

## Thermalwasserexkursion Wiener Becken und Kleine Karpaten

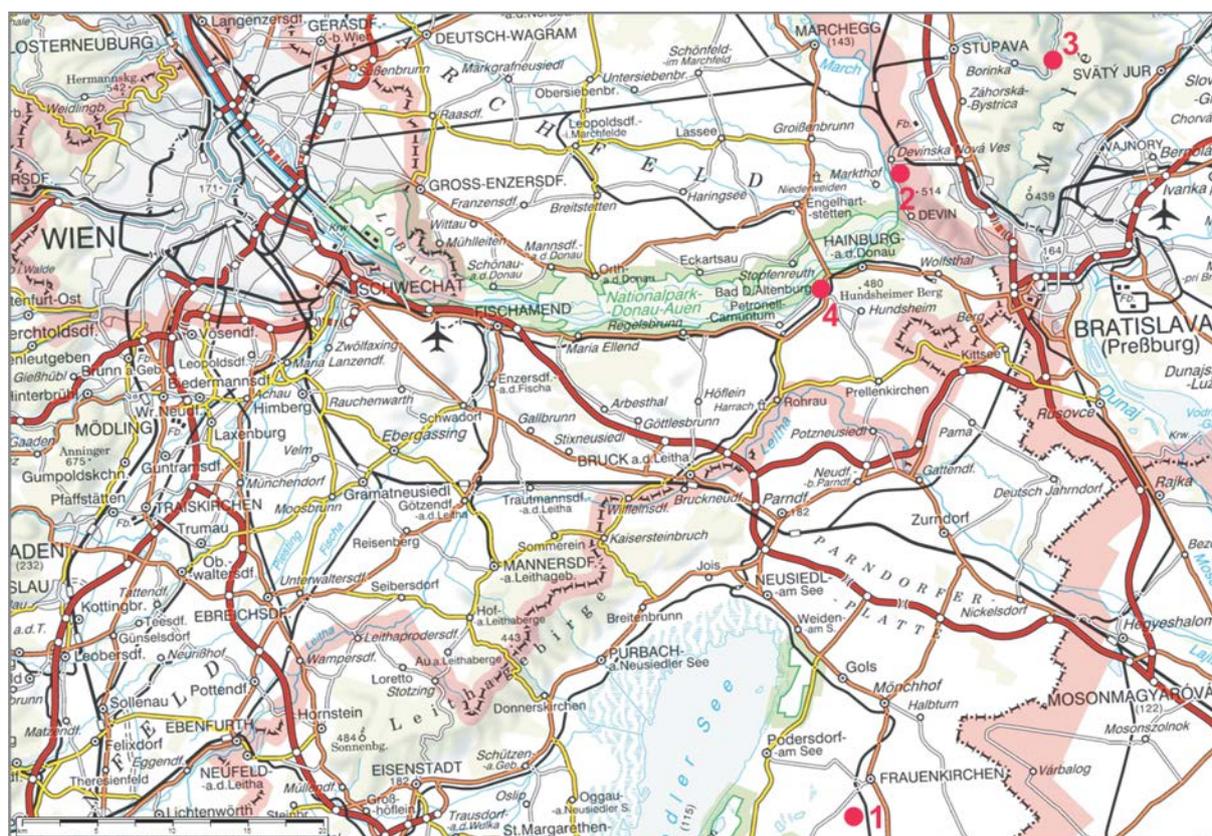
BERND BÖCHZELT<sup>1</sup>, PETER MALIK<sup>2</sup> & GERHARD SCHUBERT<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Technisches Büro für Hydrogeologie und Geothermie, Ludersdorf 33, A 8200 Gleisdorf  
[office@hydro.or.at](mailto:office@hydro.or.at), [www.hydro.or.at](http://www.hydro.or.at)

<sup>2</sup> State Geological Institute of Dionyz Stur, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11  
[peter.malik@geology.sk](mailto:peter.malik@geology.sk), [www.geology.sk](http://www.geology.sk)

<sup>3</sup> Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A-1030 Wien  
[gerhard.schubert@geologie.ac.at](mailto:gerhard.schubert@geologie.ac.at), [www.geologie.ac.at](http://www.geologie.ac.at)

Die Exkursion führt zu zwei grenznahen Thermalwasservorkommen östlich von Wien, nämlich zur St. Martinstherme in Frauenkirchen (Exkursionspunkt 1 in Abbildung 1), nach Bad Deutsch Altenburg (Exkursionspunkt 4 in Abbildung 1) und dem hydrologischen Einzugsgebiet des letzteren Thermalwasservorkommens (Exkursionspunkte 2 und 3 in Abbildung 1).



© BEV 2012, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2012/89938.

Abbildung 1.

Lage der Exkursionspunkte:

- St. Martins Therme und Lodge in Frauenkirchen – Exkursionspunkt 1.
- Naturdenkmal Sandberg/Devínska Kobyla (Thebener Kogel) – Exkursionspunkt 2.
- Quellen beim Medené Hámre (Kupfer-Hammern), Borinka – Exkursionspunkt 3.
- Thermalwässer in Bad Deutsch-Altenburg – Exkursionspunkt 4.

## **St. Martins Therme und Lodge in Frauenkirchen: Die Produktionssonde Seewinkel Thermal 1 im nördlichen Burgenland (Geotechnisches Konzept der Thermalwasserschließung – Exkursionspunkt 1**

BERND BÖCHZELT

### **Zusammenfassung**

Die St. Martins Therme und Lodge wird durch die Thermalwasserbohrung Seewinkel Thermal 1 gespeist. Die Planung und Ausführung der Bohrung wurde durch eine Reihe von Vorgaben bestimmt, insbesondere die Temperatur am Sondenkopf, einer Mindestförderrate und ausreichende Gesamtmineralisation bei gleichzeitigem Minimalgehalt an organischen Verbindungen.

Die Geologie des Gebietes war aufgrund seismischer Erkundungen, einiger KW Explorationsbohrungen und einer Thermalwasser-Machbarkeitsstudie bereits vor der Bohrung ausreichend bekannt.

Innerhalb der Sedimente des Oberpannonium wurden drei Zielhorizonte definiert, welche die oben angeführten Anforderungen erfüllen könnten. Dabei war es notwendig die weitere Vorgehensweise so zu gestalten, dass ein Testen der Zutritte aus dem tiefstgelegenen Zielhorizonte bezüglich Mineralisation und ihrem Gehalt an Rohöl und anderen unerwünschten Verbindungen möglich war.

