

Mauerwerksnorm Gotthardbahn ca. 1873-78

Entwurf des I Departementes der Direction der Gotthardbahn zu einem Vertrage betreffend die Ausführung des Baues der noch nicht in Angriff genommenen Linien des reduzierten Netzes der Gotthardbahn im Generalaccorde (à forfait) 25. Mai 1878

- Beilage II zu dem Vertragsentwurfe betreffend Ausführung des Baues der Gotthardbahn im Generalaccorde, Baubeschreibung

- B. Besondere Vorschriften für Unterbau, a. Unterbau

- II Besondere Bestimmungen für die Ausführung des Mauerwerkes

- Beilage III zu dem Vertragsentwurfe betreffend Ausführung des Baues der Gotthardbahn im Generalaccorde, Bedingnishefte: für Expropriationen
für Unterbau
für Oberbau
für Hochbau

- Normalzeichnungen 1873

Quelle:

ETH-Bibliothek, Hochschularchiv, Gotthardbahnakten P919859:59

Im Besonderen: 31001, Mappen 1 / 7 / 11 / 15, 32058, Mappen 1 / 2

B. Besondere Vorschriften für Unterbau

a. Unterbau

§ 34. Stellung von Futter- und Verkleidungsmauern

Die Stellung und Anordnung von Futter- und Verkleidungsmauern ist aus den **Figuren 4, 5, 6 und 7 des Normalblattes 4** ersichtlich.

Werden Futtermauern über Felswände gestellt, um Schüttüberlagerung etc. zu stützen, dann soll ihre Entfernung von der Geleiseachse (**Normalblatt 4, Fig. 7**) so gross sein, dass nötigenfalls noch eine Verkleidungsmauer unter den in §25 angegebenen Bedingungen für die freie Weite der Einschnitte ausgeführt werden kann und dem Fusse der Futtermauer mindestens 1.0 m Zwischenraum bleibt. Dieser Zwischenraum ist solid auszumauern und unter allen Umständen durch Mauerwerk und Pflasterung wasserdicht abzudecken.

Wenn es mit Rücksicht auf die Einschnittstiefe und die Seitenneigung der Terrainoberfläche angezeigt erscheint, bei tragfähigem, aber nicht ganz beständigem und abbröckelndem Gestein steile Einschnittswände zu erhalten, statt eine flache Terrassierung vorzunehmen, dann sollen Verkleidungsmauern in Anwendung kommen.

Die Stellung, welche den Verkleidungsmauern zu geben ist, ist davon abhängig, ob die Verkleidung auf die ganze oder überwiegende Länge der Wand oder nur auf einzelnen kurzen Parthien stattfinden soll. Zu ersterem Falle wird die Mauer auf die Minimaldistanz von 3.30, beziehungsweise 3.20m vom Geleisemittel (an der Grabensohle gemessen) gestellt, während im letzteren Fall mit der Flucht derselben die äussere Grabenkante des Felseinschnittes in der nach §25 bestimmten Weite von der Gleisachse einzuhalten ist.

Die Verkleidungsmauern sollen stets, wenn auch die Einschnittswand sonst vertical gehalten ist, gegen das Gebirge gelehnt werden, so zwar, dass die innere, mit dem Gebirge gemeinschaftliche Fläche, mit 1/5 geneigt auszuführen ist.

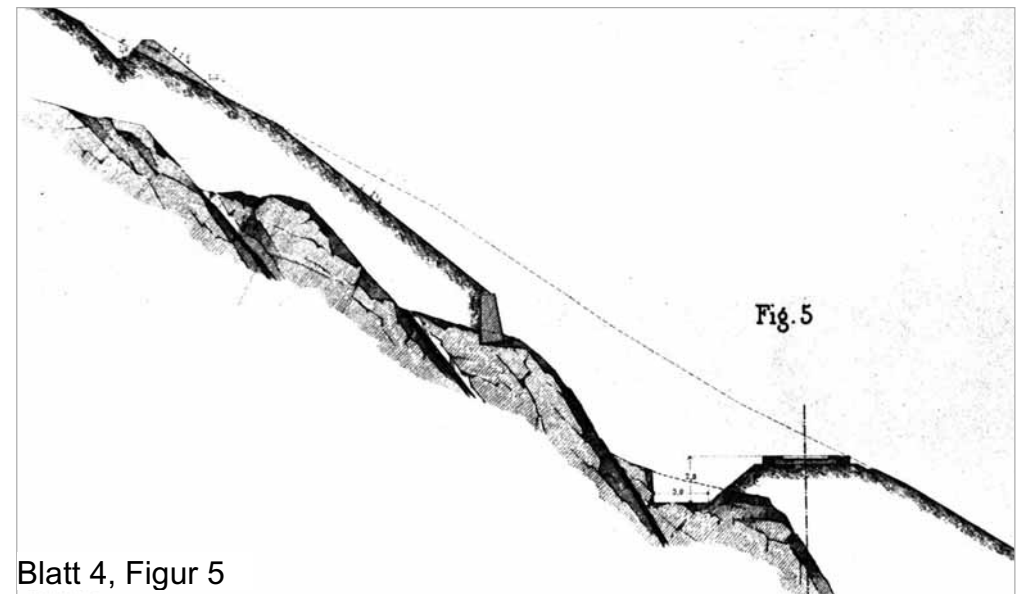
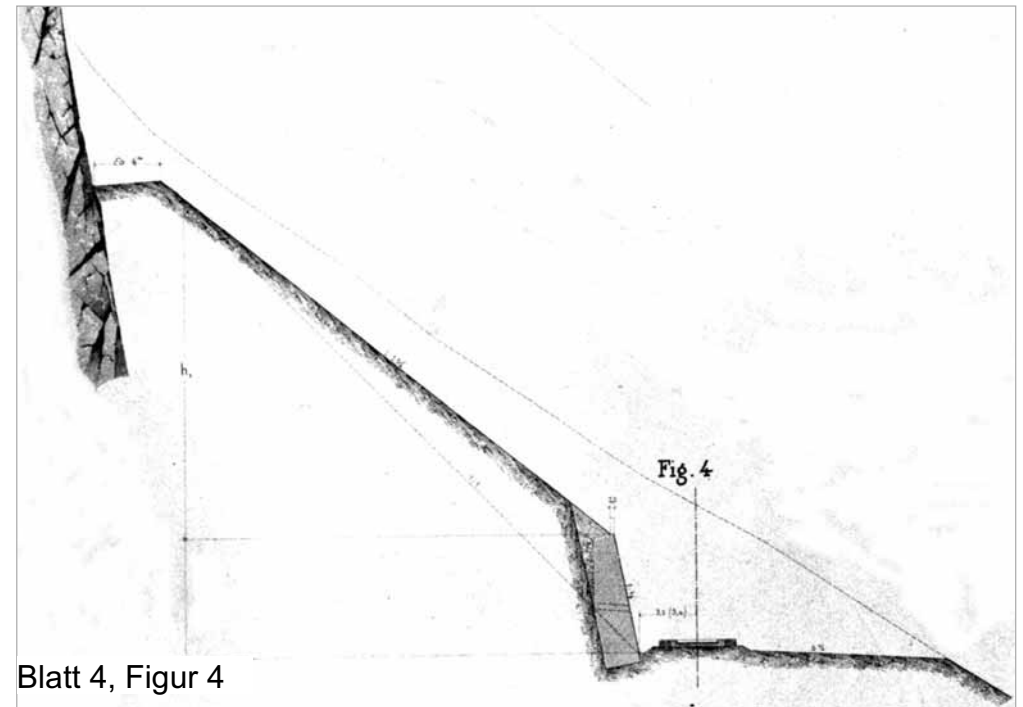
Die Kronenstärke, der Verkleidungsmauern darf nicht weniger als 0.60m betragen und die untere Stärke im Fundament ist mit 1/10 der verticalen Höhe, und dieser, wie bei den Futtermauern, mindestens 0.50m unter der Grabensohle auszulegen.

Über die Ausführung der Verkleidungsmauern, sowie über die Stärke und Ausführung der Futtermauern werden unter den §§ 41-48 Anweisungen gegeben.

§ 39. Steinsätze

Wenn die Terrain und Raumverhältnisse die Anlage 1½- und 1¼-füssigen Böschungen in dieser Weise nicht mehr gestatten, dann können mit dem Verhältnis von 1:1 angelegte Steinsätze zum Ersatz von Stützmauern in Ausführung kommen:

1.) Es muss gutes Steinmaterial, welches im Allgemeinen den für Mauerstein vorgeschriebenen Anforderungen entspricht, in genügender Menge zur Verfügung stehen, gleichviel ob dasselbe aus den Einschnitten oder aus Materialgruben genommen



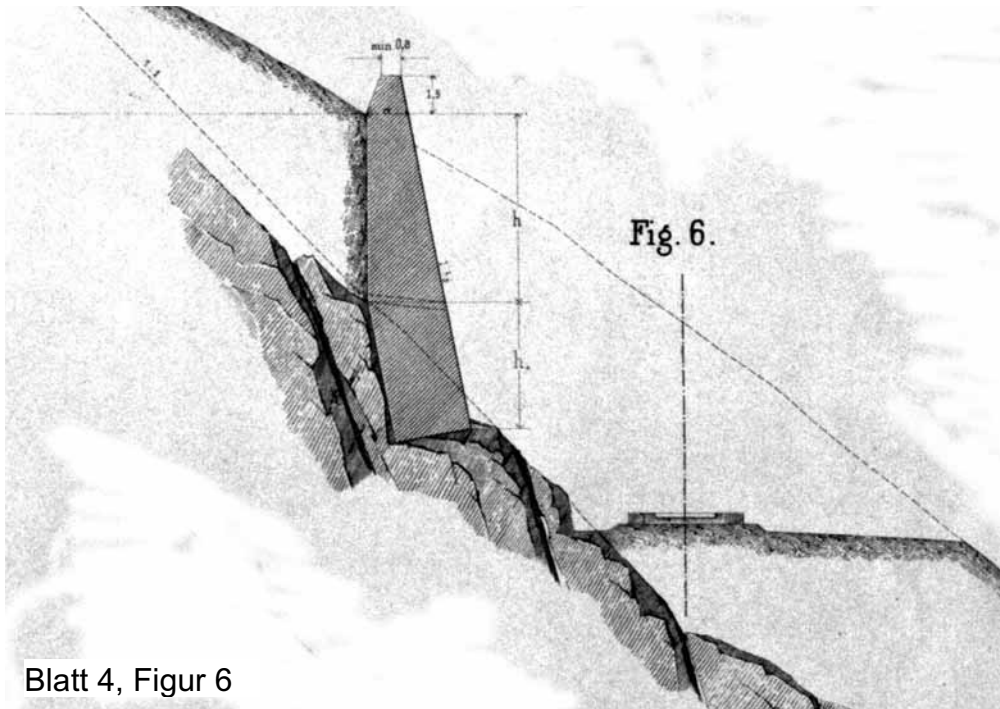


Fig. 6.

Blatt 4, Figur 6

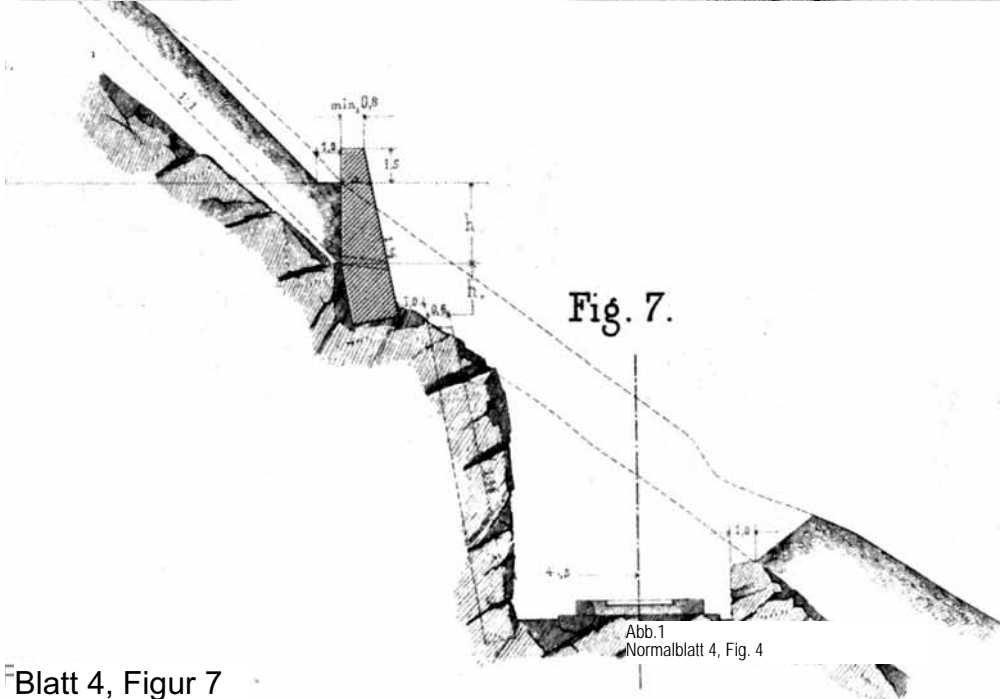


Fig. 7.

Abb. 1
Normalblatt 4, Fig. 4

Blatt 4, Figur 7

wird.

2.) Die grösste Höhe der Steinsätze, von ihrem Fusse in der Anböschung bis zur Krone gemessen, darf in den Strecken Meitschlingen - Goeschenen und Fiesso - Bisasca mit Rücksicht auf die Festigkeit der vorkommenden Gesteine nicht mehr als 15m, in allen anderen Strecken aber nicht mehr als 12m betragen.

3.) Die Steinsätze dürfen nicht bis zur Höhe des Bahndammes reichen sondern müssen eine Überschüttung von mindestens 1.5m haben.

Die verticale Höhe der Überschüttung der Steinsätze, von der Krone dieser bis zum Bahndamm gerechnet, soll namentlich, wenn diese die Maximalhöhe haben, jedoch in der Regel das Mass von 15m, resp. 12m nicht übersteigen und es darf die Überschüttung niemals steiler als mit dem Verhältnisse 1:1,5 geböscht sein.

Die Stärke der Steinsätze und das Verhältnis der Schichtung wird wie folgt festgesetzt:

4.) Steinsätze, welche frei stehen, d.h. in ihrer Function vollkommen an die Stelle von Stützmauern vertreten, müssen in ihrem ganzen Querschnitte sorgfältig geschichtet werden, und zwar tritt diese Bedingung ein, wenn die Querschnittsfläche der zu stützenden Erd- Hinter- und Überfüllung gleich der Querschnittsfläche des Steinsatzes wird. Die Kronenstärke solcher Steinsätze, normal auf die 1-füssige Böschung des Steinsatzes gemessen, wird nach der Formel $1m + h/10$ (h =Steinsatzhöhe) bestimmt. (Fig. 2 u. 3 des Normalblattes Nr. 11).

