

**Zeitschrift:** Schweizerische Polytechnische Zeitschrift  
**Band:** 1 (1856)  
**Heft:** 1  
  
**Rubrik:** Bau- und Ingenieurwesen

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.01.2026

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

eine Rolle mit einer vertikalen gezahnten Stange, mittelst welcher der vordere Pflugtheil gehoben werden kann. Hinten sind zwei Räder angebracht, deren Achse in Felgen des Pfluggerippes geht und sich ebenfalls mit Hülfe von senkrechten Zahnstangen heben oder senken lässt. Als Nebentheile hat dieser Apparat eine vorn angebrachte Laterne, einen Kasten für mehrere Schaufeln, die man öfters nothwendig braucht, um in den Schneeerwehungen einen Durchgang zu eröffnen, endlich ein System von Klappen mit horizontalen Quadranten und Zahnrädern, ähnlich wie die Zahnbojen an Schleusenthoren, die auf dem Thorkammerboden liegen. Der Pflug wird von 6 Pferden gezogen und in Anwendung gebracht, sobald sich der Schnee auf eine Höhe von 5 bis 7 Zoll erhebt; man kann alsdann mit demselben eine Strecke von zirka 7000 Fuss per Stunde anbahnen, welche Länge natürlich geringer wird bei grösserer Schneetiefe, bei stärkern Steigungen und da, wo der Schnee dicht und nass ist. Wenn der Schnee stark gefroren oder eine

Höhe von 3 Fuss erreicht hat, gewährt indessen die Anwendung dieses Schneepfluges keinen Vortheil mehr.

Die Bahn, welche diese Maschine unter den angegebenen Verhältnissen einzuschneiden vermag, ist sehr eben und kann in vollkommen guter Richtung ausgeführt werden, wenn dieselbe mit Umsicht geleitet wird. Der vordere Theil lässt sich mit einer Wagenwinde je nach dem Gefälle oder nach den sich vorfindenden Schwierigkeiten heben oder senken. Kommt man auf Stellen, wo der Schneefall so stark ist, dass man den offenen Pflug nicht mehr gut fortbringen kann, so hebt man gleichzeitig den vordern und hintern Theil und schliesst die hintern Flügel vollständig.

Die Kosten eines solchen Schneeräumers betragen ungefähr Franken 2000; die Ersparniss aber, die man mit demselben gegenüber der Handarbeit erreicht, sollen 70 bis 80 Prozent betragen, was sich nach einer zwölfjährigen Erfahrung im Departement der Vogesen erwiesen hat.

## Bau- und Ingenieurwesen.

### Ueber die Gleichgewichtsbedingungen von Erdmassen.

Von C. Culmann,  
Professor am eidgenöss. Polytechnikum.

Taf. 3. Fig. 1—7.

Die Formeln über die Gleichgewichtsbedingungen von Erdmassen gehören mit zu den complicirtesten der Statik, und obgleich die Resultate sich unter eine sehr einfache Form bringen lassen, so ist die Ableitung derselben gewöhnlich äusserst langwierig, und desshalb den meisten Ingenieuren und Architekten so zuwider, dass sie von den Lehrern an manchen Ingenieurschulen geradezu übergangen werden. Es dürfte daher nicht unerwünscht sein, hier eine directe und sehr einfache Ableitung des Erddrucks kennen zu lernen, die ausser der Einfachheit noch den grossen Vortheil besitzt, immer die wirkenden Kräfte evident zu halten, indem dieselben nie durch ein Labyrinth algebraischer Deductionen der directen Anschauung entzogen werden.

Die Vereinfachung dieser Ableitung beruht darauf, dass alle Ebenen, welche da, wo es sich um das Gleichgewicht von Erdmassen handelt, in Betrachtung zu ziehen sind, als: Begrenzungsflächen, Abrutschungsebenen etc., nicht wie gewöhnlich auf die Vertikalebene, sondern auf die natürliche Böschung der Erde, d. h. auf diejenige Ebene bezogen werden, welche mit der Verticalen einen Winkel bildet, dessen  $\cotg.$  gleich dem Reibungscoefficienten ist, weil der Ausdruck der Kraft, mit welcher eine beliebige Masse auf irgend einer schiefen Ebene abzurutschen strebt, oder der Ueberschuss der mit der Abrutschungsebene parallelen Seitenkraft des Gewichtes der Masse über den mit derselben Ebene parallelen Reibungswiderstand eine ganz

einfache Funktion des Winkels ist, den die Abrutschungsebene mit der natürlichen Böschung des Geländes bildet.

Dieser Winkel sei (siehe Fig. 1) gleich  $\mu$ ; ferner sei  $\alpha$  der Winkel, den die Verticale mit der natürlichen Böschung bildet, so dass also  $\cotg. \alpha = f$  den Reibungscoefficienten bezeichnet. Endlich sei  $P$  das Gewicht der abrutschenden Masse. Da dieses Gewicht vertical wirkt, so bildet es mit der Abrutschungsebene einen Winkel  $= \alpha - \mu$ , und die mit der Abrutschungsebene parallele Seitenkraft von  $P$  ist gleich  $P \cos(\alpha - \mu)$ , die auf diese Ebene senkrechte, Reibung erzeugende Seitenkraft ist  $= P \sin(\alpha - \mu)$  und der Reibungswiderstand selbst  $P \sin(\alpha - \mu)f = \frac{P \sin(\alpha - \mu) \cos \alpha}{\sin \alpha}$ .

Die Differenz dieser beiden Kräfte oder die Kraft, mit der die Masse abrutscht, ist

$$P \cos(\alpha - \mu) - P \frac{\sin(\alpha - \mu) \cos \alpha}{\sin \alpha} \\ = P \frac{\sin \alpha \cos(\alpha - \mu) - \sin(\alpha - \mu) \cos \alpha}{\sin \alpha} = P \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$$

Die Richtigkeit dieses Ausdrucks leuchtet übrigens ein. Ist z. B. (siehe Fig. 2) die Abrutschungsebene vertical, so ist  $\mu = \alpha$  und die Kraft, mit der der Körper abrutscht,  $= P \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha} = P$ , d. h. es ist keine Kraft, welche die Masse an die verticale Ebene andrückt, mithin auch keine Reibung vorhanden. Ist  $\mu = 0$ , d. h. liegt die Masse auf der natürlichen Böschung, so ist auch  $P \frac{\sin 0}{\sin \mu} = 0$ , und die Schwere hält auf dieser Ebene, wie bekannt, dem Reibungswiderstand gerade das Gleichgewicht. Ist  $\mu$  negativ, d. h. liegt die Abrutschungsebene unter der natürlichen

Böschung, so ist auch  $-P \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$  negativ, oder es ist nicht nur kein Bestreben abzurutschen vorhanden, sondern die Reibung widersteht demselben noch mit der Kraft  $P \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$ . Liegt endlich  $P$  auf einer Horizontalen, so ist  $\mu = -(90 - \alpha)$ , und die Kraft, mit der die Masse abrutscht, ist  $-P \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = -Pf$ , d. h. die Masse erzeugt mit ihrem ganzen Gewicht Reibung, welche der Bewegung widersteht.

