

Störungsabgrenzungen im Umkreis des Überlinger Sees mit Bodengasen

Autor(en): **Ernst, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **35 (1968-1969)**

Heft 88

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-195944>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Störungsabgrenzungen im Umkreis des Überlinger Sees mit Bodengasen

Mit 4 Figuren im Text
von W. ERNST*

1. Zusammenfassung
2. Anlass der Untersuchung
3. Voraussetzungen der Bodengasmethode
4. Lage und Bodengasführung der Breitenerlen-Störung
5. Bodengasführung der Hochbühl-Störung
6. Zur Frage der Bodensee-Randstörungen

1. Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit befasst sich mit methodischen Grundlagen und Anwendungen der Bodengasmethode. Mit dieser Methode gelang die Abgrenzung einer verhältnismässig gut nachgewiesenen Störung nördlich des Überlinger Sees (Bodensee) und ein Beitrag zur Frage der tektonischen Randstörungen des gleichen Seeabschnittes.

2. Anlass der Untersuchung

Die Umgebung des Überlinger Sees bietet für die Untersuchung der ungefalteten Molasse zahlreiche Ansatzpunkte. Dort sind Schichten von der Unteren bis zur Oberen Süsswassermolasse und verschiedene Störungssysteme an vielen Stellen aufgeschlossen. Aus diesem Grunde bildete dieses Gebiet einen unserer Schwerpunkte der geochemisch-faziellen Molasseuntersuchung, die mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft vorgenommen werden konnte. Bei diesen Arbeiten ging es im wesentlichen um die Diagnose der Salinitäts-, Sauerstoff- und Temperaturfazies dieser Ablagerungen und um ihre Abgrenzungen mit chemischen Methoden. Der letzte Teil dieser Untersuchungen galt den tektonischen Störungen, die auch an den Stellen möglichst nachgewiesen werden sollten, wo Abschwemmsedimente die Störungsaustritte in den Tälern überdeckten. Für diese Untersuchung wählten wir die Bodengasmethode, die schon an anderen Stellen des Molassebeckens mit Erfolg zur Abgrenzung der Störungen eingesetzt wurde (ERNST 1968a, 1968b).

3. Voraussetzungen der Bodengasmethode

Die Bodengasmethode beruht auf der Messung der in den obersten Bodenzonen befindlichen Gase zum Zwecke der Prospektion auf Kohlenwasserstoff-Lagerstätten und tektonischen Störungen. Sie wurde fast gleichzeitig von LAUBMEYER (1933) und SOKOLOW (1933) veröffentlicht und im wesentlichen von SOKOLOW und Mitarbeitern (SOKOLOW und GRIGORJEW 1962) weiter entwickelt. Weitere Anwendung fand die Bodengasmethode in den USA (HORVITZ 1959, MERRIT 1940, ROSAIRE 1940), Frank-

* Sigwartstrasse 10, 74 Tübingen.

reich und den ehemaligen französischen Gebieten in Nordafrika (POMEYROL, BIENNER und LOUIS 1961; ISSENMANN und GERARD 1962) sowie auch in Deutschland (MEINHOLD 1959; PRÖHL 1965).

Die Ergebnisse der bisherigen Forschungsperiode sind noch sehr vieldeutig, was die Lagerstätten angeht. Einwandfreie Explorationserfolge wurden bisher nur aus Nordafrika und den südlichen Teilen Sowjetrusslands bekannt. Das sind praktisch alle Regionen, wo die Vegetation stark zurücktritt und häufig nur Wüsten und Steppen vorliegen. Von anderen Messgebieten, so auch in Süddeutschland, wird angenommen, dass sich Entgasungen aus dem tieferen Untergrund mit oberflächennahen Gasbildungen überlagern. Wichtig sind deshalb die Fragen nach den Anteilen der in den Böden gebildeten und der aus tieferen Stockwerken zufließenden Gase.

In den Böden selbst können Kohlendioxid, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffe gebildet werden, wobei in diesem Zusammenhang nur Kohlendioxid (CO₂) und Kohlenwasserstoffgase (KW-Gase) interessieren. Die Bildungsbedingungen dieser Gase hängen weitgehend von der Vegetation, der Bodenart und dem Klima ab. So betragen die CO₂-Gehalte der Böden im humiden Klimabereich in 0,2 bis 0,5 m Tiefe zwischen 0,5 und 4,0% (EBERMEYER 1884; LUNDEGARDH 1949). Diese Zahlen decken sich auch mit den Angaben von SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL (1966). Eigene Befunde von 605 Untersuchungspunkten Süddeutschlands ergeben folgenden Zusammenhang zwischen CO₂ und den verschiedenen Hauptbodenarten, Vegetationsgebieten und Jahreszeiten (Durchschnittswerte in Vol.%; Messtiefen 1,00 m):

	<i>sandig-kiesiger Lehm</i>				<i>toniger Lehm</i>			
	Wiese	Acker	Laubw.	Nadelw.	Wiese	Acker	Laubw.	Nadelw.
Mai bis								
Juni	2,20	2,80	0,81	0,56	1,62	3,05	1,23	1,00
Oktober	3,41	2,20	1,22	1,25	2,95	n.g.	0,82	1,00

Methan-Angaben für verschiedene Böden und Jahreszeiten sind in der Literatur recht spärlich. Bekannt ist die Anreicherung von Methan (CH₄) in moorigen, anmoorigen und torfigen Böden. Das ergaben auch unsere Messungen in den Ammerniederungen bei Peissenberg (Obb.) und im Günztal südlich von Babenhausen, wo bis zu 3% CH₄ im Absauggas festgestellt werden konnte. Dort führen aber auch die feinsandigen Lehmböden gleich hohe CH₄-Gehalte, wie unsere Desorptionsanalysen zeigen. Die eigentliche Bodengasbildung wird in diesen Gebieten offensichtlich von einer Migration der Tiefengase überlagert, die im Falle von Peissenberg aus Kohlenflözen und im Günztal von diffusen Erdölvorkommen ausgehen kann. Die moorigen und anmoorigen Böden wirken dort infolge ihres hohen Sorptionsvermögens wie Schwämme, die vor allen Dingen die schwereren Kohlenwasserstoffgase (SKW) speichern können. Diese Annahme wird durch professionelle Messungen in Süddeutschland bestätigt. Sie haben ergeben, dass beim Übergang der Messprofile auf sumpfige Talauen die KW-Gasgehalte ansteigen. Die gleiche Annahme dürfte auch für weite Teile Nordwestdeutschlands gelten, wo Moore und Torfe häufig über Erdölen und Erdgas vorkommen.

