

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 14/15 (1881)
Heft: 12

Artikel: Der Bergsturz in Elm
Autor: Bürkli-Ziegler, A. / Legler
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-9455>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

rundet, so kann man annehmen, dass sich die einzelnen Wasserstrahlen im Spalt hinreichend vereinigt haben, um einen Einfluss der Leitschaufeldicke unberücksichtigt lassen zu dürfen. Dann folgt aus Gleichung 6 mit $\sigma' = 0$

$$F = e 2r_1 \pi \cos \alpha \left(1 - \frac{Z_1 \sigma_1'}{2r_1 \pi} \right). \quad (7)$$

Ist die lichte Höhe des Laufrades $e_1 < e$, so ist in Gleichung 6 und 7 e_1 statt e einzusetzen.

Der Austrittsquerschnitt aus dem Laufrade ist stets:

$$F_2 = \mu_2 e_2 i_2 Z_1. \quad (8)$$

In den folgenden Untersuchungen sind ausser den Bezeichnungen der Fig. 2 zunächst noch folgende benutzt:

h für das gesammte Gefälle; bei freihängenden Turbinen ist

h bis zum Austritt aus dem Laufrade zu zählen;

ζ' für die Summe aller auf c reducirten Widerstandscoefficienten der Zu- und Ableitung des Wassers;

W für die im Laufrade verlorene Druckhöhe.

Dann besteht bekanntlich (s. z. B. *Redtenbacher*, Theorie und Bau der Turbinen) zwischen den Umfangsgeschwindigkeiten des Laufrades und den Wassergeschwindigkeiten folgende Gleichung:

$$\frac{c^2}{2g} + \frac{c_2^2}{2g} = \frac{c_r^2}{2g} + h - \zeta' \frac{c^2}{2g} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} + W. \quad (9)$$

Die im Laufrade verlorene Druckhöhe W setzt sich in der Weise, wie ich die Verhältnisse glaube auffassen zu müssen, im Allgemeinen aus zwei Theilen zusammen. Der eine Theil geht unmittelbar am Eintritt verloren, indem das Wasser nach dem Verlassen des Leitrades einen etwas grösseren Querschnitt vorfindet als F . Da nämlich die Schaufeln des Leitrades dann nicht mehr vorhanden sind, so ist der für die absolute Bewegung des Wassers verfügbare Querschnitt:

$$F' = e_1 (2r_1 \pi - Z_1 \sigma_1') \cos \alpha. \quad (10)$$

Das bewegte Wasser wird sich zwar vielleicht erst weiter innen allseitig an die Wandungen des Laufradcanals angelegt haben, es lässt sich aber nicht angeben, wo. Da die Erweiterung ausserdem nie besonders gross ist, so fällt dieser Verlust ziemlich klein aus, und es wird mit genügender Genauigkeit ein volles Anlegen schon in F' angenommen werden dürfen. Die verlorene Druckhöhe W bezieht sich auf die *Relativbewegung* des Wassers durch das Rad. Dann ist c_r die Anfangsgeschwindigkeit. Und da die beiden Querschnitte für die absolute und die relative Bewegung im gleichen gegenseitigen Verhältnisse stehen, so kann man diesen Theil des Druckhöhenverlustes nach dem *Carnot'schen Satze*, nur mit Herabsetzung der *grösseren* Geschwindigkeit, schreiben

$$W_1 = \left(1 - \frac{F'}{F} \right)^2 \frac{c_r^2}{2g}. \quad (11)$$

Ist für breiten Spalt F nach Gleichung 7 zu berechnen, so wird $F = F'$, wenn $e = e_1$ angenommen werden muss. Dann fällt dieser Widerstand fort. Wird dagegen in diesem Falle die Ringschütze gestossen, so tritt in Folge der Verschiedenheit der noch übrigen lichten Höhe e gegenüber e_1 eine bedeutende Erweiterung des Querschnittes ein. Der bewegte Strahl legt sich dann aber doch erst später an, so dass seine Verlangsamung geringer ist. Berechnet man dann W_1 nach Gleichung 11, so wird es oft grösser, als die im Ganzen im Laufradcanal verlorene Druckhöhe. Ich habe es daher für richtiger gehalten, auch bei gestossener Ringschütze $W_1 = 0$ zu setzen und das Laufrad als ein von e auf e_2 *erweitertes* anzusehen.

