

7 Thermalwasser in den Nördlichen Kalkalpen und ihrem Vorland im Westen

7.1 Zu den geothermischen Verhältnissen in den Nördlichen Kalkalpen und im Überschiebungsraum der Ostalpen (Helvetikum, Molasse, Autochthones Mesozoikum)

(P. NIEDERBACHER)

Wesentliche Kenntnisse des Untergrundaufbaues stammen aus Tiefenaufschlüssen der Kohlenwasserstoffexploration, die seit den 1960er Jahren, abseits der bekannten Öl- und Gasvorkommen im Wiener Becken und dem Alpenvorland, im Überschiebungsraum der Ostalpen abgeteuft wurden. Als die klassischen Explorationsbohrungen im östlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen sind Urmannsau 1 (1965), Mitterbach 1 (1978) und Berndorf 1 (1978) zu nennen (Abb. 80). In den 1980er Jahren folgten im zentralen Kalkalpenabschnitt die Bohrungen Vordersee 1 (1983), Grünau 1 (1985) und Molln 1 (1987). Im Westen Österreichs wurde in der Molassezone Vorarlbergs bereits 1959 die Bohrung Dornbirn 1 abgeteuft, es folgten Sulzberg 1 (1983) und Vorarlberg-Au 1 (1987) im Helvetikum. Auf Grund der räumlichen Nähe und der geologisch-strukturellen Analogien sind auch die Tiefbohrungen im unmittelbar benachbarten Kalkalpin Südbayerns, wie Vorderriß 1 (1977) und Hindelang 1 (1987), anzuführen.

Außerhalb des kalkalpinen Untergrundes des Wiener Beckens wurden im Bereich der Nördlichen Kalkalpen sieben Explorationsbohrungen abgeteuft (Tab. 82). Als mögliche Reservoirgesteine mit Thermalwasserführung

zeigten sich die mitteltriadischen Plattformkarbonate wie Wettersteindolomit, Dachsteindolomit und Hauptdolomit sowie massige Kalke der Wetterstein-Formation, Steinalm- und Dachsteinriffkalk, die mit beträchtlichen Mächtigkeiten vorliegen. Die Tektonisierung und Verkarstung dieser Formationen in Oberflächennähe bieten ausgezeichnete Dotationsmöglichkeiten. Dadurch kann Süßwasser in beträchtlichen Tiefen auftreten und an Zirkulationssystemen, wie sie am Westrand des Wiener Beckens ausgebildet sind, teilnehmen. Generell sind damit relativ geringere Mineralisierungen der Wässer und unterdurchschnittliche geothermale Gradienten verbunden. Ausgewählte Bohrungen werden im Folgenden in der Reihenfolge der räumlichen Lage von Osten nach Westen beschrieben.

7.1.1 Berndorf 1 (NÖ)

Die von 1978 bis 1979 abgeteuft Explorationsbohrung Berndorf 1 stellt eine Schlüsselbohrung im Osten der Nördlichen Kalkalpen dar (WACHTEL & WESSELY, 1981). Die Lokation liegt ca. 34 km südlich der alpinen Überschiebung über die Molassezone und ca. 9 km westlich des Westrandes des südlichen Wiener Beckens auf der Höhe von Bad Vöslau. Die Bohrung durchteufte nach 124 m pannonem Pistingtalkonglomerat bis 5.640 m die kalkalpine Schichtfolge des Tirolisch-Norischen Deckensystems, Göller-Decke bis 4.158 m und eine tiefere Schuppe der Göller-Decke bis 5.640 m. Der überwiegende Teil der kalkalpinen Schichtfolge besteht aus Dolomiten (Hauptdolomit, Wettersteindolomit) und Kalken (Dachsteinkalk, Gutensteiner Kalk und



Abb. 80. Explorationsbohrungen im Überschiebungsraum der Nördlichen Kalkalpen, Helvetikum und Molasse.

Bohrung	ET (m)	Jahr	Aquifere, Intervall	Temp. (°C)	Grad. (°C/100 m)	Mineralisierung (g/l)
Berndorf 1	6.028	1978				
Mitterbach 1	3.062	1979				6,5 Cl
Urmansau 1	3.033	1965	Wettersteindolomit, 929–934 m	40	2,8	11 Cl
Unterlaussa 1	2.889	1992				
Molln 1	4.383	1987				
Grünau 1	5.202	1985				
Vordersee 1	4.264	1983				
Vigaun 1	1.354	1976	Hauptdolomit, 1.126–1.196 m	37	2,6	2,8 Cl
Vorderriß 1 (D)	6.468	1977				
Hindelang 1 (D)	5.653,6	1977				

Tab. 82.
Explorationsbohrungen in den Kalkalpen außerhalb des Wiener Beckens.

Wettersteinkalk), die in der tektonisierten Position eine Kluftporosität aufweisen. Darunter wurden bis 5.910 m Flysch- und bis 5.945 m Molassegesteine erbohrt. Die Bohrung wurde bei 6.028 m im Kristallin der Böhmisches Masse eingestellt (Tab. 83, Abb. 81).

In der kalkalpinen Schichtfolge der Bohrung wurden sechs Formationstests durchgeführt, bei denen beträchtliche Zuflüsse von 4 bis 11 m³ Formationswasser mit geringen Chloridgehalten im Bereich von wenigen 10er mg/l Chlorid festgestellt wurden. Die Testdaten

Teufe (m)	Berndorf 1	Teufe (m)	Berndorf 1
-127	Pistingtalkonglomerat	-5.640	eine tiefere Schuppe der Göller-Decke
-4.158	Göller-Decke, Oberostalpin	-4.765	Wettersteindolomit
-573	Hauptdolomit	-4.977	Wettersteinkalk (dolomitisch)
-997	Dachsteinkalk	-5.028	Reifling-Formation
-1.620	Hauptdolomit	-5.225	Steinalm-Formation
-1.693	Opponitz-Formation	-5.350	Werfen-Formation
-1.720	Lunz-Formation	-5.380	Reichenhall-Formation
-3.730	Wettersteindolomit	-5.640	Gutenstein-/Steinalm-Formation
-4.158	Reichenhall-Formation	-5.910	Flyschzone, Penninikum
		-5.945	Egerium, Molasse
		-6.028 (ET)	Kristallin, Moldanubikum

Tab. 83.
Bohrprofil von Berndorf 1 (nach WACHTEL & WESSELY, 1981: Abb. 5 und WESSELY et al., 2006: Abb. 155). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 151).

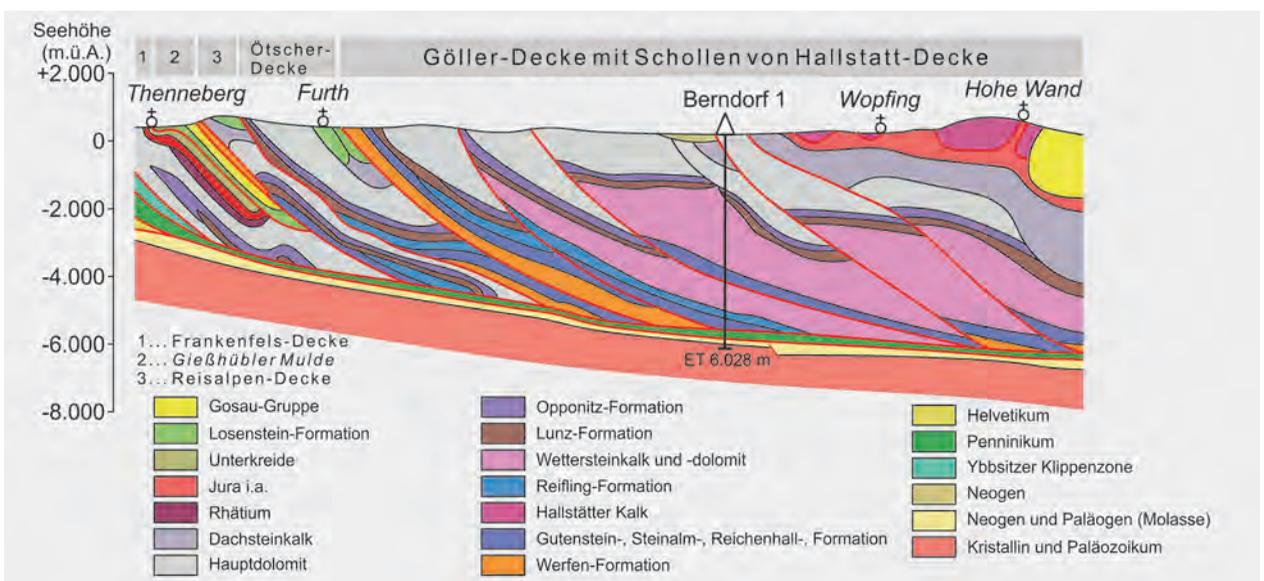


Abb. 81.
N–S Tiefenprofil: Krems–Berndorf–Hohe Wand–Wiener Neustadt–Bucklige Welt (WESSELY et al., 2006: Abb. 155, Profil 2).

zeigten, dass der gesamte Kalkalpenabschnitt mit Süßwasser erfüllt ist. Ein Fördertest im oberflächennahen Hauptdolomit (Intervall 337 bis 360 m) lieferte Wasser mit einer Temperatur von 10,6 °C. Die bei den Formationstests gemessenen BHTs lagen für die Tiefenstufen von 800 bis 3.300 m bei 33 bis 37 °C, in 4.000 m Tiefe bei 43 °C. An der Basis der Kalkalpen bei 5.640 m wurde eine Temperatur von 70 °C festgestellt. Aus den Daten ergibt sich für die kalkalpine Schichtfolge unter Einrechnung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur von 8,4 °C eine außergewöhnliche negative geothermische Anomalie des geothermischen Gradienten von nur 1,1 °C/100 m bzw. bis zum kristallinen Basement von 1,3 °C/100 m.

