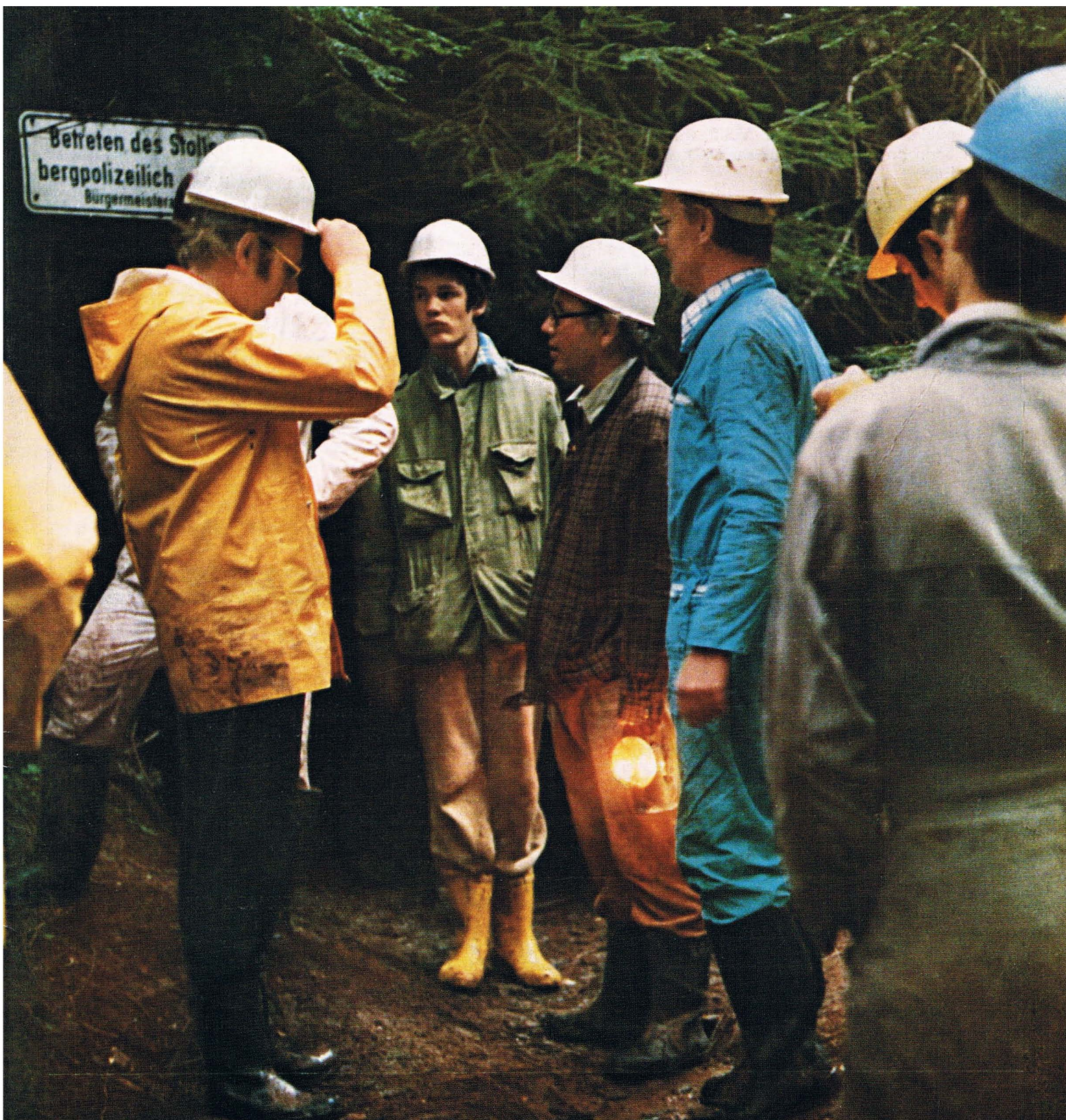


PRAKLA-SEISMOS Report

4
76



»SCHWARZES BRETT«

Die rechtsstehend abgedruckten Titel beziehen sich auf Vorträge bzw. Veröffentlichungen unserer Mitarbeiter, die seit der Ausgabe des letzten Reports gehalten wurden bzw. erschienen sind.

Von den mit einem (P) markierten Titeln sind u. U. Preprints erhältlich, von den mit einem (S) markierten Titeln sind Sonderdrucke vorhanden. Für entsprechende Auskünfte bzw. Bestellungen wenden Sie sich bitte an das Sekretariat unseres Mitarbeiters H. J. Körner, Tel. (05 11) 80 72-402.

The titles on the right refer to lectures and publications from our staff which have been presented or published since the last Report.

As circumstances permit, preprints are available of those titles marked with a (P); of those marked with an (S), copies are "in stock".

For information and orders please apply to the secretary's office H. J. Körner, phone (05 11) 80 72-402.

Bading R, Krey Th.

(P) Optimum attenuation of multiples by appropriate CRP-field techniques and migration

46th SEG Meeting, 24.–28. 10. 76, Houston, 1976, Seite 1–8

Edelmann H. A. K.

(P) Verfahren für die genaue Ortsbestimmung von Explorationsplattformen auf hoher See

OEL-Zeitschrift, Nr. 14, 1976, Seite 302–306

Erlinghagen L., Bading R.

(P) Seismische Geschwindigkeitsmessungen in Tiefbohrungen

Erdöl & Kohle, 1976, 9, Seite 417

Erlinghagen L.

(S) Unterdrückung von Noise während der Feldregistrierung bei Anwendung des VIBROSEIS-Verfahrens

PRAKLA-SEISMOS, Eigenverlag, 1976, Seite 1–41

Krey Th.

(P) Angewandte Geophysik bei der Präpermexploration

Erdöl & Kohle, 9, 1976, Seite 394–402

Krey Th.

(P) Possibilities and Limitation of In-Seam Seismic Exploration

Coal Seam Discontinuity Symposium, Pittsburgh USA, 1976, Seite 1–14

Inhalt	Seite
Zum Jahreswechsel	3
Veränderungen in der Geschäftsführung und im Aufsichtsrat	4
Das Geophon, 2. Teil	5
Arbeitsweise der Migration	12
SEG 1976	15
Norsk Petroleumsforening	19
Hauptversammlung DGG, 1976	23
Exkursion	23
Die Rente	27
Kennen Sie Schwanden?	30
Betriebssport	31

Titelseite:

Geologische Exkursion nach Neubulach, die zweite Gruppe nach der Grubenbefahrung.
Foto: J. Hartleben

Rückseite:

Geologische Exkursion nach Neubulach, Ausblick aus dem Kreuzgang der Klosterruine Hirsau auf die jetzige Kirche.
Foto: J. Hartleben

Herausgeber: PRAKLA-SEISMOS GMBH,
Haarstraße 5, 3000 Hannover 1
Schriftleitung und Zusammenstellung: Dr. R. Köhler
An der Vogelweide 4, 3000 Hannover 91
Übersetzungen: P. Hirsch
Graphische Gestaltung: Kurt Reichert
Satz und Druck: Druckerei Caspaul, Hannover
Druckstöcke: Claus, Hannover

Zum Jahreswechsel 1976/77

Ein arbeitsreiches und insgesamt gesehen auch erfolgreiches Jahr 1976 liegt hinter uns. Wir danken allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihren Einsatz, der es ermöglichte, die gestellten Aufgaben bei der Durchführung unserer weltweiten Aufträge zur Zufriedenheit der Auftraggeber zu erfüllen.

Die verstärkte internationale Exploration auf Kohlenwasserstoffe brachte unserer Gesellschaft eine Vollbeschäftigung aller Betriebsabteilungen. Allerdings führten die uns allen bekannte internationale Konkurrenzsituation wie auch die großen Währungsschwankungen oft zu einer zwangsweisen finanziellen Unterbewertung unserer Leistungen.

Unsere Vermessungsschiffe EXPLORA und PROSPEKTA waren – obgleich die Nachfrage nach seeseismischen Messungen spürbar nachgelassen hat – während des ganzen Jahres gut ausgelastet. Die EXPLORA führte Messungen in der Nordsee, der Norwegischen See, in den Seegebieten um Ost-Grönland, Jan Mayen und in der Barentssee aus. Die PROSPEKTA war in den Gewässern vor Neuseeland, Australien und Nordwest-Borneo im Einsatz. Beide Schiffe bewältigten wiederum eine Meßstrecke in der Größenordnung eines Erdumfanges, obgleich zwischen den einzelnen Meßgebieten sehr lange Anfahrten zu überbrücken waren.

Unser Flachwassermeßschiff INGRID befand sich das ganze Jahr über im Golf von Suez und hat dort – mit Ausnahme einer kurzen Pause aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen – unter schwierigsten Verhältnissen in mit Koralleninseln und -bänken durchsetzten Gebieten seismische Messungen durchgeführt. Die Arbeiten dieses Flachwassertrupps werden sich bis ins Frühjahr 1977 hinein erstrecken.

Das Flachwassermeßschiff WILHELM wurde nach der Rückkehr aus Bangla Desh auf einer Werft überholt und führte von April bis November Messungen im Bereich der deutschen Nordseeküste aus. Dieses Meßschiff wird im Dezember nochmals umgerüstet und anschließend in den Küstengewässern vor Qatar zum Einsatz kommen.

Bei einem Rückgang der Tätigkeit sprengseismischer Meßtrupps in Deutschland war gleichzeitig eine Zunahme im Bereich der Vibroseis-Messungen zu verzeichnen. Die sprengseismischen Messungen wurden mit 48-spuriger Registrierung, flächenseismische Messungen auch mit 96-spuriger Registrierung durchgeführt.

Im abgelaufenen Jahr waren wiederum zahlreiche Sprengstoff- und Vibroseis-Meßtrupps im Ausland im Einsatz. Die Mehrzahl der Trupps war mit einer 48-spurigen Apparatur ausgerüstet. Es wurde in folgenden Ländern gearbeitet: Ägypten, Algerien, Belgien, Burma, Frankreich, Indonesien, Italien, im Iran, in Libyen, in den Niederlanden, Österreich, Peru, in der Schweiz, in Spanien und in der Türkei.

Unsere Sondermeßgruppe, die sich mit ingenieurgeophysikalischen Aufgaben befaßt, konnte auch im letzten Jahr ihre Aktivitäten steigern. Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit lag bei der eichometrischen Überwachung von Salzkavernen und bei seismischen Geschwindigkeitsmessungen in

Onshore- und Offshore-Bohrungen sowie bei geophysikalischen Bohrlochmessungen zur Grundwassererschließung. Die Abteilung war nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland, sondern auch in Dänemark, Holland, Frankreich, Italien, Spanien und in der Arabischen Republik Jemen tätig.

Aerogeophysikalische Messungen wurden von mehreren Hubschraubern aus in Italien mit Gammastrahlen-Spektrometern für die Uranprospektion durchgeführt. Ein großer Dreijahresvertrag für radiometrische Messungen wurde mit dem Iran abgeschlossen. Bei den Meßflügen, die Anfang 1977 beginnen, werden erstmals digitale Vielkanal-Analysatoren eingesetzt.

Die Gravimeter-Abteilung war während des ganzen Jahres mit der Auswertung seegravimetrischer und seemagnetometrischer Messungen beschäftigt. Daneben wurden gravimetrische Landmessungen in Pakistan und Indonesien vorgenommen.

Die Geoelektrik führte in der Bundesrepublik Deutschland und in Peru im Zusammenhang mit der Prospektion auf Erzlagerstätten induzierte Polarisationsmessungen durch. Zur Wassererschließung in der Bundesrepublik wurden auch dieses Jahr wieder zahlreiche Gleichstrommessungen ausgeführt. Eine von der PRAKLA-SEISMOS entwickelte Apparatur für Gleichstrommessungen sowie eine tragbare rechnergestützte digitale Meßapparatur konnten neu zum Einsatz gebracht werden.

In der Wissenschaftlich-Technischen Abteilung wurde auch 1976 intensiv an der Entwicklung neuer Verfahren, Programme und Geräte gearbeitet. Die Schwerpunkte lagen in der Erstellung neuer Programme für die digitale Seismogrammverarbeitung, der Entwicklung und dem Bau peripherer Einheiten für die Datenverarbeitung sowie der Weiterentwicklung unserer Navigationsverfahren.

Die im Datenzentrum installierten Rechner waren während des ganzen Jahres rund um die Uhr ausgelastet. Die Kapazität des Rechenzentrums wurde durch die Installation zusätzlicher Rechner vom Typ PDP 11/45 vergrößert. Neben der Bearbeitung eigener Messungen wurden wiederum in großem Umfang Magnetbänder fremder Messungen bearbeitet. Zahlreiche neue Programme führten zu einer weiteren Verbesserung der Bearbeitungsqualität.

Die Auswertungsgruppen waren wie bisher für viele in- und ausländische Erdölgesellschaften tätig. Darüber hinaus arbeiteten sie aber auch verstärkt für den Steinkohlenbergbau sowie für staatlich geförderte Forschungsvorhaben. Die Wissenschaftler waren sowohl in Hannover als auch in verschiedenen anderen Städten der Bundesrepublik Deutschland sowie im Ausland – Australien, England, Niederlande, Norwegen, Peru, den Philippinen und Österreich – eingesetzt.

Der Service der Technischen Abteilung war mit der Prüfung und Instandhaltung aller bei unserer Gesellschaft im Einsatz befindlichen Geräte voll ausgelastet. In den Labors und Werkstätten wurden viele neue Geräte entwickelt, erprobt und bei den verschiedenen Betriebsabteilungen eingesetzt. Darüber hinaus konnten in größerem Umfang Geräte und Meßsysteme verkauft werden.

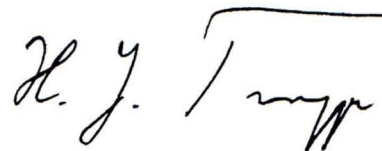
Auch in diesem Jahre wurden zahlreiche Vorträge von unseren Wissenschaftlern auf Fachtagungen im In- und Ausland gehalten. Unsere Gesellschaft war auf der Bergbauausstellung, der Interocan in Düsseldorf sowie bei der Ausstellung im Rahmen der EAEG-Tagung in Den Haag beteiligt.

Die starke Aufwärtsentwicklung bei der PRAKLA-SEISMOS Geomechanik hielt weiterhin an. Die Gesellschaft war im Bohrbetrieb, mit der Vibratorvermietung, den Werkstattleistungen, dem Geräte- und Ersatzteilverkauf gut beschäftigt. Der Bohrgeräte- und Vibratorpark wurde – dem Bedarf der Muttergesellschaft entsprechend – um zahlreiche Anlagen erweitert. Die Abteilung für Brunnenbau, Aufschluß- und Untersuchungsbohrungen wurde durch den Erwerb eines Bohrbetriebes in Süddeutschland erheblich vergrößert.

Unser Jahresrückblick zeigt, daß das vergangene Jahr für die PRAKLA-SEISMOS erfolgreich verlaufen ist. Die Ge-

schäftsführung ist sich bewußt, daß das Erreichte nur durch die intensive Mitarbeit aller Belegschaftsmitglieder möglich war.

Wir wünschen allen Betriebsangehörigen und ihren Familien ein frohes Weihnachtsfest und ein glückliches Neues Jahr. Unser besonderer Gruß gilt – wie jedes Jahr – allen Mitarbeitern im Ausland, die die Festtage fern von zu Hause erleben müssen.



In der Gesellschafterversammlung

vom 3. November 1976 wurden einige wichtige personelle Entscheidungen über Geschäftsführung und Aufsichtsrat getroffen.

Mit sofortiger Wirkung wurde der bisherige Sprecher der Geschäftsführung von PRAKLA-SEISMOS Dr. H. J. Trappe zu ihrem Vorsitzenden berufen.

Aus dem Aufsichtsrat sind ausgeschieden:

Ministerialrat Dr. H. Lauffs, bisheriger Vorsitzender
Ministerialdirigent H. Behling
Dr. Ing. W. Zettel

und die Arbeitnehmervertreter:

P. Dimer
H. Talke



Dr. Ing. W. Zettel, geb. am 25. 7. 03, war von 1947 bis 1968 vorsitzender Geschäftsführer der PRAKLA bzw. PRAKLA-SEISMOS. Im Jahre 1963 übernahm er den Vorsitz im Aufsichtsrat der SEISMOS. Nach seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst wurde er Mitglied des Aufsichtsrates von PRAKLA-SEISMOS, dem er bis zu seinem jetzigen Ausscheiden angehörte.



Dr. H. Lauffs, geb. am 12. 1. 12, Ministerialrat im Bundesministerium der Finanzen in Bonn, war zunächst stellvertretender Vorsitzender des Aufsichtsrates von PRAKLA-SEISMOS ab 11. 7. 61 und wurde am 1. 12. 69 Vorsitzender. H. Lauffs scheidet im Januar 1977 aus dem aktiven Dienst im Finanzministerium aus.



P. Dimer, geb. am 8. 5. 37, wurde am 1. 7. 66 in den Aufsichtsrat gewählt und gehörte ihm ununterbrochen bis zu seinem jetzigen Ausscheiden an. Dimer ist z. Zt. Leiter unserer Zweigniederlassung Singapur, wo er alle erforderlichen Kontakte zu unseren Auftraggebern im fernen Osten wahrnimmt.



H. Behling, geb. am 12. 7. 08, Ministerialdirigent im Niedersächsischen Finanzministerium, ging im August 1970 in Pension. H. Behling wurde am 10. 10. 52 in den Aufsichtsrat der PRAKLA berufen und gehörte ihm seither ununterbrochen bis zu seinem jetzigen Ausscheiden an.



H. Talke, geb. am 26. 1. 41, war Mitglied des Aufsichtsrates seit 3. 12. 74. Er ist seit 1960 Mitarbeiter unserer Gesellschaft und z. Zt. als Techniker des Konstruktionsbüros bei der Geomechanik beschäftigt.

Die Geschäftsführung dankt den ausscheidenden Aufsichtsratsmitgliedern für ihre allzeit verdienstvolle Mitarbeit.

Für die fünf ausscheidenden Aufsichtsratsmitglieder sind neu gewählt worden:

Ministerialdirigent Dr. Bruno Kropff, BMF, Bonn
Ministerialdirigent Kurt Lauenstein, NMF, Hannover
Regierungsdirektor Dr. Alois Ziegler, BMFT, Bonn

und die Arbeitnehmervertreter:

Dipl.-Met. Ernst Kreitz
Bohrinspektor Gerhard Schmalz

Am 24. 11. 76 hat sich der neue Aufsichtsrat konstituiert. Es wurden gewählt

zum Vorsitzenden:

Ministerialdirigent im Bundesministerium der Finanzen, Bonn, **Dr. Bruno Kropff**

zu stellvertretenden Vorsitzenden:

Ministerialdirigent im Bundesministerium der Wirtschaft, Bonn, **Bernhard Braubach**
und
Arbeitnehmervertreter **Werner Voigt**

Der Aufsichtsrat setzt sich nun zusammen aus den folgenden 12 Mitgliedern:

Prof. Dr. Friedrich Bender,
Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Ministerialdirigent Bernhard Braubach, BMW, Bonn
stellv. Vorsitzender

Manfred Deutschmann, Arbeitnehmervertreter

Prof. Dr. Franz Kirchheimer,
Präsident a. D. des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg

Direktor Hansgeorg Klauss, Dipl.-Volkswirt

Dipl.-Meteorologe Ernst Kreitz, Arbeitnehmervertreter

Ministerialdirigent Dr. Bruno Kropff, Vorsitzender

Ministerialdirigent Kurt Lauenstein

Dr. Heinrich Reinert,
Vorsitzender des Vorstandes der Veba-Chemie AG

Gerhard Schmalz, Arbeitnehmervertreter

Werner Voigt, Arbeitnehmervertreter,
stellv. Vorsitzender

Regierungsdirektor Dr. Alois Ziegler, BMFT, Bonn

Das Geophon

Wesentliche Eigenschaften und ihre Überprüfung, 2. Teil

G. Braun

Die Prüfung der Geophone wird bei PRAKLA-SEISMOS routinemäßig bei den Trupps und in der Zentrale in Hannover durchgeführt. Wegen der sehr großen Anzahl der zu überprüfenden Geophone (bei einem Trupp sind etwa 3000 Geophone eingesetzt), muß die Prüfmethode ein Kompromiß sein zwischen Testumfang und -Genauigkeit, benötigter Zeit und Einfachheit der Testanordnung.

Für den Mann an der Geophonauslage genügt ein Gerät, das die Aussage liefert: „In Ordnung“ oder „kaputt“. Er hat nicht die Zeit und Möglichkeit nach dem Grund eines Fehlers im Geophon zu suchen. Der Meßtechniker oder das Truppbüro verfügen bereits über Instrumente wie z. B. Oszillator und Oszillograph, um einen eventuellen Fehler weiter einzukreisen: Spulenwiderstand, Resonanzfrequenz und Polarität können gemessen werden. Dies sind zweifellos wesentliche Eigenschaften des Geophons. Die übrigen Parameter, z. B. Dämpfung und Verzerrung, zur Zeit nur sporadisch in der Zentrale bestimmt, werden in naher Zukunft auch bei den Trupps gemessen werden können.

Prüfmethoden

Die **Kennwerte eines Geophones** können entweder bei mechanischer oder elektrischer Anregung **absolut oder relativ gemessen** werden. Die einzelnen Parameter wie

The Geophone

Its essential features and the related test procedures, Second part

Geophone testing with PRAKLA-SEISMOS is done routinely by the crews and in the technical department in Hannover. Because of the large number of geophones to be checked (each seismic party has about 3000 geophones in operation) the test method must be a compromise between extent and accuracy of tests, time needed and simplicity of the test set.

