Mitt. POLLICHIA	75	127 - 142	8 Abb.	Bad Dürkheim 1988
				ISSN 0341-9665

Mark A. LANGER

CO_2-Emissionen als Indikatoren tektonischer und vulkanotektonischer Störungen in der Osteifel

Kurzfassung

LANGER,M.A. (1988): CO_2-Emissionen als Indikatoren tektonischer und vulkanotektonischer Störungen in der Osteifel. - Mitt. POLLICHIA, **75**: 127 - 142, Bad Dürkheim.

Die Eingrenzung und Lokalisierung tektonischer Störungen erfolgt in der klassischen Geologie anhand von geologischen Kartierungen und Bohrungen. Mit Hilfe dieser Verfahren konnte die komplizierte Tektonik der vulkanischen Osteifel weitgehend erfaßt werden. Der genaue Verlauf vieler Störungen im engeren Bereich des Laacher Sees und des nördlichen Neuwieder Beckens läßt sich jedoch aufgrund der mächtigen Bedeckung durch quartäre Bimstuffe oft nicht bestimmen. Als Nachhall des jungen Vulkanismus beobachtet man an vielen Stellen CO_2-Emissionen. Dies führt zu dem Gedankengang, inwieweit der CO_2-Aufstieg an tektonische Störungen gebunden ist. Die Anwendbarkeit der CO_2-Bodenluftakkumulationen als Indikator zur Lokalisierung tektonischer Störungen wird im Rahmen dieser Arbeit erprobt.

Als Untersuchungsschwerpunkt wurde das Laacher-See-Becken gewählt, das aufgrund seiner geologisch-tektonischen Situation besonders geeignet erschien. Die untersuchte Störung ist mit einem Alter von 11.000 Jahren, geologisch betrachtet, sehr jung. In den Jahren 1985 bis 1987 wurden über 1500 Bodenluftproben genommen und auf ihren CO_2-Anteil hin ausgewertet. Die gefundenen Ergebnisse sollten in einem zweiten Untersuchungsgebiet verifiziert und die Übertragbarkeit der Meßmethodik getestet werden. Hierzu bietet sich eine Randverwerfung des Neuwieder Beckens in der Nähe des Reginarisbrunnens (Niedermendig) an. Die Verarbeitung und Darstellung der Ergebnisse geschah mit Hilfe der Datenverarbeitungsanlage des Rechenzentrums der Universität Bonn. In beiden Untersuchungsgebieten konnten Anomalien der CO_2-Bodenluftwerte nachgewiesen werden, die Aufschluß über die räumliche Orientierung der tektonischen Störungen geben. Mit einer relativ einfachen und billigen Meßmethodik konnten neue Erkenntnisse in Gebieten gewonnen werden, in denen herkömmliche Verfahrensweisen nur mit hohen Kosten oder gar nicht angewandt werden könnten.

Abschließend werden mögliche Fehlerquellen und Grenzen der Aussagekraft der benutzten Meßmethodik diskutiert.

Abstract

LANGER, M.A. (1988): CO_2-Emissionen als Indikatoren tektonischer und vulkanotektonischer Störungen in der Osteifel

[CO_2-emissions as indicators of tectonic and volcanotetonic faults in the East Eifel]. - Mitt. POLLICHIA, **75**: 127 - 142, Bad Dürkheim

The narrowing down and localisation of tectonic faults in classic geology is achieved through geologic mapping and drilling. With these measures most of the complicated tectionics of the volcanic East Eifel were investigated. Though the exact course of many faults close to the Laach Lake and the northern Neuwied Basin often cannot be determined because of a thick layer of quaternary pumice tuffs. As a resonance

of the young volcanism in many places CO_2-emissions are found. This implies the question of how the ascension of CO_2 accumulation in the soil atmosphere as an indicator for the the localisation of tectonic faults is tested in this thesis.

The Laach Lake Basin was chosen as the main investigation area, which seemed well suited because of its geologic-tectonic situation. The explored fault with an age of 11.000 qearrs geologically is yery young. In the years 1985 to 1987 more than 1500 samples of soil atmosphere were taken and their CO_2 cotents analysed. The results were to bei verified in a second investigation area and the appliability of the measuring method tested. For this purpose a marginal fault of the Neuwied Basin mear the Reginaris spring (Niedermendig) is suited. The processing and the representation of the results was carried out with the help of the data processing facility of the computing centre of the University of Bonn. In both test areas anomalies of the CO_2 soil atmosphere values, which show the orientation of the tectonic faults, could be proved. With a relatively simple and inexpensive measuring method new informations were achieved in areas, where tradidional measuring methods could only be applied expensively or not at all. Concluding, possible error causes and the validity limits of the used measuring methods are discussed.

Résumé

LANGER, M.A. (1988): CO_2-Emissionen als Indikatoren tektonischer und vulkanotektonischer Störungen in der Osteifel

[Emissions de CO_2 en tant qu' indicateurs de failles tectoniques et volcanotectoniques dans l'Eifel oriental]. – Mitt. POLLICHIA, **75**: 127 – 142, Bad Dürkheim.

La localisation de failles tectoniques a été menée à bien, dans la géologie classique, au moyen de cartographies et de forages. A l'aide de ces procédés, on a pu concevoir de maniére plus étendue la tectonique compliquée de l'Eifel volcanique oriental. L'épaisse couche de tufs datant du Quaternaire, ne permet cependant pas de déterminer la trace exacte de ces failles dans une zone resserrée du lac de Maria Laach ni dans la partie septentrionale du bassin de Neuwied. En beaucoup d'endroits, on peut observer des émissions de CO_2, comme étant la preuve d'un jeune volcanisme. Ceci amène à se demander jusqu'à quel point la montée du CO_2 peut être liée aux failles tectoniques.

Dans le cadre de ce travail, on a expérimenté l'applicabilité des accumulations de CO_2 au sol en tant qu'indicateurs de la localisation des failles tectoniques. On a choisi le bassin de Maria Laach comme point principal de recherches, à cause de sa situation géologique particulière. La faille étudiée, a 11 000 ans et paraît très jeune, d'un point de vue géologique. De 1985 à 1987, 1500 échantillons de gaz du sol ont été prélevés et on a mesuré leur teneur en CO_2. On a vérifié dans une autre région les résultats trouvés et testé la transmissibilité de la méthode de mesure. Il y a une faille limitrophe du bassin de Neuwied, à proximité de la fontaine de Reginaris (Niedermendig). C'est avec l'aide du département „EDV" (électronique de datation) du centre informatique de l'université de Bonn qu'on a pu exploiter et exposer les résultats. Dans les deux domaines de recherche, on a pu mettre en évidence des concentrations anormales de CO_2, qui montrent l'orientation régionale des failles tectoniques.

Avec cette méthode de mesure relativement facile et peu couteuse, des nouvelles connaissances ont pu ainsi être trouvées dans des domaines où les méthodes traditionnelles étaient trop couteuses ou inutilisables. Pour terminer, on discute sur les sources d'erreurs possibles et les limites d'utilisation de cette méthode de mesure.

