

## Q GEOTHERMIE

Kaum beachtet ist in unserem Land die Möglichkeit einer Nutzung der geothermischen Energievorräte, obgleich Österreich als Alpenstaat einerseits, als Anrainer an dem pannonischen Wärmedom mit seinem hochliegenden Mantel andererseits durchaus günstige Chancen für geothermische Energiegewinnung hätte.

Österreich verfügt über vier Regionen, die in Hinblick auf erhöhten Wärmefluß oder Wärmetransport durch gerichtete Grundwasserströme von Interesse sind: 1. der Anteil am Westrand des Pannonischen Beckens und der angrenzenden Regionen mit ausgedünnter Kruste wie Burgenland, Oststeiermark und Ostkärnten, 2. das Wiener Becken mit großen Bruchsystemen, an denen erwärmte Wässer der Tiefe hochsteigen, 3. bestimmte Teile des Alpenvorlandes in Oberösterreich, 4. die Voralberger Region im Bereich der Rheintal-Querstruktur (Überblick in BUNDESMIN. WISS. FORSCH., 1976; F. RONNER, 1980 und A. TOLLMANN, 1980 b).

Im einzelnen seien folgende Erläuterungen zu den geothermischen Verhältnissen dieser Regionen gegeben.

1. Pannonisches Becken und alpine Ostrand-Becken mit gegen Osten ausdünnender Kruste: Wie S. 140 erwähnt, nimmt nach den geophysikalischen Untersuchungen des Alpenlängsprofils die Kruste in Österreich von 50 km unter den Zentralalpen ab Judenburg gegen Osten hin beständig an Mächtigkeit ab, sodaß sie im Pannonischen Becken in Ungarn und in der österreichischen Grenzregion auf 25 km und darunter reduziert ist und dadurch der heiße Mantel hoch emporreicht (vgl. Wärmeflußkarte Europas von V ČERMÁK, 1979). Während im stabilen Europa der Wärmefluß im Durchschnitt 1,5 HFU (Wärmeflußeinheiten) beträgt, steigt er im Ungarischen Becken auf 2,6 HFU, liegt in den angrenzenden Teilen Ostösterreich bei 2,5, im Lavanttal (Zentrum: Kollnitz) ebenfalls bei 2,6 HFU. Aus den Erdöl- und Wasser-Bohrungen der Oststeiermark wissen wir, daß im Raum SW Feldbach, noch mehr im Gebiet NW Loipersdorf und Fürstenfeld bis Waltersdorf (H. ZOJER, 1984, S. 39) der geothermische Gradient statt  $30 \text{ m}/1^\circ \text{ C}$  (Normalwert) bei  $16 \text{ bis } 18 \text{ m}/1^\circ \text{ C}$  liegt, sodaß in optimalen Bereichen hier in der Tiefe von 1000 m bereits  $60^\circ$  bis  $70^\circ$  heiße Wässer auftreten – Abb. 114. In der Bohrung Binderberg bei Loipersdorf S Fürstenfeld wurde in rund 1550 m Tiefe Heißwasser mit  $96^\circ \text{ C}$  angetroffen, in Waltersdorf in der Oststeiermark in 1250 m Tiefe Wasser mit  $61^\circ \text{ C}$ , in Bad Radkersburg wurde in 1800 m Tiefe an der Basis des Tertiärs zum paläozoischen Kalkuntergrund  $80^\circ \text{ C}$  heißes Wasser erschrotet (vgl. H. LEDITZKY & H. ZOJER, 1984, S. 37 f.). Die Geoisothermen dieser Region stehen offenbar mit dem erhöhten Wärmefluß aus dem Mantel in Zusammenhang und sind unabhängig von den jungen Vulkanbauten – vgl. S. 295.

