



575.

IV.

2.

426 7981

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300374



x
707

DIE
WILDBACHVERBAUUNG
IN DER
SCHWEIZ.







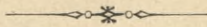
III - 307010
I



III 16869
I

Inhalt des zweiten Heftes.

1. Die lokale und die allgemeine Bedeutung der Wildbachverbauung.
2. Die Verbauung der Rovana bei Campo.
3. Die Verbauung der Nolla bei Thusis.
4. Verbauungsarbeiten in gleitendem Boden.
 - a.* Der Lielibach bei Beckenried.
 - b.* Der Steinibach bei Hergiswyl.
5. Verlegung des Laufes der Wildbäche.
 - a.* Moosbächli (Zufluss des Lielibaches).
 - b.* Plachtigraben bei Reutigen (Niedersimmenthal).
 - c.* Narrenbach bei Diemtigen (Niedersimmenthal).
 - d.* Haslen-Dorfbach (Kanton Glarus).
6. Verbauungsarbeiten mit Rücksicht auf Lawinen.
 - a.* Wildbäche im graubündnerischen Münsterthal bei Valcava und Fuldera.
 - b.* Mätzruns (Zufluss des Haslen-Dorfbaches).
 - c.* Lauibach bei Lungern.



Bemerkung.

Beim Hinscheide des Herrn Oberbauinspektor v. Salis war das zweite Heft des Werkes «Die Wildbachverbauung in der Schweiz» als bereits korrigirtes Manuskript vollständig druckreif; ebenso waren auch die hiezu gehörenden Beilagen im Original vorhanden. Die ganze Arbeit wird daher unverändert herausgegeben.

A. v. Morlot,
Oberbauinspektor.

Verzeichniss der Beilagen.

1. Rovana bei Campo.

Tafel.

- I. Situation 1:4000.
- II. Längenprofil 1:2000 für die Längen, 1:1000 für die Höhen.
- III. Querprofile 1:2000.

Tafel.

- IV. Photographie: Generalansicht.
- V. Photographie: Unterste Strecke.
- VI. Photographie: Mittlere Strecke.

2. Nolla bei Thusis.

Tafel.

- VII. Situation 1:25000.
- VIII. Längenprofil 1:25000 für die Längen, 1:2000 für die Höhen.
- IX. Querprofile 1:400.
- X. Sperre Nr. 1, Detailzeichnung 1:500.
- XI. Situation vom Maidlitobel 1:5000.

Tafel.

- XII. Längenprofil vom Maidlitobel 1:5000 für die Längen, 1:2000 für die Höhen.
- XIII. Photographie: Sperre Nr. 1.
- XIV. Photographie: Ableitung der weissen Nolla.
- XV. Photographie: Sperre Nr. 8.
- XVI. Photographie: Ableitungs-Kanal.

3. Lielibach bei Beckenried.

Tafel.

- XVII. Situation (Gyrentössli) 1:2000.
- XVIII. Längenprofil 1:2000.
- XIX. Querprofile 1:1000.

Tafel.

- XX. Photographie: Gyrentössli.
- XXI. Photographie: Stalden-Ribi.
- XXII. Photographie: Gyrentössli, unverbaute Strecke.

4. Steinibach bei Hergiswyl.

Tafel.

- XXXIII. Situation (In der Hölle) 1:1000.
- XXXIV. Längenprofil 1:1000.
- XXXV. Querprofile 1:1000.

Tafel.

- XXXVI. Photographie: In der Hölle (untere Strecke).
- XXXVII. Photographie: In der Hölle (obere Strecke).

5. Moosbächli (Zufluss des Lielibaches).

Tafel XXVIII. Situation 1:1000, Längenprofil 1:1000. — Tafel XXIX. Photographie.

6. Plachtigraben bei Reutigen (Niedersimmenthal).

Tafel XXX. Situation 1:500, Längenprofil 1:500, Querprofile 1:250. — Tafel XXXI. Photographie.

7. Narrenbach bei Diemtigen (Niedersimmenthal).

Tafel.

- XXXII. Situation 1:1000, Längenprofil 1:1000.
- XXXIII. Querprofile 1:250.
- XXXIV. Photographie.

Tafel.

- XXXV. Photographie.
- XXXVI. Photographie.

8. Haslen-Dorfbach (Kanton Glarus).

Tafel.
XXXVII. Situation (Im Schluck) 1:500.
XXXVIII. Längenprofil 1:500, Querprofile 1:200.
XXXIX. Photographie: Im Schluck, Durchstich vor dem Bau.
XL. Photographie: Im Schluck, Durchstich in Arbeit.

Tafel.
XLI. Allgemeine Situation (mit Mätzruns) 1:3000.
XLII. Längenprofil der Mätzruns 1:500, Querprofil 1:100.
XLIII. Photographie: Mätzruns-Schale.
XLIV. Photographie: Sperre Nr. 24 mit Mätzruns-Schale.

9. Archia Gronda bei Valcava (Graubünden, Münsterthal).

Tafel XLV. Situation 1:500, Längenprofil 1:500, Detailzeichnung der Sperre Nr. 6 1:250.
» XLVI. Photographie: Sperren Nr. 5, 6, 7 und 8.

10. Val Ruina bei Fuldera (Graubünden, Münsterthal).

Tafel XLVII. Situation 1:500, Längenprofil 1:500, Detailzeichnung der Sperre Nr. 6 1:250.
» XLVIII. Photographie: Sperren Nr. 5, 6 und 7.

11. Lauibach bei Lungern.

Tafel.
XLIX. Situation 1:2000.
L. Längenprofil 1:1000.

Tafel.
LI. Photographie: Oberste Strecke (Hauptbach).
LII. Photographie: Oberste Strecke (Seitengraben).



Die lokale und die allgemeine Bedeutung der Wildbachverbauung.

Diese Unterscheidung findet ihre Begründung darin, dass die mittelst Verbauung erzielte Abhilfe sich in den einen Fällen auf die von den Wildbächen in ihrem unmittelbaren Bereiche verursachten Verheerungen beschränkt, in den andern aber auf das in den Flüssen über weite Strecken sich fortpflanzende Übel der Geschiebführung ausdehnt. Selbstverständlich kann im gleichen Falle wie das Eine oder Andere, so auch Beides zugleich stattfinden.

Die zwei Verbauungswerke, welche den Hauptgegenstand des ersten Heftes dieser Publikation bilden, gehören der Kategorie von bloß lokaler Bedeutung an, indem der damit erzielte Nutzen nicht über die durch die Geschiebsentleerungen der betreffenden Wildbäche (Spreitenbach und Kleine Schlieren) benachtheilgte Thalsole hinaus reicht. Unwesentlich ist, dass diese Bäche in einen See münden, da es in fraglicher Beziehung sich gleich bliebe, wenn sie in Flüsse mündeten, ohne aber — infolge Entfernung und Gefällsverhältnissen — denselben Geschiebe von wesentlichem Belange zuzuführen.

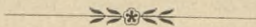
Uebrigens wurde an diesen Beispielen gezeigt, wie sehr die Wildbachverbauung, selbst bei bloß lokalem Nutzen, dennoch hochwichtigen öffentlichen Interessen dienen kann. Es dürfte auch anzunehmen sein, dass in dieser Beziehung ein Widerspruch nicht mehr besteht und vielmehr, soweit man sich für diese Angelegenheit überhaupt interessirt, allgemein anerkannt wird, dass die Verbauung das geeignete und meist einzige Abhilfsmittel für die Belästigungen der nächstliegenden Gegend durch die Wildbäche bildet.

Fraglich mag dagegen sein, ob eine solche Annahme auch bezüglich jener weitem, in der Uebertragung der Sanirung der Wildbäche auf die der Flüsse begründeten Nützlichkeit der Wildbachverbauung gestattet sei. Die Sache liegt in dieser Beziehung weniger einfach und augenfällig, und es erscheinen deshalb daherige Zweifel begreiflich. In Wirklichkeit hört man auch solche etwa dahin äussern, die irgend wesentliche Verminderung der Geschiebe eines Flusses würde eine solche bis in die äusserste Verzweigung seines Gewässersystems reichende Verbauung erfordern, dass sie sich zu einem in technischer und besonders auch finanzieller Beziehung unmöglichen Unternehmen gestaltete.

Dabei ist nun aber Verschiedenes übersehen. So wurde schon im ersten Hefte hervorgehoben, dass doch viele Bäche gar nicht und andere nur strecken- oder stellenweise verbauungsbedürftig sind. Dann fallen aber zwei weitere Umstände wesentlich in's Gewicht, erstlich, dass einzelne Wildbäche bezüglich der Geschiebezufuhr eine sehr hervorragende Stellung einnehmen, zweitens, dass für gewisse untere Flussstrecken, an die sich gerade die grösste Summe von Interessen knüpft, die Geschiebe ausgedehnter oberer Gebietstheile nur wenig in Betracht kommen, infolge der grossen Veränderungen und Verminderungen, welche sie auf dem langen, von ihnen zu durchlaufenden Wege erfahren.

Wenn daraus folgt, dass vorzugsweise es die nähern, beziehungsweise die auf der betreffenden Strecke selbst mündenden Zuflüsse und darunter wieder einzelne von ausnahmsweiser Bedeutung sind, welche den Charakter eines Flusses bestimmen, so ergeben diese genauern Erwägungen gegenüber jenen a priori gemachten Schlüssen eine bedeutende Vereinfachung der Aufgabe, diesen Charakter in nützlichem Masse zu modifiziren.

In gegenwärtigem zweiten Hefte werden nun an erster Stelle zwei Verbauungen behandelt, welche — zwar neben gleichzeitiger lokaler Nützlichkeit — Beispiele für die Kategorie von Werken allgemeiner Bedeutung bilden und, wie wir glauben, geeignet sind, das Vorstehende zu bestätigen, dies namentlich auch bezüglich des grossen Erfolges, welcher in manchen Fällen schon mit der Verbauung einzelner Zuflüsse erzielt werden kann.



Die Verbauung der Rovana bei Campo.

Zunächst unterhalb der etwas thalabwärts von Cevio gelegenen Brücke über die Maggia fliesst dieser von der rechten Seite her aus dem Thale von Campo die Rovana auf breitem Schuttfelde zu. Letzteres setzt sich auch weiter durch das Maggiathal hinunter fort, indem es augenscheinlich zum grossen Theil Schutt dieser Herkunft ist, welcher die meist die ganze Thalsole einnehmende *Fiumara* der Maggia — den Tummelplatz des verwilderten Flusses — bedeckt. Wenn diese Wahrnehmung an sich auf den hervorragenden, von der Rovana auf die Verheerung des Maggiathales ausgeübten Einfluss hinweist, so ist uns derselbe überdies als geschichtliche Thatsache, infolge des eigenthümlichen Umstandes bekannt, dass er erst vor nicht sehr langer Zeit begonnen hat. Demzufolge wissen wir, dass jene Verheerung zwar schon früher, so namentlich bei dem grossen Hochwasser von 1834, an welchem die meisten tessinischen Gewässer stark betheilt waren, begonnen hat, dass aber die Ausbildung des jetzigen Zustandes doch erst von der ungefähr zwanzig Jahre später eingetretenen Veränderung im Charakter der Rovana datirt.

Wir stehen damit vor einer so einzigen und für unsere Zwecke in mehrfacher Beziehung hochwichtigen Thatsache, dass es als ein besonderes Glück zu schätzen ist, dieselbe nicht blos als unsichere Tradition, sondern aus zeitgenössischen Aufzeichnungen von berufenster Seite zu kennen.

Letztere finden sich nämlich in dem von Professor Culmann an den schweiz. Bundesrath im Jahre 1864 über die schweiz. Wildbäche erstatteten gedruckten Bericht, wie auch in einem diesem als Beilage beigefügten Bericht des damaligen Kantonsingenieurs Poncini an die Regierung von Tessin vom 1. Oktober 1858, aus welchem zugleich ersichtlich ist, dass auch die Lokalbesichtigung von Professor Culmann in diesem Jahre stattgefunden hat. Bei besagter urkundlicher Wichtigkeit finden wir es angemessen, in erster Linie von dem Berichte von Culmann folgenden Auszug hier beizusetzen: «Verfolgt man das Val di Campo aufwärts, um der Geschiebsquelle nachzuforschen, so findet man den untern Theil des Thales voll-

Bedeutung
der Rovana für die
Maggia.

Bericht von Prof.
Culmann über die
Entstehung der
Bodenbewegungen
in Campo.

kommen gesund. Die Rovana ist entweder in den Felsen tief eingeschnitten oder durch grosse Blöcke eingeengt, von denen aus sich überall bewachsene Thalhänge erheben, und nur hie und da begegnet man einer unbedeutenden Runse, deren Verbauung die Kosten nicht decken würde; so geht es fort bis 2 1/2 Stunden oberhalb der Mündung des Thales; dort aber zeigt sich ein Bild der Zerstörung, wie man es selten selbst bei den schlimmsten Wildbächen sieht.

Noch vor vier Jahren war der Lauf des Baches so geregelt, als wie weiter unten. Es bestand dessen Bett aus grossen Felsblöcken, mit denen Wildbäche unter günstigen Umständen häufig ihr Bett auspflastern, wenn sie sich in Schuttbildungen eingraben, die Felsblöcke enthalten, welche so gross sind, dass sie der Bach nicht mehr zu rollen vermag; die Blöcke bleiben dann liegen und pflastern nach und nach die Sohle so aus, dass sie vor weiterem Auskolkern geschützt ist. Man sieht noch dieses alte Bett vielleicht 30 m. hoch über dem jetzigen. In Folge unglücklichen Ereignisses eines Hochwassers, das so gross war, dass der Bach innerhalb der Felsblöcke keinen Raum mehr hatte, griff der Bach den linksseitigen, aus mit Lehm zusammengebackenem Schutt bestehenden Hang an, und da hier Niemand an das Schützen dachte, so grub er sich bald so tief ein, dass er im lockern Material ein neues Bett sich gebildet hatte. Da nun die Widerstandsfähigkeit dieses Materials sehr gering ist, so vertieft er sich reissend schnell; noch am Anfang des Jahres 1857 befand sich die Sohle 4 m. höher als jetzt, wo der Bach am Fuss einer zirka 80 m. hohen Wand liegt, welche mit dem Horizont einen Winkel von 70° bildet.

Im Grundriss hat er jetzt drei aufeinander folgende Becken gebildet, in denen er wirbelnd weiter arbeitet. Die beiden obersten Becken sind noch durch mehrere grosse Felsblöcke getrennt, die gleichsam ein Wehr bilden, über das der Bach tief hinunterstürzt. Unter diesen Blöcken befindet sich namentlich einer, der dieses ganze natürliche Wehr zu halten scheint, und mit Recht fürchten die Bewohner die schlimmen Folgen der Unterspülung dieses Felsenblockes; denn die Folgen dieser Auskolkungen beschränken sich nicht auf die zirka 1000 m. lange Strecke der drei gebildeten Becken, sondern es ist, nachdem einmal der Fuss der linksseitigen Thalseite durch den Bach zerstört war, diese in einer Ausdehnung von vielleicht 10 km² mit dem Orte Campo mitten innen zum Rutschen gekommen.

Im ganzen Orte, der viele schöne Landsitze enthält, findet sich fast kein Haus mehr ohne Sprünge, und erst während des letzten Halbjahres sind an vielen Häusern 5 cm. weite Sprünge entstanden. Die östliche, längs eines Seitenbaches hinziehende Gasse ist ganz verlassen aus Furcht, es möchte einmal Alles in den Seitenbach hinabrutschen. Von dieser Strasse aus konnte früher die Thurmspitze der Kirche gesehen werden, was jetzt auch nicht mehr möglich ist. Die Kirche selbst hat grosse Sprünge und der Thurm hängt etwas schief. Laut Versicherung der Einwohner gehen die Bewegungen hier ausserordentlich regelmässig und stätig vor

sich, was sich daraus erklären lässt, dass das sich bewegende Erdprisma ausserordentlich gross ist.

Als erste Ursache aller dieser Verheerungen wird von den Bewohnern der Gegend die seit drei Jahren hier eingerichtete Holzflösserei bezeichnet. Die Flössereigesellschaft Dita hat zirka 3 km. oberhalb Campo zwei Klusen erbaut, um den ihr von der Gemeinde Campo verkauften Wald in der Rovana hinunterflössen zu können. . . . Nichts wirkt verderblicher auf die Ufer kleiner reissender Flösschen ein, als die Holzflösserei mittelst periodischer Schwellungen des Flusses. Sind doch die hiedurch erzeugten Hochwasser grösser als die höchsten natürlichen Hochwasser.»

So weit Herr Professor Culmann. Als wesentliche Ergänzung des Bildes von den damaligen Zuständen in Campo mag auch das folgende aus dem Berichte von Kantonsingenieur Poncini hier seine geeignete Stelle finden:

«Während dieser Exkursion war ich besonders darauf bedacht, dem obgenannten Herrn Professor den gegenwärtigen traurigen Zustand der Umgegend von Campo zu zeigen, indem ich ihn aufmerksam machte: auf die Senkung, welche die Hochebene erlitt, auf der der Ort liegt, auf die Spalte, welche wie ein grosser Halbkreis das bewegliche Gelände vom festen Bergeshang trennt; auf die zahlreichen Spalten, welche in zweiter Linie sich da und dort über die Fläche erstrecken, welche im Abriss inbegriffen ist, und auf die nicht unbedeutenden Risse, welche man an den Häusern beobachtet, von denen deshalb auch schon einige verlassen werden mussten.

Wir haben die grossen Klusen oder Sperren besucht, welche von den Holzhändlern gebaut wurden, um ihre Waare zum Thal hinaus zu jagen, wir sind in die Schlucht bei Cimalmotto und Campo hinuntergestiegen, wo der Wildbach Rovana verheerend ausbrechend den Fuss des Hochlandes, auf welchem der letztgenannte Ort liegt, ausgekolkt und mit sich geführt hat. Hier habe ich Herrn Ingenieur Culmann den grossen Fortschritt zeigen können, den die Erosion seit ungefähr sechs Monaten, meinem letzten Besuch, gemacht hat. In dieser Zeitperiode hat der Wildbach seine Sohle 6 m. tief unter das Bett hinuntergetrieben, das ich damals beobachtet hatte, und damit nicht weniger als 25 m. tief unter das hohe und unterbrochene alte Bett am Hochufer sich eingefressen.

Während dieser Besichtigung habe ich mich überzeugen müssen, dass sich das Gebiet von Campo bedeutend verschlimmert hat, sowohl hinsichtlich der Gefahr als auch hinsichtlich der Möglichkeit eines wirksamen Schutzes. In der That muss auch der oben citirte Fortschritt der Erosion am Fuss der Hochebene und die darauf folgende ausserordentliche Vertiefung des Flussbettes nothwendiger Weise die Lage Campo's in jeder Beziehung beklagenswerther machen. Und wenn ich an diesen Orten verweile und bedenke, um wie viel der Wildbach von seinem alten Lauf in dem kurzen Zeitraum von zwei oder höchstens drei Jahren abgewichen ist, so kann ich mir nicht verhehlen, dass Campo binnen Kurzem verderblichen und schrecklichen Folgen unterliegen muss.»

Der hohe Werth der
zeitgenössischen
Berichte für die
Verbauungsfrage
im Allgemeinen.

Der hohe Werth dieser Aufzeichnungen liegt erstlich darin, dass wir für den vorliegenden Fall bezüglich der Entstehung der Bodenbewegungen nicht auf Hypothesen beschränkt sind, sondern vor gut beobachteten und damit erwiesenen Thatsachen stehen. Hier kann nicht mehr in Zweifel gezogen werden, dass bezüglich der Entstehung der Bodenbewegungen in Campo die Reihenfolge die war: Zuerst das Abschneiden des Fusses der das Plateau von Campo stützenden Böschung, dann der Abbruch der letztern selbst und in Folge dessen die Störung des Gleichgewichts und das daherige Abgleiten des Bodenprisma's, auf welchem das ganze Dorf Campo steht. Indem daraus geschlossen wurde, dass die Heilung des Uebels den gleichen Gang, beginnend mit der Sicherung, womöglich Wiedererhöhung des Fusses, nehmen müsse, liegt in vorstehenden Zitaten die vollständige Bestätigung der in unsern frühern Publikationen gemachten, auf eigene Wahrnehmungen gestützten Aufstellungen über die Ursache und die Beruhigung von Bodenbewegungen dieser Art, bezw. von solcher Veranlassung.

Eine solche Bestätigung enthält der Culmann'sche Bericht dann auch da, wo er von dem durch Felsblöcke gebildeten natürlichen Wehr spricht, über welches der Bach während des damaligen Entwicklungsstadiums hinunterstürzte und von dessen Zerstörung die Bevölkerung weitere verderbliche Folgen befürchtete. Darin lag nichts Anderes als eine jener Stufen vor, deren Erhaltung wir als eine Hauptaufgabe der Verbauung bezeichneten. Im vorliegenden Falle wäre dadurch das weitere Hinuntersinken des Bachbettes auf zwei Dritttheilen der ganzen in Frage stehenden Strecke und zwar gerade auf dem für Campo wichtigsten obern Theil derselben verhindert worden; was das aber für einen Erfolg bedeutet hätte, ergibt sich daraus, dass die seitherige Vertiefung ungefähr 70 m. beträgt.

Das früher bestandene natürlich versicherte Bachbett und das die Bodenbewegungen von Campo veranlassende Hinuntersinken des Baches in ein neben demselben ausgewähltes neues Bett betrifft ebenfalls eine Beobachtung und einen Vorgang, die wir im ersten Heft, wie auch in der Publikation von 1883 schon besprochen und in aufgenommenen Profilen dargestellt haben; wir verweisen, was Letzteres betrifft, auf Tafel VI (II) des ersten Heftes. Auch dies betrifft aber einen Punkt von allgemeiner Bedeutung für die Behandlung der Wildbäche, indem damit bewiesen ist, welcher grosse Nutzen schon durch Ueberwachung derselben und rechtzeitige Nachhülfe zum Zwecke der Erhaltung solcher natürlicher Bildungen geschaffen werden kann.

Der Zustand vor
der Verbauung.

Trotz der dringenden Mahnung von Professor Culmann und Kantonsingenieur Poncini ist damals nichts geschehen und die Erosionen der Rovana haben daher ihren Fortgang genommen. Statt der von Professor Culmann vorgefundenen ungefähr 80 m. hohen Wand auf der linken Seite beträgt laut den aufgenommenen Querprofilen die Höhendifferenz zwischen dem Bachbette und dem Rand des linksseitigen Plateau's nun 150 m. Da schon 1858 die gegenüber der frühern Lage des

Bachbettes beobachtete Vertiefung zu 30 m. angegeben wird, so berechnet sich dieselbe jetzt auf 100 m., und es ist also an Stelle der 50 m. tiefen Mulde, in welcher der Bach früher floss, ein 150 m. tiefes Tobel von entsprechender Breite getreten¹⁾. Das Gesamtbild vom jetzigen Zustande gibt die Photographie, Tafel IV. Das Dorf Campo liegt darauf rechts, das Dorf en face ist Cimalmotto. Links sieht man die infolge der Unterspülung sich vordrängende Steinhalde, rechts den abgebrochenen Fuss des Plateau's von Campo und des höher liegenden, auch bereits von der Bewegung ergriffenen Cimalmotto. Da diese Photographie aufwärts sehend aufgenommen ist, so sind die vorstehenden Bezeichnungen umzukehren, um die wirkliche Orientirung nach der Thalrichtung zu erhalten.

Die ganze Lage von Campo ist in dem Situationsplan Tafel I angegeben. Der bewegte Boden reicht noch bedeutend weiter hinauf, als dieser Plan, und die Risse, die ihn dort gegen den obern festen Boden begrenzen, entsprechen noch jetzt dem im Berichte von Kantonsingenieur Poncini davon entworfenen Bilde. Die seitliche Begrenzung markirenden Risse sind im Plan angegeben. Der Fortgang der Bewegung war besonders deutlich an der vor einigen Jahren neu erstellten Strasse wahrzunehmen, indem dieselbe auf beiden Seiten des Dorfes an der Stelle des Ueberganges vom festen zum bewegten Boden fortwährend abgerissen wurde und immer wieder durch eine Rampe verbunden werden musste. Die Sache verhält sich daher in der That so, dass entsprechend dem ganzen Plateau mit dem darauf liegenden Dorfe Campo ein mächtiges Bodenprisma sich im Gleiten befand. Dabei bildete es noch eine Komplikation, dass der im Culmann'schen Bericht erwähnte, durch das Dorf der Rovana zufließende Bach entsprechend der Senkung der letztern sich ebenfalls vertiefte, was noch eine seitliche Bewegung gegen diesen Bach ergab.

Unter solchen Umständen erscheint es vielleicht begreiflicher, dass im Laufe der Zeit eine bedeutende Zahl von Gebäuden theils direkt gegen die Rovana, theils gegen genannten Bach hinunterstürzte, andere auch bis zur Unbrauchbarkeit zerissen sind, als dass immerhin die Mehrzahl derselben einschliesslich der Kirche die horizontale und vertikale Bewegung mitgemacht hat, ohne bisher in ganz unbrauchbaren Zustand gekommen zu sein. Allerdings tragen alle ohne Ausnahme die Anzeichen des überhand nehmenden Ruins, die verschlossenen Risse öffneten sich nicht nur immer wieder, sondern vergrösserten sich auch, und die Zahl ganz in Abgang gerathener Gebäude nahm doch fortwährend zu.

Abhülfe war daher im höchsten Grade dringend, als im Jahr 1887 die Verbaueung endlich beschlossen wurde. Fraglich konnte vielleicht sein, ob sie nicht wenigstens theilweise zu spät komme. Zwar ist in Beziehung auf Uebel in Rede stehender Art die Ansicht, sie seien zu alt, um noch geheilt werden zu können, im Allgemeinen nicht begründet, andernfalls auch die Zahl der heilbaren Fälle in

Die Verbaueung
beschlossen, Frage
betr. rechtzeitigen
Eintritts ihrer
Wirkung.

¹⁾ Diese Höhenangaben sind selbstverständlich schon aus dem Grunde nicht genau, weil der jetzige Rand des Plateau's nicht mehr der von 1858 ist, da er durch Abbruch weiter gegen Campo verlegt wurde.

hohem Masse reduziert würde, da diese Uebel meist sehr alt sind. Die Sache ist die, dass bei solchen Wirkungen der Erosion den daherigen Veränderungen in der Sohle die Seiten sich anpassen müssen, dass dann aber in der neuen Lage Beruhigung bis zu neuer Störung des Gleichgewichtes, beziehungsweise für immer eintritt, wenn letztere nicht wieder erfolgt. Fraglich ist dann nur, wie weit das Abbrechen oder Absitzen der Böschungen und der darüber liegenden Bodentheile zum Behuf dieser Anpassung, d. h. Wiederberuhigung, zurückgreifen müsse, und da könnte allerdings in einem Falle, wo Gebäude sich in der Nähe befinden, die Frage der Rechtzeitigkeit der Abhülfe sich anders beantworten, als da, wo nur der geringwerthige Boden in den Schluchten der Wildbäche in Betracht kommt.

Im vorliegenden Falle war die Frage, wie lange nach Sicherung des Fusses es bis zu Eintritt der Beruhigung auch im Dorfe Campo noch gehen und welches Mass von Nachrutschen des Bodens auch dort noch nothwendig sein werde, schwer und mehr nur nach in andern Fällen gemachten Beobachtungen als direkt nach der Kenntniss der massgebenden Ortsverhältnisse selbst zu beantworten. In Betracht kommt dabei, dass man es mit dem Schutt eines vorgeschichtlichen Bergsturzes, daher mit einer homogenen, grösstentheils sehr trockenen und kompakten Masse — nach Culmann aus mit Lehm zusammengebackenem Schutt — zu thun hat.

Im Allgemeinen ergeben die anderwärts gemachten Beobachtungen, dass der Versicherung des Fusses die Beruhigung rascher folgt, als a priori angenommen werden sollte; ist es ja auch bekannt, dass dieselbe schon bei längerem Ausbleiben von Hochwassern und neuen Verwundungen des Fusses sich rasch einstellt. In dieser Beziehung ist eine Stelle aus dem anlässlich des bekannten Hochwassers vom 28. September bis 4. Oktober 1868 von der Regierung von Tessin an den schweizerischen Bundesrath gerichteten Bericht von Interesse, sie lautet: «In diesem Thale endigten die Unfälle nicht mit dem 28. September, auch nicht am 4. und 12. Oktober, ja selbst heute scheinen sie noch nicht erschöpft. Die Risse im Vorgebirge, auf dem der bedeutendste, Mezzo genannte Theil der Gemeinde Campo steht und welches schon bei Anlass der früheren Ueberschwemmungen hergenommen und durch eine innere langsame, aber anhaltende Bewegung zerspalten war, hatten sich vor einiger Zeit geschlossen. Nun aber hat sich dasselbe wieder geöffnet und es stürzen die Gebäude, Stück um Stück, in die zusehends sich erweiternden Spalten. Einige in der merkwürdigsten Weise zerrissene Wohnungen wurden verlassen.»

Daraus ergibt sich also, dass vor diesem Hochwasser eine Periode der Beruhigung eingetreten war, die bei diesem Anlasse stattgehabten Erosionen aber einen neuen mächtigen Anstoss zur Bewegung gegeben haben. Dass von 14tägigen Regengüssen, wie sie damals stattfanden, in den sonst schon gebrochenen Boden eingedrungenes Wasser die Bewegung beförderte, ist wohl mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Indem also die Verbauung an Hand genommen wurde, konnte von einem Hinaufheben des Bachbettes in die frühere Lage, wie Professor Culmann es in's Auge gefasst hatte, jetzt aus einer Tiefe von 100 m. nicht mehr die Rede sein; überhaupt aber musste von dem Mittel einer bedeutenden Erhöhung der Sohle in Rücksicht auf das noch immer grosse Gefäll der Rovana und der nunmehrigen grossen Breite ihrer Schlucht abgesehen werden. Das Mittel, auf das man sich daher angewiesen fand, bestund in der Versicherung des linksseitigen Fusses mit gleichzeitiger möglichst grosser Entfernung des Bachlaufes von demselben. Bisher befand sich letzterer immer hart an der linksseitigen Wand, weil der Boden hier weniger widerstandsfähig ist und überdies das grobe Gestein der rechten Seite das Wasser dorthin wies, beziehungsweise drängte; dies beförderte dann selbstverständlich den dortigen Abbruch und verhinderte zugleich die Ablagerung des abgebrochenen Materials, welches vielmehr immer abgespült wurde. Die ausgeführten Werke bestehen daher in Traversen, welche, mit der Wurzel in jene Wand eingebunden, sich nach der rechten Seite neigen, dann in Parallelwerken, welche die Köpfe dieser Traversen verbinden. Dieses ganze System ist aus dem Situationsplan, in einzelnen Partien auch aus den auf den Tafeln V und VI wiedergegebenen Photographien ersichtlich.

Ausführung
der Verbauung.
Art der Werke.

Was damit bewirkt wird, ist also, dass der Bach von der linken Seite entfernt, zugleich aber, dass er auf die mit Felsblöcken bedeckte rechte Seite, somit auf festen Boden verlegt wird. Man hat dabei angenommen, dass dieser Umstand gestatte, von Sperren abzusehen. Nur zu unterst war eine solche, um den Bestand der Parallelwerke zu sichern, projektirt. Die Nothwendigkeit derselben ergab sich auch, als vor ihrer Erstellung im Oktober 1889 ein grosses Hochwasser eintrat, denn dasselbe bewirkte auf der untersten Strecke eine starke Erosion mit wesentlichem Schaden an den dort schon erstellten Parallelwerken, sowie an den Traversenköpfen.

Da an der Maggia und auch an der Rovana das Hochwasser von 1889, wie man behauptet, so gross war wie das von 1868, so befürchtete man noch grössern Schaden für das unvollendete Werk; in Wirklichkeit ergab das Verhalten desselben bei diesem Anlasse vielmehr einen grossen Erfolg. Darauf wies schon die im Thal bei Cevio zu grosser Verwunderung und Genugthuung der Bevölkerung gemachte Wahrnehmung hin, dass die Rovana, welche sonst bei solchen Anlässen dort ungeheure Geschiebmassen entleerte und damit die Gefahr des Austretens gegen Cevio hin veranlasste, diesmal zwar sehr viel Wasser, aber wenig Geschiebe führte und daher, statt aufzufüllen, vielmehr ihr Bett vertiefte.

Wirkung
der Verbauung.

Uebereinstimmende Beobachtungen wurden auch im Laufe der Maggia gemacht.

In Campo selbst war, wie schon bemerkt, einiger Schaden an den neuen Werken aufgegangen, aber gleichwohl hatten dieselben ihre Aufgabe, den Fluss vom linksseitigen Bord abzuhalten, vollkommen erfüllt. Die Photographien zeigen, wie infolge dessen an Stelle der frühern steilen Wand sich wieder Böschungen gebildet haben.

Die Folge davon ist, dass dieses Hochwasser auch gar keine Bodenbewegungen in Campo veranlasste. Ueberhaupt haben diese im Jahr 1889 sich weit weniger bemerklich gemacht, als es sonst regelmässig der Fall war; als Massstab dafür kann dienen, dass die Absitzungen an der Strasse, die sonst während eines Jahres ungefähr 1 m. betrug, in diesem Jahre sich auf 20 cm. beschränkten; übereinstimmende Wahrnehmungen wurden an den Häusern gemacht.

Schlussfolgerung.

Somit darf schon jetzt angenommen werden, dass die Verbauung der Rovana ihren lokalen Zweck erfüllt durch Aufhebung der Bodenbewegung, welche sonst unzweifelhaft das Dorf Campo mit seiner Umgebung verschlungen und in kurzer Zeit auch Cimalmotto ergriffen hätte. Damit ist zugleich gesagt, dass die angewandten technischen Mittel die richtigen zur Erreichung dieses Zweckes waren. Ob dieser Verbauung auch eine allgemeine Bedeutung für das Maggiathal von der Mündungsstelle der Rovana abwärts zukomme, deckt sich mit der weiteren Frage, ob die Geschiebe der letztern wirklich einen wesentlichen Einfluss auf den Charakter der Maggia ausgeübt haben; denn, dass diese Geschiebe künftig grösstentheils ausbleiben werden, steht ausser Zweifel, nachdem die Quelle derselben bei Campo verschlossen ist und andere von irgend wesentlichem Belange im Gebiet der Rovana nicht bestehen; dass aber jener Einfluss wirklich bestanden habe, ist, nach dem Eingang darüber Gesagten, kaum in Zweifel zu ziehen. Von den Behörden des Kantons Tessin und den Bewohnern des Thales wird auch beides — sowohl das frühere Bestehen dieses Einflusses als das nunmehrige Aufhören desselben — anerkannt. Es ist dies namentlich zum Ausdruck und zur Geltung gekommen bei dem Entscheide für die Ausführung der Maggiakorrektion bei Locarno und in der bereits ausgesprochenen Absicht, auch im obern Theile des Thales solche Korrekturen vorzunehmen, nachdem der veränderte Charakter des Flusses dazu ermuthigt.

Unter solchen Umständen erscheint es gerechtfertigt, diesen Fall als ein sprechendes Beispiel anzusehen, nicht nur dafür, dass überhaupt durch Verbauung wesentlich auf die Geschiebführung eines Flusses eingewirkt werden könne, sondern auch dafür, dass dies in einzelnen Fällen sogar dann erzielt werde, wenn dieselbe sich auf einen einzelnen Zufluss und selbst auf eine einzelne Stelle desselben beschränkt.

Letzteres weist zugleich auf den im ersten Heft hervorgehobenen Umstand hin, dass es hauptsächlich jene, frühern Entwicklungsperioden entstammenden Schutt- ablagerungen sind, welche vorzugsweise die die untern Gewässer belastenden Geschiebe liefern. Wie schon bemerkt, rührt diejenige, um welche es sich im vorliegenden Falle handelt, von einem Bergsturze von der Cima di Quadrella her, dessen das Becken von Campo ausfüllende gewaltige Schuttmasse inselartig in dem weitumher liegenden festen Gebirge liegt.

Die Verbauung der Nolla bei Thusis.¹⁾

«Der Hinterrhein entströmt den Felsschluchten der Viamala und des verlorenen Loches im gewöhnlichen Zustande als klarer grüner Bergfluss; von der Brücke, welche am Fusse der mit den Ruinen der Burg Hohenrhätien gekrönten Felswand die Schynstrasse über das Thal führt, wird man, nach Süden sehend, durch den Anblick dieses schönen Wassers erfreut. Um so grösser ist das Erstaunen über die Metamorphose, welcher wir im Umwenden auf der andern Seite der Brücke begegnen; wie in einen Hinterhalt gerathen, sehen wir den jugendlichen Rhein im Kampfe mit einem schwarzen Unhold, dessen Umklammerungen er, gegen den rechtsseitigen Fels gedrängt, diesem entlang entfliehen zu wollen scheint. Doch er unterliegt, schmaler und schmaler wird der klare Wasserstreifen, und bald reicht die schwarze Fluth von Ufer zu Ufer. In dieser zu versinken ist in geringer Entfernung das Loos auch der nicht minder klaren Albula. Selbst der mächtige Vorderrhein mit Plessur und Landquart vermögen diese hässliche Färbung nicht zu überwinden; der Rhein bleibt der wüste schwarzgraue Strom bis zum Bodensee.

Die Bedeutung
der Nolla für den
Rhein.

«Dass die Nolla dies im gewöhnlichen Zustande zu vollbringen vermag, charakterisirt schon die Stellung dieses Wildbaches im Flussgebiete des Rheins, aber zum Ausserordentlichen steigert sich diese bei Hochwasser; dann wird er zur kolossalen Schuttlawine, die sich haushoch heranwältzt und einen mächtigen Damm über das Thal legt, hinter dem der Rhein zum See aufgestaut wird.»

So findet sich das Verhältniss zwischen Rhein und Nolla in der (vom damaligen Oberingenieur von Graubünden und Redaktor der gegenwärtigen Publikation verfassten) Nollabroschüre von 1870 dargestellt. Dass dasselbe nun schon Jahrhunderte lang besteht, ergibt sich aus einer Stelle von Guler's Chronik, welche lautet:

¹⁾ Die Nollaverbauung ist zwar schon in unserer Publikation von 1883 besprochen worden, aber gerade bezüglich der Hauptpartie, nämlich der des eigentlichen Abbruchgebietes, erst als Projekt; die Aufführung derselben unter den ausgeführten Werken bildet daher keine Wiederholung, und sie rechtfertigt sich vollkommen durch das Aussergewöhnliche des Falles sowohl bezüglich der von diesem Wildbache eingenommenen Stellung im Flusssystem des Rheins, als bezüglich des Verbauungswerkes an sich.

«An unserer Frauentag im Augsten (1585) ist das Wasser zu Thusis so angeloffen, dass Steine wie Stubenöfen triben, hat sich verschwellt (am Rhein gestopft) und eine Stund vor Tag mit sölich Ungestümigkeit usbrochen, dass ein sölich Tosen, Krachen und Braschlen war, als ob die Berge zusammengefallen werend, dadurch denen zu Caz, Thusis und Sils, Fürsteno, Retels, Tomils und durch alle Lande nieder an Baumgärten, Wiesen, Bruggen, Wuren, Fälder und Gärten unschätzbarlicher grosser Schaden erfolgt ist.»

Aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts ist eine Serie von Nolla-Ausbrüchen von 1705, 1706, 1707, 1710, 1711 und 1719 verzeichnet, mit der Angabe einerseits ihrer Veranlassung durch Hinunterrutschen von Gütern in Tschappina und der daherigen Verstopfung des Nollabettes daselbst, sowie andererseits durch die Nolla bewirkter Stauungen des Rheins.

Im gegenwärtigen Jahrhundert macht den Anfang eine Nollakatastrophe von ausserordentlicher Dimension erst zu Ende November 1807. Dieselbe, mit der dadurch bewirkten Stauung des Rheins auf 40 Schuh Höhe und nachheriger Verheerung der Thalsole im ganzen Domleschg, ist von dem als Experten berufenen H. C. Escher von der Linth beschrieben.

Bei den allgemeinen Hochwasserkatastrophen des Rheins von 1817 und 1834 fanden auch wieder solche der Nolla statt. Hieran und an den Umstand, dass von da weg bis 1868 ein Zustand verhältnissmässiger Ruhe bestund, anknüpfend, sagt die schon genannte Nollabroschüre:

«Mit 1868 beginnt eine Periode, die wegen rascher Aufeinanderfolge kolossaler Ausbrüche und kontinuierlich massenhafter Geschiebsentleerungen auch in der Zwischenzeit Alles übertrifft, was uns von früher bekannt ist. . . . Die dem grössern Theil der heutigen Generation nur aus Tradition bekannte Stauung des Rheins auf 30 bis 40 Schuh hat sich, nachdem sie 1868 wieder einmal eingetreten, schon 1869 wieder und 1870 sogar zweimal ereignet.»

Einen schlagenderen Beweis für das, was im ersten Abschnitte dieses Heftes über die ausnahmsweise Bedeutung einzelner Zuflüsse gesagt wurde, kann es nicht geben, als «dass die Nolla dies zu vollbringen vermochte». Noch augenscheinlicher wird dies, indem man sich vergegenwärtigt, dass das Gebiet derselben blos 25 km², das von Rhein und Albula zusammen dagegen rund 1500 km² misst, und dass dennoch der aus letztern beiden entstehende Fluss keine wesentlichen Schwierigkeiten bieten könnte, während er nun unter dem Einflusse der Nolla in Wirklichkeit einen Wildbach von grossartigsten Dimensionen darstellt oder doch bisher darstellte. Die Beschaffenheit von Rhein und Albula beim Eintritt in das Domleschg bildet aber auch an sich einen Beweis für das an vorerwähnter Stelle Gesagte. Denn indem diese beiden Flüsse in ihrem obern Laufe grosse Massen von Geschieben aufnehmen, ergibt sich daraus in auffallender Weise, wie sehr dieselben durch Zurückbleiben und Konsumirung reduzirt werden und wie sehr daher ihre Bedeutung für den untern Lauf gegenüber den nähern Zuflüssen zurücktritt.

Der Situationsplan auf Tafel VII zeigt dieses Thal von dem den Uebergang zum Savierval bildenden Plateau von Glas bis zum Rheine bei Thusis, und es ist daraus ersichtlich, wie es eigentlich nur in einer Schlucht besteht, begrenzt rechts durch die steilen, felsigen und bewaldeten Hänge des Beverin-Gebirges und seines Ausläufers gegen das Rheinthal und links durch die gegen dieselbe geneigte sanftere Abdachung des Heinzenberges mit den darauf liegenden Gemeinden Tschappina und Urmein. Der untere, in der Schlucht selbst liegende Theil dieser Thalseite ist zwar auch steiler als der obere und durchgehends angebrochen; sein Charakter findet sich in dem photographisch aufgenommenen Bilde der Partie am untern Ende der Schlucht, Tafel XIII, dargestellt.

Die hier bestehenden Bodenbewegungen sind indessen mehr oberflächlich. Zur eigentlichen grossen Geschiebsquelle gelangt man erst in dem Becken bei Tschappina; Kirche und obere Gemeinde liegen am Rande der Bewegung, welche — durch einen parallel zum Grohlibach verlaufenden Riss begrenzt — zwischen hier und Glas in einer Breite von fast 2 km. bis etwa zu 1800 m. M.-H. in den Berg hinaufreicht.

Indem die Mündung des Grohlibaches in die Nolla auf zirka 1200 m. M.-H. liegt, so ergibt sich eine Höhe der in Bewegung befindlichen Bodenmasse von 600 m.

Das Gesamtbild, welches der Situationsplan von dieser Bruchpartie gibt, findet sich ergänzt durch die photographischen Aufnahmen einerseits unten im Kessel und andererseits oben auf dem darüber liegenden Plateau — laut Tafeln XV und XVI.

Wenn man geneigt sein sollte, die den erstern umfassenden steilen Schieferwände für als Ganzes feststehend und nur oberflächlich abwitternd anzusehen, so ergibt sich aus dem Bilde der obern Partie, dass dies ein Irrthum wäre; denn da dieses zeigt, dass die Bewegung über das Plateau hinweg und noch weiter hinauf reicht, so folgt daraus, dass jene Wände nur den untern Rand des in Bewegung befindlichen Bodens bilden und daher an derselben betheiligt sind. Eine Aufnahme von 1810 zeigt Bodenflächen von bedeutender Ausdehnung, die sich vom Plateau abgerissen hatten und mit daraufstehenden Gebäulichkeiten tief in den Kessel hinunter gesunken waren, bevor sie ganz in Trümmer gegangen sind.

Der wellenförmige Boden, auf dem Bilde Tafel XVI, und die an die Bewegung von Schiffen gemahnenden Stellungen der darauf befindlichen kleinen Gebäude sind ganz geeignet, den Eindruck des Hinuntergleitens zu machen. Bestätigt wird derselbe im Hinblick auf den darüberliegenden Hang mit den Bodenabsitzungen und Rissen, die derselbe zeigt; unverkennbar hat sich die untere Bodenfläche davon abgetrennt und ist in eine tiefere Lage hinuntergesunken. Der Vorgang ist, oder war wenigstens bis vor nicht langer Zeit, eben der, dass der vordere Rand dieser untern Bodenfläche jeweilen abgebrochen und in die Tiefe gesunken und dann durch den nächst hinterliegenden Boden ersetzt worden ist.

An jenem Rande waren weite Klüfte wie Gletscherspalten zu sehen, in die noch zur Beförderung des Zerstörungswerkes die vorhandenen Wasserläufe stürzten. Letzteres bildet dann auch die Erklärung dafür, dass die Nolla niemals klar und geschiefefrei war, sondern sich immer in jenem breiartigen, schwerflüssigen Zustande befand, zufolge welchem sie selbst zu gewöhnlicher Zeit den oben angegebenen Einfluss auf den Rhein auszuüben vermochte.

Immerhin war dies ein langsam fortschreitender Prozess, der wohl am allmäligen Hinuntersinken von Wegen, Bewegungen an Gebäulichkeiten u. A. m. bemerkbar war, nicht aber grosse Einstürze und sonstige tumultuarische Erscheinungen mit sich brachte. Diese traten dagegen in Folge von grossen Niederschlägen — besonders solchen in Form von Hagel — ein. Dann brachen ungeheure Massen von den Schieferwänden des weiten Kessels ab und wälzten sich der bei der Mündung des Grohlibaches beginnenden Schlucht zu. Infolge des engen Profils mussten sie sich hier hoch aufstauen, bis der Druck genügte, um sie als grossartige Schuttwalze durch diese erste, 1 km. lange Strecke der Schlucht hindurchzupressen. Die weitere Fortbewegung derselben wurde durch die Wassermasse der von der rechten Seite den Felsschluchten des Piz Beverin entströmenden weissen Nolla unterstützt, und so ergoss sich dann der aus Wasser, Schlamm und Blöcken gemischte Strom durch die untere, erweiterte Schlucht und über die auf dieselbe folgende Thalstrecke, zwar mehr gleitend als fliessend, in den Rhein. Dies geschah, indem die blos 20 m. betragende Weite der zunächst oberhalb der Mündung befindlichen Brücke der Splügenerstrasse eine Zusammenpressung und Aufstauung bedingte, mit solcher Gewalt, dass die am jenseitigen Felsufer anprallenden und sich hoch aufbäumenden Schuttmassen den Rhein im Laufe aufhielten.

Die Beziehung der einzelnen Theile des Laufes der Nolla zum Verbauungswerke.

Wir schicken dieser Abtheilung die Bemerkung voraus, dass, um die Vorführung eines ausgeführten Werkes nützlich zu machen, es weniger auf die schablonenmässige Angabe der einzelnen Objekte als die Motive der Gesamtanordnung ankommt, was dann auch mit sich bringt, anzugeben, wie die Bedeutung der einzelnen Theile eines Bachgebietes für die Verbauungsaufgabe angesehen worden ist.

Thalstrecke.

Demgemäss ist hier zu sagen, dass bei der Verbauung der Nolla von der 1500 Meter langen Thalstrecke vom Rhein bis zum Beginn der Schlucht bei der Sperre I abgesehen worden ist. Dies erstlich aus dem Grunde, weil auf dem kurzen Stück bis zu vorgenannter Brücke überhaupt nichts gemacht werden kann und auch ein Bedürfniss dazu nicht mehr besteht, sobald es gelingt, den Charakter der Nolla im Sinne der wesentlichen Verminderung ihrer Geschiebe zu ändern; auf der Strecke von der Brücke bis zur Schlucht es sich aber nur um die Korrektion des Baches in lokalem Interesse, nämlich zu Wiedergewinnung des verwüsteten Bodens und Verhinderung weiterer Uebergriffe, handeln kann, eine Korrektion, welche auch ohne Zweifel der Verbauung des obern Laufes folgen wird.

Diese, umfassend die Strecke vom untern Ende der Schlucht bis zur bisherigen Ausmündung der weissen Nolla, auch Mastiggertobel genannt, besitzt eine Länge von 3400 m., ihre Sohlenbreite beträgt 70 bis 80 m., ausgenommen die drei Verengungen bei I, II und III auf 50 m., 32 m. und 26 m. Bezüglich des Gefälles, das auf der Thalstrecke 7.27 ‰ beträgt, ist in der Schlucht zwischen den zwei im beiliegenden Längenprofil, Tafel VIII, eingezeichneten Linien, von welchen die eine das Ergebniss eines Nivellements von 1870, die andere eines solchen von 1890 ist, zu unterscheiden. Beide stellen das auf dem eigenen Geschiebe liegende bewegliche Bett der Nolla dar, die Erosionsrinne liegt hier nirgends zu Tage, und ihre Lage ist mit mehr oder weniger Sicherheit nur bei der obenerwähnten Brücke und bei den Punkten I und II bekannt, wie dann auf der obern Partie bei V und VI etc. Bei III wurde durch Ausgrabung und eingeschlagene Pfähle ermittelt, dass auf ungefähr 10 m. unter der Sohle von 1870 man noch immer im Nollaschutt ist. Hienach, sowie nach dem eigenthümlich flachen, fast geradlinigen Verlaufe der Gefällslinie von 1870 unterhalb dem Punkte V, die einen auffallenden Gegensatz zum steilern Gefäll der Felspartie V—VI und auch einen Winkel mit der Linie I—II bildet, ist anzunehmen, dass die Erosionsrinne bei dem Punkt V unter den Schutt sinkt und von da weg überall sehr tief liegt, also die Nollageschiebe in grosser Mächtigkeit darauf aufgelagert sind, so dass insofern hier die Nolla ganz den Charakter eines auf seinem Alluvium liegenden Flusses hat.

Wenn es sich also auf diesem Theil der Nollaschlucht um eine noch im Gange befindliche Sohlvertiefung und zu Verhinderung derselben auszuführende Arbeiten nicht handeln konnte, so wiesen die Verhältnisse dagegen auf Thalsperren im eigentlichen Sinne des Wortes, nämlich solche zur Aufhaltung der aus dem obern Gebiete gekommenen und noch kommenden Geschiebe, hin. Dies war erstlich der Fall in Rücksicht auf die Sachlage am Rhein im Domleschg, der von den Katastrophen von 1868 bis 1870 her schon in einem Masse mit Geschieben belastet war, welches es als dringend geboten erscheinen liess, weiterer Zufuhr von solchen nach Möglichkeit vorzubeugen. Dass diese aber drohte, ergaben schon die ungeheuren Massen von Schutt, welche von jenen Ereignissen her auf dieser Strecke der Nollaschlucht abgelagert waren und sich mit Hilfe von Profilen, welche vor 1868 aufgenommen worden waren, auf die erschreckende Ziffer von einer Million Kubikmeter berechnen liessen. Dazu kam die Beweglichkeit derselben. In vorerwähnten drei Jahren wurden abwechselnd Abspülungen bis auf 15 m. Tiefe und Wiederauffüllung derselben beobachtet. Als für die Wirkung von Thalsperren günstige Umstände ergaben sich die verhältnissmässig nicht grossen Gefälle und die im Allgemeinen bedeutende Breite der Schlucht, während die vorhandenen schmalern Stellen als von der Natur bezeichnete Baustellen erschienen. Eine grosse Schwierigkeit bildete dagegen für den Bau die Tiefe des Nollaschuttes.

Die infolge vorstehender Erwägungen zu Anfang der Siebenzigerjahre bei I und II erstellten Sperren sind Werke von sehr bedeutenden Dimensionen. Erstere

ist auf den Tafeln X und XIII in geometrischer Zeichnung und nach photographischer Aufnahme dargestellt und besteht, wie daraus ersichtlich, aus Hauptsperre und Vorsperre. Eine auch bei III damals ausgeführte Einbaute ist, trotz sehr tiefer Fundation, infolge einer der vorerwähnten grossartigen Niveauveränderungen im Nollabette verunglückt.

Dass dagegen die Werke I und II ihre Aufgabe in ausgezeichnete Weise erfüllten, zeigen die Sohllinien von 1870 und 1890, denn es ergibt sich daraus, dass nicht nur die unter der erstern gelegenen Schuttablagerungen festgehalten wurden, sondern auch neue von sehr bedeutendem Belange darauf aufgesetzt worden sind. Die daherige Wirkung der Sperre I hätte selbst über den 600 m. weiter oben liegenden Punkt II hinauf gereicht, wenn nicht die dort stehende Sperre dies verhindert hätte, und die der letztern darf sogar laut dem Längenprofil als bis zu dem 1329 m. oberhalb derselben liegenden Punkte III reichend angesehen werden. Denn die bei diesem Punkte bestehende grösste relative Depression der Linie von 1890 entspricht derjenigen von 1870 gegenüber immer noch einer Erhöhung von ungefähr 2 m., welche sich am natürlichsten mit der Annahme zu erklären scheint, dass sich hier die Wirkungen einerseits der Sperre II und andererseits der von oben herunter sich geltend machenden Einflüsse, von denen weiterhin noch die Rede sein wird, begegnen.

Es ist sogar wahrscheinlich, dass die durch die beiden Sperren bewirkte Sohlerrhöhung in einem frühern Zeitpunkte noch bedeutender war, als das Nivellement von 1890 sie vorgefunden hat, denn indem die Nolla schon seit einigen Jahren weniger Geschiebe von oben her zuführte, ist es wahrscheinlich, dass sie von den früher hier abgelagerten wieder einiges abgeschwemmt hat. Aber auch diese Regelung, d. h. zeitliche Vertheilung der Geschiebsabfuhr, bildet einen Vortheil, wie wir dies schon im ersten Hefte dieser Publikation auseinandersetzen Anlass fanden, und es liegt also hier ein Fall von ausnehmend erfolgreicher Anwendung von Thalsperren zu in Rede stehendem Zwecke vor.

Ein Uebelstand, welchem dadurch nicht vollständig abgeholfen werden konnte, sind die im linken Hange in Folge von seitlichen Unterspülungen bestehenden Bodenbewegungen. Wie schon an anderer Stelle bemerkt wurde, sind dieselben nicht sehr tiefgehend, und es kommen daher auch die daherigen Geschiebe für den Rhein nicht wesentlich in Betracht. Hingegen reicht dieses Abbrechen des Bodens theilweise doch so hoch hinauf, dass dadurch nicht unwesentliche lokale Uebelstände veranlasst werden, und es gehört daher zu den noch auszuführenden Vervollständigungen der Nollaverbauung, diesen Uebelständen dadurch abzuhelpen, dass die Strömung an den betreffenden Stellen mit den bei der Rovana zu Campo zur Anwendung gekommenen Mitteln vom Fusse des linksseitigen Hanges abgehalten wird.

Die Geschiebsquelle
im
Thalhintergrund.

Dass die Geschiebe der Nolla ganz vorzugsweise aus dem Becken im Hintergrunde des Thales bei Tschappina kommen und daher auch der wichtigste Theil

des Verbauungswerkes sich auf dieses zu beziehen hatte, wurde schon an anderer Stelle gesagt. Ebenso ergibt sich aus den schon gemachten Angaben über die Grossartigkeit der dortigen Bodenbewegungen, dass die Abhilfe eine sehr schwierige Aufgabe bilden musste. Immerhin gestattete die nähere Prüfung der Verhältnisse der Schlucht, dass es sich auch da nicht um das unmögliche Unterfangen, einen in Bewegung befindlichen Berg zu stützen, sondern nur darum handle, die Ursache der Bewegung zu beseitigen.

Als diese Ursache, nämlich die eigentliche Grundursache, konnte aber, im Hinblick auf das Längenprofil und die im Vorstehenden besprochene Erosionsrinne, nichts Anderes als die Erosion angesehen werden. Denn dieses Längenprofil zeigt ja, wie der Bach mit seinen ausgeglichenen und verhältnissmässig schwachen Gefällen sich in einer Länge von fast 6 km. recht eigentlich in das viel steiler ansteigende Gebirge eingebohrt hat. Die tiefe Schlucht stellt den dadurch bewirkten Einschnitt dar, dessen obern Rand der dort noch vorhandene Gletscherschutt bezeichnet. Diese Entwicklung hat sich, abgesehen von der noch bestehenden seitlichen Erosion, bis zum Thalhintergrunde erschöpft, dort aber ist sie noch in vollem Fortgange begriffen und stellt damit eben die Ursache der Gleichgewichtsstörungen und daherigen Bodenbewegungen dar.

Der Vollständigkeit wegen wollen wir nicht unterlassen, zu bemerken, dass der in der Höhe von 1950 m. liegende Lüschersee auch in Beziehung mit den unterhalb demselben bestehenden Bodenbewegungen gebracht werden wollte. Es ist dies ein wenig tiefes und ganz im festen Boden liegendes Becken, das zeitweise, wie besonders bei der Schneeschmelze, mit Wasser gefüllt und dann auch wieder fast trocken ist, keinen offenen, dagegen einen unterirdischen Ausfluss hat, der in weiter unten und zwar auch noch auf festem Boden bestehenden Quellen zu Tage tritt. Wie dieser kleine temporäre See einen Einfluss in fraglicher Beziehung ausüben sollte, ist nicht recht einzusehen. Derselbe macht kein Wasser, sondern übt im Gegentheil noch eine gewisse Retention auf das ihm zufließende aus, indem dasselbe sonst rascher den Brüchen zufließen würde. Dass das Wasser sich von dort im Boden verbreite, ist zufolge der festen Beschaffenheit des letztern und da, wie gesagt, der unterirdische Ausfluss in nicht grosser Entfernung unterhalb zu Tage tritt, nicht anzunehmen.

Wenn man nun aber auch davon überzeugt war, dass als die Ursache dieser Bodenbewegungen die in der Sohle des Beckens bei Tschappina noch fortwirkende Erosion anzusehen sei, so konnte man es sich doch nicht verhehlen, dass die Beseitigung dieser Ursache eine sehr schwierige Aufgabe bilde. Bloss von Einbauten in die Hauptrinne nach dem gewöhnlichen Verbauungsverfahren konnte man sich diesen Erfolg nicht versprechen, dies schon wegen des Mangels an hiezu geeignetem Baumaterial. Es soll damit nicht gesagt sein, dass man von solchen Einbauten

Die Ursache der
Bodenbewegungen
zu Tschappina.

Der Lüschersee.

Die Arbeiten zur
Unterdrückung der
Bodenbewegungen
zu Tschappina.

ganz absehen wollte, wohl aber, dass nöthig gefunden wurde, dieselben durch andere Massregeln in wesentlichem Masse zu unterstützen.

Wasserableitung.

Als solche Massregel ergab sich in erster Linie die Ableitung der verschiedenen Wasserläufe, welche sich direkt in die Bodenbrüche ergossen. Der Nutzen dieser Ableitung war nicht allein darin zu erblicken, dass der Boden nicht mehr aufgeweicht werde, sondern noch mehr in der Verminderung der Wassermenge und daher der Wasserkraft in Rücksicht auf die Erosion und die Abfuhr der abgebrochenen Bodentheile.

Um diesen Zweck zu erreichen, mussten alle Wasserstränge vom linksseitigen Hange gegenüber Masügg unterhalb Glas im Bogen um das ganze Abbruchbecken herum aufgefangen und bis zu einer Stelle abgeleitet werden, wo sie unschädlich in die Nollaschlucht hinuntergeführt werden konnten. Der Spezialplan, Tafel XI, zeigt des Nähern, wie Letzteres im Maidlitobel geschehen ist. Die Beweglichkeit des Bodens, über welchen der hiezu dienende Kanal geführt werden musste, brachte es mit sich, diesen aus Holz zu erstellen. Die photographische Aufnahme, Tafel XVI, zeigt die Konstruktion, auch kann darauf die ganze Linie desselben bis zu oberst verfolgt werden. Letztere ist ebenfalls im Gesamtplan, Tafel VII, eingezeichnet.

**Die Arbeiten bei
der Mündung der
weissen Nolla.**

Diese Gruppe von Arbeiten (vide vorgenannte Tafel XI) wurde durch verschiedene Wahrnehmungen und Ermittlungen, die sich auf ein periodisch ungleiches Verhalten der Nolla bezogen, veranlasst. Ausserdem, dass wir eine Periode verhältnissmässiger Beruhigung aus der neueren Zeit, nämlich von 1834 bis 1868, kennen, deuten die frühern geschichtlichen Angaben, beziehungsweise das zeitweise Fehlen von solchen, darauf hin, dass solche Perioden auch damals vorgekommen sind. Dazu kam, dass man infolge von zwei Nivellements, von denen das eine vor und das andere nach 1868 (beziehungsweise 1858 und 1870) gemacht wurde, Kenntniss von einer beim Hochwasser dieses Jahres in der Schlucht von der Mündung der weissen Nolla bis hinauf zum Grohlibach stattgehabten Veränderung erhielt, welche geeignet schien, als Erklärung für jenes periodische Verhalten zu dienen. Von den beiden Sohllinien von 1870 und 1890, welche das Längenprofil auch hier zeigt, verläuft die letztere noch viel höher über der erstern als im untern Theil der Nollaschlucht. Dieser Linie von 1890 entsprach nun auch die von 1858, nur dass sie noch etwas höher lag, und es ergab also das Nivellement von 1870 derselben gegenüber eine sehr grosse Vertiefung des Nollabettes.

Die Nollabroschüre von 1870 bemerkt hiezu Folgendes:

«Die Vergleichung des Längenprofils von 1858 mit dem jetzt (1870) aufgenommenen ergibt eine seither stattgehabte, sehr auffallende Niveauveränderung in der Schlucht innerhalb dem Masüggertobel (weisse Nolla). Hier hat sich statt der im äussern Theil des Thales beobachteten grossen Geschiebsablagerung eine sehr bedeutende Sohlvertiefung herausgestellt. Indem der zunächst innerhalb dem Ma-

süggertobel beginnende Abstand (zwischen beiden Sohllinien) bis zum Maximum ansteigt und dann oben gegen die steilere Erhebung der hintern Thalböschung wieder ausläuft, bildete die Sohle von 1858 den ganz naturgemässen Uebergang von dem äussern, geringern Gefäll zum steilern im Thalhintergrunde.»

.....
«Während der seit 1834 verflossenen längern Reihe von Jahren, in welcher keine jener ausserordentlichen Anschwellungen der Nolla stattfanden, hat sich also in der engen Schlucht dasjenige selbst zu bilden begonnen und ist auch schon zu bedeutender Entwicklung gelangt gewesen, was wir auf künstlichem Wege herbeizuführen gedenken, nämlich eine hier ihren Anfang nehmende und nach einwärts fortschreitende Sohlerhöhung.»

.....
«Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch in frühern solchen Perioden die gleiche Entwicklung stattgefunden hat und dass derselben die zeitweise Besserung der Zustände im Nollathale zuzuschreiben ist.»

.....
«Eine ausserordentliche Anschwellung genügte dann aber, diesen Damm zu durchbrechen und dem Uebel wieder nach allen Richtungen seinen Fortgang zu geben.»

Welchen Einfluss auf die Breite der Sohle ihre höhere Lage, wie diese vor 1868 bestund und jetzt wieder besteht, ausübt, zeigen die ebenfalls auf Aufnahmen von 1870 und 1890 beruhenden Querprofile, Tafel IX.

Wenn nun laut vorstehendem Citat in der Nollabroschüre von 1870 die Vermuthung ausgesprochen ist, die in Rede stehende grossartige Niveauveränderung habe auch schon in frühern Perioden stattgefunden, so darf es wohl als eine auffallende Bestätigung dieser Ansicht angesehen werden, dass seither die Erhöhung der Sohle um 20 m. und darüber sich wieder vollzogen hat.

Somit bleibt blos die Frage, wieso es berechtigt erscheine, den periodischen Bestand besserer Zustände mit diesen Niveauveränderungen, beziehungsweise der fraglichen Alluvialbildung in Verbindung zu bringen. Dabei bedarf es wohl keines weitem Beweises dafür, dass dieselbe für die betreffende, 1 km. lange Strecke der Schlucht selbst ganz die gleiche Wirkung hervorbringen muss wie eine mit Einbauten in dieselbe veranlasste Erhöhung der Sohle von gleichem Belange, nämlich die der Beruhigung der beidseitigen im Abbruch gewesenen Hänge. Ausserdem wird die grosse Breite der Sohle die Schiebkraft des Wassers vermindern, und indem in Folge dessen wenigstens die schwerern Geschiebe liegen bleiben, wird aus diesem Grunde die Erhöhung der Sohle noch weiter fortschreiten und also der damit geschaffene Stützpunkt sich auch mehr gegen das Abbruchbecken vorschieben.

Hierin und in der Wasserableitung sind daher die beiden Hauptbedingungen für die Unterdrückung der Erosion in diesem Becken zu erblicken, indem sie die-

selbe zum Theil an und für sich bewirken, zum Theil die Ausführung von Arbeiten zu diesem Zwecke im Abbruchbecken selbst ermöglichen.

Nun aber haben wir gesehen, dass mehrerwähnte Alluvialbildung die Gewähr des Bestandes früher nicht bot. Gegenwärtig ist eine Bedingung für dieselbe durch die Wasserableitung geschaffen. Es erscheint aber nöthig, eine weitere Bedingung durch Sicherung des Fusses zu erfüllen. Denn wie das Längenprofil zeigt, hat man es mit einer Rampe zu thun und besteht daher die Gefahr, dass dieselbe auch durch die verminderte Wassermenge abgebrochen wird, nachdem sie durch andere Umstände des Fusses beraubt worden ist.

Letzteres ist aber bisher in Wirklichkeit durch die weisse Nolla geschehen, welche, von der rechten Seite rechtwinklig einmündend, das Nollabett durchquerte und damit den Fuss des von der schwarzen Nolla vorgeschobenen Schuttkegels, um den es sich hiebei eigentlich handelt, abgeschnitten hat. Gleichzeitig unter-spülte sie den linksseitigen Abhang und brachte denselben dadurch zum Abbruche.

Um in beiden Beziehungen Abhülfe zu schaffen, ist die weisse Nolla durch Verschliessung der bisherigen Mündung mit einer Sperre und Anlage eines Felsskanals nach abwärts abgelenkt worden, wie dies aus dem Spezialplan, Tafel XI, und der photographischen Aufnahme, Tafel XIV, ersichtlich ist. Durch diese Vorkehr ist nicht nur die Erhaltung des Fusses der Rampe bei der alten Mündungsstelle gesichert, sondern auch der schwarzen Nolla ermöglicht, denselben noch weiter vorzuschieben.

Eine zweite Sperre in der Schlucht der weissen Nolla ist projektirt, um damit noch mehr Geschiebe zurückzuhalten, beziehungsweise ihre Abfuhr zu regeln, und besonders auch, um die Anströmung gegen die vordere Sperre zu mässigen.

Auf vorerwähntem Spezialplan finden sich, wie schon an anderer Stelle bemerkt, auch die Verbauungsarbeiten dargestellt, welche im Maidlitobel ausgeführt wurden, um durch dieses das vom Bruchgebiet abgeleitete Wasser unschädlich in die Nollaschlucht hinunterführen zu können.

An dieser Stelle, an der die ganze Wassermenge der Nolla wieder zusammenkommt, findet die obere, in Beziehung zur Verbauung des Abbruchgebietes bei Tschappina stehende Partie ihren Abschluss, und es ist auch eventuell in Aussicht genommen, denselben mit einer Sperre, wie sie im Plan durch Punktirung angedeutet ist, baulich zum Ausdrucke zu bringen. Dadurch würde verhindert, dass eine durch die vereinigte Wassermasse etwa bewirkte Vertiefung der jetzigen Sohle sich nach aufwärts fortpflanzen könnte. Andererseits ist aber kaum zu bezweifeln, dass der Bau eines solchen Werkes ähnlichen in der Mächtigkeit der auf der Erosionssohle aufgelagerten Nollageschiebe begründeten Schwierigkeiten begegnen würde, wie man sie bei III erfahren hat und die wegen der grössern Breite der Schlucht an dieser Stelle noch mehr in's Gewicht fallen würden.

Es ist auch gestattet, abzuwarten, ob das Bedürfniss für einen solchen Einbau aus angegebenen Grunde sich wirklich bemerklich machen wird. Bis jetzt ist dies

nicht der Fall, da im Gegentheil, wie das Längenprofil zeigt, die aus der Schlucht der schwarzen Nolla hervorgewachsene Erhöhung des Bachbettes nicht nur an dieser Stelle noch in bedeutendem Masse besteht, sondern sich auch weiter bis III fortpflanzt, wo sie, wie schon bemerkt, mit derjenigen zusammentrifft, welche von der Sperre II nach aufwärts bewirkt worden ist.

Das sehr bedeutende Hochwasser im Rheingebiet vom 30. August 1890, das, wie bekannt, wieder eine Ueberschwemmung im Vorarlberg veranlasste, charakterisirte sich im Kanton Graubünden ganz besonders durch eine grosse Zahl von Schädigungen durch Wildbäche und Bodenbewegungen aller Art. Dies war namentlich auch im Domleschg der Fall, und gerade der in geringer Entfernung von der Nolla ausserhalb Thusis ebenfalls vom Heinzenberg kommende Summapraderbach hatte bei diesem Anlasse eine Geschiebsentleerung, wie seit vielen Jahren nicht mehr. Auf der andern Seite kamen an den ebenfalls in der Nähe liegenden Strassen der Viamala und des Schyn Verkehrsstörungen aus solcher Veranlassung vor. Unter solchen Umständen wäre nach der frühern Gepflogenheit der Nolla zu erwarten gewesen, dass auch sie eine ihrer grossen, die Stauung des Rheines veranlassenden Eruptionen gehabt hätte. Um so auffallender und erfreulicher war der von dort erhaltene Bericht: «Die Nolla hat viel Wasser, aber wenig Geschiebe, und übt auf den Rhein gar keinen Einfluss aus.» In diesem Verhalten bei solchem Anlasse darf nun wohl der Beweis für einen grossen Erfolg der Nollaverbauung erblickt werden, wie darauf hinweisende Wahrnehmungen zwar schon seit mehreren Jahren gemacht werden konnten.

Trotzdem darf dieselbe, auch abgesehen von den schon erwähnten Vollendungsarbeiten im äussern Laufe der Nolla, noch nicht als vollendet und konsolidirt angesehen werden. Von den, wie wir oben gesehen haben, durch die Wasserableitung und durch die Sohlerhöhung im innersten Theil der Schlucht erst ermöglichten Sohlversicherungen im Abbruchbecken selbst besteht erst die im photographisch aufgenommenen Bild, Tafel XV, dargestellte Sperre oberhalb des Punktes VIII. Nun zeigt zwar letztgenanntes Bild, wie dieselbe in einer in das Becken hineinreichenden Sohlerhöhung eine sehr gute Wirkung hervorgebracht hat. Aber es müssen weiter oben noch mehr solche Einbauten gemacht werden, bei denen man sich zwar wegen Mangel an geeignetem Steinmaterial in der Hauptsache auf Holzkonstruktionen beschränkt sehen wird. Diese Sohlversicherungen sind nämlich nothwendig, weil hier noch immer so viel Wasser, das nicht aufgefangen werden konnte, vorhanden ist, dass es bei der schlechten Beschaffenheit des Bodens Abspülungen in der Sohle und an den Seiten zu bewirken vermag. Diese müssen noch gänzlich beseitigt werden.

Nachdem dies geschehen und die auch nachher bis zu gänzlicher Beruhigung noch nothwendigen Nachrutschungen erfolgt sein werden, hat noch die Befestigung der Bruchflächen durch Flechtwerk und Bepflanzung zu folgen. Bezüglich des

Der Erfolg und
die Vollendungs-
arbeiten
im Abbruchgebiet.

damit anzustrebenden definitiven Zustandes kommt dann noch in Betracht, dass es nicht wohl möglich ist, den Wasserableitungskanal für alle Zukunft zu erhalten. Der Boden desselben ist der Abnutzung ausgesetzt, und die übrigen Theile werden in nicht sehr ferner Zeit durch Fäulniss abgehen, und es würde sich daher der fortwährende Unterhalt dieses Kanals bei der bedeutenden Länge desselben sehr kostspielig gestalten. Wenn derselbe aber vernachlässigt würde, ohne dass vorher in anderer Weise für den unschädlichen Abfluss des Wassers gesorgt ist, so würde dies zu neuen Bodenbewegungen Veranlassung geben. Daher müssen gleichzeitig mit der allgemeinen Versicherung der Hänge mit Flechtwerk auch Rinnen für die verschiedenen Wasserläufe gebildet werden, durch welche jeder einzeln in seiner normalen Richtung in die Sohle des Beckens geführt wird. Jede Konzentrirung und daherige Kräftigung des Wassers ist dabei zu vermeiden, selbstverständlich abgesehen von der Hauptrinne, welche alle aufnehmen muss und für deren Festigkeit durch die schon erwähnten kräftigern Einbauten gesorgt wird.

Die schon in so bedeutendem Masse eingetretene Beruhigung lässt nicht bezweifeln, dass das den jetzt noch wüsten Kessel als bewachsenes Becken darstellende Zukunftsbild realisirbar ist. Seine Erhaltung wird beständige Aufsicht und Vorsorge erfordern, aber um so weniger Schwierigkeit bilden, als die durch die Beschaffenheit des Bodens begünstigten Kulturen das dazu erforderliche Holzmaterial reichlich bieten werden.

In ähnlicher Weise wird übrigens auch noch wenigstens der innerste Theil der Schlucht bis zur jetzigen Mündung der weissen Nolla zu behandeln sein, nämlich so, dass dem Wasser ein genügend breiter und befestigter Kanal angewiesen und daneben der Boden in der Sohle und den Hängen der Schlucht bepflanzt wird.

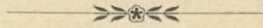
Pro memoria.

Die Vollendung und Konsolidirung der Nollaverbauung wird also noch ziemlich viel Arbeit und Kosten, ihr Unterhalt unausgesetzte Aufmerksamkeit und Pflege erfordern.

Wie unerlässlich es aber ist, in beiden Beziehungen nichts zu versäumen, ergibt sich aus schon früher Gesagtem. Gleichwohl mag es angemessen sein, auch noch daran zu erinnern, dass das Bedürfniss der ihrer Vollendung entgegengehenden Rekonstruktion der Rheinkorrektion im Domleschg nicht eigentlich durch den Rhein selbst, sondern durch die Nolla veranlasst worden ist. Diese Korrektion hatte das gewaltige Hochwasser von 1868 glücklich bestanden, erlitt aber nachher bei verhältnissmässig kleinen Anschwellungen grossen Schaden, weil unterdessen infolge der in den Jahren 1869 und 1870 fortgesetzten ungeheuren Entleerungen der Nolla der Schutt das Bett angefüllt hatte und der Rhein dadurch aus demselben hinausgedrängt wurde.

Darf nun die rekonstruirte Korrektion als vor solchem Schicksal gesichert angesehen werden? Dies muss mit gleicher Sicherheit, wie es für den Fall, dass die Nolla auch künftig sich wie beim Hochwasser von 1890 verhalten wird, bejaht

werden darf, für den entgegengesetzten Fall, für den der Wiederkehr von den Zuständen des Anfanges der Siebenzigerjahre, verneint werden. Oder wie will angenommen werden, dass es dem Rhein möglich sein sollte, ihm in solch ungeheuren Massen und unausgesetzt Jahre lang zugeführte Schuttmassen unaufgehalten abzuführen, also die Nollamündung gewissermassen weiter thalabwärts, etwa nach Reichenau, zu verlegen? Die Unmöglichkeit dieser Annahme ist wohl augenfällig. Wenn sie es aber nicht wäre, so würde damit nur das durch die Korrektion des Hinter-Rheins ohne Nollaverbauung über die untere Gegend gebrachte Unheil und damit wieder die Unerlässlichkeit der letztern und ihres sorgfältigen künftigen Unterhaltes bewiesen sein.



Verbauungsarbeiten in gleitendem Boden.

Definition.

Die grossartigen Erscheinungen an der Rovana bei Campo und an der Nolla bei Tschappina beruhten auf einer gleitenden Bewegung des Bodens. Dies gilt auch von dem im ersten Heft behandelten Falle, wo an der kleinen Schlieren, Abtheilung im Seeweli, ein Bodendruck stattfand, durch den einige Sperren zusammen und in der Mitte in die Höhe gepresst wurden. In diesen Fällen handelte es sich um eine so langsame Bewegung, dass sie direkt an sich nicht wahrnehmbar war, sondern erst an ihren Wirkungen, ähnlich wie man die Bewegung des Zeigers einer Uhr erst daran erkennt, dass sie stattgefunden hat.

Bei dem gleitenden Boden, von dem im gegenwärtigen Abschnitte die Rede sein soll, handelt es sich im Gegentheil um sehr wahrnehmbare Bewegungen, wie sie dann entstehen, wenn die natürliche ruhige Lage zu solcher Bewegung geneigten Bodens durch Anschneiden, sei es ein künstliches oder durch Erosion bewirktes, gestört wird, wo er dann in einen gleitenden oder so zu sagen träg flüssigen Zustand geräth. Die Schwierigkeiten, welche solcher Boden auch bei andern Bauten namentlich den Foundationen bereitet, indem er den Aushub immer wieder auszugleichen bestrebt ist, sind bekannt. Dieselben werden sich aber noch in besonders hohem Masse da geltend machen, wo man in einem engen Bachbette mit beständig fliessendem Wasser und noch unter der Gefahr grösserer Anschwellungen des letztern, sowie von den Seiten abgleitender Schutt- und Schlamm Massen arbeiten muss.

Solchen Verhältnissen begegnet man bei den Wildbachverbauungen häufig, jedoch besteht in den einzelnen Fällen ein grosser gradueller Unterschied. Wenn es daher auch nicht die Meinung hat, in den hier nachfolgenden Fällen eine Spezialität vorzuführen, so kommt ihnen doch die Bedeutung von Beispielen für ein ausnahmsweises Mass solcher Schwierigkeiten zu, und dies zwar in Rücksicht sowohl auf die Ausführung der Arbeiten an sich, als auch auf die bezweckte Wirkung derselben.

Der Liefibach
bei Beckenried.

Dieser bei Beckenried in den Vierwaldstättersee mündende Wildbach bildet zusammen mit dem in gewissem Zusammenhange mit ihm stehenden Drestlibach den Gegenstand eines grössern Verbauungswerkes, dessen durch 1883 stattgehabte

grosse Verwüstungen veranlasste Ausführung im Jahre 1884 begonnen wurde und bezüglich des eigentlich baulichen Theiles nun sehr weit fortgeschritten ist.

Hier wird aber nur eine Abtheilung desselben dargestellt, und zwar geschieht dies nebst dem Texte in dem Situationsplan, Tafel XVII, dem Längenprofil, Tafel XVIII, den Querprofilen, Tafel XIX, und den photographisch aufgenommenen Bildern, Tafeln XX—XXII.

Das Gebiet des Lielibaches liegt in Flysch und Schuttablagerungen; auf der speziell in Rede stehenden, unter dem Ankenberg gelegenen Strecke, genannt Gyrentössli, waltet linksseits die erstere, rechtsseits die letztere Formation vor, dabei ist der Boden auf beiden Seiten sehr stark mit Wasser getränkt. Diese Verhältnisse, zusammen mit dem grossen bis über 40 % betragenden Gefäll und dem bedeutenden Wasserreichtum des Baches, brachten es mit sich, dass in dem wenig Widerstand leistenden Bachbette starke Erosionen entstanden und diese, indem es sich eben um einen zum Gleiten geneigten Boden handelt, Bodenbewegungen veranlassten, die sich nach und nach bis hoch an beiden Seiten hinauf fortpflanzten. Die so in Abbruch gerathenen Bodenflächen sind im Situationsplan dargestellt; die Querprofile C—D und E—F auf Tafel XIX mit ihren wellenförmigen Linien charakterisiren die gleitende Bewegung; die Photographie auf Tafel XXII zeigt den Zustand vor der Verbauung mit den von beiden Seiten abgleitenden Bodentheilen, dem davon angefüllten Bachbette und hinwieder den vom Bache darin bewirkten Abspülungen. Dieser Zustand wurde zugleich beeinflusst durch von den obern Theilen des Baches kommende Geschiebe und die am untern Ende der Strecke bestehende, einen Stau bewirkende Verengung des Bachbettes. Indem so die vom Bache abgeführten Geschiebe immer wieder durch neue Ablösungen von den Seiten und neue Zufuhr von oben her ersetzt wurden, ist es erklärlich, dass trotz der fortwährend wirkenden Erosion doch eine allgemeine und andauernde Vertiefung des Bachbettes durch wiederholte vor der Verbauung vorgenommene Nivellements nicht ermittelt worden ist, sondern dieselben nur sich kreuzende Erhöhungen und Vertiefungen ergeben haben. Dass hier das Grundwasser einen wesentlichen Einfluss ausübt, ist gewiss richtig, aber doch wieder nur in dem Sinne, dass es die Disposition zur Bewegung bildet, die Veranlassung zu derselben dagegen vom Bache ausgegangen ist, dies demonstriert doch schon augenscheinlich genug das im Situationsplane vorliegende Bild mit den vom Bachlaufe so zu sagen ausstrahlenden Bruchflächen.

Was zum Zwecke der Beruhigung dieser Partie geschehen ist, zeigen die in den verschiedenen vorgenannten Beilagen eingezeichneten oder nach photographischer Aufnahme dargestellten Arbeiten. Es sind Quer- und Parallelbauten, welche letztere hier in der ganzen Länge und auf beiden Seiten nothwendig waren.

Konstruktionsdetail erscheint, nachdem darüber schon an andern Stellen erläuternde Mittheilungen gemacht worden sind, nicht nöthig; bloss mag bezüglich des wegen des nicht in genügender Menge vorhandenen Steinmaterials theilweise ver-

wendeten Holzes wiederholt werden, dass dieses, wo es wie hier beständig im Wasser oder nassem Boden liegt, von sehr langer Dauer ist.

Es ist wohl schon gesagt worden, unter Bodenverhältnissen, wie sie hier bestehen, fänden Querbauten nicht zweckmässige Anwendung, weil sie stauend, also den Abfluss des Grundwassers hindernd wirken. Dabei ist aber übersehen worden, dass das angewandte Trockenmauerwerk und gar die gemischten Holz- und Steinstrukturen durchlässig sind und daher in ganz vorzüglicher Weise den beiden Anforderungen entsprechen, einerseits den Boden fest zu halten und andererseits dem Grundwasser Abzug zu gestatten, somit als Drain zu dienen. Es gilt dies auch für die Parallelwuhre, die infolge dessen austrocknend auf den Fuss der Böschungen einwirken.

Die Ausführung wurde von zwei Ausgangspunkten betrieben, dem Felsprofil unten an der Strecke und einer Anhäufung von Blöcken beim obern Ankenbergsteg ungefähr in der Mitte derselben; sie konnte nur Schritt vor Schritt stattfinden, indem durch den untern Einbau der Standpunkt für den nächst obern gesichert, beziehungsweise erst geschaffen wurde. Störungen durch Anschwellungen des Baches und Verschüttungen der Baustellen von den Seiten her kamen nicht selten vor. Letztere dienten übrigens zur erwünschten Erhöhung des Bettes, indem sie durch successive höhere Aufführung der Sperren festgehalten wurden. Die Erstellung der Parallelwerke wurde gleichzeitig betrieben. Dieselben sind, wie schon bemerkt, hier unerlässlich, indem in diesem beweglichen Boden die Bachseiten eines ununterbrochenen Schutzes gegen Unterspülung bedürftig sind und auch verhindert werden muss, dass der Boden zwischen den Sperren in das Bett vorstossen kann.

Die durch diese Bauten gegenüber dem in der schon genannten Photographie dargestellten frühern Zustand erzielte Veränderung mit der aus Schutt und Schlamm herausgehobenen Bachsohle und den durch die Parallelwerke geschützten und gestützten Böschungen ist in die Augen springend. Darüber, wie diese erzielte Befestigung des Fusses die Beruhigung der Hänge zur Folge hat, haben wir uns an andern Stellen schon verbreitet. Thatsächlich ist sie auf der obern Hälfte der in Rede stehenden Strecke des Lielibaches schon in hohem Masse eingetreten. Auf der untern Hälfte, und da besonders auf der linken Seite, wo schon für die Bauausführung die vom Wasserandrang herrührenden Schwierigkeiten grösser waren, vollzieht sich aus dem gleichen Grunde auch die Beruhigung der Hänge langsamer. Immerhin schreitet sie auch da fort, und es besteht kein Zweifel, dass sie mit Hülfe der noch vorzunehmenden Ergänzungsarbeiten, namentlich auch Sammlung und Ableitung der Wasser in den obern Partien der Hänge, wo die Bewegung sich hauptsächlich noch bemerklich macht, erzielt werden wird. Dass dazu in solchem Boden etwas mehr Zeit erforderlich ist, als in trockenem, ist wohl selbstverständlich und wäre sich daher mehr zu wundern, wenn die Wirkung der am Fusse der Hänge ausgeführten Arbeiten sich schon bis in die obersten Theile derselben vollzogen hätte.

Der vom Pilatus herkommende und bei Hergiswyl in den Vierwaldstättersee mündende Steinibach ist auf längere Strecke verbaut. Die 1887 begonnenen Arbeiten sind, betreffend das System von Sperren und Parallelwuhren am Bache selbst, jetzt vollendet. Wie beim Lielibach wird aber auch hier nur eine Sektion vorgeführt. Es ist die oberste, genannt in der Hölle, und es bestehen auf derselben ganz die gleichen Verhältnisse, wie bei derjenigen am Lielibache, so bezüglich der geologischen Formation — vorwaltend Flysch und Schutt —, so auch bezüglich des Wasserreichthums des Bodens, wie dann bezüglich der Folgen der vom Bache in diesem beweglichen Boden bewirkten Erosionen.

Die Ortsverhältnisse und die Bauten finden sich dargestellt auf Situationsplan, Längenprofil, Querprofilen und den photographischen Aufnahmen, Tafeln XXIII bis XXVII.

Dem Vorstehenden gemäss begegnete auch hier die Ausführung grossen Schwierigkeiten, denen zufolge die grösste Umsicht beim Oeffnen der Fundamente und Einsetzen der Bauten erforderlich war. Trotz aller Solidität wurde auf der untern Hälfte der Strecke eine Sperre vollständig zerdrückt, so dass sie durch eine zunächst unterhalb angelegte ersetzt werden musste.

Wie aus dem Situationsplane ersichtlich, ist hier, gleich wie am Lielibach (und auf der schon früher genannten Druckpartie an der kleinen Schlieren), den Sperren nicht die gewöhnliche bachaufwärts gebogene, sondern eine mehr geradlinige Form gegeben worden, und man wird leicht erkennen, dass dies für einen von den Seiten kommenden Druck oder Schub die zweckmässigere, weil demselben besser widerstehende ist.

Im Uebrigen braucht das schon beim Lielibach Gesagte und auch für den Steinibach Geltende hier nicht wiederholt zu werden.

Nur auf das mag noch, im besondern Hinweis auf die Photographien, aufmerksam gemacht werden, wie auch hier der Bach hoch und breit aus der schmalen Erosionsrinne herausgehoben worden ist. Es ist damit veranschaulicht, wie es eigentlich darauf ankommt, letztere hoch und stark genug, beziehungsweise mit der nöthigen Belastung, zu verspannen.

Der Erfolg ist dann auch schon jetzt ein sehr guter, da die Hänge sich grösstentheils schon beruhigt haben. Abbrüche finden nur zu oberst an der Grenze der Bewegung statt, wo der Boden noch zu steil ist, um stehen zu können, und sich daher noch eine flachere Böschung ausbilden muss. Eine solche steile, aus dem hinuntergesunkenen Theil des Hanges emporragende Partie sieht man oben rechts auf der Photographie, Tafel XXVII.

Trotz dieses günstigen Erfolges wird auch hier noch die Sammlung des Wassers in den Hängen und die angemessene Einleitung desselben in den Bach, wie dann die oberflächliche Befestigung des Bodens mit Flechtwerk und Bepflanzung folgen.

Vielleicht wird man finden, es wäre zweckmässiger, die Wasserableitung früher vorzunehmen, um daraus Vorthail für die Ausführung der Bauten zu ziehen. Dafür, dass wir damit für die Fälle, wo sich's machen lässt, einverstanden sind, kann auf den Abschnitt Nolla verwiesen werden. Bei den hier in Rede stehenden zwei Fällen lag aber die Sache anders, weil hier nicht wie dort das Wasser oberhalb dem gebrochenen Boden abgeschnitten werden konnte, sondern erst in diesem hätte aufgefangen und abgeleitet werden müssen. Im Hinblick auf den in den Photographien zur Anschauung gebrachten frühern Zustand dürfte es einleuchten, dass unter solchen Verhältnissen es sich empfiehlt oder selbst nothwendig ist, damit zuzuwarten, bis ein gewisser Grad von Beruhigung eingetreten ist und am Bache selbst sich ein Zustand ausgebildet hat, welcher eine zweckmässige und gesicherte Einführung der Ableitungskanäle in denselben erst ermöglicht. Uebrigens wird diese Entwässerung sich, ähnlich wie es an der Druckpartie im Seeweli in der kleinen Schlieren geschehen und im Band I angegeben ist, mit Bodenschlitzen und Sickergraben machen.

Nachtrag zu
obiger Definition.

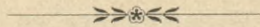
Wir haben den Boden, mit dem man es in den vorstehend besprochenen zwei Fällen zu thun hatte, als solchen bezeichnet, der in seinem naturgemässen Zustande ruhig sei, sofort aber in heftige Bewegung gerathe, sobald er angeschnitten, also verwundet wird, geschehe dies dann künstlich oder durch die von einem Wasserlaufe bewirkte Erosion. Sollte man uns fragen, woher wir diese Definition nehmen, so wäre die Antwort darauf: aus der Erfahrung. Aus der Erfahrung oder Beobachtung, die uns lehrt, dass am gleichen Wasserlaufe der gleiche Boden da ganz ruhig und fest steht, wo er nicht im Angriffe liegt, da aber in komplettem Abbruche sich befindet, wo dies der Fall ist; aus der oft und in sehr unangenehmer Weise gemachten Erfahrung ferner, dass dieser Abbruch durch das Anschneiden zu irgend welchem Zwecke in Boden veranlasst wurde, der ganz ruhig war und äusserlich auch ganz trocken schien — man erinnere sich des Falles, wo wegen der Abgrabung behufs Erweiterung des Platzes vor dem Bahnhofe von Lausanne der ganze Hang mit den darauf stehenden Gebäuden ins Gleiten gerieth. Umgekehrt lehrt uns die Erfahrung, dass solcher Boden wieder ganz ruhig wird, wenn die Gleichgewichtsstörung nicht mehr fortdauert und, soweit sie schon da war, wieder gehoben wird.

Man sagt aber vielleicht, das sei dann insofern nicht mehr der gleiche Boden, als seine Beschaffenheit durch Wasserableitung modifizirt wurde. Dies ist aber nur theilweise, d. h. keineswegs für alle Fälle richtig. Die Beruhigung, soweit sie bei den meisten Wildbachverbauungen den Hauptzweck bildet, nämlich die grossen, das Thal belästigenden Bodenabbrüche und daherigen massenhaften Geschiebsentleerungen zu verhindern, wird auch in solchen Fällen meist schon ohne alle Wasserableitung erzielt. Ein sehr auffallendes Beispiel in dieser Beziehung bildet der von uns zwar schon bei früherem Anlasse erwähnte Fall, wo im rechtsseitigen Thalabhänge

im vordern Prättigau zwischen den Dörfern Gräsch und Schiers eine auf der Partie, genannt in Böschös, bestandene, sehr umfangreiche Bewegung so zu sagen von selbst vollständig zur Ruhe kam, nachdem zum Zwecke der Strassenanlage die Landquart, welche bis dahin den Fuss dieses Hanges unterwühlte, auf die linke Thalseite verlegt worden war. Und nicht nur ist jener Hang ganz ruhig, sondern er ist auch oberflächlich wieder ganz trocken geworden. Die bestandenen Wasser-tümpel sind wieder versunken, wie sich das eben einfach dadurch erklärt, dass, wie das Wasser im gebrochenen Boden zu Tage tritt, dasselbe im wieder beruhigten Boden nach einiger Zeit auch wieder seine natürlichen unterirdischen Abzugswege findet.

Man wird leicht einsehen, dass diese Auseinandersetzung nicht ohne praktische Beziehung und Bedeutung ist; sie ist es aber besonders deshalb, weil es immer noch vorkommt, dass Bodenbewegungen in Rede stehender Art nur mit Wasserableitung, also ohne Beseitigung der Erosion geheilt werden wollen. Es ist dies allerdings um so schwerer zu begreifen, als man ja weiss, dass letztere selbst ganz trockenen Boden zum Abbruch bringt.

Die Sache beruht auf der Verwechslung oder Vermengung von Bodenbewegungen von ganz verschiedener Veranlassung, nämlich einerseits eben derjenigen durch Erosion und andererseits derjenigen durch irgendwie entstandene Störung des Wasserablaufes im Bodeninnern, die sich in allerlei Deformationen des Bodens und Ausbrüchen desselben manifestiren. Da freilich besteht das einzige Mittel darin, dem Wasser wieder seinen richtigen Ablauf zu verschaffen. Damit will nun selbstverständlich nicht gesagt werden, dass es sich nicht empfehle, die Wasserableitung überall, wo es sich darum überhaupt handeln kann, als Unterstützung der Verbauungsarbeiten anzuwenden, wohl aber will gesagt werden, dass es ein Irrthum ist, anzunehmen, man könne in den Fällen, von denen hier die Rede ist, mit dieser allein und ohne die Verbauungsarbeiten den Zweck der Beseitigung der Bodenbewegungen erreichen.



Verlegung des Laufes der Wildbäche.

Unter diesem Titel wird zweierlei zusammengefasst, einmal die gänzliche Ableitung des Laufes eines Wildbaches von der bisherigen Richtung und Lage, und dann eine blos seitliche Verrückung des Bettes unter Beibehaltung der Hauptrichtung.

Einen Fall gänzlicher Ableitung haben wir schon in Heft I, *Kleine Schlieren*, erwähnt. Hier führen wir zuerst einen solchen vor, der den *Lielibach bei Beckenried*, nämlich einen Zufluss desselben, *Moosbächli* genannt, betrifft und sich in Photographie und Plan, Tafeln XXVIII und XXIX, dargestellt findet. Die Veranlassung zu dieser Ableitung bildete der Umstand, dass genannter Zufluss in seiner bisherigen Richtung sehr starke Erosionen und daherige Schuttentleerungen gegen den Lielibach veranlasste.

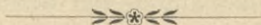
Wie aus den Beilagen ersichtlich ist, konnte der Bach auf Fels verlegt werden und es ist damit dem Uebel abgeholfen worden.

Die blos seitliche Verrückung des Bachbettes findet da Anwendung, wo auf der einen Seite desselben eine Schutthalde, auf der andern Fels besteht. Es kommt dies oft vor und der Bach senkt sich dann, von letzterem gegen erstere gedrängt, in den Schutt ein und veranlasst meist grosse Abbrüche. Hier findet sich die Abhilfe darin, dass vom Fels so viel abgesprengt wird, als nöthig ist, um den Bach auf denselben zu verlegen. Dabei kommt es vor, dass das Bett ganz in den Fels eingeschnitten oder aber in letztern nur die Sohle und die eine Seite zu liegen kommt, die andere Seite aber gegen die Schutthalde eine auf den Fels fundirte Ufersicherung erhält. Diese Varianten ergeben sich schon daraus, dass der Fels gewöhnlich nicht regelmässig verläuft, sondern stellenweise Vorsprünge hat, die besonders schädlich gegen die andere Seite wirken und daher abgeschnitten werden müssen.

Wir erwähnen hier solche Fälle, die vorgekommen sind: am *Plachtigraben* bei *Reutigen*, Nordseite der Stockhornkette, und dann am *Narrenbach* bei *Diemtigen* im Nidersimmenthal. Wir verweisen betreffend Plachtigraben auf Plan, Querprofil und Photographie, Tafeln XXX und XXXI, und betreffend Narrenbach auf die gleichnamigen Stücke, Tafeln XXXII bis XXXVI.

Besonders nennenswerthe Arbeiten dieser Art sind dann auch am *Haslen-Dorfbach*, Kanton *Glarus*, vorgekommen, und zwar sowohl bezüglich gänzlicher Ableitung des Baches, als bloß seitlicher Verlegung. Dieselben finden sich dargestellt in dem Situationsplan, Längen- und Querprofilen und Photographien, Tafeln XXXVII bis XL. Dieselben erklären sich von selbst, indem bloß beigefügt wird, dass der Bach dadurch von sehr gefährlichen, in Abbruch befindlichen Schutthalden abgeleitet, beziehungsweise abgerückt worden ist.

Es ist wohl einleuchtend, dass es, wo die Verlegung auf festen Fels stattfinden kann, kein rationelleres und mehr gesichertes Mittel zu Verbesserung der Verhältnisse an den Wildbächen gibt. Unter den verschiedenen Variationen, welche dabei vorkommen können, ist auch die zu nennen, dass zu Beseitigung des in einem Felsvorsprung bestehenden Uebelstandes, wenn letzterer hoch ist, statt eines Einschnittes ein Tunnel angewandt werden kann, wie dies z. B. an der *Rabiusa* bei *Chur* geschehen ist.



Verbauungsarbeiten mit Rücksicht auf Lawinen.

Es soll hier nicht von den eigentlichen Lawinenverbauungen, jenen Arbeiten, welche in Form von in den Horizontalkurven verlaufenden Mauern oder Verpfählungen zu dem Zwecke ausgeführt werden, das Abgleiten des Schnee's von den steilen und glatten Hängen und damit das Entstehen von Lawinen zu verhindern, die Rede sein. Indem da, wo die Höhenlage es noch gestattet, damit Aufforstungen zu verbinden sind, fällt dieser Zweig der Verbauung naturgemäss dem Forstfache zu und befindet sich in der Schweiz auch bei demselben.

Hingegen kommen Fälle vor, wo die Verhinderung von Lawinen mit diesem Mittel doch nicht möglich ist, oder wenigstens für lange Zeit noch nicht oder nicht gänzlich in Aussicht steht und man daher bei den an den Bächen auszuführenden Arbeiten auf das Vorkommen von Lawinen sich einrichten muss.

Mit solchen Fällen hatte man es beispielsweise an den *Wildbächen im graubündnerischen Münsterthal*: der «*Val Ruina*» bei *Fuldera* und der «*Archia Gronda*» bei *Valcava*, zu thun. Da zeigte es sich, dass besonders wegen der von den Lawinen mitgeführten Steine die Bauten keine vorstehenden Ecken und Kanten zeigen dürfen, indem diese von den darüber weggehenden Lawinen, zum Theil zwar auch von den Rufen, die noch aus obern unverbauten Partien kommen, weggeschlagen würden.

Aus dieser Wahrnehmung sind die runden Formen hervorgewachsen, welche die Zeichnungsblätter und Photographien, Tafeln XLV—XLVIII, zeigen. Man befindet sich da eben unter den Verhältnissen des Hochgebirges, auf welche wir in der Einleitung zum ersten Hefte hingewiesen haben, Verhältnisse, welche es nicht gestatteten, die in untern Partien der Bachläufe ausgeführten Arbeiten den schädlichen Einflüssen, welche ihren Ursprung im obern Theile des Gebirges haben, durch Beseitigung dieser Einflüsse, gänzlich zu entziehen.

Die Zweckmässigkeit besagter abgerundeter Formen unter solchen Verhältnissen ergibt sich selbstredend und sie ist auch erfahrungsmässig nachgewiesen.

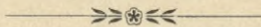
Am schon erwähnten *Haslen-Dorfbache* ist aus solchen Rücksichten, namentlich auch von der grossen Steilheit der betreffenden Partie, genannt *Mätseruns*, Veranlassung genommen worden, die Verbauung nicht blos mit einzelnen Sperren, sondern mit einer fortlaufenden Sohlversicherung, blos unterbrochen von rippen-

artigen Stufen, zu bewerkstelligen, wie die Tafeln XLI—XLIV es zeigen. Mit Rücksicht auf die Lawinen allein hätte hier davon vielleicht abgesehen werden können, da eigentliche Lawinen-Verbauungen mit der Verbauung dieses Baches verbunden werden. Aber es gibt überhaupt Fälle, und der vorliegende gehört zu diesen, wo die Anwendung dieses Verbauungsmittels, namentlich wegen grosser Steilheit und des daherigen Bedürfnisses einer grossen Zahl von Sperren, sich als zweckmässig erweist. Dies wird einleuchten schon im Hinblick auf die grossen Kosten, welche durch viele Foundationen veranlasst werden.

In einer andern Form ergab sich die Rücksichtnahme auf die Lawinen beim *Lauibach* zu *Lungern*, bezüglich dessen wir auf den Situationsplan, das Längensprofil und die Photographien, Tafeln XLIX—LII, verweisen. Hier sammelte sich im Trichter des aus dem Plan ersichtlichen Gebirgskessels im Winter und Frühjahr der Lawinenschnee, um dann bei Eintritt von Regengüssen in Masse und mit dem darauf liegenden Schutt in das Thal hinunter zu gleiten. Die dadurch veranlassten Nachtheile waren um so grösser, nachdem diese Massen sich nicht mehr in den zufolge der Senkung zurückgetretenen Lungernsee entleeren konnten, vielmehr den dadurch als Kulturboden gewonnenen Seeboden verschütteten.

Die Abhülfe wurde nun damit erzielt, dass am untern Ende des besagten Trichters mittelst Sperrenbauten eine starke Erhöhung und damit die Verminderung des Gefälles in dem nächst oberhalb liegenden, eine Fläche von zirka 1500 m² einnehmenden Becken bewirkt wurde. Diese Gefällsverminderung hat zur Folge, dass der angehäufte Lawinenschnee nicht mehr in Masse abgleitet, sondern successive abschmilzt. In Verbindung damit wurde auch oberhalb des Beckens eine Runse, welche bisher ihre Geschiebe in dasselbe entleerte, verbaut.

Im Thal wurde der Bach bis zum See in seiner jetzigen zurückgezogenen Lage korrigirt und damit befähigt, die wenigen Geschiebe, welche er noch bekommt, bis dorthin abzuführen.



Verbauung der Rovana bei Campo.



Situation.

Kirche von Campo

Campo

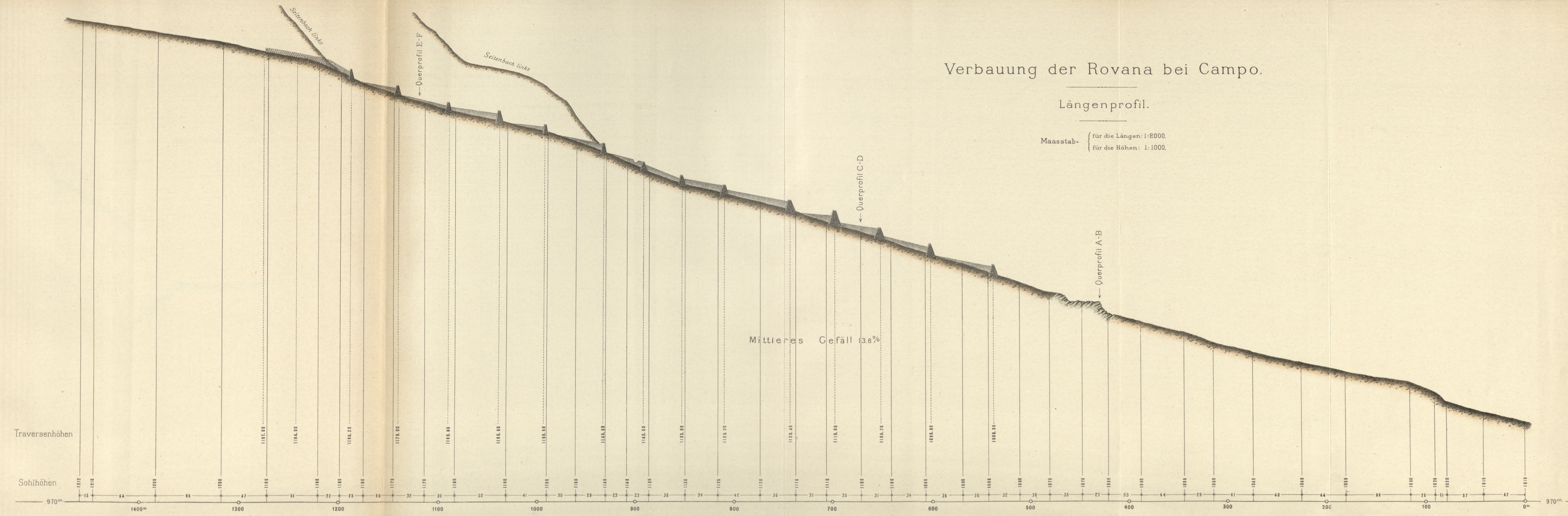
nach Cevio

Maasstab 1:4000.

Verbauung der Rovana bei Campo.

Längenprofil.

Maasstab- $\left\{ \begin{array}{l} \text{für die Längen: 1:2000.} \\ \text{für die Höhen: 1:1000.} \end{array} \right.$





Verbauung der Rovana bei Campo.

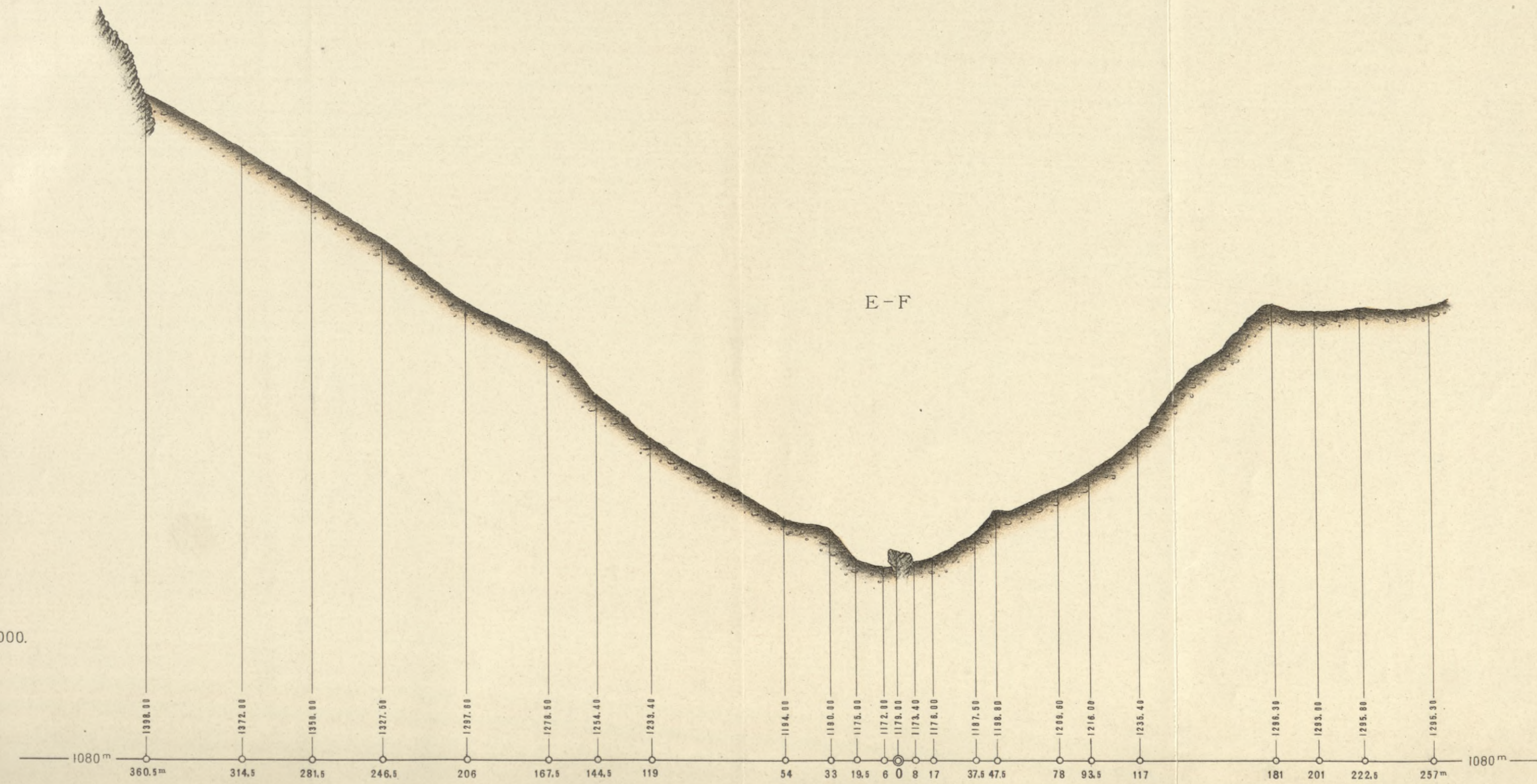
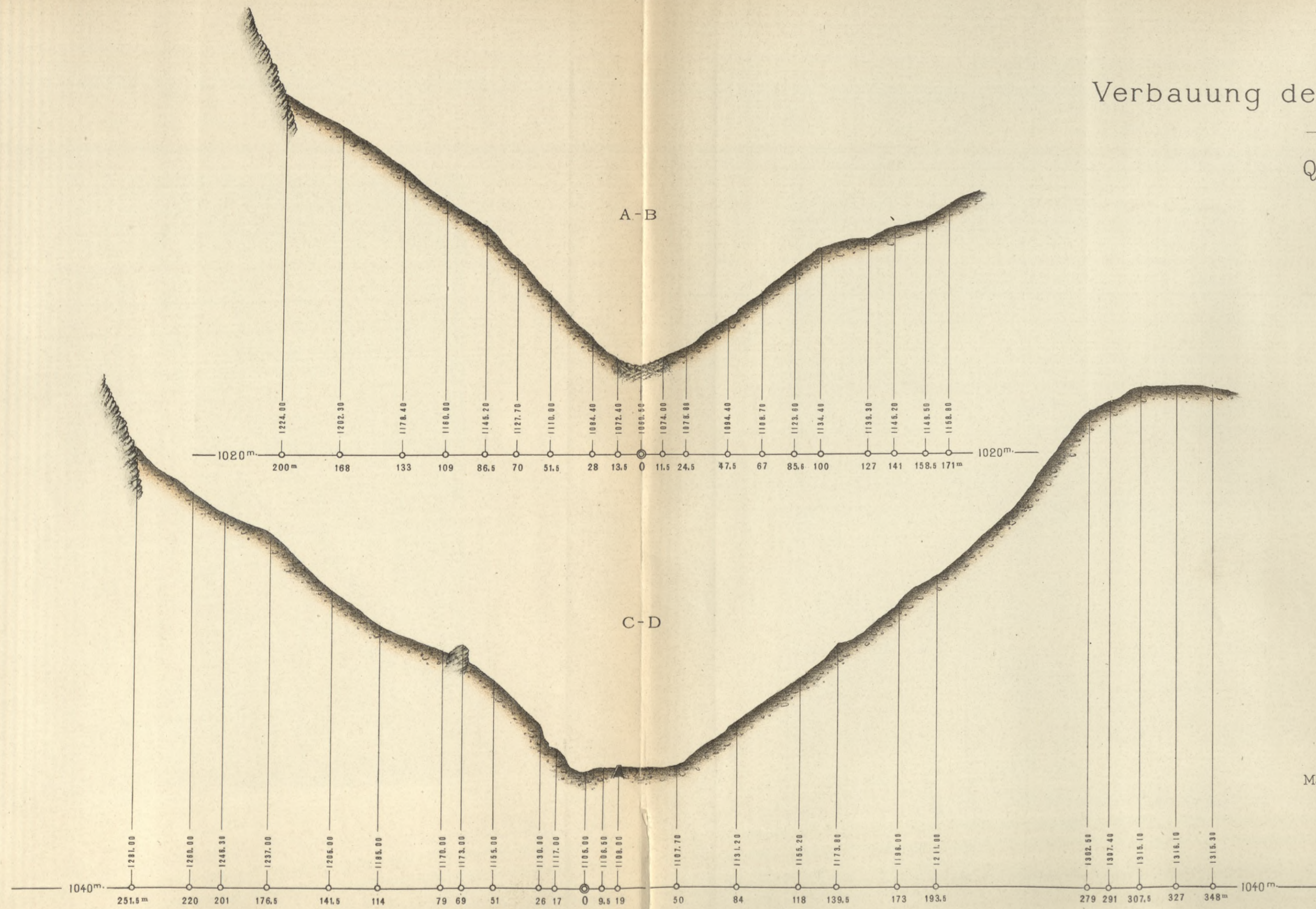
Querprofile.

A-B

C-D

E-F

Maasstab=1:2000.





VERBAUUNG der ROVANA bei CAMPO

Endg. Oberbaumspect. Wildbach-Verbaunngen

Tafel IV.



Jmp. M. Girardet

Photographie des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

General-Ansicht



VERBAUUNG der ROVANA bei CAMPO

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel V.



Jmp. M. Citardet

Photographie des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Unterste Strecke



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

*
Pólitechniczna

VERBAUUNG der ROVANA bei CAMPO

Fig. Oberbauinspekt. Wildbach-Verbauungen

Tafel VI.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Mittlere Strecke



Verbauung der Nolla bei Thusis.

Situation.



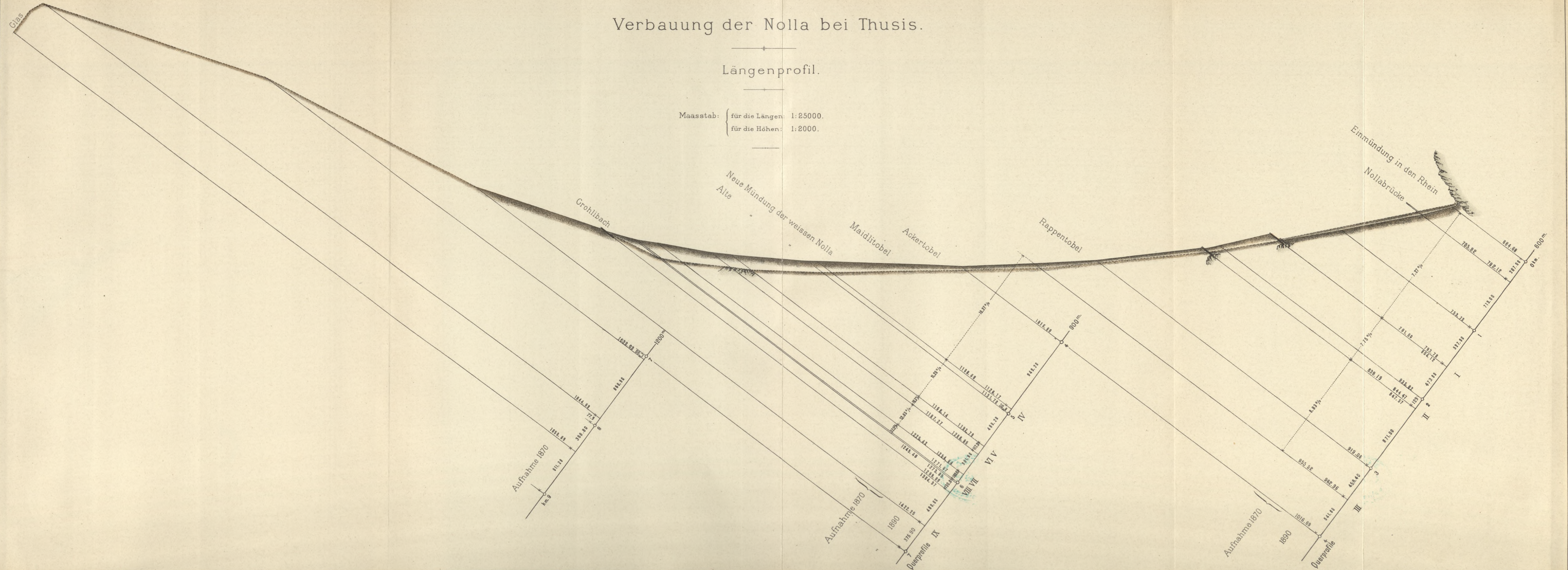
Maasstab-1: 25000



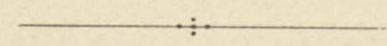
Verbauung der Nolla bei Thusis.

Längenprofil.

Maasstab: $\left\{ \begin{array}{l} \text{für die Längen: } 1:25000. \\ \text{für die Höhen: } 1:2000. \end{array} \right.$

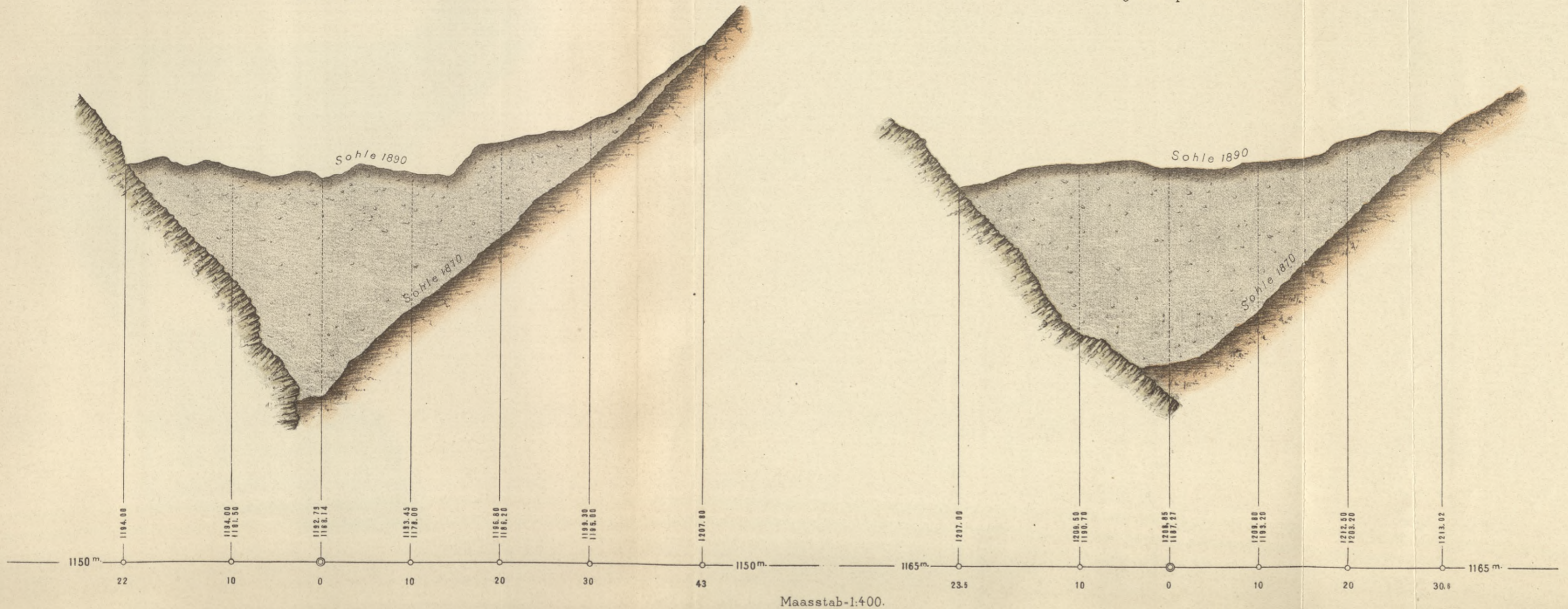


Verbauung der Nolla bei Thusis.



Querprofil N°V.

Querprofil N°VI.

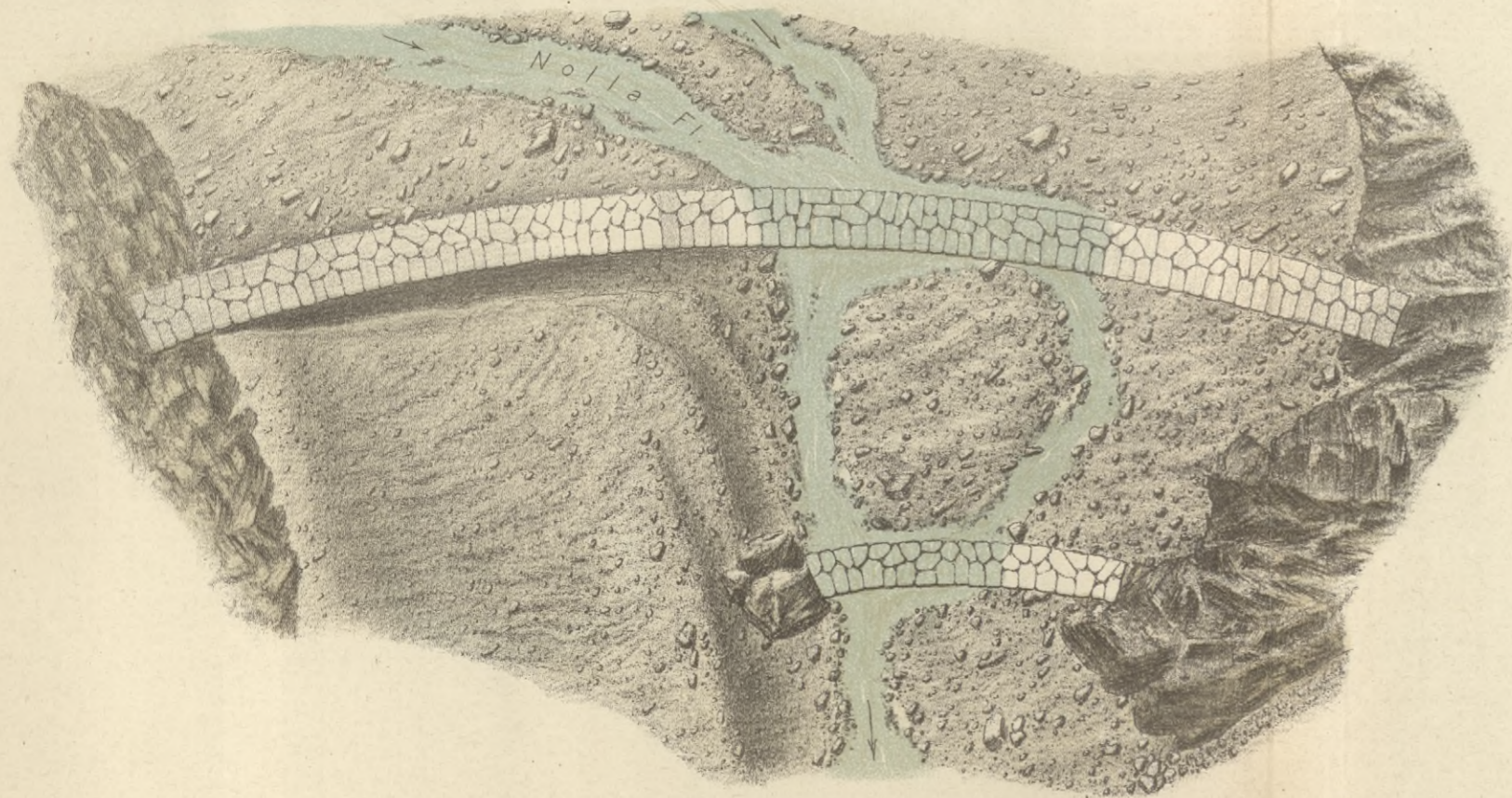


Maasstab-1:400.

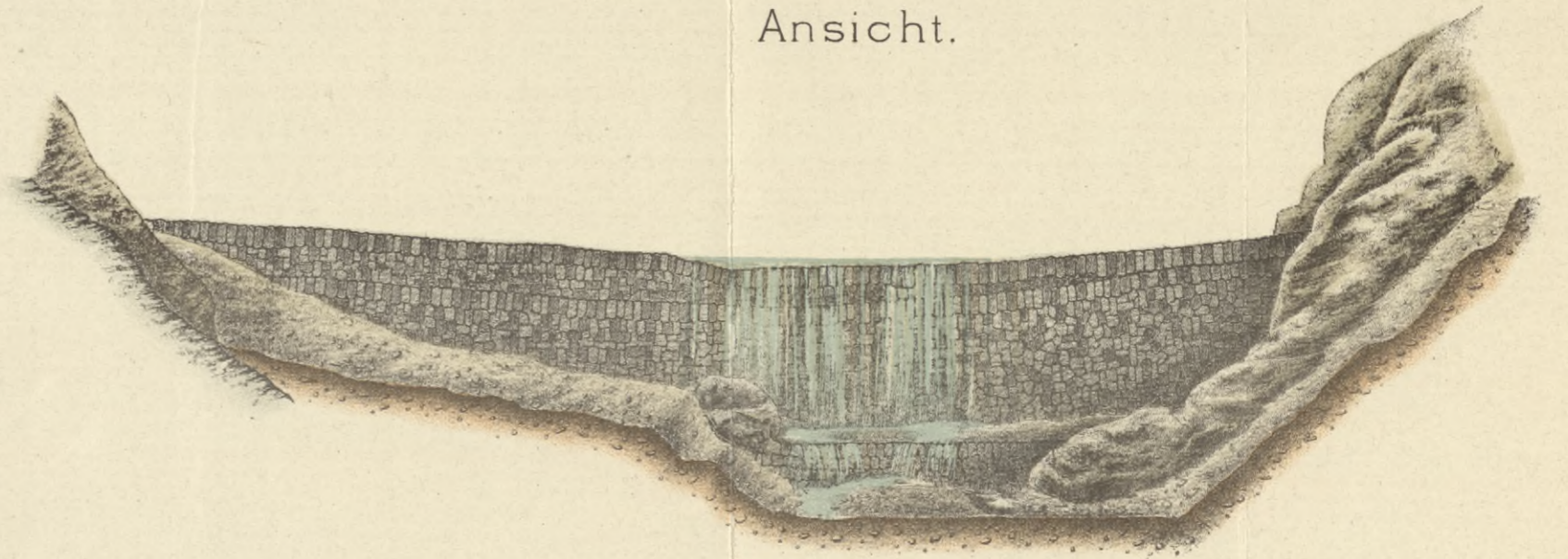
Verbauung der Nolla bei Thusis.

Sperre N°1.

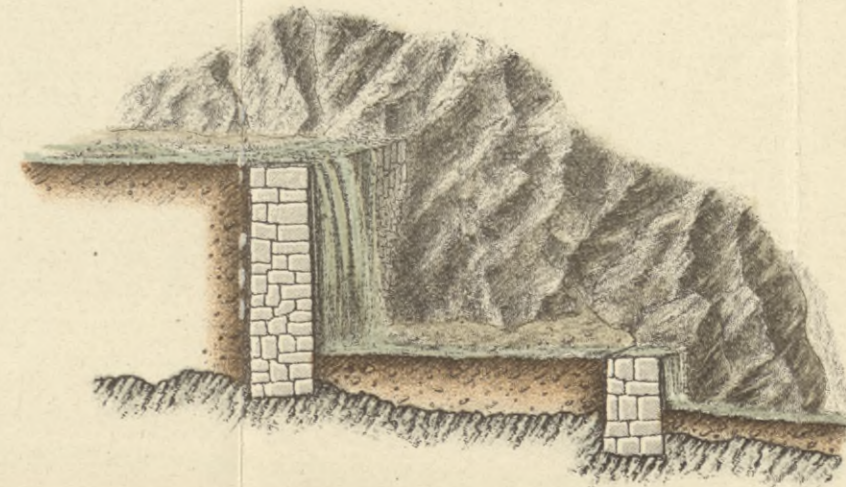
Plan.



Ansicht.



Längenschnitt.



Maasstab-1.400



Verbauung der Nolla bei Thusis.

Maidlitobel.

Situation.



Maasstab-1: 5000.

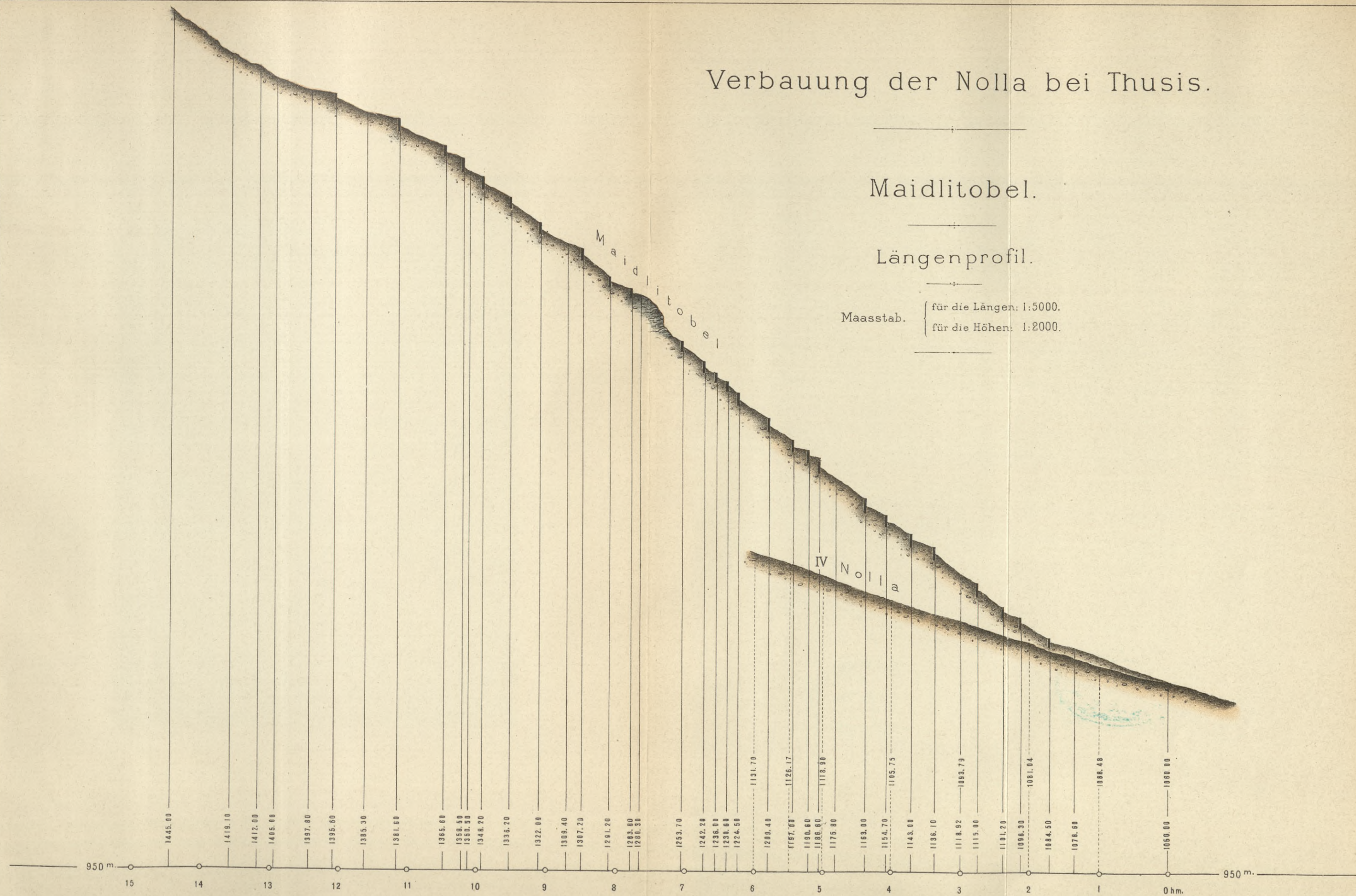


Verbauung der Nolla bei Thusis.

Maidlitobel.

Längenprofil.

Maasstab. { für die Längen: 1:5000.
für die Höhen: 1:2000.



VERBAUUNG der NOLLA bei THUSIS

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XIII.



Imp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Sperre N° 1



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

*
Politechniczna

VERBAUUNG der NOLLA bei THUSIS

Fig. 8 Oberbauinsp. Wildbach-Verbauungen



Tafel XIV.

Jmp. M. Cravinet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jouch)

Ableitung der weissen Nolla



VERBAUUNG der NOLLA bei THUSIS

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XV.



Jmp M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Sperre N^o 8



VERBAUUNG der NOLLA bei THUSIS

Eidg. Oberbaunspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XVI.



Jmp. M. Ghardet

Photographie des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

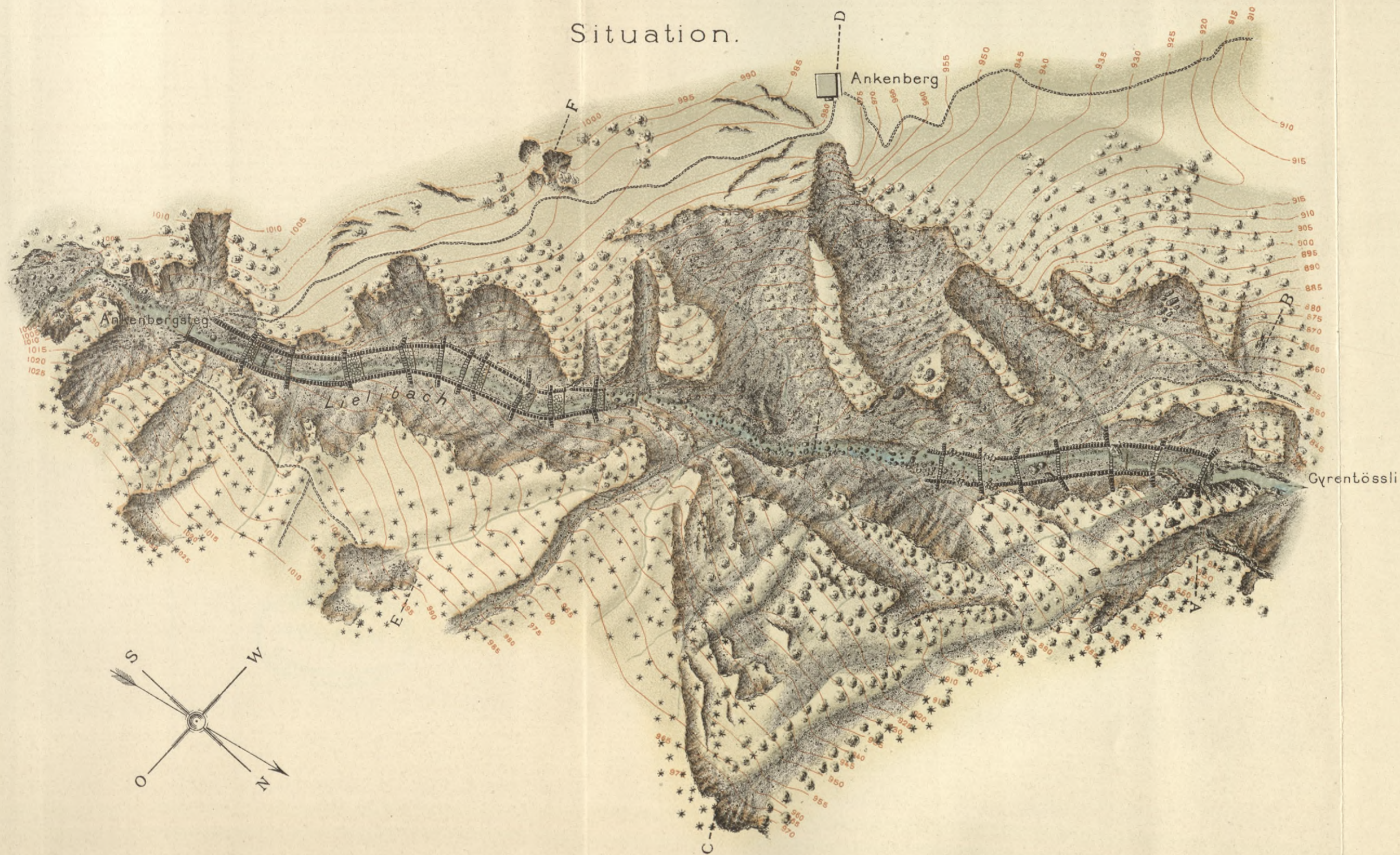
Ableitungskanal



Verbauung des Lielibaches bei Beckenried.

Gyrentössli - Ankenbergsteg.

Situation.



Maasstab-1:2000.

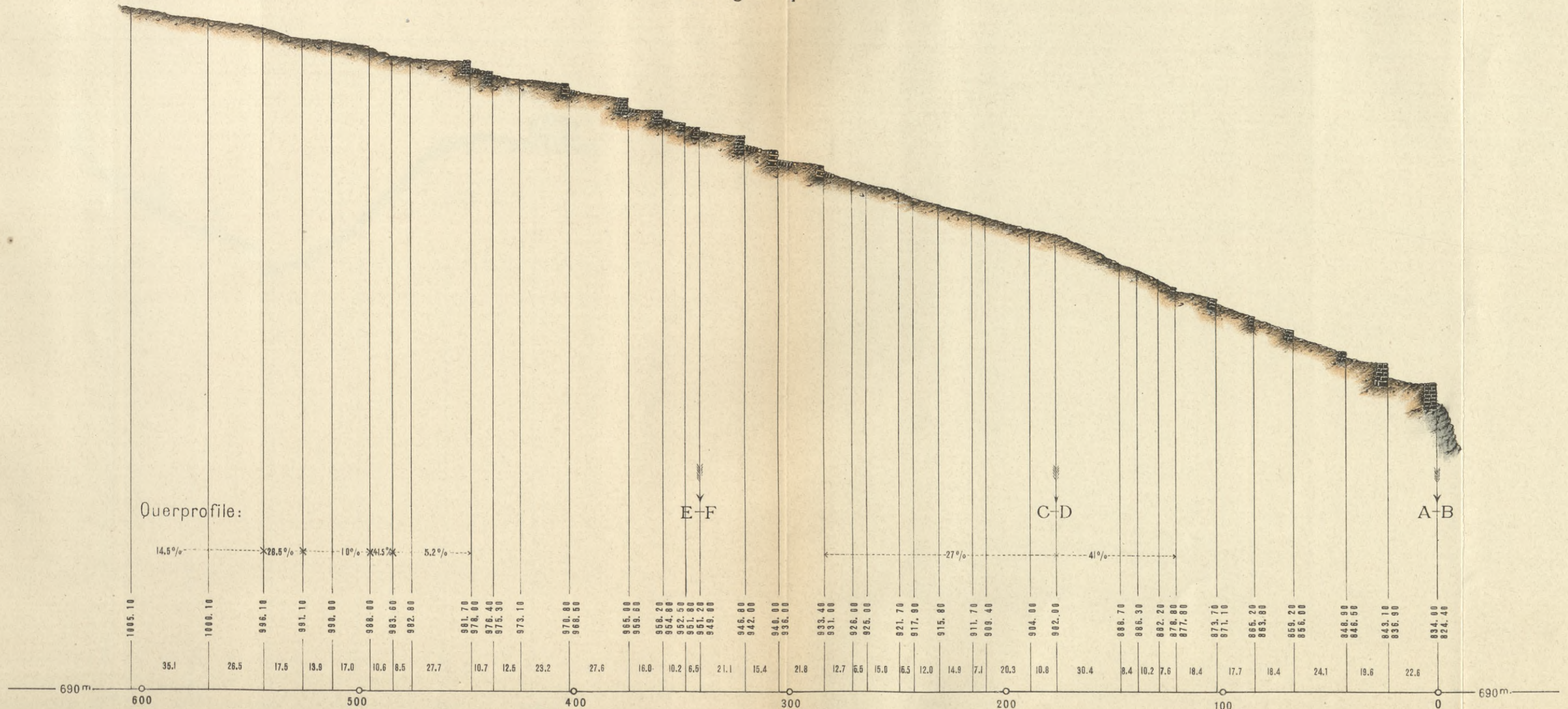
BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna

Verbauung des Lielibaches bei Beckenried.

Gyrentössli.-Ankenbergsteg.

Längenprofil.



Maasstab-1: 2000.

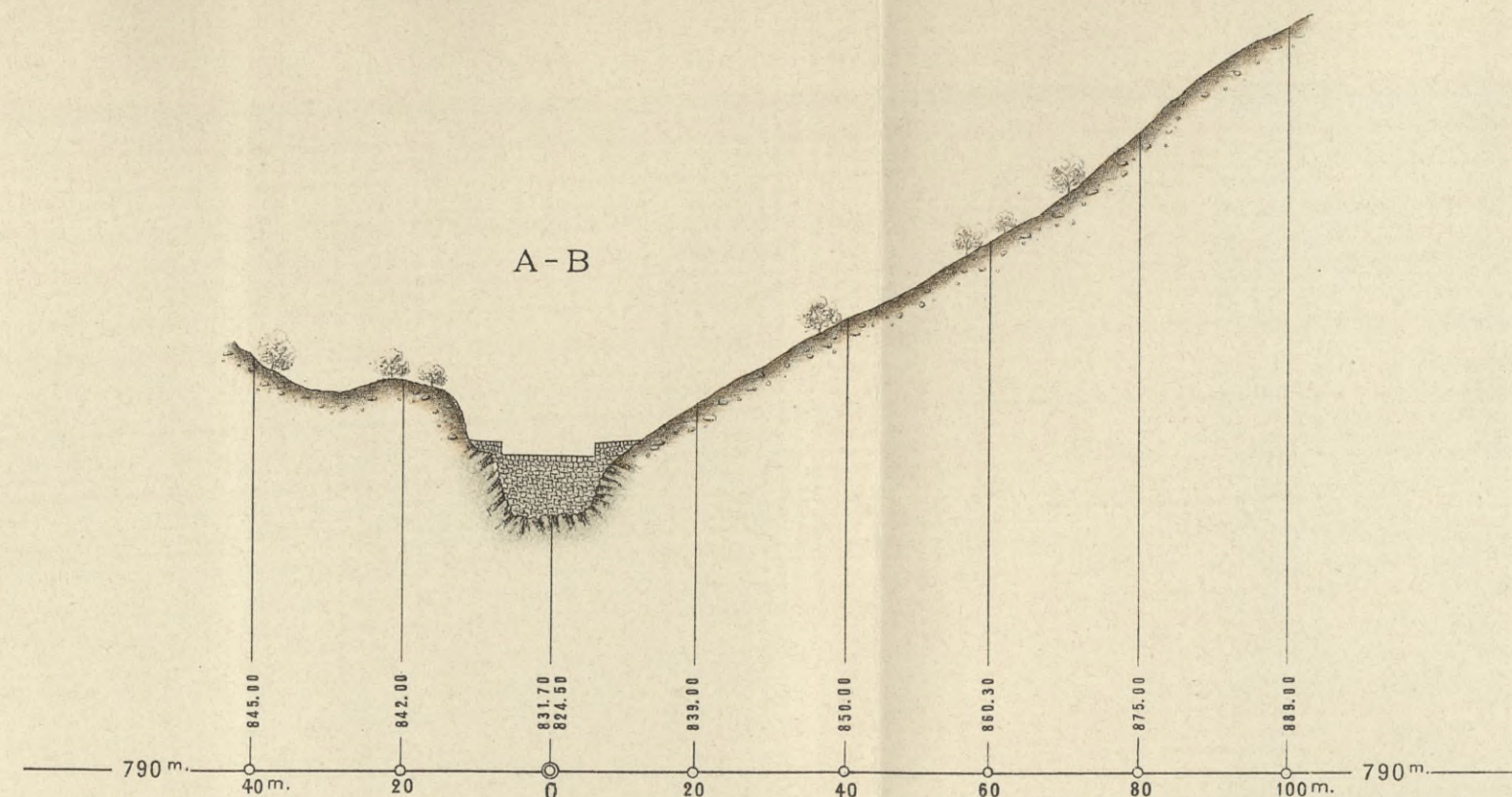


Verbauung des Lielibaches bei Beckenried.

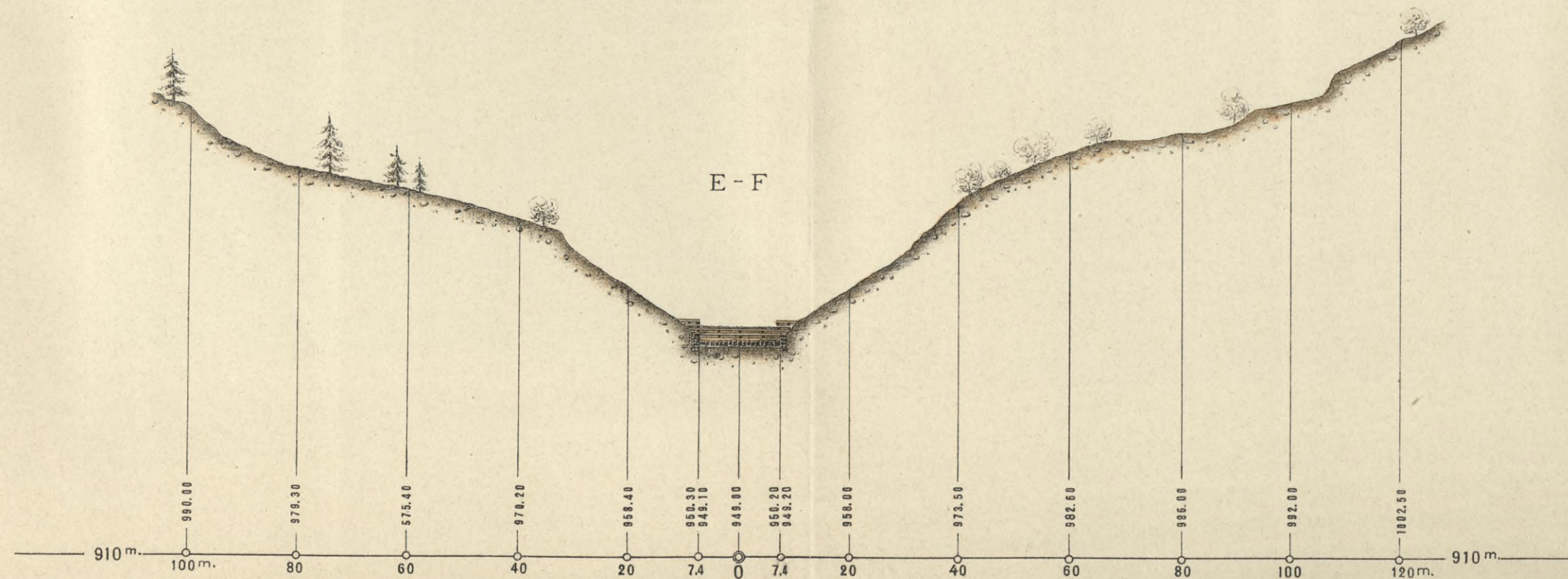
Gyrentössli - Ankenbergsteg.

Querprofile

A-B



E-F



Maasstab-1:1000.

C-D



VERBAUUNG des LIELIBACHES bei BECKENRIED

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen.

Tafel XX.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

CYRENTÖSSLI



VERBAUUNG des LIELIBACHES bei BECKENRIED

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XXI.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

STALDEN-RIBI



VERBAUUNG des LIPLIBACHES bei BECKENRIED

Bildg. Oberbauspect Wildbach-Verbauungen

Tafel. XXXII.



Jesp. M. Girardet.

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

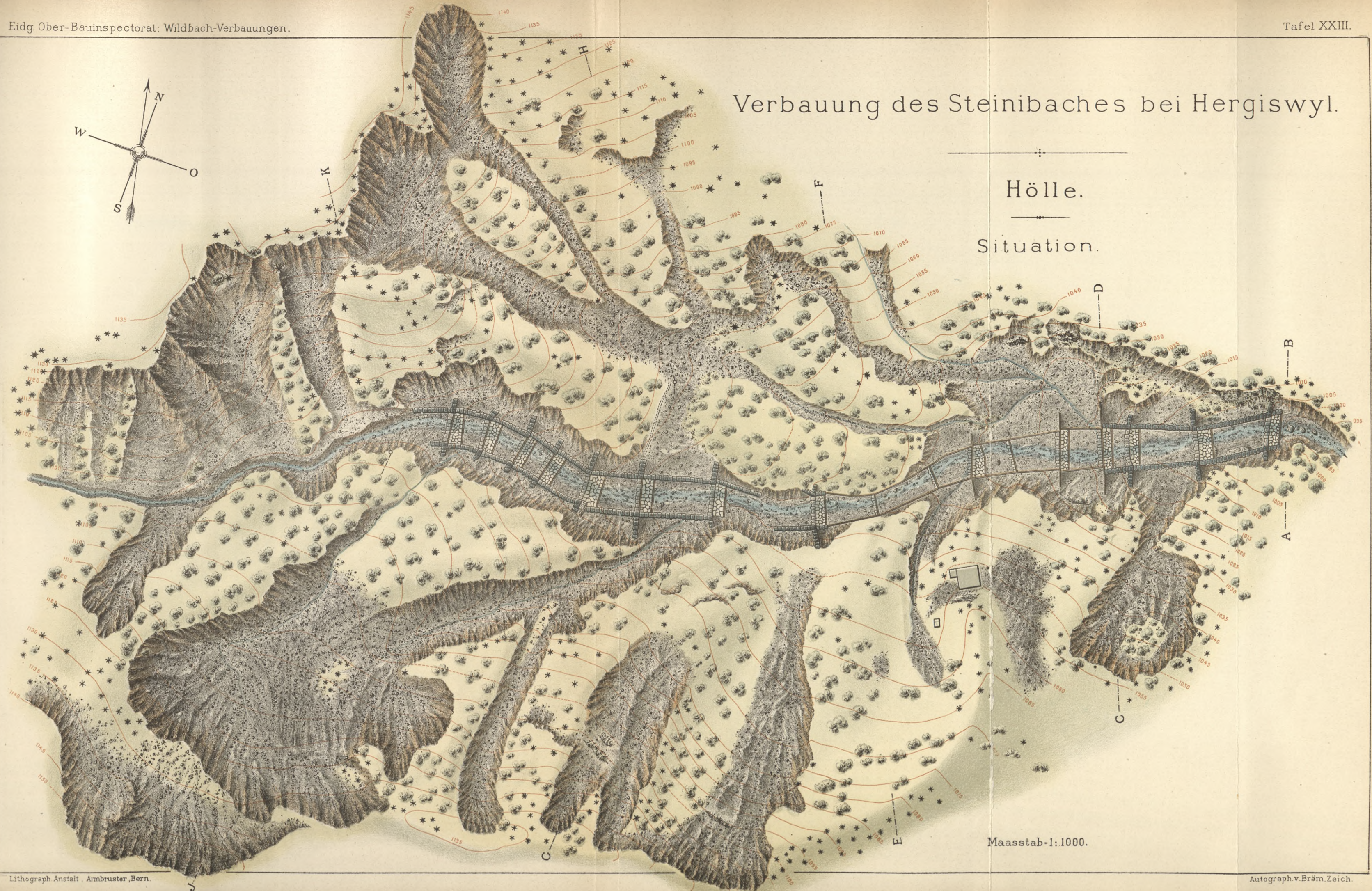
CYRENTÖSSLI
(Unverbaute Strecke)



Verbauung des Steinibaches bei Hergiswyl.

Hölle.

Situation.

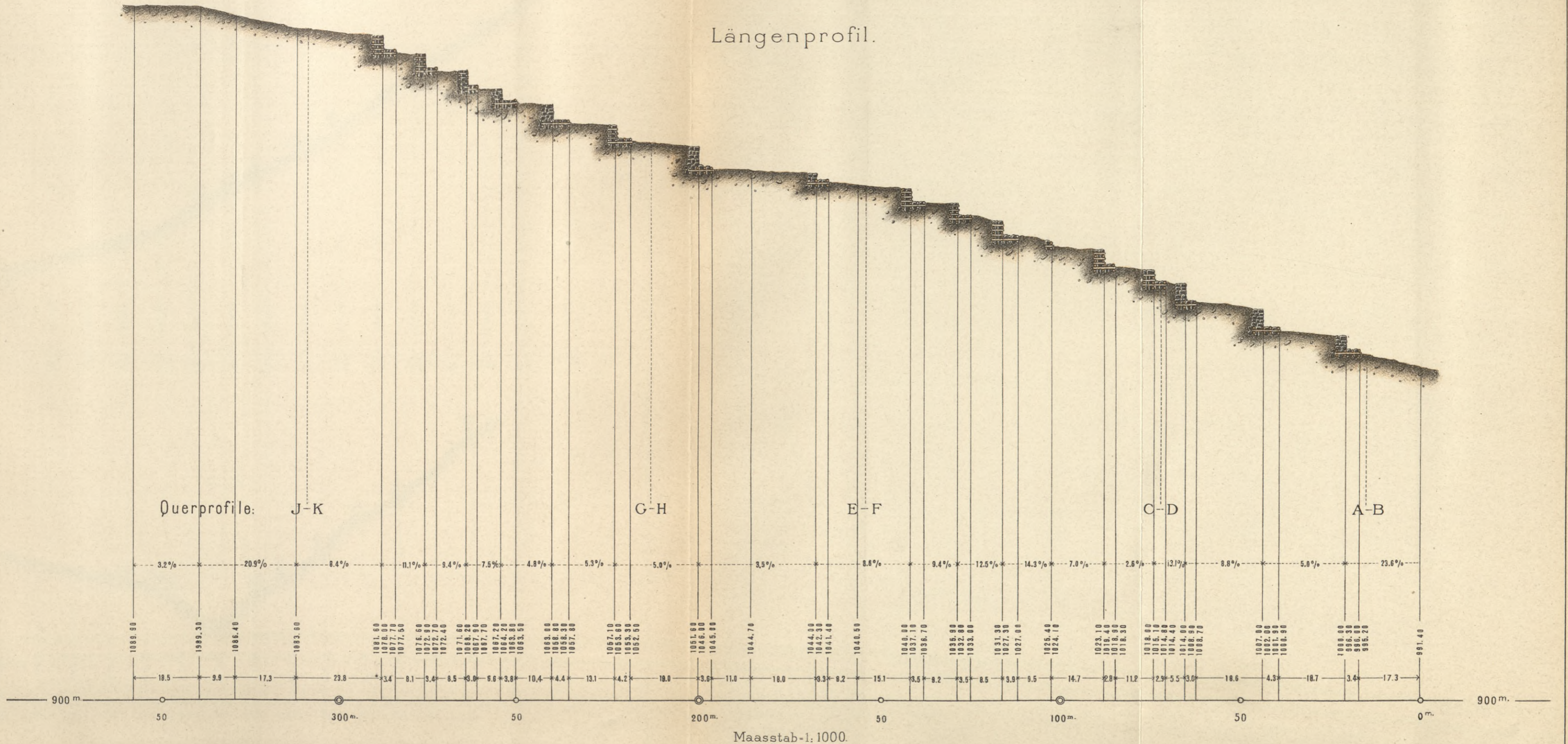




Verbauung des Steinibaches bei Hergiswyl.

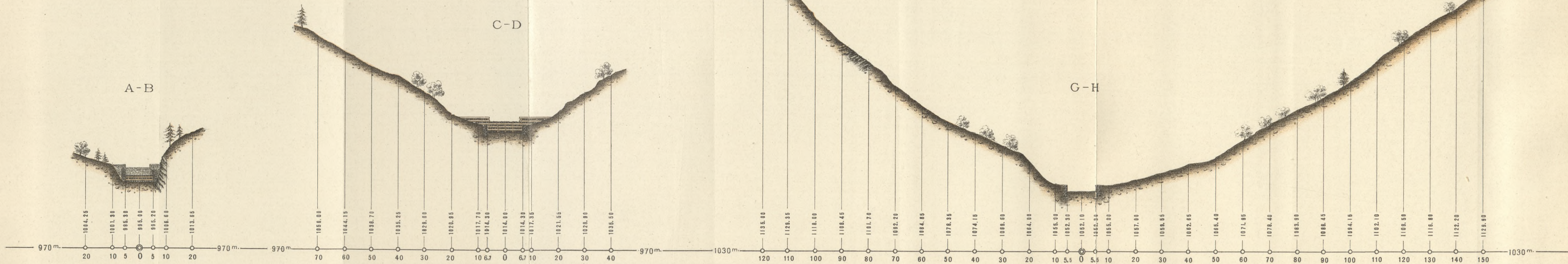
Hölle.

Längenprofil.



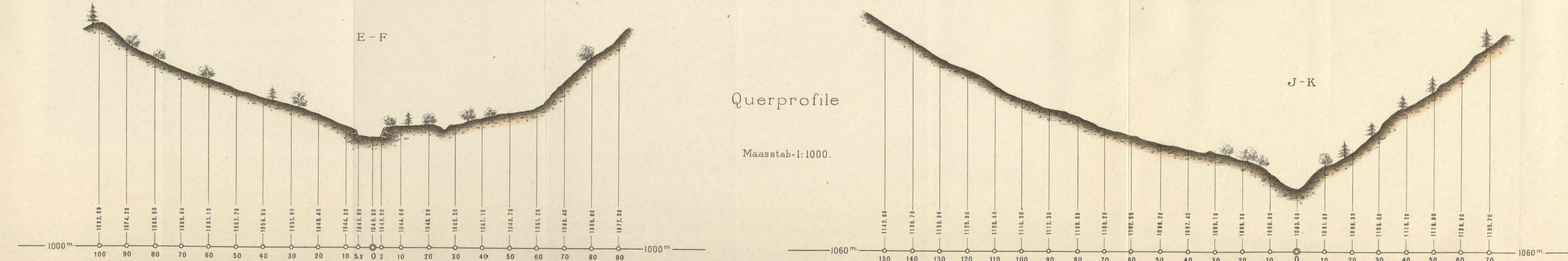
Verbauung des Steinibaches bei Hergiswyl.

Hölle.



Querprofile

Maasstab-1:1000.



VERBAUUNG des STEINIBACHES bei HERGISWIL

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XXVI.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

IN DER HÖLLE

(Untere Strecke)



VERBAUUNG des STEINIBACHES bei HERGISWIL

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XXVII.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

IN DER HÖLLE
(Obere Strecke)



Verbauung des Lielibaches bei Beckenried.

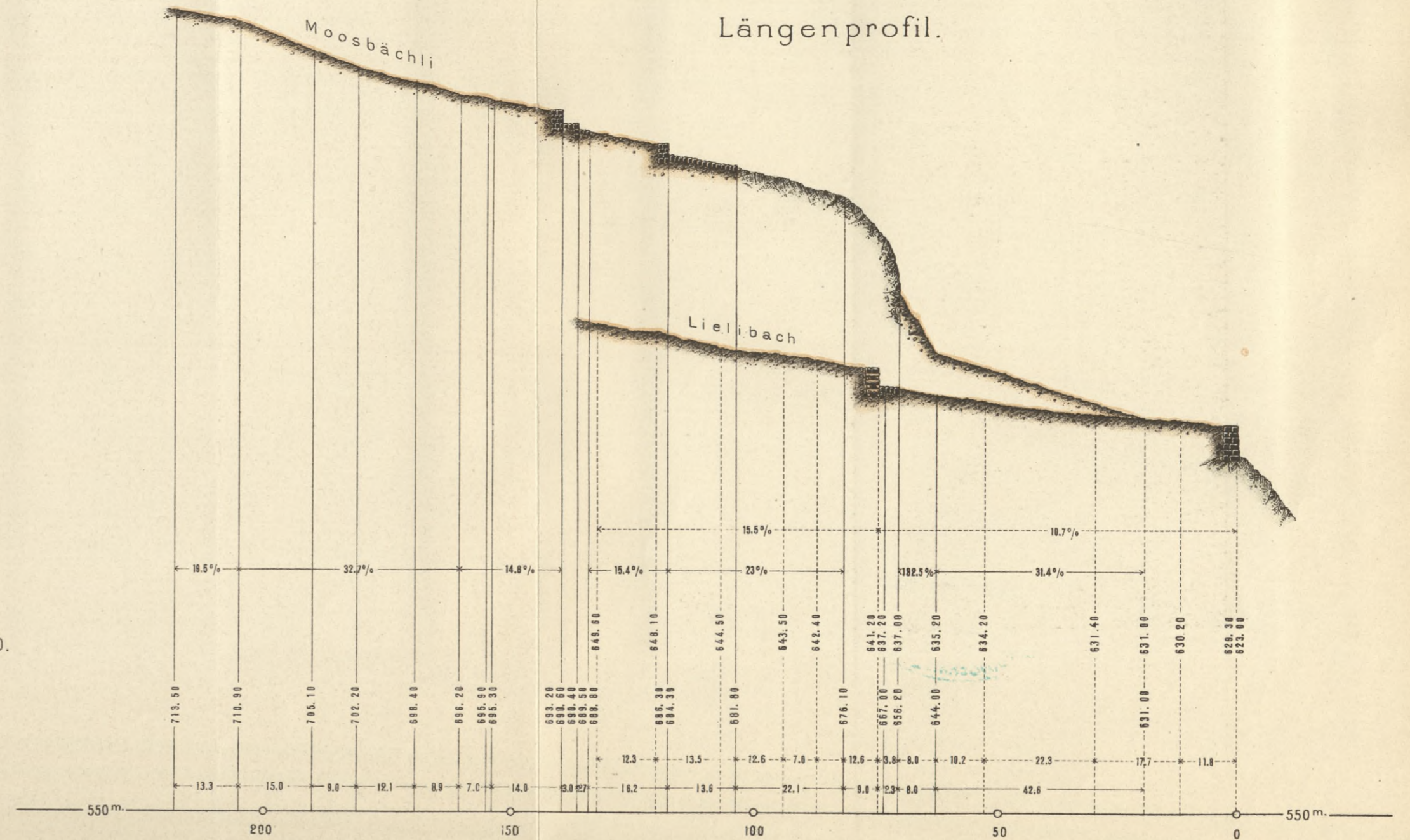
Situation.



Moosbächli.

Maasstab-1:1000.

Längenprofil.





VERBAUUNG des LIELIBACHES bei BECKENRIED

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XXIX.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

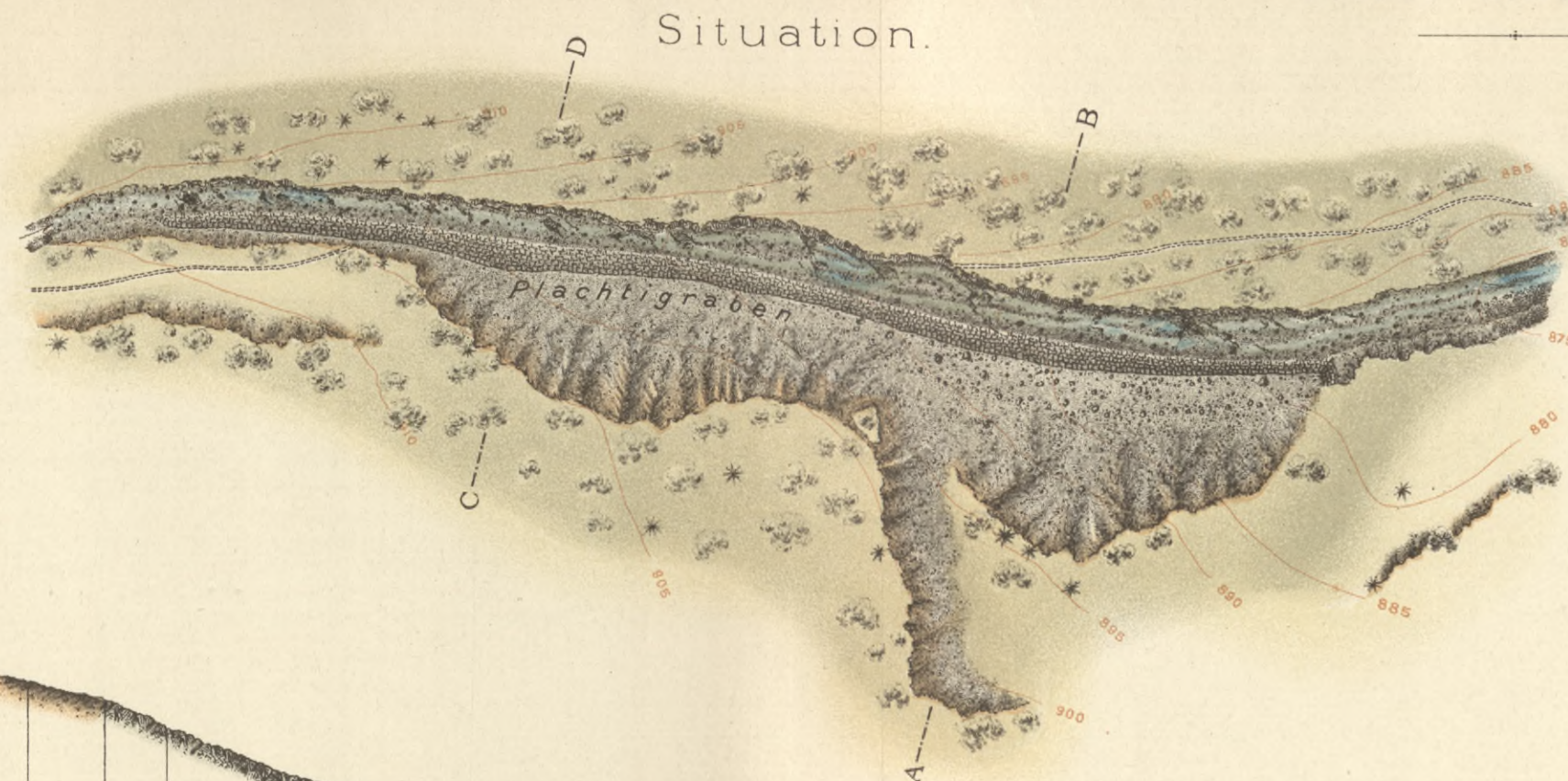
MOOSBÄCHLI



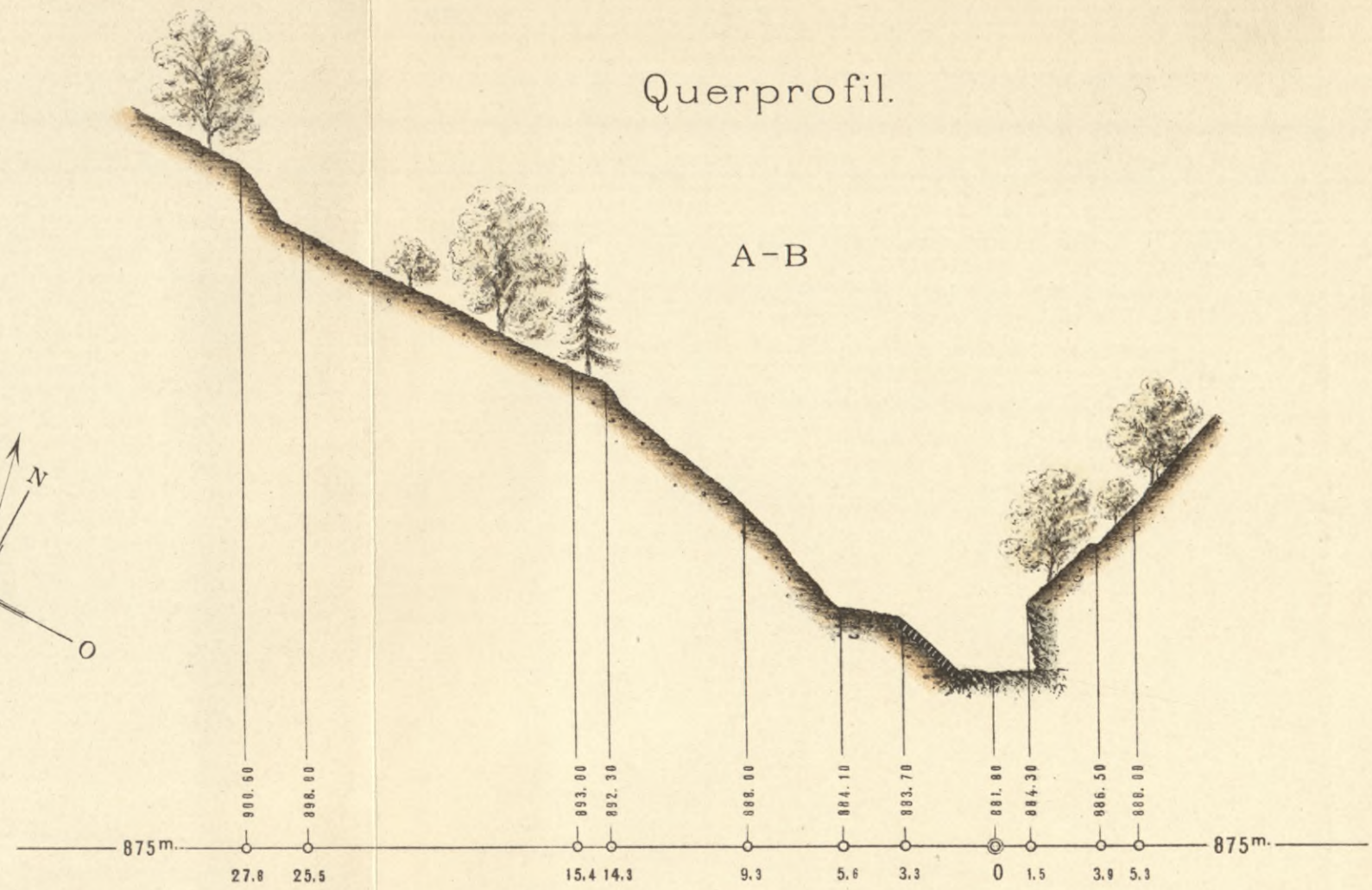
Verbauung des Plachtigrabens bei Reutigen.

Nieder-Simmenthal.

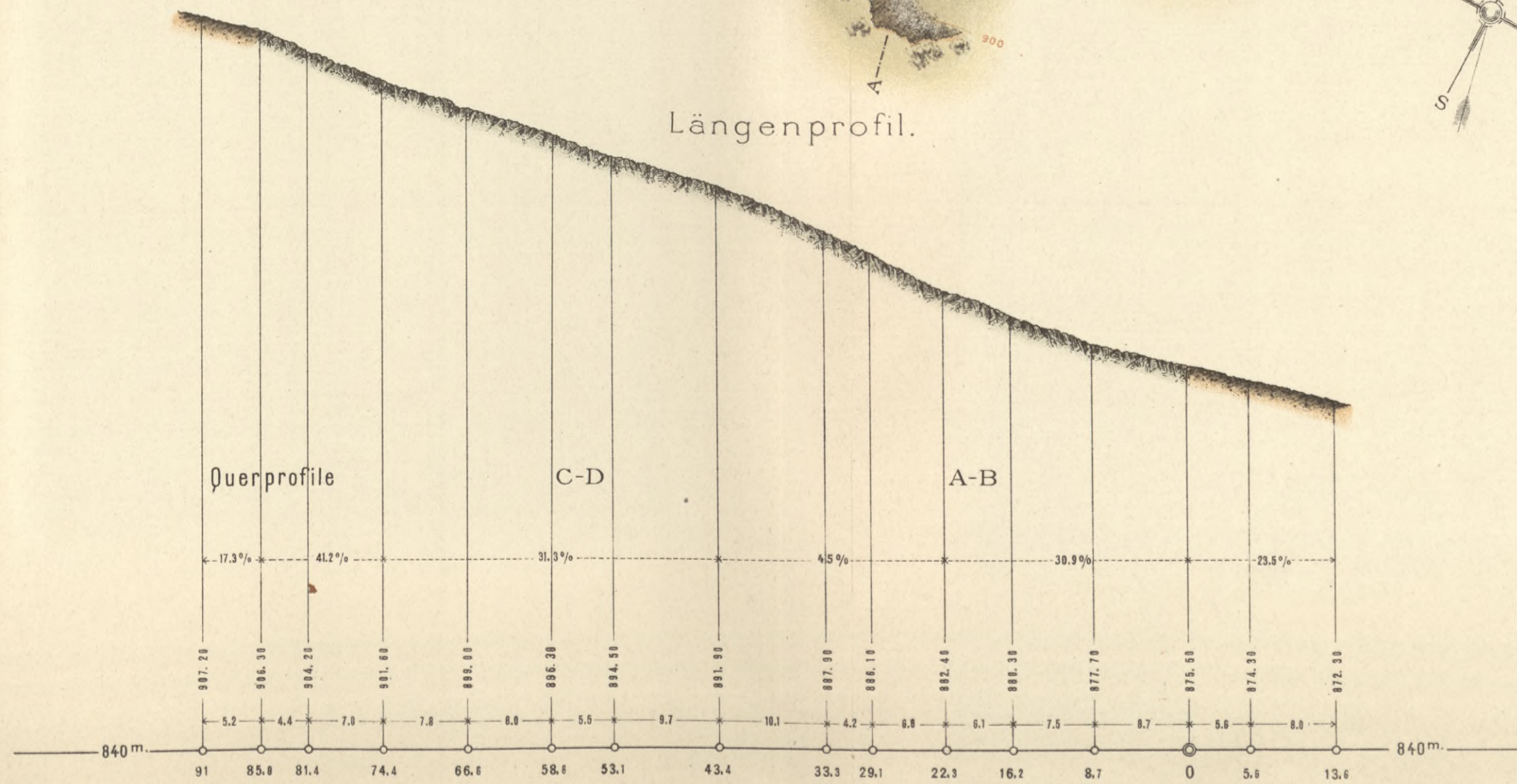
Situation.



Querprofil.



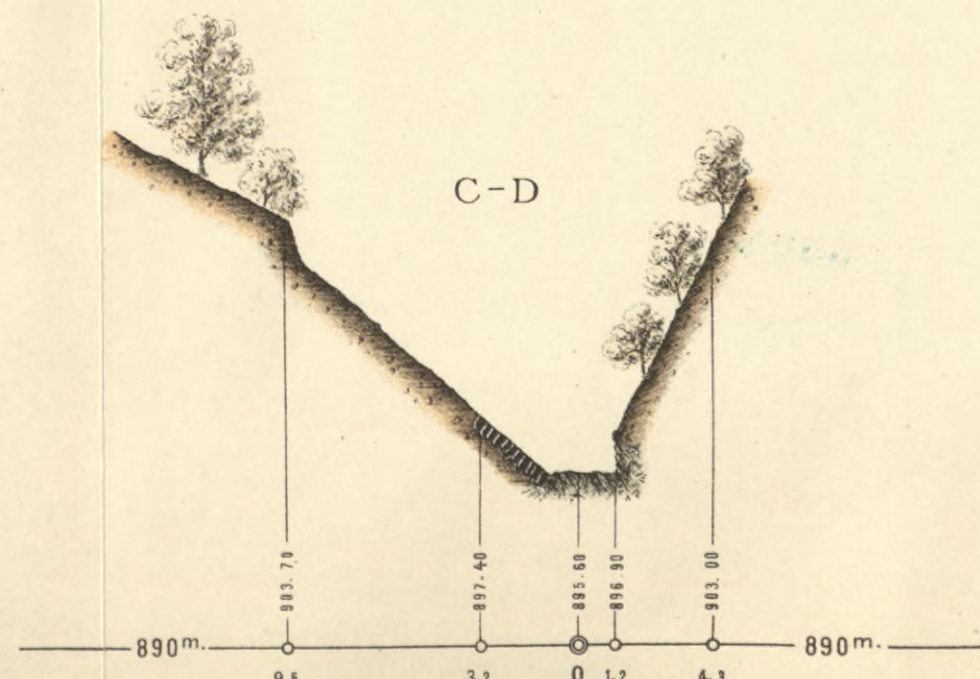
Längenprofil.



Querprofile

C-D

A-B



C-D

Maasstab=1:500

Maasstab=1:250

VERBAUUNG des PLACHTIGRABENS bei REUTIGEN
(Nieder-Simmenthal)

Eidg. Oberbauinspect: Wildbach-Verbauungen

Tafel XXXI.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)



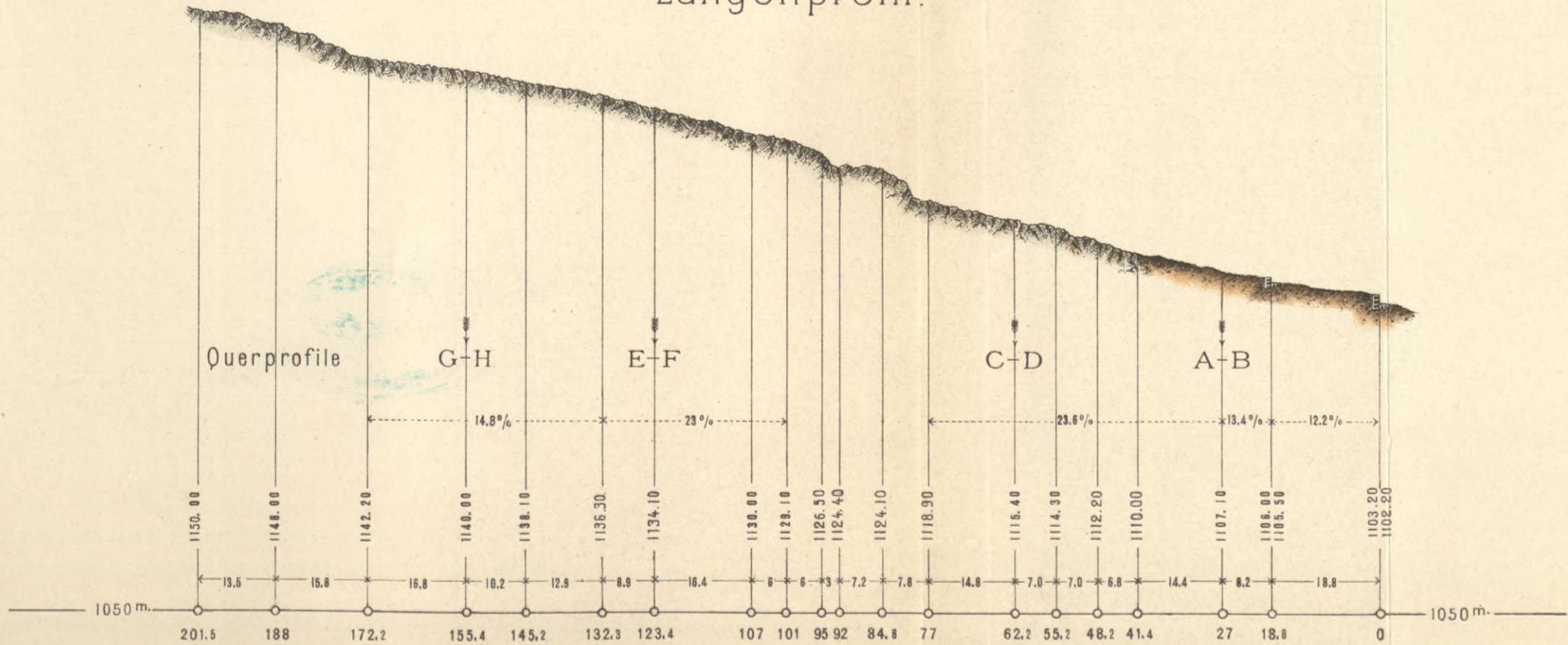
Verbauung des Narrenbaches bei Diemtigen.

Nieder - Simmenthal

Situation.



Längenprofil.



Maasstab-1:1000



Verbauung des Narrenbaches bei Diemtigen.

Nieder - Simmenthal

Querprofile

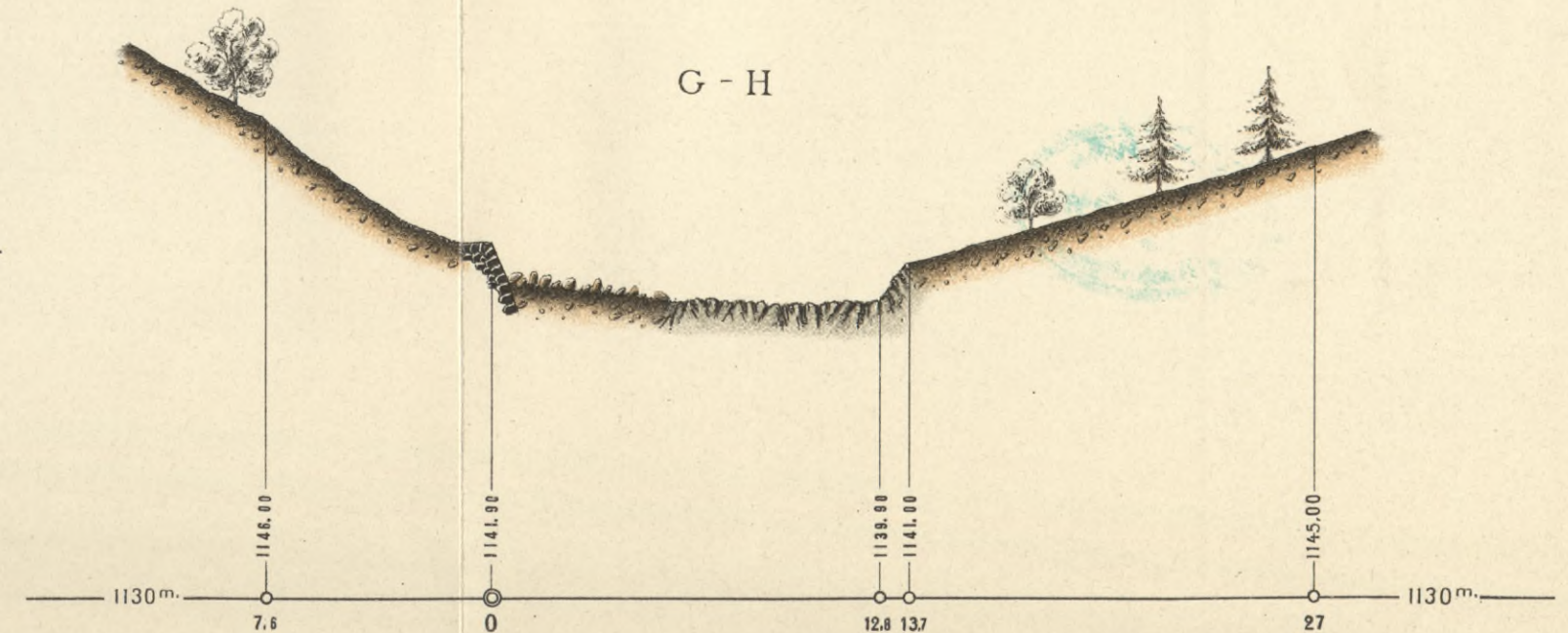
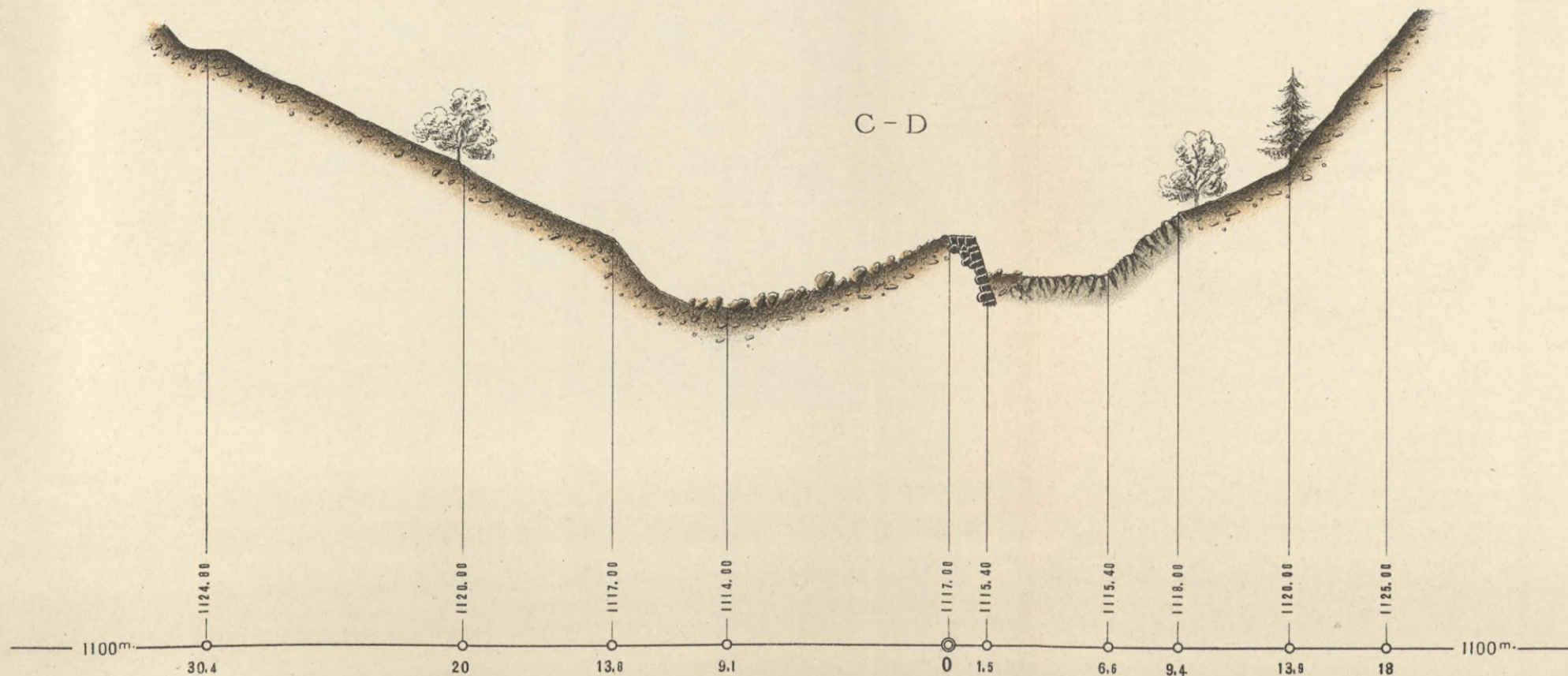
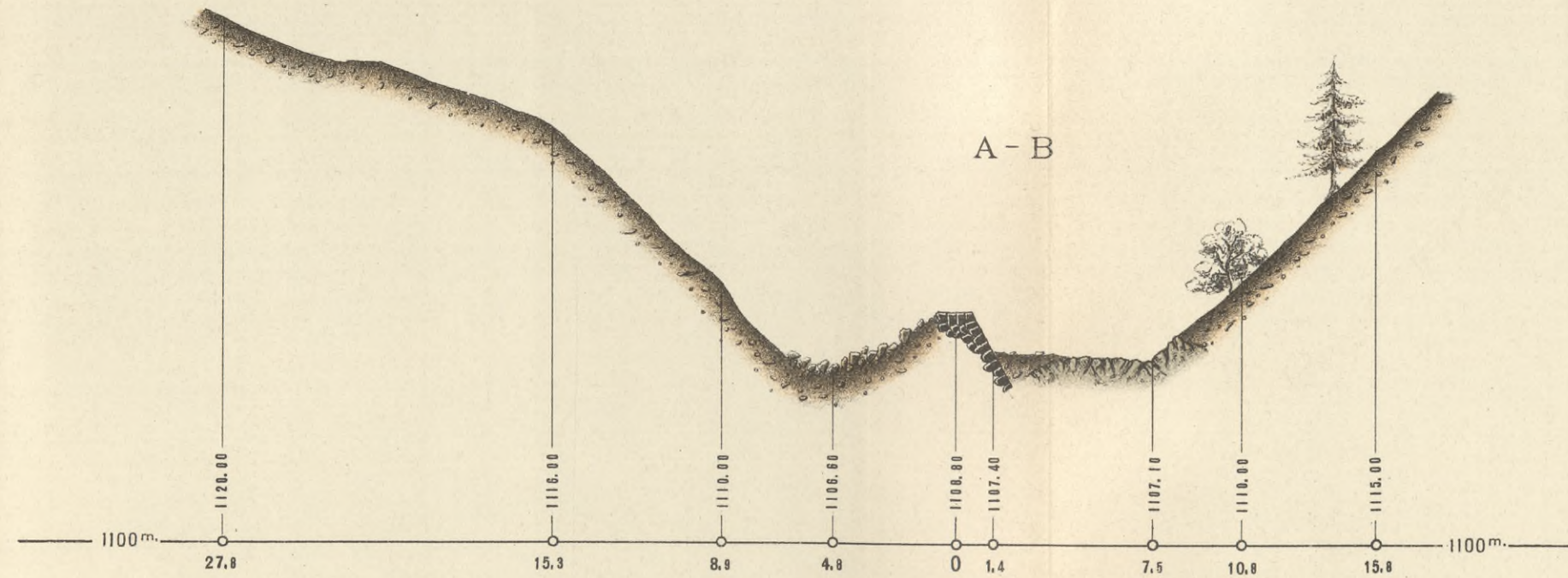
E - F

A - B

C - D

G - H

Maasstab-1:250.



1900
KRAKÓW
Politechniczna

BIBLIOTEKA
KRAKÓW
Politechniczna

VERBAUUNG des NARRENBACHES bei DIEMTIGEN
(Nieder-Simmenthal)

Eidg. Oberbauinspektor Wildbach-Verbauungen

Tafel XXXIV.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jenich)



VERBAUUNG des NARRENBACHES bei DIEMTICEN
(Nieder- Simmenthal)

Einß Oberbaunspet Wildbach-Verbauungen

Tafel XXXV.



Imp. M. Girardet

Photographie des eidß top Bureau (E. Jeuch)



VERBAUUNG des NARRENBACHES bei DIEMTICEN
(Nieder-Simmenthal)

Endg. Oberbauinspect: Wildbach-Verbauungen

Tafel XXXVI.



Imp. M. Girardet.

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

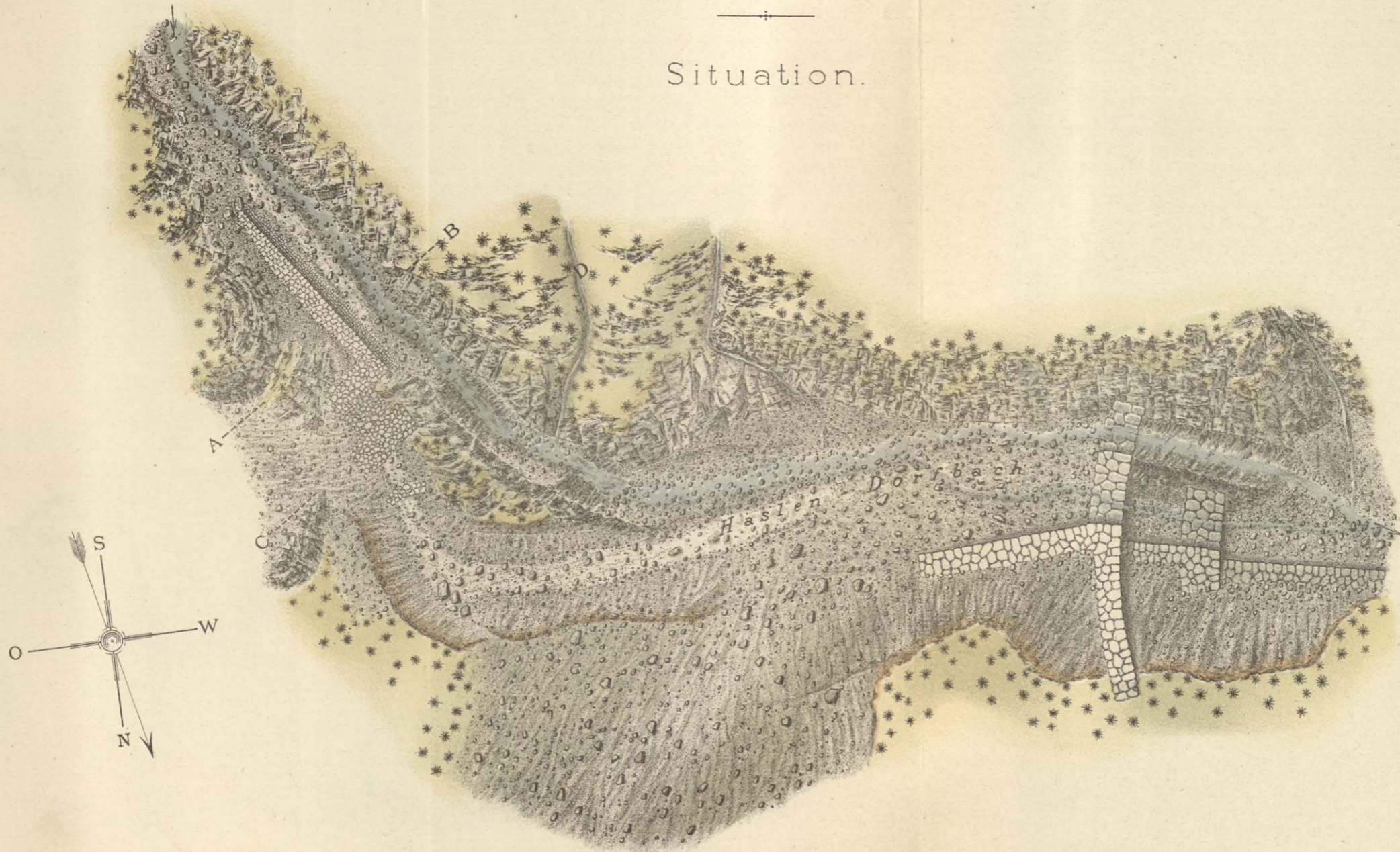


Verbauung des Haslen-Dorfbaches

Kanton Glarus.

Im Schluck.

Situation.



Maasstab-1.500

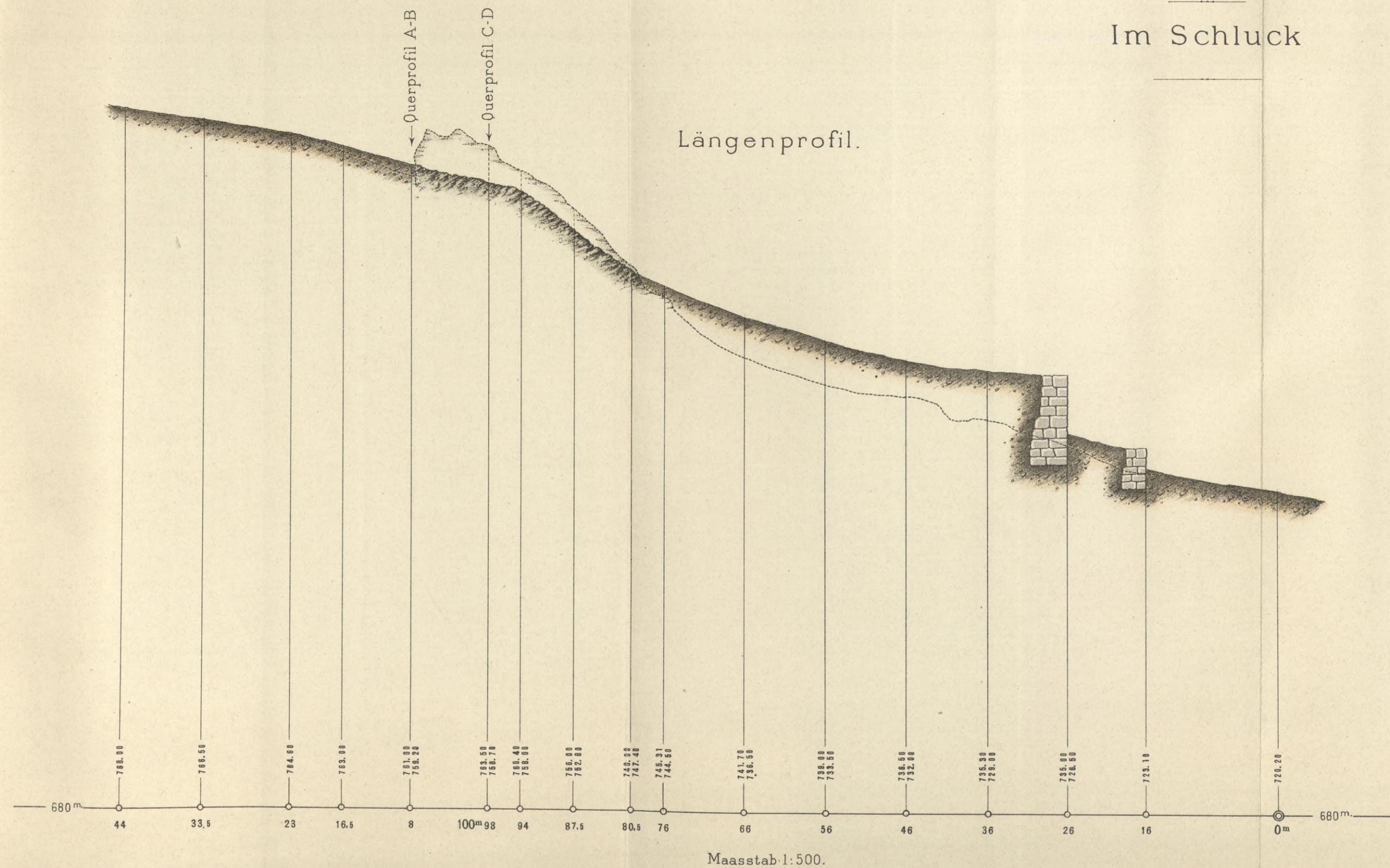


Verbauung des Haslen-Dorfbaches

Kanton Glarus.

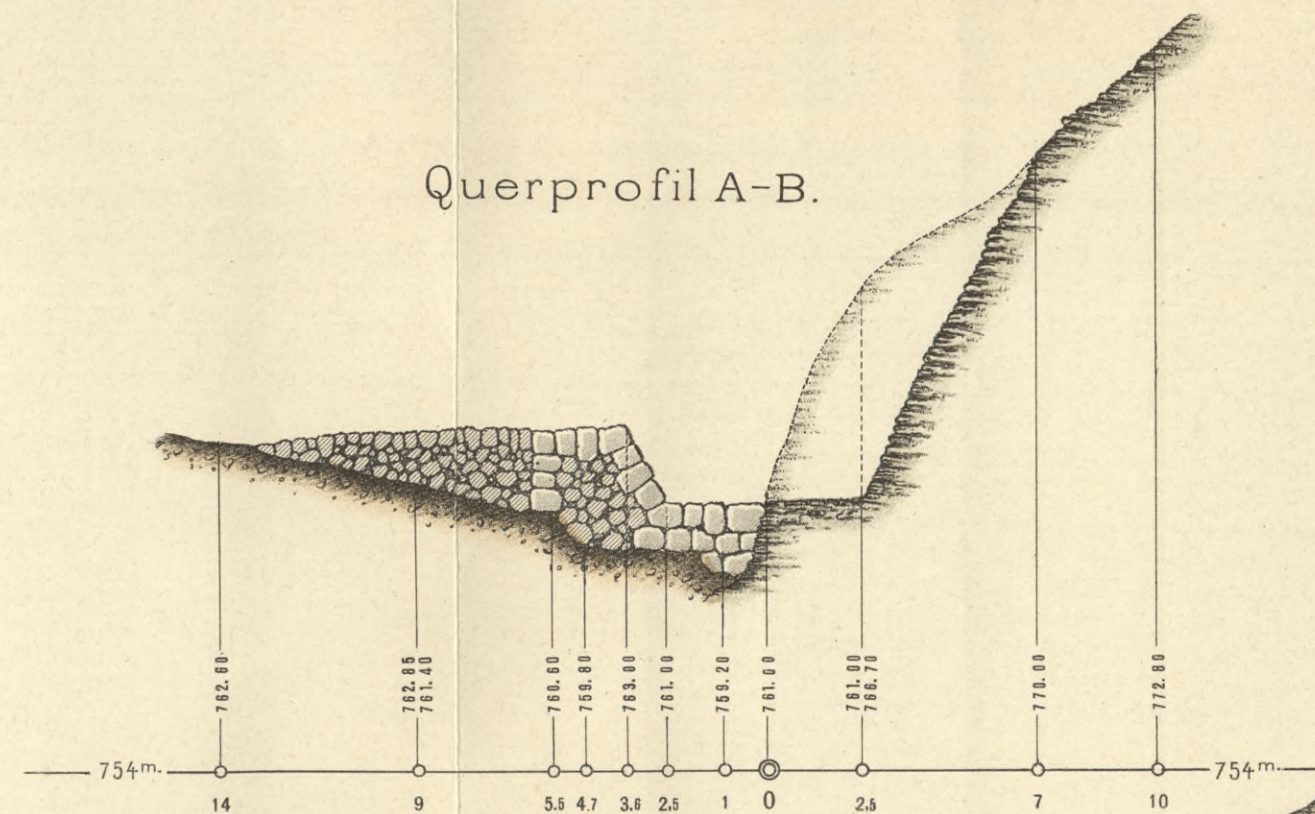
Im Schluck

Längenprofil.

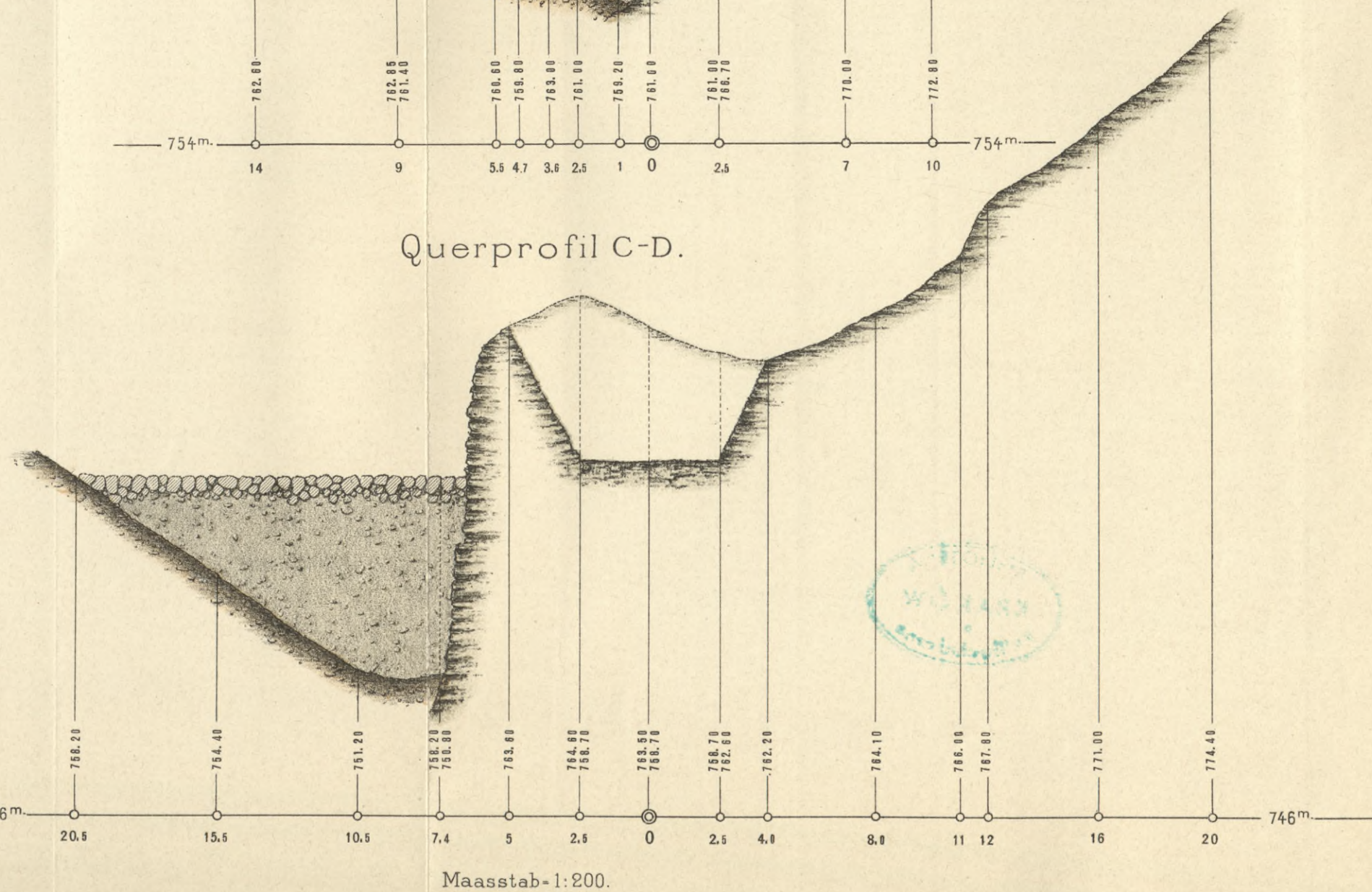


Maasstab 1:500.

Querprofil A-B.



Querprofil C-D.



Maasstab 1:200.

VERBAUUNG des HASLEN-DORFBACHES
(Kanton Glarus)

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XXXIX.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

IM SCHLUCK
(Durchstich vor dem Bau)



VERBAUUNG des HASLEN - DORFBACHES
(Kanton Glarus)

Eidg. Oberbauminister Wildbach-Verbauungen

Tafel XL.



Jmp. M. Cisarinet.

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jenck)

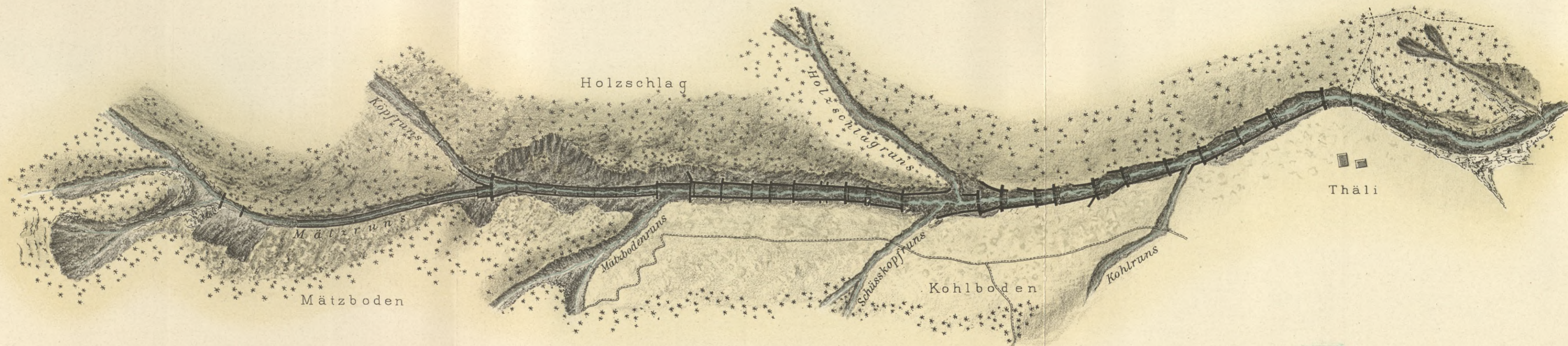
IM SCHLUCK
Durchstich in Arbeit.



Verbauung des Haslen-Dorfbaches

Kanton Glarus.

Situation



Maasstab- 1:3000



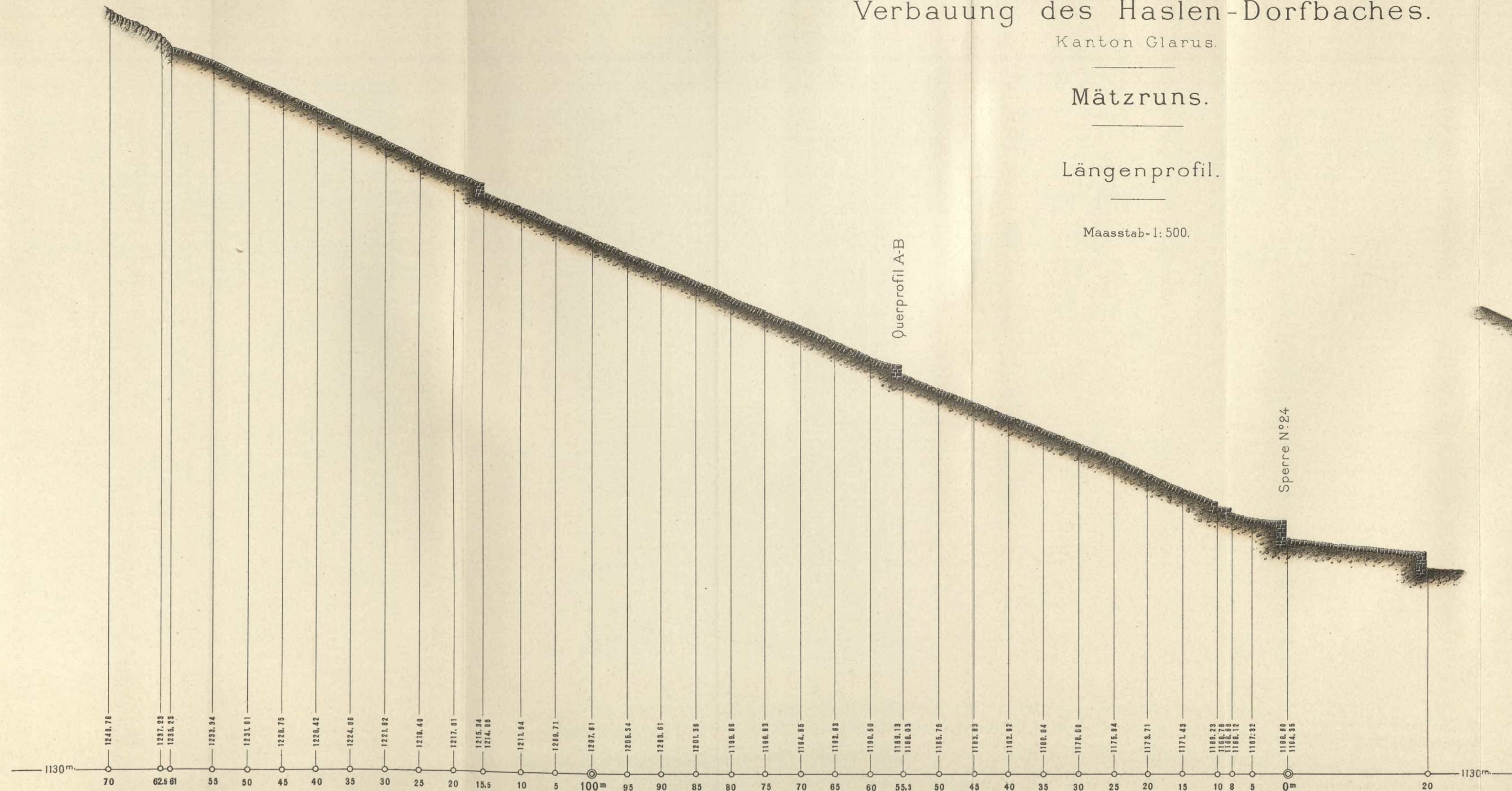
Verbauung des Haslen-Dorfbaches.

Kanton Glarus.

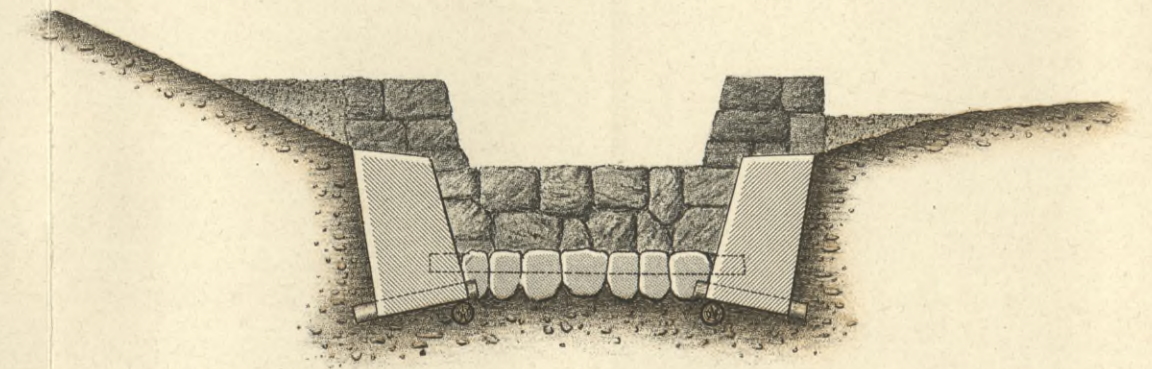
Mätzruns.

Längenprofil.

Maasstab-1:500.



Querprofil A-B.



Maasstab-1:100.

VERBAUUNG des HASLEN-DORFBACHES
(Kanton Glarus)

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XLIII.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Mätzrins-Schaale



VERBAUUNG des HASLEN - DORFBACHES
(Kanton Glarus)

Eidg. Oberbauinspektor Wildbach-Verbauungen

Tafel XLIV.



Jmp. M. Girardet

Photo gravure des eidg. top. Bureau (F. Jeuch)

Sperre N° 24 mit Mätzrums-Schaale

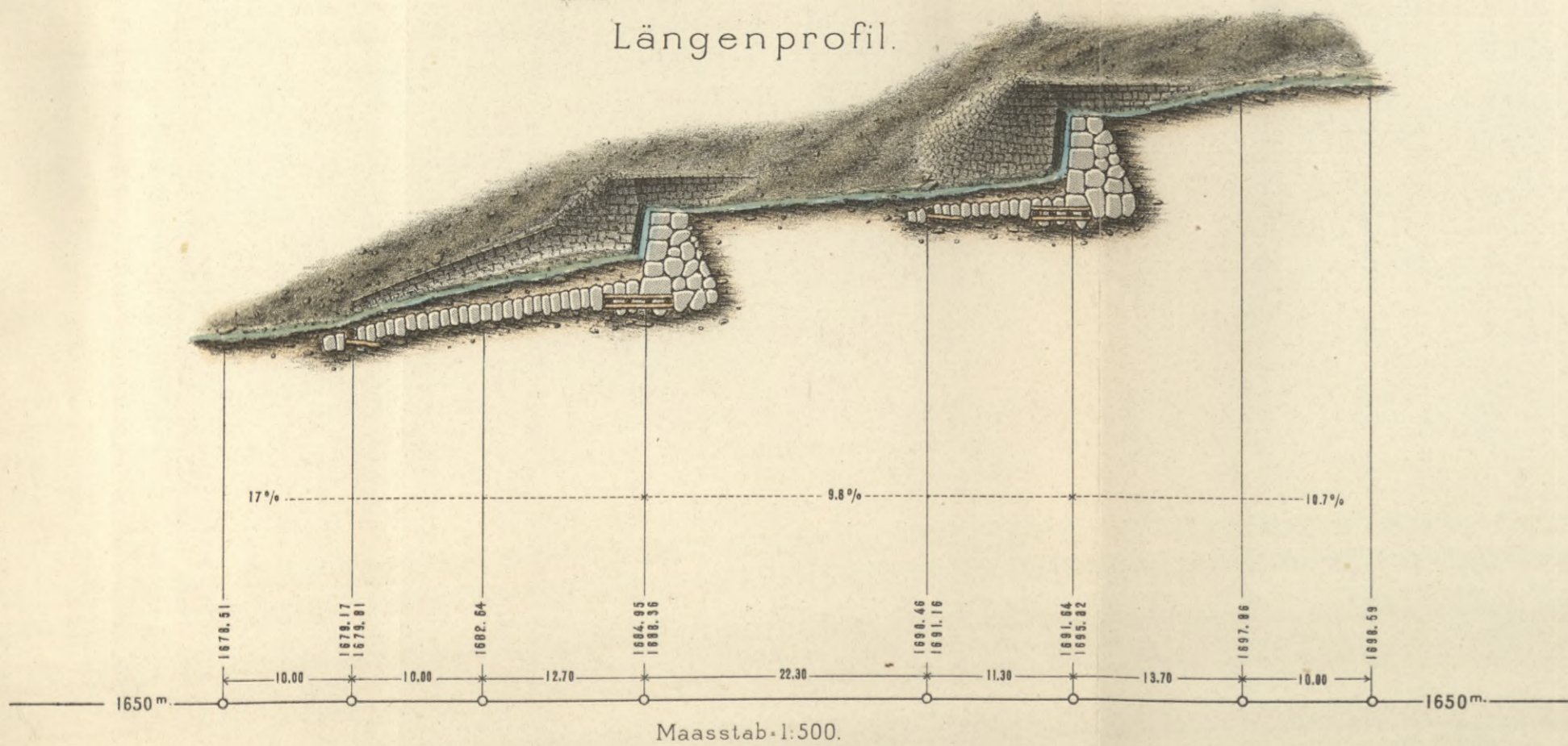


Verbauung der Rufe „Archia Gronda“ bei Valcava. Graubünden - Münsterthal.

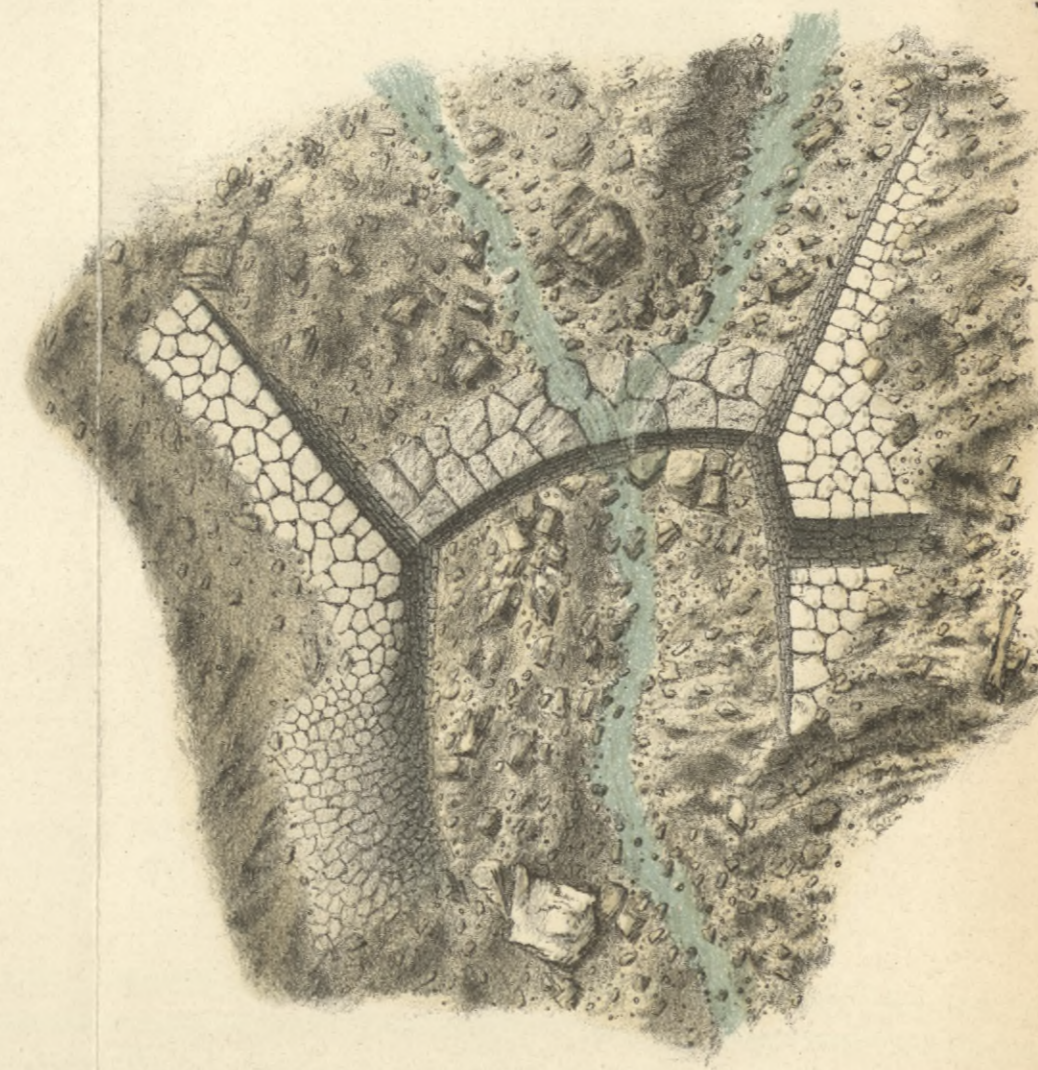
Situation.



Längenprofil.

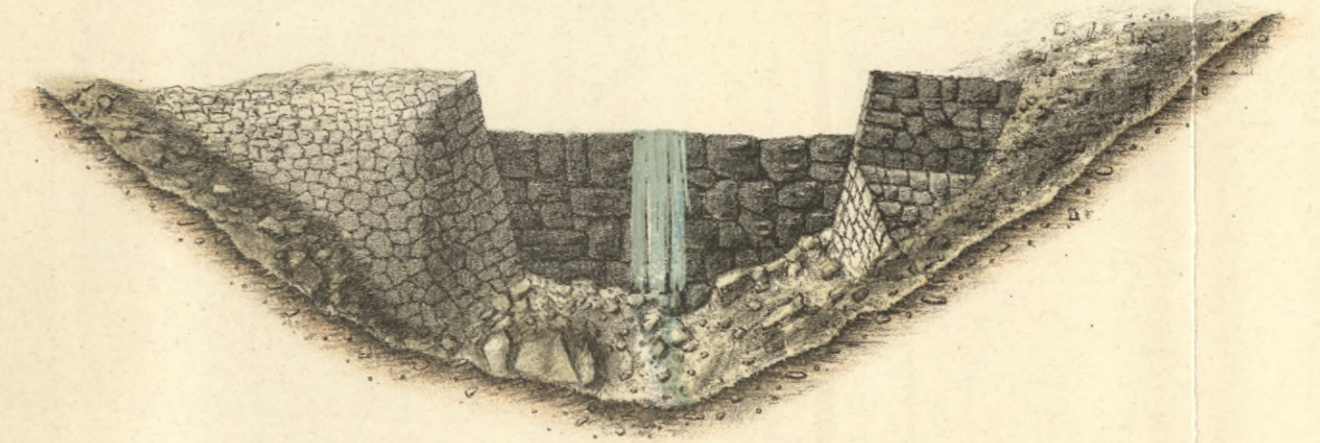


Plan.

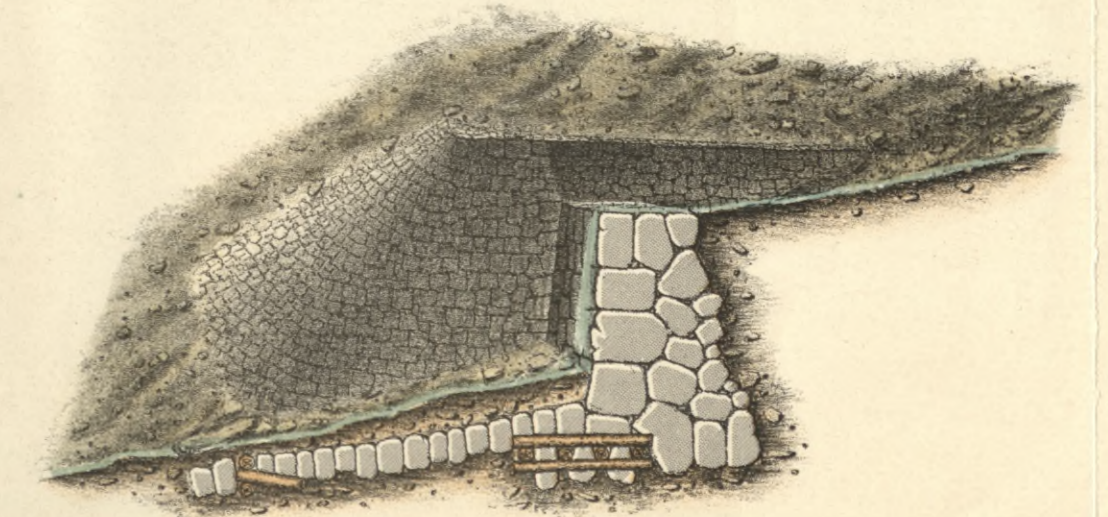


Sperre N° 6.

Ansicht.



Längenschnitt.



Maasstab: 1:250.



VERBAUUNG der RÜFE „ARCHIA GRONDA“ bei VALCAVA
(Graubünden, Münsterthal)

Eidg. Oberbauinspect: Wildbach-Verbauungen

Tafel XLVI



Jmp. M. Girardet

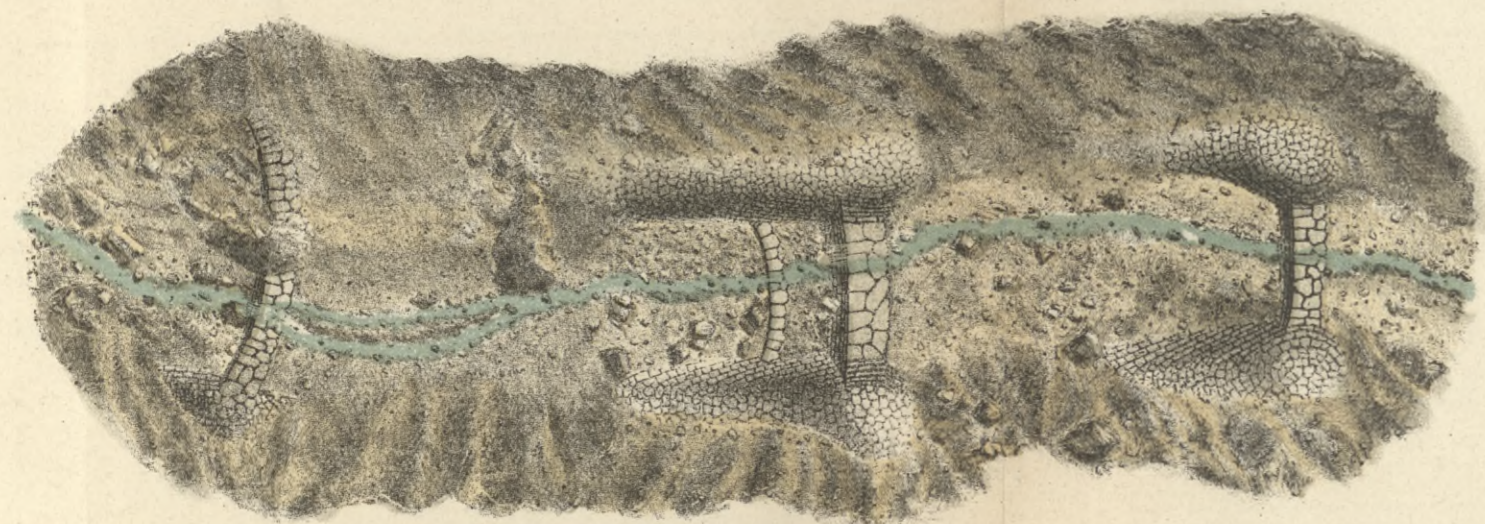
Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

Sperren N^o 5, 6, 7 u. 8

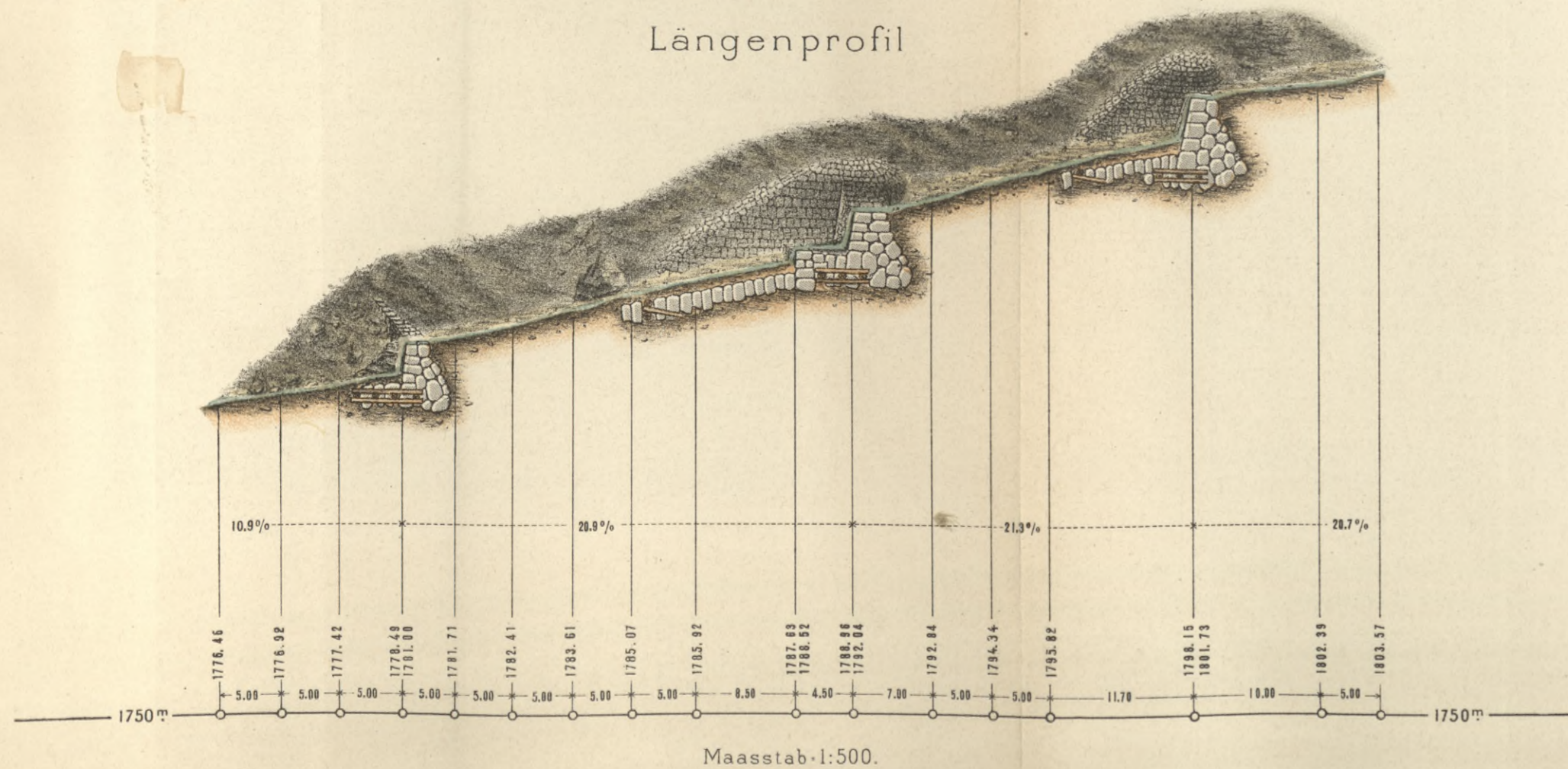


Verbauung der Rufe „Val Ruina“ bei Fuldera. Graubünden - Münsterthal.

Situation.

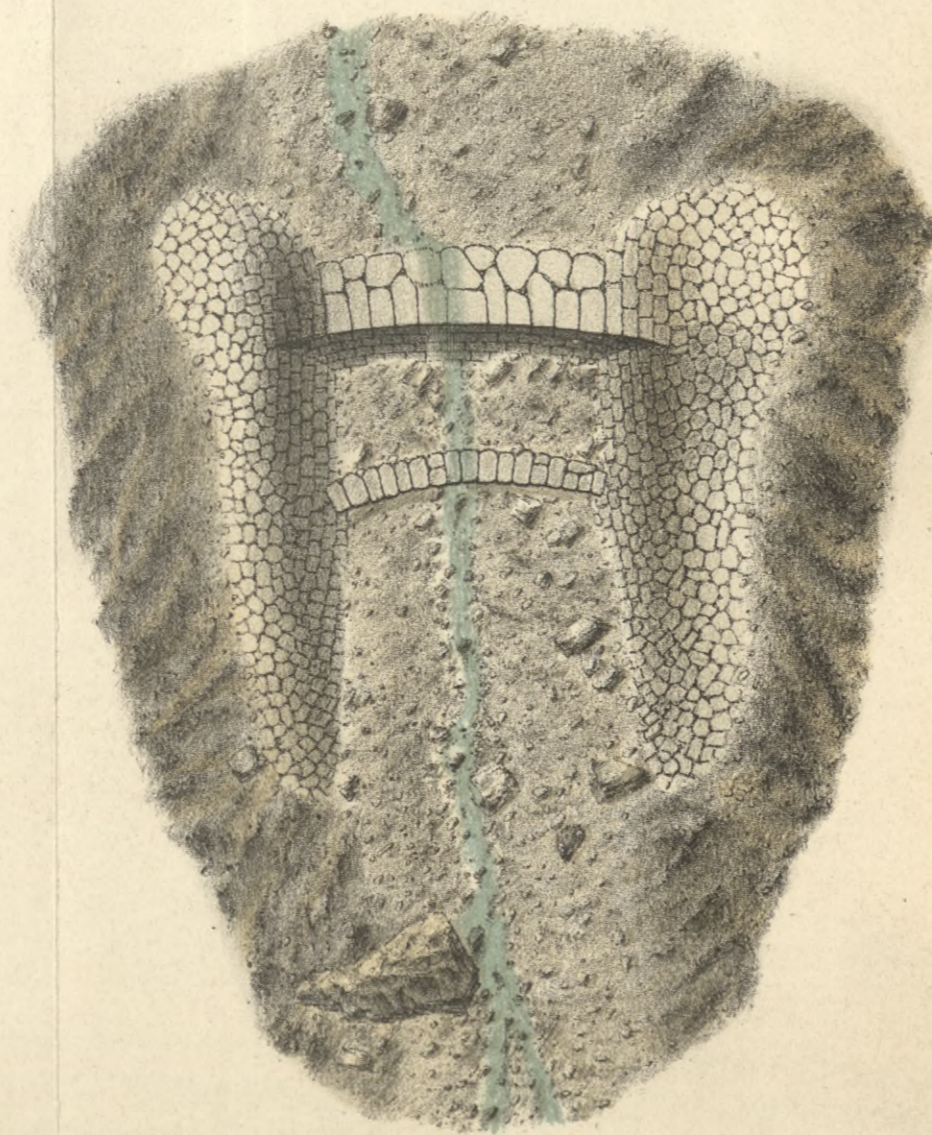


Längenprofil

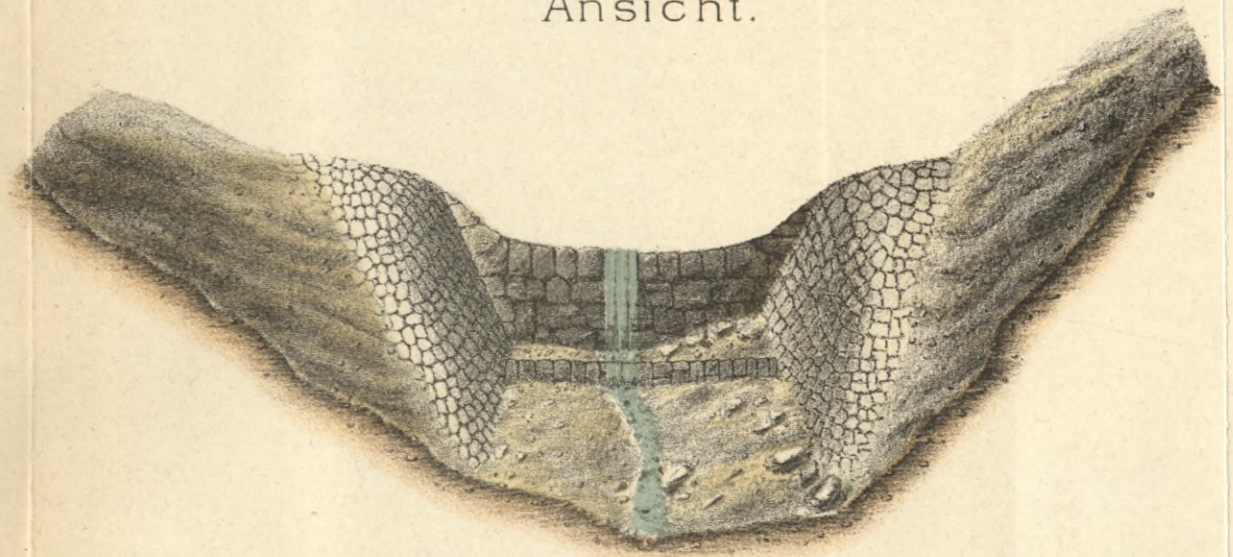


Sperre N° 6.

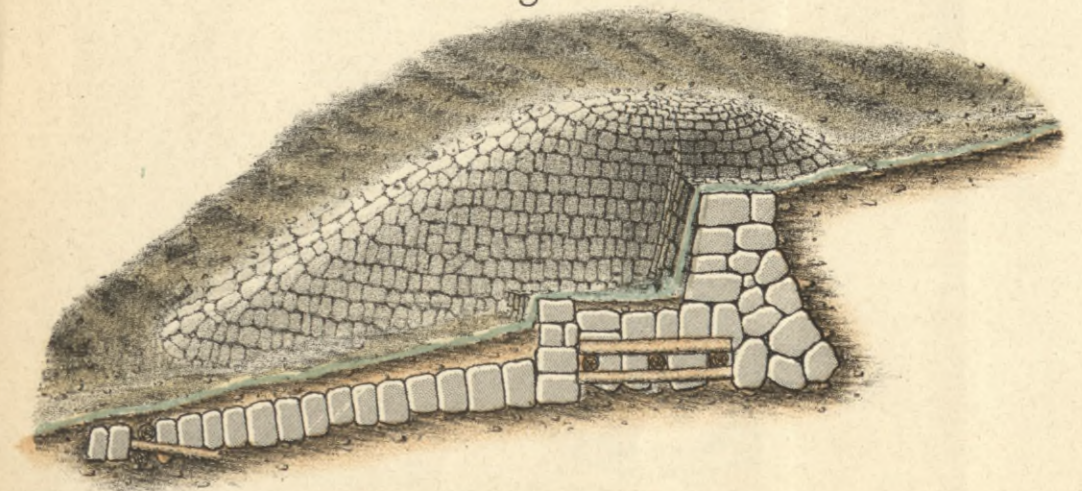
Plan



Ansicht.



Längenschnitt.



Maasstab: 1:250.



VERBAUUNG der RÜFFE „VAL RUINA“ bei FULDERA
(Graubünden, Münsterthal)

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel XLVIII



Imp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)



Verbauung des Lauibaches bei Lungern.

Situation.

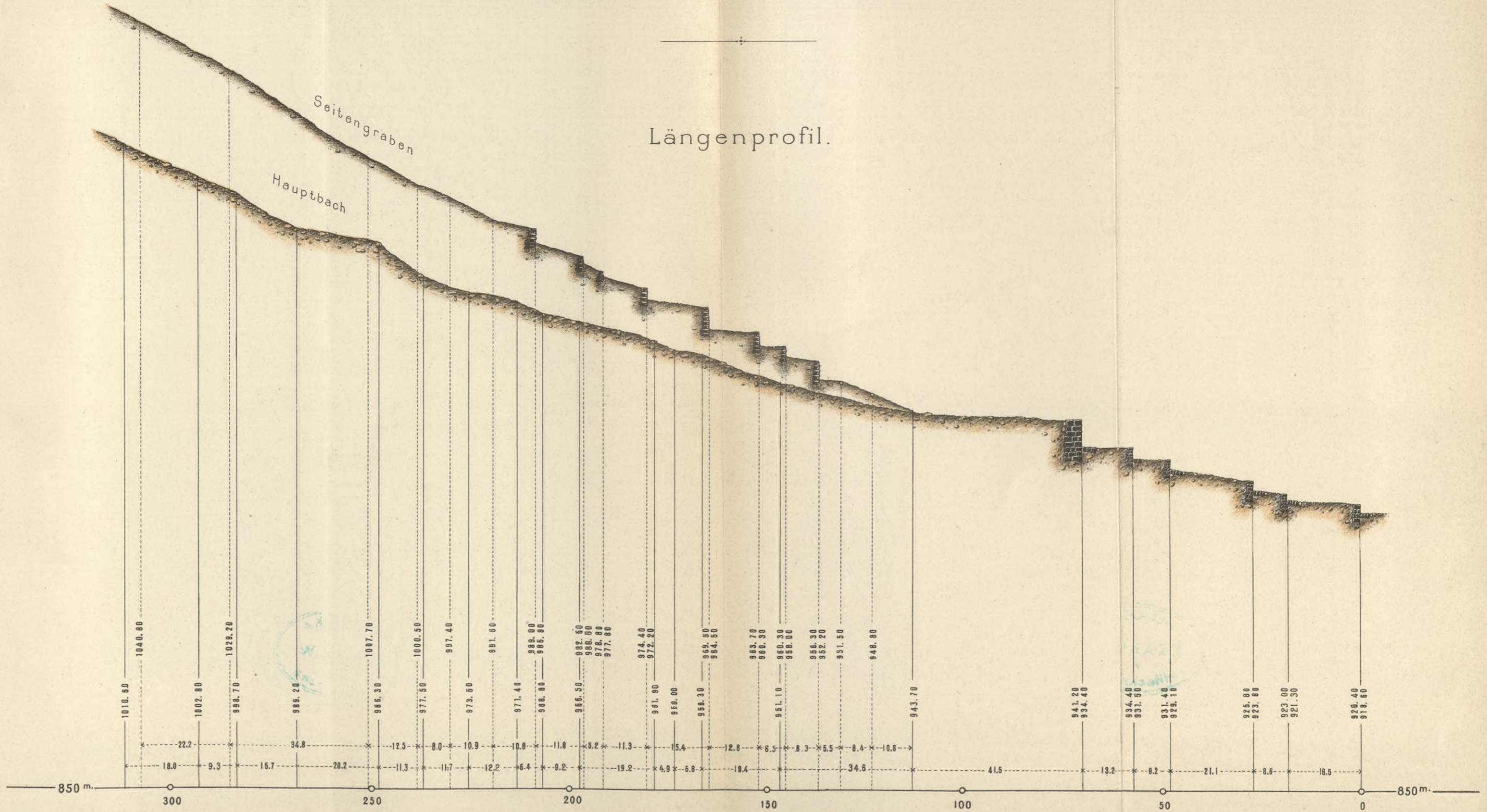


Maasstab 1:2000.



Verbauung des Lauibaches bei Lungern.

Längenprofil.



Maasstab-1:1000.



VERBAUUNG des LAUBACHES bei LUNCERN

Eidg. Oberbauinspect. Wildbach-Verbauungen

Tafel LI.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

OBERSTE STRECKE
(Hauptbach)



VERBAUUNG des LAUBACHES bei LUNGERN

Eidg. Oberbaainspect: Wildbach-Verbauungen

Tafel LII.



Jmp. M. Girardet

Photogravure des eidg. top. Bureau (E. Jeuch)

OBERSTE STRECKE
(Seitengraben)



5. 01

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307010

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300374