Mitt. POLLICHIA	75	113 – 125	2 Abb.	Bad Dürkheim 1988
				ISSN 0341 – 9665

Karl E. HEYL

Heilwassererschließung in Bad Bergzabern

Kurzfassung

HEYL, K. E. (1988): Heilwassererschließung in Bad Bergzabern. – Mitt. POLLICHIA, **75**: 113 – 125, Bad Dürkheim.

In Bad Bergzabern, das auf der Abbruchzone zwischen dem Oberrheingraben und dem Pfälzerwald-Gebirge liegt, wurden in den vergangenen 60 Jahren drei Heilwasserbohrungen ausgeführt. Die erste von 1928/29 mußte infolge Korrossion der Verrohrung aufgegeben und durch die zweite von 1969/70 ersetzt werden. Sicherung und Erweiterung des Kurbetriebes erforderten die dritte Bohrung von 1985/86. Alle Bohrungen erschlossen eine Natrium-Chlorid-Therme, die heute ausschließlich für Badezwecke genutzt wird. Über die zweite Bohrung wurde an anderer Stelle ausführlich berichtet, so daß hier vor allem die letzte Bohrung eingehend beschrieben wird: geologische Vorerkundung, Schichtenaufbau in der Bohrung, Wasserzutritte und Pumpversuche, geophysikalische Bohrlochuntersuchungen, Ausbau der Bohrung, endgültige Fördermenge und Wasserbeschaffenheit.

Abstract

HEYL, K. E. (1988): Heilwassererschließung in Bad Bergzabern [The exploration of mineral waters in Bad Bergzabern]. – Mitt. POLLICHIA, **75**: 113 – 125, Bad Dürkheim.

In Bad Bergzabern, situated in the zone of faults between the Upper Rhine Graben and the Palatine Forest, three boreholes were drilled during the last 60 years with the intention of exploiting mineral water. The first one (1928/29), given up because of corrosion of the pipefittings, was replaced by a second one in 1969/70. To secure and expand the cure activities a third borehole was necessary in 1985/86. All these drillings tapped a sodium chloride thermal spring which is exclusively used for bathing treatments. Since the second drilling has been referred to in detail elsewhere, in the following the last one will precisely be described: geological exploration, stratification in the borehole, afflux, pumping tests, geophysical investigations, completion of the drilling, quantity and quality of the water.

Résumé

HEYL, K. E. (1988): Heilwassererschließung in Bad Bergzabern [L'exploitation de l'eau minérale à Bad Bergzabern]. – Mitt. POLLICHIA, **75**: 113 – 125, Bad Dürkheim.

A Bad Bergzabern, situé dans la zone de failles entre le fossé rhénan et la forêt palatine trois forages de l'eau minérale ont été effectués pendant les 60 dernières années. Le premier (1928/29) avait été abandonné par suite de corrosion du matériel de tubage. Il avait été remplacé par un deuxième forage en 1969/70. Le renforcement et l'expansion des stations thermales de cure exigeaient le troisième forage en 1985/86. Tous les forages ont mis en valeur une source thermale de chlorure de sodium, qui est aujourd'hui utilisée exclusivement pour les bains. Un rapport détaillé sur le deuxième forage a eu lieu par ailleurs. C'est pourquoi on décrit particulièrement ici le dernier forage: reconnaissance géologique, stratification, arrivée de l'eau, essais de pompage, investigations géophysiques, aménagement du forage, débit définitif et qualité de l'eau.

1. Einleitung

Im südlichsten Teil von Rheinland-Pfalz, wenige Kilometer vor der Grenze nach Frankreich, liegt das Staatsbad Bad Bergzabern. Die Fülle seiner Prädikate („Luftkurort" seit 1875, „Kneippkurort" seit 1953, „Heilklimatischer Kurort" seit 1958, „Kneippheilbad" und „Bad" seit 1964 sowie „Staatsbad" des Landes Rheinland-Pfalz seit 1975) zeugt einerseits vom Fleiß der Bevölkerung und dem Geschick der Verwaltungsbehörden, andererseits aber auch von der Gunst der Natur in dem Übergangsbereich zwischen der Oberrheinischen Tiefebene und dem Pfälzerwald-Gebirge. Die überaus günstigen natürlichen Gegebenheiten liegen sowohl in den besonderen Klimaverhältnissen der Region als auch im tieferen Untergrund, der heilendes Wasser birgt. Von dessen Vorkommen und Erschließung handelt die folgende Beschreibung (HEYL 1972).

2. Die erste Bohrung (1928/29)

Bereits in Frühjahr 1928, also vor knapp 60 Jahren, nahm der Geographieprofessor Dr. Häberle aus Heidelberg Stellung zu der Möglichkeit der Erschließung einer warmen Quelle auf dem Sportplatz in Bergzabern. Der damalige Bürgermeister Popp hatte um Überprüfung der vom Wünschelrutengänger Oberstleutnant Heinemann aus Homburg v. d. H. gemachten Angabe gebeten, daß in 140 m Tiefe eine warme Quelle zu erschließen sei. HÄBERLE (1928) verglich die geologische Situation am Rand des Oberrheingrabens mit jener von Bad Dürkheim, Heidelberg und Freiburg; an den beiden erstgenannten Orten waren erfolgreiche Bohrungen ausgeführt worden.

Im gleichen Jahr noch wurde auf der „Rötzwiese" mit einer Bohrung begonnen, die 1929 eine Endtiefe von 262,5 m erreichte. Sie durchteufte Schichten des Tertiärs, Muschelkalks und Buntsandsteins. Aus dem bis 175,5 m unter Flur ausgebauten Bohrloch floß Kochsalzwasser artesisch (bis 0,90 m über Flur) über. Beim Pumpbetrieb konnten 60 l/min Mineralwasser mit einer Temperatur von 20,5° C gefördert werden. Die Quelle, die nach dem „Petronell"-Berg ihren Namen erhielt, wurde 1931 durch Erlaß des Bayerischen Staatsministeriums des Innern als Heilquelle anerkannt und ging 1936 in städtischen Besitz über. Die Nutzung der Quelle mußte 1951 infolge Korrosion der Verrohrung eingestellt werden.