Der zweite, oder, wenn $W_1 = 0$ zu setzen ist, der einzige Widerstand beim Durchströmen des Laufradcanals rührt her von den Contractionen und Wiedererweiterungen des bewegten Wassers, sowie, aber im Allgemeinen nur zum kleinsten Theile, von eigentlicher Reibung an den Canalwandungen. Der dadurch hervorgerufene Druckhöhenverlust entzieht sich jeder Berechnung. Er geht nur durch einen Widerstandscoefficienten ζ einzuführen. ζ bezieht man dabei am einfachsten auf die Austrittsgeschwindigkeit c_2 , so dass diese verlorene Druckhöhe wird:

$$W_2 = \zeta \frac{c_2^2}{2g}. \quad (12)$$

Der Werth von W in Gleichung 9 ist dann einfach

$$W = W_1 + W_2. \quad (13)$$

Aus Fig. 2 folgt nun die relative Eintrittsgeschwindigkeit

$$c_r^2 = c^2 + w_1^2 - 2c w_1 \sin \alpha. \quad (14)$$

Ferner verhält sich

$$w_2 : w_1 = r_2 : r_1, \quad (15)$$

und wegen der Continuität ist

$$F c = F_2 c_2. \quad (16)$$

Setzt man die Werthe aus Gleichung 11 bis 16 in Gleichung 9 ein, so berechnet sich der *Widerstandscoefficient* ζ für den *eigentlichen Canalwiderstand* zu:

$$\zeta = \frac{2gh}{c_2^2} - 1 - \left[\zeta' + \left(1 - \frac{F'}{F} \right)^2 \right] \left(\frac{F_2}{F} \right)^2 + \left[\left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 - \left(1 - \frac{F'}{F} \right)^2 \right] \left(\frac{w_1}{c_2} \right)^2 - 2 \left[1 - \left(1 - \frac{F'}{F} \right)^2 \right] \frac{F_2 w_1}{F c_2} \sin \alpha. \quad (17)$$

In diesem Ausdrücke sind sämtliche Dimensionen aus einer guten Zeichnung der Turbine genau oder doch, wie die Querschnitte, wenigstens mit genügender Annäherung bestimmbar. α geht auch nicht vollkommen sicher anzugeben, ein Fehler ist aber von unbedeutendem Einflusse, da α gross ist, der Sinus sich also nicht stark ändert. Der Werth von ζ' konnte dagegen nur geschätzt werden. Diese Unsicherheit beeinflusst den Werth von ζ aber nicht bedeutend, da das ζ' enthaltende Glied gegenüber einigen der übrigen Glieder gewöhnlich klein ist. Nur bei sehr starker Erweiterung kann es gross werden. Dann ist aber die ganze Rechnung auch aus einem anderen, später noch zu berührenden, Grunde weniger sicher.

Um die Abhängigkeit des Werthes ζ vom relativen Eintrittswinkel α_r besser übersehen zu können, habe ich noch die trigonometrische Tangente dieses Winkels berechnet. Sie folgt aus Fig. 2 sofort zu

$$\tan \alpha_r = \frac{w_1}{c \cos \alpha} - \tan \alpha. \quad (18)$$

So wird α_r in dem in Fig. 2 eingezeichneten Sinne positiv. Die negativen Werthe entsprechen kleineren Geschwindigkeiten der Turbine.

(Schluss folgt.)

Der Bergsturz in Elm.

Nach Mittheilungen von HH. Stadtingenieur A. Bürkli-Ziegler und Linthingenieur Legler.

Sonntags, den 11. September, zwischen 5 und 6 Uhr Abends wurde ein grosser Theil der wohlhabenden und blühenden, ca. 1000 Einwohner*) zählenden Gemeinde Elm im Canton Glarus durch einen Bergsturz verschüttet. Die in- und ausländische Tagespresse hat über diese Katastrophe, die einzig in den Zerstörungen von Plurs und Goldau ihres Gleichen findet, schon so einlässlich berichtet, dass wir uns auf die Mittheilung der hauptsächlichsten Daten beschränken können. Wir geben dieselbe auf Grundlage eigener Anschauung, sowie gewissenhafter und verlässlicher Mittheilungen von Augenzeugen.

