formationen ein; nach ihrer Vereinigung in der sogenannten Gürbeschlucht treten zumeist Flysch und Flyschschutt, sowie auch hie und da erratische Ablagerungen zu Tage.

Das rasche Einschneiden in diese ungemein zu Rutschungen geneigten Bodenarten erzeugt den größten Teil der Geschiebe, welche die Gürbe so gefährlich gestalten und das unterhalb liegende Tal zu überschütten drohen.

Der Meierisligraben liegt ganz im Flysch und Flyschschutt und nimmt somit auch an der Geschiebsüberhäufung der Gürbe teil.

3. Geschichtliches.

Der untere Teil des Gürbetales, die schöne Ebene zwischen Lohnstorf und Belp, welche etwa 10,5 km lang, über 1 km breit ist und im ganzen zirka 1260 Hektaren Fläche enthält, war früher ganz versumpft; Überschwemmungen zerstörten häufig die Ernten, das ganze Tal wurde bei zunehmender Versumpfung immer ungesunder, unwegbarer, die Bevölkerung immer ärmer.

Grund der Versumpfung war, wie meist, einzig und allein der ungenügende Abfluß des Wassers. Die Gürbe hatte langsam ihr Bett erhöht, so daß dasselbe höher als das umliegende Gelände war, es entstanden seitwärts Durchsickerungen, auch fanden häufige Überschwemmungen statt. Das einzige Mittel, diesem traurigen Zustand ein Ende zu machen, bestand in der rationellen Korrektur des ganzen Bachlaufes.

Die durch viele Katastrophen geschädigten Bewohner des Gürbetales sahen sich veranlaßt, Ende der Jahre 1840 und zu Anfang der Jahre 1850 bei den Staatsbehörden vorstellig zu werden. Dieselben wurden aufgefordert, die nötigen technischen Erhebungen vornehmen zu lassen, insbesondere betonte eine Petition der Gemeinden Kaufdorf, Gelterfingen, Thurnen, Lohnstorf, Burgistein etc. im Jahre 1854:

„Damit die Gürbe nicht wie bisher eine Masse Geschiebe anerschwemmen „könne, sollte dafür gesorgt werden, daß solches durch Querschwellen im Gebirge „so viel als möglich zurückgehalten werde.“

In dieser Eingabe wurde als Hauptübel die außerordentliche Geschiebsführung der Gürbe erwähnt. Die rasch zunehmende Vertiefung der Bachsohle in dem schlechten Terrain von Hohly aufwärts in der Gürbe selbst, die sich steigernde Zufuhr aus dem großen Schlipf am Zigerhubel, welche den Meierisligraben zu einer gefährlichen Runse machte, bildeten wirklich die größte Gefahr für das umliegende Gelände.

Der Schuttkegel des Baches wuchs immer mehr empor und damit nahm auch die Möglichkeit eines Ausbruches gegen Blumenstein oder Wattenwyl hin zu.

Die technischen Erhebungen bewiesen aufs deutlichste, daß nur eine durchgreifende, rationelle Korrektur und Verbauung nach dem Prinzip: „Zurückhaltung der Geschiebe im Gebirge, Vermehrung des Wasserabflusses nach der Aare“ dem Übel nachhaltig abhelfen könne. Ferner wurde auch darauf hingewiesen, daß die aufzuwendenden Kosten im richtigen Verhältnis zu dem zu erzielenden Mehrwerte der betreffenden Ländereien stehen dürften. Die Regierung des Kantons Bern legte ein Gesetz betreffend die Korrektur

der Gürbe vor, welches unterm 24. Dezember 1854 vom Großen Rate genehmigt wurde. Hiernach leistete der Staat einen Beitrag von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}$ an die Kosten von Korrektion und Verbauung und übernahm die Gesamtauslagen für technische Vorarbeiten und Bauleitung. Die technischen Vorarbeiten wurden mit aller Energie betrieben, so daß schon im Jahre 1855 mit dem Bau begonnen werden konnte.

Das Korrektionsprojekt wurde in folgende drei Sektionen geteilt:

I. Sektion: von der Ausmündung der Gürbe in die Aare bis Belp; Länge 5340 m, Gefälle 1,5 bis 2,5 ‰.

II. Sektion: von Belp bis Wattenwyl; Länge 11,000 m, Gefälle im Mittel 3,4 ‰.

III. Sektion: Gürbe im Gebirge zwischen Wattenwyl und dem Quellengebiet: Länge 11,400 m, Gefälle 1 bis 20 ‰.

Auf Ende 1860 waren die Bauten in der ersten Sektion der Hauptsache nach vollendet und bestanden in einem Hauptkanal von 5100 m Länge mit 7,5 m Sohlenbreite, anderthalbmöglichen Böschungen, in Hochwasserdämme mit Hintergräben und in einer Anlage von 7 Seitenkanälen zur raschen Abführung des Grundwassers. Auch wurde die Ausmündung der Gürbe in die Aare in rationeller Weise korrigiert. Die Kosten erreichten die Summe von Fr. 319,000. —.

Die Arbeiten der zweiten Sektion dauerten von 1861 bis 1865. Sie bestanden in der Anlage eines Hauptkanales mit einer durchschnittlichen Sohlenbreite von 6 m, zweimaliger Böschung und einem Gefälle von 1 bis 5 ‰. Bei den Gefällsbrüchen wurden Überfälle, sowie zur Aufnahme vieler Seitenbäche und zur raschen Abführung des Grundwassers eine Menge größerer und kleinerer Kanäle erstellt. Die Ausführungskosten beliefen sich auf Fr. 860,000. —. Gleichzeitig mit den Korrektionsarbeiten in der ersten und zweiten Sektion wurden 1858 die Verbauungen im Gebirge in Angriff genommen. Plangemäß sollten 34 steinerne Talsperren von 3 bis 9 m Höhe erstellt und eine schalenförmige Ausräumung auf dem Schuttkegel, sowie die Entwässerung der Hänge, die Verflechtung der Rutschhalden und die Wiederaufforstung des Quellengebietes vorgenommen werden. Die Kosten waren auf Fr. 180,000. — devisiert.

Die Ausführung konnte verschiedener Verhältnisse wegen nur langsam von statten gehen, doch wurden die Arbeiten beharrlich fortgesetzt und jedes Jahr einige Sperren gebaut. Bis zum Jahr 1881 waren bereits 74 Talsperren in der Gürbeschlucht und 6 im Kaltbachgraben erstellt worden. Im Meierisligraben wurden 32 meist hölzerne Querbauten als Sohlversicherung ausgeführt. Die Mehrzahl derselben mußten jedoch im Sommer 1866 der Gewalt der Elemente weichen. Zwischen der Einmündung des Meierisligrabens und der Spitze des Schuttkegels im Hohli waren 14 kleine Talsperren erstellt worden, dieselben wurden während jener Katastrophe von einer mächtigen Schuttlawine überdeckt, legten diese aber fest und retteten so das tiefer liegende Bachgebiet.

Die Kosten sämtlicher Arbeiten beliefen sich auf Fr. 150,000. —. Ungeachtet der bedeutenden Zahl der seit Jahren in der Gürbeschlucht ausgeführten hölzernen und steinernen Sperren hatte sich die Geschiebsführung dieses Baches nur unmerklich vermindert. Dieselbe war immer noch so groß, daß der in der Talsohle liegende Gürbe-kanal bedroht war binnen kurzer Zeit wieder zugeschüttet zu werden.

Die außerordentlichen Hochwasser im September 1881 wälzten nun eine solche Schuttmasse aus der Gürbeschlucht in den Kanal, daß derselbe die abzuführende Wassermenge nicht mehr zu fassen vermochte und an vielen Stellen Überflutungen stattfanden. Auch waren die Dörfer Blumenstein und Wattenwyl in Gefahr durch einen Ausbruch der Gürbe auf dem Schuttkegel, zwischen Hohly und der Blumensteinerbrücke, überschüttet und zerstört zu werden.

Neue Arbeiten wurden zur nachweisbaren Notwendigkeit. Es wurde ein neues Projekt aufgestellt, nach welchem die Gürbe zwischen Lohnstorf und der Forstsäge oberhalb Wattenwyl, sowie das Bachbett auf dem Schuttkegel korrigiert, der kleine Ablagerungsplatz bei Lohnstorf wieder hergestellt, respektive ausgeräumt, und der große Kiesablageungsplatz oberhalb der Forstsäge erweitert und daselbst wie auch im Gebirge verschiedene Verbauungsarbeiten vorgenommen werden sollten. Die daherigen Kosten waren zu Fr. 160,000.— veranschlagt. In diesem Stadium der Arbeiten wurde nun vonseiten des Kantons Bern zum erstenmal die Hilfe des Bundes in Anspruch genommen. Der Bundesrat bewilligte im Jahre 1881 an die Ausführung der dringlichen Bauten einen Beitrag von Fr. 50,000.—.

Hiebei wurde aber das Projekt in der Weise abgeändert, daß das Hauptgewicht auf die Geschiebszurückhaltung gelegt wurde. Arbeiten zwischen Hohly und Meierisligaben wurden vorgesehen, Bachbeträumungen und Querbauten zwischen Hohly und Blumensteinbrücke in Aussicht genommen und die Erhöhung der Umfassungsdämme sowie des Überfalles beim großen Ablagerungsplatz oberhalb der Forstsäge projektiert. Der Kostenvoranschlag wurde auf Fr. 122,500.— reduziert, später aber wieder auf Fr. 150,000.— erhöht, behufs Verbesserung des Bausystems zwischen Hohly und Blumensteinbrücke, indem dort regelmäßige Hochwasserdämme mit Steinverkleidung ausgeführt werden sollten. Diese Arbeiten wurden nun in den Jahren 1881 bis 1892 erstellt.

Aber auch jetzt noch war der Erfolg ein bescheidener zu nennen. Wohl hatte die Geschiebsführung etwas abgenommen, aber nicht genug, man erkannte, daß man noch energischer vorgehen und das schon Eingangs erwähnte Bauprogramm in seiner ganzen Ausdehnung und vollständig zur Ausführung bringen müsse.

4. Beschreibung des neuen Projektes.

Das sorgfältig einstudierte neue Projekt umfaßte nun folgende Arbeiten:

I a. Profilerweiterungen des Kanals zwischen Lohnstorf und Belp, Voranschlag	Fr. 242,000.—
I b. Korrektion zwischen Pfandersmatt und Forstsäge	„ 165,000.—
II. Erweiterung des Ablagerungsplatzes zwischen Wattenwyl und Blumenstein	„ 107,000.—
III. Verbauung im Gebirge (Talsperren, Entwässerungen, Verflechtungen etc.)	„ 234,000.—
	<u>Total Fr. 748,000.—</u>

Hiezu sollte noch ein Projekt für Aufforstungen im oberen Einzugsgebiete von Gürbe und Meierisligaben kommen.

Abteilung I a: Pfandersmatt-Belp. Länge 10,5 km.

In der Voraussetzung, daß durch die Bauten im Gebirge und auf den Ablagerungsplätzen oberhalb der Forstsäge und in Lohnstorf nur wenig Geschiebe mehr in den unterhalb befindlichen Kanal heruntergelangen, wurden die Profile so bestimmt, daß keine Überflutungen mehr vorkommen können.

Die Maximalwassermenge wurde zu 85 bis 90 m³ in der Sekunde angenommen, nach einer Eingabe von Ingenieur Lauterburg, früherem Chef des eidg. hydrometrischen Bureaus, welcher sich speziell mit der Gürbe befaßt hatte. Es macht dies, bei einem Einzugsgebiete in Belp von zirka 114 km², 0,75 bis 0,79 m³ pro km² und Sekunde.

Für Wassertiefen von 2 bis 2,5 m betragen die Sohlbreiten: 8,4 m von Lohnstorf bis Mühlethurnenbrücke; 9,4 m von Mühlethurnen bis Kirchthurnenbrücke; 10,1 bis 11,9 m von letzterer bis Belp bei Gefällen von 4,7 und 4,3 ‰, sowie 3,4 bis 1,6 ‰. Die bestehenden Überfälle wurden belassen und die Sohlenlage zwischen denselben durch Vertiefung ausgeglichen.

Beim Überfalle vor dem Einlaufe des Fabrikkanales in Belp war vorgesehen die Schleuseneinrichtungen zu verbessern, um schädliche Rückstauungen zu vermeiden.

Der Kostenvoranschlag für die Abteilung I a belief sich auf Fr. 23.05 per laufenden Meter Kanal.

Abteilung I b: Pfandersmatt-Forstsäge. Länge 3900 m.

Das alte Bachbett sollte so viel als möglich beibehalten und nur die schärfsten Krümmungen gemildert werden, indem das vorhandene Gefäll mit 11 bis 13 ‰ zu stark erschien und daher noch durch Überfälle auf die Hälfte reduziert werden sollte.

Die Sohlbreite wurde zu 11 m angenommen, die Böschungen ein- und einhalbmäßig. Von Wattenwyl aufwärts zur Forstsäge erweiterte man die Sohle auf 15 m, zu oberst sogar bis auf 34 m, auch wurde durch Überfälle das Gefäll tunlichst herabgemindert, um das noch vom großen Ablagerungsplatz herunterkommende feinere Geschiebe zur Ablagerung zu bringen.

Als Uferversicherungen war eine Senkfaschine als Grundbau, darüber Steinverkleidung und zu oberst Rasenandeckung vorgesehen. Der Kostenvoranschlag betrug für die Strecke Pfandersmatt bis Wattenwyl Fr. 90,000. — oder Fr. 37.50 per Laufmeter und für diejenige von Wattenwyl bis Forstsäge Fr. 75,000. — oder Fr. 50. — per Laufmeter, im Mittel somit Fr. 42.30 per Laufmeter korrigierten Baches.

Abteilung II: Ablagerungsplatz zwischen Blumensteinbrücke und Forstsäge.

Behufs Zurückhaltung des vom obern Gebiet herkommenden Geschiebes sollten die beiden Abstürze zu unterst am gegenwärtigen Überfalle erhöht und in Mauerwerk umgebaut werden; ebenso waren die beidseitigen Umfassungsdämme zu erhöhen und mit kleinen Traversen (Sporren) zu versehen. Diese Arbeiten waren zu Fr. 107,000. — veranschlagt.

Abteilung III: Bauten im Gebirge.

A. Von der Blumensteinbrücke bis zum Hohly; Länge 1700 m.

Auf dieser Strecke waren bereits beidseitige Eindämmungen erstellt worden, es handelte sich nur darum, auf der rechten Seite ein neues Stück von 180 m Länge auszuführen, um eine Ausbruchsstelle gegen Blumenstein hin zu verbauen. Die betreffenden Kosten waren zu Fr. 22,000. — veranschlagt.

B. Strecke von oberhalb dem Hohly bis zum Zusammenfluß der Gürbe mit dem Meierisligaben; Länge 4500 m.

Um die Geschiebsbildung und Geschiebeabfuhr tunlichst zu vermeiden, wurden hier zahlreiche Querbauten projektiert.

Da in der zu verbauenden Schlucht festes Gestein in ziemlich großen und harten Blöcken vorkommt, so nahm man als Regel Steinbau an und nur bei mangelndem Steinmaterial sollte Holzbau oder gemischter Bau aus Holz und Stein zur Ausführung gelangen. Das Holz sollte möglichst geschont werden, um die beidseitigen Lehnen nicht noch mehr zu entwalden.

Zwischen Hohly und Meierisligaben waren, wie schon früher erwähnt, 15 Sperren erstellt worden, wozu noch eine neue beim Weyermoos hinzugekommen war. Es bestand nun die Absicht die alten Sperren zu befestigen und zu erhöhen und 5 neue hinzuzufügen. Im Meierisligaben sollten ebenfalls Sperren und zwar in gemischter Bauweise, in Holz und Stein, ausgeführt werden. Zwischen der Einmündung des Meierisligabens und dem Graben waren 26 Sperren vorgesehen, dazu noch Flügelmauern und Längswuhre. Durch Anlage von Entwässerungen und Sickerschlitzen sollte der Beruhigung des Geländes nachgeholfen werden. In den Seitengräben waren Verbauungen mit kleinen hölzernen Sperren in Aussicht genommen. Mit Bauléitung und Unvorhergesehenes waren die Kosten zu Fr. 212,000. — devisiert.

Wie schon öfters betont, wurde bei dem angegebenen Projekte das Hauptgewicht auf die Verbauung im oberen Gebiete gelegt, wobei es dringend geboten erschien, der früheren Mißerfolge wegen, die Sperren gruppenweise auszuführen, damit die eine die andere unterstütze.

Der seitlichen Versicherung und Entwässerung der Hänge sollte alle Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Es bleibt nun noch übrig, eines Umstandes zu erwähnen. Es wird vielleicht auffallen, warum man die Korrektion resp. die Verbreiterung des Gürbekanales nicht bis zur Einmündung in die Aare, als dem natürlichen Endpunkte der ganzen Korrektion in Aussicht genommen hat.

Die Frage ist dahin zu beantworten, daß der unterste Teil der Korrektion von Geschiebsanschoppungen nicht zu leiden hatte, sondern nur vom Rückstau der Aare. Da nun infolge der Korrektion der Aare, von der Elfenau bis Bern, eine Vertiefung des Flußbettes zu erwarten war, so wollte man zuerst das Ergebnis dieser Bauten abwarten, ehe man am Zustand der Gürbe etwas veränderte.

5. Forstliche Verhältnisse.

Der Bericht des eidgen. Oberforstinspektorates wies darauf hin, daß im obern Teil der Gürbe die Gemeinden Wattenwyl und Blumenstein, sowie die Korporation der sogenannten acht Gemeinden, ein sehr ausgedehntes Waldareal besitzen, das nur der Ergänzung durch Aufforstung der vorkommenden Blößen bedürfe.

Oberhalb dieses die ganze Talseite bis zu einer Höhe von 1300 bis 1400 m bekleidenden ausgedehnten Waldgürtels, breitet sich ein weiter, abgeschlossener Kessel, das eigentliche Sammelgebiet der Gürbe aus. Dieses ganze Gebiet wird hauptsächlich als Alpweide benutzt.

Der untere, im allgemeinen nur mäßig stark geneigte Teil dieser Alpen ist teilweise mit zerstreut stehendem oder in größeren oder kleineren Forsten vereinigt Holzwuchse bedeckt und besitzt den Charakter bestockter Weiden.

Leider aber ist diese Bestockung stark im Zurückgehen begriffen, da der während des ganzen Sommers erscheinende Nadelholzjungwuchs beseitigt wird. Dazu kommt im fernern noch eine ziemlich bedeutende, ganz willkürlich vollzogene Holznutzung, sowie die Ausübung der Ziegenweide, welche hier zum großen Nachteil für die Waldverjüngung gestattet wird.

Mit zunehmender Höhe tritt daher der Holzwuchs immer spärlicher auf, bis er endlich schon wenig über 1600 m fast ganz verschwindet, während doch vereinzelt Fichten noch hinauf bis gegen 1900 m Meereshöhe vorkommen. Diese obersten kahlen Einhänge des Sammelgebietes der Gürbe und ihrer beiden ersten Zuflüsse, des Wirtnerenbaches und des Ausbaches, besitzen aber infolge größerer Solidität des grundbildenden Gesteins auch eine viel größere Steilheit als die tiefern Partien. An manchen Stellen ist zudem infolge von Wind und Hagelwetter, vielleicht auch wegen der hier stattfindenden Schafweide, die schützende Rasendecke verschwunden. Bei jedem Hagelwetter fließt daher das Wasser mit großer Geschwindigkeit von den kahlen Hängen ab, führt Erde und Schlamm mit sich und sammelt sich unten im Tobel in kürzester Zeit zu einem unbändigen Wildbache.

Vorschläge zur Verbesserung des forstlichen Zustandes.

Der Bericht betont ferner, daß in jener obersten Region, soweit das Aufkommen von Wald noch erwartet werden dürfe, der Ort sei, wo Neuaufforstungen zum Zwecke der Regulierung des Wasserabflusses vorzunehmen seien. Tiefer unten in der Waldregion wären nur die vorkommenden Lücken und Blößen wieder zu bestocken und die schon bestehenden Bestände kräftig und widerstandsfähig zu erhalten.

Im obersten Gebiete wäre daher zu allererst eine Ausscheidung von Wald und Weide vorzunehmen und bei den zu Wald umzuwandelnden Partien das Wachstum des natürlich erscheinenden Jungholzes zu fördern, eventuell einzelne Stellen neu aufzuforsten.

Auf der Gurnigelalp sollten 25 ha, auf der Nünenenalp 68 ha und auf der Wirtnerenalp 25 ha, zusammen 118 ha, neu aufgeforstet werden, welche Fläche infolge Übereinkommen dann auf 100 ha festgesetzt wurde.

6. Ausführung der Arbeiten.

Im Jahre 1893 wurde nun mit der Ausführung der Arbeiten des neuen Projektes begonnen. Die Reihenfolge derselben war zum voraus durch den Umstand bestimmt, daß zu allererst den Dörfern Wattenwyl und Blumenstein vermehrte Sicherheit gegeben, aber auch der Erhaltung der vorhandenen Werke alle Aufmerksamkeit geschenkt werden mußte.

Demgemäß wurde zuerst die Strecke Ablagerungsplatz Forstsäge bis Wattenwylbrücke in Angriff genommen, um dort eine zusammenhängende Bewehrung zu erstellen, die aus Sinkwalzen von 0,60 m Durchmesser mit darauf gestellten Steinverkleidungen der Ufer, und aus 17 Überfällen bestand. Die Steinverkleidung wurde in Trockenmauerwerk ausgeführt, in den Konkaven aber mit Zementmörtel ausgefugt, die Böschungen hatten eine Neigung von 45° und waren unterhalb der Überfälle steiler gehalten.

Die Überfälle wurden in Beton erstellt, oben mit Holz abgedeckt und mit Eisenbändern oder Schienen gestützt.

Das außerordentliche Hochwasser vom 17. Juni 1897 verursachte an den in voller Ausführung begriffenen Bauten, ungeachtet energischer Schutzarbeit während desselben, bedeutenden Schaden, später aber erlitten die Bauten, bei nahezu gleich starken Hochwassern, nach beinahe fertiger Arbeit, keine wesentlichen Schäden mehr.

Der Ablagerungsplatz bei der Forstsäge wurde durch Erhöhung der beidseitigen Dämme und Ausführung einer großen Abschlußmauer aus Beton und Pfahlfundation, deren Krone mit Holz und Eisen abgedeckt wurde, bedeutend verstärkt.

Von unterhalb der Brücke von Wattenwyl bis oberhalb der Gauglerenmühle wurde noch eine zusammenhängende Strecke von zirka 550 m Länge mit zwei Überfällen erstellt, so daß damit nun die unmittelbare Überschwemmungsgefahr für Wattenwyl, Stockeren und Mettlen beseitigt war.

Während bei den Überfällen oberhalb Wattenwyl keine Verbreiterung unterhalb der Abstürze ausgeführt worden war, fand dies, den seither gemachten Erfahrungen entsprechend, unterhalb der Brücke statt, je weiter flußabwärts desto vollkommener. Es hat sich diese Bauart bestens bewährt, da bei genügender Verbreiterung (2 bis 3 m z. B.) keine Unterspülung der Seitenmauern mehr stattfand, sondern im Gegenteil eine Auflandung sichtbar wurde.

Im Tale selbst wurde der Lohnstorfer Kiesfang ausgebaut und mit Überfällen versehen. Der Gürbekanal erhielt die projektsgemäße Verbreiterung von der Kirchenthurner Brücke bis zur Schleuse der Bay'schen Tuchfabrik, so daß auch hier die Überschwemmungsgefahr behoben war.

Ein Hauptaugenmerk wurde aber auf die Verbauung der Gürbe und des Meierisligrabens gerichtet.

Zwischen der Blumensteinbrücke und dem Hohly wurden 15 Sohlversicherungen ausgeführt und auf dem rechten und linken Ufer die Hochwasserdämme aufwärts fortgesetzt.

Bei den Sohlversicherungen wurden die beidseitigen Flügel derart erstellt, daß eine Regulierung des Bachlaufes und ein Zusammendrängen der Strömung gegen die Bachmitte erzielt wurde.

Auf der Strecke Hohly-Zusammenlauf mit dem Meierisligraben wurden Zwischen-
sperrern eingelegt, welche nach dem Hochwasser von 1897 entweder ganz oder doch
in den zwei obersten Schichten in Mörtelmauerwerk ausgeführt wurden.

Es konnte nämlich überzeugend wahrgenommen werden, daß das in der Gürbe
noch vorhandene Steinmaterial von zu geringen Dimensionen sei, als daß es, als Trocken-
mauerwerk verwendet, bei den höchsten Hochwassern der großen Wassergeschwindigkeit
und dem Anprall herunterkommenden Holzes noch genügend Widerstand leisten könne.
Demgemäß wurden von nun an sämtliche steinerne Sperrern samt Flügelmauern in
Mörtelmauerwerk erstellt.

Bei gleichem Anlasse wurde noch die Erfahrung gemacht, daß eine kontinuierliche
Versicherung von Sohle und Seiten mittelst schalenförmiger, hölzerner Einbauten in
der unmittelbar oberhalb dem Zusammenfluß mit dem Meierisligraben gelegenen
Strecke nicht zweckmäßig sei. Das sich aufstauende Wasser überflutete die Sperrern
samt dem zwischenliegenden Gerinne und durchbrach die hölzernen Sperrern, wobei
Hölzer von 25 bis 30 cm Dicke geknickt und bis unterhalb des Ablagerungsplatzes
geführt wurden. Dasselbst verursachten sie Breschen durch Stöße gegen die Steinver-
kleidungen.

Sofort nach dem Hochwasser ging man an die Wiederherstellung der Bauten.
Zwischen Hohly und Zusammenfluß mit dem Meierisligraben setzte man neue Sperrern
ein und begann mit der planmäßigen Verbauung der am meisten verwüsteten Strecke
oberhalb dem Meierisligraben. Dasselbst wurden tunlichst breite hölzerne Sperrern aus-
geführt, da kein Steinmaterial mehr zur Verfügung stand.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Entwässerung der beidseitigen Hänge gelegt.
Es wurden bis 4 m tiefe mit Faschinen und Steinen versehene Gräben gezogen. Das
oberflächliche Wasser wurde mittelst Schalen aus Holz und Stein abgeleitet.

Im Jahre 1900 war nun der letzte Kredit erschöpft; man mußte ein neues Er-
gänzungsprojekt aufstellen und um Bewilligung weiterer Summen nachsuchen. Der
neue Kostenvoranschlag sah demgemäß folgende Arbeiten vor:

I. Bauten im Gebirge.

a) Oberste Quellbäche der Gürbe	Fr. 70,000.—
b) Quellgebiet Meierisligraben	„ 166,000.—
c) Meierisligraben-Hohly	„ 32,000.—
d) Hohly-Blumensteinbrücke	„ 68,500.—
e) Ablagerungsplatz	„ 25,000.—
	<hr/>
Total	Fr. 361,500.—

II. Bauten im Tale.

a) Wattenwyl-Pfandersmatt	Fr. 145,000.—
b) Pfandersmatt-Lohnstorf	„ 73,000.—
c) Lohnstorf-Kaufdoribrücke	„ 243,000.—
	<hr/>
Total	Fr. 461,000.—
Gesamtbetrag	<u>Fr. 822,500.—</u>

Bei diesem zweiten Projekte hatte man zuerst auch die Arbeiten am untersten Teile der Gürbe (Scheuermatt Belp-Aare) mit aufgenommen, ebenso auch die Verbauung der Zuflüsse der Gürbe; schreckte jedoch von einer zu bedeutenden Kostensumme zurück und verschob die Ausführung dieser Arbeiten auf einen spätern Zeitpunkt.

Sofort nach Bewilligung der neuen Kredite wurde mit Energie an die Weiterführung der Arbeiten geschritten.

Die Haupttätigkeit wurde auf die Verbauung im Gebirge, besonders auf die Ausführung von Sperren in der Gürbe und Meierisligraben oberhalb dem Zusammenlauf beider Bäche verlegt.

Auf der an diesem Zusammenlauf nach aufwärts anschließenden Strecke der Gürbe, welche durch das Hochwasser von 1897 am meisten gelitten hatte, wurden in rascher Reihenfolge hölzerne Sperren erstellt und die bereits begonnenen tiefen Entwässerungen fortgesetzt, sowie auch die oberflächliche Wasserableitung ergänzt und jedes Jahr sorgfältig unterhalten.

Der gewünschte Erfolg blieb denn nicht aus, die Hänge beruhigten sich nach und nach, so daß Verflechtungen und Anpflanzungen vorgenommen werden konnten. Eine stete Überwachung dieser gefährlichsten Partie der Gürbe ist dringend notwendig und wird man genügende Sicherheit dort erst erlangen, wenn eine ganze Stufenleiter sich deckender solider Betonsperren ausgeführt sein wird, da Steinmaterial nicht erhältlich ist. (Siehe Beilagen Nr. XVII, XVIII, XX und XXI.)

Nach oben wurde die Verbauung an der eigentlichen Gürbe, sowohl als auch am Meierisligraben nach den gleichen Grundsätzen allmählich fortgesetzt, und obschon bedeutende Hochwasser große beidseitige Rutschungen verursachten, derart gefördert, daß man nun über die gefährlichsten Stellen hinweggekommen ist.

Auch hier hat also diese Bauweise — solide sich deckende Sperren mit starken Flügeln und in Mörtel gelegter Krone, im Verein mit ausgiebiger unterirdischer und auch oberflächlicher Wasserableitung — zu einem guten Resultate geführt.

Beim Zusammenlauf der Gürbe und Meierisligraben wurden auch einzelne Sperren und Flügel verstärkt, eine Zwischensperre eingebaut und Seitenversicherungen, teils aus Steinverkleidungen, teils aus ausschlagfähigem Packwerk, hergestellt.

Vom Hohly abwärts bis zum Ablagerungsplatz bei der Forstsäge wurden verschiedene niedrige Sohlversicherungen aus Holz erstellt, mit Steinabdeckung und Befestigung der vordern Kante mittelst Bandeisen oder eisernen Schienen. Die Flügel wurden so eingesetzt, daß sich eine regelmäßigere Richtung der ganzen Anlage daraus ergab.

Unmittelbar unterhalb der Blumensteinbrücke wurde eine ganze Reihe von soliden Betonsperren gebaut und auf Pfählen fundiert, so daß der Fuß der ganzen Verbauung nun fest versichert ist.

Am Ablagerungsplatz selbst wurde noch vor dem obersten hölzernen Abschluß eine gut fundierte Betonmauer ausgeführt.

Zwischen der Wattenwylbrücke und der früher schon korrigierten Strecke wurde ebenfalls Jahr für Jahr gearbeitet. (Beilage Nr. XIX.) Hier wurde eine durchgehende Kanalisierung des Flußlaufes vorgenommen, mit eingebauten Überfällen und kleinen

Kiesablagerungsplätzen. Das Steinmaterial wurde dem Ablagerungsplatz bei der Forstsäge und der Strecke zwischen Hohly und Blumensteinbrücke entnommen. Da dasselbe nur kleinere Abmessungen hatte, so würde fast überall Mörtel angewendet, sei es zu Mauerwerk, sei es zum Ausfügen der Steinverkleidungen. Die Überfälle wurden sämtlich in Mörtelmauerwerk ausgeführt und auf Pfählen fundiert, Spundwände bildeten die Begrenzungen der einzelnen Becken. Die bedeutende Erweiterung, welche man unterhalb der Absturzmauer erstellte, erwies sich überall als äußerst zweckmäßig und verhinderte gänzlich die seitliche Erosion. Wo immer möglich, ist dieselbe anzuwenden. Auf der untersten Strecke wurde die Kanalisierung von der Kaufdorfbrücke aufwärts gegen die Mühlethurnenbrücke fortgesetzt.

Anschließend an die Aarekorrektur, zwischen der Gürbemündung und Bern, ist dann noch die unterste Strecke der Gürbe mit einem Kostenaufwand von Fr. 57,815. 15 vertieft und verbreitert worden. Diese Arbeit hatte einen sehr guten Erfolg, indem seither die Hochwasser im untersten Teile weniger hoch ansteigen und sehr rasch verlaufen.

Endlich ist noch zu bemerken, daß sich die Verhältnisse an der Gürbe unmittelbar beim Dorfe Belp, unterhalb der Straßenbrücke Kehrsatz-Belp, immer mehr verschlimmerten, so daß auf Wunsch der Interessenten im Jahre 1904 die dortigen Korrektionsarbeiten an Hand genommen und allmählich weitergeführt werden mußten. Da der gleiche Korrektionstyp wie oberhalb Belp zur Ausführung gelangte, so ist hierüber nichts weiter zu erwähnen.

Der Stand der Arbeiten zu Ende des Jahres 1906 war nun folgender:

I. Auf der obersten Strecke, vom Zusammenlauf der Gürbe und Meierisligaben bis gegen Schwendi und Tschingelgraben hinauf waren 45 hölzerne und steinerne Sperren zum Teil in bedeutenden Abmessungen erstellt. Hiezu kommen noch zahlreiche ober- und unterirdische Wasserableitungen, sowie Seitenversicherungen. Im Meierisligaben waren auf 470 m Länge 33 meist hölzerne Sperren mit steinernen Flügeln, sowie Entwässerungen ausgeführt worden.

In der II. Strecke Hohly-Zusammenlauf, Gürbe und Meierisligaben waren 26 Sperren erstellt worden nebst verschiedenen Seitenversicherungen.

Auf der III. Strecke Hohly-Blumensteinbrücke besteht eine zusammenhängende Korrektur, Hochwasserdämme mit dazwischen eingebauten Sohlenversicherungen und niedrigen Flügeln. Zu unterst höhere Betonsperren und gemauerte Überfälle, im ganzen 42 Überfälle. Oberhalb der Blumensteinbrücke 36 Stück. Unterhalb der Blumensteinbrücke 6 Stück. Der Ablagerungsplatz selbst ist ausgebaut und unten mit 3 Abschlußmauern versehen.

Die Totalkosten aller dieser Arbeiten sind folgende:

1858 bis 1881	Fr. 150,000. —
1881 bis 1906	„ 859,635. 42
Total	<u>Fr. 1,009,635. 42</u>

Auf der IV. Strecke, Ablagerungsplatz-Forstsäge bis unterhalb Gaugleren-Mühle, Länge 3900 m, ist eine zusammenhängende Kanalisierung mit 32 Überfällen und zwei kleineren Ablagerungsbecken ausgeführt.

Die sogenannte Lohnstorfer Ausschütte war ausgebaut und mit zwei Überfällen versehen worden, so daß dort nun der Rest der Geschiebe zur Ablagerung gelangt und von der Bahn und dem Staat Bern benutzt werden kann.

Die Verbreiterung der frühern Kanalisierung der Gürbe von der Lohnstorfer Ausschütte bis zur Aare wurde an drei Stellen vorgenommen.

- a) zu unterst bei der Aare, Länge 600 m;
- b) bei Belp von der Steinbachbrücke bis Toffenbrücke 600 m;
- c) von Scheuermatt aufwärts bis gegen die Mühlethurnerbrücke hin 7000 m;
total 8200 m.

Die bisher ergangenen Kosten belaufen sich auf Fr. 2,051,603. 16, nämlich:

a)	Fr. 57,815. 15
b)	„ 28,059. 45
c)	{ 1854 bis 1881	„ 1,179,000. —
	{ 1881 bis 1906	„ 786,728. 56
		Fr. 2,051,603. 16

In ganzen also:

Im Gebirge		Fr. 1,009,635. 42
Im Tal		„ 2,051,603. 16
Gesamtbetrag		Fr. 3,061,238. 58

Mit dieser sehr bedeutenden Summe wurde folgendes erreicht:

Im Tal: die Kultivierung der ganzen Gürbeebene von Mettlen-Wattenwyl und Blumenstein bis zur Aare, welche ohne diese Arbeiten nach und nach ganz versumpft wäre.

Im Gebirg: die Zurückhaltung der Geschiebe und die Sicherheit gegen Ausbrüche der Gürbe nach Blumenstein und Wattenwyl hin.

Da im Jahre 1906 noch ein Rest des Kredites von 1900 übrig war, um die Verbreiterung der frühern Kanalisierung gegen die Mühlethurnerbrücke hin fortzusetzen, der Kredit für die Bauten im Gebirge aber erschöpft war, so wurde um Bewilligung weiterer Geldmittel eingekommen und folgendes Programm für die nächsten Bauten aufgestellt:

I. <i>Oberste Strecke:</i> Zusammenlauf der Gürbe und Meierisligraben bis Schwendigraben:		
1.	Ergänzungsbauten: Flügelerhöhung und Ufermauer rechteitig, sowie Erhöhung von 5 Sperren	Fr. 14,500. —
2.	Umbauten: 9 Sperren, Verbauungen im Schwendigraben und Entwässerungen	„ 58,000. —
II. <i>Strecke Blumensteinbrücke-Zusammenlauf:</i>		
	Sohlenversicherungen und Erhöhung von Sperren	„ 17,600. —
III. <i>Unvorhergesehenes</i>		„ 9,900. —
Total		Fr. 100,000. —

Alles Ergänzungen des bestehenden Verbauungssystems.

Stellt man sich nun die Frage, ob mit diesen Bauten die Korrektur und Verbauung der Gürbe und ihrer Zuflüsse als abgeschlossen betrachtet werden darf, so muß man bei aller Anerkennung der bisherigen Erfolge, welche, wie die bisherige Darstellung es gezeigt hat, mit vielen Schwierigkeiten und großen finanziellen Opfern erkämpft werden mußten, dieselbe mit „nein“ beantworten. Es drängt sich vielmehr die Notwendigkeit auf, eine weitere Vervollständigung des ganzen Systems auszuführen, um die Sicherung des umliegenden Geländes noch zu erhöhen und die bisher erlangten Verbesserungen zu befestigen, denn eine vollständige unbedingte Sicherheit ist, wie die Erfahrung es lehrt, bei solchen den Naturereignissen wie die Gürbe ausgesetzten Gewässern, kaum zu erreichen.

Im obersten Gebiete sind die Zuflüsse der Tschingel, die Gürbe und der Längenbach zu verbauen und das ganze umliegende Gelände aufzuforsten.

Weiter abwärts sind Ergänzungen an dem bestehenden Sperrsystem anzubringen, *besonders aber die unterste Partie bis zum Zusammenlauf des Meierisligrabens mittelst starker Betonsperren definitiv zu befestigen*. Allfällige Ergänzungen an den Entwässerungen, seitlichen Befestigungen und Anpflanzungen sind ebenfalls wünschbar.

An den Zuflüssen Schwandibach, Kaltengraben etc. sind Verbauungen vorzunehmen, um dem tiefen Einschneiden derselben ins Gelände zu wehren. Im Meierisligraben ist eine ausgiebige Entwässerung des Großen Bruches am Zigerhubel auszuführen und die Aufforstungsarbeiten daselbst fortzusetzen.

Vom Zusammenlauf beider Bäche bis zur Forstsäge werden nur wenige Arbeiten notwendig sein, wie die Erstellung von Zwischenbauten, seien es Sperren oder Parallelwerke.

Im untersten Lauf der Gürbe sind hauptsächlich die Zuflüsse Mettlenbach, Gundisbach und Ölegraben zu verbauen und an der Gürbe selbst auf den Strecken von Burgiwil bis Lonstorfer Ausschütte und von derselben bis zur Brücke von Mühlethurnen die Verbreiterung des Bachbettes vorzunehmen und die erforderlichen Überfälle demselben anzupassen.

Auf der untersten Strecke ist infolge neuerer Erfahrungen auch noch die Verbreiterung des Flußbettes vom Wehr der Fabrik Bay bis zur Einmündung des Unterwasserkanales daselbst durchzuführen, ebenso von dem Steg zur alten Säge bis zur Einmündung in die Aare.

Die wichtigsten Bauten sind aber, wie oben erwähnt, auf der Partie unmittelbar oberhalb dem Zusammenlauf der Gürbe und des Meierisligrabens zu erstellen.

In den Jahren 1907 bis 1911 wurden nun für die obere Strecke der Gürbe und des Meierisligrabens sowie des Schwandigrabens Fr. 100,000. — Kredit bewilligt und für die untere Abteilung vom Wehr der Bay'schen Fabrik bis zur schon ausgeführten untersten Partie bei Einmündung in die Aare Fr. 125,000. — zugesichert.

Mit diesen beiden Summen und den auf Seite 54 angegebenen Fr. 100,000. — steigt also die Kostenausgabe auf Fr. 3,386,238. 58, wovon Fr. 1,209,635. 42 auf die Gebirgsstrecke und Fr. 2,176,603. 16 auf die Talstrecke entfallen.

Das für die Sicherstellung des um- und unterliegenden Geländes skizzierte Bauprogramm ist fast vollständig durchgeführt worden.

Die eigentliche Gürbeverbauung ist bis zu dem Punkte bachaufwärts durchgeführt worden, wo die Flyschformation aufhört und man in die festere Kalkregion kommt, größere Rutschungen daselbst sind nun ausgeschlossen. Mit der Verbauung des obersten Zuflusses des Schwändigrabens ist begonnen worden.

Oberhalb dem Zusammenlauf der Gürbe und des Meierisligrabens sind Betonsperrern erstellt worden, welche nun eine ununterbrochene Versicherung dieser gefährlichsten Partie bilden, so daß hier ein fester Fuß für die bachaufwärts bereits ausgeführten Bauten entstanden ist. Entwässerungen, Verflechtungen und Anpflanzungen an den beidseitigen Hängen vervollständigen das Verbauungssystem.

Eine weitverzweigte Verbesserung ist beim Zigerlihübel am Beginn des Meierisligrabens mit sehr gutem Erfolge ausgeführt worden, indem eine ansehnliche Wassermenge, welche bisher im Boden versickerte, nunmehr unschädlich abfließt.

Am unteren Lauf der Gürbe von der Brücke an abwärts bis zum Wehr der Fabrik Bay bei Belp und dann noch weiter abwärts, längs dem Dorfe bis zum Fabrikwehr Emch, ist das Bachbett verbreitert und mit Uferversicherungen versehen worden.

Bei dem außerordentlichen Hochwasser im Oktober 1913 fanden Beschädigungen in der Gebirgsstrecke nicht statt, hingegen erwies sich das neue Korrekionsprofil als etwas knapp bemessen, so daß kleinere Überflutungen stattfanden, welche jedoch keinen Schaden anrichteten. Die Korrektion und Verbauung der Gürbe hat sich also gut bewährt.

Es bleibt nun noch die Verbauung der Zuflüsse der Gürbe auszuführen und ist damit in erster Linie im Meierisligrabens zu beginnen; bei den übrigen oben angeführten Bächen sind dann noch einige sehr notwendige Arbeiten zu erstellen.

Für den Unterhalt des ganzen Werkes ist eine ausgiebige Aufforstung der obersten Gebiete zwischen Nünenberg und Oberwirtneren von allergrößter Bedeutung.

Gelingt es hier, große Waldkomplexe aufzubringen, so ist die Gefahr bei heftigen Hagelwettern und außerordentlichen Regengüssen sehr bedeutend abgeschwächt und das ganze Verbauungssystem bietet eine noch wesentlich größere Sicherheit.



5.

Verbauung der Rüfiruns bei Mollis

Kanton Glarus

Die Rüfiruns entspringt am Fuße des Neuen Kamm, auf der Neuen Alp. Die oberste Strecke, welche bis zum sog. Tempel, tief im Neocomien eingeschnitten ist, hat ein großes Gefälle und der Bach fließt teils auf Felsen und teils auf großen Felsblöcken, besonders in der Nähe des Tempels. Von diesem Ort abwärts, bis zum Beginn des eigentlichen Schuttkegels, hat man es mit der gefährlichen Partie des Baches zu tun, indem von dort das meiste Geschiebe kommt, welches schon oft den Abflußkanal mit Material angefüllt und das Dorf Mollis infolge von Ausbrüchen in große Gefahr versetzt hat. Diese Strecke zerfällt in zwei ganz verschiedene Teile; der erste (Tafel XXII) erstreckt sich vom Tempel bis zur großen Sperre, dem sogenannten Mühleplatz, auf eine Länge von zirka 300 m, während der zweite von dort abwärts bis zum Kiesfang, infolge der mit der Zeit ausgeführten einfachen Verbauungsarbeiten, für die Technik nichts Neues bietet und hier nicht näher besprochen wird.

Dieser oberste Teil beim Tempel ist mit der Bezeichnung „Vierzgerzüge“ benannt worden, sehr wahrscheinlich weil die Bildung neuer und tiefer Rinnen, „Züge“, im Terrain der Alp Mullern in den Vierziger-Jahren des vorigen Jahrhunderts stattgefunden hat.

Die Erosionswand ist im Allgemeinen sehr steil, so daß die Kiesbildung nicht infolge von eigentlichen Rutschungen, sondern durch Abwitterung und Abbröckelung und hie und da durch Abstürzen von Felsköpfen entsteht. Gewöhnliche Regen setzen kein Material in Bewegung, weil das Einzugsgebiet sehr klein ist, wohl aber heftige Gewitter, besonders wenn sie mit Hagelschlag begleitet sind. Bis vor dem Jahre 1807 konnte alles Geschiebe direkt in die Linth geführt werden, aber nach der Ausführung der Linthkorrektion durfte es nicht mehr in dieselbe geleitet werden. Es wurde nun ein Ablagerungsplatz angelegt, allein dieser war bald ausgefüllt, und um den Ablauf der Geschiebe zu sichern, war man genötigt, ihn beständig auszuschöpfen. Dies geschah anfangs durch die nächsten Anstößer.

Bald jedoch wurde diese Last so groß, daß sie dieselbe nicht mehr tragen konnten. Im Jahre 1815 wurden auf dem Rechtsweg auch die Besitzer entfernter gelegenen Grundstücke zur Teilnahme am Ausschöpfen der Rüfi angehalten. Als aber diese

Arbeit immer lästiger wurde (vom Jahr 1815—1853 hat dieselbe Fr. 68,000 gekostet), dachte man daran, die Geschiebe in der Schlucht selbst festzuhalten, um das Ausschöpfen zu ersparen. Im Jahre 1841 gab der k. k. österreichische Landesingenieur Duile die erste Anleitung dazu und das Jahr darauf wurde mit dem Bau der ersten Sperren angefangen. Der Aufbau geschah allmählich in Lagen von 1,80 m bis 2,10 m Höhe und erst als der Bau hinterfüllt war, wurde wieder eine folgende Lage aufgesetzt. Damals wurden 11 Sperren ausgeführt und zwar aus Trockenmauerwerk und mit einem Anzug von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ der Höhe, welche zwischen 3,5 m und 18 m schwankte. Die beiden größten Sperren hatten eine Bogenlänge von 30 m, 15 bis 18 m Höhe und eine Kronenstärke von 3,6 m und waren aus gewaltigen Steinblöcken gemauert und dennoch stiegen die Kosten einer solchen Mauer nicht über Fr. 2500.

Es ist wirklich erstaunlich, wie solche hohe Sperren, ganz aus Trockenmauerwerk erstellt, sich so lange haben gut erhalten können, da doch für den angegebenen Geldaufwand von einer regelrechten Bearbeitung der Steine nicht die Rede sein konnte. Bei der höchsten dieser Mauer jedoch zeigten sich in den 80er Jahren bedenkliche Deformationen, die auf einen früheren oder späteren Zusammenbruch dieses Werkes schließen ließen. Da ein solches Ereignis eine große Katastrophe für Mollis gewesen wäre, entschloß sich die Gemeinde die Sicherung dieser Sperre studieren zu lassen. Von verschiedenen Projekten wurde demjenigen den Vorzug gegeben, welches mit einem Minimum der Ausführungszeit vollendet werden konnte, d. h. es wurde der Bau einer Sperre beschlossen, die unmittelbar vor der alten errichtet, die Beibehaltung derselben ermöglichte.

Die neue Sperre, aus Mörtelmauerwerk, wurde am 5. April 1893 begonnen und am 10. Oktober desselben Jahres vollendet. (Beilage XXV.) Da der Felsen, sowohl im Fundament als auf den Seiten vorhanden war, konnte der neue Bau als stehendes Gewölbe berechnet und ausgeführt werden. Diese Bauweise ließ sich umsomehr rechtfertigen, als der Druck der alten auf die neue Sperre jedenfalls nicht groß sein kann, infolge der während 50 Jahren eingetretenen Setzung der aus lauter grobem Kies bestehenden Hinterfüllung des alten Bauwerkes. Der Radius der vorderen Kante der Krone der neuen Sperre wurde zu 40 m angenommen. Der Querschnitt hat eine Kronenbreite von 2 m und die Böschungen, sowohl die vordere als die hintere, haben einen Anzug von $\frac{1}{5}$. (Tafel XXIII, XXIV.)

Bis auf Kote 802 d. h. bis auf Höhe des Überfalles, besteht der ganze Bau aus Bruchsteinmauerwerk mit Mörtel aus hydraulischem Kalk. Die Flügel dagegen wurden aus Trockenmauerwerk hergestellt und haben eine Höhe von 2 m und eine Dicke von ebenfalls 2 m.

Die Hauptdimensionen sind folgende:

Größte Höhe zwischen Fundament und Sohle des Überfalles	21,88 m.
Größte Länge in der Höhe der Krone	49,40 m.
Breite des Überfalles	8,00 m.

Das Wasser, welches zwischen dem Felsen und dem Fundamentmauerwerk der alten Sperre beständig abfloß und das auf die neue Mauer ungünstig hätte wirken

können, wurde sorgfältig gefaßt und durch diese mittelst 6 Cementröhren unschädlich abgeleitet.

Folgende Angaben geben einen Begriff von der Bedeutung des ausgeführten Werkes:

Der Fundamentaushub in Felsen betrug 1336 m³ und kostete Fr. 3. 50 pro m³. Es wurden 2325 m³ Bruchsteinmauerwerk mit hydraulischem Mörtel im Akkord ausgeführt, zu Einheitspreisen von Fr. 12 bis Fr. 16. 80, je nach der Bezugsquelle des Bruchsteinmaterials und der Art der Bearbeitung derselben.

Der hydraulische Kalk hat die Gemeinde Mollis geliefert. Es wurden 3900 Säcke gebraucht und der Sack hat Fr. 2.35 an Ort und Stelle der Verwendung gekostet. Im Mittel kommt der m³ Mörtelmauerwerk auf Fr. 17 zu stehen. Das Trockenmauerwerk für die Flügel, sowie für die sorgfältig ausgeführte Hinterfüllung zwischen der alten und der neuen Sperre beträgt 1610 m³ und wurde zu Einheitspreisen von Fr. 6. 50 bis Fr. 10. 80, je nach der Arbeitsgattung, ebenfalls im Akkord ausgeführt.

Die Gesamtausführungskosten setzen sich, wie folgt, zusammen:

Ausführung des Mauerwerkes (Mörtel- und Trockenmauerwerk)	Fr. 50,435. 98
Kalklieferung durch die Gemeinde	„ 9,055. 20
Holz für verschiedene Zwecke	„ 1,087. 25
Hinterfüllung	„ 1,616. 49
Weganlagen etc.	„ 830. 92
Bauaufsicht und Bauleitung	„ 1,874. —
Verschiedenes	„ 190. —
	<hr/>
Total	Fr. 65,089. 84

Diese Sperre hat sich bis jetzt ausgezeichnet bewährt, indem schon mehrmals infolge von Gewittern große Schuttmassen durch dieselbe zurückgehalten wurden; sogar ein Felssturz am linken Hang blieb hinter derselben liegen, ohne irgendwelchen Schaden am bestehenden Bau zu verursachen.

Da die Gemeinde Mollis Willens ist, die Arbeiten im Kessel der Vierzgerzüge fortzusetzen, so wird die Zeit kommen, wo das abgewitterte Material einen einzigen Schuttkegel bis zum Mühlesatz bilden wird, der dann durch Aufforstungen und Sicherungsarbeiten so befestigt werden kann, daß fast kein Geschiebe mehr weggerissen und in die untere Strecke des Baches gelangen wird.



6.

Verbauung der Ruhstelliruns bei Mollis

Kanton Glarus

Die Ruhstelliruns bei Mollis liegt ungefähr 1 km südlich der bereits beschriebenen Rüfiruns und ebenfalls auf der rechten Talseite der Linth. Die Verhältnisse haben hier Ähnlichkeit mit denjenigen der Rüfiruns, aber im kleineren Maßstab. In dem Erosionskessel, welcher auf 900 m ü. M. beginnt und sich nach oben gegen die Kennelalp erstreckt, sind in den 50er Jahren 4 Sperren aus Trockenmauerwerk erstellt worden, von denen die höchste eine Höhe von ca. 15 m hat. Tafel XXVI.

Der Zweck dieser Arbeiten, eine fortschreitende Vertiefung der Runs zu verhindern, ist bis zu einem gewissen Maße erreicht worden, aber nur in der Nähe der ausgeführten Bauten. Weiter oben schritt die Vertiefung der Sohle weiter und die Abflachung der Hänge nahm immer größere Dimensionen an. Um nun eine Erhöhung der Sohle oberhalb der alten Sperren zu erzielen und zugleich dem von den Hängen herunterfallenden Material einen Fuß zu geben, wurde ein Projekt im Betrage von Fr. 8000 aufgestellt, welches in der Hauptsache diese Erhöhung mittelst Anlage von Pfahlreihen vorsah und vom Bundesrat am 26. November 1897 subventioniert worden ist. Diese Arbeiten haben auch gut gewirkt, indem bei den behandelten Stellen die Bachsohle bedeutend breiter wurde und die Böschungen sich derart abgeflacht haben, daß deren Aufforstung möglich wurde.

Allein eine andere Gefahr drohte den mit vielen Kosten und Mühe errungenen günstigeren Zustand wieder zu stören und diese Gefahr bestand in der nach und nach eingetretenen Baufälligkeit der Sperre Nr. 2. In der Rüfiruns hatte der alte Mühlesatz auf allen Seiten eine felsige Anlehnung, so daß eine Umgehung der Flügel unmöglich war; hier dagegen besteht der ganze Erosionskessel aus Schutt, so daß die Seiten der Sperren ihren Stützpunkt nur im Schutt haben konnten und da bei der Sperre Nr. 2 die Sicherung der Seitenanlehnungen eine ungenügende war, wurde anfangs 1909 der rechtsseitige Flügel umgangen, was die Zerstörung eines Teiles der Sperre zur Folge hatte. Durch provisorische Maßnahmen wurde der Rest des Baues gegen eine weitere Schädigung geschützt, aber die Gemeinde Mollis sah ein, daß dieser Zustand nicht andauern konnte und daß die Rekonstruktion dieses Werkes sofort an Hand genommen werden müsse, wenn man nicht durch die gänzliche Zerstörung der alten Sperre sich einer Katastrophe aussetzen wollte. Siehe Längenprofil

Beilage XXVII. Wenn nun trotz der Ähnlichkeit mit der in der Rüfiruns ausgeführten Arbeit die Sicherung dieser Sperre auch in dieser Publikation aufgenommen worden ist, so rührt dies von der Abweichung in der Bauweise her, die hier infolge Mangel an Steinmaterial und wegen der vorhandenen geologischen Verhältnisse eintreten mußte.

Man war sofort einig, daß die einzige rationelle Lösung zur Erhaltung der durch die alte Sperre entstandenen Sohle in der Ausführung einer standfesten Vormauer bestehen würde, da aber passendes Steinmaterial in der Nähe gänzlich fehlte und das Terrain, auf welchem der neue Bau zu errichten war, aus Schutt bestand, blieb nichts anderes übrig, als Beton zu verwenden und die Sperre als Stützmauer geradlinig auszuführen. Da liegt der Unterschied mit dem Mühlesatz in der Rüfiruns, wo Bruchsteinmauerwerk verwendet werden konnte und wo der Bau, weil Fels sowohl im Fundament als auf den Seiten vorhanden war, als stehendes Gewölbe aufgeführt wurde.

Die Hauptabmessungen sind folgende:

Größte Höhe zwischen Fundament und Sohle des Überfalles	17,50
Größte Länge in der Höhe der Krone	39,61
Breite des Überfalles	8,00

Auf beiden Seiten des Überfalles sind Flügel ausgeführt von 2 m Höhe und 1,50 m Dicke.

Der Querschnitt hat veränderliche Abmessungen, entsprechend der Höhe der Sperre. In der Mitte, wo sie am höchsten ist, beträgt die Kronenstärke 2,56 m und die Fundamentdicke 6,90 m. Um den Druck auf dem Fundament zu vermindern, ist der Querschnitt auf der ganzen Höhe kein regelmäßiges Trapez, sondern erhält nach unten eine der Höhe entsprechende Verbreiterung. Tafel XXVIII.

Damit das über die Sperre stürzende Wasser die äußere Wand nicht beschädigen kann, ist die Sohle des Überfalles um 1,20 m nach auswärts mittels eines auf eisernen Konsolen ruhenden Belages verlängert und außerdem ist die Wand selbst auf einer Höhe von 14 m, einer Breite von 14 m und einer Dicke von 0,60 m mit gut bearbeitetem Quadermauerwerk verkleidet.

Auch hier wurden durch die neue Mauer Röhren gezogen, zur Ableitung des zwischen beiden Sperrern sich ansammelnden Wassers. Dann ist zum Schutze gegen Unterspülung des Fundaments eine gut fundierte Vorsperre ausgeführt und die Sohle zwischen dieser und der Hauptsperre mit einer soliden Pflästerung versehen worden.