3. Die zweite Bohrung (1969/70)

Durch eine vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz angesetzte und betreute Neubohrung von 1969/70, die etwa 40 m neben der alten ausgeführt wurde (TK 25 Blatt 6913 Oberotterbach; R 34 26 320 H 54 40 670; etwa +176 m NN) konnte der ursprüngliche Bestand einer „Natrium-Chlorid-Therme" wieder erreicht werden. Bei einer Entnahme von 3,4 m^3/h senkte sich der Wasserspiegel in dem 451 m tiefen und bis 365 m unter Flur verrohrten Bohrloch auf 81,9 m unter Flur ab. Die Summe der gelösten Feststoffe betrug 4341,6 mg/kg; die Temperatur 21,9 °C. Im Bohrloch traf man unter 5,60 m mächtigen holozänen Ablagerungen bis 107 m unter Flur mitteloligozäne und ältere tertiäre Tone, Mergel, Kalk- und Sandsteine an. Darunter folgten unter einer Störung z. T. stark gipshaltige Ton-, Schluff- und Sandsteine des Gipskeupers, Mittleren und Unteren Muschelkalks, die durch eine Störung in 155,7 m Teufe von den Sand- und Tonsteinen des Mittleren und Unteren Buntsandsteins getrennt werden. Deren Liegendes bilden bis 347,5 m unter Flur Ton- und Sandsteine sowie Arkosen des hier stark gestörten Oberrotliegend. Bis zur Endteufe stehen Phaeno-Rhyodazite des „Grenzlagers" (Nahe-

Gruppe des Oberrotliegend) an. Der Kochsalzgehalt des Heilwassers stammt aus tertiärzeitlichen Salzgesteinen im Oberrheingraben; die Sulfate könnten auf die gipsführenden Muschelkalk- (bzw. Keuper-) Schichten, wie sie in der Bohrung angetroffen wurden, zurückgeführt werden (nähere Einzelheiten bei BANGERT et al. 1972).

4. Die dritte Bohrung (1985/86)

4.1 Geologische Voraussetzungen

Bereits Ende 1974 teilte die Kurverwaltung von Bad Bergzabern dem Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz mit, daß zum Ausbau und zur Sicherung des Kurbetriebes eine weitere Thermalwasserbohrung niedergebracht werden sollte und bat um Angabe eines Bohransatzpunktes und der voraussichtlichen Endteufe. Es sollten jedoch 10 Jahre vergehen, bis diese Absicht verwirklicht werden konnte. Während dieser Zeit schlug das Landesamt aufgrund der Erkenntnisse, die beim Abteufen der Petronella-Bohrung von 1969/70 gewonnen worden waren, einen Bereich hangunterhalb des Böhämmerhauses für den Bohransatzpunkt und eine Teufe von 250 m vor. Ausschlaggebend war die Überlegung, daß die günstigsten Bedingungen hinsichtlich Menge, Salzgehalt und Temperatur dort zu suchen waren, wo im Schollenmosaik der Grabenrandverwerfungen klüftige Buntsandsteinschichten an im Graben versenkte, salzlösungführende Tertiärschichten grenzen. Dies mußte in größerer Tiefe erfolgen, um eine „Therme" (Temperatur höher als 20 °C) zu erschließen. Der vorgeschlagene Bohransatzpunkt (Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz 1975) entsprach diesen geologischen Überlegungen, lag jedoch höhen- und entfernungsmäßig ungünstig zum Kurzentrum. Versuche, den Ansatzpunkt unter gleichen geologischen Voraussetzungen talwärts zu verschieben, wurden mit einer Spezialkartierung (HEYL 1983) und refraktionsseismischen Untersuchungen (KECK 1983) unternommen, ergaben aber kein eindeutiges Ergebnis. Daraufhin schlug das Landesamt im August 1984 vor, zwei Kernbohrungen im Kurparkgelände links und rechts des Erlenbachs niederzubringen. In der ersten, die kurz vor der Einmündung des Amselpfades in den Kurpark liegt (TK 25 Blatt 6913; R 34 26 130 H 54 40 580; etwa +180 m NN), traf man unter 3,9 m quartärem Verwitterungsmaterial bis zur Endteufe von 19,5 m Ton- und Kalkmergelsteine des Mittleren Muschelkalks an. Die zweite Bohrung, talseitig der Wassertretstelle gelegen (TK 25 Blatt 6913; R 34 26 050 H 54 40 660; etwa +178 m NN), durchörterte Schichten, die einer anderen Grabenrandscholle angehören: bis 10,6 m bindige Kiessande des Quartärs, darunter bis 20 m Sandsteine aus dem Grenzbereich Oberer/Mittlerer Buntsandstein und bis zur Endteufe (30 m) steil (50 – 70 °) einfallende, gebleichte Sandsteinschichten des Mittleren Buntsandsteins (Obere Karlstal-Schichten) (HEITELE 1984).

4.2 Schichtenaufbau in der Tiefbohrung

Mit den Ergebnissen der Kernbohrungen war die Lage für den Bohransatzpunkt der Tiefbohrung entschieden, die am gleichen Punkt wie die zweite Kernbohrung zwischen dem 15. 08. 1985 und dem 28. 11. 1985 im Drehbohrverfahren von der Firma Joh. Brechtel/Ludwigshafen bis zu einer Endteufe von 411,5 m ausgeführt wurde (Abb. 1).

