

Dieser Prozeß läuft außerordentlich langsam ab und führt nur in geologischen Zeiträumen zu meßbaren und wirtschaftlich interessanten KW-Mengen. Die natürliche KW-Bildung kann nun im Labor durch Pyrolyseexperimente nachgeahmt werden. Unter Pyrolyse versteht man die Aufspaltung („Cracken“) chemischer Verbindungen durch höhere Temperaturen. Aus unlöslichem Kerogen bilden sich z. B. bei Temperaturen zwischen 200 und 300° C Kohlenwasserstoffe, wie sie auch im Erdöl gefunden werden.

Im Zuge dieser Pyrolyseuntersuchungen mit gezieltem Aufheizen lassen sich außerdem die leichtflüchtigen, die mobilisierbaren flüssigen und die pyrolysierbaren KW im Gestein feststellen. Eine detaillierte Charakterisierung dieser Produkte erfolgt durch gekoppelte Pyrolyse – Gaschromatographie. Die freigesetzten gasförmigen KW werden an Quarz-Kapillarsäulen getrennt und mittels eines Flammenionisationsdetektors gemessen. Letzterer bewirkt eine gezielte Verbrennung der isolierten KW-Gase. Dabei tritt eine Erhöhung der Ionisation der Flamme gegenüber einem Trägergas auf; die elektrische Leitfähigkeit nimmt zu. Diese Veränderungen werden gemessen und ergeben spezifische Anhaltspunkte für die Zusammensetzung der Gasprobe. Die relativen und absoluten Anteile an KW erlauben auch

Rückschlüsse auf die Art und Reife des organischen Materials sowie auf Migrationsprozesse.

#### VI.1.5.6. Isotopengeochemie

Ein weiterer Beitrag zur Suche nach Erdöl und Erdgas ist von der Isotopengeochemie zu erwarten. Über die Bestimmung des Isotopenverhältnisses zwischen C-13 und C-12 Kohlenstoffatomen im Massenspektrometer lassen sich Aussagen über Reife und Typ der Muttersubstanzen, aus denen sich KW gebildet haben, treffen. In Verfeinerung dieser Isotopentechnik können Bodenproben, die bei der Entgasung je Kilogramm nur etwa ein 20millionstel Gramm Methan (CH<sub>4</sub>) liefern, einwandfrei untersucht werden. Solche Proben können aus Oberflächensedimenten, aus Bohrkernen oder aus Spülproben von Bohrungen während des Abteufens gewonnen werden.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel VI.1.5.:

EGLINTON, G. & MURPHY, M. 1969; FABER, E. 1987; FLATSCHART, R. 1985; GRASSHOFF, K. 1983; GUNDLACH, H., van den BOOM, G. & KOCH, W. 1981; HOLLERBACH, A. 1985; HUBER, L. 1984; KHARAKA, Y. 1985; MEINHOLD, R. 1979; OSTROFF, A. 1979; SCHROLL, E. 1976; SOFFER, Z. 1984; STAHL, W. & FABER, E. 1983; STRNAD, M. 1973; TEICHMÜLLER, M. & OTTENJANN, K. 1977; TISSOT, B. & WELTE, D. 1984; WAPLES, D. 1985.

### VI.1.6. Mineralwässer und Geothermie

von Konrad O. H. LACHMAYER

Bei der Prospektion auf Kohlenwasserstoff (KW) werden stets auch wasserführende Schichten angetroffen. Im günstigen Fall kann ein derartiger Wasserträger von Temperatur, Ergiebigkeit und Mineralisation her für die eine oder andere Verwertung von Interesse sein. Unter Mineralisation wird hier der Anteil an gelösten Stoffen im Wasser, angegeben in Milligramm pro Liter, verstanden.

#### VI. 1.6.1. Historisches

Schon in frühgeschichtlicher Zeit waren heiße Quellen bekannt. Bald hatten die

Menschen gelernt, die Heilwirkungen so mancher heißer, warmer oder auch kalter Quellen zu schätzen. Für die Heilwirkung vieler dieser Quellen gibt es auch medizinische Begründungen.

Auf österreichischem Gebiet sind heute über 200 Orte bekannt, an denen Heil-, Thermal-, Mineral- oder Tafelwässer auftreten, von denen eine ganze Reihe im Zuge der KW-Exploration aufgeschlossen wurden. Von diesen 200 Orten werden über 120 wirtschaftlich genützt, davon sind wiederum etwa 15 Thermen mit einer Auslauftemperatur von über 20° C zu ver-

zeichnen. Mineralwässer werden solche genannt, die in Summe mindestens 1000 mg (= 1 g) pro Liter gelöste Stoffe enthalten, während Tafelwässer eine geringere Mineralisation aufweisen.