Gehen wir nun über zur Entwicklung der Gleichgewichtsformeln für die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Fälle.

# I.

Formeln für das Gleichgewicht eines Erdkörpers, dessen vordere Begrenzungsfläche steiler als die Böschung des natürlichen Geländes ist.

Es sei Fig. 3 das Profil einer solchen Erdmasse, von der wir hier nur ein Stück betrachten, dessen Länge gleich der Längeneinheit ist. Ferner sei wie oben

- $\alpha$  der Winkel, den die Verticale mit der natürlichen Böschung des Geländes bildet und dessen cotg. = dem Reibungscoefficienten ist;
- $\varphi$  der Winkel, der die vordere Begrenzung des Geländes mit der natürlichen Böschung bildet; und
- $r$  die Länge dieser Begrenzung;
- $\mu$  der veränderliche Winkel, den irgend eine Abrutschungsfläche mit der natürlichen Böschung bildet;
- $\varrho$  = Funktion von  $\mu$ , die Länge der Trennungsfläche;
- $\gamma$  der Cohäsionswiderstand, diejenige Kraft, welche parallel mit der Abrutschungsebene ausgeübt werden muss, um die Trennung in dieser Ebene zur Flächeneinheit zu bewirken;
- $p$  das Gewicht einer Cubikeinheit Erdmasse.

Da wir hier einen prismatischen Körper von der Länge = 1 betrachten, so stellen die Linien des Querschnitts Flächen und die Flächen derselben Cubikinhalte vor. Die Coefficienten  $\gamma$  und  $p$  brauchen daher nur mit Linien und Flächeninhalten des Querschnitts multiplicirt zu werden, um Kräfte darzustellen.

Soll nun auf der Fläche  $(\mu \varrho)$  keine Abrutschung stattfinden, so muss der Cohäsionswiderstand oder die Kraft, welche nothwendig ist, um die Trennung in der Fläche  $(\mu \varrho)$  zu bewirken, grösser sein als die Kraft, mit welcher die Erdmasse von dieser Ebene abzurutschen strebt.

Die Cohäsion in der 1 breiten und  $\varrho$  langen Abrutschungsfläche  $(\mu \varrho)$  ist  $= \gamma \varrho$ . Die Querschnittsfläche des 1 langen Prismas vor der Abrutschungsebene oder zwischen den Ebenen  $(\mu, \varrho)$  und  $(\varphi, r)$  ist  $\frac{1}{2} r \varrho \sin (\varphi - \mu)$ , daher das Gewicht des ganzen Prismas  $\frac{1}{2} \cdot p \cdot r \varrho \sin (\varphi - \mu)$ ; und die Kraft, mit der es auf der Ebene, welche mit der natürlichen Böschung einen Winkel  $\mu$  bildet, abzurutschen

strebt,  $= \frac{1}{2} p r \varrho \sin (\varphi - \mu) \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$ ; soll nun keine Abrutschung stattfinden, so muss

$$\frac{1}{2} \cdot p r \varrho \sin (\varphi - \mu) \cdot \frac{\sin \mu}{\sin \alpha} < \varrho \gamma.$$

Beide Theile dieser Ungleichheit enthalten  $\varrho$  als Factor, der durch Division entfernt werden kann. Besteht daher diese Ungleichheit für irgend einen Werth von  $\mu$  und  $\varphi$ , so besteht sie auch für jeden andern Werth von  $\varphi$ , oder mit andern Worten: die Gleichgewichtsbedingungen sind unabhängig von der Neigung der obren Begrenzungsfläche des Geländes. Diese Unabhängigkeit geht übrigens auch daraus hervor, dass für dieselben Werthe von  $\mu$ ,  $\varphi$  und  $r$  der Flächeninhalt des abrutschenden Dreiecks  $\varrho$  proportional ist; da nun aber die Kraft, welche die Abrutschung bewirkt, jenem Dreieck, die Cohäsionskraft aber  $\varrho$  proportional ist, so folgt, dass diese Kräfte selbst proportional ab- und zunehmen. Ist daher die eine dieser Kräfte grösser als die andere, so wird sie es für jeden Werth von  $\varphi$  oder für jede Neigung der obren Begrenzungsfläche auch bleiben. Diese Neigung darf jedoch nie grösser als die der natürlichen Böschung werden, denn dann könnte man  $\mu$  zwischen 0 und  $\varphi$  Werthe anweisen, welche ein negatives  $\varrho$  gäben, und auf diesen Fall sind obige Formeln und Betrachtungen nicht mehr anwendbar, weil sie für jeden Werth von  $\mu$  die Möglichkeit der Bildung eines abrutschenden Dreiecks innerhalb des Winkels  $\varphi - \mu$  voraussetzen.

Kehren wir nun zur aufgestellten Bedingungsformel zurück. Dieselbe kann nach Elimination von  $\varrho$  unter folgende Form gebracht werden:

$$r < \frac{2\gamma \sin \alpha}{p \sin \mu \sin (\varphi - \mu)}$$

Der zweite Theil dieser Ungleichheit wird ein Minimum, wenn  $\sin \mu \sin (\varphi - \mu)$  ein Maximum wird, was für  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  der Fall ist; denn  $2 \sin \mu \sin (\varphi - \mu) = \cos (\varphi - 2\mu) - \cos \varphi$  nimmt für  $2\mu = \varphi$  seinen grössten Werth  $1 - \cos \varphi$  an.

Die Ungleichheit wird daher immer vorkommen, wenn sie für  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  stattfindet, oder wenn man setzt:

$$r < \frac{2\gamma \sin \alpha}{p \sin^2 \frac{1}{2} \varphi}$$

oder

$$r < \frac{4\gamma \sin \alpha}{p (1 - \cos \varphi)} \dots \dots \dots 1$$

Der zweite Theil dieser Ungleichheit ist, wie bekannt, der Ausdruck für die Länge des Leitstrahles einer Parabel bei Polarcordinaten, deren Brennpunkt mit dem Pol, deren Axe mit der Coordinatenaxe zusammenfällt, und deren Parameter gleich  $4 \cdot \frac{2\gamma \sin \alpha}{p}$  ist.