Durch eine Interpretation von Bohrklein und Logs wurden die Zielhorizonte festgelegt, anschließend die Bohrung verrohrt und am tiefst gelegenen Zielbereich perforiert. Die angetroffenen Wässer zeigten ideale Eigenschaften zur Nutzung für balneologische Zwecke.

Nach dem Eignungsnachweis der Bohrung wurde sie komplettiert und produziert seither bis zu 6 l/s an Thermalwasser mit einer Temperatur von bis zu 43,3°C am Sondenkopf bei einer Gesamtmineralisation von 1.200 mg/l.

### **Einführung**

Um den Erfolg einer Thermalwassererkundung in Seewinkel (nördliches Burgenland) und somit der Thermalwasserversorgung der Therme St. Martin zu gewährleisten, wurde eine Mindesttemperatur von 35°C und eine Förderrate von 3 l/s festgesetzt. Das Ziel der Erkundung war das Erschließen von meteorischen Wässern, wobei ein Auftreten von unerwünschtem Formationswasser und von Kohlenwasserstoffen im unteren und mittleren Pannonium, möglicherweise sogar im Oberpannonium, nicht ausgeschlossen werden konnte.

### **Lage**

Der Seewinkel liegt im östlichsten Bereich des nördlichen Burgenlands. Abbildung 1 zeigt die relative Lage zum Transenergy-Projektgebiet.

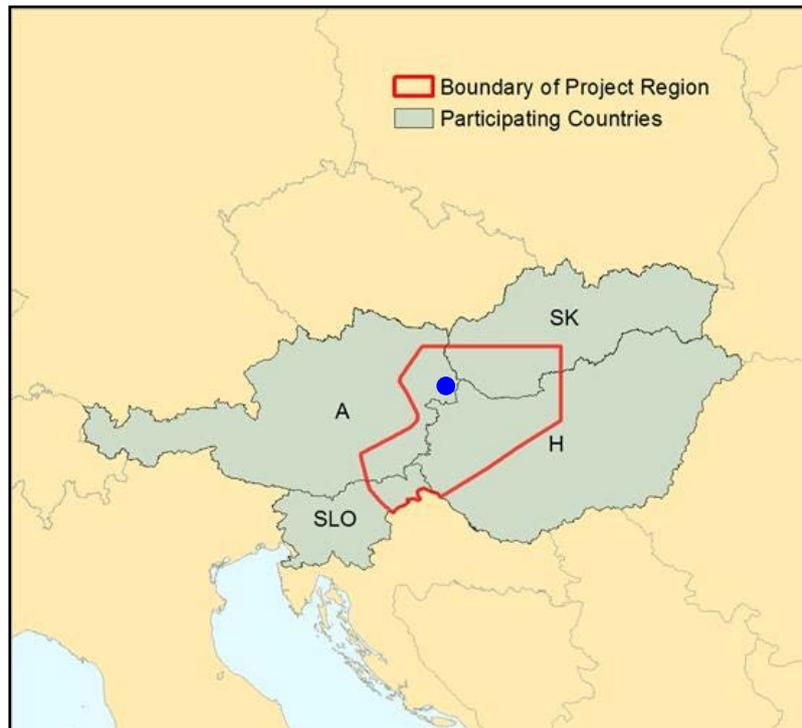


Abbildung 1.  
Position der Bohrung Seewinkel Thermal 1 in einer schematischen Karte  
des Transenergy Projektgebiets (Karte aus: <http://transenergy-eu.geologie.ac.at>).

## Geologie des Arbeitsgebiets

Der Seewinkel liegt im Pannonischen Becken. Die Geologie ist in diesem Bereich aufgrund zahlreicher Kohlenwasserstoff-Erkundungsbohrungen der OMV gut dokumentiert. Keine davon war KW-fündig, jedoch trafen einige von ihnen hoch mineralisierte Wässer und Spuren von Gas an. Neogene Sedimente überlagern hier das metamorphe Gestein des Grundgebirges und erreichen im ungarischen Grenzbereich eine Tiefe von 3.750 m unter GOK. Im Gebiet der Bohrung selbst beträgt die Mächtigkeit des Neogens ungefähr 1.600 m (Abbildung 2).

Die Gesteine des Badenium werden durch feinklastische Sedimente repräsentiert, welche von Kalk- und Sandsteinschichten durchzogen werden. Die Sedimente des Sarmatium und Unterpannonium bestehen vorrangig aus Mergel in Wechsellagerung mit dünnen Sandsteinlagen. Die Gesteine des mittleren Pannonium werden hauptsächlich aus Mergel, Sand und Sandstein aufgebaut (OMV-TDG, 1972).

Die Sedimente des Oberpannonium im Bereich von 865 m bis 15 m unter GOK stellen eine Wechsellagerung aus Mergel, Ton und schluffigem Feinsand dar. Zwischen 775 m und 865 m treten feine Sandschichten mit geringem Schluffanteil auf (OMV-TDG, 1972; BÖCHZELT, 2006).

Abbildung 2 zeigt die Lage der Bohrung Seewinkel Thermal 1 und von benachbarten KW-Erkundungsbohrungen der OMV auf einer Karte des präneogenen Untergrunds von KRÖLL & WESSELY (1993), veröffentlicht durch die Geologische Bundesanstalt.

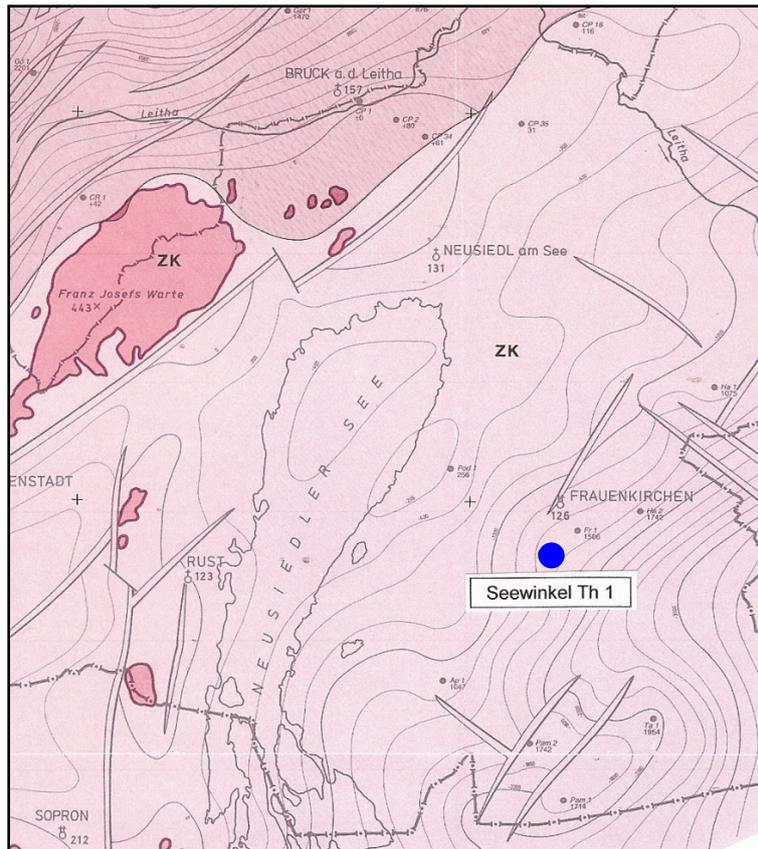


Abbildung 2.

