

PRAKLA-SEISMOS  
**Report**

**3**  

---

**75**



## »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.

Körner H.-J.

**(P) Energy response functions from reflection seismic data**  
44. SEG-Tagung, Dallas/Texas, 1974, Seite 1-10

Ristow D., Jurczyk D.

**(S) Vibroseis-Deconvolution**  
35. EAEG-Tagung, Brighton, 1973, Seite 1-10

### Neue Prospekte:

„Data Processing – Supplement No. 1“  
(28 Seiten, Okt. 1974)

„Geophysical Research Vessels PROSPEKTA and EXPLORA“  
(8 Seiten, Juni 1975)

Am 17. August d. J. hat **Prof. Dr. Th. Krey** sein 65. Lebensjahr vollendet.

Am 3. Oktober d. J. beging **Dr. Rolf Garber** sein 25jähriges Dienstjubiläum.

Beide Ereignisse wurden in einer Vortragsveranstaltung, in der Dr. Erlinghagen das Thema: „12 Jahre VIBROSEIS bei PRAKLA-SEISMOS, Technische Entwicklung und Anwendung“ behandelte, gewürdigt.

Wir werden in der nächsten Ausgabe 4/75 unserer Zeitschrift über diese Veranstaltung berichten.

Inhalt	Seite	Titelseite:	
Präpermexploration in NW-Deutschland	3	Rückseite:	Unser VVCA-Vibrator-System (siehe Beitrag, 2. Teil, Seite 11)
VVCA-Vibrator-System, 2. Teil	11		Der Hafen von Bergen/Norwegen (Tagungsort der EAEG-Tagung 1975), aufgenommen bei Mitternachtssonne, Foto: D. Schulze
Seismic Stripping	15		
Zickzack-Profiltrassen	16		
Profilbearbeitung mit SSP-11-System in Bergen	17		
37. EAEG-Tagung, 1975, Bergen	18		
Unser Verkaufsprogramm	20		

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

# Präpermexploration in NW-Deutschland

Th. Krey

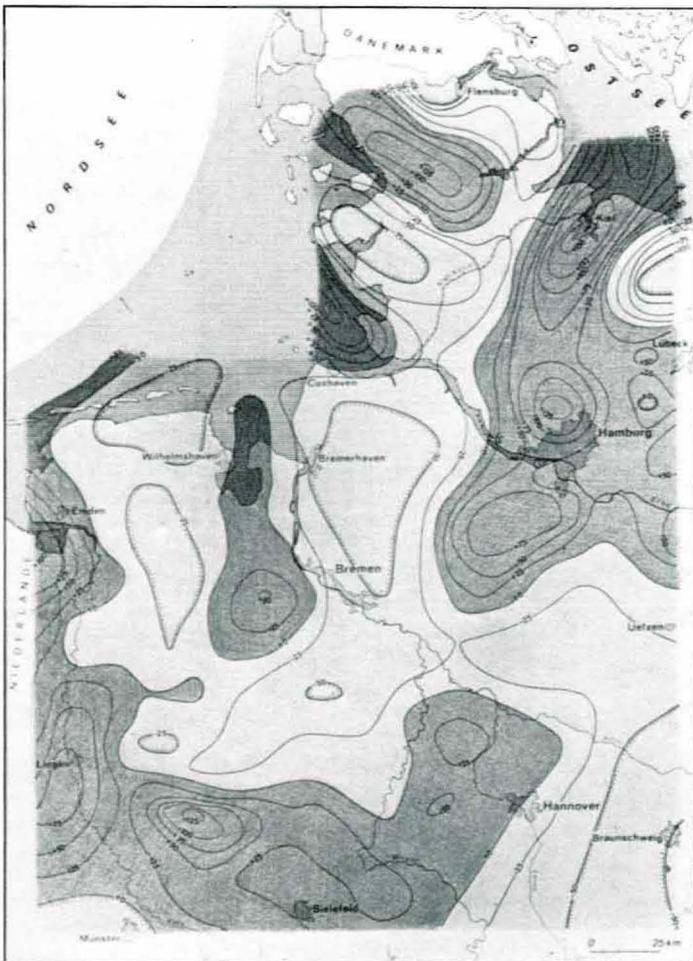
Prof. Dr. Th. Krey hat auf Einladung der DGMK im Juni 1975 im BGR ausführlich über die Probleme gesprochen, die bei der Anwendung der geophysikalischen Methoden in der Präpermexploration auftreten. Welch großen Anteil die Refraktions- und Reflexionsseismik an diesen Untersuchungen bisher hatten, ist unseren Mitarbeitern mehr oder weniger bekannt. Daß aber auch die nichtseismischen Methoden wertvolle Hinweise bei der Präpermexploration geben können, wurde von Krey ebenfalls erörtert.

Da das behandelte Thema seit dem Ausbruch der Energiekrise vor etwa zwei Jahren besonders aktuell ist, soll in einer gekürzten aber auch z. T. etwas erweiterten Fassung des Vortrages beschrieben werden, was die Angewandte Geophysik bereits geleistet hat und was möglicherweise in Zukunft von ihr erwartet werden kann.

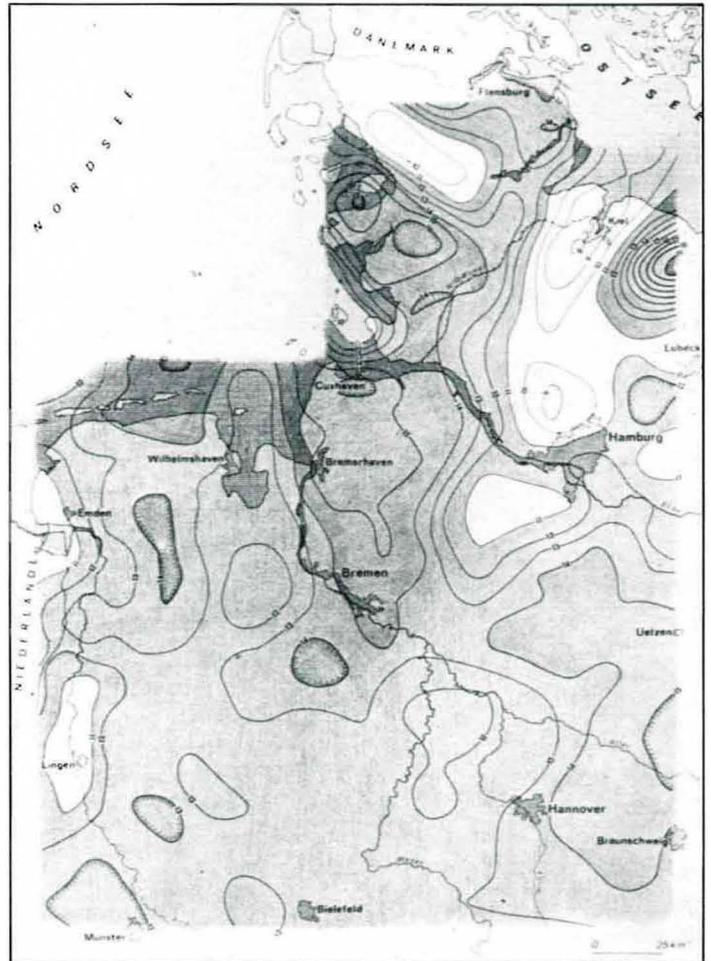
## Exploration of the Pre-Permian in NW-Germany

Invited by DGMK, the German Society for Oil Research and Coal Chemistry, Prof. Dr. Th. Krey presented a paper in the premises of BGR, the Federal Institute for Geosciences and Mineral Resources in W-Germany, in June 1975. The topic was the problems which occur when applying geophysical methods in the exploration of the Pre-Permian. It is more or less well known to our German friends, how much effort has been invested quite recently in applying refraction- and reflection seismics to the goal mentioned. But Prof. Krey also commented on the chances of non-seismic methods in assisting in the Pre-Permian exploration.

As the topic in question is of special interest since the outbreak of the energy crisis about 2 years ago, we shall describe — in a shortened, but also partly extended version of the paper — what has been achieved by applied geophysics and what can probably be expected in the future.



**Fig. 1**  
Anomalien der magnetischen Totalintensität in N-Deutschland  
Anomalies of the magnetic total intensity in N-Germany



**Fig. 2**  
Tiefenlinien eines Modells der Oberfläche des magnetischen Kristallin-Basement in N-Deutschland  
Depth contour lines of the surface of a model of the magnetic crystalline basement in N-Germany

## Magnetik

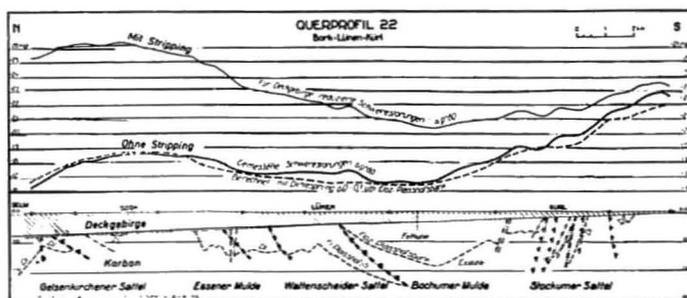
Die Magnetik ist die älteste geophysikalische Methode und bei Tiefenaufschlüssen wohl die unter den nichtseismischen Methoden wichtigste. Für die Kohlenwasserstoffexploration wird heute ausschließlich aus der Luft gemessen (Aero-Magnetik). Die Auswertung der Meßwerte ergibt Maximaltiefen für die Sedimentbasis.

Die früheren magnetischen Messungen der „Reichsaufnahme“ auf der Erdoberfläche sind für die Tiefenberechnungen nicht sehr geeignet, da der Meßpunktabstand sehr groß war und die zivilisatorischen Einflüsse oft sehr störend waren.

Die Berechnungen zur Deutung der inzwischen erfolgten aeromagnetischen Vermessung der ganzen Bundesrepublik ist noch im Fluß. Sie wird vom NLFb und teilweise von Erdölgesellschaften durchgeführt. Bei der Vermessung mußte ein 10–30 km breiter Streifen an der Grenze zur DDR (der auch die übertiefe Bohrung Velpke-Asse Devon 1 enthält) und an der Grenze zur Tschechoslowakei ausgespart werden. Vorläufige Tiefenberechnungen von Hahn (BGR) haben Werte von meist 8 bis 12 km für das magnetische Basement ergeben. Die Isogammen und die Tiefenwerte des Basement sind in den Figuren 1 und 2 abgebildet.

## Gravimetrie

Auch die Gravimetrie könnte für NW-Deutschland als Tiefenaufschlußmethode in Frage kommen. Große Aufwölbungen müßten sich im allgemeinen im Schwerebild widerspiegeln, obwohl sehr tiefe Sedimente z. T. größere Dichten haben können als die Kristallingesteine. Voraussetzung für eine brauchbare Bewertung der Ergebnisse wäre allerdings das Wegrechnen (Stripping, nach Sigmund Hammer) der Postpermischen Schichten mit ihren sehr großen Dichteunterschieden (Salzstöcke!). Hierfür sind genaue Dichtewerte erforderlich, die sich durch Messungen in situ in Tiefbohrungen durch Gamma-Gamma-Logs oder mit dem Bohrlochgravimeter erreichen ließen. Für alle älteren Bohrungen gibt es derartige Messungen leider nicht.



**Fig. 3**  
**Schleusener:**  
**Gravimetrisches Stripping im Ruhrkarbon**  
**Gravity stripping in the Ruhr-Carboniferous**

Gravimetrische Strippingberechnungen hat übrigens Schleusener bereits vor vielen Jahren im Ruhrkarbon mit Erfolg ausgeführt wie die Figur 3 zeigt. Offenbar kommen die Sättel und Mulden der varistischen Faltung durchaus zum Ausdruck. Mit den Schweremeßwerten der Reichsaufnahme in ganz NW-Deutschland derartige Berechnungen versuchen zu wollen, um das tiefe Paläozoikum zu

## Magnetics

Magnetics is the oldest geophysical method and, for deep exploration purposes, the most important among the non-seismic methods. Today, magnetic surveys for hydrocarbon exploration are only carried out from the air (aeromagnetics). The interpretation of the recorded anomalies yields maximum depth values for the sedimentary basins. The former magnetic surveys of the "Reichsaufnahme" carried out on the earth's surface between world wars I and II are not very suitable for depth calculations, because the observation-point spacing was very large and the influences of civilisation were often very disturbing.

The computations needed for the interpretation of the aeromagnetic survey of the entire Federal Republic of Germany, which was since carried out is still under progress. The Government Institute NLFb and various oil companies are engaged in this work. During the survey a strip of 10 to 30 km width had to be omitted at the border with East Germany and Czechoslovakia (in this omitted area, the deep well Velpke-Asse Devon 1 is situated). Preliminary depth calculations by Hahn (BGR) yielded values of mostly 8 to 12 km for the magnetic basement. The isogams and depth values of the basement are shown in figures 1 and 2.

## Gravity

Gravity could also be a potential exploration method. Large structural uplifts should, in general, appear in the gravity map, although very deep sediments can sometimes have higher densities than crystalline rocks. However, supposition for an efficient evaluation of the results would be the stripping of the Post-Permian layers with their large density contrasts (salt domes!) according to Sigmund Hammer. For this purpose, exact density values are necessary, which can be obtained by gamma gamma logs in deep wells or by the borehole gravimeter. However, for all older boreholes such surveys do not exist, unfortunately.

Gravity stripping corrections had been successfully applied by Schleusener several decades ago in the Ruhr-Carboniferous area, as shown in figure 3. Obviously, the anticlines and synclines of the varistic folding appear pretty well. However, it would be vain to try such computations in all of NW-Germany in order to find deep palaeozoic structuring with the data of the "Reichsaufnahme" carried out before the end of world war II. The accuracy of the gravimeters available at that time was hardly sufficient.

## Electric Surveys

The technical effort would be too great for the depths in question, and the accuracy of the survey values would be too much impaired by dense industrialisation.

## Magnetotellurik and Earthmagnetic Deep Soundings

The technical effort is smaller than for resistance surveys, but here too, industrialisation impairs the method. Tests are being carried out to eliminate or to avoid these influences.

erfassen, wäre allerdings müßig. Die Genauigkeit der seinerzeit zur Verfügung stehenden Gravimeter war dazu kaum ausreichend.

## Elektrische Messungen

Der technische Aufwand wäre bei den in Frage kommenden Tiefen zu groß und die Genauigkeit der Meßwerte zu stark durch die dichte Industrialisierung negativ beeinflusst.

## Magnetotellurik und erdmagnetische Tiefensondierungen

Der technische Aufwand ist geringer als bei den Widerstandsmessungen, aber auch hier stört die Industrialisierung; Versuche, ihre Einflüsse zu eliminieren oder zu vermeiden sind im Gange.