Die Gemeinde Elm liegt in dem gegen Schwanden im Linththal sich öffnenden Sernfthal, ungefähr 14 km von Schwanden entfernt, an der Einmündung des Rammerbaches in den Sernft. Das Thal wird durch die vom Hausstock bis zur grossen Scheibe sich hinziehende Bergkette begrenzt, welche die Wasserscheide zwischen Linth und Rhein und zugleich auch die Grenze zwischen den Cantonen Glarus und Graubünden bildet. Südlich von Elm erheben sich als Glieder dieser Bergkette das Zwölfhorn und das Mittagshorn, als deren Ausläufer die Tschingelalp mit dem unterhalb liegenden Tschingelwald betrachtet werden können. An dem steil gegen die Ortschaft Unterthal abfallenden Abhang des Tschingelwaldes, da, wo auf untenstehender Karte „Steinbrüche“ angegeben ist, befand sich das Schieferbergwerk „Plattenberg“, welches von der Gemeinde Elm betrieben wurde und eine vorzügliche Qualität Schiefer lieferte. Derselbe wurde namentlich zu den Schiefertafeln der bekannten Firma A. W. Faber verwendet.

Schon geraume Zeit vor dem Unglückstage zeigten sich nun oberhalb des Plattenbergs Spalten und Risse. Das Resultat einer Untersuchung, die von Herrn Cantonsförster Seeli in Glarus unter

*) Das eigentliche Dorf Elm zählt nur 266 Einwohner.

Zuzug von mehreren Forstbeamten und der Gegend kundigen Männern vorgenommen wurde, lautete keineswegs beruhigend; dies veranlasste Herrn Seeli, das Schlagen von Holz an diesem Abhang zu verbieten und den Fortbetrieb des Schieferbergwerks als gefährlich zu erklären. Immerhin erschien die Gefahr für das Dorf als keine so imminente, wie sie sich leider durch die seitherigen Ereignisse herausgestellt hat. Dass die Katastrophe durch wolkenbruchartige Regengüsse, welche sich gegen Ende der letzten Woche eingestellt hatten, beschleunigt, ja vielleicht herbeigeführt wurde, wird allgemein angenommen.

Schon während des ganzen Sonntags war das Erdreich in beständiger Bewegung. Grössere und kleinere Theile lösten sich ab und stürzten mit donnerähnlichem Getöse in die Tiefe. Eine erste bedeutende Erdmasse löste sich Abends zwischen 5 und 6 Uhr ab und begrub die nächstliegenden Häuser von Unterthal im Schutt. Sofort eilte Alles nach der Unglücksstätte, um den Verschütteten Hilfe zu bringen. Doch kaum hatten die Bewohner von Elm die unterhalb des Dorfes liegende eiserne Brücke über den Sernft passiert, so löste sich eine zweite, weit grössere Masse vom Berg ab

Situationsplan von Elm.

(Nach der eidg. Generalstabskarte.)



Masstab 1 : 50 000. (1 cm = 500 m.)

und wälzte sich mit ungeheurer Schnelligkeit gegen die Strasse und das Dorf zu, Alles in ihrem Laufe verheerend und das ganze Unterthal, sowie auch die unterhalb Elm links und rechts vom Sernft liegenden Häuser mit Felsblöcken und Schutt bedeckend. Der Luftdruck, der den in's Thal stürzenden Massen voranging, war so gross, dass Bäume entwurzelt, Häuser zusammengedrückt und deren Dächer in der Luft fortgetragen wurden. Was sich in der Bahn des Sturzes befand, war rettungslos verloren. Im Nu waren die auf die Unglücksstätte eilenden Menschen vom Windzug erfasst und zu Boden geworfen. Ohne Zweifel waren sie erstickt, bevor sie von den Steinmassen zerschlagen wurden. Einzelne wurden durch die Luft getragen, niedergeworfen und von nachdonnerndem Felsmaterial verschüttet.

Augenzeugen berichten, dass zuerst der Wald oberhalb der Steinbrüche sich bewegt habe wie ein vom Sturmwind aufgeregtes Roggenfeld, dann stürzte der Wald in die Tiefe und gleichzeitig der ganze mächtige Felskopf über dem Schieferbergwerk. Die bewegte Masse wurde durch die ihr innewohnende lebendige Kraft bis nahezu 1 km unterhalb Elm geschleudert. An

dem gegenüberliegenden Abhang oberhalb Unterthal stieg sie wieder empor, so dass dort die Grenze der Verwüstung ungefähr 70 m über dem Thalgrund liegt. Felsblöcke von über 3000 t Gewicht flogen wie leichte Spielbälle durch die Luft. Unterhalb Düneberg (etwas höher, als die Stelle, wo auf unserer Karte Unterthal steht) liegt ein Felsblock von $8 \times 13 \times 16$ m und etwa 800 m vom Fuss der Halde entfernt ein solcher von $8 \times 12 \times 15$ m.

