

Horizontale Bohrungen in Lockergesteinen

Autor(en): **Fehlmann, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67 (1949)**

Heft 24

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84076>

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.

Horizontale Bohrungen in Lockergesteinen

Von Ing. Dr. H. FEHLMANN, Bern

DK 628.112.2

(Schluss von Seite 329)

III. Die Anwendungsmöglichkeiten

Die Horizontal-Bohrungen in Lockergesteinen ermöglichen zum Teil neuartige Lösungen verschiedener Bauaufgaben, die für den Ingenieur von Interesse sind. Die Wirtschaftlichkeit dieser Lösungen muss jedoch für jeden einzelnen Fall durch Vergleich mit dem Kostenaufwand nach den bisherigen Baumethoden geprüft werden. Wir wollen im Nachstehenden versuchen, die Anwendungsmöglichkeiten der neuen Bohrtechnik aufzuzeigen, bzw. einige neue Lösungen kurz beschreiben, obwohl darüber heute noch kein umfassender Überblick gegeben werden kann. Dabei beschränken wir uns ausschliesslich auf die schweizerischen Verhältnisse und auf die in unserem Lande ausgeführten Arbeiten.

1. Die Grundwasserfassungen

Das dankbarste Anwendungsgebiet sind vorläufig die Grundwasserfassungen. Gegenüber den bisher üblichen Filterbrunnen ist eine horizontale Fassung wirtschaftlich, wenn es sich um grössere Grundwassermengen handelt, für deren Gewinnung verschiedene Filterbrunnen mit einem Sammelschacht notwendig wären. Es kommt aber für die Wahl einer horizontalen Fassung nicht nur auf die Grösse der benötigten Wassermenge, sondern auch auf die Zusammensetzung des Grundwasserträgers an. Besitzt dieser eine geringe Durchlässigkeit (z. B. Feinsand mit und ohne Kies, usw.), so können mit horizontalen Fassungen, dank der grösseren Eintrittsfläche der Filterrohre, wesentlich grössere Wassermengen als mit den bisher üblichen Filterbrunnen gewonnen werden und zwar mit einer wesentlich geringeren Absenkung.

Ausserdem bieten die horizontalen Filterrohre die Möglichkeit, das Grundwasser auf ganz bestimmten Horizonten zu fassen. Das ist von Bedeutung, wenn es sich um die Gewinnung von weicherem Grundwasser aus einer bestimmten Schicht handelt, oder wenn z. B. in den Dünen das Süsswasser unmittelbar über dem Meeresspiegel gefasst werden muss.

Aber auch bei wenig mächtigen Grundwasserträgern ist die Verwendung horizontaler Fassungen in vielen Fällen angezeigt, weil das Wasser unmittelbar über der undurchlässigen Schicht gewonnen werden kann. Die neue Technik gestattet daher, dem Grundwasserträger nicht nur die grösstmögliche Wassermenge, sondern auch das am besten filtrierte Grund-