1. Einleitung

Die Osteifel zählt zu den vulkanisch jüngsten Gebieten Mitteleuropas. Die Eruptionen des Tertiärs und vor allem des Quartärs fanden erst vor circa 11.000 Jahren in den gewaltigen Bimseruptionen des Laacher-See-Vulkans ihr vorläufiges Ende. Zahlreiche schwache Erdbeben und die in der gesamten Region auftretenden Kohlendioxidexhalationen zeugen bis heute von der verbleibenden vulkanischen Aktivität. Die teilweise viele Meter starke Bedeckung der weiteren Laacher-See-Region sowie des Neuwieder Beckens durch Bimstuffe erschwert die Rekonstruktion der Morphologie, wie sie vor den Aktivitäten der letzten Vulkankomplexe, die des Wehrer Kessels und des Laacher-See-Beckens, bestand. So bleiben Untersuchungen zum Verlauf vieler tektonischer Störungen sowohl auf die wenigen Aufschlüsse älterer Schichten und Gesteine, als auch auf Bohrungen angewiesen. Ein Zusammenhang zwischen dem Verlauf tektonischer Störungen, magmatischer Aufstiegszonen und Austrittsstellen von Kohlendioxid wird diskutiert.

Der magmatische Ursprung der CO_2-Gase des Laacher-See-Beckens wurde 1967 von TAYLOR et al. anhand von Isotopenfraktionierungen nachgewiesen. Während des Abkühlungsprozesses geben Magmenkörper bei Temperaturen von 200 - 400 Grad Celsius als Entgasungsprodukt CO_2-Gase ab. Die sogenannte „CO_2-Eruption" eines Vulkans des Kameruner Vulkangürtels (West-Afrika), der im August 1986 über 1500 Menschen zu Opfer fielen, verdeutlicht den Umfang der auftretenden Gasmengen, die sich aufgrund von Magmen im Erdmantel, in Oberflächennähe oder, wie es in Kamerun geschah, in einem Kratersee akkumulieren können. Es wird geschätzt, daß die in der CO_2- Katastrophe frei gewordenen Gase einem Zehntel der jährlichen CO_2-Emissionen der gesamten Eifel gleichkommen (PUCHELT 1981).

Ziel dieser Arbeit ist es, mit Hilfe von Untersuchungen des Bodenluftgehalts an CO_2 die Existenz und den Verlauf von vermuteten Störungen näher zu bestimmen. Diese Methodik ist zwar nicht neu, aber in den ausgewählten Untersuchungsgebieten noch nicht angewandt worden. Sie soll an zwei Lokalitäten getestet werden und zwar am Laacher-See-Becken und an der Randverwerfung des Neuwieder Beckens in der Nähe des Reginarisbrunnens (Niedermendig).

2. CO_2-Vorkommen in der Osteifel

2.1 Herkunft und Entstehung von CO_2-Vorkommen

Die Herkunft des Kohlendioxids wird auf verschiedene Ursachen zurückgeführt.

- Biochemische Prozesse
  In morastigen Untergründen kann eine CO_2-Akkumulation aufgrund von mikrobiologischen Prozessen auftreten.

- Chemische Reaktionen
  Durch die Reaktion von Karbonaten mit Säurelösungen tritt Kohlendioxid als Reaktionsprodukt auf.

- Geologische Prozesse
  Ursache hierbei können sowohl Kontakt- und Regionalmetamorphosen als auch abkühlende Magmenkörper sein.

2.2 Auftrittsformen der CO_2-Gase

Das Auftreten des Kohlendioxids wird in zwei Kategorien geordnet.

- Säuerlinge
  Das aufsteigende Gas wird unter hohem Druck in den Grundwasserschichten gelöst. Das spezifische Gewicht verringert sich, und die Wässer steigen zur Erdoberfläche auf. Diese Quellen werden als Säuerlinge bezeichnet, da sie infolge ihres hohen Anteils an gelöstem CO_2 einen leicht sauren Geschmack aufweisen. Ihre Verwendung als Heil- und Mineralwässer besitzt in der Eifel eine jahrhundertelange Tradition.

- Mofetten
  Bei diesem Typ löst sich das CO_2 aufgrund der Druckabnahme während des Aufstiegs zur Erdoberfläche aus den transportierenden Wasserschichten und tritt trocken aus. Dies führt zu einer Anreicherung der Bodenschichten an Kohlendioxid.

2.3 Natürlicher CO_2-Gehalt der Bodenluft

Im Gegensatz zum CO_2-Anteil in der atmosphärischen Luft, der mit 0,03 Vol.% angenommen wird, ist der Gehalt der Bodenluft von Bodenart, Tiefe der Messung und Jahreszeit abhängig. Beobachtungen zeigen, daß der natürliche CO_2-Anteil der Bodenluft mit größerer Bohrtiefe zunimmt, in Moorböden um ein vielfaches höher liegt als in anderen Böden und im Winter geringer als im Sommer ist (BENTZ 1961). Richtwerte von 0,2 – 0,7 Vol.% sind also nicht uneingeschränkt anwendbar.

2.4 Ursprung und Aufstieg der CO_2-Gase

Inwieweit der tertiäre und quartäre Vulkanismus Ursache für die umfangreichen CO_2-Vorkommen in der Osteifel ist, beschäftigt viele geologische Arbeiten, vor allem unter dem Aspekt der Existenz und Lage heißer Magmenkörper in der oberen Erdkruste (KAPPELMEYER 1977).

Untersuchungen der Kohlenstoffisotopenverhältnisse von PUCHELT und TAYLOR lassen darauf schließen, daß die auftretenden Gase magmatischen Ursprungs sind. Beim Aufstieg durch die oberste Lithosphäre der Eifel, das circa 4 – 5 km mächtige Schiefergebirgsstockwerk, soll sich das Gas an Störungen, die den Aufstieg ermöglichen bzw. erleichtern, orientieren (MEYER 1986).

3. Geologische Übersicht der Region

Die unterdevonischen Schiefer der Osteifel erreichen eine Mächtigkeit von 10 km. Sie stellen Meeresablagerungen dar. Es werden sandige Fazies der Siegen-Schichten und Hunsrückschiefer unterschieden. Die tektonische Grenze zwischen beiden wird von der Siegener Hauptaufschiebung markiert. Sie ist aus dem Siegerland über den Rhein bis in die Westeifel zu verfolgen. Während die sandige Normalfazies der Siegen-Schichten eher eine Flachmeerablagerung ist und infolgedessen unter anderem Pflanzenfossilien aufweist, werden die tonigen Hunsrückschiefer als Sedimente größerer Wassertiefe betrachtet (MEYER & STETS 1981). Im Karbon, vor 350 Mio. Jahren, wurden diese Schichten gefaltet, es entstand das variscische Gebirge. Zu Beginn des Tertiärs hob sich der Rumpf des Schiefergebirgsstockwerks, dessen Gipfel im späten Paläozoikum und während des gesamten Mesozoikums erodiert wurden. In ihn brachen die Niederrheinische Bucht und das Neuwieder Becken ein. In den Depressionen lagerten sich vor allem Sande und Tone ab, die von der im warmfeuchten Klima des Tertiärs entstandenen kaolinischen Verwitterungsrinde des Schiefergebirges abgetragen wurden. Der quartäre Vulkanismus der Osteifel führte zu einer weiteren Bedeckung durch Bimstuffe.

