

Moderne Wünschelruten : wie heute nach Bodenschätzen gemutet wird

Autor(en): **Stiegler, Josef Hermann**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **6 (1951)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654445>

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.

Moderne Wünschelruten

Wie heute nach Bodenschätzen gemutet wird

Von Josef Hermann Stiegler

DK 622.192

Seit den Anfängen der Zivilisation ist die Aufschließung der natürlichen Bodenschätze ein Problem, das wie kaum ein anderes über Sein oder Nichtsein der menschlichen Gesellschaft entscheidet. Nur selten bietet die Erde ihre Kostbarkeiten in Form von Erzen, Kohle oder Erdöl freigebig an ihrer Oberfläche an, so daß deren Auffindung leicht und ohne Hilfsmittel möglich ist. Selten sind auch jene Fälle, wo die Lagerstätten in so geringen Tiefen liegen, daß die geologische Beschaffenheit der Erdoberfläche von ihnen noch genügend beeinflußt wird, um qualitativ oder morphologisch auf ihr Vorhandensein hinzuweisen. Es bestehen z. B. Zusammenhänge zwischen Besonderheiten der Vegetation bestimmter Gebiete mit dort vorkommenden natürlichen Bodenschätzen, doch ist auch ein solcher sichtbarer Hinweis nur in jenen Fällen gegeben, wo die Lagerstätte den Chemismus der Erdoberfläche noch zu beeinflussen vermag. Die Suche nach Bodenschätzen war daher vor Bekanntwerden der modernen physikalischen Hilfsmittel auf den direkten Augenschein, die Beobachtung der Flora, geologische Überlegungen, Probepbohrungen und — auf die Wünschelrute als einziges Instrument zur „Mutung“ (wie die Suche nach Bodenschätzen in der Bergmannssprache genannt wird) angewiesen.

Wir dürften in unserer Deutung wohl kaum fehlgehen, wenn wir den Bericht der Bibel, demzufolge Moses mit einem Stab Wasser aus einem Felsen schlug, so auffassen, daß es sich dabei um eine Wasserfindung mit der Wünschelrute gehandelt hat. Da die Wünschelrute das älteste Mittel zur Mutung ist, soll das Problem kurz berührt werden. Es ist eine altbekannte Tatsache, daß aus bisher unbekanntem Gründen empfängliche Menschen beim Überschreiten von unterirdischen Wasserläufen oder Erzlagern eigenartig reagieren.

Hält eine solche sensible Person dabei einen Gabelzweig oder eine Drahtschleife derart in den Händen, daß jede Hand eine Zinke der Gabel erfaßt, so beginnt sich die Gabel oberhalb der Vorkommensstelle zu drehen oder auch nur zu heben oder zu senken. Diese Bewegung ist keine primäre, sondern eine aufgezwungene Bewegung, d. h. die Rute bewegt sich nicht etwa so, wie sich ein stromdurchflossener Draht im Magnetfeld bewegt, sondern als Folge einer Muskelkontraktion, die der Rutengänger plötzlich erleidet und gegen die er mit seinem Willen weitgehend machtlos ist. Da diese Muskelkontraktion äußerlich an die durch faradische Ströme erzeugten erinnern, war die Vermutung naheliegend, daß es sich beim Rutenphänomen um elektrische Vorgänge handle. Wir wissen zwar bis heute nicht, wie das Rutenphänomen zustandekommt, sicher ist jedoch, daß hierfür keine der bekannten Erscheinungsformen des



Abb. 1. Gravimeter im Feldebetrieb: Der Eisenmantel birgt den Thermostaten, das empfindliche Federmeßwerk und die photoelektrische Einrichtung, mit deren Hilfe Federdehnungen von einem Tausendstel bis zu einem Millionstel Millimeter am Galvanometer zum Ausdruck kommen