Die Ausführungskosten der Hauptsperre samt Vorsperren setzen sich wie folgt zusammen:

Fundamentaushub	1389,49 m ³	à Fr. 3. — =	Fr. 4,168. 47
Betonmauerwerk	1400,76 „	à „ 28. 50 =	„ 39,921. 66
Verkleidungsmauerwerk, Kote 900–908	67,20 „	à „ 40. — =	„ 2,688. —
„ „ 908–914	46,42 „	à „ 45. — =	„ 2,088. 90
Abdeckung der Sperrkrone auf Überfallbreite	18,59 „	à „ 38. — =	„ 706. 42
Mörtelmauerwerk für Flügel etc.	300,65 „	à „ 23. — =	„ 6,914. 95

Übertrag Fr. 56.488. 40

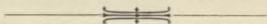
Übertrag Fr. 56,488. 40

Mörtelmauerwerk für Flügel- und Sperrenkrone etc.	150,66 m ³ à Fr. 25. — = „	3,766. 50
Trockenmauerwerk	494,33 „ à „ 21. — = „	10,380. 93
Cementrohr durchläss.	20,00 „ à „ 7. — = „	140. —
Eisen und Holz für den Überfall	„	700. —
Regiearbeiten	„	4,851. 59
Bauleitung und Bauaufsicht	„	2,000. —
		<u>Total Fr. 78,327. 42</u>

Mit verschiedenen Vervollständigungsarbeiten und Ergänzungen an die noch vorhandenen Bauten kommen die Ausgaben, welche laut Bundesratsbeschluß vom 7. September 1909 subventioniert worden sind, auf Fr. 83,481.02 zu stehen. Der Bund hat 50% und der Kanton 25% daran geleistet.

Außer den angeführten Verbauungsarbeiten sind auch Aufforstungen subventioniert worden. Diese sind in vollem Gange und beziehen sich hauptsächlich auf die Verpfählung und vorläufige Anpflanzung der Hänge mit Erlen. Diese gedeihen sehr gut und werden durch ihre Wurzeln den Boden binden und gegen Rufenbildung schützen.

Werden die Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten in der Ruhstelliruns von der Gemeinde Mollis mit der gleichen Ausdauer wie bis jetzt fortgesetzt, woran nicht zu zweifeln ist, so wird in einer nicht zu fernen Zeit die Geschiebszufuhr aus diesem Tobel beinahe gänzlich aufhören. Die Beilage Nr. XXIX gibt einen Begriff von der Wichtigkeit der ausgeführten Arbeit.



7.

Korrektion und Verbauung des Schächenbaches

Kanton Uri

1. Einzugsgebiet.

Der Schächenbach hat seinen Ursprung am Fuß des Gries- und Claridengletschers, nahe beim Klausenpaß, welcher vom Reuß- ins Linthtal hinüberführt.

Im Norden wird sein Einzugsgebiet begrenzt von den Bergen, welche sich vom Hagelstock (2017 m über Meer) zum Faulen (2491 m) und zur Windgälle (2717 m) hinziehen, im Osten von der Glatten Wand (2438 m) bis zum Claridenstock (3270 m) und endlich im Süden von den Bergen, welche vom Großen und Kleinen Ruchen (2938 und 3138 m) über den Schwarzstock und Hohe Faulen (2503 m) nach dem Belmistock (2418 m) sich erstrecken.

Die Länge des Schächenbaches vom Klausenpaß bis zur Einmündung in die Reuß bei Attinghausen beträgt 18,5 km. Sein Einzugsgebiet mißt 109,5 km², wovon 29,3 km² Felsen und Schutthalden, 13 km² Wälder, 5,8 km² Gletscher und 61,4 km² übriges Gebiet. Das Einzugsgebiet ist also sehr schwach bewaldet, nur 11,9 %.

2. Geologische Verhältnisse.

Die geologische Beschaffenheit ist ebenfalls sehr ungünstig, indem an den beidseitigen Talhängen meist Flyschformationen mit Schutthalden abwechseln und nur hie und da widerstandsfähigere Gesteine wie Taveyannasandsteinschichten und Numulitenbänke zum Vorschein kommen.

3. Geschichtliches.

Von jeher sind von den Hängen herunter bedeutendere Felsablösungen erfolgt, so besonders gegenüber Spiringen, wo im 18. und 19. Jahrhundert zuletzt noch im Jahre 1887 ein bedeutender Felssturz stattfand, bei welchem Blöcke bis weit aufs gegenüberliegende Bord des Schächens hinaufgeworfen wurden und sieben Personen ihr Leben verloren.

Diese in langen Zeitintervallen sich wiederholenden Felsablösungen übersättigten den Schächenbach mit grobem und feinem Geschiebe, welches dann allmählich in die Reuß hinuntergeschwemmt wurde und diesen Fluß ebenfalls schwer belästigte.

Von Altersher wurden längs des Schächens Wuhrungeu ausgeführt und im unteren Teile des Schuttkegelgebietes, wo Materialanhäufungen stattfinden, das im Kanton Uri übliche jährliche Ablesen der größten Geschiebe vorgenommen. Es bildeten sich daher längs des Schächenbettes nach und nach schützende Wälle, welche sich je länger je mehr mit Holzwuchs verstärkten.

Da lange Zeit hindurch keine außerordentlichen Hochwasser am Schächen vorkamen und die oben geschilderten Wälle genügende Sicherheit zu bieten schienen, so nahm man keinen Anstand daran die eidgenössische Munitionsfabrik auf dem rechten Ufer des Schächenbaches unterhalb der Gotthardstraßenbrücke aufzuführen. Bei Vergrößerung des dortigen Betriebes wurden auch auf dem linken Ufer Magazine erbaut und über den Schächen eine Brücke erstellt.

Nach dem Felssturz bei Spiringen vom Jahre 1887 und den zu Anfang der Neunziger Jahre des verfloßenen Jahrhunderts erfolgten Bau der Poststraße über den Klausenpaß wurde der Verbauung des Schächenbaches größere Aufmerksamkeit geschenkt. Unterhalb der Ablagerung der Felstrümmer des Bergsturzes wurden behufs Verzögerung der Sohlenvertiefung, sowie gegen das Abtreiben von Geschieben einige Sperren erstellt und längs der Straße Ufersicherungen, teils als Parallelwerke, teils als Spornen aufgeführt; eine systematische Korrektion und Verbauung unterblieb aber der bedeutenden Kosten wegen.

4. Hochwasser von 1910.

Im Jahre 1910 fand nun ein ganz außerordentliches Hochwasser am Schächen statt, wie seit Menschengedenken nicht.

Der obere Teil des Einzugsgebietes des Schächens war noch mit hohen Schneemassen bedeckt, als am 10. Juni ein andauernder warmer Regenfall eintrat, und was sehr selten ist, mit beinahe gleicher Stärke auf den Bergen wie im Tale einsetzte. Am 13. Juni fielen z. B. in Unterschächen 27,7 mm, in Altdorf 21 mm, am 14. Juni 92,3 mm an ersterem und 101,4 mm an letzterem Orte. Zu Beginn des darauffolgenden Tages gelangte diese ganze Regenmenge zum Abfluß, noch vermehrt durch eine gewisse Menge geschmolzenen Schnees. Rechnet man die gefallene Regenmenge zu 96,5 mm in 24 Stunden und nimmt man in Anbetracht des Schmelzwassers des Schnees $\frac{5}{4}$ dieser Zahl an, so erhält man 121 mm in 24 Stunden und bei einem Einzugsgebiet von 109,5 km² eine Wassermenge von 153 m³ in der Sekunde, was mit den damals gemachten Beobachtungen übereinstimmt. Nimmt man ferner an, daß die damals außerordentlich starke Geschiebeführung ungefähr 2 0/0 bis 3 0/0 der Wassermenge betrug, so kann man sich erklären, wie in kurzer Zeit das alte Schächenbett von der Reuß bis über die Gotthardstraßenbrücke hin aufgefüllt und eine Fläche von über 200,000 m² mehr als ein Meter hoch mit Geschieben und Sand überschüttet wurde. Am frühen

Morgen des 15. Juni fand das erste Überfließen des Schächens auf dem rechten Ufer mitten zwischen den Munitionsmagazinen statt und die Straße Altdorf-Attinghausen wurde längs der Bahnlinie unter Wasser gesetzt. Um 10 Uhr morgens erfolgten weiter oben neue Durchbrüche auf beiden Ufern, auch der Bahnhof Altdorf kam unter Wasser.

Die Arbeiter der Munitionsfabrik versuchten vergeblich die Flut einzudämmen, es waren ihrer zu wenige, um dem tosenden Elemente Einhalt zu gebieten, daher wurde nun Militär aufgeboten, zuerst Abteilungen der Gotthardtruppe und später Genietruppen. Mit Einhängen von Tannen und Beschweren mit großen Steinen, sowie mittelst Sandsäcken suchte man die bestehenden Breschen zu schließen und die Dämme zu erhöhen und zu verstärken, was auch vorerst gelang.

Um 10 Uhr abends schien die größte Gefahr beseitigt und die Munitionsfabrik vorläufig gesichert.

Bei fortwährendem Regen verschlimmerte sich die Situation am 17. Juni aber wieder. Bei der stetig stattfindenden Aufhöhung des Schächensah sah man nun ein, daß man, um die Munitionsfabrik zu retten, den Bach nach links ableiten müsse. Gegen Abend wurde daher auf dem linken Ufer der trennende Erdriegel gesprengt und das Wasser in den unterdessen ausgehobenen Kanal, der zur Stillen Reuß führte, hineingelassen.

Am 18. Mittags traf ein Sappeur-Detachement ein und begann sofort die Arbeit: Wuhrarbeiten, Bau eines Notsteges und Sicherung gefährdeter Häuser am linken Ufer. In den folgenden Tagen wurde dann dem Schächens ein gerades Bett ausgeräumt und dessen Ufer versichert. Diese Arbeiten wurden zum Teil durch Genietruppen, zum Teil durch Zivilarbeiter fortgesetzt, bis man am 28. Juni mit den definitiven Korrektionsbauten beginnen konnte.

5. Verbauungs- und Korrektionsprojekt.

Das zur Ausführung bestimmte Projekt sah nun folgende Arbeiten vor:

Bauabschnitt A (Unterlauf).

- I. Sektion: Ausmündung der Reuß bis zur Brücke der S. B. B.
- II. Sektion: Brücke der S. B. B. bis Gotthardstraßenbrücke.
- III. Sektion: Gotthardstraßenbrücke bis Brücke Hartolfingen (Bürglen).

Bauabschnitt B (Mittellauf).

Sektion: Brücke Hartolfingen bis Bergsturz Spiringen.

(Bauabschnitte A und B siehe Karte Beilage Nr. XXX.)

Bauabschnitt C (Sammelgebiet).

- I. Sektion: Holdenbach, Guggibach, Locherbach, Gungbach.
- II. Sektion: Oberes Gebiet des Schächens und des Brunnibaches.

Bei Bauabschnitt A sollte von der Gotthardstraßenbrücke bis zur Reuß hinunter ein durch wenige schwache Kurven unterbrochener geradliniger Kanal erstellt werden.

Als Normalprofil wurde eine gepflasterte Schale gewählt, mit 12 m Sohlbreite, 3 m Höhe und einmalige Böschungen. In der Ausführung wurden die roh behauenen harten Sohlsteine mindestens 0,30 m stark in Beton versetzt und die Fugen mit Zementmörtel ausgegossen. Die Seitenböschungen erhielten ebenfalls eine Betonunterlage und ein 1,20 m breites Betonfundament. Die Gesamtschicht für Beton und Steine ist in der Sohle 0,70 m, im oberen Teil der Böschung 0,60 m dick. Die Dämme haben eine Kronenbreite von 3 m; dieselben wurden auf der konkaven Seite der Kurve um 0,50 m überhöht.

Die Kosten belaufen sich auf Fr. 380 pro laufenden Meter der gemachten Schale, inklusive Lieferung der Materialien, aber exclusive Materialaushub.

Da das Sohlengefälle 2,1 bis 2,2 % beträgt, vermag dieses Normalprofil bis 0,50 m unter Dammkrone eine Wassermenge von mindestens 268 m³ zu fassen, was bei dem angegebenen Einzugsgebiete von 109,5 km² 2,46 m³ per km² und Sekunde ausmacht, also reichlich bemessen ist.

Die Länge des Kanals von der Gotthardstraßenbrücke bis zu derjenigen der S. B. B. beträgt 1440 m. Von dieser bis zur Reuß hinunter wurde diese Schale auf eine Länge von 210 m in gleicher Weise fortgesetzt. Um später die Stille Reuß als Hauptentsumpfungskanal der oberhalb des Schächens befindlichen Ebene benutzen zu können, wurde unter dem Schächchen hindurch eine Unterführung erstellt.

Die Kosten für diese Arbeiten, nebst zwei Sohlenrippen und Sicherungsarbeiten an der Reuß, gegenüber der Schächchenmündung, waren zu Fr. 954,000 veranschlagt worden.

Diese Arbeiten wurden ganz nach Projekt ausgeführt und konnten ohne Belästigung durch Schächchenhochwasser beendet werden, indem die oben erwähnte Ableitung des Schächchens in die Stille Reuß durch ein besonderes Gerinne eine von einem solchen Hochwasser unabhängige Bauausführung ermöglichte.

Auf der darauf folgenden Bachstrecke von oberhalb der Gotthardstraßenbrücke bis zur Hartolfingerbrücke bei Bürglen mußte ebenfalls eine Kanalisierung projektiert werden, aber ohne Sohlpflasterung, weil dort der größeren, 4 bis 5 % betragenden Gefälle wegen, eine Anhäufung von Geschieben nicht zu befürchten ist.

Die Sohlbreite ist hier zu 14 m angenommen worden; die Seitenmauern erhalten einschließlich der Fundamente eine Höhe von 4 m und bestehen aus vorn mit Hartsteinen verkleidetem, armiertem Beton von 0,80 m oberer und 1,20 m unterer Dicke. Die Armierung im unteren Teil der Mauern setzt sich aus einem Paar Rundeisen, das mit Flacheisen verbunden ist, zusammen.

Auch hier erfolgte die Ausführung bis jetzt ohne besondere Behinderung durch Schächchenhochwasser.

Der unterste Teil des Bauabschnittes B enthält als hauptsächlichste Arbeiten die Versicherung und Ausbildung einer Gefällsstufe, welche von dem Elektrizitätswerk Bürglen und der dortigen Säge ausgenützt wird.

Eine für das Elektrizitätswerk gefährliche Kurve des alten Bachlaufs wurde abgeschnitten und die hiezu notwendige Ufermauer mittelst einer hohen Sperre vor Unterspülung geschützt.

Eine Vorsperre dient zugleich als Wasserfassung für den Sägekanal. Unterhalb der untersten Sperre schließt der linksseitige Uferschutz an das Widerlager der Hartolfingerbrücke an, während das rechtsseitige felsige Ufer stellenweise keines weitem Schutzes bedarf. (Siehe Beilage Nr. XXXI, XXXII und XXXV.)

Bis zur Straßenbrücke von Brügg folgt nun eine zirka 2,5 km lange Strecke, auf welcher keine Bauten notwendig gewesen sind. Der Schächen fließt in einem natürlichen, mit großen Blöcken gepflasterten Bette und auch die Ufer sind zumeist durch solche gesichert. Das Hochwasser von 1910 richtete hier auch keinen wesentlichen Schaden an, so daß der gegenwärtige Zustand vorderhand so belassen werden kann.

Von der Brücke von Brügg an bis Mätteli folgt die Klausenstraße dem Bachbett in mehr oder weniger unmittelbarer Nähe. Beim Hochwasser von 1910 fand unmittelbar oberhalb der Grenze zwischen Bürglen und Spiringen ein bedeutender Ausbruch statt. An dieser Stelle ist als Uferschutz ein kräftiger Parallelbau aus Mörtelmauerwerk erstellt worden.

Eine ziemlich ausgedehnte Rutschung gegenüber von Witterschwanden, deren Fuß von dem Schächenhochwasser jeweilen abgespült wurde, so daß die Schuttmassen des Berghanges immer wieder nachrutschten, mußte mittelst einer besonderen Sperre und anschließendem Flügelmauerwerk befestigt werden.

Unterhalb und bei Mittberg befanden sich zwei weitere Anbrüche der Straße; der untere wurde durch ein Uferdeckwerk, der obere durch eine Sperre mit Vorsperre verbaut. Auf der ganzen steilen Partie von Gemeindli bis Mätteli sind dann sechs Sperren erstellt worden, welche man durch beidseitige angelegte Parallelwerke verband und auf diese zu einer widerstandsfähigeren Befestigung von Sohle und Ufer gestaltete. (Beilage Nr. XXXIII, XXXIV und XXXVI.)

Bis zur zweiten Kehre der Klausenstraße war das rechte Ufer des Schächens schon beim Bau dieser Straße durch einen kräftigen Uferschutz gesichert worden, derselbe wurde vom Hochwasser nicht beschädigt und bedurfte nur geringer Nachbesserungen. Die gleich oberhalb anschließende Bachstrecke ist von Natur aus mit sehr großen Blöcken geschützt und hat auch im Jahre 1910 keine merklichen Veränderungen erfahren, dagegen mußte am Fuß des Bergsturzes wiederum mittelst Sperren den Materialabspülungen einen festen Widerstand entgegengesetzt werden.

Es wurden dort fünf Sperren und zwei Vorsperren ausgeführt. Weiter oberhalb ist das Bachbett viel flacher und ist es möglich, daß die bereits erstellte oberste Sperre das Zurückhalten der Geschiebe auch in dem Ablagerungsplatz des Spiringer Bergsturzes zu bewirken vermag. Sollte dies nicht der Fall sein, so müßte bachaufwärts noch eine weitere Sperre nebst den notwendigen Rückenbindungen ausgeführt werden.

Bei der Erstellung der Sperren, sowohl bei Mittweg-Mätteli, als auch bei der letztgenannten obersten Stufe wurde der Grundsatz befolgt, daß die unterhalb liegende Sperre die obere schützen müsse, d. h. wenigstens 1 m über die Fundamentsohle derselben reichen solle. Das Fundament einer Sperre wurde im Minimum 2,5 m tief ausgegraben.

Die Sperre selbst wird entweder auf einen Holzrost gelegt oder auf eine Fundamentplatte von armiertem Beton. Die Steine der Kronschicht sind behauen, um möglichst

enge Fugen zu erzielen. Die Flügelmauern bestehen meistens aus Mörtelmauerwerk. Noch ist nachzutragen, daß der weiter notwendige Uferschutz zwischen der Brücke von Brügg und Mätteli vermittelt Spornen bewirkt werden soll, welche teils aus Beton, teils in Mauerwerk ausgeführt werden. Bis jetzt sind (nur versuchsweise) solche gemacht worden, um zu sehen, welche Konstruktionsart für das vorliegende Bachrégime am besten paßt.

Da geeignetes Steinmaterial zum Bau der Sperren und des Uferschutzes in unmittelbarer Nähe des Schächens nicht zu finden war, so wurde auf der Straße ein Geleise gelegt und die Steine nahe zum Verwendungsort geführt. Bei dem hier starken Gefälle von 8 % und mehr konnte der Transport mit Lokomotive und Rollwagen nur bei trockener Witterung vor sich gehen, im Herbst und Winter haben Feuchtigkeit, Nebel und Reif das Bremsen der Wagen auf den Schienen unwirksam gemacht, es mußten demnach in der günstigen Jahreszeit die notwendigen Steindepots angelegt werden, um dann in der Niederwasserperiode bereit zu sein.

Von den Depots wurde mittelst eines Drahtseils und Motorenbetrieb Stein für Stein über die Sperre geschafft und dort an Ort und Stelle niedergelegt. Diese vom Kantonsingenieur von Uri sehr praktisch angebrachte Transporteinrichtung hat sich gut bewährt und viel zur guten Ausführung des Mauerwerkes der Sperren beigetragen.

Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, daß gegenwärtig die Lage des längs des Schächens befindlichen Landes eine solche ist, daß auf dem Gebiet unterhalb der Brücke von Hartolfingen nach vollständiger Durchführung der linksseitigen Mauer, von oberhalb der Gotthardstraßenbrücke aufwärts bis zum Hochbord, ein Ausbrechen des Schächens wohl nicht mehr zu befürchten ist.

Oberhalb Brügg ist die Klausenstraße nun ebenfalls gesichert und das Bachbett an den schlimmsten Stellen verbaut. Es handelt sich nun darum die Ausbildung desselben zu überwachen und so zu leiten, daß der Bachlauf sich unter Berücksichtigung der allmählich zu Tage tretenden Felspartien so günstig als möglich ausbilde.

6. Kostenvoranschlag.

Der Gesamtvoranschlag für die einzelnen Sektionen sah folgende Summen vor:

Bauabschnitt A.	
Sektion I	Fr. 200,000.—
Sektion II	„ 754,000.—
Sektion III	„ 300,000.—
Bauabschnitt B.	
Sektion I und II	„ 950,000.—
Total Fr. 2,204,000.—	

An diese Bauten wurden von der Bundesversammlung dem Kanton Uri eine Bundessubvention von 50 % der wirklichen Kosten bis zum Höchstbetrag von Fr. 1,102,000 zugesichert.

Die Bauzeit wurde zu fünf Jahren angenommen, so daß der jährliche Beitrag sich im Maximum auf Fr. 220,400 beläuft.

Ende 1912 ergeben die Ausgaben für erstellte Arbeiten folgende Beträge:

Bauabschnitt A (Unterlauf)	Fr. 972,989.31
Bauabschnitt B (Mittellauf)	„ 828,552.79
	<u>Total Fr. 1,801,542.10</u>

gegenüber der Voranschlagssumme von Fr. 2,204,000. —, wozu noch Fr. 218,702.02 für Notarbeiten kommen.

Außer den angeführten Bauten, welche zum größten Teil die Verbauung und Versicherung des gegenwärtigen Laufes des Schächens betreffen, sind aber noch Arbeiten dringend notwendig, welche das weitere Zurückhalten der Geschiebe, die Bildung neuer Geschiebsquellen und die Verbesserung und Vermehrung der Bewaldung im Einzugsgebiete dieses Baches bezwecken.

Die hauptsächlichsten Wildbäche des Mittellaufes sind am rechten Ufer der Näsibach, der Holdenbach, der Guggibach, der Gungbach und der Locherbach; die vom linken Ufer her in den Schächen einmündenden Bäche sind entweder schon verbaut, wie der Gosmerbach, oder bedürfen nur geringerer Arbeiten. Indem aber wie schon Eingang erwähnt, die Bewaldungsverhältnisse im Einzugsgebiet des Schächens sehr schlechte sind, so müssen außer eigentlichen Verbauungsarbeiten noch Entwässerungen und umfangreiche Aufforstungen ausgeführt werden.

Im obern Gebiete des Schächens müssen auf dem rechten Ufer folgende Wildbäche erwähnt werden: der Mühlebach und der Seelitalbach, auf dem linken Ufer der Brunnibach und zu oberst die Klausenbäche, über deren Verbauung noch nichts Bestimmtes vorliegt.

In diesem Gebiete werden aber Lawinenverbauungen, Entwässerungen und besonders Aufforstungen die Hauptsache sein.

Bis Ende 1913 ist das Projekt für die Näsirunse ausgearbeitet und eine sorgfältige Aufnahme im Gangbach gemacht worden, hingegen wurden weder Bauten noch Aufforstungen in Angriff genommen.



8.

Korrektion der Engelberger-Aa

Kanton Unterwalden nid dem Wald

1. Geschichtliches.

Die Überschwemmungen, die infolge starker Regengüsse in den Tagen vom 14. und 15. Juni 1910, hauptsächlich in der Zentral- und Ostschweiz vorgekommen sind, haben auch das liebliche Tal der Engelberger-Aa, im Kanton Nidwalden, nicht verschont. Die mit Schlamm, Kies und Schwemmsel aller Art gesättigten Fluten fanden für ihren Abfluß in dem auf langen Strecken eingedämmten Bette nicht mehr genügend Raum und traten an offenen und bewahrten Stellen mit zerstörender Wucht in den Talgrund aus. Da wo nur ein Überströmen der Dämme stattfand, war der an Pflanzungen angerichtete Schaden nicht sehr bedeutend; so ging z. B. für die Wiesen nur ein einmaliger Ertrag durch das Verschlammen des Grases verloren.

Dort aber, wo die Wuhre durchbrochen wurden, und das Wasser durch die von ihm gebildeten Breschen ausfloß, wie zwischen Büren und Dellenwil, bedeckten sich die anliegenden Ufergelände mit einer Schicht grober Geschiebe. Die Aa ergoß sich über die Ebene von Stans und von da in den See bei Stansstaad, versandete den Boden, vernichtete die Ernten, verursachte großen Schaden an Gebäuden und hemmte den Verkehr auf Straßen und Eisenbahn.

Um sich eine Vorstellung von der am 14. Juni 1910 gefallenen Regenmenge zu machen, braucht man nur nachfolgende Niederschlagshöhen zu beachten:

Regenmeßstation	Gersau	151	Millimeter	in	24	Stunden
„	Vitznau	233	„	„	24	„
„	Rigi-Kulm	198	„	„	24	„
„	Weggis	125	„	„	24	„
„	Engelberg	114	„	„	24	„
„	Stans	135	„	„	24	„

Diese Zahlen erklären am besten die Ereignisse, die sich am 15. Juni, diesem Unglückstage, abgespielt haben. Der Regen setzte am 14. Juni ein, so daß die steigenden Fluten am 15. Juni ihren höchsten Stand erreichten und ihre Ufergelände unter Wasser setzten.

Außer dem schon erwähnten Schaden ist im Tal die Aa noch auf die Zerstörung einzelner Stellen der Straßen und der elektrischen Bahn von Stansstaad nach Engelberg hinzuweisen.

Die kantonalen Behörden ergriffen unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen, um mit Hilfe arbeitsfreudiger Bürger die Wuhrlücken zu schließen und provisorisch die tiefen Stellen der Dammungen zu erhöhen, um einen erneuten Angriff von Hochwassern abzuweisen. Zudem kamen auch Truppen an, um bei der mühevollen und oft gefährlichen Arbeit mit Erfolg Hand zu bieten.

2. Korrekektionsprojekt.

Die geschilderten Vorkommnisse bewogen die Regierung des Kantons Nidwalden ein Korrekektionsprojekt für die Aa aufstellen zu lassen und hiefür um die Bewilligung eines Bundesbeitrages nachzusuchen.

Betrachtet man den Lauf der Aa auf dem Gebiet dieses Kantons, so zeigt es sich, daß drei bestimmte Abschnitte gebildet werden können.

Die erste dieser Teilstrecken, von zwei Kilometer Länge, zieht sich von Obermatt bis zur Mettlenbrücke. Der Lauf der Aa ist dort sehr unregelmäßig, auch wechseln die Gefälle von 2,5 % bis auf 5 % und mehr.

Der zweite Abschnitt ist 8,6 km lang und erstreckt sich von der Mettlenbrücke bis zur Einmündung des Buoholzbaches. Die Gefälle betragen 1—2 %; auch sind einzelne Stellen, teils beidseitig, teils nur auf einem Ufer eingewuhrt, wobei die Sohle eine ziemlich gleichmäßige Breite aufweist.

Die unterste Sektion, zwischen genannter Bacheinmündung und dem Vierwaldstättersee, hat eine Länge von 7,4 km und ist auf beiden Seiten mit Schutzbauten versehen, aber das Normalprofil hat im Verhältnis zum Gefäll keine genügende Abmessungen. Zudem ist die Sohlenbreite sehr verschieden, so daß auf der ganzen Teilstrecke zahlreiche Kiesbänke auftreten.

Die Wirkung des Hochwassers vom 15. Juni 1910 und der Zustand der drei soeben beschriebenen Strecken haben für die Aufstellung des Kostenvoranschlages sehr nützliche Fingerzeige gegeben, denn bei den vorzusehenden Bauten konnte es sich nicht um eine vollständige Eindämmung der Aa von Obermatt bis zum See handeln, weil die Kosten eines solchen Werkes in keinem Verhältnis mit den finanziellen Mitteln des Kantons gewesen wären.

Man mußte sich mit einer Summe begnügen, die es ermöglichte die dringlichen Arbeiten zur Verhütung weiterer Ausbrüche und Überflutungen, sowie die Verbauung der beiden Zuflüsse der Aa, des Buoholzbaches und des Steinibaches, zur Verminderung des Geschiebeabtriebes auszuführen. Der Voranschlag setzte sich, wie folgt, zusammen:

Korrektion der Aa	Fr. 500,000. —
Verbauungsarbeiten am Steinibach	„ 100,000. —
„ „ Buoholzbach	„ 50,000. —
Total	<u>Fr. 650,000. —</u>

Auf der Strecke Obermatt-Mettlenbrücke mußte vor Allem die Eisenbahn nach Engelberg geschützt und Vorkehren zur Vermeidung neuer Anbrüche, hauptsächlich am linken Ufer, getroffen werden.

Um diesen Zweck zu erreichen, sind zwei Strecken der Aa, deren Verlegung nicht möglich war, durch Leitwerke geschützt, an allen anderen Stellen aber ist die Strömung durch Querbauten (Sporen) in den Talweg geleitet worden, deren oberes, in die Dämme eingelassenes Ende hochwasserfrei gehalten worden ist.

Die bis jetzt in der Strecke Mettlenbrücke-Buoholzbach ausgeführten Arbeiten sind nicht sehr bedeutend und bestehen nur in der Erstellung einer Ufermauer aus Beton im Riedli, wo die Bahnlinie zerstört worden war. Wie schon erwähnt, ist die Sohlenbreite auf diesem Abschnitt fast überall dieselbe; die Überflutungen kamen nur vor, weil die Dämme nicht hoch genug waren.

Oberhalb der hölzernen Brücke bei Wolfenschießen war das Abflußprofil groß genug, um die Hochwassermenge vom 15. Juni zu fassen. Das Gefälle beträgt dort 1 ‰ und die Durchflußfläche $41,84 \text{ m}^2$, was mit der Annahme eines Rauigkeitskoeffizienten von 0,033 in der Formel von Ganguillet und Kutter eine Wassermenge von 208 m^3 per Sekunde entspricht. Da das Einzugsgebiet dort 184 km^2 mißt, so berechnet sich daraus eine Niederschlagsmenge von $1,13 \text{ m}^3$ per Sekunde und km^2 .

Das ganze Einzugsgebiet der Aa umfaßt 227 km^2 , wofür sich unter sonst gleichen Annahmen eine Gesamtwassermenge von 257 m^3 ergibt.

Diese Ergebnisse haben für die Bestimmung der Abflußprofile als Grundlage gedient.

Unterhalb der Einmündung des Buoholzbaches sind die wichtigsten Arbeiten an der Durchbruchstelle gemacht worden. Die jetzt in Ausführung begriffene Korrektur erstreckt sich auf eine Länge von 2300 m vom genannten Bache abwärts bis zur Wagner'schen Wehr.

Das Gefälle beträgt 1 ‰; das Abflußprofil hat, wie auf Tafel XXXVIII angegeben, eine Sohlenbreite von 22 m und eine Höhe von 2,80 m. Die Leitwerke bestehen aus einer auf Holzrost geründeten oder im unteren Teil mit Eisen versehenen Betonmauer, deren der Strömung ausgesetzte Vorderfläche mit Steinen verkleidet ist und die durch eine aus gutem Material erstellte Anschüttung verstärkt wird (Tafel XXXIX). Um die Fundierung dieser Mauer zu erleichtern, ist die Aa nach links, weit außerhalb ihres vorgesehenen Laufes abgeleitet worden, wie es auf Tafel XXXVII angegeben ist.

Unterhalb der Brücke von Büren ist ein anderes Korrekturssystem angewendet worden. Es bestehen dort ältere Schutzbauten, die den Lauf des Flusses beschränken, unter sich aber nicht parallel sind, so daß die Profilbreiten zwischen 18 und 40 m schwanken. Da die Normalbreite nur 22 m betragen soll, so bewirken größere Sohlenbreiten Geschiebsablagerungen, die die Durchflußfläche vermindern und deshalb Ausbrüche veranlassen könnten. Man hätte auf dieser Strecke auch neue Leitwerke erstellen sollen, der Kosten wegen begnügte man sich aber mit der Errichtung von 35 m von einander abstehenden Traversen (Sporen) aus Holz oder aus Holz und Beton. Das landseitige Ende dieser Traversen erreicht die Höhe der alten Dämme, wogegen

der Kopf die Höhe der mittleren Fußsohle nicht überragt. Der Abstand zwischen den Köpfen zweier einander gegenüberliegenden Sporen beträgt 22 m.

Da diese Einschränkung eine Erhöhung des Hochwasserspiegels bewirken wird, hat man auch die alten Dämme entsprechend erhöht. Zur rascheren Ausbildung des Abflußprofils sind zwischen Sporenköpfen Ausräumungen vorgenommen worden, das gewonnene Material wurde am Fuß der alten Dämme abgelagert.

Diese Arbeiten haben sich bis jetzt bewährt und werden auf den anderen Strecken, die ähnliche Verhältnisse anweisen, fortgesetzt werden.

Am Buoholzbach und am Steinibach bestehen die bisher ausgeführten Bauten (Uferschutzwerke) aus Holz und Stein.

Sämtliche Arbeiten an Aa und Zuflüssen sind im Regiebetrieb erstellt worden.

Der mittlere Taglohn eines Arbeiters schwankt zwischen Fr. 4.60 und 4.80. Der Laufmeter Ufermauer, nach dem in Tafel XXXVIII angegebenen Baumuster, beläuft sich, soweit als dies aus den vom Kanton eingereichten Rechnungen zu berechnen war, auf etwa Fr. 120.

Wie für die andern infolge des Hochwassers von 1910 notwendig gewordenen Wasserbauten, hat die Eidgenossenschaft auch für die Aa einen Beitrag bewilligt. Gemäß Bundesbeschluß vom 28. März 1911 ist dem Kanton Nidwalden ein Bundesbeitrag von 50% der Voranschlagssumme von Fr. 650,000, also von Fr. 325,000 zugesichert worden.

Der Kanton leistet seinerseits einen Beitrag von 20%; die beteiligten Gemeinden geben 5%; so daß die wuhrpflichtigen Uferanwohner nur noch einen Anteil von 25% zu tragen haben.

Anmerkung. Der Ableitungskanal, sowie die provisorische Querschwelle, die erstellt worden waren, um das Wasser der Aa während der Ausführung der Korrektion von der Baustelle abzuhalten, sind gegen Ende des Jahres 1913 in Wegfall geraten.

Die Vertiefung der Flußsohle, die man auf Tafel XXXVIII, unterhalb des Absturzes wahrnehmen kann, fängt schon an zu schwinden, so daß voraussichtlich die Sohle ihre frühere Höhenlage mit einem Gefälle von 1%, von km 6,800 an, wieder einnehmen wird.



9.

Korrektion der Muota und Verbauung der Starzlen

Kanton Schwyz

1. Einzugsgebiet.

Die Quellen der Muota befinden sich zu hinterst im Bisistale. Als Hauptquelle wird der vom Aelperthor nordwestlich der Windgälle kommende Bach, der mehrere schöne Wasserfälle bildet, angesehen. Im Westen wird dieses Gebiet begrenzt vom Stoßberg (1911 m über Meer), Hengst (1880 m) und den drei Engeln (1781 m), im Süden vom Roß-Stock (2491 m), von der Windgälle (2759 m), vom Glatten (2507 m), den Märenbergen bis zum Oststock (2716 m), im Osten vom Grieselt-Stock oder Faulen (2804 m) und dem Schwarzstock (2203 m) und endlich im Norden von letzterem bis zum Großen und Kleinen Mythenstock (1903 m und 1815 m). Ein besonderes Gebiet hat dann die Seewern, welche dem Lowerzersee entfließt und nahe bei der Mündung der Muota in den Vierwaldstättersee sich in dieselbe ergießt. Die Länge des Laufes der Muota ist ca. 30 km, das Einzugsgebiet bis zum Vierwaldstättersee beträgt 315,9 km².

2. Geologische Verhältnisse.

Während im oberen Teile des Bisistales, oberhalb dem Dürrenboden, des Hürिताles und der rechten Seite des Räschtals Oberer Jura, Dogger und Lias vorhanden ist, kommt im übrigen Teile des Muotatales Neocomien, Schrackenkalk, Gault und Sewerkalk vor, am linken Ufer unterhalb Hengst und Pfannenstock finden sich Numulitenbänke und in der Starzlen auf dem rechten Ufer weit ausgedehnte Schutthalden. Im Gebiete der Seewern findet man dann Flysch, die Zuflüsse des Lowerzersees sind in der Nagelfluh und Süßwasser-Molasse eingeschnitten.

3. Hochwasser des Jahres 1910.

Dem Berichte des Kantonsingenieurs von Schwyz entnehmen wir, daß an der Muota in der Morgenfrühe des 15. Juni die größten Hochwasser eintraten und zwar wurde hauptsächlich das Dorf Muotatal davon betroffen.

Die Muota brachte schon aus dem Bisistal, wo sie bereits über die Ufer getreten war und Wiesen, sowie Felder mit Schlamm und Gerölle überschüttet und Brücken weggerissen hatte, große Mengen von Geschieben mit. Im sog. „Hergottstutz“ durchbrach sie die große „Landwehri“ und den künstlichen Lauf längs des linksseitigen Berghanges verlassend, grub sie sich ein Bett mitten durch den Talboden. Weiter unten, nachdem sie die großen Wasser- und Geschiebsmengen der Starzlen aufgenommen hatte, durchbrach sie, veranlaßt durch den Anprall am linken Felsen, die Wuhre am rechten Ufer. Wieder auf das linke Ufer überspringend, unterwühlte sie das Widerlager der dortigen gedeckten Brücke und bewirkte den Einsturz derselben. In diesem Augenblick trat auch die Zerstörung der an der Muota nächstliegenden Gebäude ein. Rechtsseitig und linksseitig wurde ein Haus nach dem andern unterspült, stürzte zusammen und wurde von den Fluten weggerissen. Auf diese Weise sind im Hintertal elf Wohnhäuser und drei Scheunen zerstört worden, ebenso die zwischen den Häusern durchführende Straße.

Weiter unten setzte der Fluß nochmals sein Zerstörungswerk fort, durchbrach den rechtseitigen Damm unterhalb dem Elektrizitätswerk und verlegte den Flußlauf ca. 60 m seitlich in das schönste Wiesland hinein. Dieser Einbruch auf dem rechten Ufer war dann die Ursache, daß der ganze, Schachen genannte Teil der Ortschaft Muotatal, überschwemmt wurde. Die Straßen wurden sämtlich bis 2 m tief aufgerissen, die meisten Häuser stark beschädigt, teils durch das Wasser, teils durch die Holzmassen, welche durch die Fluten mitgerissen wurden. Auf rasch errichteten, notdürftigen Stegen retteten sich die Bewohner nach dem linksseitigen Hang, nur das Geringste ihrer Habe mitnehmend.

Ein Kilometer unterhalb Schachen, bei der dortigen Talverengung, wurden neuerdings Brücken und Stege weggerissen und die besten Matten auf hundert und mehr Meter Breite vernichtet.

Nur die Schluchten unterhalb dem Mätteli, beim sog. grünen Wald, boten dem empörten Elemente sicheren Widerstand, aber beim Eintritt in die Talebene begann das Zerstörungswerk von Neuem.

Oberhalb der Brücke Hinter-Ibach überstieg das Wasser die dortige Betonmauer und riß den dahinterbefindlichen Damm weg. Ein Teil der Muota, ca. $\frac{1}{5}$, strömte auf kürzestem Wege über den Talboden und durch die Ortschaft Brunnen dem See zu. Das ganze Gelände wurde überschwemmt, in der obersten Partie erreichten die Schutt- und Geschiebemassen die Höhe eines Meters, und die der Überflutung nächstgelegenen Häuser waren in höchstem Maße der Gefahr einer Unterwaschung und des Zusammenbruches ausgesetzt.

Diesem Dammbbruch ist es jedoch zu verdanken, daß die gedeckte Brücke von Hinter-Ibach nicht einstürzte, was sicherlich auch die Zerstörung der 600 m weiter unterhalb befindlichen, ebenfalls gedeckten Kantonsstraßenbrücke zur Folge gehabt hätte, sowie den Zusammenbruch der nächstliegenden Häuser.

Unterhalb Ibach fanden noch verschiedene Überflutungen der Dämme statt, so daß der ganze Talboden von Brunnen bis zum Urmiberg und vom See bis nahe an

die Zeughäuser Seewen eine einzige Wasserfläche bildeten und der Verkehr auf Straße und Wegen, sowie einige Zeit selbst auf der Eisenbahn unterbrochen war.

Neben den vollständig zerstörten Gebäulichkeiten und den stark beschädigten Wohnhäusern im Muotatal, Ibach und Brunnen wurden auch mehrere Brücken und größere Stege weggerissen und große Flächen gutes Kulturland mit Schlamm und Geschieben überdeckt, so daß es viele Anstrengungen erfordern wird, die Schädigungen dieses Hochwassers wieder gut zu machen. Die Photographie Nr. XLV veranschaulicht den Zustand des Muotabettes oberhalb der Brücke Hintertal unmittelbar nach dem Hochwasser, während das Bild Nr. XLVa dieselbe Strecke nach der Ausführung der Korrekionsarbeiten zeigt.

Fragt man nun nach den Ursachen dieser außerordentlichen Katastrophe, so waren es auch hier, wie am Schächen, an der Engelberger-Aa und an der Landquart, die langandauernden, außerordentlich heftigen Niederschläge, verbunden mit Schneeschmelze bis in die höchsten Regionen der Berge hinauf, welche dieselbe verursacht haben.

Das Einzugsgebiet der Muota oberhalb der Starzlen ist 98,1 km², die Starzlen hat ein Einzugsgebiet von 26,7 km², so daß das Gesamteinzugsgebiet bis oberhalb Hintertal 124,8 km² beträgt, wovon 59,2 km² oder 47,4% Feisen und Schutthalden sind. Die Abflußmenge der Muota kann zu 415 m³ (ohne Seewern) angenommen werden, was bei einem Einzugsgebiete von 232,3 km² 1,85 m³ pro km² und Sekunde ausmachen würde.

Nimmt man dieses Verhältnis, welches für das obere Gebiet eher zu klein ist an, so erhält man für die Wassermenge oberhalb Hintertal 231 m³, was die ungeheuren Verheerungen in diesem Tale genügend erklärt.

Sowohl im Muotatale als auch von Ibach abwärts wurden sofort die dringendsten Notarbeiten an Hand genommen und zwar wetteiferten Zivil und Militär miteinander, dem umliegenden Gelände wenigstens einigermaßen Schutz zu geben. Im Muotatal wurden von der Sappeurkompagnie Nr. 6 provisorische Wuhungen bei Hintertal und bei Schachen ausgeführt und eine hölzerne Brücke bei Fölmis erstellt. Ohne Zögern ging man aber auch an die Ausarbeitung eines rationellen Verbauungs- und Korrekionsprojektes der Starzlen und der Muota von der Balm bis in den Vierwaldstättersee.

4. Beschreibung des Projektes.

Das von den eidgenössischen Räten am 22. Dezember 1910 genehmigte und mit 50% subventionierte Projekt setzt sich aus folgenden Abteilungen zusammen:

I. Abteilung: Korrektion der Muota vom Hergottstutz bis Föllmisbrücke, Länge 4800 m	Fr. 915,000. —
II. Abteilung: Korrektion der Muota von Föllmisbrücke bis Klingentobel, Länge 4300 m	„ 450,000. —
III. Abteilung: Korrektion der Muota von Hinter-Ibach bis Einmündung in den See, Länge 6400 m	„ 630,000. —
IV. Verbauung der Starzlen	„ 400,000. —
V. Brücken und Stege	„ 160,000. —
VI. Notarbeiten	„ 45,000. —
	Total <u>Fr. 2,600,000. —</u>

Bei der Muota sind zwei durch eine enge Felsschlucht getrennte Teile in Betracht zu ziehen, welche die Abteilungen I, II und III bilden (Beilage Nr. XL). Der erste Teil, Abteilungen I und II, reicht von der Balm bis zum Beginn der Felsschlucht, wo die Wasserfassung des Elektrizitätswerkes Schwyz sich befindet, der zweite Teil oder die III. Abteilung (Beilage Nr. XLI) erstreckt sich vom Ausgang der Schlucht bis zum Vierwaldstättersee. Das Längenprofil, Beilage Nr. XLII, gibt die allgemeinen Gefällsverhältnisse dieser Abteilungen an.

In der obersten Strecke der ersten Abteilung ist ein großer Ablagerungsplatz angelegt worden, zur Fixierung und Zurückhaltung der von oben her kommenden Geschiebe. Hierauf folgt eine regelmäßige, provisorische Kanalisierung der Muota bis oberhalb der Einmündung in die Starzlen, mittelst Faschinenwuhren, Sporen und Steinwurf, da durch die Geradelegung des Flußlaufes eine Vertiefung der Sohle zu erwarten war. Eine solche ist auch eingetreten und es mußten Sohlenversicherungen zur Sicherung der Hauptsperre in der Balm zur Ausführung gelangen. Siehe Beilage Nr. LX und Photographie Nr. XLIV.

Von der Einmündung der Starzlen bis unterhalb Schachen, also soweit Gebäulichkeiten und wertvolles Kulturland zu schützen sind, sollen tief fundierte Betonmauern beidseitig die Ufer sichern.

Von Neumatt bis zur Föllmisbrücke und in der zweiten Abteilung von dieser Brücke bis zur Schlucht hinunter, hat das Flußbett sehr verschiedene Breiten und liegt stellenweise ganz verwüstet da. Hier muß nun durch allmähliche Einschränkung mittelst Traversen (Sporen) ein neues, gleichmäßiges Flußbett geschaffen werden, das durch periodische Ausräumungen noch nach und nach ausgebildet wird. Erst nachdem dieses Flußgerinne in Breite und Tiefe einen definitiven Charakter angenommen hat, wird es möglich sein die endgültigen Uferschutzbauten auszuführen. Die Photographie Nr. XLVI zeigt den Zustand des Flußbettes beim Grünen Wald am Ende des Jahres 1913.

Auf der ganzen Strecke sind 6 neue Brücken zu erstellen.

Im Jahre 1910 ist nun mit den Bauten in der Balm, bei Kilchisried, bei „im Fluhof“ und „untere Meienen“, sowie im Selgis angefangen worden. Im Jahre 1911 wurden dieselben weiter geführt, so daß zu Ende genannten Jahres nicht nur diese Bauten, sondern auch noch 2 Brücken fertig erstellt wurden.

Im Jahre 1912 sind dann die definitiven Wuhre „Im Hintertal“ bis gegenüber dem Frauenkloster St. Josef in Angriff genommen worden, sowie solche bei der Föllmisbrücke. Diese Brücke selbst wurde auch neu erstellt und im weitem provisorische Bauten (Traversen) auf lange Strecken gemacht, so von Neumatt bis Rambach und von Kapelimatt bis ins Selgis.

Bei dem außerordentlichen Hochwasser vom Mai 1912 haben diese Bauten beinahe keine Beschädigungen erlitten.

Auf der III. Abteilung, Ausgang der Felsschlucht bis Vierwaldstättersee, wurde im Jahre 1910 hauptsächlich an der Erhöhung der Hochwasserdämme gearbeitet und diese Arbeit auch im Jahre 1911 fortgesetzt, vornehmlich in den Strecken von „obere Studen“ bis zur Eisenbahnbrücke der S. B. B. beidseitig, linksseitig von derselben bis

zur Zementfabrik Hürlimann und dann wieder beidseitig von der Wilerbrücke bis zur Muotatalbrücke der Straße Brunnen-Gersau.

Von definitiven Uferwuhungen wurde nur das Stück auf dem rechten Ufer von der Brücke Unter-Ibach bis Tschalungern ausgeführt.

Im Jahre 1912 wurde dann die beidseitige Eindämmung vom Ausgang aus der Schlucht bis zur Brücke Hinter-Ibach und diese selbst erstellt, sowie die Brücke Unter-Ibach und das definitive Wührstück obere Studen — untere Studen. Von besonderer Wichtigkeit war die über 800 m lange Kanalisation der Muota, welche 2 Durchstiche enthielt und in schlechtem Terrain erstellt werden mußte. In den Konkaven wurde das Betonwühr auf 4 m langen eisernen Pfählen fundiert und die unterste Schicht mit Eiseneinlagen verstärkt. Siehe Beilage Nr. XLIII und Photographie Nr. XLVII.

Wie aus dem Gesagten ersichtlich ist, handelt es sich bei diesem zweiten Teile der Muotakorrektur hauptsächlich um den Schutz der beidseitigen Ufer und um Unterdrückung der Ueberschwemmungsgefahr.

Bei der Starzlen kommen vornehmlich in Betracht die Zurückhaltung der Geschiebe und Sicherstellung der angebrochenen Seitenhänge. Zahlreiche Sohlversicherungen und Sperren, sowie das Verlegen des Bachlaufes auf Felsen und die Erstellung von Ufermauern wurden vorgesehen, ebenso Entwässerungen und Aufforstungen. Zu unterst bei der Einmündung in die Muota ist dann noch ein Kiesfang projektiert, um dort noch das letzte Geschiebe zur Ablagerung zu bringen und so die Muota tunlichst zu entlasten.

Die unterste Sperre, welche auf Felsen fundiert werden konnte, ist im Jahre 1911 beendet worden.

Von den 12 Brücken, welche beim Hochwasser vom Jahre 1910 entweder zerstört waren oder deren Abflußprofil sich als zu klein erwiesen haben, wurden bis jetzt 9 wiederhergestellt und zwar alle in armiertem Beton.

Der Neubau der beiden zu niedrig angelegten hölzernen, gedeckten Brücken bei Hinter-Ibach und Unter-Ibach, sowie die Ausführung von Traversen zur Regulierung der Flußbettbreite und Ausräumungen in demselben sollen die Geschiebsführung verbessern und den Wasserabfluß erleichtern.

Beim Hochwasser im Mai 1912 fanden nur geringe Überflutungen auf der obersten Strecke und bei Hinter-Ibach statt, der Schaden jedoch war unbedeutend und wird in Zukunft wohl ganz vermieden werden können.

Die Baukosten auf den 30. Juni 1913 belaufen sich auf rund Fr. 2,450,000.—.



10.

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse

Kanton Graubünden

1. Einzugsgebiet.

Das Einzugsgebiet der Landquart wird im Westen begrenzt von der Bergkette, welche vom Augstenhorn (2378 m ü. M.), dem Kamm (2003 m) über dem Gleck (2440 m) zum Falknis (2566) sich hinzieht, dann nach Norden umbiegt und bis zum Mädris II die gleiche Richtung beibehält, aber von da wiederum nördlich bis zum Horn beim See-Gletscher (2091) sich wendet.

Im Osten wird das Landquartgebiet umsäumt vom Gr. Litzner (3124 m), dem Silvrettahorn (3248 m), dem Verstanklahorn (2937 m), wobei der Bergkamm dann weiter über das Schwarzhorn (3248 m) nach den Plattenhörnern (3211 m) zum Jöri-Gletscher geht.

Hier fällt dann die westliche Richtung wieder ein und zieht sich über Weißhorn (3089 m), Eisenhorn (2992 m) zur Pischa (2983 m).

Im Süden geht die Begrenzung von der Pischa über das Hörnli (2449 m) zur Casanna-Spitze (2562 m) und von dort dem Bergkamme nach, welcher das Schanfigg vom Prättigau trennt, im Kistenstein (2480 m) seinen Anfang nimmt und über Mattlis-horn (2464 m) zum Hochwang und Teufelskopf sich hinzieht. Dort biegt diese Berg-kette wieder nach Westen ab, um vom Faulenberg (2385 m) über die Cyprianspitze nach dem Tren zu gehen, welcher Grat das Rheintal von demjenigen der Landquart trennt.

2. Geologische Verhältnisse.

In geologischer Beziehung besteht beinahe das ganze Gebiet der Landquart aus Bündnerschiefer, im Norden zwischen Luzein und St. Antönien und im Süden zwischen den Fideriser-Alpen und Serneus, treten kalkige Schichten zutage. Im Osten kommt dann Steinsberg-Kalk, Hauptdolomit, Rauchwacke, Virgloriakalk, Verukano sowie Gneiß vor, im Süden wechseln Serpentine mit Gneiß, Granit, Hauptdolomit, Gyps, Verukano mit Hornblende ab.

3. Geschichtliches.

Die Landquart hat von ihrem Ursprung bis zum Rhein eine Länge von 42,63 km und ein Einzugsgebiet von 617,67 km². Unterabteilungen können folgende gemacht werden:

Gebiet der Landquart bis und mit dem Schlappinbach unterhalb

Klosters 198,65 km².

Gebiet der Landquart bis und mit dem Schraubach bei Schiers 486,46 km².

Gebiet der Landquart bis und mit dem Taschinasbach und

Schrankenbach bei Felsenbach 615,47 km².

Hievon sind 120,19 km², also 19,5 % Felsen und Schutthalden, 136,34 km² oder 22,2 % Wälder, 13,05 km² oder 2,1 % Firne und Gletscher, 0,47 km² oder 0,1 % Seen und 345,42 km² urbarisierter Boden (Wiesen, Äcker und Weiden).

Die ersten Versuche, an der Landquart Schutzbauten auszuführen, stammen aus dem Jahre 1705, dann wieder aus den Jahren 1739 und 1770, wo die Gemeinde Schiers mit verschiedenen adeligen Familien in Grüşch Verträge betreffend Eindämmung des Flusses abschloß; die ausgeführten Bauten hatten aber keinen Bestand und gingen nach mehrfachen Hochwassern zugrunde.

Das gleiche Ziel verfolgte zu Anfang des verfloffenen Jahrhunderts Pfarrer Pool in Fideris, mit der Bildung einer hydrotechnischen Gesellschaft, welche gegen Abtretung des zu gewinnenden Bodens auf einen gewissen Zeitraum, die Sicherungsarbeiten am Flusse, meist Faschinenbauten, während ca. 20 Jahren auf eigene Kosten ausführte. Die Gemeinden mußten nur einige Beihilfe in Form von Gemeindewerk leisten.

Auch diese Bauten hatten keinen Bestand, so daß im Jahre 1843 fast keine Spur davon vorhanden war.

Im Jahre 1821 hatte eine anonyme Broschüre wieder auf die Dringlichkeit der Landquartbewahrung aufmerksam gemacht und dabei besonders darauf hingewiesen, daß die Verbauung der Seitenbäche durch Schwelldämme (Talsperren) für die Sicherheit dieser Korrektionsarbeiten notwendig sei und daß die Geschiebeverminderung auch dem Rheine zugute kommen werde.

Dieser weise Rat blieb aber unbeachtet. Nach dem großen Hochwasser in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ging man im Prättigau daran wenigstens die Talstraße und die schönsten Güter sicherzustellen und führte lange, unüberflutbare Querdämme aus, durch welche der Fluß gegen die linke Talseite gedrängt wurde. Nach und nach wurden dann die Sporenköpfe durch Parallelwerke verbunden und eine immer regelmäßigere Einwührung geschaffen. Eine Verbauung der Seitenbäche fand auch jetzt nicht statt.

Seit dem Jahre 1868 trat dann noch eine regere Bautätigkeit ein, indem die Bewilligung von Beiträgen, zuerst aus der sog. Hülfsmillion, später aus der Bundeskasse den Gemeinden die Ausführung größerer Korrektionsarbeiten bedeutend erleichterte.

Bis zum Jahre 1910 war die Bewahrung der Landquart soweit fortgeschritten, daß von oberhalb der Einmündung des Furnabaches bis zum Felsenbach die rechtseitige Bewahrung des Baches mit Ausnahme kurzer Strecken beim Schraubach bei

Schiers und Taschinasbach bei Grüşch vollendet war. Von Felsenbach bis zur Einmündung in den Rhein war die beidseitige Bewehrung des Flusses vollendet.

Bei Felsenbach ist ein Wehr in den Fluß eingebaut worden, von welchem links ein Fabrikkanal nach dem Dorfe Landquart, rechts ein Mühlekanal nach Malens abzweigt.

Die Profilbreite von Dammkrone zu Dammkrone war 28 m bis 30 m, das Gefälle innerhalb der Korrektion 1,9 ‰.

Die Uferschutzwerke waren meist Rollwuhre mit davor befindlichem Steinwurf.

4. Hochwasser 1910.

An der Landquart fand nun im Jahre 1910 ein Hochwasser statt, wie ein solches seit dem 18. Jahrhundert nie mehr vorgekommen war.

Am 13. Juni begann der Regen einzusetzen und zwar ziemlich gleichmäßig auf dem ganzen Gebiete, etwas stärker auf den Höhen als im Tale. Am folgenden Tage verstärkten sich die Niederschläge bedeutend, wobei nun die untern Regionen mehr betroffen wurden als die obern. Infolgedessen kam es am Morgen des 15. Juni zu einer wahren Katastrophe und noch hörte der Regen nicht auf.

In St. Antönien fiel z. B. am 13. Juni 29,0 mm Regen, am 14. Juni 90,6 mm und am 15. Juni noch 4,5 mm. Das Maximum wurde am 14. Juni mit 100 mm bei Seewis erreicht. Die Wirkungen dieser außerordentlichen Wasserfluten machten sich schon weit oben bemerkbar.

Der Mönchalpbach und der Läretbach überschwemmten die Kloster-Brücke. Im obern Prättigau waren viele Rufen und Erdschlipfe niedergegangen. Landquart und Mönchalpbach vereinigt, beschädigten namentlich im Dorfe Serneus die Ufer und die Straße und rissen die Säge fort. Im Mühletobel wurden die Wuhre unterspült und die Rhätische Bahn auf 110 m Länge zerstört.

Schlimmer noch hauste das Hochwasser in Küblis. Im Dorfteil Dalvazza riß der Schanielenbach, nachdem er schon im St. Antöniental arge Verheerungen verursacht hatte, verschiedene Gebäude auf der linken Seite des Baches weg. Holz und Schutt stauten sich hinter der Luzeinerbrücke und der größte Teil der Wassermassen warf sich nach rechts und überschwemmte den Bahnkörper. Der Bahndamm wurde auf einer Länge von ca. 100 m zerstört, das Postgebäude arg mitgenommen.

Der Arieschbach schwemmte an zwei Stellen den Bahndamm auf ca. 150 m weg und an mehreren Stellen die Straße.

Der höchste Grad von Verwüstung wurde bei der Station Fideris erreicht, wo die Bahnlinie an zwei Stellen auf eine Länge von 500 bis 600 m unterbrochen wurde. Es gelang, den Fluß hinter dem Bahnhof von der Straße abzulenken. Zwischen Fideris und Jenaz brach er aus und bedrohte längere Zeit das Dorf. Die Brücke beim Bahnhof Jenaz wurde weggerissen, ebenso ein Teil des Bahnhofgeleises. Zwischen Jenaz und Furna-Station brach die Landquart wieder aus und zerstörte den Bahndamm auf 100 m Länge. Sehr groß waren auch die Verheerungen in Schiers. Die Rosenbergbrücke wurde

weggerissen, der Damm auf dem rechten Ufer der Landquart durchbrochen und Wiesen und Äcker mit Geschieben überführt.

