

6 Einzelne Thermalwasservorkommen im Westpannonischen Becken

(D. ELSTER)

6.1 Seewinkel (B)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Der wasserrechtlich bewilligte Konsens ist für die Tiefbohrung Seewinkel Thermal 1 (Abb. 75) auf 6 l/s bzw. 518 m³/Tag festgelegt. Das Thermalwasser wird für die Thermenanlage balneologisch genutzt.

Seewinkel Thermal 1 wurde im Jahr 2006 abgeteuft (BÖCHZELT, 2006). Die Eröffnung der Thermenanlage erfolgte 2009.

Hydrogeologie

Der Raum Seewinkel befindet sich am Westrand des Pannonischen Beckens. Die neogene Beckenfüllung mit einer stratigrafischen Abfolge von Badenium, Sarmatium sowie unteres bis oberes Pannonium überlagert im ungarischen Grenzgebiet das zentralalpine Kristallin mit einer Mächtigkeit von bis zu 3.750 m. Im nahen Umkreis der Bohrung hat das Neogen jedoch eine deutlich geringere Mächtigkeit von rund 1.600 m, da das Grundgebirge gegen Westen aufsteigt (BÖCHZELT, 2006). Die OMV Bohrung Frauenkirchen gibt Auskunft über den Aufbau der neogenen Beckenfüllung: Dem zentralalpiner Kristallin lagern geringmächtige klastisch-kalkige Sedimente des Badeniums transgressiv auf. Die darüber folgende mergelige Ausbildung des Sarmatiums weist einzelne Sandsteinlagen auf. Das untere Pannonium zeigt eine ähnliche Entwicklung. Für eine Thermalwassererschließung waren die Gesteine dieser Horizonte aufgrund der geringen Wasserwegigkeit allerdings nicht relevant, auch, weil mit hochmineralisierten stagnierenden Wässern zu rechnen war. Erst im mittleren und oberen Pannonium waren günstigere Verhältnisse zu erwarten.

Seewinkel Thermal 1 wurde bis auf 1.087 m unter GOK abgeteuft (Tab. 76) (BÖCHZELT, 2006). Die vom Seewinkelschotter überlagerten mächtigen Sedimente des oberen bis mittleren Pannoniums befinden sich im Teufenabschnitt von 15 bis 865 m unter GOK und bestehen aus einer Wechsellagerung von Mergel, Ton und schluffigem Feinsand. Von 775 bis 865 m unter GOK zeigen die Thermalwasser führenden Feinsandschichten allerdings einen Schluffanteil. Aus diesem Horizont wurde Thermalwasser mit einer Filterstecke von 827 bis 864 m unter GOK (24 m Nettoperforation) erschlossen. An der Basis folgen minderdurchlässige Tone des unteren Pannoniums. Da mittlerweile eine Einsichtnahme in weitere, bis dahin nicht zugängliche Informationen möglich war, wurde eine Korrelation mit anderen Bohrungen der Region durchgeführt (BÖCHZELT, 2013). Demnach liegt der produktive Teufenabschnitt der Sonde Seewinkel Thermal 1 sehr wahrscheinlich entgegen erster Einschätzung von oberem Pannonium tatsächlich im mittleren Pannonium.

Im Zuge eines Langzeitpumpversuchs vom 19.04.2006 bis zum 19.06.2006 wurde ein artesischer Überlauf von 1,2 bis 1,5 l/s und ein Ruhedruck von 4,3 m über GOK festgestellt (Schließdruck: 0,43 bar) (BÖCHZELT, 2006). Bei der höchsten Förderstufe von 6 l/s und einer Auslauftemperatur von 43,3 °C stellten sich quasistationä-

Teufen (m u. GOK)	Seewinkel Thermal 1
-15,0	Quartär
-865,0	oberes Pannonium
-1.087 (ET)	mittleres Pannonium

Tab. 76. Bohrprofil von Seewinkel Thermal 1 (nach BÖCHZELT, 2006: Überarbeitung 2015 als schriftliche Mitteilung).

