

Neue Schützenkonstruktionen

Autor(en): **Bühler, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-28089>

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.

In allen drei Fällen ist Q_2 während des ganzen Verlaufs als unveränderlich angenommen. Es steht aber natürlich nichts im Weg, ein mit der Zeit veränderliches Q_2 in die Rechnung einzuführen, wenn dies durch die Umstände geboten ist. Ebenso kann auch eine Veränderlichkeit von F_w mit der Tiefe berücksichtigt werden.

München, im November 1908.

Ingenieur Konrad Pressel.

Neue Schützenkonstruktionen.

Von A. Bühler, Ingenieur.

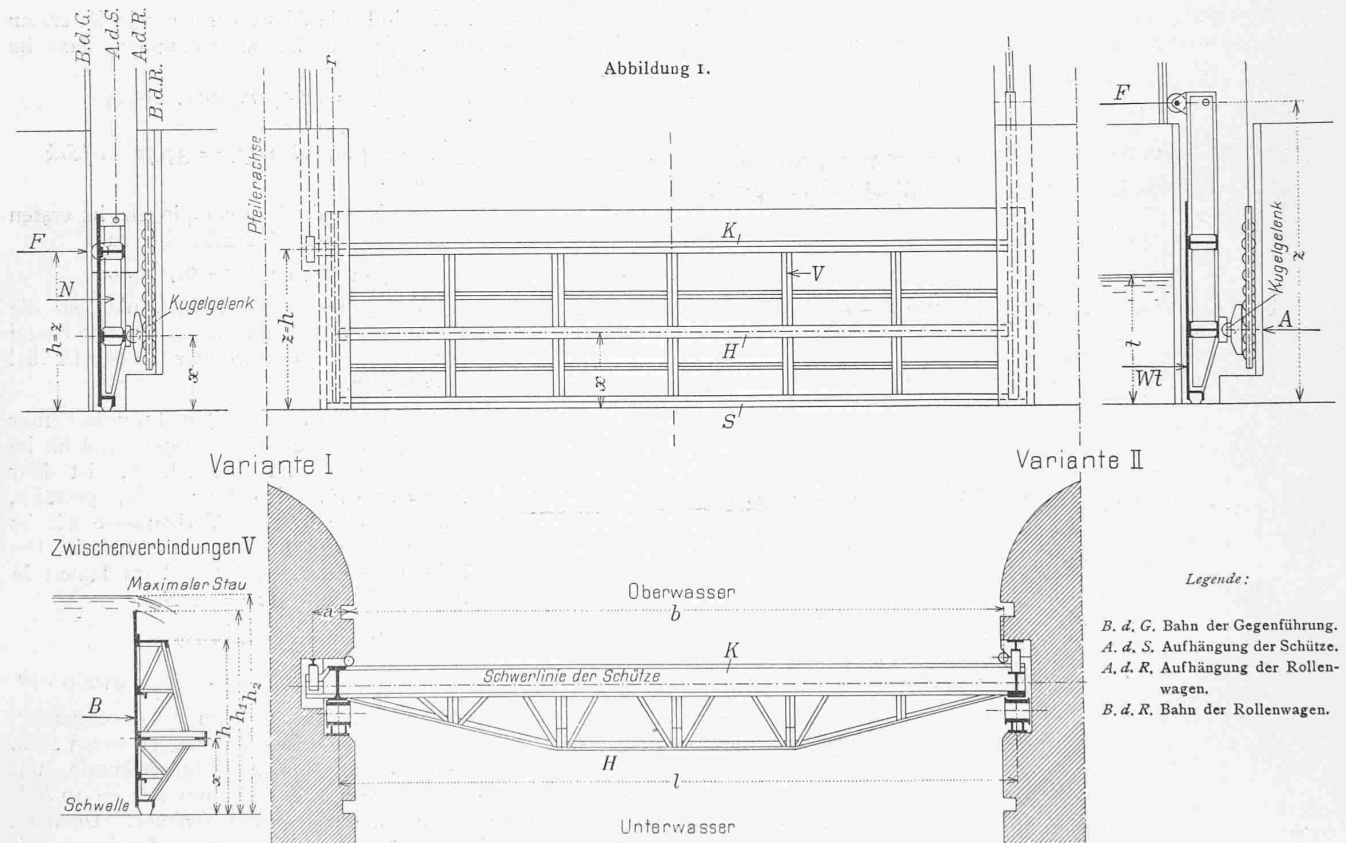
I. Einleitung.