Der Schraubach zerstörte unterhalb der obern Brücke das Wuhr und drohte gegen das Dorf auszubrechen, was aber verhütet werden konnte; hingegen fielen die Straße und die Bahnbrücke dem Ansturm des Wassers zum Opfer und eine Anzahl Häuser auf dem linken Ufer wurden schwer beschädigt.

Zwischen Schiers und Grüşch wurde ein Stück des linksseitigen Dammes abgeschwemmt und die Brücke nach Überlandquart-Cavadura zerstört.

In Grüşch wütete der Taschinasbach. Die Sperre am Ausgang der Schlucht wurde durchbrochen, ebenso das Wuhr unterhalb der Straßenbrücke, ein Haus wurde gänzlich weggerissen, ein anderes stark beschädigt. Das Dorf schwebte lange Zeit in äußerster Gefahr und konnte nur durch die größten Anstrengungen seiner Bewohner gerettet werden.

Auf der rechten Seite des Baches fand ebenfalls eine Überschwemmung statt, indem Landquart und Taschinasbach das aufgeschwemmte Land überfluteten und die Arbeit vieler Jahre vernichteten.

Im Felsenbach hielt die Straßenbrücke stand, hingegen wurde die Straße daselbst auf der rechten Seite zerstört. Eine gewaltige Geschiebsmenge gelangte dadurch in die Landquart, was als Hauptsache der großen Verwüstungen bis zur Einmündung in den Rhein anzusehen ist.

Auf dieser Strecke wurden bald rechts, bald links große Stücke Landes abgeschwemmt, die Holzbrücke und die Eisenbahnbrücke der S. B. B. wurden ein Raub der Fluten und die oberhalb befindliche Straßenbrücke (Zollbrücke) war ernstlich bedroht. Zur Sicherung dieses Punktes vereinigten sich alle Anstrengungen, denn wenn diese Brücke weggeschwemmt worden wäre, so wäre keine fahrbare Verbindung mehr auf dem rechten Ufer des Rheins vorhanden gewesen.

Aufgebotenes Militär, die Rekrutenschule in Chur, die Feuerwehren der umliegenden Gemeinden, Arbeiter, kurz wer helfen konnte wurde verwendet und so gelang es diese wichtige Stellung zu halten.

5. Notarbeiten.

Die Notarbeiten bestanden in der Hauptsache im Einhängen von Bäumen, die am Ufer befestigt, mit Steinen beschwert wurden. Die starke Strömung riß oft Stücke dieser Versicherung los und es mußte von Neuem begonnen werden. Besser als die eingehängten jungen Bäume haben sich Senkwalzen aus Föhren mit Füllung von Bruchsteinen erwiesen.

Am 18. Juni wurden nun technische Truppen mobil gemacht, nämlich Sappeur-detachements aus Zürich und St. Gallen und Tags darauf auf beiden Ufern der Landquart mit den Arbeiten begonnen.

Nach harter Arbeit wurde nun am 20. die Hauptgefahr beseitigt.

In Verbindung mit den Uferschutzbauten begann man am gleichen Tage mit Korrektionsarbeiten, welche den Zweck hatten die Landquart in eine gerade Richtung

zurückzudrängen. Durch schräg vorgebaute Sporen und durch frisch ausgehobene Kanäle wurde dem Wasser der neue Weg gewiesen.

Die Gerippe der Sporen wurden meistens durch sogenannte Halbböcke gebildet. Der Holm (4 bis 6 m lang und bis 50 cm dick) ruht mit einem Ende direkt auf dem Boden, während das andere Ende durch 2 Füße (2 bis 4 m lang und bis 30 cm stark) gestützt wird. Die Verwendung dieser Böcke bei den Wuhrarbeiten war eine vielseitige. Entweder dienen diese Füße den aufgeschichteten Tannen als Anhaltspunkte und der Holm ist Stütze oder umgekehrt; ferner wurden die Böcke in langen Reihen nebeneinander oder in verschiedenen Staffeln hintereinander aufgestellt. Je nach den Verhältnissen wurden die aus Faschinen und Holz bestehenden Sporen durch Steine belastet oder mit grobem Kies ausgefüllt und durch vorgelagerte Steinblöcke gegen Unterspülen gesichert. Außer den Uferschutzarbeiten wurden durch weitere Genietruppen auch noch zahlreiche Brückenbauten ausgeführt, Notbrücken bei Felsenbach, Prada, Schiers, Radals und Serneus, eine Pfahljochbrücke bei Pardisla und eine Lehnbrücke bei Dalvazza.

Außerdem wurden noch wichtige Straßenherstellungen ausgeführt, beim Felsenbach, bei den Dörfern Grüşch, Schiers und Jenaz, sowie bei Fideris-Küblis und bei St. Antönien.

Der Arbeit der Genietruppen und der mithelfenden Infanterie ist es zu verdanken, daß das so verwüstete Prättigau in kurzer Zeit wieder mit dem übrigen Teil des Kantons verbunden wurde.

6. Projekt.

Sobald als es möglich war, wurde an die Aufstellung eines neuen Korrekionsplanes geschritten, welcher von Mombiel bis zum Rhein hinunter für lange Jahre hindurch bei der Herstellung der Uferschutzbauten an der Landquart und den wichtigsten Seitenbächen Geltung haben soll. (Siehe topographische Karte, Beilage Nr. XLVIII).

Die Richtungen des neuen Flußbettes der Landquart sind im Wesentlichen dieselben wie diejenigen vor dem Hochwasser von 1910; denn trotz der Absicht die schärfsten Kurven zu verbessern, mußten einesteils die noch bestehenden Wuhrstücke mitbenützt werden, andernteils waren viele Linien durch das Gelände selbst vorgezeichnet.

Das Gleiche war auch bei den Seitenbächen maßgebend.

Das Längenprofil (Beilage Nr. XLIX) wird sich ebenfalls in ähnlicher Weise ausbilden, wie es vor dem Hochwasser von 1910 war, höchstens wird dasselbe etwas gleichmäßigere Gefälle aufweisen, wenn die bedeutendsten Seitenbäche verbaut und deren Einzugsgebiete besser aufgeforstet sein werden. Das bei der Landquart zur Anwendung kommende neue Querprofil erhält nach Projekt eine obere Breite von 20 m bis 34 m und eine Sohlbreite von 16 bis 28 m.

Die Höhe wechselt von 2 m bis 4,5 m. Das Profil soll also, gestützt auf die beim letzten Hochwasser gemachten Erfahrungen, durchwegs etwas größer gehalten werden, die Sohle wird breiter ausgeführt und die innere Fläche der Wuhrmauern steiler angelegt.

Der Berechnung des Querprofils wurde eine Wassermenge von 1,5 m³ per km² und Sekunde zu Grunde gelegt. Die Beobachtungen während des Hochwassers von 1910 ergaben eine Regenmenge von 100 mm in 24 Stunden, was einem Abfluß von 1,16 m³ pro km² und Sekunde entsprechen würde. Die Wassermenge unterhalb Felsenbach wäre also zu 923 m³ in der Sekunde angenommen. Das Profil würde stufenweise von oben nach unten fortschreitend, vergrößert, und zwar werden folgende Sektionen vorgesehen: Mombiel-Klosters, Klosters-Küblis, Küblis-Furnabach, Furnabach-Schraubach, Schraubach-Taschinasbach und Taschinasbach-Rhein.

Was die Profiltypen für die Bewehrung der Landquart anbelangt, so sind für das Mauerwerk steile Böschungen angenommen worden: 1 : ³/₄ und 1 : ²/₃, bei Rollwuh 1 : 1 bis 1 : 1¹/₄. Bei Trockenmauern beträgt die Kronenbreite horizontal gemessen 0,80 m, die Fundamentdicke 1,70 m, bei Rollwuhren 0,8 bis 1 m und 1,8 bis 2 m. Bei Betonwuhren mit Steinverkleidung beträgt die Stärke in der Krone 0,60 m und im Fundament 1,40 m (Beilagen Nr. L, LIV und LIV a).

Eine wichtige Stelle war diejenige beim Felsenbach. Indem dort der Überfall viel zu schmal war, wurde eine Verbreiterung derselben projektiert und eine Straßenbrücke in einer einzigen Öffnung in Aussicht genommen. (Beilagen Nr. LI und LII).

Die Kanalisierung der drei Seitenbäche in Grüşch, Schiers und Küblis, welche besonders arg gehaust haben und deren Leitwerke größtenteils zerstört waren, soll auf deren Schuttkegel vom Ausgang der Schlucht bis zur Einmündung in die Landquart ausgeführt und deren Einzugsgebiete verbaut werden.

Da alle drei Bäche ziemlich gleich große Einzugsgebiete haben, nämlich 73,5 km², 65,3 km² und 63,3 km², so wurden auch die Abmessungen der Querprofile ähnlich angenommen, nämlich obere Breite von 15 bis 16 m, Sohlenbreite von 11,50 bis 13,50 m und Höhe 3 m.

Bei 3 m Wasserhöhe vermögen diese Profile 250 bis 300 m³ in der Sekunde abzuführen, was 4 bis 5 m³ pro km² Einzugsgebiet und Sekunde ausmacht. Streckenweise soll die Sohle gepflästert werden, wobei die Steine in Zementmörtel auf Betonunterlage verlegt würden. Die Seitenwände sollen in Trockenmauerwerk und in Beton mit Steinverkleidung erstellt werden. Die annähernden Kosten für diese Arbeiten sind wie folgt veranschlagt:

Landquartbewehrung	Fr. 3,100,000. —
Taschinasbach-Kanalisierung mit Sperre	„ 340,000. —
Schraubbachkanal	„ 160,000. —
Schanielabachkanal	„ 150,000. —
	<hr/>
Total	Fr. 3,750,000. —

7. Ausführung.

Mit der Ausführung der dringendsten Arbeiten wurde noch im Herbste 1910 begonnen und zwar auf allen gefährdeten Stellen zugleich, wobei man sich ganz an das angegebene Projekt gehalten hat.

Auf Ende 1913 sind die notwendigsten Bewehrungen zwischen dem Rhein und Küblis mit einem Kostenbetrag von Fr. 3,301,727.83 erstellt worden, wovon Fr. 2,563,210.77 auf die Bewehrungen der Landquart und Fr. 738,517.06 auf die Korrektion der Seitenbäche entfallen.

Die ausgeführten Bauten gewähren auf der Strecke Felsenbach-Rhein dem umliegenden Gelände den nötigen Schutz gegen Überschwemmungen. Die Ausbildung des Flußbettes muß nun sorgfältig überwacht und wenn nötig durch Ergänzungsarbeiten unterstützt werden. Oberhalb Felsenbach sind bis jetzt größere und kleinere Wuhrstrecken erstellt worden, die allmählich ausgebaut und zu einer durchgehenden Korrektion verbunden werden müssen.

An den Seitenbächen sind hauptsächlich die untersten Strecken im Tale der Landquart in Angriff genommen worden.

Die Photographien Nr. LIII und LIII a zeigen, wie am Taschinasbach die Strecke unterhalb der Brücke des Dorfes Grüşch korrigiert wurde.



11.

Korrektion des Vedeggio

Kanton Tessin

1. Einzugsgebiet und geologische Verhältnisse.

Der Vedeggio entspringt am Camoghè im Gebiet des Monte Ceneri, fließt durch das Val di Sertena, mündet bei Camignolo in das Haupttal und durchbricht die Hügelreihe von Taverne, um sich nach einer scharfen Biegung bei Gravesano bei Agno in den Luganersee zu ergießen.

Er hat ein Einzugsgebiet von 105 km², wovon 73 km² auf den Teil oberhalb Taverne fallen. In dieser obern Strecke finden wir fast durchwegs Glimmerschiefer, an wenigen Stellen Gneiß oder Granit. Unterhalb Taverne kommt man in das Gebiet des Casannaschiefers; am linken Ufer oberhalb Gravesano, am Hügel bei der Ostarietta-Brücke und rechts des Flusses zwischen Manno und Bioggio besteht der anstehende Fels aus Verrucano, resp. aus demselben entsprechenden Conglomeraten. Oberhalb Manno trifft man vereinzelt auch schwarzen Porphir und Anthrazitconglomerat an.

Das Einzugsgebiet oberhalb der Alphütte von Sertena zeigt keinerlei Rutschungen oder Anbrüche, das Wasser sammelt sich in verschiedenen Bächen, welche die steilen, mit Vegetation nur spärlich bedeckten, aber bis jetzt noch nicht angegriffenen Hänge durchziehen. Unmittelbar unterhalb der erwähnten Alphütte beginnt eine ausgesprochene Erosionsrinne, wo hauptsächlich der rechtseitige Hang stark angegriffen wird. Es handelt sich hier hauptsächlich um Unterspülungen und hierdurch verursachte oberflächliche Abrutschungen. Die Bachsohle ist infolge Geschiebsablagerung ziemlich breit, auch scheint die Erosion nur langsam fortzuschreiten.

Bei der Einmündung der Val di Guzzala sind die Hänge nicht mehr durchgehend in Bewegung; es zeigen sich hier nur noch vereinzelt Abrutschungen bis gegen Isonne hin, wo der Fluß in festes Gebirge eintritt. In der Talebene unterhalb Camignolo beginnt das eigentliche Ablagerungsgebiet, doch sind hohe Uferanbrüche namentlich bei den von Seitenbächen abgelagerten Schuttkegeln vorhanden. Unterhalb Gravesano bis in die Gegend von Bioggio änderte der Fluß vor Ausführung der Korrektionsarbeiten öfters seine Richtung, so daß manchmal beträchtliche Komplexe von dem flachen Wiesland fortgeschwemmt wurden. Bei der Straße Bioggio-Lugano sind infolge der plötzlichen Gefällsabnahme alle groben Geschiebe jeweilen liegen geblieben.

2. Geschichtliches.

Auf Gebiet der Gemeinde Manno-Bioggio war vor 1868 eine vollständige Korrektur ausgeführt worden, welche nach dem Hochwasser ausgebessert, aber 1869 nochmals zerstört wurde. Hierauf erfolgte wieder eine Flußräumung und die Erstellung von Bauten in Holz. Auf der untern Strecke des Gebietes von Bioggio und auf dem ganzen Gebiet von Agno ist 1870/71 ein regelmäßiges Korrektionsprofil durchgeführt worden, welches zum großen Teil heute noch besteht. Die seither angefertigten Projekte lassen erkennen, daß es immer sehr schwierig war, den Einlauf in diesen Kanal offen zu halten, was auch mit den oben angegebenen Schäden an dieser Stelle übereinstimmt und offenbar mit dem Gefällswechsel zusammenhängt. Es genügte hier die Stoßkraft des Wassers nicht mehr zur Vorwärtsbewegung der Geschiebe, so daß trotz allen Ausräumungen bei starkem Hochwasser das Flußbett an diesem Punkte immer wieder aufgefüllt worden ist und Überschwemmungen unvermeidlich waren. Diese Vorkommnisse waren die Ursachen, daß sich der Gedanke einer durchgehenden Flußkorrektur immer mehr Bahn brach.

3. Beschreibung des Projektes.

Im Jahre 1901 wurde ein Projekt vorbereitet, wonach von der Ablagerung von Bioggio weg ein Kanal auf dem kürzesten Weg nach dem See geführt werden sollte. Oberhalb Bioggio bis Taverna war ferner an verschiedenen Stellen Uferschutz vorgesehen. Dieses Projekt bildete die Grundlage für weitere Studien, bis dann im Jahre 1903 dem Schweizerischen Bundesrat, gestützt auf sorgfältige Vermessungen, ein neues Projekt für eine ununterbrochene Flußkorrektur von der Ostariettabrücke bis zum See eingesandt worden ist. (Siehe Beilage Nr. LV). Diese Vorlage wurde mit wenig Abänderungen durch Bundesbeschluß vom 22. Dezember 1904 genehmigt und an die zu Fr. 1,700,000. — veranschlagten Kosten ein Bundesbeitrag von 50 % bewilligt.

Der Zweck dieses neuen Projektes ist die Verhinderung der Uferanbrüche im oberen Teil und die Weiterleitung der Geschiebe bis zum See. Das bei der Brücke von Ostarietta beginnende Tracé läßt zunächst das alte Flußbett links liegen, bei km 4200 bis km 2000 wird der alte Flußlauf im großen und ganzen beibehalten und von dort abwärts ist ein ganz neuer Kanal vorgesehen, welcher den nächsten Weg zum See einschlägt. Die Kanalaxe liegt unterhalb von der Einmündung der Riana del Mondaccio in gerader Linie und gestattet somit die bestmögliche Ausnützung des Gefälles. (Beilage Nr. LVI).

Als Normalprofil ist ein einfaches Profil gewählt worden, weil es schwierig war, die Höhenlage der Flußsohle, wie sie sich schließlich ausbilden wird, genau zu bestimmen. Bei einem Doppelprofil wäre der Unterschied zwischen Sohle und Vorländern bei unvorhergesehenen Veränderungen der ersteren ungleichmäßig ausgefallen, so daß dann auch kein regelmäßiger Abfluß möglich gewesen wäre; ferner wollte man bei starker Geschiebeführung auch große Geschwindigkeit erzielen.

Die Flußbreite von 15 m in der Sohle, die Böschungsverkleidung, das Tracé und die Nebenarbeiten wie Brücken und Bachverbauungen sind im Projekt nicht abgeändert worden. Das Längenprofil wurde auf Vorschlag des Oberbauinspektorates in der Mündungsstrecke etwas abgeändert. Im Projekt liegt die Sohle an der Mündung um 1 m höher als das Niederwasser des Sees. Die Erfahrungen an der Reuß bei Flüelen und an der Hasliaare haben nun aber gezeigt, daß bei Korrekturen, welche bis ganz nahe zum See vorgestoßen werden, eine Sohlenvertiefung sehr rasch eintritt, wie es übrigens durch die Theorie der Senkung auch erläutert wird. Diese Vertiefung ist im Anfang am größten und nimmt schließlich infolge von Ablagerung von grobem Geschiebe nach und nach ab. Gestützt auf diese Erwägung wurde der Endpunkt der theoretischen Sohle in einer Tiefe von 2 m unter N. W. angenommen und dementsprechend das Gefälle auf eine Länge von 2,150 km ausgeglichen. Diese Linie ist maßgebend für die konstante Sohlenbreite von 15 m.

Um die Arbeiten unter dem Seeniveau zu vermeiden, wurde dann aber die Ausgrabung nur bis zu einer provisorischen Sohlenlinie von geringerem Gefälle ausgeführt und das übrige der Wirkung des Wassers überlassen. Die Sohlenbreite nimmt in dieser Höhe, entsprechend der Gefälldifferenz zwischen der vorgesehenen und der wirklich ausgegrabenen Sohle und der Böschung gegen den See hin, gleichförmig zu. Die Uferverkleidung ist in dieser Strecke als Rollwuh ausgeführt, so daß ein gleichmäßiges Nachschieben möglich wird.

Die Dammhöhen wurden für einen Abfluß von 200 m³ p. S. entsprechend 1,9 m³ pro km² oder 70 % einer Regenhöhe von 240 mm in 24 Stunden und nach Maßgabe des jeweiligen Gefälles so berechnet, daß über dem Hochwasserspiegel noch ein freier Raum von durchschnittlich 0,70 m übrig bleibt. Die Ufermauer reicht nur bis auf die Wasserhöhe. In der untersten Sektion ist auf die provisorisch höher liegende Sohle entsprechend Rücksicht genommen, ebenso ist in dem schroffen Gefällswechsel bei 2,350 km in der Dammkrone und auch an der Uferverkleidung eine Überhöhung angeordnet worden.

4. Bauausführung.

Die Bauausführung wurde durch eine Wuhgenossenschaft überwacht und die unmittelbare Bauleitung einem Ingenieur übertragen. Die sämtlichen Arbeiten sind einer einzigen Unternehmerfirma übergeben worden, um einen einheitlichen Arbeitsbetrieb zu erzielen.

Eine besondere Schwierigkeit lag in der Wahl eines günstigen Steinbruches, welcher bei einmaliger Erstellung der Lade- und Transporteinrichtungen sämtliches Steinmaterial für die ganze Korrektur liefern sollte.

Nach verschiedenen Versuchen hat man oberhalb des Dorfes Taverne einen Felsen gefunden, welcher ein annehmbares Steinmaterial für rohe Wuhre ergab. Dieser Bruch liegt 3 km vom Anfang der Korrektur entfernt und so mußte das Zufahrtsgeleise in weiter Schleife ausholen, um zu dem verhältnismäßig hoch gelegenen Fuß des Felsens zu

gelangen, wo die verschiedenen Geleise und Weichen für das Manövrieren der Materialzüge in einer horizontalen Ebene angelegt wurden. Diese hohe Lage der Geleiseanlage hat sich dann andererseits für die Abschüttung einer außergewöhnlich großen Menge von unbrauchbarem Schuttmaterial als vorteilhaft erwiesen.

Das Verladen des sämtlichen Steinmaterials ist mittelst der im Kanton Tessin allgemein üblichen Ladebühne ohne jegliche Anwendung von Kränen erfolgt. Hiezu wird mit aller Sorgfalt am Fuße des ausgesprengten Felsens eine schiefe Ebene so hergestellt, daß die Steine auf Walzen bis zu der niedrigen Mauer gerollt werden können, an welcher die leeren Materialzüge anlegen.

Jedem Wagen, welcher in geschlossenem Zuge angeschoben wird, entspricht eine Reihe von bereitgelegten Steinen, von denen jeweilen der vorderste mittelst Hebeisen auf den in gleicher Höhe stehenden Wagen geschoben werden kann. Die hinteren Steine können dann für den folgenden Zug nachgerückt werden, wobei die hölzernen Walzen gute Dienste leisten.

Bei dieser Arbeit ist es vorteilhaft, wenn die Plattform der Wagen nicht weit über die Schienen herausragt; es wurde demnach auch eine verhältnismäßig große Spurweite von 1 m angewendet, wobei ein Kippen der Wagen während des Verladens ausgeschlossen ist.

Der geladene Materialzug wird dann bei der Wage vorbeigeführt und das Gewicht jedes einzelnen Wagens bestimmt. Das Laden eines Materialzuges von 15 Wagen erforderte durchschnittlich die Zeit von einer Stunde. Zwei Lokomotiven dienten zum Abstoßen der für den Transport vorbereiteten Züge auf die Rampe und für den Rücktransport der leeren Züge.

Die drei Kilometer lange Strecke zwischen dem Steinbruch und der Baustelle hatte durchschnittlich 1,5 ‰, im Maximum 3,5 ‰ Gefälle und wurde von den unter sich gekuppelten Wagen frei durchlaufen, während die Lokomotive immer allein dem Zuge nachfolgte.

In dieser Weise sind in den Jahren 1906/10 127,200 m³ Steinmaterial transportiert worden; die Einheitspreise für die Lieferung, den Transport auf 3 bis 8,8 km Entfernung und das Verlegen in die Ufermauer und in die Rollwuhre sind folgende:

Ufermauer	20,500 m ³ zu Fr. 7. 10
Vorlagsteine von wenigstens $\frac{1}{4}$ m ³	42,400 m ³ zu Fr. 6. 30
Steine von wenigstens $\frac{1}{8}$ m ³	36,300 m ³ zu Fr. 6. 10
Kleine Steine soweit solche für die Hinterfüllung verlangt wurden	28,000 m ³ zu Fr. 3. 10

Der Bruch hat etwa anderthalbmal so viel unbrauchbares Steinmaterial geliefert, als im Ganzen Steine transportiert worden sind.

Die Unternehmung war auch am Schlusse des Baues mit ihrem Akkorde zufrieden.

In der obersten Strecke des Kanals von 4,2 km bis 6 km hat man gemauerte Wuhre ausgeführt, d. h. die großen plattenartigen Steine wurden in horizontaler Lage übereinandergeschichtet, so daß in der einfüßigen Böschung Stufen entstanden sind. (Siehe Beilage Nr. LVI.)

Das Gefälle der Flußsohle beträgt dort 1,2 bis 1,0 ‰ und hat man deshalb zur Verhinderung allzu großer Auskolkung bei jedem Hektometer eine Sohlschwelle von 5 m Breite und 1 m Höhe aus lose verlegten Blöcken erstellt. (Beilage Nr. LVIII.) Mit dieser verhältnismäßig großen Breite wollte man das Einsinken des vordern Teiles der Schwelle ermöglichen, ohne daß dabei eine Verminderung der Stauhöhe eintreten könne.

In den untern Teilen der Korrektur hat man ausschließlich Rollwuhre zur Anwendung gebracht. (Beilagen Nr. LVI, LVIII und LIX.) Die Steine wurden in einmaliger Böschung lose übereinander geworfen, ohne Rücksicht auf ihre Lage, nur eine gleichmäßige Verteilung derselben ist angestrebt worden. Die größten Steine, meist solche von $\frac{1}{2}$ bis 1 m³ Größe, kamen unten in den Fundamentgraben zu liegen. Die übrigen Steine hat man über den vorerst mit Steinbruchschutt und Steinen der letzten Kategorie abgedeckten Damm nachgeschüttet.

Die Unterbettung des Rollwuhres war bei dem nicht sehr günstigen, sandigen Auffüllungsmaterial notwendig, um Auswaschungen zu vermeiden.

Zum Schutze gegen Durchsickerungen hat man den Damm breiter gehalten als vorgesehen war und die Dammkrone auf 4 m bis 5 m Breite gebracht, was dann bei der geringen Höhe von 2 bis 3 m genügt hat. Das kiesige Material ist immer in der landseitigen Böschung verwendet worden.

Mit der Vedeggiokorrektur wurden auch 4 eiserne Brücken erstellt und deren Kosten von insgesamt Fr. 86,000.— in die allgemeine Rechnung aufgenommen. Die Eisenbahnbrücke von Bioggio ist gleichzeitig mit dem mittleren Teile der Korrektur, aber ganz auf Rechnung der Bahngesellschaft ausgeführt worden. Die Kanalisierung und Uferschutz an der Riana del Mondaccio und an denjenigen von Bioggio und Serocca sind als Bestandteile der Flußkorrektur erstellt worden.

Diese beiden Bäche lagern jetzt ihr Geschiebe in je einem Sammelbecken von 50 bis 60 m Seitenlänge ab. Der Ablagerungsplatz der Riana von Bioggio liegt hinter dem Damme des Vedeggio; der Auslauf desselben führt mittelst einer Ueberbrückung über den Hinterwasserkanal unmittelbar in den Fluß.

Der Kiessammler der Riana del Mondaccio ist erst nachträglich in einer Entfernung von 170 m vom Vedeggio zur Ausführung gelangt, weil man gesehen hat, daß das Geschiebe dieses Baches unterhalb von der betreffenden Stelle in dem Gefälle von 3,60 ‰ regelmäßig stecken bleibt.

Im Jahre 1911 hat man dann auch noch auf Drängen der Gemeinde Agno hin den alten Flußlauf des Vedeggio bei dieser Ortschaft mittelst Flechtwerk verengt und geregelt, um dem Bergwasser einen regelmäßigen Abfluß zu ermöglichen.

Die Arbeiten an der Flußkorrektur sind im Jahre 1906 begonnen worden, die oberste Strecke von 1880 m Länge wurde im Jahre 1907 vollendet.

Hierauf kam dann der übrige Teil des Kanales vom See aufwärts zur Ausführung, so daß der Fluß im Februar 1909 in den neuen Kanal unter der Straße von Bioggio eingeleitet werden konnte und im März des Jahres 1910 hat der Vedeggio sein neues Bett in der ganzen Länge eingenommen. Siehe Gesamtansicht Beilage Nr. LVII.

Die Baukosten betragen, nach Vollendung sämtlicher Bauten im Jahre 1913, Fr. 1,600,678.—.

Es bleibt somit noch eine kleine Summe zur Verfügung für Ergänzung von Verbauungen in den Zuflüssen.

Bis im Sommer 1913 sind verschiedene Hochwasser vorgekommen, von denen aber nur eines, im Jahre 1911, die als Grundlage für die Korrektur angenommene Wassermenge annähernd erreicht hat.

Im allgemeinen ist eine Sohlenvertiefung eingetreten und zwar soweit, daß sich zwischen den Sohlenschwellen der obersten Strecke an Stelle des ursprünglichen Gefälles von 1,2 resp. 1,0 ‰ ein solches von 0,4 ‰ ausgebildet hat. Bei den Schwellen bildeten sich entsprechende Abstürze von 0,60 bis 0,80 m Höhe wobei die vordersten Steine der Schwelle jeweils etwas eingesunken sind. In der Strecke von 8 ‰ Gefälle hat sich die Flußsohle im ersten Jahre um ca. 0,60 m vertieft und ist dann unverändert geblieben.

Am See ist die erwartete Vertiefung von 2 m bis zu Ende des Jahres 1909 eingetreten, aber nur auf eine kurze Strecke und in der Mitte des Kanales, indem der lehmige Untergrund den Abschwemmungen ziemlich zähen Widerstand geleistet hat. Ein Einsinken der Vorlagsteine war bis dahin noch nicht erfolgt. Die Aufnahme vom Jahre 1913 ergab dann an dieser Stelle noch eine Höhenlage der Flußsohle von 0,80 m unter Projekt. Die starke Vertiefung an der Mündung ist bei dem hohen See stand vom Jahre 1912 wieder teilweise ausgefüllt worden, dagegen betrug dieselbe in einer Entfernung von 1 km vom See noch 1,10 m.

Bei 2,350 km, wo zur Zeit der Einleitung des Flußes in den neuen Kanal das Gefälle von 8 ‰ der oberen Strecke plötzlich in ein solches von 4,25 ‰ übergegangen ist, hat sich eine Erhöhung von 1 m gebildet.

Oberhalb und unterhalb in je 500 m Entfernung hat die erwähnte Erhöhung ein Ende und ist eine bleibende Vertiefung eingetreten.

Es hat sich diese Abrundung des Längenprofils ziemlich frühzeitig nach Einleitung des Flußes in den neuen Kanal bemerkbar gemacht und allmählich ausgebildet, ohne daß jemals auffallende Unregelmäßigkeiten infolge von Kolkungen entstanden wären.

Auch im Querprofil hat die Flußsohle immer eine regelmäßige Form gezeigt und ist die Vertiefung in der Mitte derjenigen an den Ufern jeweils um 0,1 bis 0,2 m vorgeeilt.

Am 9. Oktober 1913 erfolgte ein außerordentliches Hochwasser, welches nicht nur den mit Stein geschützten Teil des Durchflußprofils eingenommen hat, sondern an vielen Stellen bis zur Dammkrone, also 0,70 m höher, gestiegen ist. Dieser Wasserspiegel ist durchschnittlich 0,60 m höher als derjenige, welcher bei der Projektierung als der höchste angenommen wurde.

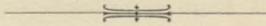
Obschon an einigen Stellen ein leichtes Überfließen über die Dammkrone vorgekommen ist, wurde hierdurch doch gar kein Schaden verursacht.

Die Sohle hat sich bei diesem Hochwasser nur an der Mündung merklich verändert.

Dort ist nämlich eine durchgehende Vertiefung auf 1,50 m unter dem Pegelnullpunkt des Sees eingetreten, diese neue Sohle scheint sich der ursprünglich nur als ideelle Linie angenommenen Sohle ziemlich anzupassen.

Zwischen dem See und der Brücke von Agno ist dann auch die Steinvorlage, der eingetretenen Vertiefung entsprechend, nachgesunken. Da aber dort schon ein genügender Überschuß von Steinen im Rollwahr Verwendung gefunden hat, so wurde durch dieses Nachsinken des Uferschutzes, der natürliche Boden doch nirgends bloßgelegt.

Es kann gesagt werden, daß die Vedeggiokorrektion durch dieses außerordentlich hohe Wasser in keiner Weise Schaden genommen hat.



12. Korrektion des Tessins von Bellinzona bis zum Langensee

Kanton Tessin

1. Einzugsgebiet.

Der Tessin entspringt in den Gebirgen des Nufenen und Gotthard, durchfließt die Terrassen und die schluchtartigen Engpässe des Livinentals, um dann die Hauptzuflüsse, den Brenno und die Moësa aufzunehmen.

Das ganze Einzugsgebiet, mit Ausnahme der nicht sehr breiten Talböden besteht aus steilen, vielfach felsigen Abhängen, wo das Wasser der starken Niederschläge äußerst rasch zu Tal gelangt.

Mit der Bewaldung des Tessingebietes ist es heute nicht mehr so schlecht bestellt, wie die älteren Abhandlungen berichten. Namentlich in den oberen Gebieten der Gebirgstäler bis zur Waldgrenze hinauf findet man jetzt recht ansehnliche zusammenhängende Waldungen von Nadelholz, während weiter unten die Abhänge zum großen Teil mit Kastanienbäumen und allerlei Strauchwerk bedeckt sind.

Die günstige Wirkung, welche die Bewaldung auf die Abflußverhältnisse des Tessins ausübt, läßt sich hier in auffallender Weise erkennen, wenn man in dieser Hinsicht den Tessin mit der benachbarten Maggia vergleicht.

Letztere entsendet aus einem spärlich bewaldeten Einzugsgebiet von 925 km² in Zeitabschnitten von wenigen Jahren Abflußmengen, die sich auf 2 m³ pro Sekunde und km² des Einzugsgebietes berechnen, während am Tessin bei einem Einzugsgebiet von 1600 km², mit Anwendung einer entsprechenden Rechnungsweise seit dem Jahre 1868 bis 1913 nicht mehr ein Abfluß von 1 m³ pro km² wahrgenommen worden ist. Das Hochwasser vom Jahre 1913 hat in den beiden Flußgebieten die obigen Angaben noch übertroffen, wobei aber immer das Gebiet der Maggia im Verhältnis viel mehr Wasser geliefert hat als der Tessin.

2. Alte Korrekptionsarbeiten.

Die Korrektion des Tessin hat sich immer auf eine Eindämmung des Flusses in den flachen Talböden beschränkt, wobei man mehr mit Auffüllungen und Änderungen des Flußlaufes als mit Unterspülungen und Rutschungen zu kämpfen gehabt hat. Der

Wuhrbau verursachte allerdings auch zuweilen Sohlenvertiefungen, welche weiter gegangen sind, als man wünschte.

In der Strecke zwischen Airolo und der Mündung des Brenno findet man nur wenig Wuhr von größerer Ausdehnung. Bei Ambri und Piotta ist das rechtseitige Ufer in den Jahren 1909/10 auf eine Länge von 5 km mittelst einem Leitwerk aus großen Steinen gesichert worden.

Beidseitige Bewehrungen auf längerer Strecke finden sich dann unterhalb Biasca, wo in der Strecke von 34 km Länge zwischen dieser Ortschaft und Bellinzona vor dem Jahre 1910 eine Uferlänge von 4,7 km mit Uferschutz versehen war. Seit dieser Zeit hat sich dort eine rege Bautätigkeit entwickelt und beträgt jetzt die Länge der Leitwerke 8 km 400 m.

Man hat hier ein einfaches Abflußprofil von 90 m Breite mit einfüßigen Böschungen gewählt.

Die Ufermauern werden in einer Stärke von 1,5 bis 2,25 m aus großen, meist die ganze Mauerstärke einnehmenden Steinen, die in horizontaler Lage aufeinander geschichtet werden, erstellt und dann mittelst einer Vorlage von möglichst großen Blöcken gegen Unterspülung gesichert. Der Kanalaushub wird zum größten Teil der Wirkung des Wassers überlassen, nachdem man einen Leitkanal durch einfache Verbreiterung um 6 m des für den Uferschutz notwendigen Fundamentaushubes hergestellt hat. Dieser Leitkanal verbreitert sich unter dem Einfluß der ersten Hochwasser ziemlich rasch, ohne daß eine zu tiefe Auskolkung befürchtet werden muß.

Ein vorübergehendes Überströmen der Wuhrkronen hat bis jetzt keine Nachteile mit sich gebracht, weil diese ungefähr in der Höhe des bewachsenen Bodens liegen.

Da wo ein altes Flußbett durch das Leitwerk gekreuzt wird, kommt ein verstärktes freistehendes Wuhrprofil ohne Dammhinterfüllung zur Anwendung. Mit diesem durchlässigen Abschluß der alten Flußarme wird in der Regel die erwünschte Kolmatierung erzielt. Außerdem werden in den tiefen Stellen in Distanzen von 400 bis 500 m Traversen von ähnlicher Konstruktion wie die Wuhr erstellt. Diese Querbauten entsprechen in ihrer Höhe einerseits der Wuhrkrone, anderseits dem ungefähr gleich hohen gewachsenen Boden, sie sind mit einem kleinen Durchlaß und einem breiten, etwa um 0—50 unter die Wuhrkrone vertieften Überfall versehen.

Bis zur vollständigen Ausbildung des Flußbettes kann bei den großen Hochwassern die ganze Anlage überflutet werden.

Man erzielt durch diese Art der Kolmatierung keine so regelmäßige Oberfläche wie dies bei einer hochwasserfreien Anlage der Fall wäre. Der gewonnene Boden wird als Wald verwertet.

3. Tessinkorrektion Bellinzona-Langensee.

Weitaus am meisten Arbeit ist auf die Regulierung des Tessin unterhalb Bellinzona bis zur Mündung in den Langensee verwendet worden. Siehe Photographie LXIV.

a. Normalprofil.

Die Talebene ist dort breit und fruchtbar, zum Teil auch bewohnt, so daß eine einfache Festlegung des Flußlaufes mit Uferschutz nicht auf die Dauer genügen konnte.

Man hat deshalb für diese Flußkorrektur ein auch für Aufnahme der Hochwasser bestimmtes Doppelprofil in Aussicht genommen, mit der Absicht aber vorerst nur die mittleren Wasserstände zu regeln, damit die alten Flußläufe und überhaupt möglichst viele tiefe Stellen der Talebene durch den Fluß verlandet werden.

Die erste Phase dieser Flußkorrektur entspricht also den Bauten, welche im vorhergehenden für die Strecke Biasca—Bellinzona beschrieben worden sind, mit dem Unterschied jedoch, daß das Kanalprofil, welches nur für die Mittelwasser berechnet worden ist, eine viel geringere Breite von nur 55 m erhalten hat.

Die Höhe der Wuhre war zu 2,50 m und deren Stärke zu 1,75 in der Krone bis 3,00 m im Fundament festgesetzt. Die Böschungen haben eine Neigung von $1:1\frac{1}{2}$ und die Wuhre sind, wie dort üblich, aus großen Steinen erstellt, Beilage LXIII und LXV.

b. Situation und Längenprofil.

Die Länge des alten Laufes (Beilage Nr. LX) ist durch die Korrektur von 17 km auf 13,5 km reduziert worden, Beilage Nr. LXI. Im Längenprofil war oberhalb der Eisenbahnbrücke von Reazzino ein Gefälle von 2,6 bis 2,3 ‰ und unmittelbar unterhalb von derselben ein solches von 0,98 ‰ vorgesehen, Beilage Nr. LXII.

c. Finanzierung.

Der erste Kostenvoranschlag im Betrage von Fr. 3,039,000 ist durch die Bundesbeschlüsse vom 24. Februar 1882 und vom 16. Mai 1885 festgesetzt und mit 50 % subventioniert worden. Ein zweiter Kostenvoranschlag von Fr. 1,534,600 wurde im Jahre 1897 und dann ein dritter von Fr. 1,530,146 im Jahre 1908 in entsprechender Weise subventioniert.

d. Inangriffnahme der Arbeiten und Ausführung.

Die Arbeiten sind im Jahre 1888 in Angriff genommen worden. Zur Herstellung des Mittelprofils hat man zunächst einen 15 m breiten Graben als Fundament für das eine Wuhre mit Steinvorlage und als Leitkanal hergestellt. Der übrige Materialabtrag wurde nach Erstellung des Leitverkehrs dem Flusse überlassen. Für den Bezug des notwendigen Steinmaterials konnten an einigen Stellen des rechtsufrigen Berghanges große Brüche angelegt werden. Die Materialbahnen hatten eine Spurweite von einem Meter, so daß ebenso breite Wagen benutzt werden konnten, deren Plattform nicht über den Radstand hinausragten. Es gestattete dies das rasche, gleichzeitige Verladen verschiedener Rollwagen mit Steinen bis zu 2 m³ Inhalt von der Ladebühne aus, ohne Anwendung von Kranen.

Die Arbeit, die in Regie betrieben wurde, ergab einen Kostenpreis für die Gewinnung, den Transport und das Versetzen der Steine von ca. 6 Fr.

e. Verhalten der neuen Wuhre bei Hochwasser.

Die aus großen Steinen aufgeschichteten Wuhre zeigten immer ein gewisses Anpassungsvermögen an die Veränderungen des Untergrundes, in der Weise, daß bei mäßiger Vertiefung der Sohle, das Wuhr allmählich nachsinkt, ohne den Zusammenhang zu verlieren. Nur an der Mündung versank einmal bei Hochwasser des Tessin und gleichzeitig niedrigem Seestand eine Wuhrstrecke von 130 Meter Länge gleich nach deren Fertigstellung im sandigen Untergrund und bildete dort erst die Unterlage für einen zweiten Wuhrbau. Im übrigen konnte man immer mittelst Ergänzung der Steinvorlage einer gefährlichen Unterkolkung der Wuhre begegnen.

f. Veränderungen der Flußsohle.

Der im Längenprofil vorgesehene scharfe Gefällswechsel bei der Brücke von Reazzino hat sich unter dem Einfluß der Hochwasser in der Weise geändert, daß sich die Sohle dort um 1,80 m erhöhte, während diese Erhöhung nach aufwärts und abwärts allmählich abnimmt, um in einer Entfernung von je 1,5 bis 2 km von der Brücke in eine Vertiefung überzugehen. Das Längenprofil der Flußsohle bildete dann bald eine regelmäßig verlaufende Kurve mit abnehmendem Gefälle gegen den See hin. (Beilage Nr. LXII). Die Leitwerke bei der vorgenannten Brücke mußten der Änderung der Flußsohle entsprechend mehrmals erhöht werden, doch genügte diese Maßregel nicht, um ein Austreten eines großen Teiles der abfließenden Hochwasser zu verhindern. Während ein Durchfließen durch die durchlässigen Steinwuhre und sehr oft auch ein Überströmen mit freiem Abfluß über die niedrigen Traversen und den ebenso niedrigen Talboden stattfand, mußte das zurückbleibende grobe Geschiebe immer mehr die Sohle erhöhen und den allgemeinen Zustand verschlimmern. Ein Erhöhen der Traversen war nicht tunlich, weil dieselben an dem tiefliegenden Kulturland keinen entsprechenden Anschluß gefunden hätten und ein Aufstauen von Wasser über dem bebauten Boden zum Zwecke weiterer Kolmatierung desselben nicht möglich war, weil die Grundbesitzer den Wasserstand immer möglichst tief halten wollten.

Die Kolmatierung mittelst frei über die Wuhre einströmendem Wasser hatte dann auch in den oberen Flußstrecken ihre Grenzen erreicht.

Die tiefen Stellen in 1 bis 200 Meter Entfernung vom Ufer waren in den Jahren 1904 bis 1905 verlandet, aber auf größere Entfernungen wollten sich keine Materialablagerungen mehr bilden. Der feine Sand blieb immer in der Nähe des Ufers liegen, dasselbe stellenweise in unerwünschter Weise erhöhend, während in den entfernten alten Flußarmen das bloße grobe Geschiebe, wie es sich vor Beginn der Korrektion abgelagert hatte, trotz allen Versuchen, diese Gebiete der Kolmatierung zu erschließen, immer noch sichtbar war. In dieser Weise ist der Kanal mit seinen Ufern in der Gegend der Eisenbahnbrücke immer mehr über die Höhe der Talebene emporgewachsen und das überströmende Hochwasser ist den Kulturen und namentlich der Eisenbahnlinie Cadenazzo-Reazzino immer gefährlicher geworden.

Als dann im Jahre 1906 dieser Bahndamm bei der Abzweigung der Linie Cadenazzo-Luino, also in einer Entfernung von zirka 900 Meter vom Fluß durch dessen

Hochwasser durchbrochen wurde, hat man die Notwendigkeit einer Hochwasserkorrektion allgemein eingesehen.

Seit der Aufstellung des Projektes hatten sich die Verhältnisse soweit geändert, daß die Hochwasserdämme nicht mehr genau wie ursprünglich vorgesehen war, zur Ausführung gebracht werden konnten, namentlich in Bezug auf die Höhenlage mußte man sie der neu ausgebildeten Flußsohle anpassen.

Die rückwärtige Böschung wurde flacher angelegt und überdies durch Bermen von 2 bis 3 m Breite und einer Höhe von 3 m unter der Krone verstärkt. In den tiefsten Stellen ist noch eine zweite Berme angeschüttet worden.

Der Dimensionierung der Hochwasserdämme wurde ein Hochwasser von 1600 m³ per Sekunde entsprechend einer Abflußmenge von 1 m³ pro km² des Einzugsgebietes zu Grunde gelegt. Die Berechnung wurde dann nach der Formel von Ganguillet-Kutter mit Annahme eines Rauigkeitskoeffizienten von $n = 0,030$ für den Kanal und von $n = 0,040$ für die bewaldeten Vorländer durchgeführt. Die angegebene Abflußmenge war bedeutend höher als die seit dem Jahre 1868 wahrgenommenen Hochwasser. Man hat überdies die Dammkrone um 0,60 m über dem gerechneten Wasserspiegel angesetzt.

Diese Überhöhung sollte ein Überströmen der Dämme bei vorübergehendem Wellenschlag verhindern.

Eine volle Belastung der Dämme bis zur Dammkrone war nicht vorgesehen, letztere waren hiezu mit nur 2,50 m Kronenbreite etwas schwach bemessen, auch hat man die innere Böschungsverkleidung nur bis auf eine Höhe von 0,70 m unter der Dammkrone ausgeführt. Man hoffte, die Flußsohle werde sich unter dem Einfluß der konzentrierten Hochwasser etwas vertiefen, so daß dann das Abflußprofil später auch für höhere Wasserstände genügen könnte.

Indem die Ausführung der Hochwasserdämme von gewisser Seite bekämpft, anderseits für die Erhaltung des neuen Flußlaufes immer unentbehrlicher wurde, hatte man sich mit der genannten Dimensionierung der Dämme begnügt. Man hoffte dies um so mehr wagen zu dürfen, als ja in solchen Fällen immer erst die Erfahrung genau zeigt, wie sich der Fluß den künstlich geschaffenen Verhältnissen anpaßt und in welcher Weise die Korrektion ergänzt werden muß.

Zur Sicherung der Vorländer gegen Abspülung waren im ursprünglichen Projekt zahlreiche Steintraversen in Aussicht genommen worden. Es hatte sich nun aber gezeigt, daß in den mit regelmäßigem, nicht zu dichtem Erlenwald bestockten Vorländern der Boden durch die Wurzeln der Bäume genügend gesichert ist und doch der Abfluß mit beträchtlicher Geschwindigkeit stattfindet.

Ferner mußte in den Strecken, wo die Vorländer im Verhältnis zu der Höhe der Leitwerke und der Hochwasserdämme zu tief waren, an Stelle der erwarteten, aber noch nicht vorhandenen Bodenerhöhung eine gewisse Einschränkung des Durchflusses bewirkt werden, damit der Abfluß in genügender Weise auf das geschiebeführende Mittelprofil konzentriert werde.

Dieser Zweck konnte durch Sperrung der Vorländer mittelst Traversen, aber bis zu einem gewissen Grade viel billiger mittelst der Bewaldung erzielt werden. Immerhin

mußte man dann in den tiefen, wasserhaltenden Stellen der Vorländer noch zahlreiche Traversen ausführen.

Für die Bewirtschaftung der Vorlandwäldungen wurde vorgeschrieben, es sollen nur Bäume von kleinerem und mittlerem Stammdurchmesser geduldet werden, was sich bei Erlenwäld am besten durchführen läßt. Das Buschwerk und die Schlingpflanzen werden entfernt und die Bäume von Zeit zu Zeit gelichtet und von den unteren Ästen bis auf Mannshöhe befreit.

Die Wäldungen sollen in der Nähe des Mittelprofils mehr gelichtet werden, als in der Nähe des Hochwasserdammes, um der übermäßigen Sandablagerung in der Nähe der Leitwerke und der zu starken Strömung am Hochwasserdamm entgegenzuwirken.

Im allgemeinen wollte man sich hiebei nach den zu machenden Erfahrungen richten.

g. Hochwasser vom 9. Oktober 1913.

Am 9. Oktober ist der Tessin plötzlich zu einer ganz unerwarteten Höhe angewachsen. Das Wasser erreichte an einigen Stellen des rechten und linken Ufers die Dammkrone und hat demnach den Höchstwasserstand um 0,60 m überschritten. Am rechten Ufer unterhalb dem Progero sind bei einem Wasserstand von 0,30 m unter der Dammkrone zwei Dammsbrüche von 90 und 130 Meter Länge entstanden. Das Wasser stürzte über den tiefliegenden Talboden gegen die Dämme der Riarena von Cugnasco, welche an deren Mündung auf der Höhe der dortigen Hochwasserdämme stunden.

Diese Tessindämme waren indessen an der Korrektur der Riarena noch nicht angeschlossen, weil das Binnenwasser vorläufig noch dort dem Tessinbett zuströmen mußte. Die bestehende Lücke war nun aber zu wenig breit, um die dem durchbrochenen Damm entströmende sehr große Wassermenge wieder dem Flusse zuzuleiten. Bei dem hervorgerufenen Stau mußten auch die Dämme des Wildbaches überströmt und dann durchbrochen werden. Nachdem dann noch ein alter, vor der eigentlichen Korrektur erstellter Damm an mehreren Stellen gerissen war, gelangte ein beträchtlicher Teil des Hochwassers zum Eisenbahndamm, der bei zwei kleinen Durchlässen und an einer dritten Stelle zerstört wurde.

Unglücklicherweise hat dann noch dieser Durchbruch des Eisenbahndammes den Absturz einer Lokomotive mit einem Postwagen zur Folge gehabt und sind zwei Menschenleben zu beklagen.

Im Allgemeinen hatte dieses Hochwasser gezeigt, daß die Tessinkorrektur zur Aufnahme von größeren Wasserständen, als erstmals in Aussicht genommen worden ist, erweitert werden müsse. In Bezug auf die als Folge der Hochwasserkorrektur erwartete Sohlenvertiefung kann gesagt werden, daß dieselbe zwar eingetreten ist, aber nur in geringem Maße, was aber gegenüber der früher stets zunehmenden Erhöhung als erheblichen Vorteil bezeichnet werden darf. An einigen fortgeschwemmten Steinen und abgebrochenen Bäumen konnte man deutlich erkennen, daß in den Vorlandwäldungen eine beträchtliche Abflußgeschwindigkeit vorkommt, es liegt kein Grund vor, dieselbe zu erhöhen oder zu vermindern.

Die Leitwerke haben nirgends Schaden genommen.

Der Umstand, daß die Steinverkleidung des Hochwasserdammes überflutet werden konnte, hat sich nicht als besonders nachteilig erwiesen.

Als Material für die Erstellung der Hochwasserdämme hat sich grobes Geschiebe und Steinbruchschutt als vorzüglich gezeigt.

Bei vorherrschendem feinkörnigem Material kann aber der Damm bei den angewendeten Dimensionen erst nach vielleicht sechs bis acht Jahren einen erheblichen Wasserdruck aushalten.

Man wird nun mit Verwertung der gemachten Erfahrungen das angefangene Werk weiter ausbauen.

Die Gesamtausgaben für die Tessinkorrektion von Bellinzona bis zum See belaufen sich auf Mitte des Jahres 1913 auf Fr. 5,537,358. 97.



13.

Entsumpfung der Ebene von Noës bei Siders im Rhonetal

Kanton Wallis

Zahlreiche Entsumpfungsarbeiten sind in der Schweiz ausgeführt worden. Sie bilden in manchen Kantonen die natürliche Ergänzung größerer Gewässerkorrekturen. Um die hauptsächlichsten Unternehmen dieser Art hervor zu heben, mögen die Entwässerungen im Rheintale, zwischen Ragaz und dem Bodensee, und in der Rhoneebene, zwischen Brig und dem Genfersee genannt werden, sowie auch die Tieferlegung der Juraseen durch die Korrektur der Aare und der diese Seen verbindenden Gewässer, welche es ermöglicht hat, die Wasserspiegel der Orbe, der Broye u. s. w. so zu senken, daß ausgedehnte, unergiebigesumpfflächen trocken gelegt und zum großen Teil wieder anpflanzungsfähig gemacht werden konnten.

Alle diese Arbeiten gäben Stoff zu ebenso lehrreichen, als ausführlichen Beschreibungen, die aber im vorliegenden Werke, in dem es sich insbesondere um Korrekturen und Verbauungen handelt, keinen Platz finden.

Wenn nun für die Entwässerung der Ebene von Noës eine Ausnahme gemacht werden soll, so geschieht dies nur, weil diese Anlage in unmittelbarer Beziehung zur Eindämmung der Rhone steht und zu Ergebnissen geführt hat, deren Erwähnung gerechtfertigt erscheint.

Die Rhoneebene zwischen Granges und Salgesch zeichnet sich dadurch aus, daß sich in ihr eigentümliche Boden-Erhebungen, Crêtes genannt, vorfinden. Während die Anhöhen von Tourbillon und Valère bei Sitten aus festem Fels bestehen, weisen die Crêtes eine ganz andere Zusammensetzung auf, die trockenen, sehr harten Mergel, Erde und felsige Bestandteile verschiedener Größe enthält. Es ist dies der Grund, warum diese Hügel bis heute den Witterungseinflüssen, und zu einer Zeit, wo die Rhone noch frei im Tale herumschweifte, auch dem Angriff der Strömung widerstanden.

Zur Zeit stehen nur noch wenige dieser Hügel im Bereiche des Flusses, unter anderen die sogenannte Crête de la Tour, die etwa 300 m unterhalb des Dörfchens Noës gelegen, von der Eisenbahn aus, zwischen Granges und Siders erblickt werden kann.

Diese Anhöhe erstreckt sich von der Rhone bis über die sie durchschneidenden Bahngleise hinaus, bildet durch ihre Lage ein natürliches Abflußhemmnis und zwingt das Wasser, das von oberhalb Noës herkommt, an einer Stelle in die Rhone zurück-

zuzießen, wo am Rande des Hügels, der dort den Fluß begrenzt, eine Öffnung in dem anschließenden Uferdamm angebracht ist.

Bei Hochwasser entsteht durch diese Öffnung ein Stau; der Abfluß der sich in die Ebene ergießenden Wasserläufe wird gestört und das Land bis hinauf zur Straße von Noës nach Chalais, in Ausnahmefällen sogar auch die Eisenbahn, überschwemmt.

Auf diese Weise bildet sich in der Nähe von Noës ein kleiner See, dessen Ausdünstungen um so ungesunder sind, als ihm noch die Abwasser der Gemeinde Siders zugeführt werden. So waren z. B. am 18./19. August 1897, bei einem Wasserstand der Rhone von 5,55 m am Pegel von Granges, die Straße Noës-Chalais um 0,60 m und die Bahnlinie oberhalb der Crête de la Tour ungefähr 0,18 m unter Wasser.

Da nun bei Granges ein Pegelstand von über 4 m sich ziemlich häufig einstellt, so beweist dies, wie nachteilig ein solcher Zustand empfunden werden mußte.

Um die Bewohner von Noës vor der Stauwirkung der Rhonehochwasser zu schützen, mußte darauf gesehen werden die Abschlußöffnung in Dämme zu schließen und die von obenher der Crête de la Tour kommenden Wasser durch einen Kanal zu sammeln und bis zu einem Punkt zu führen, wo der Stau von der Rhone her keine schädliche Wirkung mehr haben konnte. Dieser Punkt war von vorneherein gegeben und befand sich an einer Stelle, „au Regrulion“ genannt, wo die Eisenbahn in den die Rhone begrenzenden Berghang eingeschnitten ist. Dort befindet sich ein Durchlaß für den Abfluß der Wasserföhren und der Tagwasser, etwa einen Kilometer unterhalb der Crête de la Tour.

Nachdem die Ausmündungsstelle bestimmt war, wurde als Grundlage des Projektes und gestützt auf die Angaben der Regenmeßstation Siders, sowie Erhebungen über die Sickerwasser der Rhone, eine Durchflußmenge von 4 m^3 per Strecke oberhalb und von $5,50 \text{ m}^3$ unterhalb der Crête de la Tour angenommen. Die Profilabmessungen wurden entsprechend dieser Wassermenge berechnet, zuerst ohne Rücksicht auf den von der Rhone hervorgebrachten Stau und dann mit Abnahme eines solchen bei Mittel- und Hochwasserständen. Für den Fall, daß ein Hochwasser der Rhone gleichzeitig mit einem solchen des Kanales eintreten sollte, was kaum zu erwarten ist, beträgt die Stauweite 1,5 km; bei einem Hochwasser des Kanales und bei einem mittleren Rhonestand vermindert sich diese Distanz auf 1 km. Diese Fälle sind aber selten, und da ein ausnahmsweise hoher Wasserstand der Rhone auch nur von kurzer Dauer ist, so kann das erhoffte Ziel einer Entwässerung der Ebene von Noës erreicht werden und zwar in der Weise, daß weder Straße noch Eisenbahn mehr überschwemmt werden.

Das im Jahre 1909 ausgearbeitete Projekt gelangte 1911 und 1912 zur Ausführung. Es besteht aus einem Hauptkanal von 2100 m Länge, der sich von der Gemeindegrenze Siders-Granges bis zur Rhone, an der „au Regrulion“ genannten Stelle erstreckt. Ein in denselben oberhalb der Straße von Noës nach Chalais einmündenden Nebkanal dient zur Entwässerung der links und rechts der Eisenbahn befindlichen Grundstücke. Durch die Crête de la Tour hindurch führt ein gewölbter Durchlaß aus Eisenbeton von 2,50 m Weite und 2 m Höhe. Die Photographie Nr. LXVIII zeigt das obere Ende dieses Durchlasses, sowie die auf dem Hügel befindlichen Häuser.

