

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 81/82 (1923)
Heft: 12

Artikel: Ueber die Ursachen von Bodensetzungen bei Grundwasserabsenkungen und von Abbrüchen bei der Absenkung von Seespiegeln
Autor: Meyer-Peter, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38973>

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: 16.03.2025

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

INHALT: Ueber die Ursachen von Bodensetzungen bei Grundwasserabsenkungen und von Uferabbrüchen bei der Absenkung von Seespiegeln. — Ein neues System der selbsttätigen Fehlerisolierung in Traktions-Leitungsnetzen. — Wettbewerb für eine reformierte Kirche in Dietikon. — Zum Stammheimer Bildersturm. — Luftschiffhallen aus Eisenbeton in Villeneuve-Orly. — Schweizerischer Elektrotechnischer Verein. — Miscellanea: Ausbau des Hafens von Algier. Grossgüterwagen-Entwürfe der deutschen

Reichsbahn. Elektrifikation der Schweizerischen Bundesbahnen. Schweizer Mustermesse in Basel. Beitrag zur Spannungsuntersuchung an Knotenblechen eiserner Fachwerke. Internationaler Luftschiffahrts-Kongress in London. Temperaturmessungen in einem Bohrloch von 1700 m Tiefe. Eidgen. Technische Hochschule. Schweizer. Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband. Eidgen. Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie. — Literatur — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

Band 82.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 12.

Ueber die Ursachen von Bodensetzungen bei Grundwasserabsenkungen und von Uferabbrüchen bei der Absenkung von Seespiegeln.

Von Prof. E. Meyer-Peter, Zürich.

Die bei der Absenkung von Grundwasserspiegeln hie und da beobachteten Bodensetzungen grösseren Masstabes werden sehr oft kurzerhand einfach dadurch begründet, dass das den Grundwasserträger bildende Material bei der Spiegelsenkung infolge des in Wegfall kommenden Auftriebes zusammengedrückt werde.

Uferabbrüche bilden bei der Absenkung von Seespiegeln eine fast regelmässig wiederkehrende Erscheinung, deren Ursachen in der „S. B. Z.“ schon wiederholt besprochen wurden. Es standen sich in dieser Frage zwei verschiedene Auffassungen gegenüber, von denen die eine die Erklärung der Abrutschungen bei der Absenkung des Wasserspiegels in einer Mehrbelastung des Böschungsfusses infolge verminderten Auftriebes suchte, während die andere die Erscheinung mit der Erddrucktheorie und unter der Annahme einer Aenderung des natürlichen Böschungswinkels begründen wollte. In der „S. B. Z.“ vom 4. August 1923 endlich kommt Ing. R. Moor zum Schlusse, dass auf Grund der zweiten Methode, der Erddrucktheorie, eine Begründung unmöglich sei, und dass allein das „Zerquetschen“, genauer das Ausquetschen des Untergrundes die Veranlassung für den Uferabbruch geben könne. Dieses Ausquetschen ist nach Moor durch die Vermehrung des Gewichtes des nicht mehr unter Wasser liegenden Materials veranlasst, welche Ansicht ohne Zweifel richtig ist, wenn sie vielleicht auch in etwas andere Form zu fassen ist.

1. Betrachten wir zunächst in einem allseitig abgeschlossenen Grundwasserträger, dessen Ausdehnung auch sehr gross sein mag, in beliebiger Tiefe eine dünne, wasserundurchlässige Linse oder Schicht, so wird diese nach beistehender Abbildung 1 von oben nach unten durch einen spezifischen Druck beansprucht, der wie folgt berechnet werden kann.

Es sei $\gamma = 1$ das spezifische Gewicht des Wassers,
 γ_e das spez. Gewicht des erdfeuchten Materials,
 γ_e' das spez. Gewicht des Materials unter Wasser,
 n die nichtkapillaren Hohlräume in $\%$.

Dann ist offenbar

$$\gamma_e' = \gamma_e - 1 + \frac{n}{100}$$

und der gesuchte Druck (Erd- und Wasserdruck)

$$\sigma = H_1 \cdot \gamma_e + (H_1 - H_2) \cdot \frac{n}{100}$$

Zu diesem Ausdruck kann man auf verschiedene Weise gelangen, am einfachsten dadurch, dass man sich sagt, dass über der betrachteten dünnen Schicht ein Prisma von der Höhe H_1 aus erdfeuchtem Material [$H_1 \cdot \gamma_e$] ruht, dessen nicht kapillare Hohlräume auf die Höhe $H_1 - H_2$ ebenfalls mit Wasser gefüllt sind [$(H_1 - H_2) \cdot \frac{n}{100}$].

