

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 25

Inhaltsverzeichnis

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: 15.01.2026

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

INHALT: Setzungen infolge Senkung, Schwankung und Strömung des Grundwassers. — Die Lehrlingsausbildung der Maschinenzeichner. — Wettbewerb für ein Bundes-Verwaltungsgebäude in Bern. — Rationalisierung und Berufsausbildung. — Siedlung «Niederfeld» bei Winterthur-Wülflingen. — Mitteilungen: Wirtschaftlichkeit und Sicherheit beim

Strassenbau und Strassenverkehr. Doppelstock-Liegewagen für Personen-Fernverkehr. Hundert Jahre Eisenbahn auf Schweizerboden. Elektrizität und Sport. Persönliches. Teleskop-Gasbehälter von 50 000 m³ Inhalt. Technische Rundschau Sulzer. — Wettbewerbe: Sekundarschulhaus in Wetzwil. — Nekrolog: Carl Probst. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Setzungen infolge Senkung, Schwankung und Strömung des Grundwassers

Von P.-D. Ing. Dr. R. HAEFELI und Ing. W. SCHAAD, Erdbauabteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, E. T. H. Zürich (Schluss von S. 289)

6. Setzungen infolge periodischer Schwankung und Strömung des Grundwassers

Jeder Grundwasserstand ist Schwankungen von verschiedenen Perioden unterworfen, die sich überlagern. In Ufergebieten sind diese Schwankungen zu einem wesentlichen Teil durch die Änderungen der Vorflut bedingt [4]. Siedlungen und Stadtgebiete, die sich auf ufernahen, mächtigen Deltaschlüttungen ausbreiten, haben oft unter stetig fortschreitenden, beträchtlichen Setzungen zu leiden, wobei schon wiederholt die Frage aufgeworfen wurde, ob ein Zusammenhang zwischen den Seespiegel-schwankungen und diesen Setzungen besteht. Beispielsweise wurden sowohl vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft als auch von der Landestopographie gewisse Setzungsgrenzen systematisch beobachtet. So sind in Lugano seit längerer Zeit verschiedene Fixpunkte im Zuge der Nivellements, die für die Nullpunktbestimmungen der Pegel nötig sind, periodisch eingemessen worden. Bei zahlreichen Punkten ergaben sich beträchtliche Setzungen, die nun seit 1943 im Hinblick auf das Projekt für eine Laganerseeregulierung durch regelmässig ausgeführte Nivellements eingehend untersucht werden; Abb. 13 zeigt die Setzung eines in jenem Gebiete gelegenen Punktes während 43 Jahren. Alle seit dem Jahre 1895 durchgeföhrten Höhenmessungen dieses Punktes wurden vom E. A. f. W. vorgenommen.

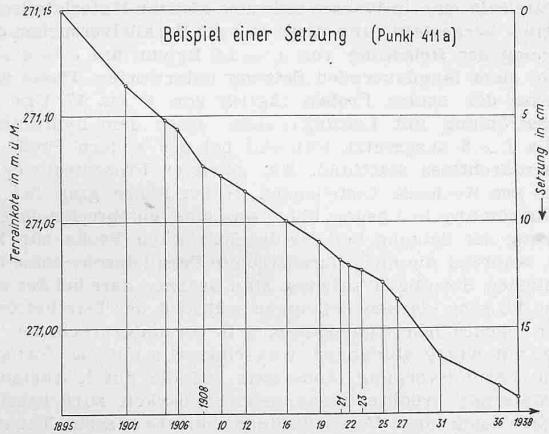


Abb. 13. In Lugano von 1895 bis 1938 beobachtete Setzungen

Die nachstehenden Ausführungen mögen einen kleinen Beitrag zur Diskussion und Beantwortung obiger Frage liefern. Wir gehen dabei so vor, dass wir zunächst die theoretisch möglichen Ursachen aussergewöhnlicher Setzungsscheinungen des Untergrundes bei schwankendem und fliessendem Grundwasser vom grundsätzlichen Standpunkt aus erörtern, um anschliessend anhand von elementaren Laboratoriumsversuchen die qualitative Wirkung solcher Ursachen zu prüfen.

Als normale Erscheinung sind zunächst die gewöhnlichen Nachsetzungen zu betrachten, die sich bei jedem feinkörnigen plastischen Untergrund durch eine nahezu gleichmässige, wenn auch oft sehr kleine Setzungsgeschwindigkeit bemerkbar machen und auch dann noch fortschreiten, wenn die hydrodynamischen Spannungsscheinungen längst abgeklungen sind [3]. So sind auch in der Schweiz eine Reihe von Siedlungsgebieten bekannt, deren Untergrund vorwiegend aus jungen Seeablagerungen oder Gehängelehm besteht, und deren Oberfläche sich jährlich bis zu mehreren Millimetern senkt. Erwähnt sei z. B. das auf dem Delta der Lorze sich ausdehnende Stadtgebiet von Zug, das gegen das Seeufer hin zunehmende, jährliche Setzungen von bis 9 mm erfährt, während in einem am Ostfuß des Uetlibergs gelegenen Quartier, dessen Untergrund aus Gehängelehm besteht, jährliche Setzungen von rd. 3 bis 5 mm beobachtet wurden. Da in beiden Fällen die Sohle und zum Teil auch die Oberfläche der