Das Phänomen wird als tiefreichendes hydrodynamisches System interpretiert, bei dem kalte Oberflächenwässer im Bereich der Kalkalpen in große Tiefen eindringen und entsprechend dem axialen Einfallen gegen

Osten unter das Wiener Becken migrieren. Dort steigen sie erwärmt und mineralisiert an den Bruchstrukturen am Westrand des südlichen Wiener Beckens in höhere Niveaus, wie die Vorkommen entlang der sogenannten Thermenlinie (Bad Vöslau, Baden) oder in der Thermenbohrung Oberlaa Th 1 (Kap. 4) zeigen. Die Bohrung Berndorf 1 belegt das beträchtliche Aquiferpotenzial der in den Nördlichen Kalkalpen flächig weit verbreiteten mächtigen Triaskarbonaten, insbesondere von Wettersteindolomit und Hauptdolomit, deren Kluftporosität 3 bis 15 % betragen kann (WESSELY, 1983).

7.1.2 Mitterbach U1 (NÖ)

Mit der Untersuchungsbohrung Mitterbach U1 wurde im Mittelabschnitt der niederösterreichischen Kalkalpen eine strukturelle Hochzone am Südsporn der Böhmisches Masse erschlossen. Bis zu einer Bohrteufe von 2.536 m wurden drei relativ flachliegende oberostalpine

Teufe (m)	Mitterbach U1	Teufe (m)	Mitterbach U1
-9	Quartär	-2.536	Lunz-Decke
-409	Ötscher-Decke (Unterberg-Decke)		-1.960 Lunz-Formation
	-267 Wetterstein-Formation		-2.053 Reifling-Formation
	-372 Gutenstein-Formation (Kalk)		-2.245 Steinalm-Formation
	-403 Reichenhall-Formation		-2.427 Gutenstein-Formation
	-409 Werfen-Formation		-2.481 Reichenhall-Formation
-1.543	Sulzbach-Decke	-2.536	Werfen-Formation (Haselgebirge)
	-505 Reichenhall-Formation	-3.062 (ET)	Ybbsitzer Klippenzone
	-637 Steinalm-Formation (Kalk)	-2.550 Hüllflysch mit Jura-Komponenten	
	-773 Reifling-Formation	-2.609 Lias	
	-1.543 Lunz-Formation	-2.634 Hüllflysch	
		-2.682 Lias	
		-2.732 Hüllflysch	
		-2.776 Keuper	
		-3.062 Hüllflysch (Kreide)	

Tab. 84. Bohrprofil von Mitterbach U1 (nach HAMILTON, 1989: Abb 4 und WESSELY et al., 2006: Abb. 155). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 158).

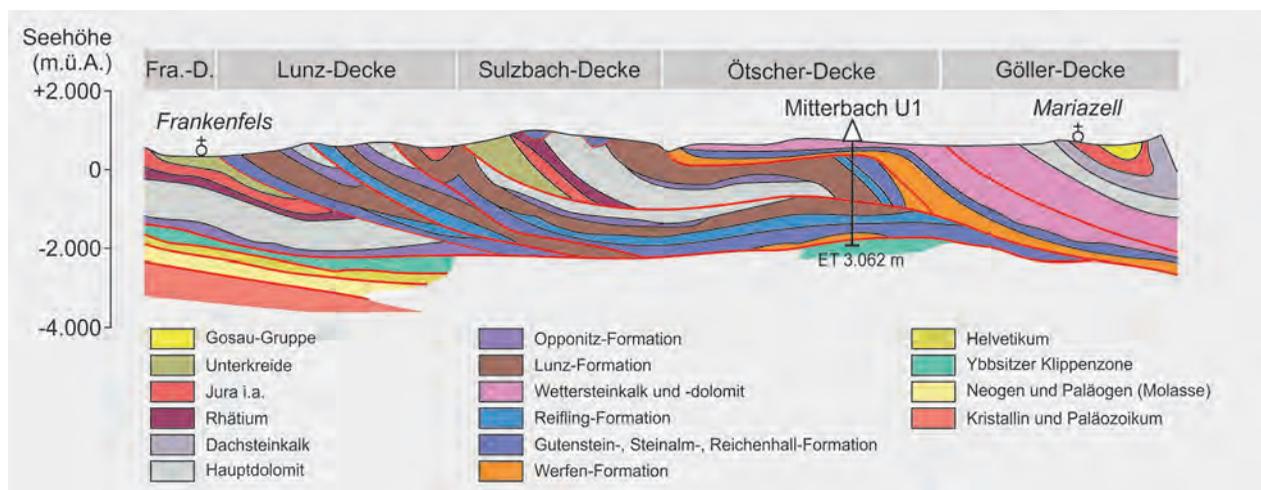


Abb. 82. N-S Tiefenprofil: Melk–Frankenfels–Mariazell (nach WESSELY et al., 2006: Abb. 155, Profil 4).

Decken, die Ötscher-Decke (Unterberg-Decke), die invers liegende Sulzbach-Decke und darunter die Lunz-Decke erbohrt (Abb. 82). Bis zur Endteufe von 3.062 m folgte eine stark tektonisierte Klippenzone (Ybbsitzer Klippenzone) mit Keuper, Lias und sogenanntem Hüllflysch (Tab. 84; HAMILTON, 1989).

In der Bohrung stellen die erbohrten Karbonate der Untertrias wie Gutensteiner Kalk, Steinalmkalk und Reiflinger Schichten sowie Sandsteine der Lunz-Formation potenzielle Kluftaquifere dar. Ein Test im Flysch

zeigte einen Zufluss von Formationswasser mit einem Chloridgehalt von 6.490 mg/l bei 48 °C. Bei Bohrlochmessungen im Kalkalpin und im basalen Flysch wurden BHTs von 53 bis 55 °C gemessen.

7.1.3 Urmannsau 1 (NÖ)

Die Bohrung Urmannsau 1 nahe Gaming wurde als Untersuchungs-aufschluss ca. 7,5 km südlich der Stirn der Kalkalpen angesetzt. Nach Durchörterung des

Teufe (m)	Urmannsau 1	Teufe (m)	Urmannsau 1
-14	Quartär	-2.097	Klippenflysch + (Klippe)
-92	Lunz-Decke	-2.034	Sandstein-Schiefer
	-20 Mergelschiefer	-2.072	Mergelkalk
	-92 Gutenstein-Formation	-2.097	Sandstein und Schiefer
-1.990	Frankenfels-Decke	-2.363	Helvetikum
	-188 Fleckenmergel	-2.208	Buntmergelerde
	-210 Bunte Kalke	-2.216	Klippe („Malm“)
	-238 Vilser Kalke	-2.363	Buntmergelerde
	-260 Adnet- und Klaus-Formation	-2.600	Inneralpine Molasse
	-276 Opponitz-Formation	-2.600	Sandstein, Tonmergel, Lithothamnienkalk
	-476 Mergelkalk		
	-686 Opponitz-Formation	-2.892	Helvetikum (Oligozän bis Eozän)
	-726 Lunz-Formation	-2.832	Buntmergelerde
	-1.580 Wetterstein-Formation	-2.892	Cenomanium–Albium („Gault“)
-1.584 Lunz-Formation	-2.900	Klippe (Tithonium)	
-1.850 Opponitz-Formation	-2.920	Cenomanium–Albium („Gault“)	
-1.970 Kreide–Jura	-3.015	Autochthone Molasse (Oligozän bis Eozän)	
-1.990 Kreide–Jura (Kieselkalkserie)	-3.015	Sandstein, Tonmergel; Aquitanium–Chattium	
	-3.033 (ET)	Kristallin, Moldanubikum	

Tab. 85. Bohrprofil von Urmannsau 1 (nach HAMILTON, 1989 und WESSELY et al., 2006: Abb. 155). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 158).

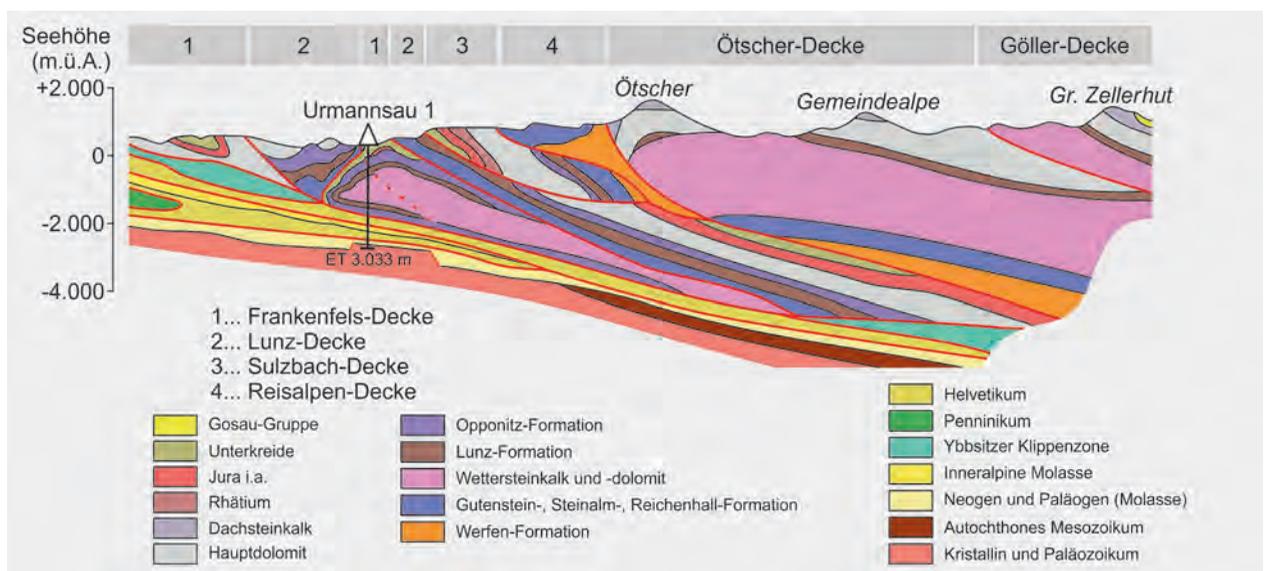


Abb. 83. N–S Tiefenprofil: Ybbs–Ötscher–Gemeindealpe–Großer Zellerhut (WESSELY et al., 2006: Abb. 155, Profil 5).

