

Einige Betrachtungen über den Bau von Geröllsperrn

Autor(en): **Schuler, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **47/48 (1906)**

Heft 24

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26203>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Einige Betrachtungen über den Bau von Geröllsperrn.

Die in No. 21 dieses Bandes der „Schweizerischen Bauzeitung“ veröffentlichten Mitteilungen über das Schicksal der Flibachverbauung haben mich umso mehr interessiert, als ich seinerzeit Gelegenheit hatte, die Zerstörung der Dürrenbachverbauung, anlässlich der Katastrophe im Sommer 1903, mitanzusehen und dann als Ingenieur bei der Rheinkorrektion in Oberriet beauftragt war, den Bau einer Anzahl unmittelbar nach der Katastrophe erstellter Sperren zu leiten, die nach denselben Prinzipien projektiert waren, wie sie bei der Flibachverbauung zur Anwendung kamen. Verflossenes Jahr hatte ich dann Gelegenheit, eingehende Studien an Wildbachverbauungen im schlesischen Riesengebirge und in Böhmen zu machen, auf Grund deren ich zur Ueberzeugung kam, dass man in der Wildbachverbauung nicht nur in meiner Heimat, sondern auch auswärts noch in vielen Punkten über blosser Versuche nicht hinausgekommen ist, was angesichts der Tatsache, dass dieses Gebiet eigentlich noch ein junges ist und unsere Erfahrungen über das, was wir heute unter Wildbachverbauungen verstehen, noch kaum 20 Jahre zurückreichen, auch erklärlich erscheint. Vor allem habe ich gefunden,

wassers ist, sein Gefälle zu brechen, bis die Geschwindigkeit des abfliessenden Wasser nicht mehr hinreicht, um soviel lebendige Kraft zu erzeugen, dass dadurch der Untergrund angegriffen und weggeführt wird, dass man also mit andern Worten in erster Linie der Längserosion Einhalt tut. Dies wird bekanntlich erreicht durch den Bau von Talsperren oder besser *Geröllsperrn*, die eigentlich

Zürcher Villen.

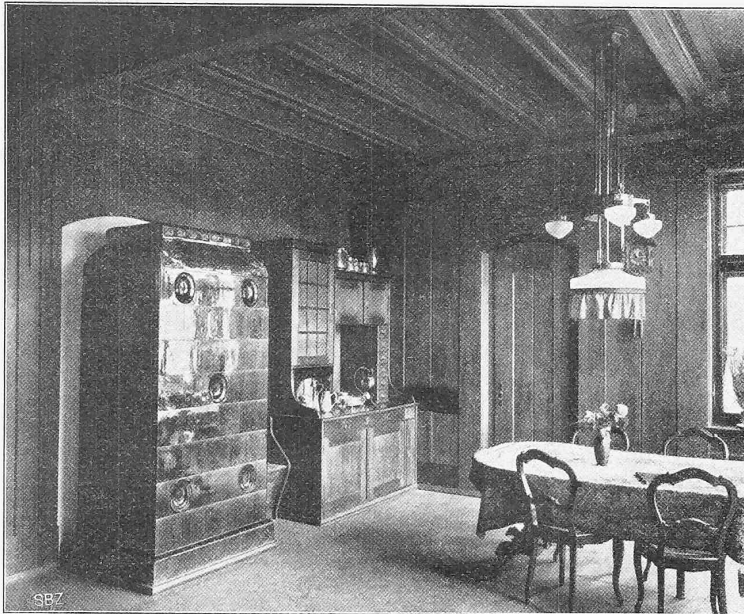


Abb. 16. Speisezimmer der Villa «im Oberland» an der Hofstrasse in Zürich V. Architekt Th. Oberländer-Rittershaus in Zürich V.