Die Betreuung der Bohrung und die Aufnahme der Bohrproben übernahm das Geologische Landesamt (HEITELE 1985). Folgende Schichten wurden erbohrt (bis 30 m Beschreibung des Kerns der Aufschlußbohrung aus dem Jahre 1984 an der gleichen Stelle):

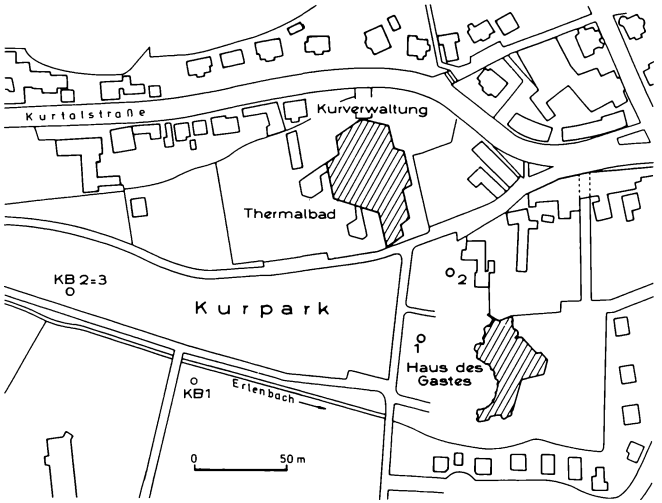


Abb. 1: Lage der Heilwasserbohrungen in Bad Bergzabern

0 –	0,8 m	Schluff, tonig, feinsandig, bis 0,2 m schwarzbraun, darunter gelbbraun
–	1,8 m	künstl. Auffüllung: Schluff, sandig, kiesig (Metall-, Ziegel- und Holzreste), schwarzgrau
–	4,0 m	Sand, schluffig, gelbbraun
–	5,0 m	Schluff, schwach tonig, stark sandig, rotbraun, ockerfleckig
–	6,6 m	Sand, schluffig bis schwach schluffig, z. T. schwach kiesig, gelbbraun, rotbraun
–	8,7 m	Sand, schwach schluffig bis schluffig, bis 8,2 m rotbraun und ockerfleckig, darunter graugelb
–	10,4 m	Mittelsand, gelb
–	10,6 m	Schluff, schwach tonig, feinsandig, graugelb, steif
–	15,2 m	Mittel- bis Grobsandstein, ab 15,0 schwach geröllführend, z. T. schwach kavernös mit rostbraunen Eisenhydroxid-Füllungen meist im Durchmesser bis 2 mm, von 11,9 – 12,5 aber bis 1,5 cm Durchmesser, hellgraugelb bis rostbraun. Von 13,80 – 14,50 Kluft mit Rostbelag und einem Einfallen von ca. 80 °. Kernlängen: 10 – 60 cm
–	16,0 m	Mittel- bis Grobsandstein mit Sand-Schluff-Einlagerungen, z. T. mit Eisen-Rinden durchsetzt, gelbbraun, rostfarben; kleinstückig zerbohrt
–	18,0 m	Mittel- bis Grobsandstein, z. T. geröllführend, von 16,8 – 17,0 Sand-Schluff-Kies-Einlagerung, hellgraugelb, rostfarben, von 16,8 – 17,0 auch graugrün. Mehrere Klüfte mit Rost- und Sand-Schluff-Belägen und einem Einfallen von ca. 60 °. Kernlängen: 20 cm bis kleinstückig

– 20,0 m	Mittelsandstein, von 18,8 – 19,2 z. T. kavernös, hellgraugelb; z. T. deutlich schräggeschichtet (Schichtflächen mit Einfallen von 50 – 70 °). Von 19,0 – 19,8 drei Klüfte mit Rostbelag und einem Einfallen von ca. 50 °. Kernlängen: 10 – 30 cm
– 21,8 m	Sand, gelbbraun (völlig zerbohrter mürber Sandstein)
– 23,0 m	Mittelsandstein, schwach schluffig, graugrünlich und rostfarben; Kernlängen: 10 cm bis kleinstückig
– 24,8 m	Sand, gelbbraun (völlig zerbohrter mürber Sandstein)
– 26,0 m	Fein- bis Mittelsandstein, schwach schluffig, graugrünlich und rostfarben; Kernlängen: 10 cm bis kleinstückig
– 26,3 m	Mittel- bis Grobsandstein, hellgraubraun; kleinstückig zerbohrt
– 26,6 m	Fein- bis Mittelsandstein, schluffig, hellgraugrün; Kernlängen: ca. 15 cm
– 29,5 m	Mittel- bis Grobsandstein, hellgraubraun; von 26,6 – 27,5 zwei Klüfte mit Rostbelag und einem Einfallen von ca. 50 °, ab 27,8 Kluft mit grünem Schluff-Ton-Belag und einem Einfallen von 70 – 80 °. Kernlängen: bis 27,8 m 20 – 60 cm, darunter meist kleinstückig
– 30,0 m	Mittelsandstein, dünnschichtig, graugrünlich; Einfallen der Schichtflächen: ca. 70 °. Bei 29,7 m Kluft mit grauem Schluff-Belag und einem Einfallen von 60°. Kernlängen: 10 – 20 cm
– 75,0 m	Mittelsandstein, hellgrauweiß bis hellbraunweiß, von 38 – 40 m Eisenrinden, z. T. feine weiße Schluff-Ton-Einlagerungen, bis 38 m und von 58 – 60 m deutlich dünnschichtig, von 38 – 58 m z. T. geröllführend und überwiegend als massive Felszonen ausgebildet.
– 80,0 m	stark geröllführender Grobsandstein bis Konglomerat, hellbraun-rötlichweiß
– 85,0 m	Mittelsandstein, z. T. geröllführend, grauweiß
– 90,0 m	stark geröllführender Grobsandstein bis Konglomerat, hellbraun-rötlichweiß
– 105,0 m	Fein- bis Mittelsandstein, grauweiß, feine weiße Schluff-Ton-Beläge, von 102 – 103 m als deutliche Felszone ausgebildet
– 155,0 m	Sandstein, mittelkörnig, z. T. grobkörnig, hellgraubraunweiß, weiße und ab 110 m auch hellgraugrüne Schluff-Ton-Lagen, deutliche Felszonen von 117 – 118 m und 123 – 125 m
– 190,0 m	Sandstein, feinkörnig bis mittelkörnig, etwas heller Glimmer, nur noch wenig weiße und grünliche Schluff-Ton-Anteile, hellgraubraunweiß, Mittelkornanteil z. T. rosafarben.
– 226,0 m	Mittelsandstein, blaßrot, hellgraubraunweiß; rote und graue Schluff-Ton-Zwischenlagen, die von 220 – 223 m eine kompakte Bank bilden; der Sandstein ist sehr mürbe und neigt zu verstärktem Ausbrechen
– 277,0 m	Mittelsandstein, hellbraunweiß, bis 240 m z. T. rötlich, einzelne hellgrüne und dunkelrote Tongerölle oder Schluff-Ton-Zwischenlagen (Serie der kompakten Felsbänke im oberen Teil der Trifels-Schichten)