Eine vorwiegend autochthone CH₄-Bildung ist nur dort gewährleistet, wo völliger Sauerstoffabschluss, gleichmässige höhere Temperaturen und ein vorwiegend alkalisches Milieu gegeben sind. Dafür kommen im wesentlichen nur die Rand- und Verlandungsgebiete grösserer Festlandseen in Frage, deren Schlamm neben dem primär gebildeten CH₄ auch H₂S enthalten können. Ausserdem sind solche Bedingungen nur in den tiefsten Bodenzonen gegeben, sofern dort eine Anreicherung der organischen Substanz vorliegt.

In schwach sauren Biotopen wie den Mooren bleibt dagegen die Cellulose teilweise erhalten. Unter diesen Bedingungen ist es kaum zu erwarten, dass normale mineralische und feldwirtschaftlich genutzte Böden wesentliche CH_4 -Gehalte bakterieller Entstehung aufweisen können. Im allgemeinen herrschen dort ausreichende Durchlüftungsverhältnisse bis in Tiefen von einem Meter und ein Gang der Bodentemperatur mit den Jahreszeiten vor. Dementsprechend weisen auch feinsandige und tonige Lehme ausserhalb von Erdöl- und Erdgasvorkommen praktisch keine CH_4 -Gehalte auf.

Beim CH_4 der untersuchten Böden macht sich ein jahreszeitlicher Gang nicht bemerkbar. Entsprechende Kontrollen an gleichen Profilen ergaben sowohl in der Vegetationszeit (Juni) als auch nach der Ernte (Oktober) annähernd gleiche CH_4 -Gehalte. In den gleichen Profilen waren die CO_2 -Gehalte dagegen im Oktober etwa um die Hälfte niedriger als im Juni. Dieses Beispiel bezieht sich auf ein Gebiet mit diffusen Erdölvorkommen in etwa 1200 m Tiefe und einem sandig-kiesigen Ackerboden. Offensichtlich überwiegt dort ein konstanter Zustrom von CH_4 , während CO_2 zum grossen Teil aus der Zersetzung der pflanzlichen Stoffe sowie aus der Pflanzenatmung herrühren dürfte.

Ausser Kohlen- und Erdölvorkommen können auch bituminöse Schiefer und Kalke entgasen. Ein Beispiel dafür sind die Ölschiefer des Lias α_3 und Lias β im Bebenhauser Graben bei Tübingen, die an einigen Stellen unmittelbar unter dem Boden anstehen. Über den auskartierten Bereichen dieser Schichten kommen CH_4 -Gehalte bis zu 1,6% vor, während über den Keuperböden der angrenzenden Schollen nur noch 0-Werte vorliegen.

Nach diesen Messbefunden scheint der überwiegende Teil der KW-Gase nicht in den Böden, sondern in tieferen Lagen entstanden zu sein. Darauf weisen auch unsere Untersuchungen hin, die im Gebiet zwischen Überlinger See und Heiligenberg zusammen mit einer seismischen Erkundung der Prakla GmbH vorgenommen worden sind (ERNST 1968b). Dieses Gebiet wird in W-E-Richtung von der Hochbühl-Störung durchsetzt, die von mehreren kleinen nordfallenden Staffelbrüchen begleitet wird. Die Hochbühl-Bruchzone begrenzt im Süden offensichtlich eine Hochlage, die im tieferen Teil schwach imprägniert erscheint. Die Ausbisszonen der Störungen wurden mit annähernder Sicherheit durch die Bodengasmethode festgestellt (vergl. Kap. 5). Sie führten nach der Auslösung der seismischen Schüsse dreimal soviel CH_4 als die Beobachtungspunkte auf der Position der Hochscholle. Aber selbst auf der Hochscholle waren die CH_4 -Gehalte nach den Schüssen doppelt so hoch als im Normalzustand. Diese anomale Gasverteilung normalisierte sich im Gebiet der Störungsausbisse nach zwei und in der Hochschollenposition erst nach zwanzig Stunden. Ebenso wurden auch an anderen Stellen dieses Gebietes SKW-Gase durch die seismischen Schüsse mobilisiert. So erreichte Äthan (C_2) in Störungspositionen nach den seismischen Schüssen dreimal, auf der Hochscholle fünfmal und auf der Tiefscholle zehnmal höhere Werte als im Ruhezustand. Vor den Schüssen war der Tiefschollenbereich frei von CH_4 und C_2H_6 . Dass diese Gase nicht aus der unmittelbaren Bodenzone stammen können, zeigen einmal die Dauer der Entgasung und zum anderen die CH_4 -Konzentrationen in den Schussbohrlöchern. Dort wurden in vier Meter Teufe CH_4 -Gehalte bis zu 4% festgestellt. Die höchsten Konzentrationen lagen in Bohrlöchern vor, die etwa 100 m tief waren. Niedrigere Gehalte hatten alle flachen Löcher von etwa 50 m Teufe. Nach jedem weiteren Schuss in anderen Bohrlöchern stiegen die CH_4 -Werte in den ehemaligen Schusslöchern unmittelbar an. Die Werte normalisierten sich erst nach vollständiger Auffüllung durch Grundwasser.

Die Störungszonen führen nach diesen Beispielen die höchsten Methankonzentrationen. Sie bilden offensichtlich eine Art Drainagesystem für alle in der Tiefe anfallenden Gase. Sie zeichnen sich dementsprechend auch durch erhöhte Gasgehalte an der

Erdoberfläche ab, wie unsere Eichuntersuchungen an bekannten und gut aufgeschlossenen Störungen ergeben haben (Bebenhausener Graben, Pfullendorfer Hauptverwerfung). Ihre Ausbisszonen an der Erdoberfläche oder unter den bedeckten Pleistozänablagerungen sind recht schmal und betragen je nach dem Ausmass und Einfallen der Abschiebungen 20 bis 50 m. Von diesen Störungsbreiten (einschliesslich der weniger beanspruchten Randzonen) kann man sich in den Bergwerken leicht überzeugen. Auch die nicht von den Störungen betroffenen pleisto- oder holozänen Deckschichten zeigen in der Regel grössere Durchlässigkeiten in Verlängerung der Störungsbahnen. Nach MÜHLFELD (1960) wäre in den Senkungszonen über den Störungen ein kleintektonisches Inventar von Dehnungsformen zu erwarten. Diese Dehnungszonen könnten für den Gastransport im oberflächennahen Störungsbereich verantwortlich sein.