3.1 Laacher-See-Becken

- Geologie

Das Grundgebirge des Laacher-See-Beckens wird von unterdevonischen Schiefern aufgebaut. Sie sind als Siegen-Schichten an zwei Stellen am Ostufer des Sees aufgeschlossen. Die Eruption des Laacher-See-Vulkans veränderte die damalige Morphologie. Die Eruptiva bedeckten die umliegenden Gebiete teilweise viele Meter mächtig. Präeruptive Gesteine am Rande des Förderschlots glitten in den Krater und verfüllten ihn. So bildet der Laacher-See-Vulkan heute einen Doppelkrater, der von einem tiefreichenden Diatrem unterlagert wird.

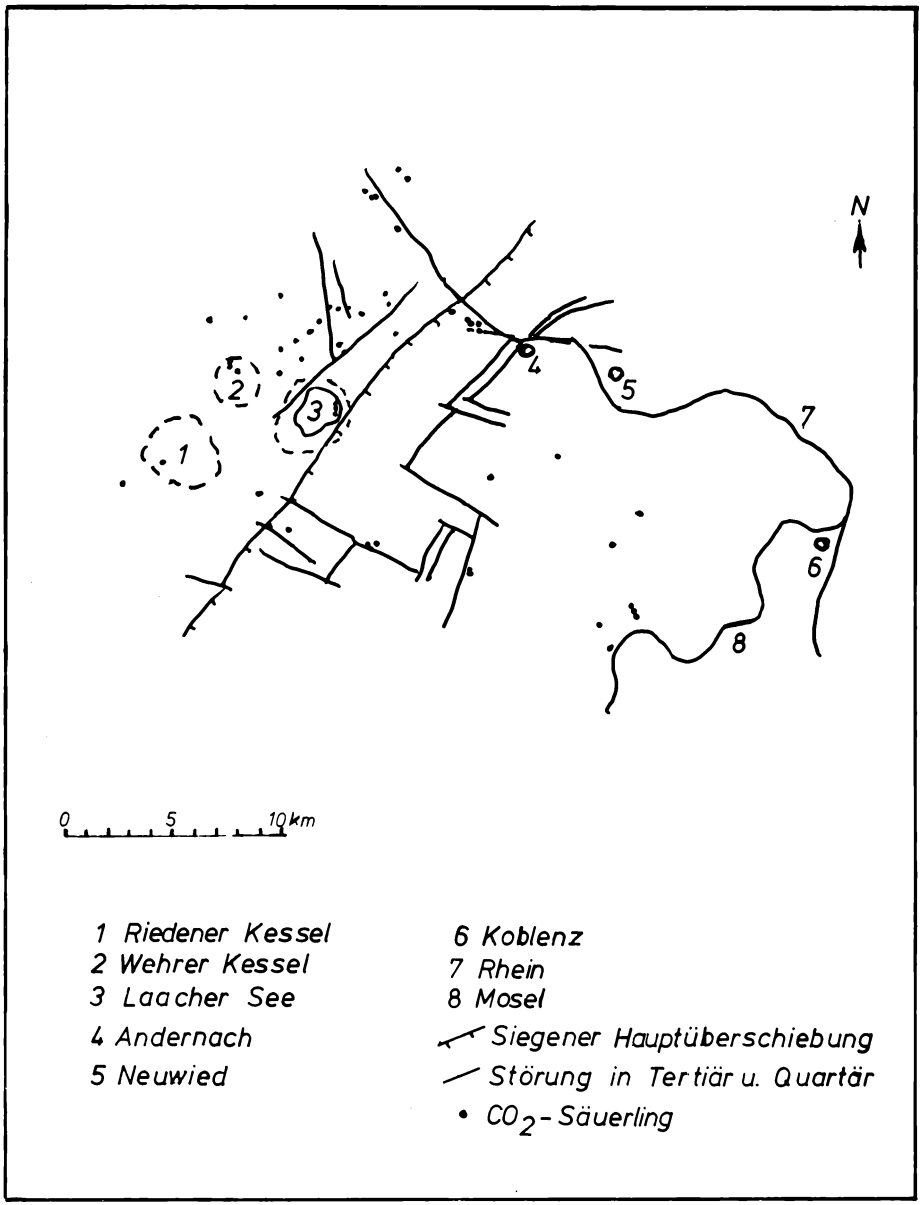


Abb. 1: Tektonischer Bau der Osteifel mit CO_2-Säuerlingen aus WINDHEUSER et al. (1982)

Stellenweise treten auch tertiäre Tone sowie die Nephelin-Leucit-Basaltströme des Veitskopfs und des Lorenzfelsens auf, die lange vor den Eruptionen in eine schon damals bestehende Talform geflossen sind (AHRENS 1928).

Eine Bohrung zur Wasserversorgung des Hotels Waldfrieden am Nordrand des Laacher Sees, die 100 m vom Ufer entfernt liegt, wurde im Jahre 1936/37 niedergebracht. Sie gibt Auskunft über die Stratigraphie der Schichten im Laacher-See-Becken. Die obersten Partien der 25 m tiefen Bohrung bilden die grauen Laacher Tuffe (6,5 m). Dann folgt eine dünne Lößlehmschicht mit 0,5 m Mächtigkeit.

Tertiäre Tone, die auch stellenweise am Nordostufer aufgeschlossen sind, sowie Sande und Kiese, die ebenfalls tertiäre Ablagerungen darstellen, wurden bis zur Basis der Bohrung durchteuft (AHRENS 1937).

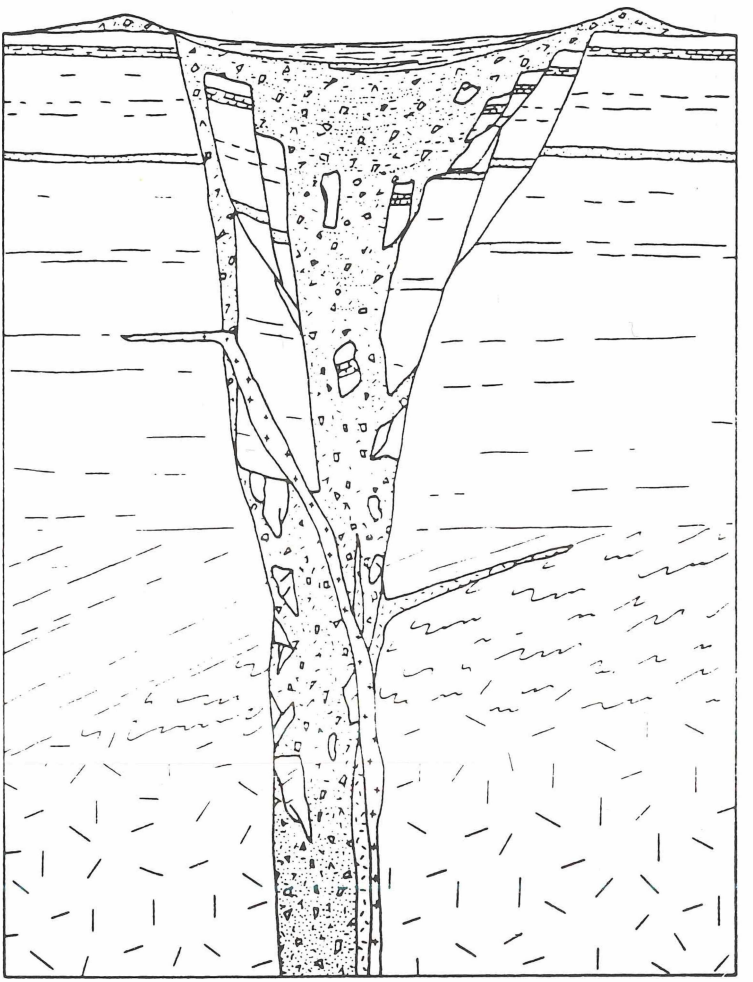


Abb. 2: Idealisiertes Diatrem aus BEST (1982)