- 304,0 m Mittel- bis Grobsandsteine und Konglomerate, weiß bis blaßrot, mit roten und grünen Schluff-Ton-Zwischenlagen; bis 286 mehrere Spalten
- 358,0 m Sandstein, mit nach unten hin zunehmenden Schluff-Tongehalten, braunrot bis hellgraubraunrot, stark klüftiger Bereich von 330 – 340 m
- 408,2 m Sandstein, braunrot, schluffig, schwach tonig, mit erhöhten Schluff-Ton-Gehalten von 363 – 375 m und ab 385 m
- 411,5 m Magmatit, hellgrau, feinkörnig (Rhyodazit)

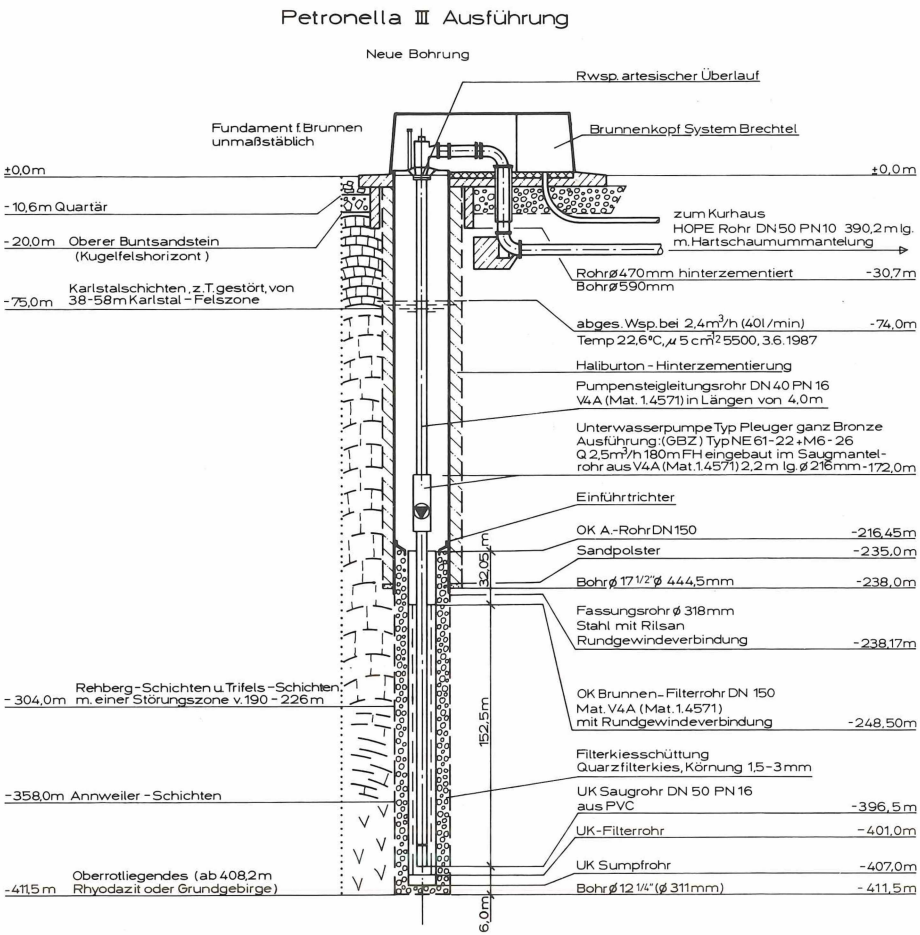


Abb. 2: Heilwasserbohrung Petronella III

Nach HEITELE (1985) ergab sich folgende stratigraphische Einordnung (Abb. 2):

0 – 10,6 m Quartär
– 20,0 m Oberer Buntsandstein (Kugelfelshorizont)
– 75,0 m Karlstal-Schichten, z. T. gestört, v. 38 – 58 m Karlstal-Felszone

- 304,0 m Rehberg-Schichten und Trifels-Schichten mit einer Störungszone von 190 – 226 m
- 358,0 m Annweiler-Schichten
- 411,5 m Oberrotliegend (ab 408,2 m Rhyodazit der „Grenzlager"-Gruppe oder bereits Grundgebirge)

4.3 Wasserzutritte und Pumpversuche

In der Kernbohrung 2, die der Tiefbohrung vorausging, trat am 05. 11. 1984 in 1,65 m Teufe Grundwasser zu, das bis zum 07. 11. 1984 auf 0,5 m unter Flur anstieg. Etwa die gleichen Verhältnisse waren beim Niederbringen der Tiefbohrung zu beobachten: 0,48 m unter Flur am 21. 08. 1985. Nach Einbau eines Sperrohres bis 30,78 m und Erreichen einer Teufe von 40 m stieg am 03. 09. der Wasserspiegel bis 0,10 m über Gelände und lief mit 0,02 l/sec (= 72 l/h) artesisch über. Dieser Überlauf steigerte sich, wenn auch nur geringfügig, fortlaufend weiter und erreichte am 05. 11. 1984 0,6 l/sec (= 2,2 m^3/h). Neben den Überlaufmengen wurden täglich bis zu zweimal die Temperatur und die elektrische Leitfähigkeit gemessen.

