Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67 (1949)
Heft: 23

Artikel: Horizontale Bohrungen in Lockergesteinen
Autor: Fehlmann, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84075

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: 10.07.2025

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

Raum hineinragender Seitenaltar, die Kanzel und der Hauptaltar sind die einzigen Objekte, die den Raum bereichern. Die einfachen Bänke sind dem Charakter des Gotteshauses angemessen. Es darf als erfreulich bezeichnet werden, dass keine Kinobestuhlung gewählt wurde.

Die gewölbte Betondecke, die auf Hetzerbindern und einer sichtbaren Holzbalkenlage ruht, ist mit Sperrholztafeln verkleidet. Diese Konstruktion wurde aus Gründen der Sparsamkeit angewandt, denn es erübrigte sich deshalb das kostspielige Lehrgerüst. Wenn man dieses Argument kennt — die ganze Kirche durfte bei einem Rauminhalt von 6000 m³ nicht mehr als 220 000 Fr. kosten — wird man sich auch mit den zunächst fremd wirkenden Zugbändern befreunden können.

H. Marti

Horizontale Bohrungen in Lockergesteinen

Von Ing. Dr. H. FEHLMANN, Bern DK 628.112.2

I. Die Bohr-Verfahren

In kernfähigem Gebirge werden mit Rotations-Bohrmaschinen seit langer Zeit Bohrungen in beliebigen Richtungen ausgeführt. Sie dienen der Untersuchung von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe, der Klärung von Baugrundfragen, der Feststellung und Fassung von Quellen und andern Zwecken. In Lockergesteinen dagegen wurden bis vor kurzem ausschliesslich vertikale Bohrungen abgeteuft, weil die Lockergesteine in der Regel Wasser führen und der hydrostatische Druck dem Vortrieb geneigter oder horizontaler Bohrungen bedeutende Schwierigkeiten entgegensetzt.

Es ist das Verdienst des amerikanischen Ingenieurs L. Ranney, die Technik der horizontalen Bohrung in Lockergesteinen[1]) für die Fassung von Grundwasser und die Gewinnung von Erdöl zuerst ausgebildet zu haben. Sein Verfahren besteht darin, dass mit Hilfe von hydraulischen Pressen schlitzgelochte Rohre vorgetrieben werden, die nach Fertigstellung der Bohrung die Funktion von Filterrohren übernehmen. Nach dieser Technik wurde in USA, schon vor dem zweiten Weltkrieg, insbesondere aber während und nach demselben eine grössere Zahl von Grundwasserfassungen ausgeführt, die gestatten, den Grundwasserträgern ein Vielfaches der Wassermenge vertikaler Filterbrunnen zu entnehmen. Dazu gewährleisten diese Fassungen dank der grossen Eintrittsfläche eine minimale Absenkung des Grundwasserspiegels.

Diese einleuchtenden Vorteile veranlassten den Verfasser und die A.-G. für Grundwasserbauten in Bern schon 1938 zur Aufnahme von Untersuchungen und Studien, die den Zweck hatten, die Technik der horizontalen Bohrungen in Lockergesteinen zu verbessern. Das Ranney-Verfahren weist in der Tat verschiedene wirtschaftliche und technische Nachteile auf. Es ist selbstverständlich, dass die schlitzgelochten Bohrrohre kräftig dimensioniert sein müssen, um der Beanspruchung zu genügen. Sie sind infolgedessen sehr teuer. Mit Rücksicht auf die Festigkeitsanforderungen dürfen ihre Eintrittsöffnungen ein gewisses Mass nicht überschreiten. Beim Vortrieb der gelochten Rohre besteht im weitern die Möglichkeit, dass ein Teil der Schlitze durch eingeklemmte Steine verstopft werden. Noch mehr ins Gewicht fällt aber die Gefahr der Abschwemmung von Feinsand, was in Schlammsand-Schichten zu Grund- und Tagbrüchen und mit der Zeit zur Gefährdung des Betonschachtes und benachbarter Bauobjekte führen kann.

Diese Ueberlegungen führten uns zur Ausbildung einer neuen Technik der horizontalen Bohrungen. Sie besteht darin, dass nicht ein schlitzgelochtes, sondern ein vollwandiges Rohr mit einem verlorenen Rohrkopf vorgetrieben wird. Ist die Bohrung fertig, so wird ein schlitzgelochtes Filterrohr in das Bohrrohr eingesetzt. Dann werden die dickwandigen Bohrrohre zurückgezogen, wobei der Pilot an seiner Stelle bleibt und den Abschluss des Filterrohres bildet. Die Durchbildung dieser neuen Technik stiess auf bedeutende Schwierigkeiten. Zuerst musste das Problem der Dichtung zwischen Führungsrohr und Bohrrohr gelöst werden. Sodann zeigte es sich, dass die Form des Piloten, insbesondere dessen Oeffnungen für die Entnahme des Bohrgutes, von wesentlicher Bedeutung für die wirtschaftliche Durchführung der horizontalen Bohrungen sind. Aber auch der Rückzug der Bohrrohre durch die zylindrischen Führungsrohre stiess auf Schwierigkeiten, bis die letztgenannten konisch ausgebildet wurden. Obwohl unsere Bohrtechnik noch verfeinert werden kann, sind heute, wie die ausgeführten Arbeiten zeigen, alle wesentlichen Schwierigkeiten überwunden.

Gegenüber dem amerikanischen Verfahren bietet unser schweizerisches Verfahren die folgenden Vorteile:

1. Die teuren Bohrrohre können für die Ausführung weiterer Bohrungen verwendet und durch verhältnismässig billige Filterrohre ersetzt werden;
2. an Hand des gewonnenen Bohrgutes kann für jedes Bohrloch ein Bohrprofil, genau wie für vertikale Bohrungen, aufgezeichnet werden. Neben dem Bohrgut geben Druckdiagramm und Spülwasser wertvolle Hinweise auf die durchfahrenen Schichten;
3. werden Feinsandschichten durchstossen, so kann zur Vermeidung von Grundbrüchen und ihren Folgen an der betreffenden Stelle das schlitzgelochte Rohr mit Filtergewebe versehen oder durch ein vollwandiges Rohr ersetzt werden;
4. die Schlitzlochung, d. h. die Grösse der Eintrittsfläche kann der Korngrösse der durchfahrenen Schichten angepasst werden;
5. die Möglichkeit der Verminderung der Eintrittsfläche durch das Einklemmen kleinerer Steine ist ausgeschaltet.
6. Zur Erreichung grosser Längen können die Bohrungen teleskopiert werden.

[1]) Siehe *M. Wegenstein* in SBZ 1947, Nr. 44, S. 603*.

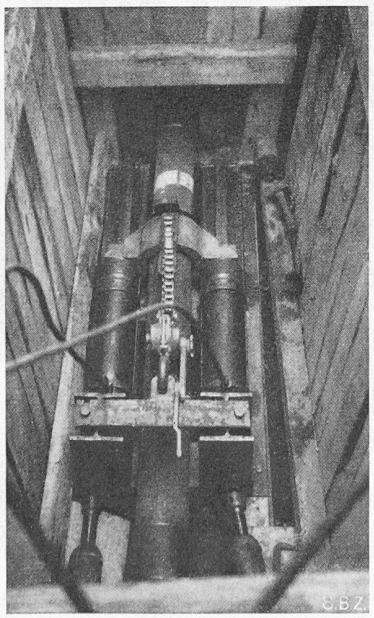


Bild 1. Horizontalbohr-Installation in gespriesstem Schacht

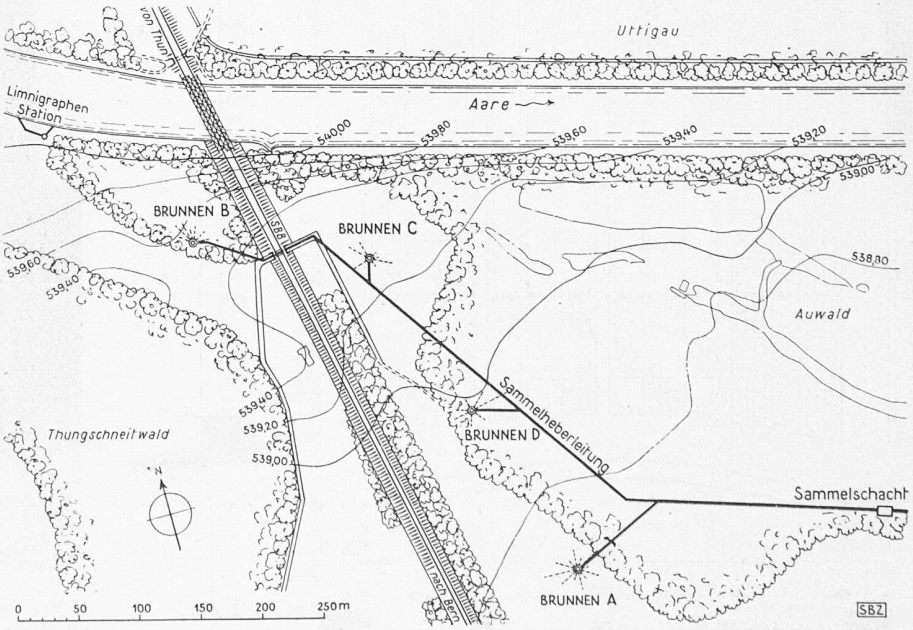


Bild 2. Lage der Brunnen im Fassungsgelände des Aaretal-Grundwasserwerks bei Kiesen. Kurven des Grundwasserstandes am 8. Mai 1947. Masstab 1 : 6000

II. Die horizontalen Fassungen für das Aaretal-Grundwasserwerk der Stadt Bern

1. Die horizontalen Bohrungen

Im Jahre 1941 machten wir der Wasserversorgung der Stadt Bern den ersten generellen Vorschlag für die Ausführung einer horizontalen Grundwasserfassung. Während des Krieges war es leider unmöglich, die notwendigen Spezialmaschinen und insbesondere geeignete Bohrrohre zu erhalten.

Die ersten versuchsweisen Ausführungen konnten deshalb erst im Sommer 1946 auf dem Werkhof der A.-G. für Grundwasserbauten in Bern-Liebefeld gemacht werden. Es wurden dazu Stahlmuffenrohre ⌀ 178/169 mm verwendet, die mit einem vollwandigen Rohrkopf abgeschlossen waren. Für den Vortrieb stand eine hydraulische Presse mit einer maximalen Druckkraft von 100 t zur Verfügung. Der Vor- und Rückschub der beiden Zylinder, die auf einem Schlitten gelagert waren, wurde mit Hilfe eines Klemmkopfes auf das Bohrrohr übertragen. Die Vortriebs-Apparatur war in einem gespriessten Schacht von etwa 3 m Tiefe montiert (Bild 1). Die Bohrungen, die in hart gelagerten Lehm zu liegen kamen, konnten ohne Schwierigkeit auf etwa 20 m vorgestossen und die Rohre nachher wieder zurückgezogen werden.

Im Frühling 1947 wurden mit der gleichen Installation die ersten horizontalen Bohrungen für das Aaretal-Grundwasserwerk der Stadt Bern in Kiesen[2]) in Angriff genommen (Bild 2). Es handelte sich um die Bohrungen des Schachtes B, die in grobblockigen und zum Teil verkitteten Schottern liegen. Es zeigte sich bald, dass die für die Versuche in Bern verwendeten Geräte für diese schwierigen Verhältnisse nicht genügten. Die Bohrrohre waren zu schwach und mussten durch starkwandige Stahlrohre ⌀ 191/161 mm ersetzt werden. Zur Vereinfachung der schwierigen Dichtungsprobleme erhielten die Bohrrohre eine Gewindeverbindung ohne Muffen. Der Rohrkopf (Pilot) wurde mit Oeffnungen versehen, die gestatten, dem Grundwasserträger Sand und Kies bis 30 mm Korngrösse zu entnehmen (Bild 3).

Mit dieser, nach und nach ergänzten und abgeänderten Apparatur, wurden in Kiesen vom Juni 1947 bis zum Juni 1948 im ganzen 35 Bohrlöcher mit einer totalen Länge von 490,88 m vorgetrieben und 466,25 m vollwandige und gelochte Filterrohre verlegt. Der hydrostatische Druck, unter dem die Bohrungen ausgeführt werden mussten, wechselte zwischen 12 und 15 m. Neben einem langen Bohrloch (20 bis 30 m) kam auf Anordnung der Bauleitung in der Regel ein kurzes (10 bis 15 m) zur Ausführung. Die grösste Bohrlochlänge betrug 32,5 m.

Die Erfahrungen von Kiesen haben gezeigt, dass Steine bis Kopfgrösse durch den Piloten beiseite geschoben werden. Lehm- oder Feinsand-Linsen, die kein Wasser führen, wurden mit Hilfe der Spülung durchstossen. Dagegen bildeten grosse Findlinge, konglomeratartig verkittete Kiesschichten oder hartgelagerte Moräne Hindernisse, die in der Regel nicht durchfahren werden konnten. Für die Ausführung von horizontalen Fassungen ist dies nicht von Bedeutung, da die Findlinge mit zusätzlichen Bohrungen im gleichen oder in einem andern Horizont umgangen werden können und verkittete Kies- und Moräneschichten kein Wasser führen. Für den Vorschub genügte in der Regel eine Druckkraft von etwa 35 t; für den Rückzug ein solcher von 25 t. Pro laufenden Meter Bohrung wurde den durchfahrenen Schichten 100 bis 150 l Kies-Sand entnommen.

[2]) Siehe *H. Gubelmann* im «Monatsbulletin SVGW» 1947, Nr. 12, S. 269*.

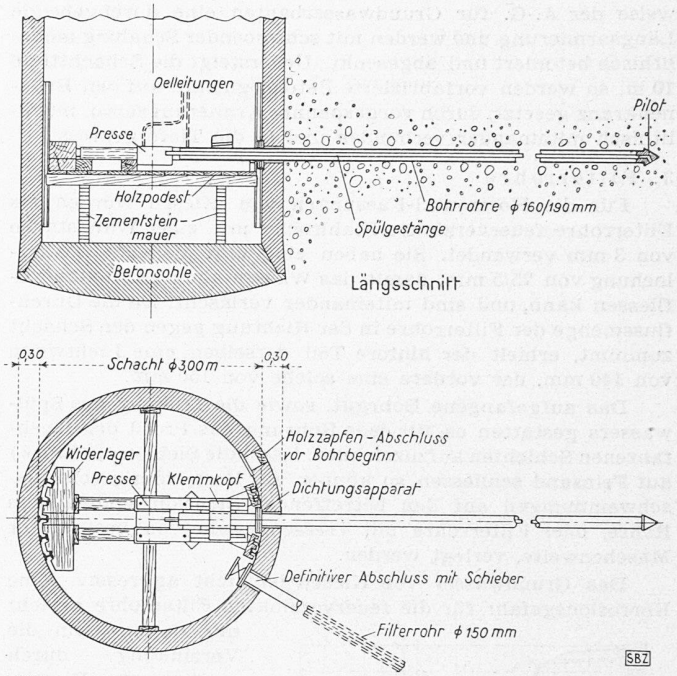


Bild 3. Schema der Horizontalbohrungen, Masstab 1 : 100

2. Die Schächte

Die lichte Weite des Schachtes wird einerseits durch den Vortrieb und Rückzug der Bohrrohre und das Verlegen der Filterrohre, anderseits durch seine Funktion als Sammel-Schacht (langsamer Anlauf der Filterrohre) bestimmt. Für die Schächte von Kiesen wurde eine Lichtweite von 3,0 m und eine Wandstärke von 0,30 m gewählt. Es hat sich herausgestellt, dass diese Schächte ein bequemes Arbeiten gestatten und unter normalen Verhältnissen genügend Raum für die Abschluss-Schieber der Filterrohre und für die Montage der Pumpen bieten.

In Kiesen wurden die Schächte B, C (Bild 4) und D mit Druckluft, der Schacht A dagegen in offener Bauweise abgeteuft. Ein Vergleich der Kosten[3]) lässt scheinbar auf die wirtschaftliche Ueberlegenheit der Druckluft-Bauweise schliessen. Bei diesem Vergleich muss aber berücksichtigt werden, dass der mit Kiespumpe und Greifer abgeteufte Schacht A infolge der ungenügenden Erfahrungen überdimensioniert und der Bauplatz daher unrationell installiert wurde. Die Absenkung des Schachtes geschah mit einem Brunnenkranz und vorfabrizierten Betonrohren von einer Bauhöhe von 0,75 m, deren Längsarmierungen miteinander verbunden wurden (Bild 5).

Da die Wirtschaftlichkeit der horizontalen Fassungen zum Teil von den Baukosten der Schächte abhängt, müssen diese möglichst rationell erstellt werden. Beträgt die Schachttiefe nur 8 bis 10 m, so erhalten die Schächte nach der Bau-

[3]) Siehe *H. Gubelmann* im «Monatsbulletin SVGW» 1948, Nr. 12, S. 310*.

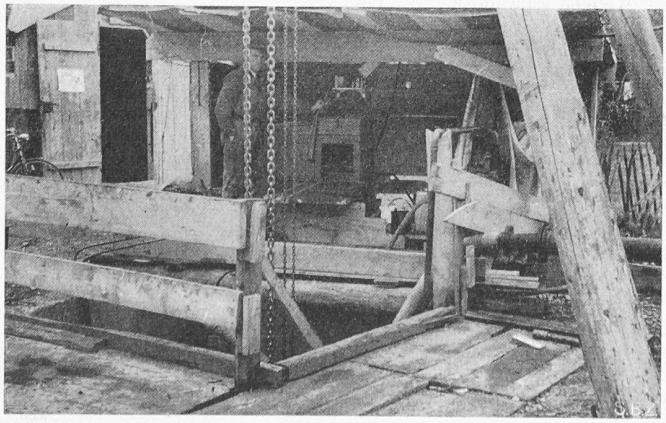


Bild 4. Installation über Tag des Schachtes C in Kiesen

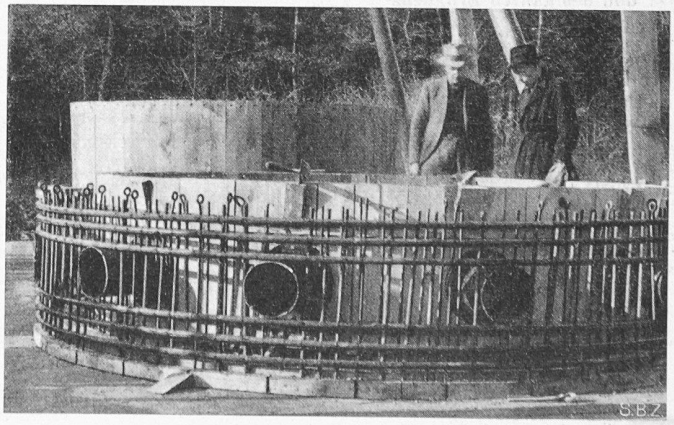


Bild 5. Brunnensegment mit Führungsrohren

weise der A.-G. für Grundwasserbauten eine durchgehende Längsarmierung und werden mit schwebender Schalung monolithisch betoniert und abgesenkt. Uebersteigt die Schachttiefe 10 m, so werden vorfabrizierte Betonsegmente auf den Brunnenkranz gesetzt, durch vorgespannte Armierungseisen monolithisch miteinander verbunden und in die Tiefe gepresst.

3. Filterrohre

Für die Horizontal-Fassungen von Kiesen wurden als Filterrohre feuerverzinkte Stahlrohre mit einer Wandstärke von 3 mm verwendet. Sie haben eine durchgehende Schlitzlochung von 25/5 mm, damit das Wasser auch von unten zufliessen kann, und sind miteinander verlascht. Da die Durchflussmenge der Filterrohre in der Richtung gegen den Schacht zunimmt, erhielt der hintere Teil derselben eine Lichtweite von 140 mm, der vordere eine solche von 150 mm.

Das aufgefangene Bohrgut, sowie die Trübung des Spülwassers gestatten es, für jede Bohrung das Profil der durchfahrenen Schichten aufzuzeichnen. Lässt die Siebkurve (Bild 6) auf Feinsand schliessen, so können zur Vermeidung von Ausschwemmungen auf den betreffenden Strecken vollwandige Rohre, oder Filterrohre mit Tressengewebe von bestimmter Maschenweite, verlegt werden.

Das Grundwasser von Kiesen ist nicht aggressiv. Eine Korrosionsgefahr für die feuerverzinkten Filterrohre besteht nur dann, wenn die Verzinkung durch mechanische Einwirkung beschädigt wird. Eine solche Beschädigung ist aber bei sorgfältiger Verlegung der Filterrohre nach unserem Verfahren kaum möglich. In aggressivem Grundwasser werden die Filterrohre phosphatiert (parkerisiert) und mit einem dreimaligen Anstrich eines Speziallackes (Produkt auf der Basis von Vinylchlorid mit sehr grosser Haftfestigkeit) versehen. Es können auch Filterrohre aus nichtrostendem Stahl oder Kupfer verwendet werden. Die gestrichenen Filterrohre bieten aber den Vorteil, dass sie elektrisch nicht leitend sind und dass ihr Anstrich einer Spannung von 5000 bis 6000 Volt zu widerstehen vermag.

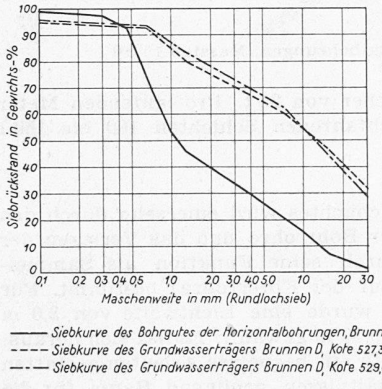


Bild 6. Siebkurve des Bohrgutes und des Grundwasserträgers in Kiesen (vgl. Bild 2)

Es sei in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam gemacht, dass Filterrohre, die nach einer gewissen Zeit nicht mehr die ursprüngliche Ergiebigkeit aufweisen, ohne Schwierigkeiten ersetzt werden können. Zu diesem Zwecke werden am besten von Anfang an eine Anzahl überzählige Führungsrohre in den Betonschacht eingebaut. Es ist sogar möglich, neue Bohrungen anzusetzen und Ersatz-Filterrohre zu verlegen, wenn der Einbau der Führungsrohre unterlassen wurde.

4. Die Ergebnisse der vorläufigen Pumpversuche

Da beabsichtigt ist, die Pumpversuche in Kiesen weiter zu führen[4]) und erst die Inbetriebnahme der Fassungsanlage ein endgültiges Bild über ihre Leistungsfähigkeit ergibt, soll der in Aussicht stehenden eingehenden Publikation von Ober-Ingenieur H. Gubelmann nicht vorgegriffen werden. Wir beschränken uns deswegen auf die folgenden Feststellungen:

a) Die Pumpversuche in den Schächten B und D ergaben für die einzelnen Filterrohre bei einer Absenkung von 2,50 m Zuflüsse von 1500 l/min bis 4000 l/min. Der Gesamtzufluss im Schacht B (Bild 7a, geringe Ergiebigkeit wegen verkitteten Schichten, da der Zufluss aus dem Caisson vernachlässigt werden kann) betrug 7600 l/min oder für jedes Filterrohr im Mittel 850 l pro min. Für den Schacht D (Bild 7b) stieg der mittlere Zufluss pro Filterrohr auf rd. 2300 l/m in und der Gesamtzufluss auf 16200 l/min. Für die Schächte A und C war er ungefähr gleich gross. Durch Erhöhung der Zahl und der Länge der versetzten Filterrohre hätte der Ertrag der Brunnen noch wesentlich gesteigert werden können.

b) Die Ergiebigkeit der vier horizontalen Fassungen gestattete die Reduktion der ursprünglich vorgesehenen Filterrohrlänge von 1000 m auf 466,25 m.

c) Nach dem ursprünglichen Projekt sollte die Fassungsanlage vorläufig auf eine Wassermenge von 40000 l/min ausgebaut werden. Der Vollausbau auf 60000 l/min war erst später vorgesehen. Die Pumpversuche ergaben für alle vier Brunnen einen gesamten Ertrag von 53100 l/min bei einer Absenkung von 2,50 m.

d) Im Jahre 1935 wurden durch Pumpversuche in einigen Sondierbohrungen in der Nähe der ausgeführten Schächte für Entnahmemengen von 3000 bis 4600 l/min Absenkungen von 3,08 m bis 4,47 m festgestellt.

Die Absenkung in den horizontalen Fassungen von 2,50 m ist daher sehr niedrig. Wird sie noch etwas erhöht, so kann den vier Brunnen ohne Schwierigkeit die endgültige Wassermenge von 60000 l/min entnommen werden.

5. Die Wirtschaftlichkeit

Wenn die Kosten der horizontalen Fassungen in Kiesen mit den mutmasslichen Kosten verglichen werden, die eine Anlage gleicher Leistungsfähigkeit mit vertikalen Brunnen verursacht hätte, so muss zum voraus berücksichtigt werden, dass die Fassungen von Kiesen nach einem neuen Bauverfahren ausgeführt wurden und daher teurer zu stehen kamen, als dies später der Fall sein wird.

[4]) Siehe Fussnote 3.

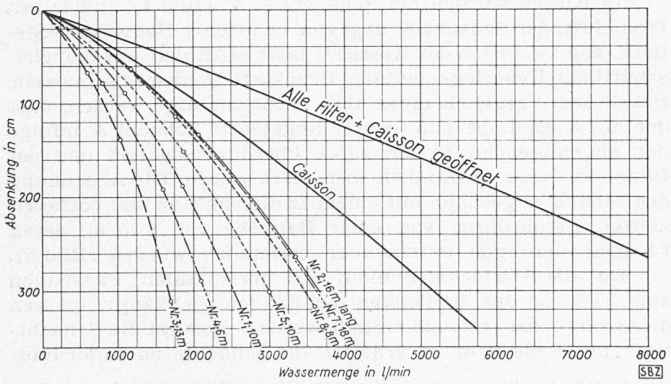


Bild 7a. Brunnen B in Kiesen: Ertrag der einzelnen Filterrohre und des ganzen Brunnens

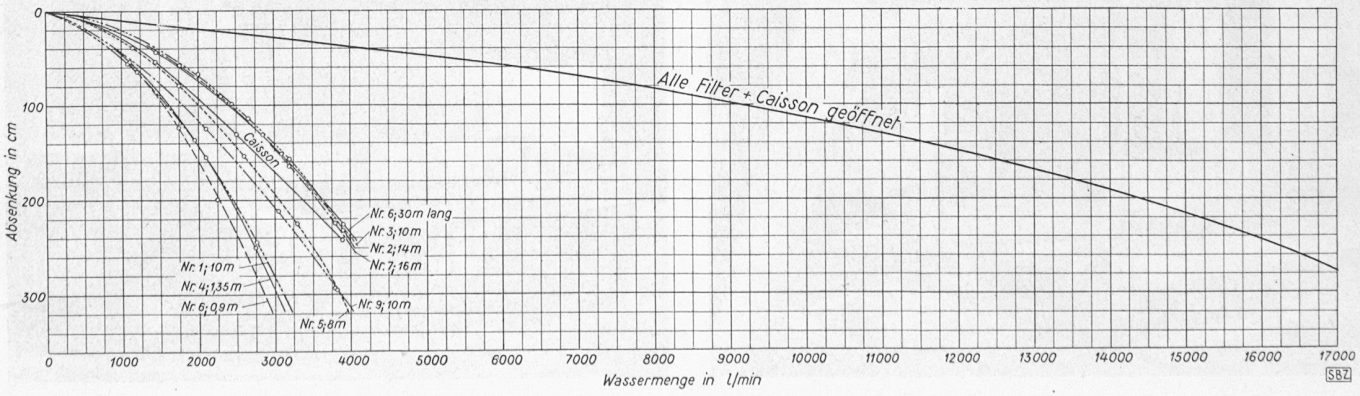
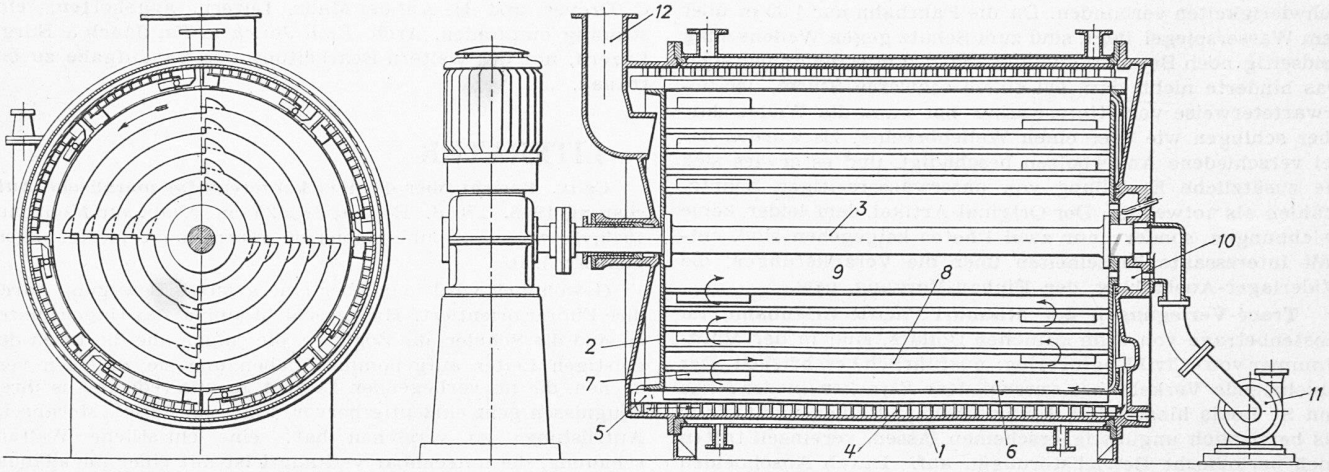


Bild 7b. Brunnen D in Kiesen: Ertrag der einzelnen Filterrohre und des ganzen Brunnens



Kontinuierlich arbeitender Verdampfer der Firma Rose, Downs & Thompson Ltd., Hull (England). Legende im Text

Im Auftrag der Wasserversorgung der Stadt Bern stellte die A.-G. für Grundwasserbauten im April 1946 einen ungefähren Kostenvoranschlag für eine Fassungsanlage mit vertikalen Brunnen auf. Auf Grund der 1935 ausgeführten Pumpversuche in den Sondierbohrungen konnte bei einer Absenkung von 2,50 m die mittlere Ergiebigkeit eines Filterbrunnens von 18 bis 20 m Tiefe, Bohrrohrdurchmesser 2000/1500 mm, Filterrohrdurchmesser 800 mm, zu 3500 l/min angenommen werden. Die Kosten eines Brunnens einschliesslich der Meisselarbeiten wurden auf rd. 25 000 Fr. berechnet. Wenn wir dem Vergleich die gepumpte Wassermenge aus den horizontalen Fassungen von 53 100 l/min bei der gleichen Absenkung von 2,50 m zu Grunde legen, so hätten dafür 15 vertikale Brunnen der vorher beschriebenen Grösse erstellt werden müssen. Die Baukosten hätten infolgedessen 375 000 Fr. betragen. Nach den Mitteilungen von Ober-Ing. Gubelmann kamen die vier horizontalen Fassungen dagegen auf 365 683 Fr. zu stehen [5]).

Wichtiger als diese verhältnismässig bescheidene Einsparung ist aber die Kostenverminderung, die mit den horizontalen Fassungen dank der Vereinfachung der Wasserableitungen, der Saugrohre, Abschlussorgane usw. erzielt werden kann. Nach den überschlägigen Berechnungen der Wasserversorgung der Stadt Bern betragen diese Einsparungen mindestens 300 000 Fr. Von noch grösserer wirtschaftlicher Bedeutung wäre aber die Einsparung des zweiten Ausbaues der Fassungsanlage, die auf dem linken Aareufer oberhalb der Eisenbahnbrücke vorgesehen ist und heute mindestens 3 Millionen Franken kosten würde. Nach den bisherigen Ergebnissen darf diese Einsparung mit Sicherheit erwartet werden.

(Schluss folgt)

MITTEILUNGEN

Das Saminawerk der Liechtensteinischen Kraftwerke Vaduz. Dieses Kraftwerk, dessen Bau am 15. Juni 1947 vom Liechtensteinischen Volk beschlossen worden war, und das im November 1949 mit einer ersten Maschinengruppe in Betrieb kommen soll, nützt den vollständig im Fürstentum Liechtenstein gelegenen, parallel zum Rhein verlaufenden Saminabach aus. Sein Wasser wird auf Kote 1295,5 gefasst, in einer rd. 1,55 km langen Hangleitung (wovon rd. 1,4 km aus Superbeton-Schleuderröhren von 1,00 m ∅, geliefert von der Firma Hunziker & Cie., Brugg, bestehen) und einem 2,085 km langen Druckstollen von 1,8 m ∅ durch den Kulmen, d. h. den Bergrücken zwischen Samina und Rheintal hindurch zum Wasserschloss geleitet und von dort in einer rd. 2 km langen Druckleitung (Gebr. Sulzer, Winterthur) von 700 bis 600 mm ∅ der am Südausgang von Vaduz auf Kote 459,62 (Turbinenachse) gelegenen Zentrale zugeführt. Der Saminabach wird durch einen Erddamm gestaut, in dessen Mitte ein Saugüberfall und ein Grundablass in Eisenbeton eingebaut sind, die zusammen ein Katastrophen-Hochwasser von 90 m³/s abführen können. Das Becken fasst 61 800 m³; das Einzugsgebiet 13,15 km². Der Malbrunbach wird in das Becken eingeleitet. Das Werk ist für ein Nettogefälle von 828,7 bis 822,7 m und eine Wassermenge von 2 × 0,47 m³/s gebaut, die in zwei Maschinensätzen verarbeitet werden. Diese bestehen aus je einer Peltonturbine (Escher Wyss A.-G, Zürich) von 4510 bis 4480 PS bei 1000 U/min, die mit je einem Drehstromgenerator (Brown Boveri & Cie., Baden) von 4000 kVA und 10 500 V gekuppelt ist. Das Werk vermag jährlich 34 Mio kWh zu liefern, davon etwa 40 % Winterenergie. Die Baukosten sind zu 8,9 Mio Fr. veranschlagt. In einem spätern Ausbau soll durch Zuleiten des Valorschbaches die Wassermenge auf 1,41 m³/s gebracht und mit einer dritten Gruppe die Energieproduktion auf 41 Mio kWh pro Jahr erhöht werden. Dipl. Ing. *H. Eichenberger*, Zürich, der die Projektierung und Oberbauleitung des tiefbautechnischen Teils besorgte, gibt eine ausführliche Beschreibung in «Wasser- und Energiewirtschaft» Nr. 4 vom April 1949.

[5]) Siehe Fussnote 3.

Kontinuierlich arbeitende Verdampfer. Zum Ausdampfen von Lösungsmittel (z. B. Trichlorethylen) hat die englische Firma Rose, Downs and Thompson, Ltd., in Hull einen Apparat entwickelt, der in kontinuierlichem Verfahren eine sehr weitgehende Ausdampfung und grosse Leistung auf minimalem Raum ermöglicht. Der Apparat besteht aus einem mit Dampf geheizten Mantel 1 (obenstehendes Bild), in dem sich ein trommelartiger Rotor 2 um eine horizontale Achse 3 dreht. Am Umfang der Trommel sind Rippenbänder 4 schraubenförmig aufgesetzt, durch welche die bei 5 in das Gehäuse eingeführte Lösung von links nach rechts bewegt wird. Zwischen den Rippen verhindern gelenkig eingebaute Schaber, die durch die Zentrifugalkraft leicht an die innere Gehäusewand angedrückt werden, das Festsitzen von Lösungsbestandteilen. Im ersten Durchgang längs der geheizten Gehäusewand verdampft der Hauptteil des Lösungsmittels. Die Dämpfe ziehen durch den Stutzen 12 ab. In der rechtsseitigen Stirnwand der Trommel ist nahe am Umfang eine segmentförmige Oeffnung ausgespart, durch die die nur noch wenig Lösungsmittel enthaltende Flüssigkeit in eine äussere Ringkammer 6 eintritt, diese bei der Rotation von rechts nach links im Gegenstrom zu den bei der weiteren Ausdampfung entstehenden Lösungsmitteldämpfen durchströmt, dann durch eine schlitzförmige Oeffnung 7 in eine Ringkammer 8 übertritt und schliesslich im letzten Stadium der Ausdampfung sich in der innersten Kammer 9 sammelt, von wo die von Lösungsmittel befreite Flüssigkeit in die in der Gehäusestirnwand eingebaute Kammer 10 übertritt und der Pumpe 11 zufliesst. Der Apparat ist in «The Engineer» vom 18. März 1949 näher beschrieben.

Die schwimmende Strassenüberführung über den Devent River in Tasmanien (Australien) von rund 1 km Länge, ist in der März-Nummer von «Concrete» ausführlich beschrieben. Die Strasse ruht auf 24 Eisenbeton-Pontons von je 40 m Länge, 12 m Breite und 3 m Tiefe, die durch Schweissung fest untereinander verbunden sind und die im Grundriss ein gegen das Oberwasser hin vorspringendes Gewölbe bilden. Gegenüber einer Brücke, deren Kosten nicht aufzubringen gewesen wären, erwies sich die Ponton-Lösung als viel ökonomischer. Zur Schiffdurchfahrt ist beim westlichen Widerlager eine 43,5 m weite Hubbrücke eingebaut. Das Einschwimmen des liegenden Gewölbes erfolgte in zwei Hälften zu je zwölf, nach ihrer Vorfabrikation zusammengehängten Pontons; es war wegen zeitweise starkem Wind mit mancherlei