5.) Wenn die Hinterfüllung geringer ist, oder wenn sich die Steinsätze im stark geneigten Terrain in beinahe ihrer ganzen Höhe gegen dieses lehnen, dann genügt es, dieselben nur auf Dicke $d = 1m + h/10$ zu schichten; jedoch muss der nicht geschichtete Theil welcher rückwärts mit einer mindestens $\frac{1}{2}$ -füssigen Böschung abschliesst und die Unterlage gegen das Terrain bildet, ebenfalls durchaus aus Stein von gleicher Qualität bestehen (Normalblatt N° 5, Fig. 3 und 4, Normalblatt N° 11, Fig. 1)

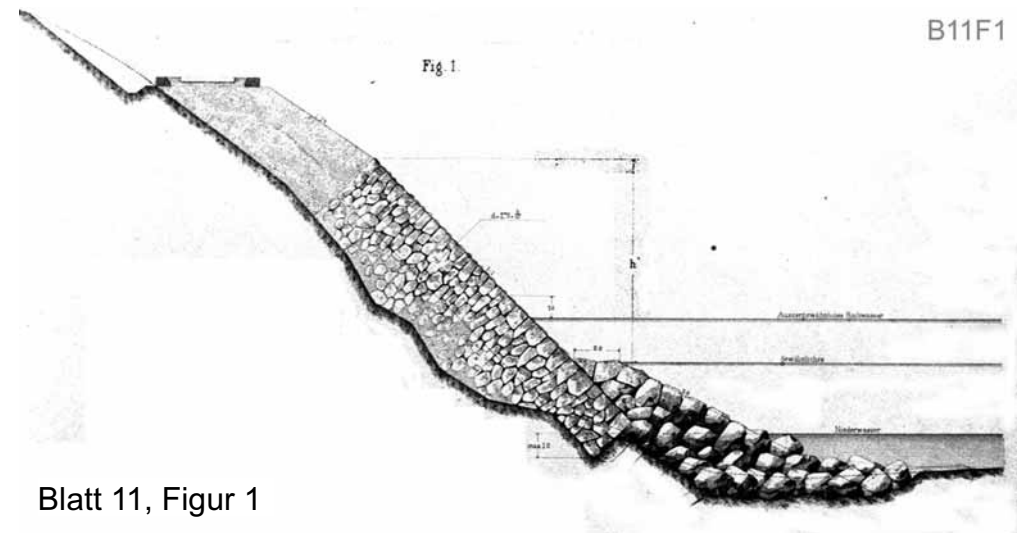
6.) Dämme, welche ganz aus reinem Steinmaterial bestehen, brauchen ebenfalls nur auf die Dicke von $1m + h/10$ von der einfüssigen Böschungsfäche einwärts geschichtet zu werden.

7.) Das Fundament der Steinsätze muss ein solides sein. Die Steinsätze sollen in der Regel direct auf den Fels sich stützen; Überlagerungen desselben dürfen nur dann als Fundament benützt werden, wenn sie mindestens eine Mächtigkeit von 1.5m haben und aus consolidiertem Bergschutt bestehen (Normalblatt N° 5, Figur 4.)

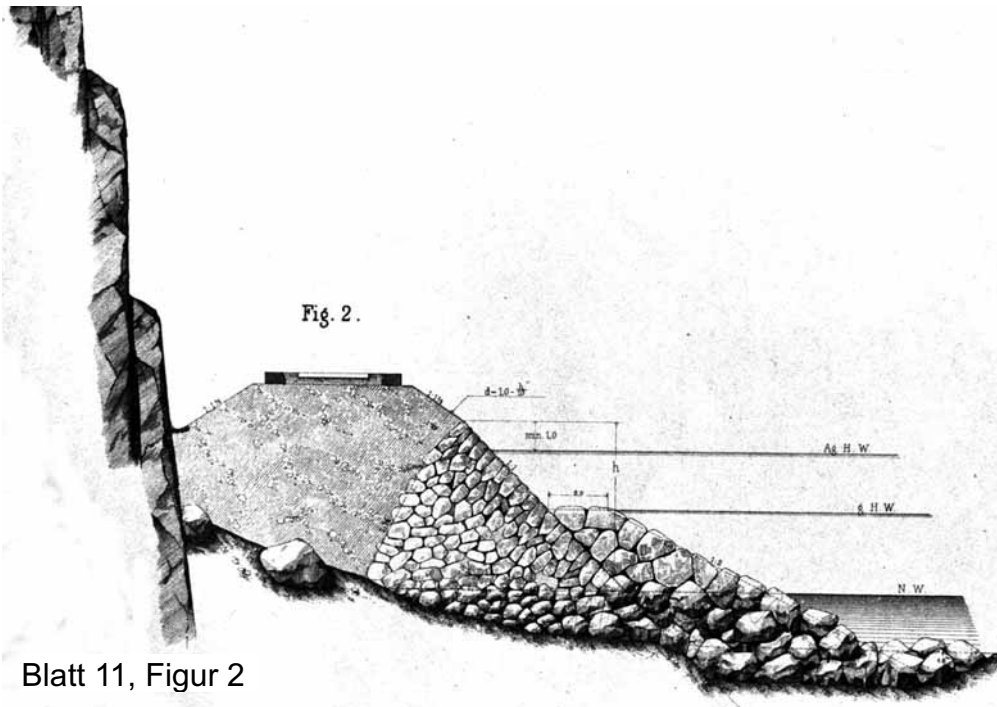
Auf lockeres Gerölle und ungebundem Verwitterungsprodukte darf eine Steinsatz nicht gestützt werden.

§ 40. Trockenmauern

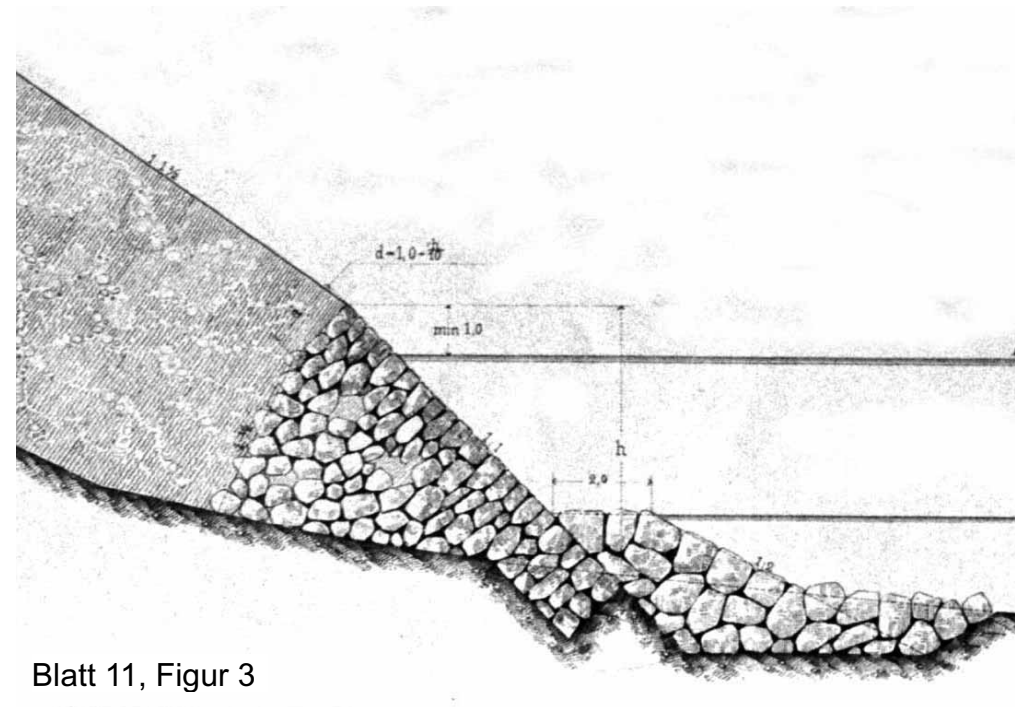
Unter beschränkteren Raumverhältnissen kann die Dammaufschüttung auf Trockenmauern mit einer Aussenböschung von mindestens 1:2/3 gestützt werden; diese müssen sich jedoch immer entweder direct an gewachsenes Terrain (Fels oder



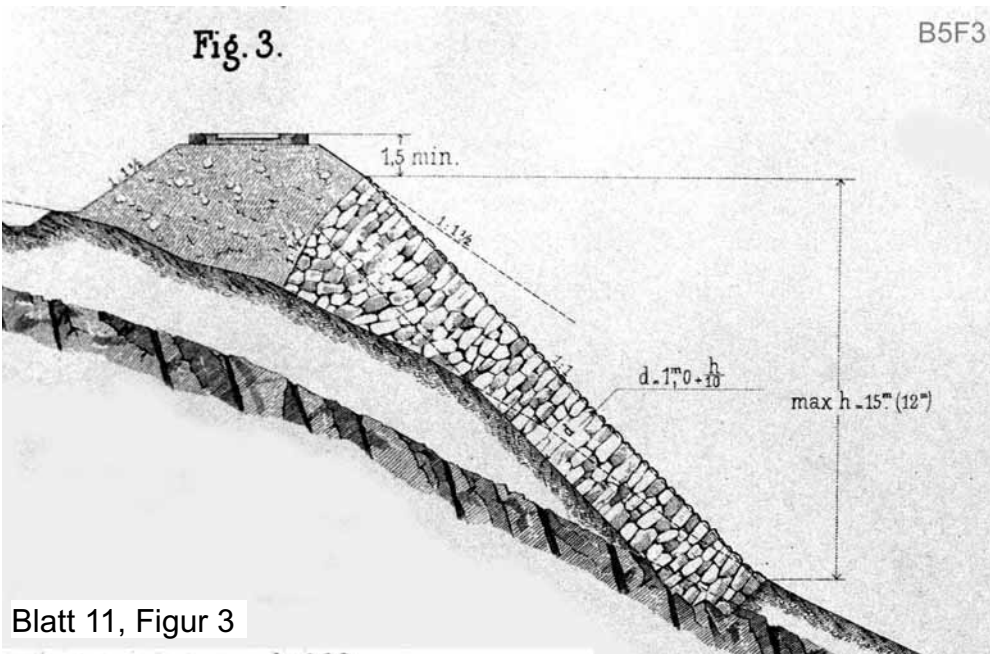
Blatt 11, Figur 1



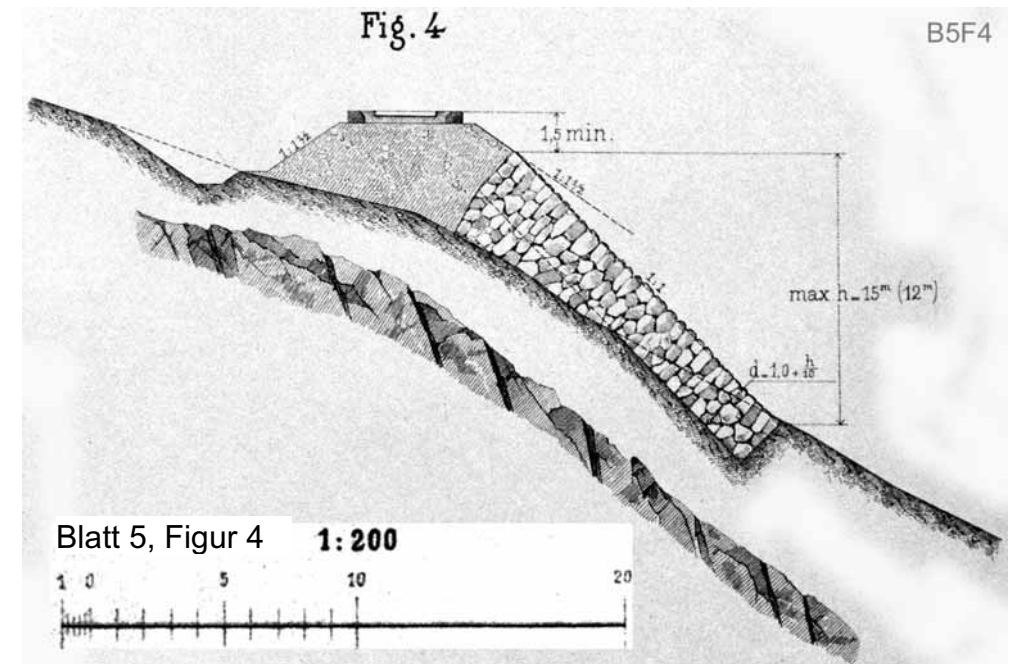
Blatt 11, Figur 2



Blatt 11, Figur 3



Blatt 11, Figur 3



Blatt 5, Figur 4 1:200

Schutthaldden) oder gegen solide durchaus geschichtete Steinsätze lehnen.

Die Fig. 5, 6 und 7 des Normalblattes 5 stellen die Typen dieser beiden Fälle vor. Die Maximalhöhe, bis zu der Trockenmauern ausgeführt werden dürfen, ist vom Fundament bis zur Krone, vertical gemessen 9.0m.

Die Bestimmung der den Trockenmauern zu gebenden Abmessungen ist aus denselben Figuren ersichtlich.

Die Trockenmauern müssen entweder, wie Fig. 5, eine 1 1/2füssige Ueberschüttung von mindestens 1.5 m haben, welche sie den Einwirkungen der Erschütterungen durch die Bahnzüge entzieht, oder sie müssen von vornherein so angelegt werden, dass sie, wie die Fig. 6 und 7 zeigen, mit ihrer Aussenfläche auf 2.95 m von der nächsten Geleisachse entfernt stehen.

Trockenmauern, welche zum Ersatz hoher, verticaler Mörtelstützmauern, nach den Typen Fig. 7, Normalblatt N° 5, ausgeführt und in Schutt- und Steinhalden fundiert werden, können wohl in grösserer Höhe als 9m angeordnet werden, erhalten dann aber in ihren unteren Theilen, um um welche die Maximalhöhe von 9m überschritten wird, eine grössere Aussenböschung (mindestens 1:4/5).

Wo hierzu der nötige Raum nicht vorhanden ist, kann wohl auch das Böschungsverhältnis von 1:2/3 bis zum Fundament herab beibehalten, jedoch muss der untere Theil der Mauer von 9m abwärts dann in Mörtel ausgeführt werden.

Die Type Fig. 5 kommt namentlich zur Ausführung auf der Nordseite und jene in Fig. 6 und 7 auf der Südseite in der Strecke Lavorgo - Biasca, wo sich das dazu geeignete Material vorfindet.

Wie aus den Bestimmungen des Bedingnisheftes (Unterbau § 11) hervorgeht, ist auf die Beistellung besonders guten Steinmaterials und und gut geschulter Maurer für die Ausführung der Trockenmauern zu halten, und es sind diese daher durchaus nicht als ein die Ausführung erleichternder Ersatz von Mörtelstützmauern sondern als die natürliche Construction an solchen Orten zu betrachten, wo Raum, Material, und Arbeitskraft in reichlichem Masse dargeboten ist.

§ 41. Mörtelstützmauern

Es ist im Allgemeinen Regel, überall dort, wo Raum und andere Umstände die Ausführung von flachen 1 1/2 bis 1 1/4 füssigen Böschungen nicht gestatten, Mörtelstützmauern statt der in den Steinsätzen und Trockenmauern gebotenen Surrogate welche sich ihrer constructiven Natur wegen doch nur zur Aufnahme einer normalen Druckes eignen und daher nur innerhalb beschränkter, im Vorstehenden auf das äusserste Maximum bestimmten Grenzen ausführbar sind, anzuwenden.