- Morphologie

Morphologisch auffällig ist der Verlauf des heutigen Seeufers, der durch eine Terrassenstruktur gekennzeichnet ist. Ursache hierfür ist die zweimalige Absenkung des Wasserpegels mit Hilfe eines künstlichen Entwässerungsstollens. Der erste wurde bereits in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts von den Mönchen des Klosters Maria Laach unter dem Abt Fulbert gebaut. Die zweite Absenkung erfolgte 1842 bis 1845.

- Hydrologische Situation

Der See besitzt weder einen natürlichen Abfluß noch wird er von oberirdischen Zuflüssen gespeist. Ein Ausgleich der Verdunstung und des Abflusses durch den Entwässerungsstollen erfolgt durch Niederschläge und Grundwasserspeisung. Die am Ostufer beobachteten CO_2-Emissionen treten nicht in Verbindung mit juvenilen Wässern auf und tragen nicht zum Wasserhaushalt des Sees bei (HENNING 1965). Ein Transport des CO_2 durch meteorisch entstandenes Grundwasser ist naheliegend, da eine Verschiebung der Isotopenverhältnisse des Kohlenstoffs gemessen wurde, was nach PUCHELT & HUBBERTEN (1979) und PUCHELT (1981) auf die vom Gas durchströmte Wassertiefe zurückzuführen ist. Eine Zirkulationstiefe der Grundwässer von 1 km ist anzunehmen (LANGGUTH 1984).

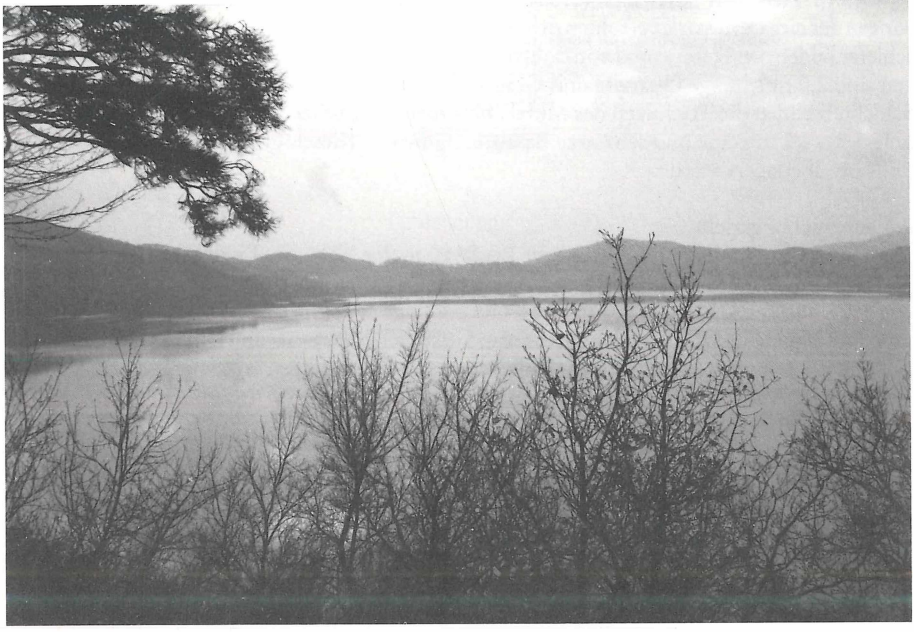


Abb. 3: Blick auf den Laacher See in Richtung Süden

- Untersuchungsziele

Durch ein systematisch angelegtes Meßpunktraster sollte die Versturzzone des Laacher-See-Vulkans im Norden und Osten des Laacher-See-Beckens lokalisiert werden. Dabei wird von der Überlegung ausgegangen, daß sich die CO_2-Gase innerhalb des Bereichs des Kraters durch die bessere Aufstiegsmöglichkeit akkumulieren und daß der Übergang von dem durch die Eruption umgelagerten und zertrümmerten Gestein zu dem Gestein, das sich noch in seiner präeruptiven Lage befindet, durch eine Abnahme des CO_2-Anteils in der Bodenluft gekenn-

zeichnet ist. Diese Abbruchkante ist nur an wenigen Stellen unter der Bedeckung von Tuffen aufgeschlossen. Am auffälligsten ist sie im SE des Beckens, wo der Alte-Burg-Vulkan, ein verschweißter Schlackenkegel durch die Eruption des Laacher-See-Vulkans zerschnitten wurde und seine nördliche Hälfte in den Kraterschlot abgerutscht oder fortgesprengt ist.

3.2 Neuwieder Becken

- Geologie

Das Neuwieder Becken bildet eine dreiecksförmige Depression, die zu Beginn des Eozän in den aufsteigenden Rumpf des Rheinischen Schiefergebirgsstockwerks einbrach. Ein kausaler Zusammenhang mit dem tertiären Vulkanismus ist fast auszuschließen, da die vulkanischen Herde weit tiefer liegen als das circa 5 km mächtige devonische Schieferstockwerk hinunterreicht. Quartäre und tertiäre Ablagerungen bedecken das devonische Grundgebirge. Die jüngsten Ablagerungen bilden die weißen Bimstuffe des Laacher-See-Vulkans. Die Verwerfungen im Neuwieder Becken streichen in der Mehrzahl SW – NE, bzw. SE – NW, sie erreichen bis auf den Sayner und Andernacher Sprung kaum einen Versatz von mehr als 100 m. Im Jahre 1955 wurde auf dem Gelände des Reginarisbrunnens eine Bohrung von

245 m Tiefe von SCHWILLE (1955) aufgenommen. Die Basislage der tertiären Ablagerungen auf circa 8 m stark vertonten devonischen Schichten liegt bei 144,4 m NN. Hunsrückschiefer bilden den Untergrund von Bohrtiefe 34,0 – 245,0 m. Die ältesten tertiären Ablagerungen sind 2,0 m lehmige Quarzite und Grauwacken, vermutlich des Eozäns. Die mächtigsten Schichten bilden die Tonfolgen des Mittel- bis Ober-Oligozäns (20 m). Es folgen von Bohrtiefe 3,5 – 4,2 m graue und schwarze Basalttuffe, die von Kieseloolithschottern des Miozän – Pliozäns überlagert werden.

