

Die richtige Ausdeutung von Beobachtungen beim Niederbringen einer Brunnenbohrung und beim Versuchspumpen

Von F. Nöring

Manche bei Fachleuten des Brunnenbaus verbreiteten Ansichten, z. B. über die Ursache eines blanken Meißels, über die Kommunikation des Bohrlochwassers mit dem Grundwasser im Gebirge, über die Verwertbarkeit von Spiegelbeobachtungen während des Niederbringens eines Bohrloches, bedürfen einer genauen Überprüfung. Dazu sollen die folgenden Ausführungen dienen.

Darüber hinaus befassen sich weitere Abschnitte dieses Beitrages mit einigen Phänomenen, die nicht oder kaum im Fachschrifttum trotz ihrer Bedeutung und ihres zweifellos auch andernorts beobachteten Auftretens behandelt wurden. Es handelt sich um Beobachtungen über Schwingungen des Brunnenwasserspiegels, über das unerwartet vollkommene Abdichten eines Grundwasserleiters, über die Bedeutung festgestellten Eisen- und Mangangehaltes und die erhöhte Härte, schließlich über plötzliche Ergiebigkeitszunahmen.

Die einzelnen Abschnitte stehen unter sich in keinem weiteren Zusammenhang, als daß sie beim Brunnenbau auftretende Fragen behandeln.

Die Ursache der Blankheit des Meißels

Die Ansicht ist weit verbreitet, daß ein blander Meißel das Vorliegen einer wasserführenden Schicht beweise.

Bevor diese Meinung in das rechte Maß gerückt wird, ist es notwendig, sich mit der Wasserbewegung im Felsgestein zu befassen. Hier bewegt sich das Grundwasser nur teilweise oder überhaupt nicht in Poren, sondern ganz oder überwiegend in Klüften, Spalten und Kavernen. In der Regel sind diese Fugen und Hohlräume von einem weichen Gesteinsmaterial mehr oder minder erfüllt. Dieses Material ist verschiedener Entstehung. Es kommen als Entstehungsursachen besonders in Betracht

- a) mechanisches Zermahlen des Gesteins infolge der Reibung der entlang von Klüften sich bewegenden Gesteinsquader,
- b) Verwittern des Gesteins unter Einwirkung von Wasser einschließlich der in ihm enthaltenen Salze und Gase, das entlang den Klüften zirkuliert,
- c) Einspülen von Lockermassen aus anderen Gebirgsbereichen und von der Erdoberfläche.

Während das Einspülen von Lockermassen eine gewisse Weite und Durchgängigkeit der Hohlräume voraussetzt und daher hauptsächlich bei Karstgesteinen (Kalkstein, Dolomit, Gips) und bei jungen Laven mit vulkanischen Höhlen auftritt, wobei keine Abhängigkeit vom Nebengestein gegeben ist, ist das durch Zermahlen und durch Verwittern entstandene Gesteinszerreibsel vom unmittelbar angrenzenden Nebengestein abhängig.

So ergibt sich, daß der Kluftinhalt, der „Lettenbestrug“, dann reich an Ton sein wird, wenn das Nebengestein reich an Ton ist. Dann wird die Kluft keine Wasserzirkulation erlauben, erst recht wenn die Tonminerale bei Wasseraufnahme quellfähig sind. Ist umgekehrt das Nebengestein arm an Ton, so wird auch der Kluftinhalt arm an Ton sein. Der Kluftinhalt wird größer und damit wasserdurchlässiger sein, Was-

serbewegung zulassen und so das Freispülen der Klüfte und eine Steigerung der Ergiebigkeit ermöglichen. In einem solchen Falle wird außerdem der Meißel blank sein.

Es ist aber zu bedenken, daß Blankheit oder Verschmiertsein des Meißels nicht von der Beschaffenheit der Kluftfüllung, sondern von der des Nebengesteins, also nicht vom eigentlich wasserführenden Substrat, abhängen. Man weiß, daß das Kluftvolumen (einschließlich Höhlenvolumen) kaum 2 % des Gebirgsvolumens überschreitet, oft sogar bei 0,1 % liegt, und das bei Gesteinen mit guter Grundwasserhöufigkeit. Zwischen Nebengestein und Kluftfüllung besteht aber keine allgemeingültige Abhängigkeit, ebensowenig eine solche zwischen Nebengestein und Kluftvolumen.

Nachdem dieser Zusammenhang erkannt ist, bedarf es keiner weiteren Erklärung, daß die Schlüssefolgerung: blander Meißel = wasserführende Schicht, verschmierter Meißel = nichtwasserführende Schicht — nur eine Regel und kein Gesetz darstellt.