Die charakteristischen Fälle für die Stellung der Stützmauern sind auf dem Normal-

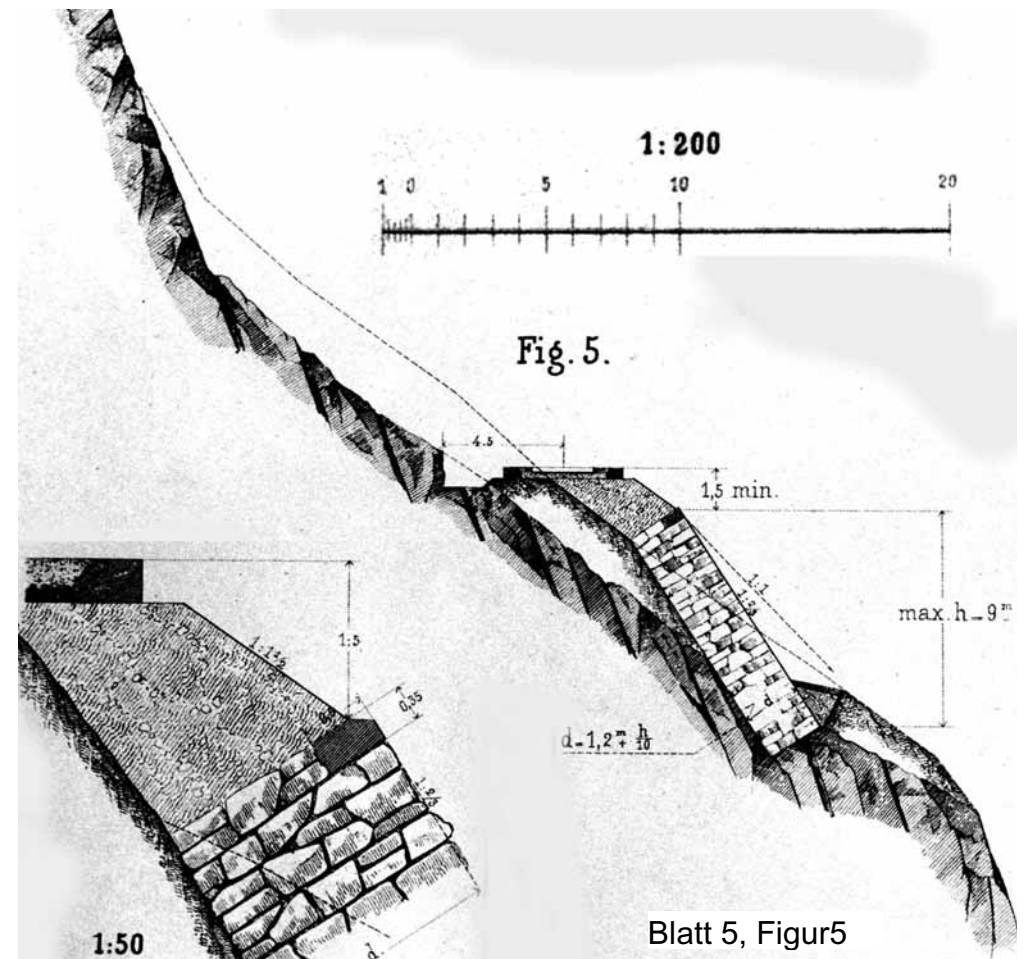
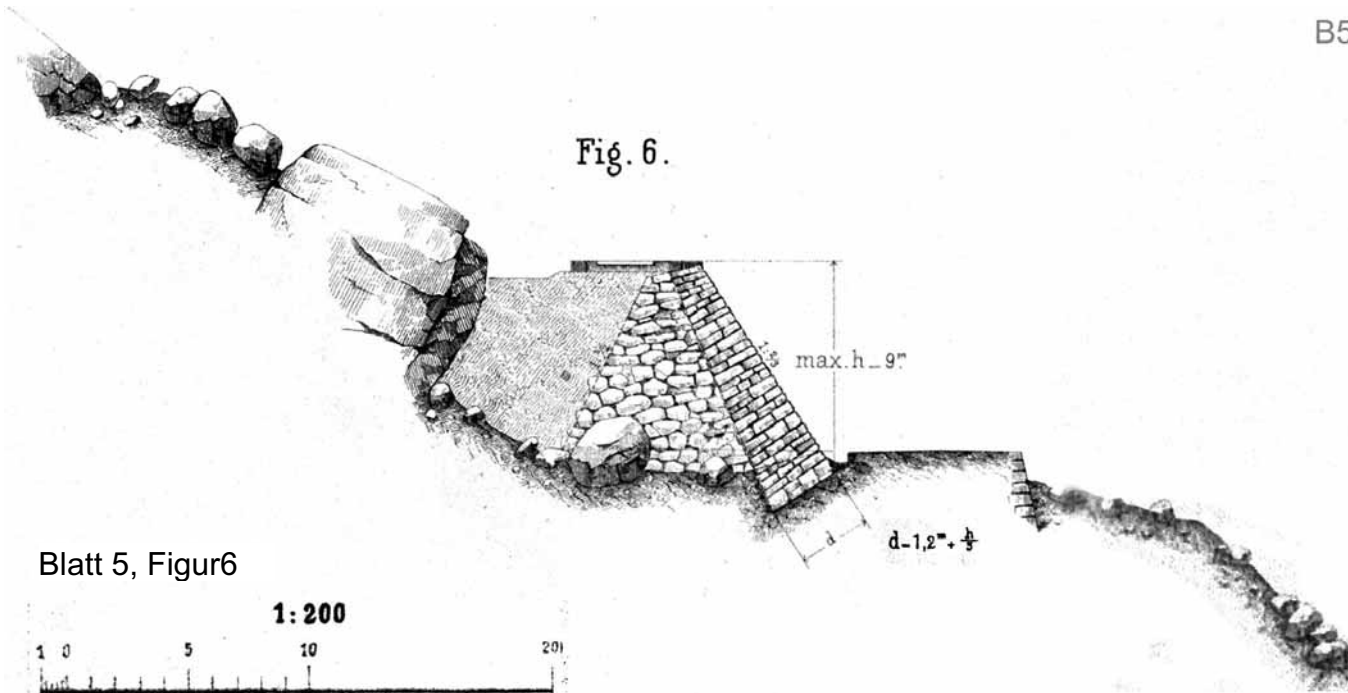


Fig. 6.



Blatt 5, Figur6

1:200

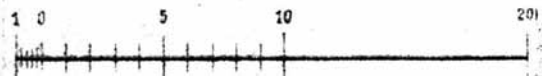
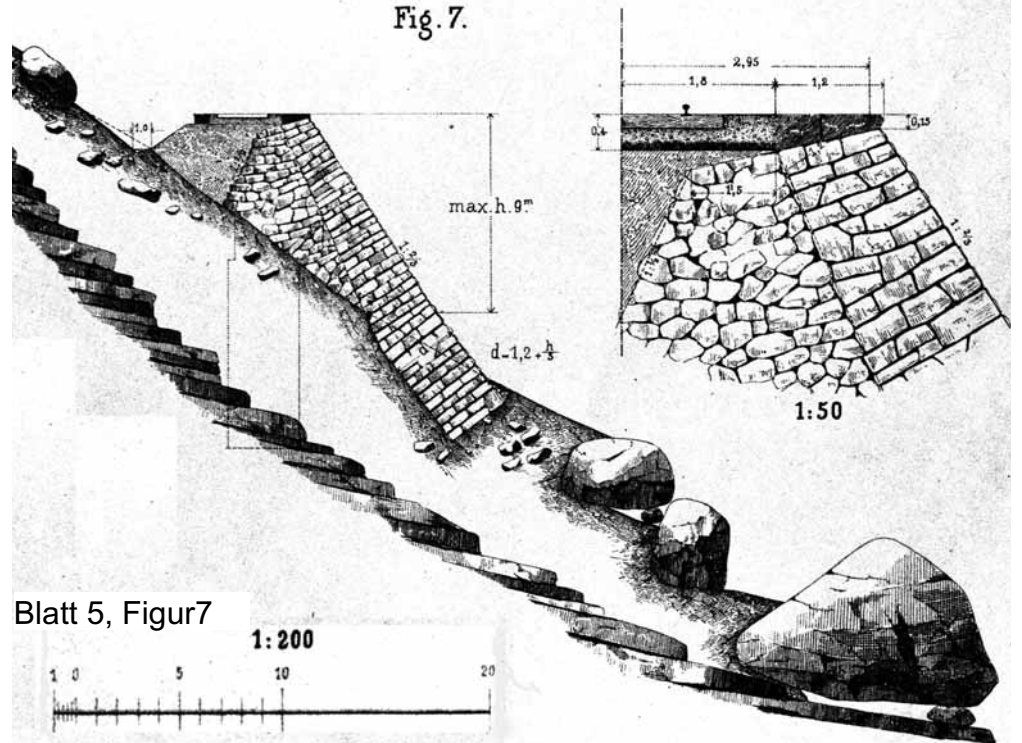
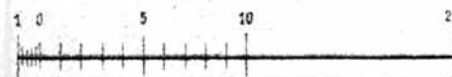


Fig. 7.



Blatt 5, Figur7

1:200



blatt N°6 dargestellt. Es ist hierzu folgendes zu bemerken:

Das Haupt der Mauern ist, nach Massgabe der Raumverhältnisse, entweder mit einem Anzuge von $1/5$ zu versehen oder vertical auszuführen.

In der Regel sollen die Stützmauern so situiert werden, dass sie eine Überschüttung von mindestens 1.0m erhalten und dadurch in eine solche Entfernung von den Bahngeleisen zu stehen kommen, welche ihrer Conservierung dienlich ist (Fig. 2 und 3). Geht dies in der Folge beschränkter Raumverhältnisse nicht an, so muss doch immer ihre äussere, in die Höhe des Planum fallende Kronenkante mindestens 2.60m von der Geleiseachse entfernt liegen, und wird dann durch eine 0.8m starke, 0.7m hohe Parapetmauer abgeschlossen, wie dies schon in dem Schema zu §23 angegeben ist.

Die Überschüttung der Stützmauer darf niemals steiler, als mit dem Verhältnis $1:1\frac{1}{2}$ - ausnahmsweise $1:\frac{1}{4}$ - abgeböschet sein und, es ist die Höhe der Mauer stets darauf auszumitteln. (Fig. 1,2 und 3).

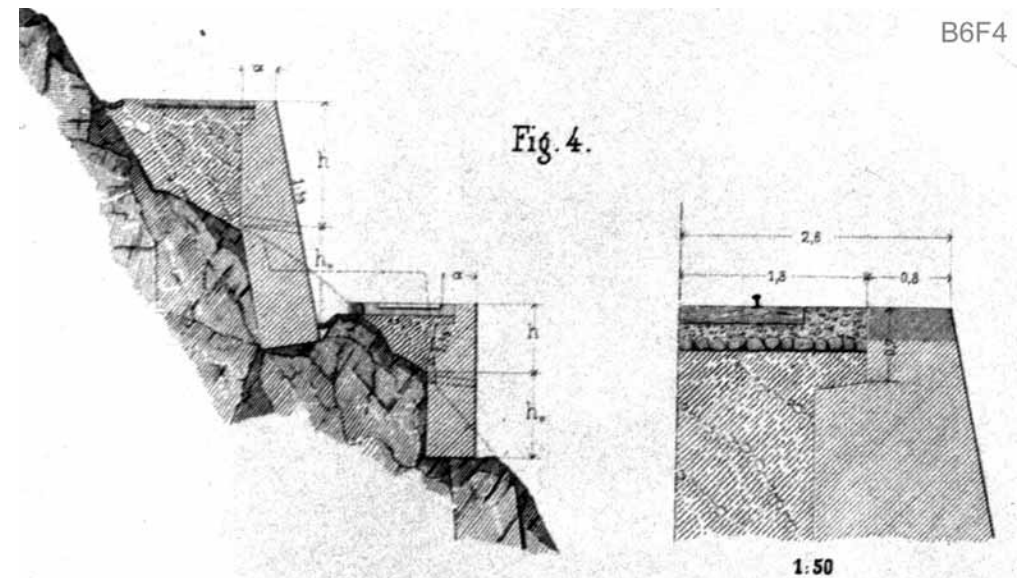
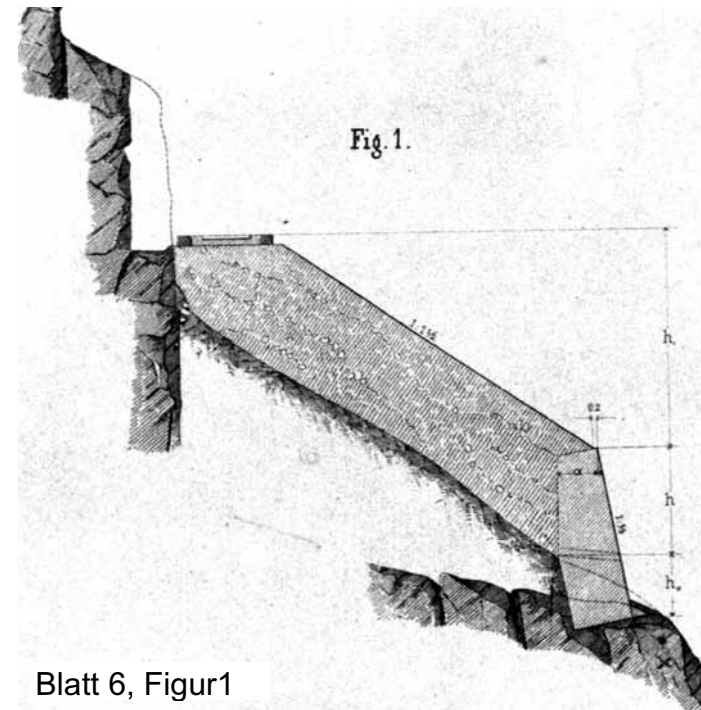
Die überschütteten Mauern werden so gestellt, dass ihre äussere Kronenkante 0.2m über die Schnittlinien der $1\frac{1}{2}$ Böschung mit der Oberfläche der Deckschichte der Mauer vorspringt um dem überschütteten Material genügend Halt zu bieten. (Fig. 1,2 und 3).

Die Stützmauern sind immer direkt auf den Fels zu fundieren und dabei deren Sohle so tief zu lagern, dass eine Felsschichte getroffen wird, welche in das Terrain einfällt, oder doch nach unten solid und zuverlässig gestützt ist, und dass ein Vorgrund von mindestens 1m eingehalten wird. (Fig. 4,5 und 6).

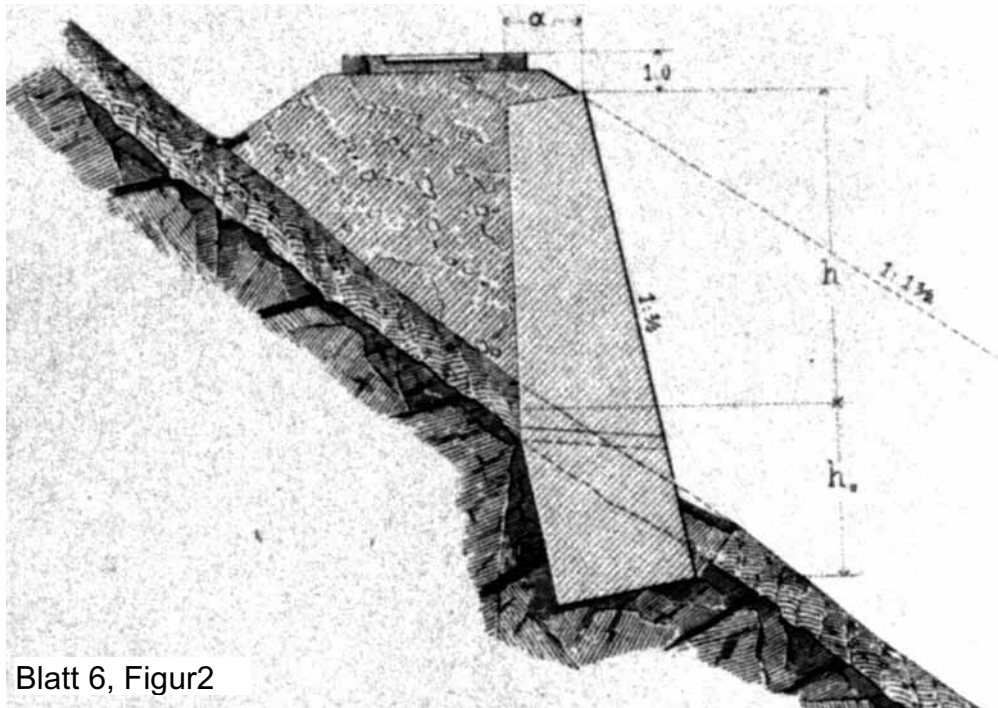
§ 42.