Die ersten grössern Rollschützen wurden in der Schweiz bei der Wasserkraftanlage Chèvres angewendet und später bei andern beweglichen Wehren ohne wesentliche Abänderungen nachgebildet. Bei diesen Stauwehren liegen die Verhältnisse in bezug auf den Unterhalt und die Zugänglichkeit der Eisenkonstruktion sehr ungünstig. Einzelne Teile, speziell die Führungen aus Gusseisen, zeigen nicht die Betriebssicherheit, die sonst von wichtigen Bauwerken gefordert werden. Eine statische Berechnung war nur unter unzutreffenden Voraussetzungen möglich, sodass im Verein

nannten Versteifungsrippen wurden auf der Oberwasserseite durch eine ebene oder gekrümmte Blechwand verbunden und auf der Unterwasserseite durch Querkonstruktionen versteift. Bei hohen Schützen war mit einem Trägertyp nicht auszukommen, da nach oben die Rippen zu weit auseinander zu stehen kamen, sodass man gezwungen war, mehrere Typen einzuführen, um die Blechwand in genügend kleinen Abständen stützen zu können. Dadurch wurden die Konstruktionen kompliziert und ganz ungeeignet zu einer genauen Berechnung und sparsamen Materialverwendung.

Die neuen Anordnungen, die hier besprochen werden sollen, besitzen nur zwei Horizontalträger bei geringer Schützenhöhe, dagegen drei bei grosser Schützenhöhe. Die Grenze, von der an vorteilhafter drei Träger verwendet werden, kann theoretisch nicht leicht bestimmt werden. Bei Höhen unter 3,0 m kommt nur das erste System in Betracht; bei grössern Höhen hat auch die Lichtweite einen bestimmenden Einfluss. Im übrigen gilt die konstruktive Durchführbarkeit als Merkzeichen der richtigen Wahl.

Die Konstruktionen, die eine Fülle eleganter Formen und Details zulassen, sind in den Abbildungen nur schematisch angedeutet. Die konstruktive Durchbildung bei drei Horizontalträgern dürfte in kurzem bei dem im Bau befindlichen Stauwehr im Rhein bei Augst-Wyhlen bekannt werden. (Schützentafeln von rund 18,5 m \times 9,0 m).



mit der voluminösen gusseisernen Ausbildung der Führungen das Eisengewicht der Schützen ganz beträchtlich ausfallen musste. Der Absicht, diesen Uebelständen abzuhelfen, sind folgende Zeilen entsprungen.

Dem Eisenkonstrukteur ist gewöhnlich bei der Projektierung die Höhe und Lichtweite der Schützen gegeben; er hat sich um das Minimum der Kosten eines Stauwehres nicht zu kümmern. Die Aufgabe besteht nur darin, für die Eisenkonstruktion eine möglichst leichte Anordnung zu finden.

Gewöhnlich teilte man nach Gutdünken die Schützenbelastung nach bekannter graphischer oder analytischer Methode in gleiche Lastteile ein, welche von gleich konstruierten Trägern auf die Rollenwagen und von da auf die Pfeiler übertragen wurden. Diese Träger oder soge-

II. Schützen mit zwei Horizontalträgern.

In Abbildung 1 ist bezeichnet mit: t die Eintauchtiefe der Schütze, Wt der entsprechende Wasserdruck, b die Schützenbreite zwischen Abdichtungen, h der Abstand des Kippträgers von Unterkant Schütze, h_1 die Höhe der Schütze, h_2 der maximale Stau über der Schwelle, l die theoretische Stützweite zwischen den Kugelgelenken, s der Abstand der Gegenführung von der Schwelle, x der Abstand des Hauptträgers von der Schwelle.