Bei 105,8 m Bohrlochteufe wurde vom 10. 09. (07:20) bis 11. 09. (15:00) der erste Kurzpumpversuch ausgeführt: durch die Entnahme von 44 l/min (= 2,64 m^3/h) senkte sich der Wasserspiegel um 7 m, bei 125 l/min (= 7,5 m^3/h) um 15,79 m. Die Temperatur betrug am Morgen 12,7 °C und die Leitfähigkeit 674 µS/cm. Erst 4,5 Stunden nach Abstellen der Pumpe lief die Bohrung wieder über.

Beim zweiten Pumpversuch war eine Teufe von 207,8 m erreicht; es wurde vom 30. 09. bis 01. 10. 1985 insgesamt 34 Stunden gepumpt. Die maximale Entnahmemenge betrug 2,4 l/s (= 8,64 m^3/h), wobei nach kurzzeitiger Beharrung bei 14,53 m Absenkung der Pumpversuch beendet wurde. 132 Minuten später lief das Wasser wieder artesisch aus. Die Temperatur nahm von 16,2 auf 15,2 °C mit leichten Schwankungen ab; die elektrische Leitfähigkeit stieg geringfügig an (Mittelwert um 600 µS/cm), was aber auch auf die Temperaturabnahme zurückgeführt werden kann.

Vom 14. 10. bis 15. 10. wurde, bei 304,2 m Teufe, ebenfalls 34 Stunden lang gepumpt und am Ende 2,33 l/s (= 8,4 m^3/h) bei einer Absenkung von rd. 14,60 m gefördert. Der freie Überlauf setzte nach 85 Minuten wieder ein. Die elektrische Leitfähigkeit war anfangs von 568 auf 596 µS/cm angestiegen und beharrte bei diesem Wert; umgekehrt verhielt sich die Wassertemperatur, die von 16,7 auf 15,5 °C fiel (Landesamt für Wasserwirtschaft – Heilquellenamt 1987).

4.4 Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen

Das für die Tiefbohrung gewählte Rotary-Bohrverfahren ist zwar kostengünstig, läßt jedoch nur begrenzte Aussagen über den Gebirgsbau zu. Eine wertvolle Ergänzung bilden geophysikalische Bohrlochuntersuchungen, wie sie von der TEGTMEYER GEOPHYSIK GmbH/ Celle am 11. 11. 1985 und 03. 12. 1985 ausgeführt wurden.

Bei der ersten Untersuchung betrug die Bohrteufe 400 m; die Messungen konnten jedoch nur bis 290 m unter Flur vorgenommen werden, da das Bohrloch ab dieser Teufe durch Nachfall sanderfüllt war. Die Spülung erfolgte bis 400 m Teufe mit klarem Wasser; erst beim Nachbohren ab 237,6 m und beim Vertiefen von 400 bis 411,5 m wurde eine Kreide-Antisol-Spülung zugesetzt.

Die **Temperaturmessungen** unterscheiden sich wesentlich an den beiden Meßtagen. Bei der ersten Messung lief das Bohrloch mit Q = 2,7 m^3/h artesisch über, die Temperatur stieg kontinuierlich von 18,2 °C bei 4 m unter Flur auf 25,5 °C bei 290 m unter Flur an. Die geother-

mische Tiefenstufe (GT) liegt bei rd. 5 °C/100 m). Dementsprechend müßten Zuflüsse aus 400 m Teufe 30 °C warm sein. Die bei der zweiten Messung erfaßten Temperaturen waren durch den erforderlichen kalten Spülungsersatz um mehrere Grade niedriger, zeigten aber – da kein Überlauf erfolgte – Zuflüsse unterhalb des Bohrschuhs zwischen 30 und 35 m, bei 70, 215, 285, 310, 341 und bei 385 m unter Flur.

Besonders wichtig waren die erweiterten Bereiche im Bohrloch, wo der Ausbruch aus der Bohrlochwand auf – möglicherweise wasserführende – Kluftzonen hinweist. Die **Kalibermessung** in dem ansonsten 311 mm weiten Bohrloch brachte folgende Ergebnisse:

Teufenbereich mit Bohrlocherweiterungen	maximaler Bohrlochdurchmesser
29 – 36 m	600 mm (bei 33 m)
60 – 85 m	650 mm (bei 66 m)
189 – 225 m	580 mm (bei 208 m)
270 – 307 m	660 mm (bei 305 m)
327 – 338 m	650 mm (bei 330 u. 337 m)
376 – 385 m	450 mm (bei 380 m)

Das **Widerstands-Log**, das u. a. Hinweis auf die Porosität und den Tongehalt der Gesteine geben kann, zeigte ab 270 m unter Flur äußerst geringe Widerstände um 20 Ω m. Dies ist hier sicher mit dem Zutritt von Salzwasser zu erklären.

Die Teufe von 280 m ist auch für die Messungen mit dem **Gamma-Ray-Log** von Bedeutung, da die bis dorthin herrschenden Intensitäten recht einheitlich waren, dann sprunghaft zunahmen und nach unten häufig stark wechselten. Die Ursache dürften schluffig-tonige Wechselfolgen im Sandstein sein.

Außer den eben beschriebenen Bohrlochuntersuchungen wurden noch Eigenpotentialmessungen, Laterolog und Salinometer-Log ausgeführt, die schließlich, zusammen mit der Bohrgut-Aufnahme, eine stratigraphische Einordnung der erbohrten Schichten ermöglichten (HEITELE 1985).

4.5 Ausbau der Bohrung (s. Abb. 2)

Als die Bohrung nach Erreichen (408,2 m unter Flur) des Magmatis bei 411,5 m eingestellt wurde, waren folgende Bohrdurchmesser bzw. Hilfsverrohrungen vorhanden:

0,0 – 30,78 m	Bohrdurchmesser 590 mm; Ausbau mit hinterzementierten Stahlrohren (Durchmesser 473 mm)
0,0 – 30,77 m	Hilfsverrohrung mit 368 mm Durchmesser
30,78 – 411,50 m	Bohrdurchmesser 311 mm; kein Ausbau

Ab 300 m Teufe setzte sich das Bohrloch wiederholt mit nachfallendem Sand teilweise zu, so daß bis 400 m immer wieder nachgebohrt und schließlich Kreide-Antisolspülung verwendet werden mußte (s. 4.4).