Anschluss von Stützmauern an das Terrain; Abschluss der Enden derselben.

Die Enden der Stützmauern sollen in der Längsrichtung stets soweit in das ansteigende Terrain hinein verlegt werden, dass deren sich vermindernde Höhe gleich der Stärke der Mauer wird. Sollte dies in besonderen Fällen nicht thunlich oder zu kostspielig sein,



Blatt 6, Figur4



Blatt 6, Figur2

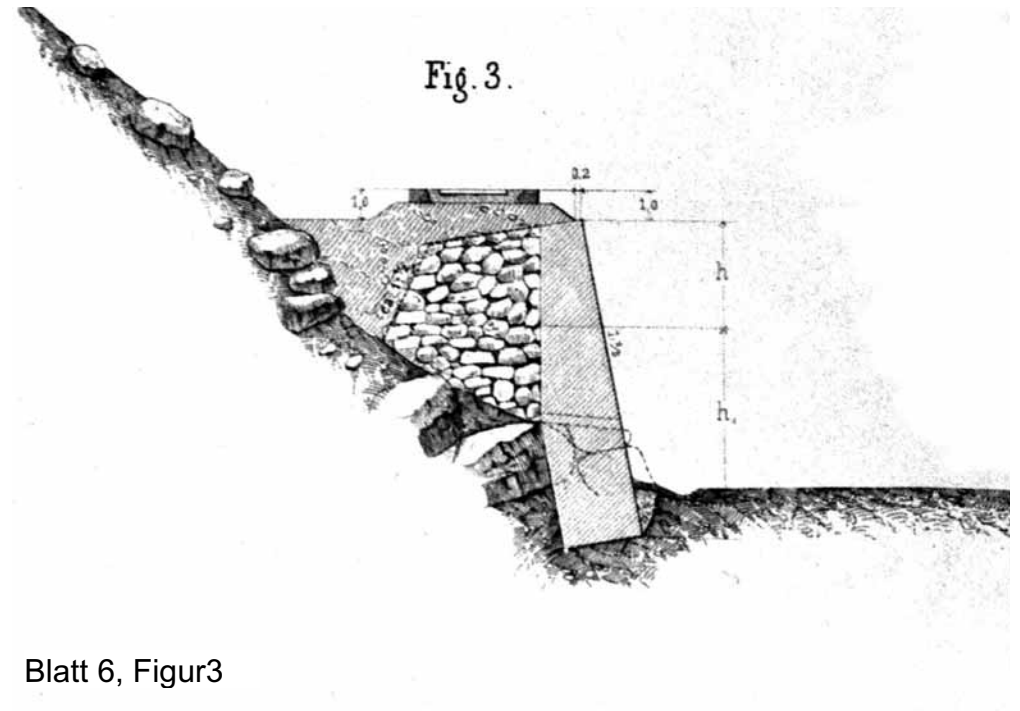


Fig. 3.

Blatt 6, Figur3

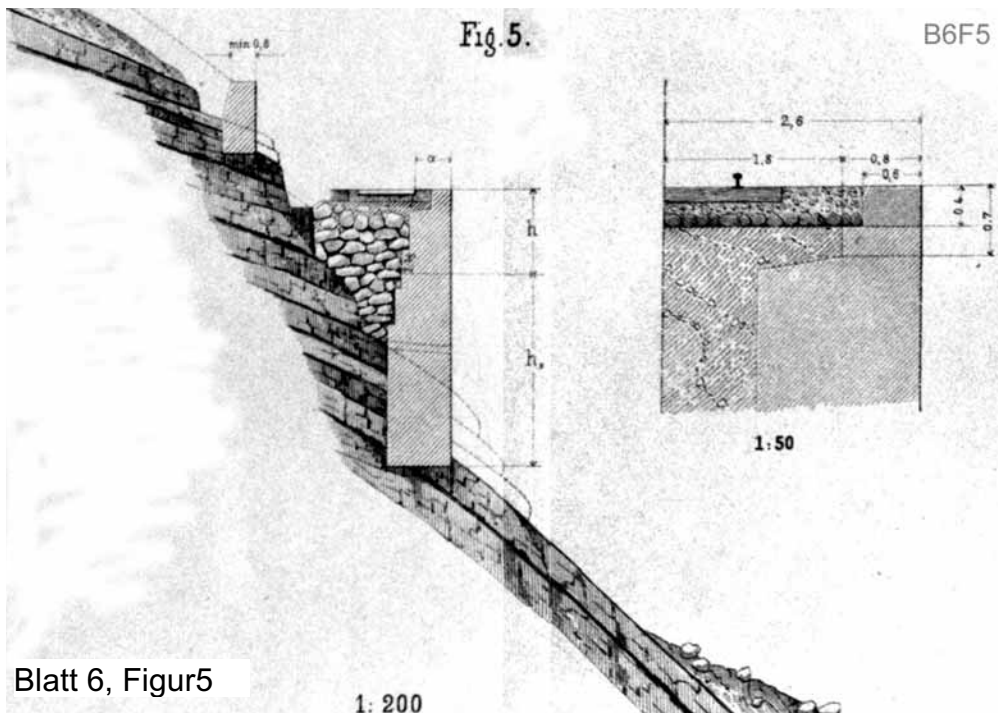


Fig. 5.

B6F5

Blatt 6, Figur5

1: 200

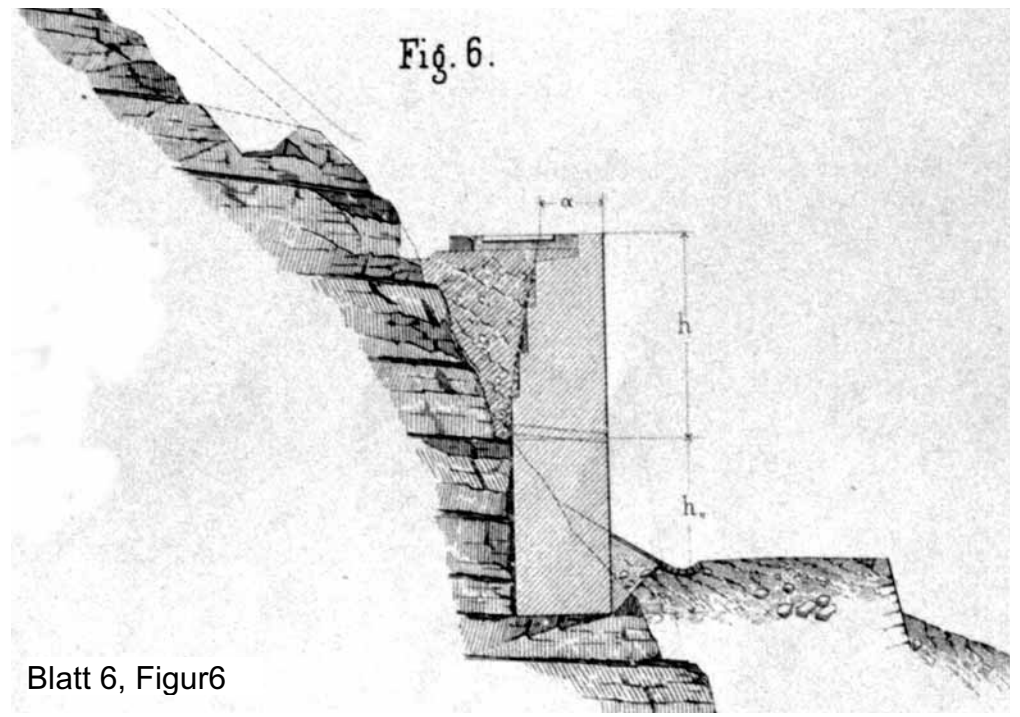


Fig. 6.

Blatt 6, Figur6

wie es häufig bei Parallelfügeln von Brücken oder Durchlässen vorkommt, dann muss das Ende der Mauer durch einen Strebepfeiler verstärkt oder in einer in der Böschung abfallenden Linie (in einen Böschungsflügel) abgeschlossen resp. die Höhe ebenfalls so weit vermindert werden, dass sie der Stärke der Mauer gleichkommt. Es ist unter allen Umständen unzulässig, eine Stützmauer in grösserer Höhe ohne allen verstärkenden Abschluss aufhören zu lassen, weil die ermittelten Stärken der Mauern im Allgemeinen nur für einen in der Mitte einer längeren Mauer genommenen Querschnitt gelten und für ein freistehendes Ende nicht oder nur zufällig genügen können.

§ 43.

Form und Dimensionen der Stützmauern

Die allgemeine Form der Stütz- und Futtermauern und das Mass ihrer Stärken für jeden Fall ist auf den **Darstellungen und Tabellen I - IV auf Normalblatt N° 7** ersichtlich.

Die mit 1/5 dossierten Mauern erhalten bis zu Fundamente (Durchschnittslinie der Rückenebene mit der Terrainfläche) herab eine verticale, die im Haupte senkrechten eine Rückfläche mit 1/5 Anzug.

Die Rückenfläche des Fundamentes ist stets parallel zur Gesichtsfläche, das Fundament bildet also immer ein Prisma von rechteckigem Querschnitt.

Der Rücken der verticalen Stützmauern kann in Stufen von 0.3m Ausladung abgesetzt werden., welche innerhalb der mit 1/5 dossierten Fläche liegen.

§ 44.

Fundament der Stützmauern

Das Fundamentprisma ist im Rücken stets vollständig an den gewachsenen Boden anzumauern und zwar so sorgfältig, dass das auf der Terrain- oder Felsoberfläche sich sammelnde Wasser nicht weiter abwärts dringen kann, sondern durch die über dem Fundamente in der Mauer selbst offen bleibenden Schlitze ins Freie austreten kann. Wo dieses Verfahren nicht eingehalten werden kann, ist die Stärke der Mauer grösser zu nehmen, resp. deren Bestimmung statt der Höhe h die Höhe $h + h''$ zu Grunde zu legen. Es ist daher bei dem Aushube des Fundamentes von vornherein mit der nötigen Sorgfalt vorzugehen, wenn nicht bedeutend grössere Mauermassen aufgewendet werden sollen.

§ 45.

Mauerwerksgattungen für die Ausführung der Stützmauern

Die Stütz-, Futter- und Verkleidungsmauern werden durchwegs aus häutigem Mauerwerk (§13 des Bedingnisheftes) in magerem Mörtel aufgeführt. Wenn das in der Stirn freie Fundamentprisma vom Terrain her dem Durchdringen von Wasser ausgesetzt ist, dann ist dieser Theil der Mauer in hydraulischem Mörtel auszuführen. Ebenso immer die Mauerwerkspartien um die Wasserschlitze. Die Lagerfugen

werden stets normal auf die Aussenfläche gerichtet. Die Ecken der Strebepfeiler werden sorgfältiger, nach Art des Schichtenmauerwerkes nach §14, bearbeitet. Die Bearbeitung hat in den über die Ecke vorstehenden Läufern und Bindern auf 60Ctm beziehungsweise 40 Ctm. zu geschehen. Der gänzlich verdeckte, unter der Oberfläche des Terrains liegende Theil der Fundamente der Stütz- und Futtermauern wird aus ordinärem Bruchstein nach §12 hergestellt. Das Verfugen der Mauern geschieht immer mit Cement.

§ 46.

Sicherung der Krone der Stütz-, Futter- und Verkleidungsmauern

Alle Mauern erhalten an ihrer Krone einen in einer regelmässigen Linie gezogenen und eine scharfe Kante herstellenden Abschluss, welcher entweder in einer Rollschär oder in einer Deckplatte besteht. Die Rollschär ist aus im Allgemeinen aufrecht gestellten und im Verbände mit Rücksicht auf ihre Keilform so geordneter Steine herzustellen, dass ein Herausheben derselben nicht leicht möglich ist. Die Steine der Rollschär sind auf die ganze Breite der unbedeckten Krone bei den Stützmauern 0.80m, mindestens aber 0.60m tief in horizontalem und 0.40m tief in verticalem Sinne wie für das Schichtenmauerwerk (Unterbau II, §14 des Bedingnisheftes) zu bearbeiten und sollen sich mit den horizontalen Lagerflächen innig dem Verbände des hauptigen Mauerwerkes anschliessen. Wird es vorgezogen, Platten zur Abdeckung zu wählen, dann müssen diese mindestens 0.60m Breite (Tiefe) und 0.40m Höhe haben. Die Platten müssen durchaus voll, kantig sein, jedoch ist es nicht nothwendig, dass sie fein bearbeitet werden und sich in ganz normalen Stößen aneinanderreihen. (Fig. 4 und 5, Normalblatt N° 6.).

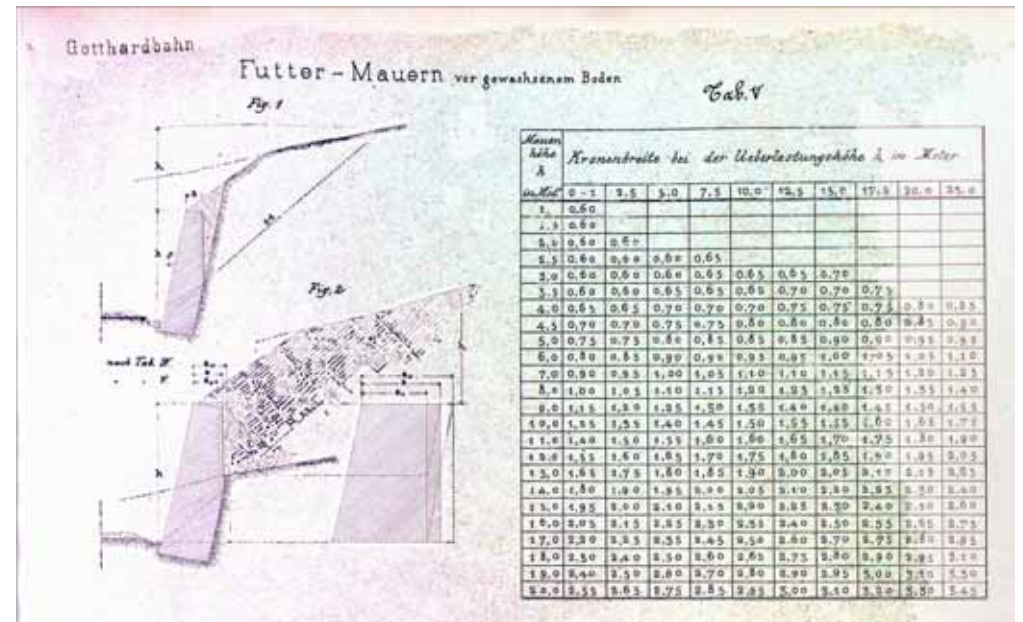
§ 47.