Die Kanäle besitzen, entsprechend der abzuführenden Wassermengen, verschiedene Breiten. Die Böschungen haben eine Neigung von 3:2; ihr Fuß wird durch zwei aufeinandergelegte Streichhölzer von 12 bis 15 cm Durchmesser gesichert, die von 10 bis 12 cm dicken und 1,20 m langen, in Zwischenständen von 1,50 m geschlagenen Pfählen gehalten werden. Es wäre besser gewesen, an Stelle der Stangen 25 bis 30 cm hohe und 4,5 cm starke Bretter zu verwenden, um eine regelmäßigere Fußlinie zu erhalten. (Siehe Blatt Nr. LXVI und LXVII der zeichnerischen Beilage.)

Der Kostenvoranschlag wies eine Summe von Fr. 50,000. — auf, während die wirklichen Kosten nur Fr. 42,989. — betragen. Hiezu kommen noch die Auslagen für einige Ergänzungsarbeiten, ohne daß aber die Voranschlagssumme erreicht werden wird. Die von den Unternehmern angenommenen Einheitspreise sind folgende:

Erdarbeiten	Fr. 1.20 per m ³
Sicherung des Böschungsfußes	„ 1.50 per Laufmeter
Mörtelmauerwerk mit hydr. Kalk	„ 15. — per m ³
Aushubarbeiten für den Durchlass	„ 11. — per m ³
Eisenbeton für den Durchlaß	„ 110. — per Laufmeter

Die Eidgenossenschaft hat an die Erdarbeiten einen Beitrag von 40 % und an die Kunstbauten einen solchen von 50 % bewilligt. Zum Schlusse die Bemerkung, daß die schon entsumpfte und die mit wenig Kosten noch zu entwässernde Fläche auf 40 ha geschätzt werden kann.



14.

Arbeiten am Crête sèche-Gletscher

Kanton Wallis

Die Schweiz besitzt 1077 Gletscher, deren Oberfläche 2038 km², oder 5% der ganzen Bodenfläche des Landes umfaßt. Wenn auch diese Gletscher im Allgemeinen eine günstige Wirkung auf den Abfluß zahlreicher Gewässer ausüben, so haben sie doch in einzelnen Fällen große Verheerungen angerichtet. So kam es vor, daß Höhlungen im Innern der Gletscher sich plötzlich entleerten, daß auf jäh abfallenden Talhängen Eiszungen abbrachen, oder daß, wie bei dem im Nachfolgenden beschriebenen Crête sèche-Gletscher, das Zurückweichen eines Gletschers hinter die Längsmoräne eines andern die Bildung einer Wasseransammlung begünstigte, die sich mit einem Male einen gewaltsamen Abfluß verschaffte. Es entstand daher öfters Schaden durch mehr oder weniger ausgedehnte Überschwemmungen, je nach der Größe der plötzlich auftretenden Hochwasserwelle und der Zeit, die sie brauchte, um wieder zu verlaufen.

Als neuestes Beispiel von Maßnahmen zur Verhütung von Ausbrüchen grosser Wassermengen, mögen die am Crête sèche-Gletscher von 1894 bis 1908 ausgeführten Arbeiten dienen. Der Zweck derselben bestand darin, den Ausfluß des Wassers aus dem Gletscher zu regulieren, auch sind sie von der Eidgenossenschaft subventioniert worden. Es scheint daher angezeigt, sie hier mit den andern für die Verbauung der Wildbäche und für den geregelten Abfluß der Hochwasser bestimmten Bauten zu erwähnen.

Wenn man die Karte auf Tafel LXIX betrachtet, so sieht man, daß der größte Teil der auf ihr dargestellten Bodenfläche des Wallis mit Gletschern überdeckt ist, von denen der Otemma-Gletscher als wichtigster erscheint. An dessen unterm Ende lehnt sich der kleinere Crête sèche-Gletscher an, der von der linken Talseite herkommt. Aus der Vereinigung dieser beiden Eismassen entspringt die Drance von Bagnes.

Als in der Jetztzeit beide Gletscher den Höhepunkt ihres Wachstums erreichten, bildete ihre Oberfläche an der Vereinigungsstelle wahrscheinlich eine ausgedehnte, schiefe Ebene, ohne besonders hervortretende Punkte, wie wenn der Crête sèche-Gletscher nur eine einfache Abzweigung des großen Eisstromes der Otemma gewesen wäre.

Sobald aber die Gletscher anfangen zurückzugehen, änderte sich das Bild an ihrem untern Ende vollständig. Die unbeschützten Eisflächen schmolzen schneller ab, während die sie trennende Moräne, ein dicker Wall von Blöcken und Felstrümmern, der langsamen Zersetzung besser widerstand und schließlich den Eingang in das Crête sèche-Gebiet gänzlich abspernte. Die hinter diesem Wall entstehende Mulde lag höher als der vorgelagerte Otemmagletscher, so daß das in ihr jeweilen im Frühjahr gesammelte Schmelzwasser durch eine Lücke in der Moräne abfließen konnte. Je mehr der Crête sèche-Gletscher sich zurückzog, desto größer wurde diese Mulde und mit ihr die Wassermasse, die sie enthielt. Bei wachsendem Druck bewirkte letztere eine Änderung ihrer Abflußverhältnisse, so daß ohne Zweifel während mehrerer Tage vor dem Ausbruch von 1894 ein Teil derselben unter dem Gletscher abfloß.

Am 28. Juni 1894, gegen Mittag wurde ein plötzliches Ansteigen der Drance beobachtet und da es sich nicht um ein ungewöhnliches Abschmelzen von Schnee oder Eis handeln konnte, so dachte man ohne weiteres an einen Gletscherbruch, die Entleerung einer Gletscherhöhlung. Die Regierung des Kantons Wallis bestellte eine Kommission mit dem Auftrage, den Ursachen dieser Wasseranschwellung nachzuspüren und vor allem festzustellen, ob der Zustand der Gletscher im Hintergrund des Bagnes-Tales eine Gefahr für die Ufergelände der Drance bedeute.

Der Befund dieser Kommission nach erfolgter Ortsbesichtigung vom 31. Juli war folgender:

An diesem Tage erfolgte der Ausfluß am Fuß des Absperrwalles, zwischen dem Felsen und dem Gletschereis durch eine ziemlich große Öffnung. Das Wasser verlor sich in letzterer und kam nicht mehr zum Vorschein und mußte sich daher mit dem vom Otemmagletscher herrührenden Schmelzwasser vereinigen, um gegenüber Chanrion, an dem unter dem Namen „Drancequelle“ bezeichneten Punkt, den Bach zu bilden.

Um den Ausbruch vom 28. Juni zu erklären, mußte angenommen werden, daß der Abfluß an der frühern Stelle, am Fuße der Eiswand, gehemmt war und daß infolge dessen der Wasserspiegel steigen mußte bis er 12 m über der ehemaligen Ausflußöffnung eine andere größere erreichte. Um sich von der Gewalt des Ausbruches Rechenschaft zu geben, genügt es die Photographie auf Tafel LXX zu betrachten, wo der Felsen unterhalb der Moräne zum großen Teil abgedeckt erscheint, wie wenn man mit einem Besen darüber gefahren wäre.

Damals sah man im Crête sèche-Gletscher, unmittelbar hinter der Moräne einen großen Hohlraum, so daß man annehmen konnte, daß sich dort, im Innern des Gletschers ebenfalls eine bedeutende Wasseransammlung gebildet habe.

Die Kommission sagte in ihrem Berichte: „Der gegenwärtige Zustand scheint durchaus ungefährlich zu sein, auch ist kein Grund vorhanden, während des Sommers Befürchtungen zu hegen; aber was sich im Frühjahr ereignet hat, kann sich zur nämlichen Jahreszeit wiederholen. Die einzige Möglichkeit dies zu verhindern, würde in der Erstellung eines Einschnittes in die Moräne und die darunter befindliche Eiswand bestehen. Dieser Einschnitt würde einen Aushub von ca. 6000 m³ ergeben und müßte so angelegt sein, daß der Aushub direkt auf den Felsen gerichtet würde. Alle

Versuche dem Wasser unterirdisch, durch eine in das Eis getriebene Gallerie Abfluß zu verschaffen würden keine Sicherheit bieten; man wäre den nämlichen Schwierigkeiten ausgesetzt wie jetzt, wo sich die natürliche Öffnung wieder schließen kann.

Ist es notwendig den Einschnitt sofort zu erstellen? Wir sind nicht dieser Ansicht und zwar mit Rücksicht auf die hohen Kosten, die diese Arbeit erfordern würde. Wenn der Gletscher, besonders bei Beginn des Frühjahrs regelmässig beobachtet wird, so wird es immer möglich sein rechtzeitig einen Einschnitt zu erstellen, durch den wenigstens ein Teil des Wassers abfließen kann.

Es ist überdies nicht unmöglich, daß sich in einigen Jahren der Eiswall von selbst so öffne, daß eine Wasseransammlung sich nicht mehr bilden kann und daß in diesem Falle die Kosten für einen Einschnitt erspart werden könnten.“

Dies war die Meinung der Experten im August 1894; wir werden später sehen daß ihre Auffassung der Sachlage etwas zu optimistisch war und daß es sich als notwendig erwies, den Einschnitt in Angriff zu nehmen.

Am 19. Juni 1895 fand eine neue Besichtigung durch das eidg. Ober-Bauinspektorat statt, aus welcher sich folgendes ergab: Am Tage vorher, also am 18. Juni hatte sich der aufs neue gebildete See im Laufe des Nachmittags wiederum plötzlich entleert, aber diesmal ohne Schaden zu verursachen. Der Wasserstand der Drance stieg am Pegel von Martigny, Abends zwischen 7 und 8 Uhr, von 2,95 auf 3,40 m. Nach ungefähr zwei Stunden verlief sich die Anschwellung wieder und blieb somit innert der Grenzen der gewöhnlichen Sommer-Wasserstände. Das Becken am untern Ende des Crête sèche-Gletschers hatte sich noch vergrößert, da aber der Ausbruch 10 Tage früher als im Vorjahre, d. h. vor Eintritt der eigentlichen Sommerhitze und somit zu einer Zeit erfolgte, wo der Wasserstand der Drance verhältnismässig nicht sehr hoch war, so blieben auch die Verheerungen aus.

Am 25. Juli 1896 entleerte sich der Gletschersee in zweien Malen mit einem Unterbruch von einigen Stunden und wieder ohne Schaden anzurichten.

Im Jahre 1897 fand eine Wasseransammlung überhaupt nicht statt. Dagegen erfolgte am 17. Juni 1898, gegen 3 Uhr morgens, ein neuer Ausbruch, der viel stärker als im Jahre 1894, verschiedene Brücken zerstörte und sowohl die Kulturen, wie auch die nach der Überschwemmung von 1894 ausgeführten Uferschutzbauten arg verwüstete. Da die Telegraphenleitungen gleich von Anfang des Ausbruches an unterbrochen waren, konnte der Eintritt des Hochwassers von Fionnay aus den unterhalb liegenden Ortschaften nicht mitgeteilt werden, so daß die der Drance entlang wohnende Bevölkerung von der Flutwelle überrascht wurden und sich nicht rechtzeitig zu schützen vermochten.

Unglücklicherweise fiel am 20. Juni noch andauernder Regen, der neue Anschwellungen des Flusses erzeugte und den vom Gletscherbruch am 17. verursachten Schaden noch beträchtlich vermehrte. Champsec und Lourtier hatten am meisten zu leiden. Die Uferschutzbauten oberhalb des letzteren Dorfes wurden weggerissen und der Fluß grub sich ein neues, tiefes gegen 80 m breites Bett am Rande des Dorfes, so daß mehrere Häuser bedroht waren und ausgeräumt werden mußten. Die sofort ausgeführten

Notarbeiten, am Fuße der vom Wasser angegriffenen Böschung, verhinderten weitere Abbrüche und retteten die hart am oberen Rande stehenden Gebäulichkeiten.

Durch den vom eidg. Ober-Bauinspektorat am 27. und 28. Juli 1898 abgehaltenen Augenschein am Crête-Sèche-Gletscher wurde festzustellen gesucht, was vorgegangen war. In erster Linie wurde bemerkt, daß der beide Gletscher trennende Wall seit 1894 stark abgenommen hatte. Das dahinter liegende Becken war dagegen infolge vermehrten Rückganges des Crête-Sèche-Gletschers beträchtlich größer geworden. Während einiger Zeit, vor dem 17. Juni, floß das Wasser über den obern Rand des Walles hinweg, wobei eine ziemlich tiefe Rinne ausgefressen wurde. Nach Eintritt der heißen Tage vom 15./17. Juni, sammelte sich noch mehr Schmelzwasser an und erreichte eine Höhe von etwa 30 m über der frühern Öffnung unten im Gletscher; der Druck wurde so groß, daß diese Öffnung für den Abfluß des Wassers frei wurde und dieses sich durch den im Eise befindlichen Kanal ergoß. Letzterer hatte an seinem obern Ende eine Öffnung von ungefähr 6 m Breite und 2 m Höhe, während das untere Ende zwei Abzugslöcher von ungleicher Größe aufwies.

Man hatte es daher im Jahre 1898 mit einem ähnlichen Falle zu tun, wie vier Jahre vorher, wo der Ausbruch im Eiskanal erfolgte, sobald der Druck genügend war um diesen zu öffnen und die ihn verstopfenden Materialien fortzuschaffen.

Die abgeflossene Wassermenge kann auf 800,000 bis 1,000,000 m³ geschätzt werden; die hiedurch erzeugte Flutwelle dauerte ungefähr zwei Stunden, erreichte die Brücke von La Bâtiatz bei Martigny Morgens 7 Uhr und verlief gegen 9 Uhr. Angesichts dieses zweiten Ausbruches waren die beteiligten Ingenieure einig, daß zur Verhütung ähnlicher Vorkommnisse der Trennungswall durchschnitten werden müsse, um den Wasserspiegel des oberhalb sich bildenden Sees zu senken und die Abflußmenge entsprechend zu vermindern.

Die Regierung des Kantons Wallis teilte diese Anschauung ebenfalls und richtete an den Bundesrat am 12. August 1898 ein Gesuch um Bewilligung eines Bundesbeitrages an diese Arbeiten, deren Kosten auf Fr. 53,000 veranschlagt waren. Diesem Begehren wurde am 19. desselben Monats durch Zusicherung eines Beitrages von 50%, oder von Fr. 26,500. — entsprochen.

Hierauf wurde zuerst das erforderliche Transportmaterial (System Decauville) an Ort gebracht und eine Schutz- und Wohnhütte für die Arbeiter gebaut. Die Moräne wurde an der Stelle des künftigen Einschnittes abgeräumt und nach Entfernung der Steine mit dem Aushub des Eises begonnen. Im Jahre 1902 waren für diese Arbeiten schon Fr. 54937. 45 also Fr. 1937. 45 mehr als die genehmigte Vorschlagssumme ausgegeben worden, so daß der Bundesrat gemäß Beschluß vom 19. Mai 1913 ein ihm vorgelegtes Nachtragsprojekt von Fr. 10,000. — zu genehmigen und zu subventionieren im Falle war. Mit diesem Nachkredit sollten die Arbeiten fortgesetzt und vollständig beendet werden. Endlich im Jahre 1908 wurde, nach einer eingehenden Besichtigung entschieden, daß keine Ausbruchsgefahr mehr bestehe und infolgedessen konnte die Rechnung mit einer Gesamtausgabe von Fr. 55,632. 15 abgeschlossen werden, eine Summe die in Anbetracht der hohen Lage der Baustelle (2500 m ü. M.), der schwierigen

Verpflegung der Arbeiter und der im Gebirge unvermeidlichen Unterbrechungen, als eine geringe zu bezeichnen ist. Wie auf der 1911 aufgenommenen Photographie Nr. LXX ersichtlich, ist der Einschnitt so geräumig und tief, daß es schon ganz ausnahmsweiser Ereignisse bedarf, um eine Neubildung des Sees am Fuß des Crête sèche-Gletschers zu ermöglichen.

Mit Hülfe regelmäßiger Beobachtungen kann man Jahr für Jahr die Veränderungen im Einschnitt verfolgen und die nötigen Maßnahmen treffen, um den regelmäßigen Abfluß wieder herzustellen, wenn dieser gestört werden sollte.



15.

Sicherungsarbeiten in Rutschungen

Allgemeines.

Wenn in Böschungen, Abhängen oder im Gebirge Rutschungen vorkommen, so wird jeweilen als Universalmittel Entwässerung empfohlen.

In den meisten Fällen wird in der Tat die Erdbewegung durch einen zu großen Wasserzudrang verursacht und man kann die bewegte Schuttmasse zur Ruhe bringen, indem man durch Wasserentzug die Reibung in den Gleitflächen vermehrt. Bei kleineren Rutschungen ist das Vorgehen äußerst einfach; man zieht einen Graben mitten durch das abgesenkte Material, welcher gewöhnlich da anfängt, wo unten Wasser heraustritt und die Masse bis zu oberst durchzieht, wobei die ganze wasserführende Schicht bis auf die Gleitfläche durchschnitten und drainiert wird. Je nach der Wichtigkeit, wird dann die Anlage durch Seitengräben ergänzt und diese mit Steinen gefüllt oder mit Abzugsrinnen versehen.

Bei Erdbewegungen in größeren Dimensionen befolgt man das gleiche Prinzip, die Ausführung wird dann aber häufig komplizierter, wie in Nachstehendem auseinandergesetzt werden soll.

Ein Graben, welcher am Fuße der Rutschung, vielleicht beim Austritt einer Quelle, begonnen wird und bis zur Gleitfläche hinunterführen soll, wird bald so tief werden, daß die Ausführung trotz Verspießung schwierig wird. Ferner kann nur einer Wasserader gefolgt werden; das gewöhnlich von allen Seiten zuströmende Wasser wird erst abgefangen nachdem es schon seine schädliche Wirkung ausgeübt hat. Dies ist besonders der Fall, wenn man nur am Fuße der Rutschung das zu Tage tretende Wasser faßt. Es ist nun in solchen Fällen schon häufig versucht worden, vom offenen Einschnitt zum Stollen überzugehen.

Will man dann auf diese Weise der undurchlässigen Schicht, wenn eine solche überhaupt zu erkennen ist, folgen, so kommt der untere Teil des Stollenquerschnittes in festes Gebirge, der obere Teil liegt in der Rutschung und wird abgescheert resp. zerdrückt.

Es ist deshalb der Grundgedanke einleuchtend, der Rutschung das zuströmende Wasser zu entziehen, bevor es in die bewegte Masse eingedrungen ist und überhaupt die notwendigen Arbeiten womöglich auf festem Boden auszuführen. Wir werden nun an einigen Beispielen sehen, wie man sich in diesem Sinne geholfen oder zu helfen versucht hat.

Das einfachste und übersichtlichste Beispiel von einer beinahe vollständigen Trockenlegung einer größeren Rutschung durch Wegleitung des von oben, durch unsichtbare Gänge zuströmenden Wassers, finden wir in der „Joggenen“, eine Berg- halde an der Furkastraße, unweit des Hotel Tiefenbach. Die ersten in den Jahren 1898/99 ausgeführten Arbeiten waren hauptsächlich Stollenbauten, indem man versucht hatte am Fuße der Rutschung in das Innere des Berges zu gelangen, um das unten austretende Wasser unterirdisch abzufangen.

Im Winter 1903/04 hat sich die Erdbewegung in viel größerem Maßstabe wiederholt, wobei die Stollen mit samt dem Trümmerfels abgerutscht sind. Die Länge des Schlipfes in der Richtung der Straße betrug etwa 120 m und die Höhe circa 100 m, was ungefähr der doppelten Dimensionen der bisherigen Rutschung entsprach. Das Material hatte sich unweit des Abbruches festgelagert. Verschiedene Nachforschungen nach dem oben zuströmenden Wasser blieben fruchtlos, bis man zufälligerweise zur Zeit einer auffällig raschen Schneeschmelze zur Stelle war und hoch über dem Abbruch in einen nicht sehr steilen Weidboden die Stelle fand, wo das Oberflächenwasser in die Tiefe gelangte, um dem Rutschgebiet zuzuströmen.

Es war dies ein Erdloch von vielleicht 25 cm Durchmesser, in welchem ein ansehnlicher Bach plötzlich verschwand. Es genügte eine etwa 100 m lange, offene Schale zu machen, um das Schnee- und Regenwasser abzuleiten, wo es unschädlich und ohne zu versiegen, über eine dichte Rasendecke ablaufen konnte (Tafel Nr. LXXI).

Infolgedessen versiegten die in der Rutschung austretenden Quellen sofort und die Erdmasse ist bis jetzt stille geblieben, obschon man deren Fuß durch Abgrabung bedeutend geschwächt hat. Man hat nämlich die Straße wieder durch die Schuttmasse geführt, ohne in diesem steilen Hange Straßenmauern zu erstellen.

In unserem zweiten Beispiel — es ist dies die Rutschung bei Braunwald im Kanton Glarus — wurde das gleiche Prinzip der Wasserableitung oberhalb der Rutschung befolgt mit dem Unterschied jedoch, daß man dieses Wasser nicht vor seinem Eindringen in den Boden abfangen konnte. Die gleitende Masse war 200 m lang und ebenso breit. Am Fuße derselben ist ein großer Bach zu Tage getreten. Die oberste Kluft verlief ziemlich horizontal und annähernd geradlinig über die ganze Breite des Rutschgebietes. Unterhalb derselben nahm man trotz der Verschiebung von vielleicht 10 m keine Risse wahr mit Ausnahme der beiden Randklüfte und Stauchungen am unteren Rand. Eine Untersuchung der Berglehne nach Sickerlöchern führte zu keinem Resultat, es war der oberste Riß auch das oberste Anzeichen von Wasser. Immerhin war die Möglichkeit vorhanden, dem Wasser oberhalb der Rutschung, also im festen Boden, nachzugraben. Man hat demnach im oberen Rand der Kluft mit drei Schlitzten, welche bald in Stollenbau übergingen, Wasser gesucht, und dann auch nach einer Ausgrabung von zirka 25 m eine wasserführende Schicht angefahren. Eine frühere Sondierung mittelst eines Schachtes hatte das Wasser nicht erkennen lassen und war deshalb erfolglos geblieben.

Die wasserführende Schicht war nur an den vielen Wasseradern kenntlich, welche man in gleichmäßiger Tiefe unter der Erdoberfläche angetroffen hatte, sie besaß eine Mächtigkeit von zirka 2 m. Das übrige Material des Berghanges, auch die Unterlage

der wasserführenden Schicht hatte sich von letzterer in kaum bemerkbarer Weise unterscheiden lassen, man traf überall Steine von verschiedener Größe, steinigem Schutt durchmengt mit etwas Lehm an. An den Enden der Sondierstollen wurde mit der Stollenrichtung rechts und links abgeschwenkt und die Bohrung so geleitet, daß das Wasser auf der Bergseite einströmen konnte. Bei Wasserzudrang aus dem Hängenden wurde talwärts abgebogen und ebenso drehte man die Richtlinie gegen den Berg, wenn das Wasser zu tief zum Vorschein kam. In dieser Weise erhielt der Stollen eine den Horizontalkurven der dortigen Bodenoberfläche parallel verlaufende Form. Bei Randklüften trat der Stollen ganz von selbst ans Tageslicht, während er im allgemeinen 10 m tief unter der Oberfläche verlief. Sobald man irrümlicherweise die wasserführende Schicht unterfangen hatte, lieferte das betreffende Stollenstück kein Wasser mehr, der fehlerhafte Bogen wurde aber durch Geradelegung abgeschnitten, so daß sich auch dort der regelmäßige Wasserzufluß wieder einstellte. (Tafel Nr. LXXI.) Man sieht in diesem Beispiel, daß das Wasser in diesem durch viele Rutschungen in steinigem und erdigem Material gebildeten Berghang, im Gegensatz zum Grundwasser und zu den wasserführenden Schichten in weniger steilem Terrain und regelmäßiger Schichtung, nicht unter Druck steht. Es genügt deshalb nicht, das wasserführende Material einfach anzubohren, um von allen Seiten her und auf größere Distanzen Zufluß zu erhalten, man muß im Gegenteil jede Wasserader direkt abschneiden. Man wird demnach auch mit Sondierschächten nicht gleich die wasserführenden Schichten erkennen können, weil die weniger angeschnittenen Wasseradern im Boden gleich versinken, während ein Schlitz das fließende Wasser und also dessen Abflußmenge erkennen läßt.

Die beiden erwähnten Entwässerungen der Rutschung in der Joggenen und in Braunwald beruhen beide auf einer Ableitung des Wassers außerhalb des Rutschgebietes. Im ersten Falle, wo das Wasser schon oberflächlich abgeleitet werden konnte, haben die Kosten, speziell für diese Arbeit berechnet, Fr. 1000. — betragen.

Im zweiten Falle, bei unterirdischer Wasserfassung hat sich die Bausumme auf Fr. 13,181. — belaufen. Der Laufmeter Stollenbohrung von ca. 2 m² Querschnitt ist zu Fr. 13. — bis 14. — an eine Arbeitergruppe verakkordiert worden, das Holz wurde stehend zur Verfügung gestellt. Die Leute haben hiebei ca. Fr. 8. — Taglohn gemacht.

Der vollendete Stollen wurde dann mit Steinen ausgepackt und das gesammelte Wasser oberflächlich in Holzrinnen abgeleitet. Der Erfolg war ein vollständiger.

Diese Art der Entwässerung steht in einem gewissen Widerspruch mit den für Eisenbahn und Straßenbau im allgemeinen empfohlenen Methoden, ebenso wird bei Quellfassungen und bei Entwässerungen zu forstlichen und landwirtschaftlichen Zwecken ganz anders vorgegangen.

Bei Bahn- und Straßenbau werden große Rutschungen im allgemeinen vermieden und kommen dafür häufig Bodenbewegungen in Betracht, welche durch den Bau selber hervorgerufen werden. In vielen dieser Fälle genügt eine Entwässerung in der Nähe der Baustelle, auch wird es manchmal möglich, den durch eine nicht zu große Erdbewegung ausgeübten Druck mittelst einer Mauer unschädlich zu machen.

Bei den Bauten in der Ebene und in nicht zu wildem Berggebiet, wo man häufig mit Grundwasser zu tun hat, das unter Druck steht, gestaltet sich die Entwässerung wiederum etwas anders.

Bei Quelfassungen folgt man dem zu Tage tretenden Wasser ins Innere des Berges und sucht tief liegendes, reines Wasser abzufangen; das Oberflächenwasser muß, im Gegensatz zu den schon besprochenen Fällen, möglichst von der Fassung abgehalten werden. Bei Bodenentwässerungen zu landwirtschaftlichen Zwecken will man den Boden nicht ganz trockenlegen, sondern die unterirdischen Gewässer nur bis auf eine gewisse Tiefe absenken, wobei ein ganzes System von oberflächlichen Gräben oder Drains zur Anwendung kommt.

Bei der Sanierung von großen Rutschungen im Gebirge heißt es das Wasser abfangen, bevor es seine schädliche Wirkung ausübt, also womöglich oberhalb des Rutschgebietes, oder doch wenigstens möglichst hoch in demselben.

Fassungen an der Oberfläche kommen unvergleichlich billiger zu stehen, als andere Arbeiten, doch ist dies nicht immer möglich.

Jedenfalls sollte aber das einmal gefaßte Wasser immer in oberflächlicher Leitung zum Abfluß gebracht werden, damit Aufsicht und Reparaturen nicht zu schwierig werden.

Nach den genannten einfachen Beispielen von Festlegung rutschender Berghalden wollen wir zu schwierigeren Fällen übergehen.

Bergrutsch bei Brienz (Kanton Graubünden).

Auf der rechten Seite der Albula, über den Dörfern Tiefenkaasel und Surava ist eine Trümmermasse von 400 m Breite und 400 m Höhe in auffallend rascher, unheimlicher Bewegung begriffen. Das Dorf Brienz ist gefährdet, die Straße Brienz-Alvaneu muß an dieser Stelle fortwährend neu in die fortrutschenden Schuttmassen eingegraben werden. Die rutschenden Massen bestehen meist aus Kalkstein, auch aus Porphyr und Schiefer; sie sind aus großen und kleinen Blöcken zusammengesetzt, vermischt mit Schutt und sandiger und lehmiger Masse. Oberflächlich liegen Blöcke bis zu 1000 m³ Inhalt.

Die Bewegung dieser Schuttmasse, welche sich von einer senkrechten hohen Felswand von Kalkfels lostrennt, war im Zeitraum der Beobachtung von 1900 bis 1912 eine ziemlich gleichmäßige, von ca. 10 m horizontaler Verschiebung pro Jahr.

Die erwähnte Felswand, welche die in auffallender Bewegung sich befindenden Trümmermassen oben begrenzt, gehört noch nicht zum festen Boden. Über derselben findet man weniger steile Terrassen mit Bergwiesen und Maiensässen und noch höher, an der Waldgrenze bei 2200 m über Meer, trifft man wieder Bodenverwerfungen und tiefe Mulden, als sichere Anzeichen von Absenkungen und Rutschungen in früheren Zeiten.

Zwischen diesen obersten Rissen und der Bergspitze (Piz Linard) liegt im festen Gebiet ein Tal von 1 km Länge und 1/2 km Breite, welches sein Oberflächen-Wasser dem Rutschgebiet zusendet.

Das ganze Gebiet der Bodenbewegungen vom Dorfe Brienz bis zu den obersten Absenkungen umfaßt einen Raum von 2,5 km Länge und ca. 500 m Breite; bei einem Höhenunterschied von ca. 1100 m.

Ein deutliches Bild der Bewegung gewinnt man durch Beobachtung eines Felsblockes von 12—15 m Höhe, vom sog. Kreuz aus bei Punkt 1500 der Karte. Es liegt dieser Punkt außerhalb der Bewegung und im Jahre 1902 war von dort aus die Spitze des genannten Blockes genau unter der Kirche von Stürvis zu sehen. Im Jahre 1905 betrug die Abweichung des Blockes von dieser Richtung 16,70 m und bis zum Jahre 1911 hat sich dieser Block, ohne sich auf seiner direkten Unterlage irgendwie zu verändern, um 93 m verschoben. In den letzten Jahren war die horizontale Verschiebung gering, dagegen hatte sich der Block, resp. dessen Unterlage bedeutend abgesenkt. Siehe Photographien Nr. LXXII, LXXIII, LXXIV und LXXV.

Das Vorrücken des Fußes der Rutschung wird von der Rhätischen Bahn sorgfältig aufgenommen und entspricht der Beobachtung, daß der untere Teil der Rutschung sich immer flacher ausbreitet.

Im Jahre 1905 wurde ein Projekt für eine Entwässerung des Brienzerrutsches und im folgenden Jahre mit der Ausführung begonnen. In den berasten Terrassen der Maiensäse Propissi, wo das Regenwasser in natürlichen Bodenvertiefungen zusammenströmt, aber dort keinen genügenden Abfluß findet, wurden gemauerte, wasserdichte Kanäle erstellt, welche das Wasser seitlich und oberhalb der starken Bodenbewegungen abführen sollen. Diese Ableitung ist gelungen, die in Zement gemauerte Schale muß aber an einer Stelle öfters repariert werden; es zeigen sich von Zeit zu Zeit Risse, welche darauf hinweisen, daß auch in diesem Gebiet der allgemeinen Rutschung jetzt noch Bodenbewegungen vorkommen.

Einige Quelfassungen sind mittelst Tonröhren erstellt worden; es haben sich aber diese unterirdischen Leitungen im allgemeinen nicht gut bewährt.

Die Wirkung dieser Wasserableitung in den Maiensäsen, welche ohne besondere Schwierigkeit ausgeführt werden konnte, kann natürlich keine vollständige sein, indem die Rutschung selber sich noch viel weiter hinauf erstreckt und auch über den obersten Erdspalten noch ein Einzugsgebiet von ca. 50 ha sein Wasser den unterirdischen Rutschflächen zuführt.

Dort oben wäre eine vollständige Ableitung mit großen Kosten verbunden, denn die Schalen müßten auf weite Strecken über durchlässigen Boden geführt werden. Bevor man die Berggemeinden zu weiteren Ausgaben veranlaßte, wollte man in Erfahrung bringen, ob es auch möglich sei, auf dieser nur teilweise und spärlich berasten Fläche des Schneetälchens unter dem Piz Linard das Oberflächenwasser zusammenzuleiten. Man hat also zunächst eine Längsschale mit einigen Seitengraben erstellt und während eines Jahres beobachtet.

Man hat dann gesehen, daß nur eine geringe Wassermenge, welche mit der Größe dieses Einzugsgebietes in keinem Verhältnis steht, aufgefangen werden könnte und hat dann die teure Ableitung erspart und sich für dieses Gebiet mit dem Aufschlitzen der größeren Erdmulden begnügt. Das Resultat der Arbeiten im Rutschgebiet

von Brienz ist insoweit ein gutes, als die Bewegung in dem sehr wasserreichen Jahre 1910, wo an sehr vielen Orten große Rutschungen neu entstanden sind, nicht zugenommen hat und die Schuttmasse immer mehr Fuß gewinnt und in bessere Gleichgewichtsbedingungen kommt. Eine absolute Festlegung der Trümmermasse ist allerdings nicht erreicht worden.

Die Kosten der ausgeführten Arbeiten betragen Fr. 70,000. —.

Rutschung von Tschappina im Nolla-Gebiet.

Zwischen der schwarzen Nolla und dem Dorfe Tschappina liegt ein Gebiet von Bergwiesen, Weiden und Alpen von ca. 2 km Länge und Breite, welches ganz langsam der Tiefe zustrebt.

Die rutschende Masse ist weicher Bündnerschiefer ohne andere Beimengung, die Humusschicht beschränkt sich auf ein Minimum. Der Fels ist an vielen Stellen noch so geschichtet, wie es dem ganzen Berge entspricht, die Oberfläche zeigt Verwerfungen, Stauchungen, und Verschiebungen, welche auf die Bodenbewegungen hinweisen.

Die Bewegung beträgt gegenwärtig ca. 20 cm pro Jahr. Erhebungen hierüber sind im Gange, aber noch nicht abgeschlossen. Als Ursache dieser großen Rutschung muß zunächst die Erosion der Nolla angesehen werden, dann ist ebenfalls Wasser vorhanden, welches in der Rutschung selber einsickert und schließlich wird die Bewegung durch die glatte, fast seifige Beschaffenheit des Gesteins erleichtert.

Die Notwendigkeit das Rutschgebiet von Tschappina zu entwässern, ergibt sich aus der Verbauung der Nolla welche für die Rheinkorrektion von größter Wichtigkeit ist. Im obersten Gebiet dieser Verbauung, in der sogen. Grube, waren die Sperren einem kolossalen Drucke ausgesetzt, so daß diese aus bestem Material erstellten Bauten zerdrückt worden sind.

Man hat versucht die Tobelehänge direkt mit Sickerschlitzen zu entwässern, aber alle Bauten haben mit der Zeit versagt, so daß man schließlich auf den Gedanken kam den ganzen Berghang bis hinauf zur Wasserscheide gegen Glas und das Safiental soviel als möglich in seinem Inneren trocken zu legen.

Über die Art und die Veränderungen der Druckverteilung am Fuße einer so großen Trümmermasse bekommt man einen kleinen Einblick, wenn man die Vorkommnisse vom Jahre 1908 betrachtet.

Da ist über der Verbauung in der Grube am rechten Ufer von der Terrasse von Masügg ein Fels-Absturz von 800 m Länge, 40 m Breite und vielleicht ebensoviel Höhe erfolgt, (Photographie Nr. LXXVI.) Dieses Material ist trotz der Steilheit des Hanges nicht bis ins Tobel gestürzt, sondern auf halbem Wege liegen geblieben. Der untere Teil dieses Hanges, meistens Schutt, wurde auf diese Weise anders belastet als bisher; der Bergdruck wurde so in tiefere Lagen versetzt, so daß das Sperrenmauerwerk über die Druckzone zu liegen kam. Das weiche Material der Bachsohle hat diesem Drucke allmählich nachgegeben und sich gehoben, so daß auch die Sperrenbauten, welche vor-

her Druckerscheinungen zeigten, sich in ihrer Mitte aufbogen und Risse bildeten wie die Photographie Nr. LXXVII sehen läßt. Vorläufig wird in dieser Region nicht mehr mit Stein gebaut, man will erst das Ergebnis der Wasserableitungen und von Versuchen mit Sohlensicherungen aus Holz abwarten und ergänzt inzwischen die Verbauung der unteren Nolla zu einem zusammenhängenden Ganzen.

Bei der vorliegenden Rutschung fällt das Prinzip der Wasserableitung über dem obersten Anriß außer Betracht, denn dieser liegt überall auf dem höchsten Punkt des Berggrates.

Der größte Teil des auf den Rutsch selber fallenden Regen- und Schneewassers ist aber bisher im Boden versiegt, denn die vielen Gräben, welche das Oberflächenwasser zunächst aufnehmen sind durch Spalten und Wülste unterbrochen.

Das Entwässerungsprojekt bezweckt nun nichts anderes als die Beseitigung aller dieser Abflußhindernisse.

Da wo dann die Vegetationsschicht durchschnitten wird, kommt mehr oder weniger zertrümmerter Fels zum Vorschein in welchem das Wasser versiegen würde, so daß man dort wasserdichte Leitungen einlegen muß.

Die Bodenbewegungen sind nun aber zu groß, als daß man gepflästerte und zementierte Schalen anwenden könnte, und mit Holzrinnen ist auch nichts zu machen, da es sich um Regenwasser handelt und die Leitungen zu gewisser Zeit unter Trockenheit leiden würden. Man hat demnach nur die Form der Holzrinnen angenommen und diese Rinnen selber aber in armiertem Beton ausgeführt, so daß man eine wasserdichte und doch bewegliche Ableitung erhält, die auch in der trockenen Zeit nicht leidet. (Photographie Nr. LXXVIII.)

Das ganze Rutschgebiet wird im übrigen aufgeforstet, wodurch wiederum ein Teil des Oberflächenwassers durch die Pflanzen absorbiert und zur Verdunstung gebracht wird. Ein Hauptzweck der Aufforstung ist dann auch die Verzögerung des Abflusses bei Hochwasser, wodurch verhindert wird, daß infolge der Oberflächenableitung zu viel Wasser plötzlich der Nolla zuströmt.

Die größte Bodeneinsenkung war der Lüschersee. Eine Wasserfläche von zirka 300 m Länge und 100 m Breite, bei 12 bis 15 m Tiefe bei hohem Wasserstande, die aber alljährlich infolge der Einsickerungen des Wassers allmählich verschwand, um sich dann im Frühling wieder neu zu bilden. Der sichtbare Zufluß dieses Sees war eine unbedeutende Quelle. Der Abfluß war unterirdisch und nicht weiter erforscht.

Auf der Talseite war der See durch einen Wulst von Trümmersfels von zirka 20 m Höhe abgeschlossen. Am Fuße derselben auf der dem See abgelegenen Seite kamen dann eine Menge Quellen zum Vorschein, welche man als den Seeabfluß angesehen hatte. (Siehe Beilage Nr. LXXI.)

Es wurde nun zunächst die Frage erwogen, ob dieser See abgeleitet werden müsse oder nicht. Wenn das Seewasser durch diese Quellen seinen Abfluß findet, dann mußte man nur die Quellen ableiten, der See konnte unverändert bleiben. Um dies zu erfahren, hat man an den Vereinigungsstellen der Quellen Meßvorrichtungen angebracht und am See einen Pegel eingerichtet. Die Wassermengen und der See-

stand wurden täglich zweimal beobachtet und von allfälligen Niederschlägen Notiz genommen. Es zeigte sich bald, daß nach einem Regenwetter die Quellen sofort anwuchsen, während das Seeniveau erst mehrere Tage später zu steigen anfing. Unmittelbar nach dem Regen ist dann der See noch weiter gefallen, wenn er vorher im Fallen begriffen war, um viel später beim trockensten Wetter wieder zu steigen.

Hieraus konnte man den Schluß ziehen, daß die besagte Quelle mit dem See nichts gemeinsam hat.

Der See wurde mittelst eines 150 m langen Stollens angebohrt und abgeleitet. Die genannten Quellen sind unverändert geblieben. Dagegen hat man im Seegrund sehr starke Quellen gefunden. Es wird jetzt aus dieser Mulde eine beträchtliche Wassermenge abgeleitet, welche bisher oben in der Rutschung in den Boden eingedrungen ist.

Bergsturz am Sasso Rosso.

An dieser Stelle mögen auch noch die umfangreichen Schutzbauten erwähnt werden, welche infolge des Bergsturzes am Sasso Rosso zur Ausführung gelangt sind, obschon man sich dort mit ganz anderen Mitteln behelfen mußte, als im Vorhergehenden auseinandergesetzt worden ist.

Nachdem am 28. Dezember 1898 der große Absturz am Sasso Rosso erfolgt war, hatten die Bewohner von Airolo zunächst weitere Abstürze befürchtet und man begann bald mit der Erstellung eines mächtigen Schutzwalles längs dem oberen Dorfrand.

Es sind dann aber in der Abbruchstelle keine weiteren großen Felsablösungen mehr erfolgt, dafür sind aber bei jedem Regenwetter im Schuttmaterial der abgestürzten Masse, welche eine Fläche von 125,000 bis 150,000 m² bedeckt hat, große Muhrgänge entstanden, und diese haben im Dorfe, in den Straßen und sogar am Eingang des Gotthardtunnels erheblichen Schaden angerichtet.

Man versuchte nun die Rufen mittelst gepflästerten und gemauerten Kanälen am Fuße des steilen Berghanges zu fassen und über die Güter oberhalb des Dorfes auf beiden Seiten des Letzteren vorbeizuführen. Trotzdem diese Kanäle in einem Gefälle von 12 bis 8% angelegt wurden, sind in den ersten Jahren die meisten Muhrgänge in den Schalen stecken geblieben, so daß deren Wirkung immer nur eine teilweise war und das Offenhalten dieser Gräben viel Mühe und Arbeit erforderte.

Inzwischen ist es dann aber gelungen, den schlimmsten Teil des Schuttkegels, nämlich dessen Spitze, wo nur feinkörniges und leicht abschwemmbares Material die Oberfläche des sehr steilen Kegels bedeckte, festzulegen.

Hiebei ist man folgendermaßen vorgegangen:

Die Abflußrinnen, welche sich dort oben infolge der verschiedenen Regenwetter gebildet hatten, wurden in der Sohle durch eine treppenartige Anlage von zahlreichen Steinbauten in ganz rohem Trockenmauerwerk gesichert.

Die Oberfläche zwischen diesen Rinnen hat man mittelst Flechtzäunen zunächst provisorisch und hierauf durch Besäen mit Grassamen und Bepflanzen mit Erlen und Lärchen in definitiver Weise befestigt.

Die Flechtzäune wurden in horizontaler Lage in Distanzen von jeweiligen 3 m angelegt. Jeder Zaun hatte eine Höhe von circa 30 cm und war aus tannenen Pfählen und Aesten erstellt. Die sonst üblichen langen Flechtruten waren nicht erhältlich und die dort wachsenden Alpenערlen haben sich für diesen Zweck nicht als dienlich erwiesen.

Bei diesen Arbeiten hat sich das Hinterfüllen der Flechtzäune mit steinigem Material als unentbehrlich gezeigt, weil sonst das feinkörnige Material durch und unter dem Flechtwerk abgeschwemmt wird, so daß die Pfähle immer mehr aus dem Boden heraus ragten.

Selbstverständlich mußte an den durch Steinschlag am meisten gefährdeten Stellen, sowohl das Flechtwerk als auch die Bepflanzung mehrmals erneuert werden, dennoch ist es schließlich gelungen eine nun auf die Dauer haltbare Vegetationsdecke zu schaffen. Die Rufen bilden sich nicht mehr und das Wasser findet seinen Abfluß in den Kanälen bei Airolo, ohne daß dort noch viele Räumungsarbeiten zu veranlassen sind.

Außer diesen Arbeiten ist noch am Fuße der abgestürzten Masse ein Schutzwald gepflanzt worden und oberhalb des Absturzes ist eine vollständige Lawinenverbauung zur Ausführung gelangt. (Siehe Photographie Nr. LXXIX.)



Tabellarische Kostenzusammenstellung

der vom Bunde auf Ende des Baujahres 1913 subventionierten Verbauungs- und Korrekionsarbeiten

Fluß-Gebiete	Fluß-korrektionen		Bach-verbauungen		Ent-wässerungen		Arbeiten an Seen		Umbau von Brücken		Total	
	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.	Fr.	Ct.
Gebiet des Vorderrheines	1,476,035	77	421,835	10	—	—	—	—	—	—	1,897,870	87
" " Hinterrheines	2,102,404	63	2,055,020	63	72,219	80	—	—	31,718	23	4,261,363	29
" " Vereinigten Rheines	6,521,145	86	2,775,732	71	—	—	—	—	77,016	75	9,373,895	32
" " Rheintales bis Bodensee	38,295,200	14	6,600,912	43	718,359	47	125,959	54	—	—	45,740,431	58
" " Rheines, Bodensee-Landes-grenze	20,256,045	40	2,623,480	17	98,548	38	13,995	39	551,497	54	23,543,566	88
Rheingebiet	68,650,831	80	14,476,981	04	889,127	65	139,954	93	660,232	52	84,817,127	94
Gebiet der Aare	28,795,134	98	14,003,175	54	4,116,209	39	16,347,075	54	270,964	05	63,532,559	50
" " Reuß	7,134,406	98	8,985,792	08	191,539	11	962,301	96	66,273	85	17,340,313	98
" " Linth	4,518,376	75	6,956,537	84	199,545	88	1,392,758	76	102,597	48	13,169,816	71
Ganzes Rheingebiet	109,098,750	51	44,422,486	50	5,396,422	03	18,842,091	19	1,100,067	90	178,859,818	13
Gebiet der Rhone	17,159,650	79	8,084,563	64	2,371,216	05	2,839,353	57	667,187	25	31,121,971	30
" des Po (Tessin und Adda)	12,284,283	31	2,714,782	75	19,277	29	—	—	22,425	52	15,040,768	87
" " Inns	1,153,355	18	681,453	49	145,416	72	—	—	—	—	1,980,225	39
" " der Etsch	—	—	348,593	53	13,987	25	—	—	—	—	362,580	78
TOTAL	139,696,039	79	56,251,879	91	7,946,319	34	21,681,444	76	1,789,680	67	227,365,364	47

Bemerkung: Die in dieser Zusammenstellung angegebenen Zahlen sind insofern unvollständig, als in ihr die Ausgaben für die Bauten pro 1913 nicht enthalten sind, die zur Zeit der Drucklegung (Ende Februar 1914) noch nicht verrechnet waren; verschiedene Rechnungen können überhaupt nicht auf Ende des Kalenderjahres abgeschlossen werden.

Wzrost i Ciężar ciała

Wzrost (cm) Ciężar ciała (kg) Ciężar ciała (kg/m²)

Wzrost (cm)	Ciężar ciała (kg)	Ciężar ciała (kg/m ²)
170	65	22,3
175	75	24,7
180	85	26,3
185	95	27,9
190	105	29,5
195	115	31,1
200	125	32,7
205	135	34,3
210	145	35,9
215	155	37,5
220	165	39,1
225	175	40,7
230	185	42,3
235	195	43,9
240	205	45,5
245	215	47,1
250	225	48,7
255	235	50,3
260	245	51,9
265	255	53,5
270	265	55,1
275	275	56,7
280	285	58,3
285	295	59,9
290	305	61,5
295	315	63,1
300	325	64,7
305	335	66,3
310	345	67,9
315	355	69,5
320	365	71,1
325	375	72,7
330	385	74,3
335	395	75,9
340	405	77,5
345	415	79,1
350	425	80,7
355	435	82,3
360	445	83,9
365	455	85,5
370	465	87,1
375	475	88,7
380	485	90,3
385	495	91,9
390	505	93,5
395	515	95,1
400	525	96,7
405	535	98,3
410	545	99,9
415	555	101,5
420	565	103,1
425	575	104,7
430	585	106,3
435	595	107,9
440	605	109,5
445	615	111,1
450	625	112,7
455	635	114,3
460	645	115,9
465	655	117,5
470	665	119,1
475	675	120,7
480	685	122,3
485	695	123,9
490	705	125,5
495	715	127,1
500	725	128,7
505	735	130,3
510	745	131,9
515	755	133,5
520	765	135,1
525	775	136,7
530	785	138,3
535	795	139,9
540	805	141,5
545	815	143,1
550	825	144,7
555	835	146,3
560	845	147,9
565	855	149,5
570	865	151,1
575	875	152,7
580	885	154,3
585	895	155,9
590	905	157,5
595	915	159,1
600	925	160,7
605	935	162,3
610	945	163,9
615	955	165,5
620	965	167,1
625	975	168,7
630	985	170,3
635	995	171,9
640	1005	173,5
645	1015	175,1
650	1025	176,7
655	1035	178,3
660	1045	179,9
665	1055	181,5
670	1065	183,1
675	1075	184,7
680	1085	186,3
685	1095	187,9
690	1105	189,5
695	1115	191,1
700	1125	192,7
705	1135	194,3
710	1145	195,9
715	1155	197,5
720	1165	199,1
725	1175	200,7
730	1185	202,3
735	1195	203,9
740	1205	205,5
745	1215	207,1
750	1225	208,7
755	1235	210,3
760	1245	211,9
765	1255	213,5
770	1265	215,1
775	1275	216,7
780	1285	218,3
785	1295	219,9
790	1305	221,5
795	1315	223,1
800	1325	224,7
805	1335	226,3
810	1345	227,9
815	1355	229,5
820	1365	231,1
825	1375	232,7
830	1385	234,3
835	1395	235,9
840	1405	237,5
845	1415	239,1
850	1425	240,7
855	1435	242,3
860	1445	243,9
865	1455	245,5
870	1465	247,1
875	1475	248,7
880	1485	250,3
885	1495	251,9
890	1505	253,5
895	1515	255,1
900	1525	256,7
905	1535	258,3
910	1545	259,9
915	1555	261,5
920	1565	263,1
925	1575	264,7
930	1585	266,3
935	1595	267,9
940	1605	269,5
945	1615	271,1
950	1625	272,7
955	1635	274,3
960	1645	275,9
965	1655	277,5
970	1665	279,1
975	1675	280,7
980	1685	282,3
985	1695	283,9
990	1705	285,5
995	1715	287,1
1000	1725	288,7



S. 61

Wzrost i Ciężar ciała

Wzrost (cm) Ciężar ciała (kg) Ciężar ciała (kg/m²)

Graphische Darstellung der in den Jahren 1863-1913 ausbezahlten Bundesbeiträge für Korrekturen und Verbauungen.

Tableau graphique des subventions payées dès l'année 1863 à fin 1913 pour travaux d'endigements et de corrections.



Cartogr. Anst. Lips & Co. Berl.

Verbauung des Niederurner-Dorfbaches

Correction du torrent de Niederurnen.

Eidg. Oberbauinspektorat * Inspection fédérale des Travaux publics.

Tafel I.
Planche I.



Schweizerische Landestopographie Bern. 1914

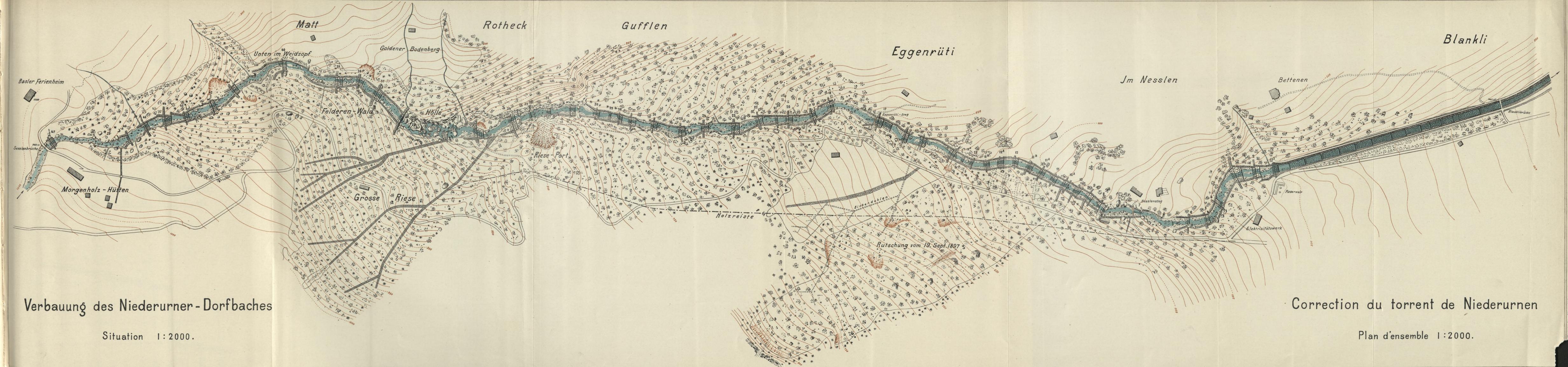
Massstab

Echelle

Reproduktion vorbehalten

1000^m 500^m 0 1 2 3 4 Kilom.

1:25000



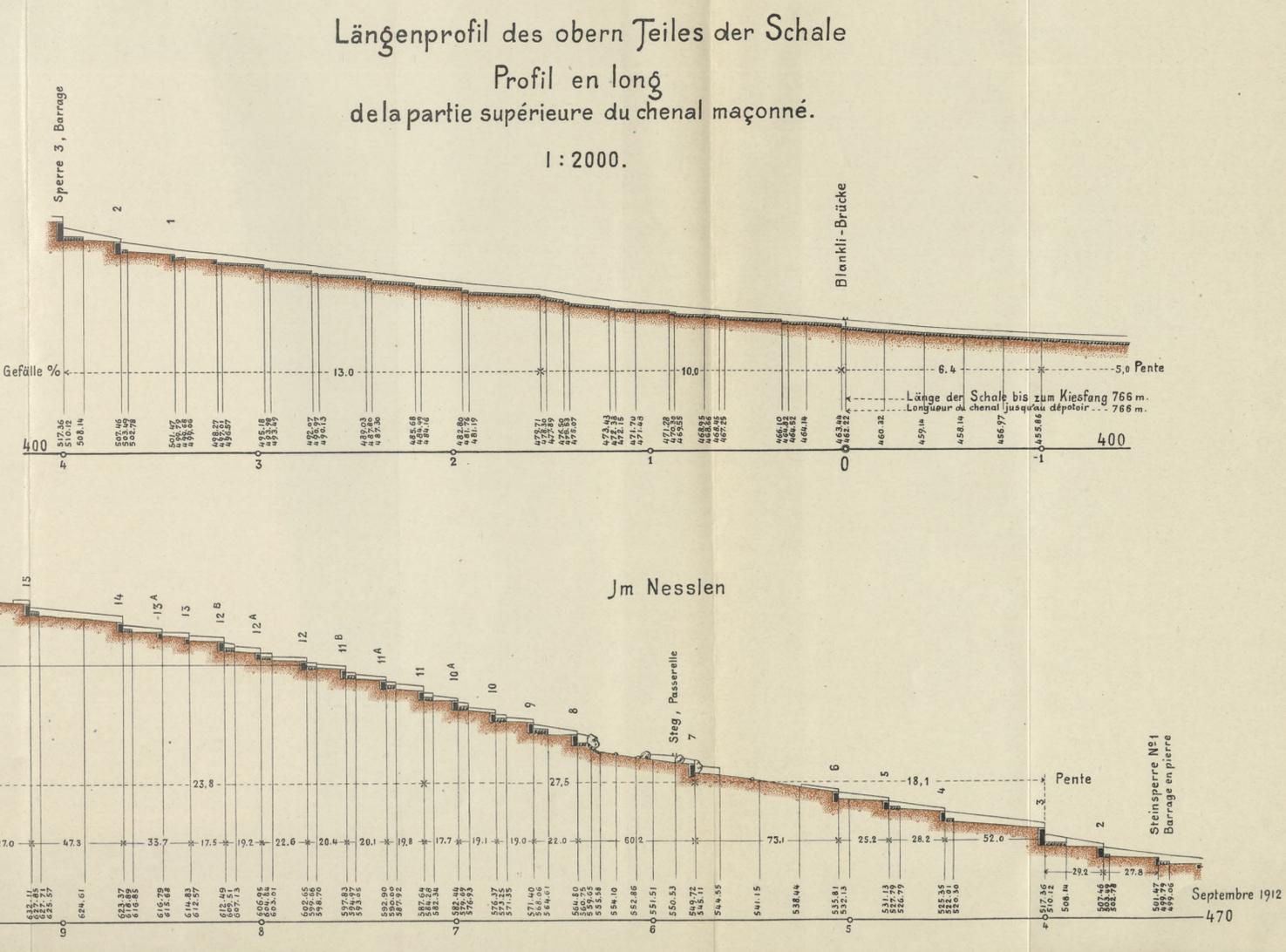
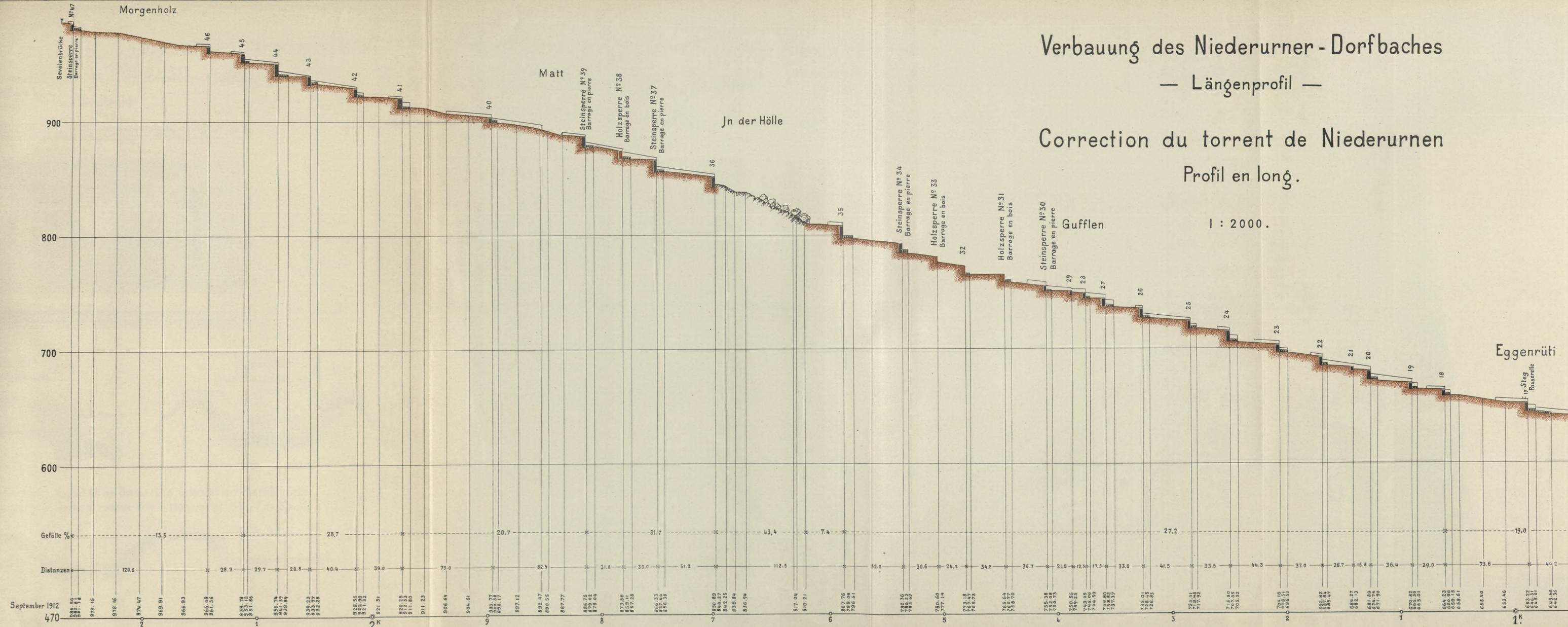
Verbauung des Niederruner-Dorfbaches

Situation 1:2000.