2. Im Wiener Becken ist zwar kein erhöhter Wärmefluß zu registrieren (vgl. T. BOLDIZSÁR, 1968, Abb. 5; bzw. das Beispiel der Bohrung Aspern 2 bei Wien, die aus 3000 m Tiefe bloß  $105^\circ$  heißes artesisches Wasser brachte), wohl aber sind die gewaltigen Brüche, die den kräftigen kalkalpinen Grundwasserstrom im Beckenuntergrund lenken, für ein Hochkommen von Heißwasser in geringe Tiefe an der Thermenlinie verantwortlich. Während in der Bohrung Sollenau 1 am Kalkalpenrand der rasch strömende, beckenwärts gerichtete Kaltwasserzufluß mit  $32^\circ$  (statt  $86^\circ$ ) in 2470 m

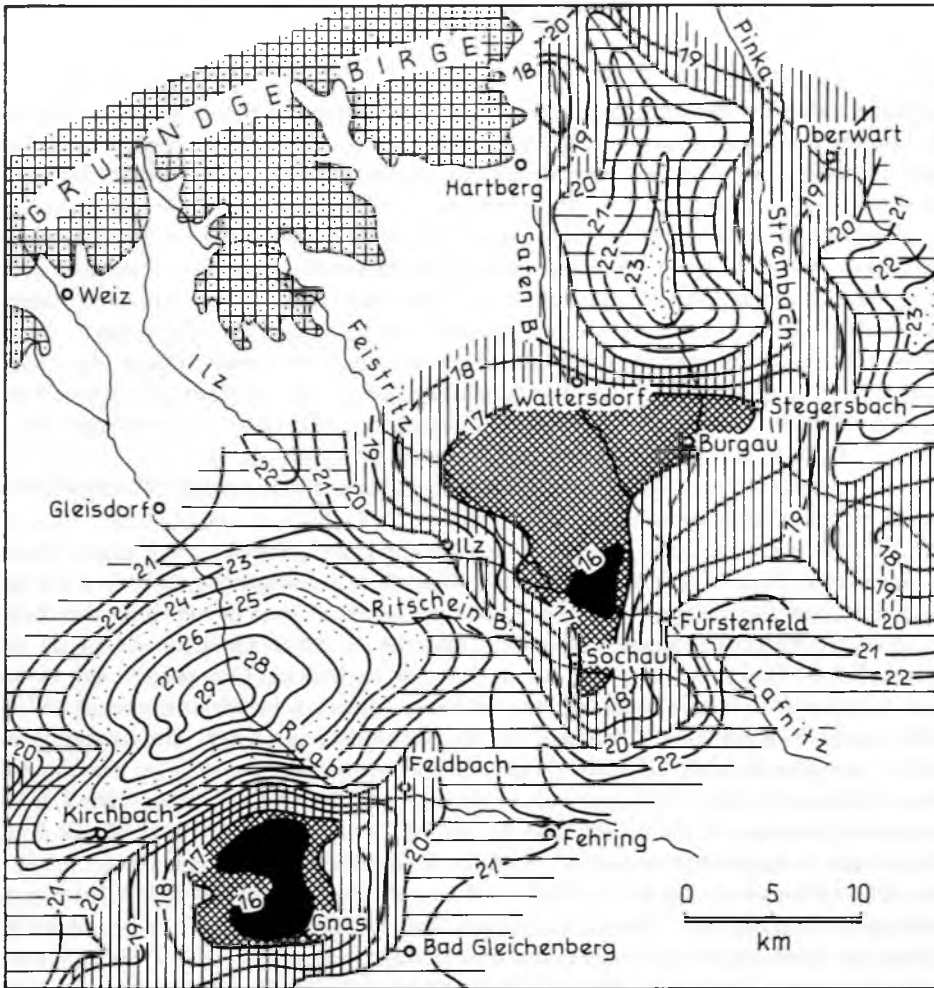


Abb. 114: Geoisothermenkarte des Ostteiles des Steirischen Beckens. Die Isolinien geben die geothermische Tiefenstufe an ( $m/1^{\circ}C$ ). Dargestellt auf Grund der Temperaturmessungen an artesischen Brunnen durch H. ZÖJER (1977, Abb. 2).

