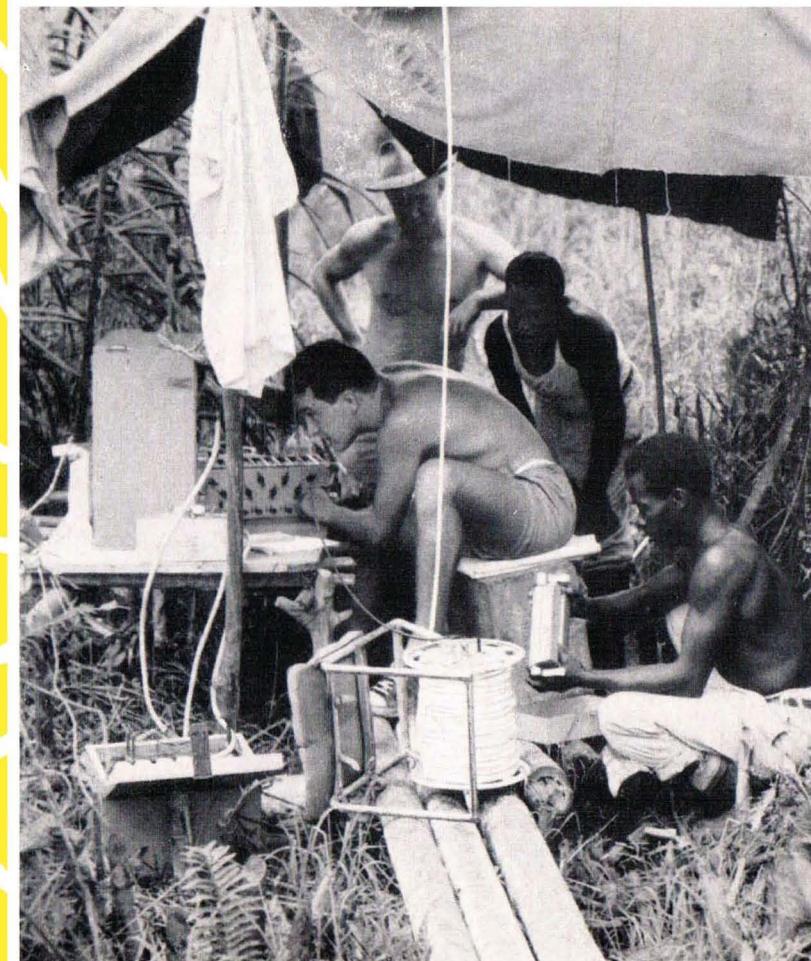


HAUSMITTEILUNGEN

SEISMOS

ECHO



MÄRZ
1959

4



ECHO

Hundert Jahre Erdölindustrie

Unter besonderer Berücksichtigung
der angewandten Geophysik

Die Benutzung von Bohrgeräten zur Erschließung von Erdöllagerstätten vor nunmehr hundert Jahren kann als die Geburtsstunde der Erdölindustrie angesehen werden. Der Zufall wollte es, daß etwa zur gleichen Zeit in Deutschland (Wietze), USA (Titusville) und Rußland (Baku) Bohrgeräte zur Erdölforschung und Erdölgewinnung eingesetzt wurden. In der Frühzeit der Erdölsuche auf diesem Wege beschränkten sich die Arbeiten auf Gebiete, in denen Erdölausbisse, Bitumenanzeichen (Salsen, Teerkuhlen usw.) bekannt waren und vielfach mit einfachen Schöpfverfahren ausgebeutet wurden. Anfänglich wurden die von Hand betriebenen Bohrungen nur einige 20 oder 30 m tief heruntergebracht. Da der Verkauf des

Hundred years oil industry

Under special consideration
of applied geophysics

The application of drilling for the exploitation of oil deposits one hundred years ago may be considered the birthday of the oil industry. Incidentally, taking advantage of drilling equipment in the search for oil happened about the same time in Germany (Wietze), USA (Titusville) and Russia (Baku). In the early days of oil prospection in this way work was confined to areas in which showings of oil or bitumen (salsen, Teerkuhlen etc) had been found on the surface and often were exploited in a simple way. In the beginning, the drill holes were brought down manually to depths of some 20 or 30 meters only. As the oil thus recovered proved very profitable and the number of people interested in oil was growing steadily,

Titelbild:
*Refraktionsmessungen in Südamerika
mit einem SEISMOS-Transistor-Gerät.*

Title photo:
*Refraction measurements in South-America
with a SEISMOS-transistor-apparatus.*

Photo de titre:
*Mesurages de réfraction en Amérique du Sud
avec des amplificateurs SEISMOS équipés de transistors.*

Cent ans d'industrie du pétrole

Sous la considération particulière
de la géophysique appliquée

C'est l'emploi d'appareils de forage pour la découverte des gisements de pétrole qui – il y a cent ans – peut être considéré comme la naissance de l'industrie du pétrole. Le hasard a voulu que des appareils de forage ont été mis en œuvre presque simultanément en Allemagne (Wietze), aux Etats Unis (Titusville) et en Russie (Baku) pour la recherche et pour l'exploitation du pétrole. Au commencement de la recherche de pétrole selon cette méthode, les travaux se bornèrent à des terrains avec des affleurements de pétrole ou des indications de bitume connus (des salses, des suintements de pétrole etc.). Souvent on les exploita d'après la simple méthode de puisage. La vente du pétrole récupéré fut lucrative et le

so gewonnenen Erdöls sich als sehr lohnend erwies und die Zahl der Interessenten am Erdöl ständig wuchs, ging man dazu über, die ölführenden Schichten im Einfallen zu verfolgen. Man mußte also auf größere Tiefen gehen. Dazu war es zunächst erforderlich, die einfachen Bohrmethoden zu verbessern. Dies geschah durch Einführung des maschinellen Antriebs bei einfachen Schlagbohrgeräten. Wesentlich wirtschaftlicher und leistungsfähiger erwiesen sich dann die Schnellschlagbohrgeräte, die Tiefen bis zu 2000 m bewältigen konnten. Noch leistungsfähiger erwies sich das seit etwa 35 Jahren geübte Rotarybohrverfahren, das nunmehr bis zu Tiefen von über 7000 m vorgedrungen ist.