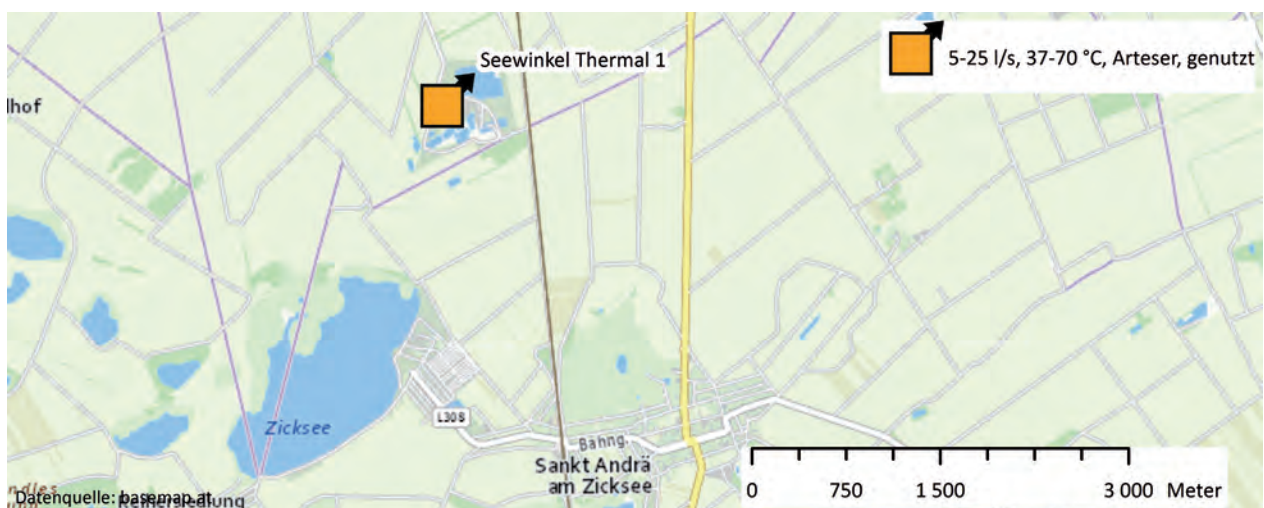


Abb. 75. Lage der Erschließung nordwestlich von Sankt Andrä am Zicksee.

re Bedingungen bei einer Absenkung von 24,83 m unter GOK ein. Die im Rahmen der Aufspiegelung ermittelte Transmissivität und der kf-Wert betragen $2,4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. $1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.200 mg/l (Tab. 79). Bei einer Förderrate von 6 l/s beträgt die Temperatur am Sondenkopf rund 43 °C. Die Werte der stabilen Umweltsotope Sauerstoff-18 (-12,25 ‰) und Deuterium (-93,80 ‰) belegen zudem einen vadosen Charakter (Tab. 80). Aufgrund des abgereicherten Gehaltes ist eine Grundwasserneubildung während einer Kaltzeit anzunehmen. Eine Beimischung von oberflächennahen jüngeren Wässern ist auszuschließen, da der Wert von Tritium unter der Nachweisgrenze ($< 0,3 \text{ TU}$) lag. Das Gas/Wasser-Verhältnis liegt aufgrund von leichten Schwankungen zwischen 2:10 bis 3:10, wobei die frei aufsteigenden Gase vorwiegend aus Methan (72,6 %) und Stickstoff (25,7 %) bestehen (Tab. 81).

6.2 Lutzmannsburg (B)

Aktuelle Nutzung

Die wasserrechtlich bewilligte Fördermenge für die Tiefbohrung Lutzmannsburg Thermal 2 (Abb. 76) beträgt 5 l/s. Aufgrund der Inbetriebnahme von Lutzmannsburg Thermal 2 wurde die ursprüngliche wasserrechtlich bewilligte Entnahmemenge von 15 l/s bei Lutzmannsburg Thermal 1 (Abb. 76) auf 10 l/s reduziert. Mit dem Thermalwasser wird eine Thermenanlage versorgt.

Im Jahr 1990 wurde die Tiefbohrung Lutzmannsburg Thermal 1 niedergebracht und die Thermenanlage wurde 1994 eröffnet. Zwei Jahre später wurde das Thermalwasser als Heilwasser anerkannt. Im Zuge einer Erweiterung erfolgte 1999 die Niederbringung von Lutzmannsburg Thermal 2.

Hydrogeologie

Lutzmannsburg kommt am Übergang von der Landseer Bucht zum Westpannonischen Becken zu liegen. Die Hochzone bei Kroatisch Minihof stellt die Begrenzung gegenüber der Landseer Bucht dar (BÖCHZELT & GOLDBRUNNER, 2000c). Im südwestlichen Beckenbereich im Gebiet von Lutzmannsburg bilden glimmerreiche Grünschiefer und Kalkschiefer der Rechnitzer Gruppe (Peninikum) den Beckenuntergrund. Bei den Bohrungen Lutzmannsburg Thermal 1 und Thermal 2 wurden diese in einer Tiefe von 943,6 bzw. 720,0 m unter GOK angetroffen (Tab. 77, Abb. 77). Die nahe der Staatsgrenze bis zu 1.000 m mächtige neogene Beckenfüllung umfasst klastische Sedimente des Karpatiums, denen transgressiv klastische Sedimente des Pannoniums und Pontiums auflagern. Geologisch sind beide Bohrungen eindeutig korrelierbar, trotzdem ist von einem Versatz über zumindest einen Bruch zwischen den Bohrungen auszugehen. Bei der ca. 3,5 km entfernten, auf ungarischem Staatsgebiet niedergebrachten Bohrung Zsira 1 wurden im Teufenabschnitt 702,0 bis 747,0 m unter GOK Kalke und sandige Tonmergel des Badeniums angetroffen (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1991) (Tab. 77, Abb. 77).