# Seismik

Die Seismik ist für die Kohlenwasserstoffexploration seit langem die wichtigste geophysikalische Methode.

Die Reflexionsseismik hat bekanntlich seit etwa 1960 durch die Magnetband- und Digitaltechnik stürmische Fortschritte gemacht, insbesondere wurde durch die Einführung der Mehrfachüberdeckung die Erfassung der tiefen Trias und des Zechsteins wesentlich verbessert. Aber bereits knapp unter der Zechsteinbasis – im Rotliegenden – blieb das, was die Reflexionsseismik im allgemeinen mit vertretbarem Aufwand liefern konnte, hinter den Erwartungen zurück. Nur im Verbreitungsgebiet mächtiger Rotliegendesalze (z. B. in Schleswig-Holstein) war es möglich, die Rotliegendesalinärbasis reflexionsseismisch kontinuierlich zu verfolgen.

In den 60er Jahren bestand ein lebhaftes Interesse daran, Informationen über die Mächtigkeit des flözführenden Karbon zu erhalten, und zwar im Zusammenhang mit der Theorie von Patijn, wonach das Gas im Buntsandstein, im Zechstein und im Rotliegenden aus der Inkohlung der Flöze im Oberkarbon stammt.

## Refraktionsseismik

Es war bekannt, daß das flözführende Karbon eine geringere Geschwindigkeit hat als die dichten Kalke und das Kristallin, die in größerer Tiefe zu erwarten waren. Es kam daher zu einer Reihe von refraktionsseismischen Meß-

# Seismics

For a long time seismics has been the most important geophysical method in hydrocarbon exploration. Since about 1960, reflection seismics underwent big steps of development by the introduction of magnetic-tape- and digital techniques. Especially by introducing multiple coverage, reflections from the Lower Triassic and Zechstein could be improved considerably. But already right below the Base of Zechstein – in the Rotliegend – the results remained unsatisfactory with the technical and financial efforts made at that time. Only where thick Rotliegend salt occurs (for example in Schleswig-Holstein) was it possible to pick the base of this salt layer continuously in the record sections.

In the sixties arose a vivid interest in gaining information on the thickness of the Carboniferous layers, in connection with the theory of Patijn, which says that the gas encountered in the Bunter, Zechstein and Rotliegend originates from the coal seams of this geological formation.

## Refraction Seismics

It was known that the seismic velocity of the Carboniferous with its coal seams is smaller than that of dense calcareous and crystalline layers, which were to be expected at greater depths. Therefore a series of refraction seismic surveys were carried out between 1960 and 1970.

At first the shot-geophone distances did not exceed 20 to 25 km using second arrivals for interpretation. Soon, however, shot-geophone distances of 40 to 50 km were applied, in some cases even at a distance of 90 km good records could be obtained as shown in figures 4 and 5.

Because of strong ambient noise during daytime, work was carried out mostly at night. By these surveys one to two refraction horizons were obtained below the Zechstein with velocities of 5800 to 6500 m/s. A reliable depth presentation could only be accomplished by taking full account of the depth variations and velocities of the Post-Permian layers. Thus, conditions are similar to the interpretation of corresponding gravity surveys, where gravity stripping becomes necessary. But in contrast to the insufficient knowledge on densities necessary for gravity stripping, the velocities in the Post-Permian needed for the depth presentation of the refraction surveys are known much better, because velocity surveys have been carried out in all isolated exploration wells and many

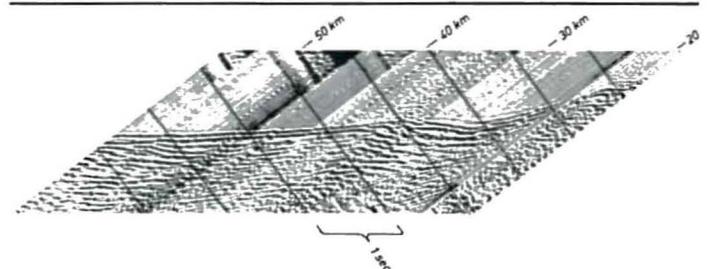
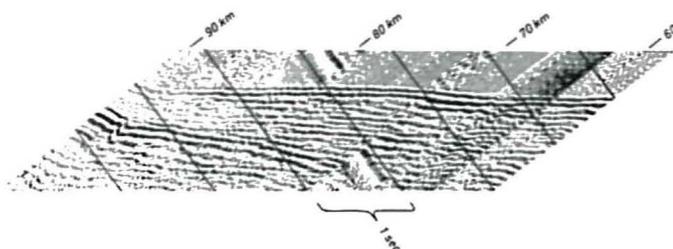


Fig. 4

Refraktionslinien mit sehr großen  
Schußpunkt-Geophon-Entfernungen

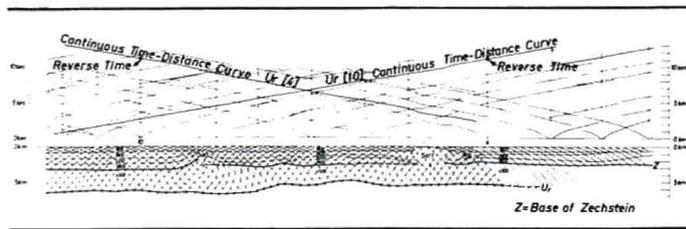
Fig. 5

Refraction Lines with very great  
shotpoint-geophone distances

kampagnen, die ungefähr in den Jahren 1960 bis 1970 durchgeführt wurden.

Zunächst versuchte man, durch die Auswertung von zweiten Einsätzen mit Schußpunkt-Geophon-Entfernungen von 20 bis 25 km auszukommen. Man ging jedoch bald zu Schußpunkt-Geophon-Entfernungen von 40 bis 50 km über, in Einzelfällen wurde noch bei 90 km Entfernung registriert, wie die Figuren 4 und 5 zeigen.

Wegen der starken Zivilisationsunruhe bei Tage wurde vorwiegend nachts gearbeitet. Mit diesen Messungen wurden unter dem Zechstein ein bis zwei Refraktionshorizonte mit Geschwindigkeiten von 5,8 bis 6,5 km/s erfaßt. Die Tiefendarstellung konnte nur unter voller Berücksichtigung des tektonischen Aufbaues und der Geschwindigkeiten der postpermischen Schichten erfolgen. Insofern ähneln die Verhältnisse den Gegebenheiten bei der Gravimetrie, wo Gravity-Stripping erforderlich wird. Aber im Unterschied zur Problematik der hierfür nötigen Dichtekenntnisse, sind die für die Auswertung der Refraktionsmessungen gebrauchten Geschwindigkeitskenntnisse im Postperm wesentlich besser, da in allen isoliert liegenden Bohrungen Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt wurden, und da auch aus der Fülle der damals vorhandenen Reflexionsmessungen nützliche Geschwindigkeitsinformationen abgeleitet werden konnten. Der tektonische Bau des post-permischen Stockwerkes war ebenfalls aus Bohrungen und Reflexionsseismik genügend bekannt, abgesehen vielleicht von den steilen Salzstockflankenbereichen. Durch Ausnutzung all dieser Kenntnisse konnten nun mit Hilfe der Wellenfrontmethode die Refraktionshorizonte tiefenmäßig dargestellt werden, siehe Figur 6.



**Fig. 6**  
**Darstellung eines tiefen Refraktionshorizontes mit der Wellenfrontmethode**  
**Representation of a deep refraction horizon by the wavefront method**

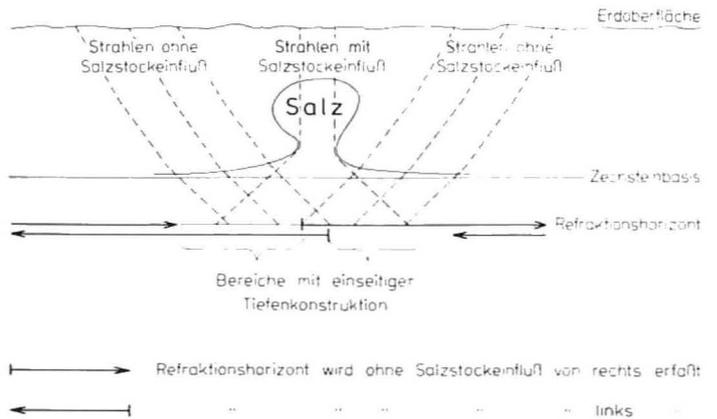
Strahlenwege durch Salzstöcke und steile Salzstockflankenbereiche wurden im allgemeinen nicht für die Tiefenkonstruktion mitherangezogen. Das war möglich, weil jeder Refraktionshorizont durch Schießen und Gegenschießen doppelt erfaßt war, und da für jeden Refraktionspunkt im Untergrund mindestens einer der beiden zugehörigen Strahlenwege frei von schwer zu erfassenden Salzstockeinflüssen ist, wie Figur 7 zeigt. Es handelt sich hierbei um eine Art Analogon zur reflexionsseismischen Unterschießung eines Salzstockes.

Ein etwas schwieriges Problem bei der Auswertung der Refraktionsmessungen bildeten die Geschwindigkeiten zwischen der Zechsteinbasis und den Refraktionshorizonten. In Ermangelung detaillierter Kenntnisse wurde daher eine über weite Bereiche konstante Geschwindigkeit für die Tiefe zwischen Zechsteinbasis und Refraktionshorizont angesetzt. Hierdurch entstanden natürlich Fehlermöglichkeiten bei der Tiefenbestimmung, die jedoch nicht allzu sehr ins Gewicht fallen dürften.

others too. Furthermore the wealth of available reflection surveys provides additional velocity information.

The tectonic structure of the Post-Permian layers was also sufficiently well known from boreholes and reflection seismics, except for the steep salt-dome-flank areas. Applying all this information, the refraction horizons could be converted from time to depth by means of the wavefront method, see figure 6.

In general, raypaths through salt-domes and steep salt-dome-flank areas were not used for depth construction. This was possible, because a double coverage exists for



**Fig. 7**  
**Refraktionsstrahlen in Salzstocknähe**  
**Refraction raypaths near the salt diapir**

each refraction horizon by shooting and reverse shooting, and because – for each refraction point in the subsurface – at least one of the two corresponding raypaths is free of insufficiently known layering in the surroundings of a salt-dome, as shown in figure 7. This is an analogy of the reflection seismic undershooting of a salt-dome.

The velocities between the base of Zechstein and the refraction horizons were a somewhat more difficult problem in the interpretation of the refraction surveys. Therefore, because of the lack of detailed knowledge, a constant velocity was assumed for the interval between base of Zechstein and refraction horizons. This may give rise to depth errors, but they should be of no major importance.

**Geological Interpretation of the Seismic Horizons**

The velocity of about 6000 m/s of the refraction horizons can point to crystalline rocks. But certain compacted sediments with a small pore volume, for example dense calcareous rocks are also possible. The deepest refraction horizon therefore, can only inform us on the minimum depth of the base of sediments, whereas in magnetics maximum values for the sedimentary thicknesses are yielded.

If more than one refraction horizon exists below the Zechstein one has to examine, whether the "lower horizons" originate from multifold arrivals, which are produced by upper horizons. Figure 8 shows the combination of a refraction- and a reflection raypath. Such combined raypaths have been described and indicated in seismic records by Meissner (formerly with PRAKLA, now with University of Kiel). In case the refractor velocity of a

## Geologische Deutung der erfaßten Horizonte

Die in den Refraktionshorizonten erfaßte Geschwindigkeit von etwa 6000 m/s kann auf kristalline Gesteine hinweisen. Es kann sich aber auch um stärker verfestigte Sedimente mit geringem Porenvolumen handeln, zum Beispiel um dichte Kalke. Der tiefste derartige Refraktionshorizont kann also nur einen Hinweis auf die Minimaltiefe der Sedimentbasis geben im Gegensatz zur Magnetik, wo eher Maximalwerte für die Sedimentmächtigkeit gewonnen werden.

Ist mehr als ein Refraktionshorizont unter dem Zechstein vorhanden, muß untersucht werden, ob die tieferen „Horizonte“ nicht in Wahrheit Mehrfacheinsätzen entsprechen, die von höheren Horizonten erzeugt werden. Figur 8 zeigt die Kombination eines Refraktionsstrahlenweges mit dem einer Reflexion. Derartige zusammengesetzte Strahlwege sind von Meissner (früher PRAKLA, jetzt Universität Kiel) beschrieben und nachgewiesen worden. Falls die Refraktorgeschwindigkeit eines zweiten oder späteren Refraktionshorizontes merklich höher als 6200 m/s ist, z. B. 6500 m/s, könnte dieser Horizont bereits in der kristallinen Kruste liegen.

In der Refraktionsseismik braucht die geologische Bedeutung ihrer Horizonte nicht gleichbleibend zu sein, wie Figur 9 zeigt. Bei dieser geologischen Situation kann der vom kristallinen Untergrund der Hochscholle stammende Laufzeitast mit ziemlich glattem Verlauf in den Ast übergehen, der einer dichten Kalkserie der Tiefscholle zuzuschreiben ist.

Mehrdeutigkeiten liegen aber auch in der Reflexionsseismik vor. Die größere Anzahl von Reflexionshorizonten und die bessere Auflösung gibt der Reflexionsmethode allerdings bessere Chancen, Mehrdeutigkeiten zu erkennen. Dafür hat die Refraktionsseismik einen anderen Vorteil: Ein Sprung in einem Refraktionshorizont kann meist eindeutig beurteilt werden, während er in der Reflexionsseismik unter Umständen falsch gesehen wird.

Die Refraktionsseismik hat gegenüber der Reflexionsseismik im Präpermereich aber den weiteren Nachteil, daß die erreichbare Auflösung merklich geringer ist, weil eine Millisekunde Zeitdifferenz in der Refraktionsseismik ein um 30 bis 100% größerer Tiefenunterschied entspricht als in der Reflexionsseismik, in der überdies größere Frequenzen vorherrschen, womit eine genauere Zeitablesung möglich ist. Außerdem verfälschen unerkannte Geschwindigkeitsschwankungen im Bereich zwischen Zechsteinbasis und Refraktor die Refraktionszeiten wesentlich mehr als die Reflexionszeiten.

Da alle bisher besprochenen Methoden Nachteile aufweisen und ihre Resultate nicht voll befriedigten, wandte man sich nach Ausbruch der Energiekrise wieder der Reflexionsseismik zu.

