

# KOHLensäURE-LINIEN<sup>B</sup> UND KOHLensäURE-PROSPEKTION IM RAUM VON BAD GODESBERG AM MITTELrHEIN<sup>A</sup>

(Ein Beispiel geologischer Vorarbeiten für die Erschließung eines neuen Heilwasservorkommens)

Von Dr. K. F r i c k e, Geologisches Landesamt NRW, Krefeld

## 1. Allgemeine geologische Situation

Bad G o d e s b e r g plant die Erschließung neuer Mineral- bzw. Heilwasservorkommen, da die Ergiebigkeit der bisher genutzten Quellen (Draitschbrunnen, Obere Quelle) für die Aufbauplanung des Bades zu gering ist.

Es ist zu prüfen, ob und wo die geologischen Voraussetzungen für das erfolgreiche Abteufen einer Bohrung vorhanden waren. Dem Geologen stellten sich dabei zunächst folgende Fragen:

Sind im engeren und weiteren Raum von Bad Godesberg irgendwelche Gesetzmäßigkeiten in dem Auftreten von Kohlensäure zu erkennen und sind diese an bestimmte geologisch-tektonische Zonen gebunden?

Es ist z. B. bekannt, daß in O s t w e s t f a l e n die Kohlensäurevorkommen perlschnurartig an den Verlauf der *saxonischen Hebungssachsen* gebunden sind (Driburger Achse, Osning-Achse usw.). Das Gas bzw. die Mineralwässer sind dort in sattelförmig aufgefalteten Speichergesteinen des Mesozoikums enthalten, die von mehr oder weniger undurchlässigen Deckschichten überlagert werden. Lediglich entlang von Störungen oder mittels Bohrungen treten das Gas oder die Säuerlinge an die Erdoberfläche.

Am Mittelrhein liegen ganz andere geologische Verhältnisse vor. Das *Rheinische Schiefergebirge* das die Hochfläche beiderseits des Rheinflusses bildet, besteht aus intensiv gefalteten, geschieferten und verworfenen Schichten vornehmlich der *Devon-Formation* (Schiefer, Grauwacken, Sandsteine usw.). Speichergesteine mit undurchlässigen Deckschichten, wie in Ostwestfalen, liegen hier also nicht vor. Wohl aber muß mit dem Vorhandensein von tiefreichenden Störungen gerechnet werden, auf denen in günstigen Fällen das mineralisierte Wasser zutage treten kann. Die Kohlensäure, die in den zahlreichen Heilquellenvorkommen als beherrschender Bestandteil auftritt, hängt ursächlich mit dem jungen Vulkanismus der Eifel und deren Randgebiete

zusammen. Auch im Raum Godesberg sind derartige jungvulkanische Gesteine bekannt (s. Abb.).

KNETSCH<sup>2</sup> hatte bereits 1939 die in diesem Raum bekannten Kohlendioxidvorkommen einer tektonischen Linie zugeordnet, die er als „Kohlensäurelinie“ bezeichnete. Sie beginnt im Norden bei Köln (Messe-Quelle, Engelbertus-Brunnen) und verläuft über Roisdorf—Godesberg bis nach Honnef.

Früher hatte schon FLIEGEL<sup>3</sup> auf gewisse Geestzmäßigkeiten in der Mineralisation des Grundwassers bei Köln hingewiesen. Weitere Untersuchungen wurden von H. KÖHLER<sup>4</sup> durchgeführt.

Bei einer Auswertung der geologischen Karten und unter Zugrundelegung der allgemeinen regionalgeologischen Verhältnisse ist ersichtlich, daß die Randstörungen der Niederrheinischen Bucht nach Süden spitzwinkelig zusammenlaufen (Südrand der Niederrheinischen Bucht) und im Raum zwischen Bonn und Godesberg in eine bedeutendere Störungszone übergehen, die auch den Verlauf des Rheinflusses vorgezeichnet hat. Einige der vermutlichen Randstörungen sind in der Abb. dargestellt.