Bei Lutzmannsburg Thermal 1 erfolgt die Förderung des ca. 32,7 °C warmen Thermalwassers aus sechs Filterstecken von 456,7 bis 904,0 m unter GOK (87,29 m Nettoperforation) (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1991). Es wurde der Transgressionsbereich des Pannoniums über dem Karpatium verfiltert, wobei davon auszugehen ist, dass der Thermalwasserzutritt hauptsächlich aus dem Bereich 456,8 bis 484,0 m (grobklastische Entwicklung des Pannoniums) erfolgt (BÖCHZELT & GOLDBRUNNER, 2000c). Bei der höchsten Pumpstufe von 15 l/s des Leistungspumpversuches vom 20.09.1990 bis 25.10.1990 wurde eine Absenkung von 79,72 m unter GOK ermittelt. Der Ruhewasserspiegel lag vor dem Beginn des Leistungspumpversuches bei 6,97 m unter GOK. Nach dem Pumpversuch wurde am 25.10.1990

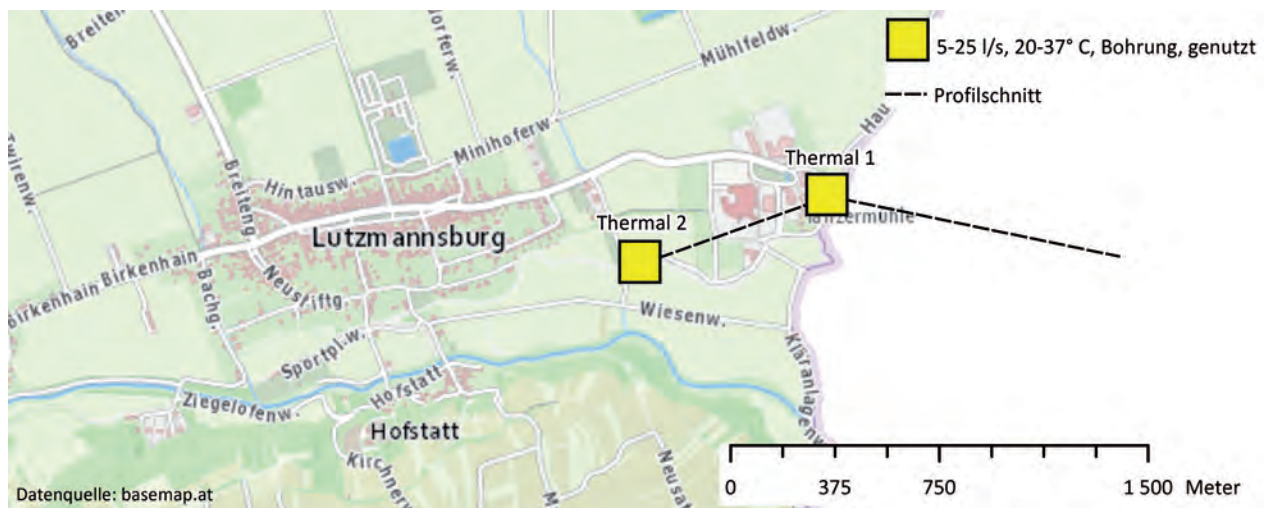


Abb. 76. Lage der Erschließungen östlich von Lutzmannsburg.

Teufen (m u. GOK)	Thermal 1	Teufen (m u. GOK)	Thermal 2	Teufen (m u. GOK)	Zsira 1
-12,0	Quartär	-12,5	Quartär	-12,5	Quartär
-458,2	Pannonium und Pontium	-443,4	Pannonium und Pontium	-702,0	Pannonium und Pontium -625,7: oberes Pannonium -702,0: unteres Pannonium
-937,3	Karpatium	-783,4	Karpatium	-747,0	Badenium
-951,0 (ET)	Penninisches Grundgebirge	-813,0 (ET)	Penninisches Grundgebirge	-800,0 (ET)	Karpatium

Tab. 77.

Bohrprofile von Lutzmannsburg Thermal 1 und 2 sowie von Zsira 1 (Thermal 1 und 2: BÖCHZELT & GOLDBRUNNER, 2000c; Zsira 1: GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1991).

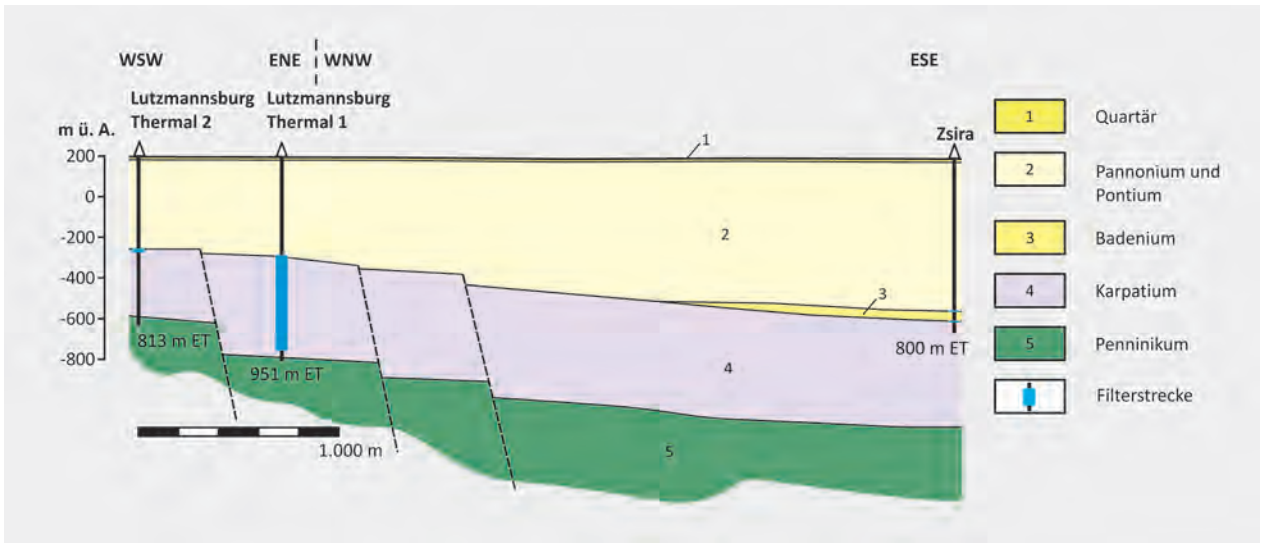


Abb. 77.