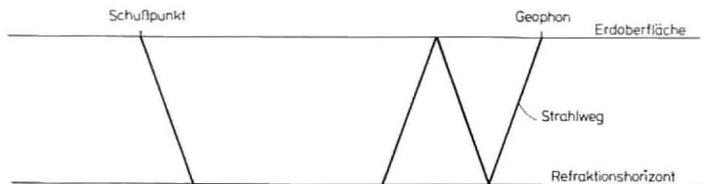
## Reflexionsseismik

Um die in der Reflexionsseismik bisher erreichten Ergebnisse zu verbessern, mußten der meßtechnische Aufwand erhöht, neue Datenverarbeitungsmethoden entwickelt und die Auswertungsmethoden überdacht werden.

Weil die Dichte- und Geschwindigkeitsunterschiede in größeren Tiefen im allgemeinen geringer werden, sind auch die Reflexionskoeffizienten im tiefen Paläozoikum generell kleiner als in den höheren Stockwerken. Daher müssen wir im Zeitbereich des Präperm mit zahlreichen kräftigen

second or later refraction horizon is considerably higher than 6200 m/s, for example 6500 m/s, this horizon could already be situated within the crystalline crust.

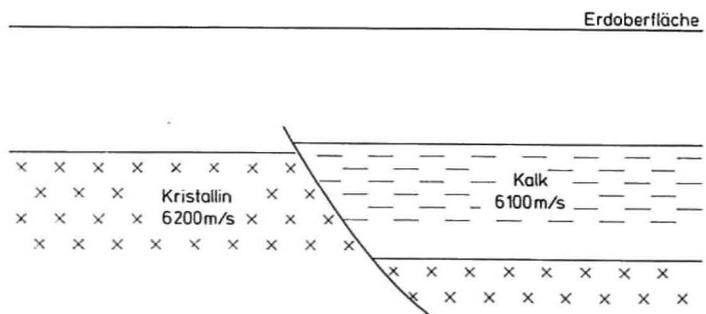
The geological meaning of refraction horizons need not be constant, as shown in figure 9. In this geological case the branch of the time-distance curve originating from the crystalline basement of the upthrown block can pass rather smoothly into that branch, which originates from the



**Fig. 8**  
**Strahlweg eines Mehrfachrefraktionseinsatzes**  
**Combination of a refraction- with a reflection raypath**

dense calcareous series of the downthrown block. However, ambiguities also exist in reflection seismics. But because of the larger number of reflection horizons and the better resolution, the reflection method has better chances for a correct interpretation. On the other hand refraction seismics has another advantage. The throw of a refraction horizon at a fault can mostly be estimated rather clearly, whereas in reflection seismics ambiguities may arise.

Compared to reflection seismics, refraction seismics in the Pre-Permian has a further disadvantage: the resolution



**Fig. 9**  
**Geologische Situation beim Bedeutungswechsel eines Refraktionshorizontes**  
**Geological situation where a refraction horizon can change its stratigraphical meaning**

yielded is considerably smaller. In refraction seismics a time difference of one millisecond corresponds to a 30% to 100% larger depth difference than in reflection seismics, where moreover, higher frequencies are predominant, by which a better time resolution is possible. Besides, unrecognized velocity fluctuations in the range between base of Zechstein and refractor horizon have a much higher influence on refraction times than on reflection times.

As all methods discussed so far show disadvantages, and as their results were not up to expectation, one turned again to reflection seismics after the outbreak of the energy crises.

multiplen Reflexionen rechnen, so daß die gewünschten Primärreflexionen hier nur durch besondere Maßnahmen sichtbar gemacht werden können. Die wichtigste hierfür geeignete Methode ist bekanntlich die Mehrfachüberdeckung. Ihre Wirkung beruht darauf, daß die Reflexionszeit bei multiplen Reflexionen im allgemeinen mit wachsendem Schußpunkt-Geophon-Abstand schneller zunimmt als bei den Primären die von den zeitgleichen Multiplen überlagert werden. Diese Unterschiede in den Reflexionslaufzeitkurven sind aber bei den infrage kommenden Reflexionszeiten von 3 bis 5 s nur dann groß genug, wenn auch die Entfernung zwischen Schußpunkt und Geophon und der Überdeckungsgrad groß genug sind, das heißt, die verschiedenen Strahlenwege, mit denen ein und derselbe Reflexionspunkt im Untergrund erfaßt wird, müssen genügend unterschiedlich und genügend zahlreich sein. In verschiedenen Gegenden NW-Deutschlands, in denen seit Beginn vorigen Jahres reflexionsseismische Messungen mit präpermischen und speziell devonischen Aufschlußzielen ausgeführt worden sind, hat man daher 24- und 48fache Überdeckung angewandt, gegenüber bisher 6- bis 12facher Überdeckung, wobei die Schußpunkt-Geophon-Entfernungen einen Bereich von 0 bis 5 oder sogar bis 6 km überstrichen. Bei 48facher Überdeckung wurden dafür zwei Apparaturen mit je 48 Spuren eingesetzt.

Wegen der „lebhaften“ Salztektonek und der unterschiedlichen alluvialen und diluvialen Ablagerungen auf engem Raum ist in NW-Deutschland der große Schußpunkt-Geophon-Entfernungsbereich noch aus einem anderen Grunde von großem Vorteil, denn gewisse Abschnitte eines tiefen Reflexionshorizontes werden besser durch kleine, andere Abschnitte hingegen durch größere Entfernungen erfaßt. Bei der Datenverarbeitung werden daher auch meist nahe und weite Entfernungsbereiche zunächst getrennt gestapelt.

Beim Stapeln muß bekanntlich dynamisch korrigiert werden. Durch die Erweiterung des Schußpunkt-Geophon-Entfernungsbereiches auf 5 bis 6 km entsteht aber für die Durchführung der dynamischen Korrekturen eine gewisse Schwierigkeit: Die bisher angenommene lineare Beziehung zwischen den Quadraten von Reflexionszeit und Schußpunkt-Geophon-Abstand reicht nun oft nicht mehr aus. Inzwischen wurde aber von unserem Mitarbeiter Houba ein neues Computerprogramm entwickelt, welches das Problem in recht einfacher Weise löst.

Die vor dem Stapeln ebenfalls nötigen statischen Korrekturen sind zeitunabhängige Zeitverschiebungen. Sie sollen Ungleichmäßigkeiten in der Höhe der Erdoberfläche und in der Ausbildung der sog. Verwitterungsschicht bis mindestens zur Tiefe des Grundwassers ausgleichen. Es hat sich nun gezeigt, daß man in weiten Bereichen NW-Deutschlands, in denen die halokinetischen Strukturen besonders engräumig sind, den ganzen Bereich von der Erdoberfläche bis zur Zechsteinbasis evtl. sogar bis zur Rotliegend-Salinarbasis mit in die Berechnung der statischen Korrekturen einbeziehen muß; in der Praxis genügt es allerdings, bis in die obere tiefere Trias zu gehen, da hier die Geschwindigkeiten ziemlich einheitlich werden. Diese erweiterten Korrekturberechnungen, die wir mit „Seismic Stripping“ bezeichnen, haben sich in vielen Fällen gut bewährt. Ein Beispiel hierfür ist in dem Beitrag: Th. Krey, „Seismic Stripping“, in diesem Heft enthalten.

Bei der zumindest in Südniedersachsen möglicherweise sehr komplizierten Tektonik im Präperm war es wichtig, die erfaßten Reflexionspunkte auch dreidimensional korrekt

## Reflection Seismics

In order to improve the results so far yielded by reflection seismics the technical effort in the field had to be intensified, new data processing methods had to be developed and interpretation methods had to be re-considered.

The density- and velocity contrasts generally decrease at greater depths. Therefore the reflection coefficients in the deep Palaeozoic are generally smaller than in the upper layers. Therefore we have to expect numerous strong multiple reflections in the time-range of the Pre-Permian, so that here the desired primary reflections can be made visible only by special methods. As known, the most important suitable method is multiple coverage (CRP). Its effect is based on the fact, that the reflection times of multiple reflections, generally increase faster with increasing shot-geophone distances than those of primary reflections, which are superimposed by those multiples. These differences in the reflection travel-time curves are only big enough at the reflection times involved of 3 s to 5s when the distances between shotpoint and geophone and the degree of coverage are large enough, i. e. the various raypaths involved in the observation of one reflection point in the subsurface have to be sufficiently different and numerous. In some areas in NW-Germany, where reflection seismic surveys with Pre-Permian and especially Devonian exploration aims have been carried out since the beginning of last year, 24- and 48-fold coverage was applied (so far 6- to 12-fold coverage), whereby the shot-geophone distances covered a range of 0 to 5 or even 6 km. Two recording units with 48 traces each were employed for 48-fold coverage.

Because of the „vivid“ salt tectonics and the rapidly varying thicknesses of quaternary sediments, the long shot-geophone distances are of great advantage in NW-Germany for yet another reason; certain intervals of a deep reflection horizon can better be observed by small distances, other intervals by larger ones. Therefore narrow and large distance ranges are mostly stacked separately. Before the stacking process, one has to correct dynamically, as is well known. On extending the shot-geophone distances to 5 or 6 km, however, a certain difficulty arises. The linear relation so far assumed between the squares of reflection times and those of shot-geophone distances is now often insufficient. In the meantime however, a new computer program was developed by our Mr. Houba, which solves the problem in a rather easy way.

The static corrections necessary before stacking, are time-independent time-shifts. They are supposed to compensate irregularities in the elevation of the earth's surface and in the character of the so-called weathering layer, at least down to the depth of the ground water.

It appears, that in large areas of NW-Germany, where the halokinetic structures are especially narrow, one has to include the entire range from earth-surface to base of Zechstein, partly even to the Rotliegend-Salinar-base into the calculation of the static corrections, in practice however, it is mostly sufficient to extend corrections only to the Upper or Lower Triassic, because here the velocities become rather uniform. These extended correction-calculations, called „Seismic Stripping“ have yielded good results in many cases. An example is given in this report in the article by Th. Krey: „Seismic Stripping“.

As at least in southern Lower Saxony, the tectonics in the Pre-Permian is probably very complicated it was important

zu lokalisieren. Die Neigung quer zum Profil mußte also zusätzlich sichtbar gemacht werden. Das gelang aufgrund eines von Bortfeld vorgeschlagenen Meß- und Datenverarbeitungsverfahrens. Danach werden die Schußpunkte um regelmäßig oder unregelmäßig sich ändernde Beträge von wenigen 100 m aus der Profiltrasse herausgesetzt. Mittels einer Erweiterung unseres ASP-Programmes können dann die gewünschten Querneigungen laufend berechnet werden. So hat sich zum Beispiel ergeben, daß die tiefen Reflexionshorizonte bei drei und mehr Sekunden (in der Figur in „Seismic Stripping“) auch quer zum Profil keine allzu starken Neigungen aufweisen, daß es sich also bei diesen insbesondere nicht um Reflexionen oder Refraktionen von seitlich des Profils liegenden steilen Unstetigkeitsflächen wie Störfächen, Salzstöcken usw handeln kann.

Durch inzwischen erfolgte weitere Verbesserungen der Feldtechnik und vor allem der Datenverarbeitung konnten neuerdings wesentlich bessere Ergebnisse im Präperm erreicht werden als sie das in dem Beitrag „Seismic Striping“ abgedruckte Beispiel zeigt. Die Figur 10 zeigt Präpermreflexionen, die noch vor kurzem als unrealisierbar galten.

### Koordination von Reflexions- und Refraktionsseismik

Die Koordination der neueren Reflexionsmessungen mit den früheren Refraktionsmessungen wird noch im einzelnen untersucht. Aber es läßt sich schon jetzt sagen, daß der Verlauf der Reflexionshorizonte überwiegend dem Verlauf der kartierten Refraktionshorizonte entspricht. Lücken,

to correctly localize the observed reflection points three-dimensionally. Therefore the crossdip, i. e. transverse to the line, had additionally to be made visible. This was accomplished according to a survey- and data processing method suggested by Bortfeld. This implies shifting the shotpoints a few hundred meters out of the line by regularly or irregularly varying amounts. Then by means of an extension of our ASP-package, the desired crossdips can be calculated continuously. Thus it was proved, for example, that the deep reflection horizons at 3 or more seconds (see figure in “Seismic Stripping“) do not have too steep crossdips. Therefore these reflections cannot originate from steep discontinuities running more or less parallel to the seismic line, as for instance faultplanes, flanks of saltdomes etc.

Due to further improvements in field techniques and especially in data processing, much better results could be yielded in the Pre-Permian lately than even is shown in the figure of the “Seismic Stripping“ article. Figure 10 shows Pre-Permian reflections, which were considered unattainable not so long ago.

### Coordination of Reflection- and Refraction Seismics

The coordination of recent reflection surveys with former refraction surveys has still to be examined in detail. However, we can already conclude, that the preponderant reflection horizons correspond well with the mapped



**Fig. 10**  
Mittels neuester Techniken erzielter Präpermhorizont unter der Zechsteinbasis (Z), links ohne – rechts mit Migration dargestellt

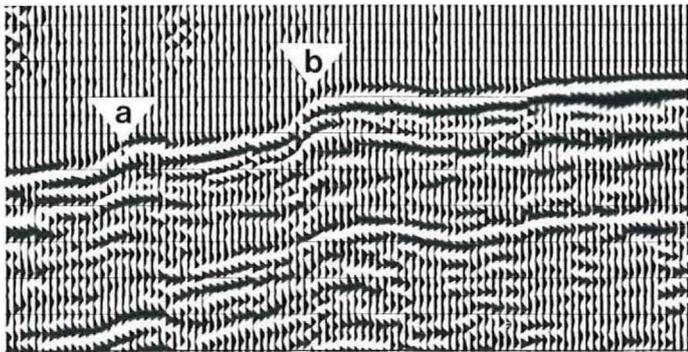
**Pre-Permian horizon below the Zechstein base achieved by sophisticated techniques, processed on the left without migration – on the right with migration**

welche die moderne aufwendige Reflexionsseismik offen lassen sollte, könnten also durch Refraktionsmessungen geschlossen werden. Wenn ein Anschluß an ältere Refraktionslinien möglich ist, kann dabei weitgehend mit Streufächern gearbeitet werden. Die Figuren 11 und 12 zeigen das Ergebnis eines solchen Fächers mit und ohne Migration. Offenbar wurde eine wesentliche Störung erfaßt.

refraction horizons. Gaps which might be left by the advanced but expensive new reflection seismic techniques could therefore be filled in by refraction seismics. In case a tie to older refraction lines is possible, fan shooting could preferably be applied. Figures 11 and 12 show the result of such a fan, with and without migration. Obviously, an important fault shows up in the section.