Die schmalen Störungsausbisse erfordern demgemäss einen geringen Messabstand. Diese wichtigste Forderung an die Bodengasmethode ist aber gerade bei kommerziellen Untersuchungen kaum eingehalten worden. Ebenso wie kurze und gleichbleibende Messpunktabstände sind unbedingt auch gleiche Bohrlochtiefen erforderlich. Die günstigsten Tiefen liegen für Gasabsaugungen bei 4 m, weil einerseits nach GERARD (1966) die Gaskonzentrationen mit der Tiefe zunehmen und andererseits die Austauschfähigkeit der Gase mit der Atmosphäre in diesen Tiefen nachlässt. Diese Bohrlochreichweite ist jedoch in unseren humiden Breiten illusorisch, weil das Grundwasserniveau dabei angeschnitten wird. Unsere Messungen wurden deshalb an 1 m tiefen Bohrlöchern ausgeführt. Jeder Wechsel der Bohrlochtiefe ergibt eine völlig andere Gaszusammensetzung, da die oberen Bodenzonen beispielsweise infolge der leichten Austauschbarkeit des CH_4 an dieser Komponente verarmen. Zu den gleichen Bohrlochabständen und -tiefen gehören schliesslich auch gleiche Absaugzeiten der Gase, wie unsere Untersuchungen im Peissenberger Gebiet eindringlich gezeigt haben.

Genau so wichtig wie die Einhaltung gleicher Parameter bei der Gasentnahme sind auch gleiche Aufbewahrungszeiten der in Sammelgefässen aufgefangenen Gase. Bei längeren Standzeiten diffundieren die leichteren Komponenten wie CH_4 über noch so gut gefettete Hähne und Dichtungen (ERNST 1968b). Zur Vermeidung dieser Fehler ist stets eine unmittelbare Messung der gewünschten Komponenten am Bohrloch oder im Desorptionsgas einer aus dem Bohrloch entnommenen Bodenprobe angebracht.

Die von uns angewandten Bodengasmessungen erfolgten im Regelabstand von 40 m und bei erhöhten Gasanzeichen auch in kürzeren Abständen. Die Gase wurden aus ein Meter tiefen Bohrlöchern gewonnen, die in den oberen 0,8 m verrohrt waren. Diese Löcher wurden nahezu luftfrei gepumpt und anschliessend acht Minuten lang verschlossen. Dadurch sollten die atmosphärischen Gase aus dem Umkreis des Bohrloches entfernt und der Zustrom der eigentlichen Bodengase eingeleitet werden. Nach Ablauf der Wartezeit wurden CH_4 und CO_2 unmittelbar am Bohrloch bestimmt. CO_2 ist deswegen gemessen worden, weil es sich in normalen Böden gegenläufig, in Störungsbereichen aber parallel zum CH_4 verhält. Dieser unterschiedliche Gang beruht auf dem verschiedenen Migrationsverhalten beider Gaskomponenten. CH_4 wird in den normalen Bodenzonen leicht gegen O_2 ausgetauscht, während CO_2 als schwerere Komponente im Boden verbleibt. In den Störungsaubissen wird der Verlust an CH_4 aber durch einen ständigen Nachstrom mehr als ausgeglichen, so dass CO_2 und CH_4 dort parallel verlaufen. CO_2 fällt nicht nur im Boden an, sondern kann auch in tieferen Stockwerken bei der Oxidation bituminöser Substanzen durch sauerstoffhaltige Wässer entstanden sein. Ebenso kann es in Süddeutschland von den Restentgasungen der Alb- und Hegauvulkane stammen. Die schwereren Kohlenwasserstoffgase wurden, wie schon erwähnt, im Desorptionsgas der Bodenproben bestimmt. Insbesondere die tonigen Komponenten der Böden können die SKW-Gase nachhaltig binden.

Nach unserer neuesten Messanordnung ist eine Bearbeitung von acht Messpunkten in einer Stunde und mit zwei Arbeitskräften möglich. Dadurch kann ein enger Messpunktabstand trotz grosser Profillängen eingehalten werden. Zukünftig sollen in den Zonen mit auffälligen Gasanzeichen auch direkte Fraktometermessungen am Bohrloch ausgeführt werden, wodurch sich die Bearbeitungszeit leicht erhöhen wird.

Nach den angeführten Kriterien scheint es grundsätzlich möglich zu sein, Ausgasungen über Störungszonen von normalen Bodengasbildungen zu unterscheiden. Auch die Tiefe der Entgasungsmedien scheint bestimmbar zu sein, wenn man die Migrationsgeschwindigkeit der Gase in durchlässigen Bereichen und den Auslösezeitpunkt (z. B. durch seismische Schüsse) der Gase kennt und nicht mehr als ein Entgasungshorizont vorliegt. Aussagen über die Mächtigkeit des Entgasungsmediums dürften jedoch vorerst nicht möglich sein, da schon geringe Ansammlungen von Erdölen oder auch das Vorkommen bituminöser Schichten zu einer Entgasung führen. Der Umriss eines Ausgasungskörpers kann aber mit Hilfe der Bodengasmethode festgestellt werden, wenn gleiche Parameter bei der Messung eingehalten worden sind.

