

Ständige Kommission nach dem Regensburger Vertrag, welche eine Expertengruppe für die gemeinsame nachhaltige Bewirtschaftung des Thermalgrundwasserkörpers eingesetzt hat. Anlass dafür war ein starker Rückgang der Druckverhältnisse in den genutzten Thermalwasserbrunnen in den 1980er Jahren. Zur Bilanzierung des gesamten Thermalwasservorkommens des „Malmkarst“ im niederbayerischen-oberösterreichischen Molassebecken wurden ein hydrogeologisches Modell und darauf aufbauend ein 2D Thermalwasser-Strömungsmodell entwickelt, welche maßgeblich für die Planung und Fachbeurteilung wasserwirtschaftlicher Fragen herangezogen werden. Weitere Details zu den von dieser Expertengruppe entwickelten staatensübergreifenden Schutz- und Nutzungsstrategien finden sich in deren sogenannten „Grundsatzpapieren“ (AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG et al., 2012) sowie in SAMEK (2012). Damit wurde ein eminent wichtiges Instrumentarium für die künftigen Erteilungen von wasserrechtlichen Bewilligungen sowohl für die Nutzung von Thermalwässern für balneologisch-medizinische Zwecke, als auch die energetische Nutzung geschaffen, was gleichsam den wichtigsten Eckpfeiler für eine nachhaltige, generationenorientierte Nutzung dieser wertvollen Thermalwässer darstellt. Hervorzuheben ist, dass diese gemeinschaftliche Zusammenarbeit auf allen administrativen und fachlichen Ebenen zwischen beiden Staaten hervorragend gut funktioniert.

3.2 Einzelne Thermalwasservorkommen in der österreichischen Molassezone

(D. ELSTER)

3.2.1 Laa an der Thaya (NÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Die Entnahmerate für die Tiefbohrung Thermal Nord 1 (Abb. 9) beträgt laut wasserrechtlicher Bewilligung 0,5 l/s (1,2 m³/Tag; 438 m³/Jahr). Es wird ausschließlich das artesisch überlaufende Thermalwasser genutzt.

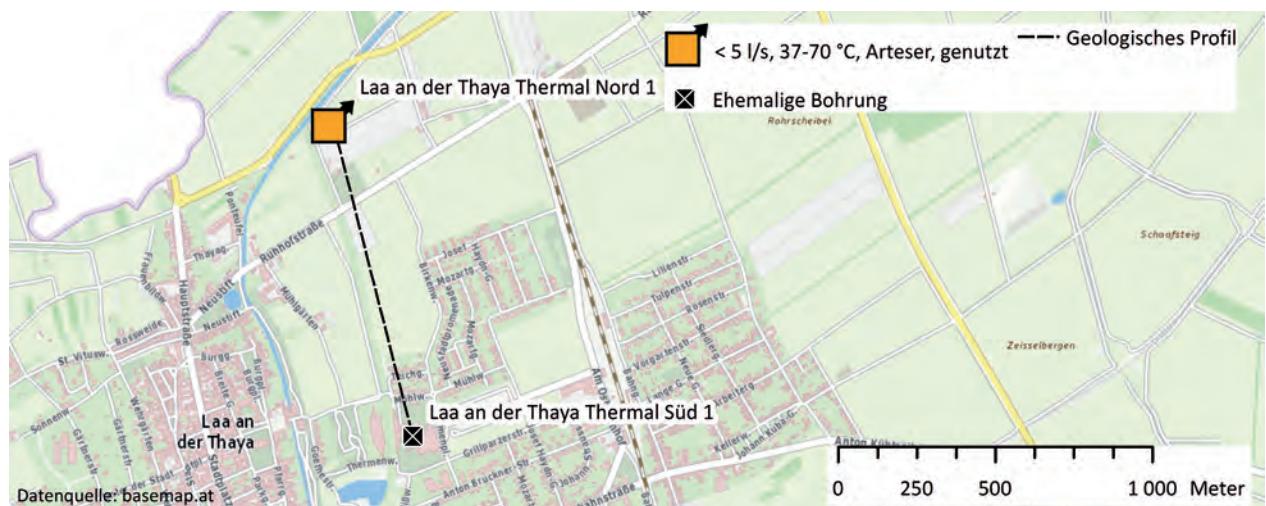
Das Thermalwasser wird für die balneologische Nutzung in der Thermenanlage verwendet.

Im Jahr 1992 wurde von der damaligen ÖMV AG die Tiefbohrung Thermal Süd 1 (Abb. 9) abgeteuft, um geringmineralisiertes Thermalwasser aus den Karbonaten des Oberjura (Malm) zu fördern (GOLDBRUNNER & KOLB, 1997). Stattdessen traf man jedoch hochmineralisiertes Thermalwasser an, welches für die angestrebte balneologische Nutzung nur bedingt geeignet war. Mittlerweile ist diese Bohrung liquidiert worden. Im Jahr 1995 folgte die erfolgreiche Abteufung der Tiefbohrung Thermal Nord 1, ebenfalls durchgeführt durch die ÖMV AG. Geologische und geophysikalische Vorerkundungen hatten in nur 960 m Entfernung eine vielversprechende Möglichkeit zur Thermalwassererschließung in Aussicht gestellt. Im Jahr 1999 wurde dieses Thermalwasser als Heilquelle anerkannt.

Hydrogeologie

Bei der mittlerweile verschlossenen Tiefbohrung Thermal Süd 1 wurden im Bereich der Tiefscholle die als Hauptquifer agierenden Altenmarkter Schichten des Oberjura („Malm“) mit einer Mächtigkeit von 660 m in einer Tiefe von 1.932 bis 2.592 m unter GOK angetroffen (GOLDBRUNNER & KOLB, 1997). In der dolomitischen Quarzarenit Serie des Mitteljura („Dogger“) wurde die Bohrung bei 2.640 m eingestellt (Tab. 17). Das Neogen umfasste die stratigrafische Abfolge Karpatium, Ottnangium, Eggenburgium und Egerium. Vor dem Beginn eines Langzeitpumpversuches wurde zunächst ein Ruhewasserspiegel von ca. 50 m unter GOK beobachtet. Bei einer Förderrate von 3,4 l/s betrug die maximale Absenkung ca. 1.220 m unter GOK. Die hydraulische Auswertung der Aufspiegelung ergab für den sonderfernen Abschnitt einen Durchlässigkeitswert von $8,16 \times 10^{-7}$ m/s. Da in den Altenmarkter Schichten Formationswässer angetroffen wurden, die für die geplante Nutzung ungeeignet waren, entschloss man sich für die Fassung von Thermalwasser führenden Schich-

Abb. 9.
Lage der Erschließungen bei Laa an der Thaya.



Teufen TVD (m u. GOK)	Laa Thermal Süd 1	Teufen TVD (m u. GOK)	Laa Thermal Nord 1
-1.001,0	Karpatium	-851,6	Karpatium
-1.706,0	Ottangium	-1.090,0	Ottangium
-1.830,0	Eggenburgium	-1.121,0	Eggenburgium
-1.850,0	Egerium -1.850,0: Sandstein	-1.125,3	Egerium
-2.592,0	Oberjura -1.886,0: Kalkarenit Serie -1.932,0: Mergelsandstein Serie -2.592,0: Altenmarkter Schichten	-1.448,0 (ET)	Oberjura -1.448,0: Altenmarkter Schichten
-2.640,0 (ET)	Mitteljura -2.640,0: Dolomitische Quarzarenit Serie		

Tab. 17.
Bohrprofile von Laa Thermal Süd 1 und Laa Thermal Nord 1 (nach GOLDBRUNNER & KOLB, 1997).

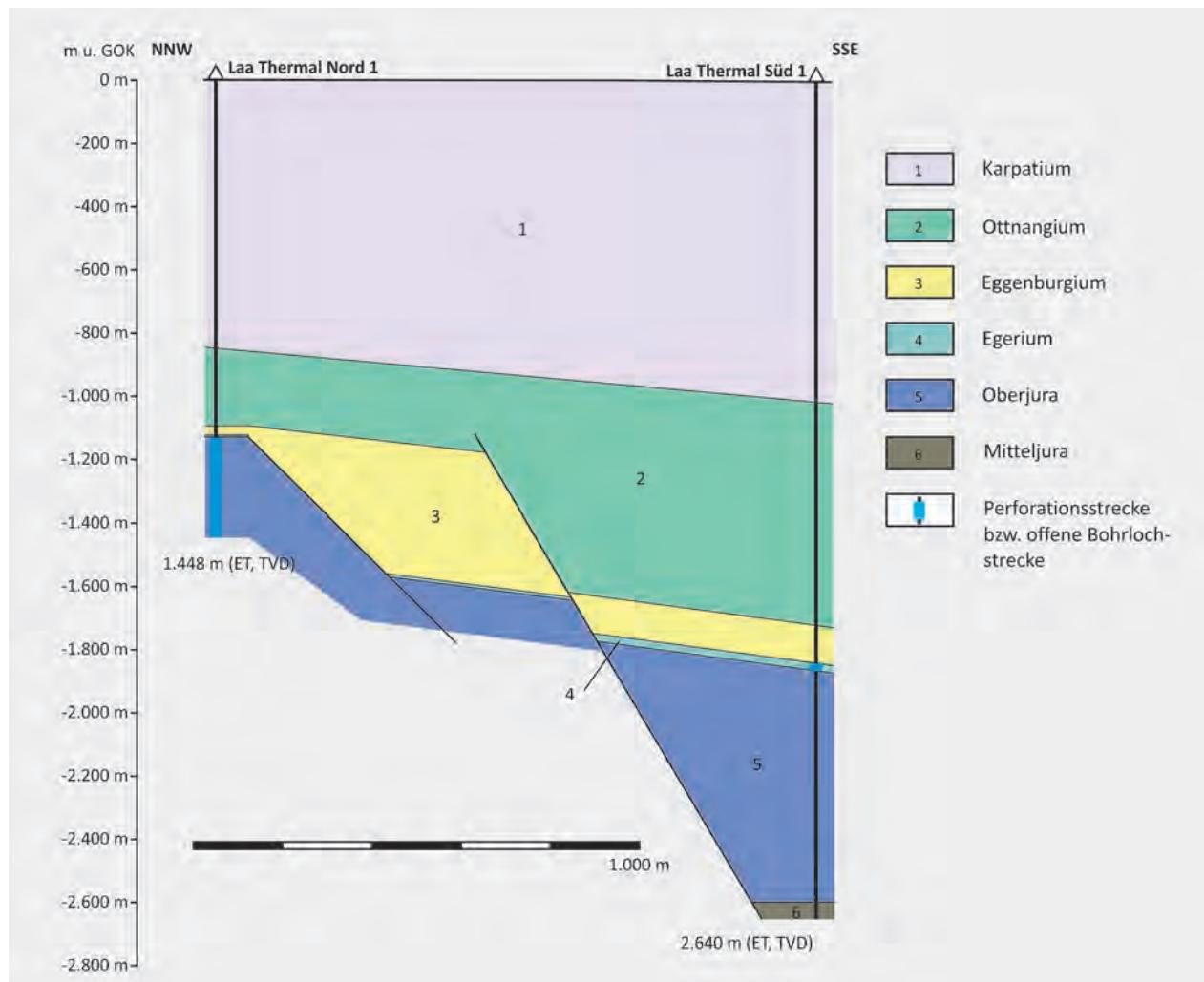


Abb. 10.
Geologisches Profil von Laa Thermal Nord 1 und Laa Thermal Süd 1 (verändert nach GOLDBRUNNER & KOLB, 1997).

ten in den Sandsteinen des Egeriums. Diese wurden in einem Tiefenbereich von 1.832,3 bis 1.852,3 m mit einer Nettoperforation von 13,1 m erschlossen und vom „Malm“ per Packer getrennt. Im Zuge eines mehrstufigen Pumpversuches wurde vor Versuchsbeginn ein Ruhewasserspiegel von 12,6 m unter GOK gemessen. Bei einer Entnahmerate von 2,33 l/s (letzte Förderstufe) und einer Auslauftemperatur von 51 °C betrug die Absen-

gen Pumpversuches wurde vor Versuchsbeginn ein Ruhewasserspiegel von 12,6 m unter GOK gemessen. Bei einer Entnahmerate von 2,33 l/s (letzte Förderstufe) und einer Auslauftemperatur von 51 °C betrug die Absen-

kung 1.132,83 m unter GOK. Die hydraulische Auswertung der Aufspiegelung ergab Durchlässigkeitswerte von maximal $6,51 \times 10^{-7}$ m/s in der Sondenumgebung.

Die artesische Tiefbohrung Thermal Nord 1 wurde ca. 960 m nördlich von Thermal Süd 1 im Nahbereich des normal abschiebenden Mailberger Bruches auf der Hochscholle angesetzt (GOLDBRUNNER & KOLB, 1997). Ein geologischer Nord-Süd Profilschnitt zwischen Thermal Nord 1 und Thermal Süd 1 illustriert die vorhandenen Staffelbrüche (Abb. 10). Die Mächtigkeitsunterschiede der stratigrafischen Horizonte weisen darauf hin, dass die Hauptabsenkung des Mailberger Bruches im Ottangium stattfand. Die Altenmarkter Schichten (Oberjura) befinden sich hier mit einer Mächtigkeit von 322,7 m in einer Tiefe von 1.125,3 bis 1.448 m unter GOK. Dabei wurden 19 Kluftwasser führende Horizonte (Gesamtmächtigkeit von 33 m) im offenen Bohrlochabschnitt ab 1.122,5 m unter GOK angetroffen. Im Zuge eines Pumpversuches ergab sich bei einer Förderrate von ca. 10 l/s eine Absenkung von rund 90 m unter GOK. Der freie Überlauf von Thermal Nord beträgt etwa 4 l/s bei einer Auslauftemperatur von 42 °C. Durch einen hydraulischen Test konnte für den sonder- fernen Bereich eine Transmissivität von $1,28 \times 10^{-3}$ m²/s ($k_f = 3,87 \times 10^{-5}$ m/s) bestimmt werden.

Hydrochemie

Bei der Bohrung Thermal Süd 1 betrug die Gesamtmineralisierung des ca. 65 °C heißen Formationswassers aus den Altenmarkter Schichten (Oberjura) rund 45.500 mg/l (Tab. 30). Auffallend hoch waren die Konzentrationen an Iodid (18,5 mg/l) und Bromid (117,3 mg/l). Aufgrund von Analysen der stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium ist von einem Formationswasser auszugehen. Die Thermalwasser führenden Sandsteine des Egeriums wiesen hingegen eine niedrigere Gesamtmineralisation (22.700 mg/l) und eine Auslauftemperatur von ca. 56,5 °C auf. Allerdings wurden höhere Gehalte an Ammonium (86,8 mg/l) und Iodid (66 mg/l) festgestellt, letzterer ist nach GOLDBRUNNER & KOLB (1997) auf marine Porenwässer zurückzuführen.

Zusammengefasst handelte es sich bei beiden durch die Bohrung Thermal Süd 1 erschlossenen Thermalwässern um einen Iod-Sole- bzw. um einen Natrium-Chlorid-Mineral-Iodid-Eisen-Typ.

Das mit rund 42 °C frei auslaufende Thermalwasser vom Typ Natrium-Chlorid-Iodid der Tiefbohrung Thermal Nord 1 hat eine Gesamtmineralisation von ca. 10.300 mg/l (Tab. 30). Obwohl die Gesamtmineralisation als auch die Konzentrationen der meisten Spurelemente im Vergleich zu Thermal Süd 1 deutlich geringer sind, liegt die Konzentration von Fluorid etwas höher, nämlich bei 6,9 mg/l (4,5 mg/l bei Thermal Süd 1, „Malm“). GOLDBRUNNER & KOLB (1997) nehmen aufgrund der Isotopenanalysen von Deuterium und Sauerstoff-18 an, dass es sich um eine Mischung von Formations- und meteorischen Wässern handelt (Tab. 33). Für die Formationswasserkomponente wird von den Autoren ein Anteil von ca. 50 % angenommen. Bezuglich der frei aufsteigenden Gase liegt ein Gas/Wasser-Verhältnis von 1 : 1,3 (3,96 l/s freier Überlauf; 5,14 l/s Gas) vor, wobei das Gasgemisch zu rund 94 % aus Methan besteht (Tab. 34). Abschließend ist ein hoher Gehalt an Radium (3,33 Bq/l) zu erwähnen, der eine Aufbereitung des Wassers erfordert.

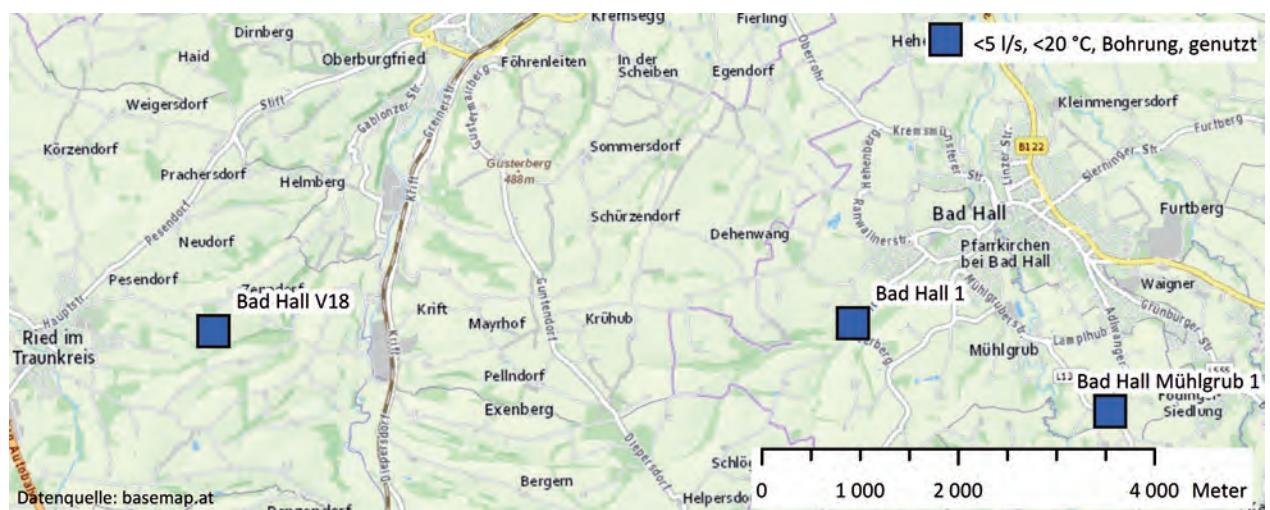
3.2.2 Bad Hall (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Die erschlossenen Iodwässer werden zu Gänze für das Kurzentrum in Bad Hall verwendet. Darüber hinaus ist ein Wasserschongebiet für die Iodwässer von Bad Hall festgelegt.