Ein Vergleich der tektonischen Elemente im Schiefergebirge beiderseits des Rheins gibt einen Hinweis, daß im Bereich dieser „Rheintalstörung“ nicht nur vertikale, sondern auch horizontale Bewegungen stattgefunden haben. Das zeigt an einzelnen Beispielen das Versetzen der Sattel- und Muldenlinien im devonischen Schiefergebirge beiderseits des Rheins.

Der größere, regional-geologische Rahmen für die vorhandenen und möglichen Kohlendioxid- bzw. Mineralwasservorkommen im Raum Godesberg ist damit vorgezeichnet: Tektonische Linien, Störungs- und Zerrüttungszonen im Rheintal, die als Aufstiegswege für kohlendioxidhaltige Wässer dienen können.

Diese Überlegungen waren jedoch nicht ausreichend, um bindende Voraussagen für den Ansatzpunkt und den Erfolg einer Bohrung im Ortsgebiet von Bad Godesberg zu machen: Die Kohlendioxidlinien mußten näher lokalisiert werden.

Dazu waren sämtliche Daten über eine stärkere Mineralisation der Grundwässer im engeren und weiteren Gebiet zu sammeln. Das Grundwasser in den jungen Schotterablagerungen des Rheintals muß naturgemäß dort höher mineralisiert sein, wo an der Basis der Schotter, d. h. im unterlagernden Devon, Störungszonen mit aufsteigenden Mineralwässern vorhanden sind. Durch die weiträumige Bedeckung mit den jungen Ablagerungen sind diese älteren Schichten im Rheintal selbst der unmittelbaren Beobachtung entzogen.

Lage und Beschaffenheit der Heilquellen von Bad Godesberg selbst konnten bei den vorgesehenen Untersuchungen wenig nützen. Die Quel-

len treten in dem bei Bad Godesberg das Rheintal erreichenden Marienforster Tal auf, dem einzigen tiefen Einschnitt im Hochflächengebiet westlich Godesberg, und sind durch 35 m tiefe Bohrungen gefaßt. Es kann angenommen werden, daß die Bildung dieses Tales auf eine Zerrüttungszone im Untergrund zurückgeht. Auf dieser Zone, der allerdings anscheinend offene und weitere Spalten fehlen, dringt das Mineralwasser nach oben und tritt an der hydrostatisch günstigsten Stelle, d. h. im Taleinschnitt, zutage.

Es lag zunächst nahe, eine weitere Bohrung in dieser vermuteten Störungszone, die sich zweifellos nach Osten fortsetzt, anzusetzen. Aber zum ersten sollte die Gefahr einer Schädigung der alten Quellen vermieden werden und weiterhin konnte auf Grund der geologisch-tektonischen Situation nicht mit einer größeren Ergiebigkeit der Neubohrung gerechnet werden.

Die Aufgabe, den Verlauf der vermuteten Rheintalstörung im Godesberger Raum näher zu lokalisieren, blieb also weiterhin bestehen, da lediglich im Norden (Bonnaris-Brunnen) und im Süden (Bad Honnef) Maxima-Werte im Kohlensäuregehalt und in der Mineralisation des oberflächennahen und tieferen Grundwassers bekannt waren.

Für das Zwischengebiet fehlten entsprechende Daten bzw. waren sie bisher nicht ausgewertet. Es wurde daher von der Stadtverwaltung Godesberg veranlaßt, daß für den fraglichen Raum sämtliche verfügbare Daten über den Chemismus von Brunnenwässern gesammelt wurden. Aus dem Raum Bonn lagen im Archiv des Geologischen Landesamtes bereits entsprechende Unterlagen vor. Für diese Untersuchungen wurden im wesentlichen nur die Werte für freie Kohlensäure und Chlorid ausgewertet.

Die Ergebnisse sind in der Abb. dargestellt und bedürfen noch einer näheren Erläuterung.

Verbindet man die Maxima-Werte, so erhält man unschwer die erwähnte und vermutete *Kohlensäure-Linie* im Rheintal die, von Roisdorf kommend, über Bonn—Godesberg—Mehlem bis Honnef verläuft. Etwa an der Stadtgrenze Bonn—Godesberg verläßt sie die NW-SO-Richtung und schwenkt in eine NNW-SSO-Richtung ein. Das entspricht aber auch der allgemeinen morphologischen und tektonischen Situation dieses Raumes.