Wird nun der Grundwasserspiegel um die Höhe ΔH gesenkt, so nimmt demnach die spez. Belastung σ der betrachteten Schicht ab um das Mass:

$$\Delta \sigma = \Delta H \cdot \frac{n}{100}$$

Genau das selbe tritt auch dann ein, wenn wir H_1 bis zum Seegrund messen. Es lässt sich also eine Bodensenkung

nicht durch die Mehrbelastung einer solchen Linse, als Ganzes genommen, erklären.

Denken wir uns nun einen beliebigen Horizontalschnitt durch einen Grundwasserträger gelegt, der aus festen, d. h. praktisch nicht komprimierbaren Bestandteilen, plastischen Materialien und Hohlräumen besteht. Hier ist der Fall denkbar, dass in einem über der Flächeneinheit des Schnittes liegenden Materialprisma die Gesamtheit der Hohlräume $n\%$ des Prismenvolumens beträgt, während die gerade durch den Schnitt getroffenen Hohlräume einen von n verschiedenen Prozentsatz der Grundfläche des nämlichen Prisma, den wir mit m bezeichnen, ausmachen. Aehnliche Verhältnisse hinsichtlich der Verteilung der Hohlräume können auch in der Trennungsfläche zwischen einer plastischen Linse und dem darüber liegenden Haufwerk vorliegen.

Dann lässt sich der oben angegebene Gesamtdruck pro Flächeneinheit des Schnittes:

$$\sigma = H_1 \cdot \gamma_e + (H_1 - H_2) \cdot \frac{n}{100}$$

zerlegen in den auf die Gesamtheit der durchschnittenen Hohlräume wirkenden Wasserdruck

$$\frac{m}{100} \sigma_w = (H_1 - H_2) \cdot \frac{m}{100}$$

und den durch das Material aufgenommenen Druck. Wird die Pressung pro Flächeneinheit auf das durchschnittliche Material mit σ_e bezeichnet, so ergibt sich hieraus die Beziehung

$$\sigma_e \cdot \left(1 - \frac{m}{100}\right) = \sigma - \frac{m}{100} \cdot \sigma_w = H_1 \cdot \left(\gamma_e + \frac{n-m}{100}\right) - H_2 \cdot \frac{n-m}{100}$$

woraus $\sigma_e = H_1 \cdot \frac{100 \cdot \gamma_e + n - m}{100 - m} - H_2 \cdot \frac{n - m}{100 - m}$

Senkt sich der Grundwasserspiegel um das Mass ΔH , so entsteht in dem durchschnittenen Material pro Flächeneinheit eine mittlere Pressungsänderung von

$$\Delta \sigma_e = - \Delta H \cdot \frac{n - m}{100 - m}$$

Es kommt also im wesentlichen darauf an, ob m grösser oder kleiner ist als n ; für den Spezialfall $m = n$ entsteht im betrachteten Schnitt keine Veränderung der Pressung.

Für $m > n$ wird $\Delta \sigma_e$ positiv, für $m < n$ dagegen negativ.

Im angenommenen Falle lässt sich nun denken, dass das plastische Material in den Querschnitten, in denen $m > n$, infolge Zunahme von σ_e in die nebenliegenden Hohlräume ausgequetscht wird; diese Erscheinung dürfte noch dadurch erleichtert sein, dass der hydrostatische Druck in den Hohlräumen bei abnehmendem Grundwasserspiegel verringert wird, mithin der Gegendruck, der das Material bisher im Gleichgewicht gehalten hatte, zum Teil in Wegfall kommt, sodass es nicht ausgeschlossen ist, dass auch in jenen Schnitten, in denen $m \leq n$, noch eine gewisse Bewegung eintritt. Immerhin ist dabei zu beachten, dass durch das Auffüllen der Hohlräume die Zunahme des spezifischen Druckes in den Materialschnitten nur so lange dauert, bis $m = n$ wird. Unter diesen Voraussetzungen lassen sich also Bodensetzungen bei Absenkung des Grundwasserspiegels erklären. Immerhin kann dies nicht die einzige Ursache sein, denn gewisse Materialien, wie Torf, Schwimmsand und dergleichen, verringern ihr Volumen schon bei blosser Wasserentzug ohne Druckvermehrung. Die in solchen Fällen beobachtete teilweise Hebung des Geländes nach dem Wiederansteigen des Grundwasserspiegels, lässt sich wohl nur auf letztgenannte Umstände zurückführen. Aus den eben beschriebenen Verhältnissen geht dagegen hervor, dass beim Absenken des Grundwasserspiegels die Setzungen nicht nur durch die trocken ge-

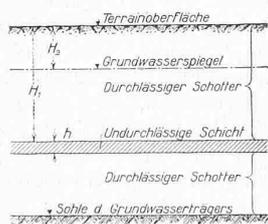


Abb. 1.