Construirt man daher (siehe Fig. 4) über der natürlichen Böschung des Geländes, welche mit der Vertikalen einen Winkel  $\alpha$  bildet, eine Parabel, als deren Brennpunkt man den Fuss der Dammböschung betrachtet, und deren

Parameter man  $= \frac{8\gamma \sin \alpha}{p}$  annimmt; so wird bei allen denjenigen Profilen, deren oberes Eck auf der Parabel liegt, deren vordere Begrenzung ein Leitstrahl bildet, und deren obere Begrenzungsfläche mit der natürlichen Böschung convergirt, das Bestreben des Prismas vom grössten Druck mit dem Cohäsionswiderstand im Gleichgewicht sein.\*)

Da jede Parabel leicht graphisch construirt werden kann, wenn die Axe, der Brennpunkt, und dann noch ein Punkt derselben gegeben sind, so kann die Parabel von Fig. 4 construirt werden, wenn man ausser der gewöhnlichen Böschung der Erde noch die höchste Höhe kennt, auf die sich eine Böschung unter irgend einem Winkel gehalten hat.

Gewöhnlich wird durch Versuche die grösste Höhe bestimmt, auf welche irgend ein Erdkörper vertical angeschnitten werden kann, ohne dass Abrutschung stattfindet. Bezeichnet man diese Höhe mit  $h_1$ , so erhält man, weil für die verticale Böschung  $\varphi = \alpha$  ist,

$$h_1 = \frac{4\gamma \sin \alpha}{p(1 - \cos \alpha)} = \frac{4\gamma}{p} \cotg. \frac{1}{2} \alpha \dots\dots 2$$

Dividirt man die Ungleichheit 1 durch die Gleichung 2, so wird

$$\frac{r}{h_1} < \frac{1 - \cos \alpha}{1 - \cos \varphi}$$

oder

$$r < \frac{\sin^2 \frac{1}{2} \alpha}{\sin^2 \frac{1}{2} \varphi} h_1 \dots\dots\dots 3$$

Aus den Gleichungen 1 und 3 lassen sich die Eigenschaften der aufgeschütteten und angeschnittenen Erdmassen ebenso folgern, wie aus den bisher benutzten complicirteren Formeln.

Für  $\gamma$  oder  $h_1 = 0$  wird auch  $r \leq 0$ , d. h. wenn die Cohäsionskraft, z. B. durch Auflockern zerstört ist, so kann sich keine Erde über der natürlichen Böschung halten.

Dagegen wird für  $\varphi = 0$ ,  $r = \infty$  ( $\gamma$  und  $h_1$  mögen endlich oder unendlich klein sein), d. h. unter der natürlichen Böschung kann sich ein Erdkörper unendlich hoch halten. Es kann daher die Böschung, welche sehr hoch aufgeschüttete und vorher gelockerte Erde annimmt, als die natürliche Böschung dieser Erde betrachtet und an derselben der Winkel  $\alpha$  gemessen werden, den sie mit der Verticalen bildet.

Ist die obere Fläche des angeschnittenen Körpers belastet, z. B. durch aufgeschichtetes Material, das sich bei der Abrutschung vertical da spalten würde, wo die Abrutschungsebene die obere Begrenzung schneiden würde, so sei  $\pi$  das Gewicht der Belastung pro Flächeneinheit (pro Längeneinheit im Profil) der Begrenzungsebene;  $\beta$  (siehe Fig. 5) der Winkel, welchen die obere Begrenzungsfläche mit der natürlichen Böschung des Geländes bildet. Die Bezeichnung der übrigen Winkel, Linien und Coefficienten

\*) Ich glaube der Erste zu sein, der auf dieses Verhältniss aufmerksam macht.

bleiben dieselben wie oben. So erhält man für die Länge der obren belasteten Begrenzungsfläche des abrutschenden Erdprismas gleich  $\varrho \cdot \frac{\sin(\varphi - \mu)}{\sin(\varphi + \beta)}$ , wenn man berücksichtigt, dass der  $\varrho$  gegenüberliegende Winkel im abrutschenden Dreieck  $= \beta + \varphi$  ist. Die Mehrbelastung des abrutschenden Prismas ist daher  $\pi \varrho \frac{\sin(\varphi - \mu)}{\sin(\varphi + \beta)}$ ; addirt man diess zum Gewicht des abrutschenden Keils und verfährt dann weiter wie oben, so erhält man als Bedingung des Gleichgewichts:

$$\left( \frac{1}{2} p \cdot r \varrho \sin(\varphi - \mu) + \pi \varrho \frac{\sin(\varphi - \mu)}{\sin(\varphi + \beta)} \right) \frac{\sin \mu}{\sin \alpha} < \gamma \varrho$$

$$r + \frac{2\pi}{p \sin(\varphi + \beta)} < \frac{2\gamma \sin \alpha}{p \sin \mu \sin(\varphi - \mu)}$$

Und wenn man, um das Maximum des zweiten Theiles zu erhalten,  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  setzt:

$$r + \frac{2\pi}{p \sin(\varphi + \beta)} < \frac{4\gamma \sin \alpha}{1 - \cos \varphi} \dots\dots 4$$

Nahezu dieselbe Formel als Nr. 1, von der sie sich nur dadurch unterscheidet, dass der Werth von  $r$ , den man aus ihr erhält, um  $\frac{2\pi}{p \sin(\varphi + \beta)}$  kleiner als der Werth von

$r$  aus Nr. 1 ist. Bemerkt man dass  $\frac{2\pi}{p}$  (siehe Fig. 5) die (senkrecht auf die obere Begrenzungsfläche des Erdkörpers gemessene) Dicke einer Erdschichte ist, deren Gewicht doppelt so gross als das der Belastung ist, und dass ferner  $\frac{2\pi}{p \sin(\varphi + \beta)}$  gleich der Länge der Verlängerung von  $r$  in der  $\frac{2\pi}{p}$  dicken Erdschichte ist, so folgt, dass die Höhe

des durch Formel 1 gegebenen Profils um die gleichförmige Dicke einer Erdschichte vermindert werden muss, deren Gewicht doppelt so gross als das der Belastung ist, um die Höhe des belasteten Profils zu erhalten, bei der keine Abrutschung stattfindet.