Zweifellos erfährt diese Linie im Stadtgebiet von Bad Godesberg keine Unterbrechung, wenn auch die Belege durch chemische Daten des Grundwassers hier fehlen.

Die Kohlensäure bzw. das Mineralwasser steigen auf dieser Störungszone aus der Tiefe nach oben und mischen sich dem Grundwasser in den Rheintalschottern bei. Die Abnahme der Werte im Umkreis der Maxima ist durch stärkere Durchmischung mit Grundwasser außerhalb der Stö-

rungszone zu erklären. Somit „verwischen“ die Linien gleichen CO<sub>2</sub>-Gehaltes (s. Abb.) zwar den genauen Verlauf der Störungszone, fixieren sie aber im Bereich der Maxima.

Das gleiche gilt für das Gebiet von Mehlem, wo wegen fehlender Unterlagen lediglich die CO<sub>2</sub>-Maxima bekannt sind. Bei einem dichteren Netz von Beobachtungspunkten würden zweifellos ähnliche Linien wie im Raum Bonn darstellbar sein.

Die Werte südöstlich von Mehlem, am Rhein, liegen zu eng, so daß ganz allgemein nur eine Häufung der CO<sub>2</sub>-Werte feststellbar ist.

Es wird also festgehalten, daß die Kohlensäurelinie, die sich durch das Auftreten von Mineral- und Heilquellen einerseits und durch den besonderen Grundwasserchemismus andererseits in ihrem Verlauf belegen läßt, einer bedeutenden Störungszone entspricht, die als Aufstiegsweg für die mineralisierten Wässer zu gelten hat. Sie ist im Stadtgebiet von Godesberg zweifellos in der aufgezeigten Situation vorhanden, wenn sie sich hier auch nicht durch chemische Daten des Grundwassers belegen läßt.

Eine etwa senkrecht zu dieser Störung verlaufende Zerrüttungslinie wird durch die Godesberger Quellen und das Marienforster Tal gekennzeichnet. (Eine ähnliche Zone ist weiter südlich an der Vulkankuppe bei Rolandswerth zu erkennen.)

Das Ergebnis der bisherigen Feststellungen führt zwangsläufig zu der Auffassung, daß die Kreuzung der beiden Störungszone im Osten von Bad Godesberg als hoffiges Gebiet für die Erschließung von Mineralwasser anzusehen ist, da infolge einer tiefgreifenden Spaltenbildung im Untergrund die Voraussetzungen für den Aufstieg von kohlensäurehaltigen Wässern an dieser Stelle besonders gegeben sind. Im übrigen wurde nachträglich bekannt, daß hier ein längst vergessener Säuerling in früheren Zeiten durch Zufall erschlossen wurde.

Gegen das Abteufen einer Bohrung in diesem geologisch günstigen Gebiet sprachen einige rein technische Überlegungen, und zwar die Lage im Baugebiet, die Entfernung zum geplanten Verbrauchsort und die dann auftretenden Schwierigkeiten im Leitungsbau. Es wurde daher die Frage gestellt, ob nicht ähnlich günstige geologische Voraussetzungen weiter westlich im Parkgebiet anzutreffen seien.

Dafür konnten folgende geologische Überlegungen geltend gemacht werden.

Die beschriebene Kohlensäurelinie stellt zweifellos nur das Zentrum einer bedeutenden Zerrüttungszone im Rheintal dar, die von Parallelstörungen begleitet wird, an denen — zum Rhein hin — das alte Gebirge grabenförmig eingebrochen ist. Einige dieser vermuteten Störungen sind

bereits in der Abb. 1 vermerkt. Nähere Anhaltspunkte — geologische Aufschlüsse, Grundwasserchemismus usw. — fehlen jedoch.