## Neuauswertung

Zu der Zeit, als die kontinuierliche Kartierung der Zechsteinbasis in NW-Deutschland als erstrebenswertes Ziel erschien, wurde eine Auswertung im Präperm kaum versucht oder verlangt. Eine gründliche Neuauswertung der Reflexionsmessungen der letzten 10 Jahre bot sich daher



Die Refraktionseinsätze sind auf die Standardentfernung 30 km korrigiert

### Refraktions-Fächerschießen

**Fig. 11**  
**Darstellung ohne Migration**  
**Representation without migration**

an, um den Präpermbereich zu überprüfen. Drei PRAKLA-SEISMOS-Auswertungsgruppen sind z. Zt. damit beschäftigt.

Große Teile des benutzten Meßmaterials müssen einer erneuten Datenverarbeitung unterzogen werden, schon deshalb, weil die älteren Verarbeitungen oft nicht mehr den jetzt interessierenden Zeitbereich von 3 bis 6 Sekunden erfaßten. Dabei wird versucht, die früher angewandten und für das Präperm ungeeigneten Feldparameter (Entfernungen, Geophonpattern usw.) mit besonderen Datenverarbeitungsmethoden zu kompensieren. Durch den Prozeß LLMA (Long Leg Multiple Attack) oder spezielle Dekonvolutionsverfahren, können multiple Reflexionen oft auch dann noch abgeschwächt werden, wenn die Mehrfachüberdeckung wegen zu geringer maximaler Schußpunkt-Geophon-Entfernungen nicht richtig wirksam wird. Die beiden Figuren 13 und 14 zeigen z. B. die Wirkung des LLMA-Prozesses bei der Auslöschung von multiplen Reflexionen. Erfolge der erneuten Datenverarbeitung sind also vorhanden, aber weitere Fortschritte sind wünschenswert.

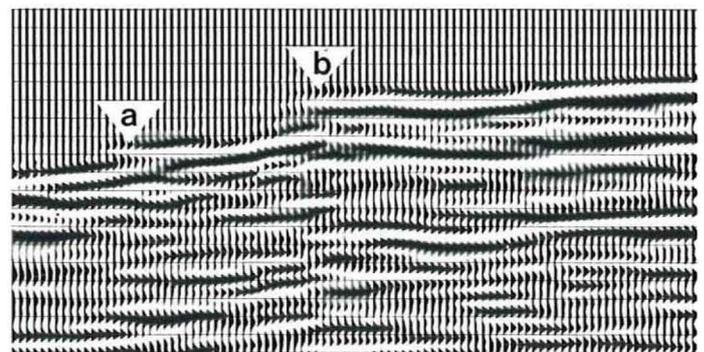
Die Tätigkeit der Auswertungsgruppen hat zu durchaus interessanten – teils sicheren, teil wahrscheinlichen – Kartierungen geführt, besonders dort, wo schon früher recht lange maximale Schußpunkt-Geophon-Entfernungen verwandt worden waren, z. B. 3 bis 4 km, in Einzelfällen bis zu 4,8 km. Diese Auswertungen lehnen sich z. T. an die neuesten, eigens für Präperm angesetzten, Messungen an; auch scheinen sie im allgemeinen den älteren Refraktionsmessungen nicht zu widersprechen.

## Schlußfolgerungen

Die geophysikalische Präpermexploration in NW-Deutschland ist sicherlich eine der schwierigsten Aufgaben, die der angewandten Geophysik jemals gestellt worden ist. Man kann aber bereits heute sagen, daß es in verschiedenen Gebieten gelungen ist, in die zu explorierenden Tiefenbereiche vorzustoßen, und zwar auch mit der Reflexions-

## Re-Interpretation

At the time when the continuous mapping of the base of Zechstein in NW-Germany became most desirable, an interpretation of the Pre-Permian was hardly tried or wanted. Therefore, a thorough re-interpretation of the last 10 years' reflection surveys is being carried out now by



The refraction events are corrected to standard distances of 30 km

### Refraction Fanshooting

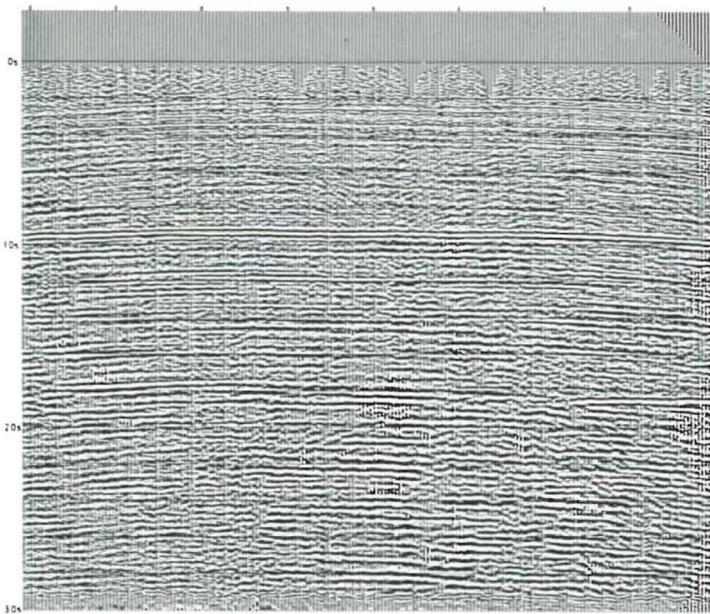
**Fig. 12**  
**Darstellung mit Migration**  
**Representation with migration**

3 PRAKLA-SEISMOS interpretation groups, in order to re-examine the range of the Pre-Permian in the former records. Major parts of these records have to be subjected to new data processing, partly because the former processing did not encompass the time range of 3 to 6 s which is now of interest, partly for other reasons. This new data processing tries to compensate for certain disadvantages of the formerly employed field parameters (distances, geophones patterns etc.) which were not in general optimal for the Pre-Permian. With the LLMA-process (Long-Leg-Multiple Attack) or with special deconvolution methods, multiple reflections can often be attenuated to a reasonable degree when the multifold coverage is not efficient enough, because of too small maximum shot-geophone distances. Figures 13 and 14 show the effectivity of the LLMA-process in extinguishing multiple reflections. The renewed data processing is successful in parts but further progress is desirable.

The activity of the interpretation groups has resulted in rather interesting – partly certain partly probable – mappings, especially in places where rather long maximum shot-geophone distances had formerly been employed, for example 3 to 4 km, in some cases up to 4.8 km. These interpretations can to some extent be successfully tied to the most recent surveys which are especially designed for the Pre-Permian. In general, they also seem to correspond well to the results of the refraction surveys mentioned.

## Conclusions

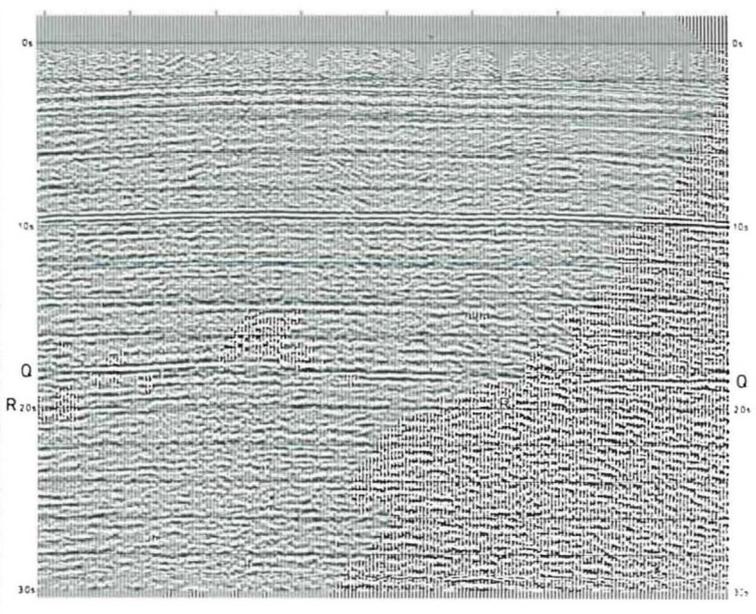
The geophysical exploration of the Pre-Permian in NW-Germany is certainly one of the most difficult tasks which applied geophysics has ever known. Already today we can conclude however, that at least in several areas, reflection seismics successfully penetrated into the desired depth range. This geophysical method can provide the most precise structural information. But one should not forget that other geophysical methods too – mainly refraction seismics – can provide valuable contributions



**Fig. 13**  
**Seismische Sektion vor Anwendung des LLMA-Prozesses**  
**Seismic section before processing with LLMA**

seismik, die uns die genauesten strukturellen Erkenntnisse zu liefern vermag. Daneben darf nicht vergessen werden, daß auch andere geophysikalische Methoden, insbesondere die Refraktionsseismik, wertvolle Beiträge liefern können, besonders da wir nicht wissen, ob der Reflexionsseismik der Durchbruch zum Präperm schon überall gelungen ist.

Vor wenigen Jahren noch war die Kartierung der Zechsteinbasis ein Problem, das inzwischen längst gelöst worden ist. Die neuesten sehr guten Ergebnisse in der Reflexionsseismik lassen hoffen, daß auch die einwandfreie Kartierung des Präperm in absehbarer Zeit – wenn auch mit großem technischen Aufwand – fast allgemein erreicht werden kann. ■



**Fig. 14**  
**Seismische Sektion nach Anwendung des LLMA-Prozesses**  
**Seismic section after processing with LLMA**

especially as we do not know whether the reflection seismic break-through to the Pre-Permian will be achievable everywhere.

Only some years ago the mapping of the base of Zechstein had been a big problem. It was solved in the meantime. The latest very good results in reflection seismics let us hope that we will be able to achieve a reliable mapping of the Pre-Permian as well, at least in most parts of NW-Germany. ■

## Unser VVCA-Vibrator-System

### 2. Teil (Fortsetzung aus Report 2/75)

H. Werner, H. Talke

Der Hydraulikfachmann unterscheidet den **Hauptölkreislauf** (stark ausgezogene Linien), der von zwei Axialkolbenpumpen gespeist wird, und **Hilfsölkreisläufe** (gestrichelte Linien), die von Zahnradpumpen versorgt werden. Die Axialkolbenpumpen sind über eine Welle an den Motor angeflanscht, die Zahnradpumpen werden über Keilriemen angetrieben.

Der Konstrukteur eines Hydraulik-Systems muß die verschiedenen Baugruppen, Bauteile und Bauelemente wie z. B. Pumpen, Hubzylinder, Druckleitungen, Druckschläuche, Filter und Ventile anhand ihrer Kennwerte sorgfältig aufeinander abstimmen.

Wegen der im Hydraulik-System auftretenden Schwingungen, die durch den Vibrationsvorgang verursacht werden, bilden die Axialkolbenpumpen (2) und (5) (in Figur 4) mit dem hydrostatischen Fahrtrieb, dem Liftsystem und dem Vibrator einen geschlossenen Ölkreislauf (Hauptölkreislauf). Die Saugseiten der Pumpen sind nicht mit dem Öltank verbunden, was ja zu einer Öffnung des Kreislaufs

## Our VVCA-Vibrator-System

### Second Part (continued from Report 2/75)

The design engineer of a hydraulic system has to match very carefully the different structural members, parts and elements, such as pumps, lift cylinders, pressure pipes, flexible pressure hoses, filters and valves, according to their characteristic values.

Because of the pulsations in the hydraulic system, which are caused by the vibration procedure, the axial-flow pumps (2) and (5) (in figure 4) form a closed oil circuit (main oil-circuit) with the hydrostatic drive system, the lift system and the vibrator. The suction sides of these pumps are not connected directly to the oil tank, which would have broken the circuit, but the oil is fed, under pressure, into the pumps by a double gear pump (13) and an auxiliary oil circuit.

In the main oil circuit one has to differentiate between the high-pressure side and the low-pressure side. On the high-pressure side there is a pressure of about 210 atm, on the low-pressure side there is a pressure of about 10 atm.

führen würde, vielmehr wird das Öl den Pumpen über eine Doppelzahnradpumpe (13) und einen Hilfsölkreislauf unter Druck zugeführt.

Im Hauptölkreislauf wird zwischen Hochdruck- und Niederdruckseite unterschieden. Auf der Hochdruckseite (vor Eintritt des Öls in den Verbraucher) herrscht ein Druck von ca. 210 atü, auf der Niederdruckseite (bei Austritt des Öls aus dem Verbraucher) werden Drücke von ca. 10 atü gemessen.

Oft müssen während einer meist 10stündigen Meßschicht bis zu 1000 Arbeitspositionen, die in der Regel nur wenige Meter voneinander entfernt sind, angefahren werden. Der hydrostatische Fahrtrieb (vollhydraulischer Allradantrieb) ist dem Arbeitsrhythmus des Fahrzeugs, der durch häufiges Anfahren und Abbremsen gekennzeichnet ist, angepaßt. Vorder- und Hinterachse (sogenannte Lenktrieb-achsen) können im Verbund sowohl gleich – als auch gegensinnig gelenkt werden. Dadurch wird das Fahrzeug trotz seiner Länge von 7,5 m sehr beweglich (Wendekreis 13,5 m) und steigfähig. Während die Hinterachse starr mit dem Rahmen verbunden ist, befindet sich zwischen Vorderachse und Rahmen ein vertikal angeordneter Drehkranz zum Ausgleich der Verdrehbelastung bei unebenem Gelände. Übergroße Reifen (Raddurchmesser 1,40 m) mit einem Spezialprofil ermöglichen den Einsatz auch in tiefgründigem Gelände, wobei die Flurschäden auf ein Minimum beschränkt werden können. Das Vibrator-System kann eine Geschwindigkeit von maximal 42 km/h erzielen. Obwohl das System in erster Linie für den Einsatz in schwierigem Gelände (z. B. Wüstengebiete) konstruiert worden ist, kann es auch auf Straßen und Wegen eingesetzt werden. Die gesetzlichen Vorschriften für die Teilnahme am Straßenverkehr sind hierbei beachtet worden.