- Untersuchungsziele

Die Verwerfung im SW des Neuwieder Beckens, in der Nähe des Reginarisbrunnens (Niedermendig), ist die erdbebenaktivste Störung am Mittelrhein mit über 150 Beben in der Zeit von 1977 – 1981 (AHORNER 1983). Aufgrund der Lage der Hypozentren läßt sich der Verlauf und die Neigung der Verwerfung berechnen. Sie streicht NW – SE und fällt mit circa 60° nach NE ein. Zudem wird sie anhand von Aufschlüssen und Bohrungen ungefähr in ihrem Verlauf eingegrenzt. Auch hier wird untersucht, inwieweit durch eine systematische Untersuchung der CO_2-Bodenluftwerte sich diese Störung lokalisieren läßt.

4. Diskussion der Permeabilität der Untergrundes in den Untersuchungsgebieten

Es wird angenommen, daß die CO_2-Gase sich während ihres Aufstiegs an Klüften und Rissen im devonischen Schiefergebirgsstockwerk orientieren. Das Grundgebirge wird aber in beiden Untersuchungsgebieten von circa 30 m starken jüngeren Schichten bedeckt. Hierbei sind solche, die eher durchläßig oder stauend wirken, zu unterscheiden. Sowohl tertiäre Tonschichten als auch Lößlehme sind der letzteren Kategorie zuzuordnen. Dagegen weisen die Kies- und Sandablagerungen, wie die Bims- und Tuffbedeckung, eine größere Permeabilität auf. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, daß die Störungen im Neuwieder und im Laacher-See-Becken die weniger durchläßigen, also die tertiären Schichten, noch verworfen haben, und daß die Aufstiegsmöglichkeit aufgrund von CO_2-Vorkommen belegt ist. Dennoch muß eine potentielle Einflußnahme des Untergrundes auf das Aufstiegsverhalten der CO_2-Gase berücksichtigt werden.

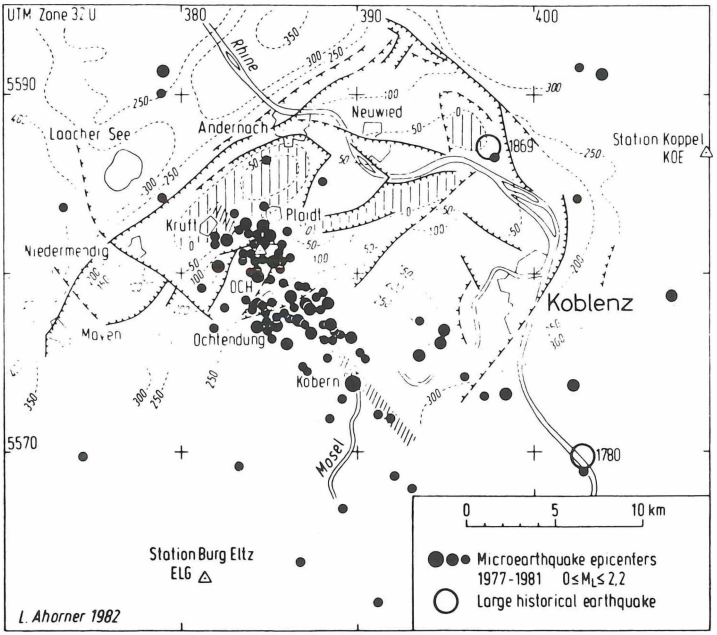


Abb. 4: Erdbebenaktive Störungen im Neuwieder Becken aus AHORNER (1983)

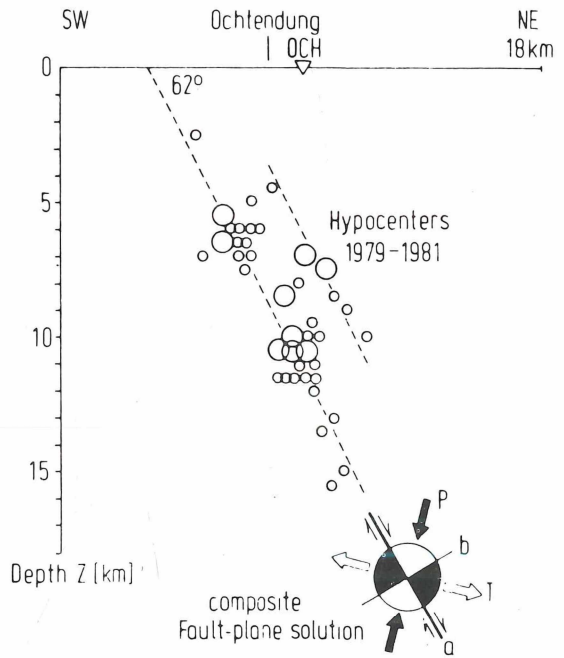


Abb. 5: Querschnitt durch die Störungszone in der Nähe des Reginarisbrunnens (Niedermendig) im Neuwieder Becken mit der räumlichen Verteilung der Hypozentren aus AHORNER (1983)

5. Die Messungen

5.1 Auswahl der Meßmethode

Die zu verwendende Meßmethode muß mehreren Kriterien genügen. Eine ausreichende Meßgenauigkeit muß gewährleistet sein, um Anomalien zu lokalisieren. Der Meßvorgang sollte schnell und problemlos abzuwickeln sein, um eine große Anzahl von Daten zu erfassen. Alle bekannten Verfahren zur Messung des CO_2-Gehalts der Bodenluft basieren entweder auf chemischen oder physikalischen Meßtechniken. Der Vorteil einer chemischen Analyse, zum Beispiel die der Gaschromatographie ist eine besondere Exaktheit der Ergebnisse. Der erforderliche Aufwand läßt aber keine umfangreiche Anzahl an Messungen zu. Aus diesen Gründen wird eine geophysikalische Meßmethodik verwendet.

5.2 Arbeitsweise des Meßgeräts

Sämtliche Messungen wurden mit einem CO_2-Gasmeßinstrument der Firma Hartmann & Braun, welches mir freundlicherweise von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Roh-



Abb. 6: Gerätschaften mit Meßgerät

stoffe in Hannover zur Verfügung gestellt wurde, durchgeführt. Die Meßmethodik beruht auf den unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten verschiedener Gase. Mit Hilfe einer Handpumpe wird eine ausreichende Menge atmosphärischer Luft in die Meßkammer gepumpt. Hierbei wird der natürliche CO_2-Anteil der Luft mit 0,00 Vol. %, statt 0,03 Vol. % angenommen. Anhand dieser Probe wird das Gerät geeicht. Die Anzeige des Volumenprozentanteils wird durch einen Regler auf 0,0 Vol. % gebracht. Darauf wird der Heizstromwert von 20 mV eingestellt. Nun wird die Bodenluftprobe so lange in die Meßkammer gepumpt, bis kein weiterer Anstieg der Anzeige zu verzeichnen ist. Der Ausschlag gibt den Anteil des CO_2 an der Bodenluft in Volumenprozent wieder. Die Meßskala des Gerätes umfaßt 0 – 20 Vol. %.

6. Verfahrenstechniken

6.1 Darstellung verschiedener Verfahrenstechniken

Um den Verlauf einer Störung näher zu lokalisieren, können zwei unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt werden. Sie sind sowohl bei der Erfassung von Bodenluftwerten, wie im Rahmen dieser Arbeit, als auch bei der Erschließung durch Bohrungen anwendbar.