Ist die vordere Begrenzung eines Erdkörpers höher und steiler, als es die den Formeln 1 und 4 entsprechenden Werthe von  $r$  und  $\varphi$  gestatten, so kann er sich nicht halten ohne durch eine Wand gestützt zu werden; gehen wir also über zur

## II.

Bestimmung des Druckes, den ein Erdkörper auf eine ihn stützende Wand ausübt, wenn die obere Begrenzung desselben horizontal ist.

Es sei Figur 6 das Profil eines solchen Erdkörpers, und die Bedeutung von  $\alpha$ ,  $r$ ,  $\varphi$ ,  $\varrho$ ,  $\mu$ ,  $p$ ,  $\gamma$  wie oben, ausserdem bezeichne  $F$  den von der Erde auf die stützende Wand senkrecht ausgeübten Druck, und der in entgegengesetzter Richtung genommen den auf der Fläche  $\mu \varrho$  die Abrutschung bewirkenden Kräften das Gleichgewicht hält.

Die mit der Fläche  $\mu \varrho$  parallele Seitenkraft  $F \sin(\varphi - \mu)$  dieses Drucks wirkt der Abrutschung direkt entgegen. Die auf  $\mu \varrho$  senkrechte Seitenkraft wirkt derselben dadurch ent-



gegen, dass sie die Reibung auf der Fläche  $\mu \varrho$  um  $F \cos (\varphi - \mu) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$  vergrössert. Die übrigen Kräfte sind dieselben wie früher, nämlich die die Abrutschung bewirkende Kraft ist  $\frac{1}{2} p r \varrho \sin (\varphi - \mu) \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$ ; und die Cohäsion ist  $= \gamma \varrho$ ; ist daher  $F$  mit den die Abrutschung bewirkenden Kräften im Gleichgewicht, so muss

$$F \sin (\varphi - \mu) + F \cos (\varphi - \mu) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{2} p r \varrho \sin (\varphi - \mu) \frac{\sin \mu}{\sin \alpha} - \gamma \varrho$$

oder

$$F = \frac{1}{2} p r \varrho \frac{\left( \sin (\varphi - \mu) \sin \mu - \frac{2 \gamma \sin \alpha}{p r} \right)}{\cos (\alpha - \varphi + \mu)}$$

sein, und der Druck, den die Erde auf die Wand ausübt, ist gleich dem Maximum des Werthes, den  $F$  bei Aenderung von  $\mu$  annehmen kann.

Da  $\varrho = r \frac{\sin (90 - \alpha + \varphi)}{\sin (90 - \alpha + \mu)} = r \frac{\cos (\alpha - \varphi)}{\cos (\alpha - \mu)}$  ist, so ist das Maximum von

$$F = \frac{1}{2} p r^2 \cos (\alpha - \varphi) \cdot \frac{\left( \sin (\varphi - \mu) \sin \mu - \frac{2 \gamma \sin \alpha}{p} \right)}{\cos (\alpha - \mu) \cos (\alpha - \varphi + \mu)}$$

zu bestimmen. Nun ist

$$\frac{\sin (\varphi - \mu) \sin \mu - \frac{2 \gamma \sin \alpha}{p r}}{\cos \alpha \cos (\alpha - \varphi + \mu)} = \frac{\cos (\varphi - 2 \mu) - \cos \varphi - \frac{4 \gamma \sin \alpha}{p r}}{\cos (\varphi - 2 \mu) + \cos (2 \alpha - \varphi)} =$$

$$= 1 - \left( \frac{\cos (2 \alpha - \varphi) + \cos \varphi + \frac{4 \gamma \sin \alpha}{p r}}{\cos (\varphi - 2 \mu) + \cos (2 \alpha - \varphi)} \right)$$

Diese Grösse ist offenbar dann ein Maximum, wenn der Nenner des negativen Gliedes oder  $\cos (\varphi - 2 \mu)$  seinen grössten Werth annimmt, was bei  $\varphi - 2 \mu = 0$  stattfindet.

Setzt man daher  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  so wird

$$F = \frac{1}{2} p \cos (\alpha - \varphi) \left( r \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{\cos \left( \alpha - \frac{1}{2} \varphi \right)} \right)^2 \left( 1 - \frac{2 \gamma \sin \alpha}{p r \sin^2 \frac{1}{2} \varphi} \right) \quad .5$$

Nun ist aber  $r \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{\cos \left( \alpha - \frac{1}{2} \varphi \right)} = t$  (siehe Fig. 6 die

Basis des abrutschenden Prismas, denn man hat

$$\frac{t}{r} = \frac{\sin (\varphi - \mu)}{\sin (90 - \alpha + \mu)} = \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{\cos \left( \alpha - \frac{1}{2} \varphi \right)}$$

für  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  und

$$\frac{2 \gamma \sin \alpha}{p \sin^2 \frac{1}{2} \varphi} = \frac{4 \gamma \sin \alpha}{1 - \cos \varphi}$$

ist laut Formel 1 die dem Winkel  $\varphi$  entsprechende grösste Höhe bei der noch keine Abrutschung stattfindet. Bezeich-

net dieselbe mit  $r' \frac{4 \gamma \sin \alpha}{p (1 - \cos \varphi)}$  so erhält man den Druck den die Erde auf die Wand ausübt:

$$F = \frac{1}{2} p t^2 \left( 1 - \frac{r'}{r} \right) \cos (\alpha - \varphi) \quad . . . \quad 6$$

Napiers Formel, wenn statt  $t, \frac{r'}{r}$  und  $(\alpha - \varphi)$  man  $h t, \frac{h'}{h}$  und  $\varepsilon$  setzt.