Schon zu frühen Zeiten dürften die natürlichen Quellaustritte Guntherquelle (Salzgewinnung) und Tassiloquelle (Iodtrinkwasser) genutzt worden sein (DIEM, 1928). Die Tassiloquelle wurde beispielsweise bereits im Jahr 777 in einer Schenkungsurkunde erwähnt.

Abb. 11.
Lage der Erschließungen südwestlich von Bad Hall.



Bezeichnung	Konsens
Bad Hall 1 (Feyreggerbach III)	zusammen 80 l/min
FZ15 (Failing Zehrmühle 15, Holznerquelle, Zehetner)	
FZ20 (Failing Zehrmühle 20, Feyreggerbach II)	
Bad Hall Mühlgrub 1	40 m ³ /Tag
Bad Hall V18	60 m ³ /Tag

Tab. 18.
Fördermengen gemäß wasserrechtlicher Bewilligungen für Bad Hall 1, Mühlgrub 1 und V18.

Ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts bis Anfang der 1920er Jahre wurden zahlreiche Bohrungen abgeteuft, die zum Teil nur einen geringen Abstand voneinander aufwiesen (WEBER, 1993a). Im Jahr 1956 erfolgte die Niederbringung von Bad Hall 1 (Abb. 11) durch die Rohöl-Aufsuchungs AG (RAG). Diese traf jedoch kein Erdöl an und wurde an die Landeskurstanstalten übergeben. Dies trifft auch auf die in den Jahren 1965 und 1969 niedergebrachten und nichtfundigen Bohrungen V18 und Mühlgrub 1 (Abb. 11) zu.

Hydrogeologie

Generell liegen die Auslauftemperaturen der Iodwässer im subthermalen Bereich und darunter. Im vorliegenden Kapitel werden nur jene Vorkommen näher beschrieben, deren Temperatur über 15 °C zuliegen kommt. In Tabelle 19 befindet sich eine Übersicht zu allen Iodwassererschließungen.

Die RAG-Aufschlussbohrungen Bad Hall 1 und Mühlgrub 1 erschlossen die Iodwässer in der grobklastischen Entwicklung (Lagen und Linsen im Schlier) der Puchkirchen-Gruppe (Egerium), V18 auch in den darüber folgenden grobklastischen Anteilen des Haller Schliers (Eggenburgium; Abb. 12) (BERKA et al., 2004). Bei den Wässern handelt es sich vorwiegend um stark mineralisierte Formationswässer (Isotopenachweise durch ANDREWS et al., 1987 und GOLDBRUNNER, 1988), die im Süden und in geringen Tiefen teilweise eine Beimengung meteorischer Wässer aufweisen. Da das in der Puchkirchen-Gruppe auftretende Erdgas innerhalb dieser auch gebildet wurde bzw. keine Beimengung aus größerer Tiefe festgestellt werden konnte, ist anzunehmen, dass auch der marine Anteil des Wassers während der Sedimentation in der Formation eingeschlossen wurde. Zudem ist aufgrund der räumlichen Verteilung der Iodwassertypen anzunehmen, dass es zu einem gewissen Wasseraustausch zwischen den Iodwasser führenden Lagen und Linsen kam.

Hydrochemie

Die subthermalen Iod-Sole-Wässer (Bad Hall 1, V18 und Mühlgrub 1) weisen eine Gesamtmineralisation zwischen 15 g/l und 20 g/l auf (Tab. 30). Der Lodgehalt (34 bis 41 mg/l) ist, wie auch das Erdgas, auf den mikrobiellen Abbau der in der Puchkirchen-Gruppe eingeschlossenen organischen Substanz zurückzuführen (BERKA et al., 2004). Bei jenen Vorkommen, die eine geringere Mineralisation aufweisen, dürfte auch eine Beimengung von meteorischen Wässern vorliegen. Trotzdem dürfte

Bezeichnung	Typ	Endteufe (m unter GOK)	Perforationsstrecke; von/bis (m u. GOK)	Stratigrafie des Fassungsbereiches	Auslauftemperatur in °C	Jahr der Messung
Bad Hall 1 (Feyreggerbach III)	Bohrung	2.247	518–700	Puchkirchen-Gruppe	15,5	2003
Bad Hall Mühlgrub 1	Bohrung	2.163	379–575	Puchkirchen-Gruppe	17,8	2003
Bad Hall V18	Bohrung	2.247	752–819; 851–939	Puchkirchen-Gruppe und Haller Schlier	17,6	2003
FZ15 (Failing Zehrmühle 15, Holznerquelle, Zehetner)	Bohrung	413	93–167; 185–247	Puchkirchen-Gruppe	12,0	1976
FZ20 (Failing Zehrmühle 20, Feyreggerbach II)	Bohrung	428	86–98; 289–419	Puchkirchen-Gruppe	14,6	1958
Guntherhöhenquelle	Quelle			Haller Schlier		
Johannisquelle	Bohrung	575	231–245	Puchkirchen-Gruppe und Haller Schlier	14,5	1971
Paracelsusquelle (Feyregg)	Bohrung	273	159–264	Haller Schlier	14,7	1981
S2 (Sulzbachquelle 2, Zollner)	Bohrung	282	44–216	Puchkirchen-Gruppe	11,5	1963
Tassiloquelle	Quelle mit Schacht	15			11,8	2003
Z5 (Zehrmühl 5, Zehrmühlquelle, Zöhrmühle)	Bohrung	177	38–137	Puchkirchen-Gruppe	11,2	2003

Tab. 19.
Übersicht der Iodwassererschließungen von Bad Hall (BERKA et al., 2004).

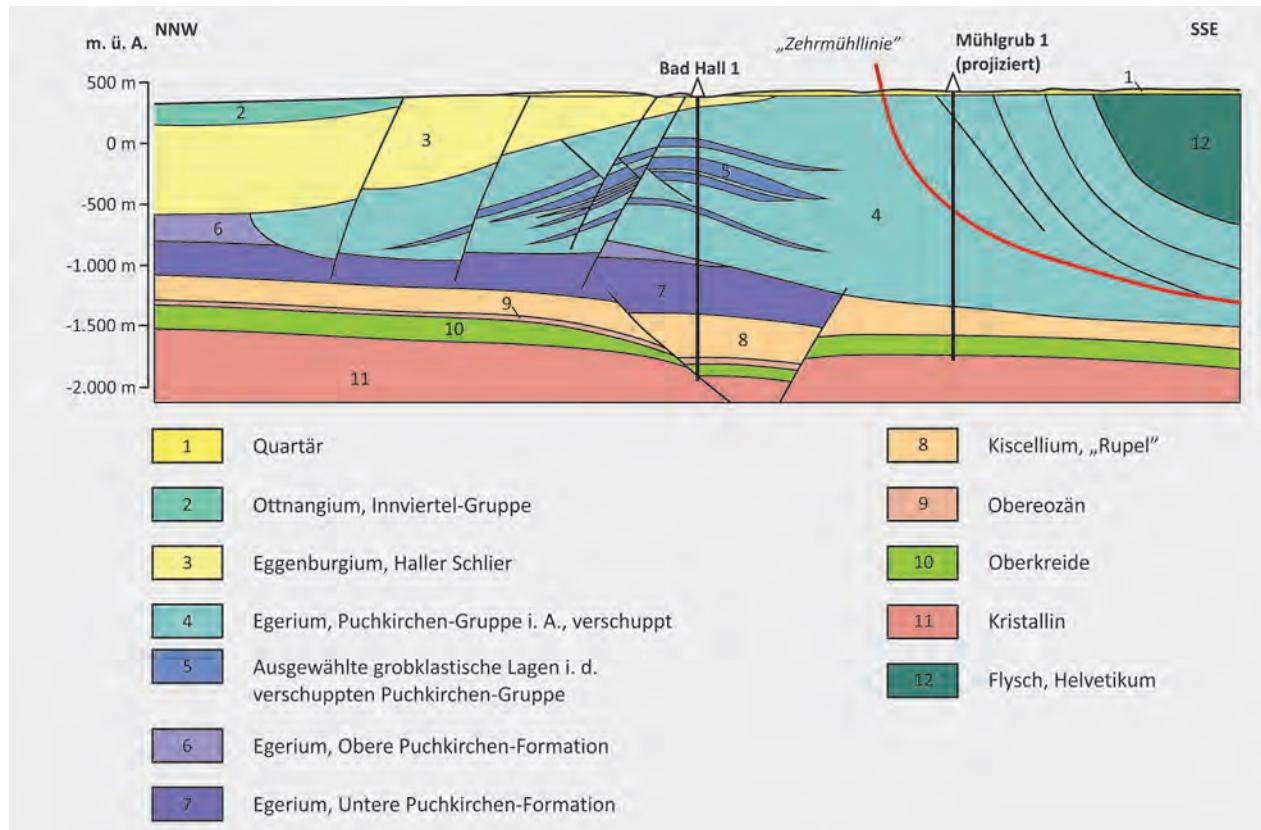


Abb. 12.
Geologisches Profil von Bad Hall (verändert nach BERKA et al., 2004).

auch der meteorische Wasseranteil aufgrund der vorhandenen Deckschichten ein hohes Grundwasseralter aufweisen. Nur dort, wo die Iodwässer nahe der Oberfläche auftreten, ist eine geringe Beimischung von jüngeren Wässern denkbar. Abschließend ist zu erwähnen, dass frei aufsteigende Gase zu mehr als 99 % aus Methan bestehen (Tab. 34).

3.2.3 Leppersdorf, Scharten, St. Marienkirchen und Fraham (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Derzeit dient das Thermalwasservorkommen von Lepersdorf als Notwasserversorgung für die Gemeinde Scharten. Für dieses besteht ein Schongebiet. Die wasserrechtlichen Bestimmungen zu den subthermalen Vorkommen im Raum Scharten, St. Marienkirchen und Fraham (Abb. 13) sind Tabelle 20 zu entnehmen. Diese

Abb. 13.
Lage der Erschließungen bei Leppersdorf, St. Marienkirchen und Fraham.



Bezeichnung	Konsens	Jahr der Erschließung
Leppersdorf Heilquelle (Scharten 1)	80 m ³ /Tag (540 m ³ /Jahr; Spitzenentnahme 1 l/s)	1924
Fraham 5		1893
St. Marienkirchen 6	16 m ³ /Tag	1934
Fraham 1a		1904
STM 5a	3.950 l/Tag	1975

Tab. 20.
Wasserrechtliche Bewilligungen ausgewählter thermal beeinflusster Vorkommen im Raum Scharten, St. Marienkirchen und Fraham.

Vorkommen werden als Hausbrunnen genutzt. Die Bezeichnungen der aufgelisteten Bohrungen wurden von SORDIAN (1996) übernommen.

Das Thermalwasser der Heilquelle von Leppersdorf wurde im Jahr 1925 erbohrt (DIEM, 1928). Von 1926 bis in die 1940er Jahre wurde sie für ein Badehaus genutzt. Bis ca. 1978 erfolgte zudem die Abfüllung als Tafelwasser für ein Erfrischungsgetränk. Bei den weiteren artesischen Vorkommen handelt es sich um Hausbrunnen (Tab. 20).

Hydrogeologie

Die artesischen und großteils subthermalen Wässer im Bereich Scharten, Fraham und St. Marienkirchen sind an die „Linzer Sande“ (Linz-Melk-Formation, Egerium bis Kiscellium) gebunden, die dem Kristallin auflagern. Darüber folgt die stauende Puchkirchen-Gruppe. Diese temperierten Wasservorkommen befinden sich in der Discharge Zone des niederbayerisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörpers. SCHUBERT (1996) beschreibt die „Linzer Sande“ (Quarzsande mit wechselndem Feldspat- und Glimmergehalt) als Strandfazies aus aufgearbeiteten Kristallingesteinen, die einen Durchlässigkeitswert von rund 5×10^{-4} m/s aufweisen (Abschätzung für einen Gebiets k_f -Wert).

Repräsentativ für die hydrogeologische Situation sind in diesem Kapitel jene ausgewählten artesischen Bohrungen erwähnt, die eine höhere Auslauftemperatur

als 15 °C besitzen (Tab. 21). Hervorzuheben ist jedoch die thermale Heilquelle von Leppersdorf (Scharten 1), die eine Auslauftemperatur von rund 20 °C und einen freien Überlauf von knapp 3 l/s besitzt (2,91 l/s am 23.12.1993) (SORDIAN, 1996). Bohrlochmessungen ergaben an der Sohle eine Temperatur von 24 °C und es wurde eine geothermische Tiefenstufe von 9,8 m/°C berechnet (POTT, 1969). Die Perforation befindet sich von 143,4 m unter GOK bis zur Endteufe und der größte Zufluss findet im Teufenabschnitt 133,0 bis 150,5 m (79 % des Gesamzuflusses) statt. Weitere Zuflüsse befinden sich von 167,0 bis 171,7 m (5,5 % des Gesamzuflusses) und von 158,5 bis 161,5 m (15,5 % des Gesamzuflusses). Zusammengefasst weisen die Thermalwasser führenden Schichten eine Mächtigkeit von rund 30 m und die Deckschichten der Puchkirchen-Gruppe eine Mächtigkeit von 130 bis 140 m auf.

Hydrochemie

Bei den thermalen und subthermalen Wässern handelt sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Typ mit einer akritischen Gesamtmineralisation von rund 400 mg/l (Tab. 30). LÖHNERT (1970) führt diesen Chemismus auf die Folge von Ionenaustauschvorgängen zwischen den Wässern und den Tonmineralien im Sediment zurück. Nach SCHUBERT (1996) ist aufgrund der niedrigen Chloridkonzentrationen kein Kontakt zu den tieferen Grundwasserstockwerken des Molassebeckens bzw. kein Kontakt zu Formationswässern anzunehmen. Im Aquifer der Linz-Melk-Formation („Linzer Sande“) herrschen reduzierende Bedingungen vor, sodass eine fortgeschrittene Sulfatreduktion bzw. Beteiligung von organischer Substanz stattfinden kann und daher eine H₂S-Entgasung für die Erschließungen typisch ist. Aufgrund dieses Prozesses liegen auch die Kohlenstoff-13-Gehalte bei -15 bis -16 ‰ (Tab. 33). Die Wässer sind tritiumfrei und die abgereicherten Werte von Sauerstoff-18 (-11,78 ‰) und Deuterium (-84,60 ‰) deuten auf kaltzeitliche Klimabedingungen bei der Infiltration bzw. der Grundwasserneubildung hin. Dies belegt auch eine Kohlenstoff-14-Analyse (15,09 ‰ modern, 14.300 Jahre) aus dem Jahr 1994 (Tab. 33).

Bezeichnung	Typ	Auslauf-temperatur (°C)	Schüttung (l/s)	Messung	Teufe (m)	Perforation
Leppersdorf Heilquelle (Scharten 1)	Artesische Bohrung	20,6	2,9	Freier Überlauf am 23.12.1993 bzw. 03.05.1995	185,0	143,4 m bis Endteufe
Fraham 5	Artesische Bohrung	16,7	0,2	Zeitraum 14.04.1989 bis 29.03.1990	114,6	
St. Marienkirchen 6	Artesische Bohrung	17,5	0,7	Zeitraum 09.05.1989 bis 21.04.1990	110,0	
Fraham 1a	Artesische Bohrung	15,7	0,4	Zeitraum 21.04.1989 bis 21.03.1990	75,0	
STM 5a	Artesische Bohrung	15,2		Zeitraum 09.05.1989 bis 21.04.1990	112,0	

Tab. 21.
Ausgewählte thermal beeinflusste Wässer im Bereich Scharten, Fraham und St. Marienkirchen (SORDIAN, 1996).

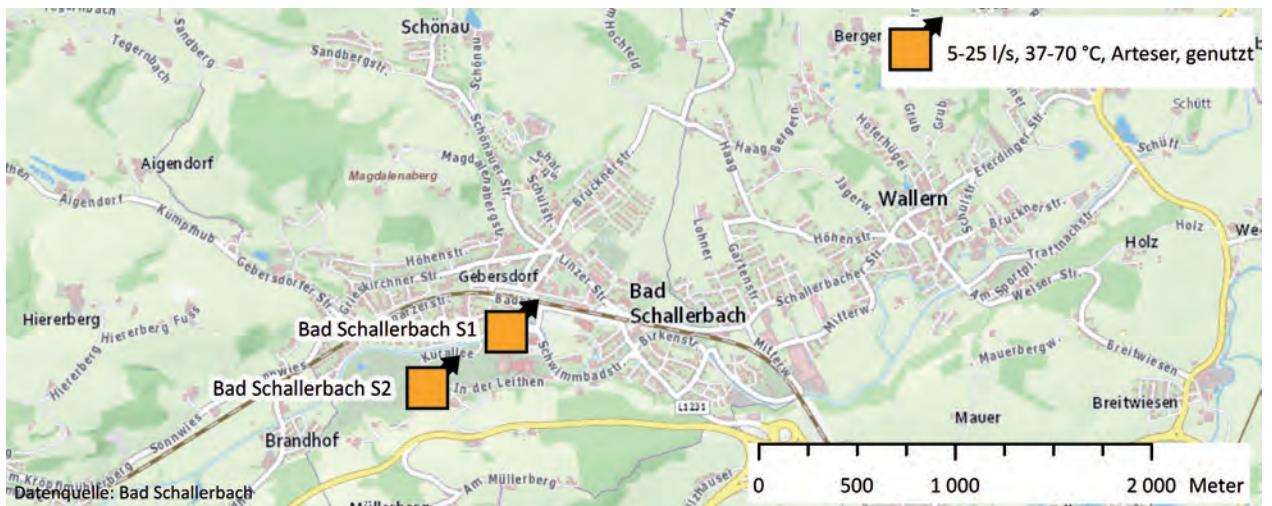


Abb. 14.
Lage der Erschließungen westlich von Bad Schallerbach.

3.2.4 Bad Schallerbach (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Bei dem Thermalwasservorkommen von Bad Schallerbach (Abb. 14) besteht ausschließlich eine balneologische Nutzung. Das Maß der Wasserbenutzung für die dauernde Entnahme von Thermalwasser aus den Bohrungen Bad Schallerbach Thermal S1 und S2 zu balneologischen Zwecken ist auf maximal 520.557 m³/Jahr festgesetzt. Zudem dürfen Bad Schallerbach Thermal S1 kurzfristig maximal 25,3 l/s bzw. Thermal S2 28,7 l/s entnommen werden. Eine Reinjektion findet in Bad Schallerbach nicht statt und das genutzte Thermalwasser wird in den Vorfluter Trattnach eingeleitet.

