



M.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298278

BEWEGLICHE  
UFERSCHUTZBAUTEN

SÜBLENVERSICHERUNGEN

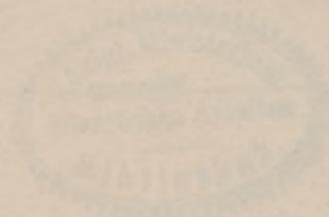
VON FRITZ

ZUSAMMENGEFASST VON DR. ING. FRITZ

A. LERNET

VERLAG VON WILHELM ENGELHARDT

*1902*



WILHELM ENGELHARDT  
VERLAG

X  
1498



# BEWEGLICHE UFERSCHUTZBAUTEN

UND

## SOHLENVERSICHERUNGEN.

EIN BEITRAG

ZUR REFORM DER ÜBLICHEN UFERSCHUTZBAUTEN

VON

A. LERNET,

BAU-OBERKOMMISSÄR DER K. K. ÖSTERR. STAATSBAHNEN.

MIT 22 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

*N. N. 23972*



WIEN 1901.

SPIELHAGEN & SCHURICH

VERLAGSBUCHHANDLUNG

I. KUMPFASSE 7.

*G. 41  
31.*



31559

Akc. Nr. \_\_\_\_\_

2371/50

## Einleitung.

Die moderne Hydrotechnik perhorreszirt die gewaltsamen Eingriffe in die Richtungs- und Gefällsverhältnisse der Flüsse, sie plaidirt mehr für das *laissez faire, laissez aller*, sie will nur schützen und leiten und den grössten Ausschreitungen der Wasserläufe vorbeugen, sagen die Einen — man dürfe die Flüsse und Bäche doch nicht so ganz sich selbst überlassen, sagen die Anderen — sondern durch richtiges Abwägen aller bestimmenden Verhältnisse den Flussläufen die Gestalt geben, welche dem jeweiligen Zweck entspricht — gewiss eine sehr künstliche Methode und wenn sie gelingt: eine grosse Kunst.

Wenn es mir nun auch nicht beifällt zwischen diesen beiden Richtungen entscheiden zu wollen, so halte ich doch dafür, dass in Anbetracht der fortwährenden, nichtaufzuhaltenden Veränderungen der Erdoberfläche, die Frage der Flussregulirungen von einem viel höheren Standpunkte aufzufassen sei, dass es sich in Anbetracht der Formen und Anforderungen einer stets intensiver werdenden Kultur nicht um Flussregulirungen schlechtweg, sondern um die Regulirung des ganzen kulturfähigen Bodens handelt. Dass den Wasserläufen als den theilweisen Trägern des Kreislaufes des Wassers eine grosse Rolle zukommt ist selbstverständlich. Diese Ansicht über das Ziel der modernen Hydrotechnik ist zwar bisher noch selten zu Worte gekommen, dämmert jedoch, wie männiglich bekannt, schon in vielen Köpfen.

Wie dem auch sei; so bin ich überzeugt, dass den Verfechtern jedweder der obskizzirten Anschauungen die nachfolgend beschriebenen Vorschläge zu einer Reform der bisher üblichen Uferschutzbauten um so willkommener sein werden, als diese Vorschläge zum grösseren Theile auf in bedeutenderen Umfange vorgenommenen Versuchen basiren.

Der Verfasser.

## I. Kritik der üblichen Uferschutzbauten.

Die Konstruktion eines sicher wirkenden und entsprechenden Uferschutzes ist schon bei nichtregulirten Flüssen des Tieflandes eine schwer zu lösende Aufgabe — viel schwieriger ist dies jedoch wegen der fortwährenden Veränderungen in Niveau und Richtung bei Gebirgsflüssen und Wildbächen.

Die Bedingungen, denen ein guter Uferschutz bei Wildwässern entsprechen soll, sind aber auch so widersprechende, nachgerade sich gegenseitig ausschliessende, dass es schwer wird, allen gerecht zu werden. Ein guter Uferschutz bei Wildwässern soll vor allem so stark und kräftig sein, dass er mindestens ein Hochwasser aushält, er soll so elastisch sein, dass er sich allen Veränderungen, welche während eines Hochwassers an der Gerinnssole eintreten können, anschmiegt und ausserdem soll er in Anbetracht der langen, zuverbauenden Strecken auch billig sein. Aehnlichen wenn auch minder scharfen Bedingungen soll der Uferschutz auch bei den grossen Thalflüssen und den grossen Strömen des Tieflandes entsprechen.

Inwieferne entsprechen nun die dermal üblichen Uferschutzkonstruktionen diesen Bedingungen? Um diese Frage richtig beantworten zu können, ist zu unterscheiden zwischen der eigentlichen Böschungssicherung über Niederwasser und der Versicherung des Böschungsfusses. Die richtige Konstruktion des ersteren ist nicht allzu schwierig — es genügen da selbst ziemlich leichte Konstruktionen, wie die Erfahrung lehrt, — die richtige Konstruktion des letzteren dagegen muss die obgenannten Bedingungen voll und ganz in Rechnung ziehen. In die nachfolgende Untersuchung werden nur solche Konstruktionen gezogen werden, welche als Uferschutzbauten der currenten Flussläufe gelten, während Kaimauern, Bohlwerke und andere Bauten permanenten Charakters, welche besonderen Zwecken dienen, und bei welchen mehr das Princip der tiefen Fundirungen in Anwendung kommt, ganz ausser Betracht gelassen werden.

## 1. Steinwürfe.

Die Figur 1, 2 und 3 zeigen Profile, wie solche nicht nur in den Normalien vieler Eisenbahnen vorkommen, sondern auch bei vielen Flussregulirungsbauten angewendet werden. Kommt der Steinwurf infolge Kolkbildung am Fusse zur Wirkung, so stürzt unmittelbar darauf der durch denselben gestützte Böschungsschutz ebenfalls nach.

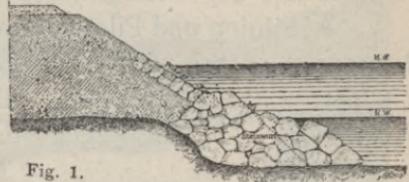


Fig. 1.

Derartig konstruirte Steinwürfe sind also nur dort am Platze, wo keine oder doch nur eine geringe Vertiefung der Sohle zu erwarten ist.

2. Steinkästen, unter Niederwasser angewendet und mit geschlossenem Unterboden versehen, sind mitunter dort, wo es an grossen Stein mangelt oder wo dessen Zufuhr unverhältnissmässige Kosten verursacht, ein guter Ersatz für Steinwürfe.

Nachtheile dieser Konstruktion sind geringe Schmiegsamkeit, infolge dessen die Senkung bei Unterkolkungen eine sehr unregelmässige, nicht im Voraus zu überschende ist, so zwar, dass die Erhaltung der gestützten Böschungsflächen eine sehr ungewisse wird.