Modifikation der Stützmauerstärken

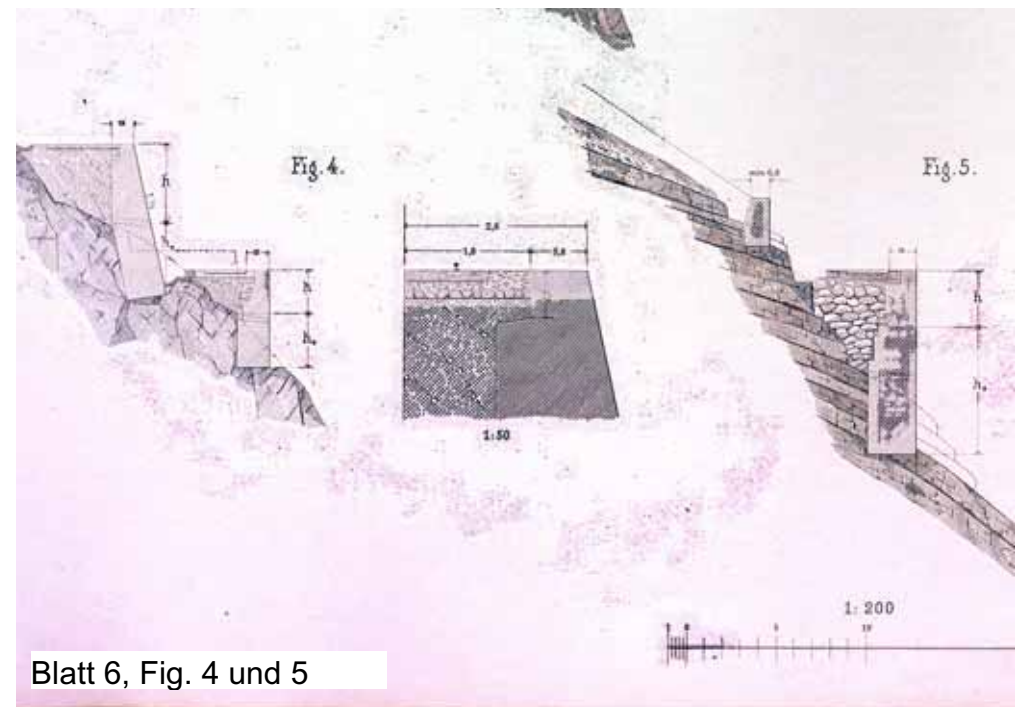
In dem **Normalblatte N° 8** sind eine Reihe von Fällen zusammengestellt, in welchen es zulässig ist, den Futter- und Stützmauern geringere Stärken zu geben, als sie aus den **Tabellen I - IV des Normalblattes N° 7** sich darstellen.

Fig. 1. Futtermauern vor halbfestem gebrächem Gestein, welches im Ganzen noch so viel Cohäsion hat, dass es nicht nothwendig ist, um den Zustand der Ruhe zu erhalten, eine starke Mauer vorzusetzen, z.B. bei leicht verwitterter und loser Nagelfluh, nur theilweise cohärenten Conglomerat, zerklüftetem Kalkgestein, Talkglimmerschiefer, vielleicht auch sehr fest gelagerten Möränen etc., können die nach Tab. V sich ergebenden geringeren Stärken erhalten.

Fig. 2. Die Stärke von Futtermauern vor halbfestem, mit rolligem Boden überlagertem Gebirge ist nach Massgabe der Verhältnisse der Höhen der zu stützenden Gebirgsarten aus den Tab. IV und V zu bemessen, (die Construction ist in der Figur angedeutet) und die Mauer ind der Rückenfläche nur bis zu einer solchen Höhe herab vertical (d.i. in der Stärke zunehmend) zu formend, welche beiläufig der unteren



Blatt 8, Tabelle 5, Fig. 1 und 2



Blatt 6, Fig. 4 und 5

Stärke der Mauer gleichzunehmen ist. Diese Höhe ergibt sich aus dem Schnitte der Ebene, welche zur Bestimmung der Belastungshöhe unter 1:1 geneigt gelegt wird, mit der verticalen Rückenfläche der Mauer.

Fig. 3,4,5 und 6. Stützmauern an eingeleisigen und zunächst nur für ein Geleise herzustellenden Dämmen.

Fig. 3 und 5. stellen den Fall dar, wo die Mauer auf der Seite des sogleich ausgeführten Geleises oder am definitiv eingeleisigen Damm steht.

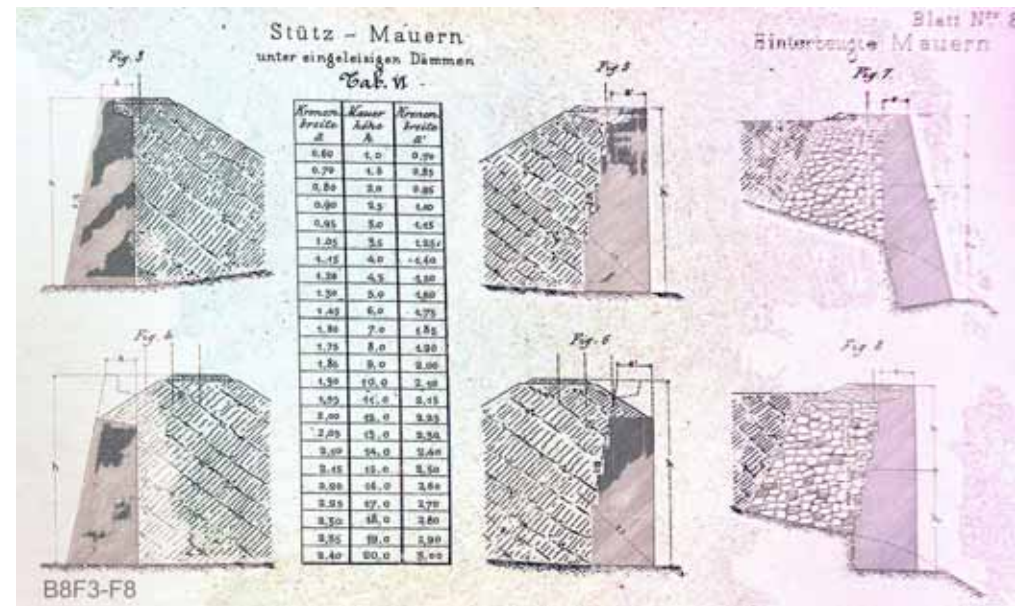
Fig. 4 und 6 den Fall, won das zweite Geleise seiner Zeit auf die Mauer gelegt wird. Im ersten Fall kann die Mauer schwächer gehalten werden, auch dann, wenn später das Planum verbreitert wird, weil die Mehrbelastung erst eintritt, wenn die Mauer in Folge der Erhärtung des Mörtels eine grössere Leistungsfähigkeit haben wird. Für den zweiten Fall ist es aus der Figur evident, dass eine grössere Stärke nicht notwendig ist. Die entsprechenden Stärken sind aus der Tab. VI zu entnehmen. Selbstverständlich gelten die Stärken der Tab. VI nur dann, wenn die aus der Tabelle I mit Rücksicht auf die Höhen $h + h'$ bestimmte Mauerstärke nicht an sich grösser ausfällt, weshalb dieser Versuch vorher immer zu machen ist. Die freie Fundamenttiefe ist nach den Tabellen II und III zu berücksichtigen. Bei den vertikalen Mauern sind die rückwärtigen Absätze 1.5m hoch zu machen und mit deren Zugabe in einer, der unteren Stärke gleichen Höhe gänzlich auszusetzen.

Fig. 7 und 8. Stützmauer mit Steinhinterbeugung. Wo Steinmaterial in hinreichender Menge vorhanden ist, kann eine Steinhinterbeugung angeordnet werden, um an Mauerwerk zu sparen. Die Mauerstärke ist dann in Bezug auf eine Druckhöhe h , welche von der halben Höhe der Steinschichtung aufwärts und in Bezug auf eine Fundamenttiefe h'' , welche von der halben Höhe der Steinschichtung abwärts gerechnet wird, zu bestimmen.

Die Steinschichtung soll mindestens eine Kronenbreite von 2 m + 1/5 ihrer grössten Höhe und eine 1/2füssige Rückenböschung erhalten.

Stirnflügel der Brücken und Durchlässe

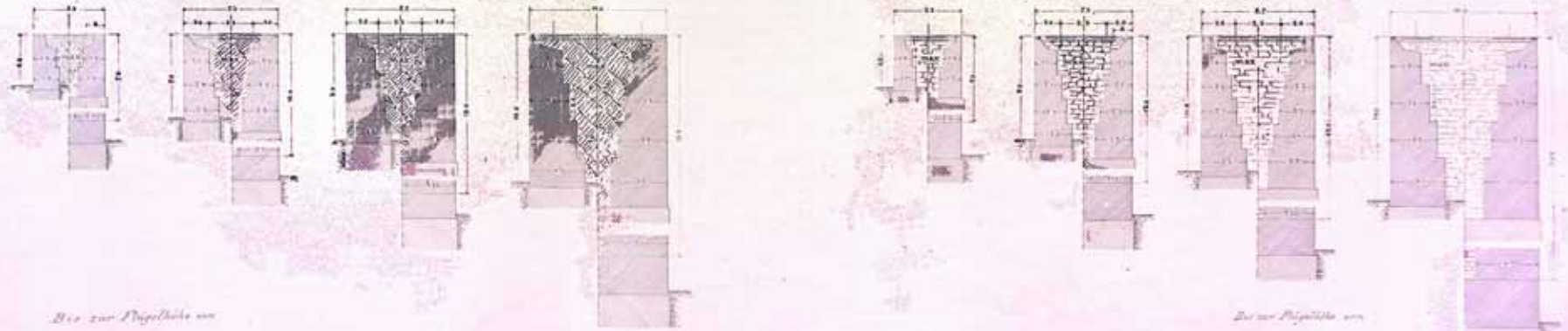
Bei einer gewissen Höhe der Flügel erhält der von ihnen eingeschlossene Kern eine so geringe Breite, dass der von der Ausfüllung ausgeübte Druck dem des vollen Druckprismas bei weitem nicht gleichkommt und die Flügelstärke, selbst bei Annahme eines bedeutenden Sicherheitsgrades, geringer bemessen werden kann, als dies nach Tab. III der Fall ist. Wird die Höhe und damit die Stärke der Flügel noch grösser, so dass von einer gewissen Höhe ein vollgemauerter Klotz ausgeführt werden muss, dann können die normalen Stärken der Flügel für alle darüber hinaus gehenden Höhen constant angenommen werden. In dem Normalblatte N° 6 sind vier verschiedene Kronenbreiten angenommen und die Grenzfälle für die Wahl der Construction wieder mit Rücksicht auf die Hinterfüllung oder Hinterbeugung dargestellt. Bis zu den Höhen von bezw. 4.0, 6.5, 8.0 und 10.0m über dem Fundament ist die Tabelle III mit oder ohne Correctur in Bezug auf die Hinterbeugung in Anwendung zu bringen, bis zu den Höhen von 4.5, 7.0, 9.0 und 12.5 bei loser Hinterfüllung und 4.5,



Blatt 8, Fig. 3 bis 8

a. mit loser Hinterfüllung

b. mit Hinterbeugung



Bis zur Pfeilhöhe von

4,5 Mtr 6,5 Mtr 8,5 Mtr 10,5 Mtr

Bis zur Pfeilhöhe von

4,5 Mtr 6,5 Mtr 8,5 Mtr 10,5 Mtr

wird die Normbreite t aus Tabelle II entnommen, bei grösseren h nach
aber nach dem obigen Schema bestimmt.

Für andere Bahndicken als die hier dargestellten sind die Maximal-Mauer-Dicken
nach Interpolation zu bestimmen.

wird die Normbreite t aus Tabelle II mit Rücksicht auf die Hinterbeugung
bestimmt, bei grösseren h nach dem obigen Schema entnommen.

9.0, 11.5 und 14.0 bei Hinterbeugung sind die in den einzelnen Figuren links eingeschriebenen Masse anzunehmen; bei Höhen darüber hinaus aber tritt der Fall ein, wo der ganze untere Raum vollgemauert wird und die Flügelstärken constant werden. Je nach der Höhe dieser unten vollgemauerten Widerlager richtet sich auch wieder die Grösse des Hohlraumes. Die resp. Maximalhöhen derselben sind mit 7.0m, 10.0m, 13.0m und 18.0m, ferner 7.0m, 12.0m, 15.0m und 20.0m und deren geringste Breite mit 1.0m angegeben. In Bezug auf die Hinterbeugungen wird noch im Allgemeinen bemerkt, dass dieselben so sorgfältig ausgeführt werden müssen, wie das Trockenmauerwerk, damit sie auf die Flügelmauern keine Keilwirkung ausüben, weil sonst die Voraussetzung, dass die Ausbeugung einen Teil der Funktion der Mauer übernehmen könne, nicht zutreffen würde.

§ 48.

Modifikation von Stützmauerformen und Dimensionen durch Anordnung von Strebe-
pfeilern

Durch Anwendung von Strebe-
pfeilern und Gewölben lassen sich bei geschickter
Ausnützung der Stützpunkte, welche das Terrain darbietet, oft Vortheile erzielen.

Es ist aber selbstverständlich, dass diese Constructionen nur da angewendet werden sollen, wo gegenüber der Anordnung von glatten, meistens senkrechten Stützmauern die Vortheile die nicht wegzuleugnenden Nachteile in Bezug auf die compliziertere Ausführung und kostspieligere erhaltung des Bestandes bei Weitem überwiegen, oder wo gerade die Ausführung einer continuierlichen Mauer, zumeist in Bezug auf die Gründung derselben, grössere Schwierigkeiten in Aussicht stellt; die Wahl der Construction muss in jedem einzelnen Falle dem Studium und der eingehenden Erwägung der Localverhältnisse überlassen bleiben.

Zur Erläuterung der im **Normalblatt N°9** dargestellten Constructionen wird folgendes beigefügt:

Die Kronenstärke senkrechter Mauern soll um ca. 20% grösser angesetzt werden, als die der mit 1/5 geböschten.

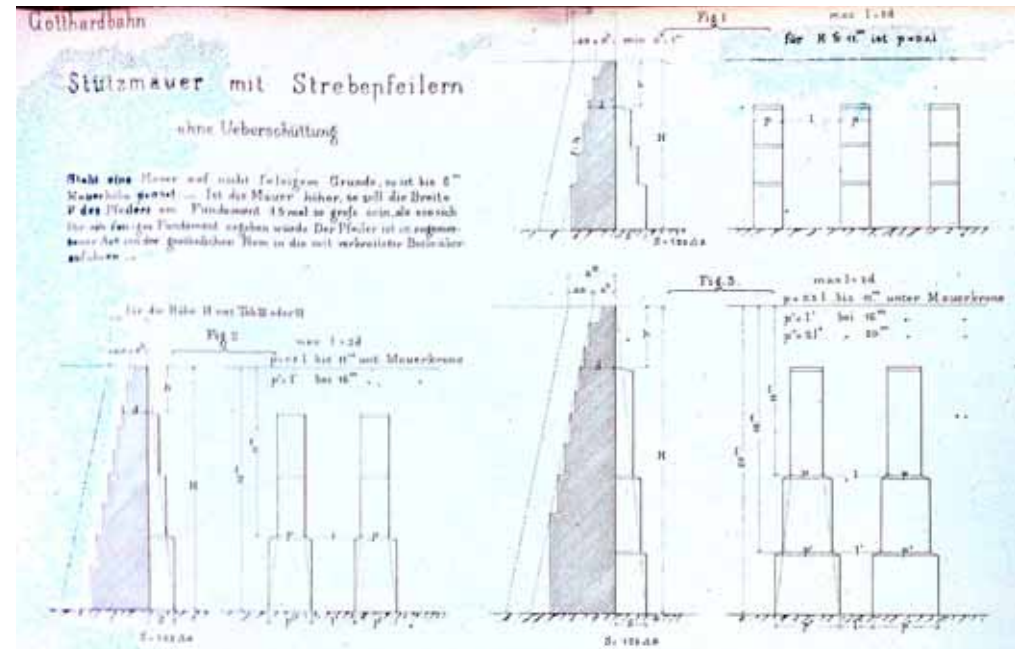
1. Stützmauer mit Strebe-
pfeiler ohne Überschüttung und ohne Berücksichtigung des
Fundamentes (Fig. 1 bis 3.)

Der Verminderung der Masse um (a in der Mauerstärke entspricht ein Hinausrücken des Drehpunktes am Strebe-
pfeiler um die Distanz = s, welche für die praktisch vorkommenden Verhältnisse der Pfeilerstärke (p) und des lichten Abstandes (l) der Pfeiler abgeleitet ist, mit $s=1.25 \cdot a$. Die Pfeilerform im Querprofile wird nach der dargestellten Art bestimmt. Der Strebe-
pfeiler beginnt in einem Abstände von der Mauerkrone gleich jener Höhe h, welche der Kronenstärke a ^{hIII oder VI} entspricht, indem für diese Höhe keine Verstärkung nothwendig ist. Aus constructiven Rücksichten soll jedoch die Kronenstärke dieser „Schildmauer“ nicht kleiner als 1m angenommen

Bei Figur 1

Stützmauer mit Strebe-
pfeilern ohne Überschüttung

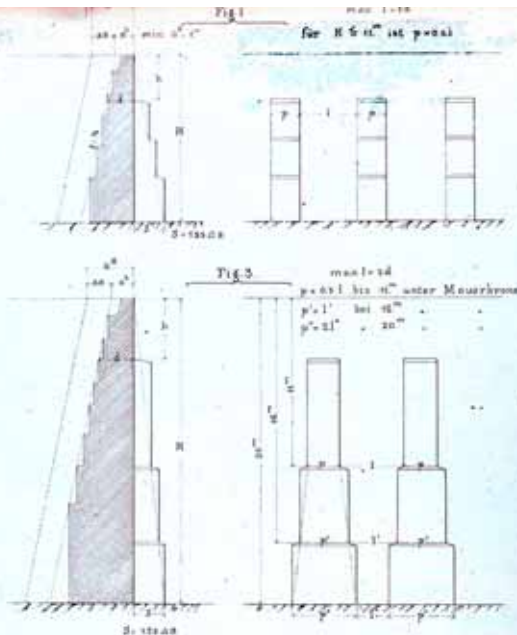
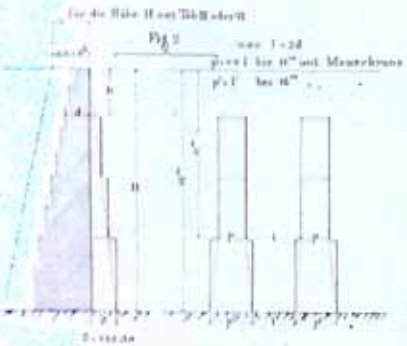
Steht eine Mauer auf nicht felsigem Grunde, so ist bis 8m Mauerhöhe $p=0.5 \times l$. Ist die Mauer höher, so soll die Breite P des Pfeilers am Fundament 1.5 mal so gross sein als sie sich für ein felsiges Fundament ergeben würde. Der Pfeiler ist in angemessener Art von der gewöhnlichen Form in die mit verbreiterter Basis überzuführen.



Blatt 9, Fig. 3 bis 8

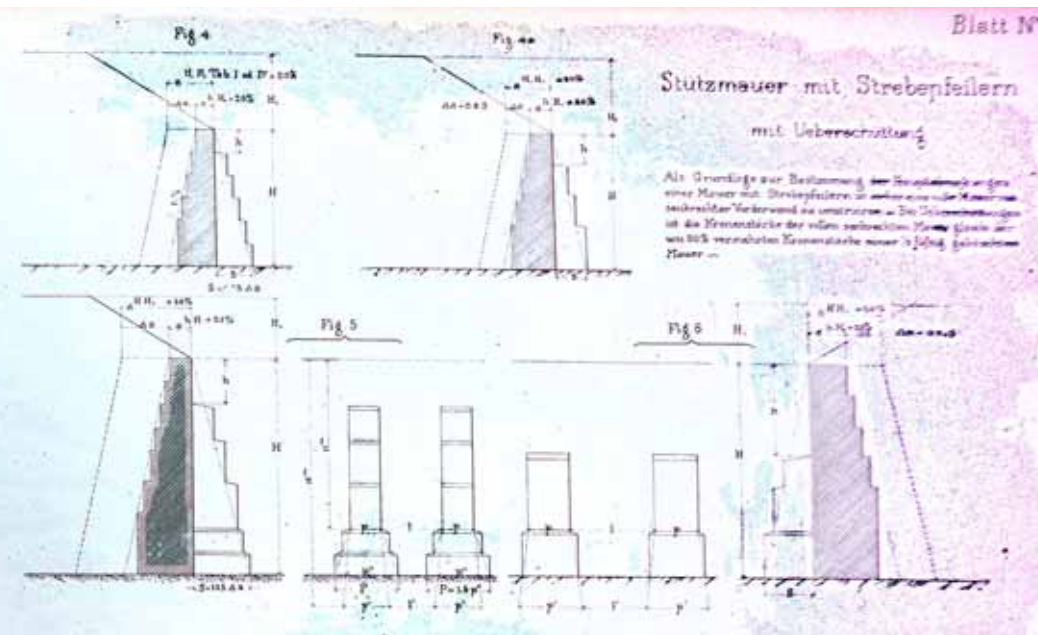
Stützmauer mit Strebenfeilern ohne Uberschüttung

Wird eine Mauer auf nicht festem Grunde, so ist bis 5^m Mauerhöhe genügt, ist die Mauer höher, so soll die Breite P des Pfeilers vom Fundament 1/3 mal so groß sein, als sonst für ein festes Fundament gegeben würde. Der Pfeiler ist in geeigneter Art unter geeigneten Umständen mit verbleibter Balken zu sichern.



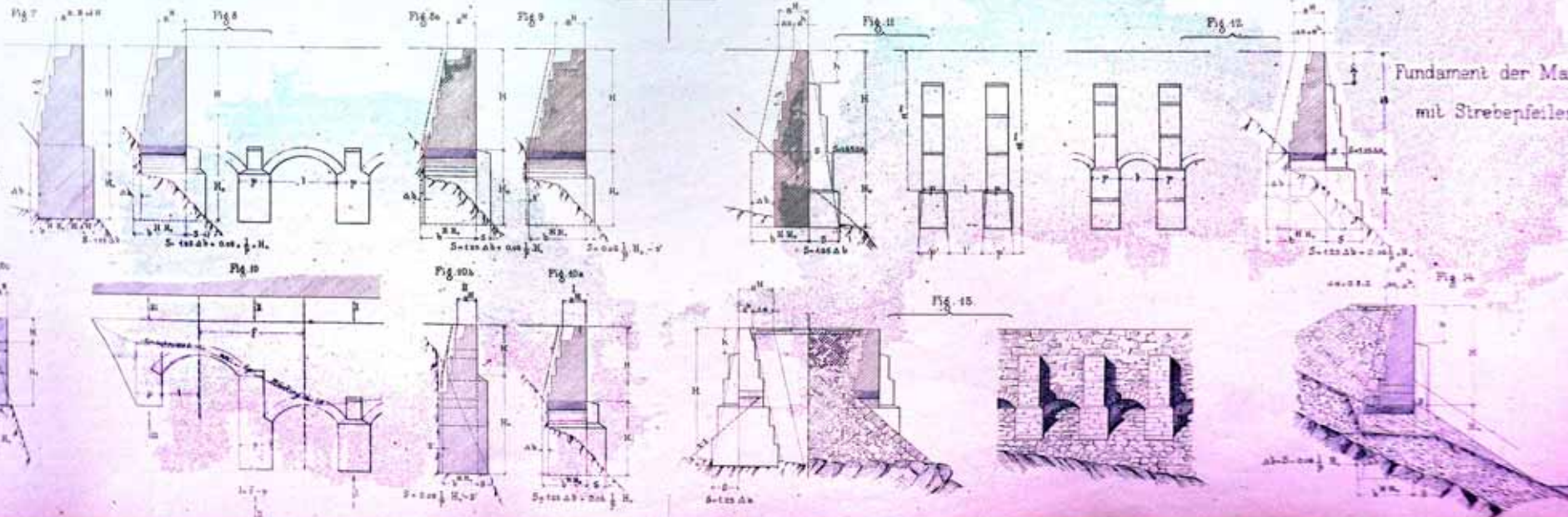
Stützmauer mit Strebenfeilern mit Uberschüttung

Als Grundlage zur Bestimmung der Mauerstärke ist eine Mauer mit Strebenfeilern zu nehmen, die Mauer ist nach der Höhe H zu bestimmen. Die Mauerstärke ist die Mauerstärke der oben beschriebenen Mauer, die mit 1/3 mal so großer Mauerstärke unter 1/3 mal so großer Mauer...



Stützmauer-Fundament mit gegen Sparbögen

Das Mindestmaß zwischen der Pfeilerstärke p und der Lichtweite l ist genau im Verhältnis der Pfeilerhöhe unter der Mauerhöhe. Dieses Verhältnis bleibt auf die ganze Pfeilerhöhe constant.



werden.

Sollte sich vor der angenommenen oder durch andere Rücksichten bestimmten äusseren Mauerflucht nicht genügend Raum für die so bestimmte Strebepfeilerausladung ergeben, bzw. ist das Vorland nicht so gross, um den am weitesten ausladenden Strebepfeiler anzuwenden, dann ist s gegeben und es wird umgekehrt ($a = 0.8s$) bestimmt. Die Abmessungen der Pfeiler in der Längsrichtung der Mauer bestimmen sich wie folgt: die lichte Entfernung der Pfeiler = l soll höchstens gleich der doppelten Stärke d der Schildmauer in der Höhe des Pfeilerscheitels genommen werden, also $max. l = 2d$. Ist umgekehrt durch Lokalverhältnisse die Lichtweite zwischen den Pfeilern fixiert, so ist $min. d = l/2$. Steht die Mauer auf felsigem Grund, so müssen die Pfeiler so breit sein, dass das Mauerwerk den sich vorzüglich auf die Pfeiler legenden Druck auszuhalten vermag. Als Minimalbreite der Pfeiler wird alsdann festgelegt: $p = 0.5 \cdot l$

Dieses Verhältnis ist bis ca. 11m unter Mauerkrone einzuhalten. Ist die Mauer höher als 11m, so ist der Pfeiler gegenüber der Lichtweite zu verbreitern und zwar soll bei 16m unter Mauerkrone $p' = l'$ bei 20m unter Mauerkrone $p'' = 2 \cdot l''$ sein und bei 30m unter Mauerkrone der Sockel der Mauer voll zu mauern.

Steht die Mauer auf nicht felsigem Grund, so ist das Minimalverhältnis $p = 0.5 \cdot l$ bis 8m Mauerhöhe beizubehalten. Für höhere Mauern muss die Basis der Pfeiler verbreitert werden u. zwar soll die untere Pfeilerbreite 1.5-mal so gross sein, als sie sich bei derselben Höhe unter Mauerkrone für einen Pfeiler auf felsigem Grunde ergeben würde. (s. Fig.5).

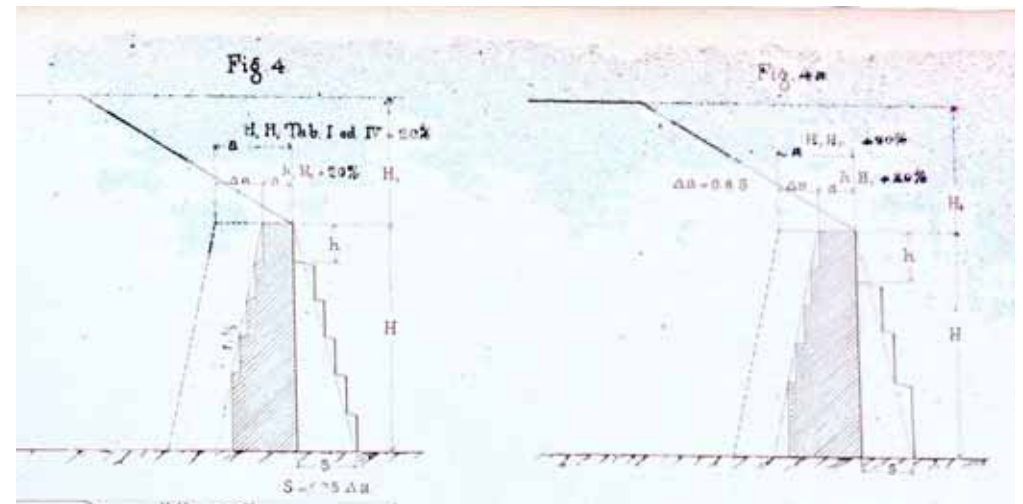
2. Überschüttete Mauern (Fig. 4, 4a, 5 und 6)

Der Vorgang bleibt derselbe, wie er oben beschrieben wurde. Nach diesem Schema können 1/5füssig projectierte Mauern in senkrechte mit Strebepfeilern umgewandelt werden. Wo die Mauern bereits an die äusserste Grenze gerückt sind, ist der Fuss der 1/5füssigen Mauern als Fuss der Strebepfeiler anzunehmen, es ist dann $s = 1/5 H$ und ($a = 0.8s = 0.16 H$).

Sonst ist selbstverständlich das vorhandene Vorland auszunützen, so dass s auch grösser als $1/5 H$ genommen werden kann.

3. Behandlung des Fundamentes von Mauern, wo für die Anlage von Strebepfeilern der Vorgrund beschränkt ist.

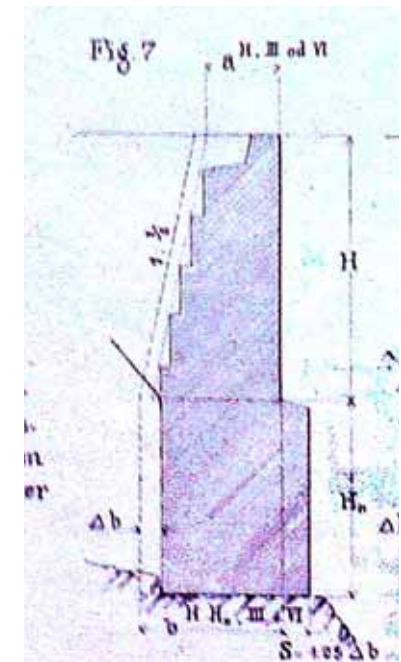
Tabelle III gibt die Verstärkung, welche wegen der freien Fundamenttiefe am Rücken der senkrechten Mauern anzubringen ist; ist jedoch so viel Vorland zu gewinnen, um eine Verstärkung nach Aussen anbringen zu können, so ist dies auszunützen. Es ist dann, wie Fig. 7 zeigt, die durchlaufende äussere Verstärkung $S = 1.25 (b)$, wo (b) die Verschwächung der wirklich vorhandenen unteren Mauerbreite gegen die aus



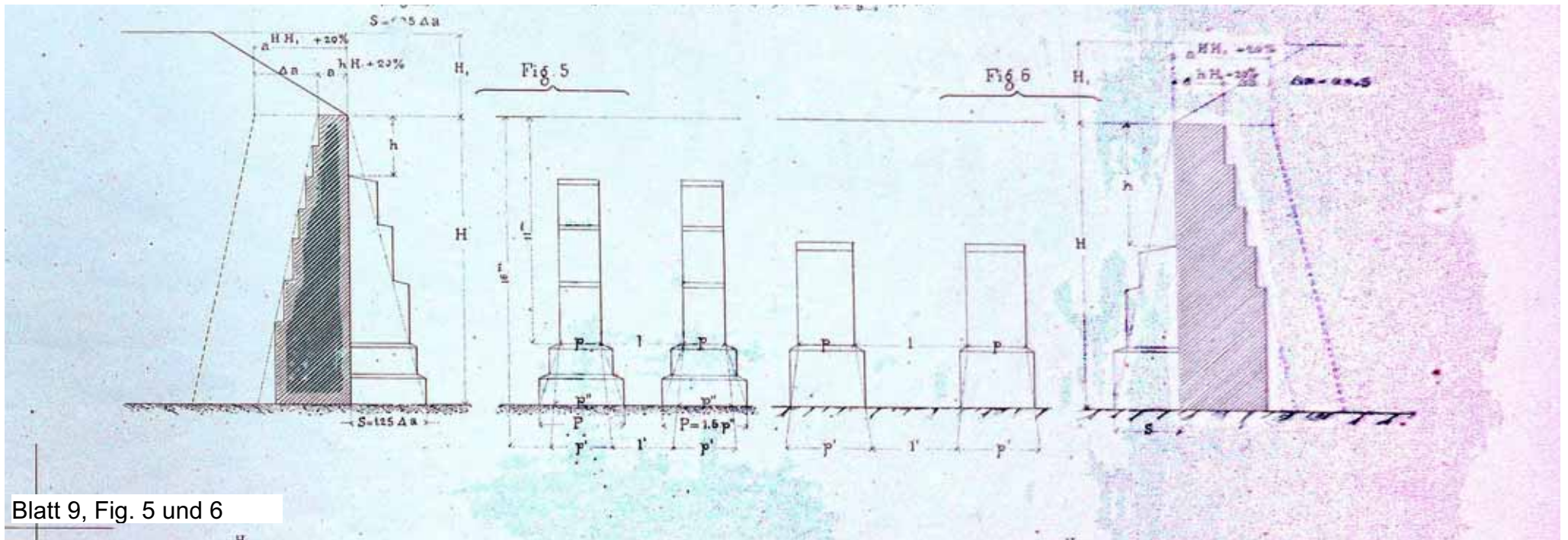
Blatt 9, Fig. 4

Bei Figur 7

Stützmauer-Fundament mit sog. Sparbögen
Das Minimal-Verhältnis zwischen der Pfeilerstärke p und der Lichtweite l ist gemessen in Kämpferhöhe dasselbe, wie bei einem Strebepfeiler in der gleichen Höhe unter der Mauerkrone. Dieses Verhältnis bleibt auf die ganze Pfeilerhöhe constant.