Die Schützenanordnung bildet bei den vorkommenden symmetrischen Belastungen ein statisch bestimmtes räumliches Fachwerk. Es besteht aus zwei Horizontalträgern, dem Hauptträger H und dem Kippräger K ; ferner aus einem Vertikalträger, gebildet aus der Blechwand B und den Gur-

Legende:

- B. d. G. Bahn der Gegenführung.
- A. d. S. Aufhängung der Schütze.
- A. d. R. Aufhängung der Rollenwagen.
- B. d. R. Bahn der Rollenwagen.

tungen von K und H ; diese Träger sind durch Zwischenverbindungen V und die Nutenträger N zu einem starren Gebilde vereinigt. S ist der Schwellenträger, der lediglich zur Aufnahme eines Abdichtungsholzes dient. Die Linien r sind die Achsen der Rollenbahnen.

Bei partieller Eintauchtiefe entsteht ein Druck auf die Gegenführung F , da der Wasserdruck die Schütze umzukippen sucht. Dieser Druck F beträgt:

$$F = \frac{b}{2(z-x)} \left\{ x t^2 - \frac{t^3}{3} \right\}$$

das Maximum tritt ein für $\frac{\partial F}{\partial t} = 0$ und $\frac{\partial^2 F}{\partial t^2} < 0$, also

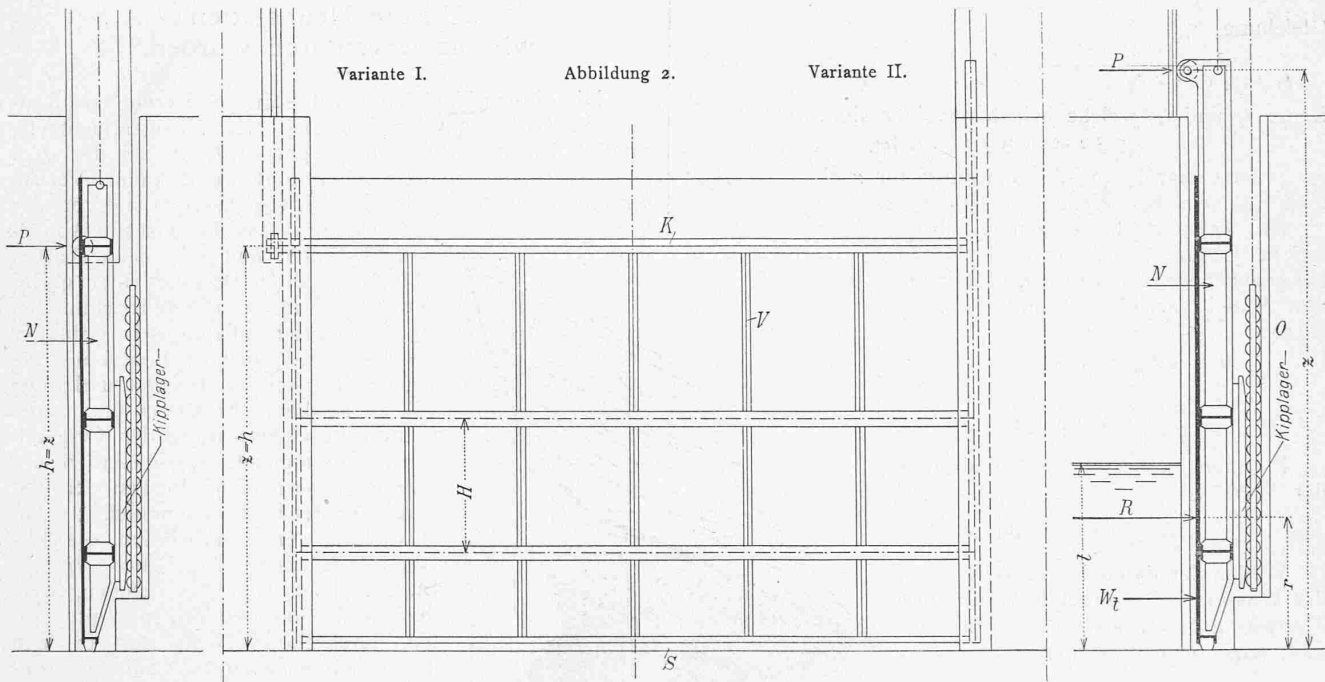
für $t = 2x$; daraus ergibt sich

$$F_{max} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b}{(z-x)} \cdot x^3.$$

III. Schützen mit drei Horizontalträgern.

Bei sehr grossen Schützen ist es nicht mehr möglich, den Wasserdruck durch einen Träger aufnehmen zu lassen; es muss alsdann zu dem System, das in Abbildung 2 dargestellt ist, gegriffen werden.