Die Tiefbohrung Bad Schallerbach S1 (früher Schacht Paul 1) wurde im Jahr 1918 im Zuge der Erdölaufsuchung niedergebracht (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Bis 1922 wurde im Freien gebadet, danach folgte die Entwicklung zum Kurort (DIEM, 1928). Ein erstes Freischwimmbad konnte im Jahr 1936 in Betrieb genommen werden (LOHBERGER & THÜRRIEDL, 1999). Das erste Thermalhallenbad wurde deutlich später im Jahr 1972 eröffnet. Aufgrund des Schüttungsrückganges von S1 entschloss man sich im Jahr 1978 für die Niederbringung von Bad Schallerbach S2. Seit 1995 wurde die Thermenanlage laufend ausgebaut.

Hydrogeologie

Nach SCHUBERT (1996) mischen sich im Raum Bad Schallerbach-Wallern Wässer aus dem Aquifer der „Linzer Sande“ (Linz-Melk-Formation, Egerium bis Kis-cellium) mit aus der Tiefe aufsteigenden Thermalwässern der Karbonate des Oberjura (Malm; Abb. 15). So mit handelt es sich in diesem Bereich bereits um eine Entlastungszone des niederbayerisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörpers. Der Zuflussbereich des Aquifers der „Linzer Sande“ liegt im nordwestlichen Kristallinrand des Sauwaldes. Dabei findet eine NW-SE gerichtete Grundwasserbewegung im Lie-

genden der abdichtenden Sedimente der Puchkirchen-Gruppe (Egerium) statt. Die Thermalwässer steigen ebenfalls aus dem Liegenden der Puchkirchen-Gruppe, über Südwest kommend, in strukturhöhere Bereiche auf. Hierbei agieren Sandsteine der Oberkreide und des Obereozäns sowie „Linzer Sande“ und Basissande des Rupeliums als Grundwasserleiter und ermöglichen so den Aufstieg. Es ist anzumerken, dass bereits bei Gallspach Th1 keine Karbonate des Oberjura angetroffen wurden (Kap. 3.2.5).

Bad Schallerbach S1 wurde bis auf eine Endteufe von 479,3 m niedergebracht. Die Thermalwasser führenden „Linzer Sande“, die den artesisch gespannten Aquifer bilden, wurden jedoch nicht vollständig durchörtert und die Förderung erfolgte zunächst aus der offenen Bohrlochstrecke von 468,8 m bis zur Endteufe (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Die freie Überlaufmenge betrug ursprünglich 50 bis 60 l/s. Die Auslauftemperatur lag bei ca. 36 °C. Der artesische Überlauf nahm im Laufe der Zeit jedoch auf 45 l/s ab, weshalb Bad Schallerbach S2 abgeteuft wurde. Im Rahmen der Sanierung im Jahr 2003 wurden die Filterstrecken von S1 neu gesetzt. Diese befinden sich laut wasserrechtlicher Be willigung nun bei 421,5–425,5 m, 443,5–453,5 m und 464,5–474,5 m (24 m Nettostrecke).

In einer Entfernung von 493 m Richtung SW wurde die Tiefbohrung Bad Schallerbach S2 bis auf 713 m unter GOK abgeteuft (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Sie befindet sich im Bereich einer Tiefscholle des knapp südlich von S1 verlaufenden W-E streichenden Bruches. Bis 70 m unter GOK wurde die Innviertel-Gruppe angetroffen, es folgte bis 585 m unter GOK die Puchkirchen-Gruppe, bevor die Thermalwasser führenden oligozänen Sande bis zur Endteufe anschließen. LOHBERGER & THÜRRIEDL (2000) führen eine etwas abweichende Mächtigkeit dieser Schichten von 132,4 m an, wobei 107,0 m wasserführend entwickelt sind. Die Förderung von Thermalwasser dürfte nur aus dem Abschnitt von 571,41 bis 583,53 m erfolgen. Die Auslauftemperatur

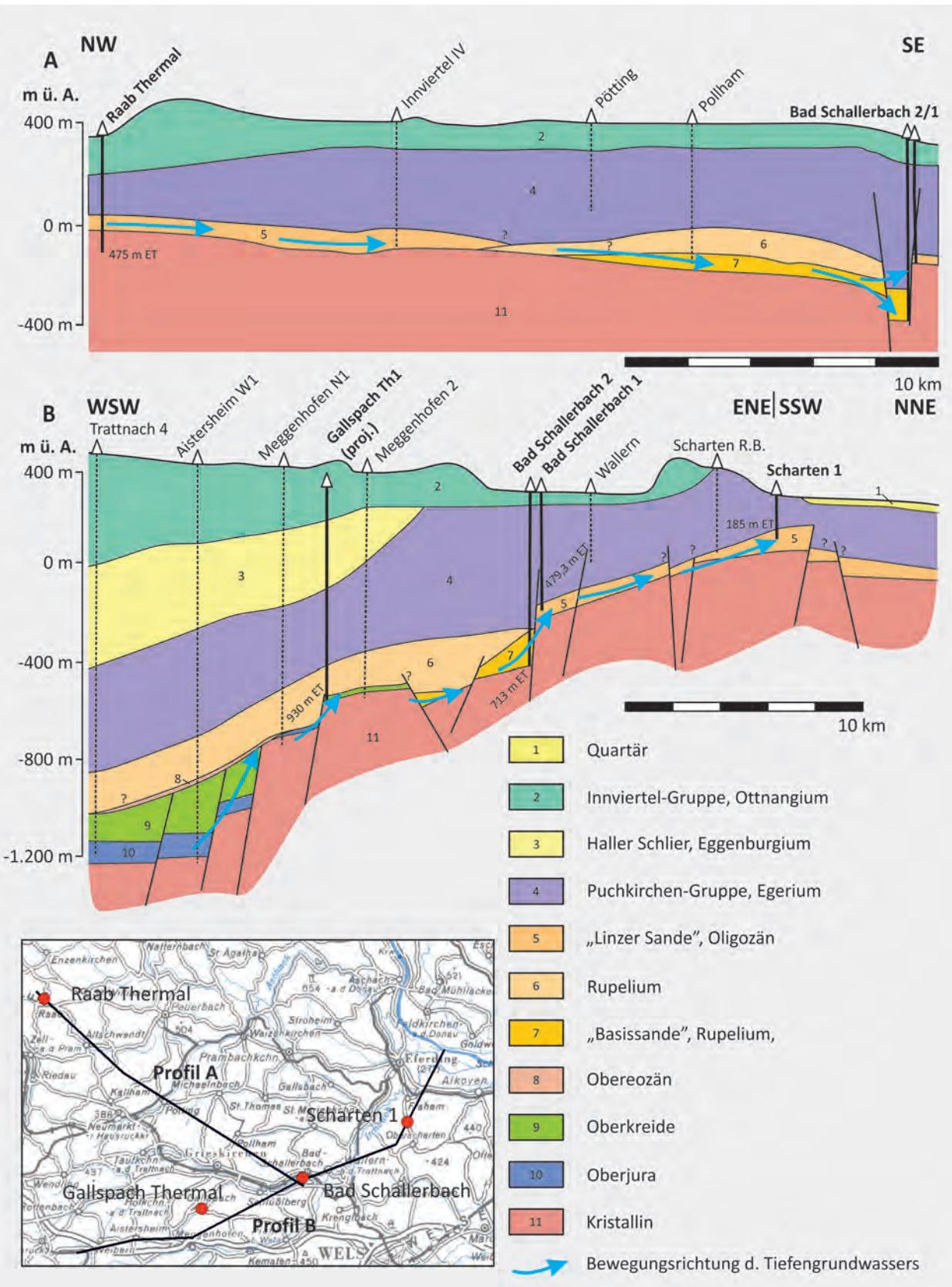


Abb. 15. Thermalwasseraufstiegswege im Raum von Bad Schallerbach (verändert nach SCHUBERT, 1996). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 157).

der ebenfalls artesisch überlaufenden Bohrung ist nur geringfügig höher als bei S1. Bei der Endteufe wurde zudem eine Lagerstättentemperatur von 41 °C gemessen, das entspricht einem geothermischen Gradient von ca. 4,7 °C/100 m.

Es besteht eine gegenseitige hydraulische Beeinflussung der beiden Bohrungen. So sank mit der Erschließung des Aquifers von S2 die Schüttung bei S1 von ca. 60 l/s auf konstante 37 l/s. Schallerbach S2 schüttete ca. 27 l/s. Diese Konnektivität besteht trotz des beschriebenen Bruches. Heute erfolgt für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Thermalwassers eine Drosselung an beiden Bohrungen.

Hydrochemie

Die Thermalwässer beider Bohrungen sind als Natrium-Hydrogencarbonat-(Chlorid)-Typ zu charakterisieren (Tab. 31), jedoch ist die Summe von Kationen und Anionen bei S2 mit ca. 700 mg/l um fast 200 mg/l höher. Die Mineralisation von S2 lag bei früheren Untersuchungen sogar noch wesentlich darüber (Tab. 31). Zudem weisen nach GATTINGER (1993) höhere Werte von Fluorid (S1: 0,7 bis 0,9 mg/l; S2: 1,4 bis 2,0 mg/l) auf tiefere Wasserwege hin. Da Tritium nicht nachgewiesen werden konnte, ist ein Einfluss durch oberflächennahe Wässer auszuschließen. Die deutliche Abreicherung der stabilen Isotope Sauerstoff-18 (-11,59 ‰) und Deuterium (81,80 ‰) lassen kaltzeitliche Klimabedingungen während der Infiltration vermuten (Tab. 33). Auch Kohlenstoff-14-Analysen belegen diese Alterseinstufung (7.600 bis 10.500 Jahre für S1 bzw. 11.700 bis 16.300 Jahre für S2). Die frei aufsteigenden Gase bestehen zum Großteil aus Stickstoff und Edelgasen (S1: 77,55 %; S2: 52,2 %), wobei S1 eine größere Gas schüttung aufweist (Tab. 34).

3.2.5 Gallspach (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Das Thermalwasser der Tiefbohrung Gallspach (Abb. 16) wird für hydrotherapeutische Behandlungen genutzt. Zudem erfolgt eine nachgeschaltete geother-

Teufen TVD (m u. GOK)	Gallspach Thermal 1
-34,0	Otnangium -34,0: „Atzbacher Sande“
-351,0	Eggenburgium -351,0: Haller Schlier
-766,0	Egerium -554,0: Obere Puchkirchen-Formation -776,0: Untere Puchkirchen-Formation
-906,0	Kiscellium -885,0: „Rupel-Tonmergel“ -900,0: „Bändermergel“ -903,0: „Heller Mergelkalk“ -906,0: „Lattorf-Fischschiefer“
-920,0	Obereozän
-930,0 (ET)	Oberkreide mit Kristallinschutt

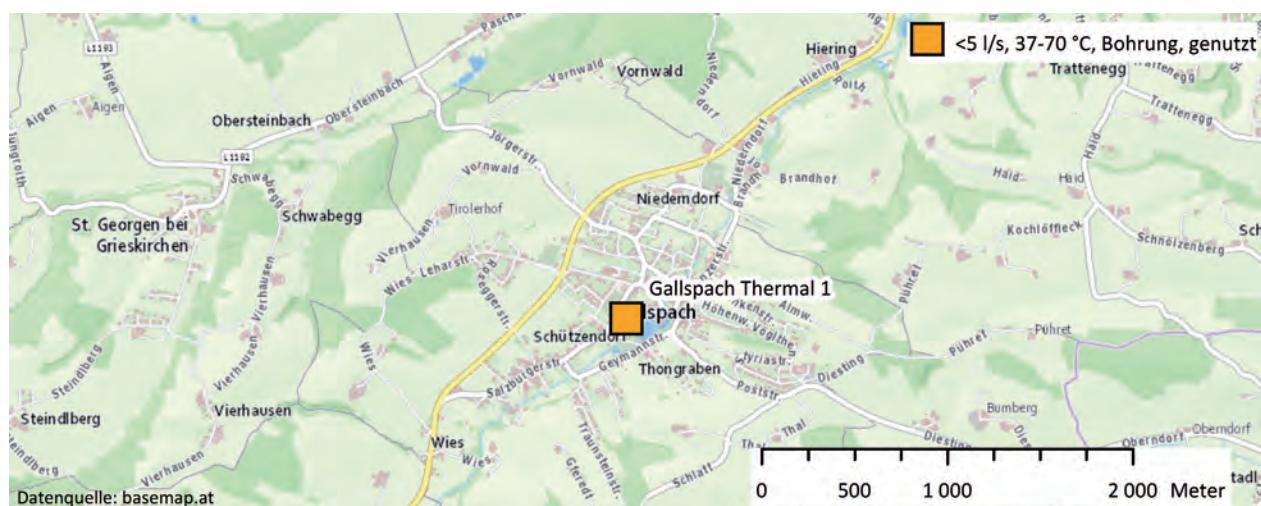
Tab. 22.
Bohrprofil von Gallspach Thermal 1 (GRÜN, 1992, zit. nach BAUER & GOLDBRUNNER, 1997).

mische Nutzung. Die bewilligte Entnahmemenge beträgt 112,2 m³/Tag bzw. maximal 1,5 l/s (höchstzulässige Momentanentnahme). Die Tiefbohrung Gallspach Thermal 1 (Valentinquelle) wurde im Jahr 1992 abgeteuft.

Hydrogeologie

Im Bereich von Gallspach steigen die temperierten Wässer des niederbayerisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörpers Richtung NE in strukturröhre Bereiche auf. Hierbei ist anzumerken, dass die Karbonate des Oberjura („Malm“) in Gallspach nicht vorhanden sind und durchlässige Schichten der Oberkreide und des Obereozäns als Aquifer agieren. So wurden bei der bis auf 930 m unter GOK niedergebrachten Tiefbohrung Gallspach Thermal 1 von 906 bis 920 m unter GOK Thermalwasser führende Sandsteine des Obereozäns angetroffen (GRÜN, 1992). Im Liegenden befinden sich von 920 bis 930 m Sandsteine der Oberkreide sowie Kristallinschutt, die ebenfalls eine Thermalwasserführung aufweisen. Ein Bohrprofil befindet sich in Tabelle 22. Die offene Bohrlochstrecke befindet sich von

Abb. 16.
Lage der Erschließung in Gallspach.



913,8 m bis zur Endteufe, wobei die Temperatur an der Sohle nach GRÜN (1992) ca. 51 °C beträgt. Die Auswertung von Druckmessungen nach einem Langzeitpumpversuch ergab einen statischen Lagerstättendruck von 87,7 bar bei einer Messtiefe von 915 m (HORVÁTH, 1993). BAUER & GOLDBRUNNER (1997) geben einen k_f -Wert von $1,4 \times 10^{-6}$ m/s an.

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 2.000 mg/l (Tab. 31). Die Auslauftemperatur beträgt rund 43 °C. Da Tritium nicht nachgewiesen werden konnte, ist kein Einfluss durch oberflächennahe Wässer zu erwarten (Tab. 33). Zu-

dem ist von einem kaltzeitlichen Grundwasseralter auszugehen, da das Thermalwasser dem niederbayrisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörper zuzuordnen ist. Die frei austretenden Gase bestehen vorwiegend aus Methan (ca. 73,3 Vol.%) und Stickstoff (ca. 23,5 Vol.%) (Tab. 34).

3.2.6 Raab (OÖ)

Hydrogeologie

Die ehemalige Bohrung Raab Thermal 1 (Abb. 17) wurde nach GOLDBRUNNER & DOMBERGER (1992) nahe des

Abb. 17.
Lage der Erschließung in Raab.

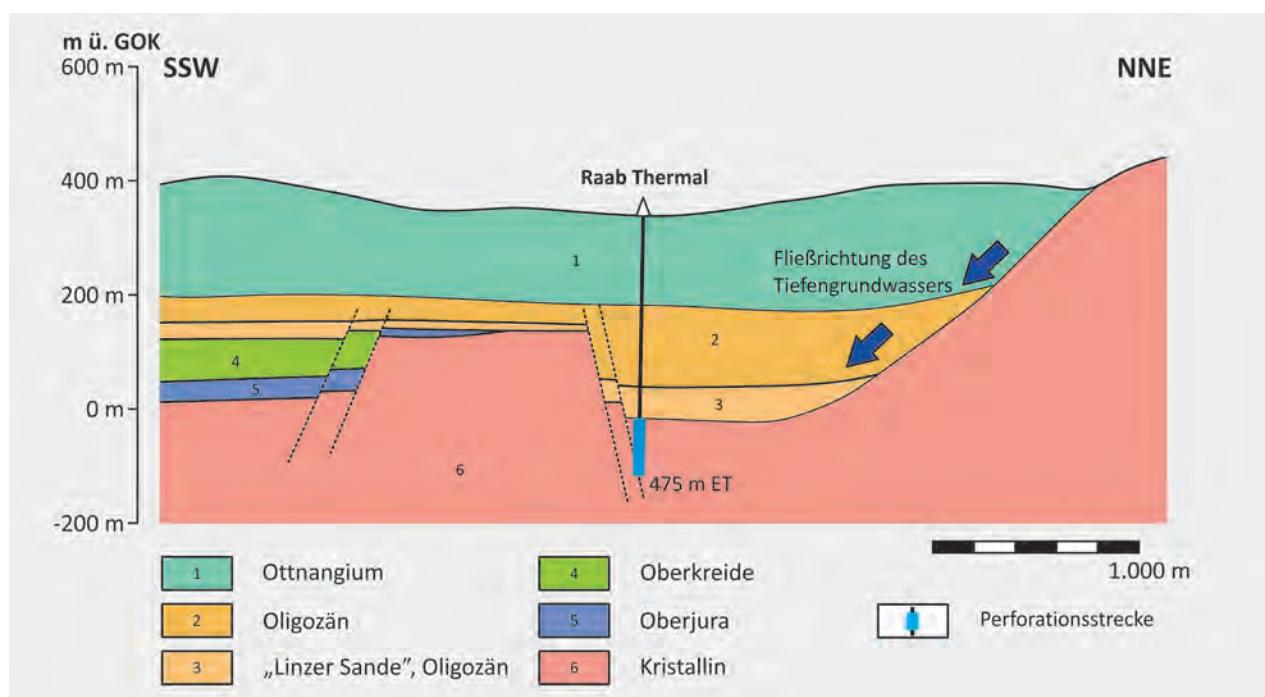
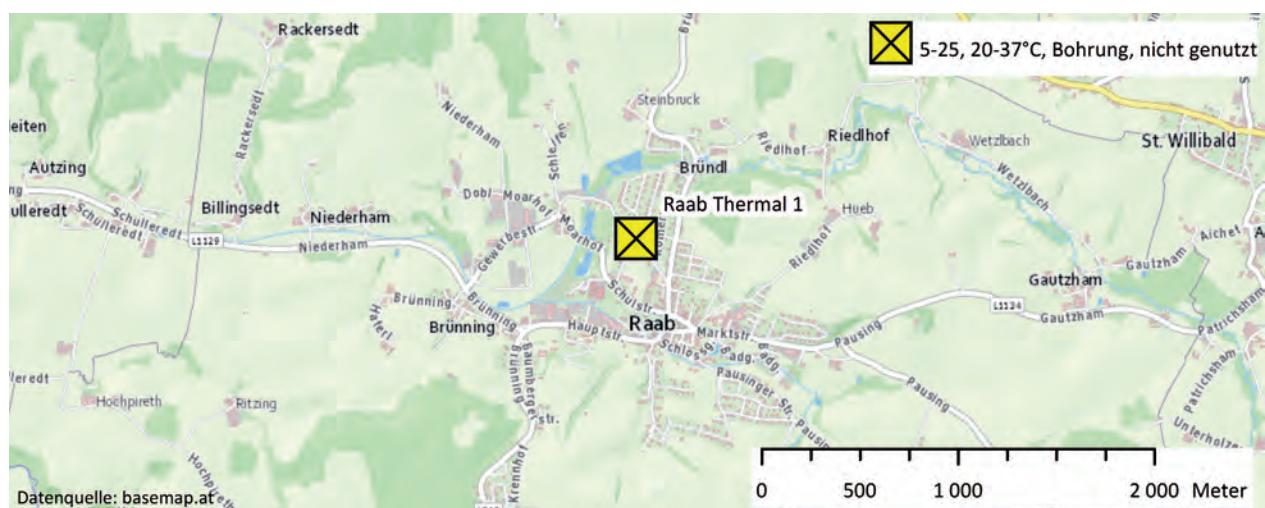


Abb. 18.
Geologisches Profil von Raab Thermal 1 (verändert nach GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992).