Aus Sicherheitsgründen haben der Fahrtrieb und die Lenkung getrennte Ölkreisläufe. Die Axialkolbenpumpe

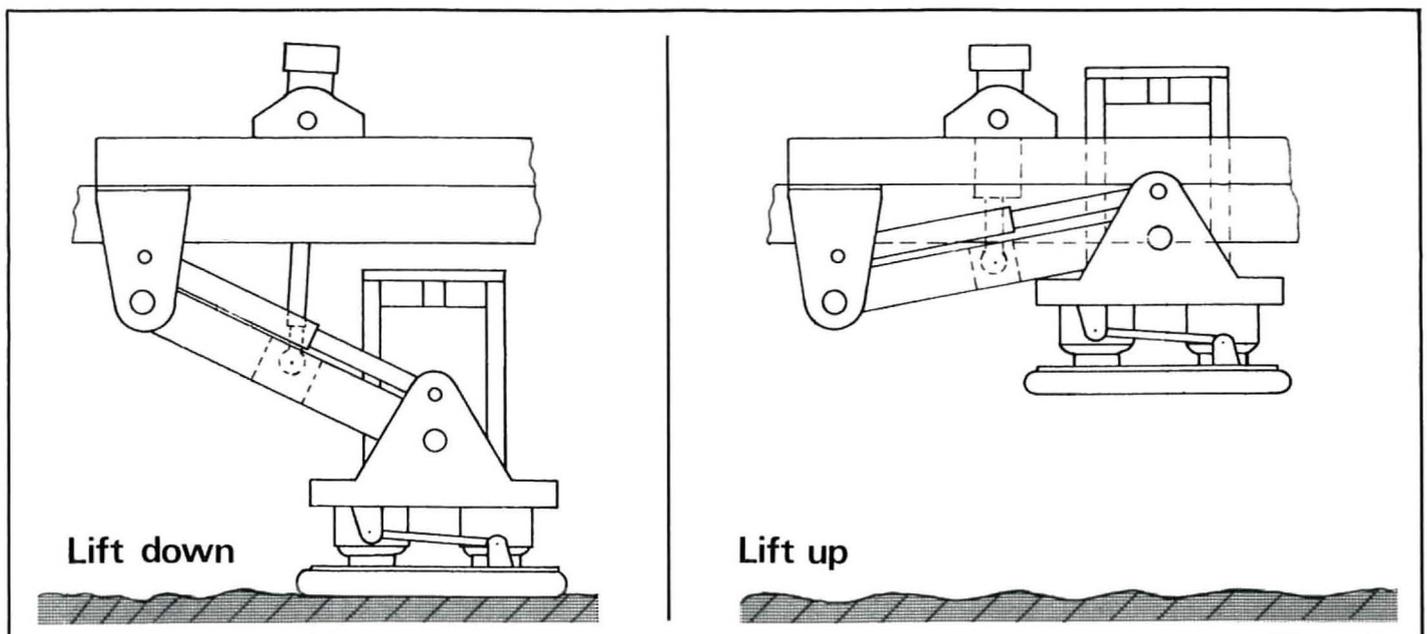
During one survey shift, usually 10 hours, up to 1000 working positions have often to be taken up which are generally only a few meters distant from each other. The hydrostatic drive system (fully hydraulic all-wheel drive) is adapted to the working rhythm of the carrier, namely the frequent starting and braking. Front and rear axles (so called steering axles) can be steered independently. This makes the vehicle very mobile, despite its length of 7,5 m (turning circle 13,5 m) and provides an excellent climbing ability. While the rear axle is connected rigidly to the frame, there is an articulated ring connection, in a vertical position, between the front axle and the frame for the compensation of the torsional strain in rough terrain. Oversized tyres (wheel diameter 1,40 m) with a special tread allow the application of the vehicle in swampy terrain. Damage to cultivated fields can be restricted to a minimum. The vibrator system VVCA can reach a maximum speed of 42 km/h.

Although the VVCA has been designed, in the first place, for use under difficult terrain conditions (for example in desert areas), it can also perform on public roads and tracks. The legal restrictions for the traffic regulations have also been taken into consideration.

For safety reasons, the drive system and the steering system have separate oil circuits. The axial-flow pump, belonging to the drive system, operates as an adjustable double pump (2) to which two oil engines are connected: one for the front axle (3) and another for the rear axle (4). The pump is equipped with a speed-dependent combination control. It can be adjusted to "road operations" (driving only) or to "survey operations" (driving and vibrating).

The vibrator lift system (6) which sets the vibrator down, thus putting it into working position, is a new PRAKLA-SEISMOS development. The function of the conventional **column lift system** is now carried out by a **lever arm lift system**. The principle of the lever arm lift system is shown in figure 6. Instead of two easily damaged lift columns of a conventional vibrator unit, which set down the vibrator and lift it by means of four cylinders attached to the chassis, the vibrator system VVCA is equipped with the practical maintenance free lever arm lift system. Only

**Fig. 6 Prinzip des Liftarm-Systems**  
**Principle of the Lever Arm System**



für den Fahrtrieb arbeitet als Verstelldoppelpumpe (2), an die ein Ölmotor für die Vorderachse (3) und einer für die Hinterachse (4) angeschlossen sind. Die Verstelldoppelpumpe ist mit einer drehzahlabhängigen Kombinationssteuerung ausgerüstet. Sie kann nach Bedarf auf „Straßenbetrieb“ oder auf „Meßbetrieb“ eingestellt werden.

Neuartig ist das Vibratorliftsystem, das den Vibrator auf den Boden absetzt und in Arbeitsstellung bringt (6). Die Funktion des herkömmlichen Liftsäulensystems übernimmt nun ein in eigener Entwicklung konzipiertes Liftarmsystem. Das Prinzip des Liftarmsystems ist aus Figur 6 ersichtlich. An die Stelle von zwei leicht beschädigbaren Liftsäulen bei der Vibrator-Anlage VVB, die im Verbund mit insgesamt vier am Fahrzeugrahmen befestigten Liftzylindern den Vibrator absetzen oder anheben, tritt beim Vibrator-System VVCA das praktisch wartungsfreie Liftarmsystem mit nur noch einem Liftzylinder, der ebenfalls am Fahrzeugrahmen befestigt ist.

Während beim herkömmlichen Liftsäulensystem das Absetzen und Anheben des Vibrators von deutlich spürbaren Stößen begleitet ist, die sich dem Fahrerhaus und Fahrer mitteilen, ist beim Liftarmsystem von diesen unangenehmen Begleiterscheinungen kaum noch etwas zu spüren. Darüber hinaus verfügt das System über eine außerordentlich wirksame Schalldämpfung (-7 dB). Das System ist damit ausgesprochen „umweltfreundlich!“.

In leichtem Gelände (Straßen, Wege) ist es nicht erforderlich, daß der Lift voll ausgefahren wird. Es genügt, wenn das Fahrzeugheck nur so weit vom Boden abhebt, bis die Vibratorbodenplatte voll belastet ist. Fahrer und Material werden geschont und Zeit wird gewonnen. Die Liftabschaltung kann „wegeabhängig“ (Abschaltung, nachdem der Kolben eine vorher eingestellte Strecke im Zylinder zurückgelegt hat) oder „lastabhängig“ (Abschaltung, nachdem eine bestimmte Last auf der Vibratorbodenplatte ruht) erfolgen.

Um eine optimale Ankopplung der Vibratorbodenplatte an den Boden zu erzielen, ist sie gegenüber dem Liftarm bis zu einem bestimmten Winkel verstellbar.

Der Vibrator setzt sich im wesentlichen aus dem Steuerteil (7) und dem Reaktionsteil (8) zusammen. Er bildet mit der Axialkolbenpumpe (2) und den Hydrospeichern (9), einen geschlossenen Ölkreislauf. In Figur 7 ist eine Prinzipskizze des Vibrators wiedergegeben. Der Vibrator selbst ist ein schwingungsfähiges Zweimassen-System. Die eine Masse  $m_1$  besteht aus der Vibratorbodenplatte und dem angekoppelten Erdboden. Die Reaktionsmasse  $m_2$  (Gewicht 1600 kp) ist ein zylindrischer Block aus Spezial-Guß Eisen mit einer seitlichen Anflachung, an die das Steuerteil angebracht ist. Die beiden Massen sind hydraulisch gekoppelt über einen Zylinder, der über eine Kolbenstange mit der Vibratorbodenplatte verbunden ist.

Die Funktionsweise des Steuerteils zeigt die Figur 8. Im Steuerteil, auch Servo-Ventil genannt, wird das elektrische Signal in ein hydraulisches umgewandelt und dabei verstärkt. Das Servo-Ventil besteht aus dem elektromechanischen Teil, dem Torque-Motor, und dem hydraulischen Teil, einem zweistufigen 4-Wege-Ventil. Zur Zeit werden bei uns zwei verschiedene Typen des Torque-Motors (auch Drehmomentwandler genannt) verwendet: Der Torque-Motor der Firma Atlas und der Torque-Motor der Firma MOOG.

one cylinder is necessary for operation. It is also attached to the chassis.

With the conventional column lift system the lowering and lifting is accompanied by the often troublesome "Whip Lash". The lever arm lift system does not show this unwanted accompanying effect. Due to a very effective sound proofing (-7 dB) the VVCA may be called "Sound Pollution" free.

In easy terrain it is not necessary to run the lift up completely. It is sufficient that the rear of the vehicle is lifted until the vibrator base plate is fully loaded. Doing this, time and material are saved. The lift switching may be "distance dependent" (piston in the cylinder overcomes a certain distance) or "weight dependent" (the force on the vibrator base plate reaches a predetermined value). To get an optimum coupling of the vibrator base plate to the ground, the VVCA lift system provides a variable "surface to base plate contact angle".

The vibrator, mainly, consists of the control unit (7) and the reaction unit (8). In connection with the axial-flow pump (2) and the hydraulic accumulators (9), it forms a closed oil circuit. In figure 7 a principle sketch of the vibrator is shown. The vibrator itself is an oscillatory two-mass-system. One mass  $m_1$  consists of the vibrator base plate and of the coupled ground. The reaction mass  $m_2$  (weight 1600 kp) is a cylindrical block of special cast-iron with a lateral flattening to which the control unit is connected. Both masses are hydraulically coupled via one cylinder which is connected to the vibrator base plate by a piston rod.

The function of the control unit is shown in figure 8. The electric pilot signal is transformed by the control unit, also called servo-valve, into a hydraulic one, thereby being amplified. The servo-valve consists of the electro-mechanical part, the torque converter and of the hydraulic

Fig. 7 Vibrator-Prinzip VVCA      Vibrator Principle VVCA

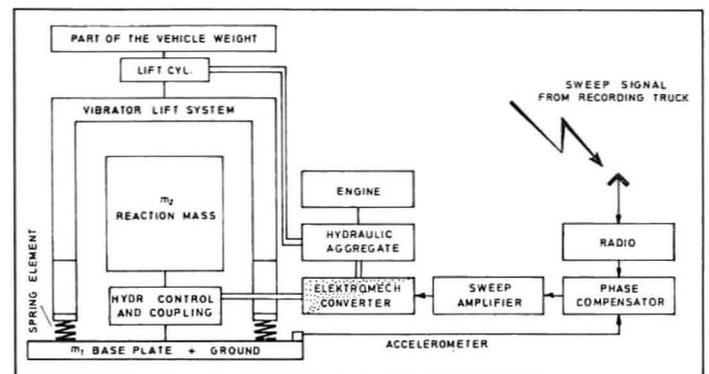
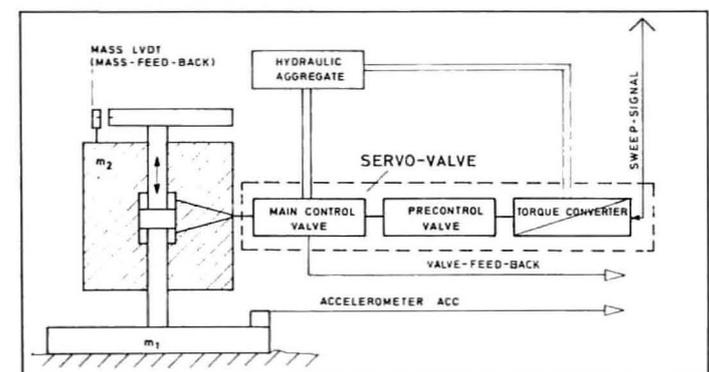


Fig. 8 Vibrator-Steuerung VVCA      Vibrator-Control VVCA



Beim Torque-Motor der Firma Atlas erfolgt die Vor-Steuerung des 4-Wege-Ventils über einen an einem Anker befestigten Stab (Pilot); der Anker befindet sich in einem Magnetfeld. Die Funktion des Stabes übernimmt beim MOOG-Torque-Motor eine am Anker befestigte Zunge, die Steuer-Düsen öffnet und schließt.

Die Masse  $m_1$ , die sich aus der Vibratorbodenplatte und dem angekoppelten Erdboden zusammensetzt, ist, wie man sich leicht vorstellen kann, ein recht komplexes Gebilde, das mit einer idealen Masse, welche Bezeichnung die Reaktionsmasse  $m_2$  noch annähernd verdient, nichts mehr zu tun hat. Je nach der Qualität der Ankopplung der Vibratorbodenplatte an den Erdboden wird daher das Steuersignal bei der Übertragung in den Untergrund mehr oder weniger stark verzerrt. Um Phasenverschiebungen zwischen den Soll- und Ist-Schwingungen des Steuersignals zu beseitigen, werden die Ist-Schwingungen an verschiedenen Stellen des Vibrators gemessen und in der Vibratorelektronik, die sich im Fahrerhaus befindet, automatisch nachgesteuert. So befindet sich auf der Vibratorbodenplatte ein Beschleunigungsaufnehmer, der seine Daten an einen Phasenkompensator weiterleitet. Signalerückkopplungen erfolgen über das Masse-LVDT (Linear Voltage Differential Transformer), das auf der Reaktionsmasse  $m_2$  angebracht ist, und das Servo-Ventil-LVDT, das sich am Steuerteil befindet. Damit sich die Schwingungen des Vibrators während des Vibrationsvorganges nicht auf das Fahrzeug mitteilen und umgekehrt die Reaktionsmasse  $m_2$  durch die Masse des Fahrzeugs unbeeinflusst bleibt, erfolgt die Abstützung des Fahrzeughecks auf die Vibratorbodenplatte über elastische Zwischenglieder. Beim System VVCA handelt es sich dabei um Luftfederbälge (Gummizylinder, die mit Druckluft gefüllt sind). Die Luftfederbälgefüllung erfolgt automatisch.

Für die Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Systems VVCA sind alle Anzeigeeinstrumente übersichtlich auf einem Armaturenbrett im Fahrerhaus angebracht.