Die Bezeichnungen sind wie früher zu deuten, nur tritt an Stelle der variablen Kraft F eine von einer bestimmten Tauchtiefe an konstante Horizontalkraft P . Die Schützenanordnung bildet auch hier ein statisch bestimmtes räumliches Fachwerk für alle vorkommenden Belastungen. Es besteht aus zwei gleich dimensionierten Hauptträgern H und dem Kippträger K , ferner aus einem Vertikalträger, gebildet aus der Blechwand B und den anschliessenden Gurtungen; diese Träger sind durch Zwischenverbindungen



Wie man sieht, fällt F um so kleiner aus, je grösser z und je kleiner x wird. Bei der Wahl von z hat man freie Hand, wenn man die Gegenführung in die Ebene des Nutenträgers legt; wünscht man jedoch aus besondern Gründen den Pfeileraufbau schmal zu halten, so kann die Gegenführung nur in der Verlängerung des Kippträgers angebracht werden. Die Varianten sind in der Abbildung 1 angegeben. Sofern man für F keine doppelte Führung annehmen will, sondern nur eine auf der Seite des Oberwassers, so darf F nie kleiner als Null werden. Der Träger H muss daher im Schwerpunkt des Wasserdruckdiagramms liegen, also

$$x = \frac{h_1}{3} \left\{ \frac{3 h_2 - 2 h_1}{2 h_2 - h_1} \right\}$$

Man darf jedoch wegen der Rollenreibung und den dynamischen Wirkungen des überfließenden Wassers nicht bis zu diesem Wert hinuntergehen, sondern muss x grösser wählen, wenn man die Sicherheit nicht in die Grösse der Ueberströmung ($h_2 - h_1$) legen will.

Wird für F eine doppelte Führung angenommen, so bestimmt man x am besten aus der Bedingung, dass das positive und negative Moment des Kippträgers, absolut genommen, gleich sein muss. x ist alsdann die reelle Wurzel der Cardan'schen Gleichung:

$$x^3 + \frac{3}{4} (2 h_1 h_2 - h_1^2) \cdot x - \frac{1}{4} \cdot h_1^2 (3 h_2 - 2 h_1) = 0.$$

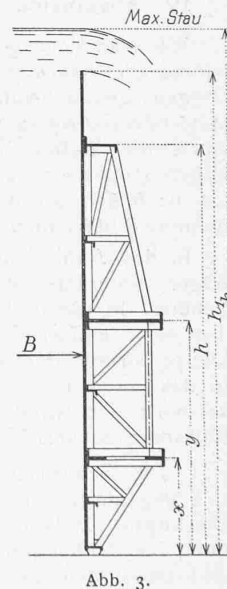
Die Gegenführung auf der Unterwasserseite kann bewirkt werden, entweder durch Abstützung auf den vorhandenen Rollenwagen, oder durch Konstruktion einer besondern Bahn, die jedoch nur auf eine kurze Strecke erforderlich wird.

V und die beiden Nutenträger N zu einem starren Gebilde vereinigt.

Die Belastung P kann durch Federn oder durch hydraulische Pressen hervorgebracht sein. Der Hub muss durch Anschläge begrenzt sein; diese sind so einzustellen, dass bei vollständigem Aufliegen des Nutenträgers auf dem Rollenwagen die ganze Kraft P entwickelt wird, welcher Zustand eintritt, wenn die Momente von P und W_t in Bezug auf O gleich sind. Es ist daher immer zu untersuchen, ob eine Rolle für diesen Belastungsfall genügend stark dimensioniert ist.