Wo natürlich austretende Wässer entsprechend hohe Temperaturen zeigten oder sogar als Dampf vorkamen, haben sie schon in historischer Zeit auch zu Heiz- und Kochzwecken gedient. In Lardello, Italien, wird seit 1827 heißer Dampf aus Fumarolen (Austrittsstellen vulkanischer Gase und Dämpfe) zum Erhitzen von Eindampf-Kesseln verwendet, seit 1904 auch zur Erzeugung von elektrischem Strom. Heute werden weltweit über 6000 Megawatt an elektrischer Energie aus Heißdampf geothermischer Herkunft gewonnen, vor allem in den USA, auf den Philippinen, in Mexiko, Italien, Japan, Neuseeland und anderen Ländern (HUTTRER, G. W. 1990). In großem Maßstab wird geothermische Energie zum Heizen in Island und Ungarn verwendet. Für diese industrielle Nutzung werden Dampf und Heißwasser, ähnlich wie die Kohlenwasserstoffe, aus Bohrlöchern gefördert.

#### **VI.1.6.2. Herkunft der Erdwärme**

Rund 60 bis 70% der Erdwärme entstehen durch natürlichen radioaktiven Zerfall von Isotopen des Urans, Thoriums und Kaliums. Diese Elemente sind besonders in den Gesteinen der Granitreihe konzentriert. Wo große Granitkörper nahe der Erdoberfläche liegen, ist die Wärmeabgabe deutlich erhöht und zwar umso mehr, je jünger dieser Granitkörper, geologisch gesehen, ist. Eine weitere, besonders intensive (aber meist lokale) Wärmequelle gibt es in Regionen mit jüngerem Vulkanismus. Ebenso entsteht Wärme in der Tiefe der Erde durch Kompaktion in absinkenden Bekkenteilen und durch die Reibung bei tektonischen Vorgängen (Verfaltungen, Überschiebungen) sowie bei gewissen geochemischen Prozessen, bei denen Wärme frei wird. Bei dem erwähnten jüngerem Vulkanismus können in 500 bis 1000 m Tiefe Temperaturen bis zu 250° C auftreten. Zum Vergleich sei angeführt, daß z. B. im Nördlichen Wiener Becken in 1000 m Tie-

fe die Temperatur im Durchschnitt etwa 40° C beträgt.

#### **VI.1.6.3. KW-Bergbau und die unterirdischen Temperaturverhältnisse**

Bei der Prospektion auf KW werden durch die oft tiefreichenden Bohrungen die Verhältnisse untertage registriert. Gemessen werden z. B. Drücke, Temperaturen, das Fließverhalten von Öl, Gas und Wasser in den Gesteinsporen und -klüften. Dabei wird auch dort, wo keine KW in nutzbaren Mengen entdeckt worden sind, den ungewöhnlichen Erscheinungen, wie z. B. hoher Temperatur oder chemisch außergewöhnlichen Wässern, entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt.

Ganz allgemein interessieren die unterirdischen Temperaturverhältnisse aus folgenden Gründen:

- Aus der Temperaturverteilung können gewisse Schlüsse auf den geologischen Aufbau eines Gebietes gezogen werden, eventuell auch auf die Chancen, KW-Vorkommen zu finden.
- Durch Rückschlüsse und Kombination mit anderen geophysikalischen Verfahren können Vorstellungen über tiefere, technisch derzeit noch nicht erschlossene Stockwerke der Erdkruste gewonnen werden.
- Die Möglichkeit, geothermisch nutzbare Energie zu finden, ist natürlich zu allererst von den Temperaturverhältnissen abhängig.

#### **VI.1.6.4. Prospektion geothermischer Energiequellen**

Zur systematischen Suche nach geothermischen Energiequellen gehören geologische und hydrologische Vorarbeiten, Infrarotaufnahmen vom Flugzeug aus, geochemische und geophysikalische Untersuchungen und letztendlich dann Tiefbohrungen.

Nutzbare – weil konzentrierte – geothermische Energie kann in Form von Trockendampf, Naßdampf und Heißwasser vorliegen. Darüber hinaus gilt es noch den Geopressur-Typ, bei welchem überhitztes Wasser mit hohem Druck (nutzbare Ener-

gie!) und fast immer mit gelösten, brennbaren Gasen anfällt.

Die Verwendungsmöglichkeit ist mannigfaltig, jedoch von der Art des Vorkommens abhängig. Zur Erzeugung von elektrischem Strom eignen sich vor allem Trockendampf-Vorkommen, jedoch auch solche mit Naßdampf. Heißwasser wird zumeist zur Heizung von Gebäuden, Gewächshäusern, Fischzuchtanstalten, aber auch in der Industrie (z. B. bei der Papier-Erzeugung) und für Klimaanlage (Kühlung nach dem Eisschrankprinzip) verwendet.