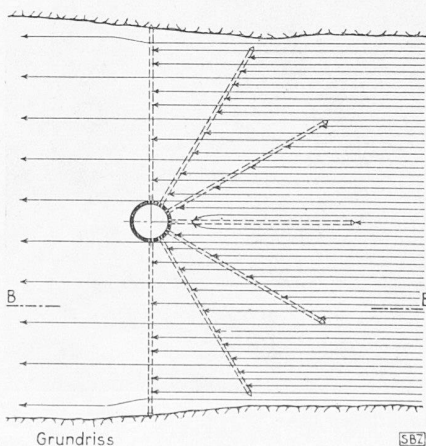
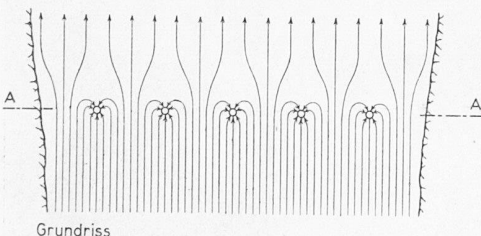
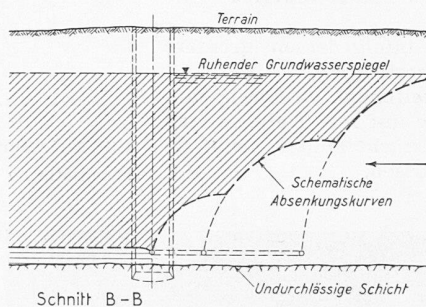
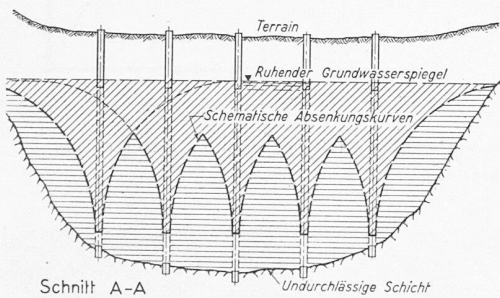
wasser zu entnehmen. Zudem wird durch die horizontalen Bohrungen jede Oberflächenritzung vermieden. Zur Verhütung von Infiltrationen in der Nähe des Betonschachtes ist es zweckmässig, zuerst etwa 2 m vollwandige Rohre zu verlegen.

Der Ertrag der Filterrohre hängt nicht nur von ihrer Länge, sondern hauptsächlich von der Durchlässigkeit des Grundwasserträgers ab. Ist diese gross, d. h. sind grosse Wassermengen zu erwarten, so ist es wegen den Durchlauf- und Auslauf-Widerständen angezeigt, Filterrohre mit einer Lichtweite von wenigstens 200 mm zu verlegen. Für geringere Ergiebigkeiten genügen die billigeren Filterrohre \varnothing 150 mm vollständig. Der Ertrag der einzelnen Filterrohre wird durch den teilweisen Abfluss des Wassers in die benachbarten Filterrohre stark beeinflusst. Die Verlegung zusätzlicher Filterrohre mit kleinem \varnothing in Längen von 5 bis 15 m wirkt sich daher im gleichen Sinne aus, wie die Verwendung von Filterrohren mit grösserem Querschnitt. Durch die Ausführung langer Bohrungen kann die Reichweite der Fassungen wesentlich vergrössert und die Absenkung für eine bestimmte Wassermenge reduziert werden.

Handelt es sich um die Erstellung von Horizontal-Fassungen, denen anfänglich nur bescheidene Wassermengen entnommen werden sollen, so kann zur Herabsetzung der Kosten die Zahl der Filterrohre vorläufig beschränkt werden. In diesem Falle ist es zweckmässig, die für die spätere Verlegung der übrigen Filterrohre notwendigen Führungsrohre von Anfang an und zwar in zwei verschiedenen Ebenen einzusetzen. Auf diese Weise können die Fassungen den Bedürfnissen entsprechend nach und nach ausgebaut werden. Es empfiehlt sich, die Führungsrohre mit Schiebern zu versehen, damit jedes einzelne Filterrohr entsandet und die Zusammensetzung des Grundwassers je nach Bedarf variiert werden kann. Durch die Entsandung entsteht eine Kiesschüttung um das Filterrohr herum, die den Eintritt weiterer sandiger Bestandteile verunmöglicht.

Ganz allgemein darf darauf aufmerksam gemacht werden, dass die horizontalen Fassungen eine wesentlich bessere Bewirtschaftung eines Grundwasserstromes gestatten, weil die Absenkungsparaboloide der lotrechten Brunnen einen grossen Teil des Grundwasserstromes nicht zu erfassen vermögen (Bild 8). Dazu ist die Anlage horizontaler Fassungen unmittelbar über der undurchlässigen Schicht viel geeigneter. Ist die Eintrittsfläche der Filterrohre gross genug, so kann unter günstigen Verhältnissen einem schmalen Grundwasserstrom fast die ganze Wassermenge entnommen werden (Bild 9). Da der Bedarf an Grundwasser immer grösser wird und zu einer immer intensiveren Bewirtschaftung unserer Grundwasservorkommen zwingt, ist der neuen Technik der Grundwasserfassung eine wichtige Rolle vorbehalten.

2. Schachtbrunnen
Der Vorgänger des Filterbrunnens ist der Schachtbrunnen (Bild 10). Er wurde in die grundwasserführenden Schichten abgeteuft und erhielt das Wasser zum Teil aus der Sohle, zum Teil aus seitlichen Oeffnungen. Infolge seiner verhältnismässig kleinen Eintrittsfläche war der Wasserzufluss nicht gross. Durch übersetzte Entnahme versandeten viele dieser alten Schachtbrunnen. Heute besteht die Möglichkeit, sie in horizontale Fassungen umzubauen, sofern



Legende:

 Abfliessendes Grundwasser Gefasstes Grundwasser

Schematische Darstellung der Fassung eines schmalen Grundwasserstroms:

Bild 8 (oben) mit vertikalen Filterbrunnen

Bild 9 (rechts) mit horizontalen Fassungen

Die Legende gilt für beide Bilder

ihre Lichtweite ungefähr 3 m beträgt. Zu diesem Zweck werden die Sohle betoniert und die seitlichen Oeffnungen abgedichtet. Ueber der Sohle werden die Löcher für die Führungsrohre ausgespitzt, die Bohrrohre vorgetrieben und schliesslich die Filterrohre verlegt. Unter der Voraussetzung eines geeigneten Grundwasserträgers und der genügenden Abteufung des Schachtes in die grundwasserführenden Schichten wird die neue Fassung eine wesentlich grössere Ergiebigkeit aufweisen, als der ursprüngliche Schachtbrunnen.

3. Die Erzeugung künstlichen Grundwassers

«In Zukunft wird der Ingenieur wahrscheinlich nicht nur die Anlage der Filterbrunnen zu projektieren haben, sondern er wird dafür sorgen müssen, dass dem durch neue Wasserentnahmen geschädigten Unterlieger eine entsprechende Menge einwandfreien Grundwassers wieder zur Verfügung gestellt wird»⁶⁾.

Die zweckmässige Bewirtschaftung der an und für sich reichlichen Grundwasservorkommen unseres Landes wird in Zukunft nicht zu umgehen sein. Einerseits erhöht sich der Wasserbedarf der kommunalen Betriebe und der Industrie fortwährend. Andererseits scheinen wir nach den Beobachtungen gewisser Historiker und Hydrologen einer ausgesprochenen Trockenperiode entgegen zu gehen. Unter diesen Verhältnissen ist es von Bedeutung, in der horizontalen Fassung ein technisches Verfahren zu besitzen, das viel besser als die bisherigen Filterbrunnen in der Lage ist, die Grundwasserverhältnisse zu regeln.

Diese Technik eignet sich nicht nur zur Erfassung des Grundwassers, sondern auch zu seiner künstlichen Erzeugung (Bild 11). Im stromaufwärts gelegenen Teil des Schachtes kann das Grundwasser entnommen und im stromabwärts liegenden Teil dem Grundwasserträger wieder geeignetes Wasser zugeführt werden. Diese Technik ist besonders zweckmässig für die Entnahme und Wiederaufbereitung von Grundwasser für Wärmepump-Anlagen.

Die Vorteile der Wasserzuführung nach diesem Verfahren mit billigen Sickerrohren gegenüber den bisherigen Riesel-feldern und Sickerschlitzen sind kurz die folgenden:

- a) Vermeidung von Kulturschäden durch Oeffnung und spätere Wiedereinfüllung der Gräben,
- b) optimale Ausnützung des Grundwasserträgers für die Regeneration des Wassers,
- c) grössere Austrittsfläche und infolgedessen grössere Aufnahmemöglichkeit des Grundwasserträgers,
- d) sichere Verlegung der Sickerleitungen in kiesig-sandigen Schichten ohne Rücksichtnahme auf ihre Tiefe, da sich der Preis der horizontalen Bohrungen nicht ändert, wenn sie einige Meter tiefer gelegt werden müssen,
- e) Regulierung der in den Grundwasserträger einzuführende Wassermenge durch Druck oder Stauhaltung,
- f) Möglichkeit der Sauerstoff- bzw. Luftzuführung in den Grundwasserträger zur Bekämpfung der Bildung von Eisen- und Mangan-Verbindungen,
- g) bessere Ueberwachung der Wasserentnahme und Wasserzuführung,
- h) Möglichkeit der Durchspülung und Reinigung der Sickerleitungen mit Druckwasser und Druckluft.

⁶⁾ H. Fehlmann: Die Bewirtschaftung des Grundwassers. «Techn. Rundschau» 1944, Nr. 27.

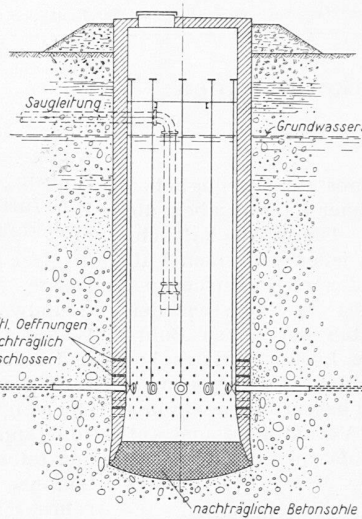
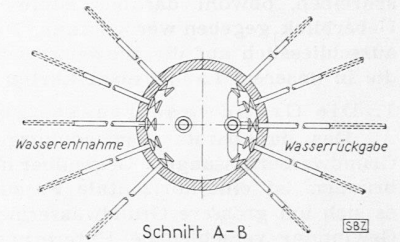
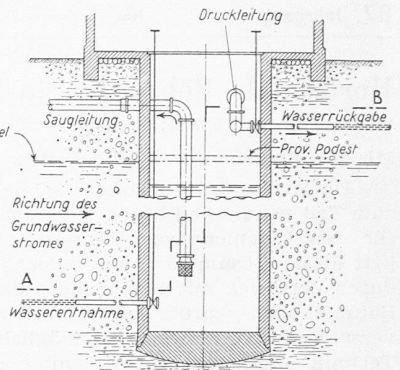


Bild 10. Schachtbrunnen, umgebaut in eine horizontale Fassung



Schnitt A-B
Bild 11. Erzeugung künstlichen Grundwassers

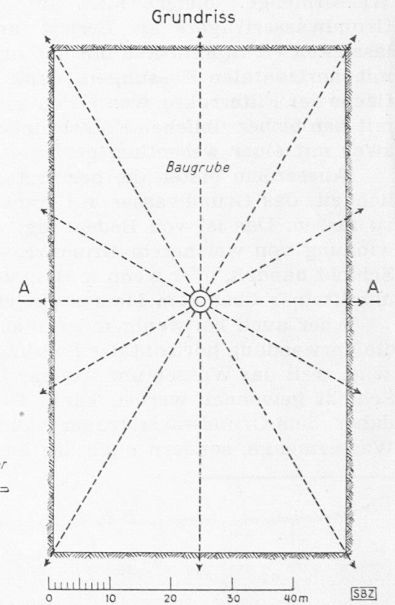
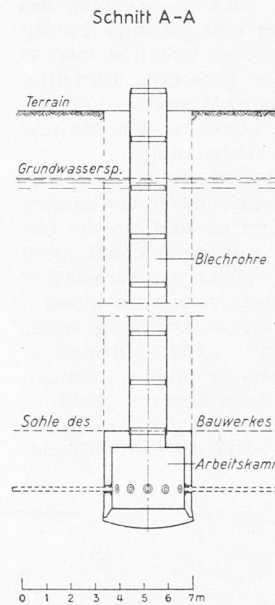