So ist es klar, daß ein tonarmes und gleichzeitig kluftarmes Gestein, z. B. die meisten Granite und Quarzite und manche Kalksteine, Sandsteine und Ergußsteine, zwar einen blauen Meißel, aber keine nennenswerte Wasserführung bietet. Umgekehrt ruft ein an Tongallen reicher oder ein flaseriger Sandstein, bei dem tonreiche und tonarme Partien häufig wechseln, zwar einen verschmierten Meißel, aber keine tonig-verstopften Klüfte hervor. Das gilt auch bei Tongesteinen, deren Tonminerale ihre ursprüngliche Quellfähigkeit infolge diagenetischer oder metamorphosierender Vorgänge verloren haben, desgleichen bei Gesteinen mit feinverteiltem Kalkgehalt, deren Anteil an festgehaltenem Hydratwasser zugunsten freibeweglichen Wassers vermindert ist. Trotz dauernden Verschmiertseins des Meißels haben Brunnenbohrungen in Ton-, Silt- und tonigen Feinsandsteinen des Rotliegenden in der weiteren Umgebung von Frankfurt am Main infolge der genannten Umstände gute Ergiebigkeiten aufgewiesen.

Ausnahmsweise klaffende Spalten im tonigen Gestein sind eine weitere Einschränkung der Regel über die Blankheit des Meißels. Sie sind vermutlich durch Sinterkalk gegen ihre Verschließung infolge Gebirgsdrucks in nichtverhärteten Tonschichten geschützt und erklären das Auftreten aus der Tiefe stammenden Mineralwassers bei Vorliegen mächtiger Tonablagerungen (Beispiel: Selzerbrunnen, Groß-Karben Lkr. Friedberg).

Ein blander Meißel beweist daher nur in der Regel, keineswegs immer, das Vorliegen einer wasserführenden Schicht, ein verschmierter Meißel nur in der Regel das Vorliegen einer nichtwasserführenden Schicht. Beobachtungen über die Blankheit des Meißels sollten in das Bohrtagebuch eingetragen werden.

Temperaturschichtung im Bohrloch

Von einer bestimmten Tiefe ab ist das Grundwasser den oberirdischen Temperaturschwankungen praktisch entzogen. Diese werden mit der Tiefe (nach Wilhelm 1956, Fig. 3 auf S. 28) derart gedämpft, daß bei 7 bis 11 m Tiefe die Jahresamplitude nur noch 1° C und bei

12 bis 19 m Tiefe nur noch $0,1^{\circ}\text{C}$ beträgt. Das Grundwasser ist in mehr als 10 m Tiefe daher im allgemeinen frei von Jahrestemperaturschwankungen. Es hat infolgedessen die der Jahresdurchschnittstemperatur an der Erdoberfläche (in Mitteleuropa meist zwischen 6°C und 10°C liegend) entsprechende Temperatur, vermehrt um etwa 1°C bei je 30 m Tiefe (geothermische Tiefenstufe). Im Bereich von Siedlungen,

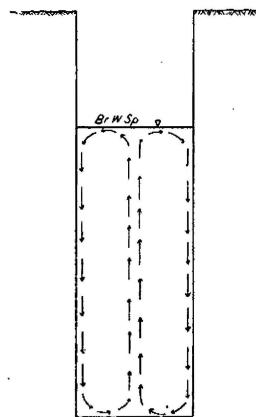


Bild 1. Konvektionsströmung bei $t_{\text{Luft}} < t_{\text{Wasser}}$ (soweit $> 6^{\circ}\text{C}$)

unter dem Einfluß der Erwärmung von Luft und Boden (Heizkeller!), liegt die Temperatur des oberflächennahen Grundwassers wesentlich höher, in Frankfurt am Main und Offenbach z. B. 4°C über dem natürlichen Wert.

