

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 113/114 (1939)  
**Heft:** 25

**Artikel:** Berechnung der Wandstärke von Senkbrunnen: Zuschrift an die Redaktion der "SBZ"  
**Autor:** Frauenfelder, E. / Pietrkowski, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-50527>

### **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:** 14.12.2025

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

Heute kann jedes Mitglied des Baumeisterverbandes auf Grund irgend einer Preisbestimmung sich Zutritt verschaffen zur gemeinsamen Kalkulation und andererseits kann dort ein erfahrener Unternehmer unter Umständen verpflichtet werden, entgegen seinem bessern Wissen bestimmte Preise zu offerieren, die ihn veranlassen hätten, an der gemeinsamen Berechnung nicht teilzunehmen, wenn er den Ausgang hätte voraussehen können; dies und das von Dr. Cagianut erwähnte «bloss acte de présence machen» halte ich nach wie vor für unmoralisch.

Das Abkommen betr. Zementpreiszuschlag für Verwaltungen und Private ist finanziell und praktisch ein ganz untaugliches Mittel, um die Regiearbeiten zu verhindern oder auch nur zu verringern. Zu beanstanden sind nicht nur die 20 Fr. Zuschlag pro 10 t an die Verwaltungen und die ganz unzulässige Weigerung der Handelsgenossenschaft, ihren betr. Mitgliedern hiefür die statutarische Vergütung auszurichten, sondern auch die Art und Weise wie dabei vorgegangen wurde. Die Mittelung an die Verwaltungen vom September 1938 war so abgefasst, dass diese im guten Glauben waren, der Preisauflschlag sei ein allgemeiner, und dass sie nur durch Zufall erfahren konnten, dass nur sie davon betroffen wurden.

Alle diese Dinge erwähne ich als Beispiele, die eine erspriessliche Zusammenarbeit erschweren und Misstrauen erwecken. Herr Dr. Cagianut verlangt in seinem ersten Artikel ganz richtig «Offenheit und Wahrheit» im gegenseitigen Verkehr, wiederholt diese Forderung aber leider in seiner vorliegenden Erwiderung nicht mehr<sup>1)</sup>. Er vertritt als Präsident des Baumeisterverbandes, der Handelsgenossenschaft u. a. m. begrifflicherweise die Interessen dieser Verbände. Es bleibt zu wünschen, dass sich die Bauherrschaften in absehbarer Zeit endlich auch zusammenschliessen, um ihre Erfahrungen auszutauschen und ihre Interessen besser und einheitlicher vertreten zu können.

E. Meyer.

### Berechnung der Wandstärke von Senkbrunnen Zuschrift an die Redaktion der «SBZ»

Zu dem in Ihrer Zeitschrift vom 22. April d. J. unter diesem Titel erschienenen Artikel von Dr. Ing. J. Pietrkowski, Haifa, möchte ich folgendes bemerken:

1. Grösse des Erddruckes. Bei der Festsetzung der Grösse des Erddruckes können die massgebenden Konstanten (Raumgewicht, Böschungswinkel und Reibungswinkel) so gewählt werden, dass der spezifische Erddruck  $e$  auf die lotrechte Wand in einer bestimmten Tiefe  $h$  unter der Erdoberfläche halb so gross ist wie der Druck auf ein horizontales Flächenelement in der selben Tiefe. Bei Vernachlässigung der Reibung zwischen Wand und Erde z. B. berechnet sich der spezifische Erddruck in der Tiefe  $h$  nach der bekannten Formel:

$$e = \gamma h \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

worin  $\gamma$  das Raumgewicht und  $\varphi$  den natürlichen Böschungswinkel des Erdmaterials bedeuten. Durch entsprechende Variation in der Wahl der beiden veränderlichen Grössen  $\gamma$  und  $\varphi$ , z. B.  $\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$  und  $\varphi = 35^\circ$ , kann erreicht werden, dass  $e = 0,5 h$  wird, wie der Verfasser in seinem Beispiel für  $h = 12 \text{ m}$  berechnet, wo er für  $e_{\max} = 6 \text{ t/m}^2$  erhält. Gegen diese Annahme lässt sich mit Rücksicht auf die gestellte Aufgabe praktisch nichts einwenden, dagegen ist nicht ersichtlich, wie der Verfasser dazu kommt, den Druck  $p$  auf ein beliebiges Ringelement von 1 m Höhe  $p = 0,67 e \text{ t/m}^2$  zu setzen.