Sauwaldkristallins im Bereich der Tiefscholle des Taufkirchner Verwurfs abgeteuft (Abb. 18). Man traf den Beckenuntergrund bei 310 m unter GOK an, nachdem eine Beckenfüllung im stratigrafischen Umfang von Ottangium bis Oligozän durchörtert wurde. Das akratisch mineralisierte (< 300 mg/l) und subthermal temperierte Wasser (ca. 19 °C) wurde aus geklüfteten Bereichen des Beckenuntergrundes erschlossen. Die Autoren schließen aufgrund der niedrigen Tiefenstufe von 1 °C/37 m und den unterhydrostatischen Druckbedingungen (Ruhewasserspiegel 27 m unter Gelände) auf eine Recharge Zone des niederbayerisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörpers. Nach SCHUBERT (1996) fließt aus diesem Bereich über die „Linzer Sande“ (Linz-Melk-Formation, Oligozän) diesem Thermalgrundwasserkörper aus nordwestlicher Richtung Grundwasser zu. Dieses Fließsystem wird in Kapitel 3.2.4 näher behandelt.

Hydrochemie

Das ca. 20 °C warme und akratisch mineralisierte Wasser (ca. 300 mg/l) weist einen Natrium-Hydrogencarbonat-Typ auf (Tab. 31). Aufgrund der Werte von Sauerstoff-18 (-11,8 ‰) und Deuterium (-84,3 ‰) ist auf einen meteorischen Ursprung und ein kaltzeitliches Grundwasseralter zu schließen (Tab. 33).

3.2.7 Dublette Haag (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Das aus der Tiefbohrung Haag Thermal 1 (Abb. 19) geförderte Thermalwasser wird hauptsächlich für das Fernwärmennetz Haag am Hausruck genutzt (Tab. 14 in Kap. 1.5). Die Tiefbohrung Trattnach 9 (Abb. 19) wird hierbei als Reinjektionssonde verwendet. Zusätzlich wird ein geringer Anteil des geförderten Thermalwassers für die Versorgung des Schafflbares in einem Gasthof verwendet. Der Jahreskonsens ist auf 170.400 m³ festgelegt (Tageskonsens: 1.140 m³; Spitzenkonsens: 18 l/s). Zudem beträgt der Jahreskonsens für die Reinjektion 165.000 m³ (1.123,2 m³/Tag;

Teufen TVD (m u. GOK)	Haag Thermal 1
-470,0	Ottnangium -39: Rieder Schichten -470: <i>Robulus</i> Schlier
-1.000,0	Eggenburgium -1.000: Haller Schlier
-1.432,0	Egerium -1.152: Obere Puchkirchen-Formation -1.432: Untere Puchkirchen-Formation
-1.593,0	Kiscellium -1.593: „Rupel“
-1.610,0	Obereozän -1.610: Lithothamnienkalk
-1.883,0	Oberkreide
-2.053,0	Jura
-2.056,0 (ET)	Kristallin

Tab. 23.

Bohrprofil von Haag Thermal 1 (nach RUPP, 2011).

max. 18 l/s). Für balneologische Zwecke darf maximal 1.000 m³/Jahr entnommen werden. Zwischen 2006 und 2010 lag die Entnahmetemperatur im Durchschnitt bei ca. 83 °C. Der Großteil des Thermalwassers wird für die energetische Nutzung verwendet.

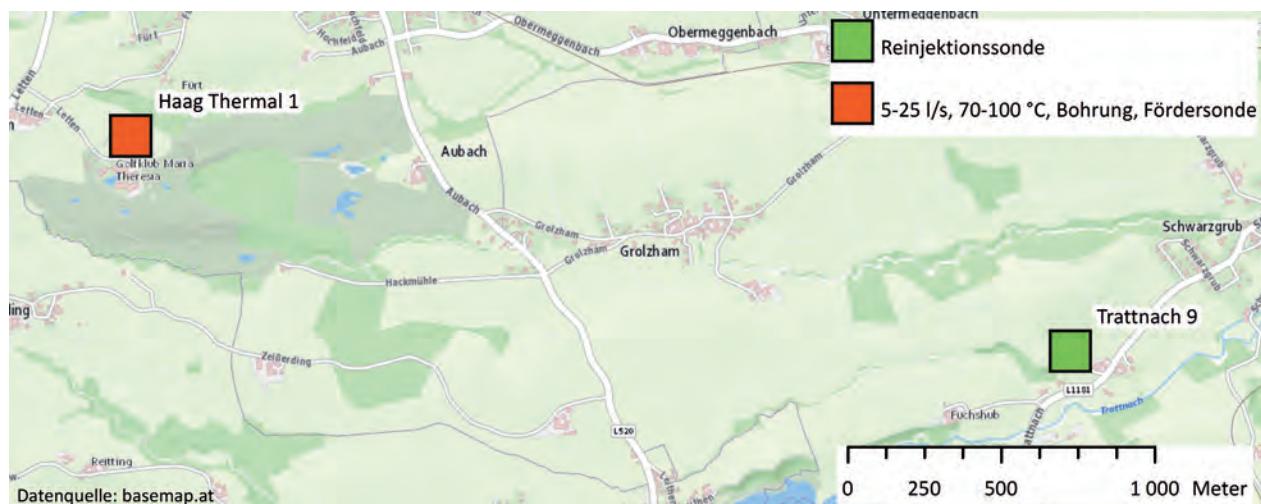
Die Förderbohrung Haag Thermal 1 wurde im Jahr 1991 abgeteuft (JENISCH, 1991). Heute wird das abgekühlte Thermalwasser in der ehemaligen Kohlenwasserstoffbohrung Trattnach 9 reinjiziert. Eine erste Ausbaustufe der geothermischen Ortswärmeversorgung ging 1996 mit einer Anschlussleistung von 1,5 MW in Betrieb (GOLDBRUNNER et al., 2007b).

Hydrogeologie

Bei der Tiefbohrung Haag Thermal 1 wurden die Sedimente der Beckenfüllung mit einem stratigrafischen Umfang von Quartär bis Obereozän mit einer Mächtigkeit von 1.610,0 m angetroffen (Tab. 23). Das Ther-

Abb. 19.

Lage der Erschließungen südlich von Haag am Hausruck.



malwasser wird hauptsächlich aus den Karbonaten des Oberjura (1.903,0 bis 2.013,0 m) gefördert, die eine Mächtigkeit von rund 34 m aufweisen (JENISCH, 1991). Bei dem Hauptförderhorizont handelt es sich um eine Kluftzone im Dolomit von 1.961,0 bis 1.971,0 m unter GOK. Die Formationstemperatur beträgt in diesem Bereich rund 90 °C. Weitere Thermalwasserzutritte liegen in porösen Sandsteinen des Mitteljura von 2.040,0 bis 2.053,0 m unter GOK und in porösen Glaukonitsandsteinen des Cenomaniums (Oberkreide) von 1.857,0 bis 1.883,0 m unter GOK. Zusammenfassend wurden folgende Bereiche mit Filterstrecken ausgebaut: 1.898 bis 1.916 m (18 m), 1.956 bis 1.974 m (18 m), 2.001 bis 2.013 m (12 m) und 2.041 bis 2.053 m (12 m) unter GOK. Nach Fertigstellung der Sonde im Mai 1992 wurde in einer schriftlichen Mitteilung von STEHLIK ein Ruhewasserspiegel von 233 m unter GOK angegeben.

Die bis 1.650 m abgeteuft ehemalige Kohlenwasserstoff-Tiefbohrung Trattnach 9 befindet sich ca. 3,2 km ostsüdöstlich von Haag Thermal 1. Zur Herstellung der Reinjektionssonde wurden die Perforationen in der Oberkreide zwischen 1.608,5 und 1.610,0 m und zwischen 1.611,5 und 1.616,0 m unter GOK (GOLDBRUNNER, 2012b) abzementiert.

Hydrochemie

Bei dem aus der Tiefbohrung Haag Thermal 1 geförderten Thermalwasser handelt es sich um einen fluoridhaltigen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.500 mg/l (Tab. 31). Da Tritium nicht nachgewiesen werden konnte, ist von keiner Beimischung jüngerer Wässer auszugehen. Zudem dürfte ein kaltzeitliches Grundwasseralter vorliegen, da das Thermalwasser dem niederbayerisch-oberösterreichischen Thermalgrundwasserkörper zuzuordnen ist. Die frei aufsteigenden Gase bestehen vorwiegend aus Methan (57,8 Vol.%), Stickstoff (23,0 Vol.%) und Kohlenstoffdioxid (17,7 Vol.%) (Tab. 34).

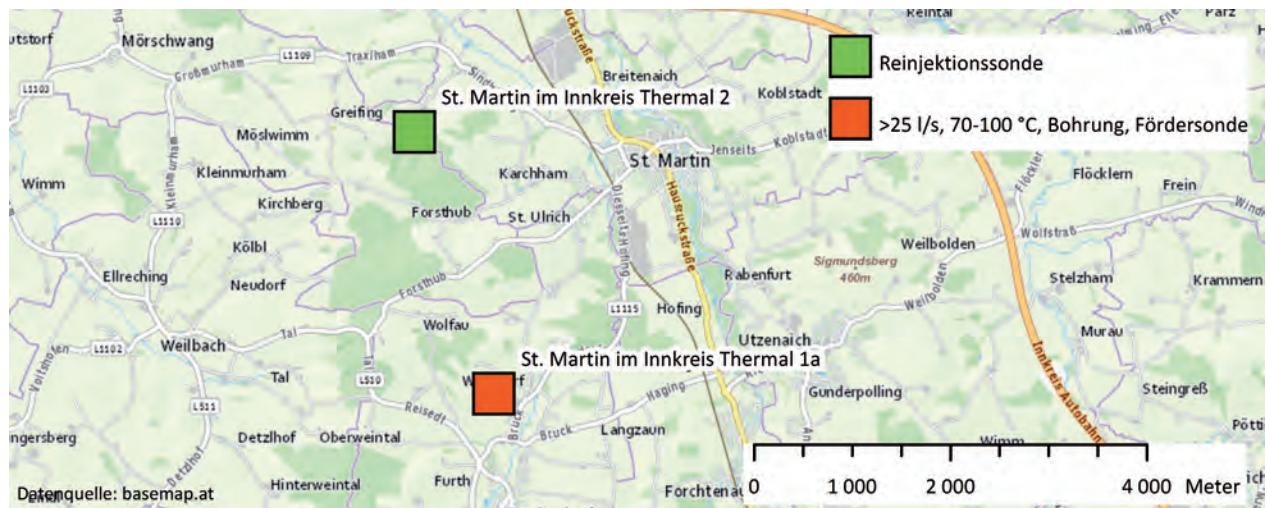


Abb. 20.
Lage der Erschließungen westlich bzw. südwestlich von St. Martin im Innkreis.

3.2.8 Dublette St. Martin im Innkreis (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Die Dublette St. Martin (Abb. 20) dient ausschließlich der Fernwärmeversorgung und produziert annähernd die gesamte Wärmemenge für das Fernwärmennetz St. Martin (Tab. 14 in Kap. 1.5). Der Produktionssonde Thermal 1a dürfen maximal 1.103.760 m³/Jahr entnommen werden. Zudem ist das entnommene Thermalwasser vollständig St. Martin Thermal 2 zu reinjizieren.

St. Martin Thermal 1a wurde 1998 niedergebracht und die Abteufung von St. Martin Thermal 2 erfolgte im darauffolgenden Jahr (GOLDBRUNNER et al., 2007b). Nach der Durchführung von wasserwirtschaftlichen Versuchen und des Probebetriebes wurde die Dublette im Jahr 2000 in Betrieb genommen.

Hydrogeologie

Die abgelenkte Tiefbohrung St. Martin Thermal 1a wurde bis auf 2.214,0 m MD (2.060,0 m TVD) mit einer Ablenkung ab 1.531,0 m durchgeführt (PORDAN, 1999). Die maximale Neigung beträgt hierbei 49,1° mit einer Abweichung von rund 267 m vom Bohrungspunkt. Der Zielhorizont, die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura („Malm“), wurde ab 2.004,0 m MD mit einem Zustrom von min. 30 l/s angetroffen (Tab. 24). Da sich die Sandsteine des Cenomaniums ebenfalls als Thermalwasser führend (ca. 12 l/s bei 80 °C) erwiesen, umfasst der Endausbau eine Förderstrecke von 1.968 m MD bis zur Endteufe. Zudem beträgt die Formationstemperatur bei der Endteufe ca. 97 °C. Nach Auskunft des Betreibers befindet sich der Ruhewasserspiegel bei etwa 60 m unter GOK.

Die Reinjektionssonde St. Martin Thermal 2 wurde nach den Unterlagen des Betreibers vertikal bis auf 2.143,0 m unter GOK niedergebracht. Von 1.770,6 bis 1.793,0 m wurden Sandsteine des Cenomaniums durchtrennt, in deren Liegenden folgen bis 1.975,0 m die Karbonate des Oberjura (Tab. 24). Die Reinjektion erfolgt über die

Teufen MD (m u. GOK)	St. Martin Thermal 1a	Teufen TVD (m u. GOK)	St. Martin Thermal 2
-410,0	Ottangium -71,0: Innviertel-Gruppe, Rieder Schichten -410,0: Innviertel-Gruppe, <i>Robulus</i> Schlier	-384,0	Ottangium -60,0: Innviertel-Gruppe, Rieder Schichten -384,0: Innviertel-Gruppe, <i>Robulus</i> Schlier
-432,0	Eggenburgium -432,0: Haller Schlier		
-774,0	Egerium -774,0: Ebelsberg-Formation	-800,0	Egerium -800,0: Ebelsberg-Formation
-1.142,0	Kiscellium -1.098,0: Zupfing-Formation -1.132,0: Bändermergel -1.142,0: Heller Mergelkalk	-965,0	Kiscellium -931,2: Zupfing-Formation -959,6: Bändermergel -965,0: Heller Mergelkalk
-1.174,0	Eozän -1.189,0: Ampfing-Formation -1.174,0: Lithothamnienkalk	-1.016,0	Eozän -1.004,0: Lithothamnienkalk -1.016,0: Ampfing-Formation
-2.004,0	Oberkreide -1.570,0: Campanium -1.725,0: Santonium -1.915,0: Coniacium–oberes Turonium -1.968,0: unteres Turonium -2.004,0: Cenomanium	-1.793,0	Oberkreide -1.410,0: Campanium -1.581,0: Santonium -1.915,0: Coniacium–unteres Turonium -1.770,6: unteres Turonium -1.793,0: Cenomanium
-2.214,0 (ET)	Oberjura („Malm“)	-1.975,0	Ober- und Mitteljura („Malm“ und „Dogger“)
		-2.143,0 (ET)	Kristallin

Tab. 24.

Bohrprofile von St. Martin Thermal 1a und St. Martin Thermal 2 (nach PORDAN, 1999).

offene Bohrlochstrecke ab 1.767,0 m, wobei zu erwähnen ist, dass im Gegensatz zu Thermal 1a auch das „Kristallin der Böhmischem Masse“ ab 1.975,0 m unter GOK angefahren wurde. Im Zuge eines Pump- und Reinjektionsversuchs vom 22.09. bis 22.12.2000 konnten bei Thermal 1a und Thermal 2 Transmissivitäten von $1,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. $2,3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ bestimmt werden (GLATZEL, 2001).

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser von St. Martin Thermal 1a und 2 handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.100 mg/l und einer Auslauftemperatur von rund 87 °C (Tab. 32). Da Tritium nicht nachgewiesen werden konnte, ist ein Einfluss durch jüngere Wässer auszuschließen. Zudem ist aufgrund der Analysen von Sauerstoff-18 (-10,38 ‰) und Deuterium (-79,50 ‰) eine meteorische Herkunft des Thermalwassers anzunehmen (Tab. 33), wobei wegen der abgereicherten Isotopengehalte von einem kaltzeitlichen Grundwasseralter auszugehen ist. Die frei aufsteigenden Gase bestehen vorwiegend aus Methan (53,1 %), Stickstoff (25,4 %) und Kohlenstoffdioxid (20,1 %) (Tab. 34).

3.2.9 Reichersberg (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Das Thermalwasser der Tiefbohrung Reichersberg 1 (Abb. 21) wird für Therapie- und Kurbetriebe genutzt. Der Spitzenkonsens ist auf 4 l/s (14.040 m³/Jahr) festgesetzt. Die Bohrung Reichersberg 2 (Abb. 21) wird heute als Beobachtungsbrunnen verwendet (Stand 2014).

Die Bohrung Reichersberg 1 wurde im Jahr 1972 von der RAG als Erdöl-Aufschlussbohrung (Bezeichnung: Obernberg 1) niedergebracht (STEHLIK, 1976). Es wurde jedoch kein Erdöl angetroffen und die Bohrung wurde von einer privaten Firma erworben. In der Folge wurde das Thermalwasser 1976 hinsichtlich einer balneologischen Nutzung untersucht. Vier Jahre später wurde eine weitere Bohrung, Reichersberg 2, niedergebracht. Beide Bohrungen blieben allerdings lange ungenutzt, so betrug die kumulative Fördermenge für Reichersberg 1 von 1972 bis 1996 lediglich 1.000 m³ und bei Reichersberg 2 wurden im Zeitraum 1980 bis 1996 nur 20.000 m³ entnommen (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997).