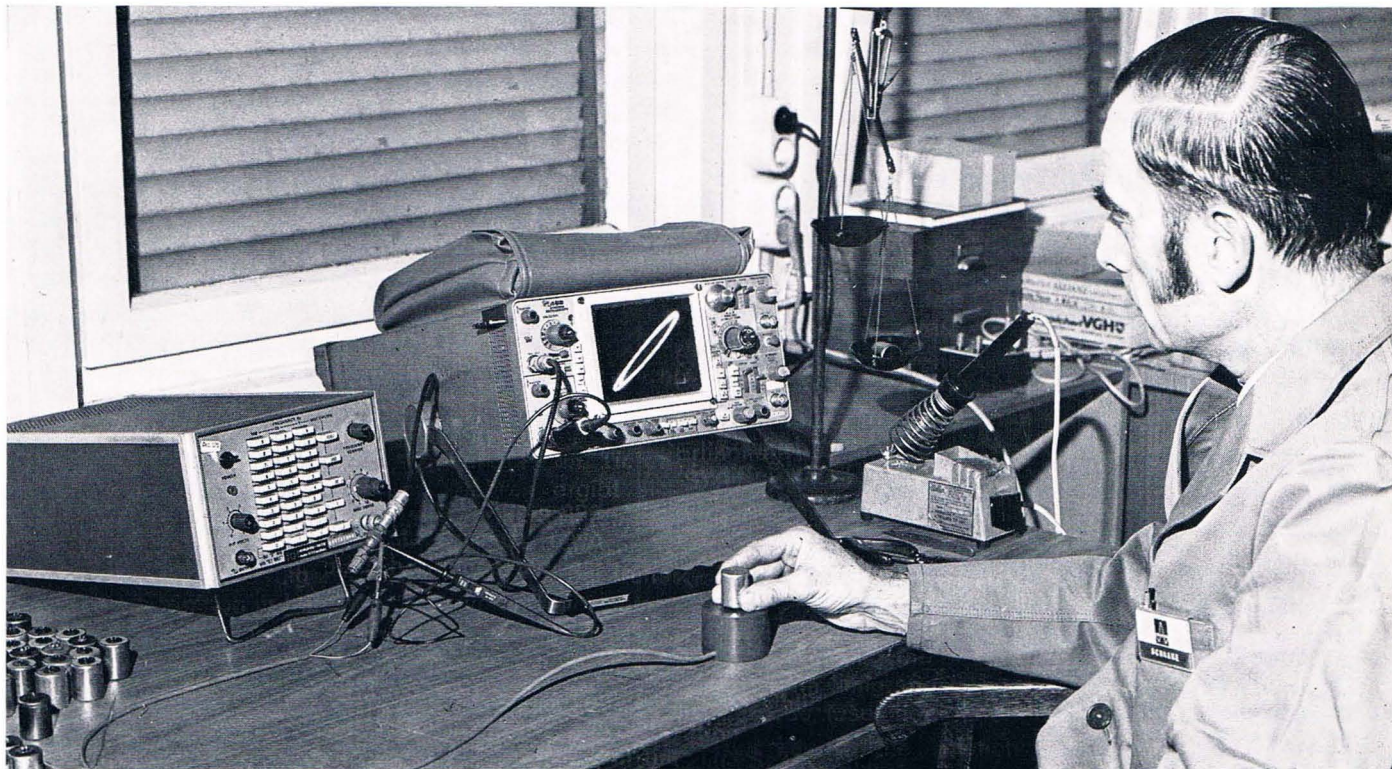
The man at the geophone line only needs a tool that tells him: "O. K." or not "O. K.". He hasn't the time or the opportunity to look for the cause of a geophone failure. The operator or the field office have tools at their disposal like a cable checking device and an oscilloscope to further locate the discrepancies such as coil resistance, resonant frequency and polarity. These are for sure essential features of the geophone. The remaining parameters (e. g. damping and distortion) up to now determined sporadically in the Technical Department in Hannover only, will be measured by the crews as well in the near future.

Test methods

Geophone specifications can either be measured absolutely or relatively, using mechanical or electrical excitation. The individual parameters such as sensitivity, resonant fre-

Mitarbeiter G. Schnake an seinem Geophon-Prüfplatz in der Technischen Abteilung

G. Schnake at his test set in the Technical Department



Empfindlichkeit, Resonanzfrequenz, Spulenwiderstand, Klirrfaktor, Polarität usw. werden entweder einzeln jeder für sich oder mehrere gleichzeitig gemessen.

Das Problem bei einer Relativ-Messung liegt darin, ein Standard-Geophon oder eine Standard-Kette zu finden, die für mindestens eine Geophon-Auslage repräsentativ sind. Die **Messung mehrerer Parameter gleichzeitig** (Impulsmethode) ist die schnellste, umfassendste und damit auch wirtschaftlichste Methode.

Die **Messung einzelner Kennwerte** ist erforderlich, wenn Herstellerangaben zu überprüfen sind, oder wenn Standard-Geophone oder Standard-Ketten ermittelt werden sollen.

Eine **mechanische Anregung des Geophons** wäre dem Einsatzfall am besten angepaßt. Ihre Anwendung ist jedoch kaum möglich, da ein Schütteltisch groß genug sein müßte, um ganze Ketten zu prüfen damit er wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Außerdem dürfte dabei ein Klirrfaktor von größenordnungsmäßig nur 0,01% auftreten, um die Verzerrungen von Geophonen (ca. 0,2%) messen zu können. Diese strengen Forderungen schließen die mechanische Anregung für die Überprüfung der Geophone in der Praxis aus.

Die **elektrische Anregung** ist eine indirekte Methode, weil das Geophon hierbei als Linear-Motor betrieben wird, während es im Einsatz als Generator arbeitet. Sie ermöglicht jedoch die Messung aller Kennwerte, Spulenwiderstand ausgenommen, mit der erforderlichen Genauigkeit an Einzelsystemen und an Ketten sowohl beim Trupp als auch in der Zentrale Hannover.

Die Messung der einzelnen Kennwerte
Empfindlichkeit

Bei mechanischer Anregung muß die Amplitude der Bewegungsgeschwindigkeit und der Ausgangsspannung gemessen werden. Das Verhältnis beider Amplituden ist die gesuchte Empfindlichkeit. Das ist im Prinzip sehr einfach, es wird aber aus praktischen Gründen nicht angewandt.

quency, coil resistance, distortion, polarity etc., may be either measured individually or several at the same time.

The first thing is to find a standard geophone or a standard string which is representative for a spread.

Measuring several parameters at one time (impulse method) is the quickest, most comprehensive and thus the most economical method.

Measuring individual parameters is necessary when checking the geophone specifications given by the manufacturer or to find a standard geophone or a standard string.

Mechanically exciting a geophone would be the approach matching the operational conditions best. However, such an application is scarcely possible because a shaker table would have to be large enough to allow the economical checking of entire strings. In addition, the allowable distortion would have to be in the order of 0.01 % to enable the measurement of geophone distortion of ca 0.2 %. These severe requirements exclude in practice the mechanical excitation.

Electrically exciting a geophone is an indirect method because in this case the geophone is treated as a linear motor whereas it works as a generator in normal operation. However, it is in this way possible to measure all parameters, except coil resistance, with the required accuracy. This is true both for a single geophone and for strings either in the crew or in the Technical Department in Hannover.

Measuring individual parameters

Sensitivity

When exciting the geophone mechanically the amplitudes of the velocity and the output voltage must be measured. The ratio of these values is the wanted sensitivity. Although very simple in principle, this method is not applied in practice.

Der Grundgedanke bei der elektrischen Anregung ist folgender:

Das Geophon nimmt als Motor eine der mechanischen Bewegungsenergie entsprechende elektrische Leistung über die Klemmen auf. Elektrisch läßt sich dies durch einen zwischen den Ausgangsklemmen meßbaren Widerstand (die Bewegungs-Impedanz) erfassen. Da die Empfindlichkeit ein Maß für die Verknüpfung zwischen elektrischem und mechanischem Verhalten darstellt, muß dieser Widerstand auch von der Empfindlichkeit abhängen. Kennt man aber diesen Widerstand durch Messung, läßt sich die gesuchte Empfindlichkeit daraus berechnen.

Spulenwiderstand

Der Spulenwiderstand ist ein rein Ohm'scher Widerstand. Er kann daher mit einem Ohmmeter gemessen werden.

Resonanzfrequenz

Bei Anregung des Geophons durch eine von seiner Resonanzfrequenz abweichenden Frequenz besteht die von dem als Motor betriebenen Geophon aufgenommene Leistung aus einem ersten Teil, der in Form von Reibung und Stromwärme (im Spulenwiderstand) verloren geht und einem zweiten Teil, der periodisch zwischen anregender elektrischer Quelle und dem Feder-Masse-System pendelt. Wird das Geophon mit der Resonanzfrequenz angeregt, ist dieser zweite Teil Null, das heißt, das Geophon nimmt nur Wirkleistung auf. Die Spannung am Geophon und der aufgenommene Strom sind daher phasengleich. Die Phasengleichheit läßt sich am besten mittels Lissajou'schen Figuren kontrollieren, siehe Figur 1.

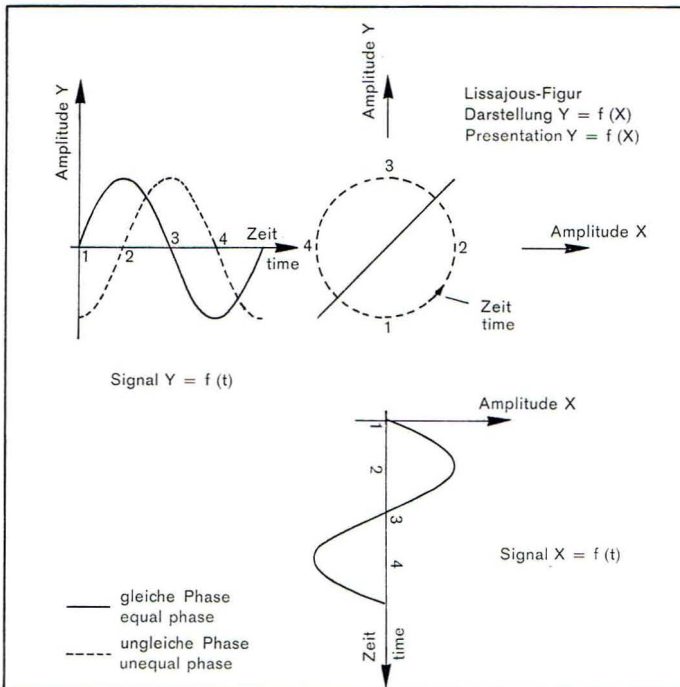


Fig. 1
Resonanzfrequenz-Messung mit Lissajou-Figuren
Resonant frequency measurement by Lissajou figures

Dämpfung

Aus der Beschreibung der Dämpfung im ersten Teil dieses Artikels im PRAKLA-SEISMOS Report 3/76 läßt sich ein einfaches Meßverfahren herleiten: Das Geophon wird durch einen kurzen Stoß angeregt. Zwei aufeinander folgende Spitzenwerte des Ausschwingvorganges werden gemessen und die Dämpfung aus dem Amplitudenverhältnis $a_1 : a_2$ errechnet. Siehe Figur 2.

The basic idea of electrical excitation is as follows:

The geophone as a motor takes up an electrical power in proportion to its mechanical motional energy via its terminals. More specifically, the geophone presents a measurable impedance (motional impedance) across its terminals. As the sensitivity represents a measure of the relationship between electrical and mechanical behavior, the impedance must be related to it as well. Therefore, from measuring the impedance we know the sensitivity by mere calculation.

Coil resistance

The coil resistance is a pure ohmic resistance. It can therefore be measured by an Ohm-meter.

Resonant frequency

Let us assume the geophone to be driven by a voltage the frequency of which deviates from its resonant frequency. The geophone operates in this case as a motor. The power flowing into it consists of two parts. The first part is dissipated in the coil resistance and by mechanical friction and converted to heat, the second part oscillates between the electrical source and the mechanical system consisting of mass and spring. The second part is zero if the geophone is excited by its resonant frequency, i. e. the geophone consumes only true power. This again means that the voltage at its terminals and the current are in phase. The phase equality can best be checked by Lissajou-figures, see figure 1.

Damping

From the description of the damping in the first part of this article in the PRAKLA-SEISMOS report 3/76 a simple measuring method can be derived: The geophone is excited by a short pulse, two successive peak values of the oscillating output voltage are measured and the damping is calculated from the amplitude quotient a_1/a_2 , see figure 2.

It would be very difficult to generate such a pulse mechanically which is sufficiently stable and accurate. An electrical impulse is for example a current pulse of about 1 ms duration, in general one order of magnitude smaller than the expected time of the period of the oscillation, for example 10 ms.

The current pulse appears to the mechanical system as a force- or an acceleration pulse. The coil starts moving

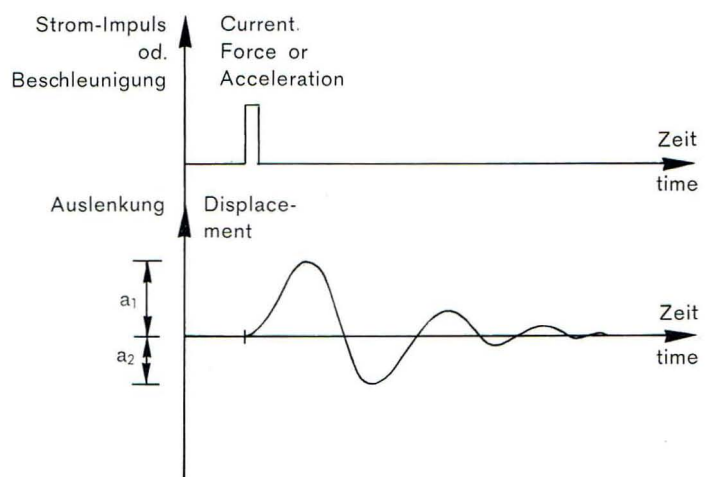
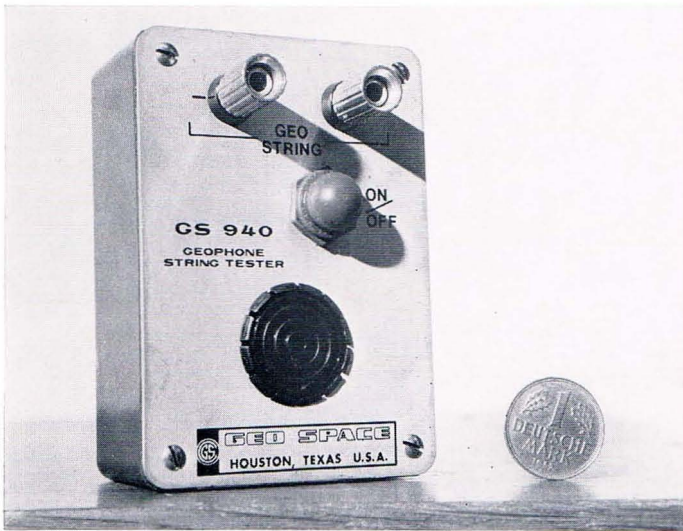


Fig. 2
Dämpfungsmessung
Measurement of damping



Geophonketten-Tester

Bei einer mechanischen Messung der Dämpfung wäre eine mechanische Anregung des Geophons schwer zu reproduzieren – wie es nötig wäre. Ein „elektrischer Stoß“ ist ein Stromimpuls von etwa 1 ms Dauer. Die Dauer des Impulses ist im allgemeinen kurz gegen die zu erwartende Schwingungsdauer von zum Beispiel 10 Millisekunden. Dem Stromimpuls entspricht mechanisch ein Kraft- und damit ein Beschleunigungsimpuls. Dadurch wird eine Bewegung der Spule eingeleitet, die eine Ausgangsspannung erzeugt. Diese Ausgangsspannung wird ausgewertet.

Verzerrung

Wir wissen bereits, daß die bewegliche Masse des Geophonsystems (Spule und Spulenkörper) mit zunehmender Auslenkung in zunehmend inhomogene Bereiche des Magnetfeldes gerät. Das bedeutet: Bei sinusförmiger Bewegung ist **die Spannung an den Klemmen nicht sinusförmig**, mit anderen Worten: **sie enthält Oberwellen. Der Strom**, der als Folge dieser Spannung über einen rein Ohm'schen Lastwiderstand fließt, **enthält daher ebenfalls Oberwellen**.

Bei der Verzerrungsmessung wird dem als Motor betriebenen Geophon „vorgeschrieben“, einen oberwellenfreien Strom aufzunehmen. Dies fußt auf der bereits bei der Empfindlichkeitsmessung angegebenen Überlegung: Der zwischen den Geophonklemmen wirksame Widerstand ist – abgesehen vom Spulenwiderstand – der dort erwähnte Bewegungswiderstand (Resonanzfrequenz = Meßfrequenz). Nach dem Ohm'schen Gesetz muß ein rein sinusförmiger Strom eine an einem Ohm'schen Widerstand rein sinusförmige Spannung erzeugen. Oberwellen dieser Spannung können daher nur durch die Bewegung im Geophon entstanden sein.

Messung der resultierenden Wirkung mehrerer Parameter

Die **Methode der Messung mit kurzen Impulsen** gestattet es, mehrere Parameter des Geophons gleichzeitig zu erfassen (Impulsmethode). Soweit sie bisher in „vor Ort“ eingesetzten Geräten verwendet wird, erlaubt sie jedoch lediglich die Aussage: **Das Geophon ist in Ordnung oder das Geophon ist defekt**. Ist das Geophon defekt, müssen die einzelnen Parameter untersucht werden, weil jeder einzelne von ihnen der Grund für den Defekt sein kann.

Einer der in der Praxis am häufigsten auftretenden Fehler – die Verpolung von Geophonen – kann mit der Impulsmethode prinzipiell nicht gefunden werden. Zur Erläute-

which in turn generates an output voltage. This voltage is evaluated.

Distortion

We already know that the mass (i. e. coil and coil form) of the geophone system gets during its motion into increasing inhomogeneous areas of the magnetic field. This means a sinusoidal motion doesn't generate a sinusoidal voltage at the terminals, in other words the voltage contains harmonics and so does the current driven by this voltage through a pure ohmic resistance.

When measuring distortion the geophone operating as a motor is forced to draw a pure sinusoidal current. This is based on the idea already described in connection with the measurement of the sensitivity: the resistance between the geophone terminals is – apart from the coil resistance – the motional resistance (resonant frequency = measuring frequency). Ohm's law requires that a pure sinusoidal current develops a pure sinusoidal voltage across this resistance. Harmonics of this voltage must be due to the motion in the geophone.

Measuring the resultant effect of several parameters

The method using short pulse excitation enables the simultaneous measurement of several geophone parameters. However, as far as it has been used up to now in tools operating on the spot the only statement is: The geophone is working properly or it isn't. In case it doesn't work, the individual parameters must be checked because every single one of them may be the cause of the failure.

A drawback of the method however is its principal inability to indicate one of the most frequently encountered errors: wrong polarity. To explain this, we assume two geophones G1 and G2 to be connected in series with reversed sequence of their terminals. They are excited by the same current pulse. The mass of G1 is moved upward, the mass of G2 consequently downward. They deliver voltages of opposite polarity with respect to an identical terminal of each single geophone. Because of the reversed order of the contacts, however, these voltages are lined up with equal polarity (figure 3) in the series connection. They cannot be discriminated from each other on the basis of polarity.

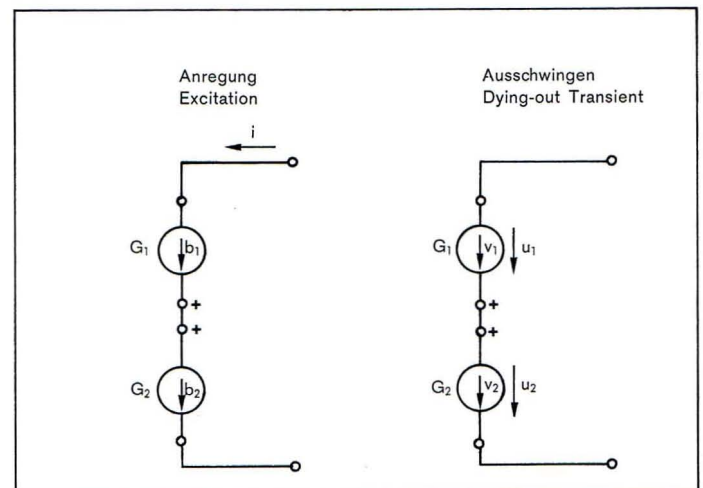


Fig. 3
Elektrische Impulsmethode versagt bei Polaritätsbestimmung
Electrical pulse method fails in determination of polarity

rung sei in Figur 3 angenommen, daß zwei Geophone G1 und G2 in Reihe geschaltet sind, wobei eines von beiden entgegengesetzt gepolt ist. Beide Geophone werden mit demselben Stromimpuls i angeregt. Die Masse von G1 werde nach oben, die von G2 daher nach unten ausgelenkt; sie liefern mithin Spannungen entgegengesetzter Polarität. Wegen der Verpolung eines der beiden Geophone sind die Spannungen in der Reihenschaltung jedoch gleichgerichtet, so daß eine Unterscheidung hinsichtlich der Polarität nicht möglich ist.

Rückblick auf die Entwicklung und den Einsatz der Geophone bei PRAKLA, SEISMOS und bei PRAKLA-SEISMOS

Die hier wiedergegebenen Daten sind nicht ganz vollständig. Eine kontinuierliche Dokumentation über den Einsatz der „Seismographen“ bzw. der Geophone ist leider nicht durchgeführt worden. Trotzdem hoffen wir, einen doch recht ausführlichen Überblick geben zu können. Die folgenden Angaben beruhen zum Teil auf mündlicher Überlieferung durch ältere Angehörige unserer Gesellschaften. Hier müssen wir vor allem Dr. H. W. Maaß und Dr. W. Beuermann erwähnen. Dr. H. W. Maaß ist außerdem für die Redaktion dieses Kapitels im wesentlichen verantwortlich.

REFLEXIONS-GEOPHONE

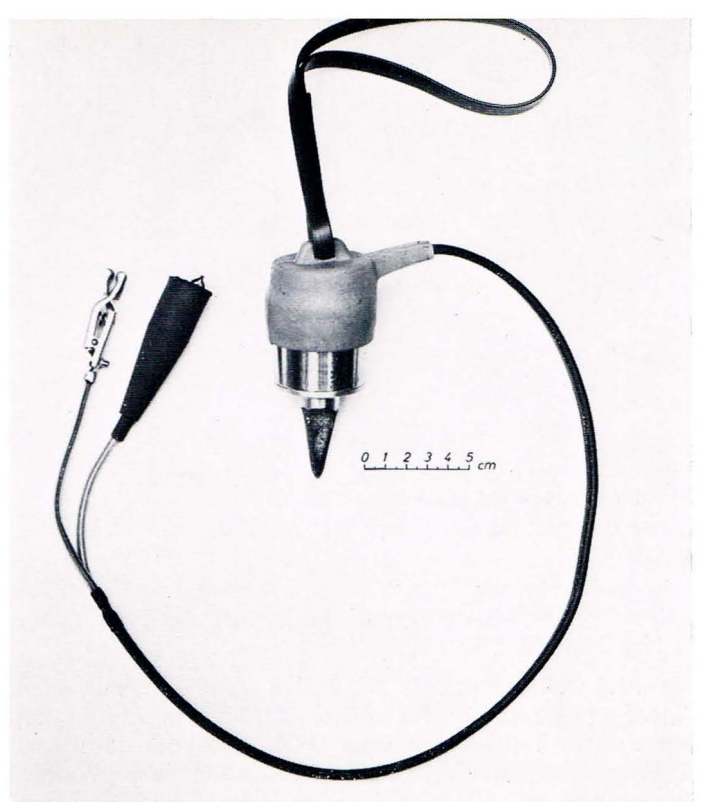
Mit der Beschaffung von zwei NGC (National Geophysical Co, Dallas) Reflexionsapparaturen für PRAKLA und SEISMOS und der Lieferung von je einem Satz NGC-Geophonen für beide Firmen im Jahre 1948 begann in der Bundesrepublik Deutschland die technische Neuzeit in der Seismik.