Es mag noch bemerkt werden, dass die Führung für P nur über eine Strecke von $3x$ Länge nötig ist, wenn der Oberwasserspiegel konstante Höhe besitzt; da diese Bedingung selten erfüllt ist, so wird die Gegenführung für den ganzen Weg von P konstruiert.

Bei partieller Eintauchtiefe t liegt der Wasserdruck W_t ausserhalb der beiden Träger H . Durch die Belastung P wird die Resultierende R gebildet, welche sich innerhalb der Strecke $(y-x)$ bewegt. Nun ist x für jede Schütze gegeben; man wählt x so, dass man die Schwelle und untere Seite der Träger H noch gut besichtigen kann; also zirka 1,0 — 1,6 m.



Die beiden Hauptträger müssen symmetrisch zur Resultierenden R aus P und dem maximalen Wasserdruck liegen; mit x ist daher auch y gegeben. Der Abstand x soll tunlichst klein angenommen werden, um auch P klein zu halten.

Ueber den Verlauf des Abstandes r der Resultierenden R gibt uns folgende Gleichung Auskunft:

$$r = \frac{6P \cdot z + b t^3}{3 b t^2 + 6P}$$

Dieser Ausdruck wird ein Minimum für $\frac{\partial r}{\partial t} = 0$ und $\frac{\partial^2 r}{\partial t^2} > 0$; also für

$$t^3 + 6 \left(\frac{P}{b}\right) t - 12 \left(\frac{P}{b}\right) z = 0.$$

Setzt man $\frac{P}{b} = s$, so sind die Wurzeln dieser Cardan'schen Gleichung

$$t_1 = \sqrt[3]{6 s z + \sqrt{(2 s)^3 + (6 s z)^2}} + \sqrt[3]{6 s z - \sqrt{(2 s)^3 + (6 s z)^2}}$$

ferner t_2 und t_3 , welche jedoch imaginär sind, weil

$$36 P^2 z^2 + 8 P^3 > 0 \text{ ist.}$$

Setzt man t_1 in die Gleichung für r ein, so erhält man r_{min} , welcher Wert $> x$ sein muss.

Es bleibt noch zu zeigen übrig, welche Grösse für P anzunehmen ist bei gegebenem x ; dazu ist das Maximum von P bei variablem t und $r = x$ zu suchen.

$$\text{Aus } \frac{\partial P}{\partial t} = 0 \text{ und}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} < 0 \text{ folgt } t = 2x.$$

Es muss daher für P mindestens der Wert

$$P_{min} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b}{z-x} \cdot x^3 \text{ gewählt werden.}$$

Wegen den dynamischen Wirkungen des Wassers bei geöffnetem Wehr muss P etwas grösser, als obige Formel ergibt, angenommen werden.

IV. Allgemeine Bemerkungen.

Wie man sieht, gestaltet sich die Ableitung aller Kräfte einfach und vor allen Dingen genau, sodass nirgends eine Materialverschwendung notwendig ist. Auch die andern Träger, sowie die Lager, Rollen etc. lassen sich einwandfrei nach den gewöhnlichen Festigkeitsmethoden berechnen.

In den Abbildungen liegt der Kippträger unterhalb der Oberkante der Schütze. In diesem Fall kann der obere Teil sehr einfach als sogenannte Eisklappe ausgebildet werden, um Eisstücke und Schwemsel in das Unterwasser abzulassen. Ist dies nicht erforderlich, so wird der Kippträger ganz hinauf gerückt, um seine Belastung zu verringern.

Die Schwerpunktslage der ganzen Schütze befindet sich gegenüber den üblichen Konstruktionen sehr nahe der Blechwand, sodass es möglich wird, trotz kurzer Pfeilernute, die Aufhängung am Nutenträger selbst vorzunehmen und damit den ganzen Raum über den Schützen frei zu halten. Diese Eigenschaft ermöglicht eine leichte Ausgestaltung der Dienststege, welche bei eisernen Pfeileransätzen sogar ganz entfallen können, sodass nur einfache, neben den Schützen liegende Stege erforderlich sind. Im Vergleich mit den neuerdings sehr warm empfohlenen Walzenwehren, dürfte das in Abschnitt II vorgeschlagene System in den meisten Fällen überlegen sein, besonders was Einfachheit und Billigkeit anbelangt.