Ist die Oberfläche des Erdkörpers mit  $\pi$  per Flächeneinheit (Längeneinheit des Profils) belastet, so muss zum Gewicht des abrutschenden Prismas  $\frac{1}{2} p r \varrho \sin (\varphi - \mu)$  noch das der Belastung  $t \pi = \varrho \frac{\sin (\varphi - \mu)}{\cos (\alpha - \varphi)} \pi$  addirt werden, und die erste Bedingungsgleichung wird dann:

$$F = (\varphi - \mu) + F \cos (\varphi - \mu) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} =$$

$$\left[ \frac{1}{2} p r \varrho \sin (\varphi - \mu) + \varrho \pi \frac{\sin (\varphi - \mu)}{\cos (\alpha - \varphi)} \right] \frac{\sin \mu}{\sin \alpha} - \gamma \varrho$$

oder

$$F = \frac{1}{2} p r \varrho \frac{\left[ \left( 1 + \frac{2 \pi}{p r \cos (\alpha - \varphi)} \right) \sin (\varphi - \mu) \sin \mu - \frac{2 \gamma \sin \alpha}{p r} \right]}{\cos (\alpha - \varphi + \mu)} \cdot \cos (\alpha - \varphi)$$

und das Maximum bei  $\mu = \frac{1}{2} \varphi$  wird, wenn man wie oben verfährt:

$$F = \frac{1}{2} p \left( r \frac{\sin \frac{1}{2} \varphi}{\cos \left( \alpha - \frac{1}{2} \varphi \right)} \right)^2 \left[ 1 - \frac{1}{r} \left( \frac{4 p \sin \alpha}{p (1 - \cos \varphi)} - \frac{2 \pi}{p \cos (\alpha - \varphi)} \right) \right] \cos (\alpha - \varphi) \quad . . . \quad 7$$

Nun ist aber laut Formel 4, wenn man berücksichtigt dass  $\beta = 90 - \alpha$  ist,  $\frac{4 \gamma \sin \alpha}{p (1 - \cos \varphi)} = \frac{2 \pi}{p \cos (\alpha - \varphi)}$  die grösste Höhe, auf welcher sich der belastete Erdkörper bei dem Böschungswinkel  $\varphi$  halten kann. Bezeichnet man diese Höhe mit  $r_{\infty}$ , so wird

$$F = \frac{1}{2} p t^2 \cos (\alpha - \varphi) \left( 1 - \frac{r_{\infty}}{r} \right) \quad . . . \quad 8$$

Zu bemerken ist, dass mit  $\gamma = 0$  wohl  $r_{\infty}$  nicht aber auch  $r_{\infty} = 0$  wird. Dieses letztere wird im Gegentheil negativ und vergrössert  $F$ .

Zum Schluss werde noch entwickelt

### III.

Der Druck eines überhöhten Erdkörpers auf eine vertikale Wand, wenn die oberste Begrenzung horizontal ist und die Cohäsion ausser Acht gelassen wird.

Es sei Figur 7 das Profil eines solchen Erdkörpers, wie es z. B. bei Flügelmauern etc. häufig vorkommt. Die Bedeutung von  $\alpha, \mu, \varrho, p, F$  sei dieselbe als bisher;  $r$  bedeute die ganze Höhe des Erdkörpers, das bisherige  $\varphi$  wird bei vertikaler Vorderwand  $= \alpha$ ;  $\gamma$  wenn die Cohäsion

ausser Acht gelassen wird = 0;  $\frac{1}{2} q r^2$  bezeichne endlich den Inhalt des in Folge der Ueberhöhung nicht ausgefüllten Dreiecks unter der vordern Kante des Erdkörpers.

Die Wirkung der Kraft  $F$  ist dieselbe als wie im Fall II. Die mit der Abrutschungsebene ( $\mu \varphi$ ) parallele, der Abrutschung entgegenwirkende Seitenkraft ist  $F \sin(\alpha - \mu)$ , und die die Reibung vermehrende Seitenkraft ist

$$F \cos(\alpha - \mu) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

Die Querschnittsfläche des abrutschenden Prismas ist  $\frac{1}{2} r \varphi \sin(\alpha - \mu) - \frac{1}{2} q r^2$ . Findet nun keine Abrutschung statt, so ist:

$$F \sin(\alpha - \mu) + F \cos(\alpha - \mu) \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = p \cdot \left[ \frac{1}{2} r \varphi \sin(\alpha - \mu) - \frac{1}{2} q r^2 \right] \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$$

oder da  $\varphi = \frac{r}{\cos(\alpha - \mu)}$  und

$$\sin(\alpha - \mu) \sin \alpha + \cos(\alpha - \mu) \cos \alpha = \cos \mu, \text{ ist}$$

$$F \frac{\cos \mu}{\sin \alpha} = \frac{1}{2} p r^2 \left( \frac{\sin(\alpha - \mu)}{\cos(\alpha - \mu)} - q \right) \frac{\sin \mu}{\sin \alpha}$$

$$F = \frac{1}{2} p r^2 (\operatorname{tg}(\alpha - \mu) - q) \operatorname{tg} \mu.$$

Um das Maximum von  $u = \operatorname{tg} \mu \operatorname{tg}(\alpha - \mu) - q \operatorname{tg} \mu$  zu bestimmen, muss wohl die Differentialrechnung zu Hülfe genommen werden. Es ist

$$2 \sin(\alpha - \mu) \sin \mu = \cos(\alpha - 2\mu) - \cos \alpha$$

und

$$2 \cos(\alpha - \mu) \cos \mu = \cos(\alpha - 2\mu) + \cos \alpha$$

daher

$$d \cdot \sin(\alpha - \mu) \sin \mu = d \cdot \cos(\alpha - \mu) \cos \mu = \sin(\alpha - 2\mu) d\mu$$

also auch

$$d \cdot \operatorname{tg} \mu \operatorname{tg}(\alpha - \mu) - \frac{(\cos(\alpha - \mu) \cos \mu - \sin(\alpha - \mu) \sin \mu) \sin(\alpha - 2\mu) d\mu}{\cos^2(\alpha - \mu) \cos^2 \mu} = \frac{\cos \alpha \cdot \sin(\alpha - 2\mu) d\mu}{\cos^2(\alpha - \mu) \cos^2 \mu}$$

und

$$\frac{du}{d\mu} = \frac{\cos \alpha \sin(\alpha - 2\mu) - q \cos^2(\alpha - \mu)}{\cos^2 \mu \cos^2(\alpha - \mu)} = 0$$

oder

$$q \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2(\alpha - \mu) = \sin \alpha \sin(\alpha - 2\mu) = \frac{1}{2} \cos 2\mu - \frac{1}{2} \cos^2(\alpha - \mu) = \frac{1}{2} (1 + \cos 2\mu) - \frac{1}{2} (1 + \cos 2(\alpha - \mu)) = \cos 2\mu - \cos^2(\alpha - \mu)$$