Lage der Bohrung Seewinkel Thermal 1 auf einer Karte des präneogenen Untergrunds von KRÖLL & WESSELY (1993) Maßstab: schematisch.

## Einschränkungen und erwünschte Eigenschaften

Um eine Thermenanlage zu versorgen ist die Erschließung von meteorischem Wasser mit möglichst hoher Temperatur, ausreichend aber nicht zu hohem Mineralgehalt sowie ohne Spuren von Rohöl oder anderen geruchsintensiven organischen Verbindungen von höchster Priorität.

Anforderungen:

- Temperatur > 35°C
- Förderrate > 3 l/s

Erwünschte Charakteristika der angetroffenen Wässer:

- Mineralisation zwischen 1 g/l und 10 g/l
- Keine organischen Verbindungen

## Erkundungskonzept

Der geothermische Gradient von Seewinkel liegt bei 4,1 K / 100 m (GOLDBRUNNER, 2003), dies lässt auf eine Formationstemperatur von 35°C bei 590 m unter GOK schließen.

Während den Vorbereitungen zur Erschließung stellte sich heraus, dass die feinen Sandschichten des Oberpannonium zwischen 625 m und 900 m unter GOK den geeignetsten Zielbereich darstellen.

Eine Interpretation des Bohrloch-Logs zeigte drei mögliche Horizonte mit voraussichtlich ausreichender hydraulischer Leitfähigkeit (Tiefenangaben in m unter GOK):

Zielhorizont 1 von 827 m bis 864 m.

Zielhorizont 2 von 775 m bis 800 m.

Zielhorizont 3 von 670 m bis 710 m.

Die Formationstemperatur von Zielhorizont 1 wurde auf ca. 46°C geschätzt. Dennoch bestand so nahe zum Top des Mittelpannonium (bei 865 m) ein Risiko formationswasserführende Schichten, Spuren von Rohöl oder anderen organischen Verbindungen anzutreffen.

Die Temperatur von Zielhorizont 2 wurde mit 43°C noch immer als ausreichend angenommen und die Wässer wirkten verlässlicher bezüglich deren Gehalt an organischen Verbindungen und Gesamtmineralisation.

Die Formationstemperatur in Zielhorizont 3 in einer Tiefe von 670 m bis 710 m wurde mit 39°C angenommen. Die Temperatur am Sondenkopf könnte dabei, besonders bei geringen Produktionsraten, die 35°C bis 36°C Marke unterschreiten. Temperaturen so nahe oder genau an der benötigten Mindesttemperatur würden eine zusätzliche Aufheizung des Wassers erfordern, bevor es in der Therme eingesetzt werden könnte.

Um den ersten Zielhorizont zu beproben und den Gehalt an gelösten Stoffen im Wasser zu bestimmen, wurde die Bohrung mit einer 9,5/8" Rohrtour verrohrt und nach der Zementation im Bereich von 827 m bis 864 m perforiert.

### **Perforation und Test von Zielhorizont 1**

Die Verrohrung wurde entlang einer Gesamtmächtigkeit von 24 m mit einer 7" Kanone HSD 12 spf perforiert, und zwar

von 827 m bis 832 m,

von 840 m bis 847 m und

von 852 m bis 864 m.

Die Gesamtmineralisation des erschlossenen Wassers beträgt 1.200 mg/l.

### **Komplettierung**

Das perforierte Intervall wurde mit 4.1/2" Edelstahl Wickeldrahtfilter und einem Inside Casing Gravel Pack ausgebaut.

### **Ergebnisse des hydraulischen Tests**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Schließdruck:             | 0,4 bar  |
| Förderrate:               | max. 6,0 l/s = 518 m <sup>3</sup> /d   |
| Absenkung:                | bei 6,0 l/s 24,8 m unter GOK   |
| Temperatur am Sondenkopf: | bei 6,0 l/s 43,3°C   |
| Wassertyp:                | meteorisches Na <sup>+</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Cl <sup>-</sup> Thermalwasser |
| Mineralisation:           | 1,2 g/l  |

## Schlussfolgerungen

Die Thermalwassererschließung in Seewinkel wurde erfolgreich durchgeführt:

- |                           |            |                             |
|---------------------------|------------|-----------------------------|
| • Ausreichende Förderrate | 6,0 l/s    | 2,5 l/s über Mindestvorgabe |
| • Maximale Temperatur     | 43,3°C     | 8,3 K über Mindestvorgabe   |
| • Mineralisation          | 1.200 mg/l | ideal                       |

ohne

- Gehalt an unerwünschten chemischen Verbindungen.
- Unerwünscht hoher Mineralisation.

## Quellen

BÖCHZELT, B. (2006): Bohrung Seewinkel Thermal 1 – Hydrogeologischer Abschlussbericht und Ansuchen um wasserrechtliche Nutzungsbewilligung. – unpubl. Bericht, TB Böchzelt, Gleisdorf, 27.07.2006.

GOLDBRUNNER, J. (2003): „Seewinkeltherme“ für die Region Neusiedlersee – Geologische Feasibility Studie. – unpubl. Bericht. Geoteam, Gleisdorf, 13.08.2003.

KRÖLL, A. & WESSELY, G. (1993): Wiener Becken und angrenzende Gebiete. Strukturkarte – Basis der tertiären Beckenfüllung. – GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (Hrsg): Wiener Becken und angrenzende Gebiete, Geologische Themenkarten der Republik Österreich, Wien.

OMV-TDG (1972): Aufschlussbohrung Frauenkirchen. – 1. unpubl. Bericht, OMV, 06.04.1972, Wien.

