Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 23

Artikel: ETH-Grossversuch mit Hagelraketen wird weitergeführt
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73386

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: 11.07.2025

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

Die Rutschung in Twann (Dezember 1970)

Wie knapp die Stabilitätsreserven sein konnten, zeigt das Beispiel der Rutschung in Twann am 17.12.1970. Ungefähr 100 m östlich des Bahnhofes sollte eine Aufschüttung mit Konsolidations-Ruhepausen in vier Etappen verwirklicht werden: Etappe I unter Wasser (mit Klappschiff), die Etappen II, III, IV vom Land aus gegen den See hin mit Lastwagen und Trax aufgeschüttet.

Während der Schüttetappe II wurde versucht, zusätzlich ein dreieckförmiges Gebiet seeseits des durch Stabilitätsberechnungen überprüften Profiles zu schütten. Es mass lediglich 15 × 15 m im Grundriss. Unmittelbar nach Abschluss der Schüttung rutschte das soeben erstellte Vorland auf einer Breite von 15 m in den See ab. Der Traxführer konnte gerade noch sich selbst und seine Maschine in Sicherheit bringen.

Die Rutschfläche wurde in der Folge durch Taucher der Seepolizei aufgenommen. Sie bildete eine Rinne von 15 m Breite, 50 m Länge und bis zu 6 m Tiefe (Bild 4).

Setzungsverhalten

Die Seekreide enthält im Bielersee in der Regel *wenig organische Beimengungen*. Örtlich, besonders landseits, können aber recht viel Torf, Holzresten usw. auftreten, was besonders auf den Verlauf der sekundären Setzungen einen Einfluss hat.

Ferner kann die *Setzungsempfindlichkeit* von Ort zu Ort beträchtlich schwanken.

Der *Setzungsmodul* – oder nach Janbu: der «Spannungswiderstand» – einer vorbelasteten Seekreide kann zehnmal höher sein als der einer normalkonsolidierten Seekreide. Dies wurde ausgenützt, indem man die Seekreide mit Kiesmaterial vorbelastete. Nach erfolgter Konsolidation wurde das Material wieder entfernt und mit den Fundationsarbeiten begonnen. Auf diese Weise wurden z. B. die Kunstbauten zwischen Twann und Tüscherz fundiert.

Konsolidationssetzungen

In La Neuveville wurde anschliessend an den bestehenden SBB-Damm ein 4,5 m hoher Versuchsdamm der N5 in drei Etappen geschüttet. Es musste wegen der Stabilitäts- und Setzungsgefahr für die stark befahrene SBB-Linie mit aller Vorsicht vorgegangen werden.

Der Schichtaufbau, die Anordnung der Setzungspegel sowie der Schüttvorgang sind in Bild 5 dargestellt.

Die Konsolidationszeit je Etappe betrug im Maximum drei Wochen. Nach Konsolidation der 3. Etappe erreichten die Setzungen der Messpunkte 102 und 103 im Mittel $s = 17$ cm.

Die Summe der ursprünglichen effektiven Spannung in der Mitte der Seekreideschicht p_o' (= 0,3 kg/cm²) und der Zusatzspannung infolge Dammauflast Δp (= 0,9 kg/cm²) ergibt:

$$p' = p_o' + \Delta p = 1{,}2 \text{ kg/cm}^2$$

Nach Janbu [5] lässt sich der Spannungswiderstand M aus folgenden Formeln berechnen:

$$s = H \cdot \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{p'}{p_o'}$$

$$M = m \cdot p'$$

Darin bedeuten: s = primäre Konsolidationssetzung in cm
H = Mächtigkeit der Seekreide in cm
m = Modulzahl

Man erhält: $m = 12$ und $M = 14$ kg/cm²

Im selben Spannungsbereich ergab ein Oedometerversuch den Wert

$$M = 15 \text{ kg/cm}^2$$

Sekundäre Setzungen

Bild 6 zeigt im halblogarithmischen Massstab die unter der Versuchsschüttung in Funktion der Zeit gemessenen Setzungen. Vor allem ist die *Neigung der Sekundärsetzungsgeraden* von Interesse.

Die sekundären Setzungen wurden bis etwa 7 Wochen nach Beendigung der Konsolidationssetzungen, d.h. bis zum 33. Tag nach Beginn der 3. Etappe, verfolgt. Wird der Berechnung die zuletzt bestimmte Neigung zugrunde gelegt, dann beträgt die Setzung über eine Dekade, d.h. zum Beispiel vom Tag 33 bis zum Tag (33 + 330) = 363 (d.h. 1 Jahr), rund 3,5 cm oder 2,3 Prozent der Seekreidemächtigkeit.

Im erwähnten Oedometerversuch wurde lediglich eine Dekadeneigung von 0,6 Prozent bestimmt. Die Berechtigung von *Versuchsschüttungen im Massstab 1:1* wurde somit noch einmal bestätigt.