Profilschnitt von Lutzmannsburg (verändert nach BÖCHZELT & GOLDBRUNNER, 2000c).

mit einem Aufspiegelungsversuch begonnen. Hierbei wurde für den mittelfernen Bereich eine Transmissivität von $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. ein kf-Wert von $2,3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ ermittelt.

Bei Thermal 2 wurde der Transgressionsbereich Pannonium/Karpatium von 428,0 bis 446,0 m unter GOK (Nettoperforation von 18 m) perforiert (BÖCHZELT & GOLDBRUNNER, 2000c). Zuvor wurden Filterstrecken bei 764,8 bis 770,8 m und bei 734,3 bis 740,3 m gesetzt, in diesen Abschnitten des Karpatiums wurde jedoch kein Zufluss festgestellt. Bei einem vom 13.01.2000 bis 09.03.2000 durchgeführten Langzeitpumpversuch befand sich der Ruhewasserspiegel zunächst bei 18,1 m unter GOK. Bei einem Volumenstrom von 5,5 l/s und einer Auslauf-temperatur von 34 °C wurde ein quasistationärer Zustand bei -266,9 m unter GOK erreicht. Dies entspricht einer Transmissivität von $2,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. einem kf-Wert von $1,2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Im Zuge des folgenden Auslaufversuchs wurde für den mittelfernen Abschnitt eine Transmissivität von $5,56 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. ein kf-Wert von $3,09 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ ermittelt.

Die Bohrung Zsira 1 wurde von 700,0 bis 706,0 m (unteres Pannonium und Badenium) sowie von 754 bis 760 m (Karpatium) verfiltert (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1991). Der Ruhewasserspiegel befand sich ca. 3 m unter GOK.

Bei hydraulischen Tests wurde bei einem Volumenstrom von 5,7 l/s eine Absenkung von 32 m erzielt. Dies entspricht einer Transmissivität von $1,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

Im Zuge der Pumpversuche bei Thermal 2 wurde an der 720 m entfernten Bohrung Thermal 1 sowie bei der ca. 3,5 km entfernten Bohrung Zsira 1 laut wasserrechtlich relevanten Unterlagen Beweissicherungsmessungen durchgeführt. Dabei wurde ein eindeutiger hydraulischer Zusammenhang zwischen Thermal 1 und 2 nachgewiesen. Bei einer Förderrate von 3,5 l/s bei Thermal 2 betrug der Abfall des Wasserspiegels bei Thermal 1 ca. 0,3 bar. Bei Zsira 1 konnte kein eindeutiger Zusammenhang festgestellt werden, allerdings kam es zu Änderungen der Wasserspiegellagen. Es ist zu erwähnen, dass es im Zeitraum 1989 bis 2000 bei Zsira 1 zu einem Abfall des Druckwasserspiegels um rund 11 m kam.

Hydrochemie

Bei den Bohrungen Lutzmannsburg Thermal 1 und 2 handelt es sich um einen Natrium-Calcium-Hydrogencarbonat-Typ mit einer Gesamtmineralisation von rund 1.000 mg/l und einer Auslauf-temperatur von ca. 33 °C (Tab. 79). Die Gehalte von Sauerstoff-18 (-11,94 %) und Deuterium (-85,7 %) weisen auf einen meteorischen Ursprung der Thermalwässer und somit auf eine Rege-

neration des Vorkommens hin. Zudem besteht aufgrund des niedrigen Gehalts an Tritium kein Einfluss durch oberflächennahe Wässer (Tab. 80). Der Gasgehalt beträgt bei Thermal 2 1,49 % (bei 4,7 l/s Wasserförder-rate), wobei die frei aufsteigenden Gase überwiegend aus Stickstoff (55,71 Vol.%) und Kohlenstoffdioxid (43,01 Vol.%) bestehen (Tab. 81). Für Thermal 1 ist keine entsprechende Analyse vorhanden, allerdings geben FOISNER & PFLÉGER (1997) einen Gasgehalt von 2,9 % an.

6.3 Bad Radkersburg (STMK)

Aktuelle Nutzung

Die wasserrechtlich bewilligte Entnahmemenge ist für die Tiefbohrungen Bad Radkersburg II und IIIa (Abb. 78) zusammen auf 22,2 l/s bzw. 1.200 m³/Tag festgelegt. Das Thermalwasser wird für den Thermenbetrieb sowie für die Versorgung der in Hotels gebauten Bäder verwendet.

Für die Bad Radkersburger Stadtquelle (Mineralwasserbrunnen) besteht ein Konsens von 2,5 l/s (200 m³/Tag). Das subthermale Wasser wird für die Flaschenabfüllung, für Therapiebäder im Kurzentrum und für einen Trinkbrunnen verwendet. Für die Stadtquelle (Abb. 78) besteht außerdem ein Schongebiet, das im Jahr 1962 festgelegt wurde.