Hydrogeologie

Das ursprüngliche Ziel der Aufschlussbohrung Reichersberg 1 war ein antithetischer Strukturblock des Obereozäns, in diesem wurde jedoch keine Kohlenwasserstoffführung angetroffen (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). In der Folge wurde die Bohrung fortgesetzt, um auch den Untergrund des Molassetrogs zu erkunden. In Tabelle 25 befindet sich dazu ein Bohrprofil. Ab 1.675,6 m konnten Thermalwasser führende Karbonate des Oberjura („Malm“) angetroffen werden und ab 1.828,3 m bis zur Endteufe (1.849,5 m unter GOK) durchörterte die Bohrung den kristallinen Untergrund. An der offenen Bohrlochstrecke von 1.683,0 bis 1.849,5 m unter GOK wurden im Jahr 1972 hydraulische Versuche (Swab-Tests) durchgeführt. Der statische Wasserspiegel lag vor diesen Versuchen bei ca. 4 m unter GOK. Bei einer Swab rate von 1,08 l/s betrug die Absenkung 100 m unter GOK. Zudem wurde ein Lagerstättendruck von 168 bar bei 1.683 m ermittelt. Weitere hydraulische Auswertungen sind nicht bekannt. Außerdem ist darauf

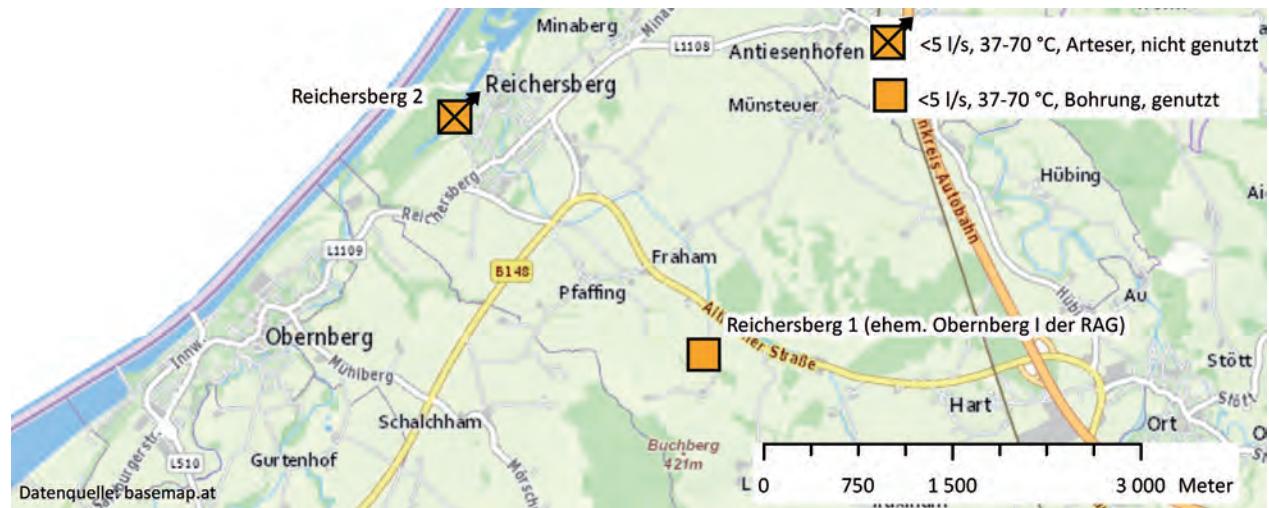


Abb. 21.
Lage der Erschließungen bei Reichersberg.

hinzuwiesen, dass bei einer Förderrate von 5 l/s die Auslauftemperatur zwischen 33 und 35 °C lag (KIRNBAUER, 1972, zit. nach BAUER & GOLDBRUNNER, 1997). Bei einer geringeren Entnahmerate ist jedoch eine wesentlich geringere Auslauftemperatur zu erwarten, z.B. 12,5 °C bei 0,5 l/s, beschrieben von STEHLIK (1976).

In einer Entfernung von ca. 2,7 km SE von Reichersberg 1 wurde die Tiefbohrung Reichersberg 2 bis auf 1.630 m unter GOK niedergebracht. Das Ziel waren die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Diese wurden von 1.435,1 bis 1.604,6 m unter GOK angetroffen (Tab. 25). Außerdem wurden weitere Thermalwasserzutritte in Sandsteinen des Cenomaniums (Oberkreide) festgestellt. Der Ausbau wurde diesbezüglich angepasst und die Produktion fand über die offene Bohrlochstrecke von 1.410,5 m unter GOK bis zur Endteufe statt. Bei im Jahr 1980 durchgeföhrten Auslaufversuchen wurde bei einer Förderrate von 1,1 l/s ein Fließdruck von 2,4 bar festgestellt (WEBER, 1980, zit. nach GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Geophysikalische Bohrlochmessungen konnten 2003 nur bis zu einer Teufe von

1.434 m durchgeführt werden, dort blockierte herausgebrochenes Material eine weitere Befahrung (SCHÖN et al., 2003). In dieser Tiefe lag die Formationstemperatur bei etwa 78 °C.

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasservorkommen von Reichersberg 1 und 2 handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.300 mg/l (Tab. 32). Bei Reichersberg 1 zeigt die hydrochemische Analyse vom 06.03.1976 einen wesentlich höheren Gehalt an Natrium (1.189,4 mg/l) und Chlorid (1.521,5 mg/l), als bei der Analyse vom 18.03.2005 (Natrium: 418 mg/l; Chlorid 268 mg/l). Für Reichersberg 2 liegt lediglich eine Analyse aus dem Jahr 2005 vor, diese ist mit jener von Reichersberg 1 im Jahr 2005 vergleichbar. Angesichts der Werte von Sauerstoff-18- (-10,30 ‰) und Deuterium (-80,00 ‰) ist bei Reichersberg 2 von einem meteorischen Ursprung und einem kaltzeitlichen Grundwasseralter auszugehen (Tab. 33). Ähnliche Bedingungen sind für Reichersberg 1 zu erwarten.

Teufen TVD (m u. GOK)	Reichersberg 1	Teufen TVD (m u. GOK)	Reichersberg 2
-301,3	Ottangium -301,3: Innviertel-Gruppe	-200,0	Ottangium -200,0: Innviertel-Gruppe
-665,0	Egerium -490,0: Obere Puchkirchen-Formation -665,0: Untere Puchkirchen-Formation	-450,0	Egerium -343,0: Obere Puchkirchen-Formation -450,0: Untere Puchkirchen-Formation
-860,0	Kicellium -856,3: „Rupel“ ca. 860,0: „Lattorf-Fischschiefer“	-749,5	Kicellium -743,0: „Rupel“ -749,5: „Lattorf-Fischschiefer“
-889,1	Obereozän	-758,8	Obereozän
-1.675,6	Oberkreide	-1.435,1	Oberkreide
-1.828,3	Oberjura („Malm“)	-1.604,6	Oberjura („Malm“)
-1.849,5 (ET)	Kristallin	-1.630 (ET)	Kristallin

Tab. 25.
Bohrprofile von Reichersberg 1 und Reichersberg 2 (nach GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 157).

3.2.10 Dublette Obernberg (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Bei der Dublette Obernberg dient die Tiefbohrung Obernberg Oberfeld 1 (Abb. 22) als Entnahmesonde und Obernberg Thermal 2a (Abb. 22) als Reinjektionssonde. Das Thermalwasser ist ausschließlich für die geothermische Nutzung bestimmt und wird zu 100 % reinjiziert (Tab. 14 in Kap. 1.5). Das Maß der Wasserbe nutzung ist wasserrechtlich in Abhängigkeit von der Au ßentemperatur festgelegt. Die Jahresentnahme ist mit 302.793 m³ begrenzt.

Die Tiefbohrung Oberfeld 1 wurde 1993/1994 abgeteuft und die Niederbringung der Reinjektionssonde Obernberg Thermal 2a erfolgte im Jahr 1998 (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997; GOLDBRUNNER, 2012b). Bereits seit 1996 besteht eine thermische Nutzung.

Zuvor wurde im Jahr 1974 die heute nicht genutzte Bohrung Obernberg Thermal 1 abgeteuft (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997). Bis 1996 wurde eine kumulative Fördermenge dokumentiert, die von 1974 bis 1996 nur bei 10.000 m³ lag.

Hydrogeologie

Die vertikale Tiefbohrung Obernberg Oberfeld 1 wurde bis auf eine Endteufe von 1.560 m unter GOK niedergebracht und durchörterte zuerst 825 m mächtige Sedimente der Molassezone mit einer stratigrafischen Abfolge vom Quartär bis zum Obereozän (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997). Ein Bohrprofil befindet sich in Tabelle 26. Im Liegenden der darauffolgenden Oberkreide befinden sich die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura („Malm“) von 1.521 m bis zur Endteufe bei 1.560 m unter GOK. Aus den Unterlagen ging nicht klar hervor, ob es sich bei diesem Bereich um eine offene Bohrlochstrecke handelt oder dieser mit einem 7“ Schlitzliner komplettiert ist. Im Zuge eines im Jahr 1994 durchgeföhrten Auslaufversuches mit einer Förderrate von ca. 11 l/s und einer Auslauftemperatur

von maximal 80 °C wurde ein Lagerstättendruck von 149 bar (bei 1.521 m) und eine Formationstemperatur von 83,2 °C (bei 1.450 m) ermittelt. Zudem konnte ein überschlägiger k_f -Wert von $4,3 \times 10^{-5}$ m/s bestimmt werden. Aufgrund dieser sehr hohen Durchlässigkeit wird von BAUER & GOLDBRUNNER (1997) eine ausgeprägte Klüftung und Verkarstung der Karbonate angenommen. Abschließend ist zu erwähnen, dass der Schließdruck der artesisch überlaufenden Bohrung zwischen Mai 2008 und 2010 durchschnittlich bei 3,1 bar lag (GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012).

In einer Entfernung von ca. 2 km Richtung SE wurde die Reinjektionsbohrung Obernberg Thermal 2 abgeteuft (GOLDBRUNNER, 2012b). Zunächst wurde die vertikal niedergebrachte Bohrung (ET 2.006 m) den Erwartungen nicht gerecht. So lag die mögliche Fördermenge bei lediglich 4,9 l/s. Deshalb wurde ab einer Teufe von 1.100 m eine Ablenkung Richtung 50,4° NE mit einer Horizontalentfernung von 404 m durchgeführt. Die Endteufe von Thermal 2a beträgt 1.977 m MD (1.630 m TVD). Ziel der Ablenkung war die Erfassung einer Störungszone in den Karbonaten des Oberjura („Malm“) mit ausreichender Wasserführung. Hierbei ist anzumerken, dass der Versatz der „Malm“-Oberkante rund 240 m beträgt. Ein Bohrprofil befindet sich in Tabelle 26. Die Filterstrecke (1.850 bis 1.970 m) erfasst vorwiegend die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura („Malm“). Dabei ist anzumerken, dass ab 1.931 m MD erstmals totale Spülverluste auftraten, die auf hohe Durchlässigkeiten von Thermalwasser schließen ließen. Bei einem nach der Fertigstellung durchgeföhrten Förderversuch betrug der artesische Überlauf 20,2 l/s und mit einem Kompressor konnten ca. 30 bis 32 l/s mit einer Temperatur von ca. 75 °C gefördert werden. In einer Teufe von 1.650 m wurde ein statischer Druck von 163 bar gemessen. Im Zuge eines vom 11.03. bis 10.05.1999 durchgeföhrten Reinjektionsversuches konnte eine Menge von maximal 26,4 l/s bei einem Reinjektionsdruck von nur 2,5 bis 4 bar

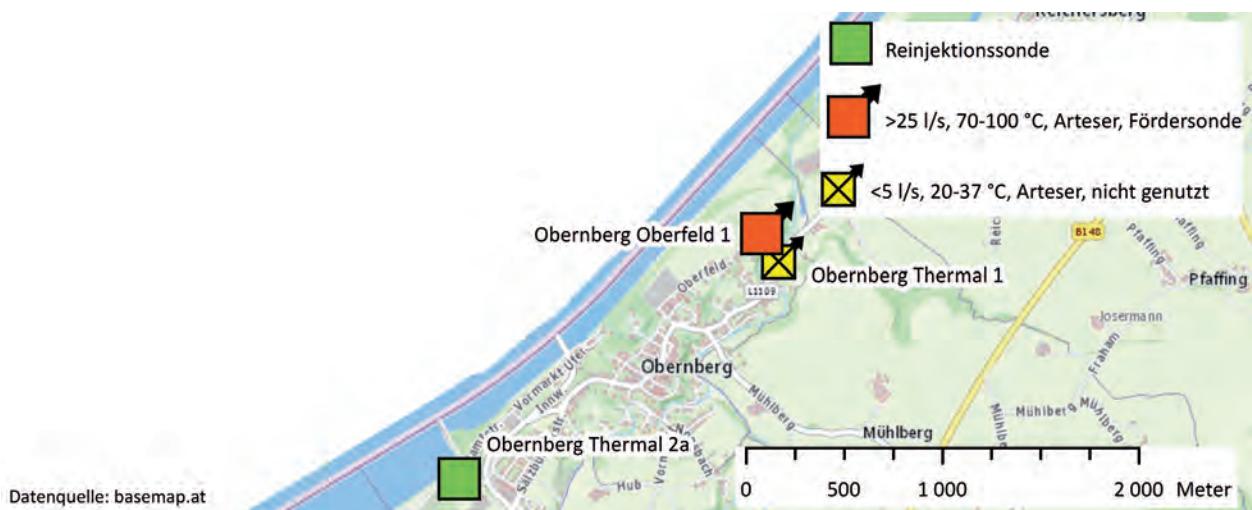


Abb. 22.
Lage der Erschließungen bei Obernberg.

Teufen TVD (m u. GOK)	Obernberg Oberfeld 1	Teufen TVD (m u. GOK)	Obernberg Thermal 2/2a	Teufen TVD (m u. GOK)	Obernberg Thermal 1
-8,0	Quartär	-14,0	Quartär		
-266,5	Otnangium (Innviertel-Gruppe)	-312,0	Otnangium -312,0: Glaukonitische Serie	-270	Otnangium (Innviertel-Gruppe)
-273,0	Eggenburgium (Haller Schlier)	-322,0	Eggenburgium (Haller Schlier)		
-582,0	Egerium -393,5: Obere Puchkirchen-Gruppe -582,0: Untere Puchkirchen-Gruppe	-786,0	Egerium -480,0: Ebelsberg-Formation -786,0: Zupfing-Formation	-490 ?	Egerium -386: Obere Puchkirchen-Gruppe -490: Untere Puchkirchen-Gruppe
-814,5	Kiscellium bzw. „Rupel“ -760,0: Tonmergelstufe -790,0: Bändermergel -801,5: Heller Mergelkalk -814,5: „Lattorf-Fisch-schiefer“	-825,0	Kiscellium bzw. „Rupel“ -813,0: Bändermergel -825,0: Heller Mergelkalk -843,0: „Lattorf-Fisch-schiefer“	-814	Kiscellium bzw. „Rupel“ -800: „Rupel“ -814: „Lattorf-Fischschiefer“
-825,0	Obereozän -825,0: Sandsteinstufe			-824	Obereozän
-1.521,0	Oberkreide -1.496,0: „Untercampanium“– Turonium -1.521,0: Cenomanium)	-1.762,0	Oberkreide	-1.080,5 (ET)	Oberkeide
-1.560,0 (ET)	Oberjura („Malm“)	-2.006,0 (ET)	Oberjura („Malm“)		

Tab. 26.

Bohrprofile von Obernberg Oberfeld 1 (ENICHLMAIR, 1994, zit. nach GOLDBRUNNER, 2012b), Obernberg Thermal 2 (WALKER-HERTKORN, 1998, zit. nach GOLDBRUNNER, 2012b) und Obernberg Thermal 1 (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 157).

reinjiziert werden. Ein folgender Versuch zeigte, dass Reinjektionsmengen von 50 bis 60 l/s bei einem Reinjektionsdruck von ca. 9 bar möglich wären.

Die ehemalige Bohrung Obernberg Thermal 1 erreichte mit einer Endteufe von 1.080,5 m unter GOK nicht den Oberjura. Die Perforationsstrecken von 916 bis 955,8 m und 975 bis 1.054,3 m erfassten Thermalwasserzutritte aus der Oberkreide (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997). Der freie Überlauf betrug anfangs 1 l/s bei einer Auslauftemperatur von 48 bis 52 °C. Der Schließdruck lag bei 2,4 bar. Im Jahr 1976 wurde eine Auslauftemperatur von 44 °C bei einem Pumpbetrieb von 2 l/s nachgewiesen. Bei einer im Jahr 1982 durchgeföhrten Beprobung lagen der freie Überlauf bei 0,4 l/s und die Auslauftemperatur bei 27,5 °C.

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser der Tiefbohrung Obernberg Oberfeld 1 handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.100 mg/l (Tab. 32). Informationen zu Isotopen und frei aufsteigenden Gasen liegen nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass ähnliche hydrochemische Bedingungen wie bei den anderen Tiefbohrungen vorherrschen, bei denen ebenfalls die Karbonate des Oberjura („Malm“) den Aquifer bilden.

Obernberg Thermal 1 wies einen Natrium-Chlorid-Hydrogencarbonat-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 2.500 mg/l auf. Auffallend war der hohe Iodidgehalt von ca. 1,4 mg/l.

3.2.11 Dublette Geinberg (OÖ)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Bei der Dublette Geinberg fungiert Geinberg Thermal 2 als Produktionsbohrung und Geinberg 1 als Reinjektionsbohrung (Abb. 23). Die Dublette Geinberg wird zum größten Teil für Heizzwecke genutzt (Tab. 14 in Kap. 1.5). Das Maß der Wasserbenutzung ist laut wasserrechtlicher Bewilligung für die Entnahme und Reinjektion von Thermalwasser zur geothermischen und balneologischen Nutzung gemeinsam auf maximal 709.258 m³/Jahr festgesetzt (2.851 m³/Tag). Rund 8 % des Volumenstroms werden balneologisch für die Therme Geinberg genutzt. Durch Einbau einer Tauchkreiselpumpe in das Förderbohrloch Geinberg Thermal 2 Ende 2012 wurde die Produktion auf 52 l/s gesteigert. Der Probebetrieb mit dieser Förderrate wurde im September 2014 erfolgreich abgeschlossen.