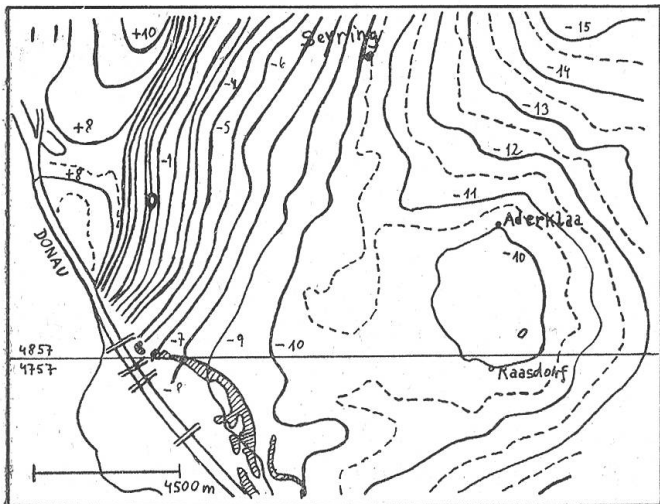


Abb. 2. Isogammappe eines Erdölgebietes als Ergebnis einer Meßserie mit dem Gravimeter

Verwerfungen, wobei die Unterscheidung der geologischen Ursache schwer ist. Aus diesem Grunde und wegen der weitgehenden Unqualifizierbarkeit subjektiver, das Rutenphänomen beeinflussender Faktoren ist die Wünschelrute heute aus dem Kreis der Mutungsinstrumente so gut wie gänzlich ausgeschieden. Dies bedeutet keineswegs eine Ablehnung der Realität des Rutenphänomens, sondern lediglich die Verdrängung eines unkontrollierbaren und außerdem beschränkt einsatzfähigen Hilfsmittels durch exakte und den spezifischen Aufgaben anpaßbare Methoden.

Magnetismus oder der Elektrizität verantwortlich zu machen sind. Merkwürdigerweise reagieren Rutengänger nicht nur über Wasseradern und Lagerstätten, sondern auch über

Von den exakten physikalischen Methoden der Gegenwart sind die meisten prinzipiell schon im vorigen Jahrhundert bekannt gewesen.