Tiefe und in Berndorf 1 mit  $49^{\circ}$  (statt  $156^{\circ}$ ) in 4750 m Tiefe gemessen wurde, steigen diese Grundwasserströme – nach Auswertung der Meßdaten der Bohrungen im Wiener Becken durch G. WESSELY (1983) – erwärmt an dem großen beckeninternen Störungsbündel im Leopoldsdorfer Bruchsystem empor und nähren rückströmend die Warmwasserströme und -quellen an der Thermenlinie (Bd. II, Abb. 241). Ein spiegelbildlich gleiches Regime stellt sich an der östlichen Thermenlinie am Ostrand des Wiener Beckens (Bd. II, S. 522) ein.

3. Positive Wärmeanomalien ergeben sich ferner in der oberösterreichischen

Molassezone NE Grießkirchen und bei Geinberg S Oberberg/Inn, wo in einer Tiefe von 1000 m bereits die 60°-Isotherme überschritten wird (B. KUNZ, 1978). In der Bohrung Geinberg WNW Ried/Innkreis wurde im verkarsteten Jurakalk des Molasseuntergrundes in 2150 m Tiefe 100° heißes Wasser angetroffen – Abb. 115.

4. Aus der Vorarlberger Molassezone wissen wir durch die Tiefbohrung Dornbirn, daß in 2280 m Tiefe 136° C herrscht. Dies steht in Übereinstimmung mit dem schon zuvor bekannten erhöhten Wärmefluß in der westlich anschließenden Schweizer Molassezone.

Die Messungen des Wärmeflusses sind teils in Erdölbohrungen, teils aus Bohrungen für technische Vorhaben (Tauernautobahn), aus Untertagebohrungen in Bergbauen, bei Tunnelbauten, aber auch in alpinen Seen vorgenommen worden. Ein Querprofil durch den Mittelabschnitt der Ostalpen hat folgende durchschnittliche Wärmewerte erbracht (R. HAENEL, 1976, S. 712): Voralpen 1,86 HFU, Nordalpen 2,04 HFU, Zentralalpen 1,64 HFU, Südalpen 1,77 HFU.

Als Ursachen für den erhöhten Wärmefluß lassen sich folgende Fakten erkennen:

1. Die kräftigste Erhöhung bewirkt der flächenmäßige Aufstieg des Mantels im Pannonischen Becken, das eine Back-arc-basin-Struktur darstellt, bei der die Kruste lokal bis unter 20 km ausgedünnt ist (S. 141). In Ungarn hat man daher bereits eine umfangreiche Nutzung der verfügbaren geothermischen Energie eingeleitet, sodaß dort zu Ende der siebziger Jahre bereits 0,5 Millionen m<sup>2</sup> Treibhausfläche und tausende Wohnungen geothermal beheizt worden sind, aber ein noch umfangreicheres Nutzungsprogramm in Entwicklung steht.

2. Im alpinen Raum hat die Orogenese ein komplexes System der Temperaturumschichtung bewirkt: Einerseits eine Verminderung des direkten Manteleinflusses für die Oberflächentemperatur durch Subduktion ursprünglich kalter Krustenteile und Verdickung der Kruste in den Zentralalpen auf (heute noch) 50 km; andererseits sind zweifellos basische Gesteinskörper, aus der Tiefe kommend, im tiefen Stockwerk des Deckenbaues, mit Wärmetransport verbunden, hochgeschaltet worden; ferner ist durch die Einbringung von wasserhältigen Sedimenten der Kruste in die Tiefe der Wärmetransfer an die Oberfläche erhöht worden, und schließlich sind mit der isostatischen Heraushebung des Alpenkörpers in den letzten 30 Millionen Jahren bei gleichzeitiger kräftiger Abtragung tiefere, wärmere Gesteinspartien hochgeschaltet worden, sodaß hierdurch eine um 20 bis 50 Prozent erhöhte Wärmestromdichte an der Oberfläche bewirkt worden ist.