Nachdem Einigung über die Länge der Abdichtungsstrecke (238 m) bestand, wurde das Bohrloch nach Ziehen der Hilfsverrohrung bis 238,7 m Teufe auf 444,5 mm Durchmesser aufgeweitet, mit Rilsan-Vollrohren (Stahlrohre mit Kunststoffüberzug) von 318 mm Durchmes-

ser und Halibourtenton-Hinterzementierung ausgebaut, wobei die letzten 3 m im Ringraum ein Sandpolster als Gegenfilter beinhalten. Das Fassungsrohr (ø 318) reicht bis 238,17 m unter Gelände. Entgegen dem Vorschlag des Geologischen Lndesamtes, auch die Förderstrecke der Bohrung aufzuweiten, wurden zwischen 216,45 und 407 m unter Flur V4A Edelstahlrohre mit Nennweite 150 mm in das Versuchs-Bohrloch verloren eingebaut. Verloren bedeutet, daß die Verrohrung nicht bis zur Oberfläche reicht; den Übergang zur größer dimensionierten Absperrung bildet ein Einführtrichter. Die Edelstahlverrohrung gliedert sich in eine 32,05 m lange Aufsatzrohr- (216,45 – 248,50 m), 152,5 m Filterrohr- (248,5 – 401,0 m) und 6 m Sumpfrohrstrecke (401,0 – 407,0). Die untersten 4,5 m und der Ringraum wurden mit einer Filterkiesschüttung aus Quarzfilterkies, Körnung 1,5 – 3 mm, versehen.

Da der artesische Überlauf für die Nutzung nicht ausreichte, baute man eine Bronze-Unterwasserpumpe (Typ Pleuger, Leistung: 8,5 m^3/h) in 172 m Tiefe ein. Von ihr führt ein Saugrohr aus PVC bis in 396,5 m Teufe; das Steigleitungsrohr bis in den Brunnenkopf „System Brechtel" besteht aus V4A Stahl.

4.6 Endgültige Fördermenge

Wie bereits beschrieben, wurden nach jeweils rd. 100 m Tiefe Kurzpumpversuche durchgeführt, mit folgenden Ergebnissen:

Teufe	Fördermenge	Absenkung	Temperatur	Wiederanstiegsdauer
105,8 m	7,5 m^3/h	15,79 m	(12,7 °C)	270 Minuten
207,8 m	8,64 m^3/h	14,53 m	15,2 °C	132 Minuten
304,2 m	8,4 m^3/h	14,60 m	15,5 °C	85 Minuten

Um die Standsicherheit des Bohrlochs nicht zu gefährden, wurde auf einen Pumpversuch bei 400 m verzichtet und die Versuchsbohrung zum Förderbrunnen ausgebaut.

Aufgrund der täglichen elektrischen Leitfähigkeitsmessungen war bekannt, daß ein ausreichend hoch konzentriertes Mineralwasser dem Bohrloch zusaß. Bei den Pumpversuchen wurde der Wasserspiegel nur geringfügig abgesenkt, doch zeigte die verhältnismäßig niedrige Temperatur, daß ein großer Anteil von oberflächennahem Wasser zufloß. Dies wurde durch die Abdichtung mit dem Fassungsrohr und der Zementierung verhindert.

Ein hundertstündiger Pumpversuch vom 02. – 07. August 1986 sollte die nunmehr gewinnbaren Fördermengen testen. Es wurden konstant 0,9 l/s (= 3,24 m^3/h) Wasser entnommen, wobei der Wasserspiegel auf rd. 132 m unter Flur absank; die Temperatur blieb konstant bei 22,9 °C und die elektrische Leitfähigkeit schwankte leicht um den Mittelwert von 3500 µS/cm. Die Pumpe war 151,46 m unter Flur installiert. Während des Pumpversuches wurde die Petronella-Bohrung von 1969/70 mitbeobachtet: bei einer konstanten Entnahme von 2,6 m^3/h betrug die Temperatur gleichbleibend 21 °C, die Absenkung variierte leicht um 48,60 m unter Flur und die elektrische Leitfähigkeit um 3450 µS/cm. Somit war eine gegenseitige Beeinflussung bei einer maximalen oder geringeren Entnahme von 3,2 m^3/h aus der letzten Bohrung nicht zu erkennen. Aus der Erfahrung, daß Pumpversuche nicht lange genug gefahren werden können, um die Auswirkungen einer langzeitigen Entnahme festzustellen, wurde die fertig ausgebaute Bohrung vom 01. Juli 1986 bis zum 03. Juni 1987 gleichmäßig mit 40 l/min (= 2,4 m^3/h) abgepumpt, wobei die Absenkung 74,0 m betrug. Die ermittelte Menge, bei der die Mineralisation und Temperatur konstant bleiben, bildete die Grundlage des Antrags für die wasserrechtliche Bewilligung zur Nutzung der Bohrung.

4.7 Wasserbeschaffenheit

Bereits während der Kurzpumpversuche wurden Wasserproben vom Landesamt für Wasserwirtschaft – Heilquellenamt – hydrochemisch auf die Parameter Leitfähigkeit, Chlorid- und Hydrogenkarbonatgehalt (Landesamt für Wasserwirtschaft – Heilquellenamt 1987) untersucht. Die Ergebnisse zeigten, daß bis rd. 300 m Teufe noch keine hoch mineralisierten Mischwässer angetroffen worden waren, denn die Leitfähigkeiten lagen zwischen 560 (22,4 °C) und 790 (19,3 °) µS/cm, die Chloridgehalte zwischen 106,4 und 141,8 mg/l Cl^- und die Hydrogenkarbonat-Konzentrationen zwischen 250,5 und 305,5 mg/l HCO_3^-.