Vor dieser Zeit wurden bei beiden Firmen selbstentwickelte und selbstgebaute Seismographen eingesetzt. Die SEISMOS hatte bereits i. J. 1930 mit dem Bau von Seismographen, damals „Pendel“ genannt, begonnen. In dem 1934 verbesserten Typ bestand das elektromagnetische System aus einem an Blattfedern aufgehängten Schwinganker zwischen den Polen eines Dauermagneten. Die Daten: Eigenfrequenz ca. 35 Hz, Empfindlichkeit ca. 0,85 V/cm/s, Spulenwiderstand 400 Ω , Gewicht 3 kg pro Seismograph! Stückzahl ca. 1000. Die Blattfeder-Hebel-Konstruktion mit dem elektromagnetischen Wandlerprinzip wurde bei SEISMOS noch weitere 20 Jahre verwendet. Bei PRAKLA wurde bereits i. J. 1936 (F. Trappe und W. Zettel, DRP 707 257) der elektrodynamische Tauchspulenwandler entwickelt, gebaut und verwendet.

Das NGC-Geophon, Typ 14-A, ähnelte im Aufbau einem elektrodynamischen Lautsprecher; es besaß bereits alle Merkmale eines modernen Geophons: Rotationsymmetrie des elektrodynamischen Wandlers, der Federung und der Führung (Zentrierung). Während die SEISMOS einen entsprechenden Nachbau in eigener Werkstatt herstellte, ließ die PRAKLA den Nachbau (G-11) bei der Firma „Labor Wennebostel“ anfertigen. Diese Geophone hatten über 30 Hz Eigenfrequenz und wogen etwa 1,5 kg. Entsprechend dem damaligen Bedarf wurden nur einige Hundert Stück gebaut.

Mit der Verbesserung des Magnetmaterials (Alnico) und des Federmaterials (Beryllium-Kupfer) konnten die Geophone kleiner werden. Etwa 1951 kam ein Geophon der Southwestern Industrial Electronics (SIE), Houston, auf den Markt, das bei einer Eigenfrequenz von etwa 25 Hz nur noch etwa 0,6 kg wog. Die PRAKLA veranlaßte im gleichen Jahr einen entsprechenden Nachbau bei Labor Wennebostel. Dieser Typ (G-15) wurde jedoch nur in knapp 100 Exemplaren hergestellt.

Die SEISMOS führte 1952 gleichwertige Century-Geophone (Century Geophysical Corp., Tulsa) ein. Der weiter-



G 25 Reflexionsgeophon
G 25 Reflection geophone

Retrospect on the development and application of geophones at PRAKLA, SEISMOS and PRAKLA-SEISMOS

Data given below are possibly not quite complete. A continuous documentation on the application of seismographs or geophones has unfortunately not been made. The following data are partially based on oral tradition by older members of our companies. In this context we have to mention Dr. H. W. Maass and Dr. W. Beuermann in the first place. Moreover, Dr. H. W. Maass is essentially the responsible writer of this part of the article.

REFLECTION GEOPHONES

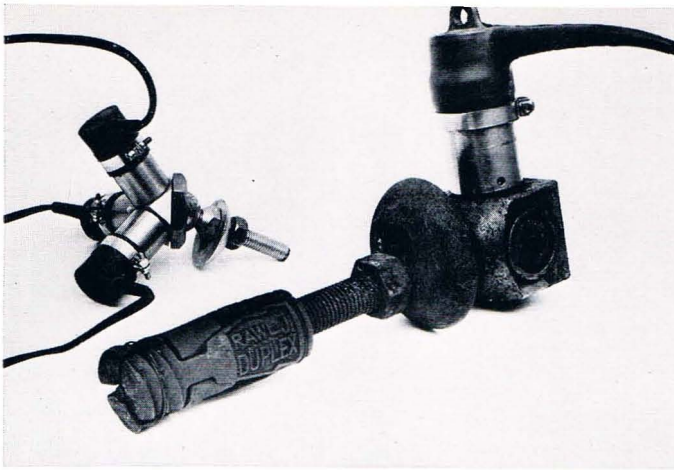
In the Federal Republic of Germany the modern era in seismics began in 1948 from a technical point of view when PRAKLA and SEISMOS received one NGC-reflection seismic measuring system each and a set of NGC-geophones.

Before, both companies used seismographs of their own development and construction. SEISMOS had already started to build seismographs — then called pendulum — in 1930. In 1934 an improved version had an electromagnetic system whose swinging lever was suspended between the poles of a permanent magnet by means of leaf springs. Its specifications: Resonant frequency ca 35 Hz, sensitivity ca 0.85 V/s/cm, coil resistance 400 Ω , weight 3 kp, number of built seismographs ca 1000. The leaf-spring-lever-construction combined with the electromagnetic transducer was used by SEISMOS for another 20 years. PRAKLA developed, built, and used already in 1936 (F. Trappe and W. Zettel, DRP 707 257) the electromagnetic moving coil transducer.

The NGC-geophone, type 14-A, was very similar in construction to a moving coil loudspeaker; it had already all the characteristics of a modern geophone: Rotational symmetry of the electrodynamic transducer, of the springs and of the guidance (centering).

SEISMOS manufactured a corresponding reproduction type in its own workshop, PRAKLA had its reproduction type G-11 produced by "Labor Wennebostel". These geophones had a resonant frequency above 30 Hz and a weight of about 1.5 kp. In accordance with the need at that time only some hundreds were built.

Improvements in material for magnets (Alnico) and springs (Berillium-Copper) allowed the construction of geophones of smaller size. About 1951 a geophone from Southwestern



Drei-Komponenten Untertage-Geophon
Three component geophone with spread anchor fastening

entwickelte Nachbau (ca. 2000 Stück) führte zu wesentlich kleineren Abmessungen mit den Daten: Eigenfrequenz 18 Hz, Empfindlichkeit 0,44 V/cm/s, Gewicht ca. 0,2 kg.

Die PRAKLA entwickelte 1952 den Typ G-21 mit einer Eigenfrequenz von 24 Hz und einem Gewicht von 0,5 kg; von diesem Typ wurden über 2000 Stück bei der Firma Naß/Hannover angefertigt. Ab 1953 wurde seine Weiterentwicklung mit höherer Empfindlichkeit, das Geophon G-25, eingeführt. Bis zum Jahre 1962 wurden von diesem Typ über 20 000 Stück bei Naß für PRAKLA produziert.

Die SEISMOS setzte ab 1955 Hall-Sears-(Hall Sears Inc., Houston) Geophone ein und zwar zunächst eine Zwischengröße, die im Jahre 1961 durch den Typ HS-J ersetzt wurde. Mit diesem Typ wurde der Gipfel der Miniaturisierung erreicht. Das Geophon HS-J hatte eine Eigenfrequenz von 14 bis 28 Hz, sein Gewicht blieb unter 0,1 kg! Auch die PRAKLA setzte dieses Geophon in großen Stückzahlen ein. Im Jahre 1973 waren davon bei PRAKLA-SEISMOS noch 18.000 Stück vorhanden.

Die Digitaltechnik stoppte den Drang zur Miniaturisierung. An die erste Stelle trat die Qualität der Aufzeichnung und das führte zur Anschaffung der nun wieder schwereren Geophone der Firma Sensor mit einem Gewicht von etwa 0,2 kg; 1973 waren bei PRAKLA-SEISMOS 40 000 SM-Geophone im Einsatz: 5600 SM 1, 22 150 SM 2 und 13 150 SM 4; zusätzlich waren 2800 Sumpfgeophone entweder mit HS-J Systemen oder SM 4-Systemen sowie 615 Flachwassergeophone, Typ HGL mit Sensorsystemen einsatzbereit.

Das heute in der Seismik eingesetzte durchentwickelte Geophon hat im Wesentlichen folgende Merkmale: Zwei vorgespannte Federspinnen zur einwandfreien Führung der Spule, Vorspannung der Feder zur Kompensation des Massegewichtes, Maßnahmen zur Vermeidung von Dreh- und Horizontalschwingungen sowie von Schwingungen der Federspinnen, zwei gegensinnig gewickelte Spulenteile zur Vermeidung von elektrischen Einstreuungen, eine trockene inerte Gasfüllung und einen hermetischen Abschluß durch das Gehäuse nach außen.

Zum Kapitel Reflexionsgeophone sei abschließend als Kuriosum vermerkt, daß um die Zeitwende 1948 in Deutschland ein handliches Geophon von B. Marsch erschien, das nach dem Wandlerprinzip des Kohlemikrophons (Widerstandsänderung bei Druckänderung) arbeitete, das jedoch nach einem kurzen Versuchseinsatz schnell wieder verschwand.

REFRAKTIONS-GEOPHONE

Zunächst wurden sowohl in der Reflexionsseismik als auch in der Refraktionsseismik die gleichen Seismographen verwendet. Erst später wurden für die Refraktionsseismik Geophone mit besonders niedrigen Eigenfrequenzen entwickelt.

Industrial Electronics (SIE), Houston, came onto the market with a resonant frequency about 25 Hz, and which weighed 0.6 kp only. PRAKLA ordered a corresponding reproduction type from Labor Wennebostel in the same year. Only scarcely 100 geophones of this type (G-15) were built.

In 1952 SEISMOS introduced equivalent Century-Geophones (Century Geophysical Corp., Tulsa). The further development (ca 2000 of them) led to a greatly reduced size with the following data: Resonant frequency 18 Hz, sensitivity 0.44 V/cm/sec, weight ca 0.2 kp.

In 1952 PRAKLA developed the type G-21 with a resonant frequency of 24 Hz and a weight of 0.5 kp, over 2000 geophones of this type were manufactured by the company Nass/Hannover. In 1953 the geophone G-25 was introduced which was a further development of G-21 with higher sensitivity. Nass/Hannover manufactured over 20 000 of this type for PRAKLA up to the year 1962.

Starting in 1955, SEISMOS put Hall-Sears geophones (Hall-Sears Inc., Houston) into operation. It was first an intermediate size which was replaced by the type HS-J in 1961. By this type the peak of miniaturization was achieved. The geophone HS-J had a resonant frequency of 14 to 28 Hz, its weight was below 0.1 kp! PRAKLA applied this geophone in great numbers as well. In 1973 there were still 18 000 of them in operation with PRAKLA-SEISMOS.

Digital technique stopped the desire for miniaturization. Recording quality took first priority and led to the acquisition of geophones from Sensor with again a higher weight of about 0.2 kp. In 1973 there were 30 000 SM-geophones in operation with PRAKLA-SEISMOS: 5 600 SM 1, 22 150 SM 2, and 13 150 SM 4. In addition, there were 2 800 marsh geophones — either equipped with HS-J or with SM 4 — units, and 615 shallow water geophones — type HGL equipped with Sensor-units — ready for use.

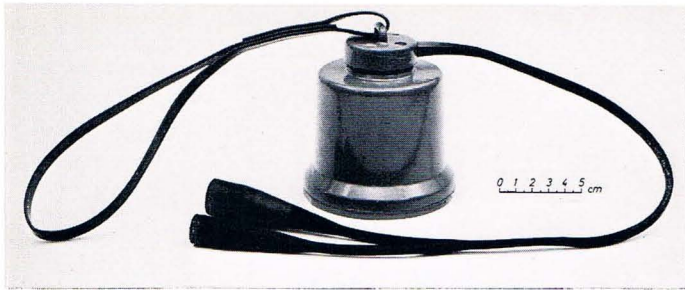
The fully developed geophone of today as applied in seismics has essentially the following characteristics: Two biased springs to maintain a faultless movement of the coil, prestressed springs for compensation of the weight of the mass, measures to avoid torsional and horizontal oscillation modes and tine resonances, dual coil construction to reduce electrical noise pickup, filling with a dry inert gas and a hermetically sealed case.

To terminate the chapter on reflection geophones it shall be mentioned as a curiosity that a handy geophone from B. Marsch appeared on the German market around 1948 based on the transducer principle of a carbon microphone (changing pressure produces a resistance variation). However, it disappeared quickly after a short experimental operation.

REFRACTION GEOPHONES

At first, the same seismographs were used in reflection and refraction seismics. Later, refraction geophones were developed with specially low resonant frequencies.

The leaf-spring-lever construction survived for very low frequency application. From 1954 on, SEISMOS built about 250 refraction geophones of the type 3S-3 with a resonant frequency of 2.8 Hz, a sensitivity of 2.5 V/s/cm, a coil resistance of 400 Ω , and 6 kp of weight. This geophone was partially equipped with a transistor-preamplifier in 1957.

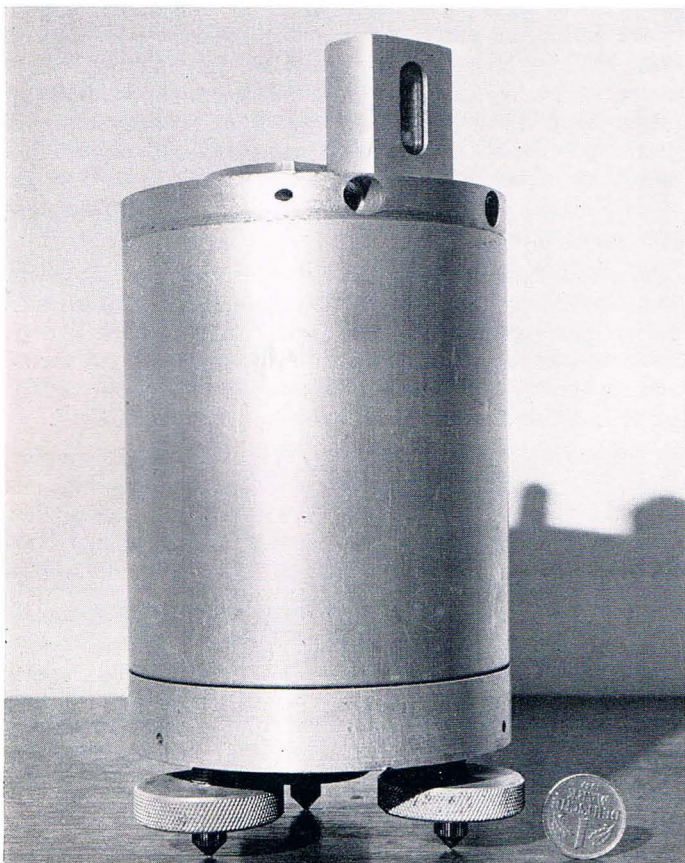


Für sehr tiefe Frequenzen hat die Blattfeder-Hebelkonstruktion überlebt. Die SEISMOS baute ab 1954 ca. 250 Stück Refraktionsgeophone vom Typ 3S-3 mit der Eigenfrequenz von 2,8 Hz, mit einer Empfindlichkeit von 2,5 V/cm/s, einem Spulenwiderstand von 400 Ω , und mit einem Gewicht von 6 kg. Dieses Geophon wurde ab 1957 teilweise mit einem Transistor-Vorverstärker ausgerüstet. Im Jahre 1960 wurden 10 Geophone 3S-3 zum Typ 3S-1 weiterentwickelt, die bei gleichen Abmessungen eine einstellbare Eigenfrequenz zwischen 0,8 und 1,1 Hz und einen Bimetallstreifen zur Temperaturkompensation (DBP 1 151 948) besaßen.

Die PRAKLA hat zunächst versucht, das Hebel-Geophon durch mechanische Verstärkung mittels Doppelhebel (DBP 1 184 096, A. Stein, 1960) zu verbessern. Die Idee der magnetischen Aufhängung (DBP 1 050 559, Wachholz, 1957) führte zur Entwicklung des rotationssymmetrischen Refraktionsgeophones G 61. Außerdem wurde das Refraktionsgeophon G 63 mit Drehstabfederung als Muster entworfen (DBP 1 177 352, Bartels, 1962). Alle drei Geophone haben sich jedoch im rauen Feldebetrieb nicht bewährt, so daß sie nach kurzen Versuchseinsätzen wieder aus dem Verkehr gezogen wurden.

Die PRAKLA führte dann die modernen Refraktionsgeophone von Hall Sears, Typ HS 1 mit 4,5 Hz und verschiedenem Gewicht von 0,269 kg bis 0,68 kg ein, das von der Konstruktion (Aluminium oder Messing) und von den Einsatzbedingungen (Land oder Marsch) abhing, sowie Typ HS 10 mit 1 Hz und 4,8 kg, und später das Sensor-Geophon Typ SM 1 mit 7,5 Hz und 0,254 kg.

Im Jahr 1973 besaß PRAKLA-SEISMOS 1710 Refraktionsgeophone, davon 990 vom Typ HS 1, 220 vom Typ HS 10 und 500 vom Typ SM 1.



Refraktionsgeophon G 63
Refraction geophone G 63

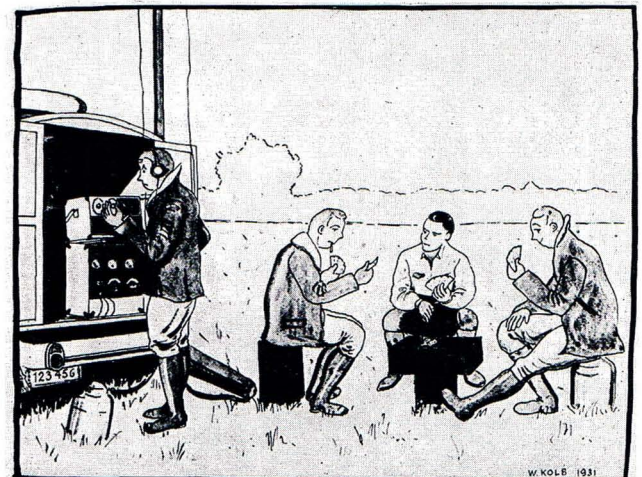
In 1960 the 3S-3 geophone was further developed to the type 3S-1 which had an adjustable resonant frequency between 0.8 and 1.1 Hz and a bimetal strip for temperature compensation (DBP 1 151 948).

At first PRAKLA tried to improve the lever geophone by mechanical amplification via a double lever (DBP 1 184 096, A. Stein, 1960). The idea of magnetic suspension led to the development of the rotationally symmetric refraction geophone G-61. Moreover, the refraction geophone G-63 with torsion bar suspension was designed (DBP 1 177 352, Bartels, 1962). But none of these geophone types proved true under rough field conditions and therefore they were withdrawn from operation after short experimental application.

PRAKLA then introduced the modern refraction geophones from Hall Sears: Type HS 1 with 4.5 Hz resonant frequency, 0.269 kp to 0.68 kp weight depending on the construction (aluminium or brass) or the operational conditions (land or marsh), further the type HS 10 with 1 Hz resonant frequency and 4.8 kp weight, and later the Sensor geophone type SM 1 with 7.5 Hz resonant frequency and a weight of 0.254 kp.

In 1973 PRAKLA-SEISMOS was in possession of 1710 refraction geophones of which 990 were of the type HS 1, 220 of type HS 10 and 500 of type SM 1.

„Refraktions-Schießen“ in alten Zeiten
“Refraction shooting” in old times



DER SCHUSS KOMMT NOCH NICHT!

1 Hz Refraktionsgeophon HS-10
1 Hz Refraction geophone HS-10

Migration

mit der Wellengleichung

H. Rist

Im PRAKLA-SEISMOS Report 1/76 hat W. Houba erstmalig in unserer Firmenzeitschrift über das Migrationsverfahren mit Hilfe der Wellengleichung berichtet. H. Rist hat im Report 2/76 dieses Verfahren hinsichtlich des Rechenzeitaufwandes und der Abhängigkeit von der Tiefenschrittweite untersucht. In dem vorliegenden Beitrag wird anhand eines theoretischen Modells die Wirkungsweise der Wellengleichungsmigration im einzelnen erläutert. Red.

Vor einiger Zeit haben wir im PRAKLA-SEISMOS Datenzentrum das Verfahren der „Migration mit Hilfe der Wellengleichung“ in unser seismisches Programmpaket aufgenommen. Inzwischen ist es unseren Mitarbeitern M. Morawe und J. Lenz gelungen, das anfangs zeitaufwendige Programm so zu optimieren, daß heute für eine Migration nur noch ein Bruchteil der ursprünglich erforderlichen Rechenzeit benötigt wird.

Die dem Verfahren zugrunde liegenden Gedanken sind neu und recht ungewohnt. Darum soll hier versucht werden, eine zusammenhängende und möglichst verständliche Darstellung des Verfahrens aus den theoretischen Grundlagen zu entwickeln.

Um die wesentlichen Zusammenhänge zu verdeutlichen, machen wir zunächst einige vereinfachende Annahmen:

1. Wir beschränken uns auf zwei räumliche Dimensionen, die Profilrichtung (x) und die Tiefe (z). Die dritte Dimension (t) soll der anschaulichen Darstellung des zeitlichen Ablaufes vorbehalten bleiben.
2. Wir setzen für die Bearbeitung der seismischen Daten to-Zeiten voraus.

The Working of

Wave Equation Migration

In our PRAKLA-SEISMOS Report 1/76 Mr. W. Houba first reported on the migration procedure using the wave equation. In the Report 2/76, Mr. H. Rist traced this procedure with respect to its consumption of computing time and its dependence on the depth step width. In the following article the working of wave equation migration is outlined in detail by means of a theoretical example.

Some time ago we included "wave equation migration" in our Data Centre's seismic program package. In the meantime our colleagues M. Morawe and J. Lenz have succeeded in optimizing the initially time-consuming program in such a way that today only a fraction of the originally required computing time is needed.

The concept for this procedure is new and rather unusual. We shall therefore attempt here to give a non-mathematical description. To outline the essential interrelations we make at first three simplifying assumptions:

1. We restrict ourselves to two spatial dimensions, the line direction (x) and the depth (z). The third dimension is to represent clearly the progress in time.
2. We assume t_0 -times for the processing of seismic data.
3. We consider for this example a constant velocity of $v = 2000$ m/s. (In a real case, of course, true seismic velocities are considered by the program). Therefore, depths and times can be measured in the same scale, for at $v = 2000$ m/s the double traveltime in ms is equal to the depth in m.