3. Die Ursache für die positive Wärmeanomalie im Alpenvorland im Bereich der oberösterreichischen Molassezone ist nicht bekannt. Diese Anomalie könnte eventuell durch einen säkular aufsteigenden warmen Grundwasserstrom erklärt werden, der letztlich durch die hoch aufragenden Alpen im Hinterland als fernes Einzugsgebiet verursacht sein mag.

4. Besonders eindrucksvoll ist die Auswirkung tiefer Bruchsysteme auf die Wärmebilanz. Rückstau, Hochsteigen, Rückströmung von Thermalwässern schafft hier oft gravierende Veränderungen des normalen lokalen Wärmeflusses. In der Praxis sind solche bevorzugte Wege für Wasser aus der Tiefe von besonderer Bedeutung (Beispiele: westliche und östliche Thermenlinie im Wiener Becken, Rheintalbruchlinie etc.).

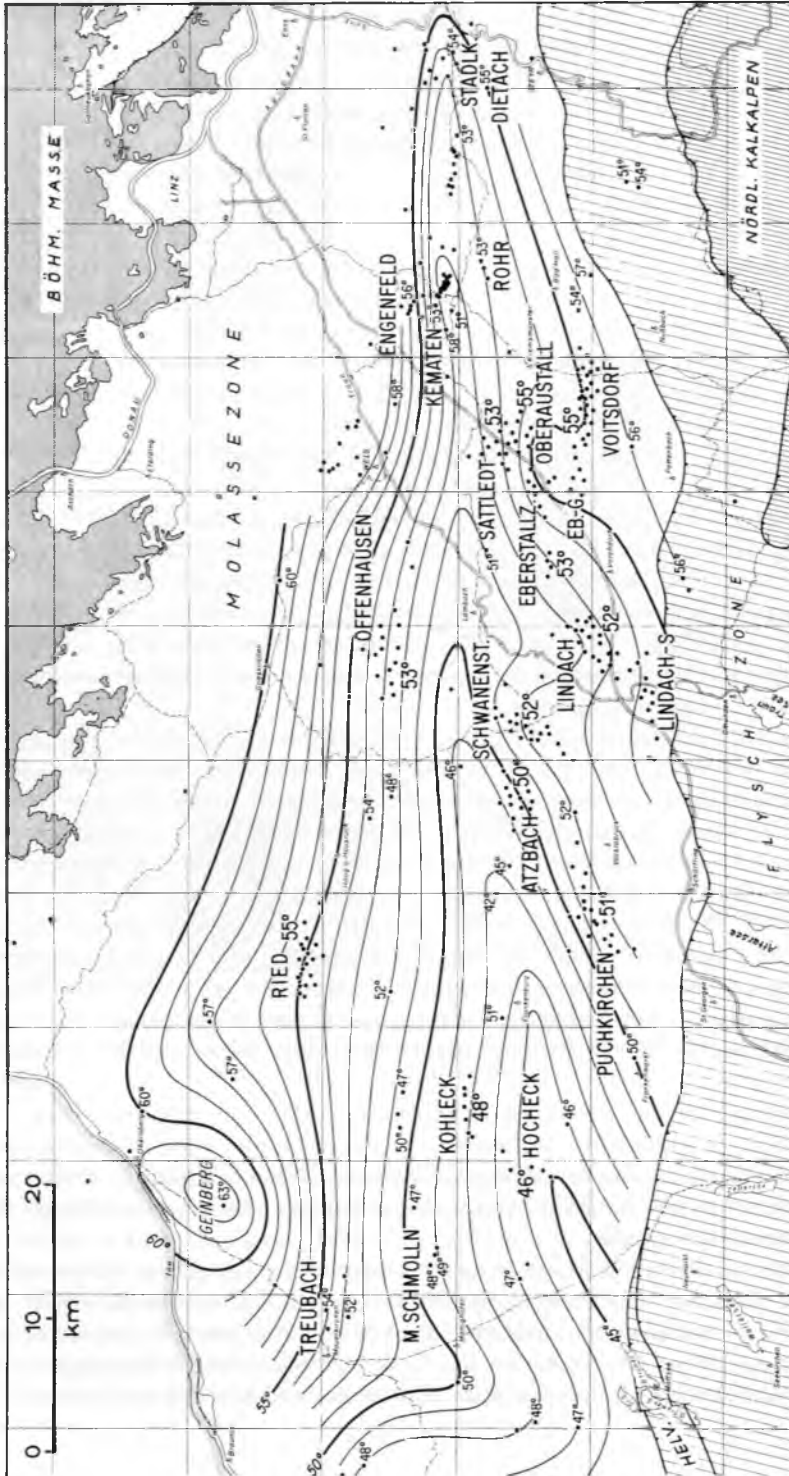


Abb. 115: Isothermen in 1000 m Tiefe in der oberösterreichischen Molassezone; nach B. KUNZ (1978, Abb. 8).

Die Bedeutung der Nutzung der Erdwärme ist im Zeitalter der Vergeudung der leicht zugänglichen fossilen Energieträger bisher unterschätzt worden, auch in unserem Land. Trotz jahrelanger erfolgreicher Nutzung der Geothermie im Nachbarland Ungarn ist in Österreich gerade erst jetzt im Jahr 1984/85 die erste Tiefbohrung mit dem Ziel der Nutzung geothermaler Energie im Fürstenfelder Becken in der Oststeiermark niedergebracht worden. Sie ist allerdings durch zu geringen Wasserzutritt erfolglos geblieben. Die bisher in Österreich genutzten Heißwässer der Tiefe aus Bohrungen (Oberlaa, Waltersdorf/Stmk., Geinberg/OÖ.) waren ja nur zufälliges Nebenprodukt von Tiefbohrungen mit anderen Zielsetzungen.