hier lediglich in Frage kommen. Die seitliche Erosion, die dann immer noch auftreten kann, wenn die Ufer keine genügende natürliche Dekkung besitzen, wird am besten durch Anlage von Ufermauern verhindert, wobei an Stelle von eigentlichen Mauern auch blosser Rollierungen oder Steinwuhren treten können, die vor Mauern den Vorteil haben, dass sie bei Unterspülungen nachgeben. Die Erosion eines Wildwassers durch Eindämmen in eine Schale verhindern zu wollen, ist deswegen gefährlich, weil eben durch diese Eindämmung und durch das glatte Profil die an und für sich grosse Geschwindigkeit des Wassers noch vergrössert wird, was wiederum gleichbedeutend ist mit der Steigerung

der lebigen Kraft der Wassermassen, die dann schliesslich so gross werden kann, dass das Bauwerk dem Angriff derselben nicht mehr zu widerstehen vermag und zerstört wird. Um das zu starke Anwachsen der Geschwindigkeit zu verhindern, sind daher in der Regel Gefällsbrüche in

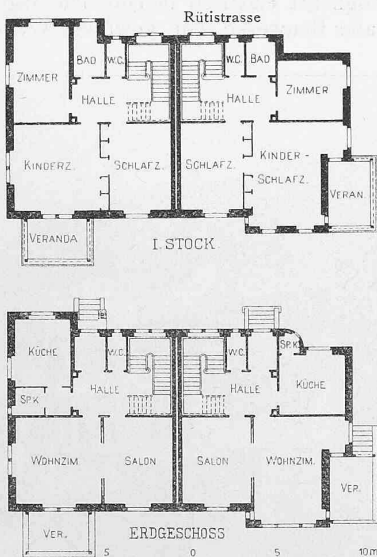


Abb. 18. Grundrisse der Doppelvilla an der Rütistrasse in Zürich V. — 1:400.

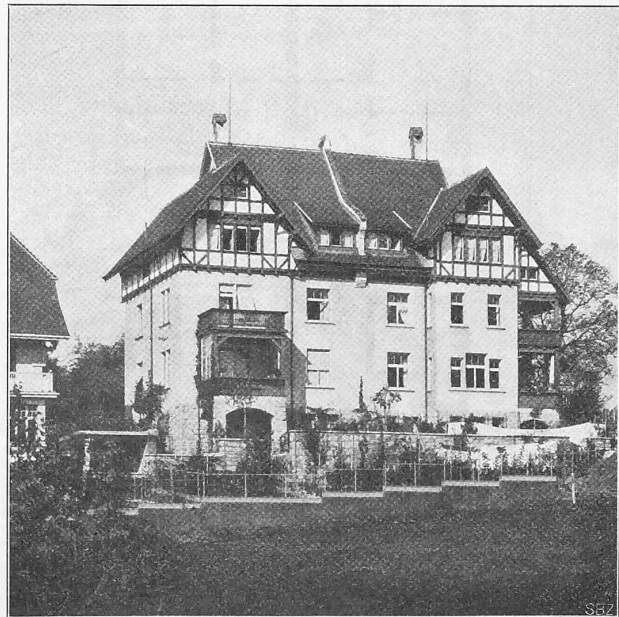


Abb. 17. Doppelvilla an der Rütistrasse in Zürich V. Architekt Th. Oberländer-Rittershaus in Zürich V.

dass es oft an der richtigen Beurteilung der Kräftewirkungen, denen die dabei vorkommende Bauwerke infolge ihrer besonderen Zweckbestimmung unterworfen sind, fehlt; ich erlaube mir daher, dazu Folgendes zu bemerken.

Das wirksamste Mittel zur Bezähmung eines Wild-

die Schalen eingelegt worden, die aber, wie ich meistens fand, in ihren Dimensionen erheblich schwächer gehalten waren als eigentliche Sperrmauern von derselben Fallhöhe,

was umso gefährlicher ist, als gerade diese Bauwerke dazu dienen sollen, die durch den Abfluss in glatter Schale gesteigerte lebendige Kraft aufzunehmen und zu vernichten, und daher am meisten beansprucht werden. Schalen sollten im allgemeinen im Erosionsgebiet nicht angewandt werden sondern erst weiter unten auf dem Schuttkegel, wo das Gefälle bereits geringer ist und das Fehlen hoher Seitenhänge den Bau von Sperren an sich schon ausschliesst.

