

Objektyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **123/124 (1944)**

Heft 25

PDF erstellt am: **26.09.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://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 m<sup>3</sup> Inhalt. Technische Rundschau Sulzer. — Wettbewerbe: Sekundarschulhaus in Wetikon. — Nekrologe: 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, Erdbaubteilung 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 Aenderungen der Vorflut bedingt [4]. Siedlungen und Stadtgebiete, die sich auf ufernahen, mächtigen Deltaschüttungen ausbreiten, haben oft unter stetig fortschreitenden, beträchtlichen Setzungen zu leiden, wobei schon wiederholt die Frage aufgeworfen wurde, ob ein Zusammenhang zwischen den Seespiegelschwankungen und diesen Setzungen besteht. Beispielsweise wurden sowohl vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft als auch von der Landestopographie gewisse Setzungsgebiete 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 Luganerseeregulierung 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 durchgeführten Höhenmessungen dieses Punktes wurden vom E. A. f. W. vorgenommen.

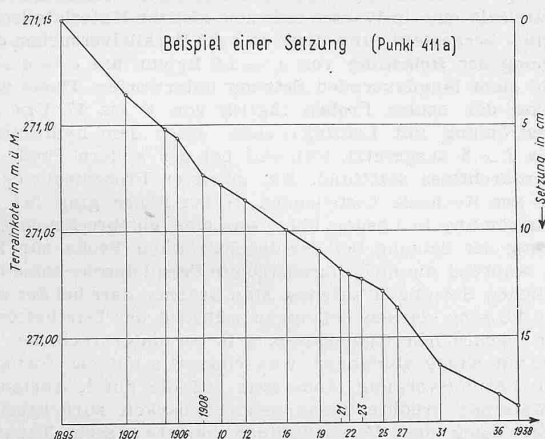


Abb. 13. In Lugano von 1895 bis 1938 beobachtete Setzungen

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 Setzungserscheinungen 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 Spannungserscheinungen 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 Oberflächenpunkt 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 mannigfaltiger 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 un stetigen 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 (Verkehrerschütterungen, 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 Teile) zu erwähnen [7], d. h. Einflüsse, deren Wirkung in hohem Masse von den Sicker-verhältnissen 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 Auftriebsverlust 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 grösseren, 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 Lockerung 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]. Vergleichshalber 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 Fernauslösung 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 Grundwasserabsenkung zeigt Abb. 14 (S. 296) in schemat. 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-