Abschließend noch einige technische Daten:

<b>VVCA</b>	Fahrzeuglänge:	7530 mm	vehicle length:	7530 mm
	Fahrzeughöhe:	2750 mm	vehicle height:	2750 mm
	Fahrzeugbreite:	2500 mm	vehicle width:	2500 mm
	Gesamtgewicht:	14400 kp bei Standardausführung	total weight:	14400 kp
	Gewicht auf der Vibratorbodenplatte:	12760 kp bei Standardausführung	pressure:	12760 kp
	Fläche der Vibratorbodenplatte:	2,36 m <sup>2</sup>	base plate size:	2,36 m <sup>2</sup>
	Kolbenfläche:	40,25 cm <sup>2</sup>	piston area:	40,25 cm <sup>2</sup>
	Arbeitskraftamplitude:	8,4 Mp	peak force:	8,4 Mp
	Gewicht der Reaktionsmasse:	1600 kp	actuator weight:	1600 kp
	<b>VVB</b>	Fahrzeuglänge:	6450 mm	vehicle length:
Fahrzeughöhe:		2900 mm	vehicle height:	2900 mm
Fahrzeugbreite:		2450 mm	vehicle width:	2450 mm
Gesamtgewicht:		12500 kp	total weight:	12500 kp
Gewicht auf der Vibratorbodenplatte:		11200 kp	pressure:	11200 kp
Fläche der Vibratorbodenplatte:		1,40 m <sup>2</sup>	base plate size:	1,40 m <sup>2</sup>
Kolbenfläche:		34,60 cm <sup>2</sup>	piston area:	34,60 cm <sup>2</sup>
Arbeitsamplitude:		7,3 Mp	peak force:	7,3 Mp
Gewicht der Reaktionsmasse:		1450 kp	actuator weight:	1450 kp

part, a double-stage four-way valve. At present, we are using two different types of torque converter: the torque converter of Atlas Company and the torque converter of MOOG Company. The torque converter of Atlas uses a small rod pilot connected to an armature, — which moves in a magnetic field — for the control of the four-way valve. With the MOOG torque converter, the function of the pilot is replaced by a control tongue also connected to an armature. This tongue opens and closes tiny nozzles which are connected to the valve.

The mass  $m_1$ , which consists of the vibrator base plate and the coupled ground, is, as one can easily imagine, a very complex system, which has nothing to do with an ideal mass, a designation, which might be approximately valid for the reaction mass  $m_2$ . The grade of coupling of the vibrator base plate to the ground has an influence on the rate of distortion of the transmitted pilot signal. In order to eliminate phase shifts between the nominal and actual values of the sweep oscillations, the actual values are measured at different points of the vibrator and then used for automatic adjustment by the vibrator electronic unit, which is installed in the driver's cabin. On the vibrator base plate an accelerometer is attached, the data of which are transferred to a phase compensator. Signal feed back is executed by the mass LVDT (Linear Voltage Differential Transformer), which is on top of the reaction mass  $m_2$ , and by the servo-valve LVDT connected to the control unit.

In order to avoid any transfer of oscillations of the vibrator to the vehicle and, on the other side, any influence of the vehicle to the reaction mass  $m_2$ , the rear of the vehicle is propped up on the vibrator base plate by elastic intermediate members, with the VVCA system with air bags (rubber cylinders, filled with compressed air). The air bags are supplied automatically.

For the checking of all functions of the VVCA, all indicating devices are installed well-arranged on an instrument panel in the driver's cabin.

We close our article with some technical data:

# Seismic Stripping

Th. Krey

Reflexionsseismische Untersuchungen auf Kohlenwasserstoffe in großen Tiefen erfordern in vielen Gebieten bei der Technik der Common-Reflection-Point-Stapelung sehr große Abstände zwischen Schußpunkt und Geophon. Wo Abstände von 1 bis 3 km keine erkennbaren Primärreflexionen brachten, sind Maximal-Schuß-Geophon-Abstände von 4 bis 6 km mit Erfolg angewandt worden.

Derart große Schuß-Geophon-Abstände setzen selbstverständlich eine zuverlässige Berechnung der statischen Korrekturen voraus, Korrekturen, die normalerweise die Effekte der Topographie und Verwitterungsschicht umfassen. In manchen Gegenden jedoch spielen auch die Geschwindigkeitsänderungen in den oberen Schichten bis etwa 2 km Tiefe eine Rolle; sie können längs Abständen, die viel kleiner sind als die maximalen Schuß-Geophon-Abstände, beträchtlich sein, vor allem in Gebieten mit flachliegender Salztektonik (Halokinese). In solchen Fällen müssen die oberen Schichten in die Korrekturen, vor Anwendung des CRP-Stapelns, einbezogen werden. Die Wirkung solcher zusätzlichen Korrekturen, für die wir den Ausdruck „Seismic Stripping“ (seismisches „Abdecken“, „Abräumen“) einführen möchten, ist in den Figuren 1 und 2 dargestellt.

In der Fig. 1 ist ein Teilstück einer seismischen Sektion abgebildet, in dem nur die normalen statischen Korrekturen angewandt wurden. Der Schuß-Geophon-Abstands-Bereich betrug 3 bis 5,82 km. Die CRP-Überdeckung war 24fach. Andeutungen von Reflexionshorizonten gibt es bei etwa 3,0 s, 4,0 s und 5,0 s. In der gleichen Sektion, Fig. 2, sind Seismic-Stripping-Korrekturen zusätzlich angewandt worden. Sie wurden vom oberen Teil der Sektion (in den

## Seismic Stripping

When extending the reflection seismic exploration for hydrocarbons to deep sedimentary layers it is necessary in many areas to use a large range of shot-geophone distances in the technique of common-reflection-point stacking. Maximum shot-geophone distances of 4 to 6 km have successfully been applied where distances of 1 to 3 km did not yield recognizable primary reflections.

Of course, such large extensions of the shot and geophone locations involved in one common reflection point presume a reliable computation of static corrections, which normally encompass the effects of topography and weathered layer. But, in some areas also the velocity alterations in the upper subsurface layers, say down to a depth of 2 km, can be very strong along distances much smaller than the maximum shot-geophone distances, especially when salt tectonics (halokinesis) with a rather shallow base of salt is encountered. In such cases, the subsurface layers have to be included in the corrections before applying CRP-stacking. The effectivity of such additional corrections, for which we should like to introduce the name of „Seismic Stripping“, is presented in the figures 1 and 2.

Fig. 1 represents part of a seismic section with normal static corrections only. The shot-geophone-distance range was from 3 to 5.82 km. CRP coverage was 24-fold. Hints of reflecting horizons are indicated at about 3.0 s, 4.0 s and 5.0 s. In the section of fig. 2 additional seismic stripping

Fig. 1

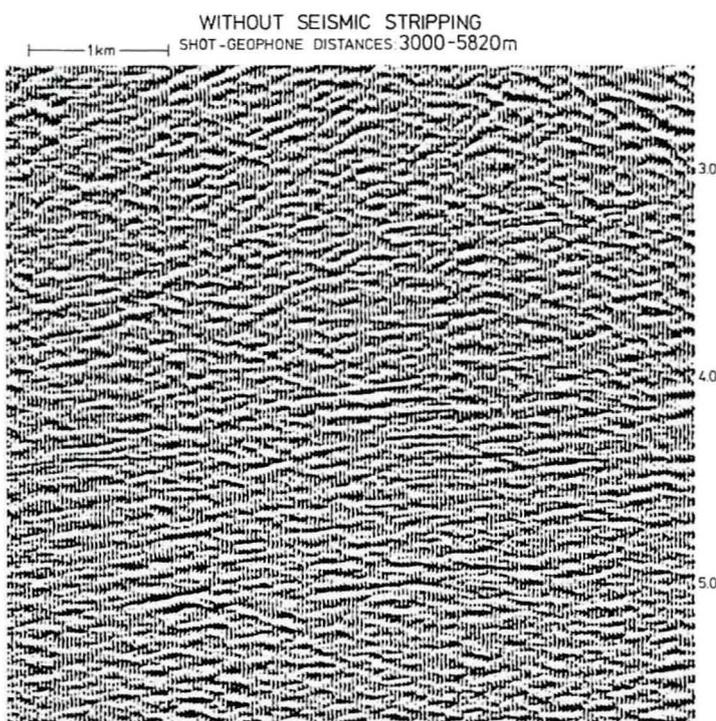
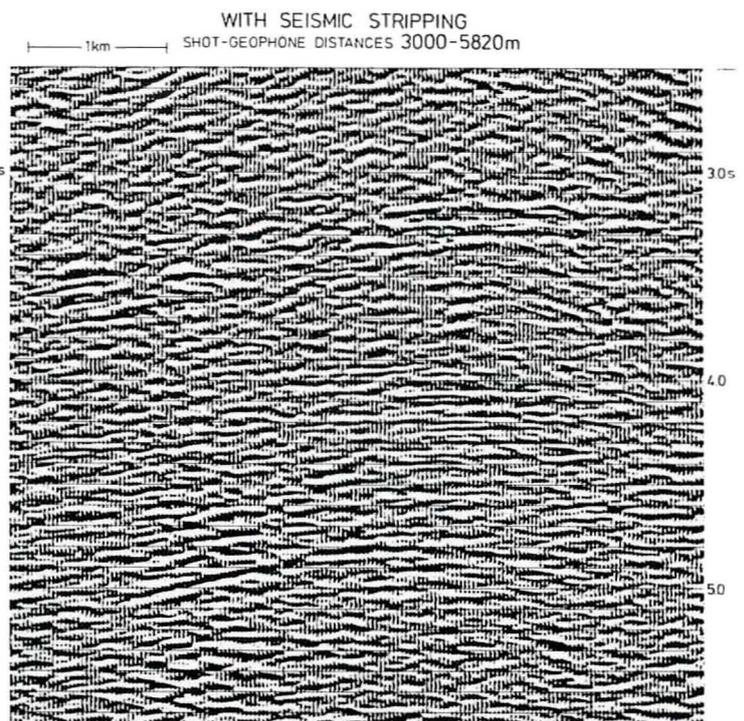


Fig. 2



Figuren nicht gezeigt) abgeleitet, die im Zeitbereich 0 s bis 1,5 s engräumige strukturelle Merkmale halokinetischen Ursprungs aufweisen. Die Unterschiede in den Strippingkorrekturen für die verschiedenen Strahlenwege für einen CRP-Punkt erreichten Beträge bis zu 50 ms! **Offensichtlich verursachten die Strippingkorrekturen eine beträchtliche Verbesserung der Reflexionsqualität** bei den erwähnten Zeiten.

Strippingkorrekturen werden nun in verschiedenen Untersuchungsgebieten von PRAKLA-SEISMOS angewandt. Ein Vortrag („Seismic Stripping Helps to Unravel Deep Reflections“) von Th. Krey beim Annual International SEG Meeting 1975 in Denver gehalten, berichtet ausführlich unter Berücksichtigung der mathematischen Grundlagen über dieses Thema. ■

corrections were applied. They were derived from the upper part of the section (0 to 1.5 s), which is not presented in the figures, and which is characterized by narrow structural features of halokinetic origin. The differences in the stripping corrections for the various raypaths of one CRP point exceeded 50 ms. Obviously the stripping corrections yielded a considerable improvement of reflection quality at the times mentioned.

Stripping corrections are now successfully being applied in various areas by PRAKLA-SEISMOS GMBH. The paper “Seismic Stripping Helps to Unravel Deep Reflections“ presented by Th. Krey at the Denver Annual International SEG Meeting of 1975 will report in more detail on the topic of Seismic Stripping including the mathematical aspects. ■

---

## Zickzack

Dr. R. Köhler und S. Klonki

Was nun folgt ist keine „Case History“ des Preußischen Königreiches, sondern nur ein weiterer Hinweis auf eine unserer Techniken der Profilverlegung im 3D-Reflexionsverfahren.

Bereits im Report 3/74 wurde in dem Bericht von Th. Krey: „Modern Aspects in Exploration Seismics“ auf Seite 13 in Figur 2 auf diese ZICKZACK-Technik hingewiesen und zwar folgendermaßen:

*In Dschungelgebieten ordnen wir die Schußpunkte auf der Geophonlinie an, um das mühsame Schlagen von Quertrassen für die Lokation der Schußpunkte außerhalb der Profillinie zu vermeiden. Die Geophonlinie, die nun auch zur Schußpunktlinie wird, ist eine Zickzacklinie mit Winkeln von 20 bis 30° gegen die Generalrichtung. Die Ecken der Zickzack-Trasse sollten Entfernungen haben, die ungefähr der Hälfte des maximalen Schußpunkt-Geophon-Abstandes entsprechen. Auf diese Weise erhalten wir eine kontinuierliche Information über die Querneigung ohne merklich zusätzliche Feldarbeit.*

Diese Zickzacktechnik wurde auf Vorschlag von Th. Krey bereits zu Anfang des Jahres 1974 in Südostasien im Urwald angewandt. Nun wird sie auf Wunsch der Auftraggeber auch bei einer in diesem Sommer angelaufenen Vermessung im südlichen Niedersachsen verwendet, die im 3D-Verfahren Aufschluß über das Präperm bringen soll. Die Profiltrasse folgt generell einem früher vermessenen Refraktionsprofil weil man die beiden Vermessungen koordinieren will.

Es ist anzunehmen, daß sich im reflexionsseismischen 3D-Verfahren die Zickzack-Trassen, oder besser gesagt: die **KURVEN-PROFILE** (ein Zickzackprofil ist ja nur ein spezieller Fall des Kurvenprofiles), immer mehr durchsetzen werden, da sich gegenüber der früher verwendeten Technik des senkrechten Heraussetzens der Schußpunkte aus der Geophonlinie auch in hochzivilisierten Gegenden nicht nur viel Feldarbeit einsparen läßt, sondern auch Flurschäden leichter vermieden werden können. ■

## Zigzag

Already in the Report 3/74. on page 13, figure 2, we referred to our line surveying zigzag technique in the paper of Th. Krey: “Modern Aspects in Exploration Seismics“ as follows:

*In jungle areas we want to retain the shotpoints on the geophone line in order to avoid the laborious cutting of cross tracks offline for the placing of shotpoints. Instead, the geophone line, which is also the shotpoint line, will be a zigzag line with angles from 20° to a maximum of 30° to the direction of the line proper. The corners of the zigzag should have a spacing equal to approximately one half the maximum shot-geophone-distance. In this manner too, continuous information can be obtained about the cross dip without causing noticeably greater field work.*

As suggested by Th. Krey, this zigzag technique was already applied in South-East-Asian jungle areas at the beginning of 1974. Now, this technique is being applied by request of our clients in a survey in Southern Lower Saxony which started this summer and which is supposed to provide information about the Pre-Permian, applying the 3D-method. The line follows generally a refraction line previously surveyed in order to coordinate both surveys.

