

Die Grundwasserabsenkung nach der Wellpoint-Methode

Autor(en): **Senn, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73 (1955)**

Heft 39

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-61986>

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.

Die Grundwasserabsenkung nach der Wellpoint-Methode

Von Dipl. Ing. A. Senn, in Firma Bless & Co., Zürich

DK 624.152.612.2

Allgemeines

Die Trockenlegung von Baugruben, die im Grundwasser liegen, kann unter dafür günstigen Verhältnissen durch eine Grundwasserabsenkung bis unter die tiefste Aushubkote erreicht werden. Im besonderen wird durch die Absenkung des Grundwasserspiegels die Grundbruchgefahr behoben. Die bekannteste Methode dafür ist die Erstellung von *Filterbrunnen* längs der Baugrube, wobei in jedem Filterbrunnen der Wasserspiegel mittels geeigneten Pumpen auf die gewünschte Kote abgesenkt wird. Filterbrunnen können jedoch nur dann wirtschaftlich für die Grundwasserabsenkung verwendet werden, wenn der Grundwasserträger stark durchlässig ist, d. h. wenn die Absenkungskurve des Wasserspiegels ziemlich flach verläuft, so dass die Anzahl der Filterbrunnen nicht zu gross wird.

Die *Wellpoint-Methode*, die in Amerika seit Jahrzehnten für Grundwasserabsenkungen verwendet wird, bietet gegenüber den Filterbrunnen unter gewissen Bedingungen technische und wirtschaftliche Vorteile. Sie besteht aus einem System von senkrechten Filterrohren, die in Abständen von 0,60 m bis 1,50 m, je nach den örtlichen Verhältnissen, längs der Baugrube angeordnet sind oder diese umschliessen. Diese Filterrohre sind an einer gemeinsamen Saugleitung angeschlossen, aus welcher das Wasser durch spezielle Wellpoint-pumpen abgesogen wird. In Bild 1 ist die Anordnung von Filterrohren und Saugleitung sowie die erstrebte Grundwasserabsenkung schematisch dargestellt. Durch eine enge Anordnung der Filterrohre bietet das Wellpoint-System die Möglichkeit, auch in weniger durchlässigen Grundwasserträgern eine wirtschaftliche Grundwasserabsenkung zu erstellen.

Die Wellpoint-Geräte

Für die Wellpoint-Entwässerungen kommen in USA verschiedene «Systeme» oder Fabrikate zur Anwendung. Bei jedem dieser Fabrikate sind insbesondere die Filter mit den Wellpoints und die Pumpen verschiedenartig ausgebildet. Da die Installation der *Filterrohre* durch Einspülen erfolgt, muss die Konstruktion derselben im Hinblick auf die beiden folgenden Aufgaben durchgebildet sein: 1. für rasches Einspülen durch die verschiedenen dafür in Frage kommenden Bodenarten (Kies, Sand, Lehm), 2. für einwandfreien Wasserent-

zug aus dem Boden, wobei dem Boden keine festen Bestandteile entzogen werden dürfen.

Bild 2 zeigt die mit der Saugleitung \varnothing 150 mm zusammengekuppelten Filterrohre Fabrikat «Griffin». Das Kuppelungsstück ist nach allen Seiten gelenkig, und der Abstand des Filterrohres von der Saugleitung ist leicht einstellbar. Am unteren Ende des Filterrohres ist der rd. 70 cm lange Filter angeschlossen. Aus Bild 3 ist die Konstruktion dieses Filters und der Wellpoint-Spitze ersichtlich. Der Filter besteht aus dem äusseren grobmaschigen Schutzfilter, dem feinmaschigen Filtergewebe, dem inneren grobmaschigen Verstärkungsfiler und dem perforierten Stahlrohr. Bei der Wellpoint-Spitze erkennt man die Öffnungen für das Einspülen der Filterrohre und das Kugelventil, durch welches beim Abpumpen die Einspülöffnungen abgeschlossen werden. An der Filterspitze kann ein Bohrstern befestigt werden, der beim Einspülen durch lehmige Schichten ein Bohrloch von rd. 15 cm Durchmesser gewährleistet. Der Griffin-Filter kann, je nach Bodenverhältnissen, bis zu 200 l/min Wasser liefern.