In seismic surveys, a wave field in the subsurface is generated by an energy source e. g. explosives or airguns. A wave field consists of a number of propagating waves which are refracted, reflected and superimposed. Every single wave is a periodic function of space and time, progressing independently of the superimposed waves. **The amplitude at a certain point and at a certain time in the wave field is the sum of all amplitudes of single waves appearing at this point.**

The spatial and time dependence of the amplitudes w of a wave field can be represented mathematically as a function of the form $w = w(x, z, t)$, see assumption 1. Though there is a close relationship between depth z and traveltime t , we want to regard z and t as **independent** coordinates in a three-dimensional rectangular system.

Digital data processing requires that a finite sampling (grid) is introduced: x can only adopt values which are multiples of the subsurface point spacing Δx , t can adopt only those values which are multiples of the sampling rate Δt , the same applies for z because of assumption 3.

In recording a seismic line we measure at the earth's surface. At the depth $z = 0$ along the line direction x we record the amplitudes w as a function of the time t . Considering assumption 2, the x, t -plane in the coordinate system represents nothing else but the time domain in which the seismic section is located. $w = w(x, 0, t)$ is thus the measured time section.

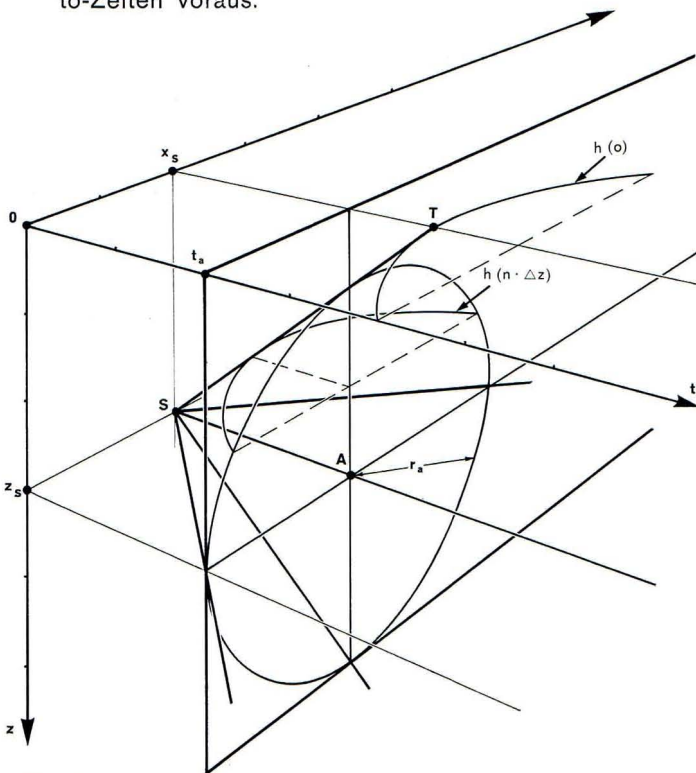


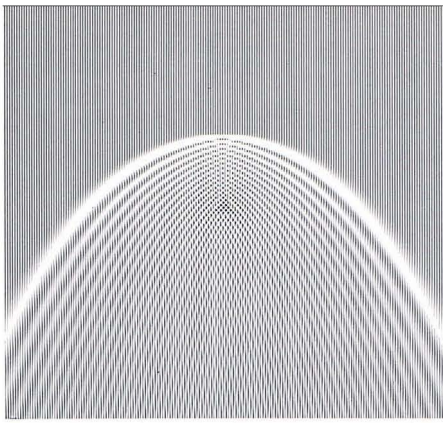
Fig. 1
Der strahlende Punkt S
The emitting point S

$h(0)$ = Diffraktionshyperbel in der Meßebeane
 $h(n \Delta z)$ = Diffraktionshyperbel in der Tiefe $n \Delta z$

Fig. 2a

Zeitbild eines Punktes in Spuren

Time image of a point in traces



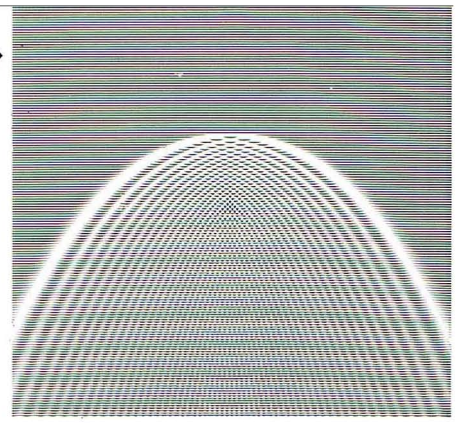
0. Etage

0. level

Fig. 2b

Zeitbild von 2a, umsortiert in Zeilen

Time image of 2a, re-sorted into lines



3. Wir nehmen eine konstante Geschwindigkeit von $v = 2000$ m/s an. Deshalb lassen sich Tiefen und Zeiten im gleichen Maßstab messen. (Bei $v = 2000$ m/s ist die doppelte Laufzeit in Millisekunden gleich der Tiefe in Metern). Die tatsächlich ermittelten seismischen Geschwindigkeiten werden im Programm selbstverständlich berücksichtigt.

Bei seismischen Messungen wird durch eine Energiequelle (Sprengladung, Luftpulser usw.) im Untergrund ein Wellenfeld erzeugt. Es besteht aus einer Vielzahl von Wellen, die sich ausbreiten, gebrochen und reflektiert werden und die sich vielfältig überlagern. Jede Einzelwelle ist ein räumlich und zeitlich periodischer Vorgang, der unabhängig von den überlagernden Wellen abläuft. Die Amplitude an einer bestimmten Stelle und zu einer bestimmten Zeit im Wellenfeld ist die Summe aller Amplituden der an dieser Stelle in Erscheinung tretenden Einzelwellen.

Die räumliche und zeitliche Abhängigkeit der Amplituden w eines Wellenfeldes läßt sich mathematisch als Funktion in der Form $w = w(x, z, t)$ darstellen (siehe Annahme 1). Obwohl zwischen der Tiefe z und der Laufzeit t ein enger Zusammenhang besteht, wollen wir z und t als unabhängige Koordinaten in einem dreidimensionalen rechtwinkligen Koordinatensystem betrachten.

Die digitale Datenverarbeitung erfordert, daß wir ein Raster einführen: x kann nur Werte annehmen, die ein Vielfaches des Untergrundpunktabstandes Δx sind, t nur solche, die ein Vielfaches der Sampling Rate Δt darstellen, und dasselbe gilt für z wegen der Annahme 3).

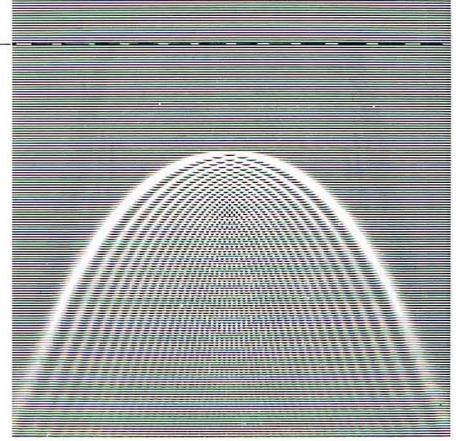
Bei der Aufnahme eines seismischen Profiles messen wir an der Erdoberfläche – also in der Tiefe $z = 0$ – entlang der Profilrichtung x Amplituden w in Abhängigkeit von der Zeit t . Beachten wir die Annahme 2), so stellt die x, t -Ebene im Koordinatensystem nichts anderes dar als den Zeitbereich, in dem die gemessene seismische Sektion liegt. $w = w(x, 0, t)$ ist also die gemessene Zeitsektion.

Um die Zusammenhänge noch besser zu verstehen, betrachten wir Figur 1. S sei in der x, z -Ebene ein Punkt im Untergrund mit den Koordinaten x_s und z_s , z. B. ein Punkt einer geologischen Störungskante. Zur Zeit $t = 0$ beginnt S eine Welle auszusenden (ausgelöst durch einen auf S treffenden seismischen Impuls), das bedeutet, daß sich um S in der x, z -Ebene eine Welle mit kreisförmiger

Tiefe/depth

Zeit time

Fig. 2c



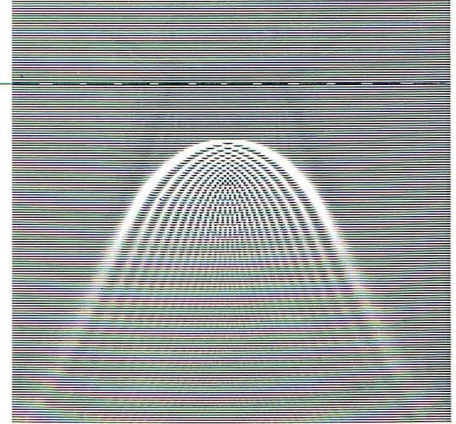
20. Etage

← 20th level

Tiefe depth

Zeit time

Fig. 2d



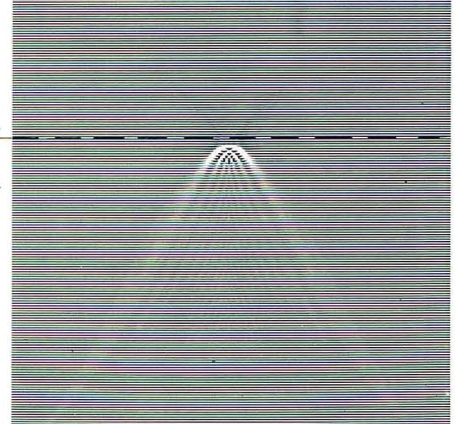
40. Etage

← 40th level

Tiefe depth

Zeit time

Fig. 2e



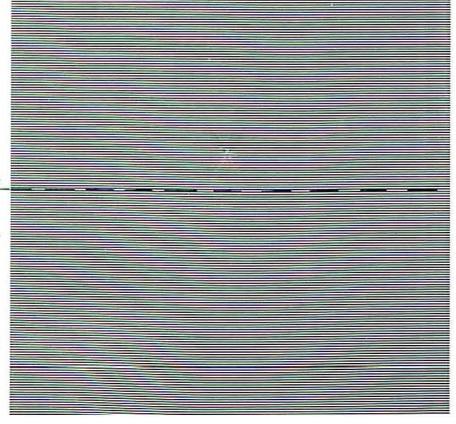
60. Etage

← 60th level

Tiefe depth

Zeit time

Fig. 2f



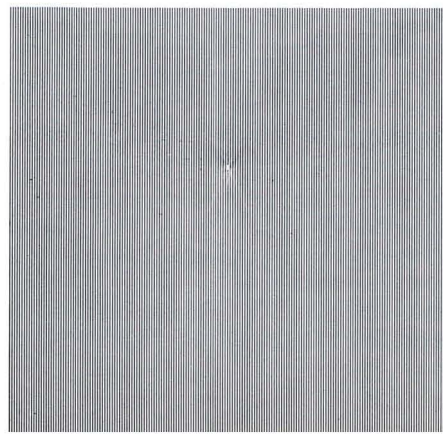
80. Etage

← 80th level

Fig. 2g

Migrationsergebnis, rücksortiert in Spuren

Migration result, re-sorted into traces



Wellenfront ausbreitet. Zur Zeit $t = t_0$ habe die Wellenfront den Radius $r = r_0$ erreicht. Mit fortschreitender Zeit wird ihr Radius immer größer. Die Ausbreitung der Wellenfront wird im x, z, t -Koordinatensystem durch einen Kreiskegel dargestellt, dessen Spitze in S liegt und dessen Achse parallel zur t -Achse verläuft.

Der Wellenfrontkegel schneidet die Meßebene in der uns wohlbekannten Diffraktionshyperbel. **Die Diffraktionshyperbel ist also das „Zeitbild“ des diffraktierenden Punktes S , der im Tiefenbereich liegt.** Der Scheitel T der Diffraktionshyperbel hat die Koordinaten $x = x_s, z = 0$ und $t = z_s$ wegen unserer Annahme 3).

Bei seismischen Messungen gilt unser Interesse nicht eigentlich dem gemessenen „Zeitbild“, sondern vielmehr den strahlenden (reflektierenden) Punkten selbst, die, wie in dem betrachteten Beispiel der Punkt S , im **Tiefenbereich** liegen. Für das Migrationsverfahren ergibt sich daraus die Aufgabe, **aus dem „Zeitbild“ das „Tiefenbild“ zu bestimmen.** Der Ausdruck „Migration“ (= Auswanderung, vom lateinischen migrare = wandern), der bei früher angewandten Methoden berechtigt war, verliert hier seinen ursprünglichen Sinn.

Den Schlüssel zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Wellengleichung dar. Jede Einzelwelle, und damit unser ganzes Wellenfeld, gehorcht der Wellengleichung. Die Wellengleichung ist eine partielle Differentialgleichung, in der die zweiten Ableitungen nach den räumlichen Koordinaten und nach der Zeit vorkommen. **Aus einem Teil des Wellenfeldes kann mit Hilfe der Wellengleichung das gesamte Wellenfeld für alle Tiefen (bis zum Bearbeitungsende der seismischen Sektion) berechnet werden. DER UNS BEKANNTE TEIL DES WELLENFELDES IST DIE GEMESSENE STAPELSEKTION bei $z = 0$.**

Die Berechnung des Wellenfeldes geht etagenweise vor sich. Wir berechnen zunächst aus der Stapelsektion $w(x, 0, t)$ das Wellenfeld für die Tiefe $z = \Delta z$. **Das Ergebnis lautet: $w(x, \Delta z, t)$.** Es entspricht einer Zeitsektion, die in der Tiefe Δz gemessen werden könnte, wenn man alle Geophone in Bohrlöcher der Tiefe Δz versenkt hätte. Von der ersten Etage rechnet man dann weiter zur zweiten Etage in der Tiefe $z = 2 \Delta z$ usw. bis zum Bearbeitungsende. Für jeden Rasterpunkt im x, z, t -Koordinatensystem wird der zugehörige Amplitudenwert errechnet und somit das gesamte Wellenfeld bestimmt.

In der an der Oberfläche gemessenen Zeitsektion erfassen wir diejenigen Wellen, die aus dem Untergrund zur Erdoberfläche zurückkehren, und **nur die nach oben gerichteten Wellen sind für unsere Zwecke von Interesse.**

Bei der etagenweisen Berechnung des Wellenfeldes werden die aufwärts laufenden Wellen bis zu ihrem Ausgangspunkt zurückverfolgt: Im Beispiel des strahlenden Punktes (Figur 1) wird der nach oben laufende Teil der kreisbogenförmigen Wellenfront beim Herunterrechnen mit zunehmender Tiefe auf immer kleinere Radien zurückgeführt. Bei Erreichen der Tiefe $z = z_s$ ist die kreisförmige Wellenfront auf den Radius $r = 0$ reduziert, das heißt in den Punkt S selbst „fokussiert“, und **dieser Punkt S ist genau das, was wir suchen: Das Migrationsergebnis.**

Zusammenfassend läßt sich die Migration mit der Wellengleichung in der Formel ausdrücken:

$$w(x, 0, t) \rightarrow w(x, z, 0)$$

und das heißt nichts anderes, als daß die im Zeitbereich gemessene Sektion in den Tiefenbereich übergeführt wird.

In order to make our considerations more plausible, we regard figure 1. S (in the x, z -plane) is some point in the subsurface with the coordinates x_s and z_s , for instance a point on a geological fault. At the time $t = 0$ a wave is emitted at S (released by a seismic pulse that hits S), that means, a circular wave front propagates around S in the x, z -plane. At the time $t = t_0$ the wave front reaches the radius $r = r_0$. With progressing time the radius becomes greater and greater. The propagation of the wave front is represented in the x, z, t coordinate system by a circular cone whose peak is located at S and whose axis runs parallel to the t -axis.

The wave front cone cuts the survey plane in the diffraction hyperbola which is well known to us. **The diffraction hyperbola is thus the “time image” of the diffracting point S which is located in the depth domain.** Vertex T of the diffraction hyperbola has the coordinates $x = x_s, z = 0$, and $t = z_s$ because of our assumption 3.

In seismic surveys our interest is not only concentrated on the measured “time image”, but on the reflecting points which – as in our example point S – are located in the **depth domain**. The migration procedure has thus the task of **determining the “depth image” from the “time image”**. The term “migration”, correctly used in previously applied methods, loses here its original sense.

The key to the solution of this problem is the wave equation. Every single wave, and thus our whole wave field, satisfies the wave equation. The wave equation is a partial differential equation involving second derivatives with respect to space and time coordinates. **From a part of the wave field, the whole wave field can be computed for all depths** (up to the processing end of the seismic section) by means of the wave equation. **The part of the wave field known to us is the measured stacked section at $z = 0$.**

The computation of the wave field is carried out in a depth step method. We first calculate the wave field for the depth $z = \Delta z$ from the stacked section $w(x, 0, t)$. The result is: $w(x, \Delta z, t)$. It corresponds to a time section which would have been measured if all geophones were placed in boreholes at the depth Δz . From the first level we calculate downwards to the second level at the depth $z = 2 \Delta z$ and continue doing this up to the processing end. For every grid point in the x, z, t -coordinate system, the corresponding amplitude value is calculated, thus determining the whole wave field.

In the time section measured at the surface we detect those waves which return from the subsurface to the earth's surface. **Only the upward waves are of interest for our purposes.**

In the depth step computation of the wave field, the upward waves are traced back to their source. In the example of the radiating point (fig. 1) the upward part of the circular wave front is reduced in the progressive downwards calculation to an always smaller radius with increasing depth. On reaching depth $z = z_s$ the circular wave front is reduced to the radius $r = 0$, that means it is “focussed” in the point S itself, **and this point is exactly the wanted migration result.**

Migration using the wave equation can be summarized in the following formula:

$$w(x, 0, t) \rightarrow w(x, z, 0)$$

That simply means that the section measured in the time domain is transformed to the depth domain.

Für die etagenweise Bestimmung des Wellenfeldes auf dem Computer ist es erforderlich die Eingabedaten zunächst in Zeilen anzuordnen. Die Bildfolge der Figur 2 zeigt für das Beispiel eines strahlenden Punktes einige Schritte, wie sie tatsächlich im Programm ablaufen.

Figur 2a ist das Zeitbild des strahlenden Punktes in Spuren. In Figur 2b ist die Umsortierung in Zeilen erfolgt, wir haben also die nullte Etage vor uns. Die folgenden Figuren 2c, 2d, 2e und 2f zeigen die 20., 40., 60. und 80. Etage. Wir sehen, daß der bereits fertig migrierte Tiefenbereich immer breiter, der noch zu migrierende Zeitbereich immer schmaler wird. Wir erkennen auch, daß sich die Diffraktionshyperbel im Scheitelbereich immer stärker krümmt und daß der Scheitel selbst immer dichter an die Grenze zwischen Tiefen- und Zeitbereich heranrückt, was aus der Figur 1 verständlich wird.

Abschließend werden die Zeilen des Tiefenbereichs wieder in Spuren rücksortiert (Fig. 2g) und für die Abspielung auf Band ausgegeben.

Wir haben den Migrationsprozeß für einen einzelnen Punkt beschrieben. In der Praxis läuft der Migrationsprozeß in gleicher Art ab für die vielen Punkte, aus denen sich die geologische Struktur im Untergrund „zusammensetzt“.

For the depth step determination of the wave field using the computer it is necessary to have the input data arranged in lines. The chart in figure 2 shows, for the example of a radiating point, several steps as they are realized in the program.

Figure 2a is the time image of the radiating point in traces. In figure 2b a re-sorting into lines has been carried out; the figure shows the 0th level. The following figures 2c, 2d, 2e, and 2f show the 20th, 40th, 60th and the 80th level. We notice that the already migrated depth domain becomes broader, whereas the time domain becomes more narrow. We also notice that the diffraction hyperbola bends more and more near the vertex, and that the vertex itself approaches the boundary between depth- and time domain, as we can derive from figure 1 as well.

Finally, the lines of the depth domain are again re-sorted into traces (fig. 2g) and output on tape for display.

We described the migration procedure for one single point. In practice, migration runs in the same way for the many points which "compose" the geological structure in the subsurface.

SEG 1976

W. Houba

„Geophysik – ein Schlüssel zur Energie-Unabhängigkeit“. Unter diesem Motto stand die diesjährige 46. SEG-Tagung, die vom 24. bis 28. Oktober wieder einmal in der „Öl-Hauptstadt“ der Welt, Houston, stattfand. Dieses Attribut drückte sich auch in den Dimensionen der Veranstaltung aus: ca. 6000 registrierte Teilnehmer (einschließlich der begleitenden Damen), 134 ausstellende Firmen, ca. 200 Vorträge. Was die Teilnehmerzahl angeht, so übertraf sie sogar noch die Erwartungen der Offiziellen, die mit etwa 5000 Besuchern gerechnet hatten.

Der erhöhte Zustrom ist sicher nicht einer besonders reizvollen Atmosphäre der Stadt Houston als Tagungsort zuzuschreiben. Die durch die Weltraumfahrt bekannt gewordene Industrie- und Handelsstadt in der Küstenebene des Golfes von Mexiko ist mit 1,3 Mill. Einwohnern nicht nur die größte Stadt von Texas, sondern des ganzen Südens der USA. Wie jeder Umschlagplatz von Wirtschaftsgütern dieser Dimension strahlt auch Houston zunächst eine gewisse Nüchternheit aus, und man muß die Sehenswürdigkeiten, die es zweifellos gibt, förmlich suchen.

Den Erfordernissen entsprechend verfügt eine solche Industriestadt natürlich auch über geeignete Tagungstätten. Das „Albert Thomas Convention and Exhibit Center“ war für die Ausrichtung des SEG-Meetings ideal. Ausstellungshalle und Vortragssäle waren gut erreichbar. Die lückenlose Organisation scheint den Amerikanern inzwischen zur Routine geworden zu sein.