Im Jahr 1927 stieß man erstmals im Zuge einer erfolglosen Erdöl-Prospektionsbohrung auf artesisches Wasser und nutzte das leicht temperierte Wasser für einen öffentlichen Brunnen (GU GMBH, 1998). Das als Stadtquelle bezeichnete Vorkommen wurde dann 1962 als Heilquelle anerkannt. Im Jahr 1965 wurde das Kurmittelhaus errichtet, um Trinkkuren zu verabreichen. Zudem wurde das Mineralwasser ab 1970 in den Handel gebracht. Nach einer Neuverrohrung im Jahr 1987 konnte die Fördermenge deutlich gesteigert werden.

Ermutigt durch den Erfolg der Stadtquelle und von der Bohrung Binderberg 1 in Loipersdorf (Kap. 5.2.5) strebte Bad Radkersburg den Aufstieg zu einem Kurort an. So wurde nach geophysikalischen Untersuchungen 1978 die Tiefbohrung Bad Radkersburg II erfolgreich abgeteuft (ZETINIGG, 1993). Zudem erfolgte vier Jahre später die Anerkennung als Heilquelle. Mittlerweile fanden zahlreiche Erweiterungen an der im Jahr 1988 in Betrieb genommenen Thermeninfrastruktur statt. Mit den Bohrarbeiten von Radkersburg III wurde bereits 1998 begonnen. Ziel war die Deckung des Thermalwasserbedarfs bei Starklastzeiten. Aus technischen Gründen mussten die Arbeiten zunächst unterbrochen werden, doch Bad Radkersburg IIIa konnte 2001 erfolgreich fertiggestellt werden.

Hydrogeologie

Die Thermalwasservorkommen von Bad Radkersburg befinden sich am westlichen Ende des Radgona-Vas-Grabens, der zwischen der Südburgenländischen Schwelle und dem Hoch von Murska-Sobota liegt. Die Bohrung der artesischen Stadtquelle verblieb nach dem Durchörtern von quartären Sedimenten, bei einer Endteufe von 280 m unter GOK, in den Sedimenten des Sarmatiums (GU GMBH, 1998). Die Filterstrecken von 195,4 bis 225 m unter GOK erfassen Wasser führende, sandig-schluffig-tonige Wechsellagen, wobei der Hauptzufluss in einer sandigen Lage von 207 bis 220 m unter GOK erfolgt. Störungen im Neogen ermöglichen den Aufstieg des subthermalen Wassers aus der Tiefe. Außerdem belegt Kohlensäure den vulkanischen Ursprung des Gases.

In ca. 400 m Entfernung zu der Stadtquelle wurde die Tiefbohrung Bad Radkersburg II bis auf eine Endteufe von 1.930,0 m unter GOK niedergebracht. Zunächst wurde eine neogene Schichtfolge von Sarmatium, Badenium, Karpatium und Ottnangium durchörtert (ZETINIGG & ZÖTL, 1993) (Tab. 78, Abb. 79). Im Liegenden der Wechsellage von sandigen Kiesen und feinsandi-



Datenquelle: basemap.at

Abb. 78. Lage der Erschließungen in Bad Radkersburg.

Teufen TVD (m u. GOK)	Bad Radkersburg IIIa	Teufen TVD (m u. GOK)	Bad Radkersburg II
-3,0	Quartär	-3,0	Quartär
-427,0	Sarmatium	-427,0	Sarmatium
-1.227,0	Badenium	-1.226,0	Badenium
-1.767,0	Karpatium und Ottningium	-1.778,0	Karpatium und Ottningium
-1.896,0	Mesozoikum -1.774,0: Kiese und Sande -1.782,0: Kalkstein -1.788,0: Kiese und Sandstein -1.867,0: Dolomit mit sandigen und tonigen Lagen (Gosau?) -1.998,0: Sandstein und Konglomerate -1.896,0: Dolomitischer weißer Sandstein	-1.885,0	Mesozoikum -1.853,0: Helle Dolomite mit sandigen Lagen -1.885,0: Rote Sandsteine und Konglomerate
-1.932,0 (ET)	Paläozoikum (Schwarz- und Tonschiefer)	-1.930,0 (ET)	Paläozoikum (Schwarz- und Tonschiefer)

Tab. 78.

Bohrprofile von Bad Radkersburg II und IIIa (II: ZETINIGG, 1993; IIIa: wasserrechtlich relevante Unterlagen).

gen Schluffen des rund 427 m mächtigen Sarmatiums folgten rund 800 m mächtige Wechselfolgen von Kiesen, Sanden, Sandsteinen und Tonmergeln des Badeniums (ZETINIGG, 1993). Darunter schloss vorwiegend tonmergelig ausgebildetes Karpatium an, Wasser führende Sandsteine und Konglomerate von 1.595 bis 1.648 m unter GOK stellten hierbei eine Ausnahme dar. Im Liegenden des Neogens wurden im Abschnitt 1.770,8 bis 1.853,0 m unter GOK Thermalwasser führende mesozoische Karbonate der Mitteltrias, helle Kalke und Dolomite mit Sandsteinlagen mit einer Mächtigkeit von ca. 75 m angetroffen. Diese bilden den Hauptaquifer der Bohrung. Von 1.853,0 bis 1.885,0 m unter GOK folgten rote Sandsteine und Konglomerate, die mit den Werfener Schichten (Untertrias) verglichen werden können. Schlussendlich verblieb die Tiefbohrung in Schwarz- und Tonschiefern des Paläozoikums, die als wasserstauend zu charakterisieren sind.