Ähnliche Untersuchungen führte das gleiche Amt im Juli und September 1986 sowie im März und Mai 1987 durch, in einer Zeit, in der die nunmehr fertig ausgebaute Bohrung mit Unterbrechungen langfristig abgepumpt wurde (s. Tabelle 1). Auffallend sind dabei die Ergebnisse im September 1986, als die Bohrung frei überlief: die Temperatur sank um rund 7 °C ab, während die Leitfähigkeit im Mittel um rd. 1000 µS/cm anstieg. Die Werte des frei überlaufenden Wassers am 16. März 1987 glichen dagegen wieder weitgehend jenen, die im gepumpten Wasser gemessen wurden.

Eine Erklärung ist nur allgemein dahingehend möglich, daß in einem Kluftgrundwasserleiter, wie er hier vorhanden ist, keine „Wasserhorizonte" vorhanden sind, d. h. daß sich verschieden konzentrierte und verschieden temperierte Wässer auf bestimmten Kluftsystemen bewegen, die eine direkte Verbindung zwischen „oben" und „unten" ermöglichen. Somit kann z. B. ein verhältnismäßig kühles Wasser in größere Tiefen rasch absinken und unter wärmeren Wässern angetroffen werden. Auch die Mineralisation muß nicht mit größerer Teufe zunehmen, es sind Fälle bekannt, wo „süßere" Wässer unter Mineralwässern zirkulieren.

Tabelle 1: Meßergebnisse des Landesamtes für Wasserwirtschaft – Heilquellenamt – an der Petronella-Quelle von 1985/86.

Datum	Pumpleistung l/s	Pumpleistung l/min	Abs. m	W-Temp. °C	Leitf/Wt. µScm^{-1}/° C	Cl^- mg/l	HCO_3^- mg/l
01.07.86	0,7		104,75	22,5	5740	1702,0	207,7
02.07.86	0,5		93,69	22,4	5140	1702,0	220,0
03.07.86	0,5		95,05	22,4	5040	1631,0	226,1
05.07.86	0,5		96,14	22,4	4860	1489,0	220,0
07.07.86	0,5		97,43	22,4	4850	1560,0	226,1
10.07.86	0,35		83,70	22,5	4890	1560,0	213,9
13.07.86	0,35		83,65	22,5	4860	1666,0	213,9
08.09.86	–	7,0	Überl.	15,4	6300	1595,7	207,7
15.09.86	–	7,0	Überl.	15,6	6100	1773,0	207,7
29.09.86	–	7,0	Überl.	15,4	6410	1914,8	201,6
16.03.87	–	7,0	Überl.	21,3	5910	1808,4	274,9
17.03.87	0,83		85,00	21,8	5560	1702,1	262,7
14.05.87	0,64		66,70	22,5	5540	1738,0	268,8
22.05.87	0,62		73,20	22,6	5450	1631,0	250,5

Am 10. Juni 1987 entnahm das Chemische und biologische Laboratorium P. Romeis (Bad Kissingen) Wasserproben für die Heilwasser-Analyse. Wie bereits beschrieben, war die Bohrung rund ein Jahr lang abgepumpt worden; unter den gleichen Bedingungen ($Q = 2{,}4\ m^3/h$; rd. 75 m Absenkung) erfolgte die Entnahme. Die unter dem 07. Juli 1987 beschriebene Analyse ergab:

Kationen:		Massen-konzentration mg/l	Aequivalent-konzentration mmol/l	Aequivalent-anteil %
Lithium	(Li^+)	4,8	0,69	1,31
Rubidium	(Rb^+)	0,16	0,00	0,00
Caesium	(Cs^+)	0,16	0,00	0,00
Natrium	(Na^+)	930	40,45	76,49
Kalium	(K^+)	20,5	0,52	0,99
Ammonium	(NH_4^+)	0,68	0,04	0,07
Magnesium	(Mg^{2+})	32,0	2,63	4,98
Calcium	(Ca^{2+})	168	8,38	15,85
Strontium	(Sr^{2+})	5,5	0,13	0,24
Mangan (gesamt)	(Mn)	0,07	0,00	0,00
Eisen (gesamt)	(Fe)	0,93	0,03	0,06
			52,88	100,00
Anionen:				
Fluorid	(F^-)	0,83	0,04	0,08
Chlorid	(Cl^-)	1570	44,28	83,16
Bromid	(Br^-)	6,6	0,08	0,16
Jodid	(J^-)	0,21	0,00	0,00
Sulfat	(SO_4^{2-})	258	5,37	10,09
Hydrogensulfid	(HS)	0,077	0,00	0,00
Hydrogenphosphat	(HPO_4^{2-})	0,23	0,00	0,01
Hydrogencarbonat	(HCO_3^-)	211	3,46	6,49
		3210	53,25	100,00

Undissozierte Stoffe:		
Borsäure	(HBO_2)	4,95
Kieselsäure	(H_2SiO_3)	17,5
Summe der gelösten festen Stoffe		3232
Gasförmige Stoffe: freies gelöstes Kohlenstoffdioxid	(CO_2)	16
Summe der gelösten Stoffe insgesamt		3248

Weitere Untersuchungen brachten – auszugsweise – folgende Ergebnisse:

Temperatur an der Entnahmestelle		22,8 °C
pH-Wert (Entnahme, bei 22,8 °C)		7,32
elektrische Leitfähigkeit (Entnahme, bei 22,8 °C)		4,79 mS/cm
Sauerstoffgehalt		1,45 mg/l
Aufsteigende Gase:		über 90 % wurden von NaOH gebunden
Nitrat	(NO_3^-)	nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,005 mg/l)
Nitrit	(NO_2^-)	nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,1 mg/l)

Bei der Beurteilung durch das Laboratorium wurden die Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen des Deutschen Bäderverbandes und des Deutschen Fremdenverkehrsverbandes (Ausgabe 1979) herangezogen. Danach ist das Wasser der 3. Petronella-Heilwasserbohrung wie das aus den beiden vorhergehenden Bohrungen als „Natrium-Chlorid-Therme" zu bezeichnen. Bemerkenswert ist der verhältnismäßig hohe Gehalt von 6,6 mg/l Bromid.