Die meisten Gäste versammelten sich bereits am Abend vor dem Tagungsbeginn zu der obligatorischen Icebreaker Cocktail Party in der eindrucksvollen Atrium Lobby des Regency Hotels. Hier deutete sich bereits der Teilnehmerrekord an, als das Zusammentreffen mit alten Bekannten im dichten Gedränge zum Zufall wurde. Dieses Gedränge

SEG 1976

“Geophysics – a Key to Energy Independence”, this was the theme of the 46th Annual International Meeting of the SEG, held October, 24–28, 1976 in Houston – the Oil Capital of the world. This attribute was obviously expres-



wiederholte sich noch in verstärktem Maße bei dem Internationalen Festival am Mittwochabend am gleichen Ort. Phantastisch aufgemachte kalte Buffets mit Leckerbissen nach amerikanischer, französischer, italienischer und deutscher Art jeweils in separaten Räumen mit landesüblicher musikalischer Untermalung angeboten – ließen das „Schlangestehen“ zur Geduldprobe werden. Als weit nach Mitternacht im stuhl- und tischlosen großen Festsaal die Tanzkapelle ihre Instrumente einpackte, hatten sich überall – ob alt, ob jung – noch eifrig plaudernde Gäste auf dem Teppich niedergelassen.

Das Vortragsprogramm

Der offizielle Start des technisch-wissenschaftlichen Programmes der Tagung wurde durch das übliche Kickoff Luncheon am Montagmittag symbolisiert. Etwa 200 Vorträge überstrichen in 26 Sitzungen fast das gesamte Gebiet der modernen Industrie-Geophysik, so daß immer die tägliche Qual der Auswahl ertragen werden mußte. Neu ins Programm aufgenommen wurden dieses Mal drei Sonderveranstaltungen:

1. „Poster“-Vorträge:

Eine Möglichkeit, vorwiegend bildliche Information zu vermitteln und auf Wandtafeln zur Diskussion zu stellen. Sie wurde von vielen Geophysikern genutzt, um einen kritischen Blick auf Sektionen und Karten zu werfen.

2. Vortragsfolge:

„Ausgewählte Themen von der Tagung der AAPG 1976“

3. Filmprogramm:

An drei Tagen wurden sehr instruktive geologisch-geophysikalische Kurzfilme gezeigt, die den Besuchern die Möglichkeit gaben, zu entspannen und doch dabei zu lernen.

Darüber hinaus wurden in den Themen der Sitzungen folgende Schwerpunkte gesetzt:

Seismics

Seismic filtering – deconvolution and pulse elimination – migration – modeling – seismic logs – seismic wave propagation – interpretation – coal exploration – seismic equipment.

Electromagnetics

Induced polarization – electromagnetic exploration – electrical and electromagnetic case studies – magnetotellurics and deep sounding.

Gravity-Magnetics

Measurement and interpretation

Others

Navigation – oceanography – geothermal exploration – rock physics – uranium exploration.

Bei den Vorträgen, speziell die Seismik betreffend, konnte man in vielen Bereichen eine zunehmende Tendenz zu mathematisch anspruchsvolleren und im Algorithmus aufwendigere Verfahren beobachten. Dies geht sicher einher mit der Entwicklung der dazu notwendigen schnellen Rechnersysteme mit großem Kernspeicher. Vor diesem Hintergrund muß wohl auch die aktuell gewordene Wiedergeburt der Mehrspurfilter gesehen werden.

Neue Aspekte eröffneten einige Arbeiten, die sich mit der Analyse der seismischen Spur beschäftigen – immer mehr Parameter zu gewinnen, wie u. a. Momentan-Phase bzw. Momentan-Frequenz und Reflexionscharakter, um die zeitlichen Änderungen dieser Variablen mit lithologischen Veränderungen in Beziehung zu setzen.

sed by the dimensions of the congress: about 6000 registered participants (spouses included), 134 exhibitors, about 200 papers. According to the SEG office, about 5000 visitors had been expected to attend the meeting. This increased influx was certainly not due to a particularly charming atmosphere of the City of Houston. It is a very busy industrial town of about 1.3 million inhabitants, situated in the coastal area of the Gulf of Mexico. As every trading center of this size Houston seems to be a somewhat sobering city, and the features of interest, which undoubtedly exist, have to be looked for.

According to its specific requirements, such a big trade center can, of course, offer an optimum of suitable premises for a congress. The Albert Thomas Convention and Exhibit Center proved to be an ideal place for the SEG-Meeting. The Exhibition area and the technical session area were within easy reach. The excellent organization seems to have become routine for the American staff.

Most of the congress members already met at the obligatory Icebreaker Cocktail Party on Sunday night. It was held in the impressive Atrium Lobby of the Hyatt Regency Hotel. Already then one got a feeling for the record of participants when, in the crowd, it became a lucky chance to meet old friends. Even more people attended the exciting International Festival on Wednesday night at the same place. Excellent food with specialties from America, France, Italy and Germany were served in separate rooms to customary music. The queuing was trying your patience! When long after midnight the band had finished in the Imperial Ballroom, several groups of chattering guests sat down on the carpet.

Technical Program

The official beginning of the technical program was the usual Kickoff Luncheon on Monday. About 200 papers on nearly all phases of modern industrial geophysics were presented in 26 sessions so that you had trouble every day in choosing the right paper.

Three technical program innovations were presented this year:

1. a “poster session”

intended as a vehicle for the presentation of information which is primarily visual, and needs to be studied in detail. Many geophysicists welcomed the opportunity of having a critical look at sections and maps.

2. a session on

“Selected papers from the 1976 AAPG Annual Meeting”

3. a “film session”

presenting a three-day program of entertaining and informative movies on geophysics and geology. It was quite a good opportunity for both relaxing and learning.

The headlines of the sessions see left hand.

Especially many of the seismic papers showed an increasing tendency to mathematically more sophisticated methods with comprehensive algorithms. This is certainly going along with the development of fast computer systems with large memories which are necessary for such procedures. This may be also the background for the re-discovery of the multichannel filter.

Some new aspects in analyzing the seismic trace have emerged. Parameters such as instantaneous phase and instantaneous frequency and reflection strength and their time-variant changes are used for attempted lithologic identification.

Viele Vorträge beschäftigten sich auch wieder mit dem Thema Migration. Die skalare Wellengleichung der Physik als Grundlage für diesen Prozeß steht nach wie vor im Mittelpunkt der Diskussion. Und wenn es noch vor etwa drei Jahren den Anschein hatte, als würde die „finite-difference“-Methode zur Lösung der Wellengleichung – wie sie von J. F. Claerbout angegeben wurde – alle übrigen praktikablen Migrationsverfahren zum Sterben verurteilen, so konnte man dieses Mal unüberhörbar feststellen, daß auch der konventionelle Summations-Algorithmus nach dem Kirchhoff-Prinzip so verfeinert werden kann, daß er gleichwertige Migrationsergebnisse liefert. Die Wellengleichung wird in Zukunft sicher Grundlage für eine Reihe anderer Prozesse werden, so auch für die Multiplenschöpfung und die Geschwindigkeitsbestimmung.

Zahlreiche interessante Vorträge behandelten das Thema „Wavelet Extraction“ und „Wavelet Deconvolution“. Mit der Abschätzung der seismischen Signalform läßt sich ein verbesserter Filteroperator bestimmen, dessen Anwendung zu einer höheren Auflösung der Reflexionen führt. Diese Technik des „Wavelet Processing“ spielt zugleich eine wichtige Rolle im Bereich „Synthetische Logs und Modeling“ welcher auch als Schwerpunktsthema behandelt wurde. Hier geht es darum, aus einer optimal aufgelösten seismischen Spur ein synthetisches Akustik-Log zu berechnen. Damit erhält man Informationen über Geschwindigkeit und Dichte entlang eines Profils und kann dadurch auf lithologische Änderungen schließen.

Auffällig war die relativ geringe Aktivität auf dem Gebiet der 3D-Seismik – sowohl der Feldtechnik als auch der Bearbeitung.

Von Mitarbeitern unserer Gesellschaft wurden die folgenden Vorträge gehalten:

Many papers were again concerned with the topic “Migration”. The scalar wave equation of physics as a basis for all digital migration programs is as ever a central topic of discussion. Since about three years ago the finite difference approximation for solving the wave equation – as was developed by J. F. Claerbout – has come up, all other practicable migration procedures seemed to be out of the running. At this meeting, however, quite a lot of papers propagated the conventional summation-algorithm using Kirchhoff’s integral method. With some mathematical refinements this process delivers equivalent migration results.

In the future the wave equation is supposed to be a basic background for some other processes such as multiple cancellation or velocity analysis.

Many interesting papers on “Wavelet Extraction” and “Wavelet Deconvolution” were presented. Estimation of the basic waveform in seismic data provides information needed to improve filter design. Application of these shaping filters yields improved resolution of seismic events.

Wavelet processing techniques have become a basic tool in the area of “Synthetic Logs and Modeling” – being another topic of the technical program. The objective is to produce a synthetic acoustic log by inverting a highly deconvolved, broad-band seismic trace. From lateral variations of sonic velocities and densities, changes in lithology can be derived.

Striking was the relatively low activity in 3D-seismics, as well as in field surveys and in processing.

PRAKLA-SEISMOS papers:

R. Marschall, D. Jurczyk, D. Ristow

Derivation of Reflectivity Function by Wavelet Estimation Techniques

Dekonvolution im weitesten Sinne und die Bestimmung des zeitabhängigen seismischen Wavelets sind voneinander abhängig; je besser das Wavelet bekannt ist, desto wirksamer ist die Dekonvolution.

Im allgemeinen werden Ausgleichsverfahren zur Wavelet-Bestimmung benutzt. Unser Verfahren setzt das Vorliegen einer Bohrlochmessung voraus. Wir nehmen an, daß sich das Wavelet in einem kurzen Zeitfenster nicht ändert; damit sind in diesem Zeitfenster und diesem Wavelet alle Einflüsse des Oberbaus (Absorption, sphärische Divergenz u. a.) enthalten. Nach einem modifizierten Wiener-Verfahren wird aus synthetischem und gemessenem Seismogramm ein optimal geschätztes Wavelet abgeleitet. Die Genauigkeit des Verfahrens wird über das Power-Spektrum kontrolliert.

Es ist üblich, aus dem Wavelet einen inversen Operator zu berechnen, der als Dekonvolutionsfilter wirkt. Dieser Invertierungsprozeß ist empfindlich gegen Instabilitäten, so daß wir die Lösung über die sogenannte Wavelet-Matrix vorziehen. Ihre Größe ist eine Funktion der gewählten Fensterlänge.

Als Ergebnis erhalten wir direkt die gewünschte Reflexionsfunktion mit Multiplen. Eine Verbesserung der Dekonvolution ist selbstverständlich auch möglich. Durch Iteration können laterale Änderungen des Wavelets berücksichtigt werden, so daß die Wavelet-Matrix nach jedem Schritt korrigiert werden kann.

Deconvolution in the broadest sense and estimation of the time varying seismic wavelet are overlapping processes, i. e. the better the estimate the more efficient is the deconvolution process.

Usually, some kind of least mean square procedure is necessary for the wavelet estimation procedure. In our approach the existence of one well survey (i. e. sonic and density log) is assumed. Assuming stationarity the use of certain time gates shows various advantages connected with the estimation process: the total influence of the overburden, i. e. absorption, spherical divergence, is already included within the wavelet of the time gate in question. By a modified Wiener filter procedure using the well survey and the corresponding seismic trace, an optimum estimate of the wavelet is derived, controlled by the use of power spectra.

Having determined the desired wavelet, the usual next step would be the determination of an inverse deconvolution operator to solve the problem by a folding procedure. To avoid this problem of inversion, i. e. the errors connected with it as truncation, we use the so called wavelet matrix to solve a system of equations, the size of which is a function of the chosen gate length. This results in the desired reflectivity function with multiples.

A better deconvolution is possible. Working loopwise lateral changes of the basic wavelet can be obtained and the wavelet-matrix can therefore be updated for the next loops.

Th. Krey, R. Bading

Optimum Attenuation of Multiples by Appropriate CRP Field Techniques and Migration

Die Dämpfung multipler Reflexionen ist in vielen Fällen insgesamt unbefriedigend. Ein möglicher Weg, um eine optimale Breitbanddämpfung multipler Reflexionen zu erreichen, ist die geeignete Auswahl von Empfängergruppen bei der Aufnahme.

Attenuation of multiple reflections is unsatisfactory as a whole in many cases. A suitable way to get an optimum broad-band attenuation of multiple reflections is the appropriate selection of the receiver groups in the field of recording. The basic

Die Grundüberlegungen für diese Auswahl sind ähnlich denen, die für den Entwurf von Schuß- und Geophonanordnungen mit ungleichen Abständen gelten, nämlich Verringerung der Gesamtenergie im Sperrbereich und Verringerung der höchsten Amplitude im Sperrbereich. Bei der konventionellen linearen Feldtechnik ist die Annäherung an die Bestwerte sehr viel komplizierter als bei der flächenhaften Aufnahme. Hier werden die Empfängergruppen, die aufnehmen sollen, in einer gewissen Umgebung des Schußpunktes ausgewählt, und es gibt – soweit es sich einrichten läßt – keine Vorzugsrichtungen.

Im Fall einer solchen flächenhaften seismischen Messung kann es aus wirtschaftlichen Überlegungen notwendig sein, den CRP-Überdeckungsgrad auf z. B. 6-fach herabzusetzen. Wenn aber im Feld eine beträchtliche Anzahl von Aufnahmekanälen, z. B. 96 oder 192, benutzt wird, dann entstehen verschiedene Arten von CRP-Familien entsprechend den verschiedenen Schuß-Geophon-Abständen, die in der Stapelung enthalten sind. Jede dieser CRP-Familien hat eine unterschiedliche Filterantwort für multiple Reflexionen. Deshalb kompensiert die dreidimensionale Migration nach der CRP-Stapelung wirksam den verminderten Aufwand im Gelände.

ideas applied for this selection are similar to those for the design of shot and geophone patterns with unequal spacings, i. e. minimization of overall energy in the rejection band and minimization of the highest amplitude in the rejection band. With conventional linear field techniques the approach to the optimum values is much more complicated than with areal recording where the receiver groups to be recorded are selected from a certain area surrounding the shotpoint and where all directions are handled, as far as possible, without any preference.

In the case of such an areal seismic survey it may be necessary to reduce the multiplicity of CRP coverage to say 6-fold, for economic reasons. But when a large number of recording channels is used in the field, say 96 or 192, various types of CRP-families arise, according to the different shot-geophone distances involved in stacking. Each of these types has a different filter response for multiple reflections. Therefore, threedimensional migration after CRP-stack effectively compensates for the reduced effort in the field.

W. Houba, Th. Krey

An Approach to 3D-Migration from Conventional or Near-Conventional Line Shooting

Für die dreidimensionale Migration als Summations-Verfahren entlang Rotationshyperboloiden wird normalerweise ein gleichmäßiges Netz seismischer Spuren vorausgesetzt, deren Abstand dem zweidimensionalen Sampling-Theorem genügen muß. Flächenhafte seismische Feldaufnahmen sind jedoch aufwendig und entsprechend teuer. In vielen Fällen sind sie wegen schwieriger Geländebedingungen gar nicht durchführbar.

Dagegen ist jedoch die kontinuierliche Bestimmung der zeitlichen Querneigungen entlang eines seismischen Profiles schon oft mit Erfolg durchgeführt worden. Diese zusätzliche Information erlaubt es uns, die seismischen Daten korrekt zu migrieren unter der Voraussetzung, daß sich die Streichrichtung in der Nähe der Profillinie nicht zu stark ändert. Wir gehen von der Tatsache aus, daß der zweidimensionale Migrationsprozeß nur dann exakte Ergebnisse liefert, wenn er in der Richtung senkrecht zum Streichen durchgeführt wird. Die Transformation dieser Ergebnisse auf eine beliebig angelegte Profillinie ist näherungsweise möglich. Das Migrationsergebnis wird ferner dem Ort senkrecht über dem Reflexionspunkt oder dessen unmittelbarer Nähe zugeordnet. Genau betrachtet hat jeder Reflexionshorizont einer seismischen Sektion eine definierte Linie von Reflexionspunkten, deren Projektion an die Erdoberfläche „Spurlinie“ genannt wird. Normalerweise läßt sich jede seismische Sektion entsprechend der vorherrschenden Querneigung in mehrere Zeitbereiche aufgliedern. Für jeden Teilbereich kann man einen mittleren Querneigungswinkel bestimmen, womit sich die verschiedenen Spurlinien, die zu diesem Bereich gehören, durch eine einzige mittlere Spurlinie ersetzen lassen. Sie ist repräsentativ für den Ort des Migrationsergebnisses innerhalb des Teilbereiches, d. h. die zweidimensionale migrierte Teilsektion stellt eine gute Näherung für die wahre Lage der Reflexionspunkte dar.

Als Ergebnis erhält der Auswerter schließlich mehrere Teilsektionen mit der Darstellung einer oder mehrerer repräsentativer Spurlinien.

Three-dimensional migration as a summation process along hyperboloid surfaces normally requires an equidistant grid of seismic traces the spacing of which must agree with the two-dimensional sampling theorem. However, areal reflection seismic field surveys cannot easily be carried out and are expensive. In many cases even the field conditions are prohibitive for such surveys. Instead, the continuous determination of the lateral time dip along conventional seismic lines has become an often applied practice. This additional information enables a correct migration of the recorded data provided the strike does not vary too rapidly in the vicinity of the seismic line. The basic idea starts from the fact that a correct two-dimensional migration is easy for a line perpendicular to the strike. But the 2D-migration perpendicular to the strike can approximately be transformed into a similar migration along the seismic line. Furthermore, the principle is applied to compute and present migrated traces only vertically above the reflecting points or in the vicinity of such locations. Strictly speaking, each reflection horizon of the seismic line has its own line of reflecting points, the projection of which onto the surface will be called R-line in the following. Normally, the seismic section can be subdivided into various time intervals according to the prevailing cross-dips. According to the average cross-dip encountered in such a time interval, the various R-lines of this time interval are replaced by one common approximate R-line for which a migrated section is computed. This section approaches the position of the true reflection points reasonably well for the time interval in question.

As a final result the interpreter receives several vertical sections and a map of approximate R-lines.

Die Ausstellung

Die Ausstellung hatte, wie immer, die drei Schwerpunkte Meßtechnik – Rechnersysteme – Processing.

Überall waren recht vielversprechende Ansätze für Neuerungen und Verbesserungen zu sehen. Wie schon im letzten Jahr festzustellen war, bestimmt die verstärkte Nachfrage nach der „High-Resolution“-Technik die Weiterentwicklung der Aufnahme-Systeme. Vorwiegend bei der Kohle-Exploration wird bereits eine Sampling Rate von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$ ms und damit eine Auflösung bis 1000 Hz angestrebt. Für die Bearbeitung dieser Daten werden im Prinzip keine Probleme gesehen.

Auffällig war erneut das große Angebot von Kleinrechner-Systemen; sie waren fast alle ausgestattet mit einem Array

Exhibition

As usual, attention was drawn to three main areas:

Field techniques – Computer systems – Processing

On the whole, you could see many promising trends towards innovations and improvements. As could be stated already at the Denver Meeting last year the increased demand for “high resolution” techniques governs the development of new recording systems. Preferably in coal exploration a sampling rate of $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{8}$ ms is desired to yield a resolution up to 1000 Hz. In principle, there should be no problems for processing these data.

Again quite a number of working Mini-Computers were presented. Most of them were equipped with an Array

Processor und lieferten z. T. fertige Sektionen. Auch die „Großen“ – wie IBM, CDC, UNIVAC – waren mit einem Informationsstand vertreten. IBM scheint sich noch stärker in der Seismik engagieren zu wollen, denn sie kündigten einen neuen Array-Processor an.

Der Drang zur Farbe war auch diesmal wieder zu spüren, wobei die verschiedensten Techniken verfolgt werden. Hier spielt selbstverständlich die Preisfrage eine große Rolle, die gesehen werden muß im Verhältnis zum Informationsgehalt. Sicher wird es noch eine Weile dauern, bis sich der Farbplotter für die Routine durchgesetzt hat.

Die 47. Tagung der SEG findet vom 18. 9.–22. 9. 1977 in Calgary, Kanada, statt.

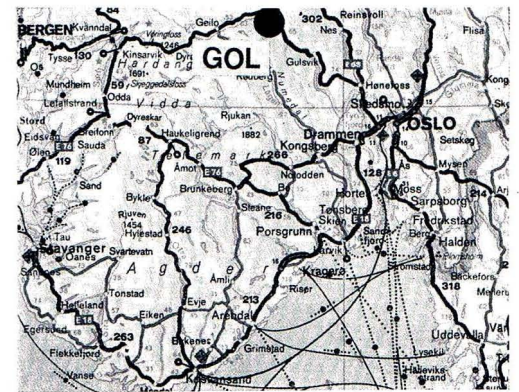
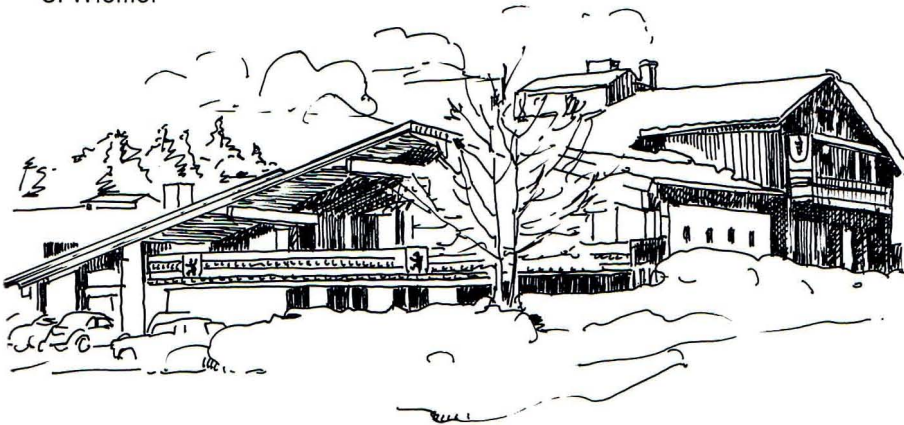
Processor and delivered processed seismic sections. Also the “big ones” – such as IBM, CDC, UNIVAC – participated in the exhibition with an information booth. IBM seems to be increasing its engagement in seismics because they announced a new Array Processor.

Presenting colour displays is now a topic for every processing task. The application is based on many different techniques. A main problem seems to be finding of the right economic relation between price and gain of information. Certainly, it will take some years more until colour plotting systems can perform routine work.

The 47th Annual International Meeting of the SEG will be held in Calgary, Canada, Sept. 18–22, 1977.

Norsk Petroleumsforening, GOL – NORWAY

S. Wiemer



Ein Blick auf die Skizze von Norwegen gibt die eindeutige Antwort: Norwegens bedeutendster Ort ist Gol. Hätten Sie das gewußt?

Nun, vielen der 75 „Ölscheichs“ (= örtliche Bezeichnung für Geophysiker und Andere, die mit dem Erdöl zu tun haben), die sich dort Ende November trafen, war ihr Reiseziel unbekannt.