Oberostalpins der Nördlichen Kalkalpen mit Lunz- und Frankenfels-Decke, des Helvetikums und der Molasse wurde bei 3.015 m das Kristallin der Böhmisches Masse erbohrt (ET 3.033 m) (Abb. 83). Mit der 1965/1966 abgeteufte Bohrung wurde erstmals der Fernschub von Flysch und Kalkalpen über jüngere Schichten der Molasse direkt nachgewiesen (TOLLMANN, 1976). Im Bohrprofil (Tab. 85) wurden mehrfach Kohlenwasserstoffspuren (Öl, Gas) angetroffen (HAMILTON, 1989). Historisch beschriebene Ölaustritte in der benachbarten Erlauf belegen, dass die KW-Migration die Oberfläche erreichte.

In der erbohrten Abfolge können Triaskarbonate der Frankenfels-Decke als potenzielle Kluftaquifere angesehen werden, während Lunzer Schichten als relative Stauer wirken. Hohe Salinitäten der Formationswässer

im tieferen kalkalpinen Abschnitt mit ca. 11.000 mg/l Cl und hohem Sulfatanteil weisen darauf hin, dass die Bereiche unter den relativ stauenden Lunzer Schichten von der oberflächennahen Zirkulation abgeschirmt werden. Ein weiteres Indiz dafür ist der sich aus der bei 1.124 m gemessenen Temperatur (BHT) von 40 °C ergebende geothermische Gradient von 2,8 °C/100 m.

7.1.4 Unterlaussa 1 (OÖ)

Die Bohrung Unterlaussa 1 wurde 1992/1993 im Bajuvarischen Deckensystem (Lunz- und Frankenfels-Decke), ca. 4 km östlich der tektonischen Struktur der Weyrer Bögen angesetzt. Die Bohrung verblieb in den Kalkalpen und durchteufte bis 1.985 m eine aufrechte

Teufe (ca.)	Unterlaussa 1	Teufe (ca.)	Unterlaussa 1
0–40	Schrambach-Formation; untere Kreide	-1.605	Wetterstein-Formation
-50	Rote Jurakalke	-1.680	Partnach-Formation
-210	Kössen-Formation	-1.830	Reifling-Formation
-370	Plattenkalk *	-1.930	Gutenstein-Formation
-650	Hauptdolomit *	-1.990	Reichenhall-Formation
-650	Überschiebung	-2.080	Schuppenzone
-810	Schrambach-Formation *	-2.080	Überschiebung
-890	Hauptdolomit *	-2.830	Gosau
-1.160	Opponitz-Formation	-2.889	Opponitz-Formation
-1.170	Reingraben-Formation		

Tab. 86.
Bohrprofil von Unterlaussa 1 (nach dem grafischen Bohrprofil von JANDA, 2000: Abb. 18). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 158).
* Zuordnung unsicher.

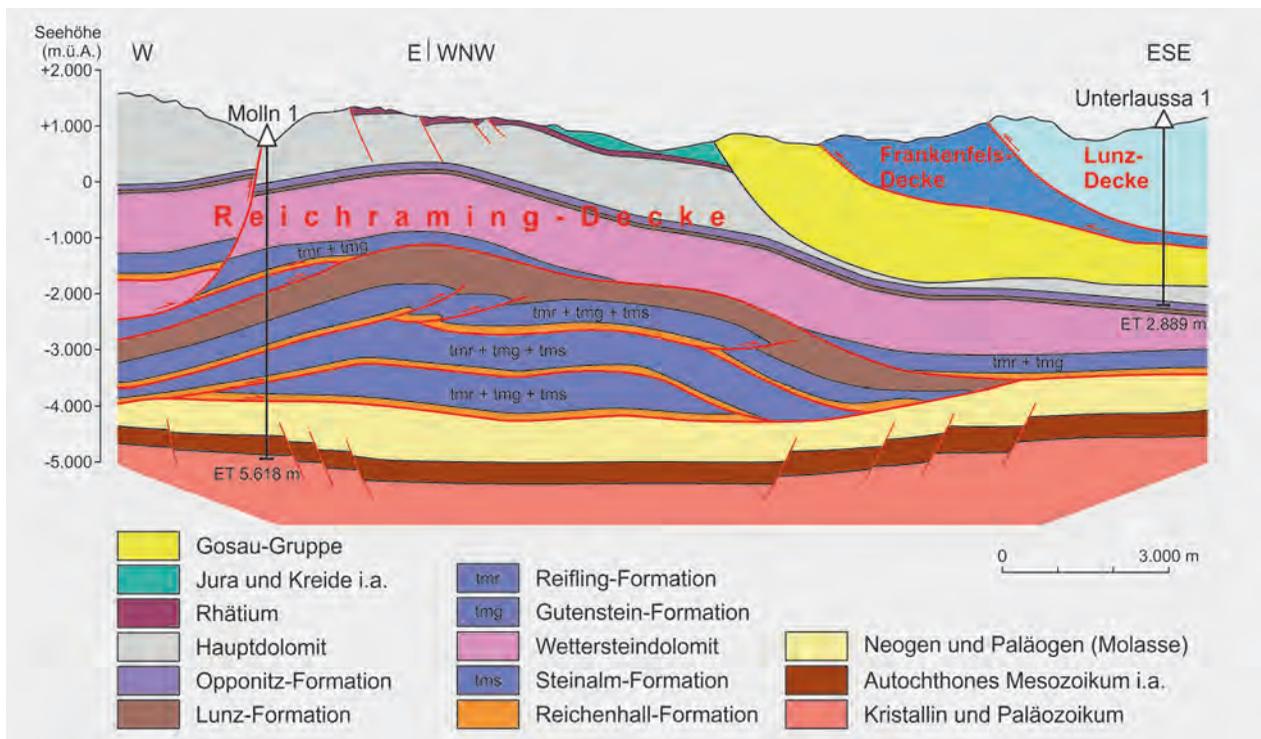


Abb. 84.
Geologisches Profil von Molln 1–Unterlaussa 1 (verändert nach ZIMMER & HAMILTON, 1993).

Schichtfolge von Unterkreide bis Untertrias und nach einer verschuppten Zone von Jura und Hauptdolomit (-2.080 m) ein mächtiges Schichtpaket von Gosausedimenten (-2.830 m). Darunter folgten bis zur Endteufe von 2.889 m Schichten der Opponitz-Formation (Tab. 86). Die Gosau und die unterlagernde Opponitz-Formation werden der Reichraming-Decke zugeordnet (JANDA, 2000) (Abb. 84).

Nach den festgestellten Spülungsverlusten in Karbonaten der Mittel- und Obertrias im oberen Drittel des Bohrprofiles weisen diese Formationen ein Aquiferpotenzial durch Kluffporositäten auf. Der aus den Bohrlochtemperaturen (BHTs 24 °C bei 1.208 m, 46 °C bei 2.889 m) abgeleitete geothermische Gradient von ca. 1,6 °C/100 m zeigt eine relative Abkühlung der höheren kalkalpinen Einheiten hin.

7.1.5 Molln 1 (OÖ)

Zur Untersuchung einer seismisch detektierten Hochzone des subalpinen Untergrundes wurde im Tal der Krummen Steyerling, ca. 17 km südlich der Überschiebungstirn der Nördlichen Kalkalpen, die Explorationsbohrung Molln 1 abgeteuft (1987 bis 1988). Sie durch-

örterte bis 4.671 m das Kalkalpin, das in mehrfachen tektonischen Schuppen der Reichraming-Decke vorliegt (Abb. 84). Die Erreichung des Bohrzieles, insbesondere ab der Kalkalpenbasis, war eine technische Herausforderung, die vier Ablenkungen erforderlich machte. Die Molassebasis wurde schließlich bei 5.277 m erreicht, darunter folgten bis 5.595 m Oberkreide, Ober- und Mitteljura des Autochthonen Mesozoikums. Die Bohrung wurde bei einer Endteufe von 5.618 m im kristallinen Grundgebirge eingestellt (Tab. 87, Abb. 85).