In dem Maße, wie sich die Bohrtechnik entwickelte und damit die Anzahl der Tiefbohrungen vergrößerte, wuchs die Erkenntnis über die Bedingungen, unter denen erdölführende Schichten auftraten. Von einer konsequenten Planung für Ansatzpunkte von Erdölbohrungen kann bis in die Zeit der Jahrhundertwende jedoch noch nicht gesprochen werden, soweit man von Anschlußbohrungen in Gebieten damals bekannter Erdölvorkommen absieht. Die Entscheidung über Bohrpunkte in neuen Gebieten oblag meist den Bohrunternehmern. Die hierbei angewandten Methoden waren meist reichlich obskur und führten zu empfindlichen Fehlschlägen. Man erkannte, daß das Erdölgeschäft mit großen Risiken verbunden war. Die steigende Nachfrage nach Erdölprodukten und die Erschöpfung alter aus sehr geringen Tiefen fördernder Bohrungen verlangten aber die Erschließung neuer Felder. Es war dies der Zeitpunkt, 1900 bis 1911, wo sich Bohr- und kleinere Erdölgesellschaften zu größeren Unternehmungen auf finanziell breiterer Basis zusammenschlossen und begannen, wissenschaftliche Beratung durch Geologen in Anspruch zu nehmen. Die Tätigkeit der Geologen war stark beeinträchtigt durch den Umstand, daß die Unternehmer, insbesondere bei kleineren Gesellschaften, nur am Erdöl, aber weniger an den einzelnen Schichten Interesse hatten. Immerhin konnten die Geologen sich doch ein recht gutes Bild von den allgemeinen Bedingungen machen, unter denen Erdöl in Sedimenten zu erwarten war. Einen ersten Ausdruck fand die Tätigkeit der Geologen in dem Handbuch „Das Erdöl“ von Engler und Höfer (1913–1919), das die geologischen Verhältnisse der Erdölvorkommen der Welt beschreibt. Die Geologen

one began to follow the dip of the producing beds. One was therefore obliged to drill deeper wells. Thus, firstly, it became necessary, to improve the then simple drilling technique. This was done by the introduction of machine-drive in percussion drilling equipment. The quick percussion drills proved more economical and efficient and were capable of reaching depths down to 2000 meters. Still more powerful proved the rotary drilling system which was introduced in practice about 35 years ago, having now reached depths of more than 7000 meters.

As the drilling technique developed and consequently the number of deep wells increased, a better knowledge of the conditions under which oil-bearing strata occurred, was growing. It was, however, not until the turn of the century that one could talk of a sound planning in locating oil wells, not considering wells sunk down in pursuit of oil fields known at that time. The decision on locating oil wells mostly belonged to the duties of the drilling contractor. The methods applied in this prospecting business mostly were rather obscure and the outcome disappointing. Obviously great risk was connected with oil-business. Increasing demand for oil products and exhaustion of old wells producing from shallow depths made the finding of new fields necessary. It was the very time, 1900 to 1911, when drilling contractors and minor oil companies joined and formed larger companies with a better financial standing, and started to avail themselves of scientific consultation by geologists. The activity of geologists was at first still heavily handicapped by the fact that the firms, especially with regard to smaller companies, were interested in oil only but less in the individual strata. The geologists had, however, been able to get a quite reasonable idea of the general condition under which oil was to be expected. The handbook “Das Erdöl” by Engler and Hoefer, Leipzig, 1909–1913, describing the geological conditions of oil occurrences in the world may be considered as a first expression of the activity of geologists. Geologists had recognized, that oil accumulates in the upper parts of inclined porous strata and may establish a deposit, being sealed off by a cover of sedimentary rocks. Consequently the problem arose to find structures, e. g. anticlines, monoclines, unconformities, salt-domes etc.

nombre des intéressés augmenta constamment. Il fallut donc poursuivre les couches pétrolifères dans le sens de leur pendage et forer plus bas. Il en résulta la nécessité d'améliorer les simples méthodes de forage. On introduisit une commande machinelle pour les appareils de forage à percussion. Bientôt les appareils de forage à percussion rapides qui pouvaient atteindre des profondeurs jusqu'à 2000 mètres, s'avéraient beaucoup plus économiques et efficaces. La mise en œuvre des sondes «rotary», pratiquée depuis 35 ans, s'est avérée plus efficace encore et permet à l'heure actuelle d'atteindre des profondeurs de plus de 7000 mètres.

La connaissance des conditions sous lesquelles se présentaient des couches pétrolifères augmentait à la mesure du développement de la technique de forage et de l'augmentation du nombre des sondages. Jusqu'à la fin du 19e siècle il n'y avait pas encore de planning rationnel pour la location des sondages pétrolifères abstraction faite des sondages d'extension dans des terrains contenant des réserves de pétrole déjà connues. Les entrepreneurs eux-mêmes décidaient du site des points de sondage dans les nouveaux districts. Les méthodes appliquées étaient souvent très obscures et conduisaient à de nombreux échecs. On s'aperçut que l'industrie pétrolière était soumise à de grands risques. La demande montante de produits pétrolifères et l'épuisement de vieux sondages produisant à partir de profondeurs peu considérables, nécessita l'exploitation de nouveaux terrains pétrolifères. C'était l'époque de 1900 à 1911, où des sociétés de forage et de petites sociétés pétrolières fusionnaient en entreprises plus grandes, sur des bases financières plus larges, et commençaient à consulter des géologues. L'activité des géologues fut fortement entravée parce que les entrepreneurs, spécialement les petites sociétés, n'avaient d'intérêt que pour le pétrole et peu ou pas pour les couches individuelles. Néanmoins, les géologues pouvaient se faire une bonne idée des conditions générales sous lesquelles le pétrole était à attendre dans les sédiments. On peut considérer la monographie «Das Erdöl» par Engler et Höfer (1913–1919), décrivant les conditions géologiques des gisements de pétrole dans le monde, comme première expression de l'activité des géologues. Ils avaient constaté que le pétrole s'accumule dans les parties plus hautes des couches inclinées et poreuses et

hatten erkannt, daß sich das Erdöl in den höheren Teilen geneigter poröser Schichten ansammelt und unter abschließender Bedeckung eine Lagerstätte bilden kann. Es ergab sich also das Problem, Strukturen zu finden, wie z. B. Antiklinalen, Monoklinen, Diskordanzen, Salzstöße usw.

Die Forschungen in dieser Richtung erbrachten in vielen Ländern große Erfolge, aber beschränkten sich doch nur auf solche Gebiete, in denen die Schichten über Tage auskeilten. Vielfach ermöglichen auch Tiefbohraufschlüsse das Erkennen von Strukturen unter mächtigem Deckgebirge. Die Aufschließung solcher Gebiete erwies sich aber derart kostspielig, daß sie möglichst gemieden wurde. In den zwanziger Jahren waren nun in den USA im Hinblick auf die steigende Motorisierung Bedenken über die Deckung des Erdölbedarfs in naher Zukunft aufgetaucht. Die amerikanische Erdölindustrie suchte daher alle Mittel wissenschaftlicher Forschung heranzuziehen, um diese Sorge zu bannen. Sie fand sie in den Methoden der angewandten Geophysik.