## Naturdenkmal Sandberg/Devínska Kobyla (Thebener Kogel) – Exkursionspunkt 2

PETER MALIK & GERHARD SCHUBERT

Das Naturdenkmal Sandberg, eine aufgelassene Sandgrube und bedeutende Fossilfundstelle südlich Devínska Nová Ves (NAGY, 1997), bietet eine gute Aussicht über einen Teil des hydrologischen Einzugsgebiets des Thermalwasservorkommens von Bad Deutsch-Altenburg (Abbildung 1). Am Sandberg sind Sande des Badenium anstehend, die über mesozoische Sedimentgesteine der Devín-Einheit abgelagert wurden (Abbildung 3 sowie Abbildung 1 in Exkursionspunkt 3). Die Devín-Einheit ist die mesozoische Sedimentbedeckung der paläozoischen Phylonite und Granitoide im Süden der Kleinen Karpaten und stellt ein Äquivalent der mesozoischen Gesteine im Raum Bad Deutsch-Altenburg dar. Die Devín-Einheit – als auch die paläozoischen Gesteine in ihrem Liegenden – werden von der tiefsten Einheit der Kleinen Karpaten, der Borinka Einheit, unterlagert. Diese findet im Raum nördlich Borinka weite Verbreitung (Abbildung 3). Aufgrund des Umstandes, dass es sich beim Thermalwasser von Bad Deutsch-Altenburg um gering mineralisierte Wasser eines Ostrandsystems des Wiener Beckens handelt (WESSELY, 1983) und im Umfeld von Bad Deutsch-Altenburg nur in der Devín- und in der Borinka-Einheit im Untergrund geeignete Durchlässigkeiten zu erwarten sind, ist anzunehmen, dass das Rechargegebiet der Thermalwässer im Verbreitungsgebiet dieser beiden geologischen Einheiten zu finden ist.

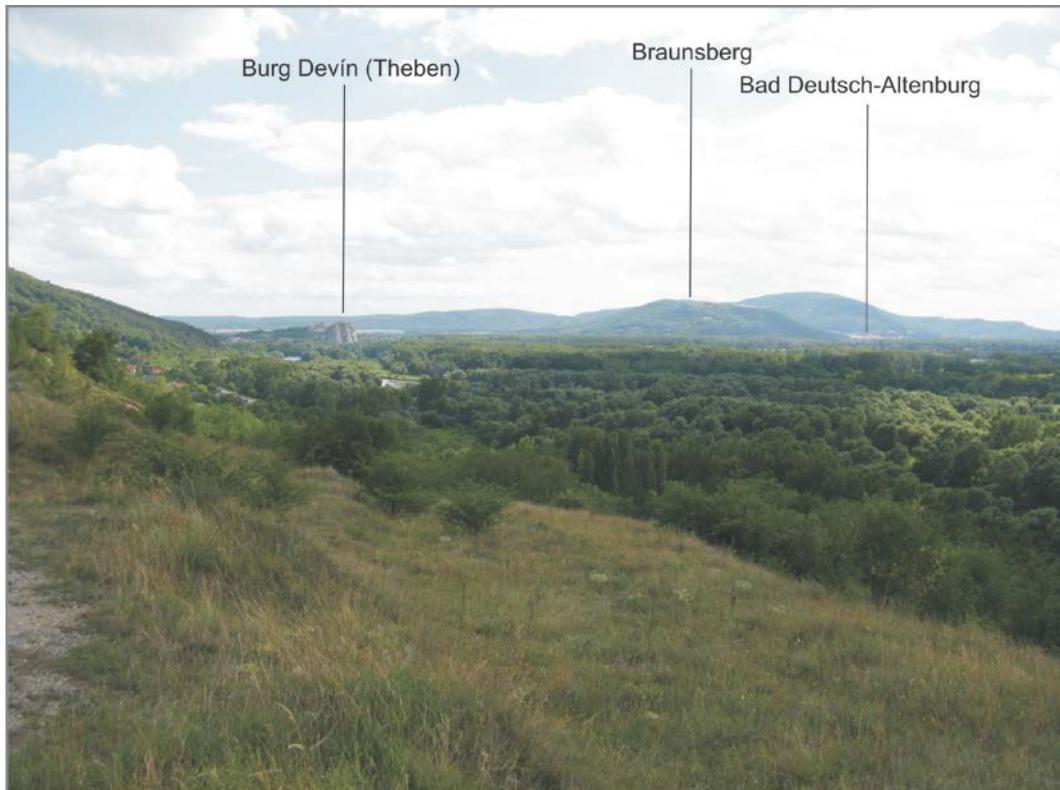


Abbildung 1.  
Blick vom Sandberg in Richtung Süden.