- Rastertechnik

Ein Raster bzw. Gitternetz wird über das Untersuchungsgebiet gelegt. An den Schnittpunkten werden die Messungen durchgeführt. Vorteil dieser Verfahrenstechnik ist, daß eine Auswertung mit Hilfe von Isolinien möglich ist. Anwendung findet die Rastertechnik vor allem dann, wenn der Verlauf der zu erfassenden Störung nicht einzugrenzen ist. Sie verhilft so zu einem Überblick über das Arbeitsgebiet. Nachteilig wirkt sich der Zeitaufwand der Methode aus, und daß die Bedingungen im Gelände aufgrund von Unwegsamkeit, landwirtschaftlicher Nutzung usw. eine konsequente Anwendung nicht immer zulassen.

- Traversentechnik

Traversen oder Schnitte werden so angelegt, daß sie den vermuteten Verlauf der Störung senkrecht schneiden. Die Abstände zwischen den einzeln Meßpunkten sind variabel, so daß, wenn ein Anstieg der Werte zu verzeichnen ist, die Maxima lokalisiert werden können. Die Anwendung der Traversentechnik erfordert aber, daß der Verlauf der vermuteten Störung schon grob eingegrenzt werden kann. Negativ ist, daß über die Werte zwischen den Traversen keine endgültige Sicherheit bestehen kann, dennoch ist diese Vorgehensweise die häufiger angewandte, aufgrund ihrer weit größeren Praktikabilität und ihres geringeren Arbeits- und Zeitaufwands.

6.2 Durchführung der Messungen

Es wurde von Mai bis August 1985 am Ostrand und von Juli bis September 1987 am Nordrand des Laacher-See-Beckens, sowie im Neuwieder Becken gearbeitet. Mit einer Schlitzstange wurden circa 120 cm tiefe Bohrungen niedergebracht, in die eine Sonde eingeführt wurde. Es wurden pro Meßpunkt zwei Messungen im Abstand von 2 – 3 min vorgenommen. Insgesamt wurden über 1500 Meßdaten gesammelt. Am Ostufer des Laacher Sees wurde ein 650 m langes und circa 30 m breites Untersuchungsgebiet ausgewählt, über das ein sehr enges Raster von 6,5 x 1,3 m gelegt wurde. Darüber hinaus wurde eine 420 m lange Traverse vom Seeufer bis zum höchsten Punkt des Randes des Laacher-See-Beckens gelegt, wobei in regelmäßigen Abständen von 6,5 m 130 Meßdaten aufgenommen wurden. Die Erfassung des übri-

gen Nordostens des Laacher-See-Beckens geschah mit einem gröberen Raster von 50 x 20 m, es endete an der Eingrenzung des Campingplatzes am Nordrand des Sees. Das gleiche Gitternetz wurde im Südosten des Beckens bis zum Beginn des eingezäunten Naturschutzgebiets angelegt. Um den Verlauf der Abbruchkante der Versturzzone am nördlichen Rand des Untersuchungsgebietes zu erfassen, wurden acht Traversen vermessen. Im Untersuchungsgebiet Neuwieder Becken sollte anhand von elf Meßprofilen der Störungsverlauf lokalisiert werden. Der Abstand zwischen den Bohrpunkten war in der Regel 25 m, wurde aber nach den jeweiligen Umständen von 10 m bis auf 50 m variiert.

6.3 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Die x- und die y-Koordinaten der Meßpunkte wurden mit Hilfe von Deutschen Grundkarten (1 : 5000) digitalisiert. Die z-Koordinate wurde durch den gemessenen Bodenluftwert des Meßpunktes bestimmt. Weiter wurden die Höhenlinie der verwendeten Karten digitalisiert, so daß mit Hilfe des GEO 3 D-Programms des Geologischen Instituts der Universität Bonn Blockbilder der beiden Untersuchungsgebiete geschaffen werden konnten. In die Morphologie des Geländes wurden durch die Auswahl einer bestimmten Farbskalierung die CO_2-Intensitäten eingetragen. Diese moderne Darstellungsart weist gegenüber der weit geläufigeren, der Einzeichnung der Ergebnisse in Meßkurven, in die eine Höhenlinie der Morphologie eingefügt wird, den Vorteil einer besseren Anschaulichkeit der Ergebnisse auf.

7. Interpretation der Ergebnisse

Es wurden in beiden Untersuchungsgebieten CO_2-Bodenluftwerte festgestellt, die den natürlichen CO_2-Gehalt der Bodenluft deutlich überschritten und auf Anomalien hindeuten.

- Laacher-See-Becken

Stellenweise wurden so hohe Konzentrationen gemessen, daß sie der Meßbereich des CO_2-Geräts (0 – 20 Vol %) nicht mehr erfassen konnte. Die graphische Auswertung ergibt, daß die Maximalwerte aneinandergereiht einer linearen Struktur folgen. Sie geben den Verlauf der Abbruchkante des Diatrems des Laacher-See-Vulkans wieder. Der Kraterrand folgt nicht der Uferlinie des heutigen Laacher Sees, sondern liegt an mehreren Stellen bis zu 300 m entfernt von diesem. Daß nicht überall innerhalb des Kraters erhöhte CO_2-Werte im Untergrund festzustellen waren, ist auf undurchläßige, umgelagerte posteruptive Sedimente zurückzuführen, wobei besonders die tertiären Tone zu nennen sind. Liegt die Abbruchkante des Laacher-See-Vulkans im SE des Laacher-See-Beckens in unmittelbarer Ufernähe, so treten südlich des Alte-Burg-Vulkans die erhöhten CO_2-Werte 250 m vom Ufer zurück. Die sich ergebende achtförmige Struktur der Abbruchkante veranschaulicht die Existenz eines Doppelkraters im Laacher-See-Becken. Außerhalb des Kraters wurden CO_2-Werte von $0{,}1 \pm 0{,}1$ Vol % gemessen.

- Neuwieder Becken

Die Meßwerte im Untersuchungsgebiet im Neuwieder Becken erreichen zwar nicht die Intensitäten des Laacher-See-Beckens, dennoch können Anomalien verzeichnet werden. Da sich die erhöhten CO_2-Werte nur schwer linear anordnen lassen, muß die Möglichkeit von Parallelstörungen in Betracht gezogen werden. Die Vermutung einer Ablenkung der CO_2-Gase durch deren Förderung auf dem Gelände des Reginarisbrunnens wird bestätigt. In der Nähe des Firmengeländes wurden kaum erhöhte Bodenluftwerte gemessen. Ein ähnliches Phäno-

men wird auch im Wehrer Kessel beobachtet, wo seit einigen Jahren Kohlendioxid in Bohrungen gefördert wird und dies zahlreiche Säuerlinge in der Umgebung des Bohrgeländes versiegen ließ.

Aus den positiven Ergebnissen dieser Meßreihen kann das Fazit gezogen werden, daß die Untersuchung der CO_2- Bodenluftwerte als weiterer Indikator zur Lokalisierung tektonischer Störungen anwendbar ist.