In Europa hatte man erkannt, daß seismische Messungen, Schweremessungen, magnetische und elektrische Messungen durchaus Mittel sein können im Dienste der praktischen Geologie. Mintrop hatte schon 1920 zu erdölgeologischen Zwecken im Auftrage der Deutschen Erdölgesellschaft seismische Untersuchungen im Gebiet von Wietze vorgenommen und 1921 die SEISMOS eigens für den Zweck der Lagerstättentforschung gegründet (siehe Heft Nr. 2 der Hausmitteilungen). Schweremessungen mittels der Drehwaage wurden in Verbindung mit erdölgeologischen Problemen 1917 durch Schveydar am Salzstock von Hänigsen (Teerkuhlen) und durch v. Böckh bei Egbell in Österreich ausgeführt. Diese geophysikalischen Verfahren hatten ihre Brauchbarkeit bei der Forschung nach Strukturen erwiesen. Speziell mit der Durchführung von gravimetrischen Prospektionsarbeiten betätigte sich die 1921 in Berlin gegründete „Exploration“, die sich 1927 mit der SEISMOS vereinigte. Zu den obengenannten beiden Methoden trat noch die magnetische Methode. Sie hatte bei der allgemeinen Erdölprospektion die Aufgabe, zur Klärung der Konfiguration des tieferen Untergrundes beizutragen. Die elektrischen Methoden erlangten später große Bedeutung bei der Untersuchung der Schichtverhältnisse in Tiefbohrungen.

Investigations in this direction were very successful in many countries but had been confined to such areas only where strata were pinching out on the surface. Often, information from deep wells made it possible to recognize structures below a thick cover of sediments. The exploration of such areas proved so expensive that one abstained from developing them. In the twenties, in consideration of the increasing motorisation, doubts arose in USA as to the supply of all requirements of oil in the time to come. The American oil industry was therefore endeavoured to avail itself of all means of scientific research to free from this sorrow. They found it in the method of the so-called “applied geophysics”.

In Europe it was recognized that seismic, gravimetry, magnetic and electric measurements may indeed present a means to serve in practical geology. Already in 1920, Mintrop on behalf of the “Deutsche Erdöl-AG.” carried out seismic investigations for oil geological purposes in the area of Wietze, and 1921 SEISMOS was particularly founded with the purpose of investigation of stratigraphic problems and mineral deposits of all kinds (see: Internal publication Nr. 2). Gravimetric surveys were conducted in connection with oil geological problems as early as 1917 by Schveydar on the salt-dome of Hänigsen (Teerkuhlen) and by v. Böckh near Egbell in Austria. These geophysical methods had proved their usefulness in the search for structures.

The Exploration Co., founded in 1921 and joined with SEISMOS in 1927, was particularly engaged in carrying out gravimetric prospection. In addition to the above named two methods the magnetic method is to be mentioned. The purpose of this method was to get some contribution in general prospecting for oil on the configuration of the deeper basement. At a later time electrical methods became very important in the investigation of stratigraphic conditions in deep wells.

This was the situation found by American oil men when, in 1923/24, they were looking for new means of prospecting for oil deposits in Europe. As a result seismic and gravimetric methods were applied on a large scale in the state of Texas, where salt-domes hidden below a

peut former un gisement recouvert par des couches sédimentaires (des trappes stratigraphiques). Il se posait donc le problème de trouver des structures comme par exemple des anticlinaux, des monoclinaux, des discordances, des dômes de sel etc.

Les recherches dans cette direction eurent de grands succès dans plusieurs pays, mais elles se bornèrent à des terrains présentant des couches en affleurement. Souvent des sondages profonds rendaient possible la reconnaissance de structures en-dessous de mors-terrains épais. Cependant, l'exploration de pareils terrains s'avérait tellement couteuse, de sorte qu'il fallait si possible, les éviter. Vers 1920 on commençait à douter aux Etats Unis de la possibilité d'assurer à l'avenir la couverture des besoins en produits pétroliers créés par les progrès de la motorisation. L'industrie du pétrole américaine s'assurait donc de tous les concours scientifiques pour parer à cette appréhension. Elle les trouvait dans les méthodes de la géophysique appliquée.

En Europe, on avait reconnu que des mesurages sismiques, gravimétriques, magnétiques et électriques pouvaient constituer des moyens pour servir la géologie pratique. Déjà en 1920, au district de Wietze, Mintrop avait exécuté des investigations sismiques en vue de la géologie pétrolière, pour compte de la Deutsche Erdölgesellschaft, et en 1921 il fonda la société «SEISMOS» précisément pour conduire des investigations de gisements (voir SEISMOS-Echo No. 2). Des mesurages gravimétriques furent exécutés en 1917 à l'aide d'une balance de torsion dans le cadre de problèmes géologiques du pétrole par Schveydar, au dôme de sel de Hänigsen (suintement de pétrole) et par v. Böckh à Egbell en Autriche. Ces méthodes géophysiques avaient prouvé leur utilité dans l'exploration de structures.

La maison «Exploration», fondée à Berlin en 1921 et fusionnée avec SEISMOS en 1927, s'occupait spécialement de travaux d'exploration gravimétriques. Outre les deux méthodes mentionnées ci-dessus, il existait également la méthode magnétique. C'est elle qui avait à contribuer à l'éclaircissement de la configuration du sous-sol plus profond dans l'exploration générale du pétrole. Plus tard, les méthodes électriques acquéraient une importance considérable dans l'exploration des couches dans les sondages, à grande profondeur.

Diese Situation fanden amerikanische Unternehmer vor, als sie 1923/24 in Europa nach neuen Mitteln zur Aufsuchung der Erdöllagerstätten Umschau hielten. Es kam bald zu einem umfangreichen Einsatz der seismischen und gravimetrischen Methoden im Staate Texas, wo unter mächtigem Deckgebirge verborgene Salzstücke zu suchen waren. Der Erfolg dieser Art der Prospektion – worüber in der einschlägigen Literatur viel veröffentlicht ist – war unvergleichlich groß und regte auch in anderen Ländern zur Anwendung der geophysikalischen Arbeitsmethoden an. Die Verfahren sind im Laufe der letzten 40 Jahre bezüglich Instrumentation und Arbeitsweise wesentlich verbessert und leistungsfähiger gestaltet worden, so daß es heute mit ihnen möglich ist, zur Aufklärung der Stratigraphie des Untergrundes bis in sehr große Tiefen beizutragen. Wie bekannt, hat die SEISMOS auch an dieser Weiterentwicklung wesentlichen Anteil gehabt. Die Geologen der Erdölgesellschaften sind heute mit den Methoden der geophysikalischen Prospektion eng vertraut und bedienen sich ihrer zur Feststellung von Strukturen in erdölhöffigen weiträumigen Gebieten sowie bei der Untersuchung von Einzelheiten gefundener Strukturen.