Hieraus findet man

$$\cos^2 \mu = \cos^2(\alpha - \mu) (q \operatorname{tg} \alpha + 1)$$

und als Bedingungsgleichung für das Maximum (denn  $\frac{d^2 u}{d\mu^2}$  ist, wie ein Blick auf den Werth von  $\frac{du}{d\mu}$  zeigt, immer negativ, wenn der Zähler dieses Werthes gleich 0 wird):

$$\cos \mu = \cos(\alpha - \mu) \sqrt{1 + q \operatorname{tg} \alpha} \quad . \quad . \quad 9$$

Man sieht aus dieser Gleichung, dass für  $q = 0$ , wie es auch sein muss  $\mu = \alpha - \mu$ , oder  $\mu = \frac{1}{2} \alpha$  wird. Aus 9 findet man, wenn man  $\cos \mu$  zuerst als  $\cos(\alpha - (\alpha - \mu))$  und dann  $\cos(\alpha - \mu)$  entwickelt:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg}(\alpha - \mu) &= \frac{\sqrt{q \operatorname{tg} \alpha + 1}}{\sin \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha \\ \operatorname{tg} \mu &= \frac{1}{\sin \alpha \sqrt{q \operatorname{tg} \alpha + 1}} - \operatorname{ctg} \alpha \end{aligned} \right\} \quad . \quad . \quad 10$$

Multipliziert man  $\operatorname{tg} \mu$  mit  $q \operatorname{tg} \alpha + 1$  und zieht das Produkt von  $\operatorname{tg}(\alpha - \mu)$  ab, so wird

$$\operatorname{tg}(\alpha - \mu) - \operatorname{tg} \mu (q \operatorname{tg} \alpha + 1) = (q \operatorname{tg} \alpha + 1) \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \alpha = q$$

und

$$\operatorname{tg}(\alpha - \mu) - q = \operatorname{tg} \mu (q \operatorname{tg} \alpha + 1);$$

daher

$$u = \operatorname{tg} \mu \operatorname{tg}(\alpha - \mu) - q \operatorname{tg} \mu = \operatorname{tg}^2 \mu (q \operatorname{tg} \alpha + 1) = (\operatorname{tg} \mu \sqrt{q \operatorname{tg} \alpha + 1})^2$$

Da aber  $\operatorname{tg} \mu \sqrt{q \operatorname{tg} \alpha + 1} = \frac{1}{\sin \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha \sqrt{q \operatorname{tg} \alpha + 1}$  ist, so wird das Maximum von  $F$  oder der Druck, den die Erde auf die vordere Wand ausübt:

$$F = \frac{1}{2} p r^2 \left( \frac{1}{\sin \alpha} - \sqrt{q \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg}^2 \alpha} \right)^2 \quad . \quad . \quad 11$$

Setzt man in dieser Formel für  $\frac{1}{\sin \alpha}$  und  $\operatorname{ctg} \alpha$  ihre Werthe  $\sqrt{1 + f^2}$  und  $f$ , so erhält man den bekannten Ausdruck

$$F = \frac{1}{2} p r^2 (\sqrt{1 + f^2} - \sqrt{f + f^2})^2.$$

Wenn diese letzte Entwicklung gerade nicht sehr kurz ist, so ist sie gewiss auch nicht langwieriger als die bisher übliche, wenn man berücksichtigt, dass das Differenzieren zur Bestimmung des Maximums meistens dem Leser überlassen bleibt, wobei denn auch noch nie die schöne Bedingungsgleichung 9 hervorgehoben worden ist. Dagegen wird die grosse Einfachheit der Ableitung in I. und II. den bisherigen Ableitungen gegenüber gewiss nicht bestritten werden können.

Die Bestimmung des Angriffspunktes der Kräfte  $F$  in II. und III. lässt sich nicht weiter vereinfachen, und bleibt dieselbe wie bisher.

### Die Verbanung der Rüfrunse bei Mollis.

Von G. H. Legler, Ingenieur.

Taf. 4.

Seit den ältesten Zeiten, gegenwärtig aber bei immer grösserm Holzkonsum, wiederholen sich in den Gebirgsgegenden unsers Vaterlandes in Bedenken erregender Progression jene Verheerungen von Thälern und Ortschaften, die eine Folge sind von zunehmender Entwaldung, Verwitterung und Geschiebsbildung im Gebirge.

Je mehr der Grundbesitz durch die zunehmende Bevölkerung, durch die stets wachsende Industrie an Werth gewinnt, in desto höherm Grade werden jene Verheerungen durch die Gebirgsgewässer empfunden und es leidet der Wohlstand mancher Gegenden unter einem Uebel, welches durch die Unvorsichtigkeit oder Gleichgültigkeit unserer Vorfahren immer grösser geworden ist. Privaten und Gemeinden erschöpfen ihre Kräfte, um das von Bächen und Flüssen zugeführte Geschiebe möglichst unschädlich zu machen und ableiten zu können. An manchen Orten reichen aber diese Anstrengungen nicht aus, und es wird daher der Staat die Frage an die Hand nehmen müssen, wie jenem Uebel dort zu begegnen sei, wo diess mit den geringsten Kosten und auf die zweckmässigste Weise geschehen kann — nämlich im Gebirge. Die Gebirgsbewohner

selbst sind in den meisten Fällen den durch ihre Bäche verursachten Verheerungen weit weniger ausgesetzt, als die Bewohner der tiefer gelegenen Thäler, in welche jene Gewässer ihr Verderben bringendes Geschiebe entleeren; das St. Gallische Rheinthäl liefert uns hiezu der traurigen Beispiele genug.

Verbesserte Waldkultur und Forstpolizei zur Verhütung von neuen Verbauung der Schluchten und Abhänge der alten Runsen und Wildbäche, sowie zweckmässige Flusskorrekturen sind die längst bekannten Mittel, den Verheerungen unserer schönen Thäler Schranken zu setzen. Zwar sind schon manche grossartige Flusskorrekturen ausgeführt worden, unter denen namentlich die gelungene Linthkorrektur als eines der schönsten Denkmäler schweizerischen Gemeinnes hervorgehoben zu werden verdient; allein an den Geschiebsquellen selbst, in den fast unzugänglichen Gebirgsschluchten ist im Ganzen noch wenig geleistet worden. Uebertriebene Kostenberechnungen fremder Experten, vielleicht auch verunglückte Versuche, schreckten davon ab. Um so eher dürfte das folgende Beispiel einer kunstgerechten und wohlfeilen Verbauung der sogenannten Rüfirunse ob Mollis für andere ähnliche Gegenden unsers Vaterlandes zur Nachahmung empfohlen werden.