Nach ZETINIGG (1993) gehören die mesozoischen Sedimente einem NE-SW streichenden Triaszug an, der über Slovenske Gorice (slowenisches Hügelland SE von Bad Radkersburg) und Goričko (NE-Slowenien) nach

Westungarn streicht und bei dem Bakonywald nördlich des Balaton (Plattensee) obertägig aufgeschlossen ist (Hauptalimentationsgebiet für den mesozoischen Aquifer). Der Triaszug wird einerseits gegen NW durch die Südburgenländische Schwelle und gegen SE durch das Murska-Sobota-Hoch abgegrenzt. Im Raum Bad Radkersburg dürften diese Ablagerungen eine Breitenerstreckung von mindestens 6 km haben, ihre Längserstreckung beträgt insgesamt 100 km. In Bad Radkersburg muss es allerdings auch zu einer Durchmischung mit vom Vulkanismus beeinflussten Grundwässern kommen. Im Zuge von drei Pumpversuchen (die offenen Bohrlochstrecken lagen zwischen 1.671,0 und 1.776,0 m, 1.049,0 und 1.776,0 m und 1.787,0 bis 1.930,0 m unter GOK) erwies sich auch die Sandschaler-Zone (Badenium) als Thermalwasser führend (ZETINIGG, 1993). Aufgrund technischer Probleme (Abriss der Förderrohrstrecke) musste 1989 eine neue Förderrohrstrecke bis 1.787,0 m unter GOK eingebaut werden, es erfolgte allerdings kein Einbau neuer Filterrohre. Zudem wurde die Bohrung bis auf 1.051,2 m unter GOK dicht verrohrt, um oberflächennahe Grundwässer und Mine-

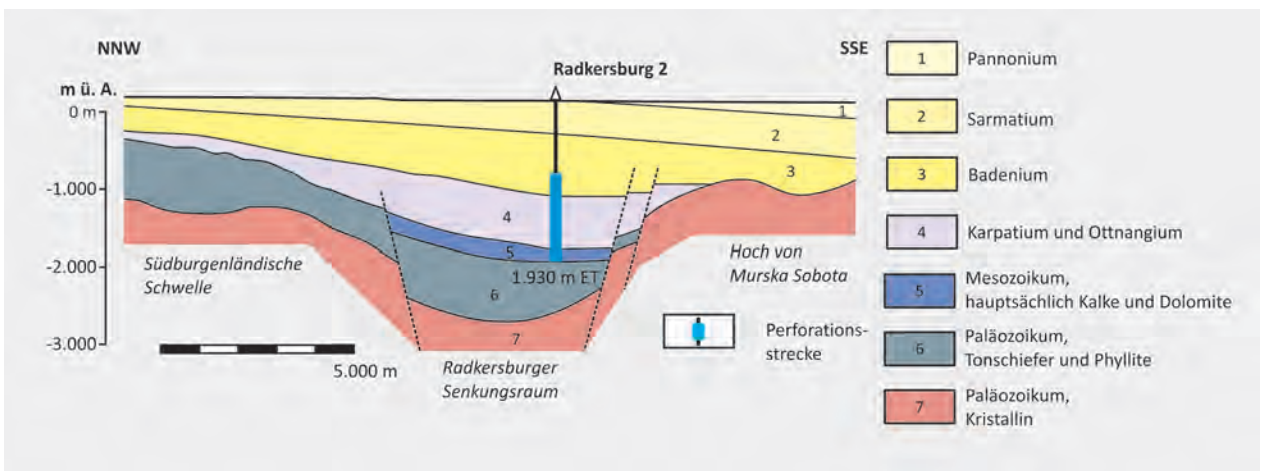


Abb. 79.

Profilschnitt von Bad Radkersburg (verändert nach GOLDBRUNNER, 1988). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 156).

ralwässer (z.B. die Radkersburger Stadtquelle) nicht zu beeinflussen (HAMEDINGER, 1997). Abschließend ist anzumerken, dass der artesische Überlauf auf den Gasauftrieb zurückzuführen ist, so baut sich bei voller Förderung ein Kopfdruck von bis zu 18 bar auf.

Bad Radkersburg III wurde in unmittelbarer Nähe zu der ersten Tiefbohrung niedergebracht, allerdings wurden die erwarteten Abfolgen nur bedingt angetroffen. Deshalb erfolgte laut wasserrechtlich relevanten Unterlagen ab 627,3 m unter GOK, bezeichnet als Bad Radkersburg IIIa, eine Ablenkung. Die abgelenkte Tiefbohrung erreichte bei 1.896,0 m unter GOK das Paläozoikum. Hierbei wurde von 1.767,0 bis 1.896,0 m (TVD) Thermalwasser führendes Mesozoikum angetroffen. Die Bohrung hätte ursprünglich mit einer offenen Bohrlochstrecke ausgebaut werden sollen. Da die Neigung des Bohrlochs im Zuflussbereich rund 40° betrug, musste von 1.795,7 bis 1.965,0 m (MD) eine spezielle Filterstrecke eingebaut werden. Ein Auslaufversuch von 07.06.2001 bis zum 14.06.2001 zeigte, dass bei einer maximalen Förderrate von 30,2 l/s der Kopfdruck rund 10,4 bar beträgt. Die maximale Auslauftemperatur betrug 74,36 °C.