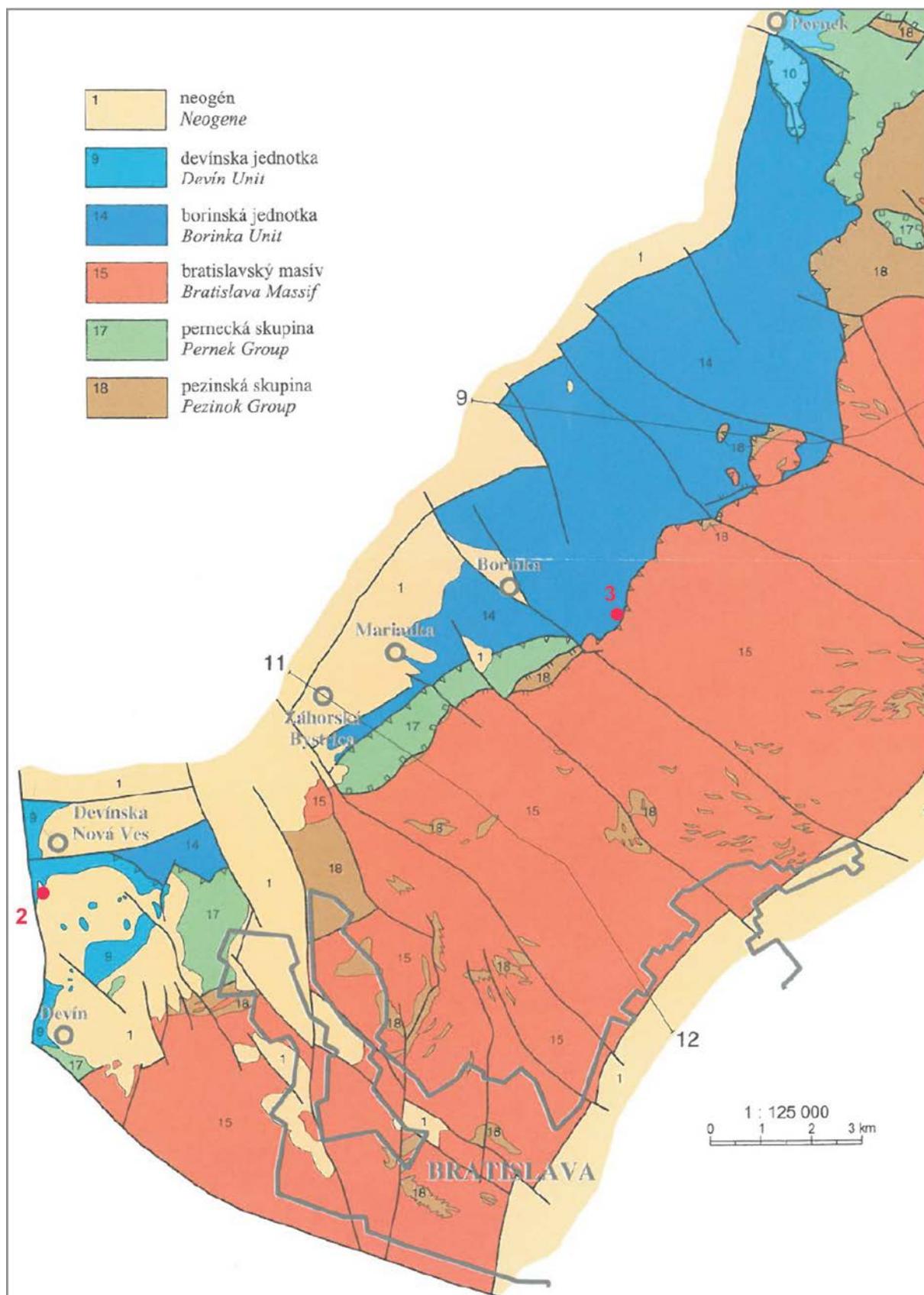


Abbildung 2.  
Tektonische Skizze zum Exkursionsgebiet in den Kleinen Karpaten aus der „Geological Map of the Malé Karpaty Mts. 1:50.000“ (PLAŠIENKA et al., 2011).

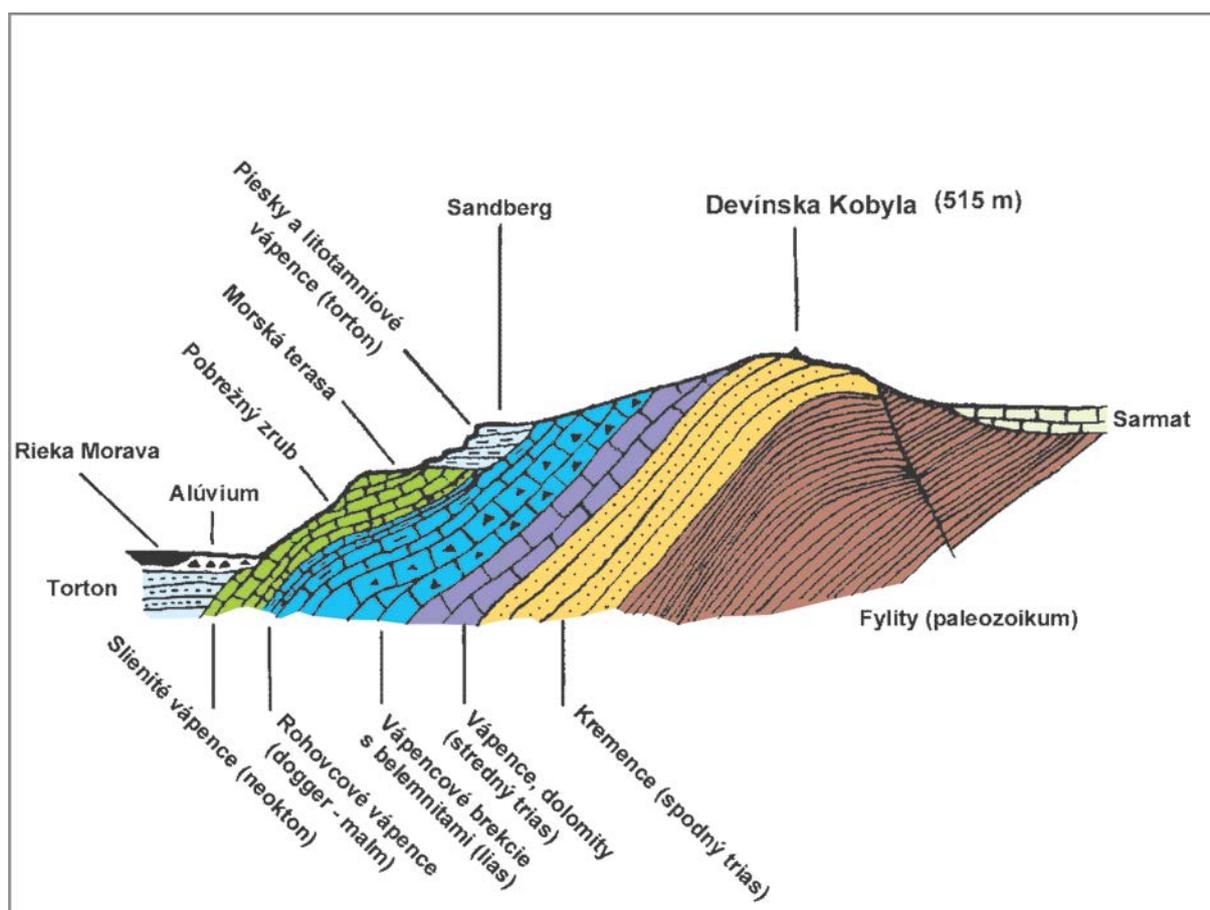


Abbildung 3.

Geologischer NW-SE-Schnitt durch den Devínska Kobyla und den Sandberg, verändert nach:  
<http://sk.wikipedia.org/wiki/Sandberg> (01.08.2012).

## Quellen

NAGY, A. (1997): Sandberg, sand pit. – In: SCHAREK, P. (Red.): DANREG Programme, Excursion Guide, May 28.–30., 1997. – Geological Institute of Hungary, S. 49, Budapest.

PLAŠIENKA, D., KOHÚT, M., PUTIŠ, M., BEZÁK, V., FILO, I., OLŠAVSKÝ, M., HAVRILA, M., BUČEK, S., MAGLAY, J., ELEČKO, M., FORDINÁL, K., NAGY, A., HRAŠKO, L., NÉMETH, Z., IVANIČKA, J., BROSKA, I. & POLÁK, M. (Ed.) (2011): Geological Map of the Malé Karpaty Mts. 1:50.000. – Štátny Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

WESSELY, G. (1983): Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone. – Mitt. Österr. Geol. Ges., 76, 27–68, Wien.