2. Integration des Ausdruckses  $\int M_x ds$

$$M_x = M_0 + \frac{R}{2} (r - r \cos \varphi) - \frac{p (r - r \cos \varphi)^2}{2}$$

mit  $\frac{R}{2} = p r$  folgt:

$$M_x = M_0 + p r^2 (1 - \cos \varphi) - \frac{p r^2}{2} (1 - \cos \varphi)^2$$

$$= M_0 + \frac{1}{2} p r^2 (2 - 2 \cos \varphi - 1 + 2 \cos \varphi - \cos^2 \varphi)$$

$$= M_0 + \frac{1}{2} p r^2 (1 - \cos^2 \varphi) = M_0 + \frac{1}{2} p r^2 \sin^2 \varphi$$

$$\int M_x ds = \int M_x r d\varphi = r \int M_x d\varphi = 0$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} M_x d\varphi = \left[ M_0 \varphi + \frac{1}{2} p r^2 \left( \frac{\varphi}{2} - \frac{1}{2} \sin \varphi \cos \varphi \right) \right]_0^{\frac{\pi}{2}}$$

$$= M_0 \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2} p r^2 \frac{1}{2} \frac{\pi}{2} = 0$$

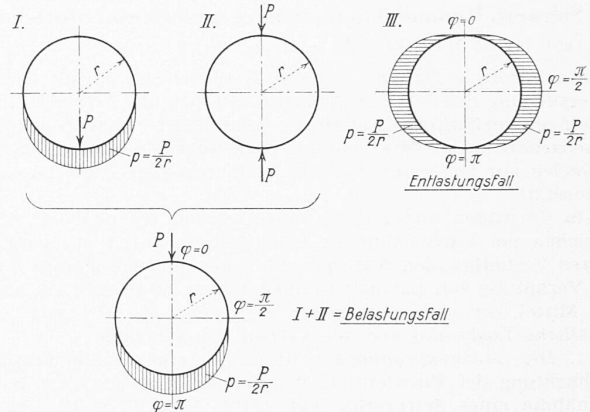
<sup>1)</sup> Offenbar wollte Dr. Cagianut angesichts der Zustimmung von Oberingenieur Meyer hierauf nicht mehr zurückkommen. Red.

woraus  $M_0 = -\frac{1}{4} p r^2$        $M_s = M_{\frac{\pi}{2}} = +\frac{1}{4} p r^2$

allgemein:  $M_x = -\frac{1}{4} p r^2 (1 - 2 \sin^2 \varphi) = -\frac{1}{4} p r^2 (\cos 2 \varphi)$

Der Verfasser J. P. erhält für das Kämpfermoment  $M_0 = -0,18 p r^2$  und für das Scheitelmoment  $M_s = +0,32 p r^2$  und drückt die Ansicht aus, dass zur Aufnahme des negativen Momentes eine (äussere) Ringarmierung angeordnet werden könne, die gleich der Hälfte der (inneren) positiven sei, während nach dem vorliegenden Ergebnis (immer unter der Annahme eines gleichmässig verteilten axensymmetrischen Erddruckes) die innere und die äussere Ringarmierung gleich stark und zwar für  $M = 0,25 p r^2$  zu bemessen wären.

3. Die selbe Aufgabe ist unter einer andern Belastungsannahme im «Gesundheits-Ingenieur» vom 18. Dezember 1937, Seite 774 bis 779, behandelt worden unter dem Titel: «Die Schacht- und Brunnenringe aus Beton und Eisenbeton», von städt. Oberbaurat Heinv. Keppner, München. In diesem Artikel sind folgende drei Belastungsfälle superponiert:



Darnach ergeben sich in den Achtpunkten des Kreisringes folgende Biegemomente, ausgedrückt in  $p r^2$ :