Der Reiseführer meldete: Gol, 209 m hoch, ein im Sommer und Winter vielbesuchter Ferienort im schönen Hallingdal, knapp 3 Stunden Bahnfahrt von Oslo in Richtung Bergen.

Als ich ankam hatten wir 5 cm Schnee, Temperatur unter Null, Sonne auf den umliegenden Bergen, im Tal selbst „Dauerschatten“.

Für SEG-Tagungsteilnehmer, die sich Anfang November auf dem Heimweg von Houston noch in Florida gesonnt hatten, somit rein äußerlich ein Kontrastprogramm. Dieses Treffen war jedoch keineswegs eine Konkurrenzveranstaltung zu SEG- oder EAEG-Tagungen, sondern ein Geophysik-Kursus, zu dem die Norsk Petroleumsforening eingeladen hatte.

‘Educational Programs for the Professionals’, unter diesem Motto veranstaltet die NPF jährlich mehrere Kurse (10 sind für 1977 geplant!). Nach Acquisition und Navigation sollte diesmal über ‘Processing of Marine Seismic Data’ gesprochen werden.

Die ersten 4 Tage des Seminars wurden von Dr. Norman Neidell, Geoquest, Houston gestaltet. Er gab eine interessante Übersicht über ‘Modern Methods of Seismic Data Processing and its Role in Interpretation’. Aber auch die

Norsk Petroleumsforening, Norway

Look at the attached map of Norway and you will know: Gol is the most important place in Norway. Did you know that? However, many of the 75 ‘oilsheiks’ (local name for people from the oil-business) who gathered there at the end of November did not know their destination.

The travel guide reported: Gol, elevation 209 m, during summer and winter highly frequented holiday resort in Hallingdal; 3 hours by train from Oslo (on the way to Bergen).



v. rechts: R. W. Stephenson (BP), N. G. Wardell (Petty-Ray), R. C. Weatherill (Conoco), N. S. Neidell (Geoquest), W. Weissfelt (Deminex), S. Wiemer (PRAKLA-SEISMOS), K. Hehn (Deminex).

Mathematik kam nicht zu kurz – “Discrete Mathematics and Computing Algorithms for Seismic Data Processing“ –, programmtechnisch verwertbare Lösungswege wurden hier erläutert.

Ca. 1000 Seiten gut dokumentiertes Kursusmaterial konnten von den 40 Teilnehmern schwarz-auf-weiß mit nach Hause genommen werden.

Im 2. Teil vergrößerte sich der internationale Teilnehmerkreis (7 Länder) auf 75.

Unter dem Thema: ‘Seismic Processing Application’ wurden von 13 Referenten 15 Vorträge gehalten.

Wie unterschiedlich Beiträge zu einem Thema sein können, zeigte sich beim Thema ‘Velocity Analysis’. Dr. Ursin brillierte mit Formeln (Coherency, Semblance, Dix Equation, etc.); Dr. P. O’Brien dagegen sprach in seiner humorvollen Art über die Genauigkeit von Geschwindigkeitsanalysen und die Bedeutung für die Interpretation.

Im Gegensatz zu anderen Tagungen gab es in Gol kein Zeitlimit für die Diskussionen. Dieser Punkt ist wohl typisch für NPF-Seminare, d. h. im kleinen Kreise sollen die Tagesprobleme des Geophysikers diskutiert werden, nicht die Theorie zählt, sondern die Anwendbarkeit der Methoden.

Manche Zungen lösten sich erst abends beim Aquavit an der Bar und die Gespräche dauerten manchmal bis nach Mitternacht.

Zum Schluß noch ein Lob für den Programmausschuß und den Projektkoordinator, Elisabeth Lorange, die die schwierige (oder leichte?) Aufgabe hatte, als einziges weibliches Wesen 75 ‘Ölscheichs’ sicher durch die Tagung zu steuern.

Und nun folgt ein Ausschnitt eines Vortrages, der von unserem Mitarbeiter S. Wiemer auf der Tagung gehalten wurde:

Verschiedene Aspekte beim Stapeln von seismischen Spuren.

Innerhalb des DZ-Bearbeitungsablaufes für seismische Daten ist die Stapelung im Vergleich z. B. zur Dekonvolution ein sehr einfacher Rechenvorgang. Verfolgt man den Weg einer seismischen Spur vom Feldband bis zur endgültigen Darstellung, so stellt man fest, daß jeder Wert mehr als 1000 Rechenbefehlen gehorchen muß, während die Stapelung nur eine Addition ist.

Betrachtet man das nebenstehende Diagramm, so wird die strategische Position des Stapelvorganges innerhalb der Bearbeitungsfolge – und der Preisliste – deutlich: an dieser Stelle reduziert sich die Anzahl der Spuren entsprechend der Überdeckung (CDP). Neben Korrekturen, die vor dem Stapeln angebracht werden müssen, gibt es verschiedene zeitaufwendige Prozesse wie Mehrspurfilter, Dekonvolution und auch Migration, die vor oder auch nach dem Stapeln angebracht werden können. Obwohl der Stapelprozeß eine deutliche Verbesserung des Nutz/Stör (S/N)-Verhältnisses bewirkt und multiple Reflexionen unterdrückt werden, ist im allgemeinen eine individuelle Behandlung der Spuren vor dem Stapeln doch erforderlich.

Während eine Vertikalstapelung vor allen anderen Prozessen ausgeführt wird (üblich ist die Addition von zwei aufeinanderfolgenden Schüssen), müssen für die horizontale Stapelung alle Spuren entsprechend ihrem Abstand zur Energiequelle dynamisch korrigiert werden. Nur Spuren, die an der Energiequelle aufgezeichnet werden, enthalten

On arrival we found 5 cm of snow, temperatures below freezing point, sunshine on the surrounding mountains, but not in the valley (never at this time of the year).

For those who enjoyed the sunshine of Florida 3 weeks before after the SEG-convention, Gol was quite a contrast. But the meeting did not attempt to be similar to SEG or EAEG-conventions, it was a Geophysics Seminar, arranged by the Norsk Petroleumsforening.

‘Educational Programs for the Professionals’ is the motto of several courses arranged by NPF every year (10 are on the program for 1977!). Following last years acquisition and navigation discussion, this years talk was about ‘Processing of Marine Seismic Data’.

The first 4 days were arranged by Dr. Norman Neidell of Geoquest, Houston. He gave a very interesting summary about: ‘Modern Methods of Seismic Data Processing and its Role in Interpretation’. Special lessons about ‘Discrete Mathematics and Computing Algorithms for Seismic Data Processing’ completed the course.

About 1000 pages of well documented paper could be taken home by the 40 participants. This number increased to 75 (from 7 countries) during part 2, when 15 papers under the headline ‘Seismic Processing Application’ were presented by 13 lecturers.

How different the approach to one topic can be, became obvious by listening to the contributions to ‘Velocity Analyses’. Dr. Ursin glittered with coherency, semblance, max. likelihood, Dix equation, etc. whereas Dr. O’Brien humorously talked about accuracy of velocities and its role for interpretation.

Quite different to other conventions, there was no time limit for the discussions. This seems to be typical of NPF-seminars, for small groups are discussing the everyday problems of the Geophysicist. It’s not the theory that counts but the application of the methods.

Some started talking only after the first drink at the bar, but then it was difficult to stop them by midnight.

Finally, congratulations to the program committee and to the project coordinator, Elisabeth Lorange, who had the difficult task, being the only woman, to guide 75 oilsheiks through the Seminar.

In the following, we present a portion of a paper read by S. Wiemer, the representative of PRAKLA-SEISMOS at the seminar:

Various Aspects of Vertical, Horizontal and Weighted Stack.

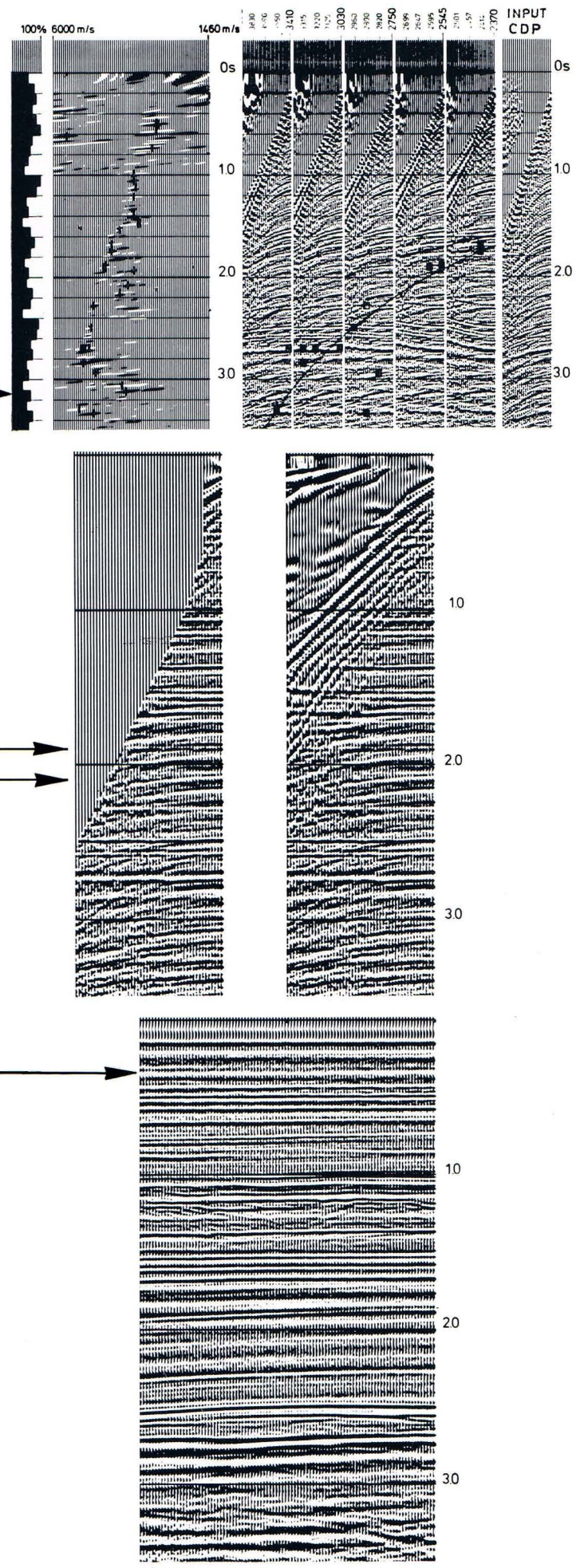
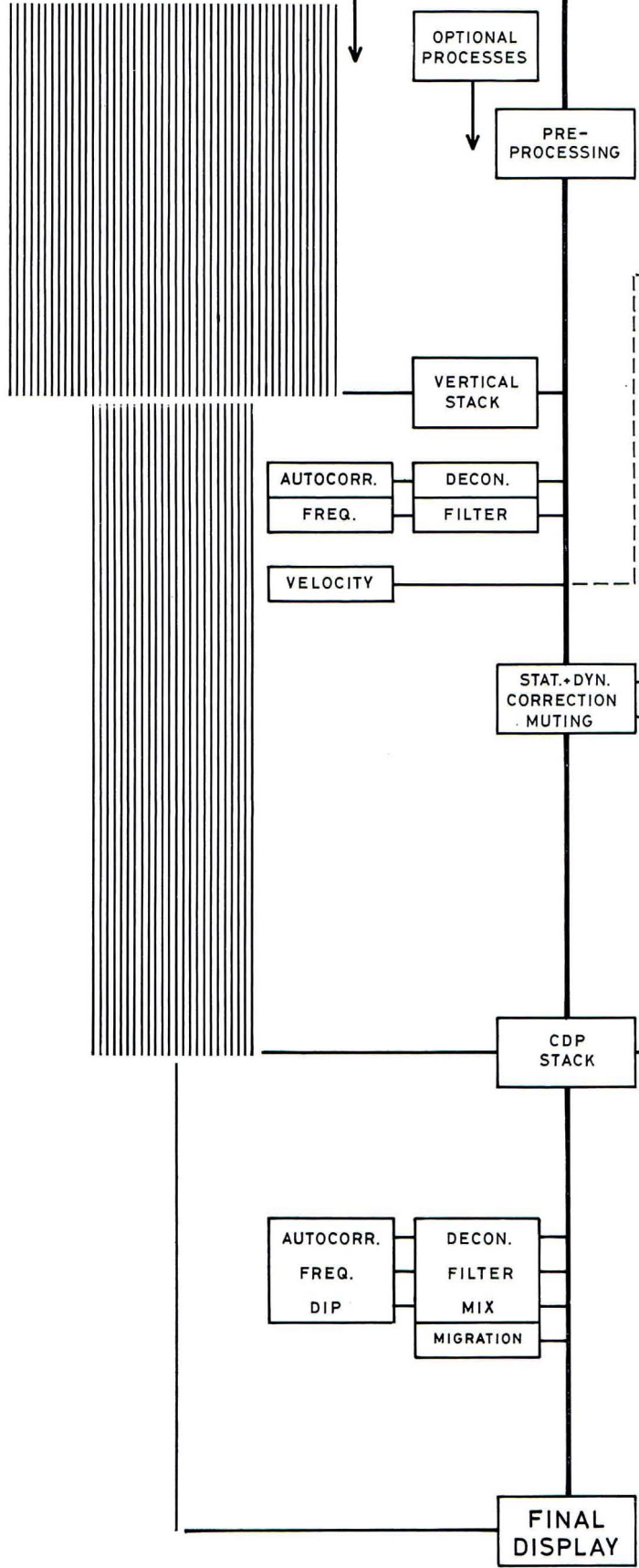
Within the processing sequence of seismic data the stack is, compared with the deconvolution process for example, a very simple operation – just adding samples. If you follow up a seismic trace from the field tape to the final output, you’ll realize that each sample has to obey more than 1000 computer instructions, the stack being only one of them.

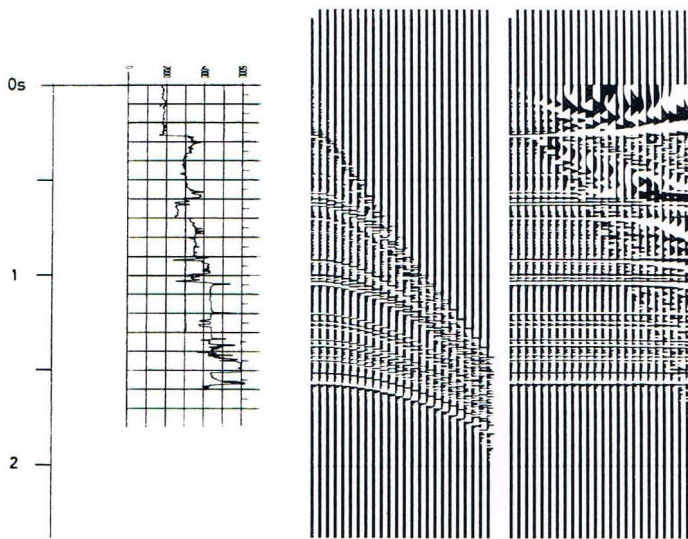
Verallgemeinerter Prozeßablauf bei seismischen Daten



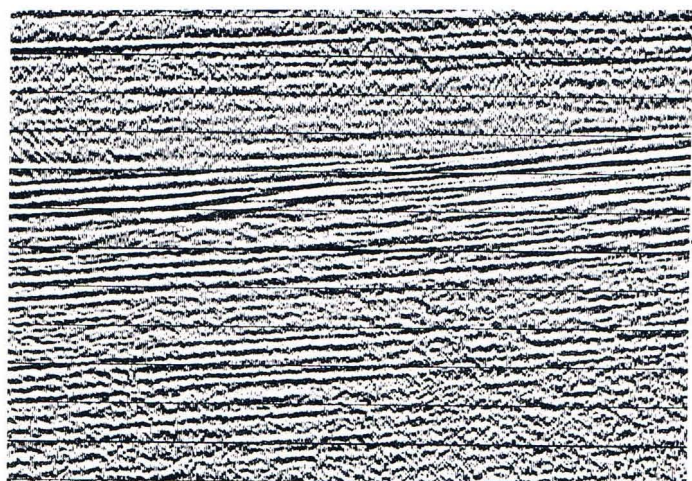
GENERALIZED PROCESSING SEQUENCE

INPUT
e.g., 48-TRACE
FIELDRECORD





Korrektur eines synthetischen Seismogramms
Correction of synthetic seismogram



Sektion mit 24fach Stapelung
Section with 24fold stack



Sektion mit 24fach gewichteter Stapelung
Section with 24fold stack weighted

die genaue Folge der Reflexionskoeffizienten. Figur 1 zeigt deutlich, wie mit zunehmendem Abstand die seismischen Signale verzerrt werden. Teilweise überschneiden sich die Reflexionshyperbeln. Die Anwendung der dynamischen Korrektur erfordert, daß zwischen zwei Originalwerten ein oder mehr Werte eingeschoben werden, was allerdings zwangsläufig zu einer Ungenauigkeit führt.

Es ist allgemein üblich, Spuren zeit- und entfernungsabhängig zu löschen und damit Bereiche auszuschalten, die sich durch eine dynamische Korrektur nicht entzerren lassen. Die Parameter für dieses Faderschema lassen sich am besten von einem synthetischen Seismogramm ableiten.

Selbst wenn schußferne Spuren z. T. gelöscht werden, bedingen lange Empfänger-Auslagen und eine hohe Mehrfachüberdeckung eine gute Unterdrückung von multiplen Reflexionen. Ein besseres Stapelergesult wird erzielt, wenn schußnahe Spuren entsprechend der NMO-Differenz zwischen primären und multiplen Reflexionen gewichtet werden (s. Figuren 2 und 3). Leider verschlechtert sich dadurch das S/N-Verhältnis. Eine zeitabhängige Gewichtsfunktion ist oft ein guter Kompromiß.

Looking at the diagram, we understand the strategic position of the stacking process within the processing sequence – and within the price list: At this step, the number of samples is reduced according to the degree of subsurface coverage. Besides certain corrections, which must be applied to the data traces before stack, there are several time consuming processes like multi-channel filtering, deconvolution and even migration which may be applied before or after stack. Though the stacking process itself is very efficient regarding improvement of S/N and suppression of multiple reflections, an individual treatment of traces before stack is often a must.

Whereas the vertical stack is carried out before any other processes (normally adding records of 2 consecutive shots), for horizontal stacking all traces must be corrected as if the recording was made at the source itself. Only such a zero-offset trace contains the correct sequence of reflection coefficients, whilst all other traces contain a

distorted reflectivity function. In the simplest case, the reflectivity function is compressed over a shorter time whereas in more complicated cases a partial inversion of the reflectivity function results. This happens when some of the reflection hyperbolae intersect each other.

Application of dynamic corrections requires that we insert one or more samples between 2 original values, that means a loss of accuracy.

It is common practice to mute the traces dependent on time and offset in order to avoid the distorted intervals. A reasonable muting scheme can be selected by producing and checking a synthetic seismogram based on the known velocity distribution.

Even if parts of source-far CDP-traces must be muted, long spread and multiple coverage are nevertheless generally efficient in attenuating multiple reflections. Due to the hyperbolic nature of normal move-out, a better result may be achieved by decreasing the weight of the source-near CDP-traces. But this also lessens the S/N benefit of the stack, a time-varying weighting function being often a good compromise.

128. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Münster/Westf.

Dr. H. G. Bochmann

Die Jahrestagung 1976 der Deutschen Geologischen Gesellschaft fand vom 5. bis 7. Oktober mit über 200 in- und ausländischen Teilnehmern in Münster/Westf. statt. 30 Tagungsvorträge waren in drei Hauptthemenkreise gegliedert:

1. Neue Ergebnisse zur Geologie Westfalens und seiner Randgebiete;
2. Nichtmetallische Rohstoffe in Deutschland;
3. Freie Themen zur Geodynamik.

Aus dem Themenkreis 1 sei hier der für unsere Mitarbeiter interessanteste Vortrag erwähnt: „Der Zechstein zwischen Weser und Ems“ von Sannemann, **Plein** und Zimdars (alle BEB, Hannover):

Das Gebiet zwischen Weser und Ems ist der wichtigste Erdgasbereich in der Bundesrepublik. Es wurde die Abfolge Kupferschiefer bis Basalanhydrit eingehend durch Profile und Karten beschrieben und auf Gesetzmäßigkeiten hingewiesen, wobei dem Staßfurtkarbonat als dem Hauptträger besondere Aufmerksamkeit zuteil wurde. Die Gas-Reserven im bis 200 m mächtigen Zechstein 2-Karbonat sind in den letzten 10 Jahren von 33 auf 209 Milliarden m³ angestiegen.

Im Themenkreis 2 wurden weitgehend Probleme der Exploration, der Gewinnung und der Rohstoffspeicherung bei Steinen und Erden behandelt.

Im Themenkreis 3 wurden Vorgänge der Gebirgsbildung und des „sea floor spreadings“ im Hinblick auf ihre zeitlichen Zusammenhänge untersucht. Die Plattentektonik ist heute weitgehend anerkannt, aber zeitlich-tektonische Zusammenhänge bei der Plattentektonik sind bisher weniger berücksichtigt worden. Neu scheint nun die Tatsache, daß erdweite chronologische Parallelen zwischen gebirgsbildenden Aktivitäten und dem sea floor spreading bzw. der Plattentektonik feststellbar sind, wobei sich geodynamische Aktivitätsphasen episodisch in der kontinentalen wie in der ozeanischen Lithosphäre äußern. **STILLE's geotektonische Phasenlehre erfährt durch diese modernen Daten erneute Bestätigung und eine breitere Basis.**

Höhepunkt der 128. Hauptversammlung war ein Festkolloquium aus Anlaß des **100. Geburtstages von Hans Stille**. Nach Begrüßungsworten durch Vertreter der Stadt Münster und der Westfälischen Wilhelms-Universität folgten die Ansprache des Vorsitzenden der Deutschen Geologischen Gesellschaft, J. Wildelau (Hannover), die Laudatio auf Hans Stille von A. Pilger (Clausthal) und das Referat über „Saxonische Tektonik – H. Stille's Begriff in heutiger Sicht“ von G. Richter-Bernburg (Hannover). Den Festvortrag hielt H. J. Zwart (Leiden) über „Vergleichende Tektonik dreier Gebirgsketten: Kaledoniden, Pyrenäen, Alpen“.