So lange die Gemeinde Mollis das Geschiebe ihrer Bäche direkt der Linth zuleiten konnte, dachte man natürlich an keine Verbauung jener gefährlichen Runse; seitdem aber das Linthbett durch Dämme abgeschlossen worden, mussten besondere Ablagerungsplätze für das Geschiebe der Bergwasser angewiesen werden. Früher beschränkten sich die Anwohner darauf, durch massenhaftes Schorren im untern Rinnsal dem Geschiebe der Rüfi den Abfluss in die Linth möglichst zu erleichtern, wo dasselbe dann von diesem Flusse weiter geführt wurde. Nun aber musste von Zeit zu Zeit mit grossen Kosten das angehäuften Geschiebe vom Lagerplatz weggeschafft werden, und es betrugen dieselben während den Jahren 1815–1853 zirka Frkn. 68,000, welche die Korporation zu bestreiten hatte. Trotz diesen grossen Anstrengungen konnten die Ausbrüche der Rüfi nicht verhindert werden, daher sich endlich die Gemeinde entschloss, zur Verhütung neuer Geschiebsbildung an den Quellen derselben, im Tobel, zweckmässige Arbeiten vornehmen zu lassen.

Das Rüfitobel bildet eine ungefähr 2000 Fuss lange, einige 100 Fuss breite, mit 30 bis 60 Prozent abfallende Schlucht, welche zu beiden Seiten an Kalkgebirg in die höhere Waldregion sich hinaufzieht. Die beidseitigen Abhänge derselben waren seit Jahrhunderten in Bewegung und zum Theil so ausgewaschen, dass auf einige Fuss Tiefe nur nakttes Bruchsteingeröll zu finden war, auf welchem sich keine Vegetation entwickeln konnte. Bei trockener Witterung führt diese Runse beinahe kein Wasser; bei sogenannten Schlagwettern dagegen strömen von dem ausgedehnten Alpengebiet her ganze Massen dieser Schlucht zu, haben nach und nach den Fuss seiner Bergelehnen unterpült und dadurch ein immer stärkeres Nachrutschen des Geschiebes bewirkt. Ueberdies führten noch kleinere Seitenrunsen ihr Geschiebe zu und dieses bildete mit dem Wasser eine breiartige Masse, welche gegen das Dorf Mollis ge-

wälzt wurde und demselben zu verschiedenen Malen grosse Zerstörung brachte.

Vor dem Jahre 1831 bestanden die im Rüfitobel vorgenommenen Arbeiten in Fussicherungen und Ableitung einzelner Seitenzuflüsse; bis 1840 wurden einige kleinere Thalsperren gebaut. Diese sämtlichen Arbeiten, wofür Frkn. 4,532 verwendet wurden, hatten nicht die gehörige Solidität oder waren unzweckmässig angelegt, so dass nur wenig davon übrig geblieben und das Meiste von dem Wasser bald wieder spurlos weggeführt wurde.

Durch diese Vereitlung eines guten Erfolges würde — wie in den meisten Fällen — der Muth der Gemeinde zu neuen Anstrengungen gesunken sein, und der im Volke verbreitete Wahn, dass es unmöglich sei, den gewaltigen Geschiebsstössen aus solchen Gebirgsschluchten dauernde Schranken zu setzen, obgesiegt haben, wenn nicht der mit Untersuchung sämtlicher Runsen im Kanton Glarus im Jahr 1841 beauftragte Herr Ingenieur Duile\*) auf Ort und Stelle zur kunstgerechten Verbauung des Tobels aufgemuntert und zugleich ausführliche Anleitung dazu gegeben hätte. Seit 1842 datiren nun jene schönen steinernen Thalsperren, die bei ihrer Solidität und Wohlfeilheit mit Recht die Bewunderung der Sachkundigen erregen.

Allerdings eignete sich dieses Tobel sehr gut zum Thalsperrenbau, indem verschiedene Felsköpfe und grosse Felsblöcke als Anlehnungspunkte benutzt werden konnten. Wo sich keine solche vorfinden, wurde das Widerlager durch solides Mauerwerk vor Umgehung gesichert, sowie ein Sturzbett von grossen Steinen angelegt.

Obschon die Thalsperren nur als Stützmauern für das hinter denselben sich ablagernde Geschiebe dienen, so ist es doch nöthig den Stützmauern die Form eines aufwärts liegenden möglichst vollen Kreisbogens zu geben, damit nicht einzelne Steine von dem Wasser ausgeschwemmt werden können. Sind grosse Steine vorhanden, so ist es zweckmässig, dieselben ganz zu verwenden. Diess geschah im Rüfitobel mit Steinen von  $\frac{1}{2}$  Kubikklafter Volumen. Je vollkommener der Bogen und je grösser die Steine, desto weniger ist das kostbare und zeitraubende Behauen einzelner Steinflächen erforderlich. Meistens genügte es, die vorhandenen Steine vorn aneinander zu stossen, nach dem Kreissegment zu stellen und ihre Zwischenräume mit kleinen Steinen auszumauern. Auf beiden Seiten wurden die Thalsperren etwas höher gehalten, um das Wasser auf die Mitte zu richten.

Der Aufbau geschah allmählig in Lagen von 6 bis 7 Fuss Höhe, und erst wenn die Runse hinterfüllt war, wurde wieder eine folgende Lage aufgesetzt.

Die stärksten und grössten Steine wurden vorzüglich gegen die Mitte der Thalsperren, wo das Wasser überstürzt, also die grösste Abnutzung stattfindet, verwendet, und bei beschränktem Raum zuerst gelegt. Diese Abweichungen im Thalsperrenbau von der Theorie des Baues tragender Gewölbe sind bemerkenswerth.

Zu den Thalsperren sollen nur harte, dauerhafte Steine

\*) Joseph Duile, k. k. Baudirektor in Tyrol, schrieb: Ueber Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern. Innsbruck, 1834.

genommen werden und keineswegs solche, die leicht verwittern; denn ihre Zerstörung würde weit grössere Verheerungen bringen, als der Nachtheil gewesen wäre, wenn sie gar nie dagestanden hätten, indem alsdann die ganze Masse des seit Jahren zurückgehaltenen Geschiebes auf einmal mit unaufhaltsamer Gewalt ins Thal vorrücken würde. So rührte der verheerende Rütiausbruch in Mollis im Jahr 1846 von dem Einbruch einer ältern, schlecht konstruirten Thalsperre her.