Die *Saugleitungen*, je nach Anlage \varnothing 150-, 200- oder 250-mm-Rohre, sind durch luftdichte Kupplungen mit Gummimanchetten miteinander verbunden.

Die *Wellpoint-Pumpen* sind Zentrifugalpumpen mit Rohranschlüssen von \varnothing 150 mm bis 300 mm mit daran gekuppelten speziellen *Vakuum-Pumpen*. Diese Vakuum-Pumpen sind für das rasche Ansaugen sowie im Hinblick auf evtl. undichte Stellen im Leitungsnetz oder evtl. Lufteintritt bei den Filtern äusserst wichtig. Sie sind, je nach Grösse der Wellpointpumpe, für eine Leistung von 600 bis 1400 l/min konstruiert. Die Leistung der gebräuchlichsten Wellpointpumpen wird mit 5 bis 10 m³/min angegeben. — Zur Einspülung der Filterrohre mit Druckwasser benötigt man im weiteren eine *Einspülpumpe*, welche bis zu 10 atü Druckwasser abgeben kann.

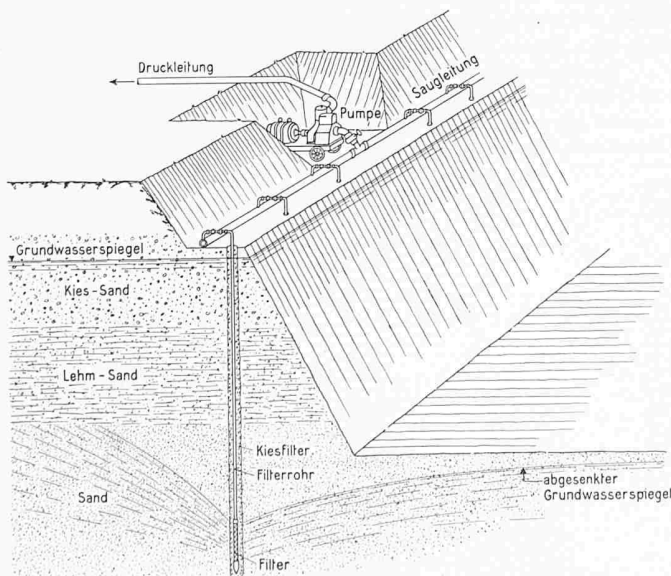


Bild 1. Schematische Darstellung einer Wellpoint-Grundwasserabsenkung

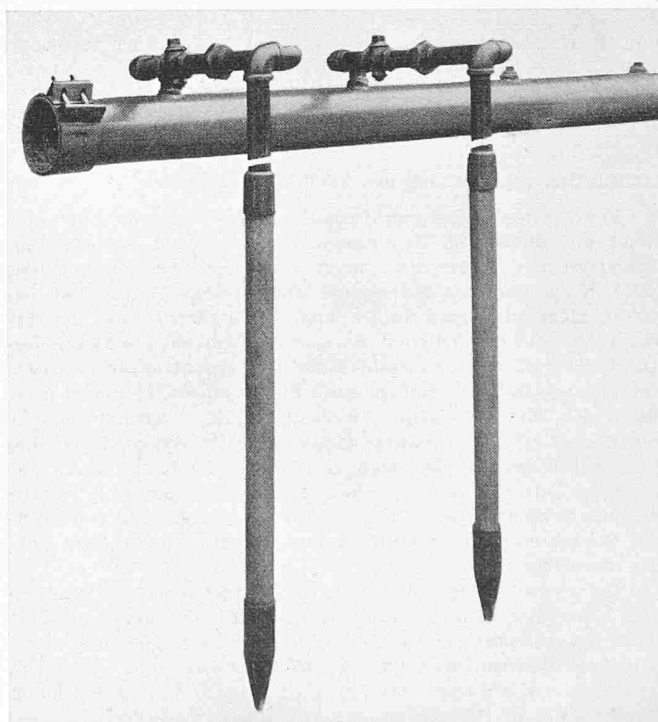


Bild 2. Mit der Saugleitung gekuppelte Filterrohre

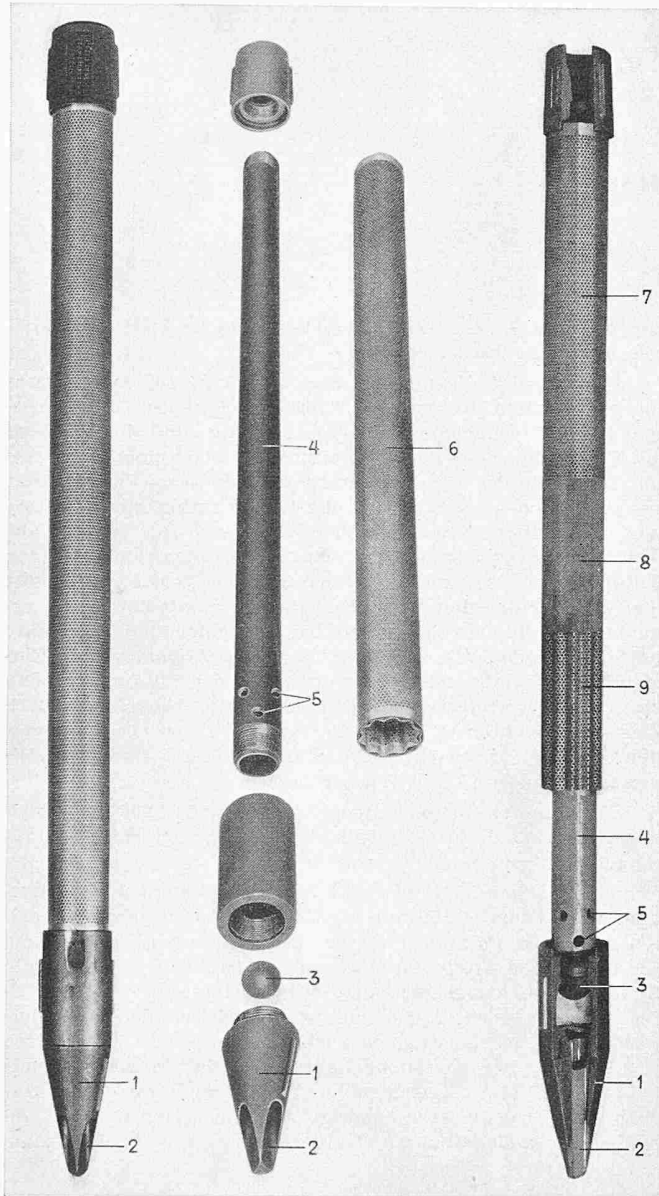


Bild 3. Konstruktion der Filter, Fabrikat «Griffin». 1 Wellpoint-Spitze, 2 Einspülöffnungen, 3 Kugelventile, 4 Stahlrohr, 5 Sauglöcher im Stahlrohr, 6 Messingfilter, 7 äusserer grobmaschiger Schutzfilter, 8 feinmaschiges Filtergewebe, 9 innerer grobmaschiger Verstärkungsfilter