## Literatur

M. BOCCALETTI et al., 1976; T. BOLDIZSÁR, 1968; BUNDESMIN. WISS. FORSCH., 1976; V. ČERMÁK, 1979; S. P. CLARK, 1961; R. GIESE, 1970; R. HAENEL, 1974, 1976; R. HAENEL & G. ZOTH, 1973; W. JANOSCHEK, 1976; H. JANSCHKE, 1975; A. KAUFMANN, 1977; B. KUNZ, 1978; K. LACHMAYER, 1980; H. LEDITZKY & H. ZOJER, 1984; E. OXBURGH & PH. ENGLAND, 1980; F. RONNER, 1974, 1980; W. J. SCHMIDT, 1979; L. STEGENA et al., 1975, Abb. 8; A. TOLLMANN, 1980 b; M. VENDEL, 1963; F. WEBER et al., 1981; M. WEIGL, 1978; G. WESSELY, 1983; H. ZOJER, 1977, 1984.

## R TECHNISCHE GEOLOGIE

### 1. Überblick

Die erste zielbewußte Anwendung der geologischen Grundlagenforschung für die Praxis erfolgte in vielfältiger Form im Buch von E. SUESS „Der Boden der Stadt Wien“ (1862), in dem in minutiöser Weise der Zusammenhang zwischen geologischer Struktur, Lage der Friedhöfe der Stadt und Seuchenverbreitung im Grundwasserstrom unterhalb dieser Friedhöfe nachgewiesen worden ist. SUESS hat im Anschluß daran angewandte Geologie in weitestem Sinne betrieben, indem er auch noch die technischen Voraussetzungen zur Abhilfe von der Seuchengefahr – das Projekt einer Hochquellenleitung – selber schuf und auch selbst im Gemeinderat die Durchsetzung dieses Vorhabens gegen Unvernunft und Widerstand durchkämpfte.

Auch wenn wir uns hier im immens breiten Feld der angewandten Geologie auf den Bereich der technischen Geologie bzw. Ingenieurgeologie in Österreich beschränken wollen, hat auch diese Teildisziplin heute eine enorme Breite und praktische Bedeutung erlangt. Der technischen Geologie obliegt zunächst die technische Ma-