In der Bohrung wurde ab 3.300 m eine ca. 300 m mächtige Gasführung in klüftigen Karbonaten der Mitteltrias (Steinalmkalk) angetroffen und erfolgreich getestet (HAMILTON, 1989). Der erste Gasfund im Kalkalpin außerhalb des Wiener Beckens zeigt, dass im Überschiebungskörper der Nördlichen Kalkalpen neben Tiefenwässern unter bestimmten geologisch-strukturellen Bedingungen auch Kohlenwasserstoffe als Poren- und Kluffmedien auftreten können. In den tieferen Einheiten wie Molasse und Autochthones Mesozoikum wurde kein Aquiferpotenzial festgestellt. Der aus BHT und Testdaten (7,3 °C bei der GOK, 75 °C bei ca. 3.300 m, 121 °C bei ca. 5.440 m) abgeleitete geothermische Gradient beträgt ca. 2,1 °C/100 m.

Teufe (m)	Molln 1	Teufe (m)	Molln 1
-39	Quartär		-3.360 Steinalmkalk
-4.671	Reichraming-Decke		-3.680 Gutenstein-, Steinalm-Formation; Überschiebung
	-695 Hauptdolomit		-4.125 Reifling-Formation
	-780 Opponitz-Formation		-4.335 Steinalmkalk und Gutenstein-Fm.; Überschiebung
	-825 Lunz-Formation		-4.375 Reichenhall-Formation; Überschiebung
	-1.925 Wettersteinkalk		-4.560 Gutenstein-Formation
	-2.055 Reifling-Formation		-4.671 Reichenhall-Formation; Überschiebung
	-2.253 Steinalmkalk; Überschiebung	-5.277	Molasse
	-3.395 Reichenhall-Formation; Überschiebung	-5.595	Autochthones Mesozoikum
	-3.235 Lunz-Formation; Überschiebung	-5.618	Kristallin, Moldanubikum; Gneis
	-3.290 Reifling-Formation		

Tab. 87. Bohrprofil von Molln 1 (nach unpublizierten Bohrungsdaten der OMV). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 158).

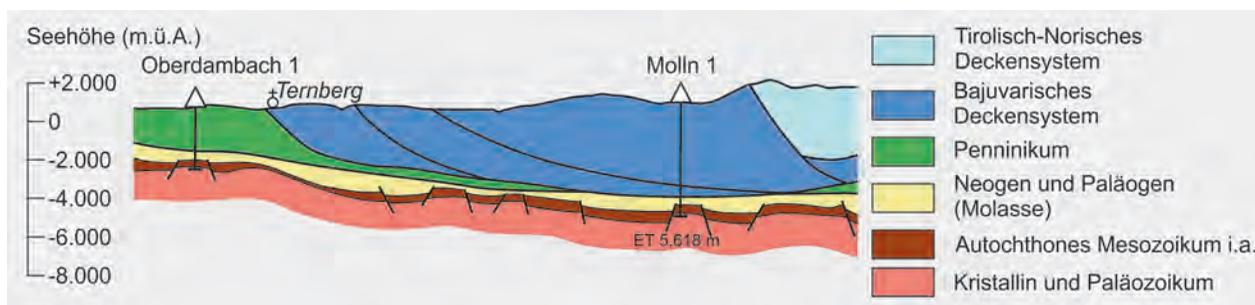


Abb. 85. N-S Tiefenprofil: Steyr-Ternberg-Molln-Bosruck-Enns (verändert nach WESSELY & ZIMMER, 1993: Abb. 8, Profil 3).

7.1.6 Grünau 1 (OÖ)

Mit der ca. 2 km südlich des Grünauer Flysch-Halbfensers im Almtal angesetzten Bohrung Grünau 1 (1985 bis 1987) wurde erstmals im oberösterreichischen Anteil der allochthone Deckenstapel (Oberostalpin der Nördlichen Kalkalpen, Penninikum der Rhenodanubischen Flyschzone, Helvetikum), die Molasse und das Autochthone Mesozoikum bis in das kristalline Basement erschlossen.

Nach einer 112 m mächtigen quartären Talfüllung wurde bis in 1.969 m Tiefe eine Abfolge von Hauptdolomit bis Reichenhaller Schichten der Staufen-Höllengebirge-Decke erbohrt. Nach wenigen Metern einer tektonisch beanspruchten Zone folgen über eine Bohrstrecke von 521 m Serpentinite, darunter Mergelkalke des Oberjura („Malm“) und Grestener Schichten bis 2.704 m. Diese Abfolge wird nach obertägigen Analogien (z.B. Wolfgangsee-Fenster) der Klippenzone zugerechnet (HAMILTON, 1989). Nach der Buntmergelserie des Helvetikums und einem mit Molasse verschuppten Abschnitt bis 3.445 m wurden bis 4.888 m Sedimente der Molasse angetroffen. Darunter wurde eine 285 m mächtige

Abfolge von Kreide, Ober- und Mitteljura des Autochthonen Mesozoikums erbohrt. Der Übergang zum Kristallin wurde bei 5.173 m erreicht. Die Bohrung wurde im Kristallin der Böhmisches Masse (Granit, Granodiorit) bei einer Endteufe von 5.209 m eingestellt (Tab. 88, Abb. 86).

Spülungsverluste und auch Zuflüsse von Formationswasser im unteren Abschnitt der Kalkalpen und in der Klippenzone weisen auf eine Wasserwegigkeit hin. Ein Test in den Grestener Schichten erbrachte einen Zufluss von Formationswasser mit einem Chloridgehalt von ca. 20.700 mg/l bei 59 °C. Im oberen Abschnitt des Autochthonen Mesozoikums wurden im glaukonitischen Sandstein des Cenomaniums beim Bohren signifikante Kohlenwasserstoffanzeichen beobachtet (WESSELY & ZIMMER, 1993). Mit einem Formationstest im Sandstein des Cenomaniums und der nachfolgenden Probeförderung wurde erstmals im Autochthonen Mesozoikum unter dem alpinen Überschiebungskörper ein, wenn auch nicht wirtschaftliches, Ölvorkommen nachgewiesen. Oberjurassische Karbonate und mitteljurassische Sandsteine zeigten nach Tests eine Wasserführung

Teufe	Grünau 1	Teufe	Grünau 1	
-112	Quartär		-4.848,5 Fischechiefer; Lattorf	
-1.969	Tirolisch-Norisches Deckensystem – Staufen-Höllengebirge-Decke		-4.860,5 Lithothamnienkalk; Obereozän	
		-1.322	Hauptdolomit	-4.886 Grobsandstein; Eozän
		-1.808	Opponitz-Formation	-4.888,3 Kohle; Eozän
		-1.864	Reifling-Formation	-5.173 Autochthones Mesozoikum
		-1.960	Reichenhall-Formation	
-2.704	Klippenzone		-4.912 Kalk; Kreide	
		-1.969	Mylonit	-4.940,6 Sandstein; Kreide
		-2.490	Serpentin	-5.044 Kalk, Dolomit, Tonschiefer; Purbeck
		-2.631	Mergelkalk; Oberjura	-5.059,4 Kalk; Oberjura
		-2.704	Gresten-Formation	-5.098 Dolomit und Riffkalk; Oberjura
-3.147	Helvetikum, Buntmergelserie		-5.113 Dolomit; Oberjura	
-3.445	Helvetikum – Molasse verschuppt	-5.209,4	-5.173 Grobsandstein; Mitteljura	
-4.888	Molasse		Moldanubikum der Böhmisches Masse	
			-5.187 Kristallin Verwitterungszone	
		-5.209,4 Granit-Granodiorit (ET)		
	-4.126 Puchkirchen-Gruppe			
	-4.776 Rupel Tonmergel			

Tab. 88. Bohrprofil von Grünau 1 (nach HAMILTON, 1989: Abb. 20, 21). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 159).

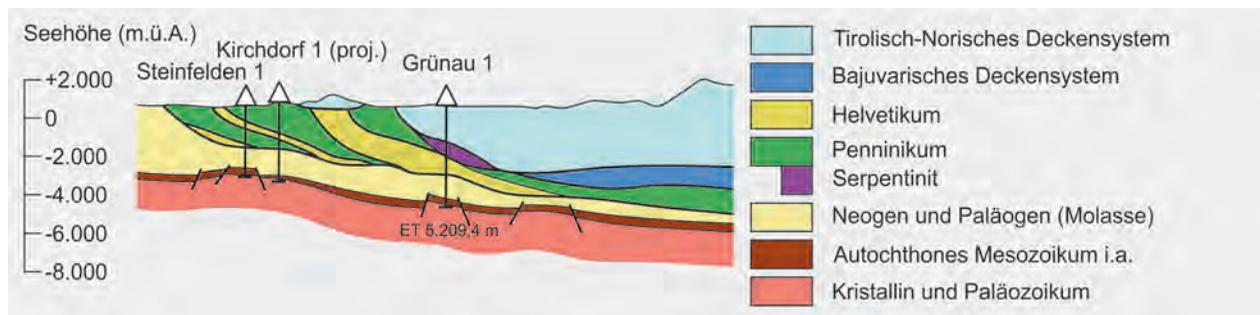


Abb. 86. N-S Tiefenprofil: Steinfeld 1–Grünau 1–Totes Gebirge–Ennstal (nach WESSELY & ZIMMER, 1993: Abb. 8, Profil 4).

mit Kohlenwasserstoffspuren. Unter Berücksichtigung der mittleren Jahrestemperatur von 6,9 °C lässt sich aus den BHTs und Testtemperaturen bis zum Kristallin (ET 5.209 m) ein geothermischer Gradient von ca. 2,2 °C/100 m ableiten. Der Gradient im phreatisch beeinflussten Kalkalpin ist relativ gering, er beträgt ca. 1,6 °C/100 m.