Belastungsfall	Scheitel $\varphi = 0$	$\varphi = \frac{\pi}{4}$	Kämpfer $\varphi = \frac{\pi}{2}$	$\varphi = \frac{3\pi}{4}$	Sohle $\varphi = \pi$
I	-0,0494	-0,0183	+0,0567	-0,0612	-0,3372
II	+0,6366	-0,0176	-0,3634	-0,0176	+0,6366
I + II	+0,5872	-0,0359	-0,3067	-0,0788	+0,2994
III	-0,2500	+0,0000	+0,2500	+0,0000	-0,2500
I + II + III	+0,3372	-0,0359	-0,0567	-0,0788	+0,0494

Nach diesen Annahmen müsste die Innenarmierung für das Moment  $M_s = +0,337 p r^2$  dimensioniert werden. Die Aussenarmierung beträgt theoretisch nur etwa den 4. Teil der Innenarmierung; praktisch wird man sie für den normalen Belastungsfall, d. h. mit  $M_0 = -0,250 p r^2$  bemessen, wodurch die Innenarmierung eine Stärke von etwa 70 bis 75% der Aussenarmierung erhält.

Neuwelt bei Basel, 1. Mai 1939.

E. Frauenfelder, Dipl. Ing. E. T. H.

### Entgegnung auf die Zuschrift von Dipl. Ing. E. Frauenfelder

1. Der auf die Zylinderwand wirkende Erddruck ist in gleicher Weise mit dem Abminderungskoeffizienten 0,67 multipliziert worden, wie es bei Winddruck üblich ist. Dieser Koeffizient gilt nur für den Gesamtdruck, während der Druck im einzelnen nach der Mitte zu steigt. Dieser Umstand ist bei der weiteren Rechnung berücksichtigt worden.

2. Bei der Exzerpierung und Kondensierung meiner zunächst viel umständlicheren Rechnung sind mir einige Unklarheiten unterlaufen, für deren Auffinden ich Herrn F. danke. Wesentlich ist, dass in meinem Ansatz die Bedingung enthalten war, dass das Verhältnis zwischen negativem und positivem Moment das selbe sein sollte wie bei einem Angriff einer Einzellast in der Mitte, eben um die Konzentrierung des Erddrucks nach der Mitte hin zu berücksichtigen. Ich habe bei Festhaltung der absoluten Momentensumme  $M_k + M_s = 0,5 p r^2$ , die bei mir die gleiche ist wie bei den von Herrn F. errechneten Werten, die Schlusslinie um das erforderliche Mass gehoben. Als Deckung für dieses Vorgehen konnte ich mich auch mit auf die englischen Eisenbeton-

bestimmungen stützen, die die Ermässigung der negativen Momente zugunsten der positiven in bestimmten Fällen zulassen.

3. Ich stelle fest, dass der von mir angegebene Beiwert des positiven Momentes gut mit dem von Herrn Keppner unter anderen Voraussetzungen errechneten übereinstimmt. Das von mir angegebene negative Moment liegt immer noch weit über dem dort stehenden theoretischen.

4. Solange die absolute Momentensumme  $M_k + M_s$  erhalten bleibt, spielt die Verteilung nach der positiven oder negativen Seite hin bei gleicher Betonstärke preislich keine Rolle. Dagegen ist wesentlich, ob man meine Abminderung des Erddrucks auf das 0,67fache mitmacht. Dies muss der Erfahrung und Verantwortung jedes einzelnen Fachkollegen überlassen bleiben. Für mich jedenfalls hat sich der Ansatz praktisch bewährt.

Jerusalem, 16. Mai 1939.

Dr. Ing. J. Pietrkowski.

Da Ing. Frauenfelder, dem wir die Replik Pietrkowskis unterbreitet haben, seinen Ausführungen nichts beizufügen hat, schliesen wir hiermit diesen Schriftwechsel.

Red.

## Ueber die Tätigkeit der Station Weissfluhjoch der Schweiz. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung

Von Dipl. Ing. R. HAEFELI, Dr. sc. techn., Zürich

Nachdem die Entwicklung der Methoden zur physikalischen Untersuchung des Schnees, die mehrere Jahre in Anspruch nahm, zu einem vorläufigen Abschluss gelangt ist<sup>1)</sup>, hat neben der wissenschaftlichen Tätigkeit die praktische Anwendung dieser Methoden zur Unterstützung des Kampfes gegen die Lawinen eingesetzt.