## Quellen beim Medené Hámre (Kupfer-Hammern), Borinka - Exkursionspunkt 3

PETER MALIK & GERHARD SCHUBERT

Etwa 2 km SE Borinka treten aus stark verkarsteten Karbonaten des Lias (Unterjura) zwei Quellen aus, von denen in Abbildung 1 die größere der beiden abgebildet ist. Deren durchschnittliche Schüttung beträgt etwa 100 l/s. Oberhalb der Quellen ist der Talboden von keinem permanenten Bach durchflossen. Weiter talaufwärts versickern die dem Tal zufließenden Wässer in Schlucklöchern und tragen so zur Grundwasserneubildung bei. Diese Situation (Schlucklöcher, Karstquellen) ist für das Verbreitungsgebiet der Borinka-Einheit (Abbildung 2 in Exkursionspunkt 2), in deren Verbreitungsgebiet vorwiegend jurassische Gesteine anstehen, typisch (HANZEL et al., 1999).

Es ist zu vermuten, dass die Konvektion der Thermalwässer von Bad-Deutsch-Altenburg vor allem in den triassischen und jurassischen Karbonaten der Borinka-Einheit (diese entspricht laut mündlicher Mitteilung Ralf Schuster vermutlich dem Unterostalpin) und der Devín-Einheit (diese setzt sich in den mesozoischen Gesteinen von Bad Deutsch-Altenburg fort) stattfindet. Die verkarsteten Karbonate der Borinka-Einheit, wie sie z.B. im Umfeld von Medené Hámre anstehen, bieten eine gute Wegsamkeit für den Recharge des Thermalwasseraquifers.



Abbildung 1.  
Quelle beim Medené Hámre (Kupfer-Hammern).

### Quelle

HANZEL, V., VRANA, K., ŠVASTA, J., KOHÚT, M., NAGY, A., MAGLAY, J., BUJNOVSKÝ, A. & MALÍK, P. (1999): Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Pezinských Karpát v mierke 1:50.000 [Hydrogeological and hydrogeochemical map of the pezinské Karpaty Mts. in the scale of 1:50 000]. – CD ROM/Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.

## Das Thermalwasser von Bad Deutsch-Altenburg – Exkursionspunkt 4

GERHARD SCHUBERT

Die seit Jahrhunderten genutzten Jod-Schwefel-Thermen von Bad Deutsch-Altenburg liegt im Nordwesten der Hainburger Berge. Diese sind der westlichste Ausläufer der Kleinen Karpaten. Die Hainburger Berge bilden einen Horst zwischen den neogenen Absenkungsräumen des Wiener und Pannonischen Beckens und werden von einem nach West bis Nordwesten einfallenden geologischen Komplex aufgebaut, dessen kristalline Basis aus Glimmerschiefern, Gneisen und Graniten besteht. Darüber folgt eine einige hundert Meter mächtige Sequenz aus permischen Porphyroiden, permoskythischen Quarziten und triassischen Karbonate. Vorkommen von Leithakalk um die Hainburger Berge sind Reste einer neogenen Küstenzone. Darüber folgen feinklastische neogene Sedimente. Die Hainburger Berge wurden ab dem oberen Pliozän gehoben und exhumiert. Vermutlich im jüngeren Würm wurde im Bereich der Donau der zuvor von wasserstauenden neogenen Sedimenten bedeckte Thermalwasseraquifer (dieser besteht aus den triassische Karbonaten und dem Leithakalk) freigelegt und zum Teil erodiert und in der Folge von Schotter überlagert (GANGL, 1990).

Das Thermalwasservorkommen von Bad Deutsch-Altenburg wurde im Rahmen von zwei Wasserkraftwerksprojekten eingehend untersucht. Während des letzten Projekts, das von 1981 bis 1984 dauerte, wurden durch die DoKW (Österreichische Donaukraftwerke AG) in Bad Deutsch-Altenburg 78 Bohrungen abgeteuft (GANGL, 1990). Die hier wiedergegebenen Kenntnisse basieren hauptsächlich auf diesen Untersuchungen.

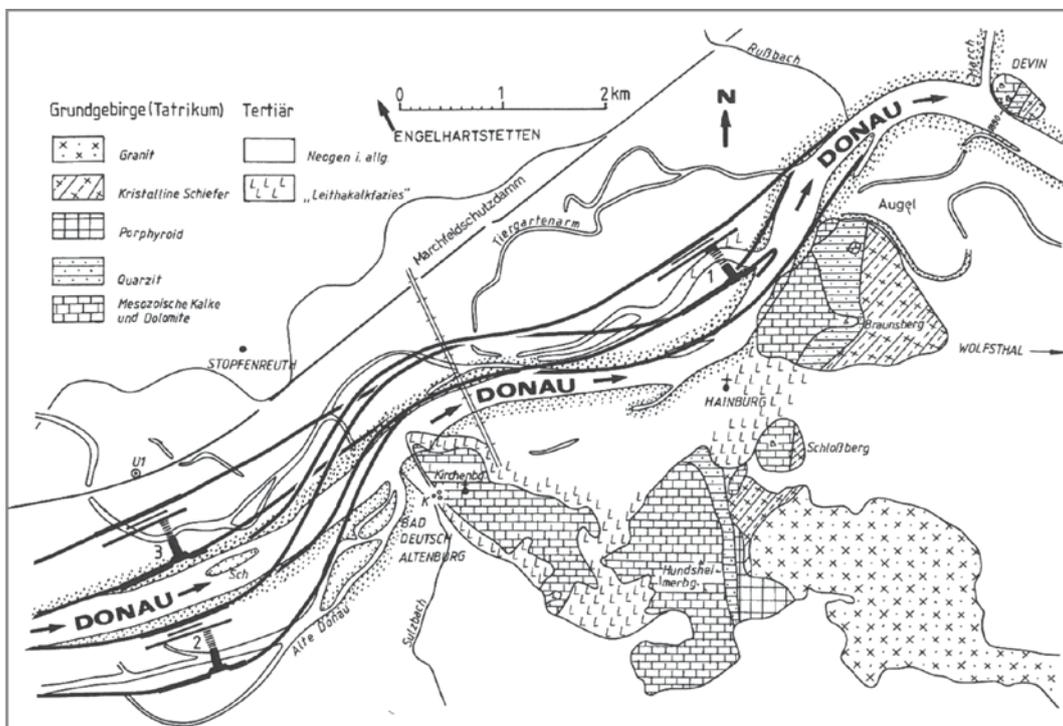


Abbildung 1.  
Geologische Karte der Umgebung von Hainburg mit DoKW-Einreichprojekt (1) und weiteren Varianten aus GANGL (1990); U1 ist die ÖMV-Bohrung Stopfenreuth, K sind die Thermalwasserbrunnen in Bad Deutsch-Altenburg.