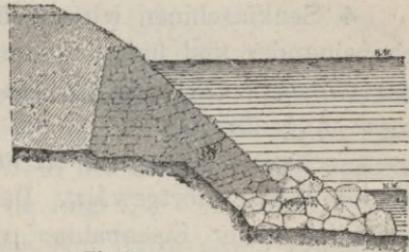


Fig. 2.

Man darf nicht vergessen, dass Steinkästen ihrer Genesis nach eine Nothkonstruktion sind, welche überall dort zur Anwendung kam, wo es sich darum handelte rasch und sicher zu helfen. Wenn diese Konstruktionsart später Aufnahme in die regelmässigen Uferdeckwerke der Gebirgsflüsse gefunden hat und hiebei auch ober Niederwasser angewendet wurde; so ist dies gewiss nicht der inneren Vorzüglichkeit derselben, als vielmehr dem Umstande zuzuschreiben, dass der ehemalige Holzreichtum der Gebirgsgegenden direkt auf solche Konstruktionen hingewiesen hat. Der Werth der Steinkasten-Konstruktionen erscheint von diesem Standpunkte aus gewissermassen nur als ein historischer, — was allerdings nicht ausschliesst, dass unter

besonderen Verhältnissen deren Anwendung noch heutzutage vortheilhaft ist. Doch liegt deren Bedeutung nicht so sehr in der Verwendung als beweglicher Vorlandschutz als vielmehr in jener als Fundierungsmittel bei felsiger Flusssohle in mittlerer Wassertiefe bei Gebirgswässern.

3. Piloten und Pilotenreihen, deren Wirkungsweise ist eine begrenzte, durch die Eindringungstiefe der Pfähle bedingte.

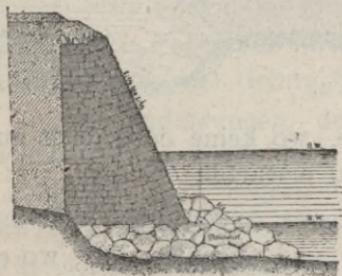


Fig. 3.

Deren Anwendung ist nur bei Uferschutzbauten der grösseren Thalflüsse und zwar nur unter Wasser zu empfehlen. Bei Wildwässern schliessen sich dieselben abgesehen von ihrer Kostspieligkeit schon deswegen aus, weil das grobe Geschiebe und Gerölle der Sohle ein hinreichend tiefes

Eindringen nicht gestattet.

4. Senkfaschinen wirken gut, wenn sie in mehreren Lagen nebeneinander und übereinander zur Anwendung kommen. Die walzenförmige Form bietet dem strömenden Wasser jedoch zu grosse Angriffsflächen — einmal aus dem Zusammenhange gerissen, schwenken sie sehr leicht ab und werden von dem strömenden Wasser fortgewälzt. Das Profil Fig 4 welches in den Normalien vieler Eisenbahnen vorkommt, zeigt eine ganz ver-

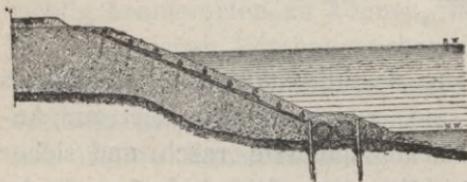


Fig. 4.

fehlte Anordnung der Senkfaschinen. Dieselben sind ober Niederwasser verlegt, hiedurch der Verrottung preisgegeben, — wenn selbst aus keimfähigen

Reisern hergestellt, schon deswegen nicht entsprechend, weil das Austreiben der Reiser mit Bezug auf den Zweck der Senkfaschine weder wünschenswerth noch vortheilhaft ist. Der Zusammenhang der einzelnen Faschinen unter einander wird nur durch den vorgesteckten Pflock repräsentirt. Bleibt die erste Faschine im Kolke nicht liegen sondern schwenkt ab, so blüht der zweiten und dritten Faschine nach Unterkolkung des Vorsteckpflockes dasselbe Schicksal. Zudem leidet dieses Profil an

denselben Mängeln wie die Steinwurfprofile 1, 2, 3, der Böschungsschutz ist zu hoch angesetzt, sinkt infolgedessen mit dem Sinken der Fussversicherung auch nach.

5. Die Faschinenvorlage Fig. 5 leidet an ähnlichen Mängeln wemngleich der Zusammenhang des Faschinenkörpers ein besserer ist.

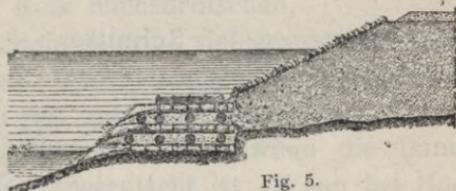


Fig. 5.

Die Anordnung ober Niederwasser ist aus zweierlei Gründen zu ver-

werfen: erstens verrotten die Faschinen infolge ihrer Lagerung im Trockenem, — dieselben wären dann aus keimfähigen Reisern erzeugt — und zweitens liegen dieselben auch mit Bezug auf ihre günstigste Wirkungsweise viel zu hoch.

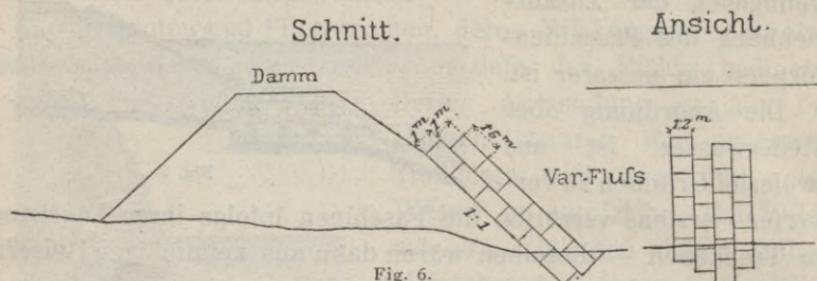
## II. Vorschläge zu einer Reform der üblichen Uferschutzbauten.

### 1. Steinwürfe:

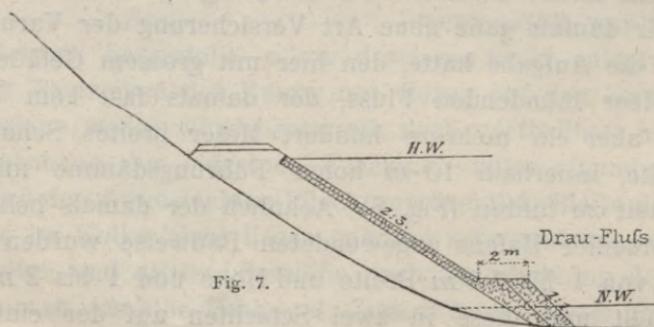
Ingenieur Paul Klunzinger berichtet in einer Versammlung der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure (ö. J. u. A. V.) vom 15. Feber 1900 über mehrere theils von ihm besichtigte, theils von ihm ausgeführte Uferschutzbauten wie folgt:

Im Januar 1864 machte ich eine Reise durch Frankreich, um Vergleiche mit dem französischen Eisenbahnbausystem anzustellen, und kam bis Nizza. Die Bahn war damals noch nicht bis Nizza eröffnet; denn die Brücke über den Varfluss, eine gusseiserne Bogenbrücke mit Einwölbung zwischen den Rippen, war noch nicht vollendet. Bei Besichtigung derselben fiel mir eine mir damals ganz neue Art Versicherung der Varufer auf, welche die Aufgabe hatte, den hier mit grossem Gefälle in das nahe Meer mündenden Fluss, der damals fast kein Wasser führte, aber ein mehrere hundert Meter breites Schotterbett darstellte, innerhalb 10 *m* hoher Führungsdämme mit aller Sicherheit zu führen (Fig. 6). Aehnlich der damals beim Baue des Marseiller Hafens angewendeten Bauweise wurden Betonblöcke von 1 bis 1.5 *m* Breite und Höhe und 1 bis 2 *m* Länge hergestellt und diese in zwei Schichten auf der einfüssigen

Dammböschung verlegt, und zwar konnten die gleich breiten Blöcke auf der darunter liegenden Schichte dann nachsinken, wenn der Flussgrund unterwaschen wurde, und zwar, ohne von der Nachbarschaar gehindert zu werden. Hier sah ich nun das



erstemal eine richtige Uferschutzanlage, welche trotz der gewaltigen Massen immerhin eine verhältnismässige Oekonomie ermöglichte. In den Jahren 1868 und 1869 hatte ich auch Gelegenheit, diese Grundsätze bei der Projektirung der 135 *km* langen Pusterthalstrecke von Villach bis Hof anzuwenden. In der 45 *km* langen Strecke Villach—Sachsenburg kommen mehrere steile, hohe Schotterlehnen vor, an welchen die Bahn deshalb in das Draubett zu legen war, weil solche Lehnen erfahrungsgemäss schwer zu halten sind. Bruchsteine für die Steinwürfe waren in der Nähe nicht zu haben, — es musste der Damm so lange halten bis die Steine mittelst Materialzug zugeführt werden konnten. Um einen zeitweiligen Dammfuss zu erhalten, wurden die grossen in den Schotterlehnen vorkommenden Klauensteine am Fusse vom Wasser aus in einfüssiger Böschung geschichtet und erst später eine ebenso geböschte Lage Bruchsteine darüber geschichtet (Fig. 7). Damit waren



zwei Vortheile gegenüber dem bisher angewendeten Normale (Fig. 1) erreicht:

a) liegt das Steinwurfmaterial bei vorkommenden Unterwaschungen und Eintiefungen der Flusssohle an der richtigen Stelle, um sogleich in den Kolk nachzurutschen,

b) wird dadurch an Steinmaterial viel gespart gegenüber der sonstigen Bauweise mit trapezförmigen Querschnitte des Steinwurfes (Fig. 1), wobei das unter der Pflasterlinie liegende Dreieck erst zur Wirkung kommen kann, wenn die Dammböschung incl. Pflaster schon abgerutscht ist. Wenn bei Hochwasser eine Uferunterwaschung vorkommt, so sieht man es bei dem neuen Profile sofort nach dem Sinken desselben und kann den Steinwurf an der richtigen Stelle ergänzen.

Weiters führt Klunzinger noch drei weitere Beispiele von

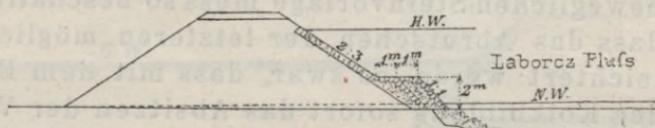


Fig. 8a.

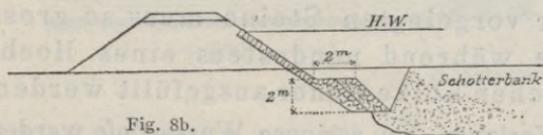


Fig. 8b.

ausgeführten Steinwurfkonstruktionen Fig. 8, 9, 10 an, bei welchen dieselben

Grundsätze zur Anwendung gekommen sind. Bezüglich der Steinwurf-Konstruktion (Fig. 9) ist zu bemerken, dass die gemauerten

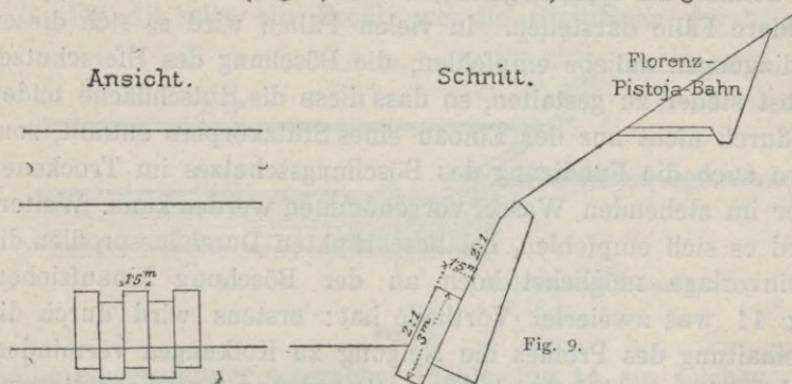


Fig. 9.

Klötze der Vorlage mit einer Rohrlage unterlegt sind, um das Nachsitzen auf den Reibungsflächen zu erleichtern.

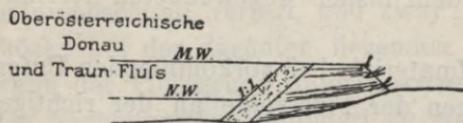


Fig. 10.

Aus den obigen Ausführungen Klunzingers lassen sich nun folgende Grundsätze für die richtige Konstruktion von Steinwurfvorlagen, welche

den Zweck haben die Fundamente von Uferschutzbauten gegen die Wirkungen starker Erosion oder lokaler Kolkungen zu schützen, ableiten:

- a) Der den Böschungsschutz stützende Körper muss von der beweglichen Steinvorlage vollkommen getrennt angelegt werden.
- b) Die Trennungsfläche zwischen Stützkörper und der beweglichen Steinvorlage muss so beschaffen sein, dass das Abrutschen der letzteren möglichst erleichtert werde, so zwar, dass mit dem Beginne der Kolkbildung sofort das Absitzen der Vorlage eintritt.
- c) Die Menge der vorgelegten Steine muss so gross sein, dass die während mindestens eines Hochwassers möglichen Kolke sicher ausgefüllt werden.

Bei trockenem Vorlande, bei geringer Wassertiefe werden diese Bedingungen leicht zu erfüllen sein, die Profile 7, 8 und 10 können als typisch gelten, während die Profile 6 und 9 besondere Fälle darstellen. In vielen Fällen wird es sich diesen Bedingungen zuliebe empfehlen, die Böschung des Uferschutzes selbst steiler zu gestalten, so dass diese die Rutschfläche bildet, wodurch nicht nur der Einbau eines Stützkörpers entfällt, sondern auch die Fundirung des Böschungsschutzes im Trockenen oder im stehenden Wasser vorgenommen werden kann. Weiters wird es sich empfehlen, bei beschränkten Durchflussprofilen die Steinvorlage möglichst hoch an der Böschung hinaufziehen, Fig. 11 was zweierlei Vortheile hat: erstens wird durch die Freihaltung des Profiles die Neigung zu Kolkungen vermindert und zweitens wird durch diese Anordnung auf die untersten Schichten der Steinvorlage ein grosser Druck erzeugt und hiedurch das Absitzen begünstigt.