Installation und Betrieb des Wellpoint-Systemes

Die Anwendungsmöglichkeit des Wellpoint-Systemes bleibt auf diejenigen Bodenarten beschränkt, in welchen ein Einspülen der Filterrohre noch wirtschaftlich möglich ist, nämlich auf sandige, feinkiesige und lehmige Böden. Bei den sandig-kiesigen Böden bildet sich beim Einspülen um das Filterrohr ein natürlicher *Kiesfilter*, weil die feinsten Bestandteile mit dem Einspülwasser weggeschwemmt werden. Bei lehmig-sandigem Boden muss dieser Kiesfilter durch Ausfüllen des Bohrloches mit zweckmässigem Filterkies ausgebildet werden. Der Kiesfilter längs der Filterrohre ist für eine gute Entwässerung des Bodens wichtig. Besonders kann damit beim Durchfahren von undurchlässigen oder wenig durchlässigen Schichten auch den darüber liegenden wasserführenden Schichten, wie in Bild 1 dargestellt, das Wasser entzogen werden.

Bei grundbruchgefährlichen Böden darf die Grundwasserabsenkung bei offener Baugrube nie unterbrochen werden; daher muss neben jeder Pumpe eine gleichwertige Hilfspumpe installiert werden. Insbesondere muss neben jeder elektrisch angetriebenen Pumpe für den Fall von Stromunterbrüchen eine Pumpe mit Explosionsmotor installiert werden. Die Installation muss ständig, d. h. im Tag- und Nachtbetrieb überwacht werden.