Bei der im Jahr 1974 niedergebrachten Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung Geinberg 1 wurden keine wirtschaftlich gewinnbaren Kohlenwasserstoffe gefunden, doch es konnte in den Karbonaten des Oberjura Thermalwasser angetroffen werden (AUSTROMINERAL, 1980). Zunächst wurde die Bohrung jedoch verschlossen. Im Jahr 1979 erfolgte der Ausbau der Tiefbohrung für eine geothermische Nutzung. So wurde schon ab den frühen 1980er Jahren das Thermalwasser energetisch genutzt. Damit handelt es sich bei Geinberg um eines der ersten österreichischen Geothermie-Projekte. Im Jahr 1998 folgte die Niederbringung von

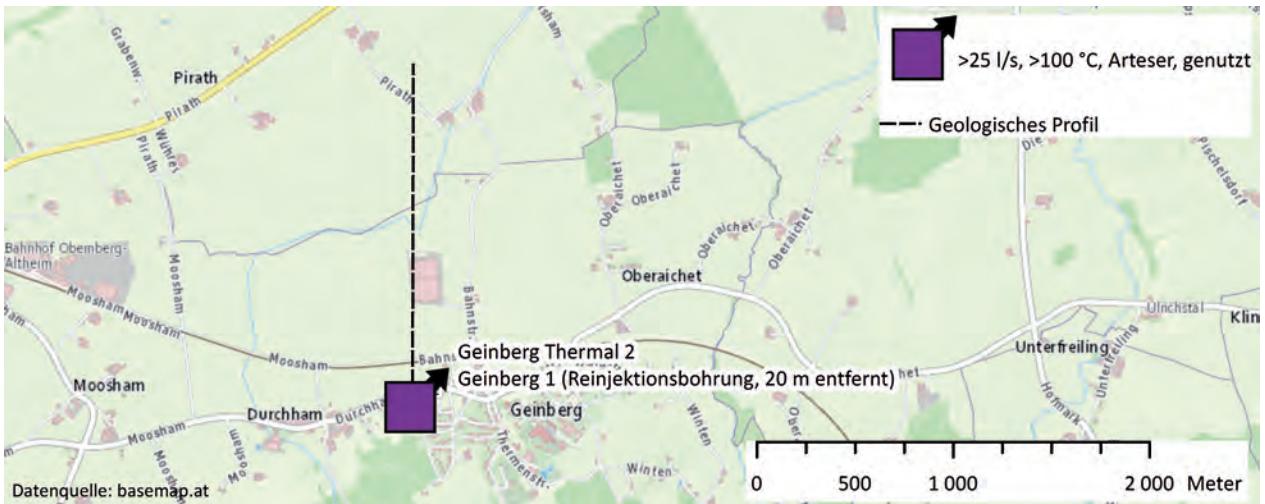


Abb. 23.
Lage der Erschließungen bei Geinberg.

Geinberg Thermal 2, in der Folge fanden wasserwirtschaftliche Versuche und ein Probefluss (11.1998 bis 09.1999) statt (GOLDBRUNNER et al., 1999). Seit Oktober 1999 befindet sich die Doublette Geinberg im Dauerbetrieb. Die Thermenanlage wurde im Jahr 1998 errichtet.

Hydrogeologie

Die vertikale Tiefbohrung Geinberg 1 wurde von der RAG zunächst bis auf eine Teufe von 2.167,0 m niedergebracht (GOLDBRUNNER & DOMBERGER, 1992) (Abb. 24). Für die geothermische Nutzung wurde sie in Folge bis auf 2.180,5 m vertieft und verblieb in den Karbonaten des Oberjura („Malm“). Dieser Horizont wurde, nachdem die Sedimente der Molassezone (Miozän, Oli-

gozän und Obereozän) und Gesteine der Oberkreide durchtrennt wurden, bei 2.127,0 m (TVD) angetroffen. Ein Bohrprofil befindet sich in Tabelle 27. Die offene Bohrlochstrecke erfasst die Thermalwasser führenden Liegendschichten der Oberkreide (Sandsteine des Cenomaniums) sowie die verkarsteten Karbonate des Oberjura von 2.116,3 bis 2.176,5 m. Das Thermalwasser läuft aufgrund der temperaturbedingten geringen Dichte der Wassersäule artesisch über, obwohl der Druck im Aquifer an sich leicht unterhydrostatisch ist. Der nicht statische Lagerstättendruck lag im Jahr 1979 in einer Teufe von 2.000,0 m bei 191,3 bar (TESCO, 1980, zit. nach BAUER & GOLDBRUNNER, 1997). Außerdem beträgt die Lagerstättentemperatur bei der End-

Teufen TVD (m u. GOK)	Geinberg 1	Teufen TVD (m u. GOK)	Geinberg Thermal 2
-28,0	Quartär	-34,0	Quartär
-563,0	Ottangium -563,0: Innviertel-Gruppe	-588,0	Ottangium -568,0: Innviertel-Gruppe
-1.124,5	Egerium -840,0: Obere Puchkirchen-Formation -1.124,5: Untere Puchkirchen-Formation	-1.108,0	Egerium -835,0: Obere Puchkirchen-Formation -1.108,0: Untere Puchkirchen-Formation
-1.379,6	Kiscellium -1.334,4: „Rupel“, Tonmergelstufe -1.360,0: Bändermergel -1.370,0: Heller Mergelkalk -1.379,6: „Lattorf-Fischschiefer“	-1.361,0	Kiscellium -1.320,5: „Rupel“, Tonmergelstufe -1.344,5: „Rupel“, Bändermergel -1.352,5: „Rupel“, Heller Mergelkalk -1.361,0: „Lattorf-Fischschiefer“
-1.389,7	Obereozän -1.387,2: Lithothamnienkalk -1.389,7: Sandsteinstufe	-1.371,0	Obereozän -1.368,5: Lithothamnienkalk -1.371,0: Sandsteinstufe
-2.127,0	Oberkreide -1.728,5: „Untercampanium“ -1.865,0: Santonium -2.051,0: Coniacium–„Oberturonium“ -2.096,2: „Unterturonium“ -2.127,0: Cenomanium)	-2.120,0	Oberkreide -1.704,0: „Untercampanium“ -1.845,0: Santonium -2.048,0: Coniacium–„Oberturonium“ -2.087,0: „Unterturonium“ -2.120,0: Cenomanium)
-2.167,0 (ET)	Oberjura („Malm“)	-2.225,0 (ET)	Oberjura („Malm“)

Tab. 27.

Bohrprofile von Geinberg 1 und Geinberg Thermal 2 (nach GOLDBRUNNER et al., 1999). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 157).

teufe rund 106 °C (GOLDBRUNNER & GOLD, 2002a). Bei einer Förderrate von ca. 20 l/s liegt die Auslauftemperatur bei rund 100 °C. Im Zuge eines Reinjektionstestes, durchgeführt vom 19.10. bis 27.11.1998, konnte bei einer Durchflussrate von 30 l/s ein Reinjektionsdruck von 1,9 bar festgestellt werden. Die Auswertung eines hydraulischen Tests bei der offenen Bohrlochstrecke ergab zudem einen Durchlässigkeitswert von $1,4 \times 10^{-6}$ m/s (BAUER & GOLDBRUNNER, 1997).

Die als Produktionssonde fungierende artesische Tiefbohrung Geinberg Thermal 2 wurde in einer Entfernung von 20 m zu Geinberg Thermal 1 niedergebracht. Um den hydraulisch notwendigen Abstand zwischen der Entnahme und Reinjektion zu gewährleisten, musste die Bohrung abgelenkt werden (GOLDBRUNNER et al., 1999). Der vertikale Abschnitt reicht bis 700 m unter GOK, bevor die Ablenkung Richtung Norden mit einem Winkel von ca. 56° fortsetzt. Die Endteufe beträgt 3.155,0 m MD (2.225,0 m TVD). Die offene Bohrlochstrecke befindet sich von 2.879,5 bis 3.155,0 m MD und umfasst somit wie bei Geinberg Thermal 1 die Thermal-

wasser führenden Sandsteine des Cenomaniums sowie die verkarsteten Karbonate des Oberjura („Malm“). Bezuglich der Karbonate ist anzumerken, dass bei ca. 3.100,0 m MD eine Störung durchörtert wurde bzw. kam es zu einem Auftreten tieferer Schichten in einer höheren Position. Bei einem Auslaufversuch, durchgeführt vom 25.09 bis 12.10.1998, wurde eine Transmissivität von 2,0 bis $6,2 \times 10^{-4}$ m²/s bestimmt (GOLDBRUNNER et al., 2007a). In den Produktionsjahren 2006 bis 2010 lag der Schließdruck bei ca. 2 bar, es kam jedoch zu saisonalen Schwankungen (GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012).

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Schwefel-Typ mit einer Gesamtmineralisation von ca. 1.000 mg/l. Die Auslauftemperatur beträgt knapp 100 °C. Die hydrochemischen Analysen der beiden Bohrungen sind sich erwartungsgemäß sehr ähnlich (Tab. 32). Aufgrund des Fehlens von Tritium dürften keine jungen oberflächen-

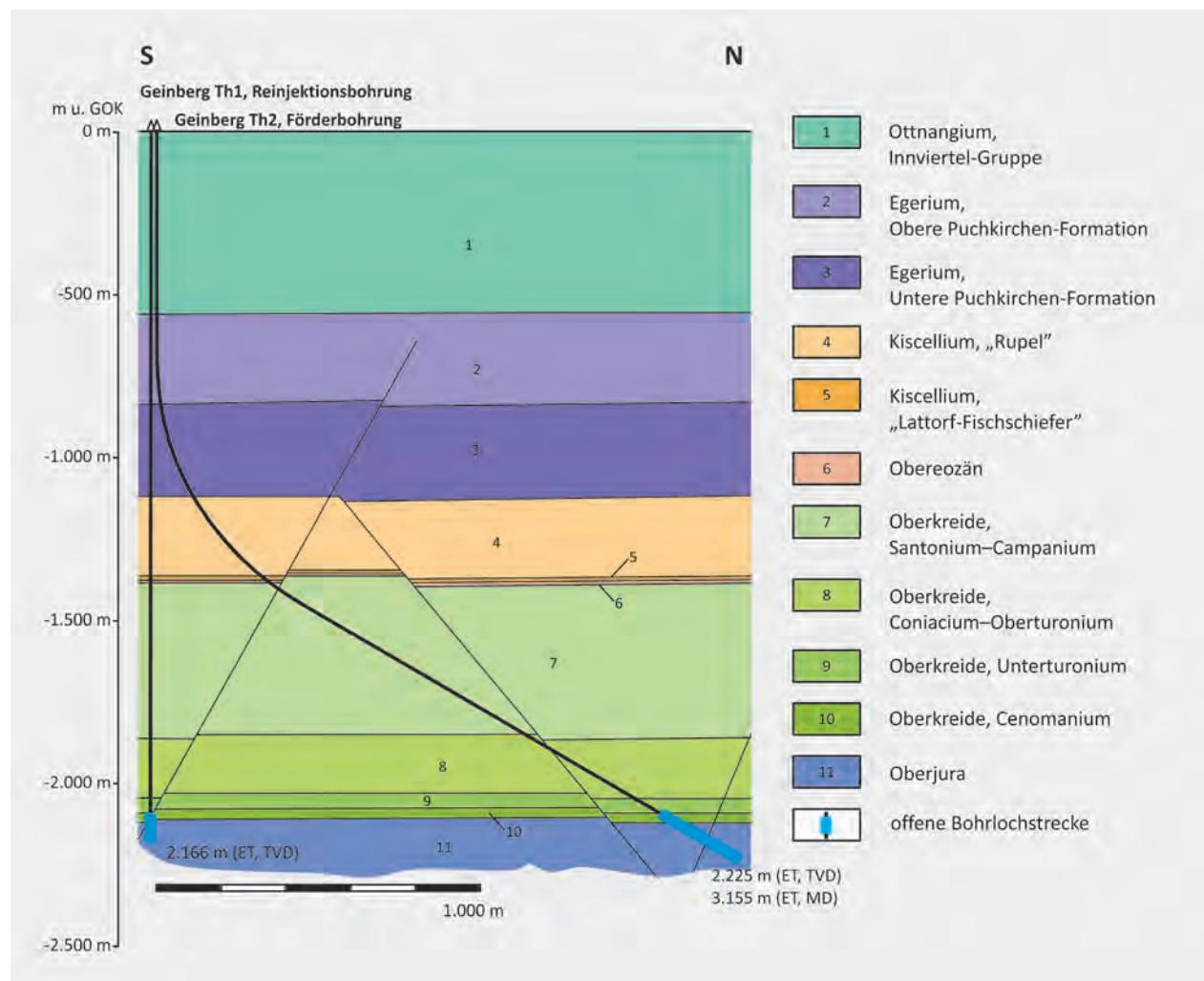


Abb. 24.
Geologisches Profil der Dublette Geinberg (verändert nach GOLDBRUNNER, 2000).

nahen Wässer beigemengt sein. Die Werte von Sauerstoff-18 (-10,64 ‰) und Deuterium (-78,20 ‰) deuten auf eine meteorische Herkunft sowie ein kaltzeitliches Grundwasseralter hin (Tab. 33).

3.2.12 Dublette Altheim (OÖ)

Aktuelle Nutzung

Das aus der Tiefbohrung Altheim Thermal 1a (Abb. 25) geförderte Thermalwasser wird für eine Fernwärmeanlage und die Erzeugung von Strom (ORC-Anlage) genutzt (Tab. 14 in Kap. 1.5). Eine balneologische Nutzung findet jedoch nicht statt. Es besteht ein Dublettenbetrieb, bei dem Altheim Thermal 2 (Abb. 25) als Reinjektionssonde dient. Das Maß der Wasserbenutzung für die Entnahme und Reinjektion von Thermalwasser beträgt mit wasserrechtlicher Bewilligung maximal 80 l/s bzw. 6.912 m³/Tag.

Nachdem technische Studien, durchgeführt im Zeitraum 1981 bis 1984, positive Aussichten für die Erschließung von Thermalwasser im Raum Altheim prognostizierten, wurde 1985 der Bohrpunkt für die Aufschlussbohrung festgelegt (GOLDBRUNNER, 1990). In der Folge wurde im Jahr 1989 im Auftrag der Stadtgemeinde Altheim eine erfolgreiche Geothermiebohrung (Altheim 1) abgeteuft (HAFEN et al., 2004). Erst 1998 kam es zur Niederbringung der abgelenkten Reinjektionsbohrung Altheim Thermal 2.

Hydrogeologie

Altheim Thermal 1 wurde zunächst als Vertikalbohrung niedergebracht. Der Anschlagpunkt erfolgte auf Basis von reflexionsseismischen Unterlagen im Bereich eines auf Höhe des Ortskernes von Altheim durchstreichen den synthetischen Bruches (GOLDBRUNNER, 1990). Das Ziel war die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura („Malm“) in strukturell und faziell günstiger Position zu erschließen. Da die prinzipiell erfolgreiche ers-

Teufen TVD (m u. GOK)	Altheim Thermal 1 – Erste Bohrung
-11,0	Quartär
-412,0	Ottangium -412,0: Innviertel-Gruppe
-601,0	Eggenburgium -601,0: Haller Serie
-1.290,0	Egerium -994,0: Obere Puchkirchen-Formation -1.290,0: Untere Puchkirchen-Formation
-1.592,0	Kiscellium -1.525,0: Tonmergelstufe -1.567,0: Bändermergel -1.577,0: Heller Mergelkalk -1.592,0: „Lattorf-Fischschiefer“
-1.612,0	Obereozän -1.606,0: Lithothamnienkalk -1.608,0: Cerithienschichten -1.612,0: Limnische Serie
-2.144,0	Oberkreide
-2.456,0	Jura
-2.472,0	Kristallin (ET)

Tab. 28.
Bohrprofil von Altheim Thermal 1 (nach RUPP, 2011).

te Bohrung bei 1.900,0 m eine Verengung aufwies, wodurch ein drastischer Schüttungsrückgang verursacht wurde, musste eine Ablenkung durchgeführt werden (Tab. 28). Bis zu dem Ablenkungspunkt bei 1.772,0 m unter GOK handelt es sich somit um eine Vertikalbohrung und darunter bis zur Endteufe von 2.306,0 m MD um eine abgelenkte Bohrung mit einem maximalen Ablenkungswinkel von 4,8°. Die offene Bohrlochstrecke der abgelenkten Bohrung erfasst von 2.146,0 m bis zur Endteufe Thermalwasser führende Karbonate des Oberjura (Abb. 26). Aufgrund der bruchnäheren Position wurde zudem eine deutlich höhere Durchlässigkeit als zuvor bei der nicht abgelenkten Bohrung erzielt. Nach der Fertigstellung im Jahr 1990 lief die Sonde

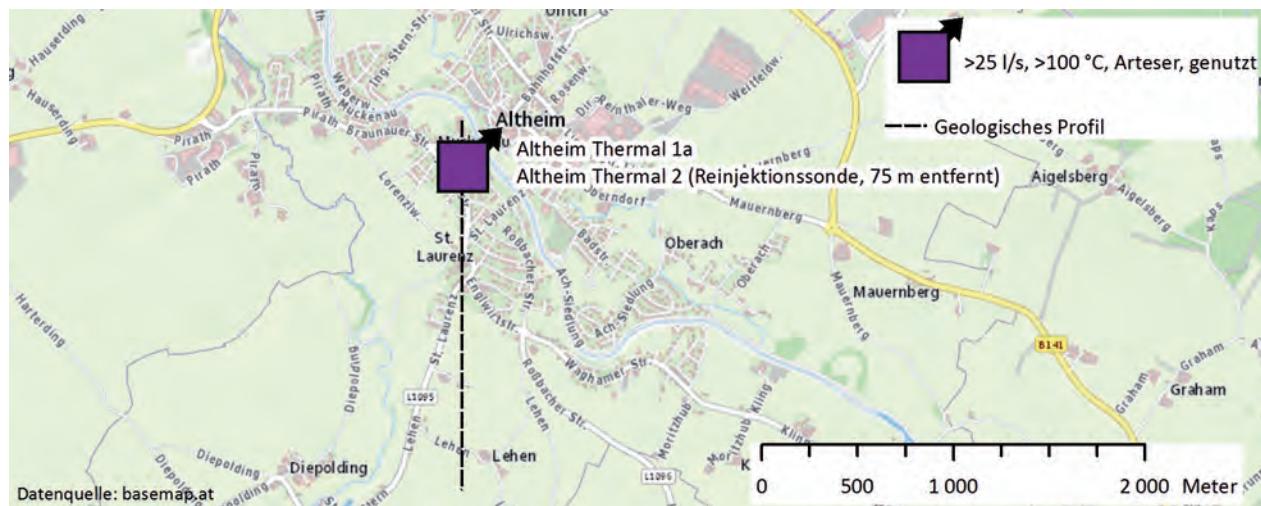


Abb. 25.
Lage der Erschließungen in Altheim.

mit 46 l/s und einer maximalen Auslauftemperatur von 104 °C artesisch über. Zudem wurde ein Schließdruck von 4,2 bar gemessen. Bei einer Thermalwasserentnahme von 80 l/s betrug die Absenkung rund 80 m unter GOK und bei einer Entnahme von 100 l/s etwa 120 m. Die Auswertung eines hydraulischen Versuchs vom 01.07.2004 bis 05.09.2004 ergab zudem eine Transmissivität von $2,4 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ (HAFEN et al., 2004). Zwischen 2008 und 2010 wurde außerdem ein durchschnittlicher Schließdruck von 3,2 bar bestimmt, die Auslauftemperatur lag in den Jahren 2006 bis 2010 in Abhängigkeit von der Förderrate durchschnittlich bei 99,2 °C (GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012).