Im Versuchsstadium (USA und BRD) befindet sich die Energiegewinnung durch Zirkulieren von Obertagewässern durch mindestens zwei Bohrungen, die durch künstlich geschaffene Fließwege in ursprünglich dichtem Gestein hoher Temperatur miteinander verbunden sind (Hot-dry-rock-System).

Geothermische Energie ist nicht uner-schöpflich. Entweder kommt es durch die ständige Entnahme von Dampf und/oder Heißwasser zur Druckabsenkung und damit zu abfallender Produktionsmenge; oder, falls das abgekühlte Wasser zur Druckerhaltung wieder eingepreßt wird, zu Abkühlungseffekten, somit zu verminder-tem Energieanfall, da die Erdwärme i. a. aus der Tiefe langsamer nachströmt, als Wärmeenergie entnommen wird.

#### **VI.1.6.5. Geothermische Wärmegewin-nung in Österreich**

In Österreich ist die Erschließung warmer oder heißer Wässer an die Sedimentbecken am Rande der Alpen gebunden, die auch Hoffungsgebiete für die KW-Prospektion sind. Diese Becken liegen im Burgenland, in der Steiermark, in Nieder- und Oberösterreich sowie in Vorarlberg.

Versuche im Nördlichen Wiener Becken (ÖMV – Bohrung Aspern 1) zeigten, daß hier nur geringe Energiemengen in Form von Heißwasser zutage gebracht werden konnten. Dazu kam, daß durch den sehr hohen Anteil an gelösten Stoffen (150.000 mg = 150 g pro Liter) dieses Wasser zudem nicht entsorgbar war. Der Versuch wurde daher abgebrochen.

Schon zu Beginn der Dreißigerjahre wurden durch die Firma Eurogasco im Südlichen Wiener Becken, im Bereich von Oberlaa am südlichen Stadtrand von Wien, beim Aufschließen seichter Gasvorkommen hochgespannte Wässer (Wässer mit hohem Druck) mit relativ hohen Temperaturen erbohrt. 1965 ließ die Gemeinde Wien eine Bohrung auf das Rothneusiedler Konglomerat abteufen, die später die Basis für das Kurzentrum Oberlaa wurde. Täglich werden hier etwa 2500 m<sup>3</sup> Wasser mit rund 45° C dem Thermalbad zugeführt, das sind etwa 30 Liter pro Sekunde.

Im oberösterreichischen Molassebecken wurde durch die RAG-Bohrung Geinberg 1 in rund 2800 m Tiefe Heißwasser mit 95° C erschlossen, welches für Heizungs- und Kühlzwecke Verwendung findet (J. E. GOLDBRUNNER 1987).

Im Kalkalpenbereich Salzburgs traf die KW-Aufschlußbohrung Vigaun 1 der ÖMV südlich Hallein im Salztal zwischen 1300 und 1400 m Bohrteufe auf hochge-spanntes Wasser mit einer Temperatur von 40° C. Das Wasser dringt mit Eigenenergie an die Oberfläche, wo es in einer Kur- und Badeanlage genützt wird.

Relativ häufig gibt es nutzbare geothermische Energie im Bereich des südburgenländischen-oststeirischen Beckens. Zwei Bohrungen der RAG, nämlich Waltersdorf 1 und Binderberg, 1, sind statt auf die erhofften KW-Vorkommen auf heißes Wasser gestoßen. Da die benachbarten Gemeinden für die Nutzung dieser Energiequellen Interesse gezeigt und mit ihren Projekten wirtschaftlichen Erfolg gehabt hatten, begannen andere Gemeinden von sich aus mit der Erschließung heißer Wässer. 1992 wurden in Fürstenfeld, Loipersdorf (Binderberg), Radkersburg, Bad Tatzmannsdorf und Waltersdorf täglich insgesamt an die 9000 m<sup>3</sup> heißes Wasser aus 700 bis 1900 m Tiefe mit Temperaturen im Bereich von 38 bis 79° C gefördert.

Am weitesten gediehen sind der Ausbau der Therme Loipersdorf (Bade- und Kuranstalt) sowie die Nutzung in Waltersdorf zur Beheizung der Schule, eines Wohnhauses, des Thermalbades und letztlich von Glas- und Folienhäusern (J. E. GOLDBRUNNER 1987).