7.1.7 Vordersee 1 (S)

Die Bohrung Vordersee 1 wurde 1983 als Explorationsbohrung zur Untersuchung der kalkalpinen Abfolge ca. 15 km südöstlich von Salzburg angesetzt. Nach Durchörterung der Triasschichtfolge des Tirolisch-Norischen Deckensystems der Osterhorn-Gruppe wurde an der Deckenbasis bei 2.890 bis 3.704 m bohrtechnisch anspruchsvolles Haselgebirge und Salinar angetroffen (SCHAUBERGER, 1986). Darunter folgt das Hangende des Bajuvarischen Deckensystems mit Sedimenten der Gosau-Gruppe, der Unterkreide und der Allgäu-Formation. Die Bohrung wurde bei einer Endteufe von 4.264 m eingestellt (Tab. 89, Abb. 87).

Die beim Bohren im unteren Hauptdolomit aufgetretenen Spülungsverluste weisen auf Kluftaquifereigenschaften der Formation hin. Zur Überprüfung der Speichereigenschaften der Triaskarbonate wurde im Wettersteindolomit ein Test bei ca. 1.800 m durchgeführt, der einen Zufluss von 34 m³ Formationswasser bei 32 °C zeigte. Der Chloridgehalt des gefördertem Wassers von ca. 17.000 mg/l weist auf eine relative Abdichtung durch die überlagernden Schichten des Kar-

niums hin. Der aus den BHTs und der mittleren Jahrestemperatur von 6,5 °C für das Kalkalpin (63 °C bei 4.058 m) abgeleitete geothermische Gradient beträgt ca. 1,4 °C/100 m.

7.1.8 Vorderriß 1 (D)

Die im Nordkarwendel, ca. 31 km nördlich von Innsbruck und ca. 25 km südlich von Bad Tölz im südbayerischen Rißtal gelegene, 1977/1978 abgeteufte Bohrung Vorderriß 1 ist eine Schlüsselbohrung aus der Pionierzeit der Kalkalpenexploration. Die Bohrergebnisse (BACHMANN & SCHMIDT-KAHLER, 1981), insbesondere zu den geothermalen Untergrundverhältnissen, können auf einen weiten Bereich der westlichen Nördlichen Kalkalpen extrapoliert werden. Die Bohrung Vorderriß 1 wurde auf der Struktur des Wamberger Sattels, einer W-E streichenden Aufwölbung der Lechtal-Decke angesetzt. Die 362 m mächtige Quartärfüllung am Zusammenfluss von Rißbach und Isar zeigt eine beträchtliche eiszeitliche Übertiefung des Isartales. Darunter durchörterte die Bohrung bis 6.401 m den kalkalpinen Deckenbau mit zwei Abschnitten von Lechtal-Decke (Lechtal-Decke II bis 2.880 m und Lechtal-Decke I bis 4.186 m), darunter Allgäu-Decke bis 6.299 m sowie die sogenannte Randschuppe bis 6.401 m (Tab. 90). Die Bohrung wurde bei einer Endteufe von 6.468 m nach erfolgreicher Aufschließung des kalkalpinen Deckenstapels in Gesteinen des Helvetikums eingestellt (BACHMANN & MÜLLER, 1981) (Abb. 88).

Die beim Bohren aufgetretenen Spülungsverluste, z.B. im Hauptdolomit der Lechtal-Decke I, weisen auf eine

Teufe (m)	Vordersee 1	Teufe (m)	Vordersee 1
-32	Quartär		-3.608 Haselgebirge
-3.704	Tirolisch-Norisches Deckensystem		-3.704 Haselgebirge (Salinar); Überschiebung
-1.228	Hauptdolomit	-4.262	Bajuvarisches Deckensystem
-1.686	Opponitz-Formation		-4.030 Paläogen, Gosau
-1.726	Lunz-Formation		-4.180 Unterkreide
-2.630	Wettersteinkalk		-4.264 Allgäu-Formation (ET)
-2.890	Partnach-Formation		

Tab. 89. Bohrprofil von Vordersee 1 (nach unpublizierten Bohrungsdaten der OMV). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 159).

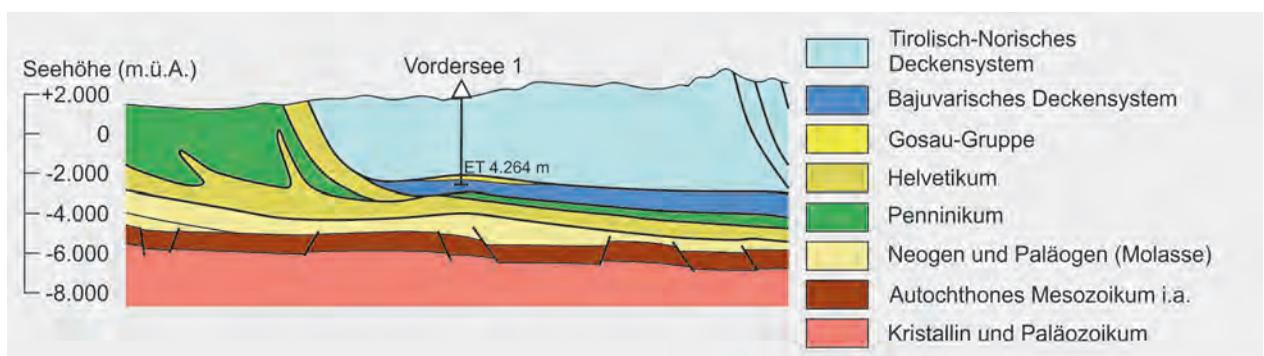


Abb. 87. N-S Tiefenprofil: Oberhofen–Vordersee (nach WESSLEY & ZIMMER, 1993: Abb. 8, Profil 5).

Teufe (m)	Vorderriß 1	Teufe (m)	Vorderriß 1
-362	Quartär		-4.550 Kössen-Formation
-2.880	Lechtal-Decke II		-5.785 Hauptdolomit
	-1.647 Hauptdolomit		-6.220 Raibler Schichten, chemische Serie
-2.880	-2.880 Raibler Schichten, chemische Serie; Überschiebung	-6.299	-6.299 Raibler Schichten, klastische Serie; Überschiebung
-4.186	Lechtal-Decke I	-6.401	Randschuppe
	-3.167 Raibler Schichten, chemische Serie		-6.304 Losenstein-Formation (Randcenoman)
	-3.635 Raibler Schichten, klastische Serie		-6.335 Aptychen-Schichten
	-3.951 Partnach-Formation		-6.373 oberer Mitteljura; Überschiebung
-4.186	-4.186 Alpiner Muschelkalk; Überschiebung	-6.401	-6.401 Losenstein-Formation und Aptychen-Schichten; Überschiebung
-6.299	Allgäu-Decke	-6.468	Helvetikum
	-4.477 Allgäu-Formation		-6.468 Wang-Formation (Campanium) Amden-Formation (Coniacium/Santonium)
	-4.507 Adnet-Formation, „Rätolias“-Riffkalk		Seewen-Formation (Turonium) (ET)

Tab. 90.
Bohrprofil von Vorderriß 1 (nach BACHMANN & MÜLLER, 1981: 17). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 159).

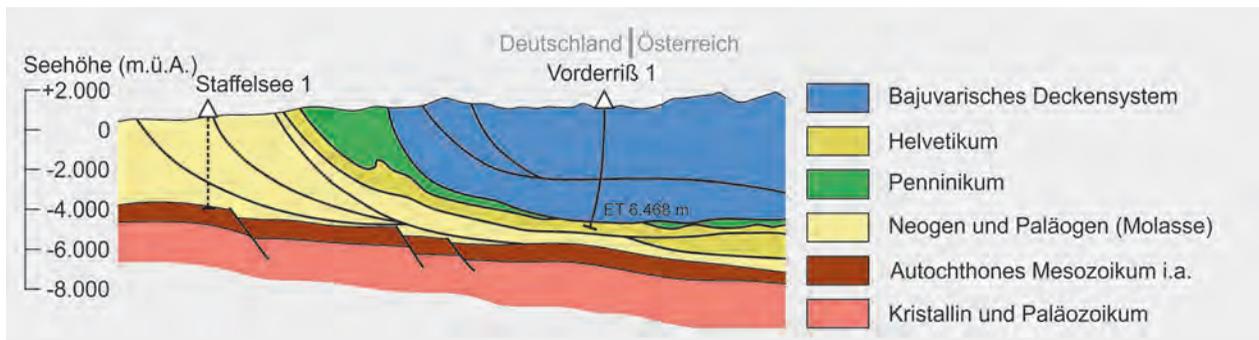


Abb. 88.
N-S Tiefenprofil: Staffelsee–Benediktenwand–Vorderriß 1 (nach WESSELY & ZIMMER, 1993: Abb. 8, Profil 6).

Bohrteufe (m)	Saigerteufe (m)	Maximaltemperatur (°C)	Gradient (°C/100 m)	Gradient (°C/100 m) (T _{0P})
1.044	1.043	40	3,8	3,2
2.603	2.601	60	2,3	2,0
3.736,5	3.726	65	1,7	1,6
4.014	3.995	78	2,0	1,8
4.613	4.569	92	2,0	1,9
5.057	4.996	106	2,1	2,0
5.390	5.327	113	2,1	2,0
5.995	5.931	129	2,2	2,1
6.364	6.299	139	2,2	2,1
6.425	6.359	140	2,2	2,1

Tab. 91.
Maximaltemperaturen und daraus ermittelte Temperaturgradienten der Bohrung Vorderriß 1 (nach BACHMANN & MÜLLER, 1981), Ergänzung des geothermalen Gradienten mit Berücksichtigung der mittleren Jahrestemperatur (T_{0P}) von 6,9 °C am Standort Vorderriß 1.

Wasserwegigkeit durch Kluftporosität hin. Im Zusammenhang mit Sulfatgesteinen (Anhydrit) in den Raibler Schichten wurde ein Auftreten von Schwefelwasserstoff festgestellt. Bei Tests im untersten Bohrlochabschnitt (5.400 bis 6.442 m) wurden keine nennenswerten Zuflüsse festgestellt.

Der aus den BHT-Maximaltemperaturen unter Berücksichtigung der mittleren Jahrestemperatur von 6,9 °C am Standort abgeleitete Gradient beträgt 2,1 °C/100 m (Tab. 91). Nach 24-stündiger Standzeit der Bohrung wurde bei 6.425 m (Helvetikum) eine maximale Bohrlochsohltemperatur von 140 °C gemessen (BURGER & RISCHMÜLLER, 1981).

7.1.9 Hindelang 1 (D)

Die Explorationsbohrung Hindelang 1 wurde 1984 bis 1986 ca. 2 km SE des Ortszentrums von Bad Hindelang (Landkreis Oberallgäu, Bayern) und ca. 3,5 km westlich der Staatsgrenze zu Österreich abgeteuft. Die Bohrlokation liegt nur ca. 1 km östlich der Überschiebungstirn der Kalkalpen (Allgäu-Decke) im Tal der Osterach. Ziel des Tiefenaufschlusses sollte die Untersuchung des autochthonen Untergrundes unter den alpinen Decken sowie des Internbaues der allochthonen Einheiten sein.

Nach geringmächtigem Quartär (-10,5 m) und Hauptdolomit der Allgäu-Decke (-379 m) sowie Arosa-Zone (bis -396 m) wurden bis -1.202 m Gesteine der Rhenodanubischen Flyschzone angetroffen. Darunter folgte eine über 3.300 m mächtige Abfolge von Gesteinen des Helvetikums (Tab. 92, Abb. 89). Nach Korrelation der Schichtfolgen und Analogien zu Obertageaufschlüssen werden drei helvetische Einheiten, die Allgäuer Säntis-Decke (bis 2.712 m), die Hindelang-Decke (bis 4.068 m) und (?)Hohenems-Decke (bis 4.540 m) unterschieden, die in elf tektonischen Schuppen vorliegen (Tab. 92;

Teufe (m)	Hindelang 1	Teufe (m)	Hindelang 1
-10,5	Quartär	-2.571	5. Schuppe
-379	Kalkalpin, Allgäu-Decke	-2.372	Seewen-Formation
	-379 Hauptdolomit	-2.400	Selun-Member
-396	Arosa-Zone	-2.403	Brisisandstein
	-396 Metamorphite, Sandsteine, Ton- und Mergelsteine, Vulkanite	-2.571	Schrattenkalk
		-2.613	6. Schuppe
-1.202	Rhenodanubischer Flysch		-2.613 Seewen-Formation
	-463 Quarzit Serie	-2.712	7. Schuppe
	-478 Tristel-Formation; Überschiebung		-2.688 Amden-Formation
	-560 Quarzit Serie		-2.712 Seewen-Formation
	-616 Untere Bunte Mergel	-4.068	Helvetikum, Hindelang-Decke
	-865 Zementmergel-Serie, Überschiebung	-4.068	8. Schuppe
	-900 Tristel-Formation und Quarzit-Serie		-2.832 Kieselkalk
	-907 Reiselberg-Formation		-3.192 Betlis-Formation (Betliskalk)
	-920 Untere Bunte Mergel?		-3.314 Örla-Formation
	-1.167 Quarzit-Serie intern verschuppt; Überschiebung		-3.373 Palfris-Formation; Überschiebung
	-1.173 Seewen-Formation, Garschella-Formation (Helvetikum-Schürfling); Überschiebung		-3.926 Quinten-Formation mit Schilt-Formation
	-1.202 Quarzit-Serie		-3.952 Reischiben-Formation
-4.540	Helvetikum		-4.068 Bommerstein-Formation
-2.712	Helvetikum, Allgäuer Säntis-Decke	-4.540	Helvetikum, vermutlich Hohenems-Decke
-1.709	1. Schuppe	-4.475	9. Schuppe
	-1.258 Seewen-Formation (Seewer Kalk)		-4.436 Schrattenkalk
	-1.281 Selun-Member		-4.475 Drusberg-Formation
	-1.316 Brisisandstein	-4.540	10. Schuppe
	-1.635 Schrattenkalk		-4.511 Schrattenkalk
	-1.709 Drusberg-Formation		-4.529 Drusberg-Formation
-1.840	2. Schuppe		-4.540 Kieselkalk
	-1.840 Schrattenkalk	> -4.540	11. Schuppe
-1.936	3. Schuppe	wenige m	Lochseitenkalk und Subhelvetikum
	-1.855 Seewen-Formation	-5.470	Nordhelvetische Flysch-Gruppe (Obereozän) Tonstein, Tonmergel- und Mergelstein, untergeordnet Silt-, Sandstein, Karbonatgesteine
	-1.892 Selun-Member		
	-1.925 Brisisandstein		
	-1.936 Schrattenkalk		
-2.348	4. Schuppe	-5.653,6	Molasse (Oligozän) Mergel-, Tonmergelstein, Sandstein, Kalkarenite; ET 5.653,6 m.
	-2.172 Seewen-Formation		
	-2.215 Selun-Member		
	-2.244 Brisisandstein		
	-2.348 Schrattenkalk		

Tab. 92.

Bohrprofil von Hindelang 1 (nach HUBER & SCHWERD, 1995: 27–28; kombiniertes Profil aus dem 1. und 3. Bohrloch). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 160).

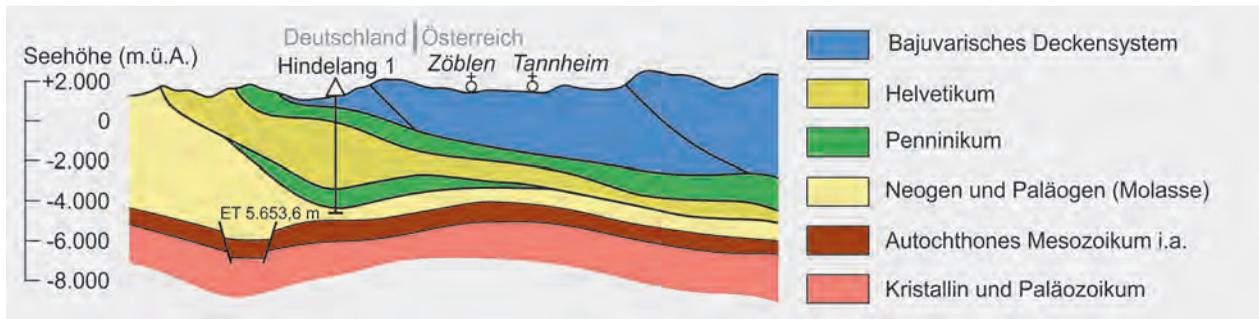


Abb. 89. N-S Tiefenprofil: Grünten–Hindelang 1–Tannheim (nach WESSELY & ZIMMER, 1993: Abb. 8, Profil 7).

HUBER & SCHWERD, 1995: 27–28). Nach wenigen Metern stark tektonisch beanspruchter Karbonate (Äquivalente des Lochseitenkalks) folgen bis 5.470 m Nordhelvetischer Flysch und darunter, bis zur Endteufe, Gesteine der allochthonen Molasse (MÜLLER, 1995; HUBER & SCHWERD, 1995). In den basalen Abschnitten traten in den stark tektonisierten Formationen hohe Porendrucke und Gaszutritte auf, die zu bohrtechnischen Komplikationen führten. Die Bohrung musste schließlich bei einer Endteufe von 5.653,6 m eingestellt werden, ohne das Autochthone Mesozoikum erreicht zu haben.

Beim Bohren traten bereits im Hauptdolomit und insbesondere im Helvetikum Spülungsverluste auf, die auf Durchlässigkeiten überwiegend durch Kluftporosität hinweisen. Knapp 70 % der helvetischen Schichtfolge besteht aus Kalken (Seewerkalk, Schrattekalk, Quintner Kalk, zusammen 67 %) und untergeordnet Sandstein (Brisisandstein 3 %), die in der tektonisierten Abfolge potenzielle Kluftaquifere darstellen. Im ersten Bohrloch bis 4.805,6 m waren insgesamt ca. 1.190 m³ Spülungsverluste zu verzeichnen. Bis zur Einstellung der Bohrung betrug der Spülungsverlust ca. 2.400 m³ (HUBER et al., 1995). Im unteren Bohrlochabschnitt, ab dem Nordhelvetischen Flysch wurde ein Übergang zu einer Hochdruckzone (ca. 4.924 bis 5.653,6 m ET) festgestellt, die ein Spülgewicht bis maximal 2,48 kg/l erforderte (MÜLLER & NIEBERDING, 1995; HUBER et al., 1995: 274). In diesem Abschnitt wurden Gaszutritte festgestellt, die den Bohrverlauf stark behinderten.

Aus den gemessenen und korrigierten Bohrlochtemperaturdaten ergibt sich ein geothermischer Gradient von 2,4°/100 m. Im Bereich des Nordhelvetischen Flysches

und der Molasse deutet sich ein relativer Anstieg des Gradienten an (HILTMANN et al., 1995).

Auf Grund der Position der Bohrung Hindelang 1 nahe der Überschiebung der Kalkalpen können die hier aufgezeigten geologisch-hydrogeologischen und strukturellen Verhältnisse auf einen weiten Bereich des alpinen Überschiebungsraumes in Westösterreich übertragen werden.

7.1.10 Vorarlberg-Au 1 (V)

Die Bohrung Vorarlberg-Au 1 wurde zur Erschließung des helvetischen Deckenbaues und dessen Unterlagerung am Einschnitt der Bregenzer Ache durch den markanten, gewölbartigen Juraaufbruch der Kanisfluh (Bregenzer Wald) angesetzt und abgelenkt gegen SE gebohrt. Der 1985/1986 durchgeführte Tiefenausschluss zeigte nach 117 m Quartär eine duplexartig verschuppte Abfolge von helvetischem Mittel- und Oberjura, die der Vorarlberger Säntis-Decke (bis 4.250 m) und bis zur Endteufe von 4.302 m der Hohenems-Decke zugerechnet wird (COLINS et al., 1990) (Tab. 93, Abb. 90).

Die in Quintner Kalk und Bommerstein-Serie der Säntis-Decke festgestellten Gasanzeichen und Zuflüsse von Formationswasser (ca. 24.000 mg/Cl) bei Tests in diesen Formationen weisen auf eher geringe Durchlässigkeiten durch Kluftporositäten in tektonisierten Bereichen hin. Aus den Maximaltemperaturen der Tests ergibt sich ein geothermischer Gradient von 3 °C/100 m. In einer Tiefe von -3.333 m Seehöhe wurden 131 °C gemessen.

Teufe (m)	Vorarlberg-Au 1	Teufe (m)	Vorarlberg-Au 1
-117	Quartär		-2.918 Zementsteinschichten
-4.259	Helvetikum, Säntis-Decke		-3.672 Quinten-Formation
	-130 Schilt-Formation		-3.772 Schilt-Formation
	-696 Bommerstein-Fm. (Bommerstein-Serie)		-3.898 Reischiben-Formation
	-850 Mols-Member; Überschiebung		-4.250 Bommerstein-Formation; Überschiebung
	-2.770 tektonische Wiederholungen	-4.302	Helvetikum, Hohenems-Decke
	Bommerstein-Formation, Mols-Member; Überschiebung		-4.302 Quinten-Formation (Quintner Kalk) (ET)

Tab. 93. Bohrprofil von Vorarlberg-Au 1 (nach COLINS et al., 1990: 94–95). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 160).

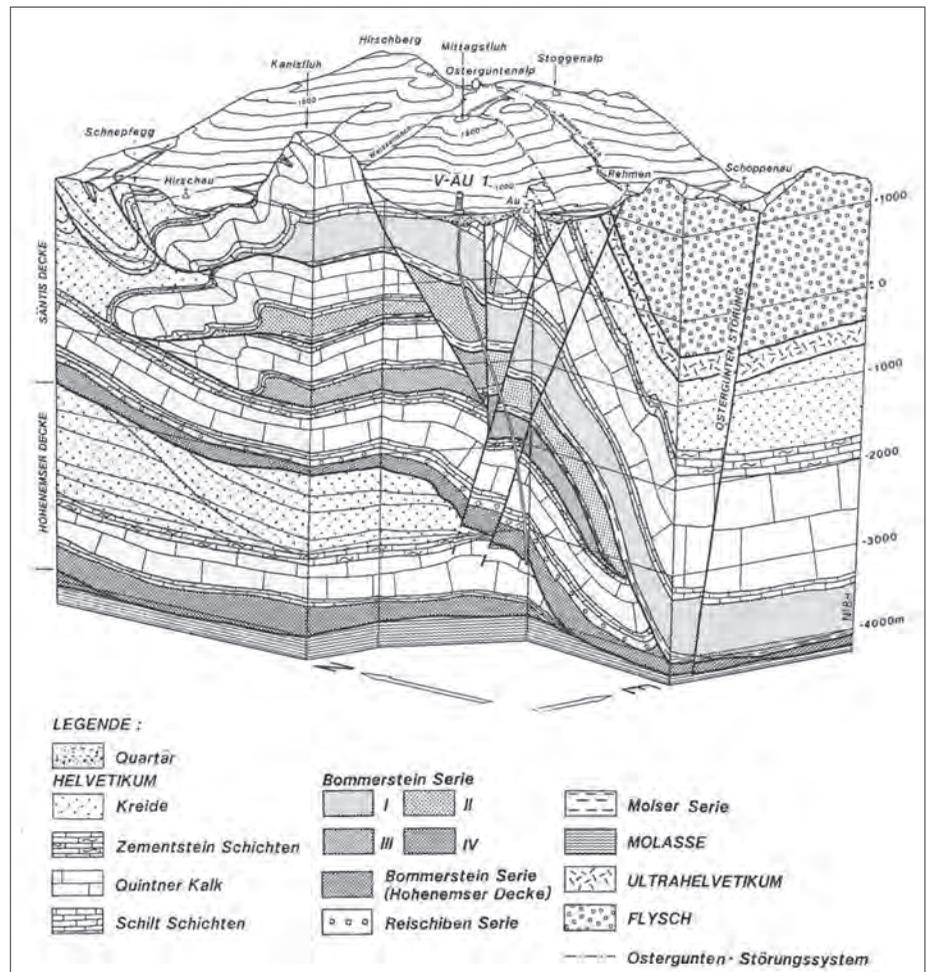


Abb. 90. Geologisches Blockbild, Schnitt durch die Bohrung Vorarlberg-Au 1, Blickrichtung aus SW (COLINS et al., 1990: Abb. 6).

7.1.11 Sulzberg 1 (V)

Mit der 1983/1984 abgeteufte Explorationsbohrung Sulzberg 1 im nördlichsten Bregenzer Wald gelang ein Tiefenaufschluss der Allochthonen und Autochthonen Molasse sowie des Autochthonen Mesozoikums bis in das kristalline Basement. Die Bohrung durchhörte den Südschenkel einer Triangle-Zone mit mehreren Molasse-Schuppen (bis 4.280 m) und unterlagernder Autochthoner Molasse. Der Top des Autochthonen Mesozoikums wurde bei 4.777,5 m angetroffen. Die ca. 840 m mächtige Abfolge von Oberjura bis Muschelkalk über-

lagert Gneise des Kristallins, das bei 5.617 m erreicht wurde (Abb. 91, Tab. 94). Die Bohrung wurde bei einer Endteufe von 5.654 m eingestellt (MÜLLER, 1985). Bei den Teufenangaben ist zu berücksichtigen, dass auf Grund der Abweichung der Bohrung von 890 m im Azimut 285° der Teufenverlust von 106,7 m beträchtlich ist.

In Abschnitten der Molasse und dem Autochthonen Mesozoikum zeigten Zuflüsse Indikationen für Klüftwegigkeiten. Nach den Temperaturdaten (Abb. 92) ergibt sich ein geothermischer Gradient von 3,2 K/100 m.

Teufe (m)	Sulzberg 1	Teufe (m)	Sulzberg 1
-12	Quartär	-4.777,5	Autochthones tieferes „Tertiär“
-4.280	Allochthone Molasse	-5.617	Autochthones Mesozoikum
	- ca. 2.520 Untere Süßwassermolasse der Salmas-Schuppe; Überschiebung		-5.401 Oberjura („Malm“)
	- ca. 3.350 Untere Süßwassermolasse der Hauchenberg-Schuppe; Überschiebung		-5.519 Mitteljura („Dogger“)
	-4.060 Untere Süßwassermolasse der parautochthonen Molasse; Überschiebung		-5.577 Unterjura („Lias“) und Rhätium
		-5.584,4	Keuper
		-5.617	Muschelkalk Schichtlücke
		-5.654	Gneis, Kristallin (ET)

Tab. 94. Bohrprofil von Sulzberg 1 (nach MÜLLER, 1985: 18). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 160).

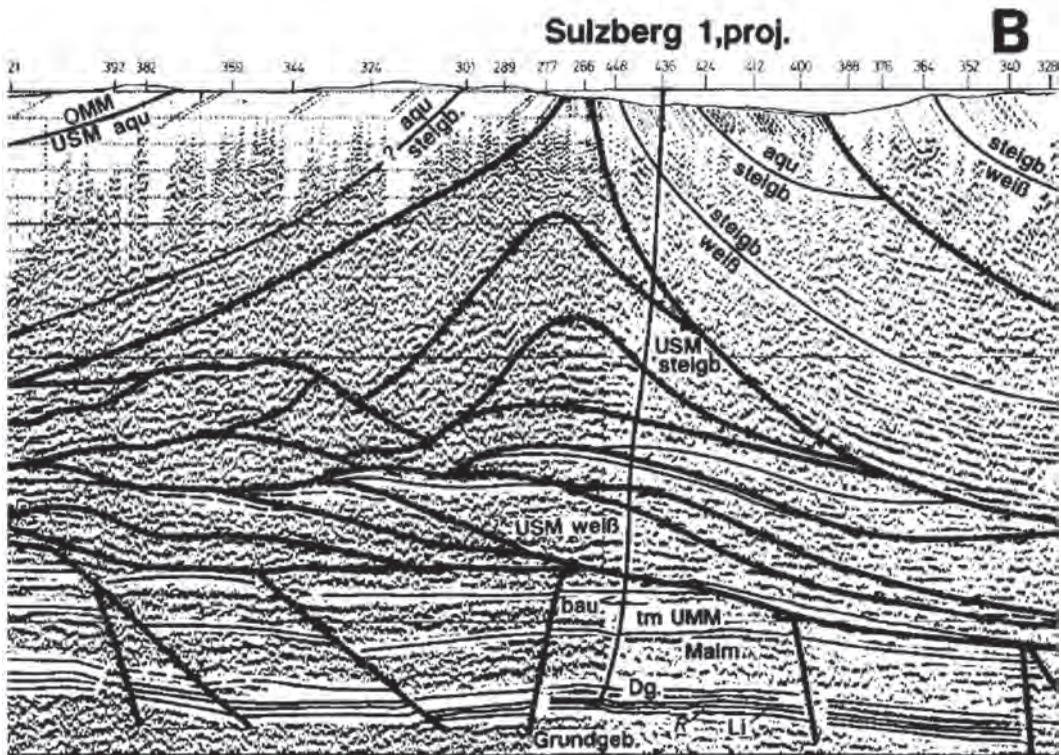


Abb. 91. Schnitt durch die Triangle-Struktur im Bereich der Bohrung Sulzberg 1, strukturelle Interpretation der Seismiklinien V.A.8135 und W.M.7909 nach den Bohrergebnissen (VOLLMEYER & JÄGER, 1995: Abb. 2, B).
 OMM: Obere Meeressmolasse, UMM: Untere Meeressmolasse, aqu: Aquitanium, steigb.: Steigbachschichten, weiß: Weißbachschichten, bau: Bausteinschichten, tm: Tonmergelschichten, Malm: Oberjura, Dg.: Dogger (Mitteljura), Li: Lias (Unterjura), R: Rhätium, Grundgeb.: Grundgebirge.

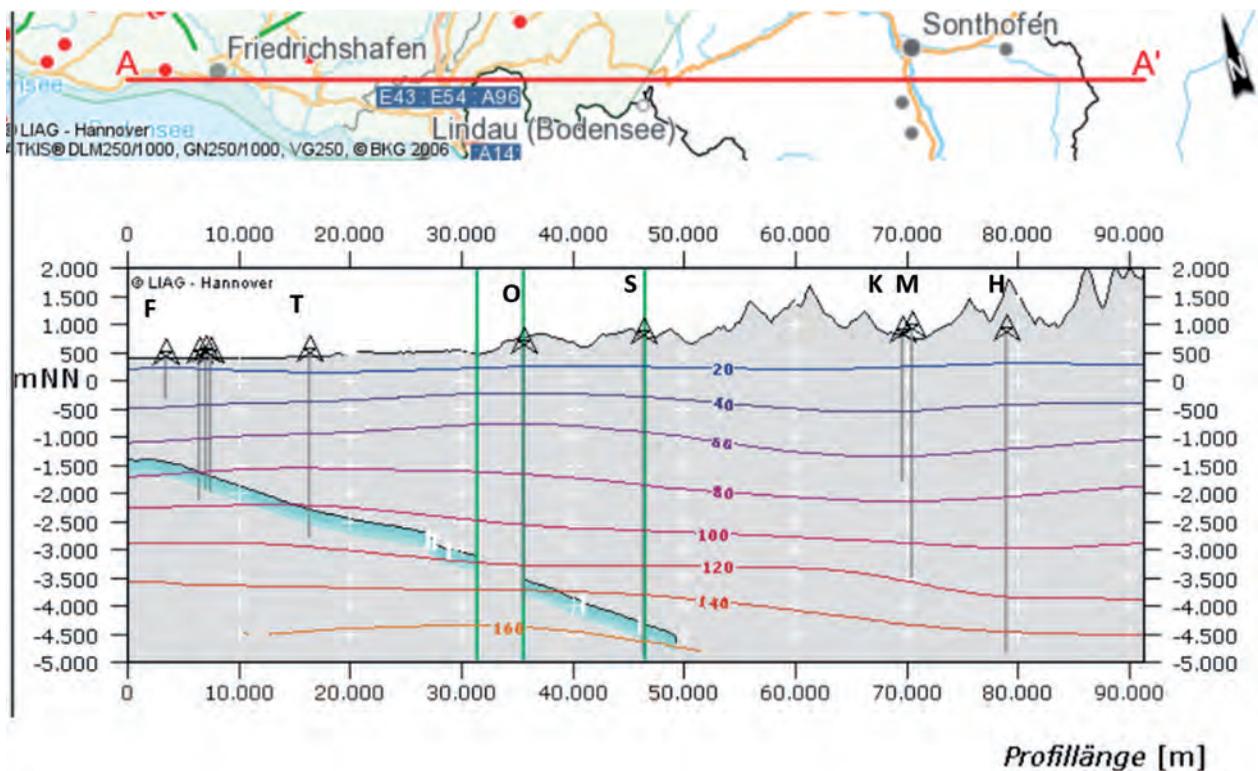


Abb. 92. Schematischer Schnitt, Verteilung der Untergrundtemperaturen nach GeotIS, www.geotis.de (AGEMAR et al., 2014): W-E Schnitt entlang der Bohrungen Friedrichshafen 1 (F), Tettang 1 (T), Opfenbach 1 (O), Sulzberg 1 (O), Kierwand 1 (K), Maderhalm 1 (M) und Hindelang 1 (H).

Teufe (m)	Dornbirn 1	Teufe (m)	Dornbirn 1
-336,5	Quartär -53: Alluvium -258/307: Postglazial -336,5: Spätglazial	-2.920,6	Untere Bunte Molasse (Molasse rouge) -1.350: Braune Serie -1.640: Braunrote Serie -2.920,6: Rote Serie (ET)

Tab. 95.
Bohrprofil von Dornbirn 1 (nach Huf, 1963: 9). Siehe auch Kapitel 12 (Abb. 160).

7.1.12 Dornbirn 1 (V)

Die 1959/1960 im Vorarlberger Rheintal abgeteufte Bohrung Dornbirn 1 war der erste Tiefenaufschluss der Kohlenwasserstoffexploration im Westen des ostalpinen Überschiebungsraumes. Sie wurde zur Untersuchung der quartären Füllung des Rheintales und der darunter folgenden Faltenmolasse, ca. 2 km NW der Helvetikum-Überschiebung auf die Allochthone Molasse abgeteuft. Unter alluvialen Schichten (Lehm, Torf, Kies, sandiger Lehm bis 53 m) folgt eine ca. 283,5 m mächtige Abfolge von Seetonen. Die präquartäre Talsohle wurde bei 336,5 m angetroffen. Darunter wurden bis zur Endteufe von 2.920,6 m teilweise steil gelagerte und tektonisierte Schichten der Unteren Bunten Molasse erbohrt (Huf, 1963) (Tab. 95). Zuflüsse von gespanntem Wasser mit Lösungsgas in einer Kalksandsteinabfolge im Bereich von 2.482 m sowie Zuflüsse und Spülungsverluste im tieferen Bohrlochabschnitt weisen auf Wasserwegigkeiten durch Kluftporositäten hin. Der geothermische Gradient beträgt nach BHT-Daten ca. 3 K/100 m.

7.2 Einzelne Thermalwasservorkommen in den Nördlichen Kalkalpen

(D. ELSTER)

7.2.1 Aflenz (STMK)

Aktuelle Nutzung und Entwicklungsgeschichte

Die im Jahr 1996/1997 abgeteufte Tiefbohrung Groisenbach 1 (Abb. 93) konnte aus technischen Gründen nicht weiter genutzt werden. Anschließend wurde im

Sommer 1999 die zweite Tiefbohrung Aflenz Thermal 1 (Dörflach) niedergebracht (Abb. 93). Aufgrund der geringen Zuflüsse in den tieferen Horizonten wurde die Bohrung als nicht direkt nutzbar eingestuft.

Hydrogeologie

Die Tiefbohrungen Aflenz Groisenbach 1 und Thermal 1 (Dörflach) wurden im Aflenz-Becken niedergebracht. In diesem Bereich weist der Festgesteinsuntergrund unter der neogenen Beckenfüllung folgenden tektonischen Bau auf (Abb. 94): Unter den mesozoischen Sedimentgesteinen der Nördlichen Kalkalpen folgen siliziklastische Metasedimente und Metavulkanite der Grauwackenzone. GRATZER et al. (2001) untergliedern die Grauwackenzone in die Obere Grauwackendecke (mit Porphyroiden und Quarzphylliten) und Untere Grauwackendecke (Veitsch-Decke mit kohligem Karbon-Schiefern, grauen Quarzwacken und Metavulkaniten). Die im Liegenden auftretende Abfolge von Mitteltrias (Thörl-Kalke und Dolomite), Semmeringquarzit und Alpinem Verrucano ist bereits der permomesozoischen Sedimentbedeckung des ostalpinen Kristallins des Troiseck-Zuges zuzuordnen. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass im Bereich der Bohrung diese Metasedimente aufgrund einer steil nach Norden gerichteten Aufschübung lokal auf dem Gesteinsbestand der Grauwackenzone zu liegen kommen (Tab. 96). Das mit neogenen Sedimenten gefüllte, asymmetrische Aflenz-Becken ist mit dem sinistralen Mur-Mürz-Störungssystem (Miozän) zu assoziieren und weist eine tiefere Einsenkung im Süden auf. Die Nordseite ist hingegen flacher ausgebildet.

Abb. 93.
Lage der Erschließungen östlich von Aflenz Kurort.