4. Lage und Bodengasführung der Breitenerlen-Störung

Die Breitenerlen-Störung hat ihren Namen von einem Einzelhof südwestlich der Ortschaft Oberndorf (Mbl. 8120 Stockach) erhalten. Sie nimmt dort etwa ihren Ausgang und verläuft bis zur südlichen Talflanke der Mahlspürer Aach nahezu nach SW. Nach der geologischen Karte weist sie hier einen scharfen Knick auf und streicht mit fast südlicher Richtung bis über das Tälchen zwischen Bonndorf und Nesselwangen. In

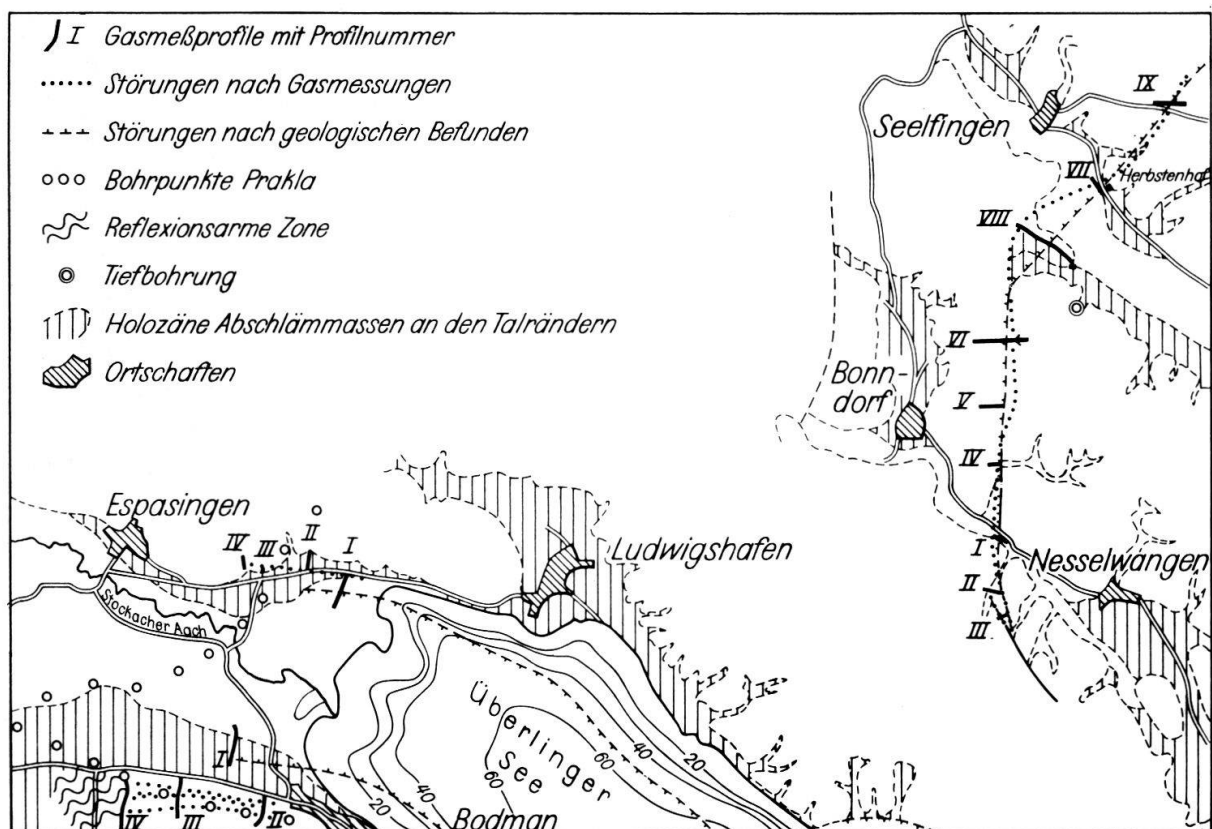


Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsgebietes mit dem Störungsverlauf nach geologischen und gasanalytischen Befunden.

Höhe der Fahrstrasse von Nesselwangen zum Haldenhof biegt sie dann in eine südöstliche Richtung ein und endet mit erneutem Umschwenken nach SW am Sipplinger Berg. Die Störung ist ca. 7,5 km lang und fällt relativ steil in westlicher Richtung. In den aufgeschlossenen Teilen verwirft sie im wesentlichen den Haldenhofmergel der OSM gegen den Sandschiefer der OMM. Die aufgeschlossenen Teile liegen in einem Bachanriss beim Hof Breitenerlen, am scharfen Knick der Störung auf der südlichen Talseite der Mahlspürer Aach sowie auf beiden Hängen des kleinen Seitentales zwischen Bonndorf und Nesselwangen.

Der Abschiebungsbetrag beträgt bei diesen Aufschlüssen rund 50 m. Die Vermessung der Störung erfolgte entlang von acht Querprofilen. Sie waren gleichmässig über das ganze Störungsgebiet verteilt und erstreckten sich demgemäss auch über verschiedenen Böden und Vegetationsbereichen. Ihre Längen betragen je nach den Aufschluss- und Bohrmöglichkeiten 200 bis 500 m (Abb. 1). Die Höhenlagen der einzelnen Gasmessprofile differieren maximal um 60 m.

Die Ergebnisse der Gasmessungen zeigt die Abb. 2. Beim Herbstenhof im NE-Teil der Störung ist ihr Ausbiss deutlich durch einen Hauptgaspeak sowie durch einen nach E anschliessenden schwachen Nebenpeak gekennzeichnet (Profil IX). Der Hauptgaspeak liegt rund 100 m östlich der projektierten Störungslinie, Das nächste Profil verläuft parallel zur Strasse von Billafingen nach Seelfingen (Profil VII). Dort schliesst sich an einen verhältnismässig schwach ausgebildeten Störungspeak (Messpunkt 7a) eine breite Gasschleppe mit sehr hohen CO₂-Gehalten an. Auf der anderen Seite des Mahlspürer Aachtals erstreckt sich das längste Profil dieser Messreihe westlich des Beurenhofes (Profil VIII). Diese Meßstrecke enthält im wesentlichen eine Zone höherer CH₄- und CO₂-Gehalte, die nach E in eine breite Zone niedrigerer Gasgehalte übergeht. Der Messpunkt 22b markiert in diesem Profil den wahrscheinlichen Störungsausbiss. Er liegt rund 150 m westlich der in der Karte eingezeichneten Störungslinie.