In rund 75 m Entfernung zu Altheim Thermal 1 wurde Thermal 2 bis auf eine Endteufe von 2.165,0 m TVD bzw. 3.078,0 m MD niedergebracht (WALKER-HERTKORN & UHLIG, 2001). Ab 480 m erfolgte eine Ablenkung mit ca. 70°. Die offene Bohrlochstrecke von 2.984 m MD bis zur Endteufe erfasst die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura. Zudem wurde im Bereich der Grenze Cenomanium/Oberjura eine Störung angetroffen. Im Zuge eines Auslaufversuches, durchgeführt am 12.08.1998, stellte sich nach 24 Stunden bei einer Förderrate von 52,8 l/s eine Auslauftemperatur von 93 °C ein. Ein Reinjectionstest wurde anschließend über einen Zeitraum von 20 Tagen mit einer Reinjectionsrate von 20 l/s und einer Injektionstemperatur von 82 °C

im Mittel durchgeführt. Bei diesem Versuch betrug der Reinjectionsdruck rund 2 bar. Schlussendlich ist anzumerken, dass die Reinjectionstemperatur in den Jahren 2006 bis 2010 im Durchschnitt bei 61,2 °C lag (GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012).

Hydrochemie

Bei dem Thermalwasser der Tiefbohrung Altheim Thermal 1/1a handelt es sich um einen schwefelhaltigen Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ mit einer Gesamtmineralisation von rund 1.000 mg/l (Tab. 32). Auffallend ist der hohe Fluoridgehalt von 5 bis 6 mg/l, der auf einen Kontakt mit dem kristallinen Untergrund hinweist. Aufgrund der Werte von Sauerstoff-18 (-10,20 ‰) und Deuterium (-82,70 ‰) ist ein vadose Ursprung und ein kaltzeitliches Grundwasseralter anzunehmen (Tab. 33). Das Wasser ist tritiumfrei, es besteht also keine Beeinflussung durch oberflächennahe Wässer.

3.2.13 Dublette Simbach-Braunau (OÖ)

Aktuelle Nutzung

Das Thermalwasser der Dublette Simbach-Braunau (Abb. 27) wird ausschließlich geothermisch genutzt und zur Gänze reinjiziert (Tab. 14 in Kap. 1.5). Hierbei agieren Thermal 2 als Produktions- und Thermal 1 als Reinjectionssonde. Die Jahresentnahmemenge ist laut was-

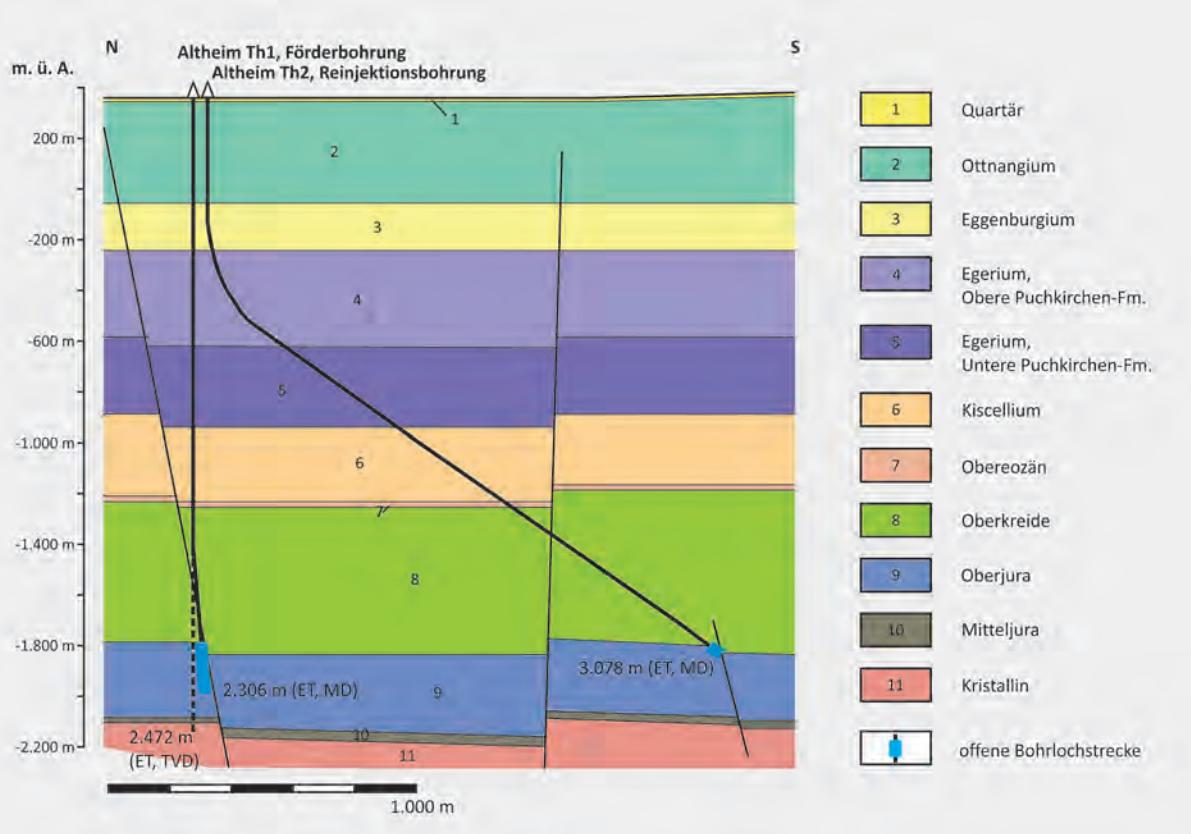
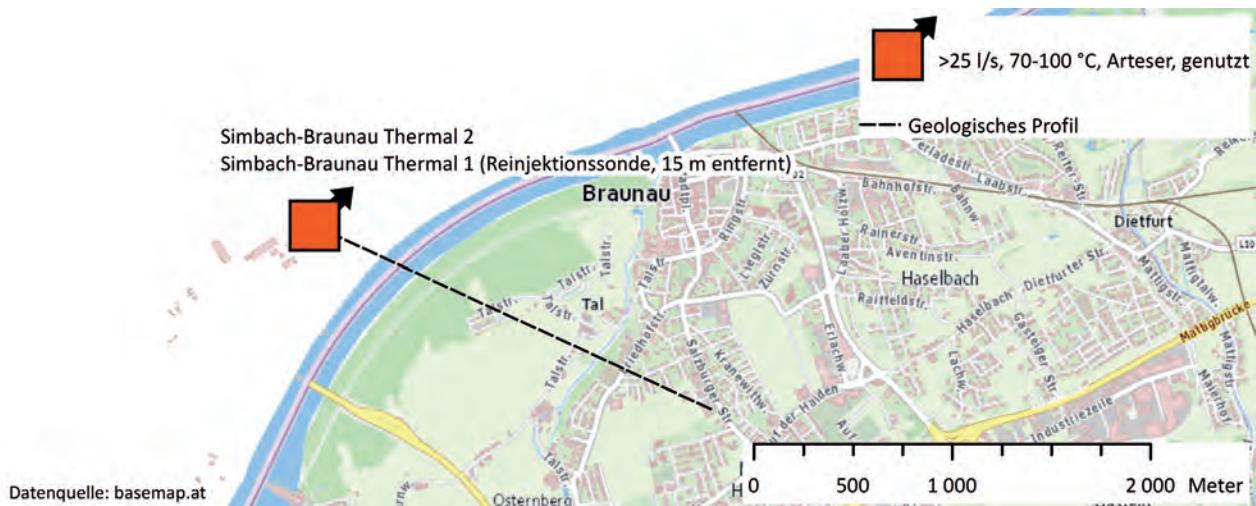


Abb. 26.
Profilschnitt der Dublette Altheim (verändert nach WALKER-HERTKORN & UHLIG, 2001). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 157).



Datenquelle: basemap.at

Abb. 27.
Lage der Erschließungen in Braunau.

serrechtlicher Bewilligung auf maximal 2.500.000 m³ pro Jahr (7.776 m³/Tag bzw. 90 l/s) festgelegt. Die Entnahmetemperatur liegt bei rund 80 °C. Aufgrund der verstärkten Abnahme im Fernwärmennetz wurde die Förderung im September 2014 durch Einbau einer stärkeren Tauchkreiselpumpe auf 90 l/s erhöht, nachdem die Bestandspumpe über 12 Jahre ohne technische Probleme in Betrieb war.

Bei der Dublette Simbach-Braunau handelt es sich um eine Fernwärmeanlage, die grenzüberschreitend für die Städte Simbach und Braunau konzipiert wurde. Die ersten Gutachten zur Erschließung von Thermalwasser für die Stadt Simbach stammen aus dem Jahr 1974 (Information der Gemeinde Simbach). Im Jahr 1999 wurden beide Bohrungen von der RAG abgeteuft. Ein Teil der Fernwärmeanlage ging bereits Ende 2000 in Betrieb, doch die Fertigstellung des Hauptausbaus erfolgte 2003.

Hydrogeologie

Die Dublette Simbach-Braunau, bestehend aus der Fördersonde Simbach-Braunau 2 und der Reinjektionssonde Simbach-Braunau 1, befindet sich im zentralen Bereich des niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebeckens bzw. im Grenzgebiet von Österreich und Deutschland.

Bei der artesischen Vertikalbohrung Simbach-Braunau Thermal 1 reichen die Sedimente der Beckenfüllung mit einem stratigraphischen Umfang von Quartär bis Obereozän bis 1.425,5 m unter GOK (GOLDBRUNNER et al., 2008) (Abb. 28). Im Liegenden folgen die Sedimentgesteine der Oberkreide, bevor ab 1.737,1 m die Thermalwasser führenden Karbonate des Oberjura („Malm“) anschließen (Tab. 29). Der Hauptzufluss findet in der offenen Bohrlochstrecke von 1.844,8 m bis zur Endteufe statt. Zudem ist zu erwähnen, dass der kristalline Untergrund nicht erreicht wurde.

Bei Simbach-Braunau Thermal 2 handelt es sich um eine abgelenkte Tiefbohrung, die bis 1.941,7 m unter GOK (3.203 m MD) abgeteuft wurde (GOLDBRUNNER et al., 2008). Der Ansatzpunkt ist nur 15 m von der ersten Bohrung entfernt. Bis 800 m verläuft sie ebenfalls vertikal, erst dann wurde sie Richtung SE mit einem Winkel von rund 70° gegen die Vertikale abgelenkt und quert den Inn bzw. die Grenze Österreich/Deutschland. Mit einer horizontalen Entfernung von 2,2 km zum Ansatzpunkt befindet sich die Bohrlochsohle bereits im Untergrund des Stadtgebiets von Braunau. Der Hauptzufluss findet ebenfalls in den Karbonaten des Oberjura statt

Teufen TVD (m u. GOK)	Simbach-Braunau Thermal 1
-5,4	Quartär
-434,6	Ottangium -434,6: Innviertel-Gruppe
-587,5	Eggenburgium -587,5: Haller Schlier
-1.135,0	Egerium -821,0: Obere Puchkirchen-Formation -1.135,0: Untere Puchkirchen-Formation
-1.410,0	Kiscellium -1.357,4: Tonmergelstufe -1.394,2: Bändermergel -1.402,6: Heller Mergelkalk -1.410,0: „Lattorf-Fischschiefer“
-1.425,5	Obereozän -1.415,3: Lithothamnienkalk -1.425,5: Sandsteinstufe
-1.737,1	Oberkreide -1.492,0: Santonium -1.661,0: Coniacium–oberes Turonium -1.771,6: unteres Turonium -1.737,1: Cenomanium)
-1.848,0 (ET)	Oberjura („Malm“)

Tab. 29.
Bohrprofil von Simbach-Braunau Thermal 1 (nach GOLDBRUNNER et al., 2000).

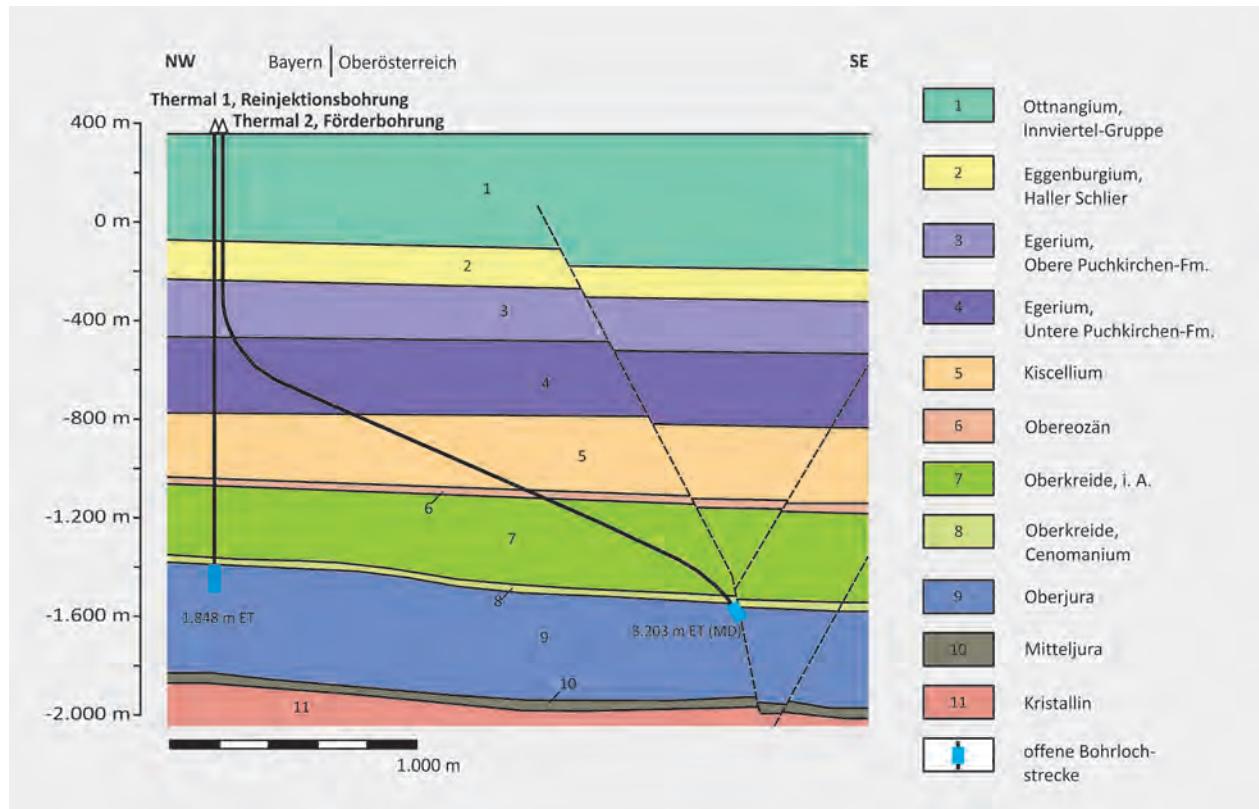


Abb. 28.
Geologisches Profil der Dublette Simbach-Braunau (verändert nach GOLDBRUNNER et al., 2000).

und befindet sich von 1.907,6 m TVD bis zur Endteufe. Zudem herrschen artesische Verhältnisse vor, das beleben seit 2003 in monatlichen Abständen durchgeführte Schließdruckmessungen. Diese ergaben einen Durchschnittswert von 3,62 bar (Stand 2011) (GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012). GOLDBRUNNER & GOLD (2002b) geben für eine Förderrate von 80 l/s eine Auslauftemperatur von rund 80 °C an. Durch einen Pump- und Reinjektionsversuch, durchgeführt vom 10.04. bis 18.08.2001, konnte eine Transmissivität von $3,42 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ bestimmt werden. Die Förderrate betrug bei diesem Versuch in der ersten Phase 65,3 l/s (Absenkung = 63,84 m) und 74,1 l/s in der zweiten Phase (Absenkung = 82,8 m). Durch mehrere wasserwirtschaftliche Versuche wurde auch festgestellt, dass der wesentliche Teil der Aufspiegelung, z.B. nach Beendigung eines Pumpversuches, innerhalb von einer Stunde erfolgt. Dies deutet auf eine starke Klüftigkeit hin.

Hydrochemie

Das Thermalwasser vom Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typ weist eine Gesamtmineralisation von ca. 1.100 mg/l und eine Auslauftemperatur von rund 80 °C auf (Tab. 32). Da Tritium nicht nachgewiesen werden konnte, ist ein Einfluss von jungem Grundwasser auszuschließen (Tab. 33). Nach OSENBRÜCK (2002) liegen die Isotopensignaturen von Sauerstoff-18 (-10,78 bis -10,82 ‰) und Deuterium (-82,6 ‰) unterhalb der

Niederschlagsgeraden. Laut dem Autor könnte beim Sauerstoff-18 jedoch ein Austauschprozess mit sauerstoffhaltigen Gesteinsmineralien stattgefunden haben, andererseits ist auch ein Einfluss durch Formationswässer, die sich über den Thermalwasser führenden Karbonaten befinden, möglich. Aufgrund der Sauerstoff-18-Abreicherung ist ein kaltzeitliches Grundwasseralter anzunehmen. Die frei aufsteigenden Gase bestehen vorwiegend aus Methan (58,5 bis 61,5 Vol.-%) und Stickstoff (27,5 bis 30,3 Vol.-%) (Tab. 34).

