Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 123/124 (1944)
Heft: 23

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: 13.12.2025

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

INHALT: Setzungen infolge Senkung, Schwankung und Strömung des Grundwassers. — Entwicklungslinien im Dampfkesselbau. — Ideen-Wettbewerb für die Ueberbauung des Schiltwiesen-Areals in Oberwinterthur. — Die Sektor-Hakenschützen des Kraftwerks Rupperswil-Auenstein. — In eigener Sache. — Mitteilungen: Klimaregelung in Druckereien. Hanfseelen der Förder- und Zugseile. Finanzielle Auswirkung der Klärgasverwertung. Physikalisch-Chemische Konstanten von kompressiblen Gasen. Die Ausstellung «Architektur». 25 Jahre Micafil, 1918 bis 1943. Das Kunstgewerbemuseum der Stadt Zürich. — Wettbewerbe: Sekundarschule und «Lindenschule» in Steckborn. Erweiterung des Kunsthauses Zürich. — Nekrologe: Hans Kaeser. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 123 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 23

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

1. Einleitung

Infolge der erhöhten Anforderungen, die die kriegsbedingte Versorgungslage unseres Landes an die landwirtschaftliche Produktion stellt, wurden zur Sicherstellung der Ernährung *vermehrte* Anbauflächen notwendig. In den verflossenen Jahren gelangten deshalb eine grosse Anzahl Meliorationsprojekte zur Durchführung und weitere sind noch vorgesehen. Darüber hat uns das ausführliche Sonderheft der SBZ schon Ende des Jahres 1942 Aufschluss gegeben [1] [1]). Aus dessen Inhalt geht die Bedeutung der Meliorationen innerhalb unserer nationalen Aufbauarbeit klar hervor. Der Umfang der Arbeiten erfordert eine eingehende Auseinandersetzung mit den technischen und biologischen Problemen, die sich bei den Projektbehandlungen von Landverbesserungen ergeben. Auch die möglichen Rückwirkungen, die die Veränderung der Grundwasserstände auf die lokalen Klimaverhältnisse haben könnten, sollten dabei berücksichtigt werden. Im nachfolgenden werden nebst der Ableitung von Setzungsanalysen für wenig zusammendrückbare Materialien Methoden entwickelt, um die Grössenordnung der Setzungen von Torfschichten bei der Vornahme von Grundwasserabsenkungen voraussagen zu können. Es ist dabei immer im Auge zu behalten, dass Torf ein in seiner Zusammensetzung stark wechselndes, zeitlich veränderliches und wenig homogenes, organisches Material darstellt, das genaue Berechnungen zum vornherein verunmöglicht. Immerhin dürfte eine Abschätzung der voraussichtlichen Setzungen und die Angabe ihrer Streuungen bei eingehender Untersuchung einer genügenden Anzahl möglichst ungestörter Proben, die durch sorgfältige Sondierungen zu entnehmen sind, durchführbar sein. Auch die neuerprobte Möglichkeit, die Zusammendrückbarkeit des Untergrundes an Ort und Stelle durch Setzungsmessungen im Bohrloch zu bestimmen, sei in diesem Zusammenhang erwähnt.

Bei der Vornahme von Grundwasserabsenkungen zur Entwässerung von oberflächennahen Bodenschichten wird der Spannungszustand zwischen und in den festen Bodenteilchen verändert. Diese Spannungsänderungen, die als Folge der Verminderung des Auftriebes in den entwässerten Bodenschichten eintreten, bewirken allgemein Formänderungen des Bodens, von denen uns die Setzung, d. h. die lotrechte Verschiebung der Bodenschichten, vor allem interessiert. Bei Böden mit relativ geringer Zusammendrückbarkeit, wie Sanden und gewissen Lehmen, sind die durch Grundwasserabsenkung hervorgerufenen Formänderungen normalerweise gering. Sie interessieren in der Regel nur, wenn setzungsempfindliche Kunstbauten im Bereiche der Setzungen liegen. Verlandungsgebiete mit Bodenarten von hoher Zusammendrückbarkeit, wie sie bei den fetten Tonen und namentlich bei Torfen vorkommen, erfordern dagegen vor der Inangriffnahme eines Bauvorhabens unter allen Umständen eine Abschätzung der zu erwartenden Setzungen, sowie deren Unregelmässigkeiten, um einerseits den Wirkungsgrad der Grundwasserabsenkung und anderseits die Beeinflussung neuer oder schon bestehender Kunstbauten beurteilen zu können (Entwässerungskanäle, Drainageleitungen, Dämme, Verkehrsadern). Diese Untersuchung bildet eine der wichtigsten Grundlagen für die konstruktiv richtige Gestaltung des Projektes und ermöglicht insbesondere die prophylaktische Bekämpfung unliebsamer Folgen der Grundwasserabsenkung.

Ausser dem Einfluss einer einmaligen Grundwasserabsenkung auf die Setzungserscheinungen werden im vorliegenden Aufsatz auch die Setzungen infolge periodisch schwankender Grundwasserstände kurz besprochen. Es handelt sich dabei um ein noch wenig erforschtes Gebiet, das sich rechnerisch nicht genügend erfassen lässt und daher zunächst rein phänomenologisch anhand einiger elementarer Laboratoriumsversuche betrachtet werden soll. Auch der mögliche Einfluss einer inneren Auslaugung des Bodens in der Form eines chemischen Abbaues der festen Phase durch deren Lösung in der zirkulierenden, flüssigen Phase, darf hier nicht übersehen werden. Es sind dies Probleme, deren Lösung sowohl die Bau- und Kultur-Ingenieure wie die Architekten, die um die Lebensdauer ihrer Schöpfungen besorgt sind, in gleichem Masse interessieren.

Die durch Grundwasserabsenkungen bewirkten Setzungen spielen jedoch nicht nur bei Meliorationsarbeiten, sondern unter Umständen auch in Stadtgebieten eine wichtige Rolle. Nicht selten führt z. B. die Asphaltierung der Strassen neuer Siedlungs-Gebiete in Verbindung mit der Kanalisierung des Oberflächenwassers zu einer allgemeinen Absenkung des Grundwassers, die sich namentlich dort katastrophal auswirkt, wo die Häuser auf Holzpfählen stehen, die bei der Absenkung aus dem Grundwasser auftauchen und verfaulen. Auch die lokalen Grundwasserabsenkungen für Fundationszwecke können bekanntlich für die Nachbargebäude unangenehme Folgen haben. Der ganze Fragenkomplex berührt daher auch die Landesplanung.

2. Berechnungsgrundlagen

Als Grundlage für die Entwicklung der nachstehend dargestellten Methoden zur Setzungsbestimmung diente die graphische Setzungsanalyse von R. Haefeli [2]. Darnach ergibt sich die Zusammendrückung Δdz_a eines Bodenelementes der zusammendrückbaren Schicht von der Höhe D_a bei der Erhöhung der Vertikalspannung von σ_a auf σ_b kg/cm² und verhinderter Seitenausdehnung zu:

$$\Delta dz_a = \left(\frac{\Delta_b - \Delta_a}{1 - \Delta_a}\right) dz_a = y dz_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$y = \frac{\Delta_b - \Delta_a}{1 - \Delta_a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad , \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

worin bedeuten:

Δdz_a = lotrechte Verkürzung eines Bodenelementes (Zusammendrückung) bei Aenderung der Vertikalspannung von σ_a auf σ_b

Δ_a, Δ_b = prozentuale Zusammendrückungen bei der Veränderung der Vertikalspannung von $\sigma_1 = 1{,}0$ kg/cm² auf σ_a, resp. σ_b (spez. Setzungen)

dz_a = ursprüngliche Höhe eines Bodenelementes vor der Belastungsänderung

y = prozentuale Zusammendrückung des Bodenelementes infolge Erhöhung der Vertikalspannung von σ_a auf σ_b.

Kennt man nun einerseits den Verlauf der Vertikalspannungen σ_i vor und nach der Vornahme einer Grundwasserabsenkung und anderseits aus dem Laboratoriumsversuch deren Zusammenhang mit den prozentualen Zusammendrückungen Δ_i (spez. Setzungen), so kann für jedes beanspruchte Element dz_a der Bodenschicht die entsprechende Zusammendrückung, bei gegebener Spannungsänderung, ermittelt und durch Integration über sämtliche Bodenelemente die totale Setzung δ_T dieser Schicht berechnet werden.

Gegenüber den im Tiefbau üblichen Untergrundverhältnissen liegen bei Meliorationen ganz spezielle Bodenarten vor, die eine entsprechende Anpassung der üblichen Setzungsanalyse erfordern. So wird z. B. bei der Anwendung der Setzungsanalyse in normalem Baugrund der Wert $1 - \Delta_a \cong 1$, da Δ_a meistens sehr klein ist. Für Meliorationsgebiete mit fast durchwegs stark zusammendrückbaren Böden ist jedoch obige Vereinfachung nicht mehr zulässig. Die in torffreiem Baugrund vorkommenden Setzungen sind ferner gegenüber den Schichtmächtigkeiten relativ klein, was jedoch bei Grundwasserabsenkungen in Moorböden nicht zutrifft. Hier ergeben sich vielmehr sehr grosse Setzungen im Vergleich zur Schichtmächtigkeit, sodass nach einer Absenkung des Grundwassers beträchtliche Teile des Bodens infolge langsamer Setzung der Schicht erneut unter den Grundwasserspiegel tauchen (Abb. 1). Damit wird aber die relative Grundwasserabsenkung gegenüber der gesetzten Terrainoberfläche im Endzustand der beruhigten Schicht kleiner als die absolute, woraus hervorgeht, dass der «Wirkungsgrad» der Absenkung, unter dem wir das Verhältnis der relativen zur absoluten Absenkung

[1]) Die in eckigen Klammern angegebenen Zahlen beziehen sich auf das am Ende dieses Aufsatzes angeführte Literaturverzeichnis.