Correction du torrent de Niederrunen

Plan d'ensemble 1:2000.

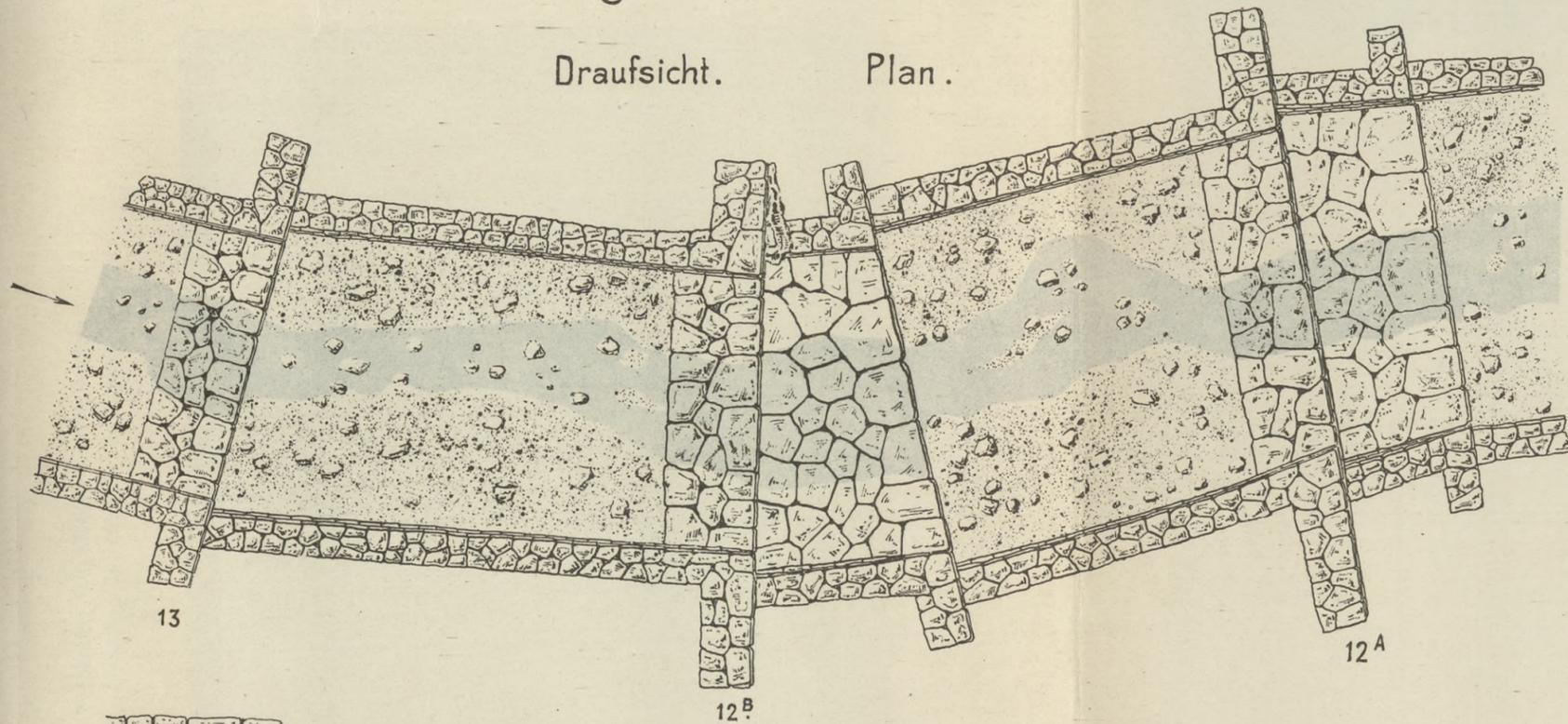




Niederurner - Dorfbach

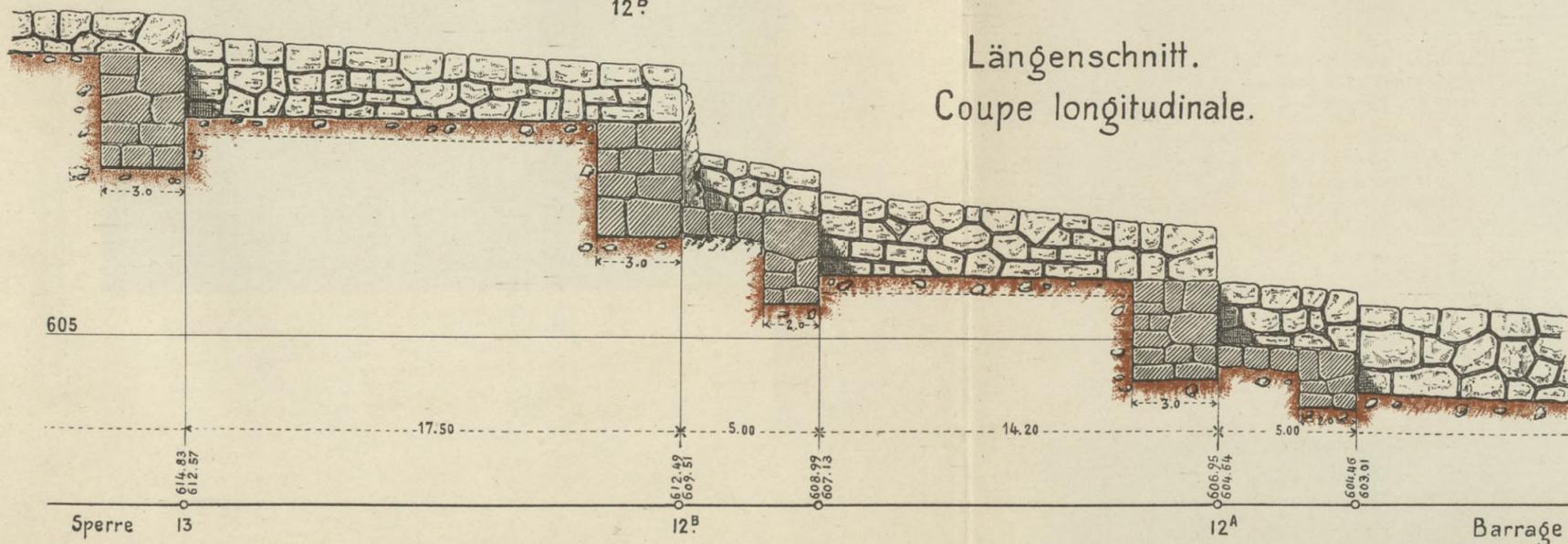
Sperren
Barrages N^o 12^A, 12^B und 13.

Draufsicht. Plan.



1:200.

Längenschnitt.
Coupe longitudinale.

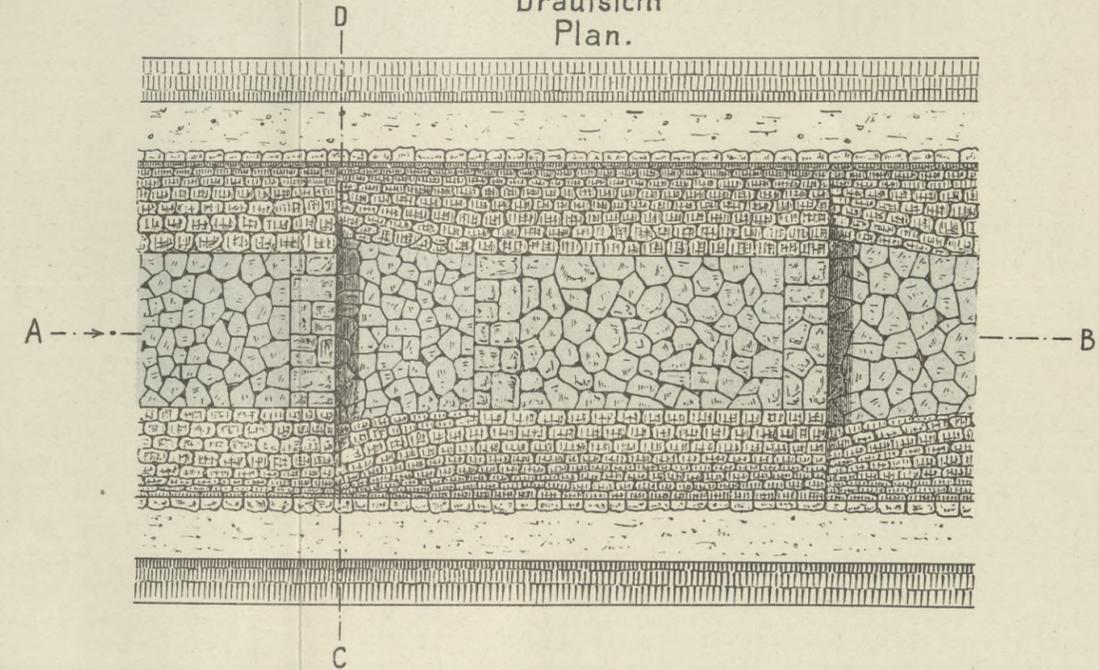


Torrent de Niederurnen

Schale mit Ueberfall
(Biltnerdorfbach).

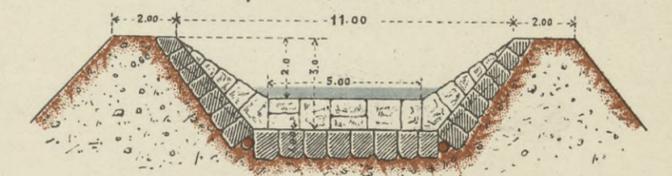
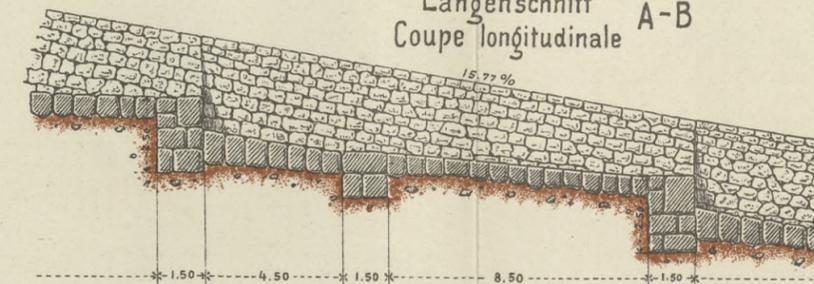
Canal perreyé avec chute
(Torrent de Biltlen).

Draufsicht
Plan.

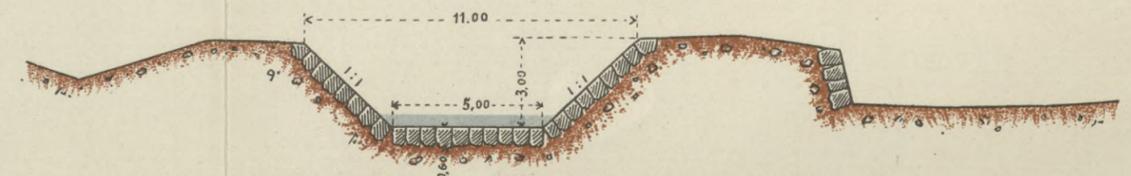


Längenschnitt
Coupe longitudinale A-B

Querschnitt
Coupe transversale C-D



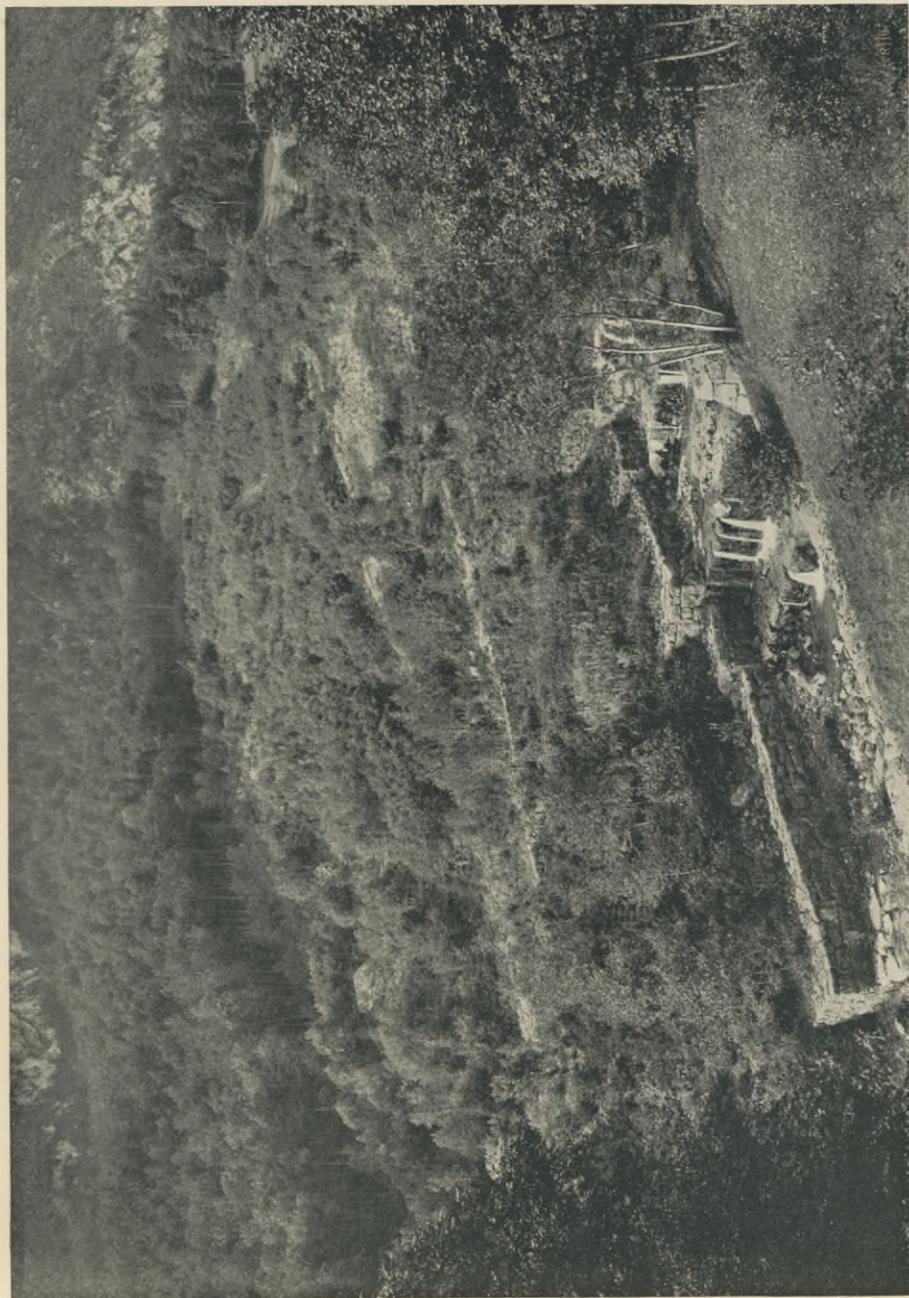
Niederurner - Dorfbach. Querschnitt der Schale 100 m. unterhalb der Blanklibrücke.
Torrent de Niederurnen. Section transversale à 100 m. en aval du pont de Blankli.



Verbauung des Niederurner-Dorfbaches
Correction du torrent de Niederurnen

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel V
Planche

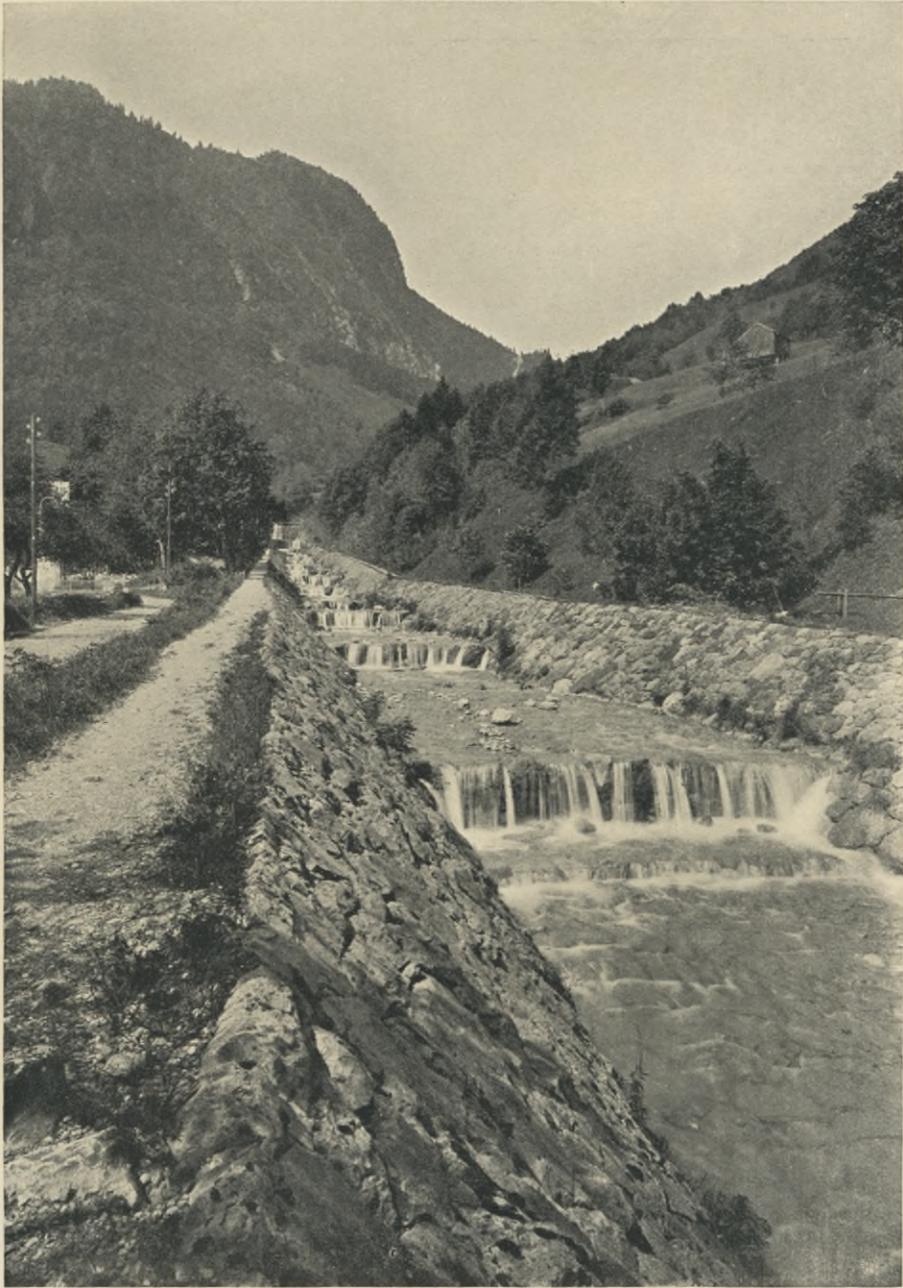


Rutschung im Buchwald und wiederhergestellte Verbauung
Glissement au Buchwald avec le nouveau diguement

Verbauung des Niederurner-Dorfbaches
Correction du torrent de Niederurnen

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel VI
Planche



Ablaufkanal
Canal d'écoulement

Verbauung des Lammbaches

Correction du Lammbach

Eidg. Oberbauinspektorat * Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel VII
Planche VII



Vergrößerung nach der eidg. topograph. Karte.

1:20000.

Aggrandissement d'après la carte fédérale.

Kartogr. Anst. Lips & C. Berr.

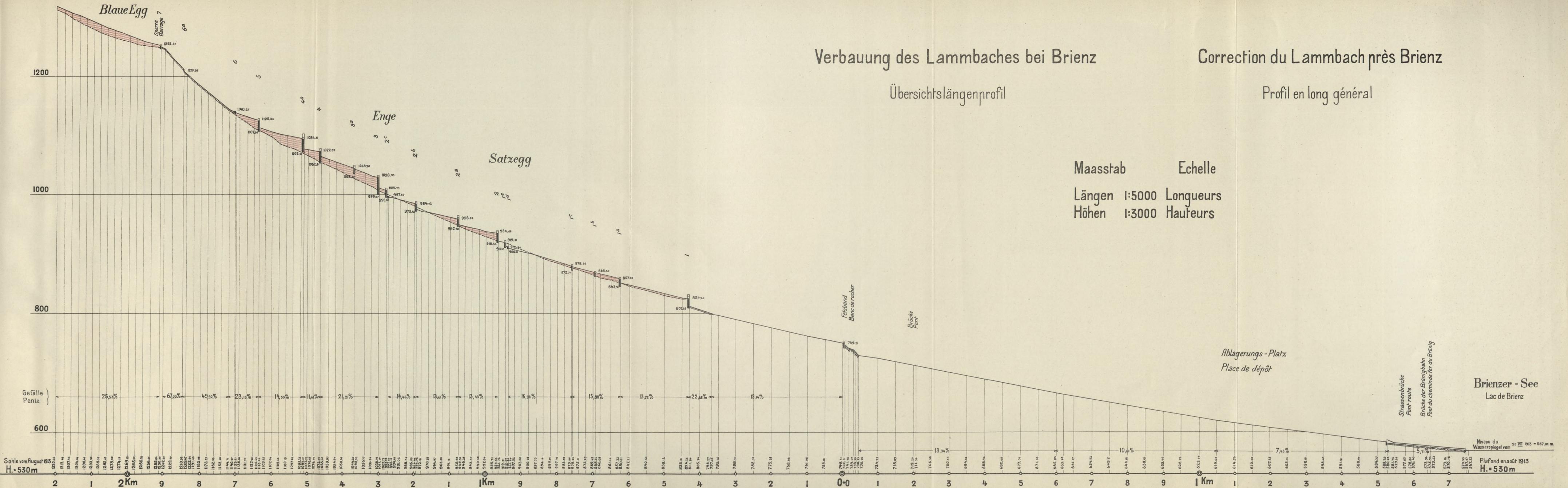
Verbauung des Lammbaches bei Brienz

Correction du Lammbach près Brienz

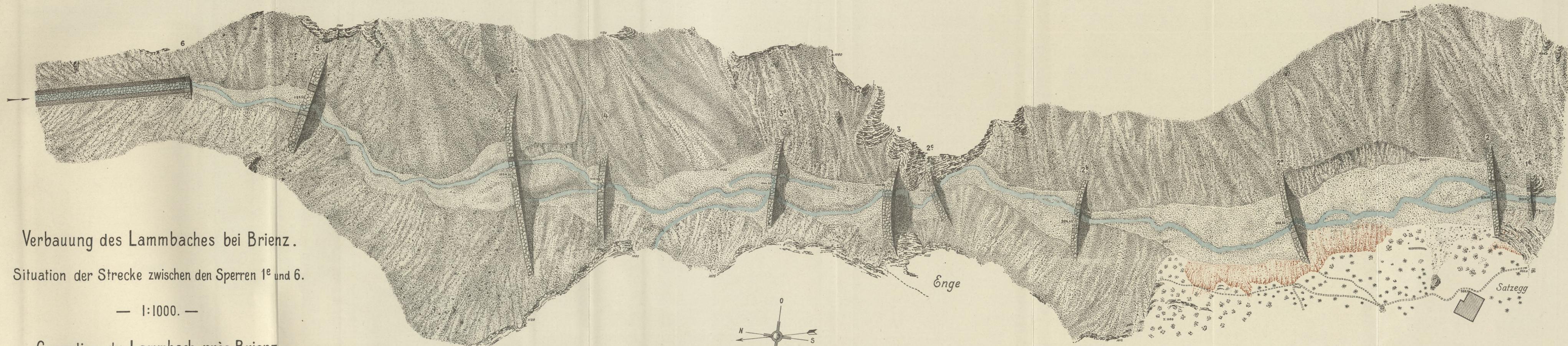
Übersichtslängenprofil

Profil en long général

Maasstab Echelle
Längen 1:5000 Longueurs
Höhen 1:3000 Hauteurs



Kartogr. Anst. Lips & Co. Bern



Verbauung des Lammbaches bei Brienz.

Situation der Strecke zwischen den Sperren 1^e und 6.

— 1:1000. —

Correction du Lammbach près Brienz.

Plan de situation de la partie entre les barrages 1^e et 6.

Blaue Egg 7

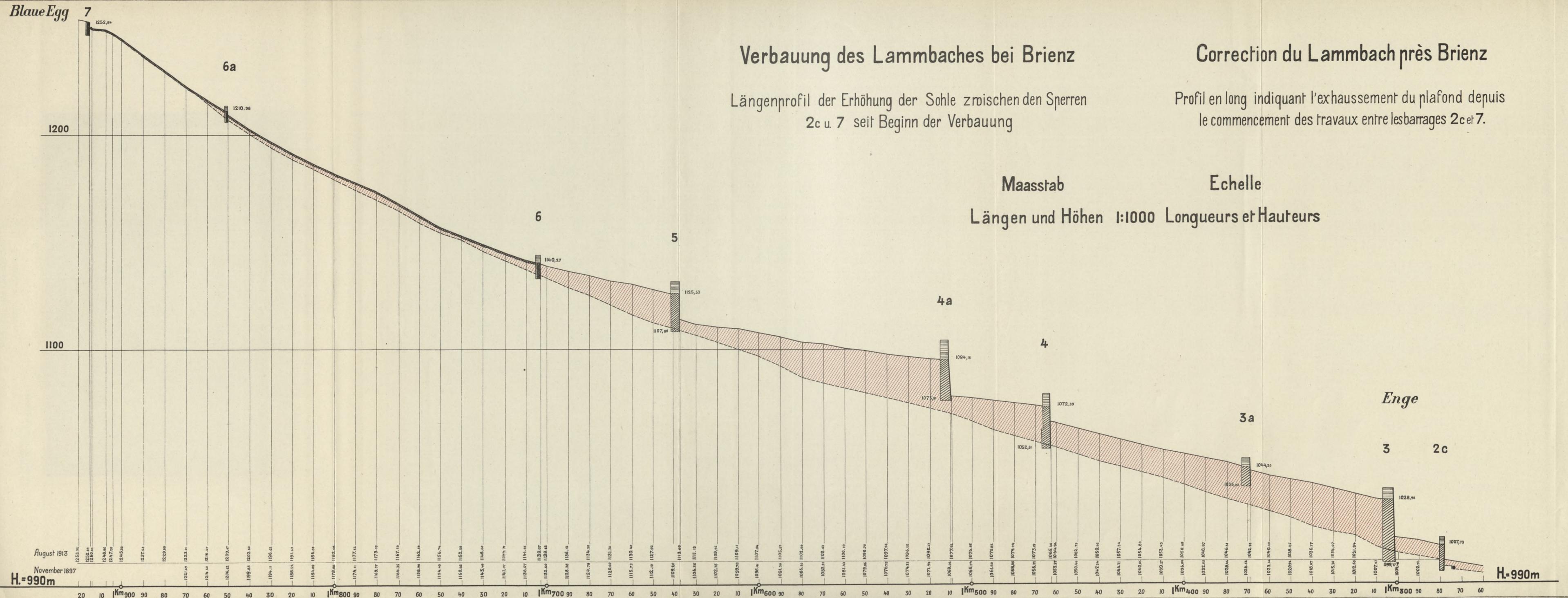
Verbauung des Lammbaches bei Brienz

Correction du Lammbach près Brienz

Längenprofil der Erhöhung der Sohle zwischen den Sperren 2c u. 7 seit Beginn der Verbauung

Profil en long indiquant l'exhaussement du plafond depuis le commencement des travaux entre les barrages 2c et 7.

Maasstab
Echelle
Längen und Höhen 1:1000 Longueurs et Hauteurs



Verbauung des Lammabaches
Correction du Lammabach

Tafel XI
Planche

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics



Gesamt-Ansicht
Vue générale

Verbauung des Lammbaches
Correction du Lammbach

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XII
Planche



Sperren 1 e und 2
Barrages 1 e et 2

Verbauung des Lammbaches
Correction du Lammbach

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XIII
Planche

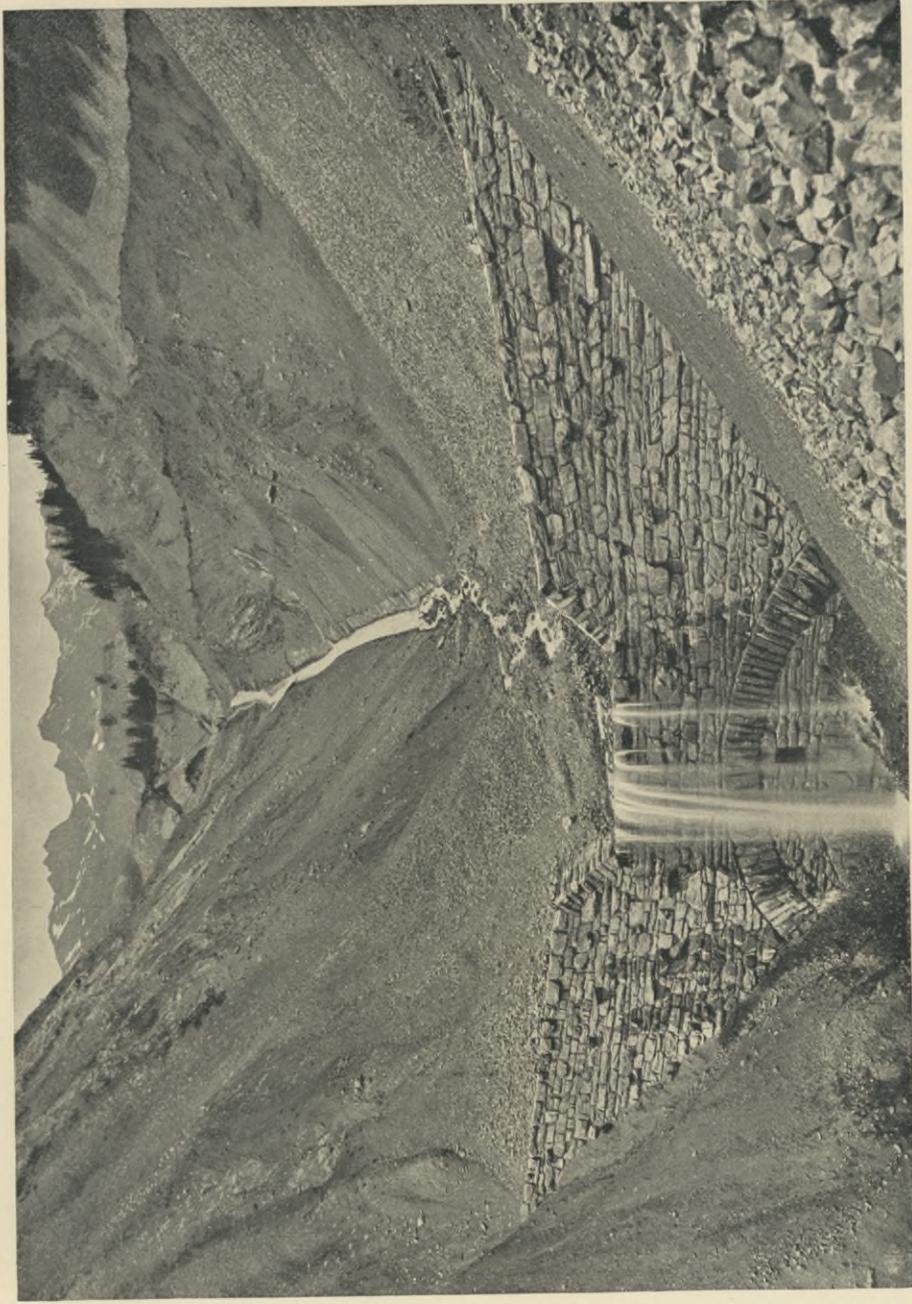


Blick von der „Satzegg“ aufwärts
Vue amont depuis la „Satzegg“

Verbauung des Lammabaches
Correction du Lammabach

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XIV
Planche



Sperre Nr. 5 und Schale
Barrage No 5 et cunette maçonnée



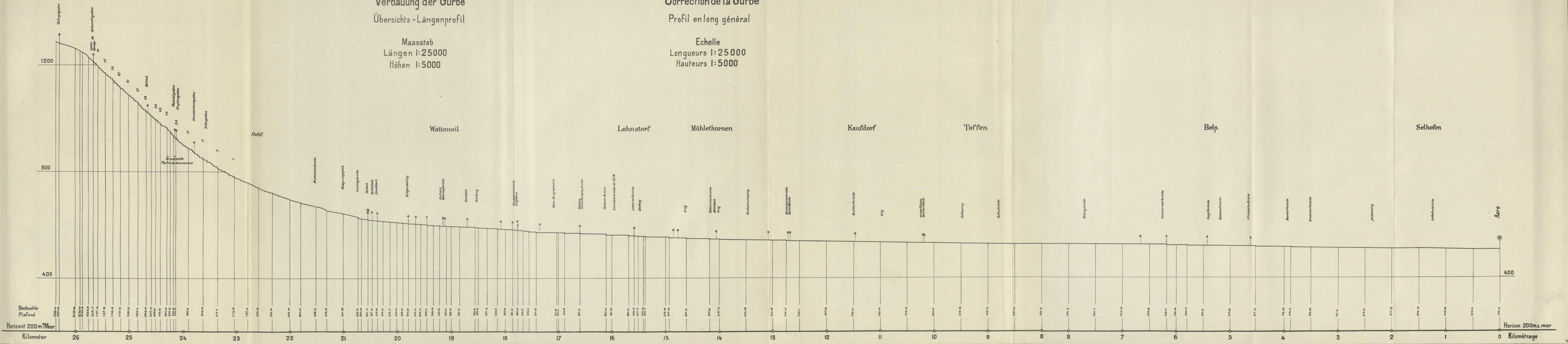


Verbauung der Gürbe Übersichts-Längenprofil

Maasstab
Längen 1:25000
Höhen 1:5000

Correction de la Gürbe Profil en long général

Echelle
Longueurs 1:25000
Hauteurs 1:5000



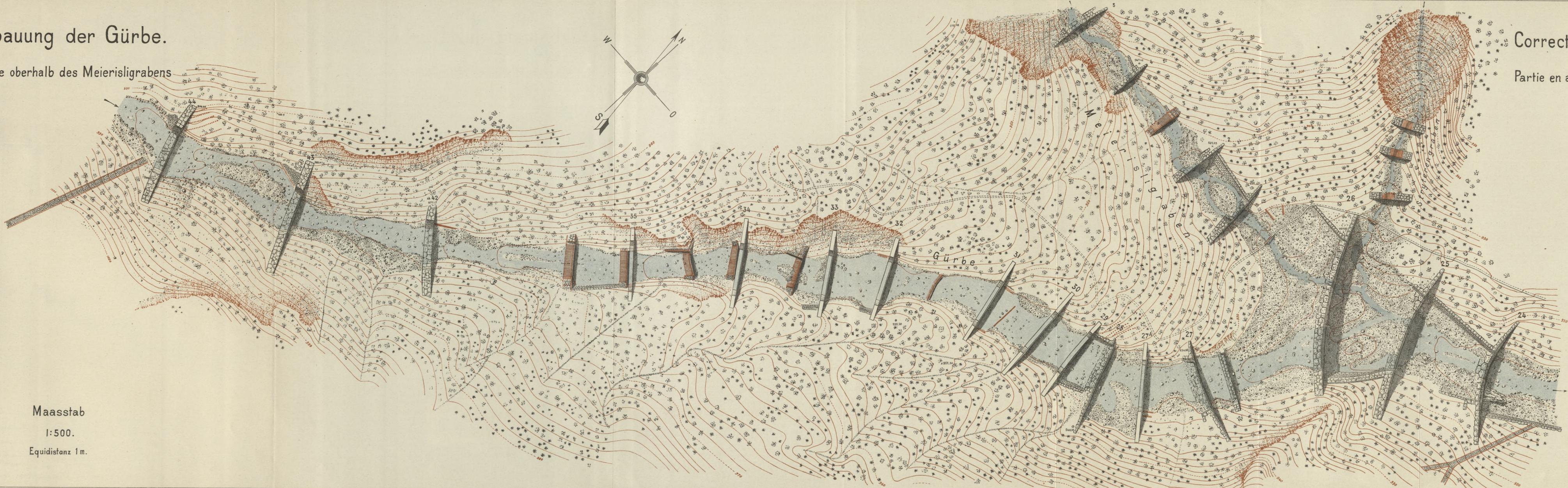
Verbauung der Gürbe.

Strecke oberhalb des Meierisligrabens

Correction de la Gürbe

Partie en amont du Meierisligraben.

1:500.



Maasstab
1:500.
Equidistanz 1 m.

Verbauung der Gürbe
Druckstrecke oberhalb des Meierisligrabens.

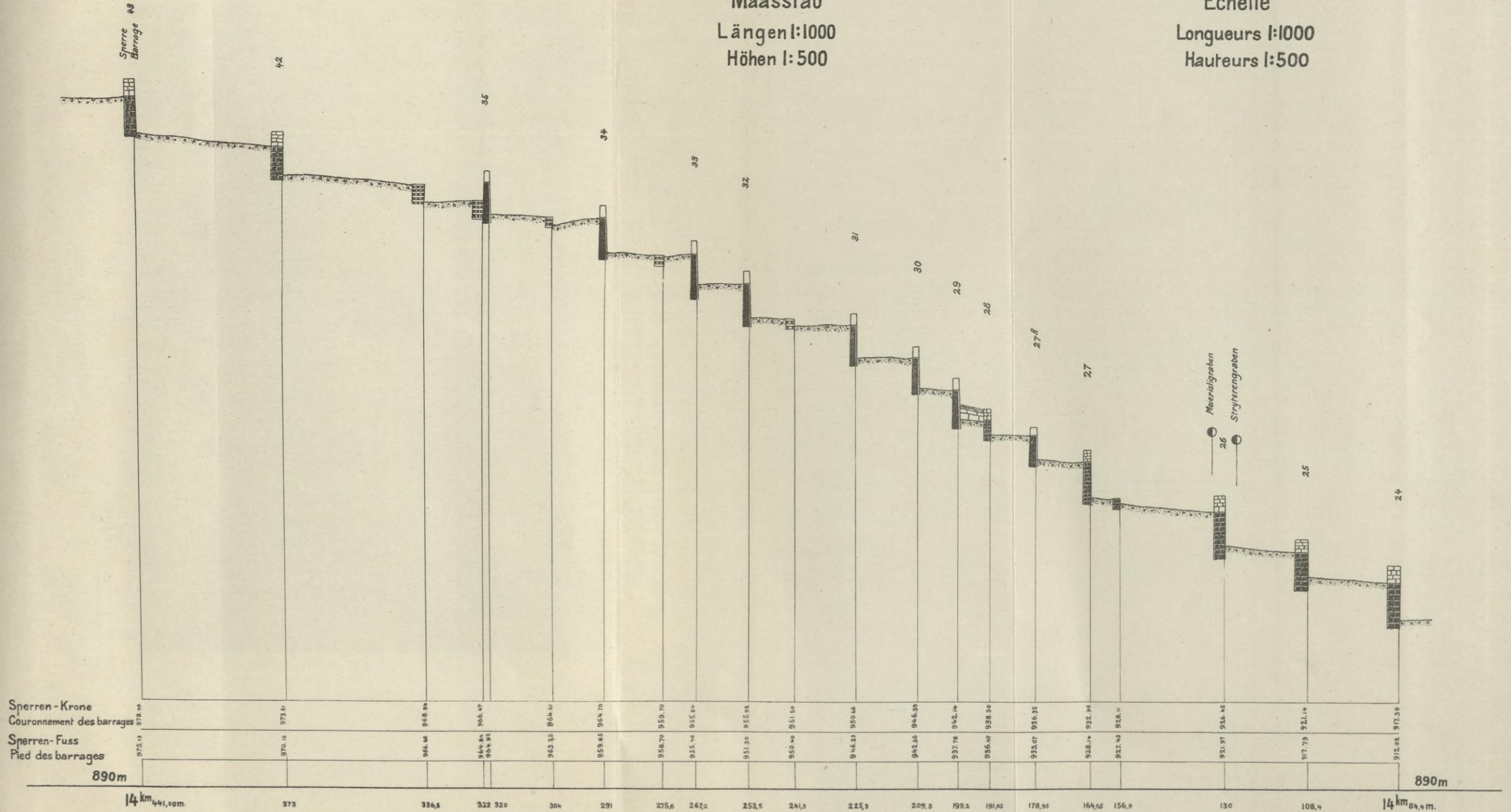
Correction de la Gürbe
Partie en mouvement en amont du Meierisligraben

Längenprofil

Profil en long

Maasstab
Längen l:1000
Höhen l:500

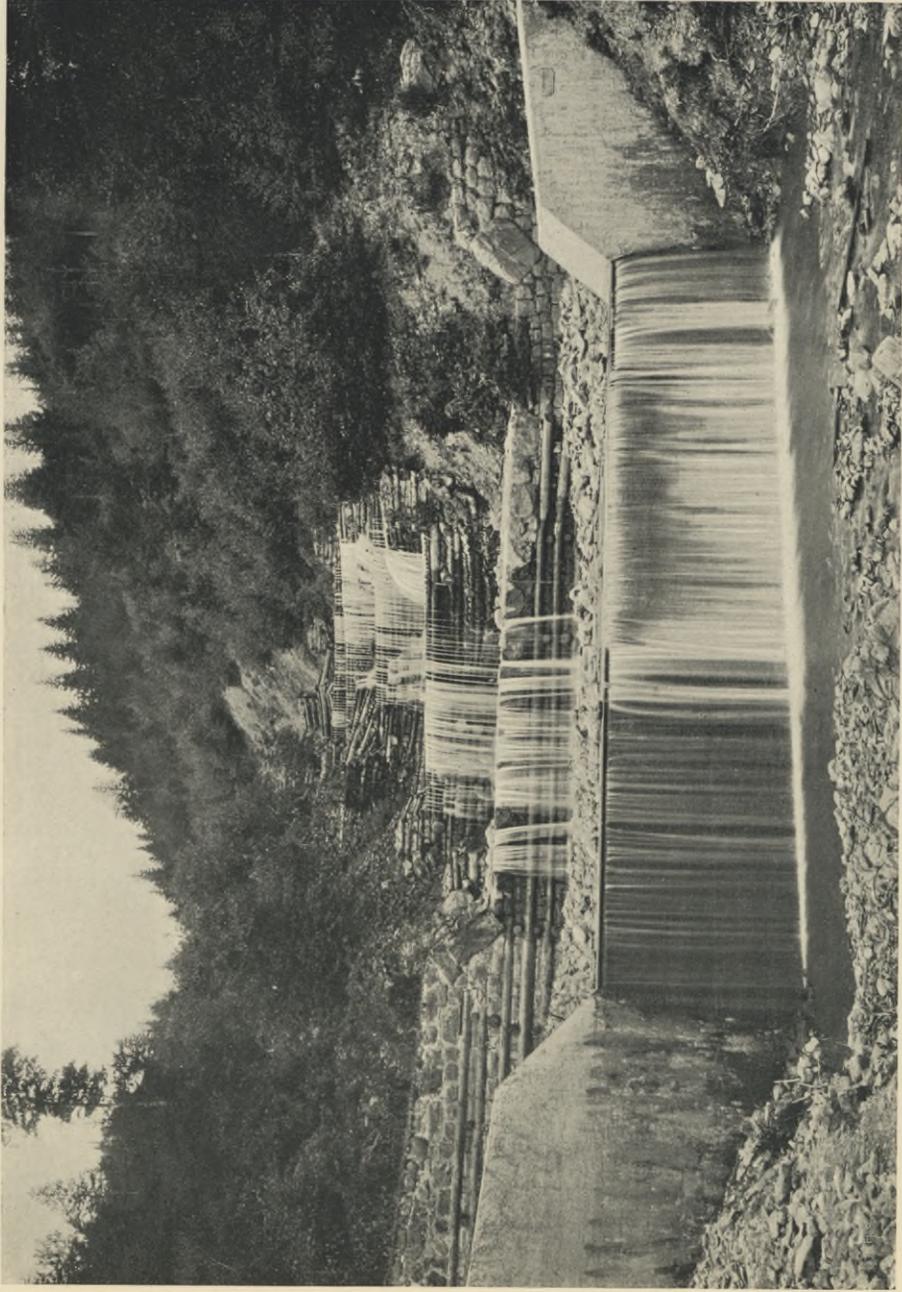
Echelle
Longueurs l:1000
Hauteurs l:500



Verbauung der Gürbe
Endiguement de la Gurbe

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XIX
Planche

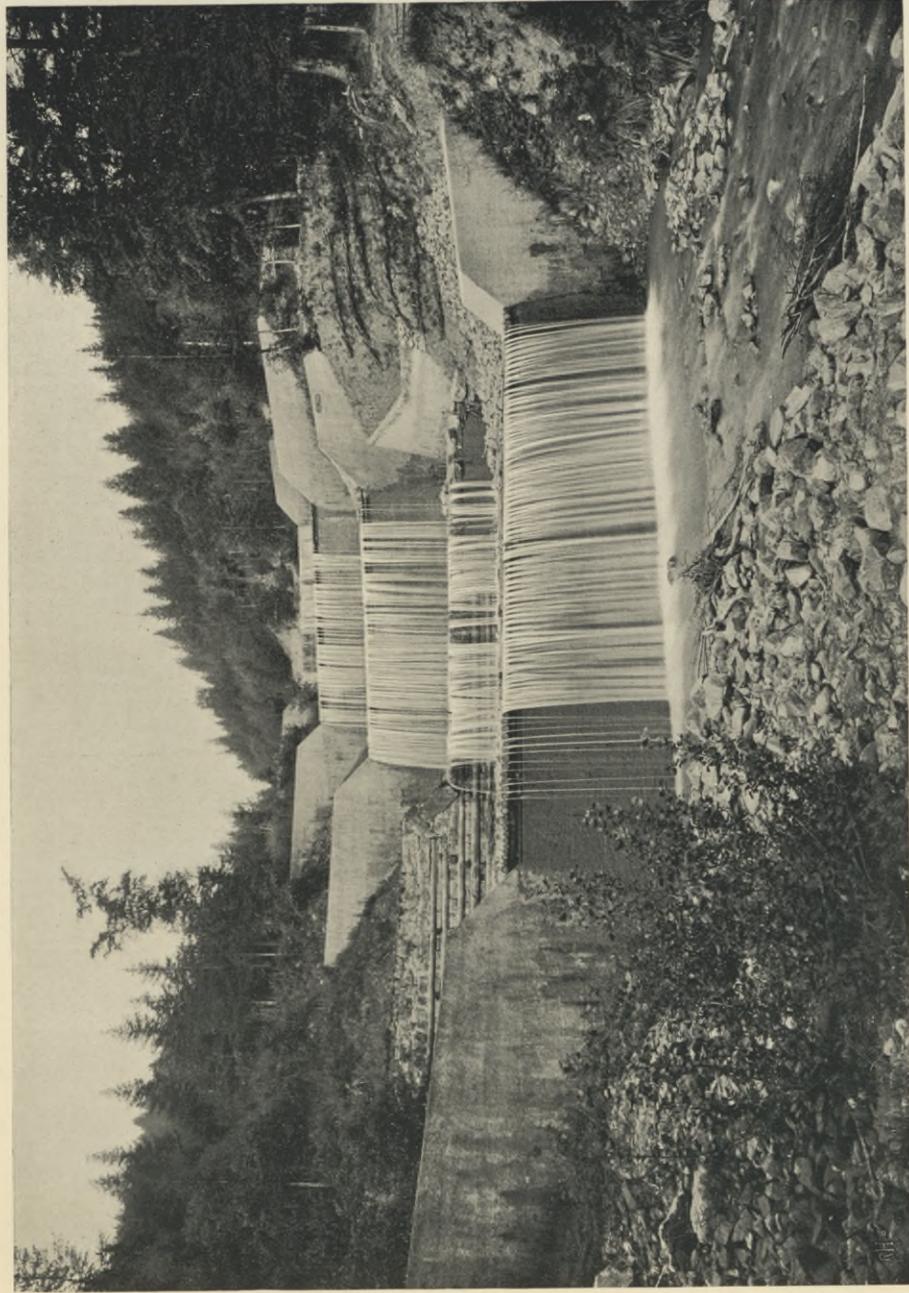


Druckpartie oberhalb der Einmündung des Meienrisligrabens — Zustand der Holzbauten im Jahre 1909
Partie en mouvement en amont de l'embouchure du Meienrisligrabens — Etat des travaux en bois en 1909

Verbauung der Gürbe
Endiguement de la Gurbe

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XIX a
Planche



Druckpartie oberhalb der Einmündung des Meienrisligrabens — Zustand im Jahre 1913 nach dem Ausbau mit Betonsperren
Partie en mouvement en amont de l'embouchure du Meienrisligrabens — Etat en 1913 après parachèvement avec barrages en béton

Verbauung der Gürbe
Endiguement de la Gurbe

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XX
Planche



Korrektion oberhalb der Blumensteinbrücke
Endiguement en amont du pont de Blumenstein

Verbauung der Gürbe
Endiguement de la Gurbe

Tafel XXI
Planche

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics



Korrektion des untern Lautes mit Überfällen
Correction du cours inférieur avec chutes

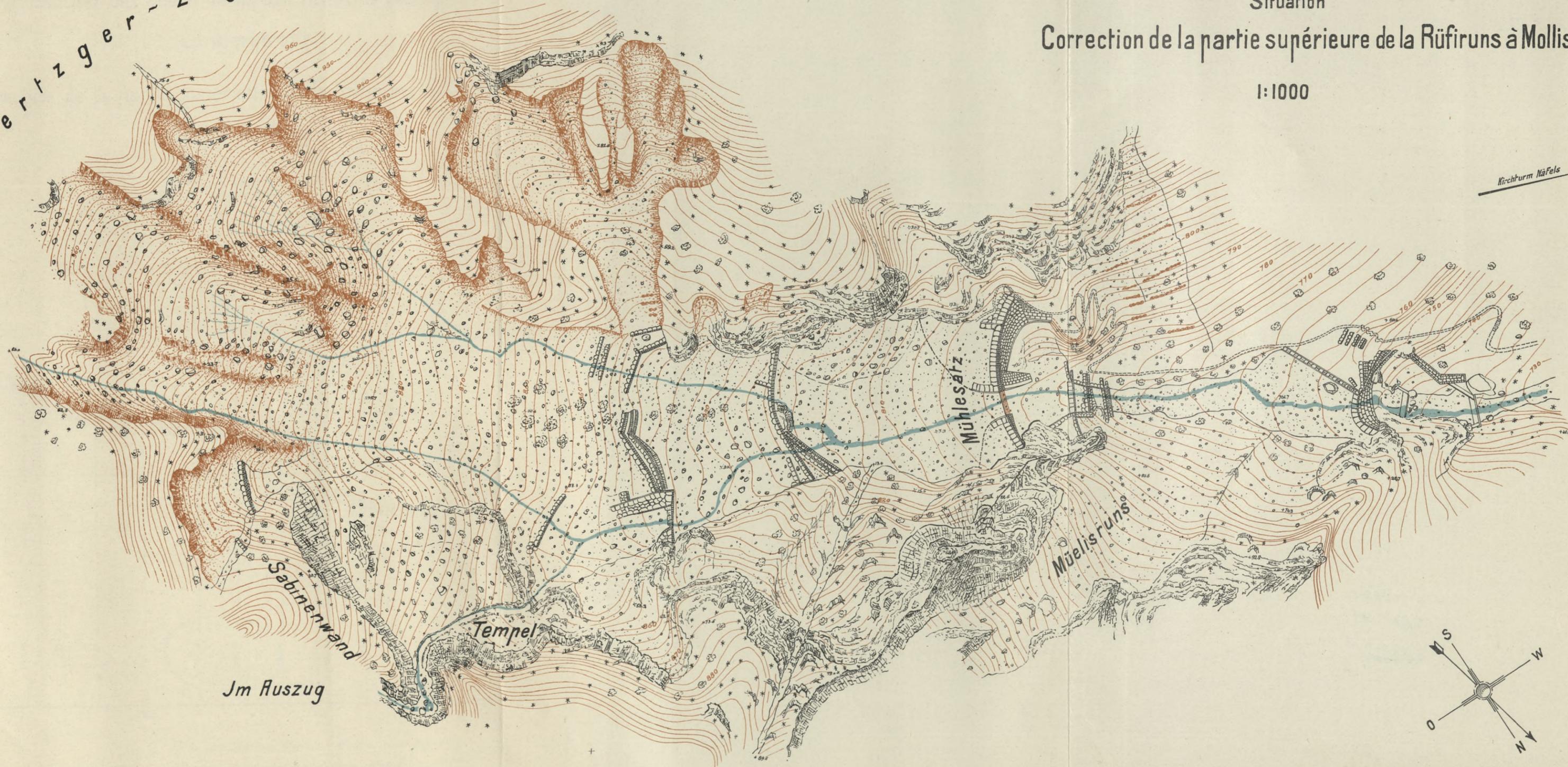
Verbauung des obern Teiles der Rûfiruns bei Mollis

Situation

Correction de la partie supérieure de la Rûfiruns à Mollis

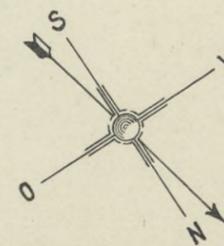
1:1000

Viertzger-züge



Kirchturm NaFels

Im Auszug



Tempel

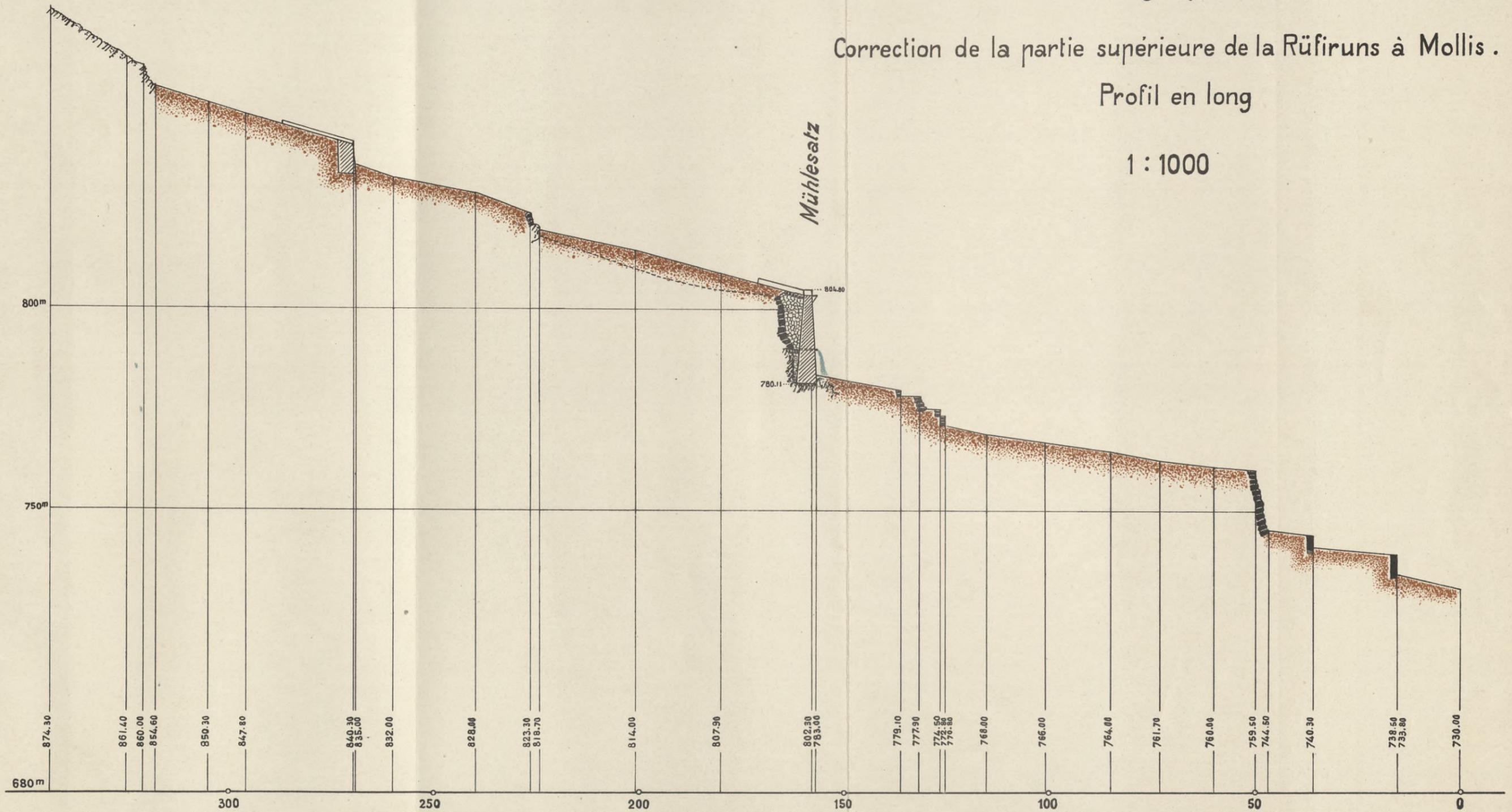
Verbauung des obern Teiles der Rüfiruns bei Mollis

Längenprofil

Correction de la partie supérieure de la Rüfiruns à Mollis.