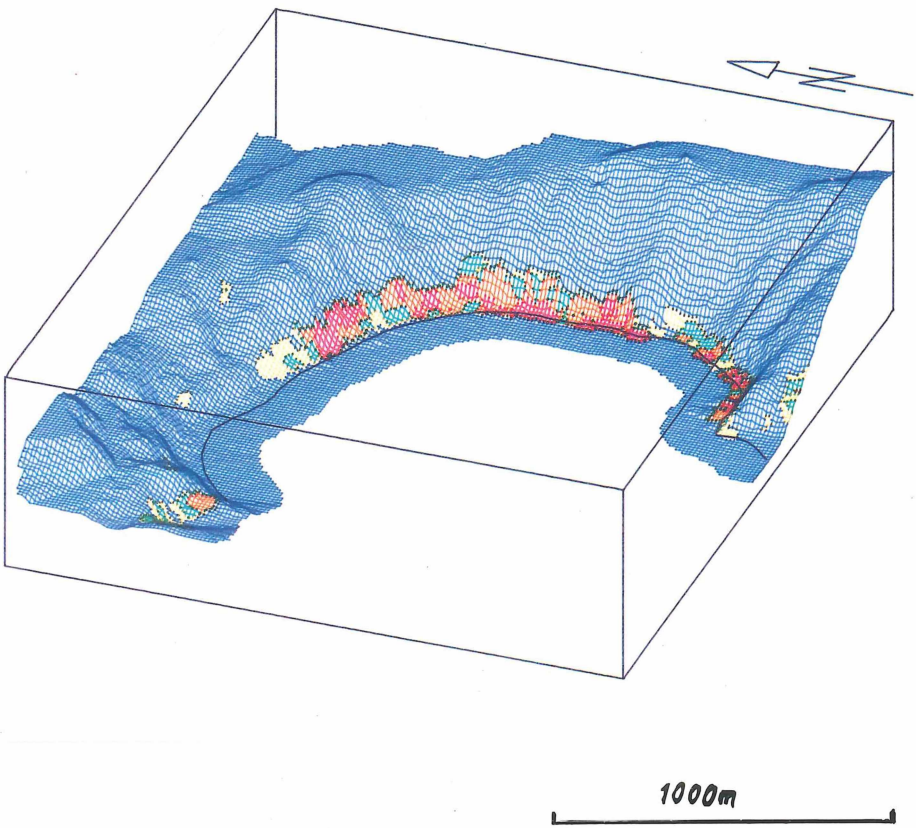


Abb. 7: CO_2-Intensitäten im Untersuchungsgebiet Laacher-See-Becken in Blockbilddarstellung, dreifach überhöht

Farbskalierung

Rot	≙ > 10,0 Vol. %	Orange	≙ > 4,0 Vol. %
Grün	≙ > 2,0 Vol. %	Gelb	≙ > 0,6 Vol. %
Blau	≙ < 0,6 Vol. %	/	≙ Uferlinie

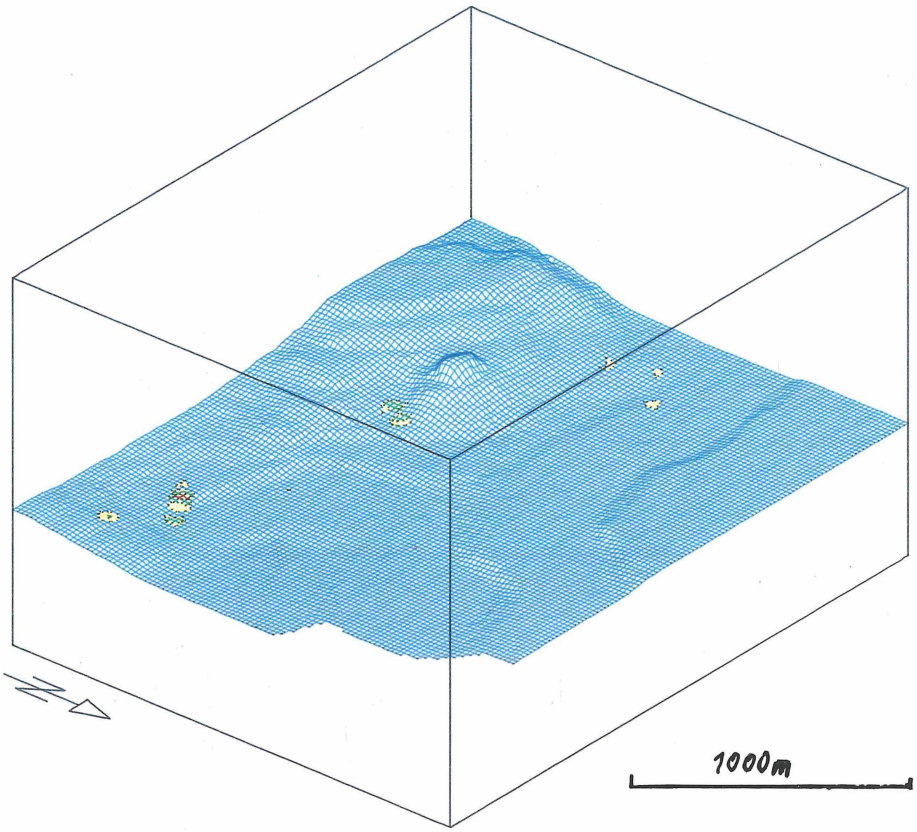


Abb. 8: CO_2-Intensitäten im Untersuchungsgebiet Neuwieder Becken in Blockbilddarstellung, dreifach überhöht

Farbskalierung Rot ≙ > 5 Vol. % Grün ≙ > 3 Vol. %
Gelb ≙ > 2 Vol. % Blau ≙ < 2 Vol. %

8. Kritische Würdigung

Es gelang, in zwei verschiedenen Untersuchungsgebieten, in denen die behandelten Störungen sowohl in ihrer Ursache, als auch in ihrer Datierung stark differieren, Anomalien in den CO_2-Bodenluftkonzentrationen nachzuweisen. Somit scheint eine Übertragbarkeit der Untersuchungsmethodik auf andere tektonische Störungszonen vertretbar. Voraussetzung für eine erfolgreiche Anwendung ist jedoch die Existenz von CO_2-Akkumulationen, die vor allem im Gebiet der Osteifel aufgrund von zahlreichen bekannten Gasvorkommen generell anzunehmen sind. Eine weitere Einschränkung in der Gültigkeit der erfaßten Meßdaten muß beachtet werden, wenn die hydrologische Situation und die Stratigraphie der Untergrundes nicht näher bekannt sind. Die Möglichkeit der Ablenkung der Gase bzw der transportierenden Wässer sowohl infolge von undurchläßigen Schichten in Oberflächennähe, als auch die häufige Bindung der Gase an Quellen, muß bei der Interpretation des Aufstiegsverhaltens und der Rückschlüsse über mögliche Störungen in Betracht gezogen werden. Die Ergebnisse im Untersuchungsgebiet im Neuwieder Becken zeigen, daß auch menschliche Eingriffe, wie die kommer-

zielle Förderung von Kohlendioxid, einen Einfluß auf die ermittelten Daten ausüben. Mit Hilfe der Untersuchung der CO_2-Bodenluftwerte kann auf relativ einfache und schnelle Weise Kenntnis über die Existenz und den ungefähren Verlauf einer Störung erlangt werden. Sicherheit über die absolut exakte Orientierung und den Versatz kann nach wie vor nur im Zusammenhang mit Bohrungen, die die Schichtfolge untersuchen und durch Studien der hydrologischen Bedingungen verschafft werden.