Die Geröllsperre hat zwei Zwecken zu genügen, die bei der Projektierung beide ins Auge zu fassen und zu berücksichtigen sind. Einmal dient sie als *Stützmauer* und ist als solche zu berechnen und zu dimensionieren. In dieser Eigenschaft kommen auch alle statischen Fragen dabei in Betracht, wie sie bei grossen Tal-sperren, die für Wasser-Fassung oder -Zurückhaltung dienen und in letzter Zeit zahlreich ausgeführt wurden, auftreten. Um die nötige Standfestigkeit zu besitzen, müssen sie auf tragfähigem, unnachgiebigem, namentlich nicht gleitendem Untergrund aufgebaut sein, und müssen stark genug dimensioniert werden, um den auftretenden Erddruck und den statischen Wasserdruck aufnehmen zu können. Diesen Anforderungen kann sowohl eine geradlinige Mauer von entsprechenden Abmessungen, als auch eine bogenförmige genügen. Wird

Solche geradlinigen Sperrmauern sind also vor allen Dingen da nicht anzuwenden, wo der Untergrund nicht vollständig ruhig ist, also in brüchigem Gebirge, an wandernden Hängen, auf nassen Ton- und Mergelschichten usw., da unter diesen Umständen ein Wandern der Mauer eintreten kann, wodurch die Standfestigkeit immer gefährdet wird. Als brüchiges Gebirge sind aber namentlich die nassen

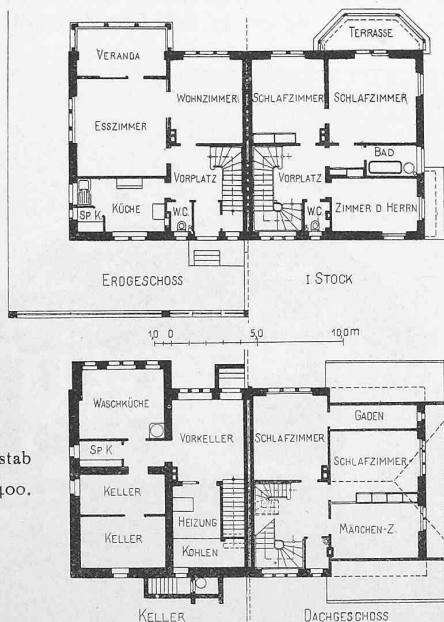
Flyschmergelhalden zu bezeichnen, die bei der geringsten Erosion an ihrem Fusse das Gleichgewicht verlieren und ins Rutschen geraten. Namentlich bei anhaltenden Regenwettern, die Hochwassern voranzugehen pflegen, ist eine solche Flyschmergelhalde sozusagen lebendig, wie ich das seinerzeit am Dürrenbach zu beobachten Gelegenheit hatte. Die grosse Belastung, die hinter der Geröllsperre aufgespeichert ist, im Verein mit den dynamischen Wirkungen des Wassers, kann dann dazu führen, dass das Gleichgewicht gestört wird, der Untergrund anfängt zu wandern und damit die Sperrmauer, wenn sie auch vollständig ge-

nügend dimensioniert ist, gefährdet wird. Es ist daher immer gewagt, in einem derartigen Gehänge eine Verbauung auszuführen, während andererseits gerade diese einer solchen am ehesten bedürfen, da sie infolge ihrer geologischen Beschaffenheit am meisten der Erosion unterworfen sind. Die Verbauung sollte dann eben derart projektiert werden, dass sie den vorerwähnten Umständen Rechnung trägt, was am besten dadurch geschieht, dass man sie möglichst wenig starr, d. h. möglichst elastisch möchte ich sagen, ausführt, sodass also alle Bauwerke ein gewisses Wandern in be-

Zürcher Villen.



Abb. 19. Doppelvilla an der Rütistrasse in Zürich V. Strassenansicht. Erbaut von den Architekten *Pflegard & Haefeli* in Zürich.



Masstab
1 : 400.

Rütistrasse.