Zum Schluss seien kurz die Vorteile der beiden neuen Anordnungen zusammengefasst; diese sind: statisch bestimmte Anordnung, gute Zugänglichkeit zu allen Teilen, besonders der Schwelle, kleinste dem Rosten ausgesetzte Oberfläche, kurze Rollenwagen, welche vor Versandung, Verunreinigung und Wasserschlägen geschützt sind (weil sie nicht bis zur Schwelle hinabreichen), sowie leichtes Eisengewicht. Nach der Hilgard'schen Formel (s. Schweiz. Ing.-Kalender), die mit Hilfe der Eisengewichte ausgeführter Schützen abgeleitet wurde, würde für eine Schütze von 18,5 m Länge und 9,0 m Höhe das Gewicht rund 150 t betragen; während bei Anordnung nach Abschnitt III die Schützentafel nur etwa 80 t wiegt.

Zürich, im September 1908.

„Unsere Heimstätten wie sie waren und wurden.“

Mit diesem Titel hat der Historische Verein des Kantons St. Gallen auf Neujahr 1909 eine „Baugeschichtliche Studie“ von S. Schlatter herausgegeben¹⁾, in der der auch den Lesern der Schweiz. Bauzeitung wohlbekannte Verfasser ein anziehendes Bild entwirft vom Werden und von der

Entwicklung des Wohnhauses in Appenzell, St. Gallen und dem benachbarten Thurgau. Durch Beigabe einer geeigneten Auswahl von Handzeichnungen aus seiner Studienmappe weiss Schlatter die für einen weitem Leserkreis berechnete Darstellung äusserst wirkungsvoll zu beleben. Er hat es uns durch freundliche Ueberlassung der Originalskizzen ermöglicht, auf diesen Seiten unseren Lesern einige Proben der Illustrationen des Heftes vorzuführen; wenn sie dadurch veranlasst werden, die Neujahrsschrift des Historischen Vereins St. Gallen zur Hand zu nehmen, werden sie sie mit Befriedigung und Vorteil durchsehen. Nicht nur in den meisterlich ausgeführten Skizzen, sondern auch aus den begleitenden Worten spricht die tiefempfundene Freude an der heimischen Bauweise, die in des Verfassers engerer Heimat noch in so vielen Zeugen aus den jüngst verflorenen Jahrhunderten lebendig ist.

Die Schrift führt uns in die frühesten Zeiten der Besiedelung des Landes zurück, aus denen aber kaum Nennenswertes auf uns gekommen ist, da namentlich die stürmischen Zeiten des XV. und XVI. Jahrhunderts die Spuren älterer Heimstätten gänzlich verwischt haben.

Die ältesten ländlichen und bürgerlichen Wohnhäuser, die Schlatter in seinen Skizzen noch festhalten konnte, stammen aus dem Ende des XVI. und dem XVII. Jahrhundert. Sie weisen Formen und Bauart auf, die glücklicherweise zum Teil bis auf den heutigen Tag noch festgehalten wurden und auch unserem heutigen Bauschaffen willkommene Ausgangs- und Anknüpfungspunkte bieten. Die wenigen, von uns in verkleinertem Masstabe aus dem Werke wiedergegebenen Abbildungen bestätigen dies.

Um auch an den Begleitworten des Verfassers zu zeigen, welcher Geist die Schrift beseelt, seien nur zwei Stellen daraus wiedergegeben, die auf unsere Abbildungen

¹⁾ „Unsere Heimstätten wie sie waren und wurden.“ Eine baugeschichtliche Skizze von S. Schlatter. Herausgegeben vom Historischen Verein des Kantons St. Gallen. Mit 4 Tafeln in Farbendruck und 29 Illustrationen im Text nach Originalzeichnungen von S. Schlatter. St. Gallen 1909. Fehrsche Buchhandlung, Preis 3 Fr.



Abb. 2. Fenster aus Niederteufen nach einer Handzeichnung von Sal. Schlatter.