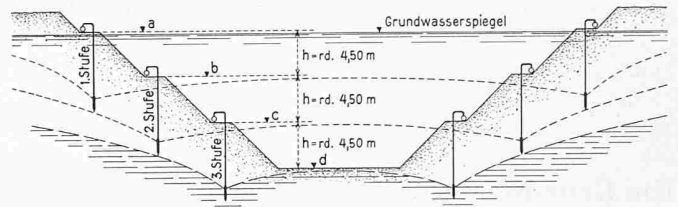


Bild 4. Mehrstufige Wellpoint-Installation

Die Höhe der Grundwasserabsenkung wird durch das durch die Pumpe erreichte Vakuum begrenzt. Bei einem Barometerstand von 700 mm QS kann bei absolutem Vakuum theoretisch eine Saughöhe von 9,5 m überwunden werden. Grosse Saughöhen sind jedoch unwirtschaftlich, weil dafür die Pumpenleistungen stark abfallen. Die gebräuchlichste maximale Saughöhe für eine Wellpoint-Installation (Höhendifferenz zwischen Pumpe und Filter) beträgt 5,50 bis 6,00 m. Erfordert die Trockenlegung der Baugrube eine grössere Grundwasserabsenkung, so wird das Wellpoint-System in mehreren Stufen gemäss Bild 4 installiert. Der Spiegelunterschied zwischen zwei Stufen kann bei normalen Bodenverhältnissen zu 4,50 m angenommen werden. Der Bauvorgang gestaltet sich so: Die 1. Stufe wird bis Kote a installiert. Nach Inbetriebnahme der 1. Stufe wird die Baugrube bis Kote b ausgehoben, wo die 2. Stufe installiert wird. Nach Inbetriebnahme der 2. Stufe kann die 1. Stufe ausser Betrieb gesetzt, der Aushub bis Kote c ausgeführt und die 3. Stufe installiert werden.

Grosse mehrstufige Grundwasserabsenkungen sind in den USA oft durchgeführt worden. Bild 5 zeigt den Einbau der dritten Stufe einer fünfstufigen Wellpointanlage beim Aushub der Fundamentgrube für den Bau des Boyson-Dammes am Big Horn River im Staate Wyoming (1950). Die erste und zweite Stufe sind bereits im Betrieb. Man erkennt auf dem Bilde den Einspülvorgang der Wellpoints der dritten Stufe.

Die Vakuum-Methode

Eine Weiterentwicklung des Wellpoint-Systemes für Grundwasserabsenkung bildet die Vakuum-Methode zur Konsolidierung von sehr feinen wasserhaltigen Schlamm- oder Schluffböden, bei welchen die übliche Wellpoint-Methode infolge der geringen Wasserdurchlässigkeit versagen muss. Diese Böden können nicht, wie bei Grundwasserabsenkungen, unter Verwendung der natürlichen Strömung des Wassers zu den Wellpointfiltern entwässert werden, sondern man ist gezwungen, das kapillarisch gebundene Wasser aus dem Boden herauszupressen. Zu diesem Zwecke wird beim Wellpoint-Filter ein Vakuum erzeugt, und damit im Boden rings um die zu erstellende Baugrube eine Unterdruckzone in Form eines Schirmes erstellt. Der atmosphärische Druck an der Bodenoberfläche und in der umschlossenen Baugrube übt nun den benötigten Druck gegen die künstlich erzeugte Unterdruckzone aus und presst auch das kapillarisch gebundene Wasser aus dem Boden heraus.

Die Installation des Wellpoint-Systemes für die Vakuum-Methode stellt schwierigere Probleme als die Grundwasserabsenkung. Für die Vakuum-Methode ist ein einwandfreier Kiesfilter längs des Wellpointrohres Grundbedingung,

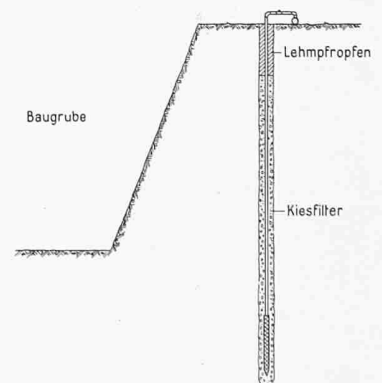


Bild 6. Wellpoint-Filter für die Vakuum-Methode

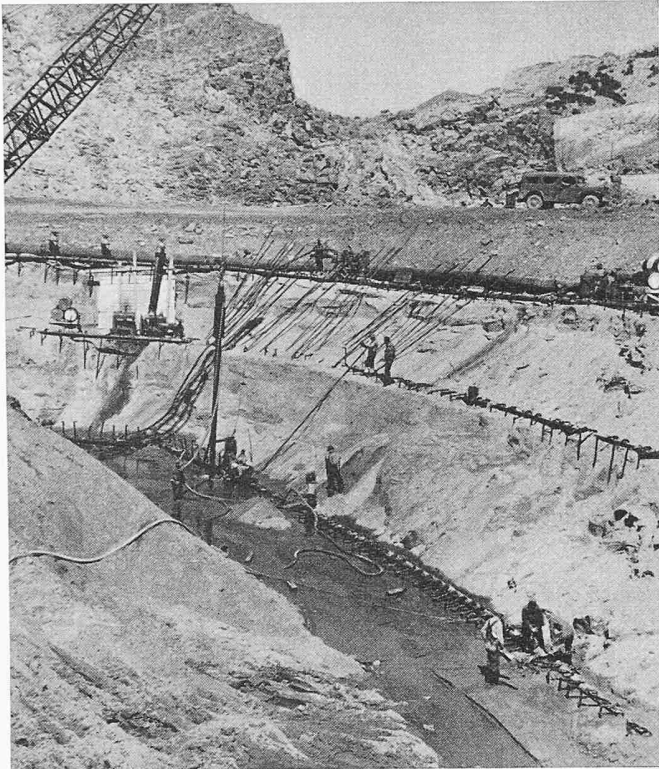


Bild 5. Mehrstufige Wellpoint-Installation beim Bau des Boyson-Dammes am Big Horn River, Wyoming, USA

der bei diesen Böden nur gebildet werden kann, indem man das Einspülloch verrohrt. Zu diesem Zwecke verwendet man zum Einspülen ein schweres Spezialrohr von $\varnothing 200$ mm (Sandingshell), das beim Erstellen des Kiesfilters wieder gezogen wird. Ferner darf der Kiesfilter nun nicht bis an die Oberfläche geführt werden, sondern er muss gegen die Oberfläche durch einen rd. 1 m langen Lehmpropfen möglichst luftdicht abgeschlossen werden (Bild 6). Bei der Vakuum-Methode ist im Gegensatz zur gewöhnlichen Wellpoint-Grundwasserabsenkung der Wasserzufluss zur Pumpe sehr klein, und ihre Aufgabe als Vakuumpumpe ist weit wichtiger. Diese Pumpen sind daher mit stärkeren Vakuumpumpen, mit Leistungen bis zu $3\frac{1}{2}$ m³/min ausgerüstet.

Während bei einer Wellpoint-Grundwasserabsenkung die erstrebte Wasserspiegelabsenkung gewöhnlich schon nach 1 bis 2 Tagen erreicht ist, wird bei der Vakuum-Methode dem Boden das Wasser nur langsam entzogen. Je nach Bodenverhältnissen muss die Anlage eine bis mehrere Wochen in Betrieb sein, bevor mit dem Aushub der Baugrube begonnen werden kann.

Anwendungsbeispiele

Das Wellpoint-Verfahren wurde durch unsere Firma 1951 in der Schweiz eingeführt und zum ersten Mal beim Bau des 400 m langen *Ländernach-Kanales* bei Heerbrugg (Meliora-

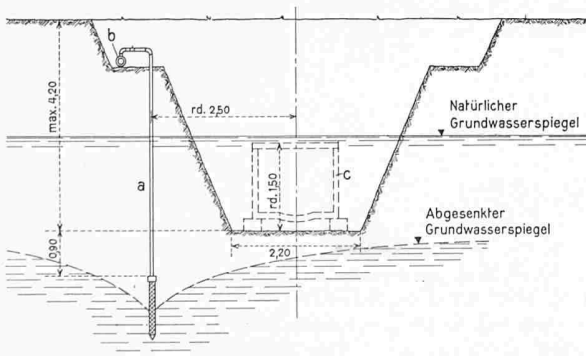


Bild 7. Wellpoint-Grundwasserabsenkung beim Bau des Ländernach-Kanales bei Heerbrugg/SG, 1951. a Filterrohre im Abstand von 1,20 m, b Saugleitung $\varnothing 150$ mm, c Betonkanal aus vorfabrizierten Elementen

tion der Rheinebene) verwendet. Es handelte sich dabei um den Bau eines gedeckten Betonkanales aus vorfabrizierten Elementen (Bild 7). Der Boden bestand aus feinem angeschwemmtem Rheinsand, und der Grundwasserspiegel lag bis zu 1,50 m über der projektierten Kanalsohle. Der Boden war grundbruchgefährlich, und es kam daher für die Wasserhaltung entweder eine Grundwasserabsenkung oder die Ausführung zwischen Spundwänden mit Abpumpen des Wassers aus der Baugrube in Frage.

Die Grundwasserabsenkung nach dem Wellpoint-System, mit Filterrohren längs einer der Aushubböschungen, arbeitete einwandfrei. Das Einspülen der Filterrohre (Bild 8) ergab keine Schwierigkeiten, und die Aushubarbeiten konnten trocken ausgeführt werden. Die Grundwasserabsenkung wurde in Abschnitten von rd. 150 m Länge vorgenommen. Bild 9 zeigt einen Aushubabschnitt, bereit für den Einbau des Kanales. Gemäss Angaben der Bauleitung konnten die Kosten für dieses Bauwerk dank der Anwendung des Wellpoint-Systemes um 25 % gesenkt werden.

Die Bilder 10 bis 12 beziehen sich auf die Grundwasserabsenkung beim Bau eines *Regenklärbeckens* in *Dübendorf*, im Dezember 1954. Es handelt sich um ein kleines Bauwerk mit einer Baugrube von rd. 10 x 15 m. Der Grundwasserspiegel lag etwa 2,40 m über der tiefsten Aushubkote. Der Wasserandrang im kiesig-sandigen Boden war sehr gross. Die Baugrube wurde mit 30 Wellpoint-Filtern umschlossen und konnte mit einer Wellpointpumpe $\varnothing 150$ mm vollständig trockengelegt werden.

In den USA wurden Wellpoint-Grundwasserabsenkungen bei sehr grossen Baugruben mit Erfolg durchgeführt, worüber ich die nachfolgenden kurzen Angaben geben möchte:

Foundation des *Morelos-Stauwehres am Colorado-River, Arizona*: Die tiefste Aushubkote lag 15 m unter dem Wasserspiegel des Flusses. Die Grundwasserabsenkung erfolgte in vier Stufen, wobei bis zu 2150 Wellpoints an 45 Pumpen angeschlossen waren, die dem Boden rund um die Baugrube bis max. 66 m³/min Wasser entzogen («Eng. News-Record» vom 7. Juli 1949).

Beim *Neversink-Erddamm* am Delaware-River bei Liberty NY (Wasserversorgung der Stadt New York, Dammkubatur rd. 6 Mio m³) wurde die Wasserhaltung für den Bau des zentralen, im Grundwasserbereich liegenden Dammschnittes mittels Wellpoint-Installationen durchgeführt. Die Wasserabsenkung mit der mehrstufigen Anlage betrug bis 27 m.

Zur Trockenhaltung der Baugrube für den *Davis-Erddamm* am Colorado-River (Dammkubatur 2,7 Mio m³) wurde das Wellpoint-System mehrstufig installiert. Dabei kamen 27 Pumpen und mehr als 2400 Wellpoints zur Verwendung, welche bis zu 45 m³/min Wasser lieferten («Eng. New-Record» vom 14. 7. 1949).