zusammendrückbaren Schicht geneigt sind, bewegt sich ein Oberflächepunkt nicht vertikal nach unten, sondern schief in Hangrichtung, zeigt also eine, zwar selten gemessene, horizontale Komponente, die den Vorgang — im Gegensatz zur reinen Setzung — als Kriechvorgang kennzeichnet, der dem genauer untersuchten Kriechvorgang der geneigten Schneedecke vergleichbar ist [5]. Solche normale Setzungs- und Kriechvorgänge haben zunächst nichts zu tun mit Grundwasserschwankungen und wurden hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Dagegen ist sehr wohl möglich, dass sie durch die Schwankungen und Strömungen des Grundwassers verstärkt und in mannigfältiger Weise beeinflusst werden [4].

Im Gegensatz zu diesen normalen, sich vollkommen stetig vollziehenden Setzungen, die allein auf plastische Verformungen des feinkörnigen Bodens zurückzuführen sind, stehen die außergewöhnlichen Setzungen kleineren oder grösseren Ausmasses, die einen teilweise unstilligen Verlauf nehmen und wahrscheinlich vorwiegend durch Strukturzusammenbrüche bzw. innere Umlagerungen der festen Phase bedingt sind. Bekanntlich zeichnen sich namentlich die feinkörnigen Seeablagerungen durch besonders empfindliche Feinstrukturen aus, wobei es sich entweder um die lockeren Einzelstrukturen von Sanden und Schlamm-sanden oder die Waben- bzw. Flockenstrukturen von Lehmen und Tonen handelt [6]. Die Ursache von Strukturänderungen kann eine äussere oder innere sein. Als äussere Ursachen kommen statische Belastungsänderungen einmaliger oder periodischer Natur (Bauwerke, Grundwasserschwankungen), sowie Erschütterungen, d. h. dynamische Beanspruchungen (Verkehrsschüttungen, Erdbeben) in Betracht. Als innere Ursachen sind einerseits die auslaugende Wirkung des Wassers, d. h. ein chemischer Lösungsprozess, andererseits die mechanische Erosion durch das Wasser (Ausschwemmen feinsten Teiles) zu erwähnen [7], d. h. Einflüsse, deren Wirkung in hohem Masse von den Sickerverhältnissen abhängig ist.

Meistens sind entweder gleichzeitig oder in zeitlicher Aufeinanderfolge mehrere der oben erwähnten Ursachen am Werk. So bewirken z. B. die periodisch schwankenden Grundwasserstände nicht nur eine periodische Belastungsänderung infolge der bei der Absenkung durch Auftriebverlust bedingten Mehrbelastung, sondern gleichzeitig eine in Richtung und Intensität wechselnde Sickerströmung, die unter gegebenen Umständen eine innere Auslaugung (chemisch) oder innere Erosion (mechanisch) zur Folge haben kann. Auch die beiden letzten Einflüsse dürften häufig kombiniert auftreten, indem der feinere, chemische Vorgang dem gröberen, mechanischen Prozess der inneren Erosion vorausgeht und diesen vorbereitet. Im Grenzfall und Endstadium des Prozesses kann der innere Abbau der festen Phase so weit fortschreiten, dass er nicht nur eine Lokalisierung der Feinstruktur zur Folge hat, sondern sogar grosse Hohlräume entstehen, die zu plötzlichen, lokalen Einbrüchen und Trichterbildungen an der Oberfläche führen und nicht selten die Zerstörung oder Gefährdung von Bauwerken zur Folge haben [8]. Vergleichshaber sei erwähnt, dass man auch an der winterlichen Schneedecke analoge Erscheinungen beobachtet. Beim Betreten der Schneedecke sackt diese lokal oder über eine grössere Fläche oft plötzlich ein, wobei die plötzlich entweichende Porenluft das sogenannte Wum-Geräusch erzeugt. Auch hier handelt es sich um Strukturzusammenbrüche, die durch die innere Metamorphose (Schwimmschneebildung) bedingt sind und häufig zu Nah- oder Fernausrösung von Schneebrettlawinen führen [9]. Die primäre Ursache liegt aber hier nicht im zirkulierenden Wasser, sondern z. T. in der durch grobe Poren zirkulierenden Luft, die infolge Verdunstung und Sublimation Substanzumlagerungen und damit eine lokale Schwächung der Struktur ermöglicht.

Ein Beispiel einer ausgeprägten Bodensackung infolge Grundwassersabsenkung zeigt Abb. 14 (S. 296) in schematischer Weise. Das betreffende Torfgebiet wurde in letzter Zeit zur Gewinnung von Brennmaterial abgebaut, wobei für die Wasserhaltung in den tiefen Lagen eine Pumpe installiert werden musste. Die da-