Nach der Gasverteilung in diesen drei Profilen scheint die Störung in einem nach E geöffneten flachen Bogen über das Aachtal zu verlaufen (Abb. 1). Die nach E anschliessende Gasschleppe der Störung umreisst wahrscheinlich eine flache Aufwölbung im Bereich der Hochscholle, die vermutlich schwach imprägniert ist. Auf diese Imprägnierung mit Kohlenwasserstoffen deuten auch die sehr hohen CO₂-Gehalte hin, die aus der Oxidation von Erdölen im aufgewölbten Teil der Hochscholle herrühren können. Am Rande sei noch bemerkt, dass die nicht fündige Bohrung Billafingen 1 nur rund 500 m ausserhalb dieses Imprägnierungsbereiches lag.

Den N-S-Abschnitt der Breitenerlen-Störung queren die Profile I, IV, V und VI. Von diesen Profilen hat die Messlinie V offensichtlich nicht den Störungsaustritt erreicht. Die anderen Profile weisen nur sehr schmale Störungspeaks von 0,4% CH₄ auf. Die CO₂-Gehalte erreichen an den angenommenen Störungsaustritten Werte von rund 4% gegenüber durchschnittlich einprozentigen Gehalten in den übrigen Profilschnitten. In diesem mehr oder weniger geradlinig verlaufenden Störungsteil fehlen jegliche Imprägnierungsanzeichen. Die Abweichungen der Störungspeaks von der in der Karte eingetragenen Störungslinie sind gering.

Die restlichen Profile II und III verteilen sich auf den südöstlichen Ast der Störung. Es ist der Abschnitt, wo nach der Geol.-Karte eine Nebenstörung vom Hauptast abspaltet. Die Gasverteilung in diesen beiden Profilen zeichnet diese Aufspaltung der Störung sehr genau ab,

Die Breitenerlen-Störung konnte somit auch nach den Bodengas-Gehalten einwandfrei erfasst werden. Wesentliche Abweichungen vom Kartenbild ergeben sich nur im Mahlspürer Aachtal, wo der bogenförmige Verlauf der Störung realistischer als der scharfe Knick südwestlich des Beurenhofes erscheint. Mit Ausnahme der Gasgehalte in

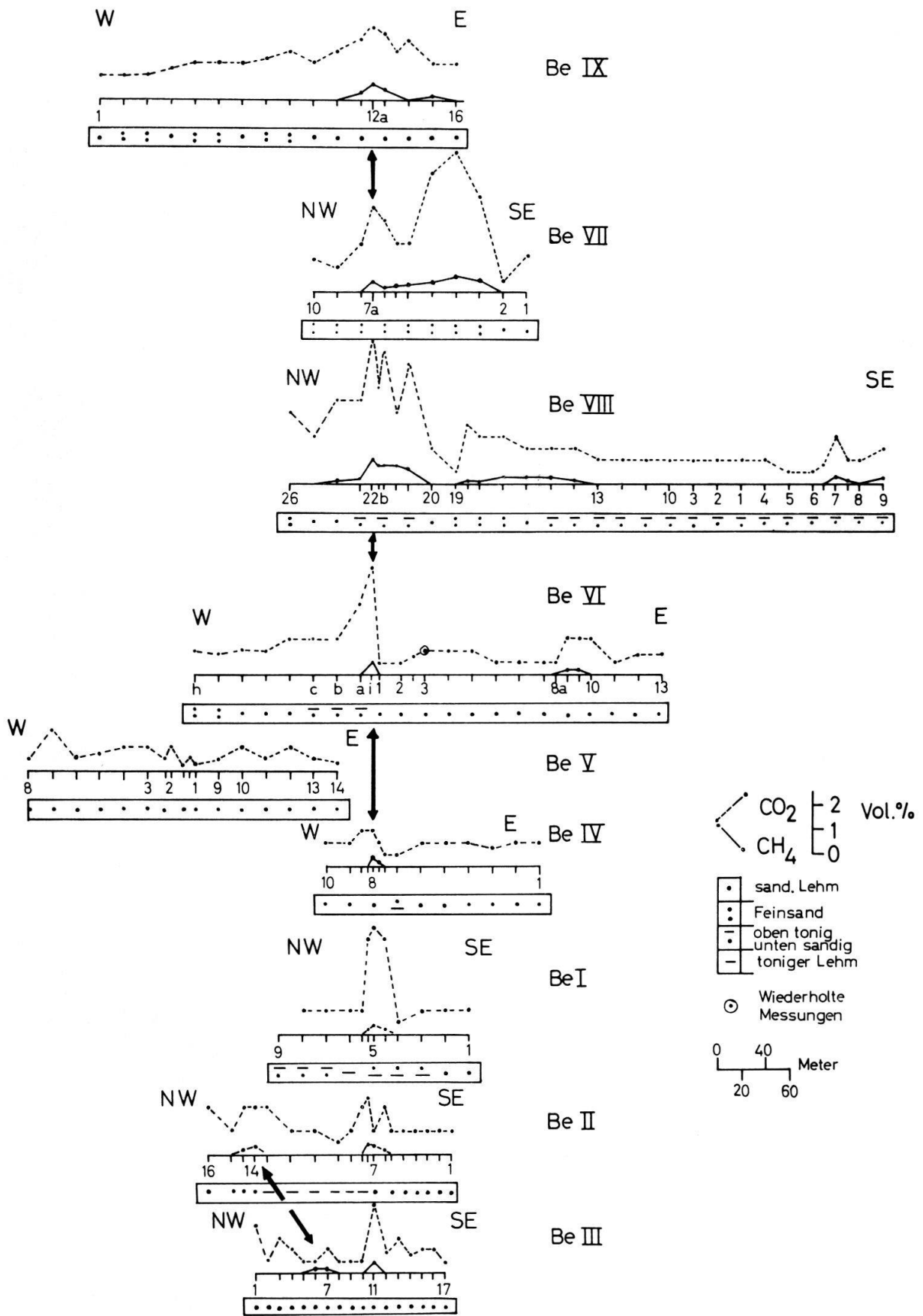


Abb. 2: Bodengasverteilung entlang der Profile der Breitenerlen-Störung.

diesem bogenförmigen Teil der Störung sind alle anderen CH₄-Werte im Vergleich zu den grossen Bruchzonen der Molasse als sehr gering anzusehen. Ebenso ist die Austrittsfläche dieser Störung im Durchschnitt recht schmal. Daraus dürfte hervorgehen, dass es sich dort nur um eine relativ unbedeutende Störung handeln kann.