In Vorträgen und Publikationen werden die physikalischen Ursachen der Lawinenbildung behandelt, wodurch ein vorsichtigeres Verhalten den Naturgewalten gegenüber angeregt wird. Der Verhütung von Lawinenunfällen dienen im übrigen vor allem drei Mittel, die sich gegenseitig ergänzen: *Die Prognose, die künstliche Loslösung und der Verbau von Lawinen.*

1. *Die Lawinenprognose.* Auf Grund einer systematischen Beobachtung der Entwicklung der Schneedecke, wie sie z. B. die Aufnahme eines Zeitprofils (vgl. «SBZ» Bd. 110, S. 91, Abb. 1) ermöglicht, kann die Gefahr, deren Ursache oft tief unter der Schneeoberfläche verborgen liegt, meistens rechtzeitig erkannt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass zur gegenseitigen Abwägung der verschiedenen Einflüsse und Faktoren, die nicht alle messbar sind, nach wie vor eine langjährige Erfahrung, ein geschultes Auge und ein gewisses Mass von Naturverbundenheit erforderlich sind. Die Aufstellung wöchentlicher Prognosen über Schneeverhältnisse und Lawinengefahr, die durch die «N. Z. Z.» und das Radio verbreitet werden, erfolgt durch den Schweiz. Ski-Verband, wobei die Angaben der Station Weissfluhjoch massgebend sind. Da die Alpen kein einheitliches Klima aufweisen,

<sup>1)</sup> Siehe Bader, Haefeli, Bucher, Neher, Eckel, Tams: «Der Schnee und seine Metamorphose», mit einer Einleitung von Prof. Dr. P. Niggli. Beiträge zur Geologie der Schweiz — Geotechnische Serie — Hydrologie. Lieferung 3, Bern 1939.

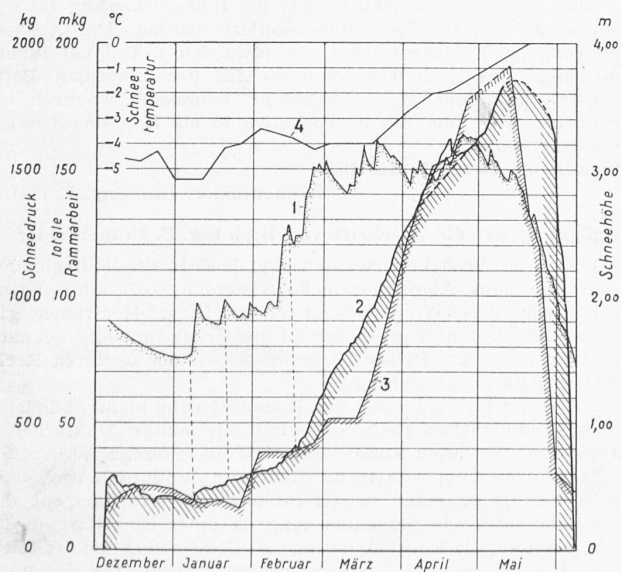


Abb. 3. Ergebnisse der Schneedruckmessung (kleiner Schneedruckapparat, Dezember 1936 bis Mai 1937). 1 Schneehöhe beim Apparat, 2 Schneedruck (Normalkomponente  $N$ ), 3 Totale Rammarbeit (horizontales Versuchsfeld), 4 Temperatur, in halber Höhe der Schneedecke. Man beachte den ähnlichen Verlauf der Linien 2 und 3

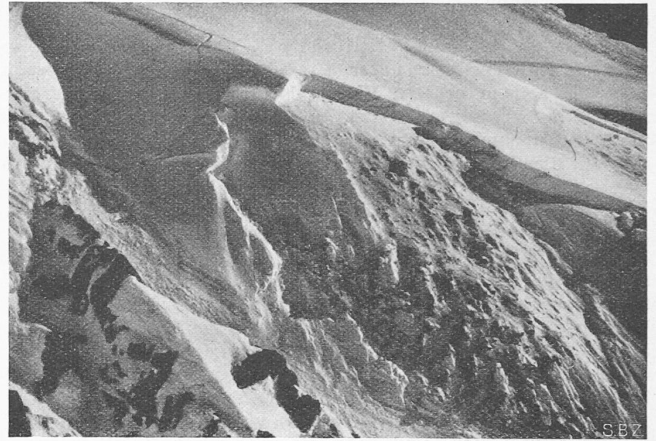


Abb. 2. Detail zu Abb. 1; die dunklen Stellen der Gleitfläche lassen die Bildung ausgedehnter Schwimmschneenester erkennen  
Photo E. Bucher

ist natürlich eine den verschiedenen Klimazonen Rechnung tragende Differenzierung der Prognose unerlässlich.