Die Grenze der Verwüstung ist auf der Karte bestmöglich eingetragen. Der oberste Theil des Absturzes liegt etwas unterhalb der Horizontalcurve 1590 (Curvenabstand 30 m), und da Elm 982 m über Meer liegt, so beträgt die Höhenlage dieses Punktes über Elm etwas mehr als 600 m. Von dort bis zur punktierten Curve 1200 erstreckt sich die abgestürzte Masse. Unterhalb dieser Curve wurde allein der Waldwuchs entfernt, aber es fand dort keine grössere Abrutschung statt.

Der grösste Theil der Schuttmasse bedeckt die am Fusse des Bergabhanges liegenden Häuser von Unterthal, während ein anderer Theil des Bergsturzes sich gletscherartig über das ganze Thal des Sernft bis unterhalb der Häuser bei „Mösli“ erstreckt.

Der Sernft wurde durch die Schuttmasse gestaut und aus seinem Bette getrieben. Er drohte anfänglich den noch verschont gebliebenen Theil von Elm zu überschwemmen. Bald bildete sich jedoch ein Abfluss über schöne Wiesen, so dass der gefürchtete See nur in kleinem Maassstab zu Stande kam. Die heruntergestürzte Schuttmasse ist merkwürdig trocken und fest gelagert, so dass sie sozusagen fast keine hohlen Räume bildet. Auch alle die Menschen, welche bis jetzt herausgegraben worden sind, waren, bis auf einen Einzigen, der noch lebend hervorgegraben werden konnte, stark verstümmelt und zerrissen. Von anderen lebend Begrabenen hat man keine Spur und es ist überhaupt unwahrscheinlich, dass noch mehr solcher vorkommen, indem zu viel Schuttmasse mit den Felsblöcken vermischt ist, so dass letztere nicht so locker übereinander geworfen sind, wie bei Goldau.

Das durch den Bergsturz verwüstete Gebiet hat eine Länge von 2 km und eine Breite von 500 bis 600 m. Der Flächeninhalt mag ungefähr ein Quadratkilometer betragen. Verschüttet wurden 22 Wohnhäuser und 50 Ställe. Als vermisst werden amtlich constatirt 110 Einwohner von Elm und 3 Einwohner aus der unterhalb Elm gelegenen Gemeinde Matt. Der Gesamtschaden des verschütteten Terrains wird nach einer vorläufigen Taxation auf ungefähr eine Million Franken angeschlagen. Vollständig verschüttet und nicht mehr betriebsfähig ist das Plattenbergwerk.

Was die im westlichen Theil des Abrutschungsgebiets befindliche, noch drohende, stark zerklüftete Schiefermasse anbelangt, so schätzt Prof. Heim in seinem an die Standeskommission abgegebenen Gutachten die Grösse derselben auf ungefähr $\frac{1}{3}$ der bereits niedergegangenen Masse. Ein Nachsturz derselben im Ganzen oder bruchstückweise erscheint als sehr wahrscheinlich, ja fast als gewiss. Fortwährend rollen Steine und Blöcke den Abhang hinunter, dass mit Sprengen kaum mehr abgelöst werden könnte. Käme der dort vorspringende Kopf *auf einmal* zum Absturz, so ist grosse Gefahr, dass die noch stehende Kirche, das Schulhaus und die dabei stehende grosse Häusergruppe von dem nämlichen Schicksal ereilt werden, welches das Unterthal und das „Mösli“ betroffen. Von gewaltsamen Veränderungen durch Sprengung muss durchaus abgerathen werden; am günstigsten wird der noch bevorstehende Ablösungsprocess für Elm verlaufen, wenn die vorspringende Nase allmähig — wie es jetzt den Anschein hat — niederstürzen würde. Viel hängt wohl dabei von der Gestaltung der Witterung ab. Die Masse, deren Ablösung noch mit Gewissheit vorausszusehen ist, ist, wie bereits oben bemerkt, wesentlich geringer als diejenige, welche das Thal bereits verschüttet hat, allein die Configuration und Lage des betreffenden Bergkopfes ist derart, dass er unter Umständen auf den stehen gebliebenen Theil des Dorfes fallen kann.

Von der seitwärts des jetzigen Bergsturzes liegenden, noch mit Vegetation bedeckten Bergpartie scheint keine Gefahr zu drohen.

Vorläufig wird nun dem Sernft auf möglichst einfachem Wege ein Abfluss verschafft und die Strasse in Stand gestellt, um nach genauerer Erhebung der Sachlage resp. nach vorgenommener Planaufnahme ein definitives Project festzustellen.