Der Thermalwasserauftrieb von Bad Deutsch-Altenburg ist demnach an der Westseite des NW-SE orientierten, aus triassischen Karbonate bestehenden Karbonatsporn des Kirchberges situiert (Abbildung 1), der sich, wie die Bohrungen zeigten, als karbonatische Erhöhung in Nordrichtung unter der Donau fortsetzt und von neogenem Leithakalk ummantelt wird (Abbildung 2 und 3). Nicht nur die triassischen Karbonate, sondern auch dieser Leithakalk ist verkarstet und beide zusammen bilden eine hydrogeologische Einheit, in der das Thermalwasser aufsteigt. Der Temperaturverlauf im Horizontalschnitt 130 m ü. A. lässt die zentrale Aufstiegszone zwischen den Heilquellen und der Bohrung Nr. 534 (Abbildung 3) erkennen.

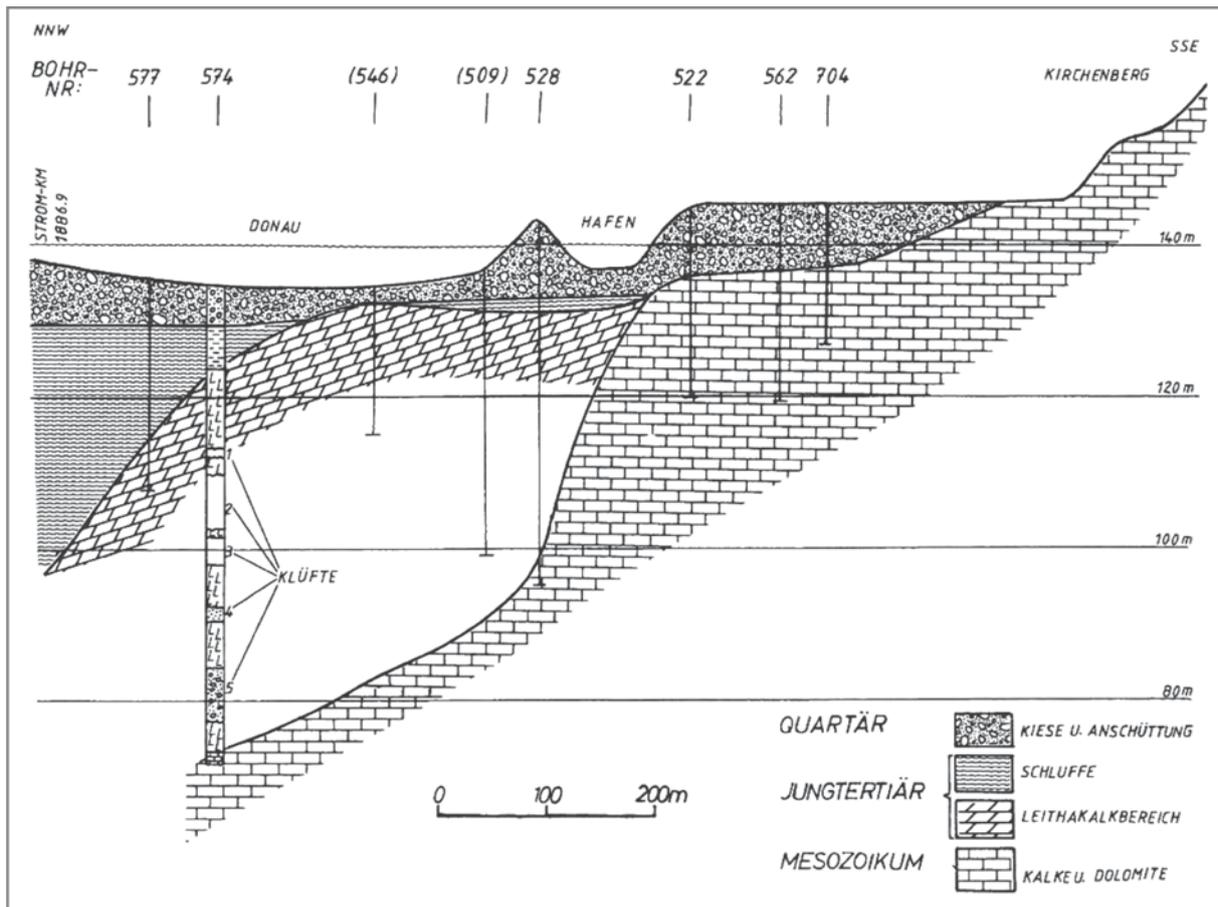


Abbildung 2.

Geologischer Schnitt quer zur Donau aus GANGL (1990); hier setzt sich der Karstaquifer des Kirchberges nach Norden unter die Donau fort.

Nach GANGL (1990) wird der gesamte Abfluss des Thermalwassers von Bad Deutsch-Altenburg auf mehrere Zehner Liter geschätzt. Die mittlere Temperatur des Aufstiegsbereiches liegt bei über 25°C. Mit dem Thermalwasser mischen sich jüngere Grundwässer der Umgebung.

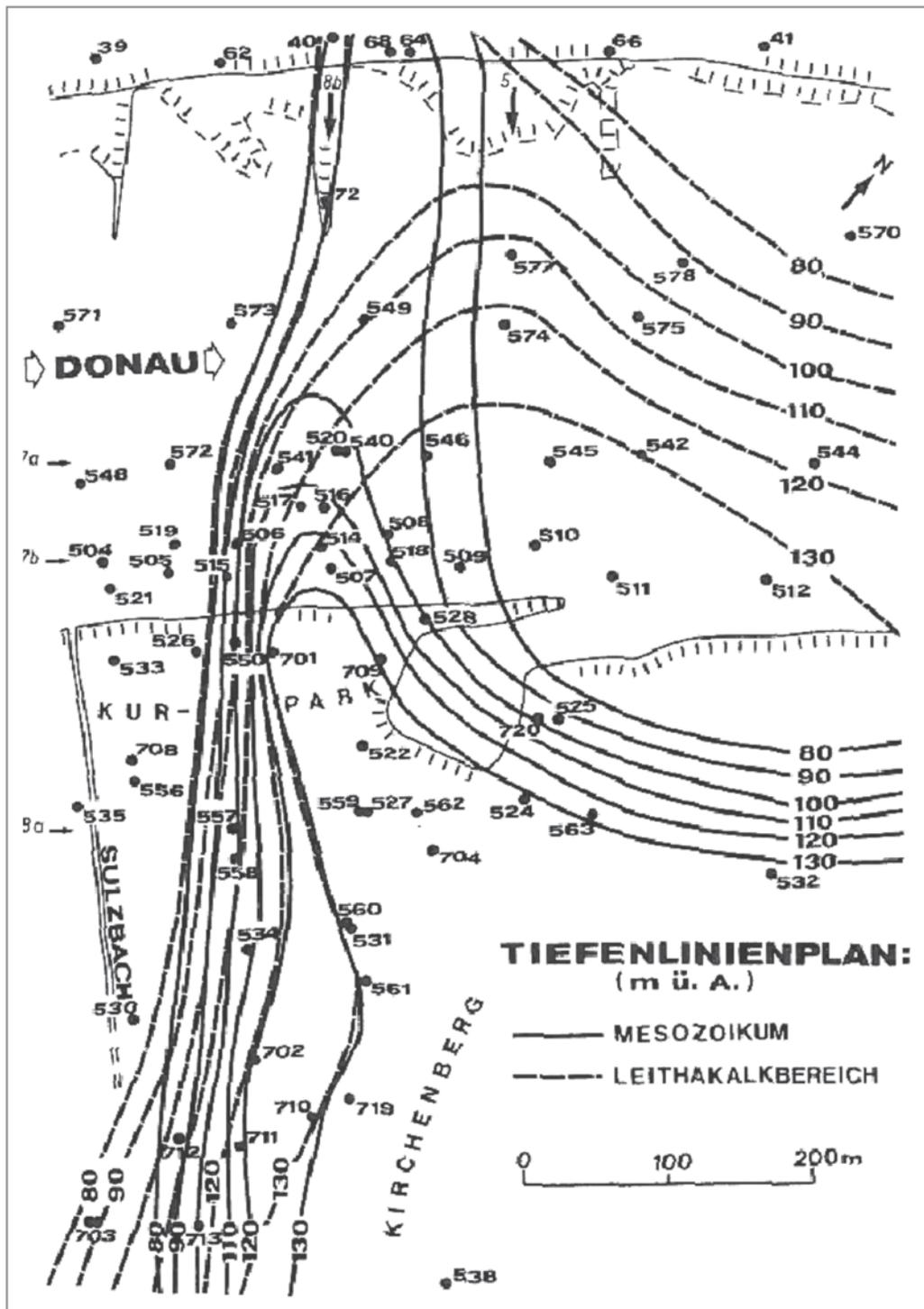


Abbildung 3.  
Tiefenlinien der Oberfläche der mesozoischen Karbonate und des Leithakalkes in Bad Deutsch-Altensburg aus GANGL (1990).

Nach HACKER & ZÖTL (1993, S. 272) ist der Wassertypus des Thermalwassers von Bad Deutsch-Altensburg eine Natrium-Calcium-Chlorid-Hydrogenkarbonat-Mineraltherme. In Tabelle 1 ist eine Auswahl der auf S. 272 und 273 in derselben Publikation wiedergegebenen Analysewerte zum Direktionsbrunnen dargestellt.

|                              |               |                                 |             |
|------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------|
| pH-Wert                      | 6,40          | <b>Gasförmige Bestandteile:</b> |             |
| Temperatur                   | 24,6 °C       | Freies CO <sub>2</sub>          | 367 mg/l    |
|                              |               | Freier H <sub>2</sub> S         | 42,8 mg/l   |
|                              |               | O <sub>2</sub>                  | < 0,1 mg/l  |
| <b>Radionuklide:</b>         |               |                                 |             |
| Rn                           | 29,20 Bq/l    |                                 |             |
| <sup>14</sup> C              | 9,20 % modern |                                 |             |
| <b>Kationen:</b>             |               | <b>Anionen:</b>                 |             |
| Na <sup>+</sup>              | 750,1 mg/l    | Cl <sup>-</sup>                 | 1022,0 mg/l |
| K <sup>+</sup>               | 56,2 mg/l     | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | 192,3 mg/l  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 2,22 mg/l     | NO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>   | 0,00 mg/l   |
| Mg <sup>2+</sup>             | 81,6 mg/l     | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 0,12 mg/l   |
| Ca <sup>2+</sup>             | 318,2 mg/l    | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 760,0 mg/l  |
| Fe <sup>2+</sup>             | 0,07 mg/l     | HS <sup>-</sup>                 | 14,5 mg/l   |

Tabelle 1.

Wasseranalyse Direktionsbrunnen (HACKER & ZÖTL, 1993, S. 272–273 ).

WESSELY (1983, S. 64) vermutet das Einzugsgebiet der Thermalwässer am Ostrand des südlichen Wiener Beckens – zu diesen gehört auch das Thermalwasser von Bad Deutsch Altenburg – in den angrenzenden Tatriden bzw. Zentralalpin sowie in beckenrandnahen neogenen Sedimenten. Nach der Infiltration bewegen sich die Wässer abwärts. Sie werden dabei nicht nur aufgewärmt, sondern auch ihr Lösungsinhalt angereichert. Anschließend steigen sie an der Unterseite wasserstauender Gesteine wieder an die Oberfläche auf. Auf S. 61 führt WESSELY (1983) an, dass die Bohrung Stopfenreuth 1 – diese ist gut zwei Kilometer westlich von Bad Deutsch-Altenburg situiert (Abbildung 1) – in der Strecke 466 bis 485 m getestet wurde und ein mit Bad Deutsch-Altenburg vergleichbares Wasser mit einer Temperatur von 50°C angetroffen wurde. Offenbar wurde hier ein solcher Aufstiegsbereich des besagten Thermalwassers angetroffen.

Vermutlich ist das Rechargegebiet von Bad Deutsch-Altenburg, wie bei den Exkursionspunkten 2 und 3 angeführt, in den Karbonaten der Borinka- und Devín-Einheit der Kleinen Karpaten zu suchen.

## Quellen

GANGL, G. (1990): Hydrogeologische Untersuchungen an den Heilquellen von Deutsch-Altenburg (Niederösterreich) im Rahmen der Vorarbeiten für das Donaukraftwerk Hainburg. – Österr. Wasserwirtschaft, **42**/1–2, 1–17, Wien.

HACKER, P. & ZÖTL, J. (1993): Chemismus des Thermalwassers. – In: ZÖTL, J. & GOLDBRUNNER, J.: Die Mineral- und Heilwässer Österreichs. – 272–274, Wien.

WESSELY, G. (1983): Zur Geologie und Hydrodynamik im südlichen Wiener Becken und seiner Randzone. – Mitt. Österr. Geol. Ges., **76**, 27–68, Wien.