Abb. 21. Grundrisse der Doppelvilla an der Rütistrasse in Zürich V.

die Mauer geradlinig ausgeführt, so wird die Standfestigkeit eben nur durch das Mauergewicht allein bewirkt, das den gegenwirkenden Kräften, Erddruck und Wasserdruck, das Gleichgewicht halten muss. Treten irgendwelche Veränderungen im Untergrunde auf, so wird dadurch natürlich die Standfestigkeit vermindert, wenn nicht ganz aufgehoben.

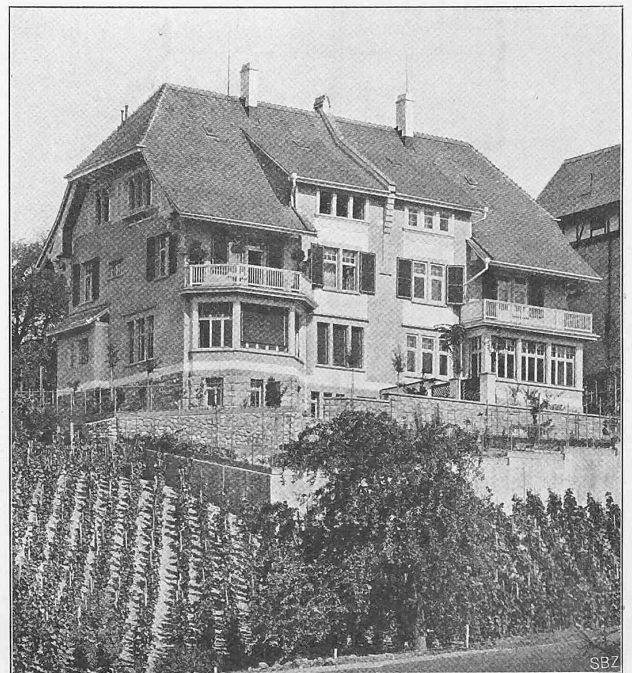


Abb. 20. Doppelvilla an der Rütistrasse in Zürich V.

Zürcher Villen.



Abb. 22. Ansicht der Villa «Haldegg» an der Arosastrasse in Zürich V. — Architekten *Pfeghard & Haefeli* in Zürich.

schränktem Masse zulassen. Das wird aber niemals der Fall sein bei hohen Sperrmauern, die eben bei der geringsten Bewegung des Untergrundes ihre Stabilität verlieren.

sehr vorteilhaft erschien. Statt hoher Sperrmauern waren ins Bachbett lediglich verpfälte und gepflasterte Sohlenschwellen in der nachstehend gezeichneten Art von etwa

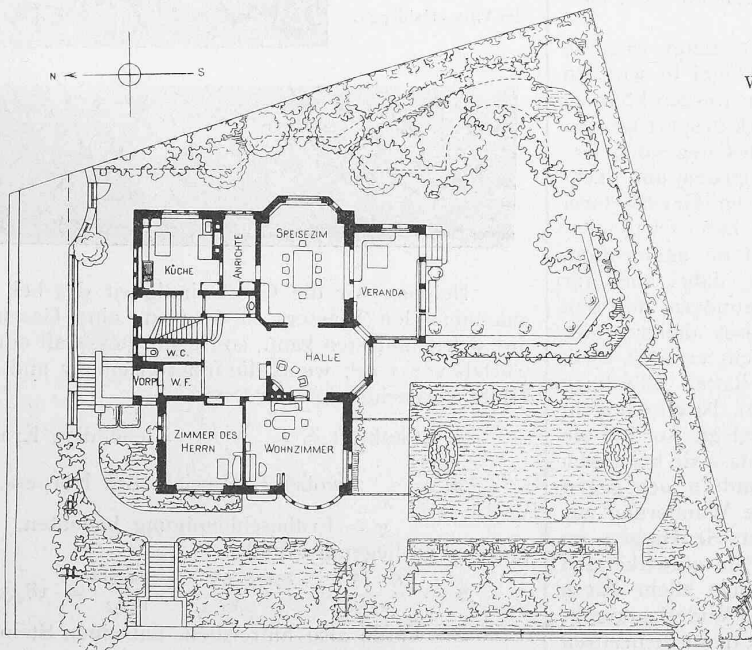
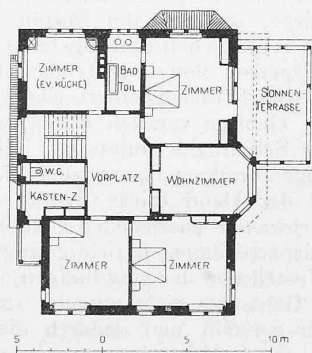


Abb. 23. Grundrisse der Villa «Haldegg» an der Arosastrasse in Zürich V.



Masstab 1 : 400.

In Schlesien habe ich an der Eglitz, einem Seitenfluss der Lomnitz, einem Gewässer ungefähr vom Charakter der Simmi, eine Verbauung gesehen, die mir nach dieser Richtung hin

80 cm Höhe eingebaut, jedoch in ganz kurzen Abständen, sodass das Gefälle in lauter kleine Stufen aufgelöst war (siehe Abbildung 1, Seite 289). Diese Art Verbauung hat

Zürcher Villen.



Abb. 24. Partie vom Eingang der Villa «Haldegg» in Zürich V.
Architekten *Pfleghard & Haefeli* in Zürich.

sich dort sehr gut gehalten und ist vor allen Dingen billig und leicht wieder zu reparieren.

Dem Umstand der grössern Elastizität schreibe ich es auch zu, dass Holzsperrn, wenn sie noch nicht verfault sind und eine gute Rollschär besitzen, in derartigem, brüchigen Gebirge dem Hochwasser besser Stand halten als Steinsperrn. Vor allen Dingen darf bei derartigen Bauten nicht zu sehr nach der Schablone verfahren werden und sollen nicht Zirkel und Richtschnur massgebend sein, sondern einzig die örtlichen Verhältnisse.

Was die bogenförmige Sperrmauer anbelangt, so sollte sie nur da angewandt werden, wo die Flügel in wirklichem gesunden, druckfestem Gebirge eingebunden werden können, in welchem Falle dann auch an Mauerwerk gespart werden kann. Bestehen jedoch die Widerlager des liegenden Gewölbes aus nassem, verwitterbarem, oder weichem und nachgiebigem Gebirge, dann ist der Nutzen der Gewölbeform illusorisch. Im schlesischen Riesengebirge habe ich bogenförmige Geröllsperrn von bedeutender Höhe angetroffen, die äusserst schwach dimensioniert waren, dabei aber gar nicht in festes Gebirge versteift waren, sondern mit den Flügeln in der Schutthalde aufhörten! Dass dadurch der Zweck der bogenförmigen Sperrmauer nicht erreicht wird, liegt klar auf der Hand (diese Bauten hatten allerdings noch kein Hochwasser auszustehen gehabt). Ist eine bogenförmige Geröllsperrre dagegen richtig angelegt, so hat sie den grossen Vorteil vor der geradlinigen, dass sie bei einem Wandern des Gehänges nicht mitgeht, sondern sich gegen die Widerlager versteift und dadurch die Wanderung zur Ruhe bringt. Auch Veränderungen oder Senkungen im Untergrund sind nicht so gefährlich, da die einwirkenden Kräfte, Wasserdruck und Hinterfüllung, nicht allein durch das Mauergewicht, sondern auch durch die Widerlagerreaktionen im Gleichgewicht gehalten werden, denn theoretisch könnte eine solche Sperrmauer am Fusse so schwach gehalten werden, dass nur eben der Druck des Mauerwerks auf das Fundament und die Spannungen im Mauerwerk infolge des Eigengewichtes und der Widerlagerreaktionen

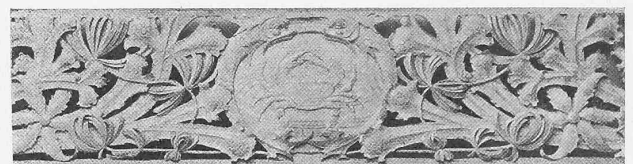
nicht zu gross werden, ja man könnte am Fusse gewölbartige Aussparungen anbringen, ohne die Standfestigkeit zu gefährden. Allerdings müsste die Mauer dann an der hintern Seite glatt, oder nach hinten geneigt gehalten werden, um das Einwirken der Vertikalkomponente des Erddrucks auf dieselbe zu verhindern.