Eine nähere Untersuchung der CO_2-Akkumulation in der Bodenluft ist ein hilfreiches Instrument zur weiteren Klärung der geologischen und tektonisch komplizierten Situation der vulkanischen Osteifel.

9. Literaturverzeichnis

AHORNER, L. (1983): Historical seismicity and present-day microearthquake activity of the Rhenish Massif, Central Europe. – In: Plateau Uplift: 198 -221, Berlin: Springer

AHORNER, L. (1984): Geologisches Gutachten für das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich aus dem Urteil des Verwaltungsgerichts Koblenz. – Koblenz.

AHRENS, W. (1928): Die Entstehung des Laacher Sees und die Ausbruchstelle der weißen Bimssteine des Neuwieder Beckens. – Jb. Preuß. Geol. Landesanst., 49: 340-369, Berlin.

AHRENS, W. (1929): Das Tertiär im nördlichen Laacher-See-Gebiet. – Jb. Preuß. Geol. Landesanst., 50: 322-370, Berlin.

AHRENS, W. (1930): Geologisches Wanderbuch durch das Vulkangebiet des Laacher Sees in der Eifel. – 87 S., Stuttgart: Enke

AHRENS, W. (1931): Die Erbohrung der Marienquelle in Niederbreisig am Rhein im Jahre 1927. – Z. für Erforschung u. Erschließung von Bodenschätzen, H. 5: 1-2, Halle

AHRENS, W. (1936): Geologische Karte von Preußen. Erläuterungen zu Blatt Mayen, Nr. 3268. – 47 S., Berlin.

AHRENS, W. (1936): Geologische Karte von Preußen. Erläuterungen zu Blatt Burgbrohl, Nr. 3213. – 57 S., Berlin.

AHRENS, W. (1937): Zur Entstehung des Laacher Sees. – Jb. Preuß. Geol. Landesanst., 58: 273 – 275, Berlin.

ALBERTSEN, M. (1977): Labor- und Felduntersuchungen zum Gasaustausch zwischen Grundwasser und Atmosphäre über natürliche und verunreinigte Grundwässer. – Diss. Univ. Kiel, 145 S., Kiel.

BEDNARZ, U.; FREUNDT, A. & SCHMINCKE, H.-U. (1983): Die Eignung von Lokalitäten in der E-Eifel und W-Eifel für ein deutsches HOT-DRY-ROCK Geothermik Projekt. – Ruhruniv. Bochum, 100 S., Bochum.

BENTZ, A. (Hrsg., 1961): Lehrbuch der angewandten Geologie. Bd 1, 1071 S., Stuttgart: Enke

BEST, M. (1982): Igneous and Metamorphic Petrology. – San Francisco: Freeman Dechen, H. (1864): Geognostischer Führer zu dem Laacher See und seine Umgebung. 596 S., Bonn: Cohen

FRECHEN, J. (1971): Führer zu vulkanologisch-petrographischen Exkursionen im Siebengebirge, Laacher Vulkan Gebiet und. Maargebiet der Westeifel. – Sammlg geol. Führer, 56, 195 S., Berlin-Stuttgart: Borntraeger

HENNING, I. (1965): Das Laacher-See-Gebiet. Eine Studie zur Hydrologie und Klimatologie. – 123 S., Bonn.

HESEMANN, J. (1978): Geologie. – 373 S., Paderborn: Schöningh

HÖLTING, B. (1980): Hydrogeologie – Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrologie. – 340 S., Stuttgart: Enke

HOPMANN, M.; FRECHEN, J. & KNETSCH, G. (1959): Die vulkanische Eifel. – 52 S., Bonn: Stollfuß

LANGGUTH, H.-R. (1984): Untersuchungen der Mineral- und Thermalquellen der Eifel auf geothermische Indikatoren. – 176 S., Aachen

MEYER, W. & STETS, J. (1981): Die Siegener Hauptaufschiebung im Laacher-See-Gebiet. – Z. dt. geol. Ges., 132: 43-53, Hannover.

MEYER, W. ( ): Geologischer Wanderführer: Eifel. – 111 S., Stuttgart: Kosmos

MEYER, W. (1986): Geologie der Eifel. – 614 S., Stuttgart: Schweizerbart

MURAWSKI, H. (1983): Geologisches Wörterbuch. – 281 S., Stuttgart: Enke

PUCHELT, H. & HUBBERTEN, H. (1979): Kohlenstoffisotopenuntersuchungen an Gasen, Wässern und Karbonaten umliegender Gebiete. – Arbeitsbericht, Protokoll über das 4. Kolloquium im Schwerpunktprogramm „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes": 204-205, Neustadt a.d.W.

PUCHELT, H. (1981): Kinetische Kohlenstoffisotopenfraktionierung am Beispiel des Laacher Sees. – Arbeitsbericht, Protokoll über das 6. Kolloquium im Schwerpunktprogramm „Vertikalbewegungen und ihre Ursachen am Beispiel des Rheinischen Schildes": 204-205; Neustadt a.d.W.

QUITZOW, H. (1982): Die Hochflächenlandschaft der zentralen Eifel und der angrenzenden Teile des Rheintrogs und Neuwieder Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., 11: 173-206, Mainz.

KAPPELMEYER, O. (1977): Erkundigungen des Temperaturfeldes in der Eifel mit einer Forschungsbohrung bei Ochtendung. – Bundesanstalt f. Geowissenschaften u. Rohstoffe, 21 S., Hannover.

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, U. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde.-442 S., Stuttgart: Enke

SCHMINCKE, H. (1982): Vulkane und ihre Wurzeln. – Rhein.-Westf. Akademie d. Wiss., Vorträge N 315: 35-68, Bochum

SCHMINCKE, H. (1986): Vulkanismus. – 164 S., Darmstadt: Wiss. Buchges.

SCHWILLE, (1955): Aufnahme einer Bohrung auf dem Gelände des Reginarisbrunnens (Niedermendig). – Unveröffentl. freundl. mündl. Mitt. Prof W. Meyer, Bonn

SIGURDSSON, H. (1987): A Dead Chief's Revenge ?. – Natural History Magazine, 8/87: 44-49, New York

TAYLOR, (1967): Oxygen and carbon isotope studies of carbonatites from the Laacher See District, West Germany and the Anö District, Sweden. – Geochim. Cosmochim. Acta, 31: 407-430.

WENDEL, C. (1984): Untersuchungen zur Entnahme und Bestimmung von CO_2-Gasen aus der Bodenluft – Anwendung bei Aachen und in den Ardennen. – Dipl.-Arbeit, unveröffentl., 85 S., Aachen

WINDHEUSER, H.; MEYER, W. & BRUNNACKER, K. (1982): Verbreitung, Zeitstellung und Ursachen des Quartären Vulkanismus in der Osteifel. – Z. Geomorph., N.F., Suppl.-Bd. 42: 177-194, Berlin-Stuttgart

Anschrift des Autors:
Mark A. Langer, In der Spitze 18, D-5470 Andernach 14

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 75

Autor(en)/Author(s): Langer Mark A.

Artikel/Article: C02-Emissionen als Indikatoren tektonischer und vulkanotektonischer Störungen in der Osteifel 127-142