Während der Tagung war eine Ausstellung zum Gedenken an Hans STILLE eingerichtet:

In Glasvitrinen wurden Fotos, Dokumente, Briefe an Hans Stille, eine Auswahl von Veröffentlichungen Stille's wie auch Veröffentlichungen über ihn und nicht zuletzt Ehrungen an Hans Stille gezeigt.

Vor und nach der Tagung wurden geologische Exkursionen durchgeführt.



Exkursion ins historische und geologische Mittelalter

J. Hartleben

Rathaus
von
Neubulach

Von allen angewandten Naturwissenschaften steht als Hobby wohl manchem „Praklaner“ die „Geologie mit dem Hämmerchen“ am nächsten.

Eigentlich sollte man meinen, daß jemand, der tagsüber mit Hilfe der Geophysik und allerlei Tricks in die Geheimnisse der Geologie einzudringen versucht, seinen Bedarf an Zerstreuung in dieser Richtung gedeckt hätte. Tatsächlich gibt es bei uns aber Leute, die, angeregt durch ihre Arbeit, den Wochenendspaziergang so einrichten, daß vielleicht ein Steinbruch oder ein anderer „Aufschluß“ am Wege liegen. Wahrscheinlich spielt auch der Sammeltrieb des Menschen dabei eine gewisse Rolle, sicher aber die Freude an den schönen Dingen der Natur.

Besonders gewinnbringend sind Ausflüge in die Natur aber dann, wenn sie zu gut organisierten Exkursionen unter sachkundiger Führung werden, wie zum Beispiel die Fahrten in den Harz und die Befahrungen des Kalibergwerkes in Salzdetfurth, die Dr. G. Schiel im Rahmen der geologischen Ausbildung des PRAKLA-SEISMOS-Personals in den vergangenen Jahren durchgeführt hat.

Das Interesse Dr. G. Schiels für den Erzbergbau als Geologe führte nun zu einer weiteren Exkursion, und so stiegen am 15. Oktober, einem Freitag, um 12 Uhr, 35 „Inter-



Asthma-Station im Bergwerk

essierte“ in einen Autobus, um am Sonnabend bei Neubulach im Nordschwarzwald das historische Silberbergwerk zu „befahren“, vor allem auch die für „normale“ Besucher sonst nicht zugänglichen Stollen.

Während der Bus bei schönem Herbstwetter über die Autobahn rollte, erfuhren die Exkursionsteilnehmer alles Wissenswerte über den Neubulacher Bergbau, der um 1025, bald nach der Besiedelung des Schwarzwaldes, begonnen wurde, hörten von den kaum vorstellbaren Arbeitsbedingungen der Bergleute im Mittelalter, der Blütezeit Neubulachs zwischen 1200 und 1450, hörten über den Umgang mit Schlegel und Eisen, die Funktionsweisen der verschiedensten Grubenlampentypen und daß die Bezeichnung „Arschleder“ ein durchaus salonfähiger Ausdruck sei.

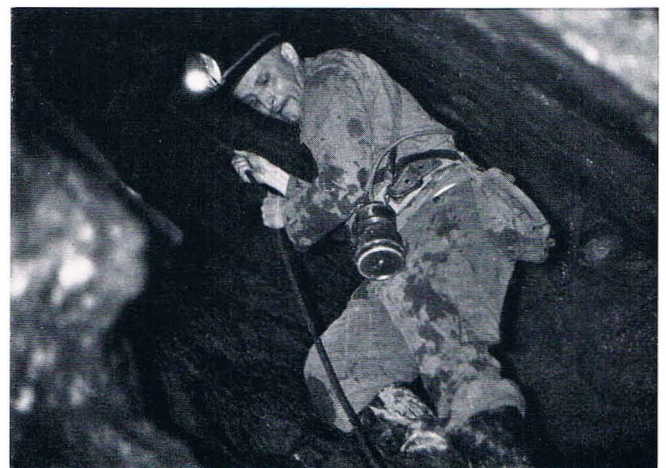
Dann wurde die eigentliche Unternehmung in allen Einzelheiten besprochen: In wieviel Gruppen zu wieviel Mann die Befahrung durchgeführt würde, wie steil die Leitern in den Schächten und daß sie eventuell glitschig seien, wie man sich anzuseilen habe, daß die Gummistiefel und Arbeitsanzüge unerlässlich seien und daß am Zielort sicher noch ein warmes Abendessen gereicht würde. Immerhin war nun alles hinreichend gespannt auf den weiteren Verlauf und auch die teilnehmenden Damen wußten spätestens zu diesem Zeitpunkt, auf was für ein Abenteuer sie sich eingelassen hatten.

Die Fahrt verlief sehr fröhlich und harmonisch und als Herr Julius Paul („Hier fährt der Chef selbst“), in einem bravourösen, millimetergenauen, von allen beklatschten Manöver, das Silbertor von Neubulach passiert hatte, fühlte sich wohl kaum jemand so erschöpft, daß er gleich zu Bette gehen wollte.

Museumsbergwerk Neubulach, Nordschwarzwald, entstand durch die maßgebliche Mitwirkung von Dr. G. Schiel

Unser Mitarbeiter *Dipl. Geol. Dr. Günter Schiel* besuchte die fast verschütteten Reste des alten Silberbergwerkes aus dem Mittelalter in Neubulach im Schwarzwald bereits während seines Studiums an der Universität Stuttgart, erstmalig im Jahre 1950. Bis 1953 befuhr er die Grube, soweit dies überhaupt möglich war, mehrmals um sie zu erforschen, wobei ihm seine Erfahrung als Höhlenforscher in den Südkarpaten sehr zugute kam. Diese Arbeiten ruhten dann bis zum Jahre 1965 als der Seismiktrupp Dr. Schiel in der Gegend von Heidelberg einen Meßauftrag durchführte. Dr. Schiel begeisterte einige seiner Mitarbeiter für die Wiederaufnahme der Forschungsarbeiten. Ihr Interesse blieb nicht unbemerkt. Die Einwohner von Neubulach, die lediglich wußten, daß es ein solches Bergwerk im Mittelalter gegeben haben soll, schlossen sich z. T. den Arbeiten an, allen voran die Herren Stadtrat E. Fischer und B. Pfeifer.

1968 kam der Gedanke auf, den alten Bergbau für den Fremdenverkehr nutzbar zu machen. Der damalige Bürgermeister D. Nittel schrieb an Dr. Schiel und bat um seine Mitarbeit. Schiel sagte zu und gewann Grubenbetriebsführer H. Meier, Fahrsteiger H. Gerland und andere Fachleute von der „Kali und Salz AG“ für die Mitarbeit. Zahlreiche Bürger von Neubulach arbeiteten ebenfalls begeistert mit. In über 7000 freiwilligen Arbeitsstunden wurde ein geeigneter Stollen aufgewältigt und für Besucher eingerichtet.



Dr. Schiel bei der Erforschung, 1966

Im Jahre 1970 wurde das Museumsbergwerk eröffnet. Es wird ständig stark besucht – bis jetzt wurden etwa 250 000 Besucher gezählt – nicht zuletzt wegen der Eigenschaft der Grubenluft für die Behandlung von Asthma-kranken.

Dr. Schiel versucht nun mit seinen Forscher-Gefährten vom Kaliberbergbau die Grube weiter aufzuschließen und die aus überlieferten Augenzeugenberichten verbürgten Hohlräume zu erreichen, die, von Malachit und Azurit übersät, die „herrlichsten Farben“ zeigen sollen. Wann er sein Ziel erreichen wird ist ungewiß denn er kann sich nur während seines Urlaubs diesen Forschungsarbeiten widmen.

Red.



Die Grubenlampe wird mit Karbid aufgefüllt



Pilzbewuchs an einem Holzstempel im Hella-Glück-Stollen

Neubulach liegt ungefähr 600 m ü. NN auf einer Hochfläche zwischen Nagold- und Teinachtal, in der Nähe von Calw. Es hat sein altes Stadtbild noch weitgehend erhalten können und Teile der Stadtbefestigung und hübsche Fachwerkhäuser zeugen vom einstigen Wohlstand. Neubulach ist eine reine „Bergstadt“, wie auch die bekannten sieben Bergstädte im Harz, die ihre Entstehung einzig dem Bergbau verdanken.

Den Frühaufstehern bot sich am nächsten Morgen ein herrlich blauer Himmel und leichter Rauheif auf den Wiesen. Als erste Veranstaltung war für 8 Uhr ein gemeinsamer Besuch des 240 m langen „Hella-Glück-Stollens“ geplant. Dieser mindestens 600 Jahre alte Stollen wurde nach 1965 in 7000 freiwilligen und unentgeltlichen Arbeitsstunden von Bürgern Neubulachs unter maßgeblicher Beteiligung Dr. Schiels wieder befahrbar gemacht.

Wohlversehen mit Helmen und Plastikuhängen (gegen Tropfwasser) zogen 35 Leute im Gänsemarsch durch das „Mundloch“. Die elektrische Beleuchtung ließ den Besucher fast vergessen, wie mühsam sich die Bergleute im 13. Jahrhundert in den Buntsandstein hinein hauen mußten. In zwei kurzen Seitenstrecken vermittelten lebensgroße Puppen in der Bergmannstracht des 16. Jahrhunderts einen lebendigen Eindruck von der Arbeit vor Ort.

Auffällig war auch die reine Luft im Stollen, die, wie die Erfahrung zeigte, ausgezeichnet zur Behandlung von Asthmakranken geeignet ist. Zu diesem Zweck wurde eine neue Seitenstrecke aufgeföhren, in der 50 Sitzplätze eingerichtet sind.

Nachdem nun alles auf „Bergwerk“ eingestimmt war, machte sich die erste Gruppe zur Beföhren des „Oberen Stollens“ und des „Marien-Stollens“ bereit. Schutzhelme, die stets bestrebt waren über Augen und Ohren zu rutschen, wurden mit List oder verhaltener Gewalt passend gemacht und nachdem jeder mit einer Grubenlampe versehen war, ging's mit „Glückauf“ und gemischten Geföhren in den Berg.

Die Konditionsübungen begannen bereits am „Mundloch“. Durch einen teilweise zusammengebrochenen Hohlraum, der durch zwar wenige, aber dafür entsprechend große – von der Decke heruntergebrochene – Blöcke („Sargdeckel“) schwer passierbar war, gelangte man zum eigentlichen Stollen der, anfangs noch relativ bequem, mit einer lichten Höhe von ganzen 1,20 m begann, die Teilnehmer aber schon nach wenigen Metern in den „Entengang“ nötigte (weil niedriger als 1 m und nur 50 cm breit) und in dieser Fortbewegungsart auch eine Weile beließ. Als sich der Stollen nach etwa 60 m wieder auf mehr als Mannshöhe erweiterte, konnte man im Scheine der Karbidlampen die Spuren von Schlegel und Eisen so gut erkennen, als seien sie erst vor wenigen Tagen entstanden und nicht schon 600 Jahre alt. Vorsicht war allerdings jederzeit geboten, denn die Feuchtigkeit hatte Boden und Wände glitschig gemacht.

Der Stollen verzweigte sich. Um in einen sehr engen Querschlag zu gelangen, mußte man vorsichtig einen Blindschacht umgehen, der bei Unachtsamkeit leicht zu einer drei Stockwerke tiefen Talfahrt verhofhen hätte. Nach 100 m war das Ende des Querschlags erreicht, wo noch einiges von der Arbeitsweise der Bergleute zu erkennen war. Wieder am Blindschacht angelangt, ging es in anderer Richtung den Stollen weiter, bis, von oben kommend, ein Schacht zum „Marien-Stollen“ führte. Hier ging es auf schwankender Aluminiumleiter 11 m in die Tiefe, wobei man sich zur Sicherheit anseilen konnte.

Der Marien-Stollen ist mit 1200 m der längste der Neubulacher Stollen. Er diente im 15. und 16. Jahrhundert der Ableitung der Grubenwässer (Erbstollen). Da das Mundloch verschüttet wurde, kann dieser Stollen nur auf dem beschriebenen Wege erreicht werden.

Dem Stollen folgend erreichte man nach 30 Metern einen weiteren sehr engen Schacht, aus dem zwar das Ende einer Alu-Leiter hervorschaute, von dem man sich aber nicht vorstellen konnte, daß ihn ein ausgewachsener

Mensch passieren könnte. Jedoch war dies der einzig mögliche Weg in den 20 m tiefer gelegenen „Neuen Wasserstollen“ zu gelangen. Das Passieren dieser „Hohlen Gasse“ gestaltete sich derart schwierig und war durch das Abseilen so zeitraubend, daß die beiden folgenden Gruppen diesen schwierigen Durchstieg aus Zeitmangel nicht mehr machen konnten.

Unten glücklich angekommen, ging es durch das hier fließende Wasser in Richtung auf das ebenfalls verschüttete Mundloch, immer bedacht, kein Wasser in die Stiefel zu bekommen, was nicht allen Teilnehmern zur vollsten Zufriedenheit gelingen wollte. Nach 400 m – am verschütteten Mundloch – fiel es nicht leicht, sich vorzustellen, daß in nur 10 m Entfernung der Ziegelbach im hellen Sonnenschein vorbeifließt.

Die beiden folgenden Gruppen folgten dem Marien-Stollen weiter, wobei durch heruntergebrochenes Material und stellenweise tiefes Wasser der Weg immer beschwerlicher wurde. Als dann jemand das erste Handstück mit Azurit fand und Quarzkristalle glitzerten, erwachte das Sammelfieber und die Nasen berührten fast den glitschigen Boden bis das langsam tiefer werdende Wasser wieder eine andere Fortbewegungsart vorschrieb. Als der „Vorhut“ schließlich der Wasserspiegel 10 cm über die Stiefelränder reichte, mußten wir umkehren, obwohl gerade dort die Kalksinterbildung besonders schön auf das

hohe Alter des Stollens hindeutete. Wir waren aber ohnehin schon an einer Grenze angelangt, die eine Umkehr auch aus Sicherheitsgründen ratsam erscheinen ließ, weil die dahinterliegenden Teile des Stollens überaus gefährlich sind.

Als die letzte Gruppe glaubte wieder ans Tageslicht zu gelangen, war leider nicht mehr viel davon vorhanden und so zog eine hübsche „Lichterprozession“ den Waldweg zurück zum Ausgangspunkt.

Da sich die drei Führungen über den ganzen Tag verteilten, blieb den Exkursionsteilnehmern, die nicht „im Berg“ waren, noch ausreichend Zeit die Halden zu durchstöbern. Zum Teil wurden sehr schöne Stücke mit Azurit, Malachit, Annivit usw. gefunden. Die erste Gruppe hatte Gelegenheit eine Fahrt zum romantischen Zavelstein, der wohl kleinsten Stadt Deutschlands mit ca. 300 Einwohnern und einer schönen Burgruine zu machen.

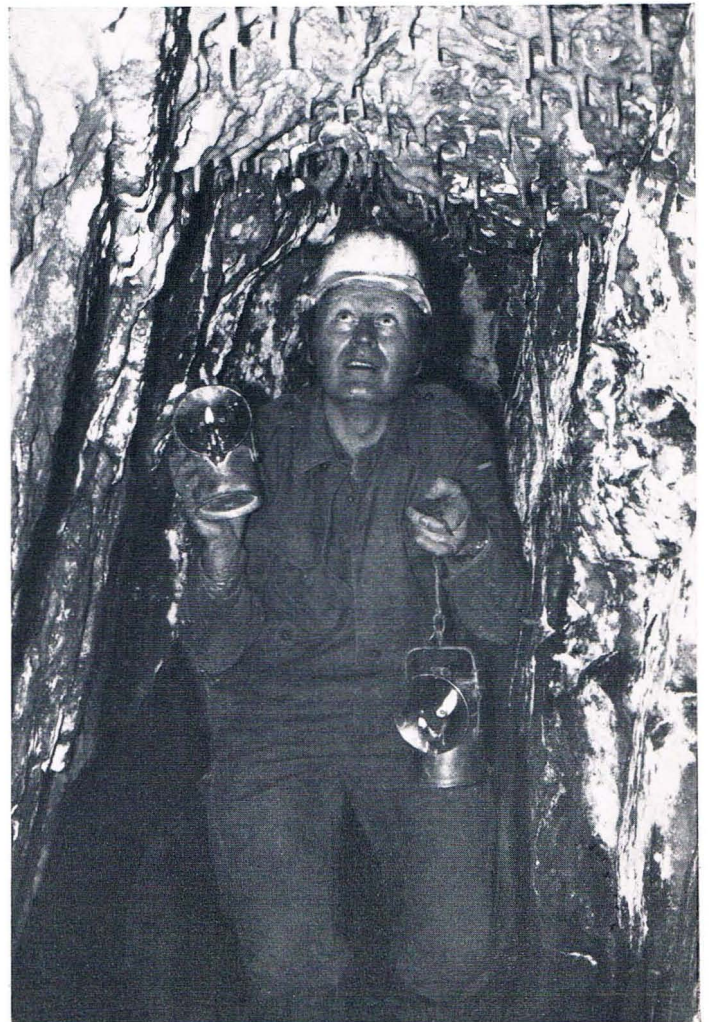
Abends trafen wir uns dann wieder in einem gemütlichen Gasthaus Neubulachs, um bei „neuem Wein“, oder auch etwas „Besserem“, die Erlebnisse des Tages auszutauschen.

Nachdem am Sonntagmorgen kurz vor Abfahrt des Busses noch schnell der Fleischer seinen Laden öffnete, um Gelegenheit zum Kauf eines Stückes vom berühmten „Schwarzwälder Schinken“ zu geben, ging es auf den Heimweg.

Das Gestein wird gründlich geprüft!



J. Hartleben als Vorhut im knietiefen Wasser des Marien-Stollens





... und das sind die Folgen!

Große Aufregung herrschte jedoch schon nach den ersten 100 m Fahrtstrecke, weil „die kleine schwarze Tasche“ fehlte. Unter fröhlichem Gelächter drehte der Bus noch eine „Ehrenrunde“. Doch alle Aufregung war für die Katz, denn die Tasche fand sich im Kofferraum wieder.

Die Fahrt führte durch das schöne Nagoldtal zum Kloster Hirsau, dessen Besichtigung auch Kulturbanausen beeindrucken kann. Wenn sich auch das Wetter zusehends verschlechterte, nahm doch jeder die Gelegenheit wahr, hier auf engstem Raum die großen Baustilepochen, wie Romanik, Gotik und Renaissance, einträchtig vereint, zu besichtigen. Auch dem Fotofreund boten sich in dieser romantischen Klosterruine herrliche Motive.

Zur zweistündigen Mittagspause hielt der Bus direkt am Heidelberger Schloß, wo jeder nach Belieben seine Zeit verbringen konnte. Der letzte Teil der Rückfahrt verlief trotz stetiger Verkehrsstau-Warnungen recht glimpflich und nachdem wir noch einmal zum Abendessen Halt gemacht hatten, kamen wir schließlich gegen 21 Uhr zwar müde, aber um viele interessante Eindrücke reicher, wieder in Hannover an.

„Herzlichen Dank, Dr. Schiel, für diese schöne Exkursion!“

DIE RENTE

Zur Zeit ist das Thema „Rente“ hochaktuell. Es vergeht wohl kaum ein Tag an dem nicht in der Presse oder in den Medien über die Rente geschrieben oder gesprochen wird. Hierfür gibt es natürlich nicht nur sachliche Gründe, auch die hohe Politik spielt hierbei eine gewisse Rolle.

Die Rentner und solche, die es werden wollen, sind in den letzten Monaten also ziemlich verunsichert worden. Sicherlich ist die Situation der Rentenversicherung durch die Depression in den vorletzten beiden Jahren, durch die hohe Arbeitslosigkeit (fehlende Beiträge) usw. in eine z. Zt. ungünstige Lage gerutscht wie die Graphik in Figur 1 zeigt:

Das bedeutet aber keinesfalls, daß die Rentner um ihr monatliches Ruhegeld fürchten müßten, denn erstens hat die Rentenversicherung ein Rücklagepolster von 40 Milliarden DM, das angezapft werden kann, und zweitens ist der Bund gesetzlich verpflichtet, etwa fehlende Mittel zuzuschießen.

Wahrscheinlich wird in Zukunft unser Rentensystem etwas geändert werden, um die ungünstige Entwicklung abzufangen. Das könnte bedeuten, daß die Renten nicht mehr in dem gleichen Tempo steigen wie bisher, aber eine Kürzung wird nach allen Informationen, die bisher vorliegen, garantiert nicht eintreten.

Wie günstig die bisherige Entwicklung für die Rentner gelaufen ist, zeigen wir anhand unserer Graphik in Figur 2:

Der „Verband Deutscher Rentenversicherungsträger“ gibt die Durchschnitt-Altersrente für Angestellte zu Mitte 1976 mit DM 1015,— an. Wir haben mittels der jährlichen An-

passungsprozente diese Rente um **15 Jahre** zurückverfolgt und sind dabei für das Jahr 1960 auf die „Ausgangsrente“ von DM 283,— pro Monat gekommen, mit anderen Worten, die Ruhebezüge der Angestellten, die im Jahre 1960 DM 283,— betragen und die damals mit 65 Jahren „in Rente“ gegangen waren, betragen heute DM 1015,—, das bedeutet **eine Steigerung um über das dreieinhalbfache**. Die in dem Zeitraum von 15 Jahren erfolgte Geldentwertung konnte diese Steigerung zwar zum Teil beeinträchtigen, aber die Rentner sind mit der bisherigen Entwicklung wohl recht zufrieden.

Voraussetzung für das Erreichen der **optimalen Rente** ist nach wie vor der **Nachweis der für die Rente bedeutsamen Zeiten**.

Die Versicherungszeiten setzen sich bekanntlich zusammen aus:

Beitragszeiten

Beitragszeiten sind alle Monate, für die Beiträge entrichtet wurden.

Ersatzzeiten

Ersatzzeiten sind: Militärdienst vor 1946, Kriegsdienst, Zeiten der Verschleppung, Internierung, Vertreibung oder Flucht mit unmittelbar anschließender Krankheit und Arbeitslosigkeit, Wehrdienst und Zivildienst.

Ausfallzeiten

Ausfallzeiten sind ein Teil der Schulbildung und anschließendes Studium, wenn es abgeschlossen wurde, außerdem Zeiten einer längeren Krankheit, wenn aus irgendwelchen Gründen keine Beiträge gezahlt werden konnten.

Neuere Bestimmungen

Keine Beitragsmarken mehr

Ab 1. Januar 1977 gibt es keine Beitragsmarken und keine Beitragsklassen mehr. An ihre Stelle treten stufenlose Monatsbeiträge zwischen mindestens DM 18,- und höchstens DM 612,-.