Profil en long

1 : 1000



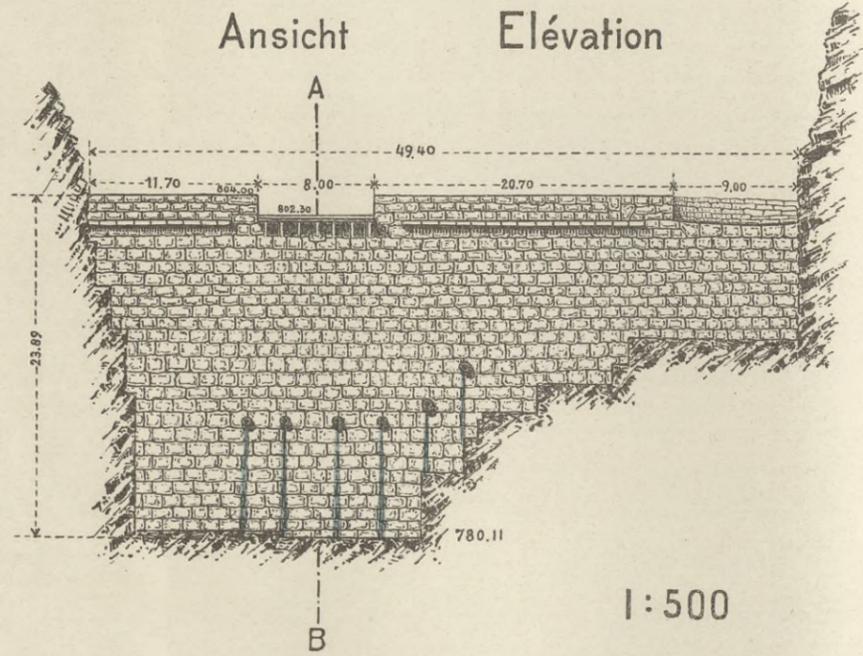
Höhe der Station Näfels - Mollis über Meer = 440^m
Altitude de la station Näfels - Mollis

Verbauung des obern Teiles der Rüfiruns bei Mollis

Correction de la partie supérieure de la Rüfiruns à Mollis

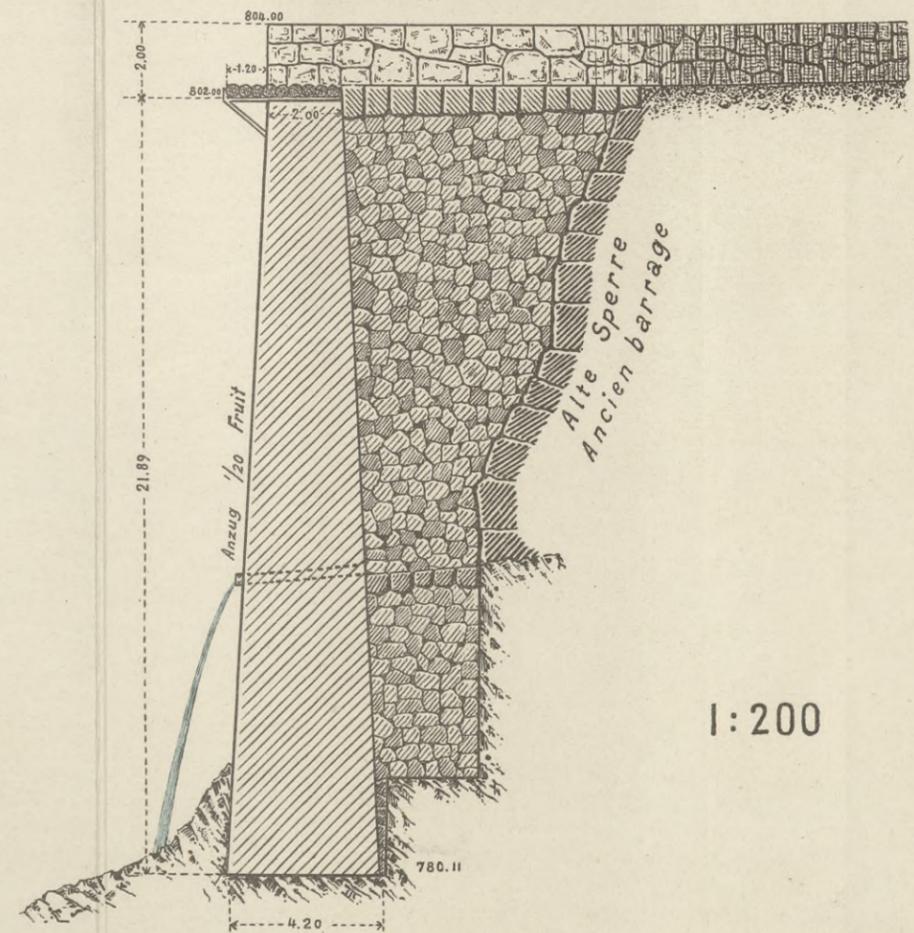
Grosse Sperre „Mühlesatz“

Grand barrage „Mühlesatz“

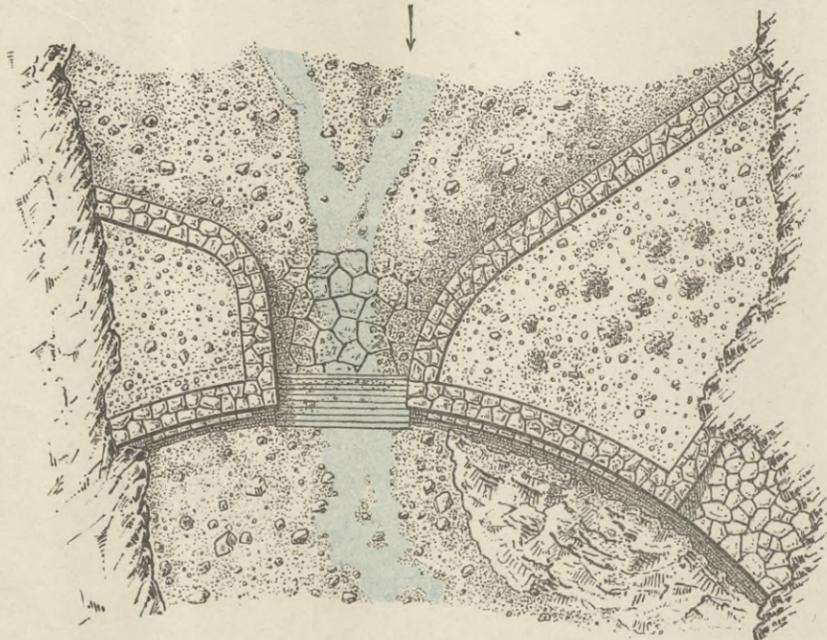


Schnitt A-B

Coupe A-B



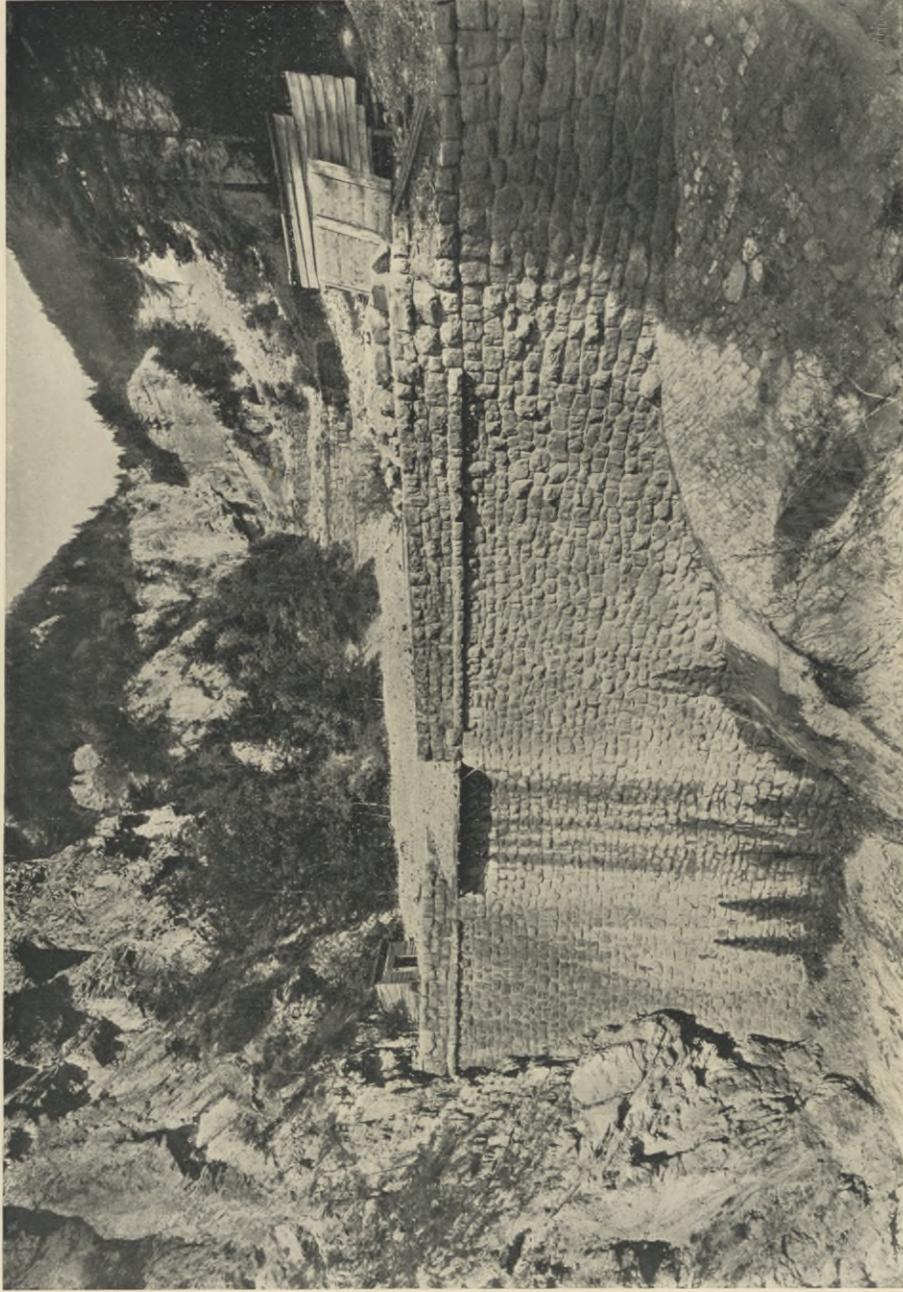
Draufsicht Plan



Verbauung der Rütiruns bei Mollis
Correction de la Rütiruns près de Mollis

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

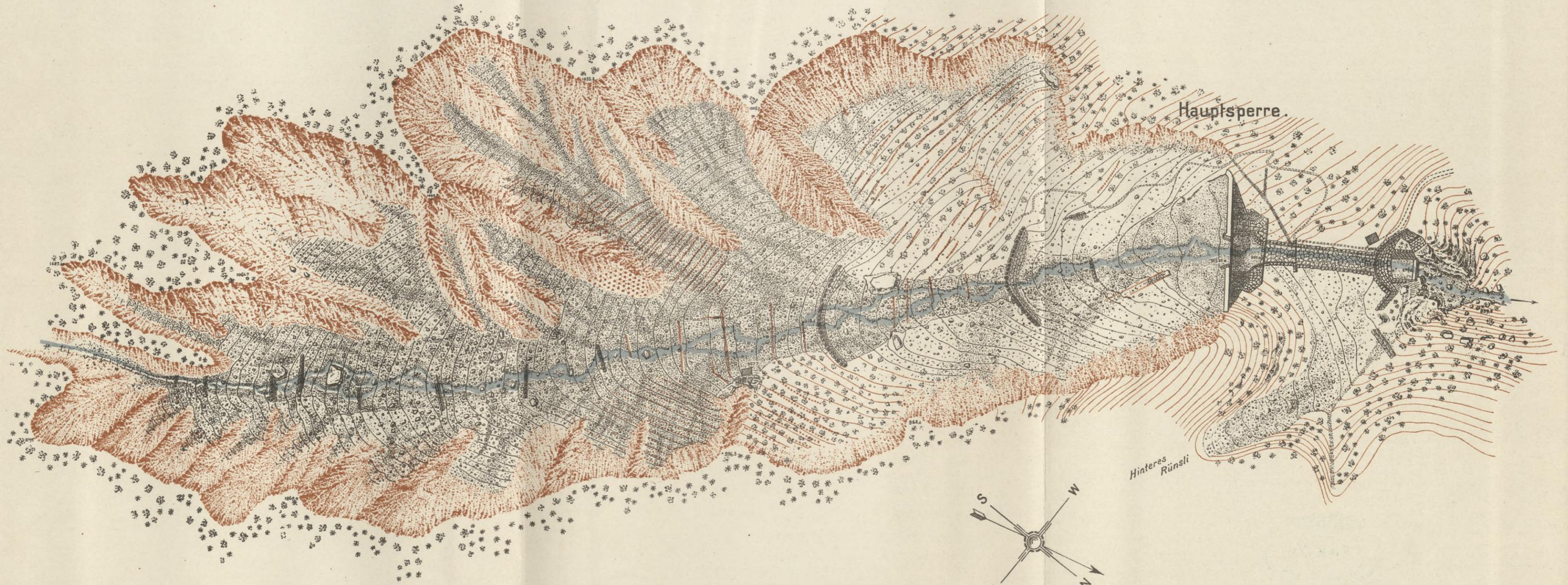
Tafel XXV
Planche



Ansicht der großen Sperre (Mühlesatz)
Vue du grand barrage (Muhlesatz)

Verbauung der Ruhstelliruns bei Mollis.

Correction de la Ruhstelliruns près de Mollis.



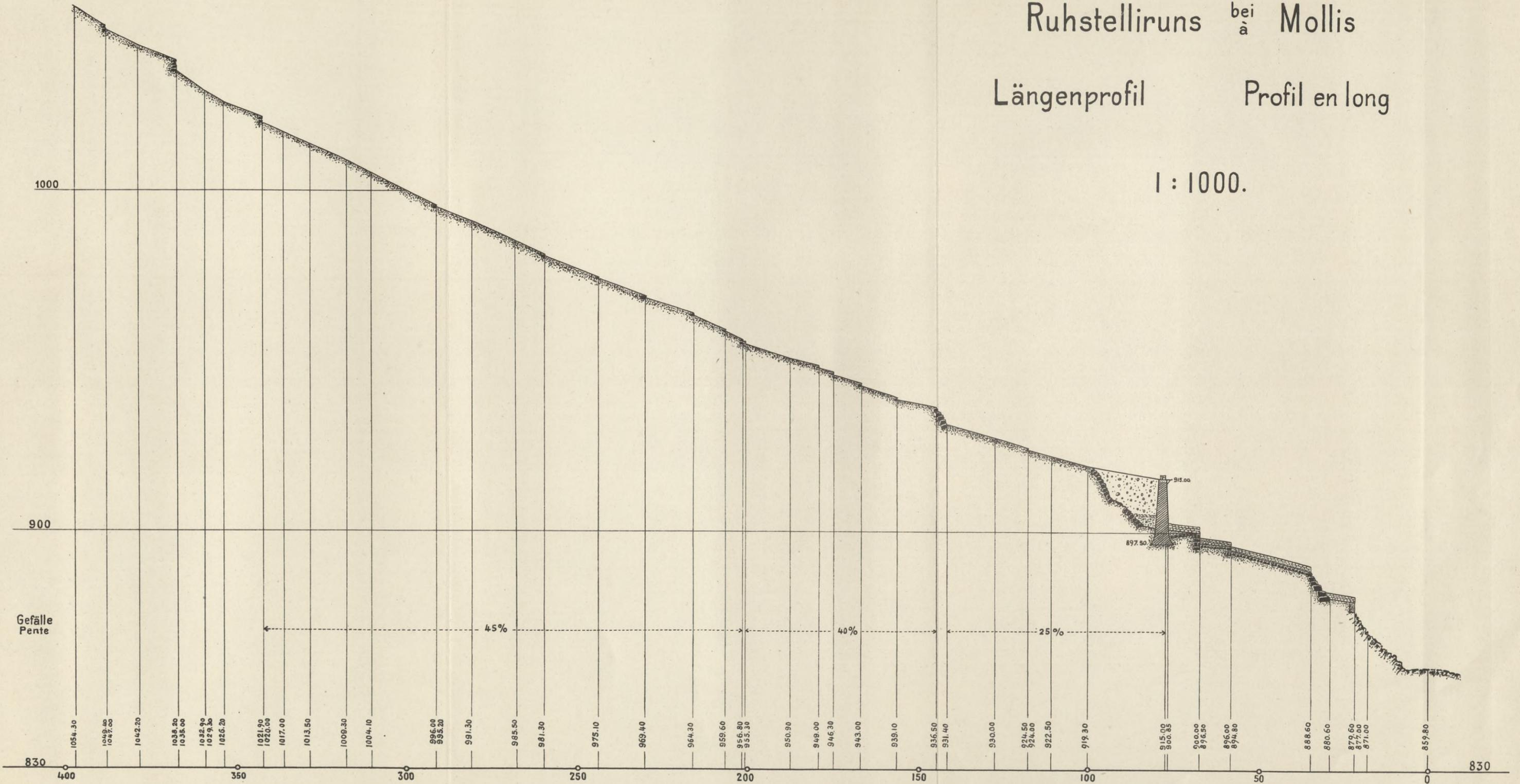
1:1000.

Ruhstelliruns bei Mollis

Längenprofil

Profil en long

1 : 1000.

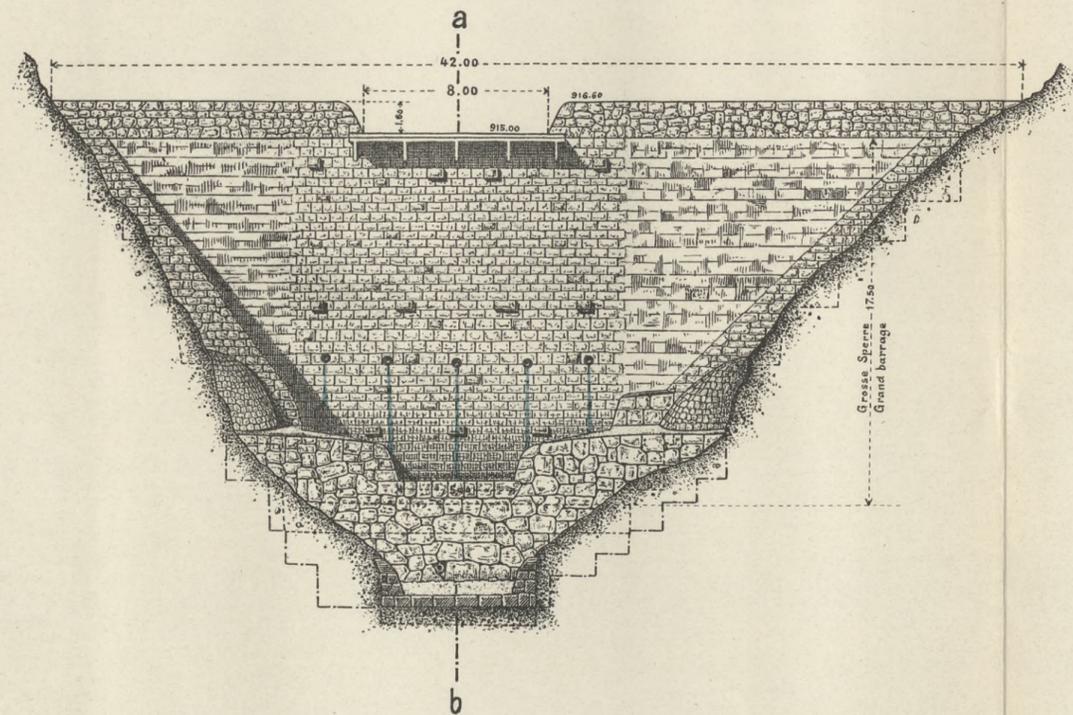


Ruhstelliruns bei Mollis

Grosse Sperre

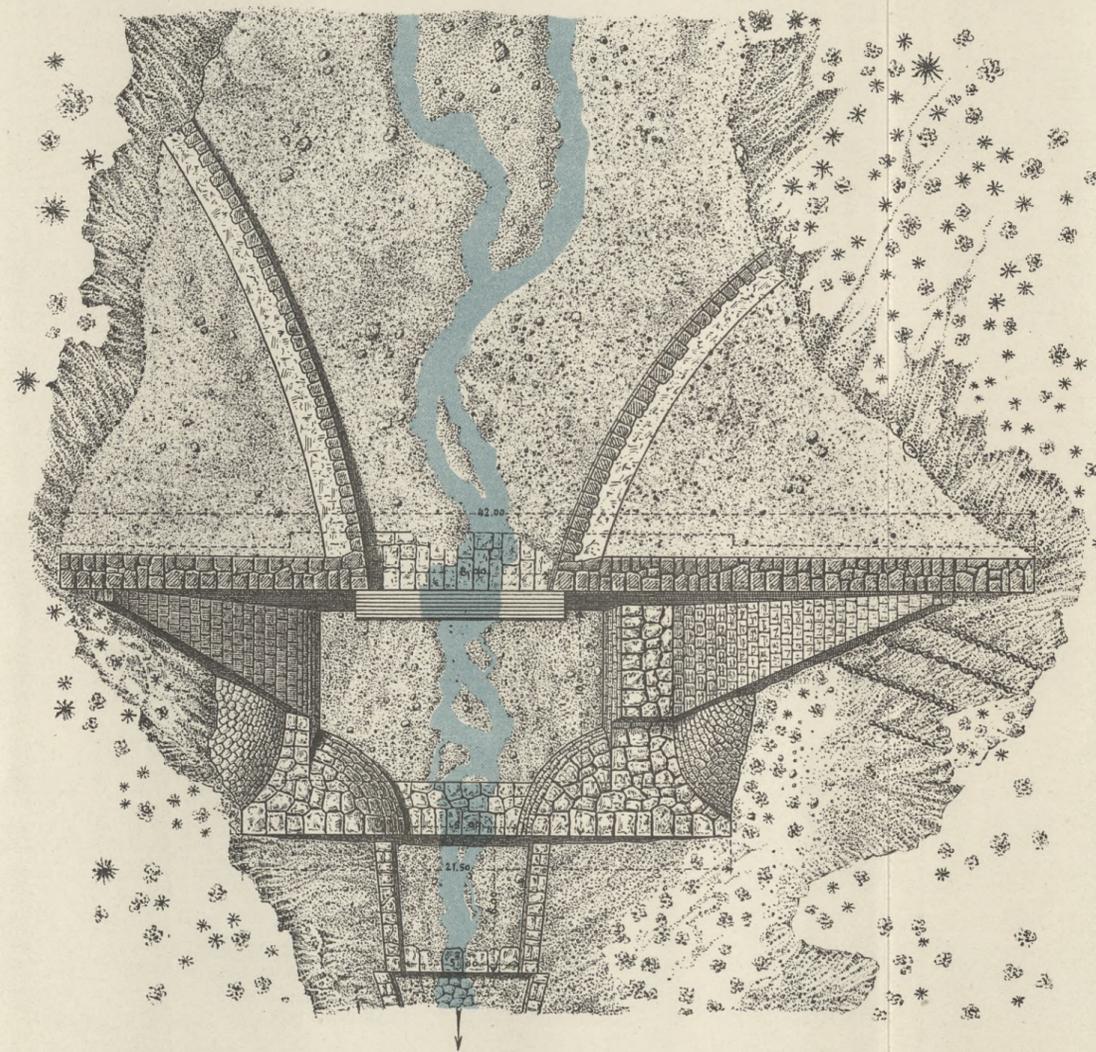
Ansicht

Elévation



Draufsicht

Plan



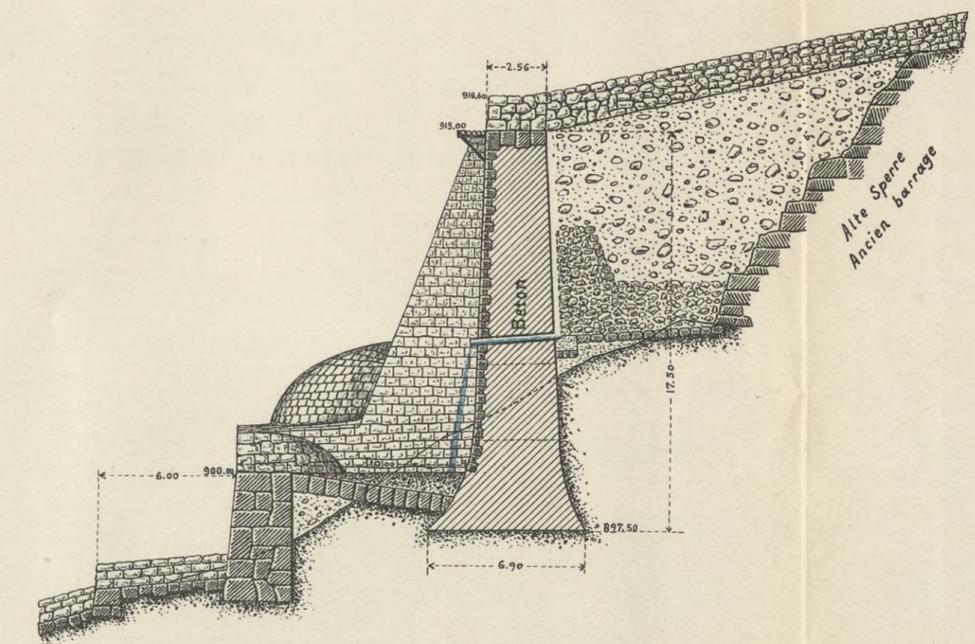
1:250

Ruhstelliruns à Mollis

Grand barrage

Schnitt a-b

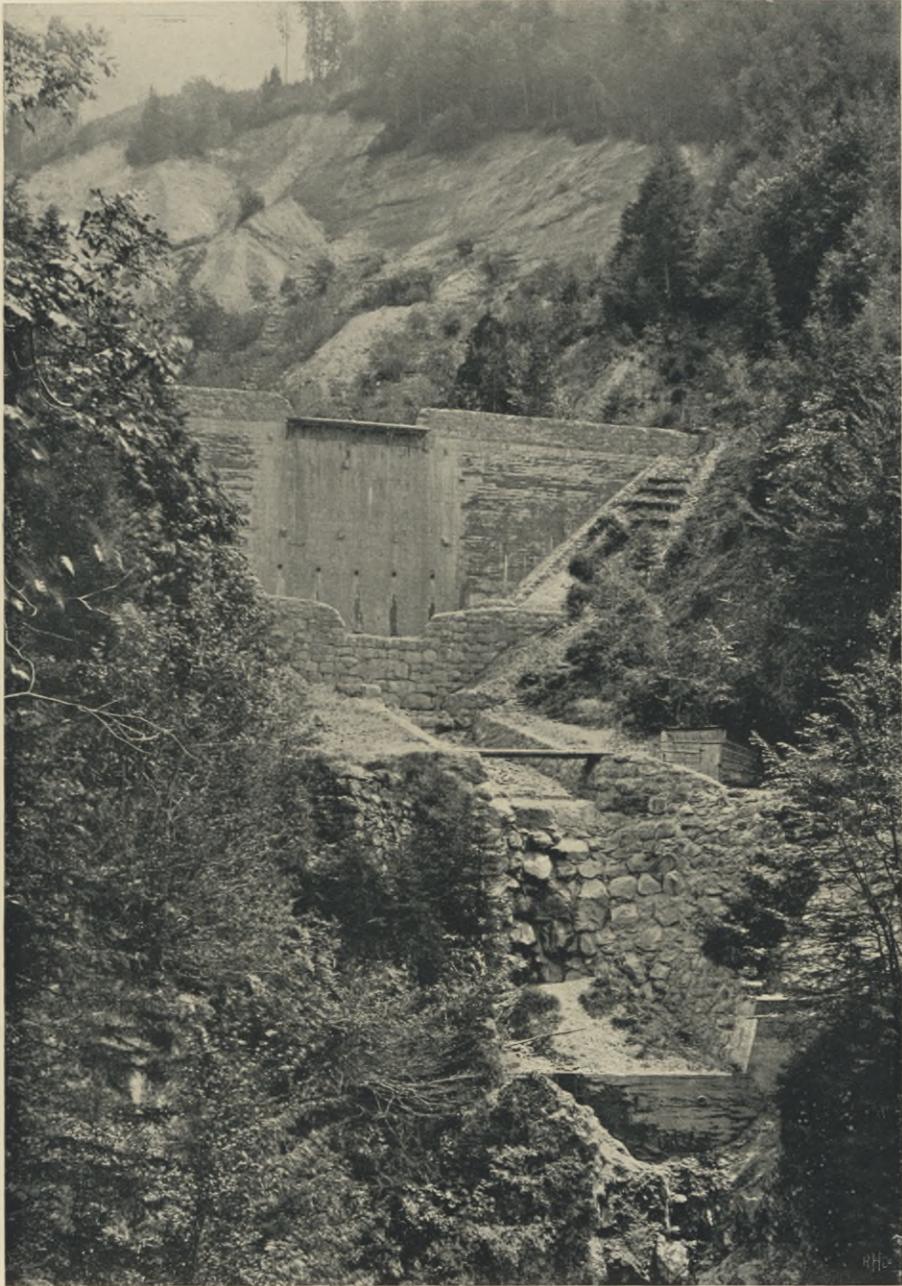
Coupe a-b



Verbauung der Ruhstelliruns bei Mollis
Correction de la Ruhstelliruns près de Mollis

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XXIX
Planche



Ansicht der großen Sperre und des Erosionskessels
Vue du grand barrage et du bassin d'érosion

Korrektion des Schächenbaches

Correction du Schächen.

Eidg. Oberbauinspektorat * Inspection fédérale des Travaux publics.

Tafel XXX.
Planche



Schweizerische Landestopographie Bern. 1914

Reproduktion vorbehalten



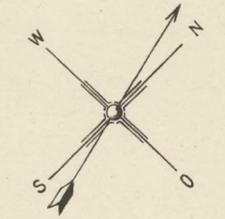
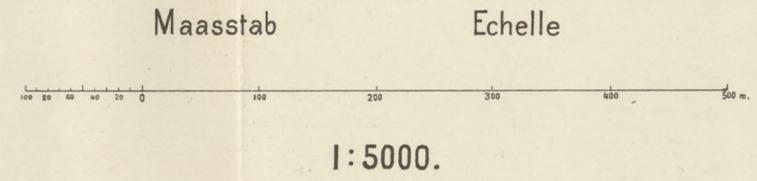
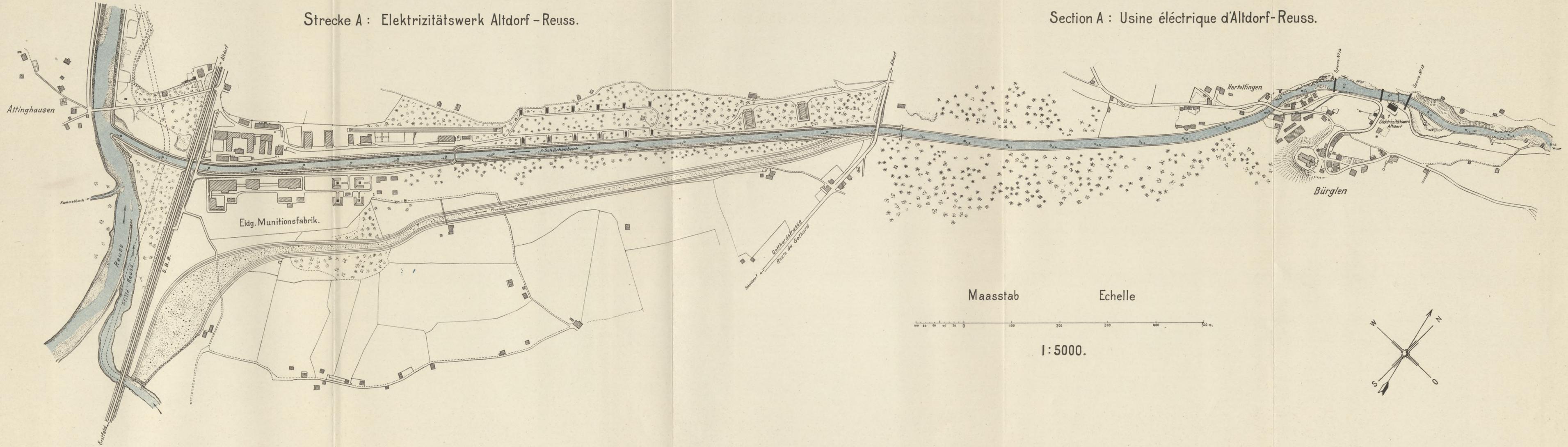
1:50 000

Korrektion des Schächenbaches.

Strecke A : Elektrizitätswerk Altdorf - Reuss.

Correction du Schächen.

Section A : Usine électrique d'Altdorf-Reuss.



Korrektion des Schächenbaches

Strecke A: Elektrizitätswerk Altdorf - Reuss

Längenprofil

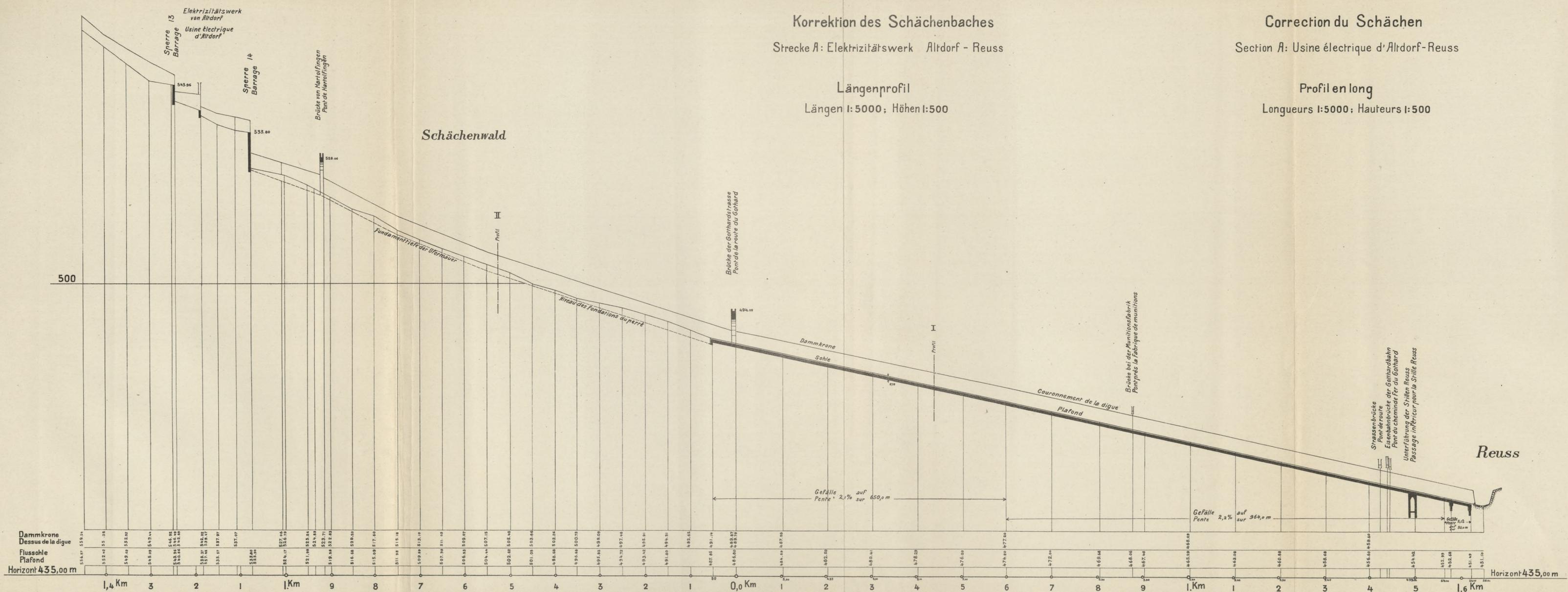
Längen I: 5000; Höhen I: 500

Correction du Schächen

Section A: Usine électrique d'Altdorf-Reuss

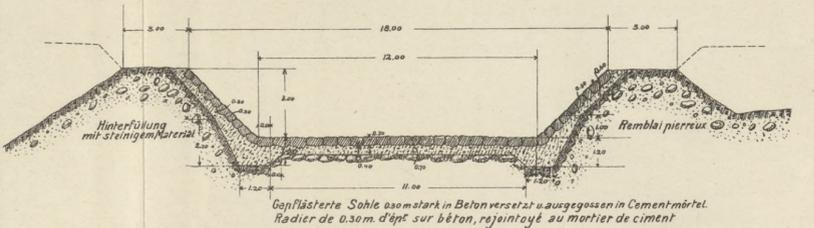
Profil en long

Longueurs I: 5000; Hauteurs I: 500



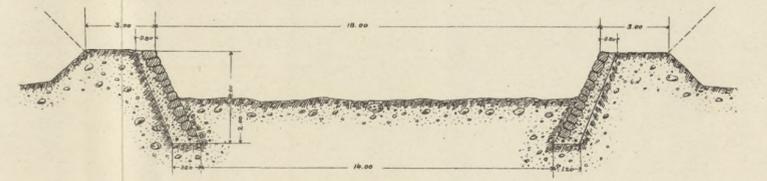
Normalprofil I

Profil normal I



Normalprofil II

Profil normal II



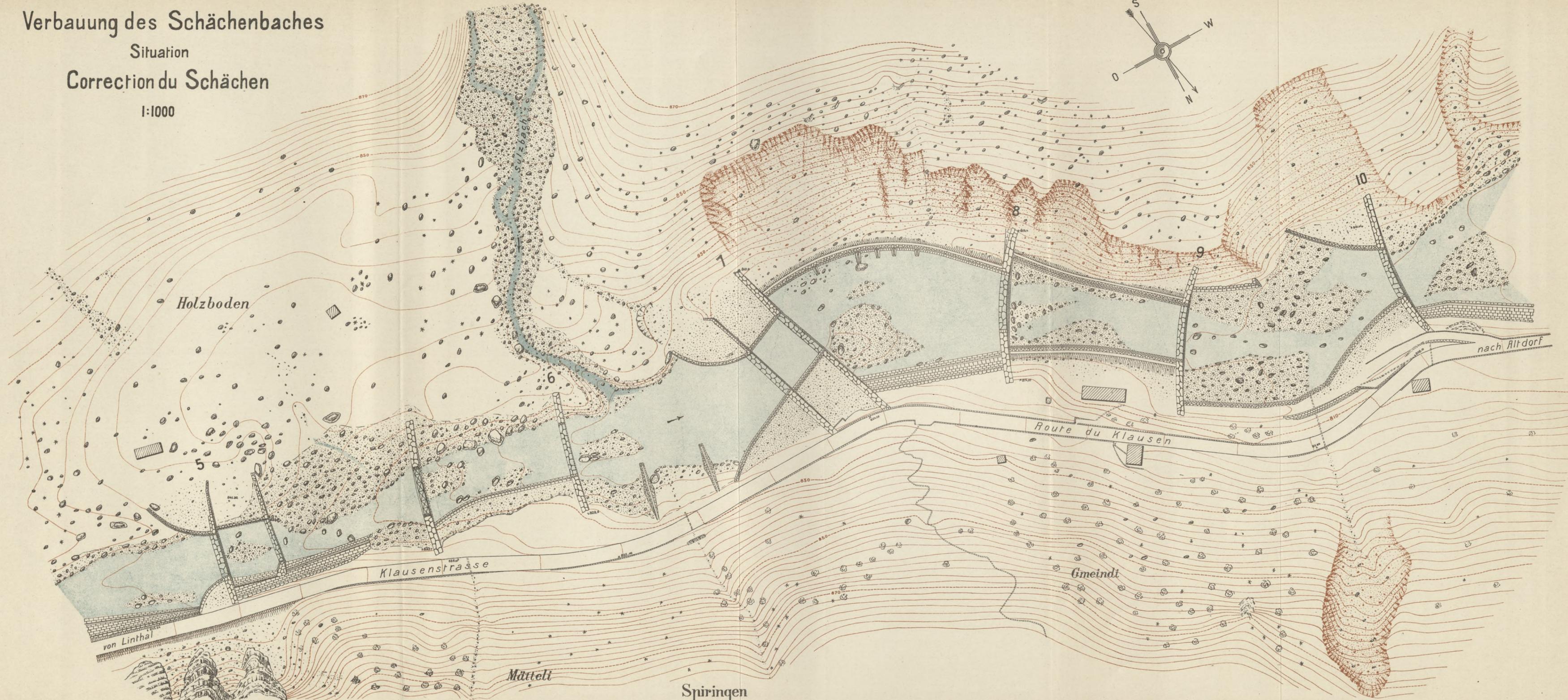
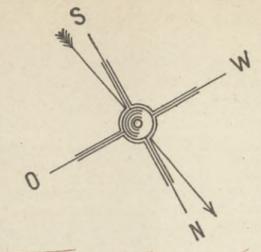
1:200

Verbauung des Schächenbaches

Situation

Correction du Schächen

1:1000



Holzboden

5

Klausenstrasse

Mätteli

Spiringen

Route du Klausen

Gmeindi

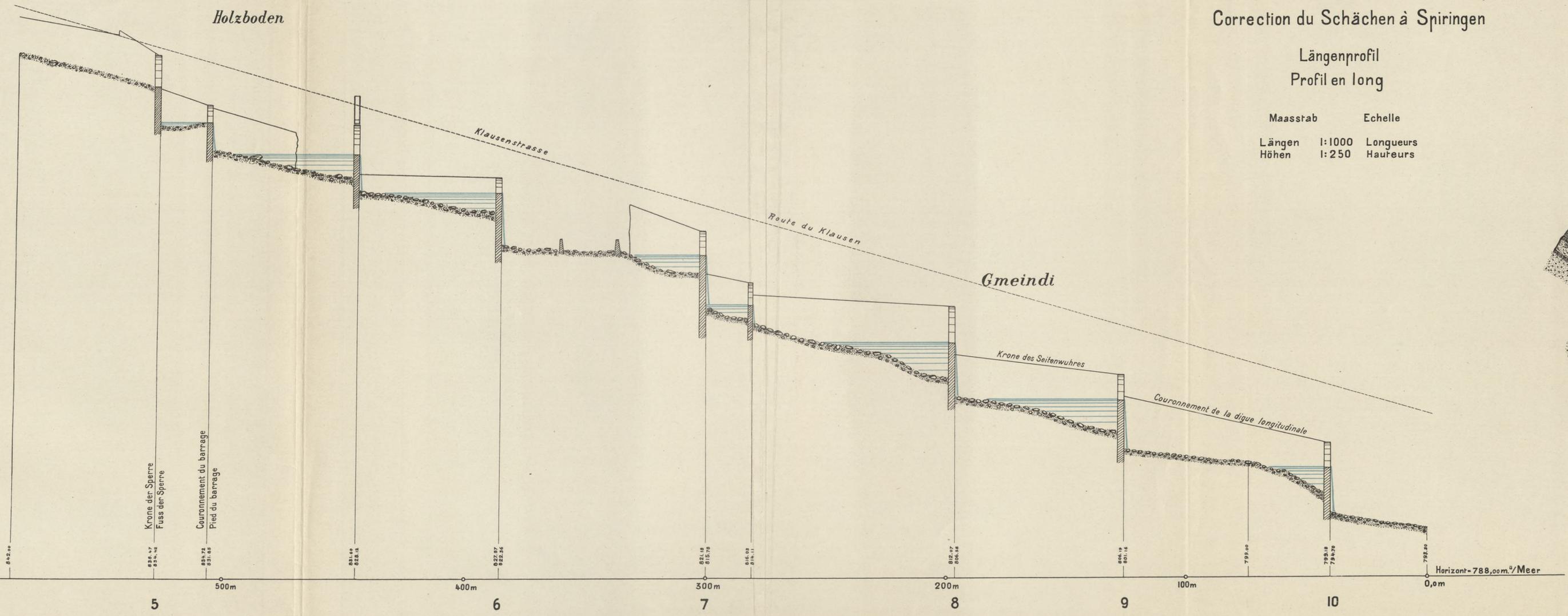
nach Altdorf

10

Verbauung des Schächenbaches bei Spiringen
Correction du Schächen à Spiringen

Längenprofil
Profil en long

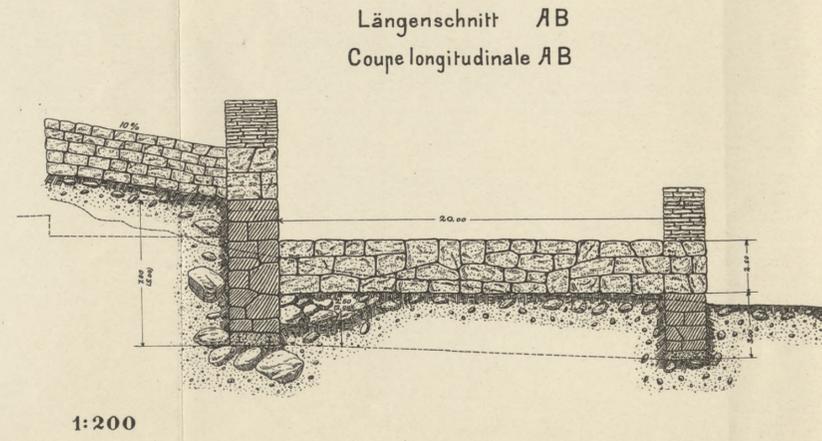
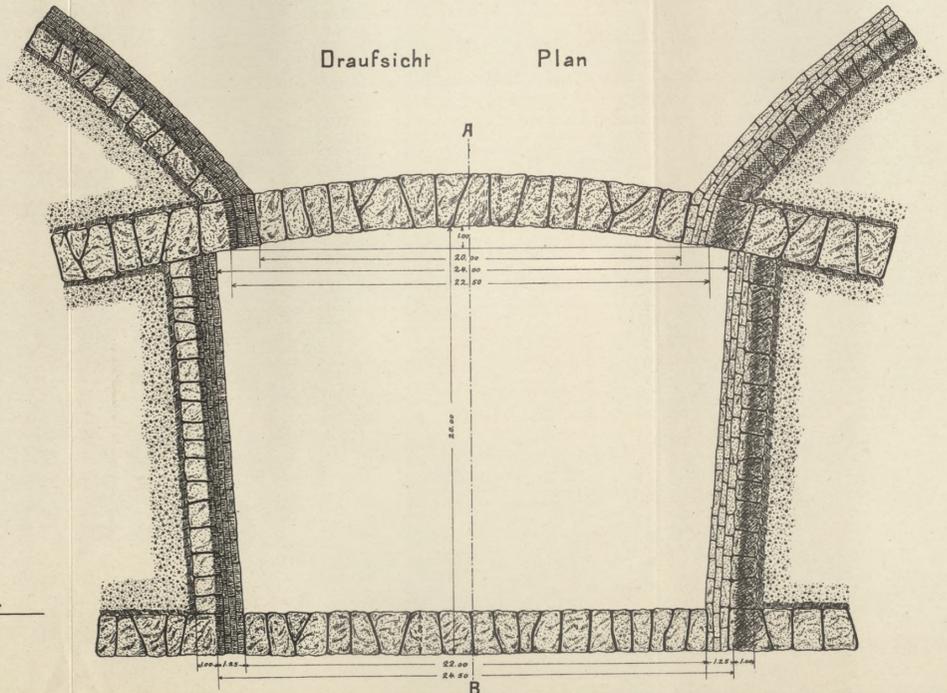
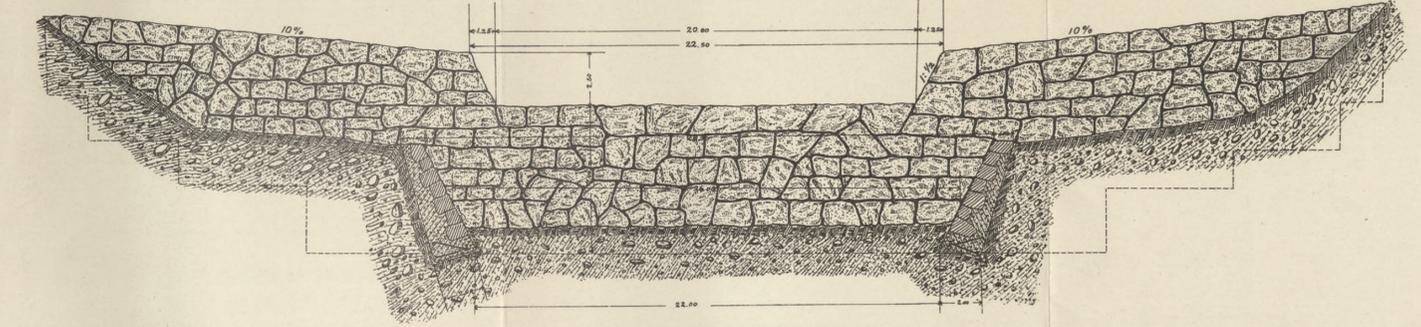
Maasstab Echelle
Längen 1:1000 Longueurs
Höhen 1:250 Hauteurs



Aufnahme 29. IV. 1913.
Levé
Horizont = 788,00m. Meer

Sperre
Barrage N°

Bauart einer Sperre
Type d'un barrage

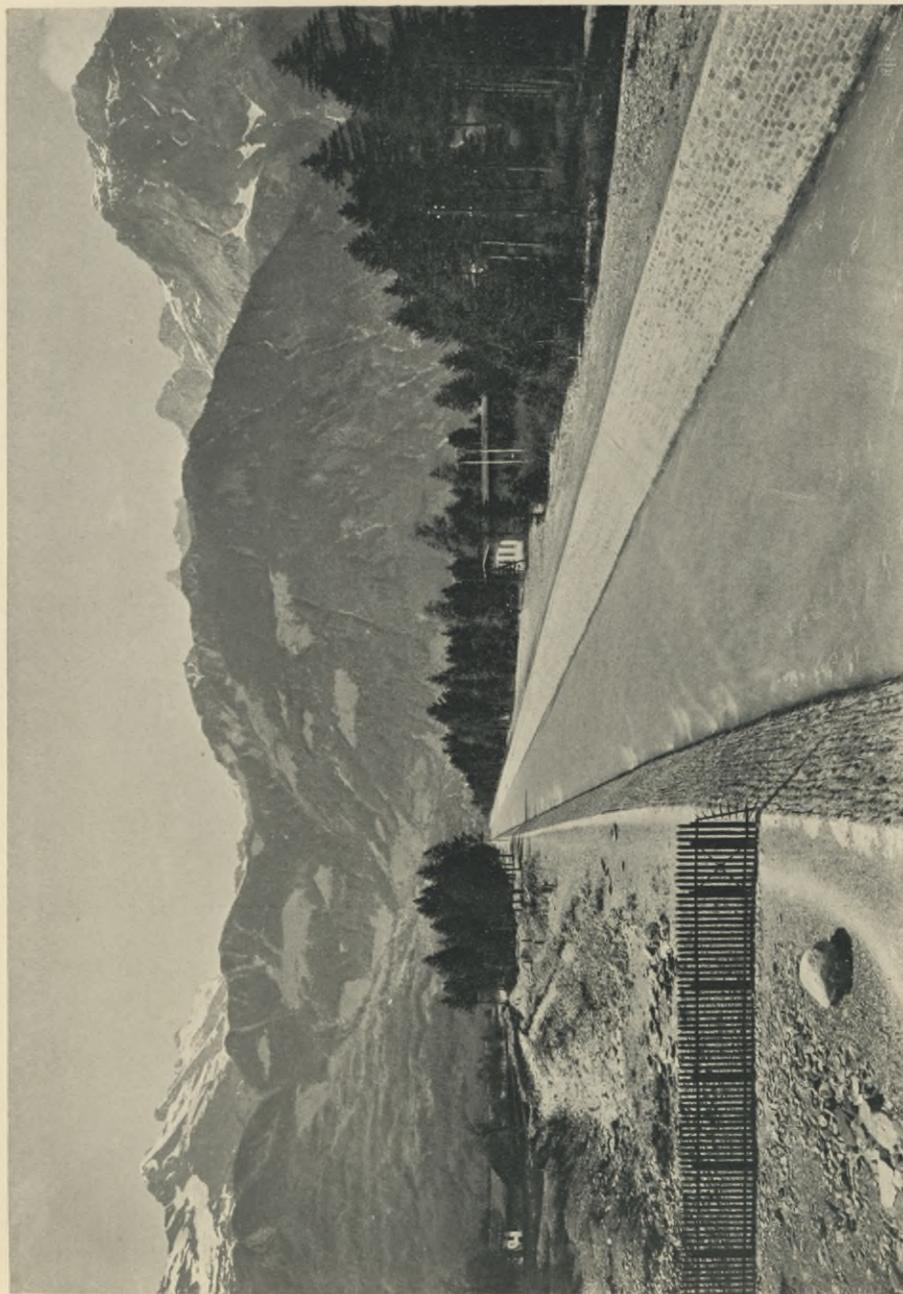


1:200

Korrektion des Schächenbaches
Correction du Schächen

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XXXV
Planche



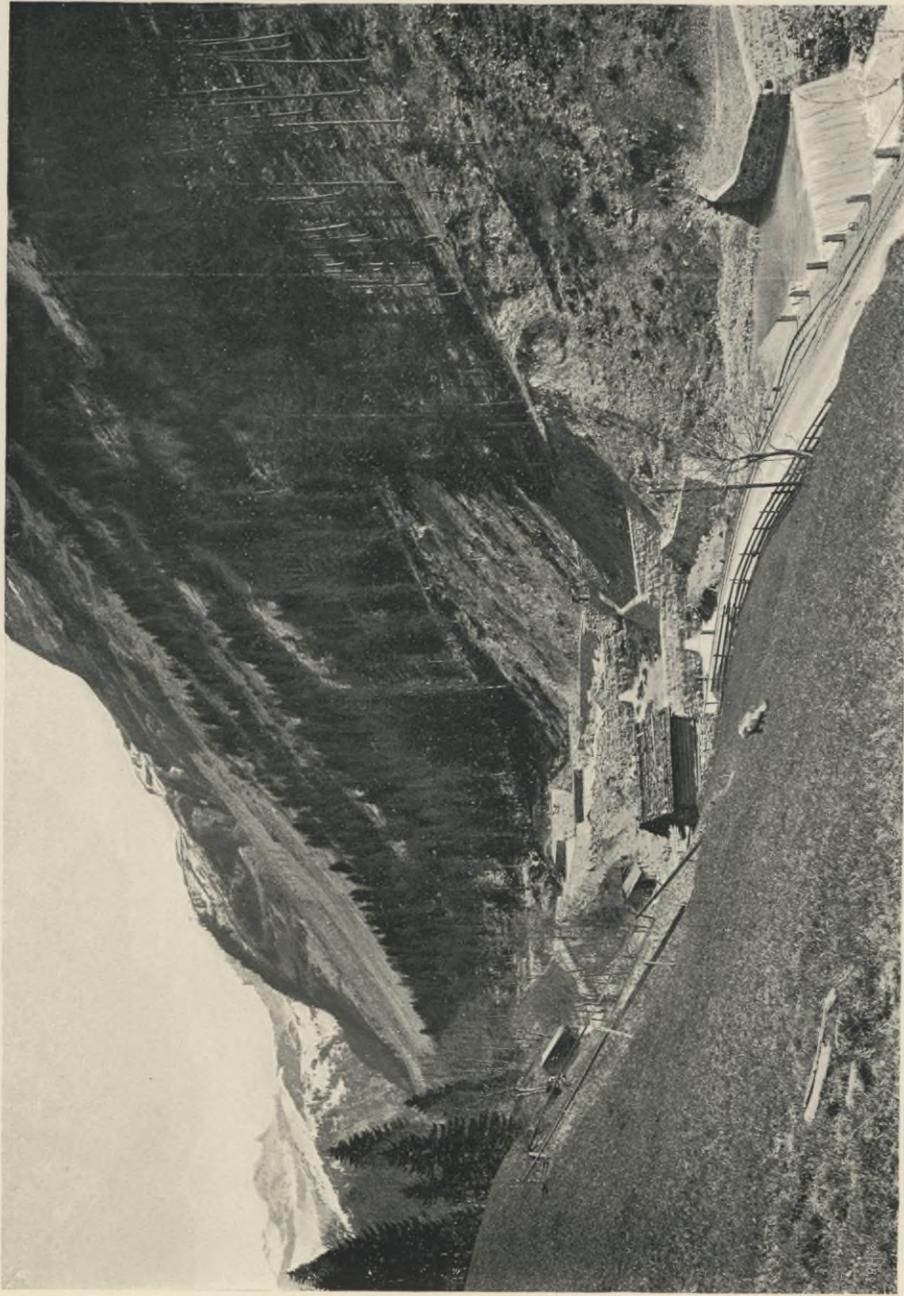
Kanal unterhalb der Gotthardstraße
Canal en aval de la route du Gothard