Bei grösseren Wassertiefen jedoch und bei einem steileren Verlaufen der Uferböschungen, wie dies häufig bei älteren

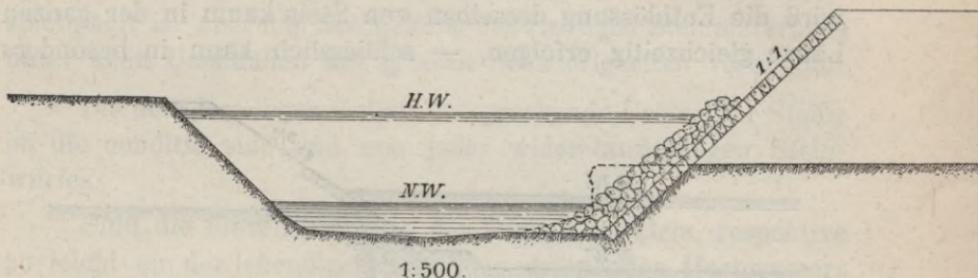
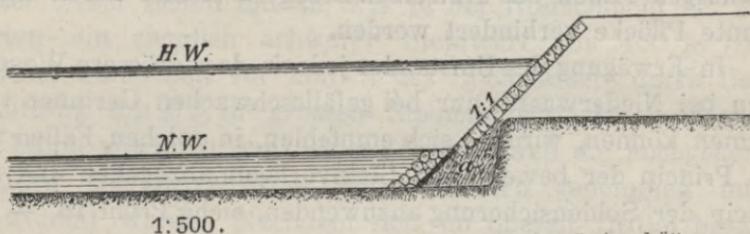


Fig. 11.

Uferbrüchen vorkommt, sind besondere Anordnungen nöthig, um den aufgestellten Bedingungen gerecht zu werden. Fig. 12 zeigt ein Profil wo die bedingte Gleitfläche unter Wasser durch

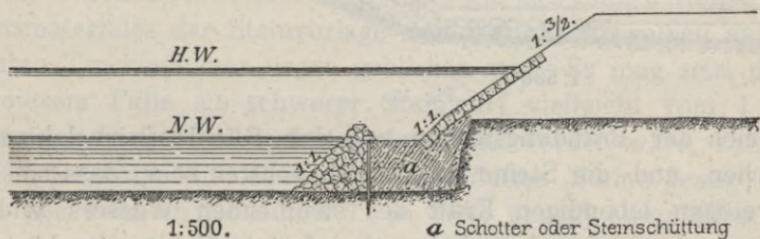


*a* Schotter oder Steinschüttung

Fig. 12.

Hinablassen von flachen Schiefer oder von eigens zu diesem Zwecke erzeugten Betonplatten hergestellt ist.

Fig. 13 zeigt ein Profil, wo die Gleitfläche durch eine



*a* Schotter oder Steinschüttung

Fig. 13.

Reihe eingerammter schwacher Pfähle, Fig. 14 ein solches, wo die Gleitfläche durch einen versenkten schwachen Pfostenrost hergestellt ist — ein Abtreiben des letzteren nach Absitzen der

Steinvorlage ist nicht zu befürchten; erstens wird jedes Holz bei längerem Liegen unter Wasser specifisch schwerer, zweitens wird die Entblössung desselben von Stein kaum in der ganzen Länge gleichzeitig erfolgen, — schliesslich kann in besonders

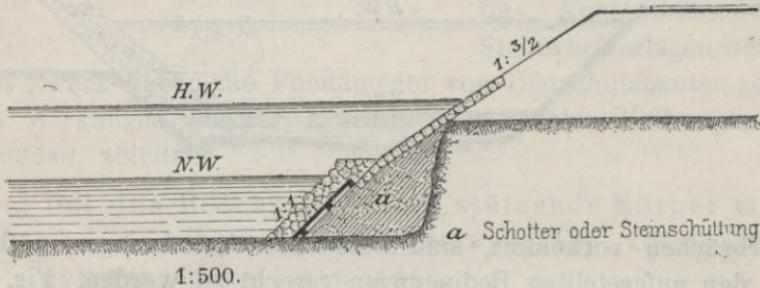


Fig. 14.

schwierigen Fällen das Abtreiben besagten Rostes durch eingrammte Pflöcke verhindert werden.

In Erwägung des Umstandes jedoch, dass grössere Wassertiefen bei Niederwasser nur bei gefällsschwachen Gerinnen vorkommen können, wird es sich empfehlen, in solchen Fällen von dem Princip der beweglichen Steinvorlagen abzugehen und das Princip der Sohlensicherung anzuwenden, siehe Profil 15, — die Breite dieser Sohlensicherungen muss über den Wirkungs-

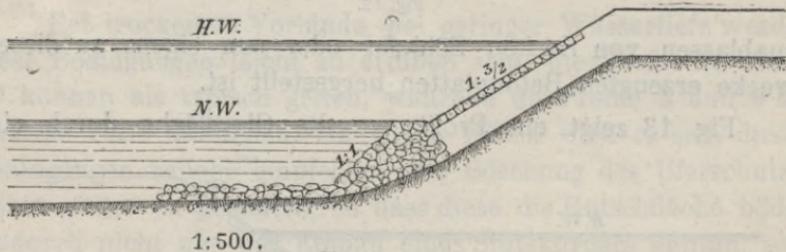


Fig. 15.

bereich der Brandungswellen und den Rücklaufwirbel hinausreichen, und die Steine müssen so schwer sein, dass sie der jeweiligen lebendigen Kraft des strömenden Wassers widerstehen, also weder abgeschoben noch fortgewälzt werden können.

Nach den obigen Auseinandersetzungen entsprechen also richtig konstruirte Steinwurfvorlagen im Principe allen Bedingungen, welche an einen guten Uferschutz gestellt werden können, mit Ausnahme der Forderung der Billigkeit; denn die

Kosten eines widerstandsfähigen Steinwurfes sind bei gefällstarken Gerinnen nachgerade enorme. Abgesehen von der Kostspieligkeit ist aber die Beschaffung des richtigen Steinmaterials unter allen Umständen mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Die dem jeweiligen Gefälle entsprechende Grösse der Steine ist die *conditio sine qua non* jedes widerstandsfähigen Steinwurfes.