5. Bodengasführung der Hochbühl-Störung

Die Hochbühl-Störung hat – wie schon der Name sagt – ihren Ursprung nördlich des Hochbühls bei Nesselwang (Mbl. 8120 Stockach). Sie verläuft in Richtung Owingen zunächst mit südöstlichem Streichen und scheint östlich dieses Ortes in die W-E-Richtung einzuschwenken. Die Störung hat ein nördliches bzw. nordöstliches Einfallen und verwirft die Obere Süsswassermolasse gegen die Sande des Grobsandzuges der Oberen Meeresmolasse. Gasmessungen erfolgten dort nur östlich von Ernatsreute (Mbl. 8121 Heiligenberg). Dort weisen zwei im Abstand von 200 m angesetzte Profile CH₄-Spitzen bis zu 2% auf, die wahrscheinlich den Störungsausbiss kennzeichnen (ERNST 1968b). Die gleichen Punkte haben CO₂-Gehalte bis zu 5%. Diese hohen Gasgehalte dürften jedoch durch die seismischen Schüsse verursacht worden sein, die einen Tag vor der Gasmessung in unmittelbarer Nähe der Profile ausgelöst wurden. Spätere Messungen haben gezeigt, dass die CH₄-Gehalte in diesen Positionen wieder bis unter 1% zurückgegangen sind.

An diese Hauptgaspeaks schliessen sich im Süden weitere Gasaustritte mit rund 0,5% CH₄ und 2% CO₂ an. Sie dokumentieren auch nach Aussage der seismischen Untersuchungen die Hochscholle der Hochbühlstörung, die noch von weiteren kleinen Staffelbrüchen durchsetzt wird. Auch im N des Hauptgaspeaks liegen noch auf 30 m schwache Gasanzeigen vor, die Hinweise auf eine abklingende Schollentektonik und insbesondere auf das nördliche Einfallen zu geben scheinen. Der eigentliche Tiefschollenbereich wird aus den 0-Werten der Methanmessungen abgeleitet.

Nach Lage der Hauptgaspeaks in den beiden Messprofilen ist ein WNW-Streichen der Hochbühl-Störung in diesem Untersuchungsabschnitt anzunehmen.

6. Zur Frage der Bodensee-Randstörungen

Lange Zeit wurde darüber diskutiert, ob der Bodensee seine Anlage mehr tektonischen Einflüssen oder der Wirkung des Eises verdankt. WAGNER (1962) betonte schon den vorwiegenden Einfluss der glazialen Erosion, was jedoch in der 1962 erschienenen Geol. Karte 8120 (Stockach) noch keine Berücksichtigung fand. Dort sind noch auf beiden Seiten des Überlinger Sees vermutete Störungen eingetragen, die vom See her mehrere hundert Meter in das Stockacher Aachtal übergreifen. Sie wurden wahrscheinlich nach dem Tiefenlinienknick zwischen Uferzone und Seegrund konstruiert. Die von G. MÜLLER angeregten reflexionsseismischen Untersuchungen des Bodensee-Untergrundes ergaben jedoch dafür keine Hinweise (MÜLLER und GEES, 1968). Auch auf der Landseite sind weder nach den Befunden der Seismik noch nach der Auswertung der Spülproben aus den Schussbohrlöchern (Untersuchungsgebiet Konstanz West 64051) direkte Störungszeichen vorhanden (freundliche mündliche Mitteilung von Herrn Dr. Schreiner, Freiburg). Diese Seismik ergab nur einen Hinweis auf eine schmale reflexionsarme Zone in Höhe des Strassenabzweiges von Bodman nach Liggeringen.

Unter diesen Bedingungen konnte wohl kaum erwartet werden, dass die Bodengasuntersuchungen im Stockacher Aachtal wesentliche neuere Ergebnisse liefern würden. Die Messprofile Lu 1 (Ludwigshafen) und Bo I (Bodman) wurden trotzdem so angelegt, dass sie die in der Geol. Karte eingetragenen Störungslinien querten. Sie reichten

dabei zum Teil in die Zone der «auf Sanden lagernden Seekreide» (Mündungsbereich Stockacher Aachtal) und vor allen Dingen auf der Bodman-Seite auch in das Gebiet der holozänen Abschlammungen (Abb. 1). Dort konnten mit Ausnahme des äussersten Nordendes des Profles Lu I keine Methananzeichen und nur geringe, bis zu 2,5% ansteigende CO₂-Gehalte gemessen werden. Es zeigte sich auch keine Abhängigkeit von diesen verschiedenen Böden.