Erkundung von erdölhaltigem Gestein durch Seismographen

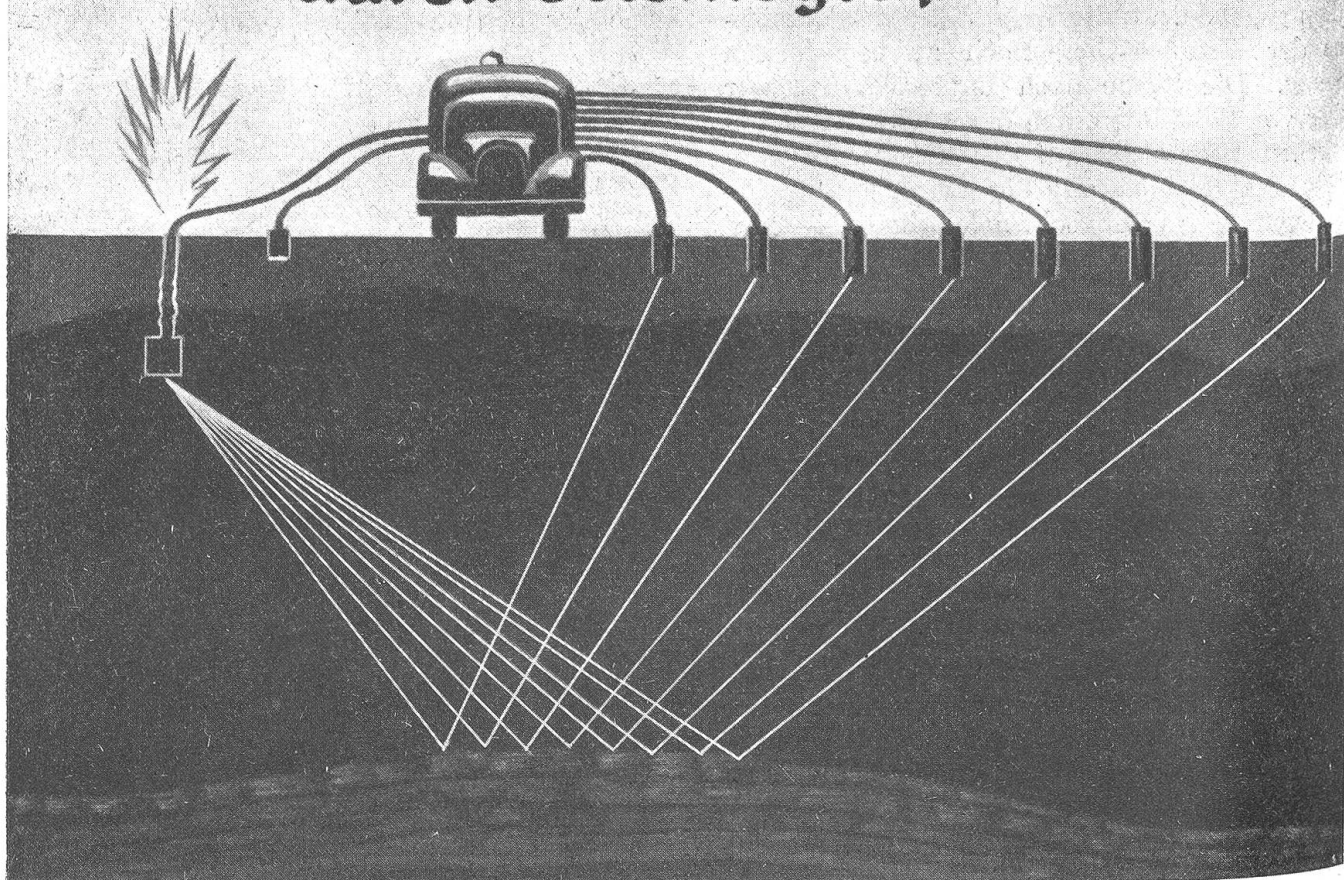


Abb. 3. Schematische Darstellung des Schallstrahlenverlaufes in einem reflexionsseismischen Meßprofil. Der Kraftwagen enthält den Mehrfachoszillographen nebst Zubehör, links davon die Explosionsstelle, rechts die oberflächlich eingegrabenen Geophone

(Photo: Standard Oil Co., N. J. [3] und Verfasser [1])

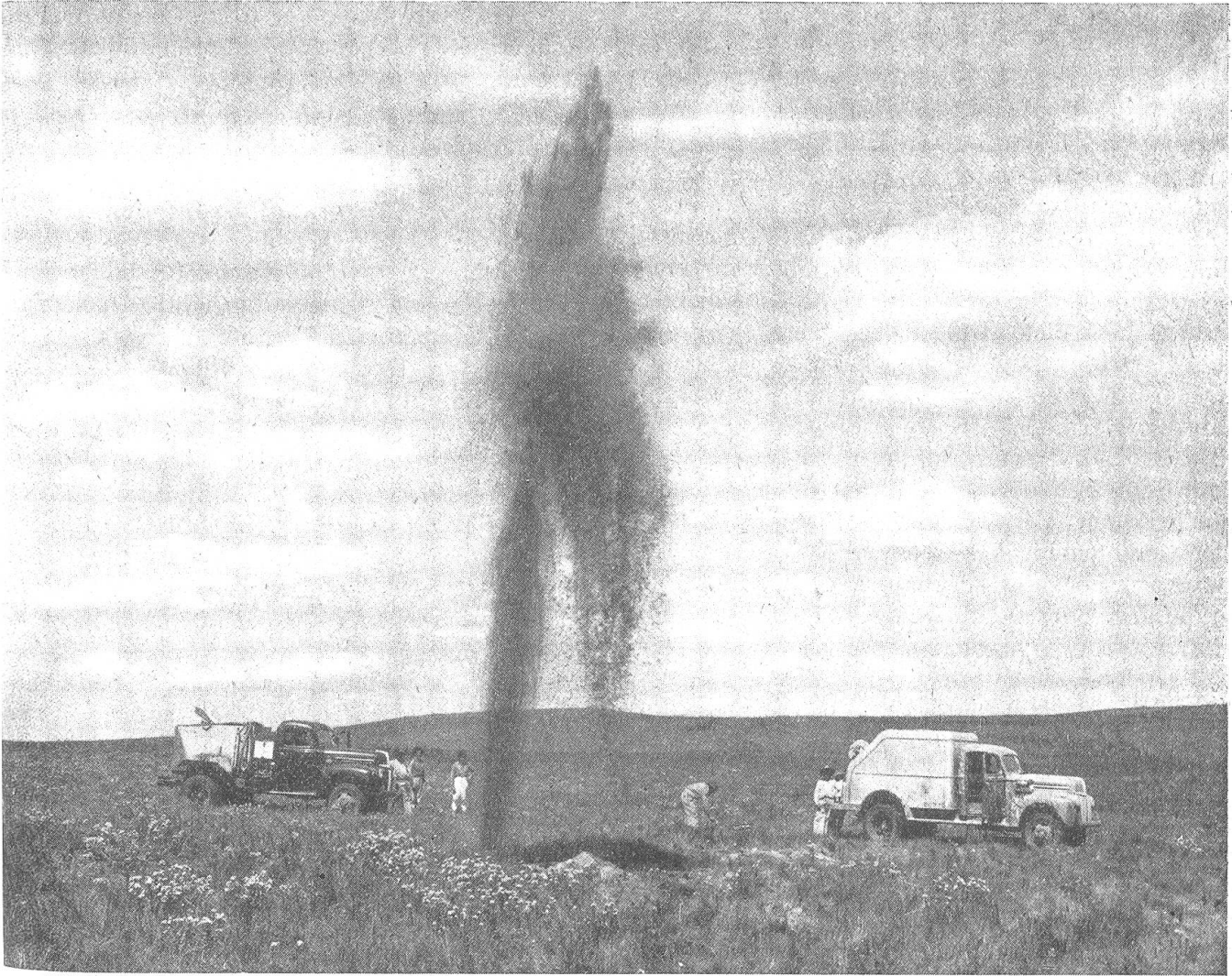


Abb. 4. Seismischer Meßtrupp im Gelände. Die explodierende Sprengladung, die das für die Messung nötige, künstliche und elastische Wellenfeld erzeugt, schleudert eine haushohe Erdfontäne empor

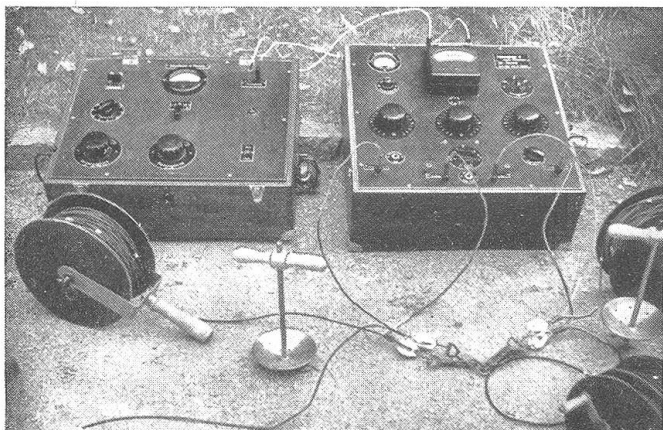
Die Entwicklung der Mutung in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat dagegen eine Vervollkommnung sowohl in der Meßtechnik als auch in der Auswertung, d. h. in der analytischen Deutung der Meßresultate, gebracht. Außerdem ist die Zahl der physikalischen Gesichtspunkte der einzelnen Untersuchungen erheblich erweitert worden. Allen Mutungsmethoden sind folgende Überlegungen gemeinsam: die aufzuschließende geologische Lagerstätte muß mindestens eine physikalische Eigenschaft besitzen, der insofern eine Fernwirkung zukommt, als sie sich auch noch an der Erdoberfläche auswirkt und es muß diese physikalische Eigenschaft in genügend starkem Kontrast zur artgleichen Eigenschaft der Umgebung der Lagerstätte stehen, um sich bei Messungen an der Erdoberfläche als „Störung“ noch in einer Größenordnung auszudrücken, die die unvermeidlichen Meßfehler, die sogenannten

Toleranzen, übertrifft. Solche physikalische Eigenschaften sind die Schwerkraft, der Erdmagnetismus, der Ohmsche Widerstand des geologischen Leiters, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Schallwelle in einem bestimmten geologischen Material und schließlich die Ausbreitungsverhältnisse hochfrequenter elektrischer Felder im Boden. Auf jeder dieser physikalischen Eigenschaften des Untergrundes beruht eine eigene Mutungsmethode, die nur für den Aufschluß bestimmter Bodenschätze in Frage kommt.

Die Schwerkraftmessung oder Gravimetrie z. B. macht sich die Tatsache zunutze, daß jedem Punkt der Erdoberfläche nach Maßgabe seiner geographischen Breite ein Normalwert der Schwerkraft zukommt, von dem die an diesem Punkt tatsächlich gemessene Schwerkraft abweicht, wenn sich im Untergrund Lagerstätten befinden, die einen wesent-

lichen Einfluß auf die Verteilung des Schwerefeldes der Erde ausüben. Die diesbezüglichen Messungen werden mit Gravimetern (Abb. 1) durchgeführt, das sind Federwaagen, deren Federwerk so empfindlich ist, daß es während der ganzen Messung von einem Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten werden muß. Das Ergebnis einer solchen Meßserie ist eine Isogammenkarte (Abb. 2). Sie sieht einer orographischen Karte mit Höhenschichtlinien äußerlich ähnlich. Die „Isogammen“ verbinden die Punkte mit gleichen „Schwereanomalien“, d. h. jene Punkte, an denen die Schwerkraft um den gleichen Betrag von den Normalwerten abweicht, die diesen Punkten zukämen, wenn ihre Schwerefelder nicht durch die besonderen geologischen Verhältnisse gestört wären. Ob sich eine geologische Lagerstätte durch über der Norm liegende, sogenannte positive Schwereanomalien oder im umgekehrten Abweichungssinn ausdrückt, hängt von der Dichte des fraglichen Vorkommens ab.

Die magnetische Methode bedient sich der lokalen Abhängigkeit der erdmagnetischen Feldstärke von der magnetischen Durchlässigkeit (Permeabilität) des Untergrundes. Die Vektoren bzw. Vektorkomponenten des erdmagnetischen Feldes sind an den verschiedenen Punkten der Erdoberfläche verschieden, und auch hier kommt jedem Punkt ein magnetischer „Normalwert“ zu. Von diesem Normalwert weicht nun beispielsweise die Anzeige oberhalb von Eisenerzlagern so stark ab, daß man auf Grund der magnetischen Feldstörung mit fast hundertprozentiger Sicherheit auf das Eisenerzvorkommen schließen kann. Bei den magnetischen Messungen ergibt sich allerdings die Schwierigkeit, daß die lokalen Normalwerte des Erdmagnetismus mitunter sehr starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sind, wodurch es nicht immer ein-



fach ist, die echte, d. h. bodenbedingte magnetische Störung in ihrer Größe zu bestimmen.

Das modernste und zugleich kostspieligste Mutungsverfahren nach Erdöl ist die Reflexionsseismik. Die für dieses Verfahren nötige Apparatur kostet derzeit rund 100.000 Franken. In einem nicht sehr tiefen Loch, das zu diesem Zwecke gebohrt wird, wird eine kleine Sprengladung durch elektrische Fernzündung zur Explosion gebracht. In der weiteren Umgebung der Schußstelle sind zahlreiche (zirka 20) Spezialmikrophone, sogenannte Geophone, im Boden vergraben. Ein Schleifenszillograph markiert den Zeitpunkt des Schusses und den Zeitpunkt, zu dem die Echoschallwelle das Geophon erreicht. Die modernen reflexionsseismischen Stationen sind mit Mehrfachoszillographen ausgestattet, die die Oszillogramme sämtlicher 20 Geophone gleichzeitig auf einem Registrierstreifen aufnehmen. Die geologischen Schichtgrenzen haben schallreflektierende Eigenschaften und man kann auf Grund der Reflexionsseismogramme, die eine besonders komplizierte Art der akustischen Echolotung darstellen, die Tiefen (der Bergmann spricht von Teuffen) der schallreflektierenden Schichten errechnen (Abb. 3 und 4).

Die wichtigste der elektrischen Mutungsmethoden ist das Vierpunktverfahren, das seinen Namen darauf zurückführt, daß dabei vier elektrische Kontaktstäbe in gleichem Abstand voneinander in den Boden gesteckt werden. Durch die beiden äußeren, die „Elektroden“, wird Strom in den Boden eingespeist, durch die beiden inneren, die „Sonden“, wird die Spannung abgegriffen, die die elektrische Feldverteilung im geologischen Leiter an dessen Oberfläche erzeugt. Aus meßtechnischen Gründen muß diese Spannungsmessung stromlos erfolgen, was mit Hilfe eines Kompensators, einer besonderen Form der Wheatstoneschen Brücke, geschieht. Die Abb. 5 zeigt als Beispiel einer geoelektrischen Vierpunktfeldstation die Apparatur des Verfassers. Mit zunehmendem Abstand der Elektroden voneinander dringen die elektrischen Feldschleifen immer tiefer in den Boden ein. Liegen daher z. B. zwei geologische

Abb. 5. Elektrische Vierpunktapparatur im Gelände: Links der Batteriekasten mit den entsprechenden Meß- und Regeleinrichtungen, rechts der Kompensator für stromlose Spannungsmessung, im Vordergrund eine von den Elektroden, mit denen der Strom in den Erdboden eingespeist wird

Schichten halbwegs planparallel untereinander, von denen die tiefere einen geringeren Widerstand hat als die Deckschicht, so wird sich eine Abnahme des elektrischen Widerstandes zeigen, sobald ein Elektrodenabstand erreicht ist, bei dem das elektrische Feld in die tiefere Schicht mit dem geringeren ohmschen Widerstand einzudringen begonnen hat. Die in Abb. 6 wiedergegebenen geoelektrischen Kurven, die sogenannten Wennerschen Zweischichtkurven, zeigen den Widerstandsverlauf bei Vorhandensein nur zweier Schichten, wobei jede auf der Kurve angegebene Zahl den Quotienten aus dem Widerstand der zweiten und ersten Schicht bezeichnet. Mit Hilfe besonderer Auswertungsschlüssel kann man aus diesen Kurven die Tiefen der Schichtgrenzen, die Schichtmächtigkeiten und die spezifischen Schichtwiderstände ermitteln, auch dann, wenn mehr als zwei Schichten vorhanden sind, was ja meistens der Fall ist. Es müssen dann allerdings Standarddiagramme bzw. Hilfspunkt-Korrekturdiagramme bei der Auswertung verwendet werden, die den Auswertungsvorgang einigermaßen komplizieren. Aus der Größe des ohmschen Widerstandes einer Schicht kann dann erfahrungsgemäß auf deren geologische Beschaffenheit geschlossen werden.

Alle hier kurz angedeuteten physikalischen Mutungsverfahren geben lediglich indirekte Hinweise auf die gesuchten Lagerstätten. Im positiven Falle besagt die Auswertung einer Mutung, die meist in enger Zusammenarbeit zwischen dem Meßtechniker und Geologen erfolgt, daß an der gemuteten Stelle die erhoffte Lagerstätte mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu finden sein kann, keineswegs jedoch, daß sie auch dort zu finden sein muß. Mit Hilfe der gravimetrischen und seismischen Messungen kann man z. B. Antiklinalen (Sattelfalten) auch in großen Tiefen recht gut feststellen. Da man erfahrungsgemäß weiß, daß sich Erdöl und Erdgas in solchen Sattelfalten zu sammeln pflegt, bedeutet die Auffindung einer Antiklinale die prinzipielle Möglichkeit, Erdgas oder Erdöl gefunden zu haben, aber auch nicht mehr. Und doch ist auch ein solcher indirekter Hinweis wertvoll genug, erspart er doch Dutzende vergebliche Tiefbohrungen, von denen jede einzelne Millionen kostet. Übrigens kann man heute bereits in Bohrlöchern von vielen Hunderten Meter Tiefe elektrische Fernmessungen durchführen. Dieses von Schlumberger in Paris auf eine erstaunliche Höhe der Vollkommenheit

gebrachte Verfahren, ist eine sinnreiche Modifikation des Prinzips der Vierpunktmethode.

Soweit jedoch die angewandte Geophysik heute schon fortgeschritten ist, eines ist ihr bisher versagt geblieben: nämlich die Findung eines Verfahrens, das die gesuchte Lagerstätte direkt und eindeutig anzeigt. Nicht einmal ein Minensuchgerät

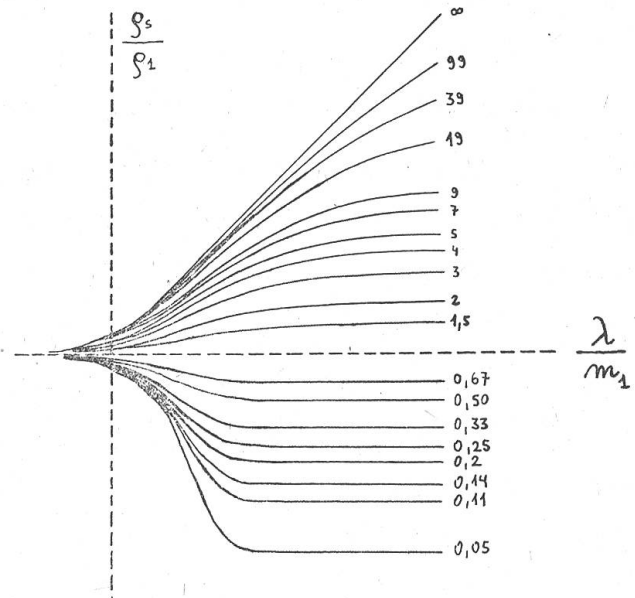


Abb. 6. Zweischichtdiagramme nach Wenner. Die Teilung ist auf beiden Achsen dekadisch-logarithmisch

liefert eindeutige Aufschlüsse: es gibt über einer größeren Konservenbüchse oder einer alten Ofenröhre genau so Signal wie über einer Tellermine. Der Grund sind unerbittliche Gesetze der Physik, die auch der schärfste Verstand nur erkennen aber nicht ändern kann. Wenn nun der Laie glaubt, die angewandte Geophysik sei eine Halbheit, so möge er sich folgendes zum Vergleich vor Augen halten: Wenn einer in einem Gebäude mit tausend großen Sälen einen Brillantring verloren hat und nicht mehr weiß, in welchem Saal der Verlust stattgefunden hat, dann wird er zu Tode froh sein, wenn ihm einer nur sagen kann, in welchem Saal der Brillantring liegen muß und nicht auch noch verlangen, den genauen Platz im Saal bezeichnet zu bekommen. Er wird mit einigem Fleiß den Ring in einem Tag, vielleicht in einer Woche finden, während er sonst unter Umständen ein Leben damit zubringen und die Suche als sinnlos aufgeben müßte. Damit ist Wert und Grenze der modernen Mutungstechnik gegeben: sie hilft, das Mögliche vom Unmöglichen abgrenzen — innerhalb der Grenzen des Möglichen bleibt es aber nach wie vor Aufgabe des menschlichen Fleißes, das Wirkliche zu finden.