Sind die einzelnen Steine der Vorlage zu klein, respektive zu leicht um der lebendigen Kraft des strömenden Hochwassers widerstehen zu können, so werden dieselben abgeschoben, respektive fortgewälzt ehe sie zur Wirkung kommen können. Gelegentlich der Hochwasserkatastrophe des Jahres 1896 (siehe Zeitschr. d. ö. J. u. A. V. Nr. 29 ex 1898) sah es der Verfasser dieser Zeilen mit an, wie in der Itterschlucht bei Hopfgarten ein ziemlich schwerer Steinwurf von 400 *m* Länge, welcher kurze Zeit vor Eintritt des Hochwassers durch Ueberschüttung mit 0.2 *m*<sup>3</sup> grossen Steinen verstärkt worden war, im Laufe von nicht ganz einer Stunde durch die hochgehenden Fluthen der Brixenthaler Ache wörtlich genommen fortgeschwemmt wurde. Nachdem sich im oberen Drittel besagten Steinwurfes infolge Aufbau einer Holzverkläusung ein tiefer Kolk gebildet hatte, stürzte die ganze Wassermasse der Ache in die Lücke und rollte den Steinwurf auf. Einzelne Steine dieser Steinvorlage sind dann nach dem Abfallen des Hochwassers 6 *km* weiter flussabwärts gefunden worden, während in der Itterschlucht selbst nicht ein Stein des ganzen Konstruktionsmaterials der Steinvorlage und der auf denselben aufgebauten Trockenmauer liegen geblieben war. Es mag sein, dass in diesem Falle ein schwerer Steinwurf vielleicht vom 1 *m*<sup>3</sup> fassenden Steinen nicht fortgeschwemmt worden wäre, keinesfalls aber hätte die Masse der aufgehäuften Steine genügt um den oberwähnten Kolk (mit 7.0 *m* Tiefe konst.) auszufüllen, so dass der Böschungsschutz, in diesem Falle eine Trockenmauer, doch eingestürzt wäre.

Wenn demnach der Verfasser dieser Zeilen nach diesen gelegentlich der Hochwasserkatastrophe des Jahres 1896 gemachten üblen Erfahrungen den Steinwurfkonstruktionen nur

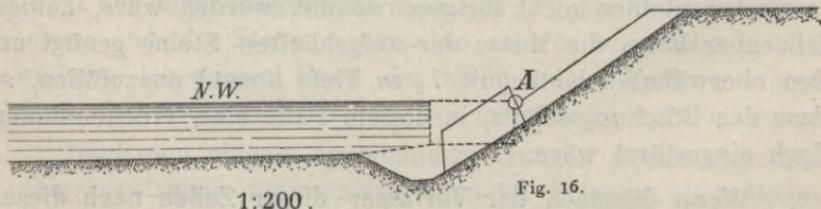
eine bedingte Widerstandsfähigkeit zutraut; so wird dies Jedermann begreiflich finden.

Anderseits hat der Verfasser bei derselben Gelegenheit beobachtet, dass zusammengeschwemmte und gestrandete Gestrüchmassen den Angriffen des Hochwassers so erfolgreich Widerstand geleistet haben, dass dieselben bis nach dem Abfallen liegen geblieben sind und den Stromstrich so beeinflusst haben, dass der Thalbach seinen Lauf vollständig geändert hat. Auf Grund dieser Beobachtungen hat nun der Verfasser als Fundamentsicherung von Uferschutzbauten das nachfolgend beschriebene System von Faschinen-Vorlagen konstruirt und auch mit Erfolg im Oberlaufe der Würzner Save und der Fella angewendet.

## 2. Faschinen-Vorlagen:

Ein in der Sohle eines Gerinnes liegender Körper wird gegen das Abschieben durch die Kraft des strömenden Wassers in der Gefällsrichtung umso widerstandsfähiger sein je kleiner dessen Ausdehnung in vertikaler Richtung und je grösser dessen Ausdehnung in horizontaler Richtung speciell in jener parallel zum Stromstriche ist, — vorausgesetzt, dass dessen specifisches Gewicht so gross ist, dass derselbe durch den Auftrieb nicht gehoben wird. Je grösser also dessen specifisches Gewicht ist, desto grösser können dessen Dimensionen in vertikalem, desto kleiner in horizontalem Sinne sein. Diesen Bedingungen entspricht am besten die Form der Sinkstücke, wie solche bei den Bühnenbauten der grösseren Flüsse und Ströme im Gebrauche sind.

Legt man nun mehrere solche Sinkstücke mit Schotter als Beschwermaterial wechsellagernd vor eine Uferböschung siehe Fig. 16, so wird, wenn die Querverbindungen der Sink-



stücke steif konstruirt sind, bei eintretender Kolkung eine Drehung der ganzen Vorlage um den Punkt A und eine elastische Defor-

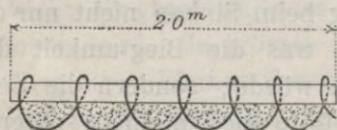
mation derselben eintreten. Ist die Breite der Vorlage der Tiefe des Kolkes entsprechend, so wird bei der aus Fig. 16 ersichtlichen Lage der gesunkenen Vorlage, welche äussersten Falles eine Neigung von  $45^\circ$  annehmen wird, das Kolken ganz aufhören, welches Resultat einerseits der Vergrösserung des Durchflussprofils, andererseits der durch die geneigte Lage der Vorlage veranlasste Abdrängung der Wasserfäden gegen die Strommitte zuzuschreiben ist. Gleichzeitig wird dann der Rest des entstandenen Kolkes durch nachschiebendes Geschiebe ausgefüllt. Der obbeschriebene Vorgang ist keine Annahme, sondern eine That- sache, welche an mehreren Uferstellen des Saveflusses wirklich beobachtet wurde.

Wie aus dem Angeführten hervorgeht, ist die zu wählende Breite der Vorlage eine Funktion der zu erwartenden Kolk- tiefe. Ist  $a$  die wahrscheinliche Kolk- tiefe, von Niederwasser gerechnet; so soll  $b$  die Breite der Vorlage unter Annahme einer äussersten Neigung von  $45^\circ$  gleich sein  $a\sqrt{2}$ . Aus nachfolgend angeführten Gründen empfiehlt es sich aber nicht, die so gefundene Breite für die Konstruktion der Vorlage ungetheilt anzuwenden. Bei einer grossen Breite der Vorlage müssten nämlich mit Rücksicht auf den eben beschriebenen Vorgang beim Sinken nicht nur die Querverbindungen sehr stark sein, was die Biegsamkeit der ganzen Konstruktion beeinträchtigen würde; sondern die Senkungs- bewegung der Vorlage selbst würde auch in einem späteren Moment des Kolkens eintreten, was entschieden zu vermeiden ist. Es empfiehlt sich demnach, die rechnermässig gefundene Gesamtbreite in mehrere Theile von  $2,0 m$  zu zerfallen. Die einzelnen  $2,0 m$  breiten Theilvorlagen sinken dann nacheinander. Werden nach obiger Rechnung die Vorlagen über  $4,0 m$  breit, so empfiehlt es sich auch hier von dem Principe der beweglichen Vorlagen abzugehen und zu dem Principe der Sohlen- versicherung überzugehen. Die Vorlage muss in diesem Falle dann über den Wirkungsbereich der Brandungswellen und der Rücklaufwirbel hinausreichen. Die eingangs dieser Nummer für Faschinen- Vorlagen in Aussicht genommenen Sinklagen eignen sich aber in der allgemein gebräuchlichen Form für diesen Zweck nicht besonders: Sie sind in der Querrichtung infolge Verbindung mit Querfaschinen zu wenig steif, — infolgedessen

tritt bei Kolkungen nicht die früher beschriebene Drehung, sondern ein elastisches Nachsinken in der Querrichtung ein, die Vorlage kommt demnach nicht ihrer vollen Breite nach zur Wirkung, sie wird nicht voll ausgenützt. Die Sinkstücke sind zu hoch, respektive zu dick und bieten daher dem strömenden Wasser im Querschnitte eine zu grosse Angriffsfläche. Die Konstruktsbestandtheile derselben, die gebundenen Faschinen, nehmen in dieser Form Schotter und Sinkstoffe nicht leicht auf, was für die Qualität der Sinkstücke entschieden nicht vortheilhaft ist.