Seit Einführung dieser Methoden in die praktische Geologie ist die Erdölproduktion in den letzten Dezennien unvergleichlich stark gestiegen und hat zuweilen Dimensionen erreicht, die eine vorübergehende Drosselung erforderlich machen. Die Probleme, die mit der Deckung des Bedarfs in allen Ländern der Welt verbunden sind, können durch die sinnvolle Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft somit als zur Zeit gelöst gelten. Ständige Weiterentwicklung der geophysikalischen Meßmethoden bleibt jedoch Voraussetzung, daß auch in Zukunft der fortwährend steigende Verbrauch an Erdölprodukten gedeckt werden kann. Die SEISMOS ist sich dieser Tatsache stets bewußt.

Dipl.-Ing. G. Tuchel

thick cover of sediments were to be searched for. The success of this manner of prospection, – on which many publications can be found in the respective literature –, was incomparably great and initiated also the application of geophysical surveying methods in other countries. The methods have been considerably improved during the last 40 years concerning instrumentation and technique, and made much more efficient so that it is today possible to obtain by means of them contributions in clearing up the subterraneous stratigraphy down to very great depths. As is well known, SEISMOS has taken a considerable part in this further development.

The geologists of the oil companies are today intimately acquainted with geophysical prospection and make use of it in ascertaining structures in large areas suspicious for oil as well as in the investigation of stratigraphic details of such structures.

Since the introduction of these methods into practical geology, oil production has raised incomparably high during the last decades and at times attained a degree, which called for a temporary cut-down. The problems with regard to the supply of an increasing demand for oil in all countries of the world can be considered at present as solved by an ingenious co-operation of industry and science.

The steadily rising need for oil products can in the future only be covered, when geophysical measuring methods are proceeding in their development. SEISMOS constantly takes into account this fact!

C'était la situation se présentant aux entrepreneurs américains, qui, en 1923/24, venaient s'informer en Europe de nouveaux moyens pour l'exploration des gisements pétrolifères. Bientôt les méthodes sismiques et gravimétriques furent appliquées à grande échelle dans l'Etat de Texas où l'on avait à prospecter des dômes de sel cachés en-dessous d'une couverture épaisse. Le succès de ces méthodes de prospection – qui a été décrit dans de nombreuses publications – était très considérable et poussait d'autres pays à l'application des méthodes géophysiques. Au cours des dernières 40 années les méthodes ont été sensiblement perfectionnées surtout en ce qui concerne les instruments et la technique du travail, de telle sorte qu'il est aujourd'hui possible à l'aide de ces méthodes de contribuer à l'éclaircissement de la stratigraphie du sous-sol à très grande profondeur. Il est de notoriété que SEISMOS a pris une part très considérablement dans ce développement.

A l'heure actuelle, les géologues des sociétés pétrolières sont bien au courant des méthodes de la prospection géophysique et ils s'en servent pour explorer des structures dans les vastes terrains à possibilités pétrolifères et pour investiguer les détails stratigraphiques des structures trouvées.

Depuis l'introduction de ces méthodes dans la géologie pratique la production pétrolière s'est accrue d'une façon incomparable pendant les dernières décades et a atteint parfois des dimensions telles qu'il a fallu la freiner de temps en temps. La nécessité d'assurer l'approvisionnement de tous les pays du monde peut être considéré comme résolu à présent par la coopération ingénieuse de l'industrie et de la science.

Néanmoins, le développement permanent des méthodes géophysiques est une condition indispensable pour la satisfaction des besoins toujours accrus en produits pétrolières. La société SEISMOS est consciente de ce fait!

Hinweis: In der nächsten Nummer des SEISMOS-Echo werden wir über seismische Messungen in Bohrlöchern berichten.

Announcement: In the following number of the SEISMOS-Echo we shall refer to seismic measurements in bore-holes.

Avis: Dans le numéro suivant du SEISMOS-Echo nous référerons aux mesurages sismiques dans des forages.



(2)

Die Bedeutung der Messung der radioaktiven Strahlung für geophysikalische Zwecke wurde von SEISMOS schon frühzeitig erkannt. So war die Messung der Ionisierung der Bodenluft durch Alphastrahlung mit dem SEISMOS-Emanometer schon 1926 eine übliche Methode zur Erkennung von tektonischen Störzonen an der Erdoberfläche. Seitdem die Verwendung der Atomkernenergie für militärische und kommerzielle Zwecke Bedeutung erlangt hat, ist die Prospektion auf Uranerze und Thorium ein wichtiger Zweig der angewandten Geophysik geworden. Mehrere Meßtrupps der SEISMOS führen solche Prospektionsarbeiten aus. Die mit diesen Arbeiten betrauten Geologen benutzen für ihre Messungen sogenannte Szintillometer, das sind hochempfindliche Meßgeräte zur Bestimmung der Intensität von Gammastrahlung. Bild 2 zeigt, wie ein Geologe mit einem SEISMOS-Szintillometer das Gelände abschreitet. Schnelle Übersichtsmessungen über größere Gebiete gewinnt man durch sogenannte „car-borne“-Messungen: In einem geländegängigen Kraftwagen werden während der Fahrt die gemessenen Strahlungswerte fortlaufend registriert. Auf dem Registrierstreifen wird außerdem automatisch der gefahrene Weg aufgezeichnet. Ferner hat der beobachtende Geologe die Möglichkeit, gewisse markante Geländepunkte oder Wegstrecken, die aus offensichtlichen Gründen eine Strahlungserhöhung ergeben müssen (z. B. Hohlwege), zusätzlich auf dem

The significance of surveys of radioactive radiation for geophysical purposes has already early been recognized by SEISMOS. As early as 1926 the survey of ionisation of soil air by alpha rays with the SEISMOS-emanometer was a usual method for the recognition of tectonic fault zones on the surface of the earth. Since the application of atomic energy for military and commercial purposes has become important, the prospection on uranium ore and thorium have become an essential branch of applied geophysics. Several crews of SEISMOS carry out such prospecting work. The geologists entrusted with these operations, use for their surveys so-called scintillometers. These are very sensible instruments for surveying the intensity of gamma-rays. Photo 2 shows a geologist walking through the field with a SEISMOS-scintillometer. Rapid reconnaissance-surveys of larger districts will be got by "car-borne" measurements:

The observed values of radiation are recorded continuously in a four wheels driven truck suitable for cross-country operations. Besides, the way travelled is registered on the record. Further the surveying field-geologist has the possibility of marking on the record additionally certain striking landforms or lengths of path which must

Radioaktivitätsmessungen mit SEISMOS-Geräten

Radioactivity surveys with SEISMOS Apparatus

Mesurages de la radioactivité avec des appareils - SEISMOS

La signification du mesurage des rayons radioactifs pour des buts géophysiques a été reconnue par SEISMOS depuis longtemps. Déjà en 1926, le mesurage de l'ionisation de l'air à la surface par les rayons alphas avec l'émanomètre - SEISMOS était une méthode en usage pour la reconnaissance de zones dérangées tectoniques à la surface. Depuis que l'emploi de l'énergie atomique est devenu important pour des buts militaires et commerciales, la prospection de l'uranium et du thorium est devenue une branche essentielle de la géophysique appliquée. Plusieurs équipes - SEISMOS exécutent de tels travaux de prospection. Les géologues engagés pour ces travaux utilisent pour leurs mesurages des scintillomètres; ce sont des instruments très sensibles pour mesurer l'intensité des rayons gammas. La figure 2 montre comment un géologue parcourt le terrain en se servant du scintillomètre - SEISMOS. Des mesurages d'ensemble rapides dans une région étendue sont obtenus par la méthode dite «car-borne»:

Les valeurs de rayonnement mesurées en route sont enregistrées de façon continue dans un camion tout-terrain. En outre, la route parcourue est enregistrée automatiquement sur la bande d'enregistrement. Au surplus le géologue observant a la possibilité de marquer sur la bande d'enregistrement certains points du terrain ou des parcours particuliers qui, pour des raisons évidentes, doivent augmenter le rayonnement (p. ex. un

Registrierstreifen zu kennzeichnen. Bild 3 zeigt den Meßwagen während einer car-borne-Registrierfahrt. Auf dem Dach des Wagens – neuerdings an einem Mast, hoch über dem Fahrzeug und den Wegestörungen – befindet sich die Strahlungsmeßsonde.

Durch car-borne-Messungen gefundene Gammastrahlungsanomalien werden anschließend durch Messungen mit tragbaren Geräten näher untersucht, eingegrenzt und bewertet. Von Interesse ist der Einfluß des Randwasserkontaktees von Erdölfeldern auf die Gammastrahlungsmessungen an der Erdoberfläche. Dieser Ölfeldeffekt wurde verschiedentlich aus Amerika berichtet. Wir untersuchten ihn als einziges Unternehmen in Deutschland. Die SEISMOS konnte durch Messungen mit hochempfindlichen Szintillometern den Ölfeldeffekt ebenfalls nachweisen. Auch die Strahlungsmessung in Flachbohrungen (z. B. seismischen Schußbohrungen) ergibt oft geologisch verwertbare Ergebnisse und wird von der SEISMOS ausgeführt. Bild 4 gibt einen Ausschnitt einer im Gelände aufgenommenen Registrierkurve wieder. Die Erhöhung der registrierten Impulse zeigt eine in der Nähe befindliche Anreicherung von K 40 an.

Dr. G. Eingriever



for obvious reasons result in a rising of radiation (e. g. defiles). Photo 3 shows the recording truck during a car-borne registering drive. The scintillometer is fixed to a mast, high above the truck and beyond the range of road disturbances.

Gamma ray anomalies found by car-borne surveys, are afterwards carefully examined with portable apparatus, outlined and interpreted. The influence of edge water contacts of oil fields on gamma-ray surveys at the surface is of interest. This oil field effect has repeatedly been reported from the United States. As only firm we examined this effect in Germany. SEISMOS could also prove the oil field effect by measurements with very sensible scintillometers. Also ray surveys in shallow wells (e. g. in seismic shot holes) often give results useful in applied geology and is manufactured by SEISMOS. Photo 4 shows a record taken in the field. The elevation of the registered pulses indicates a local accumulation of K 40 being close by.

③

② Strahlungsmessung zu Fuß im Steinbruch - Radioactivity survey on foot in a quarry - Scintillométrie à pied dans une carrière

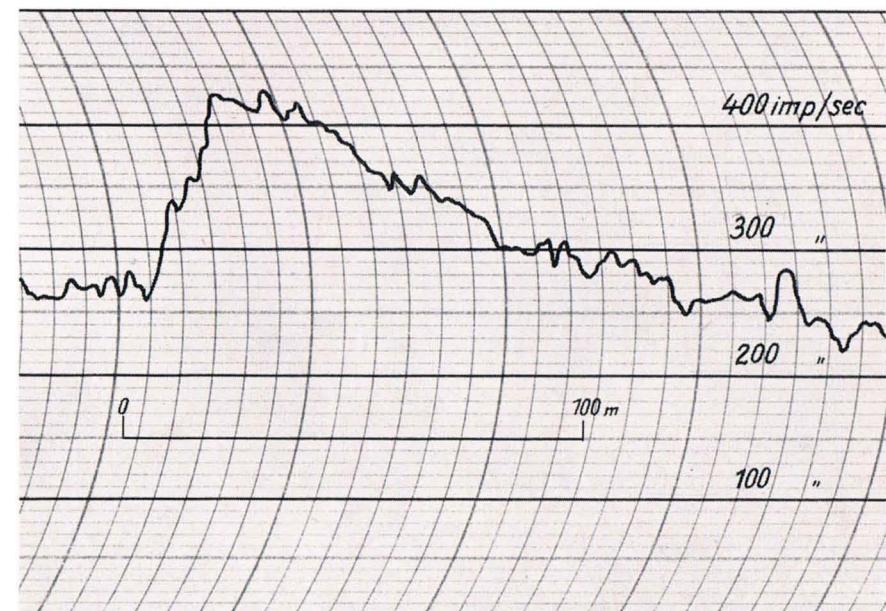
③ Registrierende Strahlungsmessung vom Fahrzeug aus - Recording scintillometry by car-borne measurements - Scintillométrie enregistrée dans un camion

④

④ Registrierung einer örtlichen K 40-Anreicherung - Record taken close by a local accumulation of K 40 - Enregistrement d'une accumulation locale de K 40

chemin creux). La figure 3 montre le camion pendant une course d'enregistrement «car-borne». Le scintillomètre se trouve sur un mât au-dessus du toit du camion et hors des effets de la route.