Im Hinblick auf die „ursprüngliche Reinheit" des Wassers wurden weitere Untersuchungen nach Phenolen, Tensiden, Cyaniden, polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, organisch gebundenem Stickstoff, extrahierbaren Substanzen und Pestiziden ausgeführt, die jedoch keinerlei Hinweise für einen anthropogenen Einfluß ergaben. Auch die mikrobiologischen Untersuchungen ließen eine einwandfreie Beschaffenheit erkennen.

Das Institut Fresenius/Taunusstein-Neuhof entnahm am 4. August 1987 eine Wasserprobe aus der Petronella-Bohrung von 1969/70. Der Untersuchungsbericht läßt folgende Vergleiche zu:

Bezeichnung	Petronella-Quelle 1969/70 Heilwasser-anal. von 1983	Kontroll-anal. 1987	Petronella-Quelle 1985/86
Temperatur		21,0 °C	22,8 °C
Leitfähigkeit bei 25 °C		4,42 mS/cm	5,02 mS/cm
pH-Wert		7,25	7,32
Natrium (Na^+)	898 mg/l	870 mg/l	930 mg/l
Ammonium (NH_4^+)	0,68 mg/l	1,16 mg/l	0,68 mg/l
Chlorid (Cl^-)	1487 mg/l	1414 mg/l	1570 mg/l
Nitrit (NO_2^-)	nicht nachweisbar		nicht nachweisbar
Nitrat NO_3^-)	nicht nachweisbar		nicht nachweisbar
Hydrogenkarbonat (HCO_3^-)	286 mg/l	281 mg/l	211 mg/l
Abdampfrückstand	3146 mg/l	2974 mg/l	3231 mg/l
Gelöste feste Bestandteile (ber.)	3289 mg/l	3115 mg/l	3337 mg/l

In der letzten Bohrung wurden 7 % mehr Natrium nachgewiesen; 11 % beträgt die Differenz beim Chlorid zugunsten der letzten Bohrung, andererseits sind 25 % weniger Hydrogenkarbonate in dieser vorhanden. Der Abdampfrückstand ist in der letzten Bohrung 8,6 % höher. Dieser Vergleich läßt erkennen, daß es sich praktisch um die gleichen Tiefenwässer handelt, die sich wahrscheinlich aus mehreren Zuflüssen mit unterschiedlicher Beschaffenheit zusammensetzen. Die um mehr als 1 °C höhere Temperatur der letzten Bohrung weist auf eine größere Entnahmetiefe gegenüber den vorherigen Bohrungen hin.

Mit der neuen Heilwasserbohrung von 1985/86 besitzt das Heilbad Bad Bergzabern eine weitere Quelle, durch die sowohl eine zusätzliche Heilwassermenge gewonnen als auch ein ungestörter Kurbetrieb gewährleistet werden kann, falls Ausfälle, Reparaturen etc. an der bisher allein nutzbaren alten Quelle auftreten sollten.

5. Literaturverzeichnis

BANGERT, V. & DOEBL, F. & HEYL, K. E. & SCHWARTZ, U. (1972): Die Wiedererschließung der „Petronella-Heilquelle" in Bad Bergzabern (Oberrhein-Graben). – Mainzer geowiss. Mitt., 1: 24–33, 3 Abb., Mainz.

Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz (1975): Schreiben vom 14. 1. 1975 an die Kurbetriebsgesellschaft m.b.H. Bad Bergzabern (Bearb.: OLG Dr. Heyl). – Lokalarchiv (342), Blatt 6913 Oberotterbach (unveröff.).

HÄBERLE; D. (1928): „Über die Möglichkeit der Erschließund einer warmen Quelle auf dem Sportplatz in Bergzabern." – Stellungnahme, 2 S., vom 6. 3. 1928, Heidelberg. Lokalarchiv des Geolog. Landesamtes Rheinland-Pfalz (342), Blatt 6913 Oberotterbach (unveröff.).

HEITELE, H. (1984): Schichtenverzeichnis der Kernbohrung KB1 und KB2 in Bad Bergzabern. – Bohrarchiv des Geolog. Landesamtes Rheinland-Pfalz, Blatt 6913 Oberotterbach; lfd. Nr. 100 u. 101 (unveröff.).

HEITELE, H. (1985): Schichtenverzeichnis der Neubohrung Petronella in Bad Bergzabern. – Bohrarchiv des Geolog. Landesamtes Rheinland-Pfalz, Blatt 6913 Oberotterbach; lfd. Nr. 102 (unveröff.).

HEYL, K. E. (1972): Bäderbuch Rheinland-Pfalz. – 178 S., 28 Abb., 2 Tab., Koblenz: Hrsg. Bäderarbeitsgemeinschaft Rheinland-Pfalz.

HEYL, K. E. (1983): „Neubohrung nach Thermalwasser in Bad Bergzabern". – Bericht vom 25. 1. 1983. – Lokalarchiv des Geolog. Landesamtes Rheinland-Pfalz (342), Blatt 6913 Oberotterbach (unveröff.).

KECK, O. (1983): Bericht über refraktionsseismische Untersuchungen im Kurgelände von Bad Bergzabern. – Lokalarchiv des Geolog. Landesamtes Rheinland-Pfalz (22), Blatt 6913 Oberotterbach (unveröff.).

Landesamt für Wasserwirtschaft – Heilquellenamt – (1987): Schreiben vom 30. 9. 1987 (Tgb. Nr. 1418) und 14. 10. 1987 (Tgb. Nr. 1493) an das Geologische Landesamt Rheinland-Pfalz (unveröff.)

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 8. 3. 1988)

Anschrift des Verfassers:
Dr. Karl E. HEYL,
Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Emmeransstraße 36, 6500 Mainz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 75

Autor(en)/Author(s): Heyl Karl

Artikel/Article: Heilwassererschließung in Bad Bergzabern 113-125