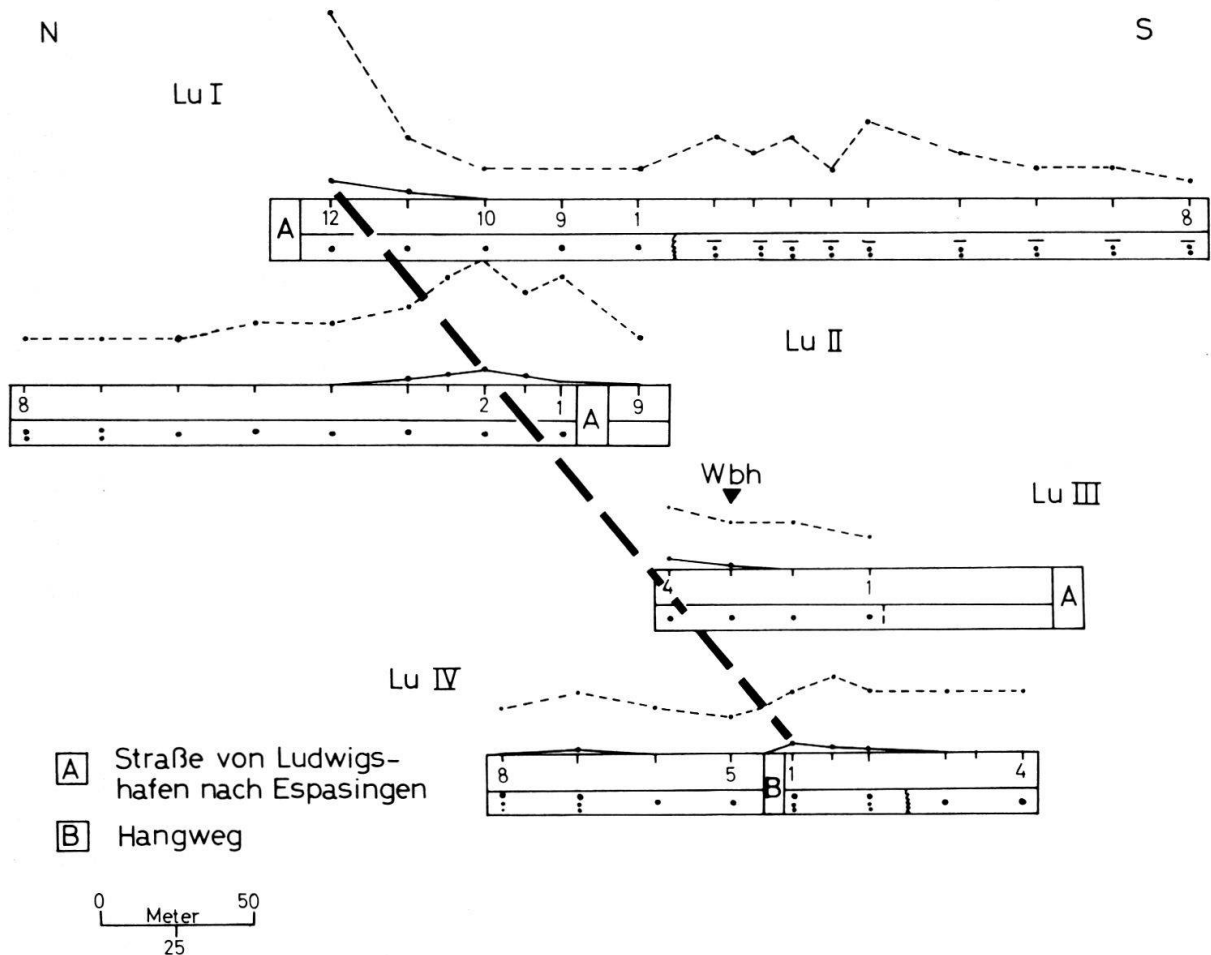


Abb. 3: Bodengasverteilung auf der nördlichen Talseite der Stockacher Aach.

Obwohl in diesem Untersuchungsabschnitt wesentliche Voraussetzungen für eine autochthone Gasbildung in den Böden der Verlandungszonen gegeben waren, lag dennoch nur eine Gasbildung vor, wie wir sie von den meisten der als Grünland benutzten Talauen kennen. Auch im unmittelbaren Mündungsgebiet der Aach fanden wir in den schilfbestandenen Seeschlickten kein Methan und nur Kohlendioxid in Höhe bis zu 2% (verschiedene Einzelbohrungen; Messzeit August 1968).

Das Profil 2 der Ludwigshafener Seite hatte dagegen in einem schmalen Streifen CH₄-Gehalte bis zu 0,6%, die mit höheren CO₂-Gehalten gekoppelt waren (Abb. 3). Ebenso zeigt das Profil IV einen gut umgrenzten CH₄-Peak. Die anderen Profile der Abb. 3 lassen lediglich einen CH₄-Gasanstieg nach N erkennen, dem ebenso die CO₂-Gehalte folgen. Diese Profile konnten wegen des steil ansteigenden Geländes nicht mehr fortgesetzt werden.

Im Schnitt sind die Gasmaxima der Profile Lu I bis Lu IV 60 m breit und folgen einer geraden Linie, die parallel und mit etwa 150 m Abstand zur projektierten Seestörung

liegt. Diese Linie grenzt an Quellaustritte, Versumpfungen und Wassereinfassungen. Südlich der Hauptgaspeaks ist vorwiegend ein schwachsandiger Lehm Boden ausgebildet, der unmittelbar bei der Gaslinie nach unten in einen rötlichbraunen Molassesand übergeht. Das sind alles Anzeichen, die normalerweise bei Geländekartierungen als Störung gewertet werden.

Im Gegensatz zu den Hauptgaspeaks der Breitenerlen- und Hochbühl-Störungen sind hier aber die Gaspeaks sehr breit und verwaschen. Die CH_4 -Gehalte sind nicht grösser als dort und die CO_2 -Gehalte sogar im Schnitt kleiner. Nach dieser Gasverteilung und den geologischen Befunden kann auf der Ludwigshafener Talseite eine kleine, im Verwurf unbedeutende Störung oder eine besondere Durchlässigkeitszone (Klüfte, Haarrisse, Dehnungsfugen) angenommen werden.

Auf der südlichen flacheren Talseite der Stockacher Aach sind nördlich der Strasse von Bodman nach Stahringen mehrere breite Gaszonen mit höheren CH_4 - und CO_2 -Gehalten ermittelt worden (Abb. 4). Es handelt sich dabei um 30 bis 90 m breite und parallel verlaufende Gaszüge, die unmittelbar östlich der Strasse nach Liggeringen aufzuspalten scheinen. Diese Gaszüge folgen auch hier etwa dem Streichen der angenommenen südlichen Seerand-Störung. Nach der Breite der einzelnen Gaszonen kann es sich kaum um Störungen handeln. Auch bodenbedingte Gasverteilungen scheinen hier nicht zuzutreffen, da es sich um die gleichen, von den Molassehängen herrührenden Abschlämm-Massen handelt, die auch auf der nördlichen Talflanke vorliegen.