Auf Vorschlag des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen wurden daher von Dr. E. BUDDE (Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover) CO<sub>2</sub>-Messungen der oberflächennahen Bodenluft angestellt. Diese Messungen wurden nach vorangegangenen Besprechungen zwischen den genannten Herren der Stadtverwaltung und Herrn Prof. Dr. WOLFF (Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen), dem Verfasser und Dr. BUDDE von letzterem im Stadtgarten und im Redoutepark durchgeführt. Die Ergebnisse waren so günstig, daß Maximawerte des CO<sub>2</sub>-Gehaltes ausgeschieden werden konnten, die — perlschnurartig aneinandergereiht — auf Linien angeordnet waren, die dem generellen Verlauf von Störungszonen in diesem Gebiet entsprechen müßten (Abb. 1).

## 2. Grundsätzliche Angaben über Bodenluftmessungen

Messungen des CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Gehaltes gehören zu den Methoden der angewandten Geophysik, und zwar in die Gruppe „Physikalische Bodenuntersuchungen“.

Die Anwendung dieser Methoden ist ziemlich neu, und die bisher vorliegende Literatur ist spärlich. Eine erste zusammenfassende Darstellung bringen E. RUDDE und O. KAPPELMEYER in dem kürzlich erschienenen, von A. BENTZ herausgegebenen Lehrbuch der Angewandten Geologie, Bd. I<sup>7</sup>.

Der normale CO<sub>2</sub>-Gehalt des Bodens hängt von der Bodenart, der Tiefe und der Jahreszeit ab. Bei den Messungen wird der CO<sub>2</sub>-Gehalt in Vol.-% der Bodenluft angegeben und beträgt im allgemeinen bis 70 cm Tiefe 1 %, in Grasböden bis zu 1,6 %. In Moorböden trifft man oft wesentlich höhere Werte an.

Mittels einer Saugsonde muß aus entsprechender Tiefe eine umfangreiche Menge Bodenluft in das Meßgerät eingeführt werden, wobei das Absaugen nicht im bindenden Boden und nur oberhalb des Grundwasserspiegels erfolgen darf.

Die Wirkungsweise des Meßgerätes beruht auf der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit der Gase. Das Anzeigeelement ist als Brückeninstrument einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet. Ein konstant geheizter Widerstand ist in der Meßkammer angeordnet, und da der Widerstand stark temperaturabhängig ist, führt stärkerer CO<sub>2</sub>-Gehalt zu stärkerer Verstimmung des Brücken-Gleichgewichtes, die am Anzeigeelement abgelesen wird. Die Meßgenauigkeit beträgt  $\pm 0,2\%$  CO<sub>2</sub>. (Nähere Einzelheiten siehe in der angeführten Literatur, insbesondere Nr. 5 und 6).

### 3. Ergebnisse der Messungen in Bad Godesberg

Über die Ergebnisse und Auswertungen, die hier nur kurz geschildert werden sollen, liegen ausführliche Berichte und Gutachten vor<sup>5, 6</sup>, die bei der Stadtverwaltung Bad Godesberg bzw. im Archiv des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen vorhanden sind.

In den von hydrogeologischer bzw. hydrochemischer Sicht als höffig bezeichneten Gebieten wurden insgesamt 877 Messungen in 50 cm Tiefe durchgeführt. Die Meßprofile wurden zunächst im Abstand von 40 m gelegt, wobei der Punktabstand innerhalb der Profile nur 10 m betrug. Tiefenbedingte Anomalien können örtlich eng begrenzt sein, so daß ein kleiner Meßabstand geraten ist.

Bereits nach den ersten Messungen ergaben sich Anhaltspunkte für CO<sub>2</sub>-Anomalien, die schließlich durch ein engeres Meßnetz um die 5 ‰-Werte näher fixiert werden konnten.

35 Punkte ergaben mehr als 7 ‰ CO<sub>2</sub> in der Bodenluft. Die Inseln hoher Meßwerte sind auf drei NNW-SSE-streichende Zonen beschränkt, die in Abständen von etwa 250 bzw. 200 m parallel zu einander liegen und als Indikationen für die geologischerseits vermuteten, CO<sub>2</sub>-liefernden Spalten im Untergrund aufzufassen sind (Abb. 2).

### 4. Auswertung

In der Folgezeit wurden im Bereich dieser Maxima vier Aufschlußbohrungen angesetzt, von denen Nr. 1 bis in die Tonschiefer des Devons niedergebracht wurde, während die Bohrungen 2 bis 3 lediglich zur Beobachtung des Grundwasserchemismus dienen sollten und daher geringere Teufen aufweisen. In der Abb. 3 sind Lage sowie hydrogeologische und hydrochemische Ergebnisse der Bohrungen dargestellt.