Hydrochemie

Die Thermalwässer von Bad Radkersburg II und IIIa weisen einen Natrium-Hydrogencarbonat-Typ mit einer Ionensumme von über 8.000 mg/l und einer Auslauf-temperatur von bis zu 82 °C auf (Tab. 79). Aufgrund der Werte von Sauerstoff-18 (-11,36 ‰) und Deuterium (-71,4 ‰) ist von einer meteorischen Herkunft auszugehen (Tab. 80). Bei dem Thermalwasser der Sandschaler-Zone besteht allerdings ein Einfluss durch Formationswässer (Sauerstoff-18: -5,01 ‰; Deuterium: -51,5 ‰). Die erhöhten Anteile an freiem Kohlenstoffdioxid sind nach ZETINIGG (1993) auf den miozänen und pliozänen Vulkanismus zurückzuführen. Dementsprechend bestehen die frei aufsteigenden Gase fast ausschließlich aus CO₂ (> 99 %) (Tab. 81). Was die Stadtquelle betrifft, so handelt es sich bei dieser um einen subthermalen Magnesium-Calcium-Hydrogencarbonat-Säuerling mit einer Ionensumme von ca. 2.700 mg/l.

6.4 Hydrochemische Analysen, Isotopenanalysen und frei aufsteigende Gase von einzelnen Thermalwasservorkommen im Westpannonischen Becken

Hydrochemische Inhaltsstoffe	Seewinkel, Thermal 1	14.06.2006	Lutzmannsburg, Thermal 1	12.02.1997 und 13.02.1997	20.09.1990	Lutzmannsburg, Thermal 1	09.07.2013	31.01.2000	Lutzmannsburg, Thermal 2	2001	Bad Radkersburg IIIa	09.11.1990	Bad Radkersburg II	August 1990	Bad Radkersburg II	12.05.1979	Bad Radkersburg II	18.12.1987
Datum																		
Ergiebigkeit (l/s)	6				10		4,65	4		30,2						27,8		
El. Leitfähigkeit (µS/cm)	1.375 (25 °C)				1.184 (25 °C)		977,52	935 (20 °C)		7.850 (20 °C)						8.280 (20 °C)		2.300
Auslauftemperatur (°C)	43				32,6		32,3	32		74,4		76,3			78			16,4
pH	7,9				62		6,82	6,18		7,3		7,2			6,9 (64)			
Kationen (mg/l)																		
Calcium (Ca)	7,6		78,04		98		84,9	99		112,8		106,2			78,2			263,3
Magnesium (Mg)	4,5		21,27		28,8		21	25,4		52		38,9			42,2			197,4
Natrium (Na)	320		132,83		139		98,5	91,8		2.010		2.082			2.238			105,5
Kalium (K)	4,2		9,41		10,88		8,7	11		199,2		170,1			170,1			
Summe	336,3		241,55		276,68		213,1	227,2		2.374		2.227,1			2.528,5			566,2
Anionen (mg/l)																		
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	701		607,7		724		636,14	680,2		5.401		5.140			5.534,3			2.035,5
Chlorid (Cl)	117		57,3		65		16,8	15,2		230		229,5			347,4			24
Sulfat (SO ₄)	< 0,5		9,67		1,59		5,8	2,2		423,7		414			422,7			7,2
Summe	818		674,67		790,59		658,74	697,6		6.054,7		5.783,5			6.304,4			2.066,7
Spezielle Parameter																		
Kationen (µg/l)																		
Aluminium (Al)	< 5		4,3		7		5	< 300				11			190			
Ammonium (NH ₄)	4.900		830		900		850	4.700		5.500		5.910			5.910			2.000
Barium (Ba)	160		290		290		250	290		70		70						
Blei (Pb)	< 1		< 2				0,1	< 1										
Chrom (Cr)	< 5		1,87		2		2	13										