Bild 12. Grundwasserabsenkung mit horizontalen Filterrohren, schematische Darstellung

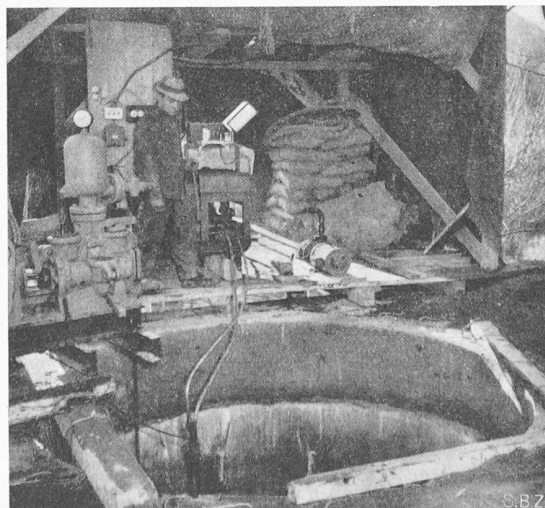
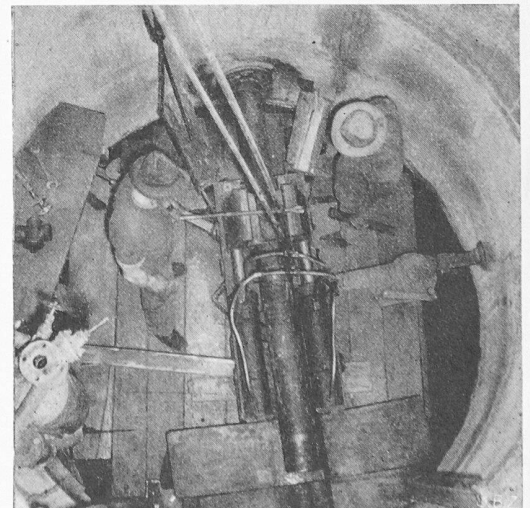


Bild 13. Installationen über dem Schacht



Düker bei Bellechasse

Bild 14. Installation auf Schachtssole

4. Grundwasserabsenkungen

Ein weiteres Anwendungsgebiet für die horizontalen Fassungen ist die Grundwasserabsenkung (Bild 12). Zu diesem Zweck wird der Sammelschacht bzw. die Arbeitskammer 2 bis 3 m unter die Sohle des Bauwerkes abgesenkt und die horizontalen Filterrohre werden radial vom Schacht aus verlegt.

Für kleinere Baugruben ist das Verfahren wegen den verhältnismässig hohen Kosten des Betonschachtes im allgemeinen nicht wirtschaftlich. Handelt es sich aber um die vorübergehende oder permanente Grundwasserabsenkung eines grossen Objektes, so bietet die horizontale Fassung gegenüber den bisher üblichen vertikalen Absenkungsbrunnen wesentliche technische und wirtschaftliche Vorteile. Von den letzteren sei nur die grössere Betriebsicherheit gegenüber den vielen einzelnen Absenkungsbrunnen, von denen jeder mit einer Pumpe ausgestattet sein muss, erwähnt, wogegen für den Sammelschacht eine einzige selbstansaugende Pumpe mit einem Reserveaggregat genügt. Unter Umständen besteht die Möglichkeit, die Arbeitskammer nach der Durchführung der Grundwasserabsenkung als Grundwasserfassung zu verwenden.

5. Düker

Eine interessante Anwendung hat die neue Technik der horizontalen Bohrungen in Lockergesteinen in der Ausführung des Dükers von Bellechasse gefunden. Die Bauaufgabe bestand darin, die Wasserleitung von Bellechasse unter der Broye durchzuführen (Bilder 13 bis 16).

Ursprünglich war beabsichtigt, zwischen eisernen Spundwänden einen Graben bis 2,5 m unter der Flusssohle auszuheben und die Leitungen in diesem zu verlegen. Diese Bauweise hätte aber die Schifffahrt, die nicht unterbrochen werden durfte, stark gestört. Ausserdem zeigte es sich, dass der Baugrund zum grössten Teil aus einem wasserführenden feinen Sand bestand, der von den Spundwänden nicht ohne besondere (chemische) Abdichtung zurückgehalten worden wäre.

Die vorauszusehenden Schwierigkeiten bewogen die Bauleitung (Ing. H. Gicot, Fryburg), dem Vorschlag der A.-G. für Grundwasserbauten den Vorzug zu geben. Nach diesem Vorschlag wurde auf dem rechten Flussufer (Bild 13) ein Betonschacht, Lichtweite 3,0 bis 3,5 m, unter die Flusssohle abgeteufelt und eine horizontale Bohrung vorgetrieben (Bild 14), deren Länge ungefähr 38 m beträgt. Alsdann hat man am linken Ufer eine Bohrung $\varnothing 1,50$ m abgesenkt, wobei festgestellt werden konnte, dass die seitliche Abweichung der horizontalen Bohrung 2 cm und ihre Höhenabweichung 1 cm betrug. Dann wurde ein verzinktes und bituminiertes vollwandiges Rohr $\varnothing 140/131$ mm in Stücken von 1,5 m zusammengesetzt, im Bohrröhr versetzt und zuletzt die Bohrröhre zurückgezogen, wobei gleichzeitig ausserhalb der Leitung ein

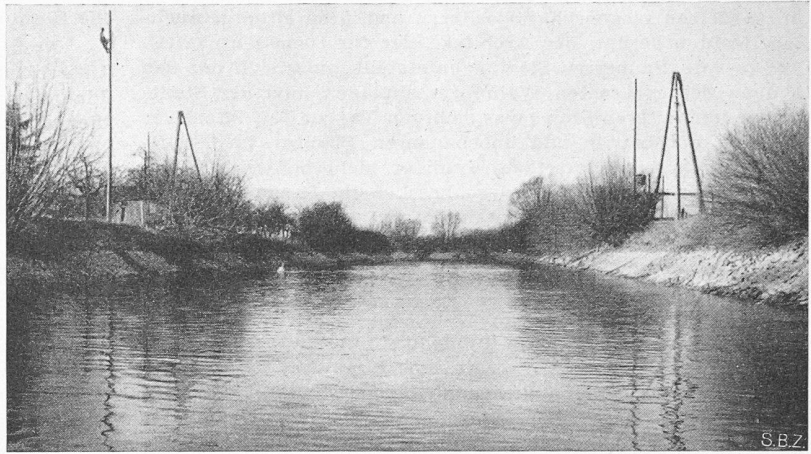


Bild 15. Die Broye mit den beiden Baustellen

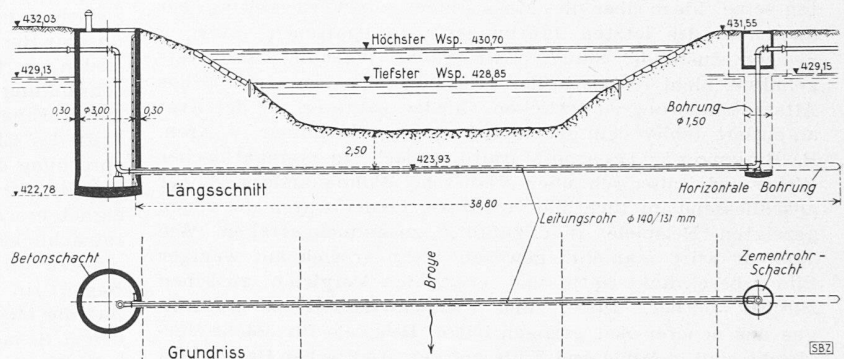


Bild 16. Der Düker unter der Broye bei Bellechasse, 1:400

elektrisches Kabel verlegt wurde. Der Vortrieb der Bohrröhre und die Verlegung der Dükerrohre in denselben bot den Vorteil, dass der Bitumenanstrich der Dükerrohre nicht abgeschleudert wurde. In den Schächten am linken und rechten Ufer konnten die Abschluss- und Kontrollorgane des Dükers in bequemer Weise montiert werden (Bild 16).

*

Die Technik der horizontalen Bohrungen in Lockergesteinen steht noch im Anfang ihrer Entwicklung. Mit den vorhandenen Geräten können heute Bohrungen bis 265 mm \varnothing ausgeführt und Filterrohre bis 210 mm Lichtweite verlegt werden. Die längste Bohrung, die bisher ausgeführt wurde, hat eine Länge von rd. 38 m. Da der hydraulische Druck mit dem Vortrieb der Rohre sehr wenig gesteigert werden muss und zudem die Teleskopierung der Bohrungen möglich ist, können in normalen Grundwasserträgern ohne Schwierigkeiten wesentlich grössere Bohrlängen erreicht werden. Es besteht kein Zweifel, dass sich diese Technik weiterentwickeln und neue Anwendungsgebiete erobern wird.

4. Schweizerischer Kongress für Städtebau, Luzern 1949

DK 061.3 : 711.4(494)

Am 21. und 22. Mai versammelten sich in Luzern über 300 Personen, die am schweizerischen Städtebau interessiert sind. Grössere und kleinere Städte unseres Landes hatten ausser ihren Bauverwaltern, Stadtbaumeistern und Stadt-ingenieuren auch Mitglieder der Behörden abgeordnet. Das Programm (s. SBZ 1949, Nr. 20, S. 292) sah für den Samstag einen Querschnitt durch die städtebauliche Situation und für den Sonntag eine Uebersicht über die heutige Rechtslage vor. Diese Zweiteilung wäre an sich begrüssenswert gewesen, wenn das Niveau des ersten Tages jenes des zweiten erreicht hätte. Leider bestand aber eine zu grosse Differenz zwischen dem Gebotenen. Der Grund für diese allgemein empfundene Schwäche ist weniger darin zu suchen, dass die Referenten ihrer Aufgabe nicht gewachsen gewesen wären, sondern dass der behandelte Stoff den Erwartungen der Teilnehmer nicht mehr gerecht wird. Wir Fachleute wissen schon längst, dass unsere Städte gewisse Mängel aufweisen; wir wissen: die Altstädte müssen saniert werden, die Wohn-

quartiere dürfen nicht mehr zufällig entstehen und unsere Siedlungen sollten durch Grünflächen aufgelockert sein. Was wir hingegen noch nicht wissen — oder besser gesagt, was nur einzelne wenige wissen, die direkt oder von Amtes wegen mit diesen Fragen zu tun haben — ist, wie man das angestrebte Ziel erreicht. Der Grundsatz der Auflockerung ist unbestritten; ausserdem ist es jedermann klar, dass es erstrebenswert ist, die Wohndichte zu verringern und überschaubare Quartiereinheiten zu bilden. Das Thema ist im Kreise der Fachwelt beackert. Viel interessanter wäre es, an solchen Tagungen heute und in Zukunft zu erörtern, welche konkreten Massnahmen ergriffen werden können, um diesen Prinzipien wirklich nachzuleben. Einzelheiten aus der Altstadtanierung sind es, die uns fesseln, Diskussionen über das Ein- oder Mehrfamilienhaus, über die öffentliche oder private Grünfläche u. a. m. gehören heute auf die Tagesordnung der Kongresse, denn die meisten Interessenten stecken mitten in den Schwierigkeiten drinnen, die Ideen der Planung