It can be assumed that in the 3D-reflection seismic method the zigzag lines, or better the **Curve Lines** (a zigzag line is only a special form of a curved line) will prevail more and more as compared to the formerly applied technique of positioning the shotpoints perpendicular to the geophone line — also in developed areas — field work can be reduced and field damage can more easily be avoided. ■

# Seismische Profilbearbeitung mit dem SSP-11-System in Bergen

G. Meinicke

Vor fast 10 Jahren ließ die PRAKLA ihren ersten größeren Rechner für digitale Seismogrammbearbeitung im Datenzentrum in Hannover installieren. Wer sich an die damalige Zeit erinnert weiß, welche Aufregung es bei den Vorbereitungen für die Installation der Anlage gab und welche Mühe uns das erste digital bearbeitete Profil machte, damit es der Kritik einigermaßen gewachsen war. Was PRAKLA-SEISMOS in der Zwischenzeit auf dem Gebiet der digitalen Seismogrammbearbeitung sowohl im Bereich der Software als auch Hardware geleistet hat, sollte nun erstmals bei der 37. EAEG-Tagung auf unserem Stand in Bergen mit der Vorstellung unseres eigenen Mini-Computer-Systems umfassend gezeigt werden.

Auf wenigen Quadratmetern unseres Ausstellungsstandes wurde innerhalb von sechs Stunden unser Mini-Computer-System SSP-11 installiert. Mit diesem System SSP 11 konnten während der Ausstellung vom Einlesen der Feldbänder über Geschwindigkeitsanalysen, statische und dynamische Korrekturen, automatische Restkorrekturen, Stapelung, zeitabhängige Dekonvolution und Filterung bis zur Migration, d. h. typische routinemäßige Bearbeitungen verschiedener Profile, gezeigt werden. Das System lief Tag und Nacht (nachts Testprogramme) ohne jeglichen Ausfall. Das hört sich so einfach und problemlos an, aber jeder der Beteiligten weiß, daß gerade dieser Teil unserer Ausstellung nur durch gründliche Vorbereitung und durch besonderen Einsatz eines ausgebildeten Teams ermöglicht wurde.

Das Seismische System, entwickelt für den PDP 11/45 – das SSP 11-System – besteht aus mehreren Bauteilen, wobei einige Komponenten von PRAKLA-SEISMOS selbst entwickelt wurden, und dem im Datenzentrum erstellten Programmsystem. Für den Stand in Bergen wurde nur eine „kleine“ Zusammenstellung, bestehend aus dem Zentralrechner mit einem Speicher von 24 K Worten à 16 bits, dem Konvolver mit 8 K Speicher, drei Plattenlaufwerken, zwei 9-Spur-Magnetbandlaufwerken, dem Kartenleser und dem Drucker ausgewählt.

Auf den umgebenden Tafeln wurde den Besuchern unsere Standardzusammenstellung erläutert bzw. es wurde auch aufgezeigt, was an Hardware und Software für das SSP 11-System zur Verfügung steht. Besonderes Interesse fand hierbei die Ankündigung einer Neuentwicklung für das Jahr 1976, nämlich das auf einer Tafel dargestellte Konzept des Arrayprocessors „SAP“.

Der Arrayprocessor SAP ist modular aufgebaut und frei programmierbar. Er zeichnet sich besonders durch eine hohe Flexibilität in der Bewältigung der verschiedensten Aufgaben aus und bietet Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau und damit für noch höhere Leistungen. Der Prototyp des Arrayprocessors geht bereits in wenigen Monaten in die Prüfphase.

In Gesprächen mit Interessenten wurde unsere Überzeugung bestätigt, daß wir mit dem neuen Konzept eine Entwicklung betreiben, die uns ab 1976 sicherlich einen guten Start auf diesem Gebiet garantiert. ■

## Seismic Processing of Lines with the SSP-11-System in Bergen

Almost 10 years ago PRAKLA installed its first big computer for the digital processing of seismograms in the Data Center in Hannover. Those who remember this time know how exciting the preparations for this installation of the computer were and how much trouble we had with the first digitally processed line, so that it came up to our expectations. What has been accomplished in the field of seismogram-processing as well as in the software and hardware field by PRAKLA-SEISMOS in the meantime was to be comprehensively presented for the first time during the 37th EAEG-meeting in Bergen with a demonstration of our own mini-computer-system.

On a few square meters of our booth, our mini-computer-system SSP-11 was installed in 6 hours time. With this SSP-11-system we could demonstrate on different lines the input of field tapes, velocity analyses, static and dynamic corrections, automatic residual static corrections, stacking, time dependant deconvolution and filtering, migration – that means typical routine processing. The system ran day and night (at night only test programs) without any interruption. This sounds easy and unproblematic but each one of those concerned knows that especially this part of the exhibition could only be realized by thorough preparation and by the special skill of a trained team.

The Seismic System SSP-11 – designed for the PDP 11/45 – consists of several modules of which some components were developed by PRAKLA-SEISMOS and of the program-system, set up in our Data Center. For Bergen only a "small" configuration was chosen consisting of the central processor with a memory of 24K words each of 16 bits, a consol type writer, the convolver with a 8K memory, three disc-drives, two 9-track magnetic tape transports, and a card reader.

On the surrounding boards our standard configuration was explained and it was also demonstrated what is available as hardware and software for the SSP-11-system. Of special interest for the visitors was the announcement of a new development for 1976, the concept of the array processor "SAP", represented on one of the boards.

The array processor SAP is based on modules and freely programmable. It is especially remarkable for its high flexibility in executing all kinds of tasks and it offers possibilities of further extension and, therewith, even better results. The prototype of the array processor will be subjected to tests in a few months time.

During talks with interested people our conviction was confirmed that our new concept will guarantee a good start in this field in 1976. ■



Der Bergen-Fjord, Foto: K. H. Rischke

## 37. EAEG-Tagung in Bergen/Norwegen vom 17. bis 20. Juni 1975

H. J. Körner

Kontraste auch in der EAEG? Die 36. EAEG-Tagung 1974 fand im sommerlichen Madrid, einer internationalen Weltstadt im Süden Europas statt, die 37. EAEG-Tagung 1975 in einem eher provinziell zu nennenden Städtchen im Norden Europas. Nun, 215 000 Einwohner hat Bergen auch, dazu eine gehörige Portion Charme mit seinen hübschen Vierteln am pittoresken Hafen (siehe Bild auf der Rückseite) inmitten einer großartigen Umgebung von Wasser und Gebirge. Und das Wetter bot verregnete wie schöne Tage, Tage mit dem typischen „Bergen-Wetter“ sowohl wie solche, die wegen der Mitternachtssonne kein Ende nahmen.

Die Norweger hatten sich die allergrößte Mühe gegeben, der Tagung auch äußerlich den richtigen Rahmen zu geben. Ein interessantes Damenprogramm, eine große Cocktailparty und als Höhepunkt ein in jeder Weise stimmungsvoller Dinner-Dance in der über 700 Jahre alten Haakons-halle gehörten dazu. Zugegeben, nicht jeder fand sein Bett in einem Grand-Hotel (dafür ist Bergen zu klein), aber warum sollten wir uns nicht mal mit einem harten Lager in einem der beiden „skandinavisch-ursprünglich“ eingerichteten Sommerhotels über der grünen Landschaft oder über dem weiten Fjord begnügen, die zwischen September und Mai als erstklassige Studenten-Wohnheime dienen?

Die Tagung fand, wohl organisiert, in der Universität statt; die beiden Vortragssäle lagen eng beieinander, lediglich die Ausstellung war ein wenig abgelegen. Man glaubt nicht, welche Hindernisse ein Weg von 50 m und eine schmale Treppe darstellen!

Über 500 Teilnehmer besuchten die Tagung – die zahlreichen Ehefrauen nicht eingerechnet. 36 Vorträge befaßten sich mit seismischen Problemen, 30 mit nicht-seismischen.

Die Qualität der Vorträge war gut (einige Aussteller sagten: z. T. zu gut, so daß zu wenig Zeit für die Ausstellung blieb!).

### Die Vorträge

In bezug auf seismische Messungen gab es Fortschritte auf breiter Front, jedoch keine absoluten Schwerpunkte. Eine Reihe interessanter Vorträge befaßte sich mit Filter-

### 37th EAEG-meeting in Bergen/Norway, 1975

What a contrast! The 36th meeting 1974 took place in summery Madrid – the international capital in the south of Europe – whereas the 37th EAEG-meeting 1975 was held in the more provincial town of Bergen in the north of Europe. Anyway, Bergen has 215 000 inhabitants and a charming harbour district (see picture on the back page) and is situated in a picturesque surrounding of sea and mountains. The weather included beautiful sunny days which seemed endless because of the midnight sun as well as the typical “Bergen weather“ which means rain.

The Norwegians took greatest pains in organizing the meeting as well as its social events. An interesting ladies program had been arranged, a big cocktail party was organized, but the highlight was an impressive dinner dance in the 700 year old Haakons hall.

It is true that not everybody could stay in a big ‘Grand Hotel’, for this, Bergen’s hotel capacity is too small, but the rooms in one of the summer hotels – furnished rustically as is typical for Scandinavia – which are situated above the green countryside and the wide fjord – weren’t bad either. These summer hotels serve as first class student residences from September to May.

The well organized meeting took place in the university. Both lecture rooms were close to each other but the exhibition room was a bit remote from them. Unbelievable, that a distance of only 50 m and narrow stairs can be such a big obstacle!

The meeting was attended by more than 500 visitors – not including the numerous women. 36 papers were concerned with seismic – 30 with non-seismic problems.

The quality of the papers was good, some exhibitors said so good that only little time was left for the exhibition.

### Papers

Regarding seismic surveys, progress was achieved on a wide scale but there were no fundamental new developments.



problemen, letztlich zumeist mit dem Ziel einer besseren Multiplenunterdrückung, die ja die unabdingbare Voraussetzung für die meisten automatischen Folgeverfahren bis hin zur Ermittlung von Pseudo-Velocity-Logs ist. Einige Vorträge waren der Migrations- und der 3D-Problematik gewidmet, die im wesentlichen die von uns seit längerem eingeschlagene Arbeitsweise bestätigten. Vorträge über Feldtechnik und Modelling rundeten das Bild ab.

Bei den nicht-seismischen Verfahren standen im Vordergrund: In bezug auf Messungen die Fernerkundung (Remote Sensing) von Satelliten aus und geoelektrische Bodenmessungen wegen ihrer in Skandinavien starken Anwendung in der Mineralprospektion. Auswertungsprobleme wurden in der Magnetik, Geoelektrik und in der Gravimetrie behandelt.

#### Die Ausstellung

Die Ausstellung war mit etwa 30 Firmen (ca. 15 Gerätehersteller, ca. 15 Dienstleistungsfirmen) nur etwa halb so gut besetzt wie bei den bisherigen Tagungen.

Mit 40 qm hatte PRAKLA-SEISMOS den größten Stand inne, da dieses Mal unser neues Mini-Computer-System SSP 11 in seiner Arbeit vorgeführt werden sollte, wozu die eine Standhälfte benötigt wurde. Die eigentliche



**Der Rechner SSP-11 wird auf unserem Stand in Bergen ausgepackt  
Our booth in Bergen, unpacking of the SSP-11-Computer-System**

#### Verladung des Rechners SSP-11 nach Bergen Loading of the SSP-11-Computer for Bergen



A series of interesting papers was held on filter problems lastly often with the aim of a better attenuation of multiples which is the inevitable supposition for most automatic programs, last not least the determination of pseudo-velocity-logs. Some papers dealt with migration and 3D problems which, in general, confirmed our procedures already employed by us for some time. Papers about field techniques and seismic modelling finished off the topics.

The most important papers of the non-seismic methods were read on remote sensing by satellite and on geoelectrical surveys which are, in mineral prospecting, often applied in Scandinavia. Interpretation problems were discussed in magnetics, geoelectrics and in gravity.

#### The exhibition

The exhibition was with 30 firms, about 15 hard ware manufacturers and 15 contraction firms, only half as well attended as in former years.

PRAKLA-SEISMOS had with 40 sqm the biggest booth because our new mini-computer-system SSP-11 was to be

Standfläche für das SSP-11-System betrug kaum mehr als 6 m<sup>2</sup>! (In dem vorhergehenden Beitrag von G. Meinicke wird darüber gesondert berichtet.) Auf der anderen Standhälfte stellten wir 14 völlig neu gestaltete Tafeln aus. Acht dieser Tafeln zeigten in konzentrierter Form das gesamte Spektrum geophysikalischer Dienstleistungen:

- Land Surveys (Reflection Seismic)
- Land Surveys (Non-Seismic)
- Marine Surveys (Seismic)
- Marine Surveys (Non-Seismic)
- Airborne Surveys

Auf 6 weiteren Tafeln waren Beispiele für das neueste Processing dargestellt:

- ASP (2-D-Processing)
- ASP (Stack 75)
- ASP (3-D-Processing)

## Unser Verkaufsprogramm

Dr. R. Schulze-Gattermann

Vor etwa fünf Jahren begann die technische Abteilung im eigenen Hause entwickelte Geräte und Systeme an Dritte zu verkaufen. Ziel dieser Bemühungen war und ist es, mit diesen Geräten ein zusätzliches wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen. Der Umfang der Verkaufstätigkeit hat in den letzten Jahren ständig zugenommen, und es ist zu erwarten, daß diese Entwicklung auch in Zukunft anhalten wird.

Angeboten und verkauft werden nicht nur die von PRAKLA-SEISMOS und unserer Tochtergesellschaft PRAKLA-SEISMOS-GEOMECHANIK entwickelten und gebauten Geräte und Systeme sondern auch die im Datenzentrum entwickelten zugehörigen Programme.

Das gesamte Verkaufsprogramm umfaßt sechs große Gruppen, auf deren Details im folgenden eingegangen werden soll:

- Landseismik,
- Seeseismik,
- Meerestechnik,
- Aerogeophysik,
- Datenverarbeitungssysteme,
- Untertageseismik.

Für **landseismische Messungen** werden angeboten: Oszillographen, Schußauslösegeräte (Auslösung per Draht oder Funk), Kabelprüfgeräte, vielpaarige Meßkabel und anderes Zubehör sowie komplette Truppausrüstungen. Dazu gehören auch geländegängige Vibratoren (siehe Titelbild) sowie Bohrgeräte der verschiedenen Typen. Auf diesem Gebiet hat sich seit kurzem eine gute und erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Firma Western Data Systems (siehe Notiz im Kasten: Cooperation Agreement with WDS INC.) in München ergeben.

demonstrated. The actual area occupied by the system was not more than about 6 sqm. (In the preceding article G. Meinicke reports on this topic). In the space left, 14 newly designed boards were exhibited. Eight of these boards showed in concentrated form the entire spectrum of our geophysical services:

- Long Offset Seismics (Salt dome Undershooting und Refraction Seismics)
- Special Services (Underground Seismic Surveys, Seismic Well Surveys, Cavern Surveys)
- Sales Programm.