Hydrochemische Inhaltsstoffe	Seewinkel, Thermal 1	Lutzmannsburg, Thermal 1	Lutzmannsburg, Thermal 1	Lutzmannsburg, Thermal 2	Lutzmannsburg, Thermal 2	Lutzmannsburg, Thermal 2	Bad Radkersburg IIIa	Bad Radkersburg II	Bad Radkersburg II	Bad Radkersburg II	Bad Radkersburg II	Bad Radkersburg, Stadtquelle
Eisen (Fe)	480	1.450	5.500 (2+)	1.007 (2+)	3.400	115	200				220 (2+)	2.900 (2+)
Kupfer (Cu)	< 5	1,15		0,9	6							
Lithium (Li)	49	125	160	124,8	150	1.880					1.960	
Mangan (Mn)	10	63	500	48,1		< 30						
Selen (Se)	4	< 09										
Strontium (Sr)	530	688		719,6	960			640				
Spezielle Parameter Anionen (µg/l)												
Bromid (Br)	520	212	100		100	1.500					1.350	
Fluorid (F)	680	463		310	330	1.270		2.760			590	
Hydrogensulfid (HS)	130				60							
Iodid (I)	130	10			< 100	360					280	
Carbonat (CO ₃)	3.600				220							
Undissoziierte Stoffe (mg/l)												
m-Kieselsäure (H ₂ SiO ₃)	30,8	78,6	74		84,75	61,7					59,8	84,1
o-Borsäure (H ₃ BO ₃)	4	1,7			2,12	36			29,2		19,4	
Feststoffsumme (mg/l)	1.200,29	1.000,66	1.148,43	874,31	1.018,05	8.536,23	8.016,3		33,12		8.922,6	2.721,9
Freies Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	14,5	420	541	148,1	598,4	730	726,2				770	1.980
Gel. Schwefelwasserstoff (H ₂ S)												
Lösungsinhalt (mg/l)	1.214,79	1.420,66	1.689,43	1.022,41	1.616,45	9.266,23	8.742,5		33,12		9.692,6	4.701,9
Tit. Schwefel (mg/l)	< 1				0,4							
Literaturverweis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

Tab. 79.

Hydrochemische Analysen von Seewinkel, Lutzmannsburg und Bad Radkersburg (1: BENETKA & BREZINSČAK, 2006; 2: FOISNER & PFLGER, 1997; 3: GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1991; 4: HOBNER, 2013b; 5: RÖTTER & SPACEK, 2001; 6: PAUTER, 2001, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen; 7: INSTITUT FÜR PHARMAKOLOGISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1991, zit. nach ZETINIG, 1993; 8: ZETINIG, 1993; 9: INSTITUT FÜR PHARMAKOLOGISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1979, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen; 10: INSTITUT FÜR PHARMAKOLOGISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1988, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen).

Erschließungen	Literaturverweis	Datum	Kohlenstoff-14 (% modern)	Kohlenstoff-14 (Jahre)	Kohlenstoff-13 (‰)	Tritium (TU)	Sauerstoff-18 (‰)	Deuterium (‰)	Schwefel-34 (‰)	Radium-226 (Bq/l)	Radon-222 (Bq/l)
Seewinkel, Thermal 1	1	14.06.2006			-7,3	< 0,3	-12,25	-93,8		0,012	2,5
Lutzmannsburg, Thermal 1	2	1997					-12,11				
Lutzmannsburg, Thermal 2	3	31.01.2000			-7,11	0,4	-11,94	-85,7		0,0062	6,8
Lutzmannsburg, Thermal 2	4	09.07.2014				< 0,3	-12,4	-85,5			
Bad Radkersburg IIIa	5	2001								1,2 nicht angesäuert	0,50
Bad Radkersburg II, Mesozoikum	6	27.02.1979								1,3 nicht angesäuert	2
Bad Radkersburg II, Mesozoikum	7	vor 1993					-11,36	-71,4			
Bad Radkersburg II, Sandschaler-Zone	8	vor 1993					-5,01	-51,5			

Tab. 80.

Isotopenanalysen von Seewinkel, Lutzmannsburg und Bad Radkersburg (1: BENETKA & BREZINCAK, 2006; 2: FOISNER & PFLERGER, 1997; 3: ROTTER & SPACEK, 2001; 4: SÜVEGES, 2014; 5: KINDL, 2001, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen; 6: VONACH, 1979, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen; 7: STICHLER, zit. nach ZETINIGG, 1993; 8: IAEA Wien, zit. nach ZETINIGG, 1993).

Erschließungen	Literaturverweis	Datum	Gasschüttung	Kohlenstoffdioxid (Vol.%)	Stickstoff (Vol.%)	Methan (Vol.%)	Sauerstoff (Vol.%)	Ethan (Vol.%)	Propan (Vol.%)	Schwefelwasserstoff (Vol.%)
Seewinkel, Thermal 1	1	14.06.2006	Gas/Wasser-Verhältnis 2:10 bis 3:10	1,4	25,7	72,6	< 0,05			
Lutzmannsburg, Thermal 2	2	31.01.2000	Gasgehalt 2,08 % bei 4 l/s Wasserförderrate	43,01	55,71	0,43				
Lutzmannsburg, Thermal 2	3	08.03.2000	Gasgehalt 1,49 % bei 4,7 l/s Wasserförderrate	37,01	60,98	1,13				
Bad Radkersburg IIIa	4	2001	1.300 m ³ /h bei Wasserförderrate von 68,4 m ³ /h	99,91	< 0,01	393 ppm	< 0,01	1,9 ppm	0,99 ppm	520 ppm
Bad Radkersburg II	5	02.12.1978	885 ml/min	99,8	0,2 Restgas					

Tab. 81.

Frei aufsteigende Gase von Seewinkel, Lutzmannsburg und Bad Radkersburg (1: BENETKA & BREZINCAK, 2006; 2, 3: ROTTER & SPACEK, 2001; 4: ARC, 2001, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen; 5: INSTITUT FÜR PHARMAKOLOGISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1979, zit. nach wasserrechtlich relevanten Unterlagen).