Zitierte Literatur:

[1] *H. Zeindler:* «Zur Bestimmung und Verbesserung der Scherfestigkeit einiger Materialien». Schweiz. Bauzeitung, Heft 29, 1968.

[2] *H. Zeindler:* «Remblai d'essai pour la N5 dans la baie d'Auvernier». Strasse und Verkehr, Nr. 4, 1972.

[3] *J. Huder:* «Bestimmung der Scherfestigkeit strukturempfindlicher Böden unter besonderer Berücksichtigung der Seekreide». Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau ETH, Nr. 41, 1963.

[4] *L. Bjerrum:* «The effective shear parameters of sensitive clays». Int. Kongress, Paris, 1961.

[5] *N. Janbu:* «Grunnlag i Geoteknikk». NTH, 1970.

[6] *L. Bjerrum* und *N. E. Simons:* «Comparison of Shear Strenght Characteristics of Normally Consolidated Clays». NGI-Publikation, Nr. 35, Oslo 1960.

Adresse der Verfasser: *H. Zeindler,* dipl. Ing. ETH und *H. J. A. Jacobsen,* dipl. Ing. DTH, c/o Geotest, Birkenstr. 15, 3052 Zollikofen.

ETH-Grossversuch mit Hagelraketen wird weitergeführt

Vom 16. Mai bis 13. September wird im erweiterten Napfgebiet zwischen Langnau und Eschenbach wieder mit den 2,05 Meter langen «Oblako»-Hagelabwehrraketen geschossen. Der auf fünf Jahre angesetzte Versuch der ETH Zürich, der im Sommer 1976 begann, soll zeigen, ob mit den russischen Raketen eine Reduktion des Hagels um 70 bis 90 Prozent erreicht werden kann. Im vergangenen Jahr hatten die Bauern Glück und die Wissenschafter Pech: es entwickelten sich keine Hagelunwetter, so dass die Raketen nie abgefeuert werden konnten.

Der von Dr. Bruno Federer geleitete Versuch mit den «Oblako»-Raketen, an dem sich auch Wissenschafter aus Italien und Frankreich beteiligen, wird vom Institut für Atomsphärenphysik der ETH Zürich im Auftrag der Abteilung für Landwirtschaft des Eidgenössischen Volkswirtschaftdepartementes durchgeführt. Die Abschussrampen befinden

sich in Eschenbach, Neuenkirch, Wolhusen, Romoos und Trubschachen. Die Entwicklung von Hagelwolken wird von Emmen aus mit Radargeräten festgestellt. Ein Computer errechnet die Schiessdaten (Elevation, Azimut, Schusszeit), die per Funk an die Schützen der einzusetzenden Abschussstationen übermittelt werden. Der im Versuchsgebiet feststellbare Hagelschlag wird durch ein Netz von Hageldetektoren festgestellt, die durch spezielle Messwagen ergänzt werden. Die Hagelraketen werden nur an der Hälfte der hagelverdächtigen Tage eingesetzt, weil bei der statistischen Auswertung die Intensität des Hagelfalls mit und ohne Abwehrmassnahmen verglichen wird. Die Raketen werden nur zwischen 12 und 21 Uhr abgefeuert.

Neue Erkenntnisse

Der Grossversuch begann schon 1975 mit Radarwetterbeobachtungen und Messungen über die meteorologischen Verhältnisse. 1976 war als erstes praktisches Testjahr vorgesehen. Im Juni wurde in Anwesenheit russischer Experten das neue System in Neuenkirch vorgestellt und mit einem Probeschuss demonstriert. Es blieb dann bei wenigen Testschüssen, denn die grossen Hagelgewitter blieben im Dürrejahr 1976 aus. «Diese Zeit ist für uns nicht verloren. Die Wetterbeobachtungen und Radarmessungen brachten interessante Aufschlüsse über die Rahmenbedingungen für den Versuch. Wir sind jetzt für den praktischen Raketeneinsatz und seine Auswertung noch besser vorbereitet», erklärte Federer dazu. So konnte ermittelt werden, dass die meteorologischen Verhältnisse im erweiterten Napfgebiet mit jenen im Moldaugebiet vergleichbar sind. Der Hagel entwickelt sich in beiden Gegenden auf ungefähr dieselbe Art, so dass die Voraussetzungen für die Übernahme der Abwehrmassnahmen gut sind. Als günstigste Wolkenimpfhöhe für unsere Region wurden vier bis viereinhalb Kilometer ermittelt. Im weiteren fanden die Wissenschafter heraus, dass es möglich ist, anhand der Radarmessungen über Masse und kinetische Energie eines Hagelschlages die zu erwartenden Schäden abzuschätzen.

Hagel drohte auch 1976

«Wie konnten Aufschlüsse über die Hagelentwicklungen im Versuchsgebiet gewonnen werden, obwohl es nicht gehagelt hat?» wollten wir wissen. «In den Gewitterwolken hatte sich auch im vergangenen Jahr vielfach Hagel gebildet. Die Körner blieben jedoch verhältnismässig klein, ihr Durchmesser lag nie über acht Millimetern. Auf dem Weg zum Boden schmolzen sie und fielen schliesslich in Form von Regen auf die Erde», erklärte Federer. Es bildeten sich sehr viele kleine Hagelkörner statt eine kleinere Anzahl sehr grosser. Die Natur machte das, was die Menschen durch ihre Wolkenimpfung mit Silberiodid zu erreichen versuchen. Ob der auf fünf Jahre angesetzte Versuch nun verlängert werden muss, ist noch nicht zu entscheiden. Für die statistische Auswertung sind rund 125 Hageltage nötig. Da im erweiterten Napfgebiet im Durchschnitt mit jährlich 25 Hagelschlägen gerechnet wird, liegt man etwas im Rückstand.

Der Unterschied zwischen der «Oblako»-Rakete und den bisher bei uns üblichen Hagelabwehrraketen liegt in der Grösse. Das russische Produkt ist 2,05 Meter lang und kann drei Kilo Silberiodid zur Wolkenimpfung auf eine Höhe von bis zu 6000 Meter tragen. Die früher eingesetzten Raketen konnten hingegen maximal 16 Gramm Silberiodid transportieren und erreichten höchstens 1500 Meter. Sie kamen also nur bis zur Wolkenbasis, während die «Oblako» die Hagelwolke durchquert, wobei ihr Weg ziemlich genau vorausbestimmt werden kann. Im vergangenen Winter sind die Abschussrampen von einer Walliseller Maschinenfabrik gratis überholt und mit neuen, grösseren Einstellskalen versehen worden. «Die Geräte arbeiten jetzt präziser», versicherte Federer. Der Versuch mit den «Oblako»-Raketen wird durchgeführt, weil die bisher bei uns angewandten Systeme enttäuschten und zu den russischen Erfolgsmeldungen keine statistischen Unterlagen vorhanden waren.

Risiken

Der Einsatz der «Oblako»-Raketen ist auch mit gewissen Risiken verbunden, denn am Ende ihres Fluges schweben die 2,05 Meter langen und 16 Kilo schweren Raketen an einem orangefarbenen Fallschirm hängend mit einer Geschwindigkeit von sieben Meter pro Sekunde zur Erde zurück. In dieser Phase sind sie nicht mehr steuerbar, und sie können von Gewitterwinden weit abgetrieben werden. Es ist nicht voraussagbar, wo die Raketen schliesslich landen werden. Anschläge in den Gemeindekanzleien, periodische Warnungen am Radio, die Orientierung der Bevölkerung durch die Presse und Warntafeln, die an den Schiesstagen an den Hauptstrassen zum und im Versuchsgebiet aufgestellt werden, sollen die Bevölkerung auf die daraus erwachsenden Gefahren aufmerksam machen. Die Raketen werden nur an gewittrigen Tagen eingesetzt, und zwar zwischen 12 und 21 Uhr (die Kantonspolizei, Tel. 041/24 33 77, gibt ab 11 Uhr Auskunft, ob geschossen wird). Die Gebiete, in denen mit an Fallschirmen niedergehenden Raketenrohren zu rechnen ist, sind: im Amt Luzern die Gemeinden Malters und Schwarzenberg, das ganze Amt Hochdorf, im Amt Sursee das Rottal, die Region um den Sempachersee und das Michelsamt; im Amt Willisau das Napfgebiet; das ganze Entlebuch ohne die Gemeinde Flühli.

Wer eine der mit der Aufschrift «Hagelrakete» gekennzeichnete «Oblako»-Rakete niedergehen sieht, sollte sie zusammen mit dem grossen Fallschirm in der nächstgelegenen Gemeindekanzlei unter Angabe des Fundortes abgeben. Es wird ein Finderlohn von 50 Franken ausbezahlt.

Schneller Brüter
Expertengespräch in Bonn

Auf Einladung von *Hans Matthöfer*, Bundesminister für Forschung und Technologie, hat am 19. Mai 1977 ein *Expertengespräch zur Entwicklung und Nutzung* Schneller Brüter in Bonn stattgefunden.

Der Minister betonte in seiner Einleitung, dass sich die parlamentarische Diskussion über die Schnellbrütertechnik intensiviert habe, und führte aus: «Ich halte eine umfassende Beratung aller mit der Verwendung von schnellen Brutreaktoren verbundenen Fragen im Parlament deshalb für ausserordentlich wichtig, weil die Mitglieder des Bundestages über alle Aspekte der Notwendigkeit und Sicherheit dieser Reaktorlinie umfassend informiert sein müssen, um die vor den Bürgern und der Öffentlichkeit zu verantwortenden Entscheidungen fällen zu können.» Das Gespräch diente nach Meinung des Ministers dazu, durch sachliche Information und Diskussion die Entscheidungsgrundlagen für die Parlamen-