3.2.14 Hydrochemische Analysen, Isotopenanalysen und frei aufsteigende Gase von einzelnen Thermalwasservorkommen in der österreichischen Molassezone

Hydrochemische Inhaltsstoffe		Datum	Laa a. d. Thaya, Thermal Süd 1 (Egerium)		Bad Hall 1		Bad Hall V18		Bad Hall, Mühlgrub 1		Leppersdorf, Heilquelle (Scharten 1)		St. Marienkirchen 6		Fraham 5		Fraham 1a		STM 5a		
			Bad Hall 1993	20.03.1996	30.01.1993	24.07.2003	15.07.1981	24.07.2003	20.04.1970	24.07.2003	05.09.1973	28.11.2005	03.05.1995	28.03.1995	04.05.1995	30.10.1991	06.04.1984				
Erliebigkeit (l/s)	6				0,3	0,26	0,7	0,7	0,3	0,3											
El. Leitfähigkeit (µS/cm)					32.320 (25 °C)	32.900	27.600	30.200	27.380	25.300 (25 °C)	24.600 (20 °C)	388 (20 °C)	470 (25 °C)	403	457	450	434				
Austauftemperatur (°C)	41,4	65	56,5	15,5	19,6	17,6	9,8	17,8	19,7		20,6	16,8	17,6	10	14,4						
pH	7,36		6,9	7,78	7,7	7,82	7,65	7,87	7,4	7,75	8,65			8,32	8,23	7,34					
Kationen (mg/l)																					
Calcium (Ca)	191,31	2.612,5	561,1	209	202,9	211,6	223,7	123,1	128,5	10,6	5,5	11,2	5,7	7,3	4,1						
Magnesium (Mg)	90,49	503,8	240	117,8	121,2	97,1	105,1	97	95,4	1,48	1,6	2,5	1	0,88	1,2						
Natrium (Na)	3,476	13.600	7.540,5	7.254	7.141,3	6.875	6.654	5.576	5.838		104,1	83,8	103	88	98,7						
Kalium (K)	79,26	470	76,43				34,1		20,6		1,5	1,6	1,6	0,8	1,8						
Summe	3.837,06	17.186,3	8.418,03	7.580,8	7.465,4	7.183,7	7.016,9	5.796,1	6.082,5	12,08	112,7	99,1	111,3	96,98	105,8						
Anionen (mg/l)																					
Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	579,5	265,55	317,9	277	278,6	304	285,5	303	334,3		289,2	261,2	282,5	281,91	278,3						
Chlorid (Cl)	5,718,1	27,496	13.313	11,756	11,574,2	11,138	10,929	8,930	9,374	3,9	7,5	1,8	6,7	7,97	2,5						
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	5,45	33,75	< 1	1,2	< 1				< 1		5,7	6,8	7,8	7,78	7,9						
Summe	6.303,05	27.795,3	13.630,9	12.033	11,854	11,442	11,214,5	9,233	9,708,3	3,9	302,4	269,8	297	297,66	283,7						
Spezielle Parameter Kationen (µg/l)																					
Aluminium (Al)															1.100						
Ammonium (NH ₄)	25,200	42.080	86.800	34.900	27.200	52.600	47.700	28.000	28.300	1.300											
Barium (Ba)	2,740	13.950	5.360	300							2.250										
Blei (Pb)											9										
Chrom (Cr)																					

Tab. 30.

Hydrochemie von Laa an der Thaya, Bad Hall, Leppersdorf, Schartern, St. Marienkirchen und Fraham (1: FRIEDMANN & STEHLIK, 1997; 2, 3: GOLDBRUNNER & KOLB, 1997; 4, 6, 8: BUCHBERGER, 2003; 5: WEBER, 1993a; 7: LEIPERT & DEUTINGER, 1970; 9: ECHLER, 1975; 10: HAGINGER, 2005a; 11, 14, 15: SORDIAN, 1996; 12, 13: SCHUBERT, 1996).

Hydrochemische Inhaltsstoffe		Reichersberg 2														
		St. Martin, Thermal 1a		Haag, Thermal 1		Haag, Thermal 1		Raab, Thermal 1		Gallspach, Thermal 1						
Datum	2010	06.05.2003	1983	1953	1922	2010	06.05.2003	1983	10.04.2008	22.07.1995	01.11.1991	29.04.2009	25.05.1992	2009	21.04.1982	
Ergiebigkeit (l/s)		45	50					37,6	1,5	20		4,8			2,7	
El. Leitfähigkeit (µS/cm)	510	511 (20 °C)	690 (20 °C)		745	768 (20 °C)	2.110	2.460 (25 °C)	2.530 (25 °C)	298	1.997	1.875 (25 °C)	1.290	1.356 (20 °C)		
Auslauftemperatur (°C)	37,1	36,5	37,38	37,2	36,25	40,2	39,8	39,42	35,5	42,5	20		78	87	57,7	
pH	8,2	8,29	8,22			8,2	8,19	8,98	7,78	7,83	8,5	7,2	7,15	7,6	7,4	
Kationen (mg/l)																
Calcium (Ca)	2,5	2,9	3,06	2,8	1,91	1,1	0,8	8,02	3	3,03	5,8	13	14,85	7,6	22,9	
Magnesium (Mg)	0,8	0,55	0,84	0,77	0,6	< 0,5	0,3	1,84	1,1	2,22	1,2	2,1	3,4	1,4	5,2	
Natrium (Na)	164	155,7	136,2	137,5	140,1	178	223,4	335,4	594	589	73	430	394,6	294	300	
Kalium (K)	1,3	3,6	1,21	0,82	7,29	1,2	6,1	2,1	6,25	2,8	18,7	16,25	15	14,8		
Summe	168,6	162,75	141,31	141,89	149,9	180,3	230,6	347,36	604,2	600,5	82,8	463,8	429,1	318	342,9	
Anionen (mg/l)																
Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	319	363,3	276,8	266,53	312,63	438	433,2	573,1	985	978,1	207	713	678,5	578	591,9	
Chlorid (Cl)	22	25,6	42,15	45,37	37,14	75	86,3	186,3	317	324	1,8	234	235,8	154	180,7	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	6,3	6,7	6,02	5,86	7,16	3,9	7,2	7,42	29	28,3	10,3	43,4	40,5	7	1,55	
Summe	347,3	395,6	324,97	317,76	356,93	516,9	526,7	766,82	1.331	1.330,4	219,1	990,4	954,8	739	774,15	
Spezielle Parameter Kationen (µg/l)																
Aluminium (Al)	< 0,1	188	210	100	1				13	34			12,4			
Ammonium (NH ₄ ⁺)	240	200	110	170	1.430	330	300	180	3.100	3.730		2.100	1.500	2.000	1.950	
Barium (Ba)	4,7	10					3,2	41	49,2				740		92,5	
Blei (Pb)		< 0,5					< 0,5		< 0,5	< 0,6			< 0,7		2,3	
Chrom (Cr)		1					2		< 1	< 0,5			0,6			
Eisen (Fe)		10 (Ges)	70 (2+)	110 (2+)	230 (2+)		10 (Ges)	20 (2+)	260 (Ges)	320 (2+)			380 (2+)		210 (2+)	
Kupfer (Cu)		2,4	4						1,2			< 0,6		11		

31

12.2.2 Hydrogeochemie von Bad Schallerbach, Gallspach, Raab, Dublette Haag; St. Martin und tw. Reichersberg (1, 12; GOLDRUNNER & SHIRBAZ, 2012; 2; GRESCHONIG, 2003a; 3; INSTITUT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1983, zit. 1996; 5; SORDIAN, 1996; 6; FRANKE & DWORAK, 1928, zit. nach SORDIAN, 1996; 7; GRESCHONIG, 2003b; 9; ZERBÉ & KOCH, 2008; 10; STEHLÍK, 1995a; 11; SCHUBERT, 1996; 13; Archiv der Fachabteilung für Hydrogeologie und Geochemie, Geologische Bundesanstalt; 14; GOLDRUNNER & SHIRBAZ, 2012; 15; STEHLÍK, 1983).

Hydrochemische Inhaltsstoffe		Datum	18.03.2005	06.03.1976	05.03.2004	22.04.1982	26.01.1999	23.12.1995	04.03.1980	15.03.2010	08.05.1990	23.04.1990	11.09.1998	12.10.2010	04.12.2007	07.11.1999	09.09.1999
		Ergiebigkeit (l/s)	0,5		0,38	19,4										48,2	
Reichersberg 1	Reichersberg 1	El. Leitfähigkeit (µS/cm)	1.480 (20 °C)	5,061 (20 °C)	1.170	3.869 (20 °C)	1.358	1.310	1.260 (20 °C)	1.377	1.184	1.413 (25 °C)	900	1.300	1.351 (25 °C)	1.324	1.367
		Auslauftemperatur (°C)	12	79,2	27,1	99,4			88,8	59,7	100	98	67	80	48	32,6	75,4
Obernberg, Oberfeld 1	Obernberg, Thermal 1	pH	6,95	8,16	7,3	8	7,2	7,5	7,7	8	8,4	8,4	8,12	7,7	7,19	7,1	7,1
		Kationen (mg/l)															
Geinberg, Thermal 1	Geinberg, Thermal 1	Calcium (Ca)	15,5	9,1	11,8	9,26	9,2	7,2	8,26	8,4	82	8,7	9,5	13,7	13,1	16,3	16
		Magnesium (Mg)	2,6	3,05	2,07	1,57	1,8	2	1,39	2,3	1,7	1,52	1,3	4,4	4,4	4,9	4,3
Geinberg, Thermal 2	Geinberg, Thermal 2	Natrium (Na ⁺)	418	1189,4	289	885	286	280	285	273	294,27	303	210	281	276	282	274
		Kalium (K)	19,1	(Na+K)	17,5	(Na+K)	17,6	15	16,5	20,6	17,2	15,97	21	15,7	15,4	23,2	19,6
Reichersberg 1	Obernberg, Thermal 1	Summe	455,2	1.201,55	330,37	895,83	314,6	304,2	311,15	304,3	395,17	329,19	241,8	314,8	308,9	336,4	313,9
		Anionen (mg/l)															
Geinberg, Thermal 1	Geinberg, Thermal 1	Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	600	591,9	590,5	466,8	536	500	527,8	530	516,1	548	321,76	556	537	551	543
		Chlorid (Cl)	268	1.521,50	161	1.110,50	161,5	103	158,5	122	167,7	179	162,19	163	146	215	164
Geinberg, Thermal 2	Geinberg, Thermal 2	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	2,9	5,1	5,4	5,6	4,5	5,3	7,21	3,6	1,9	6	12,7	3,2	3,6	2,2	4,7
		Summe	870,9	2.118,5	756,9	1.582,9	702	608,3	693,51	655,6	685,7	733	496,65	722,2	686,6	768,2	711,7
Spezielle Parameter																	
Reichersberg 1	Obernberg, Oberfeld 1	Kationen (µg/l)															
		Aluminium (Al)											120		410	25	
Obernberg, Thermal 1	Obernberg, Thermal 1	Ammonium (NH ₄ ⁺)	5,520	2.100		2.240	3.000	2.090	841	1.900	1.200		1.800	2.100		2.200	
		Barium (Ba)				32,7	170				70		110	560	110		
Geinberg, Thermal 1	Geinberg, Thermal 1	Blei (Pb)				0,8	< 1			7							
		Chrom (Cr)						0,9	20								
Reichersberg 1	Obernberg, Thermal 1	Eisen (Fe)	233	2.800 (2+)	17		63	70	140		130	< 200	930	50 (Ges.)	310	70	
		Kupfer (Cu)					7,6	< 0,7									

Tab. 32.
Hydrochemie von Dublette Reichersberg (ein Teil auch in Tab. 31), Dublette Oberberg, Dublette Geinberg, Dublette Altheim und Dublette Simbach-Braunau 1: HÄGNER, 2005b; 2: STEHLÍK, 1976; 3: GOLDBRUNNER et al., 2007b; 4: STEHLÍK, 1983c; 5: POLZ, 1999a; 6: FORSTER, 1996; 7: DEETJEN et al., 1980; 8: GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012; 9: DEETJEN & JOS-EGGER, 1990; 10: GOLDBRUNNER, 1990; 11: Archiv der Fachabteilung für Hydrogeologie und Geothermie, Geologische Bundesanstalt; 12: GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012; 13: EICHINGER, 2008; 14, 15: OSENBÜRK, 2002).

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)
Laa an der Thaya, Thermal Nord 1 (Oberjura)	1	1996				-5,45	-46,5				
Laa an der Thaya, Thermal Nord 1 (Oberjura)	2	20.03.1996							3,33		
Laa an der Thaya, Thermal Süd 1 (Oberjura)	3	1993				-0,38	-16,1				
Laa an der Thaya, Thermal Süd 1 (Egerium)	4	13.02.1995				+0,73	-19,2				
Reichersberg 2	5	21.04.1982								0,081	5,6
Reichersberg 2	6	1998				-10,3	-80,0				
Obernberg, Thermal 1	7	21.04.1982			0,58					0,019	6,7
St. Martin, Thermal 1a	8	14.04.1999	3,88		-1,30	0,07	-10,38	-79,5			
Leppersdorf Heilquelle (Scharten 1)	9	07.11.1991			-15,34	1	-11,78	-84,6			
Leppersdorf Heilquelle (Scharten 1)	10	1994	15,09	14.300							
St. Marienkirchen 6	11	28.03.1995	19,83	12.000	-15,05	< NWG	-12,12	-86,30			
Fraham 5	12	04.05.1995	19,05	12.400	-16,04	< NWG	-11,95	-85,3			
Geinberg, Thermal 2	13	26.01.1999				< 1,2				0,148	11,3
Geinberg, Thermal 2	14	22.03.2001					-10,66	-80,5			
Geinberg, Thermal 1	15	07.12.1979	5,43	22.100		? 2,1	-10,64	-78,2			
Geinberg, Thermal 1	16	23.12.1995			-1,91	< 1	-10,74	-78,70			
Simbach-Braunau, Thermal 2	17	04.12.2007	< 2		-4,5	< 0,6	-10,9	-83,4			
Simbach-Braunau, Thermal 2	18	03.07.2001	< 1,0		-3	< 0,6	-10,82	-83,3	18,2	0,152	10,4
Simbach-Braunau, Thermal 1	19	09.09.1999	< 2,0		-2,8	< 0,8	-10,78	-82,6	14,9	0,170	4,1
Altheim, Thermal 1a	20	24.07.2003			-4,0	0,2		-80,3			
Altheim, Thermal 1a	21	11.06.1990			-1,39	< 1,5	-10,20	-82,7		0,0137	5,3
Bad Schallerbach S1	22	29.03.1995	24,01	10.500 (Vogel)	-15,12		-11,26	-79,3			
Bad Schallerbach S1	23	1991			-15,34		-11,78	-84,6			
Bad Schallerbach S1	24	1983								0,03	18,5
Bad Schallerbach S2	25	29.03.1995	11,81	16.300 (Vogel)	-12,13		-11,59	-81,8			
Gallspach, Thermal 1	26	22.07.1995				0,5				0,02	15,23
Bad Hall, Paracelsusquelle (Feyregg)	27	1982					+0,33	-12			
Bad Hall, Tassiloquelle	28	1982					-1,67	-25			
Bad Hall, Tassiloquelle	29	11.07.1984				0,40					
Raab, Thermal 1	30	11.1991			-12,26	0,9	-11,77	-84,3			

Tab. 33.

Isotopenanalysen von Laa an der Thaya, Reichersberg, Obernberg, St. Martin im Innkreis, Leppersdorf, Geinberg, Simbach-Braunau, Altheim, Bad Schallerbach, Gallspach und Bad Hall (1, 3, 4: GOLDBRUNNER & KOLB, 1997; 2: FRIEDMANN & STEHLIK, 1997; 5: STEHLIK, 1983a; 6: HUBER, 1998, zit. nach GOLDBRUNNER et al., 2007a; 7: STEHLIK, 1983c; 8: TESCH, 1999, zit. nach GOLDBRUNNER et al., 2007a; 9, 11, 12, 30: SCHUBERT, 1996; 10: HACKER, 1994, zit. nach SORDIAN, 1996; 13: POLZ, 1999; 14: PAPESCH, 2001, zit. nach GOLDBRUNNER et al., 2007a; 15: HACKER, 1980; 16: FORSTER, 1996; 17: EICHINGER, 2008; 18, 19: OSENBRÜCK, 2002; 20: TESCH, 2003, zit. nach GOLDBRUNNER et al., 2007a; 21: FORSTER, 1993; 22, 23, 25: SCHUBERT, 1996; 24: INSTITUT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1983, zit. nach GATTINGER, 1993; 26: STEHLIK, 1995a; 27–29: GOLDBRUNNER, 1988).

Erschließungen	Literaturverweis	Datum	Gasschüttung	Kohlenstoffdioxid (Vol.%)	Stickstoff (Vol.%)	Methan (Vol.%)	Sauerstoff (Vol.%)	Ethan (Vol.%)	Propan (Vol.%)	Schwefelwasser- stoff (Vol.%)
Laa a. d. Thaya, Thermal Nord 1	1	Unbekannt	5,14 l/s			94				
Reichersberg 2	1	21.04.1982		16,56	9,25	73,77			0,01	
St. Martin, Thermal 1a	2	20.11.2012		20,10	25,4	53,1	1,1	0,31	0,02	
Simbach-Braunau, Thermal 2	3	24.09.2010		10,60	27,5	61,5				
Simbach-Braunau, Thermal 2	4	04.12.2007		8,5	30,3	58,5	1,5	0,26	0,072	0,09
Bad Schallerbach S1	5	06.05.2003	55 ± 10 ml/min	0,5	78 Restgas	20	< 0,5			
Bad Schallerbach S1	6	1983	64,8 ml/ min	0,52	77,55 Restgas	18,7	3,06			0,17
Bad Schallerbach S2	7	06.05.2003	30 ± 5 ml/ min	< 0,5	56 Restgas	44	< 0,5			
Bad Schallerbach S2	8	1983	15 ml/min	0	52,2 Restgas	46,4				0,7
Gallspach, Thermal 1	9	22.07.1995		1,98	23,52	73,26		0,44	0,09	
Haag, Thermal 1	10	25.05.1992	0,27 l/s bei Wasserförderrate von 4,8 l/s	17,71	22,95	57,78	0,66 +Argon	0,45	0,12	< 0,02
Bad Hall, Mühlgrub 1	11	05.09.1973		0,03	0,47	99,20		0,24	0,03	

Tab. 34.

Frei aufsteigende Gase von Laa an der Thaya, Reichersberg, Dublette St. Martin, Dublette Simbach-Braunau, Bad Schallerbach, Gallspach, Haag und Bad Hall (1: STEHLIK, 1983a; 2: MUSSAK & HÜBINGER, 2012; 3: GOLDBRUNNER & SHIRBAZ, 2012; 4: EICHINGER, 2008; 5: GRESCHONIG, 2003a; 6, 8: INSTITUT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE DER UNIVERSITÄT GRAZ, 1983, zit. nach GATTINGER, 1993; 7: GRESCHONIG, 2003b; 9: STEHLIK, 1995a; 10: STEHLIK, 1995a; 11: EICHLER, 1975).