Bohrung 1 wurde nach Erreichen der Endteufe zunächst bis in den Verwitterungston zwischen 30 und 34 m Tiefe verrohrt. Der Pumpversuch verlief erwartungsgemäß unbefriedigend: Nach vier Stunden mußte die anfängliche Leistung von 1,8 cbm/Std. auf 0,025 cbm/Std. zurückgenommen und schließlich der Pumpversuch eingestellt werden. Die zusitzenden Wassermengen waren zu gering, und die Absenkung des Wasserspiegels erfolgte unmittelbar nach Beginn des Pumpens bis zum Einlaufsieb in der Tiefe von 39,60 m.

Eine chemische Untersuchung des Wassers fand nicht statt, doch scheint der CO<sub>2</sub>-Gehalt recht erheblich gewesen zu sein. Das sollen vergleichende Geschmacksproben zwischen diesem Wasser und dem während des zweiten Pumpversuches (s. u.) geförderten Wasser erwiesen haben.

Die Verrohrung wurde danach bis etwa 18 m Teufe gezogen und ein weiterer Pumpversuch von einwöchiger Dauer durchgeführt. Die Lei-

stung betrug anfangs 3,2 cbm/Std. und wurde nach 4 Tagen auf 7,2 cbm/Std. gesteigert (Absenkung etwa 25 cm).

Die chemische Untersuchung konnte ein stark mineralisiertes Wasser folgender Beschaffenheit nachweisen (mg/kg):

	9. 11. 60	15. 11. 60
Abdampfrückstand	922	850
CO <sub>2</sub>	638	462
Cl	104	95
HCO <sub>3</sub>	660	621

Zusammenfassend haben Bohrung 1 und die Pumpversuche in dieser Bohrung folgende Ergebnisse gebracht:

1. Die geophysikalischen Ergebnisse wurden durch die nachgewiesene Mineralisation des Grundwassers in den diluvialen Kiesen und Sanden und in den devonischen Schichten bestätigt.
2. Die Mineralwasserführung der devonischen Tonschiefer ist gering, die Mineralisation des Wassers jedoch anscheinend verhältnismäßig hoch. Die Bohrung, die lediglich einige wenige Meter des Devons erschlossen hat, sitzt in dieser Teufe nicht unmittelbar in der Störungszone. Das schließt nicht aus, daß bei einer weiteren Vertiefung die Störungszone oder eine Parallelstörung angetroffen worden wäre. Dafür spricht die Mineralisation des Wassers.
3. Die Sande und Kiese des Diluviums führen mineralisiertes Grundwasser. Die Mineralisation erfolgt durch Übertritt von Mineralwasser aus einer Störungszone im Devon in die grundwasserführenden Kiese und Sande.

Aus anderen Beispielen ist bekannt, daß im Umkreis des CO<sub>2</sub>-Zentrums die Werte nach allen Seiten hin abnehmen, d. h. die Kohlensäure macht sich in größerer Entfernung von der Störungszone weit weniger bemerkbar, und zwar auf Grund der stärkeren Durchmischung mit dem weniger mineralisierten Grundwasser.

Im Verlauf des Pumpversuchs wurde dieses weniger mineralisierte Wasser im Umkreis der Bohrung mit erfaßt, so daß die Gesamtmineralisation abnahm (siehe Analysenwerte vom 15. 11. bzw. 9. 11. 60).

Die Bohrungen 2 bis 4 wurden im Bereich benachbarter, geophysikalisch festgestellter CO<sub>2</sub>-Maxima angesetzt, um an diesen Stellen den Grundwasserchemismus zu prüfen.