Des mesurages supplémentaires avec un appareil portable servent à examiner, localiser et interpréter les anomalies du rayonnement gamma trouvées par les mesurages «car-borne». L'étude de l'influence du contact de l'eau de gisement dans les champs pétroliers sur les mesurages du rayonnement gamma à la surface est fort intéressante. Cet effet dans les champs pétroliers a été signalé à différentes reprises aux Etats Unis. Nous sommes la seule entreprise en Allemagne qui l'ait examiné. SEISMOS pouvait également démontrer cet effet dans les champs pétroliers en mesurant avec un scintillomètre très sensible. Les mesurages du rayonnement dans des forages (p. ex. dans des trous de tir sismiques) donnent aussi souvent des résultats utiles pour la géologie. Ils sont exécutés par SEISMOS. Figure 4 montre une courbe enregistrée au terrain. L'augmentation des impulsions enregistrées indique une accumulation de K 40 se trouvant au voisinage.



Geophone mit niedriger Eigenfrequenz erweitern die Möglichkeiten für die Refraktionsseismik

Im vorhergehenden Heft des SEISMOS-Echos, Nr. 3, von Juli 1956 zeigten wir ein SEISMOS-Spezialgeophon mit niedriger Eigenfrequenz (Deutsches Patent angemeldet). Seine Daten wurden ebenfalls angegeben. Das Gewicht wurde inzwischen von 7,5 kg auf 6 kg herabgesetzt.

Über die praktische Bedeutung solcher Geophone für die Refraktionsseismik schrieb Th. Krey in der Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h. c. Alfred Bentz Präsident des Amtes für Bodenforschung, Hannover*. In dieser Arbeit bringt Th. Krey u. a. zum Ausdruck:

1. Die Wirtschaftlichkeit von Refraktionsuntersuchungen mit großen Entfernungen wird wesentlich erhöht dadurch, daß die notwendigen Sprengstoffmengen auf ein erträgliches Maß reduziert werden. Bei schwierigen Transportverhältnissen, wie z. B. im tropischer Urwald, kann der geringere Sprengstoffbedarf sogar entscheidend werden für die Durchführbarkeit solcher Operationen.
2. Viele Probleme können heute durch die Refraktionsseismik behandelt werden, die früher als ungeeignete für dieses Verfahren angesehen werden mußten. Es sind solche, bei denen innerhalb des Deckgebirges Schichten eingeschaltet sind, die etwa gleiche oder gar höhere seismische Geschwindigkeiten besitzen als der eigentlich interessierende, darunter liegende Horizont.

Die mittlere Geschwindigkeit der Deckschicht beträgt z. B. im Mittel 3500 m/sec. In diese seien eingelagert ein dolomitischer Kalk mit 6000 m/sec und flächenhaft aus-

* Geologisches Jahrbuch 74 (1957), Seiten 523–530.

Refraktionsgeophon

- ⑤ mit eingebautem Vorverstärker
- ⑥ nur mit Einbausockel, Vorverstärker daneben
- ⑦ Resonanzkurve: a) ungedämpft, b) gedämpft mit 5 K Ω

Geophones with low natural frequency enlarging the possibilities for refraction seismic

In a previous publication, SEISMOS-Echo No. 3 of July 1956, we showed a special SEISMOS geophone of low natural frequency (German Patent applied for). Its data were also specified. Meanwhile the weight has been reduced from 7,5 kg to 6 kg.

As part of a publication in honour of the 60th birthday of Professor Dr. Dr. h. c. Alfred Bentz, president of the "Amt für Bodenforschung", Hannover*, Th. Krey published a paper on the practical value of such geophones in refraction-seismograph work. In this paper Th. Krey a. o. writes as follows:

1. The economy of refraction-seismograph surveys over large distances will be remarkably increased by reducing the quantity of explosives required to a reasonable amount. Under difficult conditions of transportation e. g. in tropical jungle the lower requirements in explosives may even become decisive for the performance of such operations.
2. Today, by means of refraction seismics many problems can be solved which have been regarded unsuitable for this method in former times. This pertains to problems in which strata are intercalated in the overburden having nearly equal or even higher seismic velocities than the interesting horizon proper, underlying it.

Let us assume an average velocity of 3500 m/sec. for the overburden. In this may be intercalated a dolomitic limestone with 6000 m/sec. and a diabase of areal exten-

Les géophones à basse fréquence propre élargissent les possibilités pour la sismique-réfraction

Dans le numéro précédent du SEISMOS-Echo, No. 3 de juillet 1956, nous avons présenté un géophone SEISMOS spécial (brevet allemand demandé) à basse fréquence propre. Ses données ont été indiquées. Entretemps son poids a été réduit de 7,5 kg à 6 kg.

Th. Krey a consacré une publication à l'importance pratique de ces géophones pour la sismique-réfraction, à l'occasion du 60e anniversaire du Prof. Dr. Dr. h. c. Alfred Bentz, président de l'Amt für Bodenforschung, Hannover*. Dans cette publication Th. Krey explique entre autres:

1. La rentabilité des recherches de réfraction à de grandes distances a augmenté considérablement par la réduction des quantités nécessaires d'explosifs à une proportion convenable. La basse consommation d'explosifs peut même devenir décisive pour l'exécution de telles opérations en cas des conditions difficiles de transport, p. ex. dans la forêt vierge tropicale.
2. Maints problèmes qui auparavant paraissaient impossibles à résoudre à l'aide de la sismique-réfraction peuvent à l'heure actuelle être traités au moyen de ce procédé. Il s'agit de problèmes relatifs à des couches intercalées dans la couverture, dont les vitesses sismiques sont égales ou supérieures à celles de l'horizon en-dessous qui fait l'objet de l'examen.