Auf jeden Fall nimmt die Grundwassertemperatur mit der Tiefe zu und seine Wichte ab, da seine größte Wichte bei 4°C liegt. Aus diesem Grund steht das Grundwasser im Ungleichgewicht. Die oberflächennahen Teile der Wassersäule haben die Tendenz, entlang der Bohrlochwandung nach unten zu strömen und sich dabei aufzuwärmen, während im Zentrum des Bohrloches das wärmere Wasser der Tiefe unter Wärmeabgabe an das Wasser der Peripherie nach oben steigt (Bild 1). Diese Konvektionsströmung bedarf der Überwindung der inneren Reibung des Wassers und dessen Reibung an der Bohrlochwand. Vor allem im Winter ist diese Konvektionsströmung zu erwarten, wenn schwerere Kaltluft in das Bohrloch fällt und das Bohrlohwasser an seiner Oberfläche abkühlt. In natürlichen, abwärts gerichteten Höhlen ist es infolge der höheren Wichte von Kaltluft zur ganzjährigen Vereisung („Eishöhlen“) gekommen. Die eingedrungene Kaltluft ist bis zu ihrer Erwärmung an Bohrlochwand und Bohrlohwasser gegen Ausweitung durch die Enge des Bohrlochs geschützt, ebenso gegen Erwärmung durch Sonneneinstrahlung.

Ein Beispiel, zu dessen Erklärung die Konvektionsströmung im Bohrloch herangezogen werden muß, lieferte Nusz (1938, Zahlentafel 2 auf S. 375, Zahlentafel 4 auf S. 377). Er erwähnt von Brunnen 5 des Pumpwerks des Wasserwerks Darmstadt, daß oben eine Temperatur von $10,0^{\circ}\text{C}$ und unten eine solche von $9,1^{\circ}\text{C}$ im Wasser herrschte. Ein neuer Brunnen hatte bei 114 m Tiefe nur $12,05^{\circ}\text{C}$ und bei 225 m Tiefe nur $13,0^{\circ}\text{C}$. Die wirkliche Grundwassertemperatur dürfte bei etwa 10°C Jahresdurchschnittstemperatur an der Erdoberfläche und einer bei Erdölbohrungen im Darmstädter Gebiet festgestellten geothermischen Tiefenstufe von 26 m und weniger (Wagner 1950,

S. 535 bis 536) rund $14,4^{\circ}\text{C}$ bzw. $18,7^{\circ}\text{C}$ betragen haben.

Nicht immer ist die störende Konvektionsströmung zu erwarten, vor allem nicht bei höheren Außentemperaturen und bei Zunahme des Salzgehaltes des Wassers mit der Tiefe, wie es in aller Welt die Regel — mit Ausnahmen — ist. Die Zunahme der Wichte des Wassers durch in der Natur vorkommende Salzgehalte ist viel erheblicher als die durch Temperaturunterschiede bedingte. So besitzt Wasser von 4°C eine Wichte von 1,000 129, ein solches von 14°C eine Wichte von 0,999 429. Der Wichteunterschied beträgt 0,000 700 oder, bezogen auf die Wichte des Wassers von 14°C , 0,07 %. Demgegenüber beträgt die Wichte der Mineralwässer 1,001 bis über 1,03, gegenüber einem salzarmen Wasser also bis über 3 % mehr. So ist es auch zu erklären, daß Wasserproben, die mit dem Sohlenheber oder einem anderen geeigneten Entnahmegeräß bei fortschreitender Bohrung aus dem Bohrloch oberhalb seiner Sohle genommen wurden,

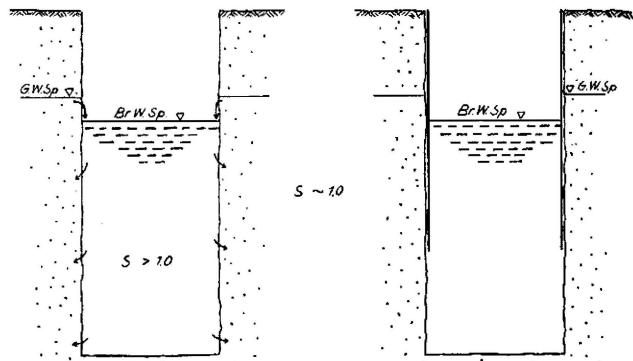


Bild 2. Auswirkung der Tonsuspension im Brunnenwasser während der Bohrung

vielfach richtige Rückschlüsse auf die Mineralisierung des Grundwassers des angrenzenden Gebirges erlaubten.

Wasserspiegelmessungen im Bohrloch während des Niederbringens

Von den Meeresküsten ist bekannt, in welcher Weise aneinandergrenzende Grundwassermassen verschiedener Wichte das Gleichgewicht herstellen. Hier steht das von schwerem Salzwasser unterschichtete leichtere Süßwasser dadurch mit dem Meerwasser im Gleichgewicht, daß die Oberfläche des Süßwassers entsprechend seiner Mächtigkeit über dem Meeresspiegel steht.

Ein ähnlicher, wenn auch umgekehrter Vorgang tritt beim Niederbringen einer Bohrung ein. Aus dem klaren und leichten Wasser entwickelt sich infolge der intensiven Zerkleinerungs- und Rührarbeit des Bohrzeugs ein schwereres Wasser-Ton-Gemisch. Selbst bei Unterbrechung der Bohrarbeit bedarf es des Zeitraums von Stunden oder Tagen, bis sich die letzte tonige Trübe zu Boden gesetzt hat. Da also im Bohrloch eine schwerere Flüssigkeit als im Gebirge steht, zwischen beiden aber Kontakt vorliegt, erfordert das Gleichgewicht, daß die Wassersäule tiefer als der Grundwasserspiegel im Gebirge beginnt. Nach der Beziehung von Herzberg ist das Produkt von Wichte und Höhe innerhalb und außerhalb des Bohrlochs gleich. Der Wasserspiegel im Bohrloch steht um den Betrag d tiefer als außerhalb. Die Beziehung lautet:

$$d = h_G \left(i - \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \right) = h_B \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_2} - 1 \right),$$

wobei

h_G = Höhe des Grundwasserspiegels außerhalb des Bohrlochs über Bohrlochsohle,

h_B = Höhe des Wasserspiegels im Bohrloch über Bohrlochsohle,

γ_1 = Wichte des Wassers im Bohrloch,

γ_2 = Wichte des Grundwasser im Gebirge

bedeutet.

Beispiel: Die Tonaufschwemmung im Bohrloch habe eine Wichte von 1,01, das Gebirgsgrundwasser eine solche von 1,00, im Bohrloch stehe eine Wassersäule von 10 m. Dann steht der Grundwasserspiegel im Gebirge 0,1 = 10 cm höher als im Bohrloch (Bild 2).

Häufig werden noch stärkere Spiegeldifferenzen als im vorstehenden Beispiel auftreten, da sowohl die Höhe der Wassersäule im Bohrloch als auch deren Wichte erheblich größer sein können. Mit der Spülungswaage wurden z. B. an der Bohrung Konya Nr. 19 im Westteil des Stadtcores im Oktober 1954 in mergelig-kiesigen Schichten gemessen:

Wichte

Bohrlochinhalt bei 40 m Bohrtiefe an der Wasser-oberfläche (9 m unter Flur = 36 m über Bohrsohle) nach Unterbrechen des Bohrens und vor Beginn des Schlammens	1,02
dgl., jedoch 22 m unter Flur = 23 m über Bohrlochsohle	1,18
dgl., jedoch 40 m unter Flur = 5 m über Bohrlochsohle	1,50
Schlammbüchseninhalt bei 45 m Bohrtiefe, beim ersten Ausfahren	1,68
dgl., jedoch beim dritten Ausfahren	1,38

Die Zahlen zeigen übrigens, daß bei Trockenbohrungen weit höhere Wichten als die der Dickspülung bei Spülbohrungen, die bei 1,2 bis 1,3 liegen, auftreten.

Daß hydrologische Folgerungen aus der Bewegung des Bohrlochwasserspiegels den geschilderten Einfluß der Tonaufschwemmung berücksichtigen müssen, bedarf keiner weiteren Erklärung.

Der Einfluß der Tonaufschwemmung geht auch aus der Beobachtung hervor, daß Brunnenwasserspiegel nach dem Klarpumpen höher als vorher stehen. Diese Erscheinung kann nicht durch die bekannte Freispülung der Klüfte erklärt werden, da, falls nicht neue Klüfte mit anderen Druckwasserspiegeln geöffnet werden, die Freispülung lediglich zu einer Ergiebigkeitssteigerung, nicht aber zu einer Spiegelhebung führt.

Noch krasser tritt die Wirkung der Tonaufschwemmung in Erscheinung, wenn der Brunnenwasserspiegel während des Klarpumpens steigt, die Erdoberfläche erreicht und artesisch überläuft. Herrn Dipl.-Ing. Heinrich Stelk verdanke ich ein Diagramm über einen Pumpversuch Mitte Oktober 1953 an der Bohrung Konya Nr. 10 nahe der Ortschaft Zivecik, gut 20 km nordöstlich der Stadt Konya (Bild 3). Aus dem Diagramm ist ersichtlich, daß bei gleichbleibender Förderung von 18,3 l/s der Wasserspiegel aus 1,77 m Tiefe unter Meßpunkt (= Flur) um 1,82 m auf 0,05 m über Flur im Lauf von 15 Minuten und um weitere 0,57 im Lauf der nächsten 5 Stunden 45 Minuten anstieg. Da das 150 m tiefe Bohrloch nur ein Volumen von rund 20 m³ besaß, war eine gleichgroße Wassermenge bereits nach gut 18 Minuten gefördert. Aus dem sich über

Stunden hinziehenden Spiegelanstieg ist zu folgern, daß Tonsuspension aus dem Bohrloch in das benachbarte Gebirge eingedrungen war (Bild 2) und erst nach einigen Stunden durch Grundwasser normaler Wichte ersetzt wurde. Bei einer nicht oder nicht dicht verrohrten Bohrung hat die schwerere Tonaufschwemmung im Bohrloch das Bestreben, unter Verdrängung des leichteren Grundwassers in das Gebirge einzudringen, während das leichtere Grundwasser oberhalb des Bohrlochwasserspiegels in das Bohrloch fließt, sich beim Bohren erneut mit Ton belädt und die Fortsetzung der Ausgleichs- bzw. Unterschichtungsvorgänge verursacht.

Eine andere Folge der Tonaufschwemmung und der im Augenblick der Unterbrechung der Bohrarbeit einsetzenden Sedimentation der Sinkstoffe ist die Erniedrigung der Wichte des Wassers im Bohrloch. Wenn

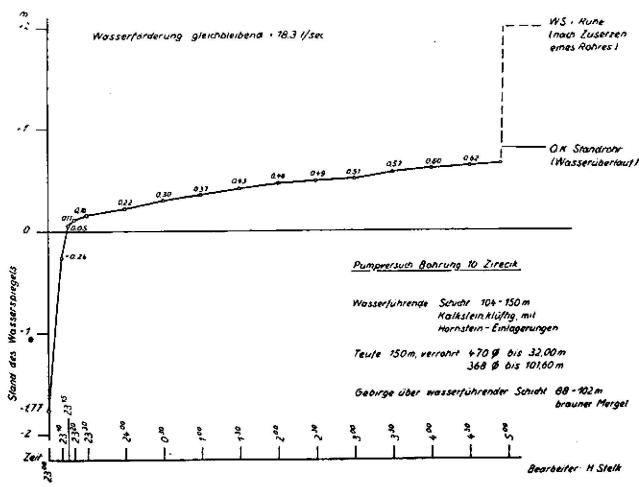


Bild 3

gleichzeitig infolge dichter Hilfsverrohrung ein Zufließen von Wasser oberhalb des tiefer stehenden Bohrlochwasserspiegels aus dem Gebirge unterbunden ist, gerät die Wassersäule im Bohrloch gegenüber dem Grundwasser im Gebirge in Untergewicht. Der Ausgleich kann verzögert und kräftig eintreten, wie ein Beispiel zeigen möge.

Bei der Brunnenbohrung für Fa. BBC in Großauheim Lkr. Hanau war am 1. August 1955 eine Bohrtiefe von 79 m erreicht, die dritte Hilfsrohrtour stand bei 73 m. Die Schichten bestanden aus Tonmergeln mit eingeschalteten Feinsanden, Feinkiesen und Kalksteinen (Untermiozän). Nach der Mittagspause wurde das Bohrloch ausgeschlämmt und dabei der Wasserspiegel von 2,15 m auf 4,00 m unter Flur abgesenkt. Danach stieg das Wasser innerhalb von 10 Minuten von 4,00 m auf 0,10 m unter Flur unter Entwicklung von Gasblasen. Während der anschließenden Bohrarbeit sank das Wasser im Laufe von etwa vier Stunden wieder auf 4,00 m unter Flur. Ähnliches trat an den beiden folgenden Tagen auf. Am 4. August 1955 erhob sich während der Mittagspause das Wasser aus 2,50 m Tiefe plötzlich über das obere Ende der 1,80 m über Flur ragenden, inneren Hilfsverrohrung, schwachte dreimal über und sank wieder zurück. Wahrscheinlich spielte bei diesem Beispiel zusätzlich sprudelartiges Ausgasen eines vorher gelösten Gases (Methan?) nach Druckentlastung infolge Sedimentation und Ausschlammung eine Rolle. Nach dem dann erfolgten Einbau einer vierten Hilfsrohrtour trat bis zur Endteufe

von 116 m die Erscheinung nicht wieder auf. Wahrscheinlich entziehen sich öfters solche Erscheinungen der Beobachtung, da sie erst während der nächtlichen Arbeitsruhe nach ausreichender Sedimentation eintreten.

Wasserspiegelschwingungen im Brunnen

Herr Dipl.-Ing. Stelk machte an der bereits genannten Brunnenbohrung Zivecik im Oktober 1953 die Beobachtung, daß sich bei plötzlicher Unterbrechung der Wasserentnahme in Höhe von 20 l/s der vorher um 45 cm gegenüber der Ruhelage abgesenkte Wasserspiegel über seine Ausgangslage erhob, dann wieder unter diese absank und diesen Vorgang eine Zeitlang unter Abnahme der Schwingungsamplitude wiederholte. Auf die Überlegungen Stelk's, die in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden, und die Rückschlüsse auf die hydraulische Auswirkung der Grundwasserentnahme gestatten, sei verwiesen.

Während bei der genannten Bohrung die grundwasserleitende Schicht ein neogener, vermutlich von Höhlenkavernen durchzogener Kalkstein war, beobachtete ich das gleiche Phänomen bei der Bohrung Konya Nr. 13 am Gestüt Konya. Die Bohrung stand in Mergeln mit mehr oder minder reinen Kieslagen von Beginn bis zur erreichten Teufe von 101 m, die Hilfsverrohrung bei 30,10 m. Nach dem Schlammenschwanken schwankte der Bohrlochwasserspiegel mit einer Amplitude von geschätzt 2 m um die Ruhelage bei 2,40 m unter Flur. Da zur Erklärung offene Hohlräume im Grundwasserleiter angenommen werden müssen, kann auf eine Verkarstung der fast restlos aus Kalksteinkomponenten bestehenden, pleistozänen Kiese geschlossen werden.

Abdichten eines Grundwasserleiters beim Einbringen einer Hilfsrohrtour

Eine, vor allem wegen ihres Ausmaßes interessante Beobachtung stammt vom Winter 1955/1956 aus der Untermainebene. Eine Versuchsbohrung war auf 75 m Tiefe niedergebracht worden. Ein Pumpversuch aus dem Versuchsbohrloch brachte 9,1 l/s bei Absenkung des Wasserspiegels von 3,90 m um 4,70 m auf 8,60 m Tiefe. An der gleichen Stelle wurde ein großdimensionierter Brunnen (Bild 4) angelegt. Der Pumpversuch aus ihm ergab statt der erwarteten Mehrleistung nur 5,5 l/s bei Absenkung von 3,70 m um 9,80 m auf 13,50 m. Das Ausleuchten des Brunnens ergab, daß aus dem pleistozänen Kies, der die größte Wassermenge erwarten ließ, kein Wasser in das Filterrohr eintrat. Nachdem der Grundwasserspiegel außerhalb des Brunnens unverändert festgestellt wurde, konnte der Schluß gezogen werden, daß sich beim Niederbringen der Bohrrohre eine wirksamabdichtende Tapete von Lehm aus der überlagernden lehmigen Sandschicht vor den Kies, 2,55 m tief, gelegt hatte.

Nach Niederbringen mehrerer Bohrungen an der Grenze von Filterkies und Bohrlochwand, also entlang der ehemaligen Rohrtour 1500 mm, konnte das Wasser der Kiese wieder zutreten. Ein erneuter Pumpversuch ergab 8 l/s bei Absenkung von 3,70 m um 2,30 m auf 6,00 m.

Deutung von Eisen- und Mangangehalt im Wasser zur Zeit des Klarpumpens

Wiederholt wurde bei Wassererschließungen, bei denen auf Grund der hydrogeologischen Verhältnisse ein sauerstoffhaltiges und daher eisen- und mangans-

freies Wasser vorausgesagt worden war, bei der Analyse des Wassers während des Klarpumpens Eisen und Mangan festgestellt. Das Eisen und Mangan stammte jedoch aus der noch nicht ganz beseitigten Trübe des Wassers. Daher empfiehlt sich in solchen Fällen die Analyse des Filtrates. Die Brunnenbohrungen, an denen diese Erfahrung gemacht wurde, standen im Buntsandstein und im Zechsteindolomit des hessischen Berglandes, wo das Wasser nicht den Reduktionswirkungen organischer Ablagerungen oder der Karbonate und Sulfide von Eisen und Mangan ausgesetzt ist. Die beabsichtigte Aufgabe der Bohrung bzw. der beabsichtigte Bau einer Enteisenungs- und Entmanganungsanlage konnten nach endgültigem Klarwerden des Wassers erspart werden.

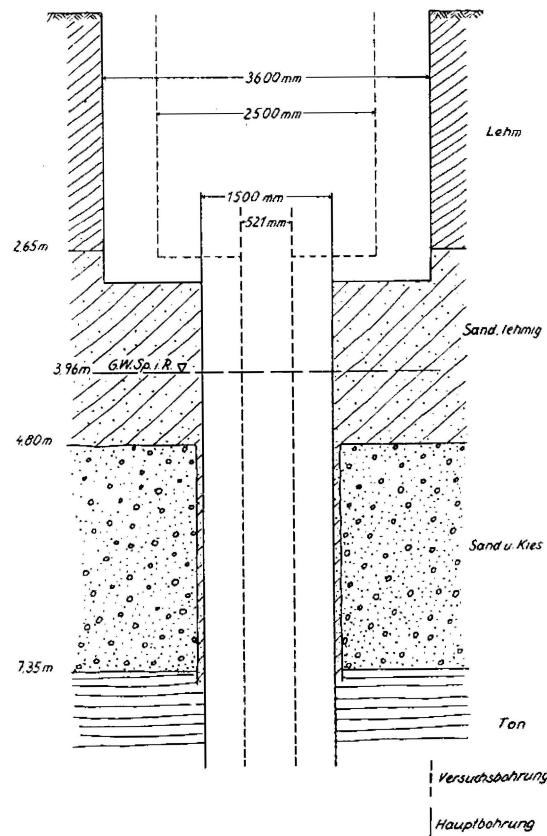


Bild 4. Unbeabsichtigte Abdichtung einer wasserführenden Kiesschicht

Deutung erhöhter Härte des Bohrlohwassers beim Durchbohren von tonigen Schichten

Eine Fabrik in Neckarsteinach (Landkr. Bergstraße) hatte im Jahre 1953 den angeratenen Versuch der Erschließung weichen Wassers unternommen. Die Bohrung erbrachte aber bei 40 m Tiefe und bei Analyse des Filtrats einer stark mit Ton belasteten, rot gefärbten Wasserprobe aus dem Bohrloch 6,4° d. H. Gesamthärte, während die dortigen Grund- und Oberflächenwässer des Buntsandsteins nur 2° bis 3° d. H. Gesamthärte aufweisen. Es stellte sich heraus, daß es sich bei der festgestellten Härte um die Auflösung von Härtebildern gehandelt haben muß, die in den wasserundurchlässigen Schiefertonschichten aus der Zeit der Ablagerung konserviert sind und erst beim Bohrvorgang frei werden. Sie sind in den Sandsteinlagen des Buntsandsteins längst ausgelaugt. Tatsäch-

lich wies das klargepumpte Wasser nur noch eine Gesamthärte von $3,1^{\circ}$ d. H. auf!

Plötzliche Ergiebigkeitszunahme eines Brunnens

Die Kreiswerke Hanau betreiben seit dem Jahre 1928 in Roßdorf (Landkr. Hanau) ein Wasserwerk. Die drei Brunnen sind rund 20 m tief und beziehen ihr Wasser aus Basalt, der bei rund 7 m Tiefe unter holozänen Auelehm und Torf beginnt und bei rund 18 m Tiefe Ton mit Feinsand überlagert. Das Wasser lief ursprünglich artesisch über. Die Leistung ging von anfangs 19,4 l/s auf 11,8 l/s im Jahre 1949 zurück. Am 4. August 1951 trat eine plötzliche Ergiebigkeitszunahme ein. Während noch in der Nacht der Wasserspiegel des Sammelbrunnens, der ebenfalls verfiltert ist, 7,5 m bis 8,0 m unter Flur stand, war er bei einer Pumpenleistung von 12,9 l/s, die gleichmäßig gefahren wurde, bis zum Vormittag um 3 m gestiegen. Seitdem konnte die Leistung auf 18,1 l/s erhöht werden. Bei Förderruhe stieg der Wasserspiegel seit Jahren wieder erstmals bis zum Überlauf. Später fiel die Ergiebigkeit wieder. Die Ergiebigkeitssteigerung war auf den Sammelbrunnen beschränkt. Da der Brunnen aus dem Unterlager des Basaltes schon immer etwas Feinsand brachte, und das Wasser (infolge Löbeinfluß des Einzugsgebietes) eine Karbonathärte von $18,3^{\circ}$ C

aufweist, kann die plötzliche Ergiebigkeitssteigerung auf den Zusammensturz der Brunnenversinterung infolge Hohlräumbildung im unterlagernden Feinsand zurückgeführt werden. Es ist aber durchaus möglich, daß sich für das letzte Beispiel andere Erklärungen finden lassen.

Vortrag anlässlich der Bundes-Arbeitstagung Berlin 1959 der Bundesfachgruppe Brunnen-, Wasserwerks- und Rohrleitungsbau im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, Bonn a. Rh., am 24. September 1959 in Berlin.

Von Dipl.-Geol. Dr. rer. nat. Friedrich Nöring, Wiesbaden, Regierungsgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung.

Schriften

Nusz, Max: „Neue Beobachtungen in der Wasserforschung“. — GWF., 82, S. 375—377, München und Berlin, 1939.

Wagner, Wilhelm: „Das Erdöl im Rheintalgraben mit besonderer Berücksichtigung der Neubohrungen im Untermiozän Hessens“. — Zeitschr. deutsch. geol. Ges. (1948), 100, S. 518—543, Taf. 6, Hannover, 1950.

Stelk, Heinrich: „Wasserspiegelschwünge in Brunnen“. — Unveröff. Manuskript vom 24. 2. 1955.

Wilhelm, Friedrich: „Physikalisch-chemische Untersuchungen an Quellen in den bayerischen Alpen und im Alpenvorland“. — Münchener geogr. Hefte, 10, 97 S., Kallmünz/Regensburg, 1956.

Sprengarbeiten im Brunnenbau

Auf der letzten Arbeitstagung der Bundesfachgruppe Brunnenbau am 23. September 1959 in Berlin, hat Herr Bauingenieur Keudelbacher, Bonn, die Frage der Durchführung von Sprengarbeiten im Brunnenbau angeschnitten und mitgeteilt, daß es bis zum Jahre 1945 jedem Bohrunternehmer möglich war, über die Sprengstoffverkaufsgesellschaft, die in allen Teilen Deutschlands Niederlassungen besaß, fertige Brunnenpatronen für Sprengarbeiten zu beziehen und somit den gesetzlichen Bestimmungen, die das Selbstanfertigen derartiger Patronen verbieten, zu entsprechen.

In den Jahren nach 1945 war es dem Brunnenbauwesen nicht mehr möglich, fertige Brunnenpatronen zu beziehen. Eine Verhandlung mit der Dynamit-AG in Troisdorf, Bezirk Köln, ergab, daß Brunnenpatronen nicht auf Lager gehalten werden könnten und daß die Lieferung nur durch Herstellung in Handarbeit zu einem verhältnismäßig hohen Preis erfolgen könne. Die für Sprengarbeiten zur Verwendung gelangenden Patronen bzw. Patronenbündel würden sich nach den vorhandenen Sprengobjekten und den anzubringenden oder möglichen Bohrlöchern richten. Dieser Weg ist aber für das Brunnenbaugewerbe nicht gangbar, weil man in der Praxis nicht so lange warten könne, bis die Dynamit-AG die Patronen liefern würde.

Wir haben uns daher auf Anregung des Vorstandes der Bundesfachgruppe Brunnenbau mit dem Techni-

schen Beirat der Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften in München in Verbindung gesetzt und die Anregung ausgesprochen, den einschlägigen § 104 der Unfallverhütungsvorschrift „Sprengarbeiten“ über die Anfertigung von Sprengbüchsen, Brunnenpatronen und Brunentorpedos im Verwendungsbetrieb aufzuheben.

Der Technische Beirat hat uns daraufhin mit Schreiben vom 2. November 1959 folgende Stellungnahme hierzu abgegeben:

„Nach einer Besprechung des Herrn von Chossy, Vorsitzender des Technischen Beirats der Arbeitsgemeinschaft der Bau-Berufsgenossenschaften, mit Vertretern der Steinbruchs- und Tiefbau-Berufsgenossenschaft soll bei einer Überarbeitung der Unfallverhütungsvorschrift „Sprengarbeiten“ versucht werden, die Bestimmung in § 104 über die Anfertigung von Sprengbüchsen, Brunnenpatronen und Brunentorpedos im Verwendungsbetrieb aufzuheben. Eine Außerkraftsetzung mit sofortiger Wirkung ist nicht möglich, jedoch können die Bau-Berufsgenossenschaften gem. § 2a der geltenden Unfallverhütungsvorschriften — Hauptausgabe — gültig ab 1. Juli 1941 Einzelausnahmen auf Antrag genehmigen.“

Wir bitten, im Sinne der Ausführungen des Technischen Beirats zu verfahren, und wir werden darüber hinaus noch den offiziellen Antrag auf Aufhebung des § 104 UVV „Sprengarbeiten“ stellen.

Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V.

Bundesfachgruppe Brunnenbau

Krüger
(Bundesfachgruppenleiter)

Dr. Gerland
(Verbandsdirektor)