Im Rütitobel finden sich gegenwärtig auf einer Länge von 1400 Fuss, 11 Thalsperren von 11 bis 45 Fuss Höhe, die aber zum Theil noch so viel erhöht werden sollen, dass vom Fuss der obern Thalsperre bis zur Krone der untern nur noch ein unbedeutender Fall übrig bleibt. Sie bilden ebenso viele Wasserfälle, wodurch die Stosskraft des Runsenwassers gebrochen und das grobe Geschiebe im Tobel zurückgehalten wird, während das davon befreite Wasser rascher abfliessen kann.

Der Fuss der Berglehnen wurde durch solche hohe und weite Geschiebanfüllung hinter den Thalsperren, zum Theil auch durch besondere Steinwehre gänzlich befestigt. In Folge dessen konnten die früher lockern, nackten Schutthalten und horizontalen Kurven mit Pfahlflechtwerk verbaut werden; dieses geschah in Abständen von zirka 10 Fuss und darüber, je nach dem grössern oder geringern Abfall. Zwischen diesen Flechthecken sammelten sich bei Regenfall herabgeschwemmte Erdtheile und Samen, theils wurde auch solcher eingelegt, so dass sich bereits ein junger schöner Waldanflug zeigt, wodurch ebenfalls das Vorurtheil des Volkes widerlegt ward, dass es nicht möglich sei, vieljährig ausgewaschene Schutthalten der Waldkultur wieder zu gewinnen.

Für die Verbauung kleinerer Seitenschluchten wurde mit Holzverschlügen und Zwischenbesetzen begonnen; allein so solid diese Holzverschlüge für eine Reihe von Jahren auch sind, so können sie ebenso wie hölzerne Thalsperren, doch nur als Provisorium für dringende Bedürfnisse gelten, und sind später durch vorgebaute steinerne zu ersetzen.

Zu hinterst im Rütitobel, wo man keine Thalsperren mehr anbringen kann, und ausgedehnte im Abbruch liegende Flinsen sich befinden, die von Rinnsalen, von Bergquellen durchzogen sind, werden diese durch gleichmässig ansteigende, starke, ungefähr 10 Fuss breite Steinschalen, denen von beiden Seiten schräg gerichtete Flechtwerke das Regen- und Quellwasser zuleiten, verbaut. Dieselben stützen sich zu unterst an die Thalsperren und werden in regelmässiger Steigung je nur soviel aufwärts verlängert, als die stattgefundene Hinterfüllung gestattet. Diese wird fortwährend durch von beiden Seiten unter einem rechten Winkel auf die Mitte zusammenlaufende schräge Flechtwerke gefestigt. Eine solche gutgelungene und sehenswerthe Flinsverbauung mit Flechtwerken und starkem Steinpflaster befindet sich hoch oben am Dorfbach von Niederurnen.

Mit Bezug auf die Kosten der Rütitobelverbauung ist zu bemerken, dass diese Arbeiten ohne vorhergegangene Planirung und Kostenberechnung, je nach Bedürfniss, mit Beachtung der an Ort und Stelle von Zeit zu Zeit von Technikern gegebenen Anweisungen, sammtlich im Taglohn

von Gemeindegürgern unter Aufsicht eines Gemeindeangestellten ausgeführt wurden, also unter ungünstigen Verhältnissen für die erforderlichen Kosten. Dennoch belaufen sich diese für sämmtliche ausgeführte Arbeiten im Rütitobel, mit Ausnahme der Werkzeuge, während 34 Jahren (1813—1854) im Ganzen nur auf Fr. 14,000. In den erfolgreichsten Arbeitsjahren von 1841—1854 wurden von obiger Summe Frkn. 9436 verausgabt.

Die beiden schönsten und grössten Thalsperren haben eine Bogenlänge von 100 Fuss, 40 bis 45 Fuss Höhe, sind oben 12 Fuss dick und enthalten gewaltige Steinblöcke; dennoch stiegen die Kosten einer solchen Mauer nicht über Frkn. 2500.

Aus dieser Mittheilung ist zu entnehmen, dass solche Runsenverbauungen keine so unerschwinglichen Kosten verursachen und da, wo es im eignen Interesse der Gemeinden liegt, gar leicht von diesen, ohne weitere Unterstützung, in einer Reihe von Jahren ausgeführt werden können. Nur soll man den Rath erfahrener Techniker einzuholen nicht unterlassen, um die Verbauung zweckmässig und sicher betreiben zu können, um nicht durch mangelhaftes Verfahren noch grösseres Unheil zu verursachen.

Anders ist es mit der Verbauung solcher Schluchten und Thäler, die den nächsten Gemeinden keine erheblichen Nachtheile bringen, sie nicht unmittelbar bedrohen, wohl aber durch ihr massenhaftes Geschiebe, das sie einem Fluss überliefern, entlegenere Gegenden gefährden. Hier liegt es im Interesse des betreffenden Staates, durch angemessene Beiträge zur Verbauung aufzumuntern und diese durch sachverständige Männer überwachen zu lassen.

### Schweizerische Eisenbahnen.

Die schweizerische polytechnische Zeitschrift, welche sich die Aufgabe stellt, die bedeutendsten Erscheinungen in den verschiedenen Zweigen der Technik bekannt zu machen, wird auch dem in voller Thätigkeit sich entfaltenden schweizerischen Eisenbahnbau ihre Aufmerksamkeit zuwenden. Zu diesem Zwecke hat die Redaktion die nöthigen Verbindungen angeknüpft, um nach und nach das ganze schweizerische Eisenbahnnetz in Grundplänen und Profilen, sowie die wichtigsten Kunstbauten nebst Kostenangaben etc. nach Massgabe der Ausführung derselben veröffentlichen zu können. In einer kleinern Uebersichtskarte soll von Zeit zu Zeit der Stand der Arbeiten an dem gesammten Eisenbahnnetze mitgetheilt werden.

Den Masstab für die Grundpläne haben wir gleich demjenigen der eidgenössischen Karte, nämlich gleich  $\frac{1}{100000}$  gewählt, und dadurch die Bequemlichkeit geboten, sich mit Hülfe jener Karte, in welcher die Eisenbahnlinien noch nicht oder nur theilweise eingetragen sind, sich eine grössere und detaillirtere Uebersicht über die verschiedenen Linien verschaffen zu können.

Im nächsten Hefte eröffnen wir die Reihenfolge der Mittheilungen über schweizerische Eisenbahnen mit der Nordostbahn, als derjenigen Linie, welche gegenwärtig in der grössten Ausdehnung dem Verkehr übergeben ist.