Freiwillig Versicherte können die Höhe und Anzahl der Monatsbeiträge selbst bestimmen. Pflichtversicherte zahlen künftig 18% ihres Bruttoarbeitseinkommens aber höchstens DM 612,- (abzüglich dem 50%-Anteil des Arbeitgebers) von ihrem Konto an die Versicherungsanstalt.

Rentnerausweis

Die Mitteilung über die Rentenanpassung gilt zusammen mit dem Personalausweis seit 1976 als Nachweis für die Rentneigenschaft bei der Beanspruchung von Vergünstigungen (Verbilligung der öffentlichen Verkehrsmittel usw.). Auf der unteren Hälfte des Rentenbescheides ist der Rentenbetrag eingetragen. Der Rentner kann diese untere Hälfte nach hinten umschlagen und dadurch vermeiden, daß allzu Neugierige über seine finanziellen Verhältnisse Kenntnis erlangen.

Rentenzahlungen ins Ausland

Die gesetzliche Rentenversicherung zahlt aufgrund von Sozialversicherungsabkommen und sonstigen gesetzlichen Vorschriften laufend Renten ins Ausland. Bei den Empfängern handelt es sich sowohl um Deutsche, die ihren Wohnsitz im Ausland genommen haben, als auch um Ausländer, die Versicherungszeiten in Deutschland zurückgelegt haben. Im Geschäftsjahr 1975 wurden von den Trägern der Rentenversicherungen der Arbeiter und der Angestellten und von der knappschaftlichen Rentenversicherung insgesamt Renten im Betrag von rund 1150 Millionen DM ins Ausland überwiesen.

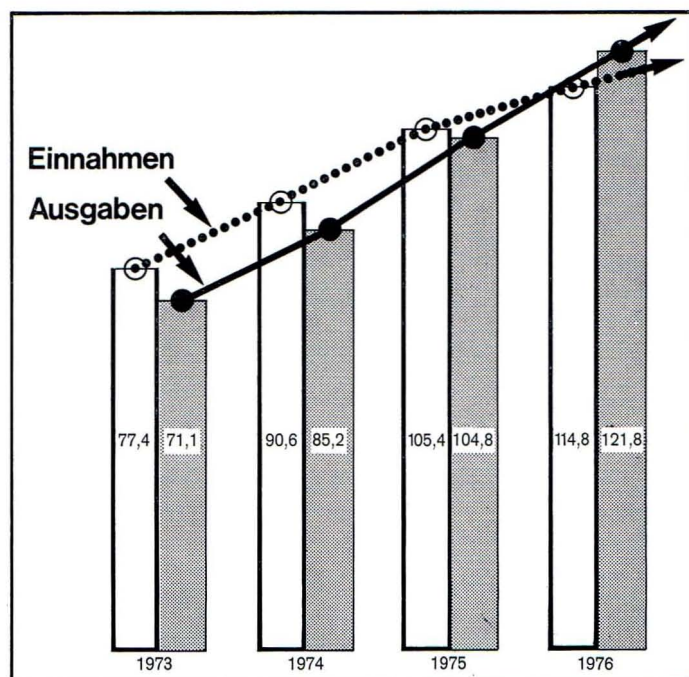


Fig. 1 Die finanzielle Situation der Rentenversicherungsträger in Milliarden DM

Altersrentner dürfen mehr hinzuverdienen

Nach wie vor gilt: Bezieher des „normalen Altersruhegeldes“ wegen **Vollendung des 65. Lebensjahres** dürfen ohne Zeit- oder Einkommensbegrenzung eine Berufstätigkeit ausüben, ohne damit ihren Rentenanspruch zu schmälern oder gar zu verlieren.

Bezieher des „flexiblen Altersruhegeldes“ nach Vollendung des 63. Lebensjahres durften 1976 monatlich DM 930,- ab 1977 aber DM 1020,- hinzuverdienen ohne ihrer Rente zu schaden.

Ab 59 Jahren: Rentenauskunft

Jeder Bundesbürger, der 59 Jahre oder älter ist, kann seit Beginn dieses Jahres bei seiner Rentenversicherung die voraussichtliche Höhe seiner späteren Rente ausrechnen lassen. Diese neue Informationsmöglichkeit ist vor allem für jene wichtig, die vorzeitig in Ruhestand gehen wollen und die flexible Altersrente in Anspruch nehmen.

Versorgungsausgleich

Ab 1. Juli 1977 wird gelten: Bei einer Ehescheidung werden die während der Ehe erworbenen Anrechte auf eine Altersversorgung rechnerisch gleichmäßig aufgeteilt, so daß auch der nicht erwerbstätige Ehegatte eine eigene – von der Versorgung des anderen Ehegatten unabhängige – Versorgung erwirbt. Die Höhe der Versorgung wird von den Familiengerichten festgesetzt. Soweit es sich um Rentenversicherungen handelt, müssen die Rentenversicherungsanstalten eingeschaltet werden. Dadurch werden die Anstalten ab Mitte nächsten Jahres umfangreiche zusätzliche Aufgaben zu bewältigen haben. Die jetzt für die Rentenberechnung durch die Anstalten übliche Zeit von drei Monaten dürfte sich damit zunächst wieder wesentlich verlängern, da in der Bundesrepublik alljährlich mit 150 000 Scheidungen zu rechnen ist. Der neugebackene Rentner wird sich also länger gedulden müssen, um die Höhe seiner Rente zu erfahren, wenn er sie nicht selbst berechnet, was keinesfalls so schwierig ist:

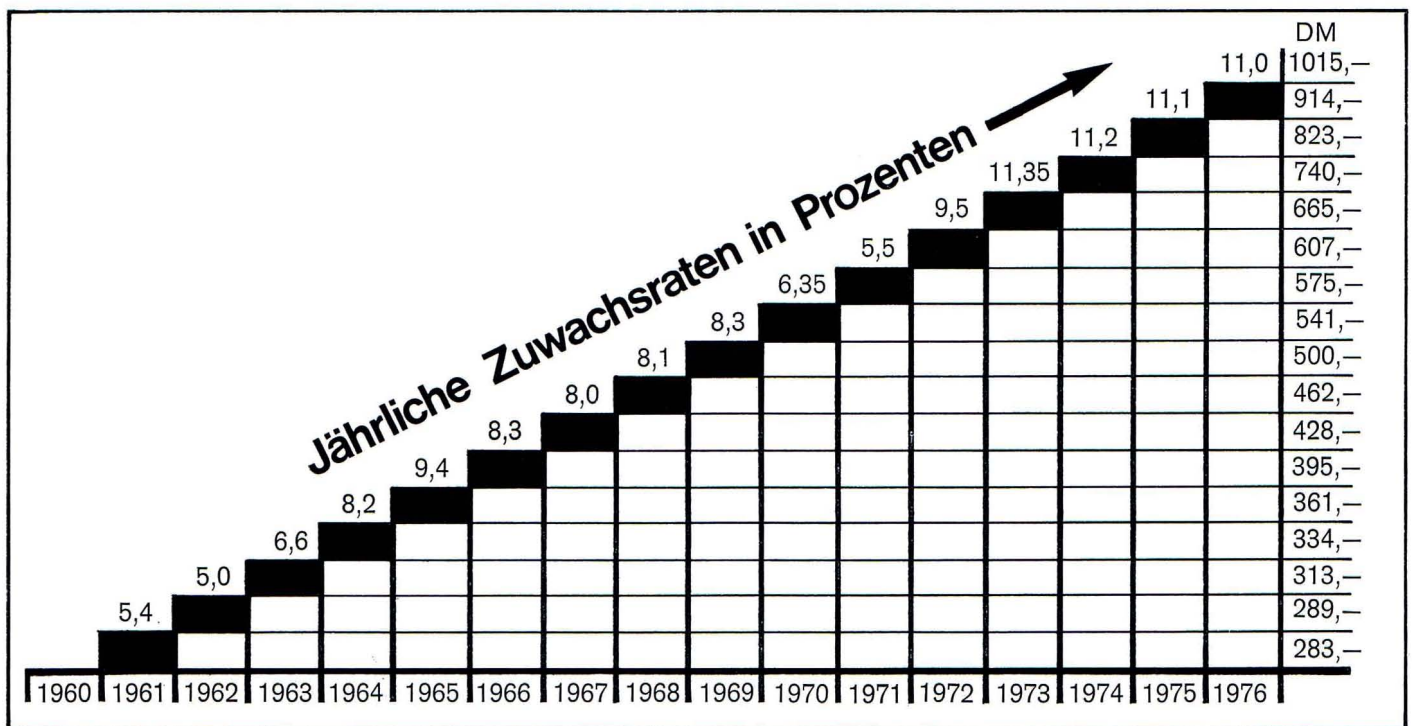
Rentenberechnung keine Geheimwissenschaft

Die Höhe einer Rente wird von vier Faktoren bestimmt:

- der persönlichen Bemessungsgrundlage
- der allgemeinen Bemessungsgrundlage
- der Zahl der anrechnungsfähigen Versicherungsjahre, und
- dem Steigerungssatz für jedes anrechnungsfähige Versicherungsjahr.

Persönliche Bemessungsgrundlage

Sie wird festgestellt, indem das Einkommen des Versicherten bis zur jeweiligen Beitragsbemessungsgrenze (1977 monatlich 3400 DM) für jedes Jahr, in dem er versichert war, mit dem Durchschnittseinkommen aller Versicherten in jedem Jahr verglichen wird. Dann wird der Einkommensdurchschnitt des ganzen Arbeitslebens ermittelt. Hat ein Versicherter beispielsweise während der Zeiten, für die er Beiträge gezahlt hat, im Schnitt 120% des Durchschnitts aller Versicherten verdient, dann liegt seine persönliche Bemessungsgrundlage bei 120% der allgemeinen Bemessungsgrundlage, die für das Jahr des Rentenbeginns gilt.



▲ **Fig. 2 Wer im Jahre 1960 eine Altersrente von DM 283,— bezog, erhält heute aufgrund der Rentendynamik eine Rente von DM 1015,—, das ist eine Steigerung von mehr als das dreieinhalbfache.**

Allgemeine Bemessungsgrundlage

Die allgemeine Bemessungsgrundlage stellt sicher, daß die Lohn- und Gehaltsentwicklung in der Vergangenheit dem Rentner von Anfang an zugute kommt. Errechnet wird sie als Durchschnittsverdienst aller Versicherten während eines Zeitraumes von drei Jahren, und zwar der drei Jahre vor dem Kalenderjahr, das dem Rentenbeginn vorausgeht.

Für die Altersrenten, die 1976 fällig werden, legt die Rentenversicherung demnach die Durchschnittseinkommen der Versicherten in den Jahren 1972 bis 1974 zugrunde. Diese Durchschnittsverdienste betragen 16 335, 18 295 und 20 381 DM. Der Schnitt daraus ist die allgemeine Bemessungsgrundlage für 1976. Er liegt also bei 18 337 DM (1977: 20 161 DM).

Anrechnungsfähige Versicherungsjahre Steigerungssatz pro Jahr

Für jedes anrechnungsfähige Versicherungsjahr steigt das zu berechnende Altersruhegeld in der Arbeiter- und Angestelltenversicherung um 1,5% pro Jahr.

Anhand der genannten vier Faktoren läßt sich jede Rente genau berechnen. Hier ein Beispiel für ein Altersruhegeld, das im Jahre 1976 erstmals gewährt wurde:

1. Allgemeine Bemessungsgrundlage für 1976: DM 18 337,00
2. Persönliche Bemessungsgrundlage: DM 22 004,40 (120% der allg. Bemessungsgrundlage)
3. Steigerungssatz pro Jahr: 1,5%
4. Anrechnungsfähige Versicherungsjahre: 40

Ausrechnung:
 $40 \times 1,5\% = 60\%$ von 22 004,40 = Jahresrente: DM 13 202,64

Monatsrente: DM 1 100,30

So einfach war das. Ein Grund, sich durch ein bißchen Rechenarbeit ständig auf dem laufenden zu halten.

R. K.

Mitdenken lohnt sich

Der gemeinsame Bewertungsausschuß der Gesellschaften PRAKLA-SEISMOS und PRAKLA-SEISMOS Geomechanik hat in seiner Sitzung am 2. Dezember 1976 folgende Prämien festgelegt:

Erfindungen:	DM 1 800,—
Verbesserungsvorschläge:	DM 6 250,—
Vorträge:	DM 4 500,—
Veröffentlichungen:	DM 750,—
Schriften:	DM 100,—
Gesamtbetrag:	DM 13 400,—

Die Namen der Prämienempfänger wurden mit dem Grund für die Verleihung in einem betriebsinternen Schreiben veröffentlicht.

Kennen Sie Schwanden?

Ergebnis der Fragebogenaktion des Betriebsrats

Die in der PRAKLA-SEISMOS-Zentrale, den Außenbetrieben sowie bei der PRAKLA-SEISMOS Geomechanik durchgeführte Umfrage hatte ein erfreulich starkes Echo. 37,5 % der verteilten Fragebogen kamen zurück.

Aufgrund des ziemlich ausführlichen Fragebogens waren die Antworten so unterschiedlich, daß ihre Zusammenfassung in acht Gruppen notwendig erschien:

1. 7% der Einsender kannten Schwanden nicht und hielten das Heim für nicht sinnvoll.
2. 4,5% kannten Schwanden ebenfalls nicht, nahmen aber nicht weiter Stellung.
3. 1% hält das Heim, aus eigener Anschauung im Urlaub, für nicht sinnvoll.
4. 29% würden ihren Urlaub wieder dort verbringen.
5. 20% wären interessiert.
6. 2,5% kannten Schwanden, ohne dort Urlaub gemacht zu haben und wären ebenfalls interessiert.
7. 5% haben einmal oder mehrmals in Schwanden Urlaub gemacht und möchten woanders hin.
8. 31% kennen Schwanden nicht, halten das Heim aber für sinnvoll, obwohl kein eigenes Interesse vorliegt (Hauptargument: Wir fahren lieber an die See).

Die weitaus überwiegende Zahl aller Antworten, nämlich 87,5%, steht also dem PRAKLA-SEISMOS-Ferienheim positiv gegenüber, sowohl als Einrichtung unserer Gesellschaft als auch seiner in mehr als zwanzig Jahren bewährten Form.

Allerdings scheint aber das Resultat aus diesem Ergebnis, nämlich:

$$29\% + 20\% + 2,5\% = 51,5\% \text{ Interessenten,}$$

den Tatsachen nicht zu entsprechen, denn das zeigt die schwache Belegung der Zimmer vor allem während der Zeiten außerhalb der Schulferien; sie brachte unser Ferienheim in den letzten Jahren in die roten Zahlen.

Folgende hauptsächliche Gesichtspunkte konnten wir aus unserer Fragebogenaktion zusammenfassen:

1. Ruhige Lage des Ferienheims.
2. Gute Betreuung und Verpflegung.
3. Angenehme Atmosphäre.
4. Günstige Lage für schöne Ausflüge.
5. Kinderfreundliches Haus.
6. Preiswert.

Von 139 Mitarbeitern, die bereits in Schwanden Urlaub gemacht haben und dort wieder machen wollen, kam auf die Frage „Wie könnte man Schwanden attraktiver machen?“ 71 mal die Antwort: „Es sollte alles so bleiben, wie es ist.“

Aus den Kritiken und Änderungswünschen der Einsender haben wir uns einen Katalog zusammengestellt, den wir als Grundlage für mögliche Verbesserungen betrachten könnten. Allerdings sind Wünsche dabei, die sich aus finanziellen Gründen sicher nicht realisieren lassen. Die Wünsche betreffen unter anderem:

1. Zusätzliche Duschen.
2. Essenausgabe auch an Sonntagen.
3. Einen Kleinkinder-Spielplatz.
4. Bessere Betten in den Ferienwohnungen.
5. Garagenumbau zum Fitnesscenter.
6. Schwimmbad für Kinder.
7. Sauna.
8. Kommunikationsecke ohne Fernseher.
9. Bessere Geräuschisolierung.
10. Mehr Information über das Heim.
11. Ausflugsvorschläge.
12. Liste mit guten Lokalen in der Nähe des Heims.
13. Zimmervereinbarungen einhalten.
14. Mittagessen auf den Abend verlegen.
15. Preisnachlaß für die Nebensaison.

Vielleicht lassen sich einige dieser Wünsche verwirklichen.

Die ebenfalls als Wunsch geäußerte „Einhaltung der Mittagsruhe“ sowie die „Pflege des Firmeneigentums“ sollte aber eigentlich allen Feriengästen selbstverständlich sein.

Es wurden auch zum Teil unrealistische Wünsche geäußert, die wohl beim besten Willen nicht erfüllt werden können: Zum Beispiel:

1. Verkehrsgünstigere Lage.
2. Getrennte Tischzeiten.
3. Schwächere Belegung während der Schulferien, weil zu laut.
4. Tennisplätze.
5. 2 Haflinger.
6. Ganzjährig benutzbares Schwimmbecken.
7. Größere Zimmer.
8. Internat für Kinder im Ausland eingesetzter Mitarbeiter einrichten.
9. Einmal pro Jahr Pflichturlaub in Schwanden einführen.
10. In Schwanden ein neues Datenzentrum einrichten, um die Rentabilität zu erhöhen.

Es gibt viele Gründe, die unsere Kolleginnen und Kollegen davon abhalten, ihren Urlaub in Schwanden zu verbringen, nicht zuletzt das vielfältige Angebot an attraktiven Urlaubsplätzen in aller Welt. Wir meinen jedoch, daß Schwanden eine echte Alternative zum heutigen Ferienrummel mit all seinen negativen Erscheinungen bietet. Wer einen beschaulichen Urlaub abseits vom Getümmel sucht, oder wer aus gesundheitlichen Gründen ein gemäßigtes Reizklima bevorzugt, der ist in Schwanden bestens und immer noch verhältnismäßig preiswert aufgehoben.

Der Betriebsrat dankt allen, die sich durch ihre Meinungsäußerung an dieser Umfrage beteiligt haben.

J. Hartleben

Unser Betriebssport

Fußball

Das Ziel ist erreicht!

Meisterschaft und Aufstieg errang die Fußballmannschaft der PRAKLA-SEISMOS gleich auf Anhieb bei den Punktspielen der Staffel „E“ des Betriebssportverbandes Hannover.

Der Meisterschaftspokal wurde unserer Mannschaft in den Badenstedter Bierstuben am 23. 10. 76 bei einer Feier überreicht. Und so spielten wir:

-
- 12 Spiele gewonnen**
 - 2 Spiele verloren**
 - 2 Spiele unentschieden**
-

bei einem Torverhältnis von 50 : 18 für unsere Mannschaft. Außer den Punktspielen trugen wir noch neun Freundschaftsspiele aus von denen wir sechs gewannen und drei verloren. Der krönende Abschluß unserer Fußballsaison war eines dieser Freundschaftsspiele. Es fand am 11. 9. 76 auf Einladung der Firma Sloman Neptun Schiffahrts AG in Bremen statt und wir konnten 3 : 1 gewinnen. Zur Erinnerung an diese Begegnung erhielten wir eine Medaille und einen Wimpel, die wir zusammen mit dem gewonnenen Pokal aus den Punktspielen unseren Mitarbeitern im Bild vorstellen. Im Anschluß an das Spiel lud uns Sloman Neptun zu einem ausgezeichneten Mittagessen ein. Bei dem folgenden gemütlichen Beisammensein brauchte keiner zu verdursten. Der Beweis: unser Busfahrer mußte auf dem Rückweg einige Stops einlegen. Wir freuen uns auf ein Wiedersehen mit der Betriebsmannschaft der Sloman Neptun Schiffahrts AG im nächsten Jahr hier in Hannover.

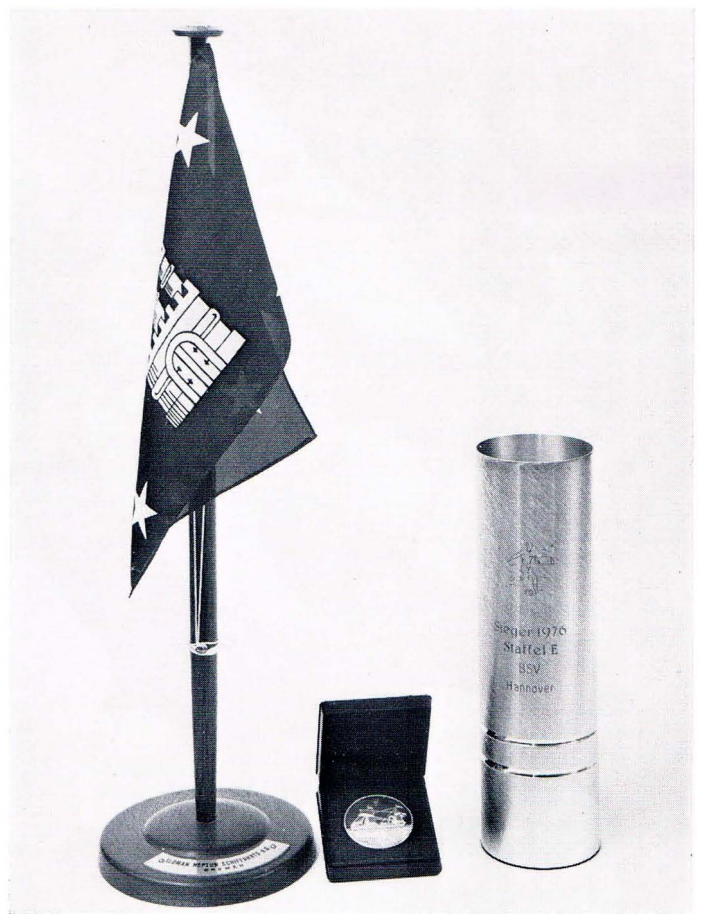
von links oben:

Fleige, Göbbels, Jopp, Drauschke, Lindner, Kräge, Neureiter, Lang, Schweinecke

unten:

Fuhlrott, Rieke, Prinz, Häveker, Wischhöfer, Düppers

Außerdem gehören zur Mannschaft (nicht auf dem Foto) Flörchinger, Mouteira, Ristow, Weber, J., Kügler, Bendixen, Skoruppa.



Die Siegestrophäen

Wir haben in diesem Jahr also recht gut gespielt und damit viel Freude gehabt. Wir haben aber auch Sorgen, und zwar Nachwuchssorgen. Es wäre sehr schön, wenn sich weitere Mitarbeiter von PRAKLA-SEISMOS unserer Betriebs-Fußballmannschaft anschließen würden. Kommt zu uns, Sportskameraden, es macht ja soviel Spaß, und ist außerdem gesund!

U. Lang
Mannschaftsführer