Seit einer Reihe von Jahren wendet der Verfasser dieses als Fussicherung der Uferböschungen bei den beiden Wildflüssen Save und Fella folgendermassen konstruirte Sinkstücke mit Erfolg an:

Weiden und Erlenweiser werden spreitlagenartig, Wipfel und Stammenden wechselnd in der Breite von 2,0 m, einer Länge von 5—6 m und einer Dicke von 20—30 cm gelegt. Darauf kommen als Querverbindungen von Meter zu Meter dickere Stammenden von Weiden und Erlen, welche an die unterhalb liegenden Spreitlagen wie Fig. 17 zeigt, mit starkem



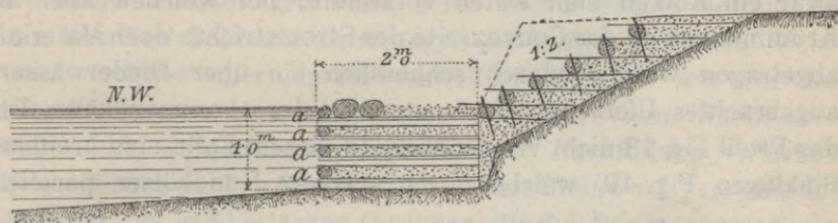
1:50.

Fig. 17.

Draht angeschnürt werden. Die Enden des so konstruirten Sinkstückes werden bis zur ersten Querverbindung, welche auf 30—40 cm von dem Ende angeordnet wird, ähnlich wie dies bei gewöhnlichen Faschinen üblich ist, verkeilt, um ein Abrutschen der Querverbindung zu verhindern.

Dieses so abgebundene Sinkstück wird nur bei genügender Wassertiefe gut verankert vom Stapel gelassen und durch Beschweren mit Schotter zum Sinken gebracht. Auf dieses Sinkstück wird ein zweites, drittes, eventuell viertes Sinkstück aufgebracht, bis nahezu Niederwasser-Niveau erreicht ist. Die oberste Lage wird mit größerem Schotter und Stein beschwert — letzterer wird näher der Wasserseite angebracht, damit bei beginnender Kolkung das Nachsinken der Vorlage sofort eintrete. Bei starkem Gefälle empfiehlt es sich diese oberste Lage mit schief eingeschlagenen Heftpflöcken (Neigung mit dem Strom)

an die unteren Lagen zu befestigen, um ein Abtreiben zu verhindern — bei Gefällen bis 1:70 genügt die Beschwerung mit Schotter und Stein vollständig. An der Wasserseite sind Schotterabschluss-Faschinen „a“ anzubringen. An diese Vorlage kann die eigentliche Böschungssicherung, Steinpflaster, Faschinen oder Spreitlagen, direkt gestützt werden. In Fig. 18 ist eine



1:100.

a Schotterabschluss-Faschine

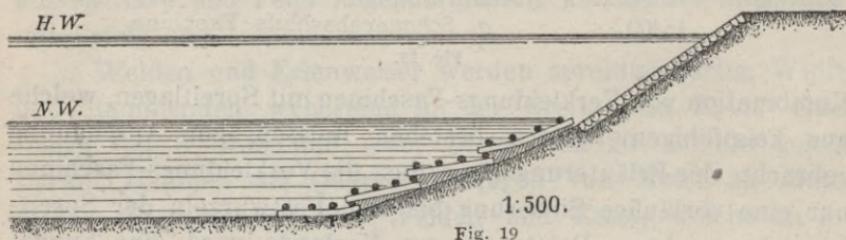
Fig. 18.

Kombination von Verkleidungs-Faschinen mit Spreitlagen, welche aus keimfähigen Reiseren bestehen müssen, zur Anschauung gebracht. Zur Erläuterung diene, dass die Verkleidungs-Faschinen nur eine vorläufige Sicherung bis zum Festwurzeln der Spreitlagen bezwecken. Bei trockenem Vorlande wird eine Fundamentgrube von 2,0 m Breite bis 0,5 m unter Niederwasser ausgehoben und in diese die Faschinen-Vorlage eingebaut. In diesem Falle genügen zwei Lagen. Für die Faschinen der Vorlage kann nachdem selbe immer unter Wasser bleiben jedwede Holzart, wenn selbe nur genügend biegsam ist (also auch Aeste vom Nadelholz) verwendet werden.

In wie weit entspricht nun die beschriebene Konstruktion den eingangs aufgestellten Bedingungen? Sie ist, wie die bisherigen Erfahrungen an den ausgeführten Partien am Savefluss gezeigt haben, stark genug, um den Angriffen wenigstens eines Hochwassers zu widerstehen, sie wird sogar bei längerem Bestande immer stärker und widerstandsfähiger, indem das unter Wasser verlegte Holz der Faschinen mit der Zeit zäher und fester wird und die Spreitlagen so viel Sinkstoffe aufnehmen, dass die Vorlage dichter, kompakter und schwerer wird. Sie ist beinahe absolut schmiegsam und biegsam und schliesslich auch sehr billig. Vorlagen, bestehend aus vier Sinkstücken, complet fertiggestellt und versenkt, kamen auf 2 Kr. pro  $m^2$  zu stehen.

Es erübrigt nunmehr noch die verschiedenen Verwendungsweisen dieser Konstruktion und deren Abänderung für besondere Fälle zu besprechen.

Für Uferschutzbauten bei Wildwässern sowie zur Sanirung brüchiger Ufer kann das Profil Fig. 18 als typisch gelten. Bei flach nach abwärts verlaufenden Ufern jedoch, bei welchen zwar ein Kolken sehr selten vorkommt, bei welchen aber in Krümmungen an der Convexseite des Stromstriches doch Material abgetragen wird, wodurch schliesslich ein über Niederwasser angebrachtes Uferschutz doch zum Einsturz kommen kann, ist das Profil Fig. 18 nicht verwendbar. In diesem Falle sind breitere Sinklagen Fig. 19, welche durch stärkere Rundhölzer parallel



zum Stromstrich zusammengehalten werden, entsprechend diese Versicherungsart gehört nur bedingt zu den beweglichen Schutzbauten, sie nähert sich vielmehr schon den Sohlenversicherungen.

### 3. Sohlenversicherungen und Breitenfundamente:

Sohlenversicherungen, wie solche bei Grundschwellen, bei Fallböden von Stauwehren und Thalsperren sowie bei Gegen-sperren, und als Fundament-Versicherungen seicht fundirter Brückenpfeilern vorkommen, gehören zu den heiklichsten Ausführungen des praktischen Wasserbaues. Der schwache Punkt aller dieser Konstruktionen liegt an dem stromabwärtigen Anschlusse an die natürliche Flusssohle. Dort bildet sich selbst dann ein Kolk, wenn das Ende der Versicherung in gleicher Höhe mit der Flusssohle liegt. Dieser Kolk schreitet stromaufwärts immer weiter vor und bringt, wenn dessen Arbeit nicht durch zeitweises Einwerfen von Steinen oder Senkfashinen parallelisirt wird, nicht nur die Sohlenversicherung selbst, sondern auch das durch dasselbe geschützte Bauwerk zum Ein-

sturz. Bei plötzlich eintretenden Hochwässern kann es jedoch vorkommen, dass die Hilfsaktion zu spät kommt oder in Anbetracht der grossen Wassermassen wirkungslos verläuft. Alle derartigen Sohlenversicherungen bedürfen demnach an ihren stromabwärtigen Ende einer beweglichen Schutzkonstruktion, welche automatisch in den Kolk einsinkt und dessen Weiterstreiten stromaufwärts verhindert. Dieser Schutz besteht bei den besseren Sohlenversicherungen gewöhnlich aus einem Steinwurf, welcher aber, da für denselben nicht so wie bei den Ufersicherungen eine entsprechende Reserve zum Nachsinken aufgehäuft werden kann, fortwährende Nachfüllung erfordert. Bei gefällsschwachen Gerinnen wird diese Steinwurf-Versicherung genügen, bei gefällsstarken Gerinnen für die Dauer gewiss nicht.

Der Verfasser dieses wendet demnach nicht nur für den stromabwärtigen Anschluss, sondern auch für die ganze Sohlenversicherung folgend beschriebene Konstruktion an, welche auf der Schmiegsamkeit und Biegsamkeit von Faschinen beruht:

Spreitlagen werden wie unter Nr. 2 beschrieben gelegt (parallel zum Stromstrich) und mittelst starkem Draht an quergelegte Rundhölzer, deren Länge von der längs der in der oberen Lage verwendeten Eisenbahnschienen abhängt, angeschnürt. Diese Lage wird von Stapel gelassen und schwimmend an Ort und Stelle gebracht und dort mittelst Schotter versenkt. Auf diese Lage kommt eine zweite ebenso konstruirte, nur dass statt der Querhölzer alte Eisenbahnschienen aufgelegt und mit den Spreitlagen wie Fig. 20 zeigt verbunden werden. Die Eisenbahnschienen

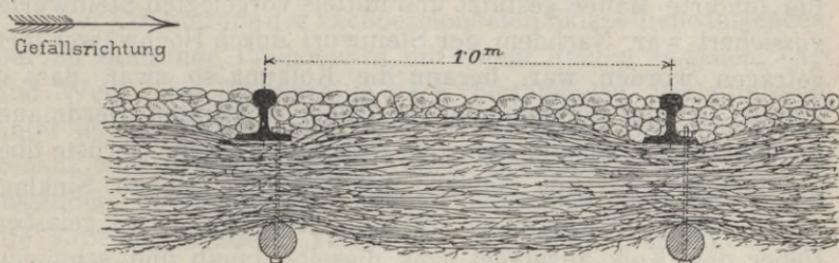
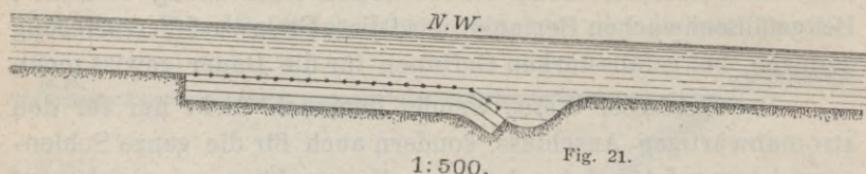


Fig. 20.

dienen nicht nur als Beschwermaterial, sondern auch als Schutz der Faschinen gegen das Abschleifen durch das Flussgeschiebe.

Fig. 21 zeigt eine fertig versenkte Sohlensicherung im Längsschnitt. Bald nach dem Verlegen wird sich am stromabwärtigen Ende ein Kolk bilden, in welche die Faschinenlagen sofort nachsinken werden, worauf das Weiterschreiten des Kolkes stromaufwärts aufhören wird. Kommt die allgemeine Erosion eines Flusses stromaufwärts schreitend an eine solche Sohlensicherung; so wird letztere nach und nach eine Neigung annehmen, welche der Differenz des Ober- und Unterwassers entspricht. Droht diese Neigung so stark zu werden, dass der Zwischenraum zwischen den Querschienen von Schotter entblöst werden



könnten; so hat man es in Anbetracht der doch nur langsam vorschreitenden Erosion in der Hand durch Einsenken einer weiteren Sinklage stromabwärts unter der bestehenden das Übergangsgefälle nach Belieben zu gestalten.

Mittelst einer derartigen mit Schienen armierten Sinklage ist es dem Verfasser dieses gelungen den durch Kolkungen schon arg bedrohten Auslauf eines Objektes vollständig zu saniren. Der Auslauf des in Rede stehenden Objektes, eines gewölbten 5 m weiter Bachdurchlasses, bestand aus einer in Beton gelegten Schusstenne, welche an ihrem unteren Ende durch eine 2 m tief fundirte Mauer gestützt und mittels vorgelegten Steinwurfes versichert war. Nachdem der Steinwurf durch Hochwässer fortgetragen worden war, begann die Kolkung so zwar, dass in kurzer Zeit die Fundamente der früher erwähnten Herdmauer erreicht waren. Behufs Sanirung wurde auf einem Gerüste über der Schusstenne eine einfache mit Schienen armierte Sinklage abgebunden und sodann an starken Seilen vom Stapel gelassen. Ueber den Kolk angelangt sank dieselbe hinab und schmiegte sich der Sohle desselben vollständig an.

Ebenso gelang die Sanirung des Fallbodens der Vogelbach-Sperre bei Pontafal durch Einlegen von Faschinen nachdem der

früher bestandene Steinpflasterrost und der später aufgebraachte Holzrost (bestehend aus 30 *cm* starken Lurchenstämmen) nach jedem stärkeren Gerölle führenden Hochwasser nahezu vernichtet worden waren. Es wurden zwei durch Faschinen verbundene Spreitlagen mit Schotter wechsellagernd aufgebracht und die oberste Lage mit Schotter 20 *cm* hoch überschüttet. Dieser so rekonstruirte Fallboden hat alle über denselben abgegangenen Hochwässer anstandslos ausgehalten.

Die weitaus grösste Bedeutung dürfte aber den mit Schienen armirten Sinklagen bei Sanirung seicht angelegter Fundamente von Brückenpfeilern und auch bei dem Neubau solcher Objekte zu kommen, bei welchen aus verschiedenen Gründen mit den Fundamenten nicht so tief herabgegangen werden kann als dies mit Rücksicht auf die allgemeinen Verhältnisse geschehen sollte. Infolge der dermal im Mittellaufe unserer Alpenflüsse rapid vorschreitenden Erosion ist der Bestand der vor dreissig bis vierzig Jahren an denselben erbauten Brücken-Objekte, deren Fundamente dem damaligen Sohlenniveau vollkommen entsprechen haben, nachgerade im höchsten Grade gefährdet. Eine Sanirung durch Unterfangen der bestehenden Fundamente ist nicht nur ausserordentlich kostspielig, sondern in den meisten Fällen nahezu ausgeschlossen. Es bleibt demnach nichts Anderes übrig als die Sanirung solcher Fundamente durch Sicherung des Untergrundes, welcher die Fundamente trägt, zu versuchen. In Fig. 22 ist ein Beispiel durchgeführt, welches nicht nur für derartige Sanirungen, sondern auch für Neubauten mit nicht genügend tiefen Fundamenten als typisch gelten kann.

Zur Erläuterung der nachbezeichneten Skizze diene folgendes: Der zu sanirende Pfeiler wird mit einem Kasten umgeben, (Art und Weise des Einbaues je nach bestehenden Verhältnissen) unter dessen Schutze eine circa 60 *cm* starke Betonplatte eingebaut wird. Diese Betonplatte deckt den unmittelbar am Pfeiler liegenden Untergrund und schützt denselben nicht nur gegen die Erosion, sondern verhindert auch eine Auslaugung der feineren Bestandtheile, was vielleicht noch wichtiger ist. Durch diese Anordnung wird aber auch die Gefahrenzone, welche bezüglich des Untergrundes unmittelbar am Pfeiler lag, auf 5 *m* weiter hinausgeschoben. Zur Sicherung des Betonrandes selbst

wird das ganze Fundament mit den früher beschriebenen eisen-  
armierten Sinklagen umgeben. Diese Sinklagen müssen so breit

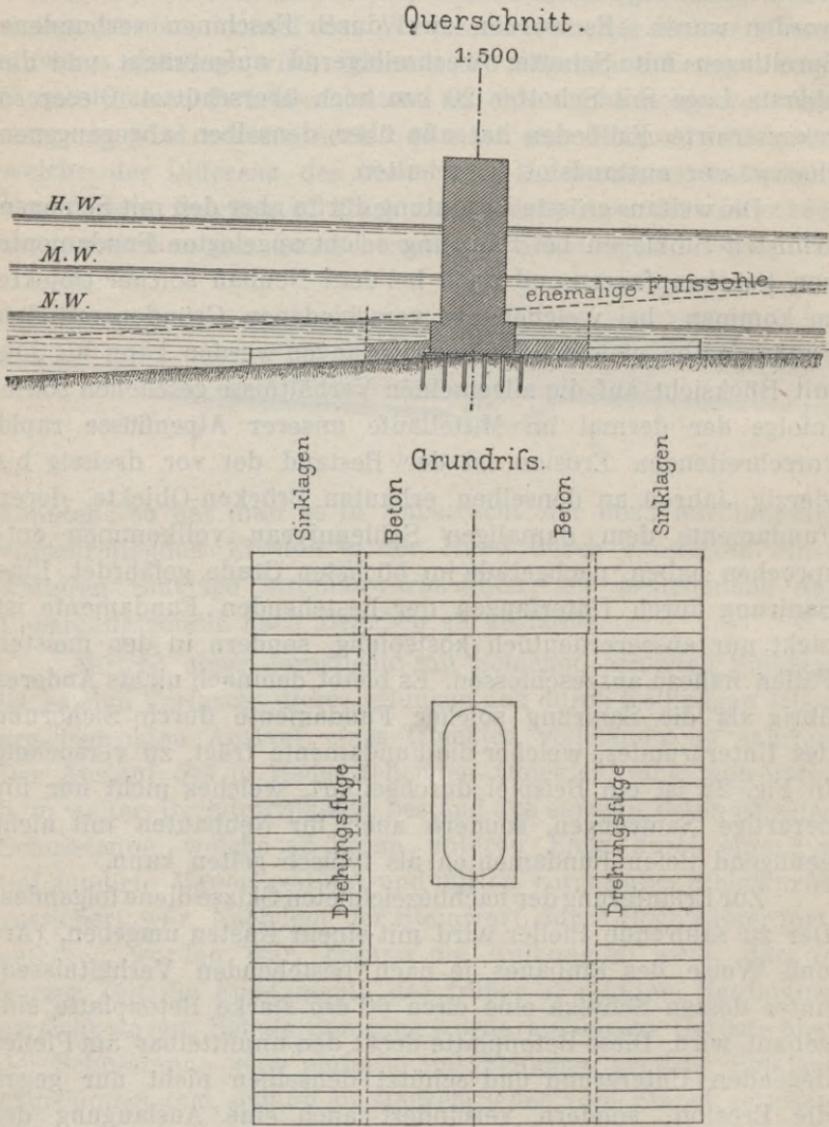


Fig. 22.

sein, dass sie über den Bereich der Brandungswellen und der  
Rücklaufwürbel reichen.

Die Trennungsfuge in der seitlichen Flucht der Betonplatte hat den Zweck, die Beweglichkeit der Sinklagen bei allenfalsigen Kolkungen zu ermöglichen. Die in der Symetrieachse des Pfeilers nach vorwärts und rückwärts liegenden Sinklagen werden sich bei allenfalsigen Unterwaschungen nach vorwärts und rückwärts, die seitwärts liegenden nach seitwärts senken. Bezeichnet man mit  $a$  die Breite der Sinklage, so deckt dieselbe unter der Annahme einer Maximal-Neigung von  $45^\circ$  eine Fundamenttiefe  $b = 0.7071 \times a$ , d. h. der Pfeiler steht so sicher als wenn er mit der Tiefe „ $b$ “ fundirt wäre, welcher Umstand es gerechtfertigt erscheinen lässt, diese Methode als eine Breitenfundirung zu bezeichnen. Die obbeschriebene Anlage sichert aber ein Bauwerk nur insoweit als in dem betreffenden Gerinne keine bedeutende allgemeine Erosion vorkommt, andernfalls muss flussabwärts in einer dem Gefälle entsprechenden Entfernung eine nach denselben Principien konstruirte Grundschwelle angelegt werden.

Wenn dermalen bezüglich der obbeschriebenen armirten Sinklagen auch nur Versuche im kleinen Massstabe vorliegen; so kann es für den Verfasser nach den hierbei erzielten Resultaten gar keinen Zweifel unterliegen, dass sich dieselben auch im Grossen bewähren werden, — so zwar, dass er deren Anwendung eintretenden Falls allen Collegen bestens empfehlen kann.







561



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31559

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298278