Da nur mit sehr geringer Leistung abgepumpt wurde (0,9 cbm/Std.), sind die gefundenen Werte für CO<sub>2</sub> nicht unbedingt mit den Werten der Bohrung 1 vergleichbar, da erfahrungsgemäß bei stärkerer Absenkung zunächst der CO<sub>2</sub>-Gehalt ansteigt. Da jedoch die Werte für Hydrocarbonat

und für den Abdampfdruckstand annähernd in der gleichen Größenordnung wie bei der Bohrung 1 liegen, kann geschlossen werden, daß auch die Bohrungen 2 bis 4 ein Mineralwasser höherer Konzentration nachgewiesen haben. Weiterhin sprechen die relativ hohen Temperaturwerte dafür, daß in diesem Gebiet im Untergrund eine Störungszone vorhanden ist, aus der Mineralwasser in den diluvalen Grundwasserleiter übertritt.

Es muß noch erwähnt werden, daß die gegenseitige Beeinflussung der Bohrungen während der verschiedenen Pumpversuche sehr gering war. Die Wasserspiegelaussenkungen lagen zwischen 1 und 9 cm.

Auf Grund der vorliegenden Auswertungsergebnisse der hydrogeologischen, hydrochemischen und geophysikalischen Untersuchungen lassen sich nunmehr genauere Angaben zum Ansatzpunkt der geplanten Tiefbohrung machen. Unterstellt man, daß die geophysikalisch nachgewiesene Störungszone im Zuge der Rheintalstörung nach Osten einfallen muß, und berücksichtigt man den Einfluß der Grundwasserstromrichtung beim Auftreten der CO<sub>2</sub>-Maxima, kann der für das Ansetzen einer Bohrung höfliche Streifen bis auf wenige Meter Genauigkeit im Osten der Maxima festgelegt werden.

Die Bedeutung geophysikalischer Voruntersuchungen ist durch das erläuterte Beispiel ausreichend erwiesen. Der Hinweis, daß die Anwendung der in den letzten Jahren stark vervollkommenen Methode der angewandten Geophysik durch Mineralquellengeologie und -technik bisher keinesfalls entsprechend ausgenutzt wird, erscheint angebracht.

#### F u ß n o t e n :

- 1 Dieser Referatsbericht stellt einen wenig veränderten, zusammenfassenden Wiederabdruck der Arbeiten des Verfassers „Kohlensäurelinien am Mittelrhein“ (Heilbad und Kurort, Zeitschr. f. d. gesamte Bäderwesen, Nr. 10, Gütersloh 1960) und „Ergebnisse und Auswertung einer geophysikalischen Kohlensäure-Prospektion am Mittelrhein (Bad Godesberg)“ (Heilbad und Kurort, Zeitschr. f. d. gesamte Bäderwesen, Nr. 3, Gütersloh 1962) dar.
- 2 G. KNETSCH: Kohlensäure, Vulkane, Erzlagerstätten des Rheinischen Schiefergebirges. — Geol. Rdsch., Bd. 30, S. 777/89. Stuttgart, 1939.
- 3 G. FLIEGEL: Über das Grundwasser des Rheintales bei Köln und die darin auftretenden Mineralquellen. — Ztschr. prakt. Geol., Bd. 28, S. 5/12. Halle/S., 1920.
- 4 H. KÖHLER: Mineralquellen und mineralische Grundwasserströmungen im Kölner Stadtgebiet. — Ztschr. prakt. Geol., Bd. 46, S. 99/106. Halle/S., 1938.
- 5 E. BUDDE: Gutachten CO<sub>2</sub>-Messungen Bad Godesberg. — Hannover 31. 5. 1960.
- 6 K. FRICKE: Ergänzung zum Gutachten des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen über die Möglichkeiten und Aussichten der Erbohrung von Mineral- bzw. Thermalwasser in Bad Godesberg. — Krefeld 29. 5. 1961.
- 7 Lehrbuch der Angewandten Geologie. Bd. I. Allgemeine Methoden. Hrsg. A. BENTZ. Stuttgart; Ferdinand Enke 1961 (1071 S. mit 468 Abbildungen, 75 Tab., 3 Taf.) 8<sup>o</sup>. Brosch. 139,— DM, Lw. 145,— DM.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1961

Band/Volume: [030](#)

Autor(en)/Author(s): Fricke K.

Artikel/Article: [Kohlensäure-Linien und Kohlensäure-Prospektion im Raum von Bad Godesberg am Mittelrhein. 29-36](#)