### VI.1.6.6. Ausblick

Die Aspekte der Nutzung geothermischer Energie in Österreich sind eher gering. Im Hinblick auf die zu erwartenden Temperaturverhältnisse ist am ehesten an Raumheizung, Warmwasserbereitung und landwirtschaftlichen Gebrauch zu denken. Eine große Rolle spielt die Frage der Wirtschaftlichkeit (Energiepreis!). Sie wird beeinflusst vor allem durch die Kosten der Erschließung in Abhängigkeit von der Bohrtiefe, weiters durch die Entfernung zwischen Vorkommen und Verbrauchern, durch die Möglichkeit kombinierter Verwendung und durch die Wasserqualität (Abwasserproblem, Korrosionsschäden). Was die genannte kombinierte Verwendung betrifft, so ist hier z. B. an den Einsatz für Trocknungsprozesse, danach an Raumheizung, Warmwasserbereitung, Flächenheizung und zuletzt an Fischzucht oder Schwimmbad zu denken.

Nur bei weiterem Ansteigen des Energiebedarfes und gleichzeitigem Angebotsrückgang der heute genutzten Energieträger (Erdöl, Naturgas etc.) könnte in Österreich die geothermische Energie eine gewisse, wenn auch bescheidene Rolle spielen.

Es ist, bei Beteiligung vieler Institutionen, letzten Endes die Erdöl-Industrie, die durch ihr weitgespanntes Netz von Bohrungen, denen intensivste geologisch-geophysikalische Bearbeitung vorausgeht, alle jene Daten und Erkenntnisse herbeischafft, welche zur Prospektion auf Wasser notwendig sind. Die Erdöl-Industrie besitzt auch das nötige „Know-how“ und die technischen

Voraussetzungen, die zur Erschließung und allenfalls Ausbeutung in industriellem Maßstab benötigt werden. Prospektion – Erschließung – Förderung sind die drei Stufen, die bei der Suche nach Energie von Untertage, unabhängig von der Art dieser Energie, das Gemeinsame darstellen, das zum allgemeinen Nutzen führen soll.

Literaturauswahl für das Hauptkapitel VI.1.6.:

BOLDIZAR, T. 1968; BRIX, F. 1981b; Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung 1976; BUNTEBARTH, G. 1973; CLARK, S. P. 1961; EBNER, F. & SACHSENHOFER, R. F. 1989; ERNST, P. & HIEBLINGER, J. 1979; GATTINGER, T. & KÜPPER, H. 1964; GIESE, P. 1970; GOLDBRUNNER, J. E. 1987; GOLDBRUNNER, J. E. & SEITINGER, P. 1991; GOLDBRUNNER, J. E. & ZÖTL, J. 1985 und 1987; GRILL, R. 1952; HAENEL, R. 1976; HAENEL, R. & ZOTH, G. 1973; HEDEMANN, H. A. 1968; HERTWIG, G. & HEINZ, L. 1990; HUTTRER, G. W. 1990; JANSCHKE, H. 1975; KAPPELMEYER, O. 1982 und 1985; KAUFMANN, A. 1977; KRUGER, P. & OTTE, C. (ed.) 1973; KÜHN, P. & DIENER, I. 1983; KUNZ, B. 1978; KÜPPER, H. 1964, 1977a und 1977b; KÜPPER, H., FUCHS, G., PRODINGER, W. & WEINHANDL, R. 1962; KÜPPER, H. & WIESBÖCK, I. 1966; LACHMAYER, K. 1976; LEDITZKY, H. & ZOJER, H. 1984; LUDWIG, E., PANZER, Th. & ZDAREK, E. 1906; OELSNER, Ch. 1991; OELSNER, Ch. & RÖSLER, R. 1981; PENNEY, T. R. & BHARATHAN, D. 1987; REISS, J. & MÜNCH, H.-G. 1990; RONNER, F. 1974 und 1980; RUMMEL, F. 1984; SCHAUBERGER, O. 1979; SCHMIDT, W. J. 1979; SLEZAK, P. 1975; SCHOEPPPEL, R. J. & GILARRANZ, S. 1966; STANEK, N. 1976; STEHLIK, A. 1966; STINI, J. 1953 und 1954; VENDEL, M. 1963; WAAGEN, L. 1914; WEIGL, M. 1978; ZOJER, H. 1977 und 1984; ZÖTL, J. 1981 und 1983.

## VI.2. Technik und Computerwesen

### VI.2.1. Meilensteine der ÖMV-Tiefbohrtechnik

von Hermann SPÖRKER

Die Bedeutung von Tiefbohrungen ist für die Naturwissenschaften fraglos gegeben. Die in den geologischen und geophysikalischen Artikeln dieses Buches geschilderten Entdeckungen und Erfolge wären oh-

ne den Tiefenaufschluß nicht möglich gewesen. Über die Bedeutung für die Technik wird einiges im nachfolgenden Aufsatz berichtet. Über die Technik des Bohrens selbst unterrichtet Hauptkapitel II.3.1.