Der zweite Zweck, den eine Geröllsperrre zu erfüllen hat, ist der, als *Ueberfallwehr* zu dienen, und in dieser Eigenschaft kommen namentlich die dynamischen Wirkungen des mit grosser Geschwindigkeit durchfliessenden Wassers zur Geltung. Die Krone der Sperrmauer, die sogenannte Rollschär, die Flügel und das Sturzbett sind diejenigen Teile, die dadurch am meisten in Mitleidenschaft gezogen werden, und daher auch bei der Projektierung am meisten berücksichtigt werden müssen. Das Fallbett muss natürlich derart beschaffen sein, dass ein Unterwaschen der Sperrmauer, das bei geraden Mauern wieder viel gefährlicher als bei bogenförmigen ist, verhütet wird. In dieser Hinsicht scheinen mir von allen Sperrbauten, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, die neuern Bauten im Kanton St. Gallen am vorichtigsten ausgeführt zu sein, da dort fast überall in Abständen von 10 bis 15 m vor der Hauptmauer eine tief fundierte Vorsperre von wenig Erhebung über die Sohle angeordnet ist, und Hauptsperre und Vorsperre durch Flügelmauern zu einem ganzen verbunden sind. Dadurch entsteht ein Wasser- oder Geschiebepolster, in dem die lebendige Kraft des stürzenden Wassers aufgezehrt wird. Jedemfalls ist diese Anordnung einem gepflasterten Sturzbett bei weitem vorzuziehen, da durch das herabstürzende Wasser der Untergrund des Pflasters ausgewaschen oder das Pflaster durch herabstürzendes grobes Geschiebe zerstört wird.

Neben dem Sturzbett ist wohl die *Rollschär* der am meisten der Zerstörung ausgesetzte Konstruktionsteil. Ich habe seinerzeit bei der Katastrophe am Dürrenbach im Sommer 1903 gesehen, dass fast alle Sperrn infolge Zerreisens der Rollschären oder Flügel zerstört wurden, da die unter der Rollschär liegenden Teile wohl den starken Wasser- oder Erddruck, aber nicht die scherende Wirkung der Stosskraft des Wassers auszuhalten vermochten.

Abb. 25 und 26.

Schnitzereien aus
der Villa «Haldegg».



Nehmen wir die Geschwindigkeit des bei der Sperre ankommenden Wassers zu 6 m an, eine Geschwindigkeit, die sicher auftreten kann, so ist die Stosskraft eines Wasserkörpers von 1 m³, wenn die innere Reibung und alle Nebenkraft vernachlässigt werden:

$$\text{Stosskraft } S = \frac{m \cdot v^2}{2} = \text{lebendige Kraft,}$$

$$m = \frac{G}{g}; \text{ wobei } G \text{ Gewicht des Körpers, und}$$

g = Erdbeschleunigung bedeuten,
also im vorliegenden Falle:

$$S = \frac{G \cdot v^2}{2g} = \frac{1000 \cdot 6^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{36000}{19,62} = 1835 \text{ mkg.}$$

Sie würde also hinreichen, um einen Stein von 1,84 t 1 m hoch zu heben.

Ist die Rollschär der Sperrmauer 2,50 breit, wie das bei grössern geradlinigen Sperrn ungefähr zutrifft, und nehmen wir an, diese sei aus lauter Blöcken von 1 m²

Seitenfläche und 2,50 m Länge, die also über die ganze Mauer reichen würden, zusammengesetzt, so ist der Reibungswiderstand, den ein solcher Block der Stosskraft des Wassers entgegengesetzt, auf die halbe Breite der Sperrmauer, — denn wenn der Stein über die Hälfte der Mauer geschoben ist, fällt er von selbst herunter, — folgender:

$$u \cdot V (S - 1) \cdot \frac{2,50}{2}$$

wobei $u = 0,65$ Koeffizient der ruhenden Reibung von Mauerwerk, $V =$ Volumen, $S =$ spez. Gewicht des Körpers, von dem das spez. Gewicht 1 des Wassers infolge des Auftriebs abzuziehen ist und $\frac{2,50}{2}$ die halbe Mauerbreite ist.

Dann ist der Reibungswiderstand =

$$0,65 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 25 (2,4 - 1,0) \cdot \frac{2,50}{2} =$$

$$= 0,65 \cdot 2500 \cdot 1,4 \cdot 1,25 = 2844 \text{ mkg.}$$

D. h. es bedürfte eines Arbeitsaufwands von 2844 mkg, um einen Rollscharstein von solch gewaltigen Dimensionen abzuheben. Ein Wasserwürfel von 1 m³ mit einer Geschwindigkeit von 6,0 m verfügt aber schon über ein Arbeitsvermögen von 1835 mkg. Aus diesen Vergleichen

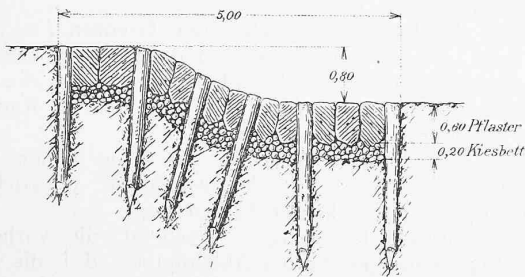


Abb. 1. Sohlenschwellen bei der Eglitz-Verbauung in Schlesien.

geht deutlich hervor, welchen bedeutenden Kräften die Rollschar ausgesetzt ist, und wie grosse Anforderungen an die Scherfestigkeit des Mörtels gestellt werden. Um diese zu vermindern, ist es zweckmässig, die Rollschar möglichst tief in den Mauerwerkskörper einbinden zu lassen und die einzelnen Rollscharsteine durch eiserne Hacken untereinander zu verbinden. Die Annahme, dass die Rollscharsteine durch die bogenförmige Anordnung der Sperre allein schon vor dem Abheben gesichert seien, ist im allgemeinen nicht zutreffend, da die bogenförmigen Mauern in der Regel so stark gebaut werden, dass sie als reine Stützmauern ohne Anlehnung an feste Widerlager standfest wären. In diesem Falle tritt natürlich solange eine Verschiebung des Untergrundes, also eine Verspannung gegen die Widerlager nicht stattgefunden hat, ein Horizontalschub der Mauer nicht auf, also auch keine Widerlagerreaktionen und damit auch keine Normalkräfte N in den Fugen aa , die der Stosskraft des Wassers durch die von ihnen in den Fugen erzeugten Reibungswiderstände entgegenwirken würden (Abb. 2).

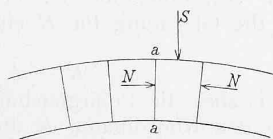


Abb. 2.

Die Resultierende aus Auftrieb und Stosskraft des Wassers würde also auch hier den Stein aus dem Verbande heben, wenn derselbe nicht schwer genug ist. Ist dagegen eine Verspannung infolge Nachgiebigkeit des Untergrundes oder infolge der durch den Erd- und Wasserdruck hervorgerufenen Formänderungen der Mauer erfolgt, so kann die Gewölbeform zur Sicherung der Rollschar beitragen.

Die Flügel der Geröllsperre dienen dazu, das Wasser dem Ueberfall zuzuweisen und die Sperrmauer vor Umgehung zu schützen. Bei den meisten Wildbachverbauungen, sowohl im Tyrol, als auch im schlesischen Riesengebirge und in Böhmen habe ich die von Prof. Heim erwähnten, muldenförmig sanft gegen den Ueberfall abfallenden Flügel gefunden. Es scheint, dass diese Form den Vorteil vor

den, bei den neuern st. gallischen Verbauungen angewandten, mit Neigung von $\frac{1}{5}$ zum Ueberfall abfallenden Flügeln, voraus hat, dass dadurch das Durchflussprofil weniger kontrahiert wird, bei steigendem Wasser daher die Geschwindigkeit nicht so rasch wächst, infolgedessen auch die auf den Flügel einwirkende Reibung des durchströmenden Wassers vermindert wird. Auch bieten sie den vom Wasser mitgeführten Felsblöcken und Baumstämmen weniger Angriffspunkte, sodass auch ein Anstauen derselben im Ueberfallprofil weniger zu befürchten ist. Durch diese muldenförmige Form der Flügel wird dann allerdings das Anschliessen von senkrechten oder nur wenig geneigten Ufermauern verhindert. Dieser Uebelstand würde jedoch nicht sehr ins Gewicht fallen, da steile Ufermauern doch nicht empfehlenswert sind, weil sie bei den geringsten Unterwaschungen am Fundament umkippen. Wo letztere nicht durch steile Hänge bedingt werden, sind Ufermauern aus Trockenmauerwerk mit Neigung bis zu 45°, die am Fusse womöglich noch flacher in die Sohle verlaufen, vorzuziehen, da diese bei eventuellen Auskolkungen viel besser nachsacken können und die Reparaturen infolgedessen nicht so umfangreich werden.

Dies sind einige Gesichtspunkte, die mir bei Wildbachverbauungen und namentlich beim Bau von Geröllsperren berücksichtigenswert erscheinen. Dass aber Wildbachverbauungen, auch beim grössten Aufwand an Opfern, immer sehr vergängliche Werke sind, hat das Schicksal der neuen und so schön ausgeführten Flibachverbauung gezeigt. Hoffentlich lassen sich die dadurch Betroffenen in ihrem Kampfe mit den trotzigen Naturgewalten der Gebirgswelt nicht entmutigen!

Berlin, im November 1906.

H. Schuler,

Ingenieur im kgl. preuss. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

Eine uns vom Kantonsingenieur von St. Gallen mittlerweile zugegangene Entgegnung auf den Artikel des Herrn Prof. Heim werden wir in der nächsten Nummer veröffentlichen.

Die Red.

Die Bestimmung der Kranzprofile und der Schaufelformen für Turbinen und Kreiselpumpen.

Von Professor Dr. F. Právil in Zürich.

(Fortsetzung.)

III. Aufzeichnung von Schaufelkurven mittels konformer Abbildungen.

Als weitere Vorbereitung für die folgenden Untersuchungen sei noch ein geometrisches Problem behandelt, das für die Aufzeichnung von Schaufelprofilen aller Art von praktischem Nutzen ist und sein Vorbild in der Landkartendarstellung hat; die stereographischen Landkarten sind bekanntlich konforme Abbildungen der Erdoberfläche auf Ebenen.

In jeder Rotationsfläche bilden die Parallelkreise und die Meridianlinien ein Netz von Linien, die sich senkrecht schneiden; konstruiert man sich, wie dies für die Darstellung der beiden polaren Erdhemisphären durchgeführt wird, zu dem Netz der Rotationsfläche, in einer Ebene senkrecht zur Drehachse, ein konformes Netz, bestehend aus konzentrischen Kreisen und Radien, sodass also jedem Kreis der Ebene, ein Parallelkreis, jeder radialen Geraden eine Meridianlinie entspricht, so entspricht jeder Figur in der Rotationsfläche eine Figur in der Ebene von der Eigenschaft, dass die Linien der ebenen Figur die Kreise und radialen Geraden des ebenen Netzes unter denselben Winkeln schneiden, wie die Linien der Figur auf der Rotationsfläche die entsprechenden Parallelkreise und Meridianlinien des Netzes auf der Rotationsfläche.¹⁾

¹⁾ Kaplan in Brünn hat in der Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen ein Verfahren angegeben, dem die Idee winkelnrichtiger ebener Abbildungen bereits zugrunde liegt.