Blatt 9, Fig. 7



Blatt 9, Fig. 5 und 6

Blatt Nr. 9

Stützmauer mit Strebepfeilern mit Überschüttung

Als Grundlage zur Bestimmung der Hauptabmessungen einer Mauer mit Strebepfeilern ist vorher eine volle Mauer mit senkrechter Vorderwand zu construieren. Bei Überschüttungen ist die Kronenstärke der vollen senkrechten Mauer gleich der um 20% vermehrten Kronenstärke einer 1/5-füssig geböschten Mauer.

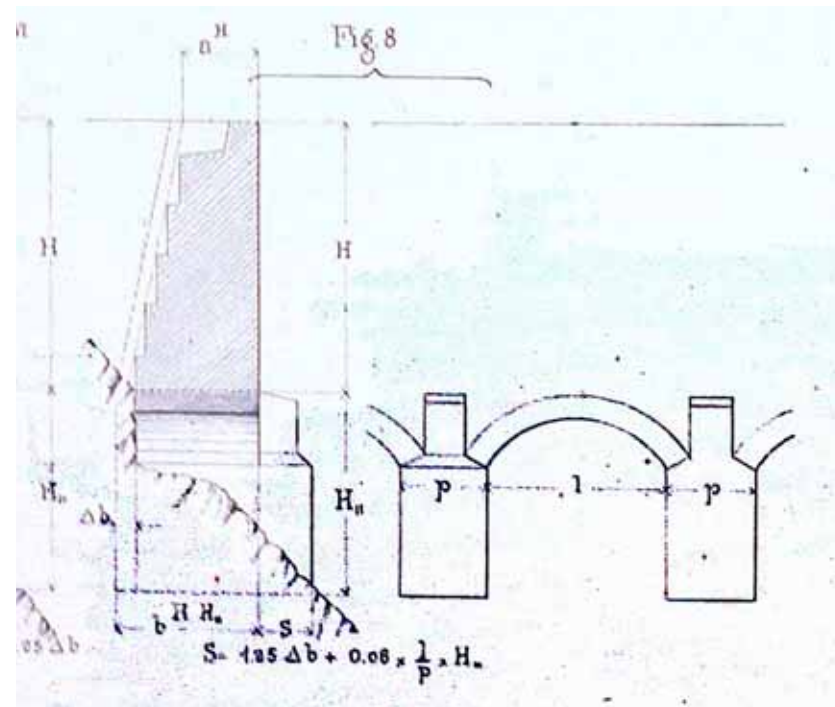
Tabelle III unter Berücksichtigung der freien Fundament H^n ermittelten, bedeutet. Wird die Mauer an eine steile Felswand gesetzt oder greift sie durch eine Schutthalde von bedeutender Mächtigkeit, so kann die Mauer auf Pfeiler und Bögen gestellt werden. Die Bögen sind mit schicklicher, nach der Form des Terrains zu bestimmender Lichtweite als Stichbögen anzunehmen.

Fig. 8 Das Minimalverhältnis zwischen der Pfeilerstärke p und der Lichtweite l ist, gemessen in Kämpferhöhe, dasselbe, wie bei einem Strebpfeiler in der gleichen Höhe unter der Mauerkrone. Dieses für die Kämpferhöhe bestimmte Verhältnis bleibt dann auf die ganze Pfeilerhöhe constant. Übrigens müssen die Pfeiler auch stark genug sein, um eine einseitige Ausführung der Gewölbe zu gestatten. Die Verringerung der Masse im Fundament erfordert ein Hinausrücken des Fusspunktes um $S = 1.25 (b + 0.06 \frac{1}{p} H^n)$, wo $(b$ wieder wie oben zu bestimmen ist. Ist das Vorland für die ganze Breite S nicht zu beschaffen, oder muss aus anderen Rücksichten der Pfeiler hinter den inneren Fuss der Schildmauer reichen, so ist $(b$ der Unterschied zwischen der idealen unteren Mauerbreite und der inneren Pfeilerbreite.

Ist $(b$ negativ und s' , so ist die Ausladung der Pfeiler $S = 0.06 \frac{l}{p} H^n - s'$. Für die Behandlung dieses Falles gilt im Allgemeinen folgendes:

Es wird die Anschnittlinie der Rückenfläche einer Mauer (ohne Berücksichtigung des Fundamentes) am Terrain bestimmt. Die Bögen sind dann so zu legen (Fig.10), dass sie die Anschnittlinie wo möglich überall knapp berühren. Einzelne scharfe Einsenkungen werden übersprungen und der Vorschuss durch Verkleidungsmauern hergestellt. Die Pfeilerstärke wird, wie weiter oben angegeben, bestimmt. Die so ermittelte Bogenstellung bildet nun für die Stützmauer das eigentliche Fundament, und ist daher die Stärke derselben nach der wirklichen Druckhöhe und freien Fundamenttiefe (gemessen bis zur Oberfläche der Bogenstellung) nach Tabelle III, resp. VI zu bestimmen. Die so gefundenen einzelnen Kronenbreiten sind dann entsprechend zu vermitteln. Die grösste Mauerstärke, welche über dem Rücken eines Gewölbes vorkommt, bestimmt die Länge des Gewölbes. Die grössere Gewölbelänge, welche sich auf zwei Pfeiler stützt, bestimmt die innere Länge der Pfeiler. Ist die in der Mitte der Pfeiler für die freie Druckhöhe H und die ganze Fundamenttiefe H^n ermittelte, ideale untere Mauerbreite $(b H H^n)$ (Fig. 10a) grösser als die oben gefundene innere Pfeilerbreite, so ist der Unterschied $= (b$; ist die Differenz negativ (Fig. 10b) und $= s'$, so ist s' eine schon in der Construction liegende Verstärkung der Pfeiler.

Bei ungleich weiten Bögen ist $l = f - p$, d.i. = der Felderweite weniger der Pfeilerstärke. Bei Anschlüssen von ausgesparten Fundamenten an eine volle Mauer oder steile Wand ist $l =$ der halben Lichtweite des anschliessenden Bogens zu setzen und p gleich der unteren idealen Widerlagerstärke, welche für das Gewölbe nothwendig wäre. Es ist dann in Fällen, wie bei



Blatt 9, Fig. 8

Fig. 10a $S = 1.25 (b + 0.06 l/p H^n)$

Fig. 10b $S = 0.06 l/p H^n - s'$

Fig. 10c $S = 0$, weil s' an und für sich schon grösser ist als $0.06 l/p H^n$

Ähnlich ist auch der Fall zu behandeln, wenn eine hohe Stützmauer durch einen Durchlass bedeutend geschwächt ist. Es ist dann gerechtfertigt, in der Breite der Widerlager Strebepfeiler bis auf Scheitelhöhe des Gewölbes anzusetzen. Es ist dann l = der selben Lichtweite, p = der unteren Widerlagerstärke, H = der Höhe der Mauer über dem Gewölbe, H^n dem Rest der Höhe bis zur Fundamentsohle.

4. Behandlung des Fundamentes in Fällen, wo sich Vorland für einen stärkeren Strebepfeiler gewinnen lässt.

Schneidet die Mauer losen Boden durch, der vorn abgeräumt werden muss, und ist daher der schild durchzumauern, so ist in der Höhe des Terrainschnittes $s = 1.25 (b$ (Fig. 11). Steht das Fundament vor Felsen (Fig.12) oder geht die Mauer durch Schutt (Fig. 14) welcher an der Vorderseite stehen bleiben und durch das Material des Fundamentaushubes noch ergänzt werden kann, so ist wie vorher $s = 1.25 (a$, $S = 1.25 (b + 0.06 l/p H^n$. Fig. 14 zeigt die Behandlung des Falles, wenn das nach obiger Formel bestimmte Vorland S nicht gewonnen werden kann.

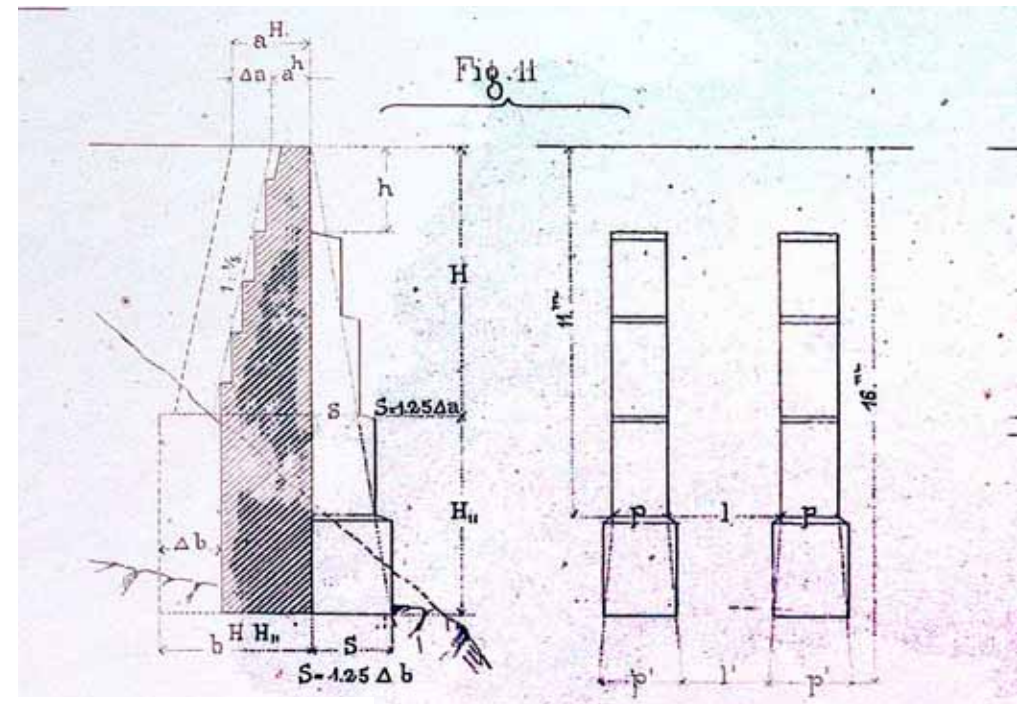
Es wird dann umgekehrt: $(b = S - 0.06 l/p H^n$ und $(a = 0.8s$.

5. Durchbrochene Mauern

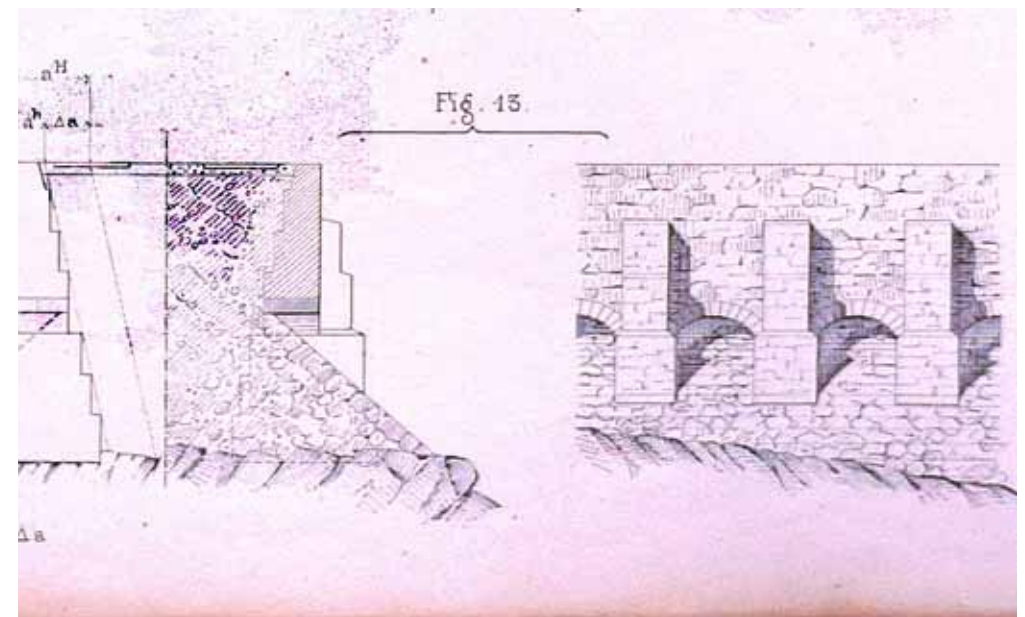
Im Falle das Terrain nicht zu steil abfällt, oder das Vorland durch die Strebepfeiler nicht ausgenutzt werden kann, ferner auch wenn bei grossen Verhältnissen der Strebepfeiler eine bedeutende Ausladung hat, lohnt es sich, die in Fig. 13 und 14 dargestellte Anordnung zu treffen. Die Bestimmung der Hauptabmessungen hat dann so zu geschehen, als ob die Mauer über dem Terrain nicht durchbrochen wäre. (Fig. 13 und 14). Es bedeutet also wie vorher H die ganze Druckhöhe bis zum Terrain, H^n die Fundamenttiefe vom Terrain bis zur Sohle, S die Pfeilerausladung an der Fundamentsohle und l/p das Aussprengungsverhältnis. In die so bestimmte Mauer werden nun überwölbte Öffnungen disponiert, resp. das ausgesparte Mauerwerk wird durch die Böschungen ersetzt.

Die Mauerwerksgattungen betreffend, wird endlich bemerkt, dass die Strebepfeiler aus demselben Mauerwerke wie die Stützmauern überhaupt, also aus häutigem Mauerwerk, und die Gewölbe aus Mauerwerk nach den §§ 13, 14 oder 15, wie bei den Durchlässen, vorzusehen sind.