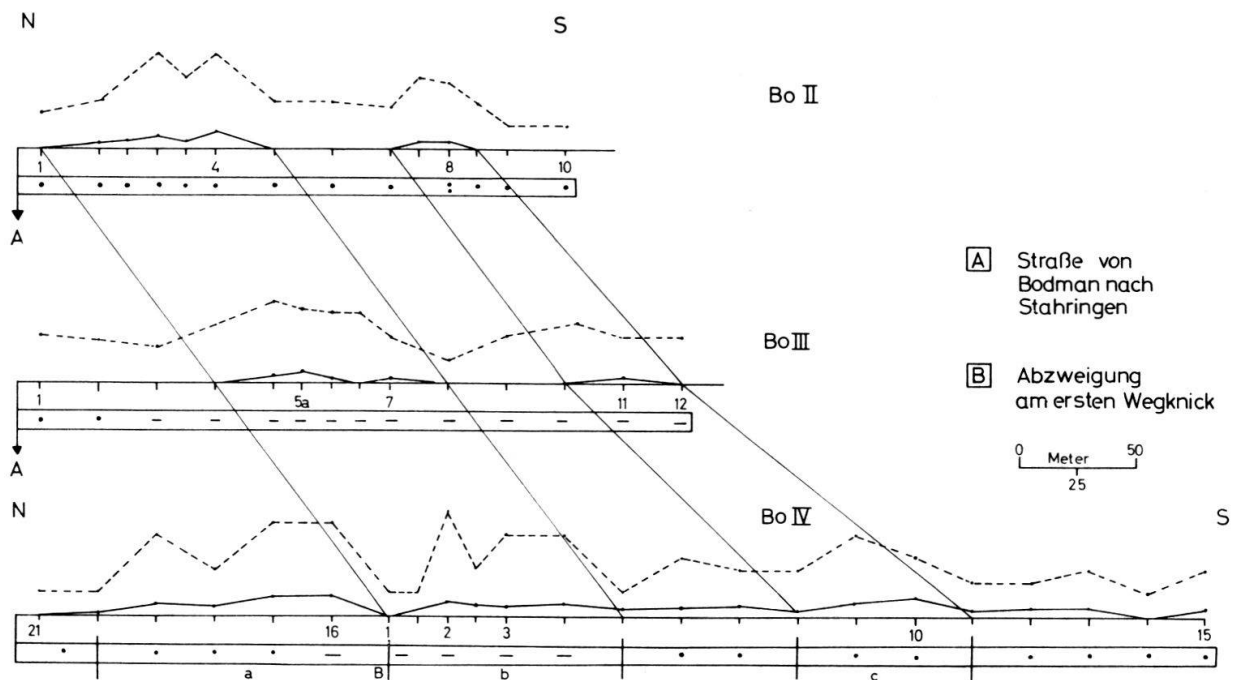


Abb. 4: Bodengasverteilung auf der südlichen Talseite der Stockacher Aach.

Diese breiten Gaszüge können praktisch nur mit den Gaszonen über imprägnierten Hochschollen verglichen werden. Möglicherweise ist im präpleistozänen bzw. auch im prätertiären Untergrund eine kleine Hochzone vorhanden, die an einen geringfügigen Bruch unbekannter Streichrichtung grenzt. Eine reflexionsarme Zone ist zwar in diesem Bereich durch die Seismik angedeutet, diese kann aber auch ganz andere Ursachen haben.

Nach diesem vorläufigen Stand der Untersuchung zeigen die breiten Gaszüge im Süden der Stockacher Aach keine Randstörung des Überlinger Sees an, sondern wahrscheinlich eine Ausgasung aus tieferen Teilen des Untergrundes, die mit einer anderen tektonischen Richtung zusammenhängen dürfte. Darüber werden im kommenden Jahre weitere Untersuchungen angestellt.

Literatur

- EBERMEYER, I.: Just's Bot. Jber. 1, 8, 1884.
- ERNST, W.: Verteilung und Herkunft von Bodengasen in einigen süddeutschen Störungszonen. – In Druck bei: Erdöl, Kohle, Erdgas, Petrochemie. 1968 (1968a).
- ERNST, W.: Auswirkungen seismischer Energien auf die Bodengasverteilung. – In Druckvorbereitung 1968 (1968b).
- GERARD, R. E.: Application of data processing methods to the geochemical prospecting for Petroleum. – 3. Int. Meet. Org. Geochemistry, London 1966.
- HORVITZ, L.: Geochemical prospecting for petroleum. – XX. Congr. geol. Int. Symp. de Exploracion geoquimica, II 303/19, Mexico 1959.
- ISSENMAN und GERARD: Referat in Erdöl-Kohle-Erdgas-Petrochemie, 19, 290/92, 1966.
- LAUBMEYER, G.: Eine neue geophysikalische Schürfmethode für Kohlenwasserstofflagerstätten. – Petroleum 29, 1/4, 1933.
- LUNDEGARDH, H.: Klima und Boden. – Jena 1949.
- MEINHOLD, R.: Entwicklungsstand und Probleme der geochemischen Prospektionsmethoden auf Kohlenwasserstoffe. – Z. angew. Geol., 5, 10, 433/440, 1959.
- MERRIT, J.W.: Petroleum exploration by means of soil analysis. – Oil Gas, 39, 5, 68/69, 1940.
- MÜHLFELD, R.: Photogeologische Beobachtungen zum Sedimentaufbau und zur Tektonik im ost-bayerischen Molassebecken zwischen Landshut und Eggenfelden. – Geol. Jb., 85, 285/298, 1968.
- MÜLLER, G. und GEES, R.A.: Erste Ergebnisse reflexionsseismischer Untersuchungen des Bodensee-Untergrundes. – N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 6, 364/69, 1968.
- POMEYROL, R., BIENNER, F. et LONS, M.: Exemple de prospection geochimique par l'analyse des gaz adsorbés en surface dans le bassin de Fort Polignac. – Rev. Inst. franc. Pétrole, Ann. Combustibles liquides 16, 868/74, 1961.
- PRÖHL, S.: Ergebnisse von Kohlenwasserstoff-Messungen im Gebiet des Schlotheimer Grabens. – Geophys. Geol. 7, 3/7, 1965.
- ROSAIRE, E.E.: Geochemical Prospecting for petroleum. – Bull. Amer. Assoc. Petroleum, Geol., 24, 1401/33, 1940.
- SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. – 473 S., Stuttgart 1966.
- SOKOLOV, W.A.: Die Gasaufnahme als Prospektionsmethode der Erdöl- und Gas-Lagerstätten. – Ref. Bjul. NgRI 1, 1933 (russisch).
- SOKOLOV, W.A. und GRIGORJEW, G.G.: Methodik und Ergebnisse von gas-geochemischen Erdölprospektionen. – Moskau 1962. Deutsche Übersetzung von TH. HEINRICHSON, Saarbrücken 1966.
- WAGNER, G.: Zur Geschichte des Bodensees. – Jahrb. des Vereins z. Schutze der Alpenpflanzen und Tiere, 27, 1/17, 1962.