Six further boards showed examples of the newest processing:

- LLMA und Seismic Modelling
- Vibroseis Processing
- Real Amplitude Processing (einschließlich Farb-Darstellungen)

### Cooperation Agreement with WESTERN DATA SYSTEMS INC.

PRAKLA-SEISMOS has concluded a long range non exclusive representative and cooperation agreement with WESTERN DATA SYSTEMS INC. (WDS).

WDS will promote, and be responsible for, the sale of PRAKLA-SEISMOS manufactured equipment and PRAKLA-SEISMOS services mainly to the eastern european countries and in other areas.



Fred W. Hefer

WDS is located in Munich, Western Germany, Habsburgerstr. 2 and is headed up by Mr. Fred W. Hefer.

Mr. Hefer is no newcomer to PRAKLA-SEISMOS. After his emigration to the United States Mr. Hefer went to work for SIE in Houston Texas and took part in the design and delivery of the first U.S. made seismic system (SIE MR 4 FM recording system) purchased by PRAKLA-SEISMOS.

During his later career in the States Mr. Hefer co-founded Geo Space. During these years the business relationship involved purchase of PRAKLA-SEISMOS patents by Geo Space and the purchase of many analog data field and office processing systems by PRAKLA-SEISMOS from Geo space. Mr. Hefer returned to his native country Germany in 1970. His technical knowledge in the geophysical instrumentation field and his long association with the management and business aspects of this industry will be of great help to PRAKLA-SEISMOS and our clients.

PRAKLA-SEISMOS wishes Mr. Hefer every success in his efforts on behalf of PRAKLA-SEISMOS.

Im Rahmen eines Kapitalhilfeabkommens der Bundesregierung mit der Union of Burma wurde im Jahre 1971 ein Vertrag über die Lieferung von zwei kompletten gravimetrischen und analog-seismischen Truppausrüstungen im Gesamtwert von 7,5 Millionen DM abgeschlossen.

Ein erster Vibratortrupp (Straßenvibratoren) wurde im Jahre 1971 an die ÖMV in Wien verkauft. Ein weiterer Vibrator-Trupp mit vier Gelände-Vibratoren und Vibrator-Elektronik für einen Meßwagen wurde Ende vergangenen Jahres in die CSSR verkauft.

Das Spektrum der im Bereich der **Seeseismik** angebotenen Geräte und Systeme reicht von Streamern (große Streamer sowie „Ministreamer“) über integrierte Ortungs- und Navigationssysteme hoher Genauigkeit (INDAS) sowie Seismik- und Geophysikausrüstungen bis zu kompletten Schiffen für geophysikalische Exploration. Die Seismik-ausrüstung besteht aus dem Registriersystem mit Elektronikzubehör, der Energiequelle (Luftpulser), dem Meßkabel (Streamer) und dem Navigationssystem. Sowohl bei solchen Systemen als auch bei kompletten Geophysikschiffen kann auf die große Erfahrung zurückgegriffen werden, die bei Planung und Bau unserer beiden Schiffe FS „Prospekta“ und FS „Explora“ gesammelt wurden.

Der Bereich **Meerestechnik** hat sich aus dem Bereich Seeseismik entwickelt; er umfaßt kleine und größere Datenerfassungssysteme, Radio-Navigationssysteme (Naref-Boje), integrierte Satelliten-Navigationssysteme (INDAS) sowie die Planung, Lieferung, Installation und Inbetriebnahme der kompletten Elektronikausrüstung für Forschungsschiffe. Ein kleines Datenerfassungssystem wurde im Auftrag des Deutschen Hydrographischen Instituts entwickelt, inzwischen sind vier dieser Systeme verkauft worden.

Aufgabe der **Naref-Boje** ist es, die Ortungs- und Navigationsmöglichkeiten von Forschungsschiffen in navigations-technisch schlecht erschlossenen Gebieten zu verbessern. Die Boje wird im zu vermessenden Gebiet verankert. Die im Innern installierte Elektronik registriert Radio-Navigationssignale fest installierter Ketten und funkt sie zusammen mit anderen Informationen an das Hauptschiff. Mit diesem System lassen sich Ausbreitungsanomalien der elektromagnetischen Wellen erkennen und eliminieren und die Radionavigation erheblich verbessern.

Das System **INDAS** (integriertes Satelliten-Navigationssystem mit Datenerfassung und automatischer Schiffssteuerung) wurde bereits im Report Nr. 4/72 vorgestellt. Das Basissystem enthält auf der Navigationsseite einen Modul „Satelliten-Navigation“ sowie einen Modul „Doppler-Sonar-Navigation“. Die Meßergebnisse beider Teile werden in einem Rechner zusammengefaßt und durch ein Programm derart bearbeitet, daß kontinuierlich eine sehr genaue Angabe der Position und damit eine genaue Navigation ermöglicht wird. Für besondere Gebiete kann das System erweitert werden durch einen Modul „Radionavigation“ für den Empfang von Loran C, Omega und ANA.

Das erste INDAS-System wurde 1972 an das Bundesministerium für Forschung und Technologie verkauft und auf dem Forschungsschiff „Valdivia“ installiert. Ein zweites INDAS-System wurde 1974 an die Deutsche Forschungsgemeinschaft verkauft und auf dem Flaggschiff der deutschen Forschungsflotte „Meteor“ installiert

Ein weiterer Auftrag aus dem Bereich Meerestechnik wurde uns Anfang dieses Jahres erteilt. Er umfaßt die Planung, Lieferung, Installation und Inbetriebnahme der kom-

## Our Sales Program

About five years ago, our Technical Department began to sell instruments and systems developed on its own premises to interested clients. The extent of this sales drive has steadily grown in the last years and we expect the trend to continue.

Offered for sale is not only the complete range of instruments and systems built by PRAKLA-SEISMOS and PRAKLA-SEISMOS-GEOMECHANIK but also the component computer programs developed in our Data Center. The complete sales program can be grouped under the following six broad headings:

- Onshore Seismics
- Offshore Seismics
- Offshore Technology
- Aerogeophysics
- Data Processing Systems
- Underground Seismics

For **Onshore Seismics** we offer oscillographs, shot firing systems (firing by radio or cable) cable testing instruments, multipair cables, and other accessories as well as complete equipment for surveying crews. This also includes cross country vibrator systems (see picture on front cover) and various types of drilling rigs. In this area we have recently begun successful cooperation with the firm Western Data Systems (see insert: Cooperation Agreement with WDS INC.) in Munich.

As a part of a Capital Aid Treaty between the West German Government and the Union of Burma, a contract was signed in 1971 to equip two complete gravity and analog-seismic crews at a total cost of DM 7,5 million.

The first vibrator crew (with road vibrators) was sold to OMV (Austrian Mineral Oil Administration) of Vienna in 1971. A further vibrator crew of four cross country vibrator systems and vibrator electronics for one recording truck was sold to Czechoslovakia at the end of last year.

In the range of **Offshore Seismics**, the spectrum of instruments and systems we offer extends from streamer cables (normal streamers and “mini-streamers“), high accuracy integrated positioning and navigation systems (INDAS), seismic and other geophysical equipment right up to the complete equipment for geophysical exploration vessels. Its seismic equipment consists of the recording system with electronic accessories, the energy source (air pulser) the recording cable (streamer) and the navigation system. In dealing with such systems as well as with complete geophysical vessels we can always fall back on our wide experience gained in planning and building our own two vessels “FS PROSPEKTA“ and “FS EXPLORA“.

**Offshore Technology** has developed from offshore seismics as a subject in its own right. It comprises both small and large data aquisition systems, radio navigation systems (Naref Buoy), integrated satellite navigation systems (INDAS) as well as planning, delivery, installation and taking into service of complete electronic equipment for research vessels.

A small data aquisition system was developed for the German Hydrographic Institute and four of these systems have since been sold.

The task of the Naref Buoy is to improve the positioning and navigation facilities for research vessels in areas where navigation aids are lean. To do this, the buoy is anchored in the survey area. The electronics installed in

pletten Elektronikausrüstung für ein hydrographisch/ozeanographisches Forschungsschiff.

Im Bereich **Aerogeophysik** werden Teilsysteme angeboten wie ANA (Atomuhrgesteuerte Navigations- und Ortungsanlage für Flugmessungen über See) und Stripkamera, vor allem aber komplette Systeme für Aeromessungen, d. h. Magnetik und Szintillometrie. Verkauft wurden aus diesem Bereich zwei ANA-Anlagen, und zwar nach USA und Indien.

Das Gebiet **Datenverarbeitungssysteme** umfaßt sowohl komplette Systeme als auch Teile davon. Beim ersten ist zu nennen das SSP-11-System, das vor allem als Preprocessing-System für unser Datenzentrum entwickelt wurde und dort installiert ist (siehe Beitrag in diesem Heft). Mit dieser Entwicklung betätigt sich PRAKLA-SEISMOS auf dem Gebiet der mixed hardware, d. h. wir stellen Einzelkomponenten verschiedener Hersteller zusammen und und passen sie aneinander an durch Entwicklung eigener Controller und Interfaces.

Als selbständige Komponente solcher Systeme ist vor allem der Seismik-Rasterplotter zu nennen. Sowohl der erste Typ KPE als auch der Nachfolgetyp KPU sind nicht nur für das Datenzentrum gebaut, sondern auch zum Verkauf angeboten worden. Insgesamt wurden inzwischen mehr als zehn Plotter an Kunden aus Deutschland, Europa und den USA verkauft.

Der jüngste Bereich für den wir Geräte verkaufen, ist die **Untertage-seismik**. Im vergangenen Jahr erhielt PRAKLA-SEISMOS den Auftrag zur Entwicklung eines Schlagwitterschutzes für eine seismische Digitalapparatur. Bisher konnten diese Messungen unter Tage nur mit analogen Apparaturen, bestehend aus Verstärker und Lichtschreiber, durchgeführt werden. Digitale Apparaturen für Messungen in Kohlebergwerken werden unseres Wissens von der einschlägigen Industrie bisher nicht gebaut, so daß PRAKLA-SEISMOS also der erste Anbieter auf dem Markt wäre. Nach der Erdölkrise der vergangenen Jahre hat die Bedeutung der Kohle als Energiequelle weltweit stark zugenommen. So ist es erklärlich, daß bereits mehrere Stellen Interesse an der digitalen Untertageapparatur gezeigt haben, obwohl deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. ■

**SSP-11-System, eine der jüngsten Entwicklungen, die wir zum Verkauf anbieten**  
**SSP-11-System, one of the latest developments which we offer for sale**



the buoy picks up radio navigation signals from fixed chains and transmits them back together with other information to the main ship. This system allows e-m wave propagation anomalies to be recognized and eliminated, thereby considerably improving radio navigation.

The INDAS-system (Integrated Satellite Navigation with Data-Aquisition and Automatic Ship's Steering System) has already been introduced in our Report No 4/72. The basic system includes on the navigation side a "Satellite Navigation" module as well as a "Doppler Sonar Navigation" module. The resulting measurements from both modules are input into a computer and processed to give a continuous and highly accurate position reading, thereby making very precise navigation possible. If necessary, the system can be extended with a "Radio Navigation" module to receive Loran C, Omega and ANA.

The first INDAS-system was sold in 1972 to the Bundesministerium für Forschung und Technologie (W. German Ministry of Research and Technology) and installed on the research vessel "Valdivia". A second INDAS-system was sold in 1974 to the Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Council) and installed on the "Meteor", flagship of the W. German Research Fleet.

We were given a major contract in the field of offshore technology at the beginning of this year. It involved planning, delivery, installation and bringing into service the entire electronic equipment for a hydrographic/oceanographic research vessel.

In the field of **Aerogeophysics** we offer component systems such as ANA (Aircraft Navigation and Positioning System with Atomic-Frequency-Standards for Offshore Surveys) and strip camera but above all complete systems for aerial surveys i. e. aeromagnetic and aeroscintillation surveys. Two ANA-systems have been sold to the USA and to India.

The field of **Data Processing Systems** comprises both complete as well as component systems. Under the former heading, the SSP-11-system must be mentioned; it was developed above all as a preprocessing system for our Data Center (see article in this issue). With this development, PRAKLA-SEISMOS entered the field of mixed hardware, that is we assemble single components from different manufacturers, adapting them by our own developed controllers and interfaces.

As a component of these systems, also capable of independent operation, the seismic raster plotter must be mentioned. Both the first type KPE and its successor the KPU were not only built for the Data Center but also offered for sale. More than 10 plotters have since been sold to clients in Europe and the USA.

The newest field of instrument sale is in **Underground Seismics**. Last year, PRAKLA-SEISMOS received a contract to develop a fire-damp-proof equipment for a seismic digital recording system. Until now, these surveys could only be carried out with analog instruments consisting of a seismic amplifier and an oscillograph.

Digital recording seismic systems for surveying in coal mines have never before been available. PRAKLA-SEISMOS will be therefore first on the market. Since the oil crisis before two years, the importance of coal as an energy source has greatly increased worldwide. It can thus be understood that several potential clients have shown interest in our digital underground recording system although its development is not yet complete. ■



**Auf dem „Schwarzen Brett“** unseres Report 1/75 war kurz mitgeteilt worden, daß unser Mitarbeiter Dipl. Ing. R. Marschall seinen Dr. mont. gemacht hat. Erfreulicherweise haben schon des öfteren Mitarbeiter unserer Gesellschaft – trotz ihrer anstrengenden Berufstätigkeit – das Doktorat erworben und wir haben jedesmal darüber eine kurze Notiz in unserer Zeitschrift gebracht. Das wollen wir natürlich auch in Zukunft gleichermaßen tun.

Wenn wir nun von dieser „Norm“ abweichen und nochmals auf den Fall Marschall zurückkommen, dann deswegen, weil uns inzwischen viele nette Aufnahmen zugegangen sind, und wegen der originellen Form, in der am 1. April d. J. eine Doktorandenfeier improvisiert worden war.



Den großen schwarzen Doktorhut haben unsere beiden Mitarbeiter Houba und Jurczyk (Datenzentrum) aus Seismogrammpappe fabriziert. Für den feierlichen Transport des Doktoranden von der Wiesenstraße in die Haarstraße und Planckstraße wurde ein Aktenumzugswagen benutzt. Das war zwar nicht so vornehm wie bei der TU Hannover, die für den Transport ihrer neugebackenen Doktoranden einen 75 (i. W. fünfundsiebzig) Jahre alten Oldtimer, Marke Benz, mit 3 PS und einer Spitzengeschwindigkeit von 30 km benutzt (ein Amerikaner wollte ihn vor kurzem für 50 000 Dollar kaufen!), aber zumindest ebenso originell. Daß nicht schlecht gefeiert wurde, zeigt das rechts unten stehende Bildchen.

Also nochmals: Herzlichen Glückwunsch!

Die Redaktion