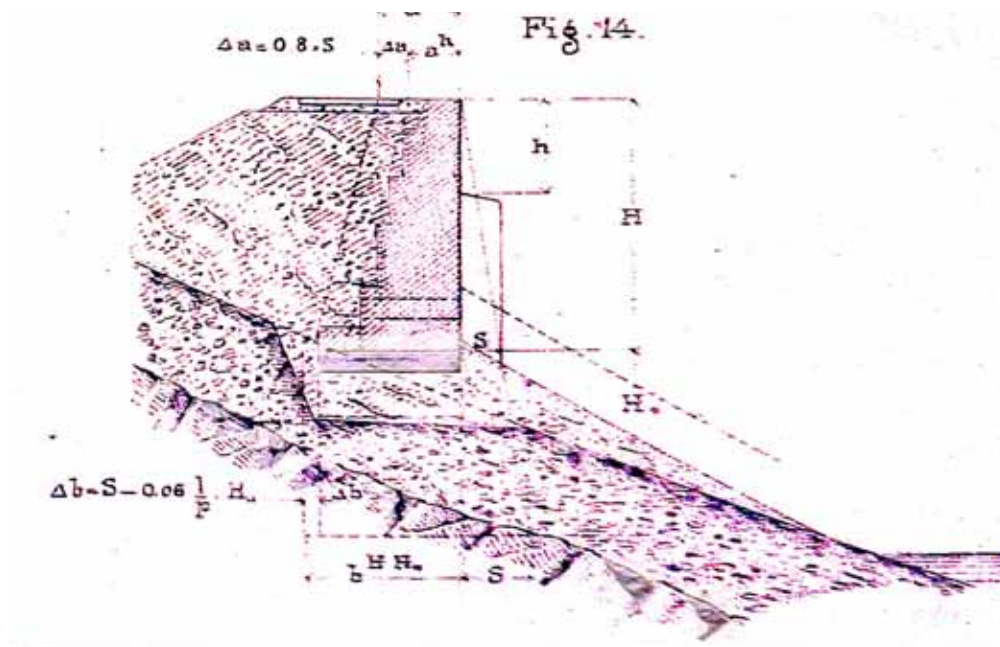
Die Maximalhöhe, bis zu der Trockenmauern ausgeführt werden dürfen, ist vom Fundament bis zur Krone, vertical gemessen 9.0m.



Blatt 9, Fig. 11



Blatt 9, Fig. 13



Blatt 9, Fig. 14

Die Bestimmung der den Trockenmauern zu gebenden Abmessungen ist aus denselben Figuren ersichtlich.

Die Trockenmauern müssen entweder, wie Fig. 5, eine 1 1/2füssige Ueberschüttung von mindestens 1.5 m haben, welche sie den Einwirkungen der Erschütterungen durch die Bahnzüge entzieht, oder sie müssen von vornherein so angelegt werden, dass sie, wie die Fig. 6 und 7 zeigen, mit ihrer Aussenfläche auf 2.95 m von der nächsten Geleisachse entfernt stehen.

Trockenmauern, welche zum Ersatz hoher, verticaler Mörtelstützmauern, nach den Typen Fig. 7, Normalblatt N° 5, ausgeführt und in Schutt- und Steinhalden fundiert werden, können wohl in grösserer Höhe als 9m angeordnet werden, erhalten dann aber in ihren unteren Theilen, um um welche die Maximalhöhe von 9m überschritten wird, eine grössere Aussenböschung (mindestens 1:4/5).

Wo hierzu der nötige Raum nicht vorhanden ist, kann wohl auch das Böschungsverhältnis von 1:2/3 bis zum Fundament herab beibehalten, jedoch muss der untere Theil der Mauer von 9m abwärts dann in Mörtel ausgeführt werden.

Die Type Fig. 5 kommt namentlich zur Ausführung auf der Nordseite und jene in Fig. 6 und 7 auf der Südseite in der Strecke Lavorgo - Biasca, wo sich das dazu geeignete Material vorfindet.

Wie aus den Bestimmungen des Bedingnisheftes (Unterbau § 11) hervorgeht, ist auf die Beistellung besonders guten Steinmaterials und und gut geschulter Maurer für die Ausführung der Trockenmauern zu halten, und es sind diese daher durchaus nicht als ein die Ausführung erleichternder Ersatz von Mörtelstützmauern sondern als die natürliche Construction an solchen Orten zu betrachten, wo Raum, Material, und Arbeitskraft in reichlichem Masse dargeboten ist.

§ 41.

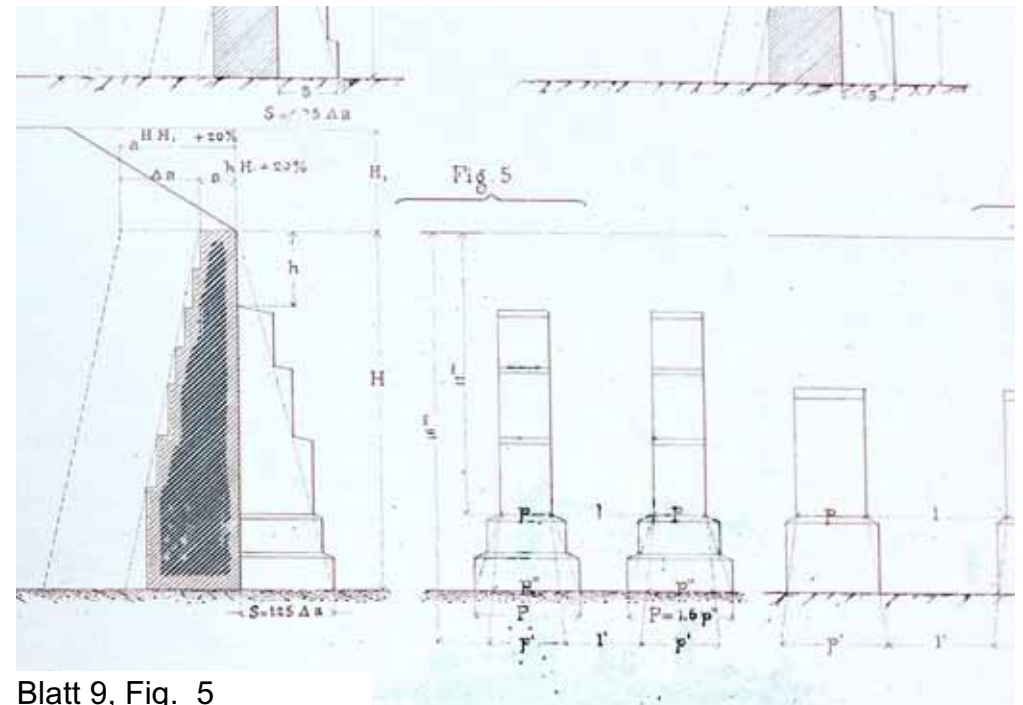
Mörtelstützmauern

Es ist im Allgemeinen Regel, überall dort, wo Raum und andere Umstände die Ausführung von flachen 1 1/2 bis 1 1/4 füssigen Böschungen nicht gestatten, Mörtelstützmauern statt der in den Steinsätzen und Trockenmauern gebotenen Surrogate welche sich ihrer constructiven Natur wegen doch nur zur Aufnahme einer normalen Druckes eignen und daher nur innerhalb beschränkter, im Vorstehenden auf das äusserste Maximum bestimmten Grenzen ausführbar sind, anzuwenden.

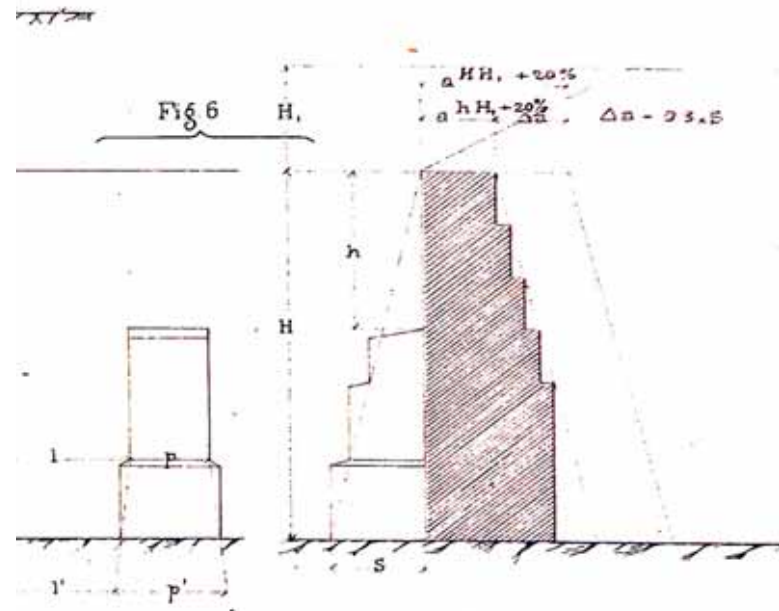
Die charakteristischen Fälle für die Stellung der Stützmauern sind auf dem Normalblatt N°6 dargestellt. Es ist hierzu folgendes zu bemerken:

Das Haupt der Mauern ist, nach Massgabe der Raumverhältnisse, entweder mit einem Anzuge von 1/5 zu versehen oder vertical auszuführen.

In der Regel sollen die Stützmauern so situirt werden, dass sie eine Überschüttung



Blatt 9, Fig. 5

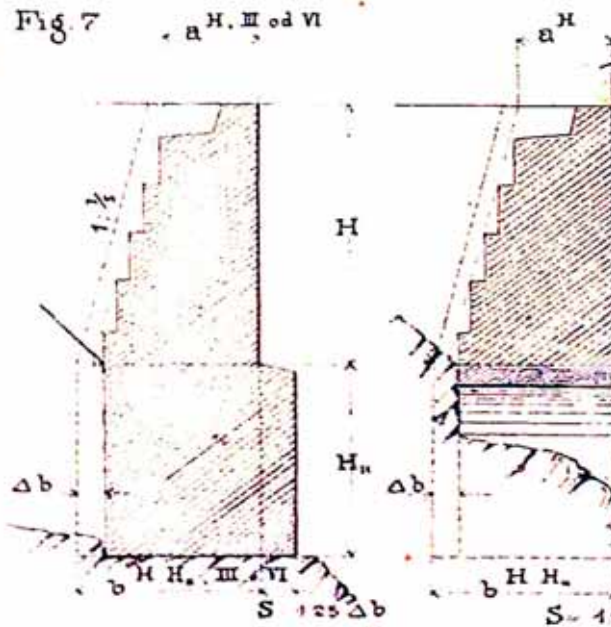


Blatt 9, Fig. 6

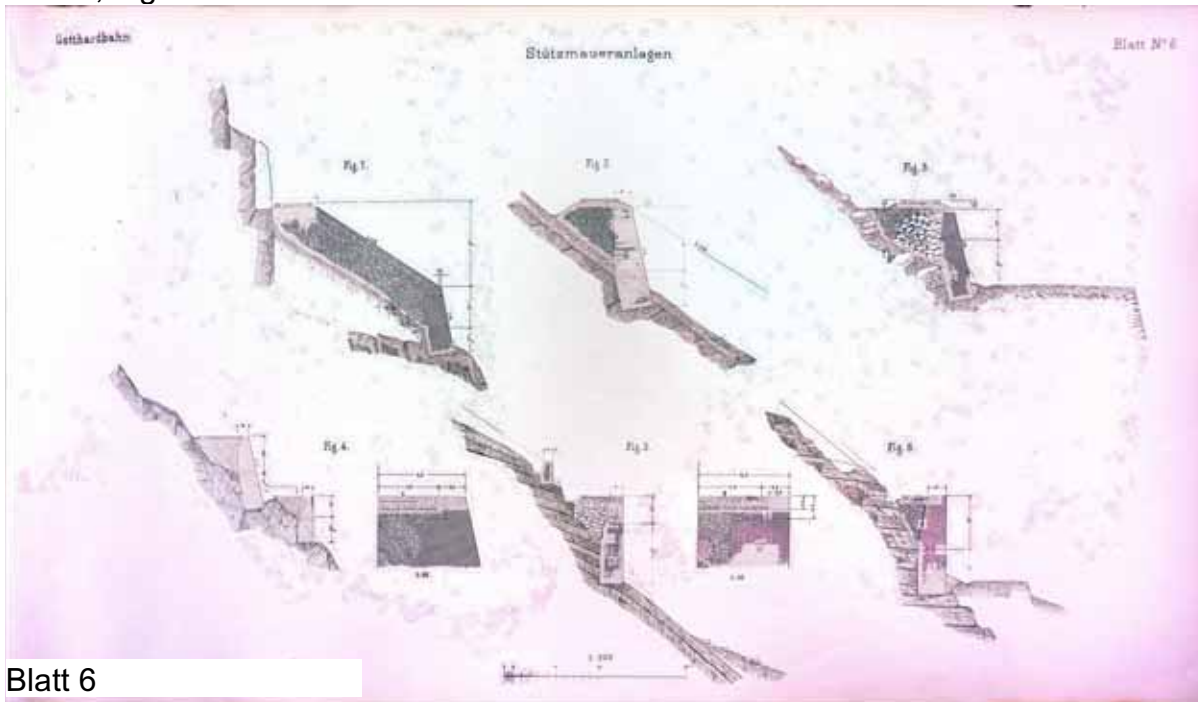
idament

ögen

achen der Pfei-
eite I ist gemes-
w, wie bei einem
a Höhe unter der
nisa bleibt auf
nt...

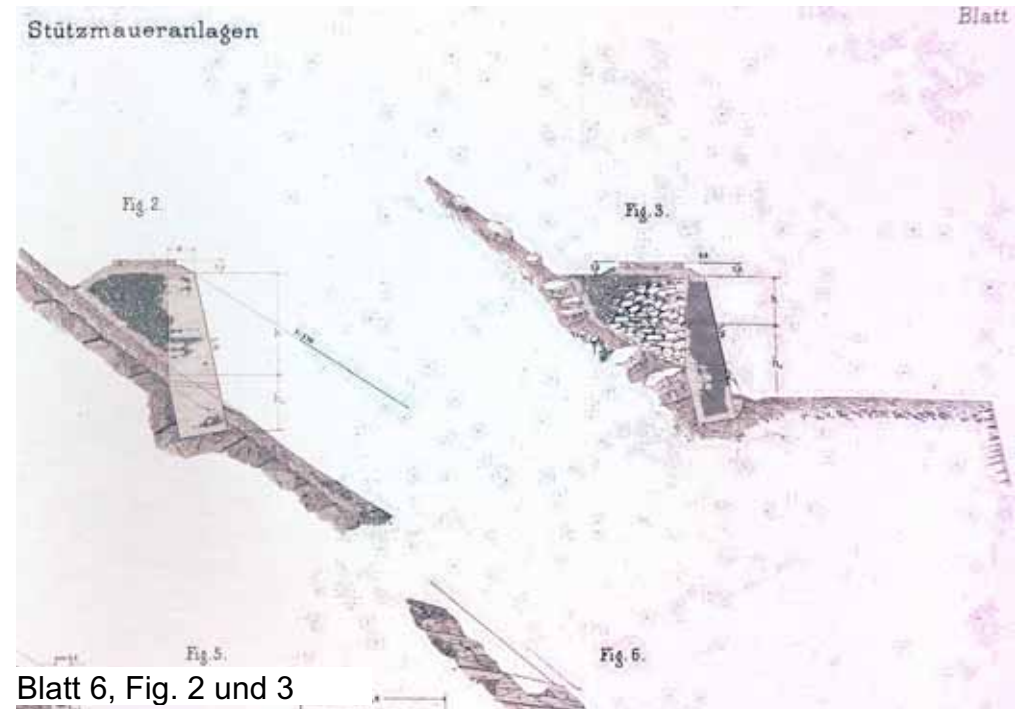


Blatt 9, Fig. 7



Blatt 6

von mindestens 1.0m erhalten und dadurch in eine solche Entfernung von den Bahngleisen zu stehen kommen, welche ihrer Conservierung dienlich ist (Fig. 2 und 3). Geht dies in der Folge beschränkter Raumverhältnisse nicht an, so muss doch immer ihre äussere, in die Höhe des Planum fallende Kronenkante mindestens 2.60m von der



Blatt 6, Fig. 2 und 3