Korrektion des Schächtenbaches

Correction du Schächen

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XXXVI
Planche



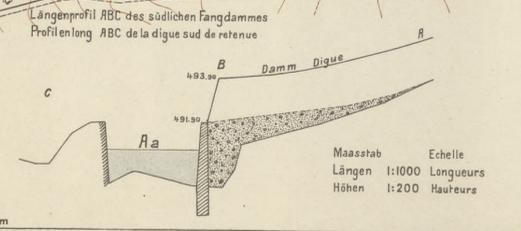
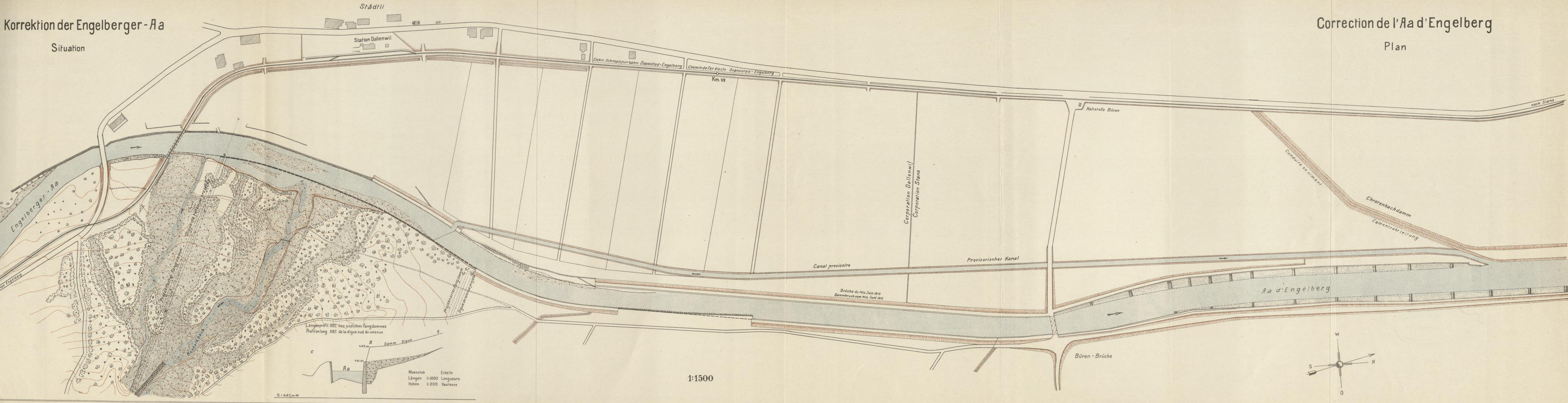
Verbauung unterhalb des Bergsturzes von Spirigen
Correction en aval de l'éboulement de Spirigen

Korrektion der Engelberger - Aa

Correction de l'Aa d'Engelberg

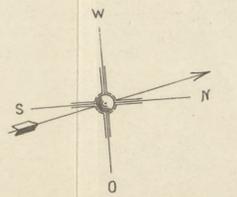
Situation

Plan



Maasstab Echelle
 Längen 1:1000 Longueurs
 Höhen 1:200 Hauteurs

1:1500



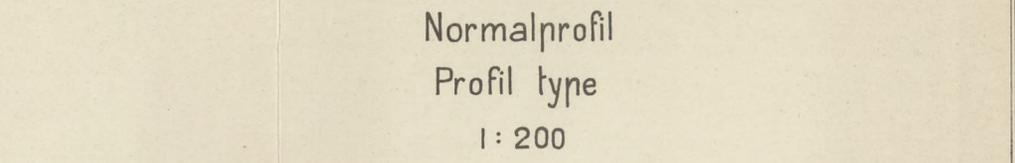
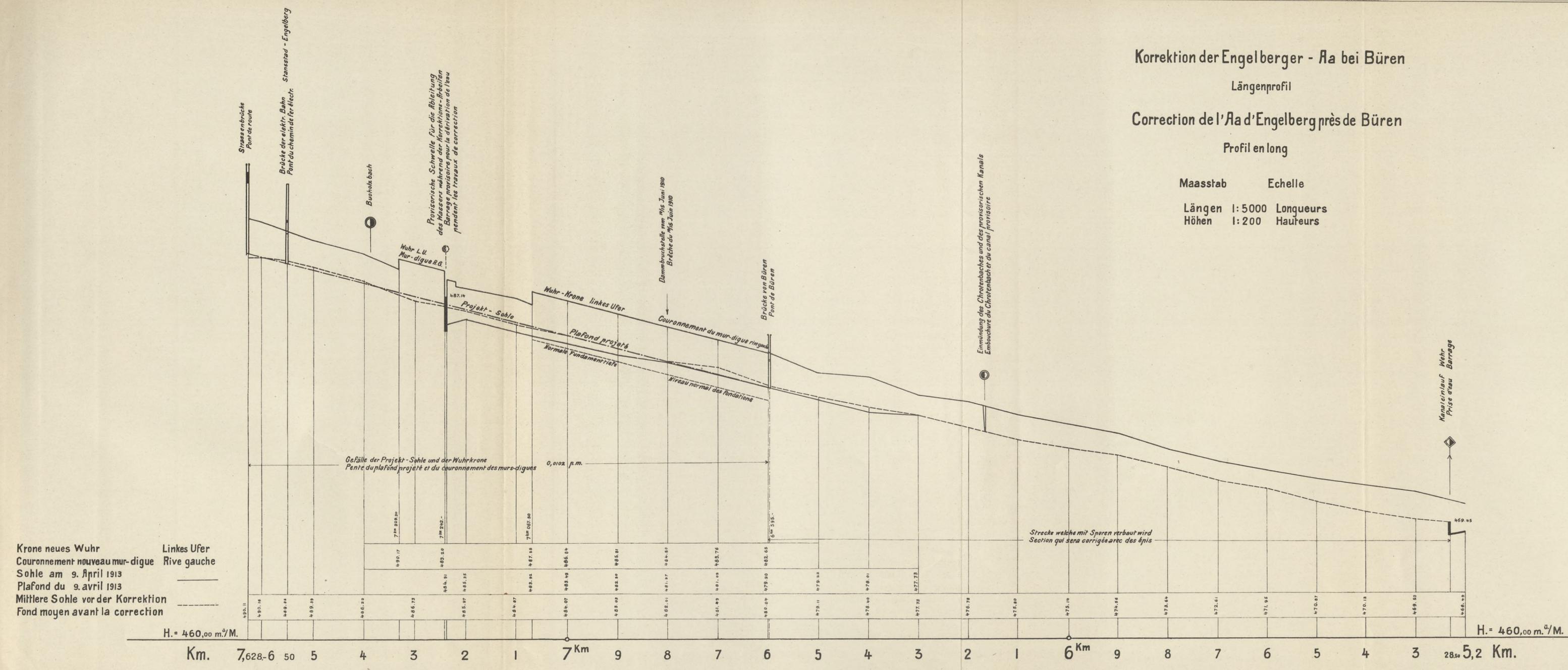
Korrektion der Engelberger - Aa bei Büren

Längenprofil

Correction de l'Aa d'Engelberg près de Büren

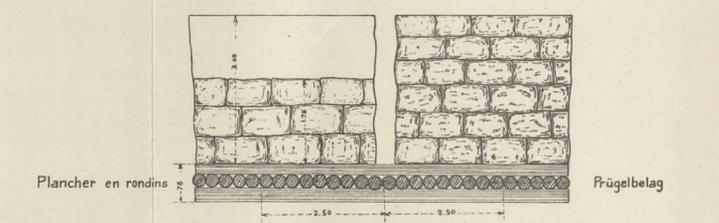
Profil en long

Maasstab Echelle
 Längen 1:5000 Longueurs
 Höhen 1:200 Hauteurs

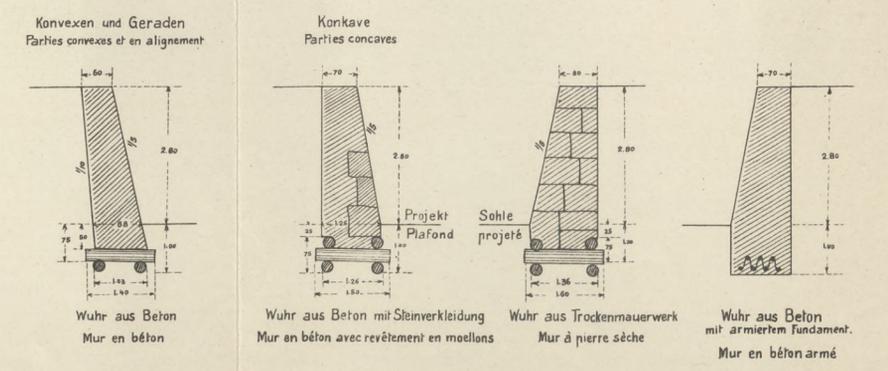


Wuhrprofile Profils des murs-digues

Ansicht Elévation
 1:100



Querschnitte Coupes transversales



Krone neues Wuhr
 Couronnement nouveau mur-digue
 Sohle am 9. April 1913
 Plafond du 9. avril 1913
 Mittlere Sohle vor der Korrektion
 Fond moyen avant la correction

Strecke welche mit Sporen verbaut wird
 Section qui sera corrigée avec des épis

Korrektion der Engelberger-Aa
Correction de l'Aa d'Engelberg

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XXXIX
Planche



Strecke oberhalb der Brücke von Büren
Partie en amont du pont de Büren

Korrektion der Muota

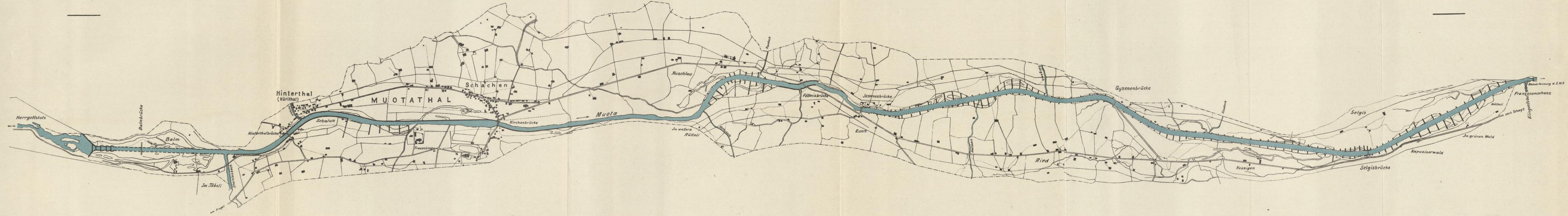
Correction de la Muota

Strecke :

Partie :

Balm - Klingentobel.

Balm - Klingentobel



1:10'000.

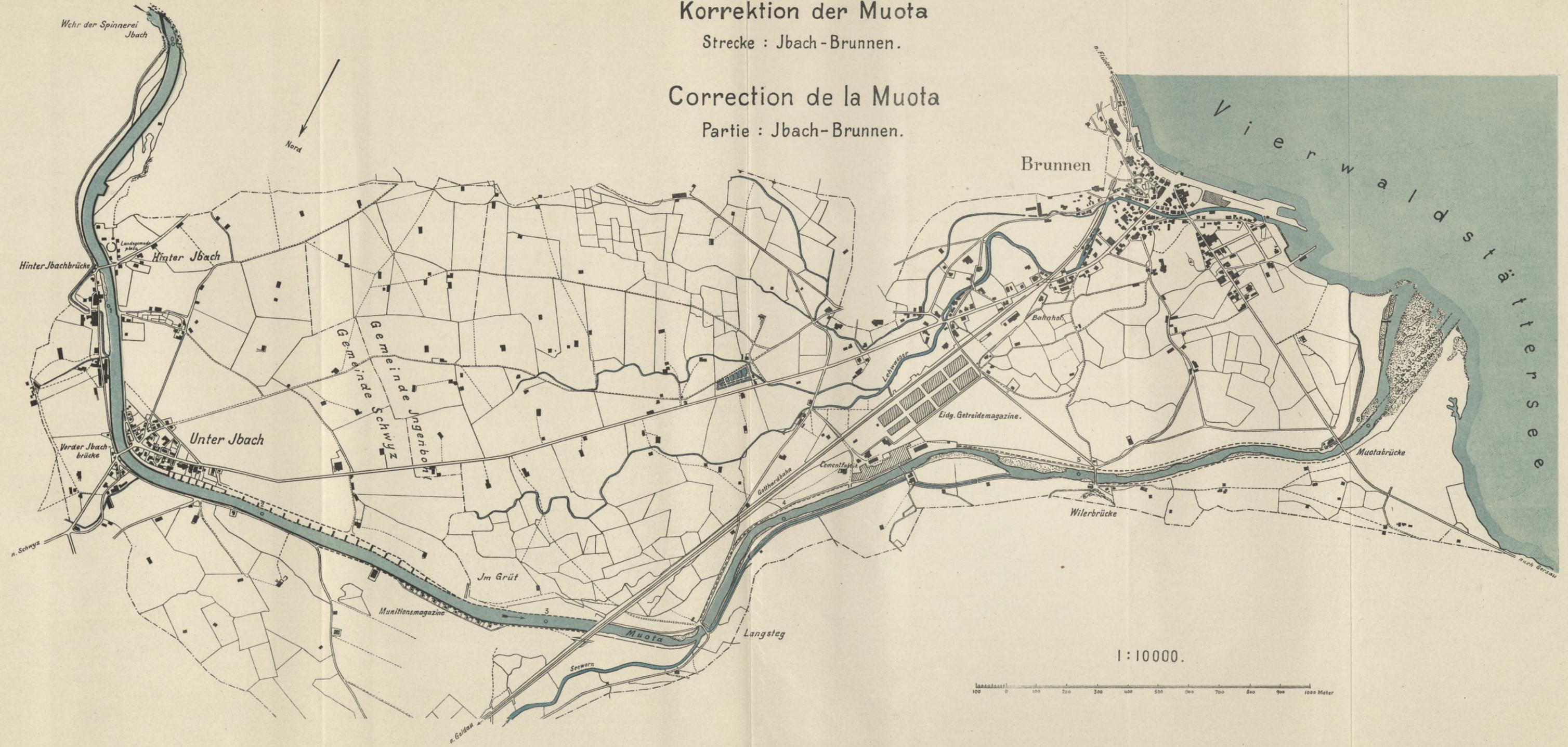


Korrektion der Muota

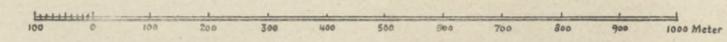
Strecke : Jbach - Brunnen.

Correction de la Muota

Partie : Jbach - Brunnen.



1:10000.



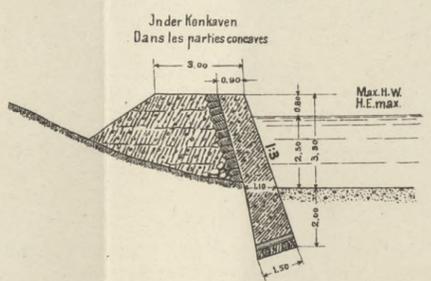
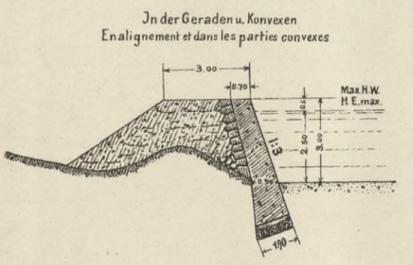
Korrektion der Muota

Correction de la Muota

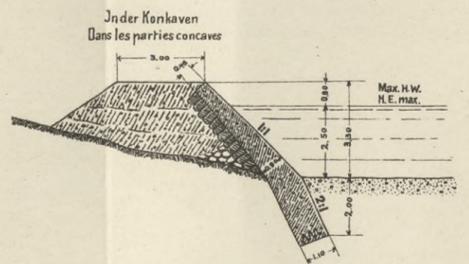
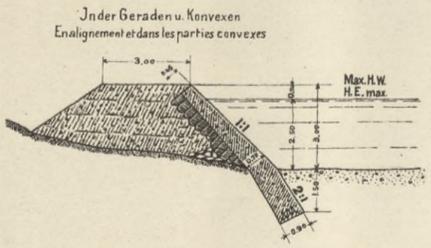
Normalprofile
1:200

Profils - types
1:200

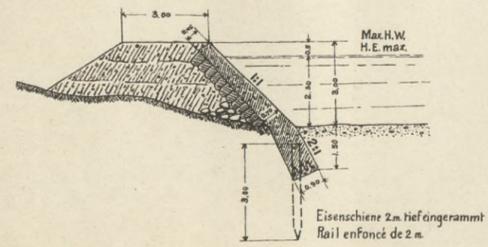
Betonleitwerke in Muotathal
Murs longitudinaux en béton à Muotathal



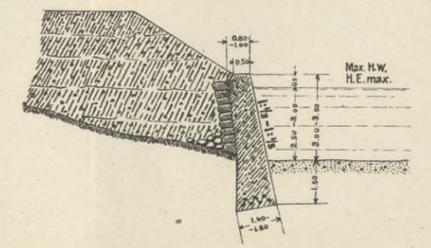
Betonleitwerke in Hinter-Jbach
Normale Durchführung bei gutem Baugrund
Protection en béton à Hinter-Jbach
Type normal en terrain résistant



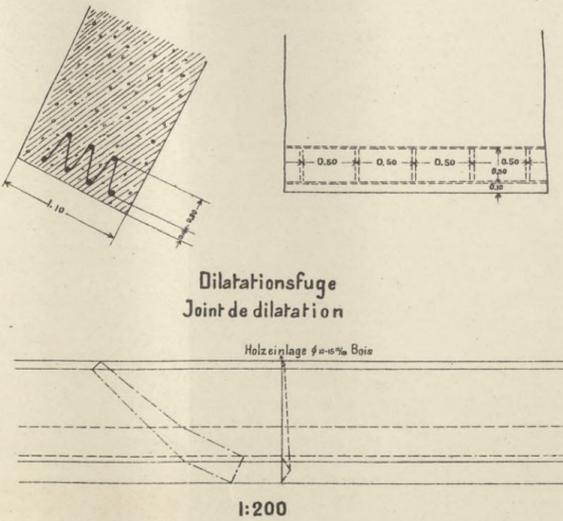
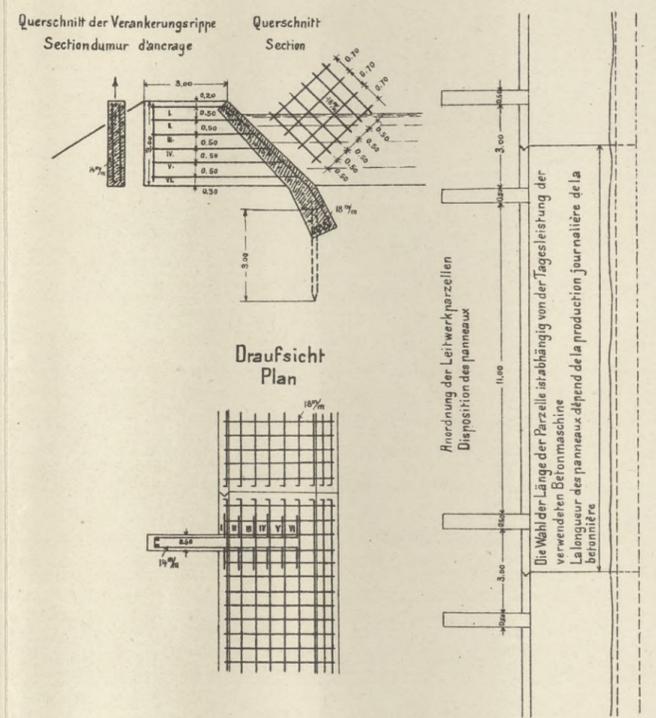
bei mittelmässigem Baugrund
en terrain moyennement résistant



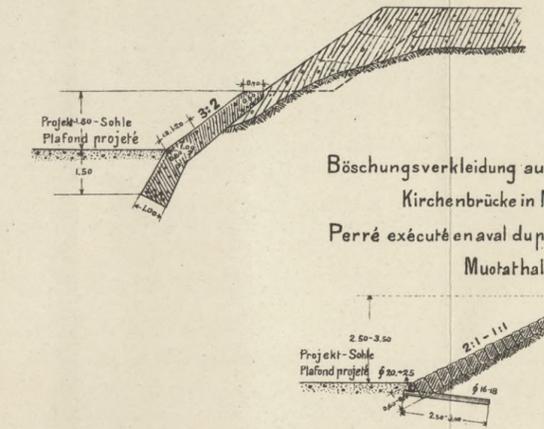
bei Überschüttung
avec surcharge



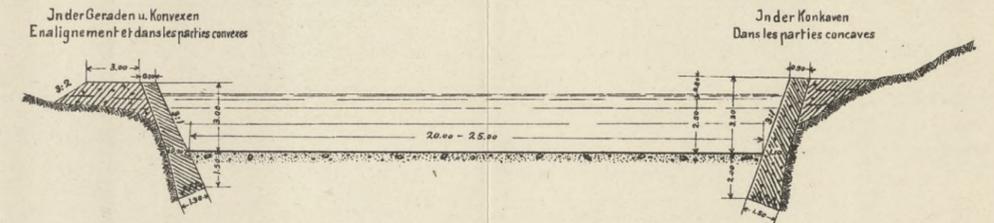
Uferleitwerk in Beton bei ganz schlechtem Baugrund
Protectionen béton en terrain très mauvais



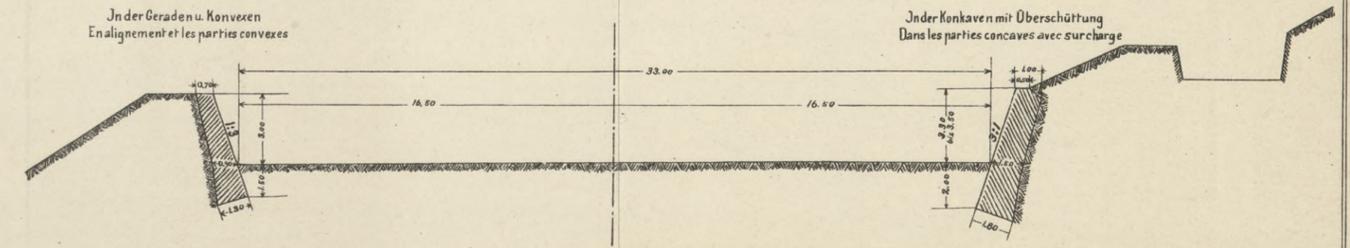
Leitwerk ausgeführt vor den Pulvermagazinen bis zur
Brücke der Gotthardbahn
Protection exécutée devant les magasins de munitions
jusqu'au pont du chemin de fer du Gothard



Normalprofil zwischen der Starzenmündung und der Kirchenbrücke
Profil normal entre l'embouchure de la Starzen et le pont de l'église
1:250



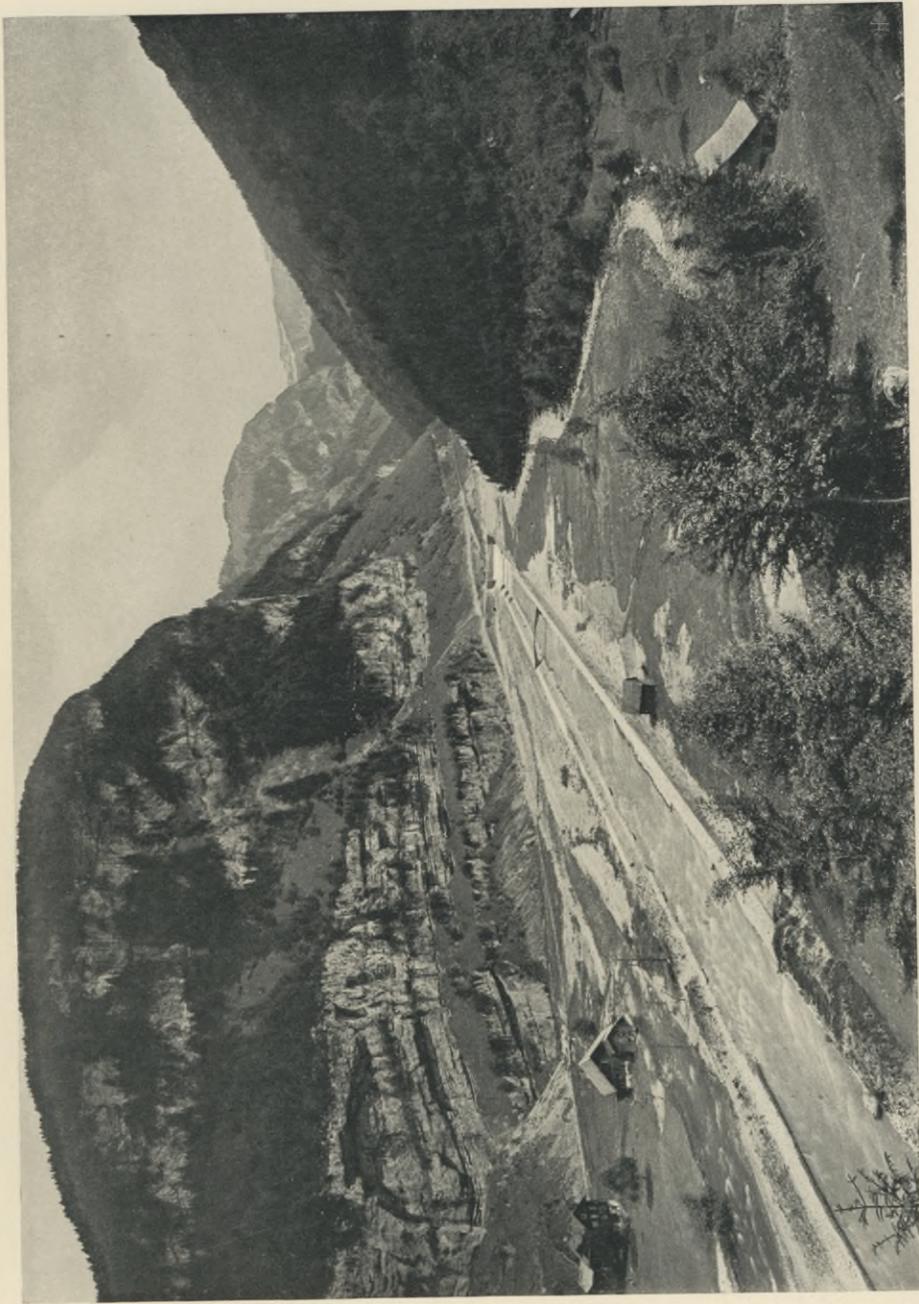
Normalprofil oberhalb der Brücke von Hinter-Jbach
Profil normal en amont du pont de Hinter-Jbach
1:250



Korrektion der Muota
Correction de la Muota

Tafel XLIV
Planche

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics



Kanal mit provisorischem Uferschutz unterhalb des Ablagerungsplatzes in der Balm
Canal avec diguement provisoire en aval de la place de dépôt „à la Balm“

Korrektion der Muota
Correction de la Muota

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XLV a
Planche



Korrigierte Strecke oberhalb Hinterthal
Partie corrigée en amont de Hinterthal

Korrektion der Muota
Correction de la Muota

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XLVI
Planche

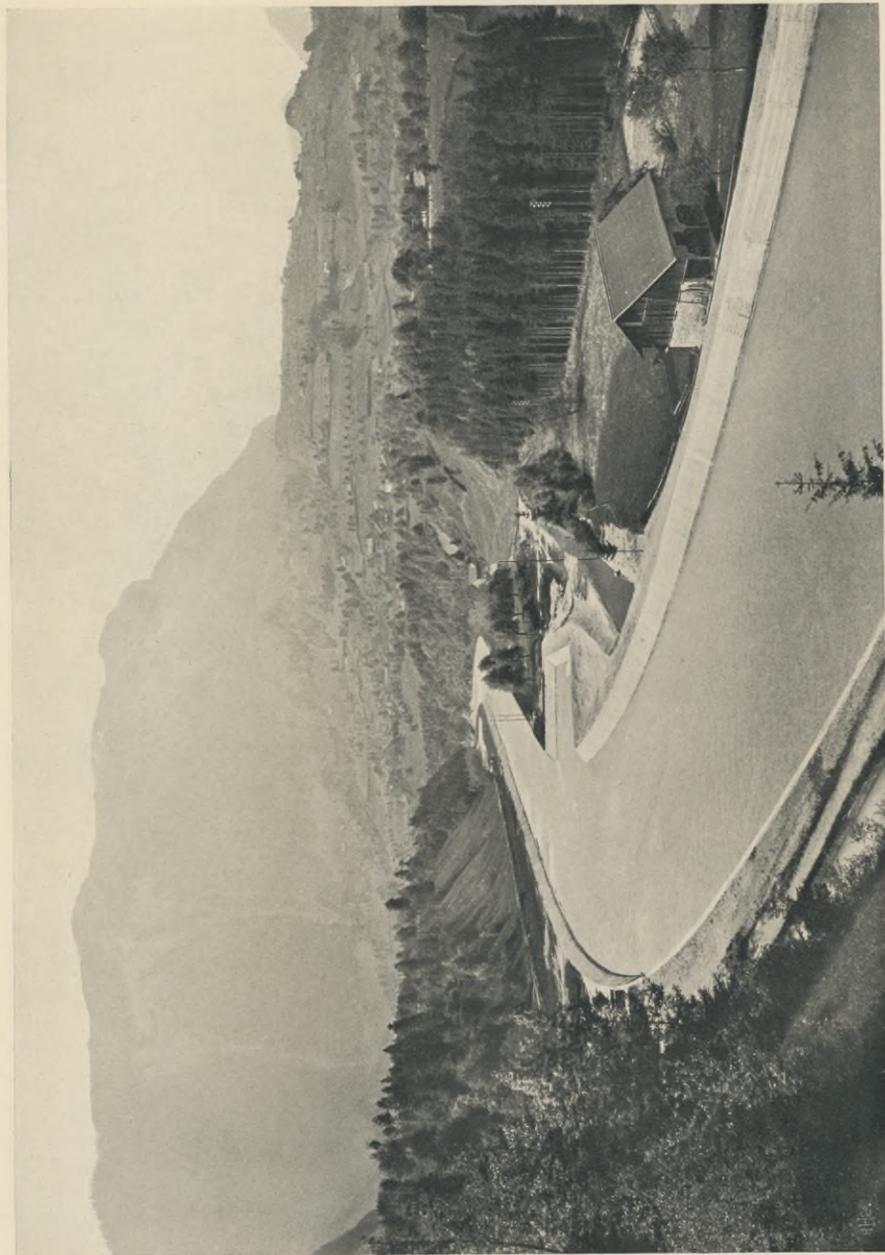


Korrektion mit Sporen beim „grünen Wald“
Correction au moyen de traverses au „grünen Wald“

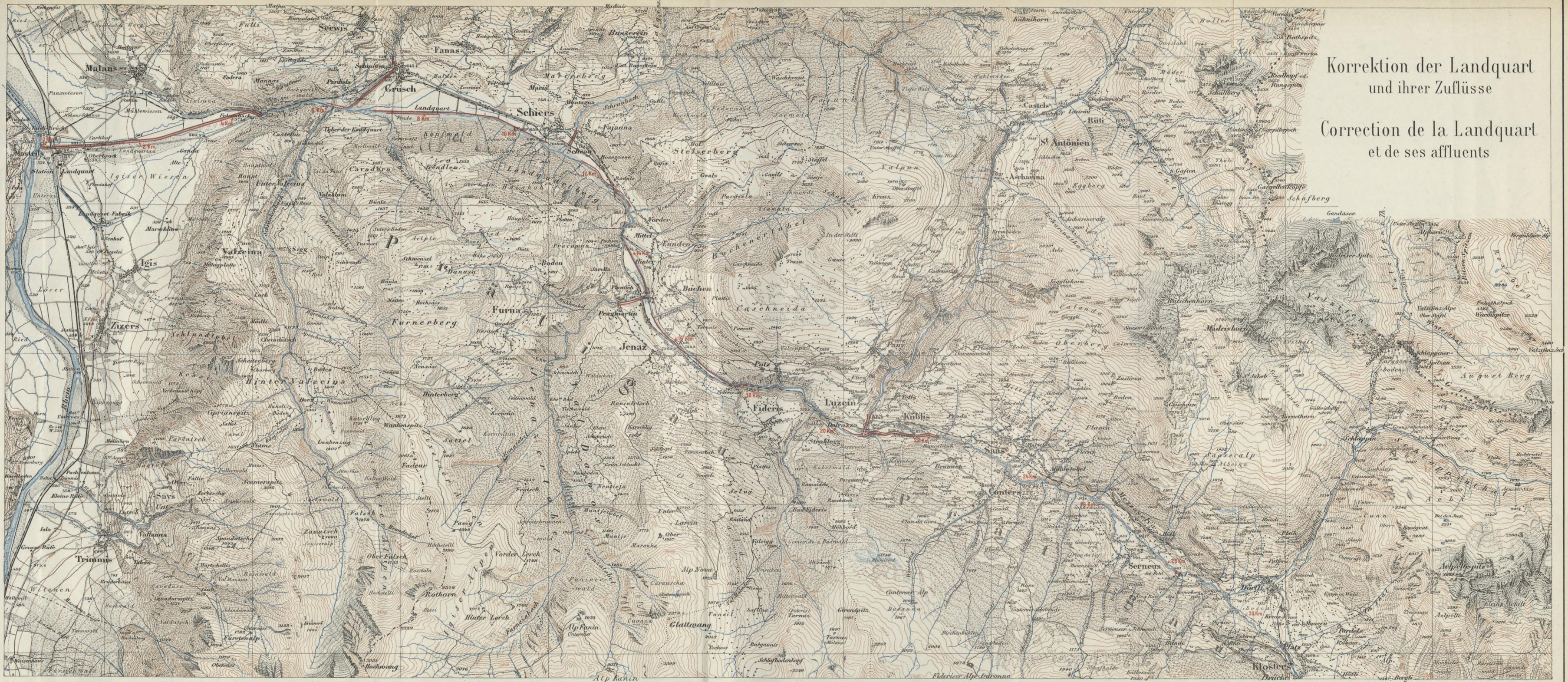
Korrektion der Muota
Correction de la Muota

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel XLVII
Planche



Strecke oberhalb Hinter-Ibach
Partie en amont de Hinter-Ibach



Korrektion der Landquart
und ihrer Zuflüsse
Correction de la Landquart
et de ses affluents

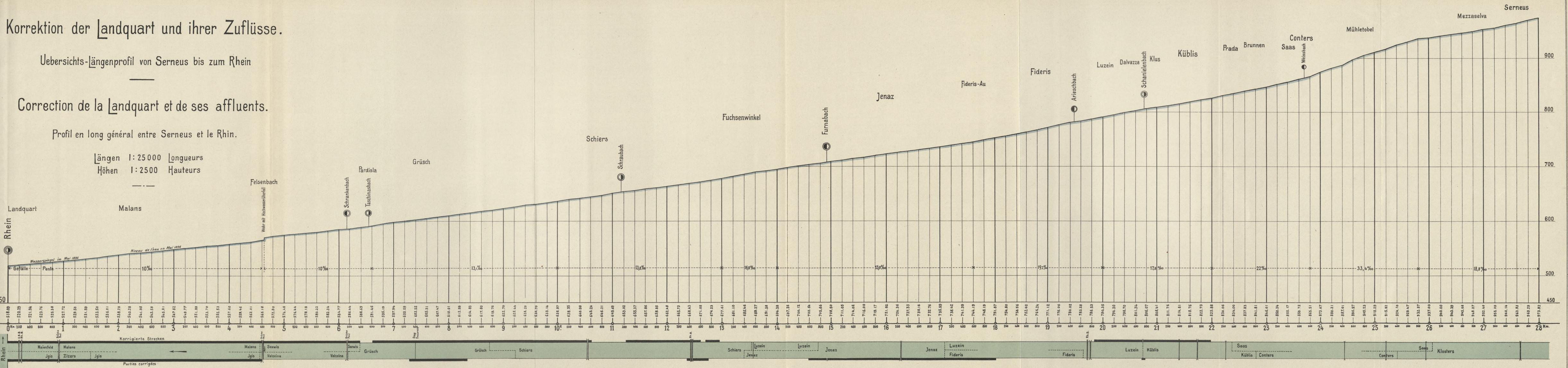
Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse.

Übersichts-Längenprofil von Serneus bis zum Rhein

Correction de la Landquart et de ses affluents.

Profil en long général entre Serneus et le Rhin.

Längen 1:25000 Longueurs
Höhen 1:2500 Hauteurs



Kartogr. Anst. Lipsch. & B. B.

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse.

Normalprofile

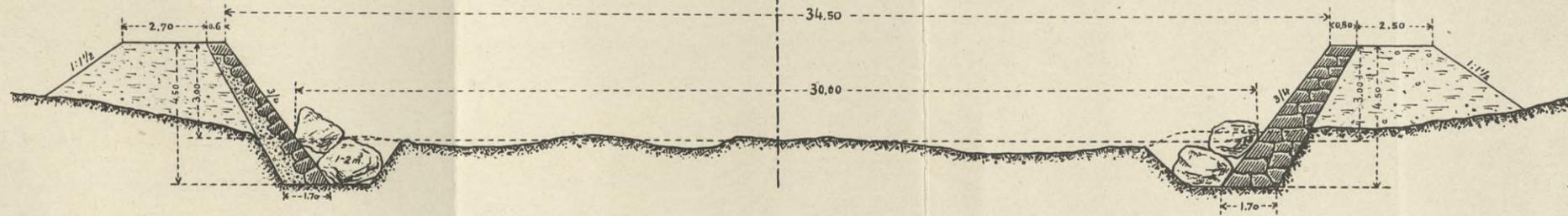
Correction de la Landquart et de ses affluents.

Profils types

Landquart

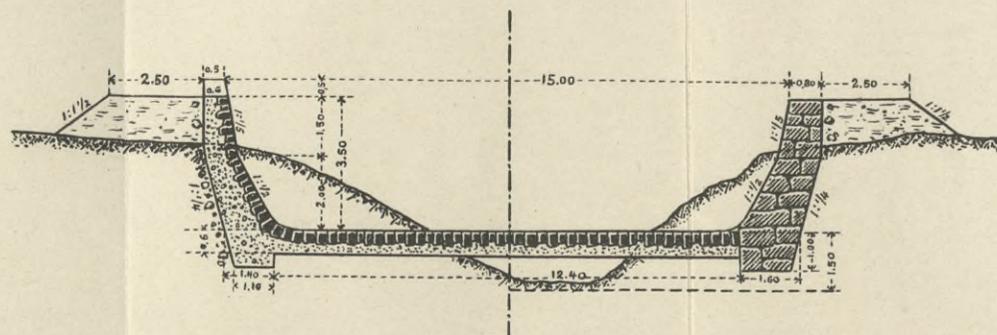
Böschung aus Beton mit Steinverkleidung
Perré en béton avec revêtement en pierre

Böschung aus Trockenmauerwerk.
Perré en pierre sèche.



1:200.

Jaschinasbach





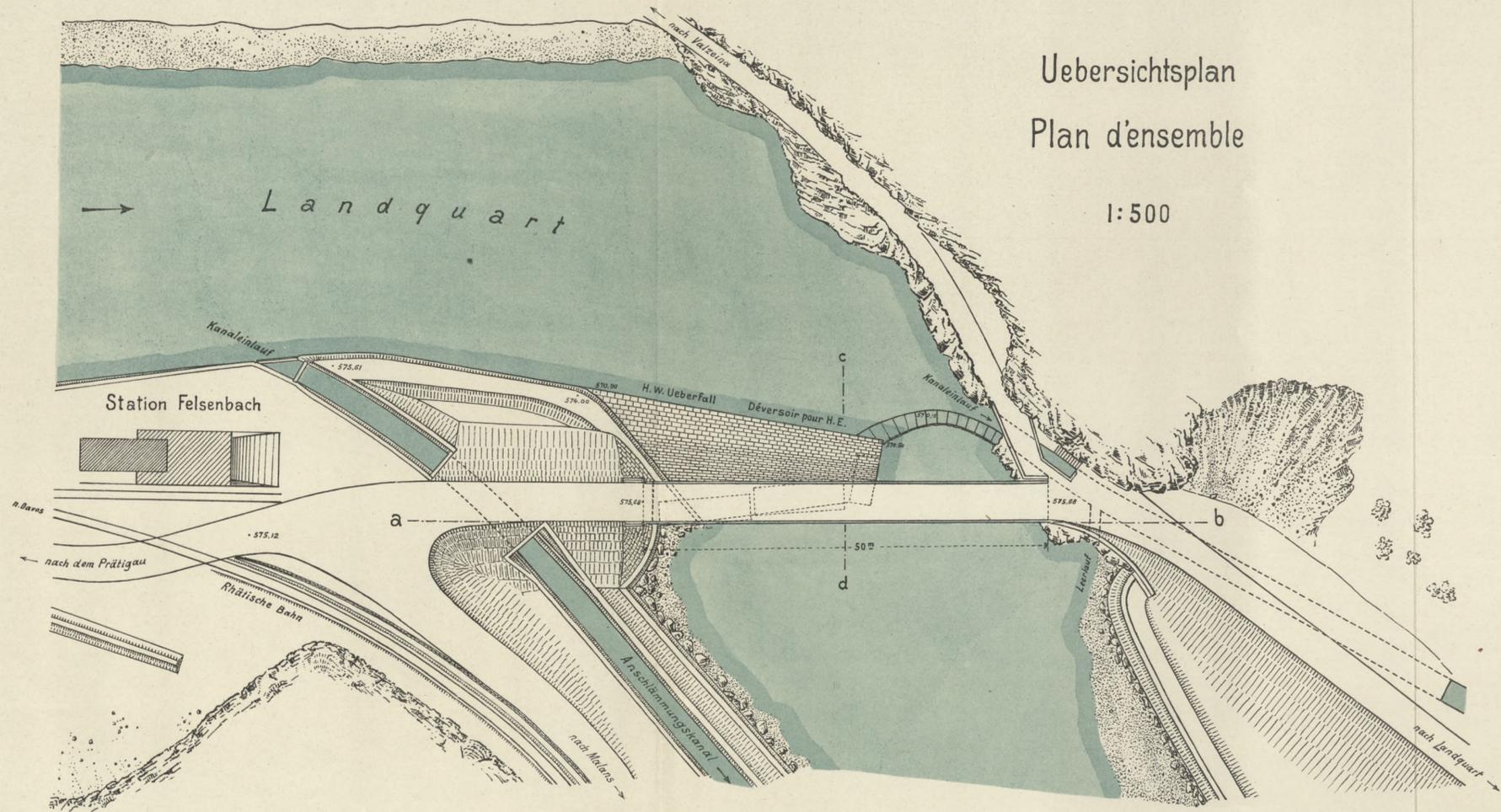
Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse.

Wehr mit Hochwasserüberfall bei Felsenbach.

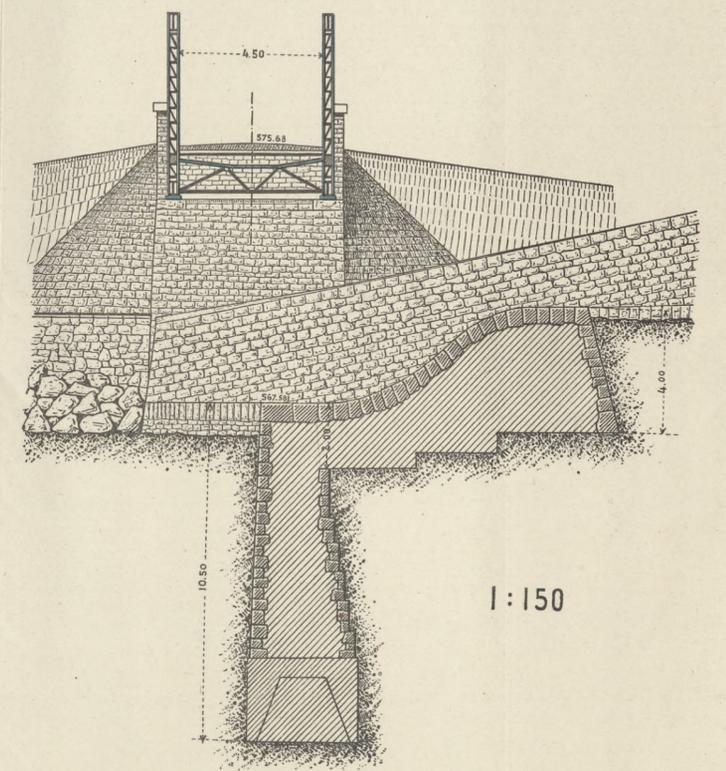
Correction de la Landquart et de ses affluents.

Barrage avec déversoir pour hautes eaux à Felsenbach.

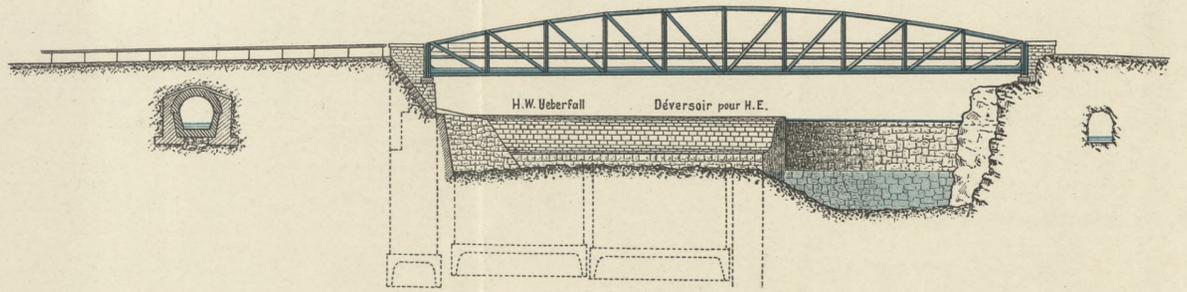
Uebersichtsplan
Plan d'ensemble
1:500



Schnitt c-d
Coupe c-d



1:150



Schnitt a-b

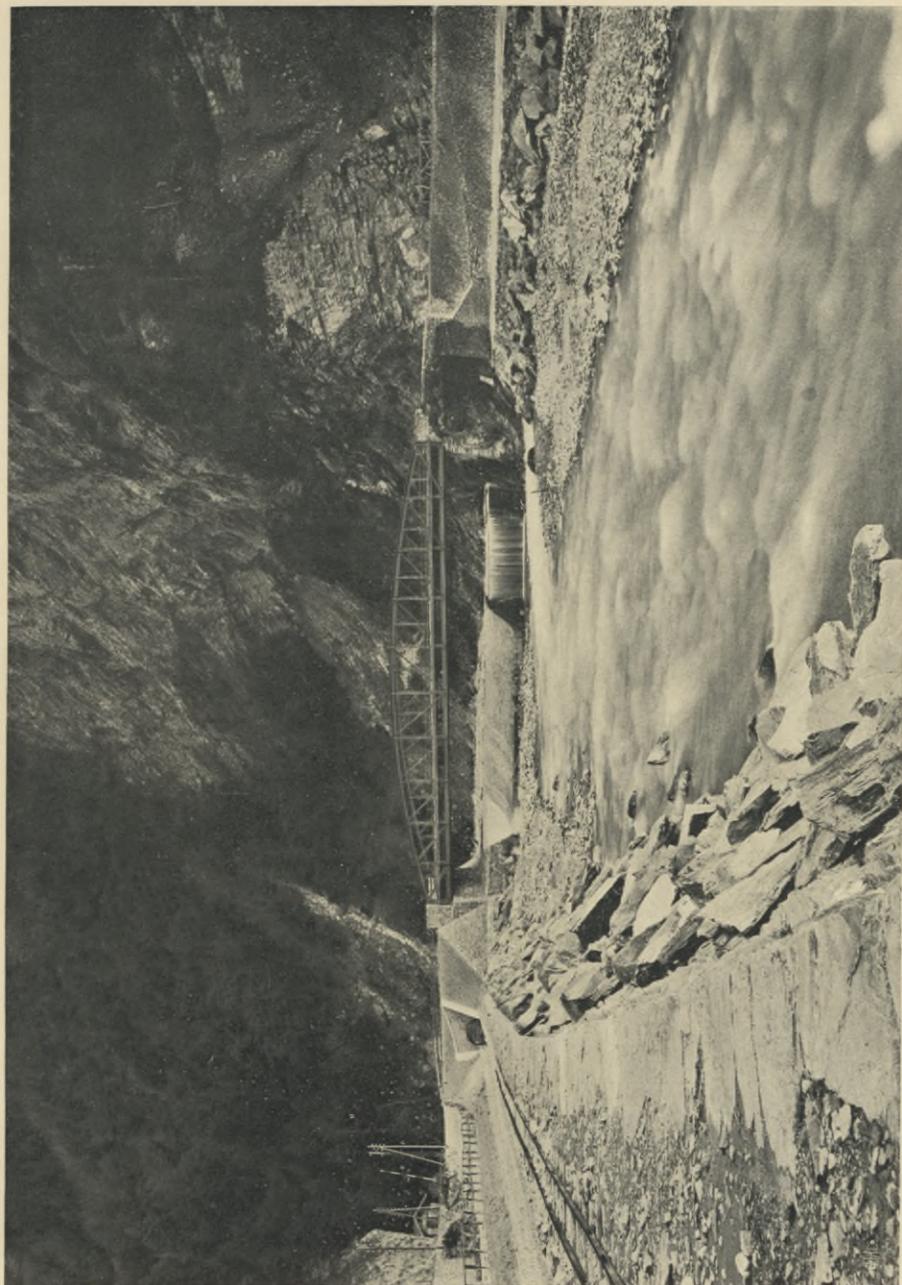
Coupe a-b

1:400

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse
Correction de la Landquart et de ses affluents

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel **LII**
Planche

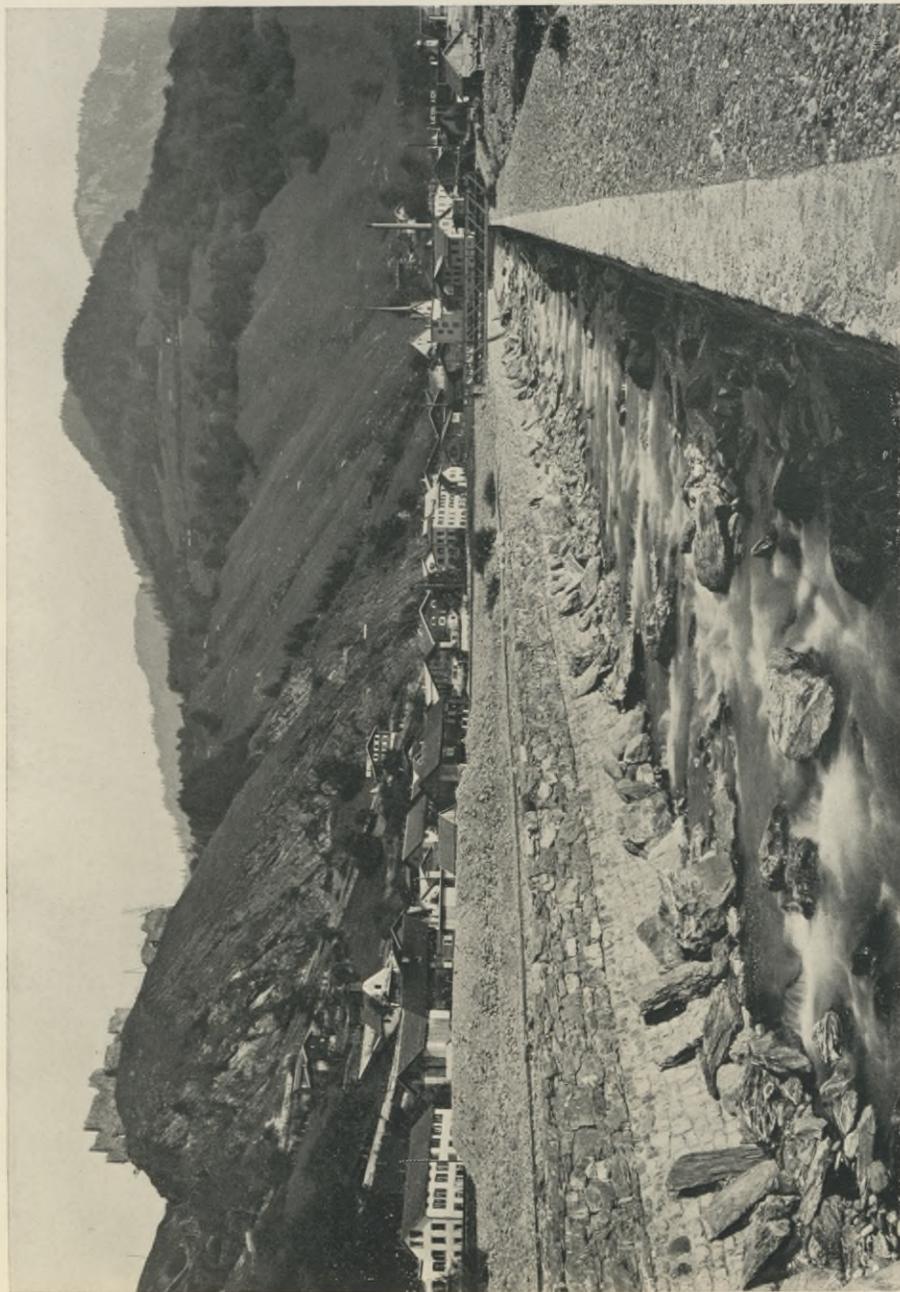


Landquart — Wehr mit Hochwasserüberfall bei Felsenbach
Landquart — Barrage avec déversoir pour hautes eaux à Felsenbach

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse
Correction de la Landquart et de ses affluents

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LIII
Planche



Taschinasbach unterhalb Grüşch — Sohle mit großen Steinen geschützt
Taschinasbach en aval de Grüşch — Plafond protégé au moyen d'enrochements

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse
Correction de la Landquart et de ses affluents

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel
Planche L.III a



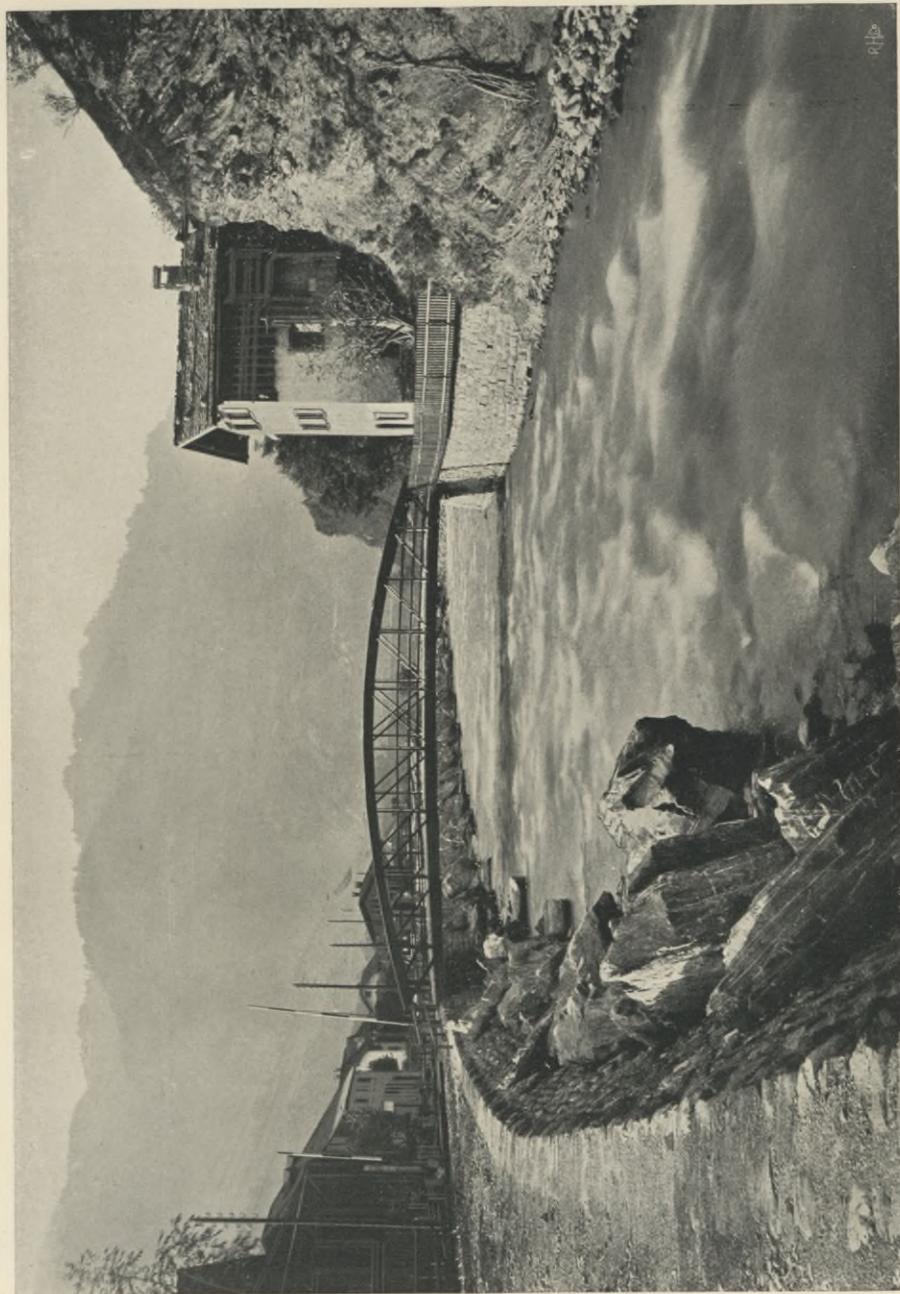
Taschinasbach in Grusch — Sohlenplätterung auf Betonunterlage
Taschinasbach à Grusch — Radier en moellons sur couche de béton

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse

Correction de la Landquart et de ses affluents

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LIV
Planche



Landquart bei Jenaz — Betonwahr mit Steinverkleidung und Steinvorlage
Landquart près Jenaz — Digue en béton avec revêtement en pierre et enrochements

Korrektion der Landquart und ihrer Zuflüsse
Correction de la Landquart et de ses affluents

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LIV a
Planche



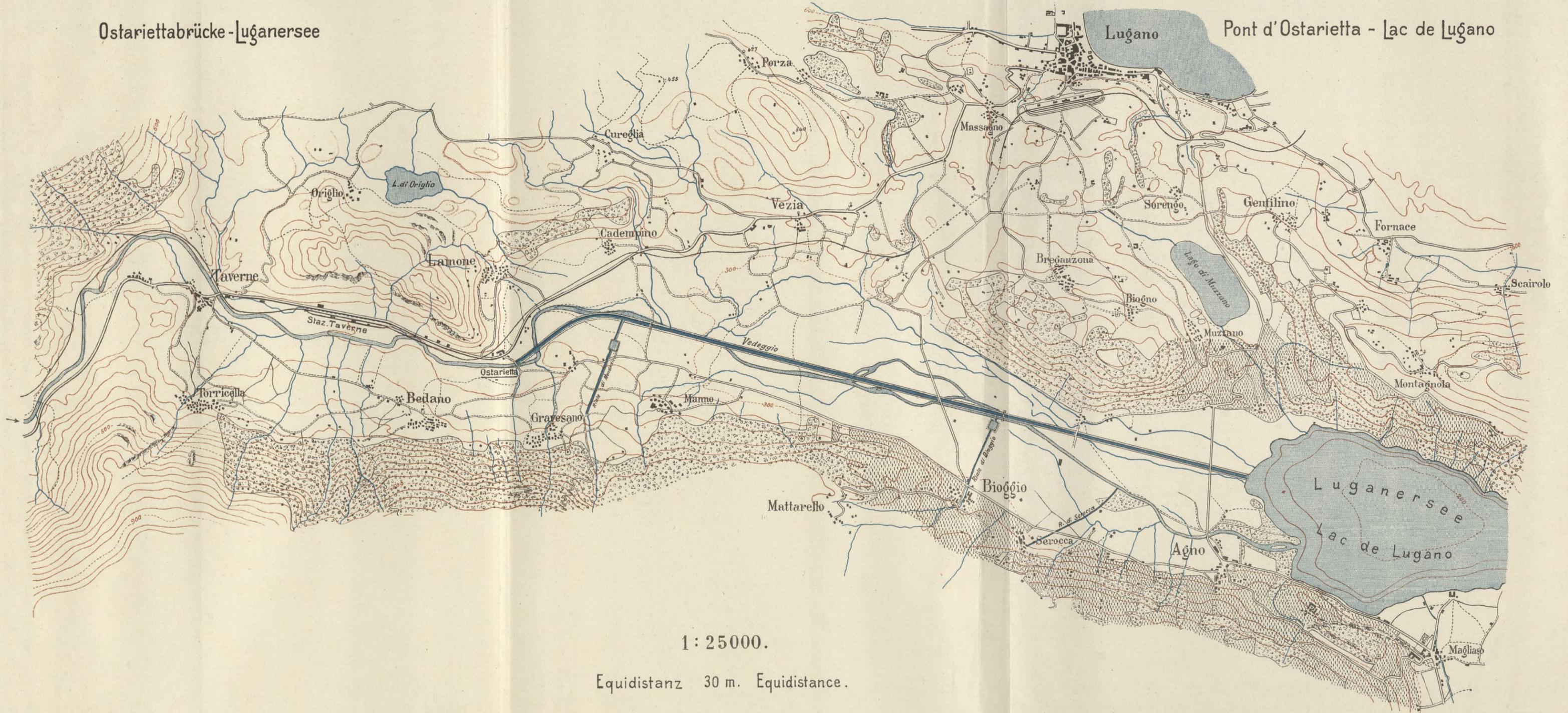
Landquart bei Fideris-Au — Betonwahr mit Steinverkleidung und Steinvorlage
Landquart près Fideris-Au — Digue en béton avec revêtement en pierre et enrochements

Korrektion des Vedeggio.

Ostariettabrücke - Luganersee

Correction du Vedeggio.

Pont d'Ostarietta - Lac de Lugano



1 : 25000.

Equidistanz 30 m. Equidistance.

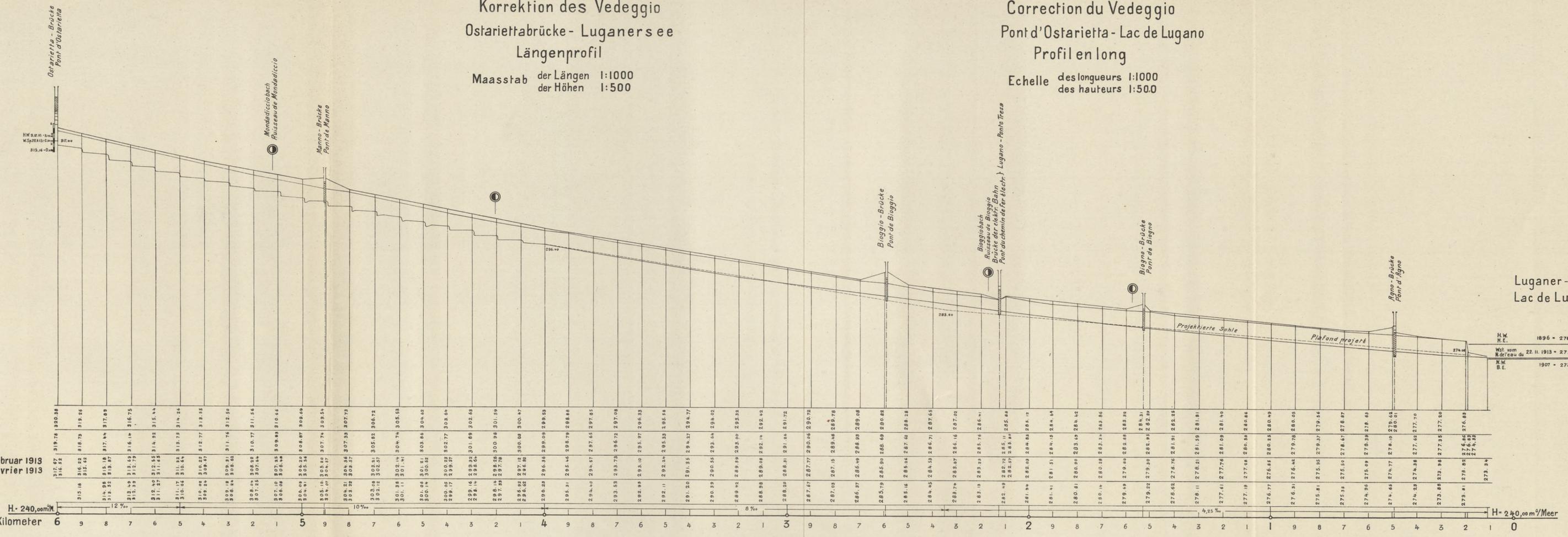
Dem Gotthardbahnplan entnommen.
D'après un plan de la ligne du Gotthard.

Korrektion des Vedeggio
Ostariettabrücke - Luganers ee
Längenprofil

Maasstab der Längen 1:1000
der Höhen 1:500

Correction du Vedeggio
Pont d'Ostarietta - Lac de Lugano
Profil en long

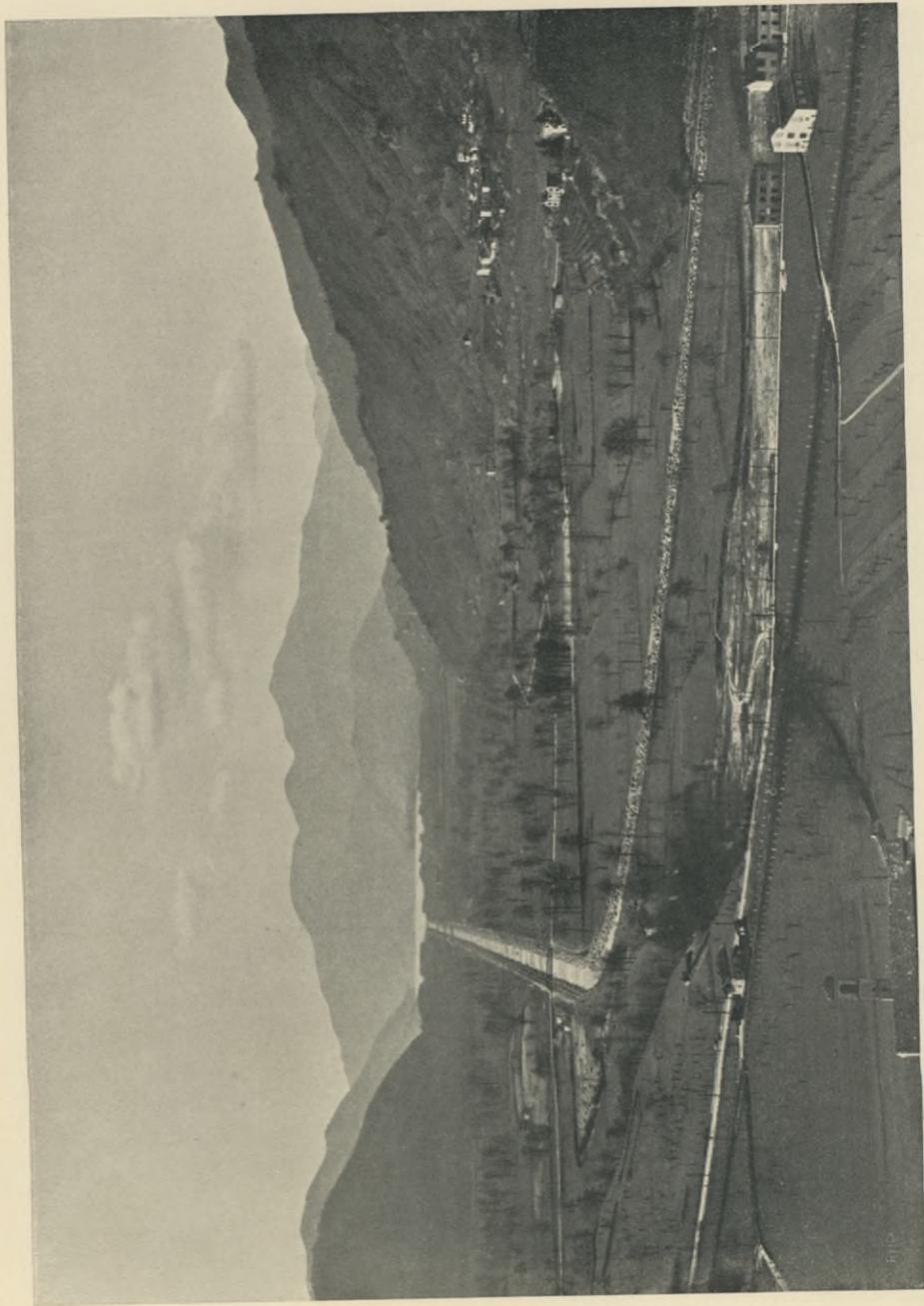
Echelle des longueurs 1:1000
des hauteurs 1:500



Korrektion des Vedeggio
Correction du Vedeggio

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LVII
Planche



Gesamt-Ansicht
Vue générale

Korrektion des Vedeggio
Correction du Vedeggio

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LVIII
Planche



Sohlschwellen aus rohem Steinwurf
Seuils en enrochement

Korrektion des Vedeggio

Correction du Vedeggio

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LIX
Planche



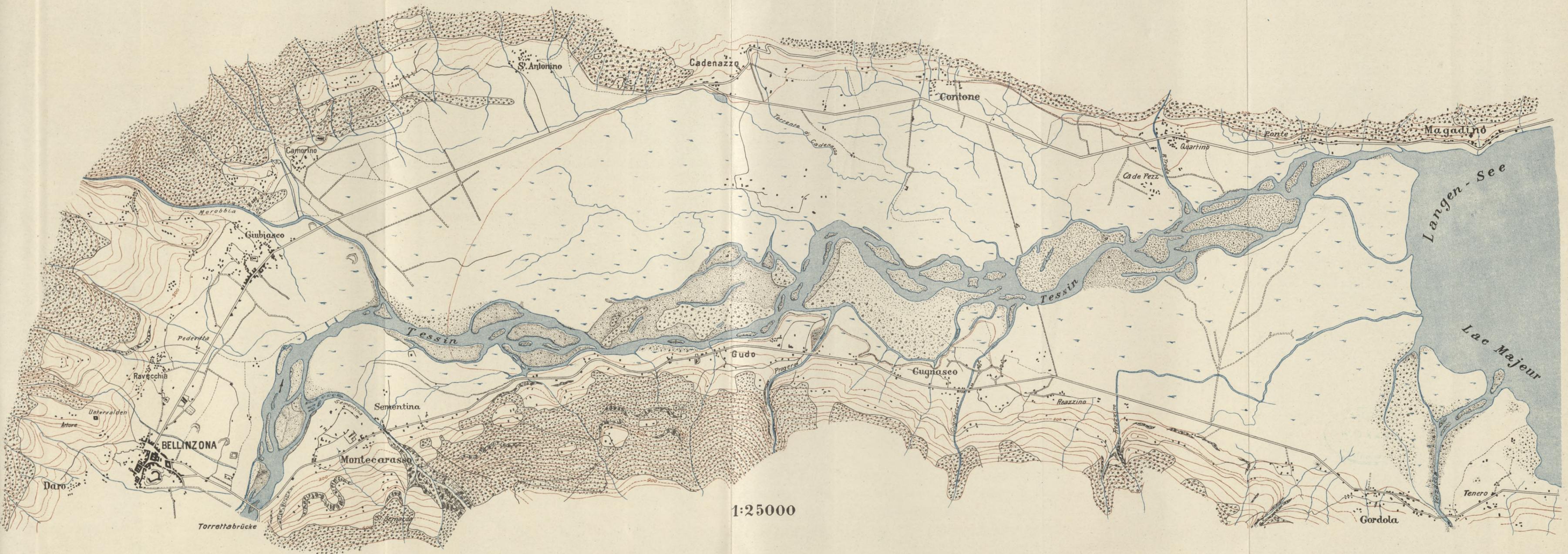
Rollwahr mit regelmäßig gelegten Deckelsteinen

Digue avec talus en enrochement et couronnement en pierres rangées à la main

Tessin - Korrektion
Bellinzona - Langensee

Ebene von Magadino im Jahre 1850
Plaine de Magadino en 1850

Correction du Tessin
Bellinzone - Lac Majeur



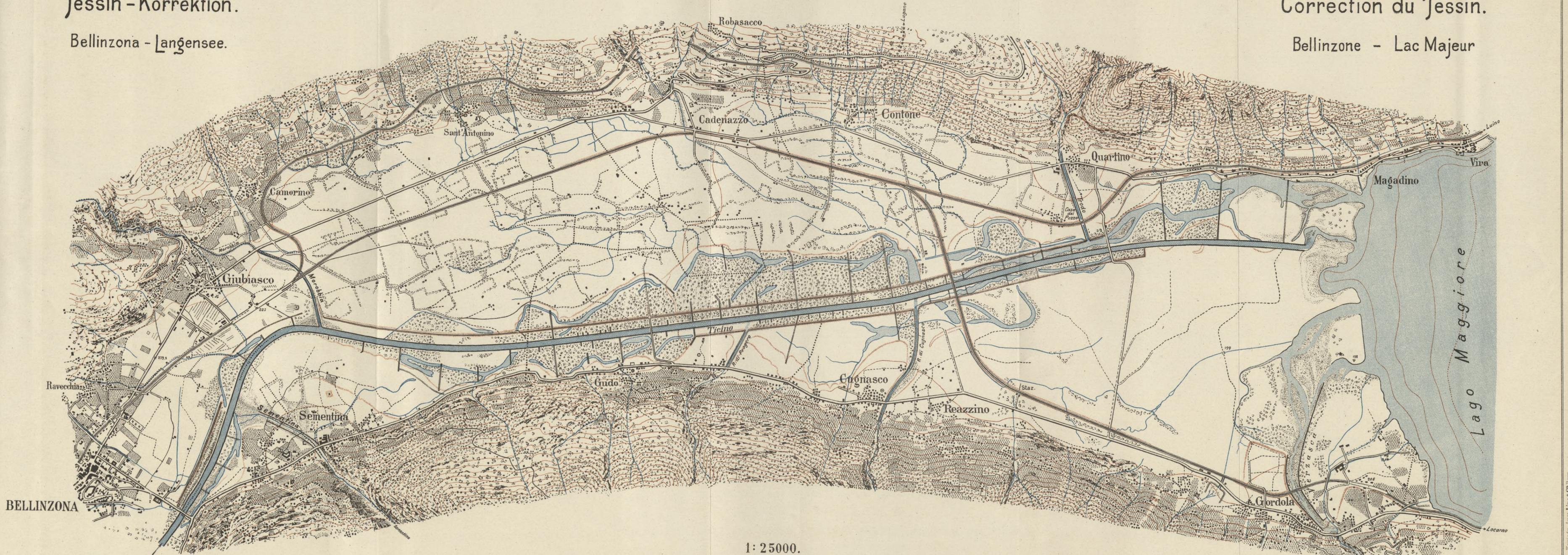
1:25000

Tessin - Korrektion.

Bellinzona - Langensee.

Correction du Tessin.

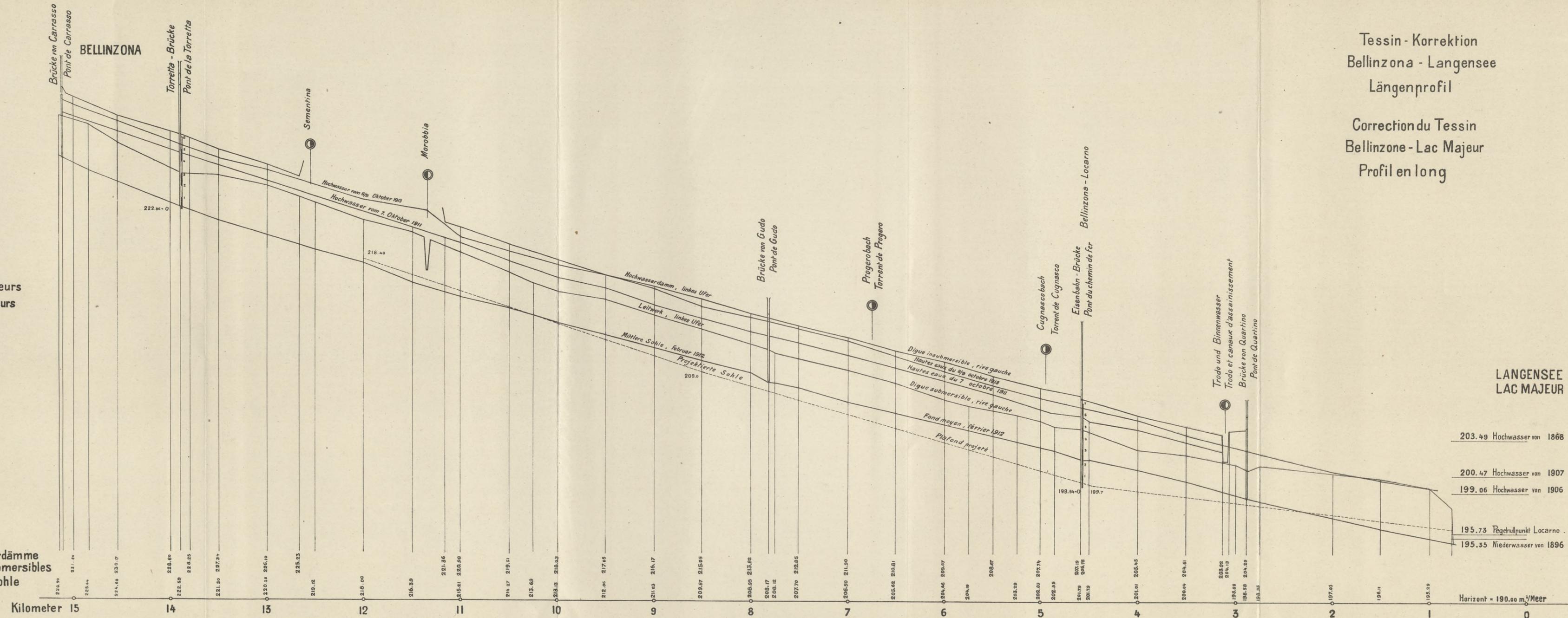
Bellinzone - Lac Majeur



1: 25000.
Equidistanz 30 m. Equidistance.

Maasstab - Echelle
 Längen 1:25000 Longueurs
 Höhen 1:200 Hauteurs

Coten der Hochwasserdämme
 Cotes des digues insubmersibles
 Coten der mittleren Sohle
 Cotes du fond moyen



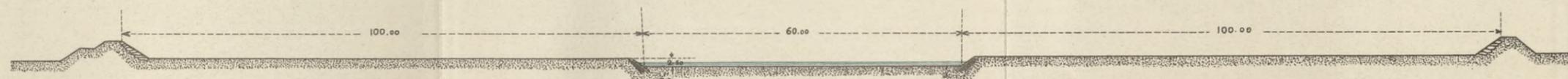
Tessin - Korrektion
 Bellinzona - Langensee
 Längenprofil
 Correction du Tessin
 Bellinzona - Lac Majeur
 Profil en long

LANGENSEE
 LAC MAJEUR

Tessin - Korrektion
Bellinzona - Langensee
Normalprofile

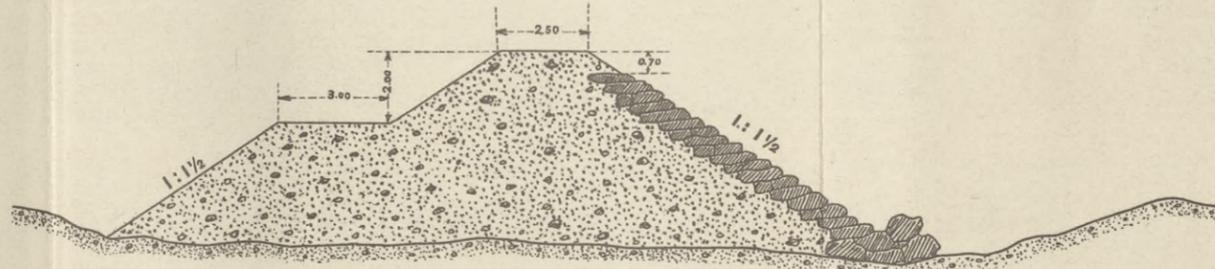
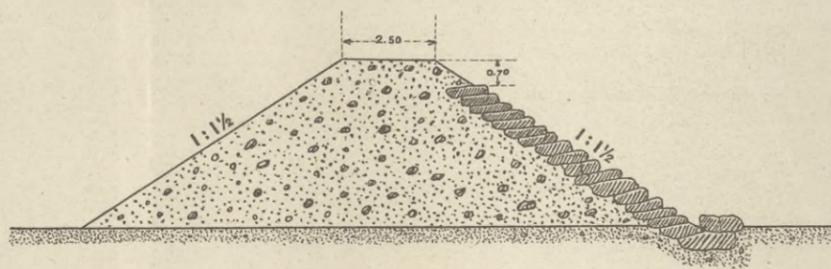
Correction du Tessin
Bellinzone - Lac Majeur
Profils types

1:1000

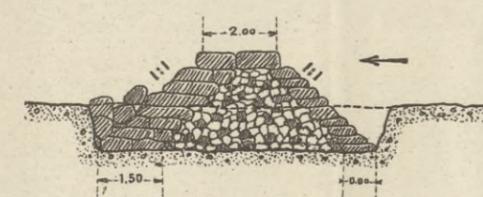


Hochwasserdamm
Digue insubmersible

1:200

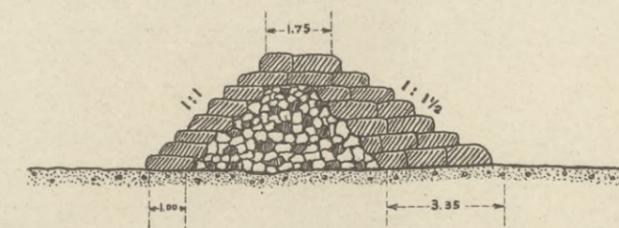
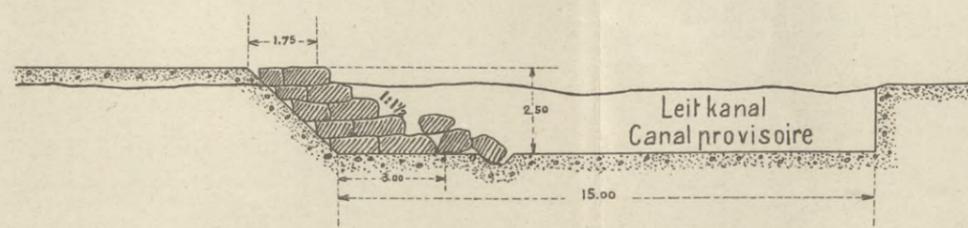


Traverse
1:200



Leitwerk
Digue submersible

1:200





Tessin-Korrektion
Correction du Tessin

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXIV
Planche



Strecke unterhalb Bellinzona
Partie en aval de Bellinzona

Tessin-Korrektion
Correction du Tessin

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXV
Planche



Überströmbares Wuhr aus großen Blöcken bei Gudo
Digue submersible en gros matériaux près Gudo

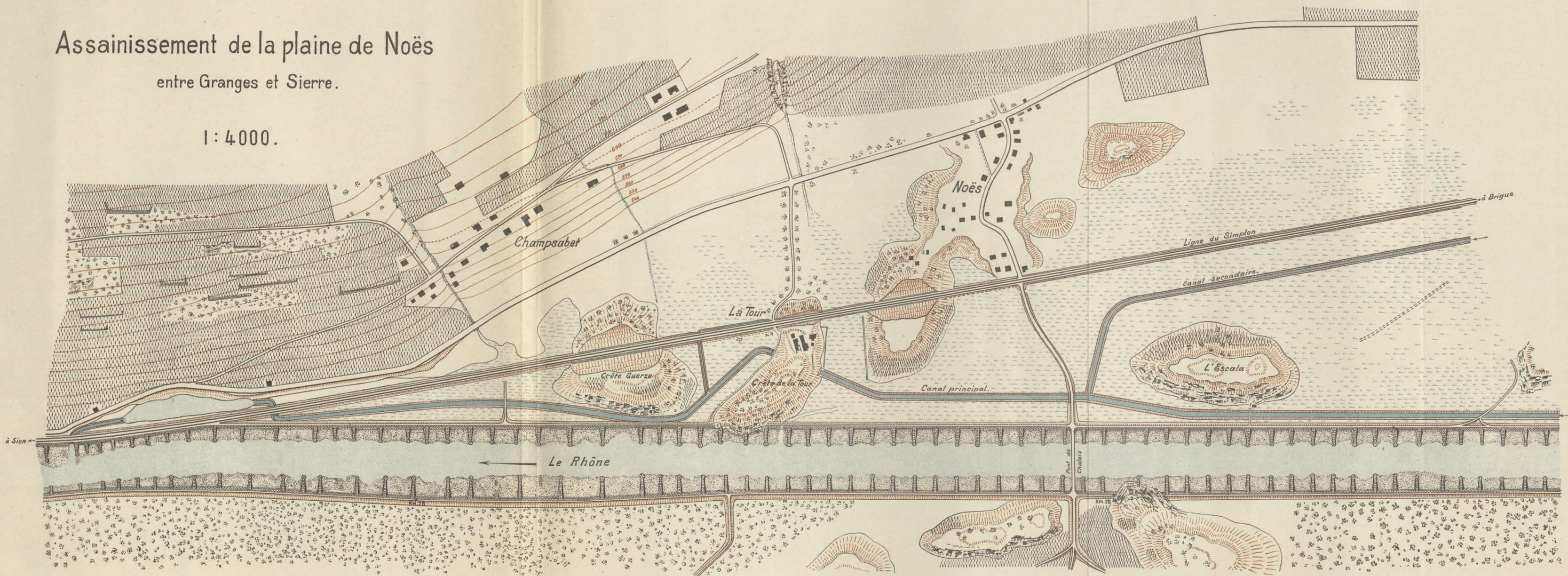
Entsumpfung der Rhone-Ebene bei Noës

zwischen Granges und Siders.

Assainissement de la plaine de Noës

entre Granges et Sierre.

1:4000.





Entsumpfung der Rhone-Ebene bei Noës

zwischen Granges und Siders.

Assainissement de la plaine de Noës

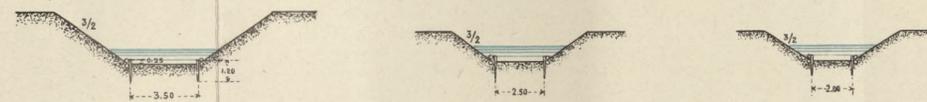
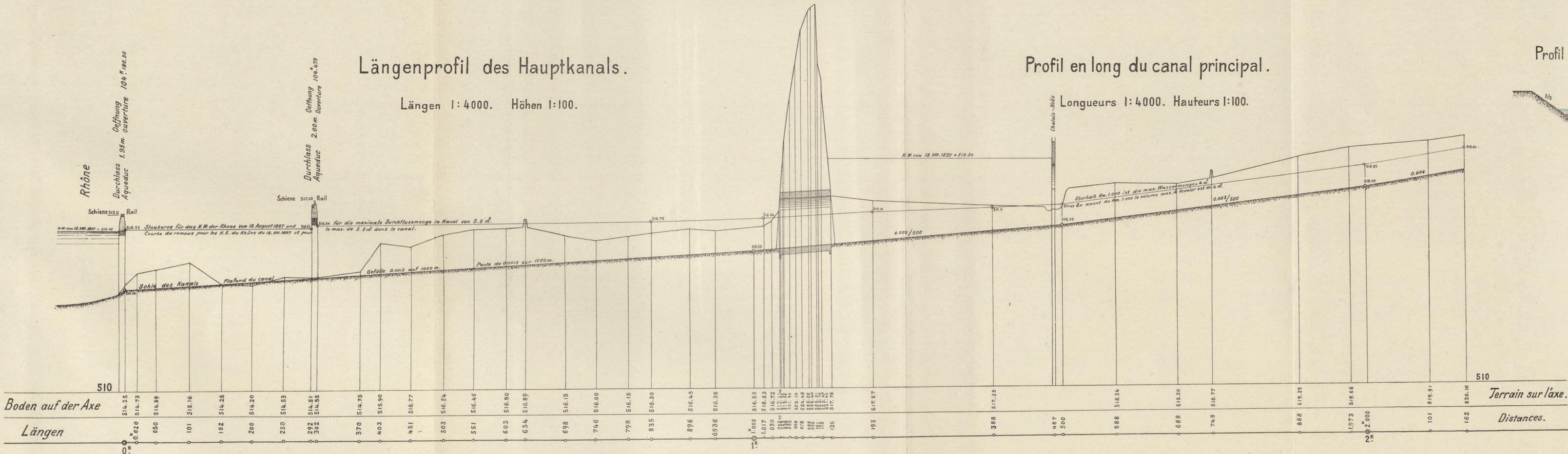
entre Granges et Sierre.

Crête de la Tour

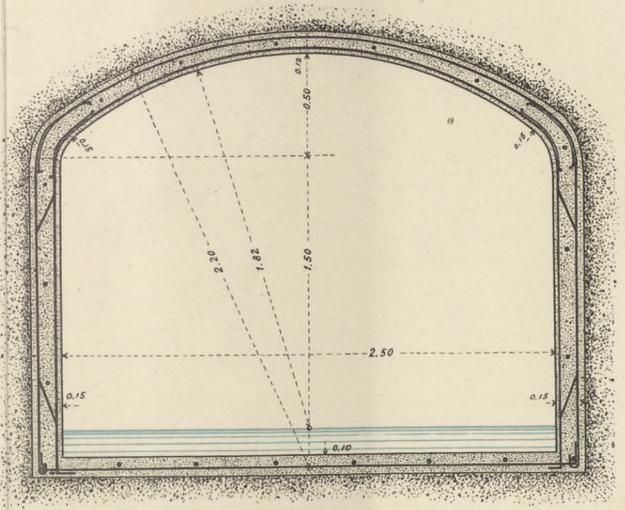
Längenprofil des Hauptkanals.
Längen 1:4000. Höhen 1:100.

Profil en long du canal principal.
Longueurs 1:4000. Hauteurs 1:100.

Profil 0ⁿ300-1ⁿ000. Profil 1ⁿ000-1ⁿ500. Profil 1ⁿ500-2ⁿ162.



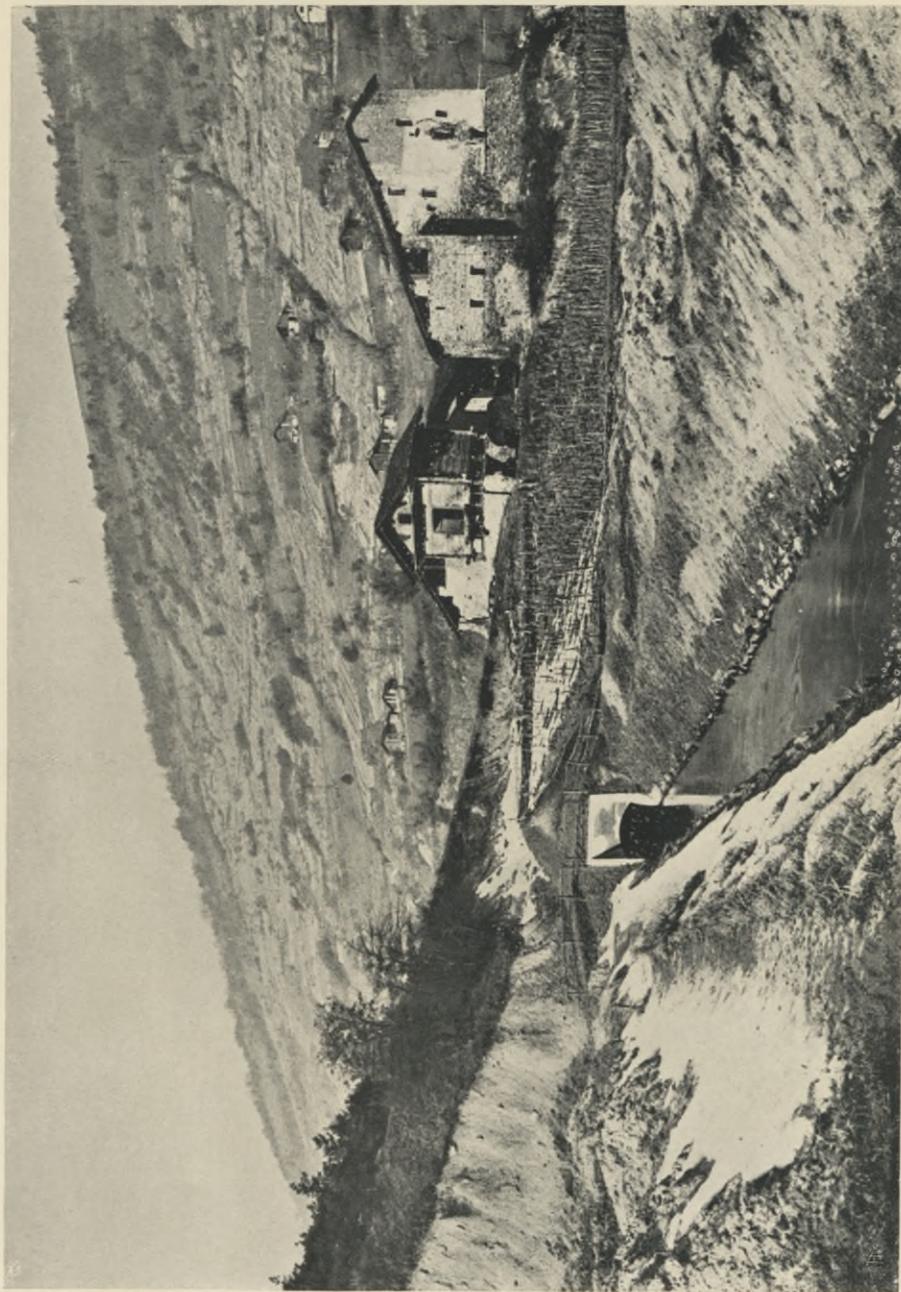
Querschnitt durch den Tunnel.
Coupe en travers de la galerie.



Entsumpfung der Ebene bei Noës
Assainissement de la plaine de Noës

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel
Planche LXVIII



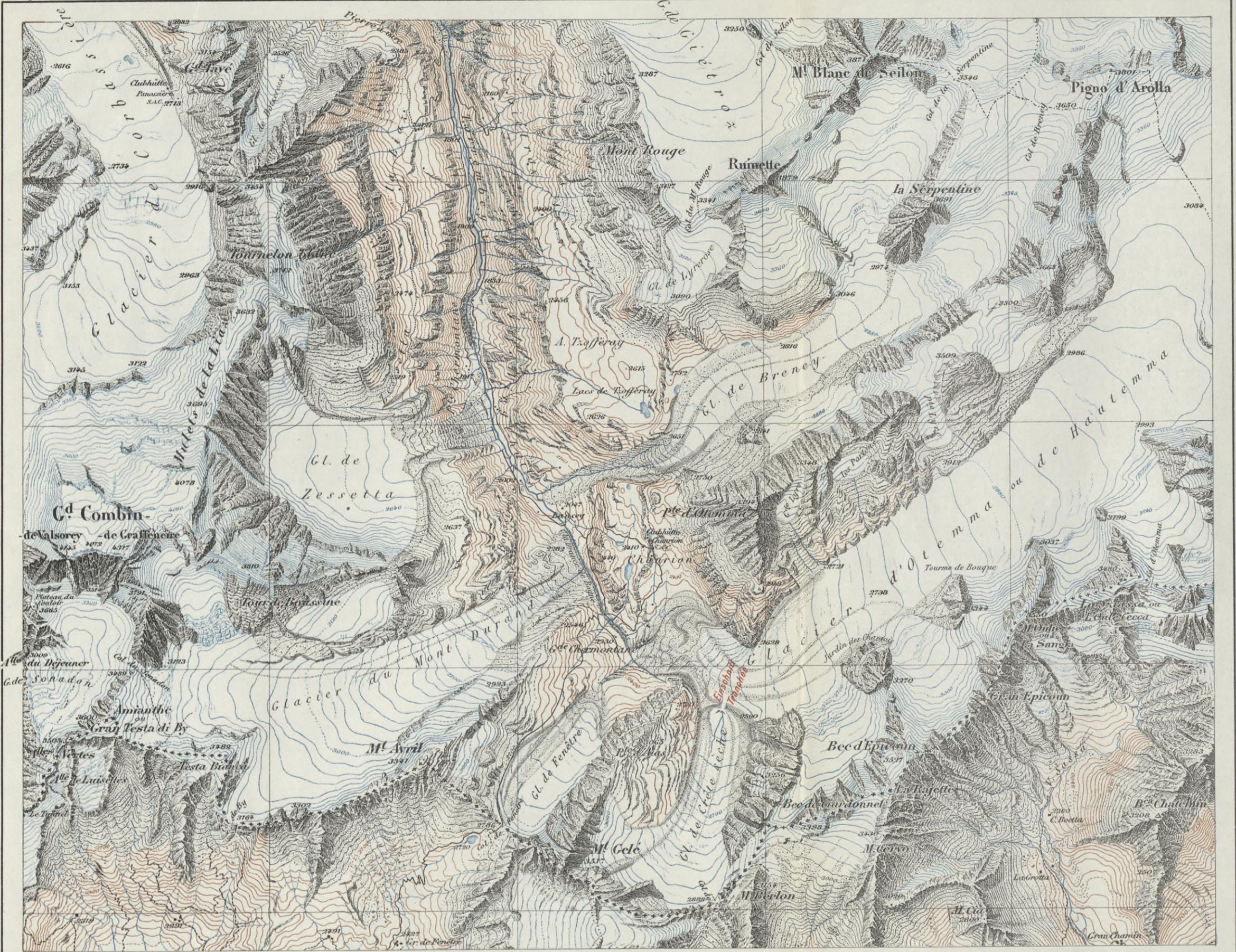
Östlicher Eingang des Stollens durch die Crête de la Tour
Tête est de la galerie à travers la Crête de la Tour

Arbeiten am Crête sèche - Gletscher

Travaux au glacier de Crête sèche.

Eidg. Oberbauinspektorat * Inspection fédérale des Travaux publics.

Tafel LXIX.
Planche



Arbeiten am Crête sèche - Gletscher
Travaux au glacier de Crête sèche

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXX
Planche



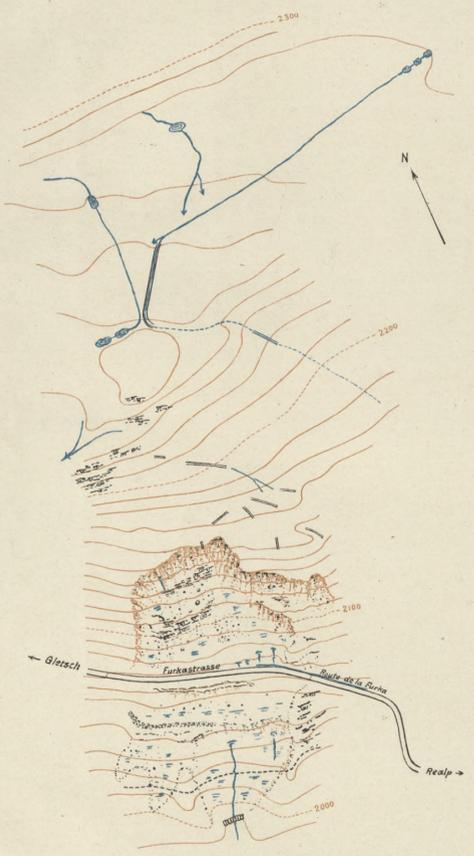
Ansicht des Einschnittes am 17. August 1911
Vue de la tranchée, le 17 août 1911

Sicherungsarbeiten in Rutschungen.

Travaux dans les glissements de terrain.

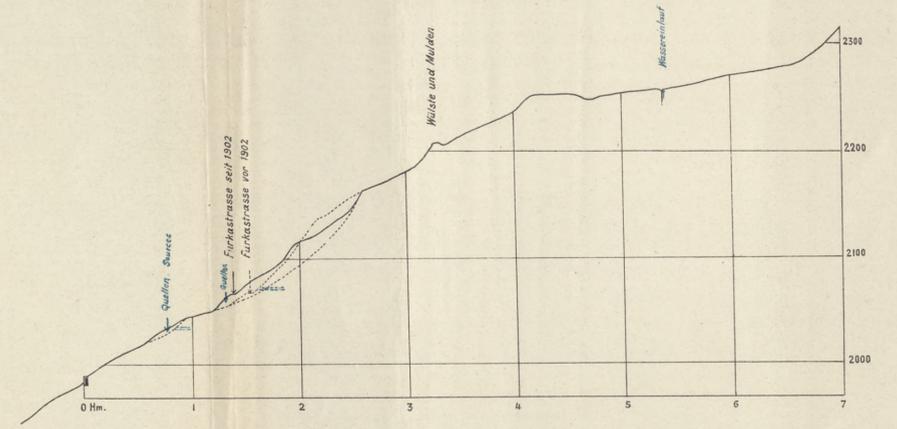
Situation.

Rutschung in der Joggenen (Kanton Uri).
Glissement à la Joggenen (Canton d'Uri).



Plan 1:4000.

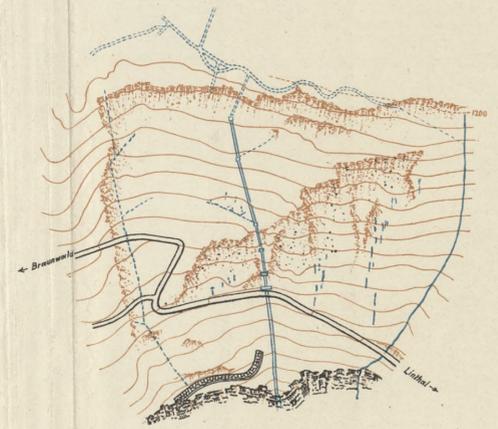
Längenprofil Profil en long



1:4000

Rutschung auf Braunwald (Kt. Glarus).
Glissement à Braunwald C^{t.} de Glaris

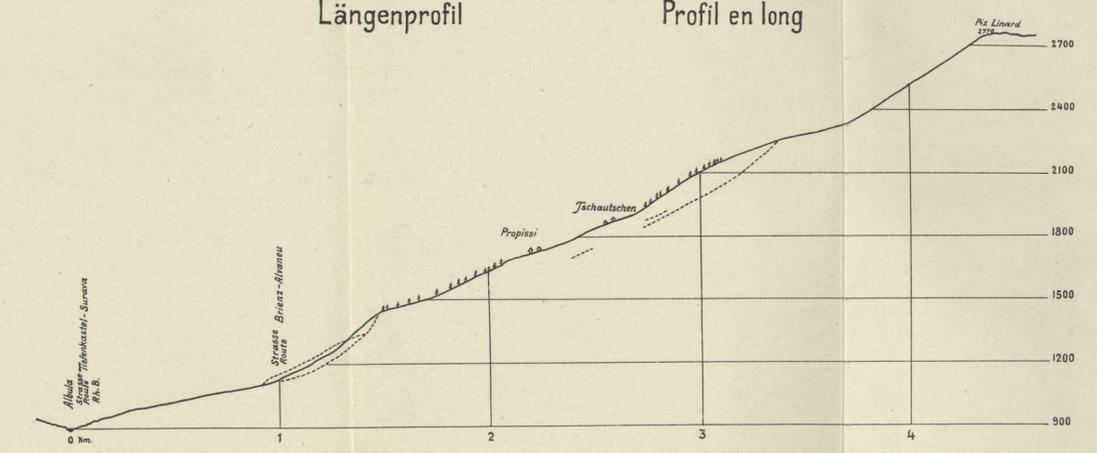
Situation.



Plan 1:2000.

Berggrutsch von Brienz (Kanton Graubünden).
Eboulement de Brienz (Canton des Grisons)

Längenprofil Profil en long

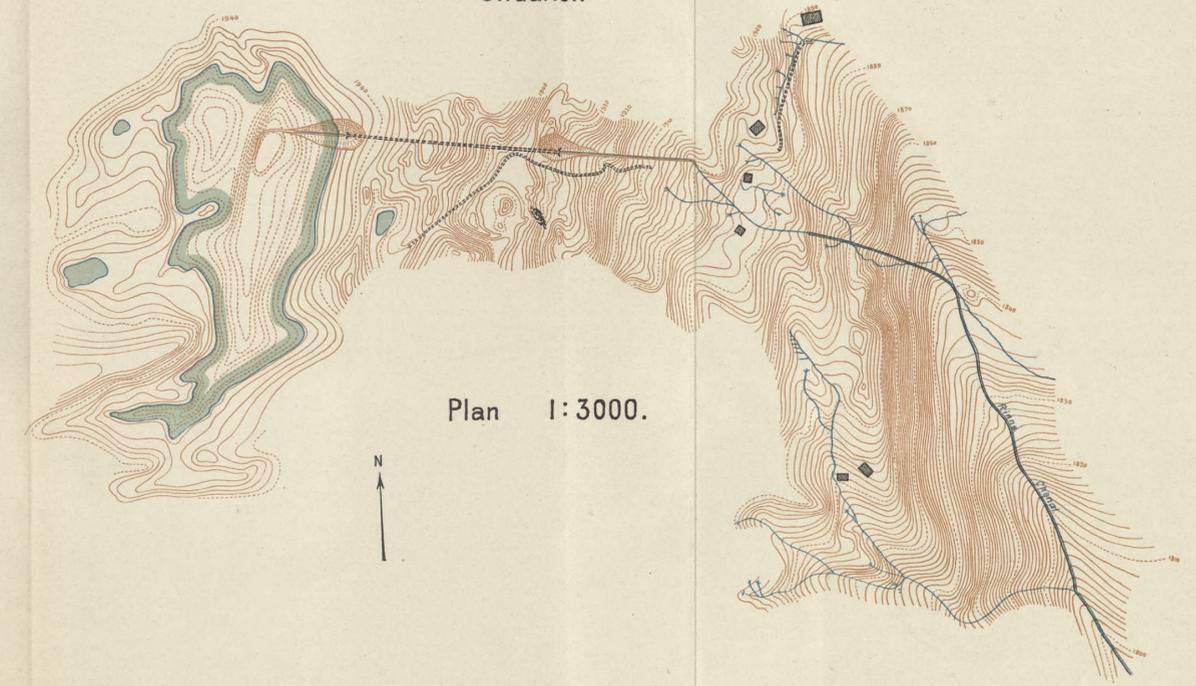


1:2000.

Rutschung im Nolla-Gebiet.
Trockenlegung des Lüscher-Sees

Glissement de terrain dans le bassin de la Nolla.
Mise à sec du lac de Lüscher.

Situation



Plan 1:3000.

Bergrutschung von Brienz (Graubünden)
Glissement de terrain de Brienz (Canton des Grisons)

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXII
Planche



Die Rutschung vom „Kreuz“ aus im Jahre 1905
Vue du glissement en 1905 depuis „Kreuz“

Bergrutschung von Brienz (Graubünden)
Glissement de terrain de Brienz (Canton des Grisons)

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXXIII
Planche



Die Rutschung vom „Kreuz“ aus im Jahre 1911
Vue du glissement en 1911 depuis „Kreuz“

Bergrutschung von Brienz (Graubünden)
Glissement de terrain de Brienz (Canton des Grisons)

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXIV
Planche

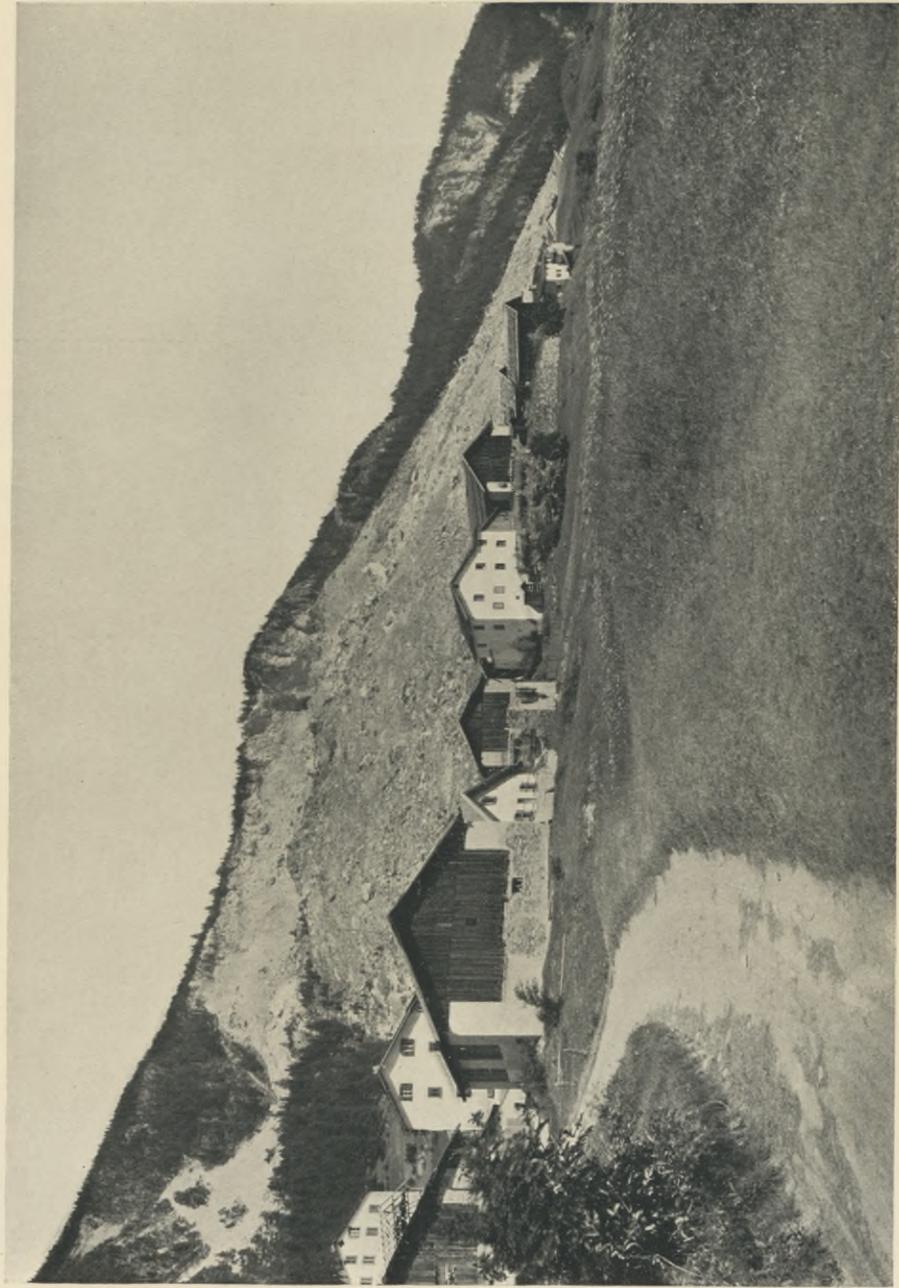


Ansicht der Rutschung vom untern Kreuz aus gegen Brienz (1911)
Vue du glissement en 1911 depuis "untern Kreuz" vers Brienz

Berggrutschung von Brienz (Graubünden)
Glissement de terrain de Brienz (Canton des Grisons)

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXV
Planche



Ansicht der Rutschung von der Kapelle am Weg nach Tiefenkaasel aus (1911)
Vue du glissement en 1911, depuis la chapelle située sur le chemin allant à Tiefenkaasel

Rutschungen im Nollagebiet

Glissements de terrain dans le bassin supérieur de la Nolla

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXVI
Planche



Ansicht des Bergsturzes von Masügg im Jahre 1912
Vue du glissement de Masügg en 1912

Rutschungen im Nollagebiet

Glissements de terrain dans le bassin supérieur de la Nolla

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXVII
Planche



Druckwirkung infolge des Bergsturzes von Masügg auf die Sperren in der Grube
Effets de pression produits sur les barrages de la Grube par le glissement de Masugg

Rutschungen im Nollagebiet

Glissements de terrain dans le bassin supérieur de la Nolla

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics

Tafel LXXVIII
Planche

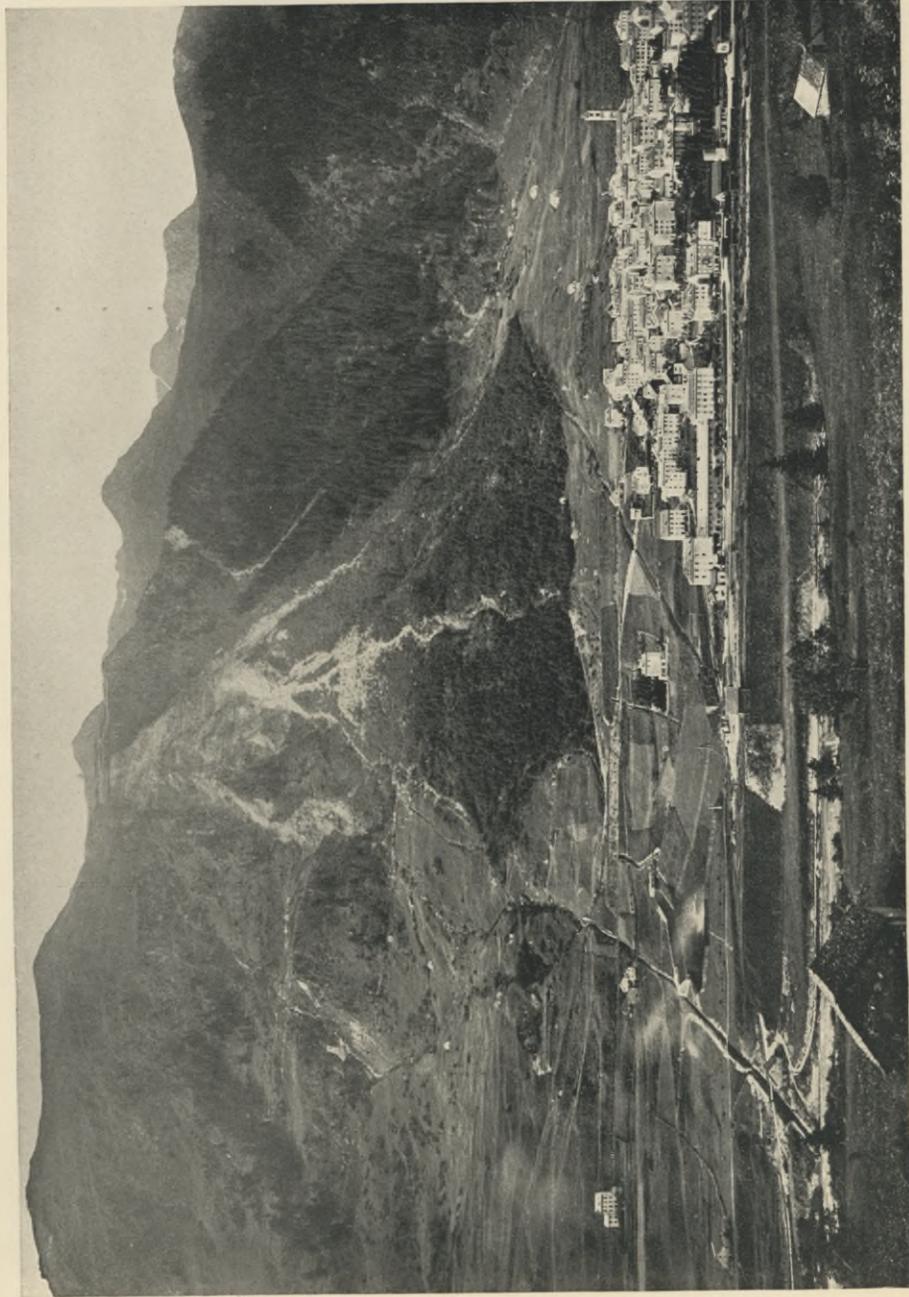


Wasserleitung mittelst einer Rinne aus armiertem Beton
Dérivation d'eau au moyen d'un chenal en béton de ciment armé

Felssturz am Sasso Rosso bei Airolo
Eboulement du Sasso Rosso près Airolo

Tafel LXXIX
Planche

Eidg. Oberbauinspektorat
Inspection fédérale des Travaux publics



Gesamt-Ansicht
Vue générale

WYDZIAŁ POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307011

Druk. U. J. Zam. 356, 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300373