2. *Die künstliche Loslösung* von Lawinen mit Hilfe des Minenwerfers wird im Parsengebiet zur Sicherung zeitweise gefährdeter Routen seit einigen Jahren mit Erfolg angewendet<sup>2)</sup> und liegt heute dem Parsendienst ob. Als Munition hat sich bis jetzt die 3,3 kg schwere Wurfgranate (mit Momentanzünder) am besten bewährt, wobei jedoch die Frage nach einer leichteren Spezialmunition noch offen steht. Oft ist das Gleichgewicht der Schneedecke derart labil (namentlich bei starker Schwimmschneebildung), dass durch einen einzigen Schuss mehrere Lawinen mit getrennten Anbruchgebieten losgelöst werden (vgl. Abb. 1 und 2). Da solch kritische Situationen von beschränkter Dauer sind, ist die richtige Wahl des Zeitpunktes für den Erfolg des Schiessens mindestens ebenso wichtig wie die örtliche Verteilung der Treffpunkte. Damit erscheint die künstliche Loslösung von Lawinen mit dem Minenwerfer als eine Kunst, die in enger Beziehung zur Schneeforschung steht und vor allem viel Übung und Erfahrung, sowie eingehende Ortskenntnis erfordert. Zur wirksamen Verhütung von Lawinenunfällen bei Gebirgstruppen dürfte diese Methode grosse Bedeutung erlangen. Soll z. B. eine Einheit bei schlechtem Wetter ein lawinengefährliches Gebiet passieren, so kann das Risiko durch die vorherige künstliche Loslösung der Lawinen wesentlich verringert werden. Ein solcher Schiessversuch bei fehlender Sicht setzt aber, bei festem Geschützstandort, die Kenntnis der Richtungselemente voraus, die nur durch entsprechende Versuche bei guter Sicht ermittelt werden können. Es ist daher sehr zu begrüssen, dass die Methode der künstlichen Loslösung von Lawinen als Prophylaxe neuerdings auch in Militärkreisen stärkere Beachtung findet.

<sup>2)</sup> Vgl. R. Haefeli: Tätigkeitsbericht 1934 bis 1937 der Schweiz. Kommission für Schnee- und Lawinenforschung, Station Weissfluhjoch-Davos. «SBZ» Bd. 110, Nr. 8, 1937. — F. Zimmermann: Von Lawinen, «SBZ» Bd. 107, S. 284, 1936. — Ferner «SBZ» Bd. 113, S. 88, Abb. 32.

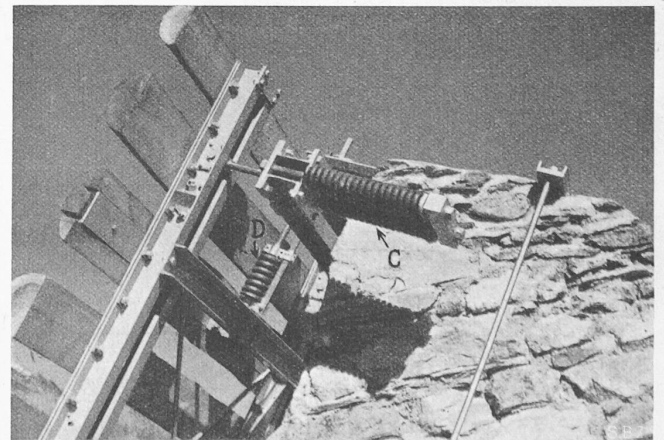


Abb. 5. Detail des Schneedruckapparates (Abb. 4). C Geeichtes Federpaar an einer der 4 Auflagerstellen zur Uebertragung der Normalkomponente des Schneedrucks auf den Mauerpfeiler. D Feder zur Messung und Uebertragung der Querkraft