Bild 8. Ländernach-Kanal, Einspülen der Filterrohre

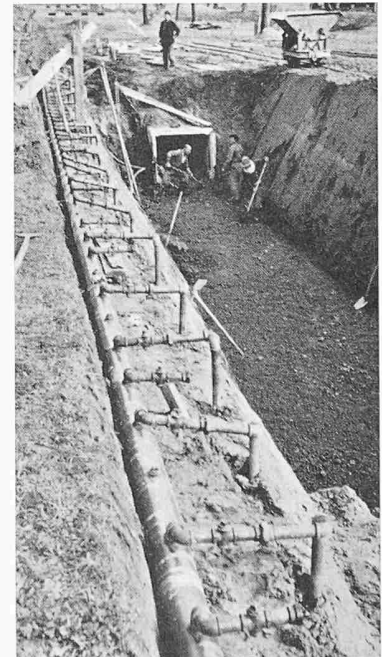
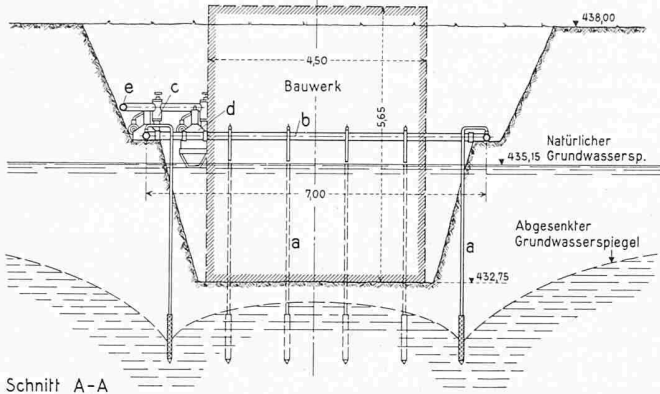


Bild 9 (rechts). Einbau des Betonkanales während der Grundwasser-Absenkung



Schnitt A-A

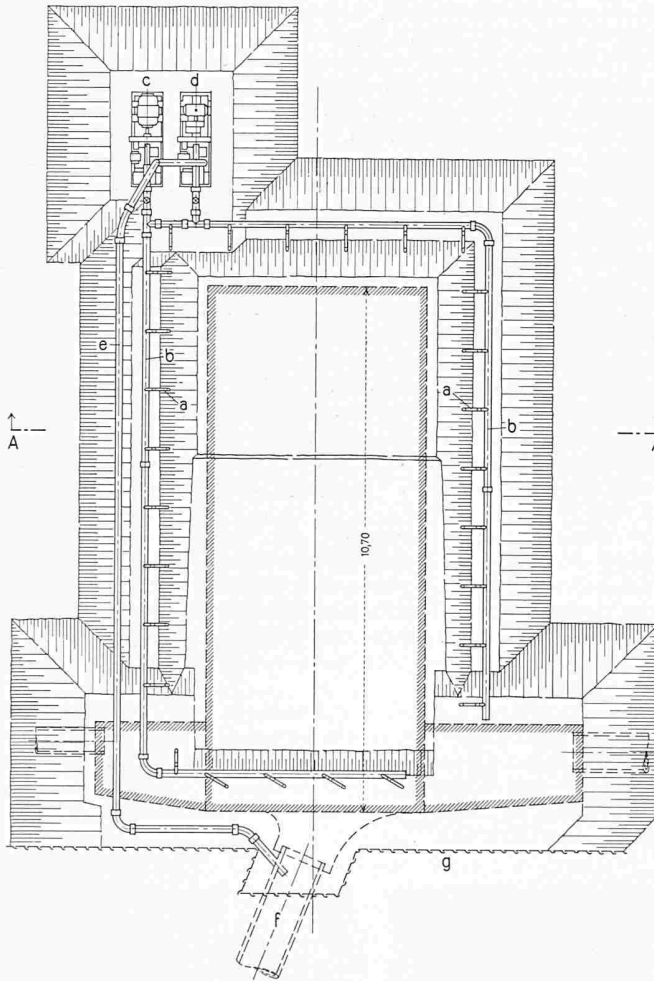


Bild 10. Wellpoint-Installation beim Bau eines Regenklärbeckens in Dübendorf/ZH, 1954. a Wellpoint-Filterrohre, b Saugleitung \varnothing 150 mm, c Wellpointpumpe, d Reservepumpe, e Druckleitung, f Abfluss in bestehende Kanalisation, g Baugrubenabsprissung gegen Strasse mit Kanaldielen