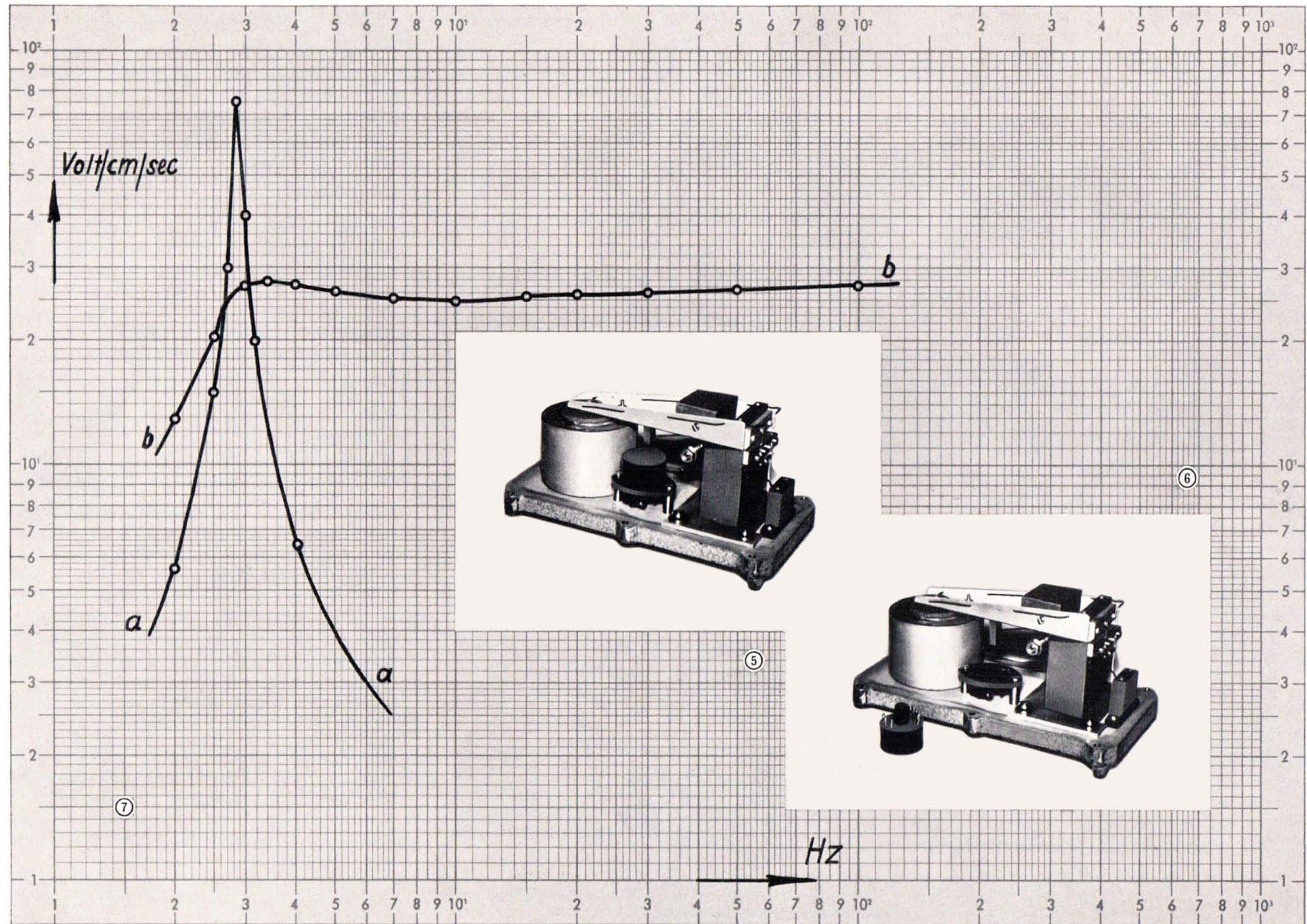
Soit 3500 m/sec la vitesse moyenne de la couverture dans laquelle se trouvent un calcaire dolomitique avec 6000 m/sec et une diabase étendue horizontale avec

Refraction geophone

- ⑤ with installed preamplifier
- ⑥ preamplifier besides
- ⑦ resonance curve: a) undamped, b) damped with 5 K Ω

Géophone pour réfraction

- ⑤ avec un préamplificateur monté à l'intérieur
- ⑥ préamplificateur placé à côté
- ⑦ courbe de résonnance: a) non-amortie, b) amortie avec 5 K Ω



gebildeter Diabas mit 5600 m/sec. Die Geschwindigkeit des zu untersuchenden Basements betrage 5500 m/sec.

Die Amplituden der von den Zwischenschichten herrührenden Einsätze behalten auf um so größere Entfernnungen hin merkliche Größen bei, je mächtiger die Zwischenschichten sind. Glücklicherweise sind aber die Frequenzen der Zwischenschichten durchweg höher als die, die vom Untergrund herrühren. So ist es in unserem Beispiel durchaus denkbar, daß die Frequenzen der ersten Zwischenschicht bei 35 Hz, die der zweiten bei 10 bis 15 Hz und die Frequenz des Untergrundes bei 5 bis 7 Hz liegt.

Man ersieht aus den genannten Zahlen, wie wichtig es ist, Geophone mit sehr niedriger Eigenfrequenz zu benutzen. Verwendet man überdies noch Filter, die die Frequenzen oberhalb 8 Hz abschneiden, so werden die von den Zwischenschichten erzeugten Amplituden wesentlich früher auf solch kleine Werte reduziert, daß die Einsätze des Basements entsprechend früher erkennbar werden, als dies ohne Benutzung der Filter der Fall sein würde. Damit erreicht man entsprechend kleinere Aufstellungs-längen und reduziert wiederum den Bedarf an Spreng-stoff.

Ein weiteres Hilfsmittel für die Refraktionsseismik auf große Entfernnungen kann die Verwendung von Vorverstärkern bedeuten, die in die Geophone eingebaut werden. Die Unruhe, die nicht aus dem Boden kommt (z. B. durch Wind oder Verkehr), sondern durch die langen Zuleitungen von den Geophonen zur Apparatur entsteht, kann nicht immer durch geeignete Filter reduziert werden. Da es aber bei der Aufzeichnung allein auf ein günstiges Verhältnis des Nutzpegels zum Störpegel ankommt, läßt sich die Qualität der Aufzeichnung auch durch Vergrößerung des Nutzpegels gegenüber einem gleichbleibenden Störpegel erreichen.

Die SEISMOS hat einen Transistor-Vorverstärker (Deutsches Patent angemeldet) entwickelt, der mitsamt seiner Energiequelle in das tief abgestimmte Refraktionsgeophon eingebaut werden kann, siehe Bild 5. In Bild 6 wurde der Vorverstärker neben das Geophon gestellt, um den Einbausockel besser sichtbar zu machen.

Diese Vorverstärker haben ihre Funktionsfähigkeit beim Einsatz in der Sahara und in den Tropen erwiesen.

sion with 5600 m/sec. The velocity of the basement to be investigated be 5500 m/sec.

The amplitudes of the arrivals arising from the interposed beds retain appreciable high values at larger distances the more the interposed beds become thicker. But fortunately the frequencies of the interposed beds are through-out higher than those of the basement. So, from our example, it may well be imagined that the frequencies of the first intercalated bed are about 35 cps, of the second 10 to 15 cps and the frequency of the basement about 5 to 7 cps.