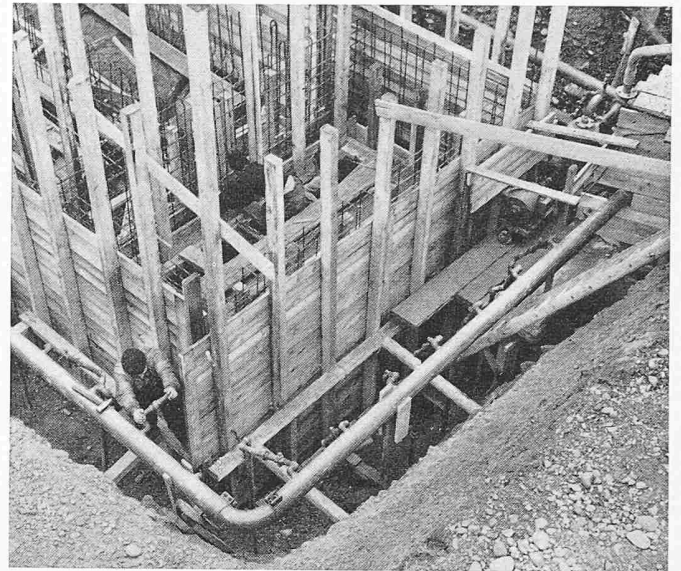


Bild 11. Regenklär Becken Dübendorf, Erstellung des Bauwerkes bei abgesenktem Grundwasserspiegel

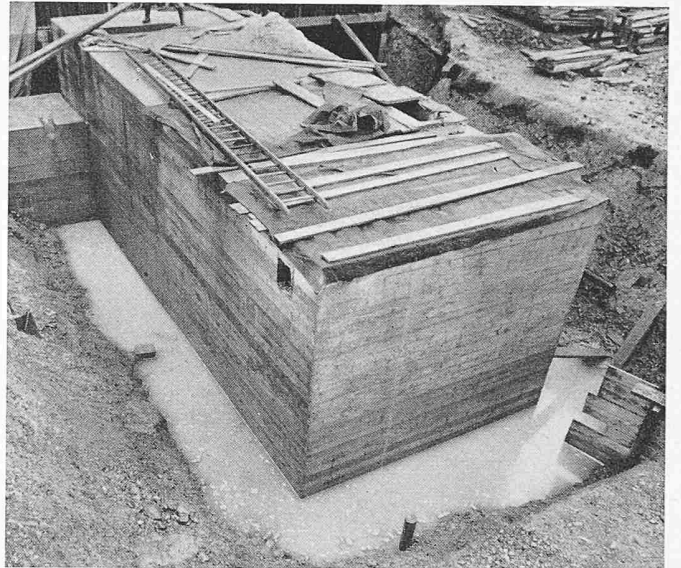


Bild 12. Regenklär Becken Dübendorf, natürlicher Grundwasserspiegel nach Entfernung der Wellpoint-Installation

Wie schon einleitend erwähnt wurde, bleibt die Wellpoint-Grundwasserabsenkung auf die dafür günstigen Verhältnisse beschränkt. Eine eingehende Untersuchung der Bodenverhältnisse mit Probeeinspülungen von einzelnen Wellpoints und anschließenden Pumpversuchen sind für jede Anwendung unerlässlich. Durch solche Versuche können mit geringen Kosten sowohl die Einspülmöglichkeit, als auch die Entwässerungsmöglichkeit weitgehend abgeklärt werden.

Adresse des Verfassers: Dipl. Ing. A. Senn, in Fa. Bless & Co., Bauunternehmung, Zürich 35.

Zum Bau der neuen Teufelsbrücke

Von Prof. Dr. M. Ros, Baden (Aargau)

DK 624.21

Sachverhalt

Der Präsident der Prüfungskommission des Urner Landrates weist in seinem Referat vom 2. März 1955 auf die Tatsache hin, dass das von der vom Eidg. Oberbauinspektorat eingesetzten Expertenkommission für die Ausführung empfohlene Projekt eines flachen Steingewölbes von 68 m Stützweite mit einem Pfeilverhältnis von 1 : 8,5 und einer Gesamtbreite von 8,9 m, aus vorfabrizierten Betonsteinen, unarmiert mit Granitverkleidung der Untersicht und der Stirnwände

(Bild 1) teurer zu stehen kommt als der vom Kantonsingenieur in Vorschlag gebrachte Eisenbetonbogen von gleicher Stützweite mit der Fahrtafel in vorgespanntem Beton (Bild 2). Die Prüfungskommission gibt ihrem Bedauern Ausdruck, dass der Bund nicht dem Projekt der Regierung des Kantons Uri den Vorzug eingeräumt hat ¹⁾.

¹⁾ Luzerner Tagblatt vom 3. März 1955