From the above stated figures it may be seen how important it is to use geophones of very low natural frequency. Using also filters cutting off frequencies higher than 8 cps, the amplitudes produced by the interposed beds will be reduced much earlier to such small values that the arrivals from the basement can be recognized earlier than without using filters.

In this way shorter spreads can be used and also the consumption of explosives can be reduced once more.

A further expedient in refraction-seismograph work over large distances may be seen in the application of pre-amplifiers installed inside the geophones. Disturbances not originating from the ground surface (e. g. wind or traffic) but caused by the long conductors between the geophones and the apparatus cannot always be reduced by suitable filters. As with regard to the recording, the main question is, however, to obtain a favorable signal-to-noise ratio, the quality of recording may also be attained by increasing the signal-level against a constant noise-level.

SEISMOS has developed a transistor preamplifier (German Patent applied for) which can be installed including the energy source in the low frequency refraction geophone, see figure 5. In figure 6 the preamplifier is moved out and put beside the geophone to show better the installation socket.

These preamplifiers have proved functioning in the Sahara and in the tropics.

5000 m/sec. La vitesse du soubassement à étudier est de 5500 m/sec.

Au plus que l'épaisseur des couches intercalées est grande, au plus les amplitudes des premières arrivées, causées par les couches intercalées, conservent des grandeurs notables à des distances d'autant plus grandes. Mais, heureusement, les fréquences des couches intermédiaires sont constamment plus élevées que celles provenant du sous-sol.

Dans notre exemple on peut bien imaginer que la fréquence de la première couche intermédiaire est de 35 Hz, celle de la deuxième de 10 à 15 Hz et la fréquence du sous-sol de 5 à 7 Hz. Les fréquences citées font reconnaître l'importance d'utiliser des géophones à basse fréquence propre. Si l'on utilise encore des filtres coupant les fréquences supérieures à 8 Hz, les amplitudes causées par les couches intercalées sont réduites beaucoup plus tôt à des valeurs tellement petites que les premières arrivées du soubassement se laissent reconnaître proportionnellement plus tôt que sans l'emploi des filtres. Il est ainsi possible de réduire l'étendue des installations de géophones de même que les besoins en explosifs.

Un autre auxiliaire pour la sismique-réfraction à grandes distances peut être trouvé dans l'emploi de préamplificateurs qui sont montés à l'intérieur des géophones. La perturbation ne provenant pas du sol (p. ex. à cause du vent ou du trafic) mais des longs câbles entre les géophones et l'appareillage, ne peut pas toujours être réduite par des filtres appropriés. Mais comme il ne s'agit à l'enregistrement que d'une proportion favorable du signal par rapport au bruit, la qualité de l'enregistrement peut être atteinte également par amplification du signal par rapport à un bruit constant.

SEISMOS a développé un préamplificateur à base de transistors (brevet allemand demandé), qui peut être monté avec sa source d'énergie à l'intérieur du géophone à basse fréquence; voir figure 5. Dans la figure 6, le préamplificateur est placé à côté du géophone pour mieux montrer son socle de montage.

Ces préamplificateurs ont été éprouvés au Sahara et dans les pays tropicaux.

Transistoren-Verstärker

unter extremen klimatischen Bedingungen bewährt

Unsere Refraktionsverstärker auf Transistor-Basis (siehe SEISMOS-Echo, Nr. 3) wurden seit 1956 unter extremen äußersten Bedingungen im Feldbetrieb eingesetzt: in Finnland bei -20° C Außentemperatur – unter Tage im Erzbergwerk bei 100% Luftfeuchtigkeit – in den Tropen bei über $+40^{\circ}\text{ C}$ und bei 100% Luftfeuchtigkeit.

In allen Fällen haben die Verstärker gut gearbeitet und sich bewährt (siehe hierzu auch das Titelbild!). Besonders bei den Arbeiten unter Tage und in den Tropen waren das geringe Gewicht und der geringe Energiebedarf von ausschlaggebender Bedeutung.

Transistor amplifiers

approved under extreme climatic conditions

Our refraction amplifiers on transistor base (SEISMOS-Echo No. 3) have been examined in the field under extreme outside conditions since 1956.

In Finland at -20° C outside temperature – underground in ore-mines at 100 % humidity – in tropics at $+40^{\circ}\text{ C}$ and higher and at 100 % humidity.

In all cases the amplifiers worked well and stood the test (see also our title photo).

Especially during operations underground and in tropics the small weight and the small consumption of energy have been decisive.

Les amplificateurs avec transistors ont fait leurs preuves sous des conditions climatiques extrêmes

Nos amplificateurs de réfraction à base de transistors (voir SEISMOS-Echo No. 3) ont été mis en service depuis 1956 sous des conditions extérieures extrêmes: en Finlande jusqu'à -20° C température extérieure; sous terre dans une mine de minerais où l'humidité de l'air atteint 100%; dans les pays tropicaux jusqu'à plus de $+40^{\circ}\text{ C}$ et à 100% d'humidité de l'air.

Les amplificateurs ont bien fonctionné et ont prouvé leur valeur dans tous ces cas (voir la photo de titre).

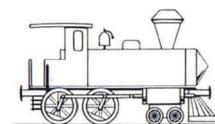
Ce sont surtout leur poids réduit et leur besoin d'énergie peu élevé, qui sont d'une importance capitale pour les travaux effectués sous terre et dans les pays tropicaux.

Vor 100 Jahren



Beginn der Erdölförderung

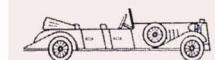
Vor 40 Jahren



Mintrops Patent

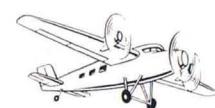
«Verfahren zur Ermittlung des Aufbaus von Gebirgsschichten»

Vor 38 Jahren



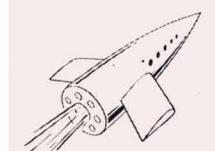
SEISMOS
G. M. B. H.
Hannover
Gegründet von Ludger Mintrop

Vor 30 Jahren



Erste Messung mit einem transportablen Gravimeter der
SEISMOS

Vor 3 Jahren



Erste seismische Feldarbeiten mit Transistoren-Verstärkern der
SEISMOS

Herausgeber: SEISMOS G. m. b. H., Hannover, Wilhelm-Busch-Straße 4 · Fernruf 7 08 31 · Fernschreiber: 0922 419

Schriftleitung und Gestaltung: Dr. H. A. Rühmkorf, Dipl.-Ing. H. Voigtländer, E. Warweg

Druck: H. Osterwald, Hannover · Klischees: Graphische Kunstanstalten Hermann Friedrichs, Hannover

Vervielfältigungen aller Art, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet